



Prof. Dr. MELCHIOR NEUMAYR.

# DZIEJE ZIEMI.

W opracowaniu prof. d-ra WIKTORA UHLIGA.

TOM DRUGI.

## GEOLOGIA OPISOWA

353 rysunki w tekście, dwie mapy barwne, 9 tablic, z których jedna kolorowa.

PRZEŁOŻYLI Z 2-g<sup>o</sup> WYD. NIEMIECKIEGO:

Jan Lewiński i Karol Koziorowski.

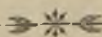
DOPEŁNIENIA POCZYNIŁI:

Karol Bohdanowicz i Józef Grzybowski.

Z zapomogi Kasy pomocy dla osób, pracujących na polu naukowem, imienia  
d-ra Józefa Mianowskiego

WYDAŁ

JÓZEF MOROZEWICZ.



WARSZAWA.

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI E. WENDE i S-ka (T. HIŻ i A. TURKUŁ).

1908.

*Mikolaj Stamski-Strauman*

*[Faint handwritten signature]*





140593

## OD WYDAWCY.

---

Po przerwie 2½-letniej składamy w ręce czytelnika drugą połowę zamierzonego wydawnictwa. Podpisany uważa za swój obowiązek usprawiedliwić się z tak długiej przerwy przed nabywcami tomu I-go. Przypomina więc (co już był podnosił w przedmowie do t. I-go), że, nie będąc wydawcą zawodowym, mógł poświęcać wydawnictwu tyle tylko czasu, ile mu go zbywało od zajęć i obowiązków fachowych. Ponieważ nadto nieprzewidziane a niezależne od wydawcy okoliczności robotę redakcyjną mocno utrudniały, posuwała się więc ona naprzód w tempie nazbyt powolnem. A nawet—wyznajemy to otwarcie—wyjście tego t. II-go „Dziejów ziemi“ opóźniłoby się jeszcze bardziej, a może stałoby się wręcz niewykonalnem, gdyby nie pełna zaparcia się i poświęcenia a zgoła bezinteresowna pomoc, jakiej wydawnictwo niniejsze doznało od p. Karola Kozirowskiego, który wziął na swe barki najzmuniejszą część pracy redakcyjnej: 1) dokonał rewizyi przekładu „Geologii historycznej“ co do zgodności z oryginałem, 2) przeprowadził nadzwyczaj sumiennie korektę druku i 3) ułożył wyczerpujący skorowidz do całego dzieła. Za ten czyn wysoce obywatelski wydawca składa p. Kozirowskiemu najgorętsze podziękowania imieniem nie tylko własnem, lecz także imieniem tej części naszego ogółu, która rozwojem nauk przyrodniczych u nas interesuje się i jemu sprzyja.

Główny przedmiot II-go tomu „Dziejów ziemi“—Geologia historyczna—opiera się przedewszystkiem na obszernie przez Neumayra traktowanych podstawach paleontologicznych. Spolszczenie tego działu nastęrczało tłumaczowi nie mało trudności wobec braku w naszej literaturze naukowej dzieł z zakresu paleontologii i, co za tem idzie, odpowiednio wyrobionego słownictwa. Ażeby te trudności usunąć, wydawca w wielu razach musiał uciekać się do rady i pomocy specjalistów. W kwestyach zoologicznych stałym, a zawsze nadzwyczaj chętnym i uprzejmym informatorem wydawcy był prof. H. Hoyer; ustępy treści paleobotanicznej zechciał łaskawie przejrzeć prof. E. Jancewski; rozdział o geofizycznych i astro-

nomicznych przyczynach epoki lodowej sprostował prof. M. Rudzki, usuwając kilka niejasności lub nieściśłości oryginału. W niektórych razach wydawca korzystał też z wytrawnych uwag pp. prof.: Wierzejskiego, Siedleckiego, Garbowskiego i Grzybowskiego. Pp. d-rowie: Wójcik i Kuźniar również chętnie ofiarowali wydawcy pomoc w rewizji pewnych rozdziałów geologii historycznej. Gorliwy udział w pracy rewizyjnej brał także p. J. Kolski. Wszystkim wymienionym panom i kolegom niech mi wolno będzie na tem miejscu jeszcze raz wypowiedzieć najserdeczniejsze wyrazy wdzięczności i podziękowania.

Podobnie jak w przekładzie t. I-go, tak również i teraz wydawca poczynił starania, ażeby w t. II-im wydania polskiego zostały uwzględnione najważniejsze zdobycze geologii z ostatniego dziesięciolecia. I tu jednak musiały być wzięte pod rozwagę też same względy pietyzmu dla autora, którymi się kierowano w t. I-ym. Tylko odkrycia istotnie ważne, tylko teorie płodne i do dalszych pobudzające badań mogły być do tekstu polskiego wprowadzone, i to tak, ażeby, o ile możności, nie tuszowały oryginalnych poglądów Neumayra i nie psuły ogólnej konstrukcji dzieła. Stąd jedne z poczynionych uzupełnień zostały wplecione do właściwego tekstu, inne zebrano na jego końcu w postaci osobnego dodatku. Najważniejsze dopełnienia w geologii topograficznej poczynili na prośbę wydawcy, prof. Karol Bohdanowicz (Petersburg) i prof. Józef Grzybowski (Kraków): pierwszy dał ogólną charakterystykę teorii płaszczowinowej Bertranda i napisał osobny, nowy rozdział p. t. „Zarys budowy Eurazji“, drugi zestawił treściwie najnowsze poglądy na budowę Alp i Karpat. Prócz tego prof. Grzybowski jest autorem „Dopełnień“, odnoszących się do geologii historycznej, a obejmujących artykuły: 1. Grupa algonkiana, 2. Epoka lodowa permska, 3. Pustynia permsko-tryasowa Europy, 4. Historia Bałtyku.

Zamierzonego pierwotnie szerszego traktowania geologii ziem polskich i załączenia mapy geologicznej Polski wydawca—dla niezależnych od niego powodów natury finansowej — przeprowadzić nie zdołał, ma jednak nadzieję, że uczyni to w niedalekiej przyszłości w osobnym wydawnictwie, do którego materiały już się przygotowują.

Tłumaczenia geologii „historycznej“ dostarczył p. Jan Lewiński, geologię zaś „topograficzną“ przełożył p. Karol Koziorowski. Zamieszczony na końcu II-go t. wydania niemieckiego rozdział p. t. „Nutzbare Mineralien“, którego autorem jest prof. Uhlig, został w wydaniu polskim opuszczony, jako luźnie tylko związany z klasycznym dziełem Neumayra.

Co się tyczy ilustracji II-go tomu „Dziejów ziemi“, to w wydaniu polskim — celem zmniejszenia kosztów wydawnictwa — poprzestaliśmy tylko na 1 tablicy kolorowej („Tarasy nawarowe gejz. Mamuta“), zwiększyliśmy natomiast (o 2) ilość

tablic cynkotypowych i rysunków w tekście (o kilkanaście). Do najważniejszych ilustracji, zdobiących tekst polski, zaliczamy wizerunek mamuta, odtworzonego na podstawie najnowszych wykopalisk (str. 487), oraz tablicę VIII, przedstawiającą „skałki Czorsztyńskie“.

Wszystkie te ilustracje, tudzież 2 mapy kolorowe (geologiczna mapa Alp i karta rozsiedlenia zwierząt na ziemi) wykonał Zakład chemiograficzny B. Wierzbickiego i S-ki.

Po tych wyjaśnieniach charakteru wydawniczego, poruszamy raz jeszcze kwestyę wyboru dzieła przełożonego. Już w przedmowie do tomu I-go przytoczyliśmy racje, dla których to, nie inne dzieło zamierzeliśmy udostępnić czytelnikowi polskiemu. Powtarzamy tu raz jeszcze, pewne niewyczerpanie materiału faktycznego, zarzucane „Dziejom ziemi“, nie stanowi, zdaniem naszym, wady karygodnej w podręczniku popularnym geologii, byle tylko podręcznik ten wskazał czytelnikowi metody geologicznego badania, byle nauczył go geologicznego myślenia, a nadewszystko byle zdołał obudzić w nim zamiłowanie do tej wiedzy. A pod tym względem dzieło Neumayra spełnia swe zadanie w zupełności. Najwymowniejszym tego dowodem jest przyjęcie, jakiego doznał I-y tom „Dziejów ziemi“: cały jego nakład (1200 egzemplarzy) przeszedł w ręce czytelników w ciągu jednego niespełna roku! Jest to fakt — o ile wiemy — całkiem odosobniony w dziejach naszego podręcznikarstwa wyższego, a niecodzienny również w historii „najpoczytniejszych“ nawet wydawnictw beletrystycznych. Umyslnie i z nie małą satysfakcją podkreślamy to wydarzenie na dowód, że uczyniony przez nas wybór dzieła był odpowiedni, i, co ważniejsza, że myśląca część naszego ogółu chętnie (bez jakiegokolwiek podniety z zewnątrz) czyta dzieła przyrodnicze o zakresie poważniejszym, a umie poprzeć i ocenić skromne w tym kierunku usiłowania wydawnicze. Oby i ten drugi tom „Dziejów ziemi“ równie cicho i poważnie przeszedł z półek księgarskich w posiadanie czytelników i stał się im przewodnikiem w wyrobieniu poglądu na rozwój otaczającej nas przyrody!

\*

\*

\*

Środków materyalnych na pokrycie kosztów wydawnictwa niniejszego udzieliła Kasa im. dra J. Mianowskiego. Spełniam tu miły obowiązek i składam dostojnemu Komitetowi tej instytucji swe najgłębsze podziękowania za udzielenie niezbędnej zapomogi oraz za niezwykle życzliwe stanowisko, jakie tenże Komitet zajął wobec konieczności rozszerzenia pierwotnego kosztorysu, zestawionego przed kilkoma laty. Dzięki tej pięknej instytucji, która z wydawnictw swych żadnych



zysków nie ciągnie a nawet ponosi na nich zwykle straty, czytelnik polski otrzymuje dzieło, dwa razy tańsze od oryginału niemieckiego, przemawiające doń językiem rodzinnym, otwierające przed nim nieznanę mu przedtem widnokreśli wiedzy przyrodniczej, pogłębiające myśl jego a pobudzające fantazyę, uczące go szukania i znajdowania skarbów!

W Krakowie, dnia 10 maja 1908 r.

*Józef Morozewicz.*

---



# SPIS RZECZY.

	<i>Str.</i>		<i>Str.</i>
<b>I. Geologia historyczna.</b>			
Tłum. Jan Lewiński.			
1. Wstęp do geologii historycznej . . . . .	3	Charakterystyka i podział jury . . . . .	227
Oznaczenie wieku geologicznego . . . . .	3	Świat zwierzęcy jury . . . . .	230
Systemy geologiczne . . . . .	5	Mnogość form fauny jurajskiej . . . . .	262
Metoda paleontologiczna oznaczania wieku . . . . .	7	Jura w Europie środkowej . . . . .	264
Przerwistość spuścizny geologicznej; podział na poziomy . . . . .	14	Jura alpejska . . . . .	275
Kopalne szczątki organizmów . . . . .	21	Dalsze rozprzestrzenienie i stosunki geograficzne jury . . . . .	277
Geografia fizyczna okresów ubiegłych . . . . .	23	6. System kredowy . . . . .	288
Geologia polowa . . . . .	29	Kreda pisząca . . . . .	288
2. Starsze utwory paleozoiczne . . . . .	33	Określenie i podział ogólny systemu kredowego . . . . .	290
Okres paleozoiczny . . . . .	33	Świat roślinny systemu kredowego . . . . .	293
System kambryjski . . . . .	35	Zwierzęta bezkręgowce epoki kredowej . . . . .	296
Fauna systemu kambryjskiego . . . . .	42	Kręgowce systemu kredowego . . . . .	305
Fauna systemu sylurskiego . . . . .	52	Rozprzestrzenienie i podział kredy dolnej . . . . .	312
Różne typy syluru . . . . .	93	Rozprzestrzenienie i podział kredy górnej . . . . .	320
Przykłady rozwoju syluru . . . . .	95	7. System trzeciorzędowy . . . . .	326
Fauna dewońska . . . . .	105	Charakter, rozprzestrzenienie i podział systemu trzeciorzędowego . . . . .	326
Rozwój i rozprzestrzenienie dewonu . . . . .	121	Torbacze trzeciorzędowe . . . . .	339
3. Młodsze utwory paleozoiczne (system węglowy i permski) . . . . .	129	Rozwój zwierząt łozyskowych . . . . .	342
Świat zwierzęcy systemu węglowego (karbonu) . . . . .	129	Pazurowce (Unguiculata) . . . . .	352
Świat roślinny karbonu . . . . .	149	Zwierzęta kopytne . . . . .	364
Tworzenie się pokładów węgla . . . . .	158	Gryzonie, szczerbacze, walenie . . . . .	389
Rozprzestrzenienie roślin węglowych i klimat epoki węglowej . . . . .	161	Starszy trzeciorząd w Europie . . . . .	392
Rozprzestrzenienie i podział systemu węglowego . . . . .	165	Starszy trzeciorząd poza Europą . . . . .	402
Obszar flory glossopterysowej . . . . .	170	Starotrzeciorzędowe fauny ssaków . . . . .	405
System permski . . . . .	176	Ogólne stosunki miocenu . . . . .	410
4. System tryasowy . . . . .	187	Miocen w Europie . . . . .	421
Okres mezozoiczny . . . . .	187	Osady Sarmackie . . . . .	428
Rozwój tryasu śródładowy . . . . .	189	Pliocen dolny (piętro pontyjskie) . . . . .	431
Tryas alpejski (pelagiczny) . . . . .	208	Pliocen środkowy i górny . . . . .	437
Dalsze rozprzestrzenienie tryasu . . . . .	223	Osady młodotrzeciorzędowe poza Europą . . . . .	446
5. System jurajski . . . . .	227	Streszczenie . . . . .	451
		8. Dyluwium (plejstocen) . . . . .	455
		Stosunki ogólne dyluwium (plejstocenu) . . . . .	455
		Alpejskie utwory dyluwialne (plejstoceni- skie) . . . . .	459
		Łądolód północno-europejski . . . . .	467
		Osady plejstoceni- skie w innych czę- ściach Europy . . . . .	477

	Str.		Str.
Świat zwierząt i roślin okresu czwartorzędowego w Europie . . . . .	484	Położenie i związek łańcuchów południowo-europejskich . . . . .	530
Stosunki klimatyczne Europy w okresie dyluwialnym (plejstocenijskim) . . . . .	498	Alpy . . . . .	536
Dyluwium (plejstocen) pozaeuropejskie . . . . .	501	Karpaty . . . . .	559
Przyczyny okresu zimna . . . . .	518	Zachodnio-europejska kraina płatów . . . . .	570
Okresy geologiczne . . . . .	522	Płyta rosyjsko-skandynawska . . . . .	590
		Afryka i półwysep Indyi przedgangesowych (Indoafryka). . . . .	593
		Góry łańcuchowe Azji, Chiny i Australia . . . . .	598
		Zarys budowy Eurazji (przez prof. K. Bohdanowicza) . . . . .	606
		Ameryka . . . . .	625
		Dopelnienia (przez prof. J. Grzybowskiego) . . . . .	635
<b>II. Geologia topograficzna.</b>			
Tłum. Karol Koziarowski.			
9. Góry ziemi . . . . .	527		
Rozprzestrzenienie młodych gór łańcuchowych na ziemi . . . . .	527		

## SPIS RYSUNKÓW.<sup>1)</sup>

### Tablice i mapy.

Państwa zoogeograficzne (Według Wallacea). . . . .	8
Sylurskie i dewońskie korale czteropromienne . . . . .	60
Typy spiryferydów (po części w różnych położeniach) . . . . .	79
Krajobraz karboński . . . . .	155
Małże i ślimaki systemu jurajskiego . . . . .	237
Jeżowce systemu kredowego . . . . .	297
Syfonostomy (kanałowce) trzeciorzędowe . . . . .	333
Lodowiec Pasterzeński na szczycie Grossglocknera . . . . .	461
Mapa geologiczna Alp . . . . .	536
Skałki czorsztyńskie . . . . .	562
Tarasы nawarowe gejzeru „Mamut“ . . . . .	632

### Rysunki w tekście.

Szereg form Paludina Neumayri . . . . .	16
Trigonia navis . . . . .	22
Radiolarye z przedkambryjskich łupków krzemienych z Saint-Lô . . . . .	34
Ramienionogi kambryjskie . . . . .	35
Spatangopsis; żywa meduza; odlew gipsowy jamy ciała żywych meduz; odcisk meduzy na kambryjskim piaskowcu ze Szwecyi . . . . .	36
Trylobity kambryjskie . . . . .	37

Nereites cambrensis; ślady żyjącej Purpura lapillus, peizająca po miękkim ile gliiniastym. . . . .	38
Olenellus Kjerulfi . . . . .	39
Przekraczanie piaskowca potsdamskiego przez granit . . . . .	40
Trylobity zwinęte z syluru i z dewonu . . . . .	43
Bohemilla stupenda; odosobnione hypostomy czeskich trylobitów; głowa trylobita z dołu . . . . .	44
Oczy trylobitów . . . . .	44
Calymene senaria . . . . .	45
Agnostus i Sao hirsuta . . . . .	46
Larwy trylobita . . . . .	47
Triarthrus Becki . . . . .	47
Przekrój przez rogową skorupę Lingula . . . . .	48
Wapienne skorupki ramienionogów . . . . .	48
Skorupy ramienionogów od wewnątrz . . . . .	49
Skorupa Waldheimii; żyjące okazy Terebratuli; żyjąca Lingula . . . . .	49
Lingula Lewisi; Discina . . . . .	50
Fordilla Troyana . . . . .	50
Cystosoma Neptuni; Willemoesia crucifera . . . . .	51
Jądra kamienne otwornic, z petersburskiego piasku glaukonitowego . . . . .	53
Otwornica żyjąca . . . . .	54
Promienica żyjąca . . . . .	55
Heliosoma Roemeri . . . . .	55
Gąbka krzemionkowa żyjąca . . . . .	56

<sup>1)</sup> Stosunek wielkości podano tylko tam, gdzie szczątki organiczne przedstawione zostały w znacznym powiększeniu albo zmniejszeniu; tam zaś, gdzie one figurują w wielkości naturalnej lub mało co od niej różnej, nie dodawano żadnych uwag.

	<i>Str.</i>		<i>Str.</i>
Igły krzemionkowe tetraktynellidów . . . . .	57	Przekrój góry Kinnekulle nad jeziorem Wener w Szwecyi . . . . .	98
Szkielet z igieł u gąbki z grupy heksaktynellidów . . . . .	37	Pokręcone warstwy wapienne w sylurze czeskim . . . . .	99
Gąbki krzemionkowe syluru . . . . .	58	Przekrój idealny przez środkowo-czeskie osady sylurskie i dewońskie . . . . .	100
Koral żyjący ( <i>Actinia</i> ). . . . .	59	Przekrój przez „kolonię“ <i>Barrandea</i> . . . . .	101
Korale z wewnętrznym szkieletem osiowym ( <i>Isis</i> ) . . . . .	59	<i>Calceola sandalina</i> . . . . .	105
Schemat wzrostu koralii czteropromiennych; kielich <i>Menophyllum</i> . . . . .	60	Liliowce dewońskie z Eiflu . . . . .	106
<i>Stromatopora</i> . . . . .	61	<i>Uncites gryphus</i> . . . . .	107
<i>Heliolithes porosus</i> ; <i>Heliopora Partschii</i> ; <i>Heliopora coerulea</i> . . . . .	61	<i>Stringocephalus Burtini</i> . . . . .	108
<i>Tabulata</i> paleozoiczne . . . . .	62	Zaczątki skorup i pierwsze przegrody międzykomorowe amonitidów . . . . .	109
Graptolity sylurskie . . . . .	63	Zaczątki skorup nautilidów . . . . .	110
Kolce jeżowca . . . . .	64	Zwiększanie się zawiłości linii zatokowej w pewnym rodzaju amonitidów . . . . .	111
<i>Rhizocrinus Loffotensis</i> , liliowiec głębiny żyjący obecnie i liliowce sylurskie. . . . .	65	Goniatyty dewońskie . . . . .	112
Rysunek schematyczny kielicha liliowca; <i>Pentacrinus</i> żyjący; pokrywa kielicha <i>Hyocrinusa</i> żyjącego. . . . .	66	Klimenie z śląskiego dewonu górnego . . . . .	113
<i>Agelacrinus</i> z amerykańskiego syluru dolnego. . . . .	67	<i>Cladodus Fyleri</i> ; <i>Holoptychius</i> , <i>Osteolepis</i> . . . . .	114
<i>Cystidea</i> sylurskie . . . . .	67	<i>Cocosteus</i> . . . . .	115
Romby porów u <i>Cystideów</i> ; <i>Botriocidaris Pahleni</i> . . . . .	68	<i>Dipterus Valenciennesi</i> ; <i>Acanthodes</i> . . . . .	116
Rozgwiazdy i <i>Cystidea</i> sylurskie. . . . .	68	<i>Cephalaspis Lyelli</i> ; <i>Pteraspis</i> . . . . .	117
Konodonty i szczęki pierścienic . . . . .	69	<i>Pterichthys</i> , <i>Palaeospondylus Gunni</i> . . . . .	118
<i>Tentaculites</i> ; skała tentakulitowa; <i>Cornulites</i> . . . . .	70	Przekrój przez dewon środkowy Eiflu . . . . .	123
<i>Orthisina</i> i <i>Orthis</i> . . . . .	71	Wapień rafowy Alp Karnijskich: Seekopf i jezioro Wolajskie . . . . .	124
<i>Orthidae</i> w rozmaitych położeniach . . . . .	71	<i>Pterygotus anglicus</i> . . . . .	125
<i>Antipleura</i> , z syluru czeskiego. . . . .	72	<i>Sibyl Head</i> . . . . .	126
<i>Rhynchonelle</i> . . . . .	72	<i>Fusulina cylindrica</i> , <i>Woodocrinus</i> , <i>Stemmatocrinus</i> . . . . .	131
Ślimaki sylurskie . . . . .	73	<i>Codonaster</i> , <i>Pentatremitis florealis</i> ; <i>Melonites multiporus</i> . . . . .	132
<i>Conularia</i> . . . . .	74	<i>Palaeochinus elegans</i> ; strona wewnętrzna mniejszej połowy skorupy <i>Productusa</i> z listewkami ramieniowymi, <i>Productus complectens</i> . . . . .	133
Mątwą ( <i>Sepia officinalis</i> ) . . . . .	75	<i>Productus longispinus</i> , <i>Productus semireticulatus</i> , <i>Productus horridus</i> . . . . .	134
<i>Ascoceras</i> ; skorupa łodzika ( <i>Nautilus pompilius</i> ) w przekroju . . . . .	76	<i>Posidonomya Becheri</i> ; <i>Nautilus Konincki</i> , <i>Phillipsia</i> . . . . .	135
Trylobity sylurskie . . . . .	77	<i>Decapoda</i> , t. zw. <i>Anthracopalaemon</i> ; <i>Acanthotelson Stimpsoni</i> . . . . .	136
<i>Nautilidy</i> sylurskie . . . . .	78	<i>Bostrichopus antiquus</i> . . . . .	137
<i>Trinucleus Goldfussi</i> ; <i>Staurocephalus Murchisoni</i> ; <i>Deiphon Forbesi</i> . . . . .	79	Żuchwa <i>Cestraciona</i> żyjącego; płyty żuchwowe <i>Cochliodusa</i> . . . . .	138
Trylobity z syluru czeskiego . . . . .	80	<i>Barramunda</i> żyjąca; czaszka <i>Archegosaurus Decheni</i> . . . . .	139
<i>Eurypterus</i> i <i>Stylonurus</i> . . . . .	81	<i>Dolichosoma</i> , stegocefal kształtu węża . . . . .	141
<i>Eurypterus Fischeri</i> . . . . .	82	Czaszka <i>Anthracosaurus</i> . . . . .	142
<i>Stylonurus Powriei</i> . . . . .	83	<i>Branchiosaurus amblystomus</i> , <i>Pelosaurus laticeps</i> , <i>Branchiosaurus amblystomus</i> z dołu, czaszka larwy z ząbkowanymi łukami skrzelowymi, narząd łukowo-	
<i>Slimonia acuminata</i> ; młode okazy kraba moluckiego ( <i>Limulus</i> ) . . . . .	84		
Paleozoiczne ostrogony ( <i>Xiphosura</i> ) . . . . .	85		
Sylurskie małżoraczki ( <i>Ostracoda</i> ). . . . .	86		
Wąsonogie ( <i>Cirripedia</i> ) z syluru i z form. kredowej . . . . .	88		
<i>Ceratiocaris</i> ; <i>Peltocaris</i> . . . . .	90		
Płyta z Dudley . . . . .	97		



Str.		Str.		
	skrzelowy u Branchiosaurus amblystomus . . . . .	143	Tropy z piaskowca konnektikuckiego . . . . .	202
	Leaia, Pupa vetusta; gatunek żyjący rodzaju Blatta, Blattina abnormis . . . . .	144	Trop Brontozoum i t. zw. kopalne krople deszczowe, z piaskowca konnektikuckiego; Pareiasaurus Baini z formacji karroo . . . . .	203
	Protophasma; Lithomantis carbonaria . . . . .	145	Szczałki anomodontów i theriodontów z Afryki połud. . . . .	204
	Eugereon Boeckingi, Cyclophthalmus senior	146	Szczałki theriodontów z Afryki połudn.; czaszka Tritylodona z formacji karroo w Afryce połudn. . . . .	205
	Eophrynus Prestwichi . . . . .	147	Dromatherium silvestre . . . . .	206
	Protolycosa anthracophila, Xylobius Mazoanus . . . . .	148	Lobites delphinocephalus . . . . .	208
	Paproć żyjąca (Aspidium) . . . . .	150	Zatoki Pinacoceras Metternichi . . . . .	209
	Kawałek pnia Archaeocalamites radiatus, Annularia, Sphenophyllum . . . . .	151	Arcestes intuslabiatus . . . . .	210
	Paprocie systemu węglowego . . . . .	152	Trachyceras Aon . . . . .	211
	Selaginella spinulosa . . . . .	154	Daonella Lommeli . . . . .	212
	Kawałek pnia Lepidodendron Sternbergi; Cordaites . . . . .	155	Tiarechinus princeps . . . . .	213
	Noeggerathia . . . . .	156	Gyroporella, z tryasu alpejskiego . . . . .	214
	Przekrój systemu węglowego w South Joggins . . . . .	160	Schlern pod Bozenem . . . . .	220
	Gangamopteris cyclopteroides . . . . .	172	Skamieliny cassiańskie . . . . .	221
	Glossopteris indica . . . . .	173	Radiolarye liasowe . . . . .	230
	Głazonośne osady warstw talchirskich . . . . .	174	Igły krzemionkowe rozmaitych gąbek . . . . .	231
	Conularia laevigata . . . . .	175	Rozmaite gąbki jurajskie i kredowe . . . . .	232
	Fenestella retiformis; kawałek Synocladia virgulacea . . . . .	179	Schemat kolejnego następstwa przegród u heksakorali, kielich heksakorala; Montlivaultia . . . . .	233
	Strophalosia Goldfussi; muszle z cechszynu Turynгии . . . . .	180	Pentacrinus briaroides . . . . .	234
	Gampsonychus . . . . .	181	Kolonia olbrzymich pentakrynów . . . . .	235
	Palaeoniscus Freieslebeni . . . . .	183	Narząd wierzchołkowy rozmaitych saleni-dów; Apiocrinus, Cidaris coronata . . . . .	236
	Palaeohatteria longicaudata . . . . .	184	Kolce rozmaitych cydarydów . . . . .	237
	Oldhamia decipiens; Cyclolobus Oldhami, Xenodiscus plicatus . . . . .	185	Hemicidaris z częściowo zachowanymi kolumnami . . . . .	238
	Tetracidaris, jeżowiec kredowy . . . . .	188	Nieregularne jeżowce jury . . . . .	239
	Voltzia heterophylla . . . . .	190	Terebratula janitor . . . . .	240
	Ząb dużego stegocefala („labiryntodonta“) w przecięciu poprzecznym . . . . .	191	Phylloceras Zetes . . . . .	241
	Płyta z tropami Chirotherium i spękaniem od wysychania . . . . .	192	Lytoceras fimbriatum . . . . .	242
	Encrinus liliiformis z górnego wapienia muszlowego; wapień utworzony z członów lodyg Encrinusa . . . . .	193	Aptychus lamellosus . . . . .	243
	Charakterystyczne małże i ramienionogi wapienia muszlowego; Neusticosaurus z ludwigsburskiego węgla ilastego . . . . .	194	Belemnites Calloviensis . . . . .	244
	Ceratites nodosus; Ceratodus Forsteri, Ceratodus Sturi, Pemphix Sueuri . . . . .	195	Raki z solnhofeńskiego łupku litograficznego (Petalia longialata) . . . . .	245-247
	Czaszka Capitosaurusa . . . . .	196	Chrząszcze z dolnego liasu . . . . .	247
	Belodon ze stuttgarckiego piaskowca kajprowego; czaszka belōdona . . . . .	197	Leptolepis; Lepidotus gigas . . . . .	248
	Bryła piaskowca z licznymi okazami Aetosaurusa . . . . .	199	Czaszka Ichthyosaurusa; Ichthyosaurus . . . . .	249
	Ząb Microlestesa; ząb Triglyphusa . . . . .	200	Ichthyosaurus quadriscissus, Ichthyosaurus odtworzony . . . . .	250
	Małże retyckie . . . . .	201	Szkielet plesiosaurusa . . . . .	251
			Czaszka teleosaurusa; Teleosaurus odtworzony . . . . .	252
			Rhamphorhynchus, szkielet Pterodactylusa . . . . .	253
			Palce niedoperza; przednia część skrzydła zwykłego ptaka . . . . .	254

	<i>Str.</i>		<i>Str.</i>
Skrzydło Pterodactylusa; Brontosaurus . . . . .	255	Prodryas Persephone; szczątki trzeciorzę- dowych motyli . . . . .	334
Diplodocus; Iguanodon . . . . .	256	Żyjąca larwa chróścika w swej pochwecy; wapien induzyowy . . . . .	335
Ceratosauros; tropy Iguanodona . . . . .	257	Trzeciorzędowe cyclostomidy; trzeciorzę- dowe słodkowodne ślimaki płucodyszne	336
Miednica i noga u Camptonotus dispar . . . . .	258	Tylopoma avellana, Paludina Fuchsi, Pa- ludina Herbichi, Paludina (Tulotoma)	337
Compsognathus, z solnhofeńskiego łupku litograficznego . . . . .	259	Sturi, Paludina (Campeloma) Pilari . . . . .	341
Archaeopteryx, egzemplarz londyński . . . . .	260	Didelphys Parisiensis . . . . .	341
Archaeopteryx, egzemplarz berliński . . . . .	261	Kontur czaszki konia i Coryphodona . . . . .	343
Szczeka dolna u Amphitherium . . . . .	262	Czaszka Palaeotherium i konia; rozmaite typy zębów trzonowych . . . . .	347
Amonity z dolnego liasu . . . . .	265	Kończyny przednie: Hippopotamus, Dico- tyles, Elotherium . . . . .	349
Amonity liasu środkowego i górnego . . . . .	266	Zęby prawej połowy szczęki górnej Pte- rodona . . . . .	353
Gryphaea arcuata; Amaltheus margaritatus . . . . .	267	Czaszka wilka, czaszka norowca, żuchwa norowca . . . . .	354
Amonity środkowo-jurajskie . . . . .	268	Górna szczeka: 1) wilk, 2) Amphicyon, 3) Hyaenarctos, 4) Aëluropus, 5) Ursus	355
Amonity kellowejskie . . . . .	269	Uzębienie szczęki górnej: Ictitherium Or- bignyi, Ictitherium robustum, Ictithe- rium hipparionum i Hyaena eximia . . . . .	356
Glypticus hieroglyphicus; amonity górnó- jurajskie . . . . .	270	Czaszka Machairodus (Smilodon) neogaeus	357
Skamieliny jury rosyjskiej . . . . .	278	Czaszka Necrolemera . . . . .	358
Mapa geograficznego rozprzestrzenienia morza jurajskiego . . . . .	284	Mesopithecus Pentelici . . . . .	359
Pozostałość po odszlamowaniu kredy białej „Baszta“ w Szwajcaryi Saskiej . . . . .	289	Żuchwa Dryopithecus Fontani . . . . .	360
Artocarpus Dicksoni, Aralia proxima, Ma- gnolia palaeocretica, Salix assimilis, Ara- liaephyllum obtusilobum, Aceriphyllum aralioides, Sapindopsis magnifolia . . . . .	291	Lewa kość udowa: 1) Pithecanthropus erect- tus, 2) człowiek . . . . .	361
Coeloptychium z górnej kredy . . . . .	297	Sklepienie czaszki: 1) Pithecanthropus erect- tus; 2) Anthropopithecus troglodytes . . . . .	362
Marsupites ornatus; Cyclolithes . . . . .	298	Phenacodus primaevus . . . . .	364
Toxaster complanatus, Ananchytes ovatus, Micraster coranginum . . . . .	299	Noga przednia: 1) Elephas; 2) Coryphodon	365
Exogyra columba; Inoceramus concentricus	300	Szkielet góralka . . . . .	366
Hippurites cornu vaccinum, Hippurites ra- diosus . . . . .	301	Dinoceras mirabile . . . . .	367
Actaeonella, z górnej kredy Salzkammer- gutu . . . . .	302	Tinoceras ingens . . . . .	368
Crioceras Roemeri, Belemnitella mucrona- ta, Scaphites spiniger z zachowanym ap- tychem . . . . .	303	Palaeotherium magnum . . . . .	369
Clidastes, mosasauryd z górnej kredy Amer. Póln. . . . .	306	Titanotherium (Brontotherium) ingens . . . . .	370
Czaszka Pteranodona . . . . .	307	Nogi tylne Palaeotherium, Anchitherium, Hippotherium i konia . . . . .	371
Hesperornis regalis . . . . .	308, 309	Koń żyjący z nadliczbowym kopytem . . . . .	372
Ichthyornis z górnej kredy . . . . .	310	Aмерыkański szereg rodowy konia . . . . .	373
Amonity neokomskie . . . . .	315	Anthracotherium magnum . . . . .	375
Amonity gaultu . . . . .	317	Kończyna przednia: owcy, Hyaemoschusa i jelenia . . . . .	376
Pyrgulifera; Stomatopsis . . . . .	324	Helladotherium Duvernoyi . . . . .	377
Namulity . . . . .	329	Rogi: trzeciorzędowego jelenia widłaka, miocęńskiego jelenia widłaka i młode- go widloroga . . . . .	378
Echinanthus scutella; Linthia Heberti . . . . .	330	Tragoceras amaltheus . . . . .	379
Hemiasster cavernosus; Clypeaster grandiflorus . . . . .	331	Sivatherium . . . . .	380
Mały trzeciorzędowy z zatoką płaszczową; rozłamany okaz Clypeaster aegyptiacus	332	Czaszka Dinotherium giganteum . . . . .	381
Cancer quadrilobatus . . . . .	333		



	<i>Str.</i>		<i>Str.</i>
Mastodon angustidens . . . . .	382	Głowa Rhinoceros Merckii . . . . .	488
Zęby mastodontów i słoni . . . . .	383	Szkielet Rhinoceros antiquitatis (tichorhinus) . . . . .	489
Ząb trzonowy mamuta i słonia afrykańskiego . . . . .	386	Czaszka Elasmotherium . . . . .	490
Toxodon platensis . . . . .	388	Szkielet irlandzkiego jelenia olbrzymiego.	491
Tillotherium fodiens. . . . .	390	Czaszka tura . . . . .	492
Zaczątki zębów ze szczęki zarodkowego walenia bezzębnego . . . . .	391	Czaszka niedźwiedzia jaskiniowego . . . . .	495
Kosarz z bursztynu . . . . .	395	Mapa rozpościerania się lodu dyluwialnego w Ameryce Północnej . . . . .	503
Różne owady bursztynowe . . . . .	396	Jeżozwierz drzewny . . . . .	509
Wapień numulitowy . . . . .	398	Megatherium, z łąk pampasowych . . . . .	510
Rośliny trzeciorzędowe z Grenlandyi . . . . .	415	Panochtus . . . . .	512
Scutella . . . . .	422	Czaszki: diprotodona i Thylacoleo carnifex	514
Balanus (pakla) . . . . .	423	Dinornis, z dyluwium Nowej Zelandyi. . . . .	515
Skorupka skrzydłonoga (Vaginella) . . . . .	424	Rozprzestrzenienie młodych gór łańcuchowych . . . . .	528
Wodorost wydzielający wapno (Lithothamnium) . . . . .	425	Szkielekt tektoniczny gór Europy . . . . .	531
Cerithium rubiginosum . . . . .	429	Główna fałda podwójna . . . . .	538
Musze sarmackie . . . . .	430	Pas molasy na północ od Unterammergau	540
Kongerye pontyjskie . . . . .	434	Przekrój przez Główny teren przesunięć	555
Miocen i pliocen melanopsidy . . . . .	435	Schemat, przedstawiający stosunek czterech wielkich facyi alpejskich od permu do starszego trzeciorzędu, przed ruchem płaszczwinowym . . . . .	557
Dreysensia polymorpha . . . . .	436	Mapka przeglądowa czterech wielkich obszarów facyalnych Alp . . . . .	558
Szereg form zmieniających się należących (paludin) . . . . .	439	Schematyczne przedstawienie płaszczwin wschodnio-alpejskich . . . . .	559
Młodotrzeciorzędowe ślimaki słodkowodne	440	Przekrój schematyczny przez Tatry i pas skałek pienińskich. . . . .	567
Paludina Margeriana . . . . .	441	Przekrój przez Tatry i Karpaty . . . . .	568
Brekeya Höttingijska pod Innsbruckiem . . . . .	465	Schematyczny przekrój pokryw (płaszczwin) w Karpatach środkowych. . . . .	569
Mapa rozprzestrzenienia północno-europejskiego lądolodu. . . . .	469	Skały adersbachskie. . . . .	577
Grzbiet moreny końcowej w Rosenberge (Meklenburg). . . . .	473	Weald w przekroju . . . . .	584
Bałtycka morena końcowa w Nowej Marchii. . . . .	474	Góry Świątyniowe na Szpicbergu. . . . .	587
„Wielki staw“, jezioro morenowe w górach Olbrzymich . . . . .	478	Przełęcz Kiangurska w Himalajach. . . . .	601
Jezioro Wielickie pod Szmeksem w Tatrach. . . . .	479	Lilang w Kaszmirze. . . . .	602
Ślimaki lössowe . . . . .	480	Schemat przedstawiający przesunięcie skandynawskie. . . . .	625
Młode suhaki (Saiga tatarica) . . . . .	481	Rysunek modelowy gór Elk . . . . .	631
Chyżoskocz właściwy (Alactaga jaculus).	482		
Petersburski szkielet mamuta . . . . .	486		
Mamut odtworzony przez E. Pfenmayera	487		

# **GEOLOGIA OPISOWA.**



TARASY NAWAROWE GEJZERU „MAMUT” W PARKU NARODOWYM AM. PŁN.

(z Natury)

DR. EDWINA KARTWICKA PRACOWNICA KRAJOWEJ



# I. GEOLOGIA HISTORYCZNA.

---

## 1. Wstęp do geologii historycznej.

TREŚĆ: Oznaczanie wieku geologicznego. — Formacje geologiczne. — Metoda paleontologiczna oznaczania wieku. — Przerwistość spuszczyny geologicznej; podział na poziomy. — Szczątki kopalne organizmów. — Geografia fizyczna okresów minionych. — Geologia polowa.

---

### Oznaczanie wieku geologicznego.

Poznaliśmy już w tomie pierwszym zjawiska geologiczne, które działają na skorupę ziemi, które tworzą, przekształcają i niszczą; wypadkowa współdziałania tych zjawisk określa postać i rozległość lądów, położenie zagłębień morskich. Wiemy również, jak powstają różne skały, i jakim w ciągu wieków podlegają one zmianom. Jest to podstawa dla dalszego rozwoju geologii, której celem jest poznanie, jak w rzeczywistości odbywały się zjawiska, których istotę znamy w ogólnych zarysach. Postaramy się tedy poznać poszczególne okresy dziejów ziemi, postaramy się odtworzyć stosunek lądów i mórz podczas każdego okresu, postaramy się zaznaczyć najdonioślejsze zmiany w ukształtowaniu powierzchni. Od pradawnych czasów zamierzchłej przeszłości dojdziemy po przez szereg faz rozmaitych aż do chwili obecnej, która jest wynikiem ostatecznym wszystkich zmian przeszłych; takim jest zadanie geologii historycznej, czyli stratygrafii (od łac. stratum, warstwa).

Aby temu sprostać zadaniu, musimy poznać świat zwierzęcy i roślinny okresów ubiegłych, o który dotychczas tylko ubocznie potracaliśmy. Aby w żywym odzwierciedlić obrazie stan dawniejszy naszej planety, należy nie tylko martwym przyglądać się masom, lecz poznać twory, które zamieszkiwały niegdyś lądy i morza. Podczas najdawniejszej ze znanych epok istniały nizko uorganizowane twory zwierzęce, częstokroć o dziwacznej postaci; towarzyszyły im ryby, później skrzeki; później, podczas niezmiernie długiego okresu lądem i morzem zawiadnęły gady najrozmaitszego kształtu, i chwilowo zapanowały nad wszelkiem stworzeniem. Olbrzymie gady zastępowały ptaki i ssaki obecne. Gigantyczne jaszczury pływały w oceanach jak teraz wieloryby; potężne ich krewniaki zaludniały lasy, jak dziś olbrzymie ssaki strefy zwrotnikowej; jedne pełzały ciężko na czterech łapach, inne zwinnie kroczyły na tylnych kończynach. W powietrzu cicho sunęły na swych

skrzydłach błoniastych podobne do jaszczurek pterodaktyle, dziwne i niewymownie brzydkie potwory.

Dziwacznym był i świat roślin; nigdzie żadnego kwiatu; lasy składały się z paproci, skrzypów, widłaków i pokrewnych a wymarłych obecnie typów sygillaryi i lepidodendronów. Później dopiero pojawiły się drzewa iglaste i sagowcowe, po nich zaś rośliny kwiatowe; niebawem zaczęło się zdumiewająco szybko wymieranie gadów. Szybko biorą przewagę nad nimi ptaki i ssaki, a choć nie brak wśród nich postaci dla nas dziwacznych, wszakże w ogólnych zarysach świat zwierząt i roślin zbliża się do obecnej fauny i flory strefy podrównikowej. Przez nieprzerwany szereg form zbliża się coraz bardziej świat organizmów do swego stanu obecnego.

Badając organizmy wymarłe, pozyskujemy nie tylko tło dla geologicznych obrazów przeszłości, lecz zarazem nieodzowny środek pomocniczy do zrozumienia istoty dawnych utworów skalnych i ich kolejnego następstwa, dla porównywania mas uwarstwionych w różnych częściach globu. Podstawę wszelkich poszukiwań geologii historycznej stanowi uwarstwienie skał; gdy gdziekolwiek napotykamy wychodnię szeregu rozmaitych warstw, to zawsze, pomijając przerzucenia lub przesunięcia, najwyższa warstwa jest najmłodsza, najniższa zaś—najstarsza; następstwo przeto warstw oznacza samo wiek względny samych warstw i skamieniałości w nich zawartych. Chociaż jednakże ten sposób badania tworzy podwalinę całej geologii historycznej, wiadomości nasze byłyby bardzo niezupełne, gdyby ta tylko droga badania przed nami stała otworem. Znalibyśmy liczne lokalne następstwa warstw, których porównywać i łączyć nie mielibyśmy możliwości; na podstawie takich danych nigdy byśmy nie potrafili wyrobić sobie ogólnego poglądu i wykryć praw, rządzących kolejnym następstwem warstw, tem bardziej, że nigdzie na całej kuli ziemskiej nie znamy całkowitego i nieprzerwanego szeregu warstw, do różnych okresów historii naszego globu należących.

Aby tedy poznać możliwie najbardziej wszechstronnie porządek, w jakim warstwy po sobie kolejno następują, musimy posiadać środek, któryby umożliwił utożsamianie współczesnych, lecz oddalonych od siebie osadów i odróżnianie ich od utworów innego wieku. Środkiem tym są kopalne szczątki organizmów; przekonano się, że porządek kolejnego następstwa różnych zwierząt i roślin jest w zasadzie wszędzie jednakowy; dlatego też z jednakowych skamieniałości wnioskujemy, z pewnemi zastrzeżeniami, o jednakowym wieku zawierających je utworów, rozmaite zaś skamieniałości wykazują różny wiek warstw.

Pomówimy jeszcze szerzej o wartości tych metod porównywania dalekich utworów; obecnie dla nas doniosłem jest to tylko, że metody te dają nam możliwość rozpoznawania osadów jednoczesnych w odległych miejscowościach i porównywania wychodni lokalnych. Ponieważ wychodnie te uzupełniają się wzajem, możemy przeto zestawić idealny szereg osadów od czasów najdawniejszych aż do dnia dzisiejszego, ułożyć system osadów, w którym wszelki utwór zajmie odpowiednie miejsce. Odróżniamy cztery okresy główne, te zaś na drobniejsze dzielimy części. Niezbyt udatną nazwę „formacyi“, która części te oznacza, zastąpiono obecnie wyrazem „system“.



## Systemy geologiczne.

Obecnie przyjęty jest poniższy układ osadów:

IV. Okres ceno- zoiczny.	III. Okres mezo- zoiczny.	II. Okres paleo- zoiczny.	I. Okres ar- chaiczny. <sup>1)</sup>
11) Czas teraźniejszy.	8) System kredowy.	5) System permski.	
10) System czwartorzędowy, czyli dyluwium (pleistocen).	7) System jurajski.	4) System węglowy.	
9) System trzeciorzędowy.	6) System tryasowy.	3) System dewoński.	
		2) System sylurski.	
		1) System kambryjski.	

Podstawę tego podziału stanowi s y s t e m. Jemu tedy przedewszystkiem poświęcić musimy uwagę i zbadać, czem on jest właściwie. Istotę sprawy przecież niewiele nam wyjaśnia czysto zewnętrzne określenie pojęcia, że taką nosi nazwę jedenaście głównych działów warstw, zawierających skamieniałości. Samo przez się narzuca się pytanie, czem stwierdzony jest związek poszczególnych części każdego systemu, czem różni się każdy system od młodszych i starszych, jednym słowem, jakie też są jego cechy istotne.

Na to właśnie najważniejsze pytanie nauka nie może, niestety, dziś jeszcze odpowiedzieć zadawalająco. W XVIII wieku Fuchsel i Lehmann podzielili na formacje (obecne systemy) osady wyżyn środkowo-niemieckich, a od nich pojęcie to przejął Werner, ojciec geologii współczesnej. Według jego poglądów w wodzie morskiej był niegdyś zawieszony lub rozpuszczony wszystek materiał, z którego obecnie składają się skały osadowe, później zaś owe części stałe wydzielają się zwolna, osiadając na dnie kolejno według ciężaru. Zjawisko to miało się odbywać na całej ziemi jednocześnie, tak iż wszędzie miały występować te same skały uwarstwione, tak samo uszeregowane. Werner był zdania, iż obserwowane przezeń na obszarze gór Kruszcowych f o r m a c y e s k a l n e, np. formacja starszego i młodszego wapienia pokładowego, spągowca martwego i t. p. mogą być w równomiernym rozwoju wykryte na całej ziemi. Ponieważ okazało się niebawem, że układ ten nie wystarcza dla wszystkich utworów, dodano pewne działy, np. formację wapienia jurajskiego, formację sylurską i dewońską, inne znowu działy Wernera okazały się mało doniosłymi i zostały połączone w większe jednostki.

Postępy geologii wyjawiały niebawem, że zarówno pogląd jak i układ Wernera opierały się na błędnych założeniach. Nie zarzucono wszakże jego układu, lecz starano się uzasadnić go ściślej i przekształcić, baczniejszą zwracając uwagę na występowanie skamieniałości w różnych osadach i na ich prawidłowe rozmieszczenie. Na podstawie takich badań coraz szerzej rozprzestrzeniało się w geologii historycznej przekonanie, że ziemię w ciągu długich okresów zamieszkiwał za każdym razem zupełnie inny, kilkakrotnie zmieniający się świat zwierząt i roślin, i że każda zmiana zostawiła swe ślady w osadach, zawierających skamieniałości. Pojęcie „formacji“ uzyskało tedy paleontologiczną podstawę; oznaczało ono okres, który posiadał swoistą faunę i florę. Najbardziej krańcowym przedstawicielem tego poglądu był Cuvier, który mniemał, że z końcem każdej formacji straszliwe katastrofy niweczyły cały świat organiczny, zastępowany po uspokojeniu się przez nowe zupełnie twory. Inny badacz francuski, Elie de Beaumont, kuśił się natomiast

<sup>1)</sup> Co do znaczenia i pochodzenia wyrazów p. t. I., str. 35 i 36.

o wprowadzenie czynnika geologicznego do rozgraniczania okresów, które wyłącznie na paleontologii zostało oparte; badacz ten za przyczynę katastrof, które perypodycznie niszczyły świat zwierząt i roślin, podawał raptowne piętrzenie się gór.

System geologiczny, rozpatrywany z powyższych punktów widzenia, jest czemś ściśle określonym; wątpliwości, dotyczące się ilości i rozgraniczenia systemów, zależą tylko od niedostatecznych naszych wiadomości, cała zaś historia ziemi dzieli się na nieliczne, jaknajwyraźniej oddzielone okresy. Lecz i te poglądy okazały się błędnymi. Przedewszystkiem w obrębie jednego systemu świat zwierząt i roślin nie pozostaje identyczny, lecz znacznym podlega przemianom; spowodowało to d'Orbignyego do przyjęcia większej ilości działów, do rozczłonkowania całokształtu warstw osadowych na 27 „pięter“; lecz i ta liczba nie wystarczy, aby ująć kolej wszystkich faz rozwoju świata zwierzęcego. Przekonano się skądinąd, że góry nigdy nie powstawały gwałtownie, że w całej historii ziemi od chwili pojawienia się życia nie zachodziły nigdy takie katastrofy, jakie stanowić miały granice między formacjami. Wreszcie badania szczegółowe wykazały, że różnice fauny i flory poszczególnych systemów nie są tak całkowite, jak przypuszczano uprzednio.

Badania młodych geologicznie utworów trzeciorzędowych zrobiły pierwszy wyłom w starych przesądach. Przekonano się, że najmłodsze utwory morskie zawierają liczne gatunki wspólne z morzami obecnymi, i że ilość tych gatunków zmniejsza się stopniowo, im starsze badamy pokłady. Twierdzenia te spotkały opór zacięty; liczni badacze twierdzili, że ani jednego gatunku żyjącego niepodobna z identycznymi zupełnie cechami znaleźć w stanie kopalnym, dziś wszakże różnica zdań zatarła się zupełnie, i nikt chyba teraz nie wątpi już o identyczności pewnych gatunków trzeciorzędowych z żyjącymi obecnie.

W każdym razie ostał się fakt, że dawniejsze systemy nie zawierają gatunków wspólnych; istotnie tak jest, za bardzo nielicznymi wyjątkami, o ile badania ograniczają się do miejscowości, gdzie działały te po raz pierwszy poznano i ustalono, to jest do najlepiej i najdawniej znanych części Niemiec, Francji i Anglii. Lecz rozszerzanie się wiedzy zburzyło tę ostatnią podstawę dawnych poglądów; granica między tryasem a jurą, jurą a kredą zaciera się zupełnie, gdy rozpatrujemy utwory alpejskie i rosyjskie. W Czechach, w Harzu i w Alpach południowych znajdujemy stadya przejściowe między sylurem i dewonem, w Ameryce północnej i w Syrii — między kredą i trzeciorzędem, w innych zaś miejscowościach odnaleziono związki, łączące inne systemy. W miejscowościach alpejskich utwory graniczne między jurą a kredą tworzą przejścia tak stopniowe, iż obojętnem jest prawie, czy granicę między tymi systemami nieco wyżej lub niżej poprowadzimy, w Europie zaś środkowej między obydwoma systemami istnieje przerwa w utworach morskich, i stąd powstała nadzwyczaj wyraźna granica, tylko od lokalnych warunków.

Gdzieindziej te same panują stosunki. Przekonywamy się, że systemy i ich rozgraniczenie nie stanowią czegoś przez przyrodę danego i określonego i że w rzeczywistości od chwili pojawienia się organizmów przez cały przeciąg okresów geologicznych trwał nieprzerwany i stopniowy rozwój, który dla łatwiejszej orientacji zupełnie sztucznie dzielimy na części drobniejsze. Przyjęte tradycyjnie w geologii rozgraniczenie po-

szczególnych okresów opiera się li tylko na lokalnych właściwościach znikomo małego ułamka powierzchni ziemi; linie graniczne poszczególnych systemów utworzone są na podstawie przerw w powstawaniu utworów morskich lub zmian w rozkładzie lądów i mórz, jakie zachodziły niegdyś w Europie środkowej.

Liczne dowody potwierdzają zdanie, że podział na systemy jest zgoła sztuczny. W ostatnich wszakże czasach dostrzedz można początek pewnej reakcji; nie chodzi o powrót do starej teorii katastrof, o podanie w wątpliwość nieprzerwanego trwania życia na ziemi lub istnienia przejść między poszczególnymi formacjami. Powszechnie jest również uznanem, że granice wyznaczono na podstawie badań w drobnej części Europy. Lecz niejednokrotnie zmiany w rozmieszczeniu lądów i mórz, które u nas pozostawiły swe ślady, nie ograniczały się do blizkich miejscowości, lecz rozciągały się na niezmierne obszary. Postawiono tedy pytanie, czy takie zmiany, dotyczące znacznych obszarów powierzchni ziemi, nie mogłyby dać pewnych podstaw do naturalnego odgraniczenia systemów, czy nasz układ obecny w całości lub częściowo opiera się na takiej podstawie i czy wobec tego da się zastosować do odległych miejscowości.

Rozstrzygnięcie tego zagadnienia należy do najważniejszych zadań geologii. Wiemy np., iż w bardzo wielu miejscach na znacznych obszarach systemowi węglowemu odpowiadają utwory ślaskowodne z pokładami węgla kamiennego, że pod koniec tryasu, koło środka jury, na początku kredy górnej zachodziły zasadnicze zmiany w rozkładzie lądu i wody; gdybyśmy zdołali w całości oprzeć podział na systemy na równie powszechnych zjawiskach, osiągnęlibyśmy znaczny postęp. Posiadalibyśmy układ naturalny, oparty na podstawie geologicznej, a może zdołalibyśmy wysnuć jakie wnioski o przyczynach takich zmian w rozmieszczeniu i zbadać, o ile wpływały zmiany podobne na ukształtowanie i rozsiedlenie organizmów.

Jest to jedno z najważniejszych zadań geologii, jest to zagadnienie, którego nigdybyśmy z oka spuszczać nie powinni, lecz którego rozwiązanie jest od nas jeszcze bardzo odległe. Tymczasem praktycznie na tem staniemy stanowisku, że systemy są wielkościami nie dającymi się ściślej określić, prawdopodobnie nierównoznacznymi, opartymi na badaniu stosunków środkowo-europejskich; zatrzymujemy je, gdyż układ jest niezbędny, a dotychczasowego lepszym zastąpić jeszcze nie możemy. Głównym przedmiotem badania są obecnie nie te wielkie działy główne, lecz ich drobniejsze i najdrobniejsze poddziały; jest to zupełnie usprawiedliwione: dopiero z dokładnej znajomości części poszczególnych wyprowadzić można poglądy ogólne.

---

## Metoda paleontologiczna oznaczania wieku.

Skamieniałości stanowią najlepszą podstawę do porównywania rozmaitych utworów w odległych miejscowościach i do oznaczania ich wieku. Znane są wprawdzie przypadki, gdy pewien poziom geologiczny w krajach odległych z tej samej składa się skały, lecz nie jest to zasadą ogólną, i zgodność petrograficzna jest tylko cenną wskazówką, która wszakże sama przez się nie jest pewnym dowodem i wymaga paleontologicznego potwierdzenia.



Tylko metoda paleontologiczna daje nam możność ułożenia ogólnej chronologii warstw, układu stratygraficznego, który objąć może utwory lokalne najrozmaitszych miejscowości. Otrzymujemy stąd długi szereg poziomów, przez pewne skamieniałości nacechowanych, a każdy poziom wyobraża drobną, lecz niezależną fazę historii ziemi i jej mieszkańców. Aby wszakże oznaczanie wieku na podstawie skamieniałości błędnych nie dawało wyników, należy je stosować bardzo ostrożnie. Przypuszczano dawniej, że można wszędzie odróżnić utwory współczesne na podstawie nielicznych, łatwych do poznania i bardzo rozpowszechnionych gatunków, pewnym tylko poziomom właściwych, t. zw. muszli lub skamieniałości przewodnich, czyli charakterystycznych. Lecz ta prosta i łatwa metoda okazała się niewystarczającą, a dla prawidłowego wnioskowania nieodzownym jest jak najściślejsze badanie licznych i zawikłanych stosunków.

Nie rozpraszając się na szczegóły podziału, ograniczymy się do poznania zasad najgłówniejszych. Tak samo, jak w sprawie tworzenia się gór i w najrozmaitszych zjawiskach geologii dynamicznej, w nierozwikłalnym pozornie labiryncie starych osadów z ich światem zwierzęcym i roślinnym jedynym pewnym punktem wyjścia są stosunki współczesne. Już na pierwszy rzut oka otoczenie nasze czyni wrażenie największej różnorodności, szybkiej zmiany najbardziej sprzecznych zjawisk. Przedewszystkiem spostrzegamy trzy środowiska życia roślin i zwierząt — ląd, wody słodkie i morze, a każdemu z tych środowisk właściwą jest inna fauna i flora; łącznik stanowią tylko nieliczne formy zobopólne (amfibialne). Drugą przyczyną różnorodności są warunki geograficznego rozsiedlenia organizmów, zależne od klimatu i od tego, że poszczególne miejscowości są poprzedzielane granicami, których organizmy wcale lub też z trudnością tylko przekraczają. Tak morze rozdziela lądy i wyspy, tak wysokie góry rozdzielają miejscowości nizinne, taką granicę tworzy pustynia między obszarami o bujnym życiu organicznym. Dla organizmów zaś morskich granicę rozsiedlenia tworzą lądy, a w samym morzu mieszkańcy płytkich wód przybrzeżnych przeważnie nie mogą przekroczyć wielkich zbiorników wody.

Z przyczyn powyższych w morzach i na lądach odróżniamy szereg państw geograficznych roślinnych i zwierzęcych, a państwa te dzielimy na prowincje o swoistej faunie i florze. Australię np. cechują liczne torbaczki, dzióbak i kolczatka (*Echidna*), z innych ssaków znajdują się tam tylko niedoperze jako formy lokalne, z ptaków zaś charakterystyczny jest emu. Ameryka południowa posiada leniwcę, pancerniki, mrówkojady, pekari, tapiry, dydelfy (szczury workowate), małpy szerokonose o 36-u zębach i wreszcie strusia trójpalczastego (*Rhea*). Afrykę na południe od Sahary zamieszkują małpy człekokształtne, jak goryl i szympan, pawiany, małpiatki, słonie, nosorożce, hipopotam, żyrafa, lew, hyena zybetowa, mrownik kapski, łuskowiec, wreszcie strus dwupalczasty; są to typy wybitne, po części wspólne obszarowi indyjsko-malajskiemu (p. mapę geograficznego rozsiedlenia zwierząt).

Tak tedy lądy dzielą się na szereg obszarów zoogeograficznych, o których pomówimy przy sposobności; podobny podział dotyczy świata roślin i mieszkańców morza. Co do tych szczególnie wybitnym staje się wpływ rozkładu temperatury na rozsiedlenie, tak, iż dokoła całej kuli ziemskiej wyróżnić możemy pasy o po-





dobnych zwierzętach morskich, pasy homoiozoiczne, odpowiadające strefom klimatycznym. Jeden z tych pasów obejmuje strefę równikową, a na północ i na południe po cztery pasy znowu odróżnić możemy. Poza to istnieją różnice między wielkimi morzami, a w granicach jednego morza między mieszkańcami przeciwnych wód przybrzeżnych; różnice te stanowią podstawę podziału pasów homoiozoicznych na poszczególne prowincje. Tak więc w morzu dostrzegamy również wielką różnorodność geograficznych obszarów faunistycznych i odróżniamy liczne prowincje; podział ten wszakże dotyczy się przeważnie mieszkańców wód przybrzeżnych i wód płytkich, gdy na lądzie całokształt świata zwierzęcego podlega podziałowi podług tych najogólniejszych zarysów rozsiedlenia. Zwierzęta zaś, zamieszkujące wielkie głębiny, zachowują się zupełnie inaczej; różnice klimatyczne (czynnik najważniejszy) nie wywierają tu żadnego wpływu, gdyż na dnie oceanów na wielkiej głębokości panuje prawie jednostajna bardzo niska temperatura. Potężne masy lądu nie stawiają więc tamy rozsiedleniu zwierząt głębinowych; potrafią one choćby z okolic podrównikowych oceanu Atlantyckiego dokoła przylądka Horn dostać się do oceanu Spokojnego, a zwierzęta wód płytkich, podległe wahaniom temperatury, uczynić tego nie są w możności. Istotnie zoologowie, uczestnicy wyprawy „Challenger“, którzy zapuszczali na dno swe sieci w oceanie Atlantyckim i Spokojnym, pod równikiem i na skraju lodów podbiegunowych, dowodzą, że fauna głębin poniżej 500 sążni (fathom—1,81 m) jest bardzo jednostajna i wykazuje na największych nawet odległościach bardzo drobne różnice. Prawie równie wielkie obszary geograficzne zamieszkują zwierzęta pelagiczne, które życie swe pędzą, unosząc się na powierzchni morza, zdala od lądu. Dwie przeto grupy sprzeczne co do rozsiedlenia geograficznego odróżniamy między zwierzętami współczesnymi: mieszkańcy lądu, wód słodkich i płytkich części morza zajmują ograniczone, choć niekiedy bardzo rozległe obszary, natomiast formy, zamieszkujące powierzchnię i głębie morza, odznaczają się rozpowszechnieniem prawie uniwersalnym.

Oprócz powyższych czynników, wpływających na ogólny charakter zasiedlenia, zależy ono istotnie od warunków lokalnych każdej miejscowości. Wiemy wszyscy, że na lądzie np. inne zwierzęta i rośliny zamieszkują bagno, inne step, las lub góry wysokie. Na wybrzeżu również widzimy różnice: inne twory zamieszkują dno ilaste, inne piaszczyste lub żwirowe, inne—nagie skały; w czystej wodzie żyją inne postaci, niż w mętnej; wielki wpływ wywiera zawartość soli, ilość roślin wodnych; inne zwierzęta zamieszkują brzeg urwisty, inne płaski; rozbijające się o skały fale dają przytułek formom o grubej, tęgiej skorupie. Różnym głębokościom są również właściwe rozmaite formy; w wodach płytkich blisko brzegów kilkumetrowe różnice wywołują już znaczne zmiany, na większych głębokościach zaś zmiany zachodzą powolniej. Obok tych łatwo dających się dostrzedz i ocenić czynników, na rozwój lokalny organizmów wywierają wpływ inne, trudniejsze do wyświeślenia. Zdarza się, iż na zupełnie jednostajnych obszarach dna morskiego zwierzęta nie są równomiernie rozsiane, lecz poszczególne gatunki lub drobne grupy tworzą zbiorowiska; w jednym punkcie pewien gatunek występuje w tysiącach egzemplarzy, rugując inne, nieco zaś dalej niknie zupełnie, nato-

miast zaś równie licznie pojawia się inny; na niewielkich nieraz przestrzeniach wytwarza się barwna różnorodność.

Te wielkie różnice w zbiorowiskach zwierzęcych, stworzone li tylko przez warunki lokalne, poza ogólnym schematem rozsiedlenia geograficznego i stref klimatycznych, noszą nazwę różnic facjalnych. Zbyt dalekobyśmy się zapędzili, badając warunki facyalne, poczynając od czerwonych ilów, ilów globigerynowych, radyolaryowych i okrzemkowych wielkich głębin, a kończąc gliniastymi i piaszczystymi utworami lub koralowemi budowlami wód płytkich. W głębinach morskich niema wielkich mięczaków o grubej skorupie; żyją tam natomiast gąbki krzemionkowe, liliowce, pewne grupy jeżowców i większość koralii pojedynczych. Wielkie kolonie koralii, jeżowce o grubym pancerzu, wielkie o grubych skorupach małże i ślimaki zamieszkują wody płytkie.

Takież różnice zachodziły w morzach dawnych okresów; rzecz prosta, iż są one nader doniosłe i są przyczyną wielu trudności i licznych błędów przy oznaczaniu wieku osadów drogą porównywania organizmów kopalnych. Dawniej mało zwracano uwagi na różnice facyalne; dopiero badania Gresslyego a później Oppela nauczyły nas je uwzględniać; zmieniła się przez to cała metoda geologii historycznej. Zestawiając mieszkańców jakiego utworu głębokiego morza, piaskowego osadu przybrzeżnego lub rafy koralowej, należących do jednego okresu geologicznego, możemy nie napotkać ani jednego gatunku wspólnego, a może nawet i rodzaje będą inne. Natomiast ogólny pokrój fauny raf koralowych lub osadów ilastych z różnych, lecz niezbyt odległych okresów pochodzących, jest bardzo podobny, występują te same grupy zwierząt, liczne rodzaje są wspólne; dopiero szczegółowe badania dowiodą, że gatunki są co prawda podobne, lecz wszystkie lub prawie wszystkie różnią się w pewnych cechach. Gdybyśmy zaczęli oznaczać wiek osadów, pomijając wywody powyższe, uznawalibyśmy utwory jednoczesne, lecz w innej wyrażone facyi za przynależne do różnych i odległych okresów, natomiast zestawialibyśmy razem np. utwory koralowe rozmaitego wieku.

Istotnie popełniano błędy tego rodzaju. W części Niemiec północnych, Francyi północnej i Anglii występują bardzo szeroko utwory koralowe, należące do jednego poziomu górnej jury, który dlatego oznaczono mianem wapienia koralowego, z francuska: corallien. Podobne utwory koralowe, również górno-jurajskie, napotkano w innych miejscowościach, w pozaalpejskich Niemczech południowych, na południu Francyi, w Szwajcaryi, w Salzkammergucie i w Karpatach; na podstawie podobieństwa fauny wywnioskowano, że wszystkie te utwory do jednego należą poziomu. Do jury również należą bardzo rozpowszechnione osady, zawierające bardzo liczne szczątki amonitów, których badanie dało możność podzielenia kompleksu warstw, amonity zawierających, na szereg dokładnie i ściśle określonych poziomów. Okazało się później, że jeden i ten sam poziom amonitowy leży w Niemczech południowych i części we Francyi południowej pod utworami koralowymi, w pewnej zaś części Szwajcaryi pozaalpejskiej — nad nimi. Ta sprzeczność pozorna wzbudziła wielkie zajęcie między geologami; zdawało się, iż wątpliwymi są wyniki długoletnich i zmuśnych badań. Dopiero Möscher, Opper i Waagen stwierdzili, że warstwy koralowe nie stanowią stałego poziomu, lecz że rafy koralowe powstawały w najrozmaitszych poziomach jury górnej, gdy tylko znalazły

się odpowiednio po temu warunki. Później rozrózniono wapienie koralowe z pięciu różnych poziomów, podczas gdy przedtem łączono je wszystkie skutkiem podobieństwa facyalnego.

W danym przypadku podobieństwo facyalne było powodem łączenia utworów niejednoczesnych, za przykład zaś odwrotny posłużą osady trzeciorzędowe z okolicy Wiednia. Tam występują najrozmaitsze osady, gliny głębokiego morza, piaski przybrzeżne z licznymi muszlami, potężne pokłady wapienia, utworzonego przez wapienne wodorosty i koralę; utwory te bardzo się różnią, przypisywano im też wiek rozmaity, dopóki Suess nie dowiódł, że są to tylko odmiany facyalne jednego piętra.

Jak wyjaśnił Mojsisovics, szczególnie szybkie zmiany facyalne cechują obszary tryasowe Alp, a przede wszystkim t. zw. pas dolomitowy Alp południowych. Na małej przestrzeni jeden poziom występuje to w postaci olbrzymich nieuwarstwionych mas dolomitowych, to w postaci miękkich margli, to znowu tufów wulkanicznych lub uwarstwionych wapieni. Wobec takiego powikłania tylko ogólne podobieństwo właściwości skalnych i zespołu szczątków organicznych udziela tu zaledwie skąpych wskazówek co do rozpoznania utworów równoczesnych.

Co prawda, takie krańcowe przypadki są rzadkie zarówno w morzach doby dzisiejszej, jak w utworach skalnych, przekazanych nam przez odległą przeszłość. Częstość pewien poziom zachowuje swe cechy na znacznych przestrzeniach; np. łupki bitumiczne liasu górnego występują w Niemczech południowych, we Francji i w Anglii; na olbrzymich odległościach zachowują swe podobieństwo wapienie numulitowe dolnego trzeciorzędu, czerwone piaskowce tryasu i permu, hippurytowe wapienie górno-kredowe lub pewne postaci wapienia węglowego. Nigdy wszakże dowierzać niepodobna takiej stałości cech; zawsze ostatecznych dowodów dostarcza dopiero ściśle badanie paleontologiczne.

Różnice geograficzne wytwarzają trudności, zbliżone do tych, które powodują różnice facyalne. Porównanie osadów, które powstały na różnych obszarach, w różnych geograficznych prowincjach, jest często bardzo utrudnione; niekoniecznie przytem odległości muszą być wielkie, niekiedy wystarczają bardzo nieznaczne. Wązki przesmyk Suezki oddziela morze Śródziemne od Czerwonego, a fauna obudwu jest zupełnie różna; ledwie kilka gatunków wspólnych pośród wielkiej ich ilości. Fauna morza Śródziemnego jest bardzo podobna do atlantyckiej, należą do niej nawet formy pokrewne zachodnio-indyjskim; natomiast mięczaki, znajduwane w północnym końcu morza Czerwonego, są formami oceanu Indyjskiego, które zamieszkują również wybrzeża Filipinów a nawet dalszych jeszcze miejscowości; obydwie więc morza, wązkim przesmykiem Suezkim oddzielone, nie posiadają żadnej wspólności faunistycznej. Takież stosunki zdarzały się podczas okresów dawniejszych, np. podczas późniejszej części okresu jurajskiego takie różnice zachodziły między zagłębieniem moskiewskim a obszarem alpejskim, tak, iż bez względu na niewielkie stosunkowo odległości niepodobna porównywać drobniogowo obudwu utworów.

Szczególne wówczas panują warunki, gdy jakakolwiek zmiana geologiczna połączy obszary o zupełnie innych mieszkańcach. Możemy dowieść, że morze Czerwone powstało względnie niedawno drogą zapadnięcia i zostało zasiedlone



przez formy oceanu Indyjskiego; wyobraźmy sobie, iż podobne zjawisko powtarza się obecnie; zapada się półwysep Synai i powstaje szerokie połączenie między morzem Czerwonem a Śródziemnym, pośrednio między oceanem Atlantyckim a Indyjskim. Liczne gatunki będą wędrowały z jednego morza do drugiego, liczne formy odwiecznie obsiedlałe ulegną przybyszom; zajdą słowem zasadnicze zmiany, które odzwierciedlą się w powstających osadach. Lecz inne jeszcze miałyby następstwa zjawisko powyższe: zlanie się mórz spowodowałoby przerwę w połączeniu Afryki północnej z Azyą zachodnią, której skutkiem byłyby stopniowo coraz większe różnice między zwierzętami i roślinami obudwu tych części świata. Wogóle zmiany geologiczne, łączące morza, rozdzielają lądy, i odwrotnie; według Suessa jeden i ten sam przewrót geologiczny wywiera wpływ wprost przeciwny na mieszkańców mórz i lądów; dla jednych otwiera nowe drogi, zmniejsza zaś obszar rozprzestrzenienia drugich.

Między osadami morskimi, słodkowodnymi i lądowymi zachodzą jeszcze poważniejsze różnice. Niepodobnaby ich wcale porównywać, gdyby wszystkie te osady zachowywały swe cechy w zupełnej czystości. Lecz zadania geologa ułatwia wiatr i woda bieżąca; dzięki ich działalności organizmy naziemne trafiają się w utworach wód słodkich, a szczątki mieszkańców wewnątrzlądowych znajdujemy niekiedy w osadach morskich. Oprócz tego częstymi są wahania poziomu, skutkiem których utwory słodkowodne zawarte są w kompleksie warstw morskich, lub odwrotnie; postrzeżenie to ułatwia przewyciężanie trudności.

Wobec tak zawikłanych stosunków, utrudniających słuszną ocenę, nie zawsze daje się stosować łatwa i prosta metoda oznaczania wieku na podstawie skamieniałości. Trudniejszemi drogami kroczyć musi nauka, chcąc uchwycić stosunek różnych osadów, lecz za to dopiero po uwzględnieniu najróżnorodniejszych czynników, które wpływają na ukształtowanie warstw i zawartych w nich szczątków organicznych, pozyskujemy jaśniejszy pogląd na stosunki, jakie niegdyś panowały, lepiej i dokładniej poznajemy historię dawnych okresów.

Przystępując do ułożenia na zasadach powyższych chronologii geologicznej i do oznaczenia zarazem poszczególnych faz rozwoju świata organizmów, musimy pomijać wszelkie stosunki czysto lokalne i uwzględniać wyłącznie zmiany, posiadające doniosłość ogólną. Doprowadzi to nas wnet do spostrzeżenia kontrastu między ogólnym a lokalnym podziałem osadów. Przypuścimy że w jakimkolwiek ograniczonym regionie pojawia się utwór, zawierający przeważnie szczątki swobodnie pływających zwierząt morza otwartego; na takich warstwach leżą utwory koralowe, nad tymi zaś warstwy, do pierwszych podobne; przypuścimy, iż pierwsza i trzecia warstwa są podobne nie tylko co do facyi, lecz zawierają identyczne skamieniałości; w takich warunkach wnioskować możemy napewno, że osady koralowe, które leżą pośrodku, stanowią tylko epizod w jednej fazie rozwojowej, epizod bez znaczenia dla ogólnego układu osadów. Znaczenie lokalne pokładu koralowego może być bardzo wielkie; może on stanowić poziom na obszarze wielomilowym widoczny, zawierający liczne i piękne skamieniałości; twarde pokłady wapienne mogą decydująco wpływać na ukształtowanie powierzchni całego obszaru i na postać gór, a dla okolicy, w wapien ubogiej, mogą być bardzo pod

względem praktycznym ważne. Należy je wobec tego przy badaniach lokalnych uwzględnić jako poziom samodzielny i na mapie geologicznej zaznaczyć. Okazuje się przeto, że równorzędnie istnieć powinny podział ogólny i podziały lokalne, że nie mogą i nie powinny się one nawzajem zastępować lub wypierać.

Każdy dział układu ogólnego winien istotnie uwydatniać samodzielną fazę rozwojową świata organicznego, winien na wielkich obszarach różnić się swymi mieszkańcami od warstw młodszych i starszych. Po jakich cechach poznać możemy, że tak jest rzeczywiście? Odpowiedź byłaby łatwa, gdybyśmy znali całą faunę i florę okresów minionych; lecz wiedza nasza nie jest tak głęboka, musimy zatem poprzestać na zbadaniu stosunków prostszych. Przedewszystkiem jest rzeczą prawdopodobną i wielokrotnie przez obserwację stwierdzoną, że ewolucja mieszkańców lądu, wód słodkich i morza nierównym podąża krokiem; ograniczymy się przeto do jednej z kategorii powyższych, i na niej nasz układ oprzemy. Ponieważ utwory lądowe i słodkowodne są dość rzadkie w systemach starszych, a osady morza we wszystkich działach są liczne i bardzo rozpowszechnione, przeto układ geologiczny opiera się wyłącznie prawie na zwierzętach morskich.

Zadanie zredukowało się zatem do oznaczenia faz rozwoju fauny morskiej; do tego celu dąży geologia, choć osiągnąć go w zupełności nie może, gdyż zachowanie szczątków organizmów, spuścizna paleontologiczna że tak powiemy, wykazuje liczne braki. Przedewszystkiem porównywać możemy tylko utwory o jednakowym rozwoju facjalnym. Nie znamy wszakże wszelkich typów facjalnych dla każdego poziomu, i nie każdy typ facjalny możemy badać nieprzerwanie poprzez liczne poziomy; musimy więc pod tym względem również pewne wprowadzić ograniczenia. Mówiliśmy powyżej, że fauny lokalne różnią się od szeroko rozprzestrzenionych, a dla nas właśnie najważniejszymi są najczęściej napotykanne gatunki i rodzaje faun szeroko rozpowszechnionych, t. zw. uniwersalnych. Przedewszystkiem musimy zestawić szereg kolejnego następstwa tych form, gdyż jest to zadanie stosunkowo najłatwiejsze; później zaś do powyższego szeregu przystosowywać będziemy poszczególne zjawiska.

Za jednostkę podziału geologicznego uważać będziemy okres, podczas którego najczęściej spotykane, najszerszej rozpowszechnione i najlepiej obecnie znane zwierzęta morskie w przeważnej ilości nie podlegają zmianom. Osady, które podczas takiego okresu powstały, nazywamy równoczesnymi i „porównujemy“ takie utwory „równoważne“ z rozmaitych miejscowości.

Laików a nawet geologów częstokroć w błąd wprowadzał i wywoływał kryptykę termin „równoczesność“. Zarzucano, iż wobec wielkiej długości okresów geologicznych niepodobna stwierdzić istotnej współczesności, i że błędem jest nawet przypuszczenie podobne. Zarzut ten wszakże polega na dosłownem i bieżącym tłumaczeniu znaczenia tego wyrazu. Setki tysięcy lat prawdopodobnie upłynąć muszą, zanim w faunie morskiej zajdą zmiany widoczne; dla geologa zaś „równoczesnem“ jest wszystko, co w ciągu takiego okresu powstało. Gdy, jak w przykładzie powyżej podanym, jedna nad drugą leżą trzy warstwy, gdy najwyższa i najniższa z nich zawierają jednakie formy pelagiczne, między nimi zaś leży utwór ko-



ralowy, to trzy te pokłady będą dla nas współczesnymi, gdyż należą do jednego okresu, choć utworzyły się kolejno. Niekiedy drobna serya warstw, obserwowana w pewnym punkcie, gdzieindziej występuje w porządku odwrotnym. Dowiedziono np., że w osadach trzeciorzędowych zagłębia wiedeńskiego utworzone w płytkiej wodzie wapienie litawskie leżą zazwyczaj pod niebieskimi glinami o bardzo licznych skorupach ślimaków (tegel badeński, gliny pleurotomowe), niekiedy zaś ponad temi glinami leży znowu wapień litawski.

### **Przerwistość spuścizny geologicznej; podział na poziomy.**

Obserwacja li tylko uwarstwienia niedostatecznie wyjaśnia nie tylko kwestye powyżej wymienione, lecz i inne, niemniej ważne. Bezpośrednie i najzupełniej zgodne spoczywanie jednej warstwy na drugiej nie dowodzi jeszcze, iż warstwa ta utworzyła się bezpośrednio po osadzeniu się poprzedniej. Naprzykład w Galicyi wschodniej, w wielu miejscowościach warstwy górno-kredowe leżą na sylurskich; zdaje się, że kolejne następstwo warstw jest całkiem zgodne, a jednak między utworzeniem się obu rodzajów osadów znaczny upłynął przeciąg czasu, istnieje przerwa, obejmująca cały dewon, karbon, perm, tryas, jurę i dolną kredę.

Taką olbrzymią lukę łatwo poznać, porównywając utwory danej miejscowości z bardziej całkowitymi szeregami w innych miejscowościach; w przypadkach atoli mniej krańcowych metoda ta zgoła nie wystarcza; narzuca się wówczas pytanie, czy całkowity szereg warstw, ułożony na podstawie kombinacji warunków, poznanych w najrozmaitszych miejscowościach, jest w przybliżeniu choćby kompletny, czy nie zawiera on licznych a znacznych przerw. Wielu geologów, a jeszcze więcej ludzi tylko powierzchownie z geologią obznajmionych, hołduje temu zdaniu. Przerwistość spuścizny geologicznej stała się komunałem, zbyt często używanym bez zdawania sobie sprawy z jego znaczenia i słuszności; szermowanie nim rozpowszechniło się szczególnie po przyjęciu teorii ewolucyjnej—teorii Darwina. Teorya pochodzenia gatunków jednakże nie tylko ożywiła zagadnienie co do większej lub mniejszej kompletności szeregu utworów geologicznych, lecz zarazem dała nam odpowiednie metody do rozwiązania tego zagadnienia.

Od czasów Darwina inny kierunek i znaczenie pozyskała paleontologia, a wraz z nią i geologia historyczna. Przedtem przypuszczano, że każdy gatunek zwierząt czy roślin został osobno stworzony, a co najmniej że powstał bezpośrednio, bez związku przyczynowego z dawniejszemi formami organizmów, dzięki jakimś zjawiskom, nie dającym się ująć metodami przyrodniczemi. Z tego punktu widzenia opis szczątków kopalnych i ich kolejnego następstwa był tylko nagromadzeniem nierozumianych faktów, których w żaden sposób niepodobna było wytłumaczyć. Wobec zasady niezmienności gatunków niepojętem było stopniowe zbliżanie się form organizmów do postaci obecnych; staje się ono zjawiskiem naturalnem i koniecznem, skoro tylko wraz z Darwinem uznamy organizmy każdego okresu za mniej lub bardziej zmienionych następców okresu poprzedniego.

Nie do nas należy wyjaśnienie istoty teorii pochodzenia gatunków, jej uzasadnienie, opis przyczyn zmienności; nas bezpośrednio obchodzą jej wyniki i wpływ,

który teoria ta już wywarła na stratyografię i wywrze jeszcze w przyszłości. Dzięki niej paleontologia stała się istotną historią świata zwierzęcego, historyczna zaś geologia jest jej chronologią; łatwo pojąć, jaką nauki te posiadają teoretyczną doniosłość. One to przedewszystkiem winny dostarczyć bezpośrednich i dotykalnych dowodów stopniowej i powolnej zmienności organizmów.

Dowodów tych dostarczają przedewszystkiem szeregi form organicznych; gdy porównujemy najliczniej znajduwane i najbardziej rozprzerstrzenione skamieniałości z kompleksu warstw, bez przerw bezpośrednio po sobie następujących, możemy częstokroć stwierdzić, że jeden i ten sam typ znajduje się w kilku warstwach, lecz nie w zupełnie identycznej postaci; wszystkie zaś stanowią szereg, w którym każda następna forma różni się od poprzedniej drobnymi, lecz stałymi cechami. Zjawisko to powtarza się przez dłuższe okresy, drobne zmiany zachodzą ciągle w jednym i tym samym kierunku, sumują się wreszcie po dłuższym okresie w znaczniejsze różnice, znacznie większe od tych, które zachodzą między współczesnymi osobnikami jednego i tego samego gatunku. Są to właśnie szeregi form, a ich ogniwa, różniące się między sobą tylko drobnostkami, noszą nazwę mutacji (rys. 1).

Obserwacja tych zjawisk dowodzi bezpośrednio stopniowej zmienności form organicznych. Niestety, warunki przyrodzone czasami tylko sprzyjają takim zestawieniom; najczęściej różnice facyalne następujących po sobie utworów danej miejscowości udaremniają wszelkie usiłowania tego rodzaju. Rozmaite utwory w pewnych terytoryalnych granicach różnią się między sobą skutkiem zmian facyalnych częstokroć w ten sposób, że jedna mutacja nie zastępuje drugiej, lecz że pojawiają się formy innych zgoła rodzajów i grup zwierzęcych. Podnoszono to nawet jako zarzut przeciw teorii pochodzenia, nie bacząc, że te typy, zjawiające się bezpośrednio, wyparły w danej miejscowości dawnych mieszkańców jedynie skutkiem zmiany zewnętrznych warunków życiowych. Aby wykryć szeregi mutacyjne, należy porównywać skamieliny, pochodzące z możliwie licznych a odległych miejscowości; uniknąć wówczas możemy powyższych źródeł błędów i otrzymać istotnie zadawalające wyniki.

Podział szeregu form na mutacje, które między sobą różnią się tylko w cechach bardzo subtelnym, a między którymi przejścia są względnie rzadkie, jest najlepszym środkiem pomocniczym dla podziału geologicznego. Za najdrobniejsze paleontologicznie uzasadnione podziały uważamy takie, w których większość szeregów form nie podlega zmianom widocznym, podczas gdy ogniwa tych samych szeregów w bezpośrednio po sobie następujących podziałkach różnią się najsubtelniejszymi, z pewnością jeszcze i stale dostrzegalnymi cechami, czyli są najbliższymi do siebie mutacjami. Najmniejsze te podziały ogólnego rozczłonkowania warstw stanowią tedy fazy rozwoju świata zwierzęcego, odpowiadające przeciętnemu trwaniu mutacji najbardziej rozpowszechnionych organizmów morskich. Każdą z tych podziałek, za Oppelem zwanych „poziomami“ (Zone), określamy mianem jakiej częściej i rozpowszechnionej w niej skamieniałości, np. istnieje poziom *Peltoceeras bimammatum*, poziom *Oppelia tenuilobata* i in. Kilka takich poziomów stanowi razem „piętro“, których pewna ilość znowu składa się na „system“ (formację).

Z samego opisu metody wniesć można, że przeprowadzenie racjonalnego podziału na poziomy jest zadaniem trudnem i zawiłem, możliwem tylko przy bardzo dokładnej znajomości geologicznych i paleontologicznych warunków. To też dotychczas nie udało się jeszcze przeprowadzić takiego podziału w całym kolejnym szeregu systemów (formacji).

Tutaj zastrzedz się musimy stanowczo przeciw mniemaniu, że podział na poziomy ma i może zastąpić podziały lokalne. Zdarza się naprzykład, że w pewnej



Rys. 1. Szereg form *Paludina Neumayri* z pliocenskich warstw paludynowych ze Sławonii zachodniej. 1) Forma zasadnicza. 2—17) Mutacje czyli odmiany, które z niej skutkiem stopniowych przeobrażeń powstały.

okolicy grubość skał kurczy się tak dalece, że w jednej warstwie znajdują się skamieniałości z rozmaitych poziomów; daremnym, nawet nierozsądnym byłby wszelki wysiłek, aby warstwę tę na drobniejsze poziomy podzielić. Gdzieindziej znowu jeden poziom bywa nadzwyczaj silnie rozwinięty i występuje w rozmaitych typach facjalnych, które leżą to obok siebie, to na sobie; bez względu na ich charaktery-



styczny wygląd, bezcelowem bywa ich rozdzielanie, tak, iż wszystkie obejmujemy jedną nazwą poziomu. Każdy obszar geologicznie odosobniony musi posiadać własny podział lokalny, a podział na poziomy jest tylko schematem ogólnym, do którego dopasować możemy wszystkie typy lokalne, aby ułatwić teoretyczne porównania.

Podziałowi na poziomy czynią inny jeszcze zarzut, polegający również na nieporozumieniu, a bodaj nawet na niepojmowaniu zadań geologii historycznej, opartej na paleontologii: podział ten jest jakoby zbyt drobiazgowy i uwzględnia szczegóły, mające lokalne tylko znaczenie. Za niezgodne nawet z naturą należy jakoby uznać mniemanie, że wszędzie odnajdziemy te same poziomy, ułożone jedne na drugich, nakształt łupin cebuli. Pomijając już ujawniające się tutaj niepojmowanie różnic między podziałem lokalnym a ogólną, teoretyczną doniosłości chronologią, w poglądzie tym widzimy wynik niedokładnego rozumienia istoty chronologii, opartej na stopniowej zmianie organizmów. Wykazać kolejno wszystkie fazy rozwoju możemy tam tylko, gdzie formacja geologiczna jest nadzwyczaj obficie rozwinięta i zbadana bardzo szczegółowo. Jest to możliwem tylko w części obszaru, zajętego przez pewne utwory; łatwo się przecież domysleć, że w miejscowościach o mniej szczegółowym rozwoju danych utworów, typy państwa zwierzęcego w historii swoich przeobrażeń nie mogły przeskoczyć stadyów, których tam brakuje.

Przykład z historii narodów najlepiej rzecz tę objaśni. Wyobraźmy sobie dwa narody, związane ze sobą ścisłymi stosunkami, podległe ściśle ze sobą splecionym losom; najważniejsze, epokowe wydarzenia z historii jednego narodu mają nie mniejszą doniosłość w historii drugiego. Jeżeli zaś historyk posiada do dziejów jednego narodu liczne źródła, a do przeszłości drugiego bardzo szczupłe, to, rzecz prosta, zbada on historię pierwszego bardziej szczegółowo, niż historię drugiego. Opiszę on dokładnie losy, kulturę, stosunki polityczne jednego państwa w ciągu tego samego okresu, który w dziejach drugiego państwa w grubej tonie pomroce. Historyk nasz wszakże potrafi rozproszyć te mroki zapomocą wniosków wyprowadzonych z dziejów pierwszego, a w każdym razie nie porzuci szczegółowego badania losów jednego państwa dlatego tylko, że losy drugiego z tą samą ścisłością opisać się nie dadzą.

To samo stosuje się do podziału na poziomy. Nie wszystkie osady na poziomy podzielić się dadzą. Ale w obrębie pewnego naogół jednostajnego geograficznie zasięgu rozwój organizmów musi być wszędzie jednakowy, a miarodajną jest oczywiście spuścizna najbardziej kompletna; może ona być punktem wyjścia dla oceniania rzeczy mniej znanych; w ten tylko sposób możemy odtworzyć prawdziwą historię czasów ubiegłych i ich świata organicznego. Wszelkie usiłowania naruszenia tej metody są zboczeniem z jedynie słusznej drogi.

Dotychczas mówiliśmy o poziomach, jako o częściach ogólnego systematu geologicznego. Jest to o tyle słusznem, że posiadają one znaczenie ogólne, co nie znaczy wcale, aby każdy poziom musiał występować wszędzie i aby można go było odnaleźć na całej kuli ziemskiej, gdzie tylko istnieją utwory morskie tegoż wieku. Cechę poziomu stanowią pewne formy zwierząt; a więc obszar, na którym poziom ten występuje, zależy w zupełności od geograficznego rozprzestrzenienia form, na których podział się opiera. Znamy, co prawda, w ogólnych zarysach



stosunki zoogeograficzne mórz obecnych, lecz wniosków stąd ścisłych wstecz wyprowadzać nie możemy, rozprzestrzenienie zaś form kopalnych musi być w każdym poszczególnym przypadku oznaczone empirycznie. Odnajdujemy tu często stosunki, których a priori nigdy byśmy nie zdołali przewidzieć. Tak na przykład utwory jurajskie Europy środkowej i południowej są bardzo podobne do odpowiednich utworów Indyi wschodnich, podzwrotnikowej Afryki wschodniej i Ameryki południowej, podczas gdy górna jura Rosyi centralnej jest zgoła odmiennego typu i zbliża się do utworów, występujących w Grenlandyi, na Szpicbergu, w podbiegunowych okolicach Azji i Ameryki, w Himalajach i na wyżynie Tybetańskiej.

Należy tedy zbadać rozmieszczenie geograficzne organizmów w każdym okresie. Odtwarzamy w ten sposób zoogeograficzne prowincje przeszłości, a uwzględniając warunki, którym obecne prowincje zawdzięczają swe pochodzenie, możemy sądzić o przyczynach, które w okresach ubiegłych podobne wywoływały skutki. Możemy odtworzyć strefy klimatyczne, lądy i morza pradawnej przeszłości, zyskujemy klucz do odsłonięcia chociaż w najgrubszych zarysach znajomości geografii fizycznej epok zamierzonych.

Wracając do sprawy oznaczania wieku, zaznaczyć musimy, że w myśl wywodów powyższych najskuteczniej cechują poziomy mutacje, różniące się pomiędzy sobą w najdrobniejszych tylko szczegółach i one ostatecznie dawać mogą rozstrzygające wyniki, podczas gdy wybitne różnice między dwoma utworami, występowanie odmiennych rodzajów nie posiada decydującego znaczenia, gdyż w znacznej mierze zależą od różnic facjalnych. Tu nasuwa się pytanie, czy też zawsze należy poszukiwać mutacyi, czy do odróżniania poziomów nie mogą posłużyć inne formy, łatwe do poznania i charakterystyczne. Jest to kwestya t. zw. „skamieniałości przewodnich“, które dawniej grały wielką rolę, a i teraz są bardzo ważne dla badań lokalnych i dla celów praktycznych.

Właściwie każda forma jest skamieniałością przewodnią; każda raz tylko istniała na ziemi, w ciągu pewnego, dłuższego lub krótszego czasu i charakteryzuje, rzecz prosta, okres swego istnienia. Lecz do ścisłego oznaczania wieku nie nadają się typy długotrwałe, gdyż cechują one zbyt długi okres i bez żadnych zmian przechodzą przez liczne poziomy. Właściwie więc skamieniałościami przewodniami nazywamy formy łatwe do rozpoznania, szeroko rozprzestrzenione, lecz ograniczone do określonego, krótkiego czasu, który pozwalają rozpoznać z łatwością wszędzie.

Takie typy pojawiać się mogą niespodzianie skutkiem zmian facjalnych, a wówczas posiadają one tylko czysto lokalne znaczenie. Inaczej się rzecz ma z typami, które z innej wielkiej prowincyi morskiej przedostają się skutkiem powstania nowych połączeń. Nie należy wyobrażać sobie, że przy takich wędrówkach zazwyczaj zwierzęta tłumnie ciągną na nowe obszary; zdarza się i to niekiedy, jak np. zasiedlenie Europy przez szczura wędrownego.<sup>1)</sup> Zwykle wędrówki te odbywają się inaczej i wolniej. Weźmy np. zwierzę, które w stadium dorosłym przytwierdzone jest do pewnego punktu, a swobodnie pływać może tylko w młodości, jak np. korale

<sup>1)</sup> Doroczne wędrówki ptaków przelotnych, ryb na tarło i niektóre inne zjawiska pokrewne, nie mają nic wspólnego z powyższem.

lub liczne małże; młode larwy, wydostawszy się na swobodę, pływają przez pewien czas, a potem osiedlają się w pewnej odległości od organizmu macierzystego. Jeżeli zaś otworzy się skutkiem zmian geologicznych nowy obszar morski, to młode osobniki posuną się weń tak daleko, jak daleko zazwyczaj osiedlają się od organizmu macierzystego; u jednych form nastąpi to wcześniej, u innych później. Tam, gdzie prądy morskie sprzyjać będą, rozsiadlenie przyspieszy się. Osobniki, które najdalej posunęły się na obszarze świeżo zdobytym, będą stanowiły punkt wyjścia dla nowego pokolenia; w ten sposób pokolenie za pokoleniem zasiedla cały ocean.

Wędrowki te u pewnych typów są bardzo powolne, lecz doświadczenie uczy, że trwają one znacznie krócej, niż jeden poziom, gdyż przybysze zjawiają się często w bardzo odległych okolicach prowincyi, bez widocznej różnicy w czasie. Wobec tego przybysze z innych mórz są doskonałym środkiem do rozpoznania poziomów i są doskonałymi skamielinami przewodnikami.

Wszystkie stosunki tego rodzaju są tylko środkami pomocniczymi; ostateczna decyzja musi zasadzać się na badaniu mutacyi; opierając na tej podstawie następstwo poziomów, sprawdzając je z tego punktu widzenia, zyskujemy możność rozstrzygnięcia ważnego zagadnienia, czy wielkie przerwy istnieją w spuściznie geologicznej. Skoro tylko zdołamy stwierdzić ciągłość danego następstwa poziomów i wykryć w nich nieprzerwane szeregów form (wykazujących między sobą drobne tylko różnice), wówczas w rozważanym kompleksie warstw nie może być przerwy, któraby miała znaczenie dla rozwoju życia organicznego. Jeżeli przerwa taka istnieje, to jest ona mniejszą od najmniejszego okresu, dostrzegalnego w naszej chronologii, a przeto nie posiada żadnego znaczenia.

Niestety nauka nie jest jeszcze zdolna do przeprowadzenia we wszystkich przypadkach takiej próby niewątpliwej. Możemy co prawda powiedzieć, że przeważnie między następującymi po sobie poziomami zachodzi ścisły związek paleontologiczny, dowodzący jednolitości rozwoju; istnieją wszakże pewne wątpliwe przypadki, o których przy obecnym stanie naszych wiadomości wyrokować nie możemy; wolno nam jednak przypuszczać, że szybko postępujące badanie łądów nieznanymi usunie je niebawem. Aż do ostatnich czasów na granicy między epoką mezozoiczną a paleozoiczną istniała luka poważna; obecnie wypełniły ją badania w Azji i na Uralu. Mamy tedy zasadę twierdzić, że niema przerwy ważniejszej, któraby wykazywała prawdziwy brak utworów z dłuższego okresu.

Zanim wysnuwać będziemy dalsze wnioski z powyższych rozważań, musimy potrącić tu o zarzut, jaki im uczyniony być może. Widzieliśmy, że w częściach mórz bardzo odległych lub przez łąd stały rozdzielonych, fauna może rozmaicie się rozwijać. Można więc przypuszczać, że w jednym morzu powstaje nowy świat zwierzęcy, podczas gdy w innym trwają dalej stare formy; to samo dotyczyć może mieszkańców wód słodkich i łąd stałego. Naprzykład rośliny i mięczaki słodkowodne z wielu europejskich utworów późnotrzeciorzędowych są bardzo podobne do obecnie żyjących typów z Chin i z Ameryki północnej. Z morskich rodzajów małż *Trigonia* był w Europie nadzwyczaj rozpowszechniony podczas jury i kredy; obecnie niema go zupełnie w wodach europejskich, zachował się on natomiast w morzach australijskich. *Astarty*, w ubiegłych okresach nadzwyczaj roz-

powszechnione, obecnie ograniczają się do okolic podbiegunowych. W epoce mezozoicznej tryas alpejski zawiera cały szereg rodzajów paleozoicznych, jak *Orthoceras*, *Spirigera*, *Retzia*, które już wymarły na obszarze środkowo-europejskim. Chodzi więc o to, czy zjawisko, któreśmy na powyższych przykładach widzieli, może dotyczyć całych faun morskich. Gdy więc utwór południowo-amerykański lub australijski na podstawie zgodności jego organizmów morskich z organizmami, znajduwanymi w jurze Europy, zaliczamy do tegoż systemu, powstaje pytanie, czy wniosek ten jest uprawniony, czy też ta fauna, za jurajską poczytywana, nie zamieszkiwała owych odległych miejscowości wcześniej, a później dopiero u nas się rozprzestrzeniła, lub naodwrot.

Zarzut ten jest nader ważny, dotyczy on podstawy całego systemu stratygraficznego, należy więc zbadać jego zasadność. Teoretycznie należy niewątpliwie uznać możliwość podobnego zjawiska; rzecz tę wszakże rozstrzygnąć muszą nie dociekania teoretyczne, lecz obserwacya i krytyka faktów. Okazuje się wówczas, że wszystkie często przytaczane przykłady, o których powyżej była mowa, na tem tylko polegają, że niektóre odosobnione rodzaje w pewnych okolicach pojawiają się wcześniej lub trwają dłużej, niż w innych, albo też dotyczy to całych grup, rodzajów lub rodzin. Lecz w obrębie tych rodzajów czy rodzin w różnych okresach geologicznych powstają inne gatunki lub mutacye, a na tych właśnie najdrobniejszych podziałach świata zwierząt i roślin opiera się racjonalne i ścisłe oznaczanie wieku, wymienione zatem przykłady ani w jednym przypadku nie przeczą zasadzie. Zdarza się wprawdzie także, że pewien gatunek w jakiejś miejscowości pojawia się nieco wcześniej lub trwa dłużej, niż w innej, atoli oznaczenia wieku nie opieramy na poszczególnych gatunkach, lecz na całokształcie fauny; a niema dowodów, aby ten trwać mógł bez zmiany przez czas dłuższy w jednej prowincyi morza, podczas gdy w innych zachodzą w nim wielorakie zmiany. Gdziekolwiek będziemy rozpatrywali fauny, zauważymy, że wszędzie podlegają one ciągłym zmianom i że nigdzie nie można dojrzeć chwili zastoju, choć w różnych obszarach rozwój ten różnić się może kierunkiem lub szybkością.

W geologii historycznej do najciekawszych i najbardziej uderzających należy fakt, że częstokroć w bardzo odległych od siebie punktach, np. w jurze Europy zachodniej, Indyi, i o ile wiadomo, także Ameryki południowej, występują podobne zbiorowiska zwierząt, częściowo złożone z identycznych gatunków, i następują po sobie kolejno z taką prawidłowością, że we wszystkich trzech obszarach odnaleźć możemy te same poziomy. W jednakowym porządku kolejnym, z jednakowymi cechami znajdują się poszczególne formy w odległych od siebie obszarach. Stąd wnosić możemy, że przeciąg czasu potrzebny, aby forma zwierzęca mogła się rozprzestrzenić w tak ogromnem morzu, musi być przeciętnie znikomo mały w porównaniu z trwaniem jednego poziomu.

Wszystkie zjawiska powyższe dowodzą, że niejednoczesne występowanie lub znikanie form organicznych na całej powierzchni ziemi, nie może być źródłem poważnych błędów przy porównywaniu wieku geologicznego utworów bardzo od siebie odległych. Błąd ten jest tak mały, że nie wpływa na naszą metodę oznaczania wieku, ani na wnioski co do istnienia braków i przerw w szeregu osadów.



## Kopalne szczątki organizmów.

Jakkolwiek w szeregu kolejno po sobie następujących osadów niema, zdaje się, żadnych przerw znaczniejszych, to jednak wiadomości nasze o roślinach i zwierzętach każdego poszczególnego okresu są bardzo niezupełne, i stanowczo twierdzić możemy, że znamy tylko bardzo drobny ułamek ogólnej liczby organizmów, które niegdyś ziemię zamieszkiwały. Znaczna większość badaczy zgadza się z powyższem twierdzeniem, natomiast niejasnem jest dotychczas, jak dalece sięgają braki naszych wiadomości. Trudno powiedzieć tutaj coś stanowczego, wypływa to z samej istoty kwestyi; w każdym razie potrzeba koniecznie choć przybliżone wyrobić sobie o tem pojęcie, aby mózdz sprawiedliwie oceniać znaczenie tych szczątków kopalnych, które posiadamy.

Dotychczas opisano gatunków zwierząt, żyjących obecnie, powyżej 200 000; cyfra ta pewnie zbliża się już do 300 000. Zwierząt kopalnych znamy atoli 70—80 000. W świecie roślinnym, w którym obecnie 130 000 znanych gatunków liczymy, stosunek ten jest jeszcze bardziej dla form kopalnych niekorzystny. Stosunek ten zmienia się nieco, gdy u zwierząt np. porównujemy poszczególne grupy. W wyjątkowych tylko przypadkach zachować się mogą istoty, nie posiadające żadnych części twardych — ani skorupy, ani pancerza lub szkieletu; nieliczne muszą być również szczątki wszystkich form bardzo delikatnych, choć w części twarde zaopatrzonych. Wobec tego cały szereg grup świata zwierzęcego odpada zupełnie; w stanie kopalnym nie spotykamy wcale wymoczków, wrotków, meduz, polipów bezszkieletowych, większości robaków, osłonic, widłonogów z pośród skorupiaków i wielu, wielu innych form.

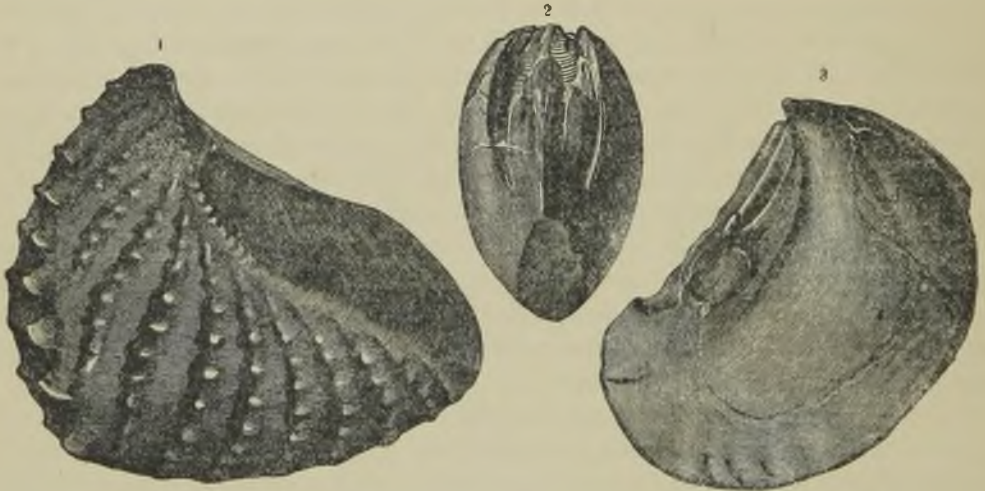
Drugi punkt ważny, to natura warstw, w których zachowały się szczątki kopalne. Z najmłodszego okresu dyluwialnego, obejmującego prawie tylko ostatnią chwilę dziejów ziemi, mamy przeważnie utwory lądowe lub słodkowodne, dlatego, że zmiany poziomu, które od tego czasu zaszły w stosunku lądu stałego do morza, nie są jeszcze dostatecznie duże, aby dyluwialne osady morskie na wielką skalę odsłonić się mogły. W systemie trzeciorzędowym utwory morskie przeważają już znacznie, a w systemach dawniejszych panują nieomal niepodzielnie. Stąd wynika, że mieszkańców lądu i wód słodkich znamy o wiele mniej niż zwierzęta morskie. W świecie obecnym rzecz ma się zupełnie odwrotnie: przewaga, i to znaczna, jest po stronie zwierząt lądowych i słodkowodnych; rozstrzygającym czynnikiem są tu owady, do których należy prawie trzy czwarte wszystkich form żyjących obecnie; tymczasem owadów kopalnych znamy zaledwie około 4000. W tych natomiast grupach, które najłatwiej w stanie kopalnym zachować się mogą, wśród zwierząt morskich, posiadających części twarde, formy kopalne liczniejsze są od żyjących. Rzuca się to w oczy najbardziej w grupach otwornic, koralu, liliowców, jeżowców i mięczaków.

Upatrywano wielokrotnie coś dziwnego w tem, że w pewnych grupach państwa zwierzęcego ilość typów kopalnych jest większa od ilości żyjących; twierdzono nawet, że paleontologowie byli nie dość ostrożni i że częstokroć opisywali formy w gruncie rzeczy identyczne, jako gatunki odmienne, na podstawie drobnych różnic lub przypadkowego stanu zachowania. Pogląd ten jest zupełnie



błądny i dowodzi jedynie niezrozumienia istoty spuścizny geologicznej i paleontologicznej. Zdziwienie, wywołane ilością form kopalnych, byłoby słuszne, gdyby zwierzęta wymarłe reprezentowały jeden tylko okres dziejów ziemi, równorzędny obecnemu, gdyby wszystkie żyły jednocześnie. W rzeczywistości zaś są to przedstawiciele wielu kolejnych okresów, a na każdy okres przypada niewielka względnie ilość rozmaitych gatunków.

Bardzo trudną jest ocena zachowanej pozostałości faun dawniejszych; częstokroć z nieprzewyciężonymi przeszkodami spotyka się samo nawet usiłowanie otrzymania choćby odległego przybliżenia. Później postaramy się dowieść, że podczas jednej z najlepiej znanych epok, podczas epoki jurajskiej, w każdym poziomie żyła fauna nie mniej od obecnej obfita; a że poziomów takich było kilkanaście, przeto ogółem w jurze żyć musiało  $\frac{1}{2}$  do  $\frac{3}{4}$  miliona zwierząt morskich



Rys. 2. *Trigonina navis* z jury środkowej Wirtembergu: 1) egzemplarz zachowany ze skorupą; 2) i 3) jądro kamienne z boku i z przodu. Wielk. natur.

z twardymi częściami; z pośród nich zaś znamy zaledwie 10 000. W innych okresach stosunek ten nierównie gorzej się przedstawia. Ogólny wniosek jest jednak ten, że znamy zapewne nie cały jeden procent tych form, które najbardziej do zachowania w stanie kopalnym się nadawały. Z fauny lądu i wód słodkich, jako też z całej flory dostał się nam w spadku jeszcze bez porównania drobniejszy ułamek.

Ta szczupłość spuścizny paleontologicznej wywiera, rzecz prosta, przeważny wpływ na rezultaty geologii historycznej. Już przy porównywaniu utworów w bardzo od siebie odległych miejscowościach i przy układaniu całkowitego szeregu warstw następują trudności, choć mniejsze, niżby można było przypuszczać. Ponieważ nie znamy nawet jednego procentu fauny morskiej, niemożliwym się przeto na pozór wydaje zestawianie szeregów form. Rzecz się ma jednak inaczej; pewne nader gromadnie występujące typy znajdują się wszędzie; wśród nich udaje się wykazać szeregi genealogiczne.

Donioslejszego znaczenia są przeszkody, piętrzące się wskutek ubóstwa spuścizny paleontologicznej na drodze drugiego naszego zadania, mianowicie rekon-

strukcyi świata zwierzęcego i roślinnego okresów minionych. Możemy tutaj co prawda skreślić jakiś szkic ogólny, lecz tu bardziej niż gdziekolwiekbądź indziej baczyć musimy na niekompletność naszych wiadomości. Należy zawsze pamiętać, że z całej fauny lądowej syluru znamy jednego owada, jednego wija i trzy skorpiony, i niewiele co więcej wiemy o faunie lądowej dewońskiej. Jeden jedyny okaz z utworów węglowych z pod Herborn (*Bostrichopus*) reprezentuje pewien całkiem szczególny rząd skorupiaków, którego z żadnym innym typem porównywać niepodobna. Znaleziono ssaki w jurze i w górnej kredzie, musiały one przeto istnieć podczas okresu dolnokredowego, lecz utwory dolnokredowe dotychczas nie dostarczyły najdrobniejszego choćby śladu ssaka. Takich przykładów moglibyśmy przytoczyć mnóstwo z najrozmaitszych działów świata organizmów; wykazują one aż nadto wyraźnie, jak ułomnemi są w tym kierunku nasze wiadomości.

Zadanie nasze utrudnia nie tylko mała ilość, lecz i sposób zachowania skamieniałości. Wszystkie części miękkie znikły bez śladu, zachowały się tylko części twarde: skorupki otwornic, mięczaków, szkielety koralu, szkarłupni, pancerze skorupiaków, kościce kręgowców. Poszczególne okazy często bywają połamane i uszkodzone, a tam, gdzie szkielet twardej z drobniejszych składa się części, jak np. u kręgowców, rozpada się on najczęściej, tak iż zwykle znajdujemy tylko pojedyncze zęby, kości, łuski lub części pancerza. Jeszcze gorzej bywa z roślinami: znajdujemy oddzielne liście, owoce, gałązki, pnie lub korzenie, lecz nadzwyczajnie rzadkie są okazy, złożone z kilku takich części, związanych ze sobą w całość.

Wreszcie zjawiska mechaniczne i chemiczne towarzyszące kamienieniu, niejednokrotnie zmieniają szczątki do niepoznania. Zbyt często znajdujemy tylko odcisk lub odlew wewnętrzny, t. zw. jądro kamienne (rys. 2: 2, 3); wszystko to utrudnia znacznie odtwarzanie świata organicznego poszczególnych okresów na podstawie danych paleontologicznych. A jednak nieprzerwana, mozolna praca zdołała wiele trudności przezwyciężyć i odtworzyć ogólne przynajmniej rysy historii rozwoju życia.

## Geografia fizyczna okresów ubiegłych.

Zadania geologii historycznej nie kończą się jeszcze na tem, co się dotychczas powiedziało. Poznajemy rozkład osadów morskich, słodkowodnych i lądowych w ciągu poszczególnych okresów, poznajemy rozprzestrzenienie organizmów, a stąd wnioskować możemy o geografii fizycznej poszczególnych okresów historii ziemi. Usiłować będziemy rozwiązać trudne zagadnienie rekonstrukcyi lądów i mórz z czasów powstawania określonych kompleksów warstw i oznaczenia stosunków klimatycznych, które wówczas na powierzchni ziemi panowały. W chwili obecnej zaledwie pierwsze kroki na tej drodze stawiamy; kwestya ta jednak zasługuje na najpilniejszą uwagę i przy wszelkich badaniach na pierwszym planie stawiana być winna, zważywszy, że wszelkie na tej drodze osiągnięte wyniki posiadają wielkie, w najrozmaitszych dziedzinach geologii zasadnicze znaczenie.

Wiele już postawiono hipotez, dotyczących się temperatur okresów ubiegłych; przez długie lata opierano się wyłącznie na organizmach lądowych i słodkowodnych.



W najstarszych mianowicie utworach, zawierających obfitszą florę lądową, znaleziono w najrozmaitszych miejscowościach wraz z zupełnie wygasłymi typami paprocie drzewiaste i sagowce, które obecnie tylko w krajach gorących żyć mogą. Te same typy są bardzo rozpowszechnione również później, w erze mezozoicznej; w dolnej zaś kredzie, gdzie pierwsze rośliny kwiatowe się pojawiają, znajdujemy przeważnie formy, obecnie okolicom podzwrotnikowym właściwe. Owady okresów dawniejszych przeważnie są pokrewne typom pasów gorących, pośród zwierząt morskich podobnie widzimy zjawiska, np. występowanie koralów rafowych w okolicach arktycznych. W początkach okresu trzeciorzędowego znajdujemy w Europie np. świat organiczny typu wyraźnie podzwrotnikowego; w tym okresie wszakże widocznym jest dokładnie podział na strefy klimatyczne, w ciągu zaś okresu trzeciorzędowego formy podrównikowe ustępują stale miejsca typom strefy umiarkowanej. Dla sprawy tej były wielce doniosłe Heerowskie badania flory kopalnej okolic podbiegunowych; Heer dowiódł mianowicie, że na dalekiej północy podczas trzeciorzędu zachodziły zmiany w tym samym, co i w Europie kierunku, z tą tylko różnicą, że w Grenlandyi i t. p. te typy, których najbliższe krewniaki obecnie żyją w krainach chłodniejszych, borealnych, pojawiają się zawsze w warstwach nieco starszych, niż w Europie.

Bardzo doniosłe ze zjawisk powyższych wyciągnięto wnioski. Przypuszczano, że od chwili pojawienia się organizmów na ziemi aż do końca okresu kredowego, na całej kuli ziemskiej, od biegunów do równika, panował klimat gorący, i że dopiero podczas okresu trzeciorzędowego zaczęło się stopniowe ochładzanie się i podział na strefy klimatyczne, aż do ustalenia się stosunków obecnych.

Przez czas dłuższy poglądy powyższe panowały prawie niepodzielnie, lecz naturalnie zbudziły one poważne wątpliwości. Trudno zrozumieć, jakie czynniki mogłyby przed okresem trzeciorzędowym być przyczyną równomierności temperatury od biegunów do równika, choć oczywiście wówczas jak i dzisiaj okolice podbiegunowe mniej niż kraje podrównikowe musiały otrzymywać ciepła od słońca, więcej niż one natomiast traciły go skutkiem promieniowania podczas długich nocy polarnych. Sądzone, że wówczas wewnętrzne ciepło ziemi było tak znaczne, iż podziemne to ogrzewanie wyrównywać mogło różnice klimatyczne. Później nieco dowiemy się, z jakimi trudnościami przypuszczenie podobne walczyć musi. Tymczasem zbyt mało jeszcze znamy same fakty, które należy objaśniać, abyśmy szerzej o przyczynach stosunków klimatycznych przeszłości traktować mogli; tutaj zaś tylko postaramy się poznać kilka zjawisk zasadniczych i zbadać metody.

Pierwszy i najcięższy cios hipotezie o powszechnem niegdyś panowaniu wysokiej temperatury zadało odkrycie, że pomiędzy okresem trzeciorzędowym o gorącym prawdopodobnie klimacie i czasem obecnym istniał okres oziębienia, znana powszechnie epoka lodowa. Gdyby wewnętrzne ciepło ziemi było rzeczywiście przyczyną wyższej temperatury w okresach starszych, to od czasów najdawniejszych aż do chwili obecnej musiałyby zachodzić równomierne i stopniowe chłodnienie; niepodobnaby zatem z hipotezą tą pogodzić faktu, iż po epoce lodowcowej, w okresie obecnym nastąpił powrót cieplejszego klimatu. Co prawda, jak to później zobaczymy, argument ten nie jest tak dalece przekonujący, jak na pierwszy rzut oka się wydaje, lecz wywarł on w każdym razie wpływ wielki.



Przypuszczano nawet przecie, iż w dawniejszych okresach dziejów ziemi podobne okresy zimna powtarzały się nieraz peryodycznie, naprzemian z okresami klimatu cieplejszego. Choć przypuszczenie to jest bezpodstawne, niewątpliwie wszakże z ostatnich faz ery paleozoicznej znamy zjawiska, które dają się wyjaśnić tylko działaniem wielkich mas lodowych.

Badając bliżej zagadnienie powyższe, musimy przedewszystkiem wyodrębnić dwa pytania: chodzi mianowicie, popierwsze, o równomierność klimatu od bieguna do równika, powtóre, o wysokość temperatury ówczesnej. Najpierw tą ostatnią zajmiemy się sprawą. Metoda jest bardzo prosta: szukamy najbliższych żyjących krewniaków form kopalnych i przypuszczamy, że geologicznie starsze typy w tych samych żyły warunkach klimatycznych, co obecnie żyjące analogiczne im formy. Często okazuje się, że formy właściwe okolicom zwrotnikowym, zwłaszcza z pośród istot lądowych, znajdują się w utworach starszych strefy umiarkowanej lub nawet podbiegunowej. Wnioskujemy stąd o wyższej wogóle temperaturze; niektórzy jednakże posuwają się niekiedy i dalej, usiłując na podstawie charakteru flory i fauny oznaczyć średnią temperaturę roczną, która panowała w danej miejscowości podczas tej lub innej z dawnych epok geologicznych.

Wartość wszystkich tych wniosków zależy od słuszności przypuszczenia, że blisko spokrewnione formy żyć muszą w identycznych lub bardzo zbliżonych warunkach klimatycznych i że w ciągu długich okresów geologicznych niemożliwą jest aklimatyzacja. O ile przypuszczenia powyższe są błędne lub też ściśle się dowieść nie dają, wszystkie wnioski tracą wszelką podstawę. Istotnie, przy bliższem; badaniu przypuszczeń powyższych natychmiast znajdujemy wiele rażących sprzeczności. Słonia i nosorożca naprzykład wobec ich dzisiejszego znajdowania się w Afryce i w Indyach uważać musimy za zwierzęta charakterystyczne strefy gorącej, a przecież wiemy, że podczas epoki dyluwialnej pokrewne tym rodzajom zwierzęta żyły w klimacie zimnym. Szczątki ich znajdujemy w zmarzłej wiekuiście glebie syberyjskiej, a resztki pokarmu w zębach zachowane składają się z roślin, dalekiej północy właściwych. Wiemy również, że obecnie jeden i ten sam gatunek doskonale żyć może w rozmaitych strefach klimatycznych, a formy bardzo blisko z sobą spokrewnione żyją w rozmaitych, nieraz wręcz przeciwnych warunkach zewnętrznych; naprzykład, rozmaite, lecz nader zbliżone do siebie gatunki lisów zamieszkują zarówno najzimniejsze, jak i najcieplejsze okolice ziemi.

Przedewszystkiem ważnem jest dla nas spostrzeżenie, że jakkolwiek w starych formacjach typy zwrotnikowe zajmują stanowisko bardzo wybitne, to jednak zarazem obok nich występują rośliny i zwierzęta, właściwe obecnie strefom zimniejszym. We florze czeskich utworów kredowych obok szeregu form zwrotnikowych znajdują się również wiśnie, wierzby, bluszcz. Małże z rodzaju *Astarte*, bardzo rozpowszechnione w utworach starszych i dla nich charakterystyczne, obecnie znajdują się prawie wyłącznie tylko w morzach arktycznych; to samo dotyczy się rodzaju *Cypripa*. Trigonie, należące do najbardziej charakterystycznych małżów jury i kredy, trafiają się obecnie na południowych wybrzeżach Australii; rekiny grupy *Selache* z europejskich utworów kredowych dzisiaj najpospolitsze są w morzach, oblewających brzegi Grenlandyi. Z pośród zwierząt morskich korale rafowe są przytaczane jako najbardziej uderzający dowód wysokiej tem-

peratury dawnych okresów; obecnie potrzebna jest dla nich do bujnego rozwoju temperatura wody nigdy poniżej 20° C. nie spadająca, a przecież paleozoiczne koralce rafowe znajdujemy powyżej 70° szerokości północnej. Znamy atoli inny fakt analogiczny, z którego jednak zupełnie przeciwne wypływają wnioski; mianowicie, mszyciwoły kopalne do dwóch należą działów: Chilostomata, znajduwane przeważnie w utworach młodszych, i Cyklostomata, które panują niepodzielnie w utworach starszych, obecnie zaś zamieszkują tylko morza zimne.

Przykłady powyższe dowodzą, że aklimatyzacja odbywała się na wielką skalę organizmy stref cieplejszych przyzwyczajały się do zimna, lub odwrotnie. Wogóle okazuje się nieraz przy szczegółowym badaniu, że przytaczane w kwestyi powyższej dowody wobec krytyki ostać się nie mogą. Często spotykamy np. twierdzenie, że występowanie t. zw. amonitów w utworach mezozoicznych przemawia za temperaturą zwrotnikową. Amonity były to mięczaki z klasy głowonogów, do której należą kałamarnice, łodziki i wiele innych. Ponieważ atoli łodzik (*Nautilus*) żyje obecnie tylko w ciepłych morzach, zastosowano to samo do amonitów, jako dowód podnosząc jeszcze wielkie wymiary pewnych amonitów. Ale łodzik należy do innego działu głowonogów niż amonity, a wielkość niektórych amonitów jeszcze mniej za dowód służyć może: w naszych morzach, co prawda bardzo rzadko, znajdują się olbrzymie głowonogi, potwory, mierzące wraz z wyciągniętymi ramionami do 12 m. Ogromne te zwierzęta występują jednak przeważnie w morzach strefy umiarkowanej, najczęściej w Atlantyku północnym.

Choć wszakże bezpodstawnymi są liczne i najczęściej używane argumenty, jednakże fakt, iż w utworach starszych, przedewszystkiem wśród organizmów lądowych, bardzo są rozpowszechnione typy zwrotnikowe, pozostaje niewzruszonym. Chodzi o to, co za wnioski z tego faktu wyprowadzić się dają i w jaki sposób objaśnić go można. Aby pojąć znaczenie tych zjawisk, musimy poznać warunki współzawodnictwa między organizmami rozmaitych obszarów. Rośliny i zwierzęta wielkich lądów, przeniesione na małe wysepki oceaniczne, wszędzie dowiodły swej przewagi nad miejscową florą i fauną. Chwasty, zawleczone z Europy i z Ameryki, mnożąc się szybko i rozprzestrzeniając coraz bardziej, jak zaraza wytepiają miejscową florę małych wyseppek oceanicznych i Nowej Zelandyi; zarazem giną liczne zwierzęta, które karmiły się miejscowymi roślinami. Pochodzi to stąd, że organizmy wielkich lądów toczą między sobą zażartą walkę o byt, wobec ogromnego współzawodnictwa. Zahartowane w tej szkole formy łatwo wypierają małe flory i fauny wyspowe, które toczyły nierównie mniej zaciętą walkę o byt; tak samo biały człowiek z łatwością pokonał dzikich mieszkańców Tasmanii, Nowej Zelandyi i t. d., i częściowo ich wytepił, częściowo zaś doprowadził do wymierania.

Wielkie masy lądowe, na których wzrastają ci wytrwali i zwycięzcy zapaśnicy w walce o byt, skupiają się obecnie przeważnie w umiarkowanej i w zimnej części półkuli północnej; tu leży Europa, Azja północna i środkowa, Ameryka północna. Wielu badaczy podnosi wielką „siłę zaczepną“ organizmów, pochodzących z północnych umiarkowanych krajów; siły tej dowody złożyły one nie tylko na wyspach oceanicznych, lecz wszędzie, dokąd je losy zaniósł. Nagromadzenie lądów na półkuli północnej nie jest właściwością wyłączną chwili obecnej; od zamierzchłej przeszłości, od okresu węglowego istniały tu potężne cokóły lądowe. Czasowo



i częściowo zalewało je morze, lecz od karbonu nigdy (przekonamy się o tem później) nie zatarł się na półkuli północnej charakter wielkiego nagromadzenia lądów. Od pradawnych zatem czasów mógł tu osiąść świat organizmów, zahartowany w zażartej walce o byt, i wytwarzać coraz to nowe typy, które stopniowo zaczynały pochód zaboreczy ku południowi. Tam typy te mogły się aklimatyzować, utrzymywały się, niewieściejąc jednak potrosze, tymczasem zaś na lądach północnych powstawały typy nowe.

Dwojako tedy objaśniać można ruch organizmów od biegunów ku równikowi: albo osiedlone pierwotnie i na północy organizmy klimatu ciepłego wymierały lub usuwały się na południe przed stopniowym oziębianiem, miejsce zaś ich zajmowały inne, do zimna przystosowane formy; albo też te same zjawiska były następstwem stałego parcia w pewnym kierunku organizmów wielkich mas lądowych skutkiem ich odporności w walce o byt; dla tego drugiego objaśnienia przypuszczenie o obniżaniu się temperatury jest zbędne.

Obecne rozprzestrzenienie organizmów daje nam kryterium do rozstrzygnięcia powyższego zagadnienia. Jeżeli przyczyną ruchu organizmów od bieguna jest stopniowe oziębianie się klimatu ziemi, to geologicznie najstarsi mieszkańcy lądu żyć muszą w strefach najcieplejszych; jeżeli natomiast słuszny jest drugi pogląd, to formy najstarsze zachować się powinny na południe od zwrotników, na wyspach południowej strefy umiarkowanej lub na południowych końcach lądów. Tak jest w istocie; z większych obszarów lądowych ziemi Nowa Zelandya posiada faunę niewątpliwie najstarszego typu: brak tam zwierząt ssących, miejsce ich aż do ostatnich czasów zajmowały liczne wielkie ptaki podobne do strusi (*Dinornis*). *Hatteria* zaś z gadów jest pośród istot obecnie żyjących formą obcą i odosobnioną, którą tylko z geologicznie najstarszymi gadami porównywać możemy. Obszar australijski pod względem starożytnego charakteru fauny najbardziej zbliża się do Nowej Zelandyi. Brak tu jeszcze ssaków wyższych, łożyskowych (*Placentalia*), istnieją tylko stekowce (dziobak i t. p.) i torbacze; jest to stadyum rozwojowe, równorzędne przedtrzeciorzędowej faunie Europy. Fauna powyższa rozwinęła się specjalnie na obszarach między 10 i 40° szerokości południowej, lecz na Tasmanii, jeszcze dalej na południe wysuniętej, znajdujemy jej najbardziej krańcowy i najpełniejszy wyraz. Madagaskar również wyróżnia się starożytną fauną ssaków.

Fakty powyższe wskazują, że przyczyną posuwania się gatunków północnych ku południowi nie było stałe obniżanie się temperatury i że zjawiska powyżej przytoczone nie mogą służyć, jako dowód podobnych zmian klimatycznych. Nie należy wszakże wpadać w przeciwną krańcowość i odmawiać wszelkiej doniosłości charakterowi fauny i flory. Aklimatyzacja odbywa się w każdym razie bardzo powoli i dlatego metoda sądenia o klimacie z cech fauny i flory staje się nadzwyczaj niepewną dla formacji starszych i bardzo starych. Natomiast w utworach młodszych z typem organizmów bardzo poważnie liczyć się należy. Gdy np. w jakim utworze dyluwialnym znajdujemy szczątki brzozy karłowatej, rena, wołu pizmowego, rosomaka północnego, leminga, lisa białego i może kilku ślimaków lądowych, żyjących obecnie w pobliżu koła biegunowego lub w wyższych regionach gór alpejskich, to wówczas mamy prawo wnosić o zimnym klimacie. Warstwy trzeciorzędowe są również dość jeszcze blizkie do chwili obecnej, abyśmy ze szczątków



kopalnych mogli wnioskować o bardzo gorącym klimacie, który panował w początku okresu trzeciorzędowego i stopniowo oziębiał się później. Za daleko wszakże posuwają się ci, którzy na podstawie flory trzeciorzędowej jakiejś miejscowości starają się oznaczyć jej ówczesną średnią temperaturę roczną.

Szczególnie problematyczną jest wartość powyższej metody dla formacji dawniejszych; bardzo ryzykownym przedsięwzięciem jest wysnuwanie tutaj jakichkolwiek wniosków z charakteru fauny i flory. Znacznie ważniejszy jest inny rodzaj badania, wyjaśniający rozprzestrzenienie poszczególnych typów w obrębie rozmaitych formacji. Pomijamy tu pytanie, czy najbliższe żyjące krewniaki form badanych przebywają obecnie w klimacie zimnym czy ciepłym, staramy się tylko wykryć, czy w starych okresach są jakie różnice w rozprzestrzenieniu geograficznym organizmów, zależne od większej lub mniejszej odległości od bieguna. W ten sposób stwierdzamy przedewszystkiem, czy w pewnym okresie istniał podział na strefy klimatyczne czy też nie; chociaż zadanie takie jest dość ograniczone, wielkim wszakże byłoby postępem, gdyby można było je rozwiązać dla wszystkich rozdziałów historii ziemi. Dopiero gdy tego dokonamy, gdy mniej więcej ustalone będą dla wszystkich okresów granice uwarunkowanych temperaturą morza „pasów homoiozoicznych“, czyli stref z analogiczną fauną morską, możliwym będzie dalszy postęp. Dopiero wtedy podjąć będzie można pytanie, czy dawniej wogóle panował klimat cieplejszy, czy też naprzemian następowały peryody cieplejsze i zimniejsze, i które okresy z historii ziemi do jednej lub drugiej kategorii zaliczyć należy.

Rzecz prosta, dla badań tego rodzaju przedewszystkiem konieczną jest nader rozległa znajomość rozprzestrzenienia i rozwoju rozmaitych formacji. Ostatnie czasy na szczęście w tym właśnie kierunku ogromnie rozszerzyły nasze wiadomości. Coraz częstsze bywają podróże do odległych krajów, coraz nowe obszary otwierają się dla nauki; wśród śmiałych pionierów w obcych częściach świata i wśród tych, co podróże planują i organizują, coraz bardziej utrwała się przekonanie, że nie dość jest wzdłuż i wszerz przebiedz wielkie obszary i przywieźć mapy i notatki geograficzne, lecz że należy zarazem zbierać materiały użyteczne dla historii naturalnej przejechanych krajów.

Z posiadanych przez nas faktów nie odrazu wyłania się przejrzysty obraz, dający z łatwością poznać wpływ warunków klimatycznych. Niepodobna prawie porównywać z sobą utworów, występujących w bardzo rozmaitych typach facjalnych; zbożenia, wywołane przez rozdział geograficzny, przez przynależność do rozmaitych mórz lądami przegrodzonych lub do odmiennych mas lądowych, należy odróżnić od zmian, które zależą od warunków klimatycznych. Wogóle koniecznie trzeba wyrobić sobie pojęcie o rozmieszczeniu lądów i mórz podczas poszczególnych okresów.

Doszliliśmy w ten sposób do nowego, najtrudniejszego zadania geologii historycznej — odtwarzania starych lądów i mórz. Choć na pierwszy rzut oka bardzo prostem się wydaje zobaczyć na mapie geologicznej, w których okolicach dla każdej poszczególniej formacji zaznaczono utwory morskie, i okolice te za ówczesne morza uważać, wszakże pobieżne nawet zastanowienie się dowiedzie zupełnej nieprzydatności podobnej metody. Nie uwzględnilibyśmy przytem olbrzy-

miego działania denudacji, która burzy potężne szeregi warstw, a co do wszystkich obszarów, obecnie przez morza zalanych, wogóle żadne nawet kombinacje nie byłyby możliwe. Tu znowu kierować się musimy rozprzestrzenieniem rozmaitych form zwierzęcych i roślinnych; należy następnie bacznie zwracać uwagę na cechy poszczególnych utworów, które wykazują, czy utwory te powstały w pobliżu wybrzeża, czy też wśród otwartego morza. Naturalnie, nie uda się nigdy ułożyć choćby mniej więcej ścisłych map rozkładu lądu i morza podczas poszczególnych okresów; w przeważnej części nie poznamy nigdy rozczłonkowania lądów, położenia wysp, które w każdej epoce, jak i dziś, z pewnością w ogromnej istniały ilości; możemy oznaczyć zaledwie przybliżone położenie lądów i mórz, a tylko w wyjątkowych przypadkach wnikać bardziej w szczegóły. I tu stoimy dopiero u progu poznania, choć liczyć możemy na szybki postęp wobec pośpiesznego wzrostu wiadomości o zawierających skamieniałości utworach odległych krajów; o ile zaś trudnem jest rozwiązanie owego zadania, o tyle doniosłem jest jego znaczenie. Gdy poznamy rozkład lądów i mórz podczas większej ilości okresów historii ziemi, sam przez się niemal rozjaśni się cały szereg najtrudniejszych zagadnień geologii dynamicznej. Natychmiast odpowiedzię będziemy mogli na pytanie o stałości lub zmienności cokółów lądowych i zagłębi morskich; będziemy mogli osądzić, czy przy zmianach stanu wody i lądu główną odgrywają rolę wahania poziomu morza, czy też wzniesienie się i opadanie ziemi; czy zachodzi kolejny przypływ wody od biegunów do równika i odwrotnie, czy też woda naprzemian nagromadza się to na półkuli południowej, to znowu na północnej. Na niektóre z tych kwestyi już nasze obecne wiadomości rzucają nieco, acz bardzo słabego światła, lecz pozostaje do zrobienia nierównie więcej.

## Geologia polowa.

Poznaliśmy wielkie znaczenie geologii historycznej dla całego szeregu najważniejszych kwestyi teoretycznych; dokładna znajomość następstwa warstw jest równie doniosłą dla kwestyi praktycznych, co stąd już łatwo wymiarkować, że najważniejsze kopaliny pożyteczne, jak wszystek węgiel, większa część żelaza, nafta i wiele innych, mają swe złoża w skałach warstwowanych. Z kolejnego następstwa warstw i z zawartych w nich skamieniałości wnosić częstokroć można, czy jest nadzieja znalezienia w danym miejscu, na takiej a takiej głębokości, żelaza, węgla i t. p. i czy te minerały występują w warunkach, umożliwiających zyskowną eksploatację.

Pod tym względem fałszywe częstokroć panują przekonania co do zadań i czynności geologa. W cywilizowanych przynajmniej krajach bardzo chyba rzadko badaniom geologa zawdzięczać należy pierwsze odnalezienie węgla, rud i t. p., leżących bezpośrednio na powierzchni; rzeczy te dostatecznie rzucają się w oczy, aby nie-specjalista mógł je zauważyć, a mieszkańcy danej okolicy znają je od dawna. Geolog lub geologicznie wyszkolony górnik ma przeważnie tylko oznaczyć ich wartość. Muszą oni często ostrzegać przed przecenianiem takich złazisk, a w wielu przypadkach pominięcie podobnej rady pomściło się dotkliwie. Tam, gdzie istotnie znajdują się cenne minerały, badanie geologiczne dostarcza danych co do rozprzestrzenienia i bogactwa pokładu w głębi, które są potrzebne do eksploatacji racjonalnej;



badanie to może również wskazać, gdzie w głębi z pewnem prawdopodobieństwem spodziewać się można pokładów węgla, które inaczej nigdy nie byłyby dostępnymi dla eksploatacyi.

Ze wszystkiego, co powyżej było wyłożone, widać, jak poważne zadania ma rozwiązać geologia historyczna wraz z paleontologią, jak znaczne trudności stoją na jej drodze, jakiej trzeba uciążliwej pracy i bacznej a surowej krytyki, aby o krok chociaż w rozumieniu zagadnień natury ogólnej się posunąć. Podstawę stanowi jak najbardziej staranne i sumienne badanie wszelkich stosunków miejscowych bez jakichkolwiek z góry powziętych (apriorystycznych) poglądów teoretycznych. W tym kierunku otwarta jest droga, na której każdy, nawet bez wiedzy głębokiej, pilnością i starannością, otwartemi oczyma i zamiłowaniem zbrojny, rzeczywisty i trwały nauce przynieść może pożytek. Posuwa naprzód geologię każdy, kto w okolicy choćby mniej pod względem geologicznym ciekawej spędza wolne chwile, z młotkiem w rękę obchodząc góry i doliny, kto bada kolejne następstwo warstw na każdym urwisku, w każdym kamieniołomie, w każdej gliniance, kto zbiera skamieniałości i chowa je, ściśle określając miejsce i pokład, w którym je znaleziono. Każdy miłośnik przyrody znajdzie w takim zajęciu niewyczerpane źródło zadowolenia i wciąż świeżej podniety; stopniowo w jego oczach wyjaśniać się będzie geologiczna budowa okolicy, gdy każda nowa wycieczka wiadomości jego wzbogaci, gdy za pomocą dłuta i igły do preparowania z niepozornego kawałka skały piękną skamieniałość wydobędzie, gdy zbiory jego obfitować będą w liczne i piękne okazy.

Niezbędne wyekwipowanie geologa składa się przedewszystkiem z dobrego młotka geologicznego i kompasu górniczego, z torby, papieru do pisania etykiet i do zawijania okazów, z notatnika i ołówka. Nadzwyczaj pożyteczne są dobre mapy, gdyż najłatwiej wyrobić sobie ogólny pogląd na budowę geologiczną, śledząc na mapie marszrutę każdej wycieczki, zdając sobie w każdej chwili doskonałą sprawę z miejsca, gdzie się znajdujemy i zaznaczając natychmiast na mapie każde spostrzeżenie za pomocą kilku liter lub słów.

Pierwszem zadaniem badacza lokalnego będzie odnalezienie osadów, zawierających skamieniałości. Utwory takie zrzadka tylko występują w wielkiej ilości i są tak wybitne, że niepodobna prawie ich przeoczyć; zazwyczaj trzeba pewnej wprawy, aby poznać, że dana skała zawiera skamieniałości, i aby czasu zbytnio nie tracić w miejscach, gdzie poszukiwania byłyby bezowocne. Zazwyczaj próżne są poszukiwania w skałach litych (masywnych), w łupkach krystalicznych lub w wapieniach wyraźnie krystalicznych o złożeniu cukrowatem. Z normalnych skał warstwowych bardzo grubo uławicone, mianowicie czerwone piaskowce bardzo rzadko zawierają skamieniałości; jest ich również bardzo mało w gruboławicowych czystych wapieniach i dolomitach; jednakże w tych ostatnich skałach obfitszy połów zapowiadają niekiedy miejsca o lokalnem czerwonym zabarwieniu.

Znalazłszy gdziekolwiek skały obnażone, t. j. nie pokryte gruzem lub próchnicą, przedewszystkiem pilnie oglądamy powierzchnie zwierzęłe, aby znaleźć przekroje lub wgłębienia po zwierzęcych skamieniałościach. Gdy można żywić pewną nadzieję na powodzenie, należy młotem rozbić w miarę możności jak najwięcej brył; płyty skał łupkowych rozłupuje się ostrzem młota. Na skałach ilastych zbieramy najpierw wszystko, co nad powierzchnią gliny wystaje, a potem motyką i łopatą



każemy kopać ziemię. Szczegóły zbierania należy w każdym przypadku samemu zdecydować; czasami trzeba rozbić bardzo wiele brył, kiedy indziej wypada poprzestać na tem, co wietrzenie wypreparowało, gdyż skamieniałości przy rozbijaniu skały nie oddzielają się od niej. Wyczerpujące wyzyskanie miejsc, zawierających skamieliny, jest właśnie głównem zadaniem geologa lokalnego; może on często zwiedzać tę samą miejscowość, wejść w stosunki z robotnikami, pracującymi w kamieniołomach, gliniarkach i t. p., ze studniarzami, aby zbierać przez nich znalezione okazy i dowiadywać się o nowych odsłonięciach. Przy budowie dróg bitych i kolei żelaznych, przy kopaniu fundamentów i w wielu innych przypadkach niekiedy na krótko zostaje odsłonięta warstwa obfitująca w skamieniałości, która później przez dziesiątki lat może być znowu zupełnie niedostępna. Kto sam nie robił gruntownych badań paleontologicznych, powinien zabierać każdy okaz dobrze zachowany, który mu w ręce wpadnie, choćby jeden gatunek przez setki okazów był reprezentowany, gdyż częstokroć do rozwiązania pewnych zagadnień właśnie niezbędnym jest bardzo bogaty materiał jednej tylko formy. Oprócz skamieniałości należy brać jeszcze próbki skał gliniastych i marglowatych, aby je zbadać co do zawartości szczątków organizmów mikroskopowych.

Gdy w pewnym miejscu następują po sobie kolejno dobrze odsłonięte rozmaite warstwy, różniące się właściwościami materiału skalnego i skamieniałościami, należy ściśle ustalić ich kolejne następstwo, ułożyć ich „przekrój“, w którym powinny być zamieszczone wszystkie obserwacje. Jako przykład podamy przekrój, zanotowany w jurze Sette Comuni na północ od Vicenzy:

„Koło Asiago, o kilka minut na południe od Tanzer Loch; zbrocze od strony Val d'Assa; przekrój zanotowany 26 kwietnia 1871. Układ warstw prawie poziomy; w głębi potężne dolomity tryasowe z *Turbo solitarius*, powyżej warstwy zasypane piargiem, wyżej jeszcze następują od dołu ku górze:

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Szara bitumiczna glina łupkowa z <i>Lithiotis</i>, około 2 stóp.</li> <li>2) Szare wapienie marglowate ze szczątkami roślin lądowych, lecz bez skamielin morskich, 1,5 stopy.</li> <li>3) Glina łupkowa z <i>Lithiotis</i>, 1,5 stopy.</li> <li>4) Cienka szara ławica wapienia, prawie wyłącznie z małych skorupek ostryg złożonego, 2 cale.</li> <li>5) Wapień bez skamieniałości, 10 stóp.</li> <li>6) Wapień z <i>Terebratula Rozzoana</i> i <i>Renieri</i>, 6 stóp.</li> <li>7) Około 12 stóp zakrytych przez usypisko.</li> <li>8) Szara ławica wapienia z <i>Terebratula Renieri</i>. Grubość?</li> <li>9) Żółty wapień dolomityczny bez skamieniałości, 5 stóp.</li> <li>10) Wystająca nakształt kłody ławica wapienia bez skamieniałości, 2,5 stopy.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>11) Cienka warstwa szarej i czerwonej gliny, 1 cal.</li> <li>12) Grube, pienkowane ławice wapienia z <i>Lithiotis</i>; najgłębsza zawiera i <i>Terebratula Renieri</i>, 30 stóp.</li> <li>13) Ławica z <i>Terebratula Rozzoana</i>, 9 cali.</li> <li>14) Żółtawa i czerwona, bulasta ławica wapienia bez skamieniałości, około 6 cali grubą, miejscami soczewkowato nabrzmiewająca do 3 stóp miąższości, a wówczas z niezliczonemi, lecz przeważnie pogruchotanemi skamieniałościami; niektóre z nich dobrze zachowane: <i>Stephanoceras rectelobatum</i>, <i>Posidonomya alpina</i>, <i>Terebratula curviconcha</i>, <i>Pentacrinus</i>.</li> <li>15. Przekrój kończą ku górze potężne czerwone wapienie amonitowe“.</li> </ol> |
|--|---|

Ścisłe zdejmowanie takich przekrojów posiada zawsze trwałą wartość, a nawet po wielu latach, w razie gdyby opisane obnażenie stało się niedostępnem, no-

tatka tego rodzaju może nabrać bardzo wielkiej wagi. Zbytecznym jest ścisły opis, gdy mamy do czynienia z szeregiem warstw o jednakowych właściwościach skalnych i bez wyraźnych różnic w skamieniałościach lub też zgoła bez skamieniałości.

Należy starać się o odszukanie w innych punktach okolicy warstw, znalezionych w jednym miejscu, aby z kombinacji poszczególnych spostrzeżeń i przekrojów ułożyć całkowite lokalne następstwo warstw. Następnie, po zwiedzeniu wielu poszczególnych odsłoneń w sąsiedztwie, uda się nam zapewne odtworzyć obraz budowy całej okolicy, o ile budowa ta nie jest nadmiernie zakłócaną lub też o ile roślinność, napływy i gruz nie zakrywają zbyt wielu skał starszych. Wyniki zostają notowane na mapie i na podstawie możliwie największej ilości odsłoneń zaznaczane są granice poszczególnych płatów skalnych; wreszcie powierzchnię, zajęta przez każdy poszczególny utwór górski, pokrywamy osobną barwą.

Zdejmowanie map geologicznych jest zadaniem specjalnym, w którego rozstrzygnięciu geologia historyczna ma bardzo ważny udział. Wielkie znaczenie praktyczne dokładnych map tego rodzaju dla górnictwa, gleboznawstwa i w wielu innych kierunkach zniewoliło wszystkie państwa cywilizowane do powierzenia wykonywania tego dzieła osobnym instytucjom. Najpierw uczyniła to Anglia, potem Austria, później zaś wszystkie prawie państwa Europy<sup>1)</sup>. Największym bezspornie przedsięwzięciem tego rodzaju jest geologiczna kartografia Prus i krajów Turynijskich. Większość innych państw niemieckich przystosowała swoje geologiczne zakłady kartograficzne do tegoż typu. Dzięki temu za kilka dziesiątków lat będzie gotową mapa geologiczna Niemiec, o ile z dotychczasowych prób sądzić można, nie mająca sobie równych pod względem ścisłości i przejrzystości.

Map geologicznych niepodobna do tego stopnia doskonałości doprowadzić, aby bez wszelkich błędów odzwierciedlały budowę pewnego obszaru i rozprzestrzenienie na nim skał. Prawie wszędzie przeważnie większą część powierzchni pokrywa gleba uprawna lub roślinność, a mapa powinna odtwarzać budowę miejscowości tak, jakby się budowa ta przedstawiała po usunięciu tych powierzchniowych pokładów; jest ona przeto wynikiem kombinacji teoretycznych, graficznym wyrazem wyobrażenia, które sobie wytworzył o geologicznej budowie okolicy dostrzegacz naukowy na podstawie zaobserwowanych odsłoneń. Im większą jest ilość tych ostatnich, im bardziej były one badane i na mapie oznaczane, tem mniejsze jest prawdopodobieństwo błędu. Wyłączonym on wszakże nie jest nigdy, wyjąwszy miejscowości, gdzie, jak w Saharze, skały występują bez osłony roślinności i próchnicy.

Jeżeli tedy możliwość błędu istnieje nawet przy licznych obserwacjach, to oczywiście wzrasta ona w znacznej mierze w przypadkach, gdy ilość pozytywnych punktów oparcia jest mniejsza; jednakże geolog często bywa zmuszony układać mapę geologiczną na podstawie stosunkowo skąpych danych. Ponieważ mapa taka jest tylko graficznym wyrazem poglądu, jaki geolog sobie o budowie danego kraju wyrobił, przeto samemu podejmowaniu prób tego rodzaju nic zarzucić nie można, byleby tylko wiadomem było, jakiego rodzaju są podstawy pozytywne, oraz byleby nie usiłowano nadać robocie pozoru większej dokładności. O ile prawidła te bywają

<sup>1)</sup> Urzędowych zdjęć brak tylko w Bułgarii, w Turcyi i w Grecyi.

przestrzegane, mapa nawet przy niewystarczających danych faktycznych, zawsze jest pożądaną, ponieważ w każdym razie daje ona lepszy od szczegółowego opisu obraz budowy pewnego kraju.

Należy przytem ściśle odróżniać badania ogólne i badania szczegółowe; te ostatnie winny dawać przez możliwie ściśle obserwacye wszystkich zjawisk, na danym obszarze widzialnych, dokładny obraz pewnej miejscowości, o ile na to sama jej natura pozwala; zadaniem zaś tamtych jest w pewnym, zwykle dość ograniczonym czasie zebrać możliwie największą ilość faktów i należyte je przedstawić. Obiedwie metody mają swe uzasadnienie: w kraju znanym wartość posiadają tylko badania szczegółowe, błędem byłoby natomiast zaczynać od nich, gdy chodzi o badanie mało znanego kraju; tu należy przedewszystkiem ustalić jasno znamiona zasadnicze, choćby w pobieżnym zarysie, zanim zacząć będzie można badania bardziej szczegółowe.

## 2. Starsze utwory paleozoiczne.<sup>1)</sup>

TREŚĆ: Okres paleozoiczny. — System kambryjski. — Fauna systemu kambryjskiego. — Fauna systemu sylurskiego. — Różne typy syluru. — Przykłady rozwoju syluru. — Fauna dewońska. — Rozwój i rozprzestrzenienie dewonu.

### Okres paleozoiczny.

Okres paleozoiczny, najstarszy z trzech wielkich działów, na jakie dzielimy szereg osadów, zawierających skamieniałości, obejmuje pięć systemów: 1) system kambryjski, 2) system sylurski, 3) system dewoński, 4) system węglowy (karbon), 5) system permski.

Cały ten szereg warstw może dochodzić do 25 000 m ogólnej grubości (miąższości), jeżeli dla każdego systemu przyjmiemy maksymalną grubość, jaką gdziekolwiek osiąga. Bardzo wielką jest ilość zawartych w nim faun kolejnych i niezmiernym przeciąg czasu, podczas którego się on osadzał. Bardzo znacznym zmianom w tym okresie podlega świat organiczny: ani jedna forma nie przeżyła całego okresu lub przynajmniej większej części jego. W każdym razie są pewne cechy charakterystyczne, które odróżniają te praczasy od epok późniejszych, a przedewszystkiem od czasów nowszych, i nadają tworom ówczesnym wygląd dziwaczny i w oczach naszych niepoczesny. Na całej ziemi niema jeszcze roślin kwiatowych; olbrzymie skrzypy, paprocie drzewiaste, sygilarye i lepidodendrony (ogromne drzewa, pokrewne naszym niepozornym widłakom) panują w lasach wraz z drzewami iglastymi i sagowcami. Krajobrazu nie ożywia żaden ptak, żadne zwierzę ssące; najwyżej uorganizowanymi zwierzętami są skrzeki (płazy) i kilka gadów — gnuśne, zimnokrwiste stworzenia. Między owadami brak pstrych motyli, much i pszczoł oraz wszystkich wogóle form, których życie zależy od dwuliściennych roślin kwiatowych. Najliczniejsze są Blattinae, pokrewne karaczanom, dalej idą strasznykowate (Phasmidae), szarańcze, może chrząszcze i pewna ilość innych, po części niezwykłych typów. Obok nich

<sup>1)</sup> („Góry szarogłazowe lub przechodowe”).



występują długonogie pajęczaki pokrewne kosarzom, rzadkie pająki właściwe, skorpiony i krocionózki (wije); gdy dodamy pewną ilość ślimaków lądowych, to wyczerpiemy wszystko, co nam o faunie lądowej wiadomo.

W wodzie panami stworzenia są liczne skrzeki (płazy) i kilka gadów. Ryby są bardzo liczne, lecz ryby kościste, które obecnie są w większości, jeszcze się nie pojawiły; spotykamy natomiast ryby kostołoskie z rombami łuskami, pokrytymi szklivem, ryby opancerzone, których ciało okrywa pancerz z potężnych płyt kostnych, i rekiny. Obok tych przedstawicieli kręgowców istnieje prawie nieprzejrzana armia form niższych: liczne skorupiaki, częstokroć dziwacznych kształtów, pełzają po ilastym dnie morza, piękne skorupy głowonogów, liczne bruchonogi (ślimaki), małże i ramienionogi, szkarłupnie ozgrabnej, obficie przyozdobionej postaci znajdują się w niektórych miejscowościach masami, koralce wreszcie budują rafy; z nich i z całego szeregu innych typów widać, że różnorodność form niższych zwierząt morskich nie była mniejsza, niż obecnie.

Powyższy obraz życia paleozoicznego otrzymujemy tylko kombinując skamieniałości, znajdujące w rozmaitych systemach. Skrzeki (płazy) i gady, pajęczaki



Rys. 3. Radiolarie z przedkambryjnych łupków krzemianych z Saint-Lô (Bretania): 1) *Acanthosphaera*; 2) *Staurosphaera*; 3) pokrewna z *Lynodictyum*. Silnie powiększone. (Wedł. Cayeux).

i owady z niewielu wyjątkami, a ślimaki lądowe bez wyjątku znajdują się tylko w utworach młodszych; w najstarszych niema nawet śladu roślin lądowych. Zgodnie z rzeczywistością geologowie dawniejsi łączyli trzy pierwsze systemy (kambr, sylur i dewon) w wielki podział grupy paleozoicznej, przeciwstawiając go działowi późniejszemu (system węglowy i permski), nacechowanemu obfitą

roślinnością lądową i występowaniem skrzeków i gadów. Rozpatrzmy przedewszystkiem ową pierwszą połowę grupy paleozoicznej, znaną pod od dawna w historii geologii przyjętą nazwą formacji szarogłazowej, czyli przechodowej.

Po raz pierwszy w systemie kambryjskim pojawia się obfite życie organiczne, lecz i tu bynajmniej nie znajdujemy jego pierwocin. W ostatnim rozdziale tomu pierwszego widzieliśmy, że system kambryjski poprzedzają niezmiernie potężne łupki krystaliczne, które są uwarstwione i późniejszym przeobrażeniom zawdzięczają swoje odrębne właściwości skalne. Obecność wapieni, grafitu i antracytu prawdopodobnem czyni przypuszczenie, że organizmy istniały już podczas niezmiernie długiego czasu powstawania łupków krystalicznych (porównaj t. I, str. 721). Właściwie tedy geologia historyczna powinna przedewszystkiem zająć się dziejami utworów archaicznych. Istotnie wiele prób w tym kierunku podejmowano i w pewnych miejscowościach udało się ustalić następstwo lokalne łupków krystalicznych. Mianowicie w Anglii i w Ameryce Północnej zajmowano się pilnie podziałem młodszych łupków krystalicznych — piętra algonkianckiego badaczy północno-amerykańskich — a odróżnionym grupom warstw nadano — niby formacyom — szereg nazw osobnych. Osiągnięto pozorne podobieństwo do podziału utworów ze skamieniałościami, lecz w rzeczywistości nazwy te są wy-

tworami sztucznymi, pozbawionymi treści prawdziwej, żywej wobec braku skamielności. Dlatego też daje się czuć brak niezawodnych punktów oparcia, gdy usiłujemy rozstrzygnąć pytanie, które z podobnych utworów w rozmaitych a odległych miejscowościach za jednoczesne uznawać należy.

Lecz to nie powinno powstrzymywać badaczy od wysiłków ku lepszemu zrozumieniu różnorodności młodszych łupków krystalicznych. Już jeden wynik pozytywny zaznaczyć możemy, mianowicie przekonanie, że w tym wielkim szeregu warstw niejednokrotnie zachodziły przerwy w nawarstwianiu. Nie możemy jednakże wchodzić w szczegóły wytwarzającego się tutaj dopiero podziału warstw na grupy. Musimy poprzestać na tem, co się w tej sprawie dotychczas powiedziało (t. I, str. 716). Jeden tylko ważny fakt przytoczyć musimy, mianowicie występowanie radiolaryi w przedkambryjskim łupku krzemienym z Saint-Lô w Bretanii.

Co prawda wielokrotnie już rozchodziły się wieści, że w przedkambryjskich warstwach Ameryki Północnej udało się odkryć ślady skamielin, lecz niebawem podawano w wątpliwość już to organiczną naturę tych okazów, już to przynależność warstw do formacji przedkambryjskiej. Oba te zarzuty nie dotyczą znalezisk z Saint-Lô: łupki krzemienne z radiolaryami leżą niewątpliwie wśród fillitów przedkambryjskich, a o ich organicznej naturze (rys. 3) także chyba wątpliwość niepodobna. Szczególnie są nadzwyczaj drobne wymiary i różnorodne kształty tych radiolaryi: już w tych warstwach prastarych istnieją współrzędnie formy bardzo proste i bardzo skomplikowane. Poniżej (str. 53) powrócimy jeszcze do znaczenia tego faktu i do budowy radiolaryi; tu napomniemy tylko, że znalezisko to pozwala żywić nadzieję zrobienia w przyszłości innych odkryć podobnych, choć nigdy w warstwach przedkambryjskich obfitego życia organicznego nie znajdziemy.

### System kambryjski.

Na pewnym czujemy się gruncie dopiero w utworach epoki kambryjskiej. Łupki krystaliczne ku górze przybierają coraz bardziej cechy osadów zwykłych; towarzyszą im piaskowce, zlepieńce i łupki gliniaste. Później następuje

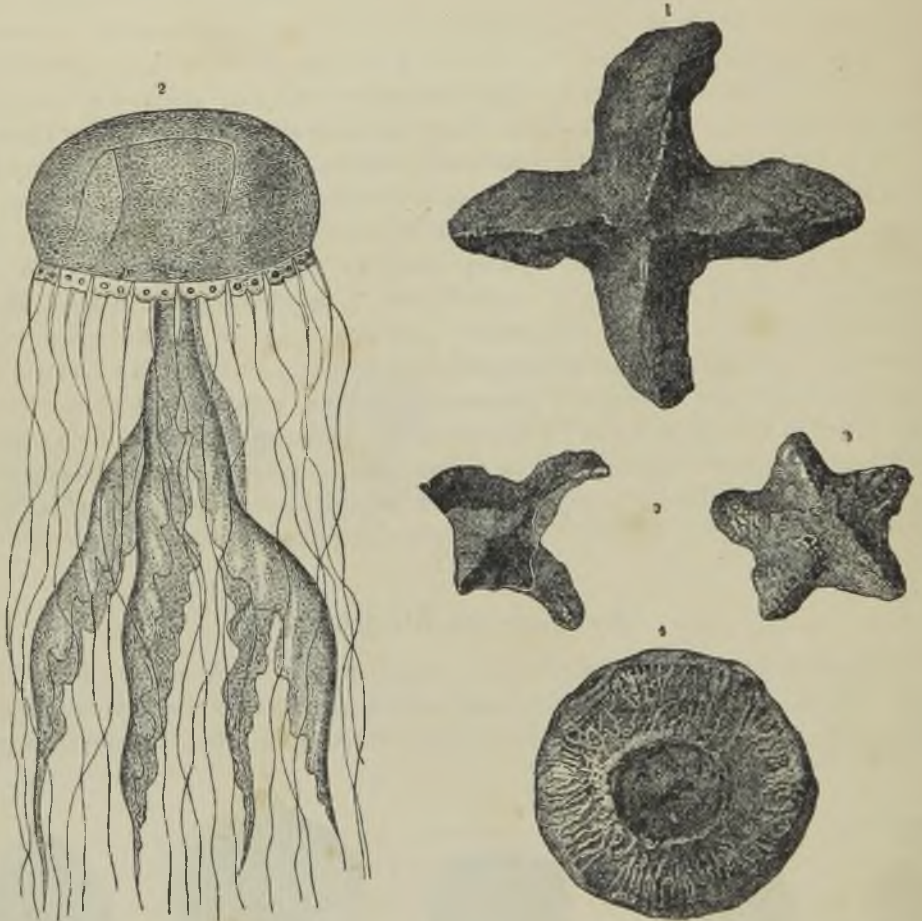


Fig. 4. *Bambalozagi* kambryjskie: 1) *Lingulella ferruginea*, w wielkości naturalnej i powiększona; z dolnego Harbecku Wals. Najstarsza pewna skamielność dotychczas znaleziona; 2 do 5—*Obolus Apollinis*, z obalic Petersburga; nieco powiększony. (Wedł. Zittla).

przerwa w osadach i pojawiają się warstwy kambryjskie, które się zazwyczaj zaczynają zlepieńcami dennymi lub gruboziarnistymi utworami przybrzeżnymi, częstokroć przekraczającą ulawionymi na utworach starszych. Jest to szczególnie widoczne tam, gdzie łupki krystaliczne są sfaldowane, warstwy kambryjskie natomiast leżą poziomo, jak w Rosyi i Ameryce Północnej (porównaj t. I, str. 396).



Badanie utworów kambryjskich zaczęło się w Anglii, gdzie Sedgwick pierwszy wydzielił je w system osobny, któremu nadał miano od gór Kambryjskich w Walii. Tu potężnie zaburzone i wypiętrzone osady osiągają grubość kilku tysięcy metrów. Najniższe utwory tego systemu składają się z czerwonych i fioletowych łupków, z różnobarwnych zlepieńców, piaskowców i brekcyi. Zlepienie z okruchów skał archaicznych uważane są za zlepieniecenne, powstałe pod wpływem naporu morza kambryjskiego, które niszczyło ląd archaiczny. Przez czas



Rys. 5. 1) Spatangopsis, z dolnokambryjskich piaskowców Szwecyi; 2) Żywa meduza; 3) Odlew gipsowy jamy ciała żywych meduz; 4) Odcisk meduzy na kambryjskim piaskowcu ze Szwecyi. (Wedł. Nathorstal).

długi z warstw tych, zwanych na północy Walii grupą Longmyndzką, na południu Caerfaiską, znano tylko niewyraźne szczątki, niesłusznie przypisywane fukoidom, morszczyinom; dopiero później znaleziono małego ramienionoga ze skorupką rogową, *Lingulella ferruginea* (rys. 4, 1), drobną, niepozorną skamielinę, która ciekawą jest tylko ze względu na swój wiek niezmiernie podeszły. Ponad warstwami temi znowu leżą utwory przybrzeżne, mianowicie potężne piaskowce, t. zw. grupa Harlechska, ze śladami fal i spękaniem, powstałymi przez wysychanie. W większości punktów grupa Harlechska jest nader uboga w skamienia-

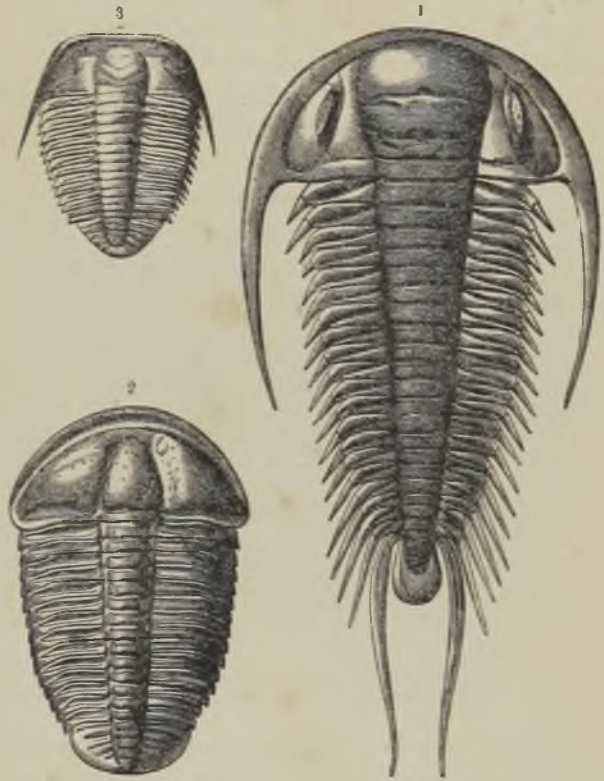


łości, tylko w okolicy St. Davids w Walii południowej, w wyższych jej poziomach znajdują się liczne skamieniałości, mianowicie trylobity. W większej ilości znajdują się one również w kambrze środkowym, w grupie Meniviańskiej; dość obfitym w skamieniałości jest również górny oddział kambru, ciemne łupki lingulowe (grupa Festiniogska). Ten najpotężniejszy dział kambru angielskiego, mierzący do 1600 m, wziął swą nazwę od skorupek rodzaju *Lingula*, które miejscami masowo występują. W łupkach tych odróżniają trzy podpiętra. Za najwyższy poziom kambru uważane są w Anglii warstwy Tremadokskie, leżące nad łupkami lingulowymi, gdyż zawierają one jeszcze rodzaj trylobitów *Olenus* typowy dla kambru górnego (rys. 6); może lepiej byłoby wszakże warstwy te zaliczać do syluru, gdyż zawierają one zarazem już liczne skamieniałości sylurskie. Nie raz jeszcze spotkamy podobne utwory przejściowe między dwoma systemami.

W Anglii zachodniej ściśle odgraniczenie kambru od góry jest ułatwione, gdyż pojawia się tam pokład, obfitujący w gatunek graptolita — *Dictyonema flabelliformis* (patrz rys. 38, 11 i 12); pokład ten jest nader ważny wobec szerokiego rozprzestrzenienia w Europie północnej i uważany jest jako najwyższy poziom graniczny utworów kambryjskich.

Podczas gdy utwory kambryjskie Anglii i Szkocji są silnie zaburzone i składają się

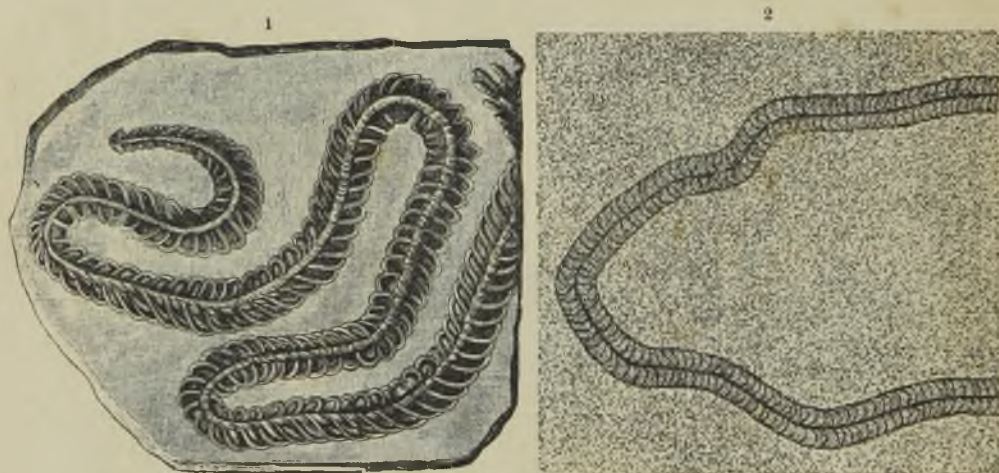
z twardych piaskowców, łupków gliniastych i kwarcytów, w rosyjskich guberniach nadbałtyckich niespodzianie znajdujemy zgoła odmienny rodzaj wykształcenia. W niezaburzonem położeniu na utworach archaicznych pojawiają się tu poziomo uwarstwione gliny błękitne, takie, jakie gdzie indziej zwykle znajdujemy wśród utworów trzeciorzędowych; z glin tych składa się najniższy, do 100 m gruby poziom kambru, który ku górze przechodzi w naprzemianległe warstwy gliny i piasku. Te ostatnie właśnie są nader ważne, gdyż znaleziono w nich oprócz drobnych szczątków, uważanych w części za ortocerasy, jeden gatunek trylobitów (*Olenellus Mickwitzi*), najstarszego geologicznie przedstawiciela tych osobliwych skorupiaków. Powyżej leży na 10–15 m gruby pokład piaskowca bez skamieniałości, a na tym znowu kruche piaskowce, które cechuje częsta obecność grupy



Rys. 6. Trylobity kambryjskie: 1) *Paradoxides* i 2) *Conococephalus* z Czech (wedł. Barrandeau); 3) *Olenus* ze Szwecji (wedł. Angelina).

ramienionogów *Obolus* (rys. 4, 2-5), charakterystycznej dla tych utworów przedwiecznych. System kończy się u góry jak w Anglii łupkami ze szczególnymi *Dicyonemami* (p. rys. 38, 1112); leżące powyżej piaski glaukonitowe, w których znaleziono najstarsze dotychczas znane otwornice, należą już do syluru.

W znacznej części Skandynawii panuje również uławicenie niezaburzone i poziome. W Gotlandyi zachodniej na samym dole leży potężny utwór piaskowcowy, którego część spodnia nosi nazwę piaskowca eofitonowego, górna — piaskowca fukoidowego. W warstwach tych znajdują się osobliwe skamieniałości, których istotę wykryły dopiero subtelné badania Nathorsta. Od dawna już z osadów tych znano pod nazwą *Spatangopsis*, *Protolyellia* i t. p. szczególne ciała piramidalne o czterech lub pięciu płatach (rys. 5). Nathorst podczas swych badań na wybrzeżu morskiem zauważył, że niektóre z tych ciał są zdumie-



Rys. 7. 1) *Nereites cambrensis* (wedł. F. Römera); 2) Ślady żyjącej *Purpura lapillus*, pełzającej po miękkim ile gliniastym, dla porównania z *Nereites cambrensis* (wedł. Etheridgea i Nicholsona).

wajaco podobne do odcisków, które na dnie pozostawiają meduzy, a jeszcze bardziej do sztucznych odlewów jamy ciała tych zwierząt. Inne znowu szczątki, opisane jako rośliny pod nazwami *Bilobites*, *Cruziana*, *Eophyton*, są prawdopodobnie odlewami śladów, jakie na piaszczystem wybrzeżu morza pozostawiły nieznane zwierzęta pełzające. Zdumiewajaco podobne są naprzykład utwory znane jako *Nereites cambrensis* do śladów *Purpura lapillus* (rys. 7, 112). Niektóre z tych form może są tylko wypełnieniami przypadkowych odcisków, jakie wytwarzają na piasku nadbrzeżnym rozmaite poruszane przez fale przedmioty, jak np. pęki morszczyń i t. p. Domniemane te szczątki roślinne nie znajdują się nigdy na górnej powierzchni ławic piaskowca, lecz zawsze jako płaskorzeźby na dolnej powierzchni, jak być powinno, jeśli to są istotnie odlewy śladów pełzania.

W wyobraźni stoimy tedy na odwiecznym wybrzeżu, na które, jak na brzegi mórz dzisiejszych fale wyrzucały całe roje meduz i które ożywiały liczne i różnorodne zwierzęta, po całym zaś tym świecie zwierzęcym zaledwie cień dostał się nam w mizernym spadku. Szczątki podobne znajdują się również we wspomnianych już warstwach gliniastych i piaskowcowych z *Olenellus Mickwitzi* w kam-



brze rosyjskim; warstwy te przeto powinny być współczesne szwedzkim piaskowcom eofitonowym: są to również utwory brzegowe. Jednoczesne osady kambru angielskiego, choć zupełnie odmienne z wejrzenia, to mają wspólnego z piaskowcem eofitonowym Gotlandyi zachodniej i z odpowiednimi piaskowcami Rosyi, że są także osadami przybrzeżnymi. Cecha ta wyraźnie występuje i u najniższych utworów kambryjskich Norwegii, które składają się z prawdziwych zlepieńców dennych — ze „sparagmitów“ geologów skandynawskich.

Na górnej granicy piaskowca fukoidowego spotykamy poziom ważny: pojawia się tu trylobitowy rodzaj *Olenellus* (rys. 8), wielce charakterystyczny dla fauny kambru dolnego. Powyżej leżą ciemne łupki bitumiczne, dawniej używane do wyrobu alunu i dlatego łupkami alunowymi zwane. Zawierają one w dwu poziomach liczne szczątki trylobitów i innych zwierząt; poziom dolny cechuje rodzaj *Paradoxides*, górny — *Olenellus*. Nareszcie górną granicę kambru, jak w Rosyi i Anglii, stanowi łupek dityonemowy.

Ameryka Północna jeszcze bardziej niż Szwecya jest uprzywilejowana pod względem paleontologicznego bogactwa kambru. Poziomo uwarstwione utwory kambryjskie zajmują ogromne obszary na północo-wschodzie, pokrywając i otaczając utwory archaiczne tarczy kanadyjskiej; stanowią ważną część składową całego pasma górskiego Apalachów i pojawiają się również na zachodzie, na zboczach gór Skalistych, w stanach Nevada i Utah. W Ameryce Północnej, rzecz dziwna, w kambrze dolnym istnieje również fauna, której formą charakterystyczną jest rodzaj trylobita — *Olenellus*;



Rys. 8. *Olenellus Kjerulfi*, z góry. Część tarczy głowowej usunięto, aby uwidocznić wargę górną (hypostom) na stronie dolnej. (Wedł. Holma.)

lecz gdy Europa z tego poziomu dostarczyła nielicznych tylko form, Ameryka więcej niż 130 gatunkami zdołała wzbogacić nasze wiadomości o tych najstarszych formach zwierzęcych. Na zachodzie fauna olenellusowa leży między kwarcytem Prospect Peak w spągu i wapieniem góry Prospect Mountain w stropie; w wapieniu tym faunę warstw z *Paradoxides* zamiast pomienionego rodzaju trylobita cechuje charakterystyczny drobny rodzaj *Agnostus*. Do kambru również należą przypierające do poprzednich skał od góry łupki z Secret Cañonu i wapień hamburski, kompleks warstw do 1000 m gruby, gdyż górno-kambryjska fauna z *Olenellus* znajduje się dopiero w pokładach najwyższych tego kompleksu. Na wschodzie ładu północno-amerykańskiego na 1000 m przeszło gruby kambr dolny (grupa georgijska) złożony jest z piaskowców, piaszczystych łupków marglowych i wapieni, i zawiera również bogatą faunę olenellusową. Kambr środkowy,



czyli warstwy St. John lub grupa akadyjska składa się przeważnie z łupków i piaskowców. Do górnego kambru należą łupki „Knox“ i „Coosa“ w Apalachach (porównaj t. I, str. 372), a przede wszystkim czerwony piaskowiec potsdamski, do 2000 m grubości mierzący i zawierający częstokroć u podstawy zlepieńce; piaskowiec ten posiada wszelkie cechy utworu przybrzeżnego, mianowicie wręby faliste, ślady pełzania, ślady rurek wydrążonych przez robaki i spękania spowodowane przez wysychanie, i zawiera liczne trylobity z fauny olenusowej, ramienionogi i różne ślimaki. W znacznej części Ameryki Północnej morze górno-



Rys. 9. Przekraczanie piaskowca potsdamskiego przez granit: Granite Point, południowe wybrzeże jeziora Wyższego: Ameryka Północna. (Wedł. Irvinga).

kambryjskie było płytkie, lecz przekraczające uławicenie piaskowca potsdamskiego na znacznie starszych utworach archaicznych dowodzi, że morze to na rozległej linii brzegowej posuwało się naprzód (rys. 9). „Morze zwolna wdzierało się na ląd i sypało wzdłuż wybrzeża ławice piaszczyste z produktów zniszczenia, które ono samo wytwarzało lub które jego dopływy przynosiły. Od Arizony do Texasu, do Missouri, do Black Hills, do wschodniej krawędzi gór Skalistych, i wzdłuż granicy północnej w Minnesocie, w Wisconsinie, w Michiganie, w Kanadzie i w Adirondackach stanu New York spotykamy jeden i ten sam obraz: piaskowiec, który spoczywa na skałach przedkambryjskich i zawiera w gruncie rzeczy tę samą faunę. W pewnych miejscowościach głębokość wody szybko wzrastała, na piasku nagromadzały się osady wapienne, jak w Arizonie, w Texasie, w Black Hills i w niektórych punktach wzdłuż podnóża wschodniego gór Skalistych.“ (Charles D. Walcott).

Zdaje się, że w Europie ta wielka transgresya górno-kambryjska żadnych wyraźnych śladów nie pozostawiła, a nawet spostrzegać się dają ślady ruchu w kierunku przeciwnym. W Czechach np. brak całkowicie fauny olenusowej. Kambr górny zastępują piaskowce z podrzędnymi zlepieńcami (utwór — zdaje się — przybrzeżny), w których tylko *Lingula* się trafia, i żelaziaki oolityczne. W Czechach obfituje w skamieniałości tylko kambr środkowy, mianowicie piętro *paradoxidesowe*, złożone z drobnoziarnistych łupków gliniastych z licznymi trylobitami. J. Barrande, który literami alfabetu łacińskiego oznaczał najstarsze utwory Czech według ich kolejnego następstwa, wyodrębnił warstwy powyższe jako piętro C. W Czechach dotychczas jeszcze nie znaleziono dolno-kambryjskiej fauny olenellusowej; podstawę kambru stanowią prawie zupełnie pozbawione skamieniałości piaskowce i zlepieńce, t. zw. szarogłazy przybramskie, które zawierają słynne żyły kruszców ołowianych i srebrnych i leżą bezpośrednio na przedkambryjskich prałupkach ilastych i filitach. Pomiedzy trylobitami środkowo-kambryjskiej fauny *paradoxidesowej* (rys. 6), którą dawniej uważano za najstarszą i najpierwszą i dlatego nazywano fauną pierwiastkową (prymordyalną), znajdują się szczególnym trafem liczne formy ślepe. Lecz następujące obserwacje przemawiają przeciw wysnuwaniu przypuszczenia, że ta pierwiastkowa fauna Czech rozwijała się w głębokim morzu. W szarogłazie przybramskim, jak we wszystkich piaskowcach kambryjskich, znaleziono wyraźne ślady fal, a w pewnych punktach stwierdzono, że łupki ze skamieniałościami środkowo-kambryjskimi uławiczone są naprzemian z gruboziarnistymi piaskowcami i zlepieńcami. W szarogłazie przybramskim w wielu miejscach również znaleziono wtrącone potężne ławice zlepieńców, złożonych z otoczków skał archaicznych, dochodzących wielkości głowy. Zlepieńce te odpowiadają poniekąd angielskim zlepieńcom podstawowym. Zdaje się przeto, iż kambr czeski był także utworem przybrzeżnym i płytkowodnym.

Uboższymi jeszcze od czeskich są utwory kambryjskie Niemiec, reprezentowane przez potężne masy łupków Lasu Turyngijskiego i gór Smreczyńskich i prawie zupełnie skamieniałości pozbawione. Tylko w Hof, na krańcu północnym gór Smreczyńskich, występuje fauna dość obfita, lecz raczej należąca do najbardziej dolnego syluru i odpowiadająca przejściowej faunie angielskiego Tremadoku. Zresztą w Europie znane są utwory kambryjskie także w Hiszpanii, Sardynii, w południowej Francji i w Polsce. W Chinach, w Korei i nad Amurem, w Argentynie i w Australii odnaleziono dotychczas przeważnie tylko najwyższe poziomy kambru.

\*

Z przytoczonych przykładów rozwoju kambru widać, że cały ten system podzielić możemy w ogólności na trzy piętra, z których każde zawiera jemu tylko właściwą faunę: piętro górne zawiera faunę olenusową, środkowe — faunę *paradoxidesową*, dolne — faunę olenellusową; ta trzecia fauna pojawia się zazwyczaj koło górnej granicy kambru dolnego; tylko w prowincjach nadbałtyckich *Olenellus Mickwitzi* występuje już w warstwach najniższych. Podział powyższy, być może, daje się zastosować do wszystkich utworów kambryjskich. Tak faunę olenellusową znaleziono także w Szkocji i w Shropshirze, w Sardynii, w indyjskich górach Solnych (Salt Range), podobno i w Australii zachodniej.



Podajemy poniżej tabelkę, która unaoecznia rozwój systemu kambryjskiego w różnych krajach i współrzędność jego podziałów.

	Walia	Szwecya	Prowincye nadbałtyckie	Ameryka Północna	Czechy
Kambr górny. Piętro olenusowe.	Łupek dictyonemowy w Anglii zachodniej Łupek lingulowy z podziałem na trzy podpiętra.	Poziom dictyonemowy Łupki alunowe, fauna olenusowa.	Łupek dictyonemowy. Piaskowiec ungulitowy.	Piaskowiec potsdamski (Łupki „Knox” i „Coosa”).	Ławice dyabazu, żelaziaki, szarogłaz (Dd <sub>1α</sub> i Dd <sub>1β</sub> ).
Kambr środkowy. Piętro paradoxesowe.	Grupa Meniviańska. Fauna paradoxesowa.	Łupki alunowe. Fauna paradoxesowa.	Piaskowiec ungulitowy z <i>Obolus Apollinis</i> .	Warstwy St. John. Grupa akadyjska.	Piętro C Barrandea. Łupki gineckie, fauna pierwiastkowa z <i>Paradoxides</i> .
Kambr dolny. Piętro olenellusowe.	Grupa Harlechtska. Warstwy z <i>Lingulella ferruginea</i> , warstwy Longmyndzkie i Caerfaiskie.	Piaskowce fukoidowe, poziom <i>Olenellus Kjerulfi</i> . Piaskowiec eofitonowy, ze szczątkami meduz i śladami pelzania.	Piaskowiec fukoidowy. Gliny i piaskowce z <i>Olenellus Mickwitzi</i> , ze szczątkami meduz, śladami pelzania. Gлина błękitna.	Grupa georgijska, fauna olenellusowa.	Szarogłaz przybramski, zlepieniec denny.

### Fauna systemu kambryjskiego.

Naczelne miejsce pośród szczątków organicznych kambru zajmują trylobity, osobliwe skorupiaki, które istniały tylko podczas ery paleozoicznej; ze zwierząt dzisiejszych najbardziej zbliżoną do nich jest znana skrzyplóć (*Limulus*), czyli krab molucki. Górną powierzchnię ciała pokrywa mocny pancerz, który zazwyczaj sam tylko zachował się w stanie kopalnym; dolna zaś powierzchnia była miękka i dlatego zwykle ginęła bez śladu. Pancerz składa się z dużej tarczy głowowej i z równie wielkiej lub też znacznie mniejszej tarczy ogonowej (*pygidium*); każda z tych tarcz złożona jest z jednej tylko sztuki, między nimi zaś znajdują się ruchome pierścienie, czyli odcinki (*segmenty*) tułowia, które u wielu form były w tak wysokim stopniu obdarzone zdolnością przesuwania się, że zwierzę mogło się związać w kłębek, jak niektóre z obecnie żyjących stonóg (rys. 10). Możliwość związania się w kłębek była oczywiście potężnym środkiem ochronnym; za zbliżeniem się wroga tarcza głowowa stykała się z ogonową i miękkie części powierzchni spodniej otoczone już były mocnym pancerzem.

Ilość ruchomych odcinków tułowia jest bardzo zmienna; najmniejsza wynosi dwa, największa do 30 dochodzi. Im więcej jest pierścieni tułowia, tem mniejszą zwykle bywa tarcza ogonowa. Większość trylobitów posiada w średniej części



głowy brzozy poprzeczne, które szczególnie są wyraźne u rodzaju *Bohemilla* i wykazują uderzające podobieństwo do odcinków tułowia (rys. 11, 1). Pospolicie wzdłuż całego ciała ciągną się dwie brzozy podłużne, które je dzielą na trzy części—środkową i dwie boczne, czemu właśnie zwierzęta te zawdzięczają nazwę trylobitów. Środkowa część głowy nosi nazwę *glabelli*, boczne — *policzków*, a na tych ostatnich mieszczą się *oczy*, u większości tych zwierząt silnie rozwinięte. Zwykle istnieją osobne wzgórki oczne, pokryte powierzchnią wzrokową, która licznymi sferoidalnymi soczewkami podzielona jest na drobne płaszczyzny. Ilość tych drobnych płaszczyzn ocznych jest nadzwyczaj zmienna; podczas gdy oczy poszczególnych gatunków rodzaju *Phacops* posiadają tylko 14 soczewek, w oczach innych rodzajów może ich być tyleż tysięcy. Z takim mnożeniem się drobnych płaszczyzn ocznych częstokroć w parze idzie potężny rozrost całej powierzchni wzrokowej; zdarza się nawet, że wciąż powiększające się z obu stron oczy stykają się na linii środkowej, tworząc, t. zw. oczy cyklopowe (rys. 12). U innych form oczy są osadzone na wydłużonych słupkach, podobnie jak u naszych raków rzecznych, homarów i krabów. Wreszcie właśnie pośród form kambryjskich trafiają się także ślepe lub, mówiąc ściślej, osłepłe trylobity, które utraciły swoje organy wzroku wskutek ich zmarnienia.

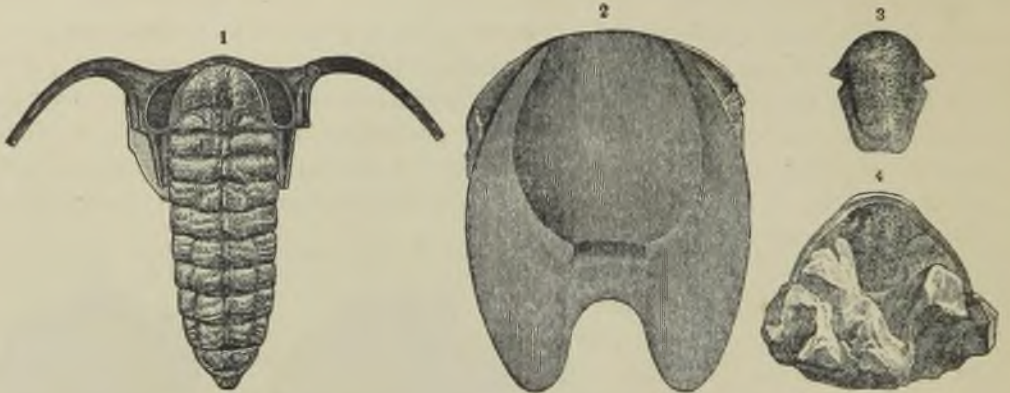
Wszelkie cechy pancerza, znajdujące się na górnej powierzchni ciała, bardzo łatwo dostrzegać się dają, zato organów miękkiej strony brzusznej prawie nigdy dojrzeć nie można. Zachowuje się częściej tylko tuż przed gębą leżąca blaszka rogowa (na dolnej stronie ciała), t. zw. *hypostom*, odpowiadająca wardze górnej innych skorupiaków (rys. 8 i 11, 2-4). Natomiast nadzwyczaj utrudnionem jest badanie innych części ciała, a mianowicie nóg. Jest to tem bardziej pożałowania godnem, że właśnie te członki (t. j. kończyny lub odnóża) dostarczają najważniejszych punktów oparcia przy badaniu skorupiaków.

Wprawdzie pewne szczęśliwie znalezione okazy dowiodły istnienia mocnych nóg, jak to widać szczególnie na okazie opisanym przez Billingsa, lecz ostatecznie wyjaśniły sprawę dopiero badania amerykańskiego paleontologa Ch. Walcotta, wykonane na wielką skalę według ściśle określonego planu. Walcott wpadł na domysł, że u trylobitów, znajdujących w stanie zwiniętym, nogi nie mogły uleść stratom, zbadał przeto znaczną ilość tego rodzaju okazów, rozcinając każdy na możliwie największą liczbę cienkich blaszek. Lecz pośród całego rozporządzalnego materiału znalazł się tylko jeden jedyny okaz, na którym wyraźne ślady członków poszukiwanych dawały się dostrzedz; oczywiście można było żywić nadzieję, że tam,



Rys. 10. Trylobity zwinięte: 1, 2) *Asaphus*, z syluru dolnego Rosyi; 3, 4) *Phacops*, z dewonu nadreńskiego.

skąd ten okaz pochodził, uda się znaleźć więcej podobnych. Lecz tutaj natrafiono na nowe trudności; dobre egzemplarze znajdowały się tylko w cienkim pokładzie wapienia, który był niedostatecznie odsłonięty; założono tedy prawdziwy kamieniołom, na większej przestrzeni odrzucono ziemię i zwięzłą skalę na grubość 3 m, aby dotrzeć do poszukiwanej warstwy i mógł ją na wielką skalę eksploatować; po dłuż-



Rys. 11. 1) *Bobemilla stupenda*, z dolnego syluru Czech; 2, 3) Odosobnione hypostomy czeskich trylobitów; 4) Głowa trylobita z dołu, z przytwierdzonym hypostomem. (Wedł. Barrandea).

szej pracy zebrano 3500 zwiniętych okazów, które należały do dwóch różnych gatunków; z ogólnej zaś liczby zadawalające wyniki dało 270 okazów.

Każdy odcinek zaopatrzony był w parę stawowatych nóg, w stawowatą przyssadkę, t. zw. epipodit, i w pęczki skrzelowe. Zdaje się, że części biodrowe



Rys. 12. Oczy trylobitów: 1) Oko *Phacops latifrons* z dewonu nadreńskiego, powiększone; 2) *Aeglina* z syluru czeskiego, z nadmiernie rozwiniętymi oczyma, widziana z góry; 3) Głowa *Aeglina* z dołu, oba oczy łączą się pośrodku; 4) *Aeglina* w profilu; (1—4, wedł. Barrandea); 5) *Asaphus Kovalovskyi* z oczyma na słupkach z dolnego syluru Rosji (wedł. Saltera); 6) Słupki oczne *Acidaspia* z oczami na szczycie, z czeskiego syluru górnego, powiększone (wedł. Barrandea).

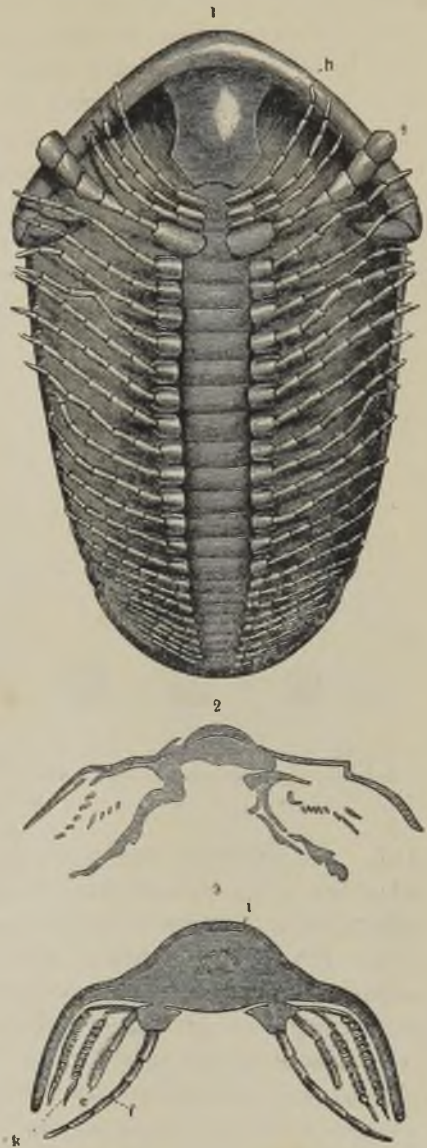
czterech par nóg głowy, jak u obecnie żyjących krabów moluckich, służyły w charakterze organów żucia; czwartą parę nóg uważano za wielką nogę pławną (rys. 13).

Znajomość budowy trylobitów została znacznie rozszerzona dzięki egzemplarzom, znalezionym w tem samym pięttrze syluru, w pobliżu miejsca pochodzenia okazów powyżej opisanych. Najważniejszy jest fakt, że trylobity posiadały rózki (czułki) (rys. 16). Odnóża głowowe posiadały szeroką płytkę biodrową, mającą znaczenie organu żucia; ilość ich nie daje się ściśle określić. Przysadki tułowia



składają się z części wewnętrznej i zewnętrznej, z endo- i exopoditu. Endopodit kończy się na zewnątrz smukłymi, cienkimi członkami, gdy ku wnętrzu rozwijały się szerokie płytki, które prawdopodobnie sprawiały pierwszy ruch naprzód podczas pływania. Do exopoditów były przytwierdzone blaszkowate skrzela. U *Calymene* exopodit składa się ze skrzeli i epipoditu; ten sam przypadek powtarza się u *Triarthrus*, tylko tutaj przysadki te są połączone, tam — oddzielone od siebie. Przysadki tarczy ogonowej są znacznie uproszczone.

Ważny jest również rozwój embryonalny, który u kilku form poznano szczegółowo (rys. 14 i 15). Najmniejsze z zaobserwowanych okazów ukazują się gołemu oku jako punkciki, z ledwością dające się rozpoznać. Pod lupą widzimy, że składają się one prawie wyłącznie z niezupełnie wykształconej tarczy głowowej, na której tylnym końcu widać słabo zaznaczoną tarczę ogonową. U *Acidaspis tuberculatus* słabe brzoźdy dowodzą istnienia pięciu odcinków głowowych; widoczne są zaczątki wzgórczecznych i wzniesienia odpowiadające czułkom. Szósty, stromo ucięty odcinek larwy należy do tarczy ogonowej. Później przedewszystkiem uwydatnia się bardziej tarcza ogonowa; od jej przedniego brzegu oddzielają się nowe odcinki tułowia. Z początku ilość pierścieni tułowia jest niewielka, dopóki nie dojdzie do liczby normalnej drogą stałego powstawania nowych odcinków. Tylko mały *Agnostus* z utworów środkowokambryjskich jest jedyną formą, która posiada tylko dwa pierścienie tułowia, a więc nie wychodzi poza pierwotne stadium rozwojowe. Pewne gatunki już w najmłodszym wieku mają posiadać tarcze głowy i ogona należycie oddzielone, a nawet ślady tułowia, lecz prawdopodobnie formy te również poprzedza podobne do wyżej opisanego stadium larwowe, odznaczające się przeważnym rozwojem części głowowej. Śród tworów obecnych pewnych punktów porównania z formami embryonalnymi trylobitów dostarcza t. zw. larwa nauplius, właściwa niektórym skorupiakom; jakkolwiek w przeciwieństwie do młodocianych form trylobitów nauplius jest nierozczłonkowany i nie posiada skorupy.

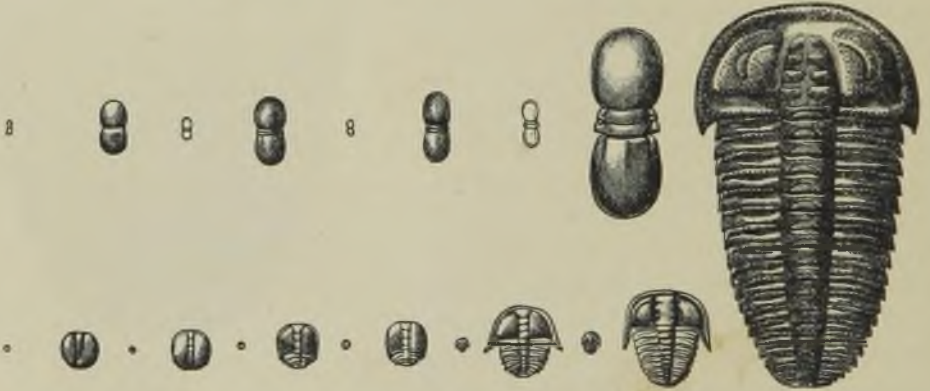


Rys. 13. *Calymene senaria* z amerykańskiego syluru dolnego. 1) Strona dolna, uzupełniona: h) hypostom, s) noga pływna (epipodity i skrzela opuszczone dla większej przejrzystości); 2) Przekrój poprzeczny rzeczywisty; 3) Przekrój poprzeczny uzupełniony: i) jelito, f) noga, e) epipodit, k) skrzela. (Wedł. Walcott'a).



Trylobity posiadały w bardzo wysokim stopniu zdolność rozwojową. W każdej kolejnej grupie warstw wynurzają się nowe gatunki; dostarczają one zatem ważnych podstaw do podziału geologicznego całego systemu. Gatunki zmieniają się wprawdzie także wraz z dzielącą je odległością, lecz zawsze łatwo rozpoznać związek między równoczesnymi geologicznie faunami. Z wielu rodzajów czysto kambryjskich tylko bardzo nieliczne docierają aż do syluru dolnego.

Żadna inna klasa zwierząt w osadach kambru nie może mierzyć się z trylobitami; tuż po nich najbardziej rozwinięte są ramieniologi (ramieniopławy, Brachiopoda), zwierzęta, które tak samo jak małże zaopatrzone są w dwuklapowe skorupy i pierwiej rzeczywiście zaliczane bywały do mięczaków. Ponieważ jednak wewnętrzna ich budowa wybitnie różni się od organizacyi mięczaków, przeto w systemacie zoologicznym umieszczono je w pobliżu mszywiolów (Bryozoa) i robaków, choć istotne stosunki pokrewieństwa ramieniogów są jeszcze zupełnie nie-



Rys. 14. *Agnostus* (u góry) i *Sao hirsuta* (u dołu) z utworów kambryjskich Czech, w różnych stadyach rozwoju osobniczego. Wszystkie okazy, wyjąwszy wielką *Sao* (na prawo), powiększone; wielkość naturalna nakreślona obocznice z lewej strony. (Wedł. Barrande'a).

jasne. Obie połówki skorupy mogą zbliżać się lub oddalać, gdyż na jednym brzegu połączone są za pomocą zachodzących pomiędzy siebie zębów; w innych razach brak takiego „połączenia zawiasowego“, a obie połówki skorupy tylko przy pomocy mięśni mogą się względem siebie przesuwać. Zachodzą również dość znaczne różnice w budowie skorupy, ponieważ niekiedy składa się ona z naprzemianległych warstw rogowej błyszczącej substancji organicznej i fosforanu wapnia (rys. 17), kiedy indziej zaś jest czysto wapienna; w tym ostatnim przypadku budowa jest bardzo ciekawa; skorupa zwykle składa się z przebiegających ukośnie względem jej powierzchni włókien wapiennych, między którymi w niektórych działach tych zwierząt znajdują się pory, to bardzo drobne, to znowu większe (rys. 18, 1-3).

Z miękkich części ciała zwierzęcia najciekawsze są spiralnie skręcone lub szczególnie powyginane przysadki gębowe czyli ramiona, gęsto osadzone frendzlami nitkowatych strzępków, obfitujących w naczynia, i wypełniające większą część wnętrza skorupy (rys. 20, 1). U wielu form wewnątrz znajdują się przyrosnięte do mniejszej kłapy skorupy osobliwe podpory ramieniowe, które należą do najważniejszych cech poszczególnych działów; rodzina *Rhynchonellidae* posiada tylko dwie listewki wapienne, zakrzywione ku górze, u *Terebratulii-*

d a e rusztowanie owo składa się z nadzwyczaj delikatnej wstęgi wapiennej, która tworzy dużą, niekiedy pętlącą, wybiegającą wolno wgiąb wnętrza skorupy; u *Spiriferida e* znowu podobna delikatna wstęga wapienna zwinęta jest w dwa stożki spiralne (rys. 19, 1-3).

Młode larwy ramienionogów, dopiero co z jajka wyklute, przenoszą się z miejsca na miejsce, pływając swobodnie, podczas gdy dorosłe zwierzęta pospolicie osiedlają się na stałe, albo przyrastając jedną z połówek skorupy do jakiegokolwiek przedmiotu nieruchomego, albo też przyczepiając się zapomocą krótkiego zwykle słupka mięsistego, który nazewnątrz wychodzi pomiędzy obiema kłapami skorupy lub przez otwór jednej z nich (rys. 20, 2 i 3).

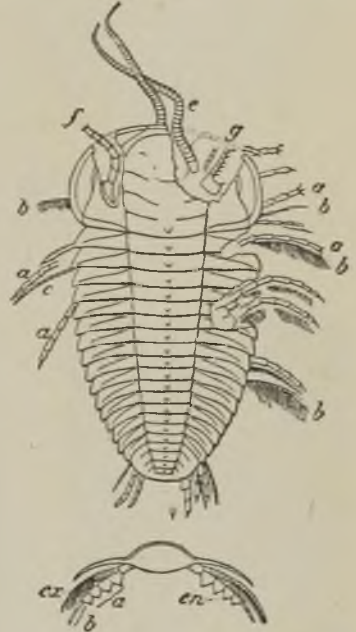
Ramienionogi są typem odwiecznym, do którego należy najstarsza wogóle z pewnością poznana skamieniałość, owa wyżej wymieniona *Lingulella ferruginea*, i który już w epoce kambryjskiej wykazuje dość znaczną różnorodność. Rodzaje przeważnie wymarły, lecz dwa, *Lingula* i *Discina* należą do tych osobliwych grup, które z drobnymi stosunkowo zmianami dochowały się do dnia dzisiejszego od owych czasów odległych. Można nawet śmiało twierdzić, że te dwa rodzaje są być może morfologicznie najbardziej stałe w całym obrębie świata zwierzęcego, gdyż nie tylko utrzymały się rodzaje, lecz nawet gatunki w poszczególnych przypadkach zachowały tak niezwykle podobieństwo, że na pierwszy rzut oka trudno dostrzedz jakiejś różnicy między osobnikami z warstw staropaleozoicznych a temi, co z obecnych mórz pochodzą (rys. 20, 3 i 21, 1-3).

Górującym rysem charakteru ramienionogów kambryjskich jest znaczna przewaga form rogowych nad wapiennymi; stosunek taki nie powtarza się już więcej w żadnym innym systemie, zazwyczaj bowiem gatunki rogowe stanowią drobny tylko ułamek całej fauny ramienionogów. Nader osobliwy ten rys nie stanowi zresztą wyłącznej właściwości ramienionogów; szczupła ilość organizmów, wydzielających wapno, należy poprostu do najbardziej charakterystycznych cech utworów kambryjskich.

Poza trylobitami i ramienionogami inne działy państwa zwierzęcego są słabo



Rys. 15. Larwy trylobita: *Acidaspis tuberculatus*. a) z góry b) z dołu. e) z boku. Z grupy Lower Helderberg. Silnie powiększone. (Wedł. C. Beechera).



Rys. 16. *Triarthrus Becki* z syluru z Rome, New-York: a) endopodity, b) skrzela, c) exopodit, podtrzymujący skrzela. d) przysadki pygidium, e) rożki, f i g) przysadki głowy. g) z szeroką zuwaczką; na rysunku dolnym (piąty pierścień tułowia, licząc od ogona, znaczy: ex) exopodit, en) endopodit, a) wewnętrzne płyty endopoditu, b) zewnętrzne członki endopoditu. (Wedł. Charlesa Walcott'a).

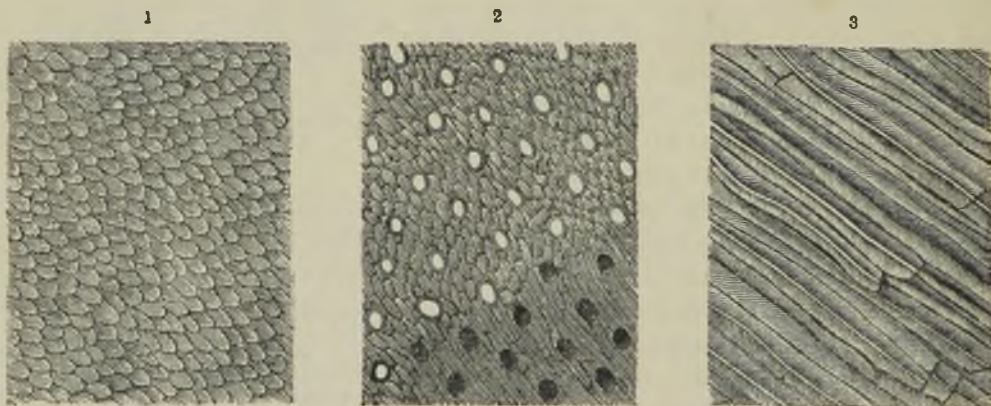


reprezentowane; pojedyncze skorupiaki, nie należące do trylobitów (Phyllocaridae, Ostracoda), nieliczni przedstawiciele głowonogów, ślimaków, małży (rys. 22), szczególnych Conulary i ze skorupą rogową, graptolity również rogowym szkieletem opatrzonych, kilka gatunków szkarłupni z grup Cystidea, liliowców i rozgwiazd, nieliczne gąbki, należące do grup rozmaitych, meduzy i mało znane radiolarye uzupełniają faunę. Oprócz tego, jak wyżej już widzieliśmy, jeszcze inne organizmy pozostawiły ślady po sobie, lecz niepodobna dotychczas oznaczyć ich ściśle. Brak koralu i otwornicy stanowi wybitny, choć ujemny tylko rys charakterystyczny fauny kambryjskiej. Niewątpliwie formy te już wówczas istniały, lecz może dotychczas uszły one uwagi badaczy, a może facya utworów kambryjskich, przeważnie gliniasto-piaszczystych, nie sprzyjała ich rozwojowi. Znamy wprawdzie ze Szkocji i z zachodu Ameryki Północnej wapień kambryjskie, lecz przeważnie natury dolomitycznej, a tego rodzaju skały i w systemach młodszych są ubogie w skamieniałości.



Rys. 17. Przekrój przez rogową skorupę *Lingula* z naprzemianległymi warstwami substancji rogowej i fosforanu wapniowego. Silnie powiększony. (Wedł. Davidsona).

Gdy rzucimy okiem na całokształt kambryjskiego świata zwierzęcego, to dojrzymy fakt doniosły, że już w tej faunie najstarszej nie tylko istniały prawie wszystkie wielkie działy państwa zwierzęcego, lecz



Rys. 18. Wapienne skorupki ramienionogów, silnie powiększone: 1) Powierzchnia skorupy włóknistej; 2) Powierzchnia skorupy porowatej; 3) Przekrój pionowy przez skorupę włóknistą. (Wedł. Davidsona).

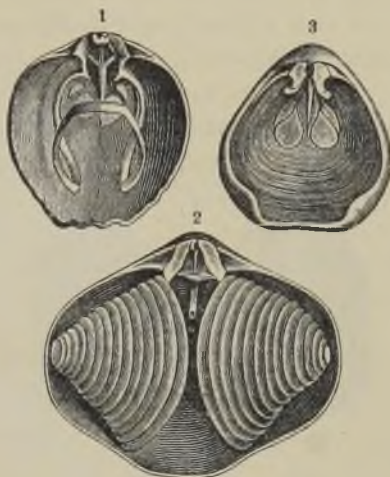
rozpadły się one nawet na osobne grupy. W kambrze brak tylko typu kręgowców, który według wiadomości obecnych pojawia się dopiero w najniższym sylurze dolnym i to w postaci grupy zwierząt najniżej organizowanych, mianowicie ryb; lecz można spodziewać się, że ryby zostaną odkryte także i w kambrze. Niewątpliwie świat zwierzęcy względnie wysoce rozwinięty i tak głęboko zróżniczkowany nie odpowiada pojęciu, jakie z punktu widzenia teorii ewolucji posiadamy o faunie pierwotnej; lecz po dojrzałej rozwadze sprawa przedstawia się inaczej. W porównaniu z formami zwierząt z systemów młod-



szych należy uważać faunę kambryjską za stojącą na niskim stopniu rozwoju. Po szczególne typy główne są reprezentowane jeszcze przez formy nisko uorganizowane i wyposażone pierwotnymi cechami; w późniejszych systemach na tych samych formach znać wyżej posuwający się rozwój: jeden z najważniejszych dowodów na korzyść teorii pochodzenia gatunków.

Następnie widzieliśmy, że ślady szczątków zwierzęcych spotykają się w warstwach przedkambryjskich i że już podczas niezmiernie długiego okresu archaicznego życie organiczne istnieć musiało. Charakter fauny kambryjskiej jest nowym dowodem, przemawiającym za tem przypuszczeniem. W faunie obecnej spotykamy zwierzęta ślepe tylko jako potomków form obdarzonych wzrokiem, które drogą uwstecznienia powoli zmysł ten utraciły. U oślepych trylobitów kambryjskich również nastąpiło zmarwienie, a ponieważ wówczas panować musiały te same prawa, co obecnie, przeto i ślepe trylobity kambru przypuszczalnie posiadały widzących przodków. Niestety, niezmiernie długi szereg rozwojowy z czasów przedkambryjskich nie przekazał nam żadnej tradycji. Zniewoleni jesteśmy chwilę powstania istotnie pierwotnej fauny przenieść w czasy jeszcze odleglejsze, lecz zarazem zrzec się musimy możliwości poznania drogą bezpośredniej obserwacji pierwszych stadiów szeregów rozwojowych.

Zanik oczu u trylobitów kambryjskich spotyka się tak często, że pytania o przyczynie tego zjawiska milczeniem pominąć nie można. Obecnie raki głęboko-



Rys. 19. Skorupy ramienionogów od wewnątrz, ze szkieletem ramieniowym: 1) *Waldheimia* z dużą pętlicą; 2) *Spirigera* ze stożkami spiralnymi; 3) *Rhynchoneilla* z prostymi podporami.



Rys. 20. 1) Skorupa *Waldheimii*, w przekroju, z częściami miękkimi wewnątrz, nieco powiększona — widoczne są osadzone frendzlami przysadki gębowe czyli ramiona i aparat mięśniowy, który otwiera i zamyka skorupę (wedł. R. Owena); 2) Żyjące okazy *Terebratulii*, przytwierdzone za pomocą swych słupków mięsistych (wedł. Davidsona); 3) Żyjące *Lingula* ze słupkiem mięśniowym.

wodne zachowują się podobnie jak trylobity kambryjskie; mają one to nadmiernie powiększone, to zupełnie uwstecznione oczy, zależnie od tego, czy ubytkowi światła w głębinach oceanów mogły one przeciwstawić zwiększenie powierzchni wzrokowej, czy też nie (rys. 23). Przypuszczano pierwiej, że i trylobity kambryjskie, spe-

cyalnie w Czechach, musiały żyć w otchłaniach morskich, tem bardziej, że zdawała się za tem przemawiać także rzadkość form o skorupach wapiennych i cały skład fauny kambryjskiej, wykazujący zubożenie. Jednak podstawy tego dowodzenia są poniekąd zachwiane. W warstwach, których pochodzenie przybrzeżne jest z dostateczną pewnością stwierdzone przez ślady pełzania, szczątki meduz i rurki robaków, znaleziono liczne okazy ślepego *Olenellusa*; ślepe trylobity mogły przeto żyć na wybrzeżu morskiem. Trylobity z oczyma cyklopowymi, o których napomknęliśmy powyżej (rys. 12, 2-4), pojawiają się dopiero w sylurze dolnym i to w towarzystwie gatunków, które bynajmniej cech głębinowych nie posiadają. Zuboże-



Rys. 21. 1) *Lingula Lewisi*, z angielskiego syluru; *Discina*: 2) z angielskiego syluru, 3) żyjący gatunek. (Wedł. Davidsona).

nie fauny kambryjskiej może być także spowodowane gliniastym lub gruboklastycznym składem osadu; warstwy tego rodzaju i w innych systemach zawierają zwykle niewielkich i bardzo różnorodnych przedstawicieli współczesnej im fauny. I w kambryze nie brak form o skorupie wapiennej i fauny obfitszej tam, gdzie powstawały utwory bardziej w wapno zamożne. Zważywszy warunki lokalne kambru czeskie-



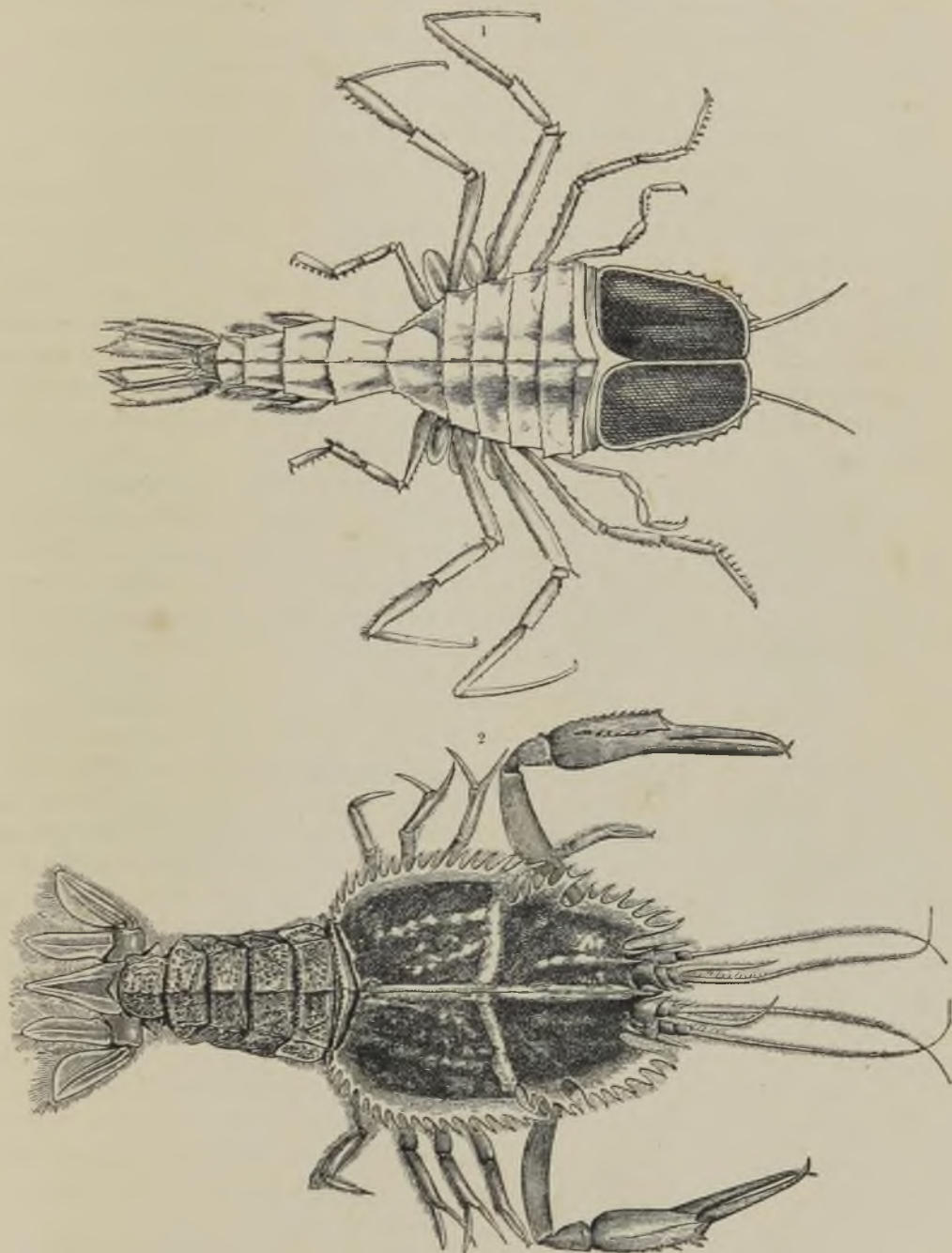
Rys. 22. *Fordilla Troyana*, z warstw górno-kambryjskich Ameryki Północnej. (Wedł. Barrande'a).

go, występowanie potężnych zlepieńców dennych, niewątpliwe ślady fal w szarogłazie przybramskim, wreszcie przemienne uławiczenie łupków środkowo-kambryjskich z pokładami zlepieńców, przypuścić można, że trylobity ociemniałe były zwierzętami grzebiącymi się w mule. To wyjaśnia inną jeszcze właściwość trylobitów kambryjskich, mianowicie brak zdolności zwijania się, gdyż ten środek ochronny zbyt cenny jest dla zwierząt, które pędzą życie, zagrzebując się w szlamie. Wraz z E. Kokenem objaśnić sobie możemy obszerny zasięg pewnych trylobitów tem, że rozprzestrzenienie ich następowało w stadium larwy; z doświadczenia bowiem wiadomo, że larwy skorupiaków daleko przez prądy morskie bywają roznoszone.

Ze względów powyższych uważać należy i czeskie utwory kambryjskie za przeważnie przybrzeżne, co, jak wyżej zaznaczyliśmy, także dla wielu innych osadów tegoż wieku jest prawdopodobnem lub zupełnie dowiedzionem. Z braku osadów śródlądowych i roślin naziemnych, zanieśionych przez wodę do warstw pocho-



dzenia morskiego wnioskowano dawniej, że podówczas wogóle wcale jeszcze lądów stałych nie było, nawet małych wysp, a całą kulę ziemską pokrywała bez przerwy



Rys. 23. 1) *Cystosoma Neptuni*, rak głębinowy z olbrzymio rozwiniętymi oczyma; 2) *Willemoesia crucifera*, ślepy rak głębinowy. (Wedł. Wyvillea Thomsona).

woda. Lecz sam już skład skał kambryjskich — piaskowców, zlepieńców i łupków gliniastych dowodzi niezbicie istnienia w owych czasach rozległych mas lądowych.



Przedwczesnem jest jednak usiłowanie odtworzenia zarysów łądów kambryjskich i warunków fizyczno-geograficznych, panujących podówczas na ziemi; zbyt ułamkową jest jeszcze nasza znajomość kambru. Pomimo to możemy zaznaczyć pewne rysy zasadnicze rozkładu łądu i wody: w pierwszym tomie (str. 454) poznaliśmy powody, przemawiające za istnieniem niegdyś łądu północno-atlantyckiego „Atlantydy“. Tu zwrócimy uwagę na okoliczności, które czynią wielce prawdopodobnem istnienie Atlantydy już w epoce kambryjskiej. Na atlantyckich wybrzeżach Europy i Ameryki kambr dolny i środkowy wykazuje podobieństwo uderzające. W całym pasie przebiegającym odpowiednio do kierunku Apalachów i na krawędzi tarczy kanadyjskiej aż do New-Foundlandu wyraża się to nie tylko istnieniem europejskich poziomów z *Olenellus* i *Paradoxides*, lecz także występowaniem gatunków całkowicie identycznych z angielskimi i szwedzkimi, lub mało od nich różnych. Niektóre z tych form mogły wprawdzie zostać biernie zawleczonemi w stadyum larwy, lecz wspólnemi bywają i takie formy, które tylko przez stopniowe posuwanie się wzdłuż wybrzeża zdolne były tak dalece rozprzestrzenić się, jak np. ciekawa *Archaeoscyphia* (*Archaeocyathus*), gąbka krzemionkowa, znaleziona w Ameryce Północnej, w Hiszpanii i w Sardynii.

W Europie utwory kambryjskie sięgają z południa aż do gnejsu Hebrydów i Lofołów, najstarszych części Europy i dlatego zapewne części przybrzeżnych Atlantydy (porównaj t. I, str. 395, 396). W Ameryce Północnej daje się zauważyć dość znaczna różnica pomiędzy osadami kambryjskimi wschodu i zachodu. Przypuszczać można, że w środkowej części Stanów Zjednoczonych, pozbawionej utworów kambru dolnego i środkowego, rozpościerał się wówczas rozległy łąd stały.

## Fauna systemu sylurskiego.

Przy podboju dzisiejszej Walii, Rzymianie napotkali śmiały i zacięty opór ze strony celtyckiego pokolenia Sylurów pod wodzą Karadoka (czy Caratacusa). Na cześć tych pierwotnych mieszkańców Walii, Murchison nazwał systemem sylurskim drugi z wielkich działów paleozoicznych, który właśnie w dawnej siedzibie owego ludu typowy rozwój posiada. Pamięci zaś dzielnego wodza poświęconą została część tego systemu, figurująca obecnie w nomenklaturze geologicznej pod nazwą piętra Karadockiego. Rozwój syluru w Anglii uchodzi za normalny typ wykształcenia całego systemu, gdyż został on tam najpierwej drobniawo zbadany; a ze względu na bogactwo jego podziału szczegółowego i obfitość skamieniałości na tym obszarze, wybór ten uważać należy za nader trafny.

Podczas gdy w kambrze ilość i różnaitość gatunków kopalnych jest bardzo nieznaczna, w sylurze spotykamy nadzwyczaj bogate życie niższych zwierząt morskich, tak bujne, różnokształtne i obfite w typy, że w żadnym okresie późniejszym nie zostało ono przewyższone. Dotychczas znaleziono znacznie więcej niż 10 000 gatunków ze wszystkich wogóle do zachowania nadających się klas i z większej części rzędów bezkręgowych zwierząt morskich, które w części wybitnie się różnią od stworzeń obecnie żyjących. Obok tego

jednak znajdujemy już rafy koralowe, podobne do raf mórz nam współczesnych, i zarazem niejedno, co nam stosunki obecne przypomina jeszcze żywiej.

Z pierwotniaków bardzo mało są znane skorupki otwornic; w jednej tylko warstwie, mianowicie w piaskach glaukonitowych, występujących koło Petersburga w najdolniejszym sylurze, znajdują się niekiedy w ogromnej ilości jądra kamienne otwornic; według badań Ehrenberga, jak się zdaje, same ziarna glaukonitowe przeważnie są właśnie podobnymi jądrami kamiennymi (rys. 24). Oprócz tych piasków glaukonitowych znane są już tylko całkiem odosobnione przypadki znajdowania otwornic, mianowicie z Anglii; to samo powtarza się w systemie dewońskim, który następuje po sylurze. Z wszelką pewnością małe te skorupki były wówczas nie mniej rozprzestrzenione niż później lub obecnie; przyczyną, dla której tak mało ich znamy, jest prawdopodobnie głównie *facya* nieodpowiednia odnośnych utworów; spoiste łożypki, kwarcyty, szarogłazy, nawet ściśle wapniaki niezbyt się nadają do zachowywania się otwornic.

Spółem z niezlicznymi szczątkami otwornic pojawiają się przedstawiciele drugiego, nieco wyżej uorganizowanego działu pierwotniaków, tak zwane *radiolarye* (promienice); są to bardzo drobne, swobodnie w morzu pływające zwierzątka, które obecnie występują tu i owdzie niekiedy w olbrzymich ilościach i na pewnych obszarach całkowicie pokrywają szczątkami swemi dno wielkich głębi morskich (t. I, str. 692).

U otwornic budowa ciała stoi na najniższym szczeblu rozwoju, niepodobna u nich mówić o poszczególnych częściach ciała, o organach, gdyż całe ciało zwierzęcia stanowi jednostajną masę śluzową. Każda część ciała spełniać może wszelakie funkcje życiowe; ciało w dowolnym miejscu wydłuża się w nitkowate wypustki, nibynóżki, które zlewają się ze sobą, bywają z powrotem wciągane i znów w innym miejscu tworzone. Przyjmowanie pokarmu odbywa się prosto w ten sposób, że masa ciała jakąś substancję obcą

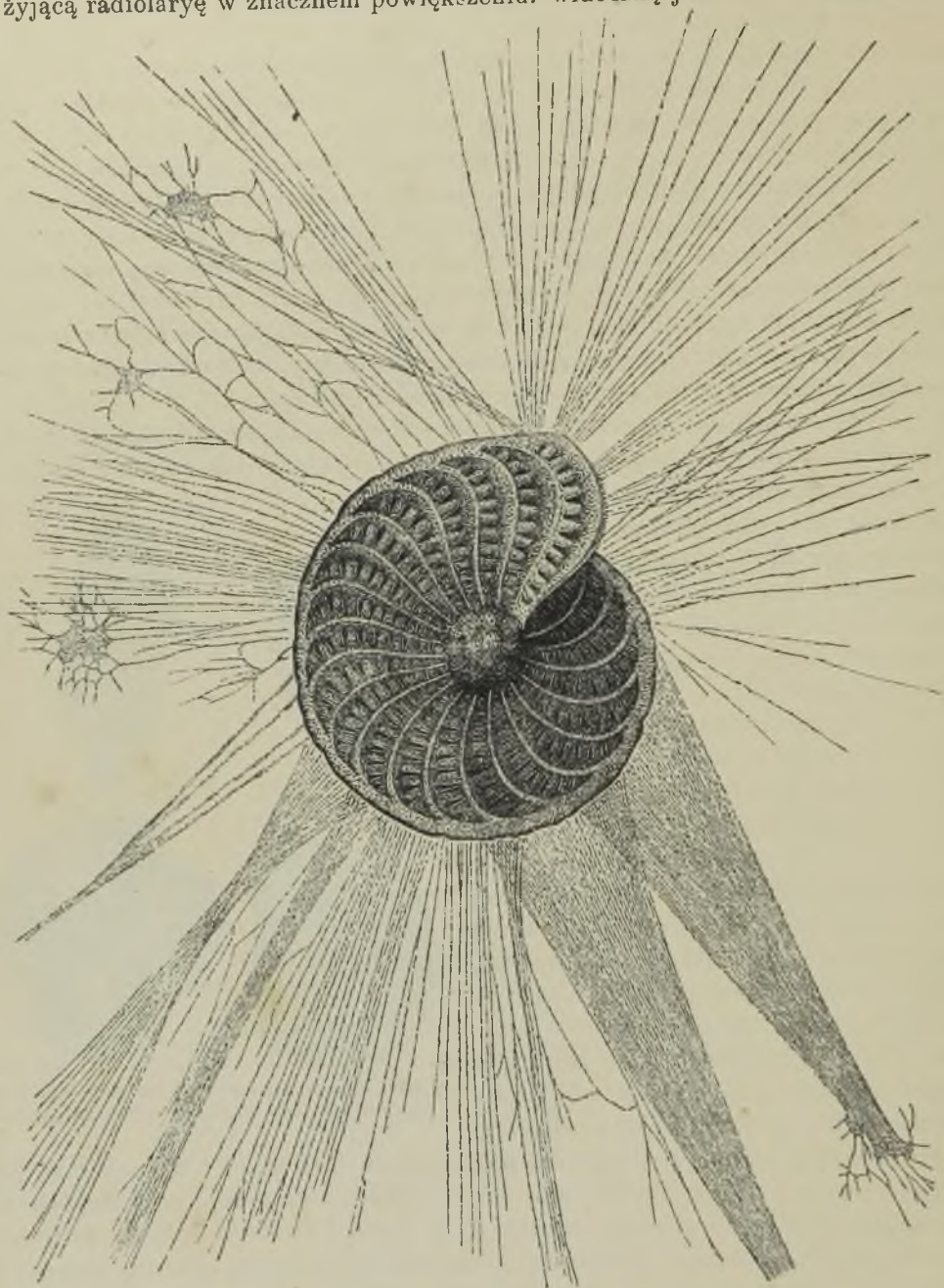
otacza sobą i przyswaja, osobnych zaś organów trawienia niema wcale (rys. 25). Radiolarye wznoszą się już nieco wyżej ponad to stadyum najniższe; poszczególne części zaczynają się wyodrębniać, w środku ciała bowiem powstaje torebka centralna, komórka otoczona błoną. Zwierzątka te częstokroć również są opatrzone wydzielniami części stałych, które wszakże rdzennie się różnią od odpowiednich wydzielin otwornic. Właściwych skorupek tu niema, są tylko nadzwyczaj delikatne i ozdobne rusztowania, niekiedy w postaci pojedynczych igieł, powiązanych ze sobą, to znowu w kształcie kul, dzwonów i t. p. utworów, złożonych z niezmiernie subtelnie podziurkowanej kratki i występujących już to samodzielnie, już to w połączeniu z igłami.



Rys. 24. Jądra kamienne otwornic, z petersburskiego piasku glaukonitowego, silnie powiększone. (Wedł. Ehrenberga).



Substancja tych rusztowań składa się z czystej krzemionki. Na rysunku 26 widzimy żyjącą radiolaryę w znacznym powiększeniu: widoczną jest kula z kratki zbu-



Rys. 25. Otwornica żyjąca (*Polystomella strigillata*). Powiększona 200 razy.

dowana, która na rysunku mocniejszymi kreskami jest oznaczona; wewnątrz znajduje się torebka centralna, otoczona sarkodą zewnętrzną, z której promienisto wychodzą delikatne wypustki, czyli nibynóżki.

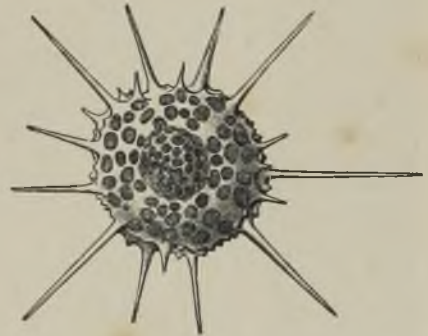


Szczątki tych maleńkich zwierzątek znamy obecnie ze wszystkich młodszych systemów, jak również z syluru i kambru, a nawet z osadów przedkambryjskich. Pod pewnym względem szczególnie ciekawe są nasze wiadomości o promienicach (radiolaryach) kopalnych: gdy Ehrenberg począł stosować mikroskop do wyszukiwania drobniutkich organizmów w skałach, i na tem nowem polu z niebywałem powodzeniem czynił zdumiewające odkrycia za odkryciami, wtedy wykrył on niebawem, że pewne sypkie skały krzemionkowe w całości lub w większej części składają się ze szkieletów radiolaryi (t. I, str. 692). Na tem na długo zatrzymały się nasze wiadomości; dziesiątki lat przypuszczano, że radiolaryi niema wcale we wszystkich osadach starszych. Na początku siódmego lat dziesiątka Waagen znalazł radiolaryę w jurze górnej, a Zittel kilka innych, w doskonale zachowanych okazach, w systemie kredowym. Zastosowano nową metodę do poszukiwania tych drobnych istot, badano cienkie skrawki (szlify) najrozmaitszych skał krzemionkowych, jak łupka krzemionkowego, krzemienia i t. p., i wnet rzeczywiście znalaziono wszędzie, aż do utworów najstarszych, ślady promienic.

Przykład powyższy najlepiej chyba wskazuje, jak wielkie błędy popełniać można, pragnąc wyprowadzać jakies niezawodne wnioski z braku jakiejkolwiek grupy form w pewnej określonej epoce. Na otwornicach przekonaaliśmy się, że już w starych systemach znajdować się mogą formy podobne, lub nawet identyczne z żyjącymi obecnie. Tego samego należało oczekiwać odnośnie do radiolaryi; istotnie z rozległych badań wynika, że już w sylurze istniały równorzędnie radiolarye o budowie prostej i wysoko rozwiniętej, i że formy sylurskie, pomijając nieco większe ich wymiary i prostsze kształty, przy porównywaniu z żyjącymi obecnie wykazują zdumiewające do nich podobieństwo (rys. 27). Fakt ten nie jest tak dziwnym, jak zrazu wydawać się może; radiolarye prowadzą przeważnie tryb życia pelagiczny i przystosowały się doń doskonale, a więc od bardzo dawna żyły ciągle w tych samych niezmiennych warunkach. Formy, zamieszkujące wody przybrzeżne lub wody płytkie, jak niektóre otwornice, zachowywały się inaczej. Żyły one w warunkach bardziej zmiennych; niekiedy, w pewnej chwili i w pewnym miejscu, zakwitają one bujnym rozwojem; w takich okresach od staro pnia odgałęziają się nowe, wyspecjalizowane formy, które później nie mogły dotrzeć do pola niepomysłnie zmienionym warunkom i wymierały.

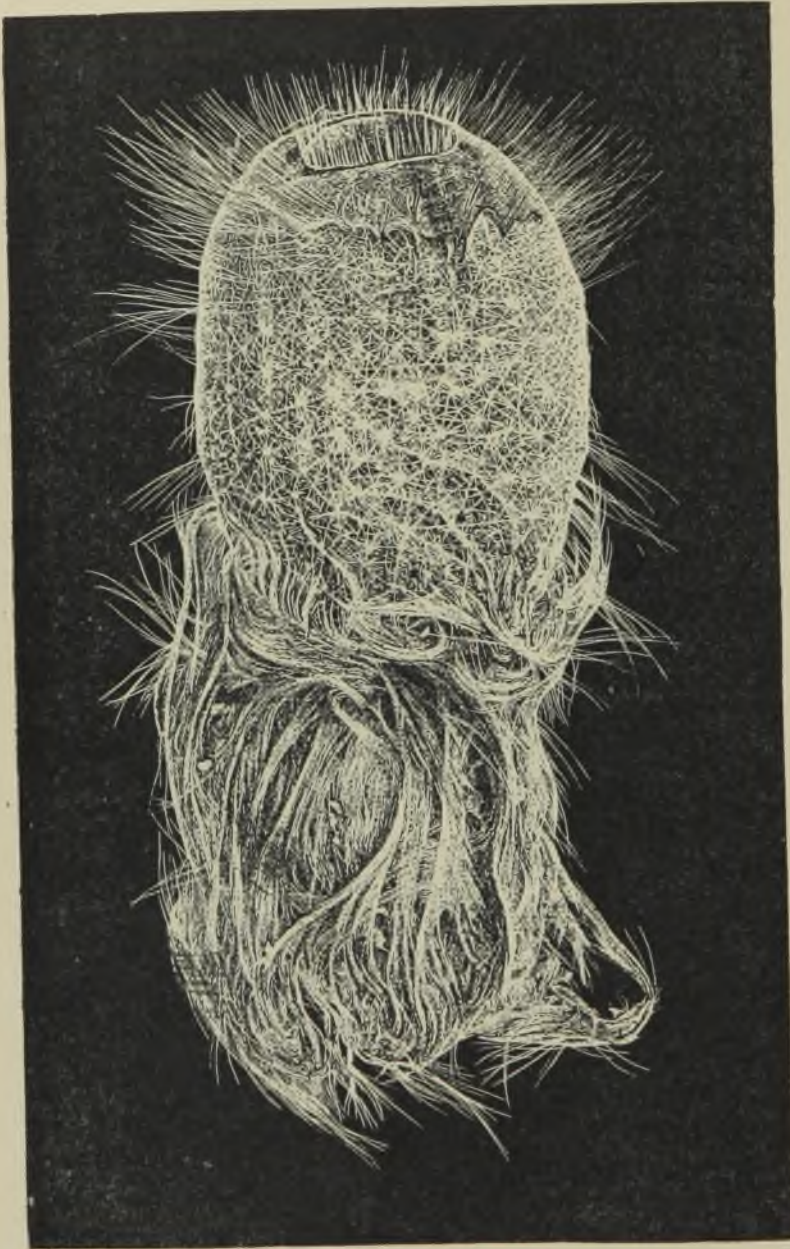


Rys. 26. Promienica (radiolarya) żyjąca. Silnie powiększona. (Wedł. Bütschliego).



Rys. 27. *Heliosoma Roemeri*, z syluru w Cabrières. Silnie powiększona. (Wedł. Rüsta).

Nierównie obficie od pierwotniaków występują w sylurze tuż za nimi co do stopnia organizacyi stojące jamochłonne, do których z dzisiejszego świata zwierzęcego należą gąbki, korale, meduzy i różnorodne formy im pokrewne.



Rys. 28. Gąbka krzemionkowa żyjąca (*Holtenia Carpenteri*) z głębokiego morza. Wielk. naturalna.

Budowa tych zwierząt jest już znacznie bardziej zróżnicowana. Ciało składa się nie z prostej masy protoplazmatycznej, lecz z poszczególnych komórek i tkanek. Pojawia się obszerna jama ciała, która spełnia czynności układu trawienia i układu krwionośnego zwierząt wyższych, a u jamochłonów o bardziej doskonałej organizacyi wewnątrz tej jamy następuje podział dalszy.

Najniższy stopień pośród tych stworzeń zajmują gąbki, które posiadają bardzo prostą jamę ciała, a samo ich ciało złożone jest przeważnie z komórek najprostszego rodzaju. Do wnętrza jamy ciała prowadzą zawsze liczne pory, a oprócz

nich stale jeszcze jeden lub kilka większych otworów wyrzutowych (*oscula*). Po raz pierwszy spotykamy się tu z nadzwyczaj ciekawym zjawiskiem tworzenia się



kolonii, ponieważ częstokroć liczne osobniki poszczególne zrastają się ze sobą i, połączone w duże pnie, prowadzą wspólne gospodarstwo życiowe.

W stanie kopalnym zachowały się, rzecz prosta, tylko trwałe części szkieletu, które wytwarza większość gąbek. Wewnętrzne te rusztowania przedstawiają tkaninę z połączonych ze sobą igieł lub włókien, składających się jużto z rogowej organicznej substancji, jużto z nieorganicznych wapiennych lub krzemienych wydzielin. Znamy wszyscy pospolitą gąbkę kąpielową, która posiada szkielet w postaci porowatego spłotu ściśle ze sobą powiązanych włókien rogowych. Utwory tego rodzaju w stanie kopalnym zachować się nie mogły lub tylko w wyjątkowych przypadkach, z łatwością natomiast przechować się mogły szczątki gąbek o szkielecie złożonym z wapiennych, a jeszcze bardziej — z krzemionkowych igieł. Gąbki krzemionkowe znajdują się we wszystkich okresach starszych; a i obecnie w wielkich ilościach żyją one na dnie morza, przytwierdzone doń zapomocą spłsnionej tkaniny z delikatnych igieł krzemionkowych na dolnym końcu ciała (rys. 28); należą one wszakże do tych okazów dzisiejszego świata zwierzęcego, które stosunkowo rzadko oglądać nam dano, gdyż w przeważnej ilości trzymają się one w tych głębiach oceanów, z których tylko większe włoki mogą coś wydobyć na światło dzienne.

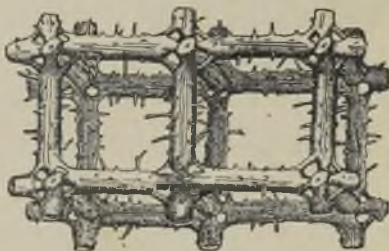
Zmienną i rozmaitą jest zewnętrzna postać gąbek; cechy jej przeto nie są stałe i mało są pomocne przy wyrokowaniu o stosunkach pokrewieństwa, w których zorientować się możemy tylko na podstawie budowy mikroskopowych części szkieletu.

Niektóre gąbki krzemionkowe zaopatrzone są tylko w najwyklesze proste igły (rodzina *Monactinellidae*), u innych znajdujemy igły o czterech promieniach (*Tetractinellidae* rys. 29), u trzeciej, bardzo rozpowszechnionej grupy — *Lithistidae*, krzemionkowe pierwiastki szkieletu występują w postaci mniej lub więcej rozgałęzionych ciałek, które na końcach lub też na całej swej długości zaopatrzone są w wyrostki guzowate, kształtu korzeni; wreszcie w czwartej grupie, *Hexactinellidae*, szkielet przedstawia nadzwyczaj misterne i prawidłowe rusztowanie, zbudowane z igieł sześciopromienistych (rys. 30).

Zbyt daleko odbieglibyśmy oczywiście od naszego zadania, gdybyśmy wdawali się tu w zawikłane szczegóły subtelniejszej budowy poszczególnych rodzin. Gąbki sylurskie, z którymi tu zaznajomić się mamy, należą jużto do *Monactinellidae*, jużto do *Lithistidae*, jak np. *Aulocopium* (rys. 31, 1), jużto wreszcie do *Hexactinellidae*, jak *Astylospongia* (rys. 31, 4). Formy te, jak wszystkie sylurskie z niemi spokrewnione, w sposób uderzający cechują się



Rys. 29. Igieł krzemionkowe tetraktynellidów.  
(Wedł. Zittla).



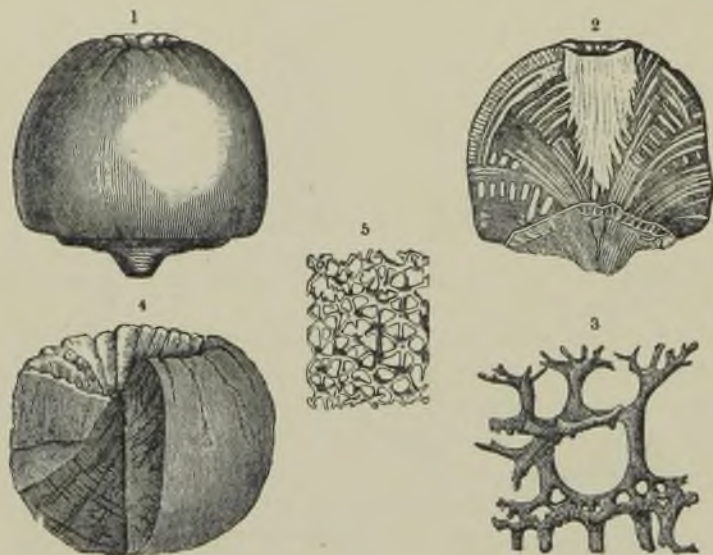
Rys. 30. Szkielet z igieł złożony u gąbki  
z grupy heksaktynellidów. (Wedł. Zittla).



zewnątrznie tem, że na ich stronie spodniej nie widać żadnego śladu miejsca przytwierdzenia. A zatem, w przeciwieństwie do niezmiernej większości gąbek późniejszych, mocno przyrastających do dna morskiego, leżały one na niem wolno. Istniały już może wówczas i gąbki wapienne, jeżeli tylko się okaże, iż rodzaj *Trachyum* z kambru i syluru Ameryki Północnej rzeczywiście jest najbliższej pokrewny *Pharetronom*, wygasłej grupie gąbek wapiennych.

Bez porównania większego od gąbek znaczenia są w osadach syluru korale. Pojawiają się one tutaj w olbrzymiej ilości, przedstawiając zarazem zdumiewającą różnorodność kształtów, podczas gdy w kambrze z wielkiej tej klasy państwa zwierzęcego nie znaleziono nic oprócz, co najwyżej, bardzo niepewnych śladów. Już

w owych czasach zamierzchłych korale występują w podobnych warunkach, jak obecnie; widocznie budowały one już wówczas rafy w punktach najważniejszych odpowiadające tym, które okalają wybrzeża dzisiejszych mórz podzwrotnikowych. Niezbyt liczne w sylurze dolnym (Ameryka Północna), rafy koralowe zyskują potężnie na znaczeniu w górnej połowie syluru: spotykamy ich szczątki w prowincjach nadbałtyckich, na wyspie Gotland,



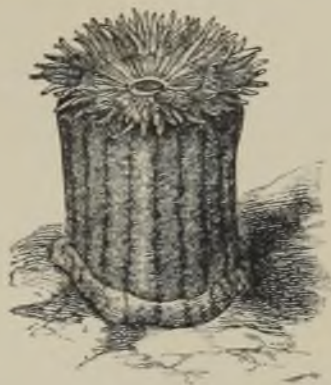
Rys. 31. Gąbki krzemionkowe syluru: 1) *Aulocopium aurantium*; 2) też sama w przekroju; 3) części szkieletu teże, silnie powiększone; 4) *Astylospongia praemorsa*, ćwierć gąbki wycięta; 5) części szkieletu *Astylospongia*, silnie powiększone. (Wedł. Romera i Zittla).

w Norwegii, w Ameryce Północnej i w wielu innych miejscowościach, a nawet na dalekiej północy, poza 70 stopniem szerokości, znaleziono sylurskie korale rafowe.

Ciekawe te fakty poruszają natychmiast trudną kwestyę warunków klimatycznych, jakie w praczasach na ziemi panować mogły. Wiadomo powszechnie, że wielkie kolonialne korale i budowane przez nie rafy dzisiaj tam tylko pomysłnie rozrastać się mogą, gdzie temperatura wody morskiej przez cały rok nigdy nie spada poniżej 20° C. Znajdując przeto sylurskie korale rafowe w najbardziej północnych częściach Ameryki Północnej, w Dewonie Północnym, na wyspie Beechey i t. d., łatwo wpadniemy na domysł, że wówczas daleko poza kołem biegunowem panował taki klimat, jaki obecnie spotykamy tylko pomiędzy zwrotnikami. Choć wniosek taki może pociągającym się wydawać, wszakże, jak zaznaczyliśmy już powyżej, brak niezbitych dowodów dla poparcia słuszności owego przypuszczenia.

Zresztą, jakkolwiek pomiędzy koralami epoki paleozoicznej a formami nam

współczesnymi zachodzi wielkie podobieństwo co do wyglądu zewnętrznego i sposobu współżycia gromadzkiego, to jednak badanie bliższe wykazuje, że pomiędzy nimi istnieć musiały bardzo poważne różnice w organizacyi. Większość koralu posiada kształt walca lub stożka; składają się one przede wszystkim ze ściany ciała, otaczającej jamę ciała, która tu nie jest prosta, lecz podzielona jest na szereg przegródek albo kieszonek, zapomożą wra-  
stających od ściany ciała wgłąb jamy fałd, t. zw. fałd kreskowych (mezenterjalnych). Na górnym końcu ciała mieści się otwór gębowy, otoczony mackami, które co do liczby i położenia odpowiadają fałdom kreskowym (rys. 32). Zwierzęta takie żyją pojedynczo lub tworzą pnie koralowe, kolonie, przyczem albo oddzielne osobniki, w wielkiej liczbie bezpośrednio przylegając do siebie, zrastają się z sobą, albo też tkwią one we wspólnej masie mięsnej (coenosark). Kolonie owe powiększają się nie przez rozmnażanie się w drodze płciowej, lecz albo drogą podziału osobników, albo przez pączkowanie.



Rys. 32. Koral żyjący (ukwiał, Actinia); wielk. naturalna.



Rys. 33. Korale z wewnętrznym szkieletem osiowym (Isis): a) pień, którego lewa gałąź wykazuje sam szkielet osiowy, na prawej gałęzi otoczony coenosarkiem; b) część w skali większej, w przekroju. (Wedł. Bronna).

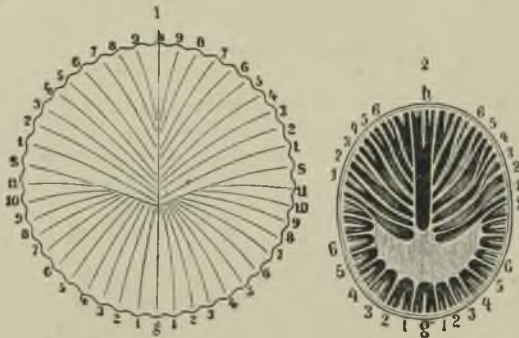
Wytwarzanie się szkieletu trwałego (czyli koralowiny) odbywa się w rozmaity sposób. Przykład najbardziej znany — drzewiaste rusztowanie czerwonego koralu szlachetnego stanowi wyjątek, rzadki wśród form geologicznie młodszych, wśród bardzo starych nigdy nie spotykany. Mamy tu do czynienia z tak zwanym wewnętrznym szkieletem osiowym (koralowiną osiową). Czerwone drzewka otoczone są dookoła wspólną masą mięsną (coenosark), w której tkwią poszczególne osobniki. Tutaj więc w podporę wewnętrzną zaopatrzoną jest całość kolonii, a poszczególnym zwierzętom z tego utworu wapiennego żadnej części wyłącznie przyznać niepodobna (rys. 33). U większości koralu wytwarzanie się szkieletu odbywa się inaczej. Ściana ciała wydziela w swem wnętrzu blaszkę wapienną, ściśle odpowiadającą kształtowi ciała, a więc zwykle walcowatą lub stożkowatą, jest to t. zw. nadstopie (ściana komorowa, teka); także blaszki tworzą się we wnętrzu fałd kreskowych. Powstaje wapienna komora,



w której od środka do ścian promienisto się rozchodzą w mniejszej lub większej liczbie listwy promieniste albo przegrody (septa). Oprócz tego u wielu koralów rozwijają się jeszcze inne utwory wapienne wewnątrz komory, t. zw. utwory endotekalne, gdyż z dna komory często wyrasta mocny słupek wapienny, t. zw. słupek osiowy (columella), z którym łączą się listwy promieniste; niekiedy dokoła słupka osiowego powstają mniejsze paliki, ułożone w jeden lub w kilka okółków; wiele koralów wytwarza wapienne denka poprzeczne w komorze lub dziurkowatą tkankę wapienną, lub też inne utwory.

Sposób powstawania kolonii bywa rozmaity: czasami komory sąsiednie bezpośrednio stykają się swymi ścianami, albo też tworzą one drzewiasto rozgałęzione pnie; niekiedy listwy promieniste pojedynczych komór wyrastają poza ich brzegi i zrastają się z listwami promienistymi komór sąsiednich; kiedy indziej poszczególne komory tkwią we wspólnej masie wapiennej — w coenenchymie wapiennej.

Przy badaniach koralów rzeczą najważniejszą jest poznać ilość i rozkład listw promienistych, czyli przegród we wnętrzu kielichów. U głównego działu koralów paleozoicznych liczba tych listwek zawsze bywa wielokrotną czterech; dlatego też dział ten nosi nazwę koralów czteropromiennych (*Tetracorallia*, inaczej *Rugosa*). Najczęściej listwy promieniste pozornie rozłożone są dookoła środka nakszałt promieni, lecz bliższe badania

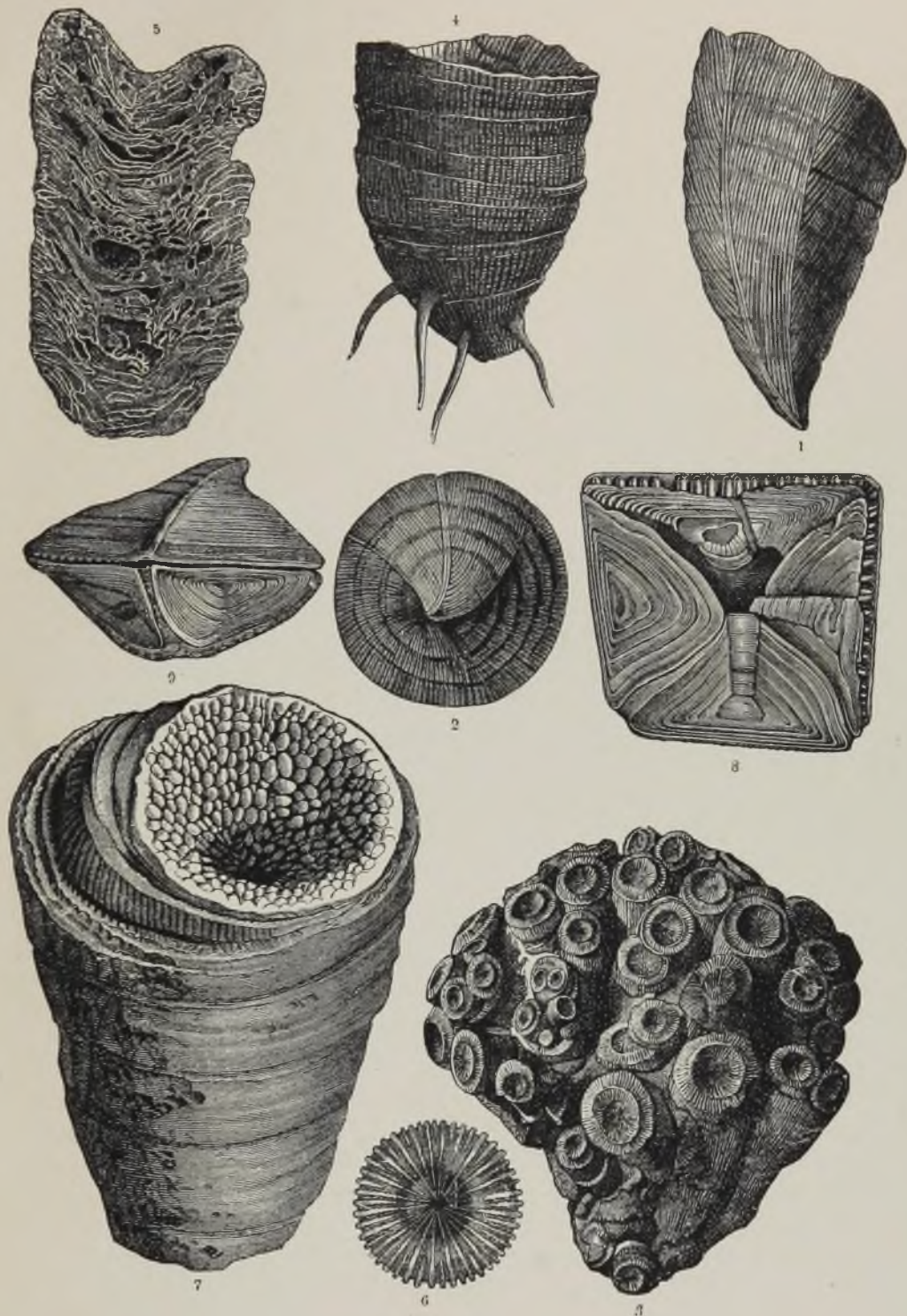


Rys. 34. 1) Schemat wzrostu koralu czteropromiennych: h) przegroda główna, g) przegroda przeciwległa, s) przegrody boczne, 1—11) przegrody wtórne w porządku ich powstawania. (Wedł. Kuntha). 2) Kielich *Meonophyllum* z wapienia węglowego w Tournai, widziany z góry.

wykazują, że w istocie przegrody te ułożone są podług symetrii dwubocznej; u niektórych koralów widać to nawet w wieku późniejszym, u wszystkich natomiast w młodości.

Na zewnętrznej powierzchni kielicha koralowego widać wyraźne prążki, biegnące od wierzchołka aż do jego brzegów; prążki te co do swego położenia odpowiadają ściśle listwom promienistym we wnętrzu kielicha; aby więc sądzić o rozkładzie tych ostatnich i o sposobie ich pomnażania się, wystarcza badać przebieg prążków na ścianie zewnętrznej. Na okazach dobrze zachowanych widać cztery pierwotne listwy promieniste, utworzone najwcześniej, a szczególnie wyróżniające się swoim położeniem: przegradę główną, przegradę przeciwległą i dwie przegrody boczne. Wszystkie inne listwy promieniste ułożone są symetrycznie do płaszczyzny, przeprowadzonej w myśli przez przegradę główną i przeciwległą. Załączony rysunek schematyczny (rys. 34, 1) objaśni to lepiej od długiego opisu; wyobraża on pojedynczą komorę koralową, postawioną otworem na dół, a ostrym końcem do góry; widzimy, że u góry rysunku listwy promieniste wybiegają z przegradą główną, wzorem promieni w chorągiewce pióra ptasiego, u dołu zaś wychodzą jednostronnie z przegród bocznych, biegnąc z początku niemal równoległe do przegradą przeciwległą (porównaj rys. 1 na tablicy I). U niektórych koralów cztero-



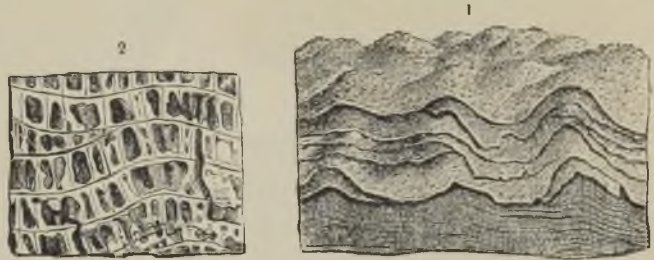


Tabl. I. Sylurskie i dewońskie korale czteropromienne.

1) *Streptelasma*, z gotlandzkiego syluru górnego, z boku, 2) z dołu. (Według Kuntha). 3) *Cyathophyllum truncatum*, z gotlandzkiego syluru górnego. 4) *Omphyna subtrbinatum*, z gotlandzkiego syluru górnego, z boku, 5) w przekroju. 6) *Palaeocyclus porpita*, z górnego syluru Gotlandu. 7) *Cystiphyllum vesiculosum*, z dewonu eifelskiego. (Według Goldfussa). 8) *Goniophyllum*, z wylotem komory zamkniętym pokrywką czterodzielną, z górnego syluru Gotlandu. 9) Tenże okaz z boku. (Według Lindströma).

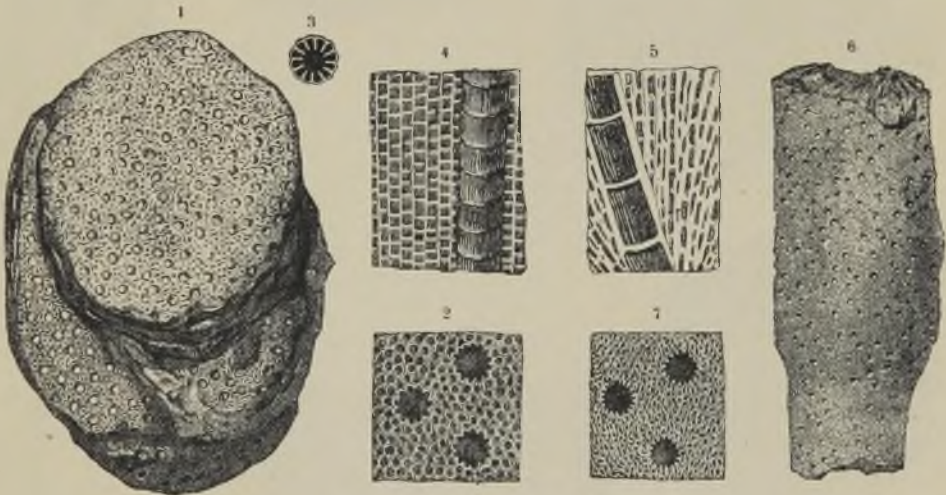
promiennych symetryczny ten rozkład przez całe życie jest wyraźny (rys. 34, 2), często jednak zacierają się on w miarę wzrostu i korale przybierają typ promienisty. Częstość przegroda główna opóźnia się we wzroście i przybiera postać słabej listewki, leżącej w bródzie ściany kielicha.

Korale czteropromienne, których potomkowie pojedynczo w tryasie jeszcze się ukazują, przez swój rozwój dwubocznie symetryczny tworzą szczególne przeciwieństwo w stosunku do innych koralów, u których przeważa budowa promienista. U form obecnie żyjących pewne skłanianie się do budowy dwubocznej dostrzedz się daje tylko przy powstawaniu pierwszych fałd kreskowych, w najwcześniejszej młodości, zanim jeszcze zaczął się tworzyć szkielet wapienny. Dawniej uważano powszechnie antytezę między budową promienistą a dwubocznie symetryczną za jedno z najważniejszych



Rys. 35. Stomatopora: 1) wielkość naturalna, 2) przekrój poprzeczny powiększony. (Wedł. Zittla).

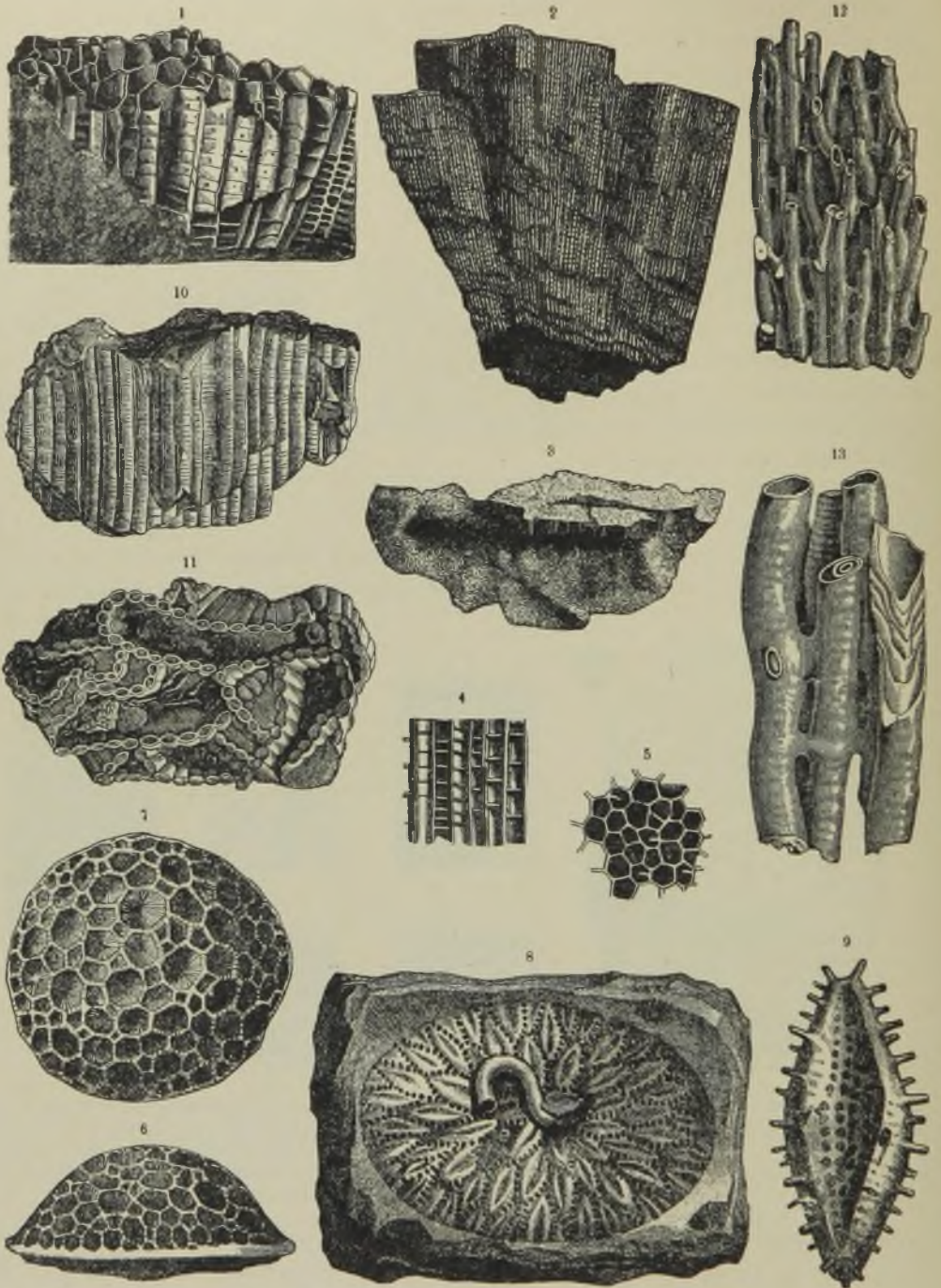
między budową promienistą a dwubocznie symetryczną za jedno z najważniejszych



Rys. 36. 1) Heliolithes porosus, z dewonu eifelskiego, w wielkości naturalnej; 2) powierzchnia pnia, powiększona; 3) pojedyncza komora, powiększona; 4) przekrój podłużny przez kolonię, powiększony (wedł. Zittla); 5) Heliopora Partschi, z górnej kredy Salzkammergutu, przekrój podłużny, powiększony (wedł. Zittla); 6) Heliopora coerulea, z morza Czerwonego, powierzchnia kolonii w wielkości naturalnej, 7) powiększona. (Rys. 5-7 dołączono dla porównania paleozoicznych tabulatów z żyjącym dziś jeszcze rodzajem Heliopora).

szych i najgłębszych przeciwieństw w świecie zwierzęcym; mniemano, że typ promieniaków wyodrębnia się w całym swym ustroju od wszystkich form wyższych. Zupełnie czego innego uczy nas natomiast badanie rozwoju historycznego koralów — tych najbardziej typowych zwierząt promienistych: geologicznie najstarsze formy są dwubocznie symetryczne i dopiero z wolna później odbywa się przeistaczanie w typ promienisty, który tutaj, zdaje się, jest tylko zjawiskiem wtórnym — szczególną odmianą pierwotnego rozwoju dwubocznego.

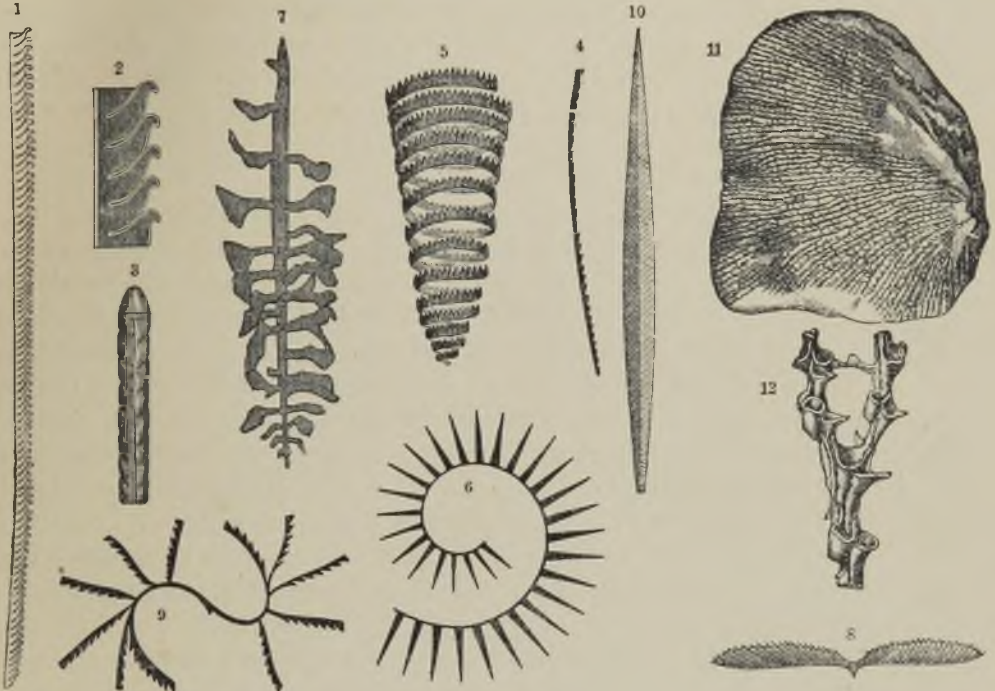




Rys. 37. Tabulata paleozoiczne: 1) *Favosites gotlandicus*, z syluru górnego Gotlandu, nieco powiększony; 2) *Chaetetes radians*, z moskiewskiego wapienia węglowego, z boku; 3) z góry, 4) z boku, silnie powiększony, 5) z góry, silnie powiększony; 6) *Pleurodictyum americanum*, z amerykańskiego dewonu, z boku, 7) z góry; 8) *Pleurodictyum problematicum*, z dolnego dewonu nadreńskiego, jądro kamienne całej kolonii; 9) jądro kamienne pojedynczej komory, powiększone; 10) *Halysites catenularius*, „koral łańcuchowy”, z syluru górnego Gotlandu, z boku, 11) z góry; 12) *Syringopora cancellata*, z górnego syluru, w wielkości naturalnej. 13) powiększona. (Wedł. F. Romera).



Oprócz cech wyżej opisanych, korale czteropromienne posiadają jeszcze i inne, dla nich charakterystyczne: ścianki ich i przegrody nigdy nie są przewiercone porami, wewnątrz kielicha pojawiają się wypełniające go częściowo utwory endotekalne w postaci denek poprzecznych, tkanki dziurkowatej lub zbitej masy wapiennej (porównaj tablicę I, rys. 5); u tych form, które tworzą kolonie, powiększanie się pni koralowych odbywa się zawsze drogą pączkowania (p. tablicę I, rys. 3), nigdy zaś drogą podziału, i komory nigdy nie są pogrążone w coenenchymie. Zaznaczyć należy jako właściwość szczególnie godną uwagi, że pewne rodzaje po-



Rys. 38. Graptolity sylurskie: 1) *Monograptus priodon*, wielk. naturalna; 2) przekrój podłużny tegoż, powiększony; 3) tylna strona tegoż, powiększona; 4) *Monograptus Nilsoni*; 5) *Monograptus turriculatus*; 6) *Rastrites Linnei*; 7) *Diplograptus* z t. zw. komorami jajowemi; 8) *Didymograptus pennatulus*; 9) *Coenograptus gracilis*; 10) *Retiolites Geinitzianus* (wedł. Zittla); 11, 12) *Dictyonema cervicorne* (wedł. Holma).

siadają pokrywki, za których pomocą wylot komory mógł być zamknięty; u *Goniophyllum* pokrywek takich jest aż cztery (p. tablicę I, rys. 8 i 9).

Korale czteropromienne są rozpowszechnione w całym okresie paleozoicznym, od syluru dolnego poczynając. Szczyt ich rozwoju przypada na sylur górny, w którym występują one w zdumiewającej różnorodności form. *Cyathophyllum*, *Omphyma*, *Streptelasma*, *Zaphrentis*, *Cystiphyllum*, *Goniophyllum*, oto niektóre z najważniejszych rodzajów. Wzmiankę należy jeszcze uczynić o znajdowanym często na Gotlandzie rodzaju *Palaeocycclus*, u którego nadstomie nie jest stożkowate lub cylindryczne, jak zwykle, lecz rozpościera się poziomo w jednej płaszczyźnie, gdy przegrody wznoszą się nad niem pionowo (p. tablicę I, rys. 6).

Poważny udział w budowie raf paleozoicznych obok koralii czteropromiennych bierze jeszcze inna grupa koralii — grupa t. zw. *Tabulata*. Są to typy prawie bez wyjątku tylko w postaci pni koralowych występujące; posiadają one zwykle

wydłużone, cylindryczne lub pryzmatyczne komory, wyróżniające się zupełnym brakiem lub nader słabym rozwojem listewek promienistych we wnętrzu komór, a doskonałym wykształceniem denek poprzecznych. Do grupy tej należy wiele form charakterystycznych najczęściej spotykanych, jak rodzaj *Favosites*, z wydłużonemi, pryzmatycznemi komorami, które przypominają grupę miniaturowych słupów bazaltowych. Komory te posiadają bardzo prawidłowe denka poprzeczne i łączą się między sobą za pomocą odosobnionych dużych porów w ściankach. *Chaetetes* jest to mocno zmniejszony *Favosites* bez porów w ściankach komór. U *Syringopora* poszczególne komory walcowate stykają się nie bezpośrednio, lecz są połączone za pomocą rurek poprzecznych. U osobliwych koralu łańcuchowych (*Halysites*) długie, eliptyczne komory ułożone są w szeregi, zaledwie tylko stykające się ze sobą (rys. 37, 10).



Rys. 39.

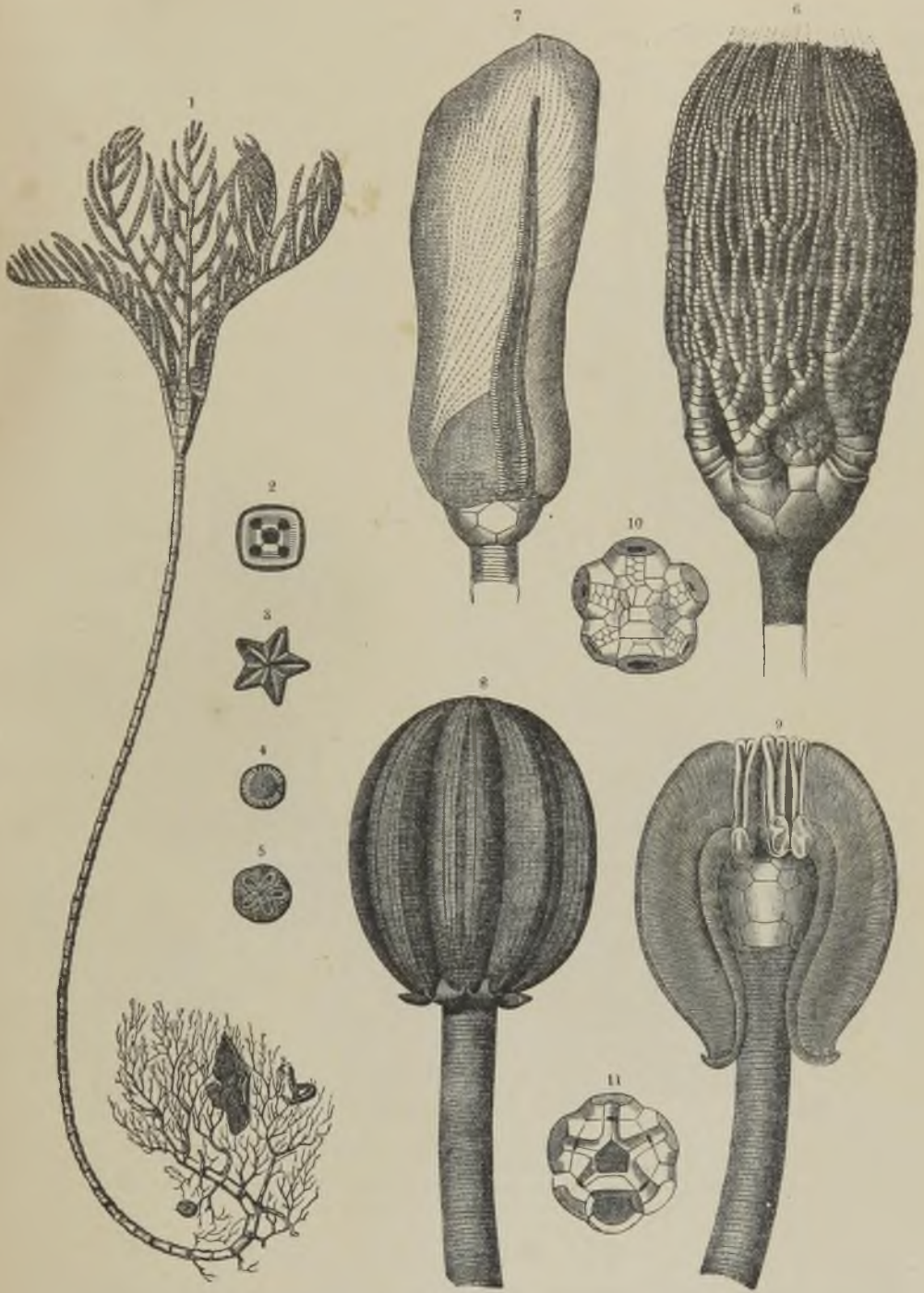
Kolce jeżowca,  
odłamane  
w płaszczy-  
źnie rom-  
boedru.

Stanowisko zoologiczne tabulatów i pytanie, czy tworzą one grupę naturalną, wywoływało rozmaite sądy. U rodzaju *Heliolithes* widzimy pojedyncze większe komory umieszczone między wielką ilością cieniutkich rurek; taką samą budowę znajdujemy u geologicznie znacznie młodszego i obecnie jeszcze masowo żyjącego na rafach koralowych rodzaju *Heliopora*, zaliczanego do rzędu *Alcyonaria* (rys. 36). Inny rodzaj z grupy *Tabulata*, *Syringophyllum*, posiada budowę zbliżoną do budowy współczesnego nam rodzaju *Tubipora* (znanego koralu organowego), również należącego do *Alcyonaria*. Można by stąd wnosić o istotnem pokrewieństwie, gdyby przypuszczenia tego nie utrudniało rozprzestrzenienie geologiczne i ta okoliczność, że *Heliolithes* posiada 12, *Alcyonaria* natomiast zawsze 8 fałd kreskowych wykazują. Prawdopodobnie *Tabulata* stanowią samodzielną grupę, równorzędną grupom koralu czteropromiennych i sześciopromiennych.

Wyczerpiemy spis niewątpliwych przedstawicieli sylurskich jamochłonów, jeżeli dodamy do koralu czteropromiennych i do Tabulatów jeszcze stulbiatki, których typ stanowić może *Stromatopora* (rys. 35). Oprócz wyliczonych typów, występuje wszakże jeszcze jedna grupa form, której istotne stanowisko i stosunki pokrewieństwa nie zo-

stały dotychczas należycie wyjaśnione. Są to mianowicie *graptolity*, które są niezbyt rzadkie w kambrze, w dewonie trafiają się gdzieś tylko w postaci nielicznych ubogich resztek, w sylurze natomiast występują w nadzwyczajnej ilości i w ogromnej różnorodności form, pokrywając w niektórych osadach wszystkie powierzchnie warstw swemi dziwnie ukształtowanemi szczątkami. Dzięki temu rodzajowi rozpowszechnienia, *graptolity* już od dawna nabrały wielkiego znaczenia jako nader ważne skamieniałości charakterystyczne syluru. Mozolne badania monograficzne, zwłaszcza angielskie i szwedzkie, wykazały, że *graptolity* łączyły nader szerokie rozprzestrzenienie geograficzne z ogromną zmiennością w czasie, i stąd nadają się doskonale do bardziej szczegółowego podziału systemu sylurskiego i do oznaczania mniejszych poziomów. Na podobieństwo mszywiolów i wielu koralu, *graptolity* są koloniami z licznych drobnych osobników złożonemi, różnią się zaś od tamtych tem, że poszczególne komory otwierają się u dołu do wspólnego kanału, że istnieje rodzaj mocnej osi, wreszcie tem, że dochowane części szkieletu



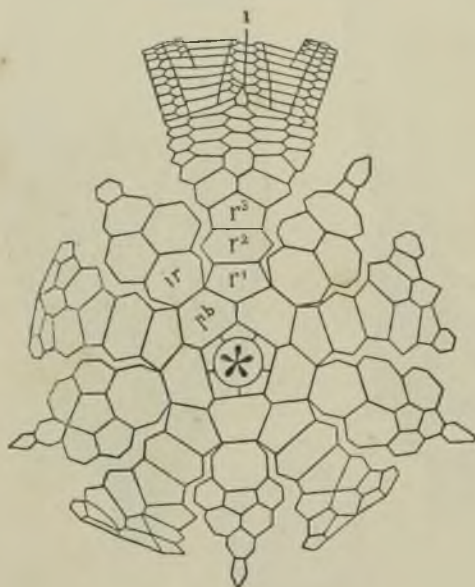


Rys. 40. 1) *Rhizocrinus Loffotensis*, liliowiec głębiny, żyjący obecnie, — 1/4 wielk. naturalnej; 2—5) dzwonka lodzki jiliowców, widziane z powierzchni stawowej. Liliowce sylurskie: 6) *Cyathocrinus ramosus*, z górnego syluru Gotlandu; 7) *Crotalocrinus pulcher*, także stamtąd; 8) *Barrandocrinus sceptrum*, również stamtąd; 9) ten sam po usunięciu dwóch ramion (wedł. Angelina); 10) *Cyathocrinus malvaceus*, z syluru amerykańskiego, całkowita pokrywa kielicha; 11) ten sam po usunięciu najwyższej warstwy płyt, z otworem gębowym, odbytowym i brózdami ambulakralnymi (wedł. Meeka i Worthena).



składają się nie z wapna, lecz z rogowej (chitynowej) substancji. Formy najprostsze posiadają oś pojedynczą, prostą lub zgiętą, pręcikowatą, której z jednej strony towarzyszy próżny wewnątrz kanał. Na nim od strony przeciwległej do osi

umieszczony jest gęsto skupiony szereg drobnych komórek, które wszystkie ku dołowi otwierają się do kanału (*Mono-graptus*). U innych form komory są większe i bardziej od siebie oddalone (*Rastrites*), lub też oś dźwiga dwa szeregi komór (*Diplograptus*), a niekiedy nawet trzy. Inna grupa form zaopatrzona jest w zaczątek sztyletowaty bez komór bocznych, t. zw.



Rys. 41. 1) Rysunek schematyczny zawile zbudowanego kielicha liliawca (*Rhodocrinus*), wedł. Schultzea; 2) *Pentacrinus* żyjący: a) kielich z ramionami i częścią łodygi,  $\frac{1}{2}$  wielk. naturalnej; b) kielich z ramionami obciętymi, widziany z góry (pokrywa kielicha), wielk. naturalna; 3) pokrywa kielicha *Hyocrinus*a żyjącego z pięciu wielkimi wapiennymi płytkami gębowymi (ramiona obcięte), w powiększeniu. (Wedł. Wyvillea Thomsona).

sicula, z której wychodzi dwie lub więcej osi, dzielących się u niektórych form na dwie lub więcej gałęzi; każda oś posiada szereg komórek; u jednego zaś bardzo odmiennego od innych rodzaju (*Dictyonema*) wcale niema osi, a komory są osadzone na sieci rogowej o kształtach kosza (rys. 38).

Graptolity są może jakąś samodzielną, wymarłą grupą zwierząt, niespokrewnioną zbyt blisko z żadną z grup jeszcze obecnie żyjących; nie możemy dotychczas

wyrokować z pewnością o odpowiednim dla niej miejscu w systemacie, gdyż cechy szkieletu nie dostarczają tutaj dostatecznych punktów oparcia. Dlatego też zajęcie, które graptolity wzbudzają, polega głównie na ich geologicznym znaczeniu, a nie na ich cechach zoologicznych.

O jeden szczebel wyżej od jamochłonów stoją szkarłupnie, które stanowią trzeci wielki typ główny świata zwierzęcego i reprezentowane są obecnie przez rozgwiazdy, jeżowce, liliowce i strzykwy. Mamy tu do czynienia z działem zwierząt, który od dawna stanowi ulubiony przedmiot badań paleontologicznych: jeżeli pominiemy czysto naukowe wyniki pracy, to żaden inny dział zwierząt niższych nie dostarcza badaczowi tak obfitej rozkoszy swoim przepychem kształtów, misternością ich i różnorodnością, któremi przyroda tak rozrzutnie uposażyła nawet najniżej stojące stworzenia swoje. Wspaniała z tafelek złożona skorupa, bogata, aż do najbardziej drobiazgowych szczegółów wypracowana ornamentyka powierzchni jeża morskiego, różnorodność igieł, któremi tenże jest pokryty, osobliwie rozczłonkowany szkielet rozgwiazdy, przepych form liliowców, których cudowny pierzasty kielich nakształt kwiatu kołysze się na wiotkiej łodydze — są to wszystko rzeczy, na które żaden człowiek, obdarzony zmysłem obserwacyjnym, bez podziwu patrzeć nie może.

Szkarłupnie są również bardzo interesujące z naukowego punktu widzenia.

Wapienne części szkieletu, które mogą się w stanie kopalnym zachowywać, przeniknięte są mnóstwem porów, wycięć i otworów, przez które przechodzą ważne organy, tak, iż ze szczątek tych możemy wnioskować o właściwości uległych zagładzie części miękkich i z dość znacz-



Rys. 43. Cystidea: Caryocrinus ornatus: 1) z boku, 2) z góry; 3) Echinospherites aurantium.

ną pewnością wyrokować o organizacyi form wygasłych. Dzięki temu historia całego typu szkarłupni jest nam dość dobrze znana.

Szkarłupnie — są to zwierzęta o budowie przeważnie pięciopromienistej, o zwężonym szkielecie skórnym, często zaopatrzonym w kolce, z samodzielnym przewodem pokarmowym i osobnym układem krwionośnym, z układem nerwowym i kanałami ambulakralnymi. Układ ambulakralny, czyli układ naczyń wodnych, jest najosobliwszym organem szkarłupni i wraz z budową pięciopromienistą stanowi najwybitniejszą ich cechę. Przełyk zwierzęcia otoczony jest kanałem obrączkowym, z którego w kształcie promieni wychodzi pięć innych kanałów. Kanały te roz-



Rys. 42. Agelacrinus z amerykańskiego sy-luru dolnego. (Wedl. Halla).

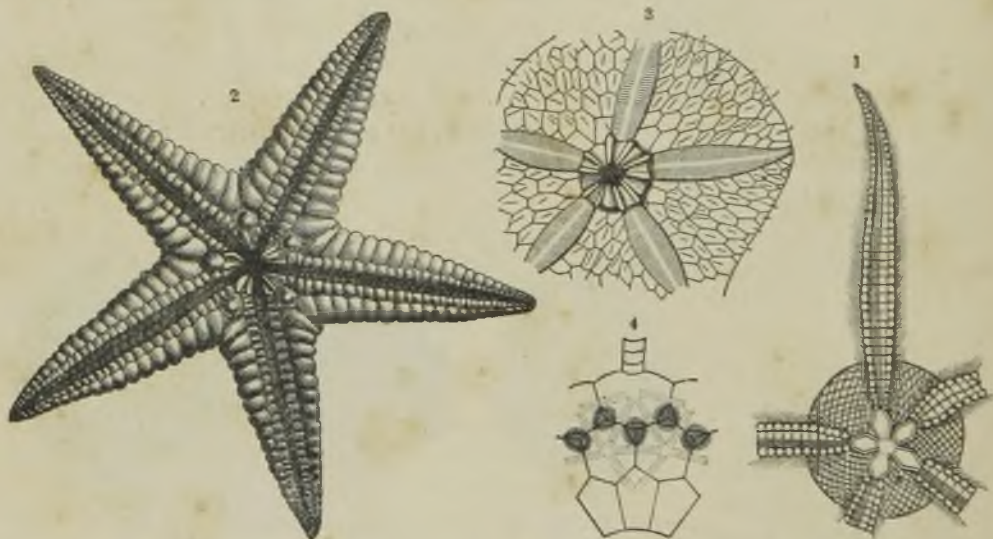


gałęziają się i posiadają liczne, drobne, woreczkowate przysadki, t. zw. nóżki ambulakralne, które wychodzą nazewnątrz przez pory i otwory wapiennego szkieletu skórnego. Z nóżkami temi połączone są znajdujące się wewnątrz kurczliwe pęcherzyki, ampulki, wypełnione cieczą wodnistą, jak cały układ ambulakralny. Wskutek kurczenia się ampulek nóżki ambulakralne, zwykle obwisłe, nabrzmiwiają, wyciągają się i mogą wtedy czepiać się przedmiotów obcych zapomocą ma-



Rys. 44. 1, 2) Romby porów u *Cystideów* (wedł. Zittla); 3, 4) *Botriocidaris Pahleni*, z dolnego syluru rosyjskich prowincyi nadbałtyckich. (Wedł. Fr. Schmidta).

łych przysawek, w które zakończenia ich są zaopatrzone. W ten sposób służące one mogą do przenoszenia się z miejsca na miejsce, do chwytania zdobyczy i t. d.



Rys. 45. Rozgwiazdy i *Cystidea* sylurskie: 1) *Protaster*; 2) *Palaeaster* (wedł. Halla); 3) *Palaeodiscus* (wedł. Wrighta); 4) *Po rocrinus*, rysunek schematyczny (wedł. Beyricha).

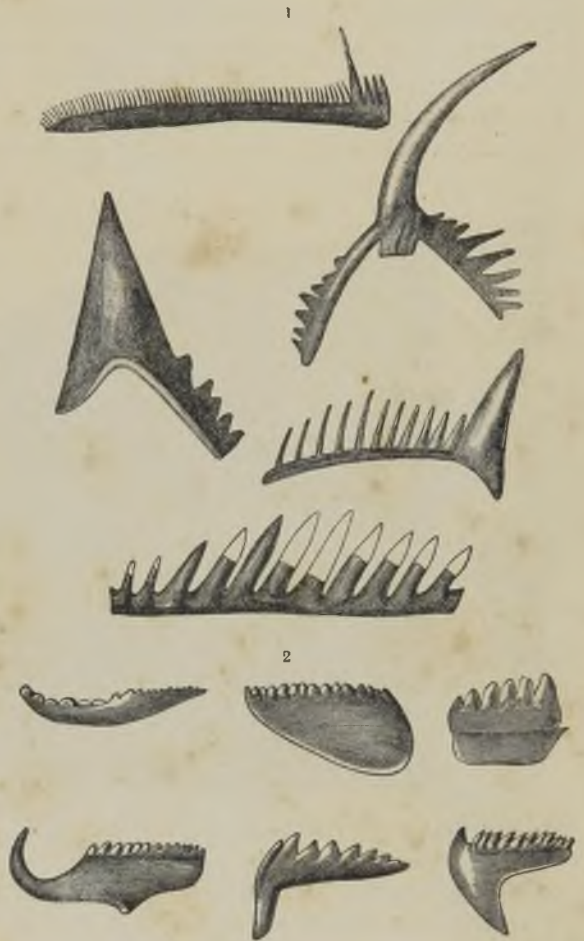
Wapienny szkielet skórný szkarłupni u okazów kopalnych wyróżnia się zazwyczaj charakterystyczną budową, albowiem na każdym przełamie występują połyskujące płaszczyzny krystaliczne spatu wapiennego; u żadnej innej z form organicznych nic podobnego nie spotykamy. Spat wapienny, jak wiadomo, w pewnych określonych kierunkach z łatwością daje się dzielić lub łupać, tak, iż z każdego odłamka kryształu wyłupać możemy kawałki ściśle oznaczonego kształtu, romboedry. Kopalne szczątki szkarłupni łupią się również wyraźnie według płaszczyzn tego romboedru; dość uderzyć młotkiem w łodygę liliowca, lub igłę jeżowca, aby zjawisko



to wywołać. Wychodzi na jaw przytem stosunek ciekawy: krystalograficzna oś główna odłupanego romboedru zlewa się z długością łodygi lub igły (rys. 39), tak, iż przełam następuje w pewnym, dokładnie z góry oznaczonym kierunku ukośnym. Okoliczność ta wskazuje, że już u żywego zwierzęcia istnieje układ tego rodzaju, z tą tylko różnicą, że za życia szkielet składa się z subtelnej siateczkowej tkaniny spatu wapiennego, wypełnionej cząstkami organicznymi, wskutek czego łupliwość zwykle bywa mniej wyraźną.

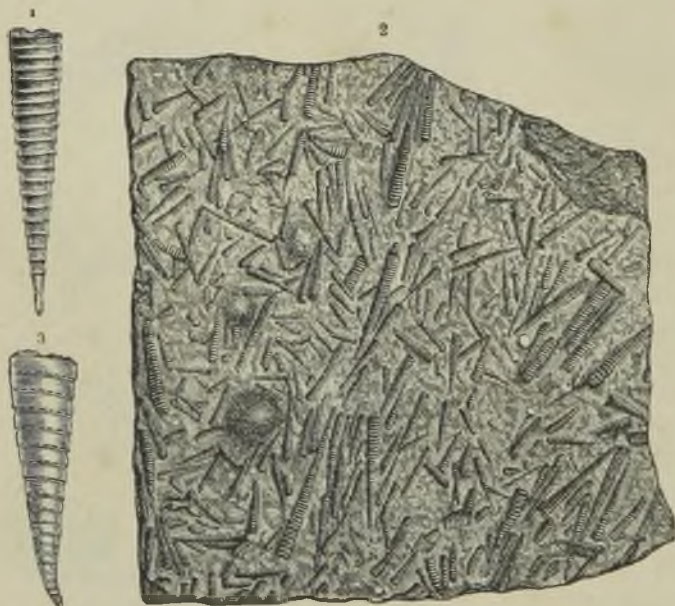
Z czterech obecnie żyjących klas szkarłupni już w sylurze znajdują się jeżowce, rozgwiazdy i liliowce, nie nadające się zaś do zachowania w stanie kopalnym strzykwy nie pozostawiły żadnych śladów, a może nawet zupełnie wówczas jeszcze nie istniały. Występuje tu natomiast wymarła klasa Cystidea, jak graptolity, prawie wyłącznie sylurowi, mianowicie dolnemu, właściwa. Niewielu zwiastunów tych zwierząt znamy z osadów kambryjskich, nielicznych potomków ich znajdujemy w dewonie i w systemie węglowym. Cystidea prawdopodobnie przedstawiają najstarszy i najbardziej pierwotny typ, od którego pochodzą wszystkie inne szkarłupnie. Właściwie tedy, zgodnie z naturą rzeczy, należałoby je tutaj nasamprzód rozpatrywać. Są one wszakże pod wielu względami nieprawidłowe i różnią się od form żyjących, których części miękkie znamy doskonale. Zaczniemy przeto od liliowców, które wielką liczbą form i gromadnem ich występowaniem górują nad wszystkimi innymi paleozoicznymi szkarłupniami.

Rozpatrując normalnie zbudowanego liliowca (rys. 40, 1), spostrzegamy, że składa się on z dwu części głównych, łodygi i korony, która znowu dzieli się na kielich i ramiona. Łodyga dolnym swym końcem przytwierdza się zazwyczaj do jakiego ciała stałego, niekiedy jednak zaostrza się ona ku spodowi i pozostaje wolna, jak to widzimy np. u *Woodocrinus* (rys. 95, 2) i kilku innych gatunków kopalnych i u pewnych żyjących obecnie mieszkańców głębin morskich. Niektóre ro-



Rys. 46. 1) Konodonty; 2) szczęki pierścienie z osadów paleozoicznych, w mocnem powiększeniu. (Wedt. Hindea).

dzaje nareszcie tylko w młodości osadzone są na łodydze, od której w wieku późniejszym oddzielają się, aby swobodnie przenosić się z miejsca na miejsce. Łodyga w przekroju poprzecznym jest okrągła, pięciokątna, rzadziej eliptyczna, na całej swej długości przewiercona jest węższym lub szerszym kanałem odżywczym i składa się ze zmiennej, lecz zwykle bardzo wielkiej ilości dzwonek, połączonych ze sobą za pomocą szczególnie przyozdobionych powierzchni stawowych. Po śmierci zwierzęcia poszczególne dzwonka łodygi rozpadają się, nagromadzając się niekiedy w tak olbrzymich masach, że występują wprost jako materiał skałotwórczy (por. t. I, str. 666). Na łodydze mieści się kielich kulisty, kubeczkowaty lub miseczkowaty, zbudowany z tabliczek wapiennych, mniej lub więcej prawidłowo ułożonych i zawierający najważniejsze



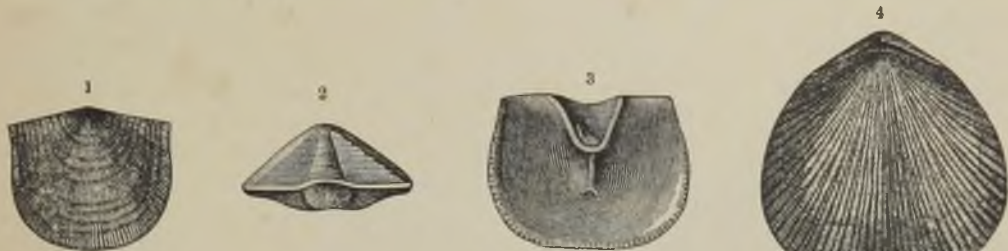
Rys. 47. 1) Tentaculites, powiększony; 2) skała tentakulitowa; 3) Cornulites.

części miękkie zwierzęcia. Otwory gęby i odbytu leżą na górnej powierzchni ciała, którą zatem należy uważać za brzuszną stronę zwierzęcia. Powierzchnia dolna osadzona na łodydze, a odpowiadająca stronie grzbietowej, składa się z kilku spółośrodkowych wianków tabliczek, otaczających miejsce przytwierdzenia łodygi; w rozwoju normalnym, każdy z tych wianków składa się z pięciu oddzielnych kawałków lub z takiej ich liczby, która jest wielokrotnością pię-

ciu; bywają wszakże liczne odchylenia od tej normy. Zależnie od rozmieszczenia pojedynczych części składowych wianek dolny lub nawet oba wianki dolne noszą nazwę wianków podstawowych, wyższe zaś wianki tabliczek ułożone w kierunku ramion zwą się promieniowymi. Przy budowie prostej istnieje tylko jeden wianek podstawowy i jeden promieniowy, a każdy składa się z pięciu kawałków oddzielnych; przy układzie złożonym bywają dwa wianki podstawowe i trzy promieniowe z licznymi dodatkowymi kawałkami wapiennymi. Zwłaszcza u form o budowie nieco bardziej zawilej nie jest zbyt łatwo zaraz na pierwszy rzut oka zorientować się w układzie licznych, pozornie nieprawidłowo ułożonych pierwiastków, i wykryć prawa ich rozkładu; z tego powodu dla ułatwienia posługujemy się metodą graficzną, rysując schematycznie wszystkie tabliczki kielicha na jednej płaszczyźnie. Podstawę, miejsce przytwierdzenia łodygi, przyjmujemy za punkt środkowy, dookoła którego grupują się inne części; przy pomocy takiego dyagramu (rys. 41, 1) łatwo zorientować się nawet w najbardziej zawikłanych przypadkach. Górną

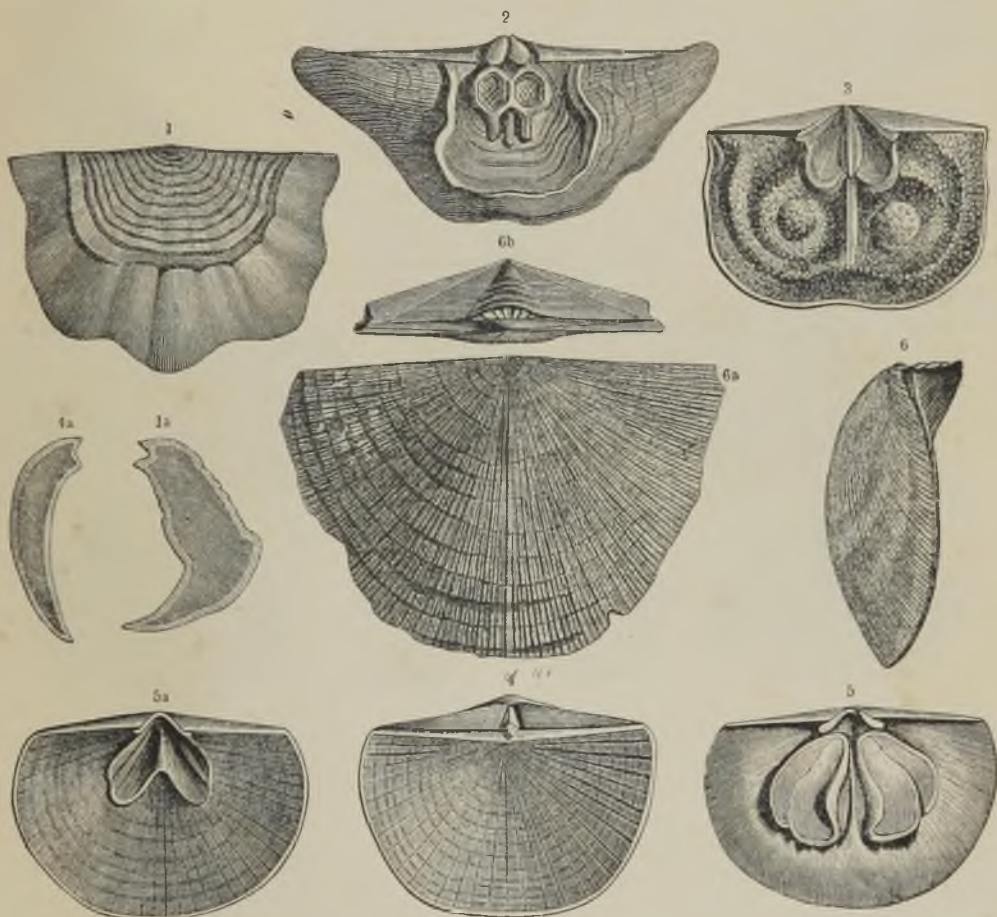


stronę kielicha u większości form żyjących obecnie i wogóle u form geologicznie młodszych pokrywa powłoka skórna, niekiedy tylko nielicznymi tabliczkami za-



Rys. 48. Orthisina: 1) z góry, 2) od strony zawiasy, 3) od wnętrza; 4) Orthis.

opatrzona. W środku znajduje się otwór gębowy, od którego odchodzą pięć brzd, przedłużających się w ramiona i zawierających organy ambulakralne (rys. 41, 2).



Rys. 49. Orthidae w rozmaitych położeniach: 1-3) *Strophomena rhomboidalis*; 4, 5) *Leptaena sericea*, z syluru angielskiego (wedł. Davidsona); 6) *Streptorhynchus umbraculum*, z dewonu nadreńskiego.

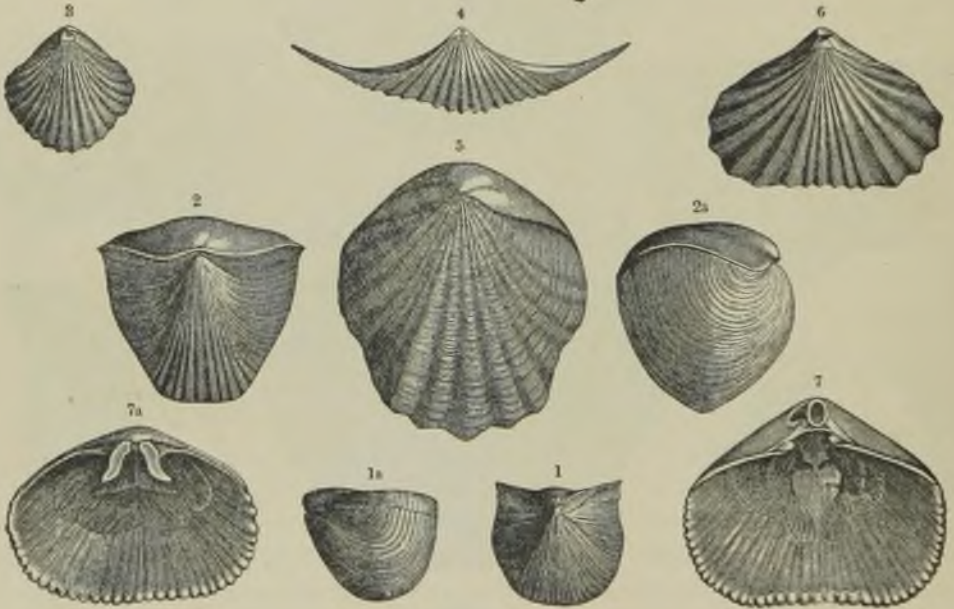
Natomiast u poszczególnych liliowców młodszych i u znacznej większości liliowców paleozoicznych górna strona kielicha jest szczelnie tabliczkami pokryta. U niektórych,

jak u żyjącego obecnie *Hyocrinusa*, u paleozoicznego *Coccoocrinusa* i u innych, dokoła otworu gębowego leży pięć dużych tabliczek trójkątnych, t. zw. płytek gębowych (*oralia*); u *Hyocrinusa* bliżej brzegu znajdują się liczne płytki mniejsze (rys. 41 i 75, 3 i 4). Najczęściej u form paleozoicznych pokrywa kielicha składa się z licznych drobnych tabliczek i posiada jeden tylko otwór, mianowicie otwór odbytu, położony niekiedy na czubku wysokiej rurki; gęba zaś i brózdy ambulakralne znajdują się pod zewnętrzną pokrywą kielicha. Ponad kielichem wznoszą się ramiona, które leżą na bezpośrednim przedłużeniu płytek radyalnych i łączą się z nimi za pomocą stawów. Kształt ramion i liczba ich są nadzwyczaj zmienne: niekiedy na wielkim kielichu mieszczą się bardzo mizerne ramiona, kiedy indziej znowu napo-



Rys. 50. *Antipleura*, z syluru czeskiego.

zór kielich jest niemal przygnieciony ciężarem gwałtownego ich rozwoju. Ramiona pokryte są licznymi tabliczkami wapiennymi, ustawionymi w jeden lub we dwa



Rys. 51. *Rhynchonelle*, częściowo w rozmaitych położeniach: 1) *Rhynchonella Henrici*, z dewonu dolnego Czech; 2) *Rhynchonella cuboides*, z dewonu Harcu; 3) *Rhynchonella Vilsensis*, z górnej jury alpejskiej; 4) *Rhynchonella cornigera*, z górnego tryasu Alp; 5) *Rhynchonella quinqueplicata*, z liasu Wirtembergu; 6) *Rhynchonella lacunosa*, z górnej jury Wirtembergu; 7) *Rhynchonella dimidiata*, z górnej kredy Saksonii.

rzędy, na wewnętrznej powierzchni ich (ramion) znajdują się brózdy ambulakralne, i członkowane przysadki wapienne, t. zw. „piórka“ (*pinnulae*).

Liliowce zazwyczaj dzielimy na dwie wielkie grupy, z których jedna—grupa *Tesselata* czyli *Palaeocrinoidea*, miała istnieć tylko w okresie paleozoicznym, druga—*Articulata* czyli *Neocrinoidea*—tylko w okresach młodszych, od tryasu poczynając aż do chwili obecnej. Pogląd ten, wypowiedziany w tak ka-



tegorycznej formie, jest z gruntu fałszywy. Obiedwie grupy łączy tyle przejść stopniowych, pewne rodzaje z wapienia węglowego są tak zbliżone do form tryasowych i jurajskich, że niepodobna grup tych uważać za rdzenie między sobą różne. Znajdujemy się zatem wobec stopniowego rozwoju jednego typu z drugiego. Słusznie natomiast twierdzić możemy, że wogóle większość form paleozoicznych w pewnych cechach różni się od większości typów młodszych; o tyle też usprawiedliwionym jest również podział na dwie grupy powyżej wymienione.



Rys. 52. Stimaki sylurskie: 1) *Eccyliopectus alatus*, z dolnosylurskiego glazu narzutowego; 2, 3) *Euomphalopterus alatus*, z górnego syluru Gotlandu; 4) *Salpingostoma megastoma*, z dolnosylurskiego glazu narzutowego; 5) *Maclurea Loganii*, z wieczkiem, tak samo; 6, 7) *Bellerophon cultrijugatus*, również; 8) *Acroculia anguis*, z czeskiego syluru górnego. (Wedł. F. Romera).

Palaeocrinoidea cechują wysokie cienkie tabliczki kielicha, otaczające dość znaczną jamę na pomieszczenie ciała, i połączone za pomocą szwów, a nie stawów. Budowa kielicha bywa często zawikłana, z dwoma wiankami podstawowymi i licznymi tabliczkami nadliczbowymi, których zwykle niema u Neocrinoidea, i prawie zawsze z t. zw. międzypromieniem odbytowym (analinterradius). Pokrywa kielicha składa się ze szczelnie ułożonych tabliczek wapiennych. Zdaje się, że brak pewnych pasm włókien, które u Neocrinoidea zwykle przebiegają wewnątrz tabliczek kielichowych. Co prawda, wśród wszystkich tych cech niema ani jednej takiej, co by zawsze istniała u wszystkich bez wyjątku Palaeocrinoidea i nigdy nie trafiała się przytem u pojedynczych Neocrinoidea. Sylur dolny dostarczył stosunkowo niewielu liliowców. Zwłaszcza w Europie jest ich

bardzo mało, w Ameryce Północnej znacznie więcej. Górny sylur natomiast nadzwyczajnie w liliowce obfituje; jest to niewątpliwie doba najwyższego ich rozwoju. Szwedzka wyspa Gotland góruje nad wszystkimi innymi miejscowościami obfitością liliowców sylurskich, znajdujących w jej wapieniach; bogate są w te skamieliny również pewne miejscowości w Anglii, w rosyjskich prowincjach nadbaltyckich, a osobliwie w Ameryce Północnej. Na rys. 40, 6—11 widzimy kilku przedstawicieli liliowców sylurskich: rodzaj *Cyathocrinus*, jeden z najbardziej rozpowszechnionych i najwięcej obfitych w gatunki rodzajów wśród całej tej klasy zwierząt, *Crotalocrinus* i *Barrandocrinus*—obydwa wyróżniające się nader szczególnym i nienormalnym rozwojem swych długich ramion.

Znając już liliowce, możemy teraz zwrócić się także do klasy *Cystidea*, wśród której paleontolog musi szukać form pierwotnych (praform) wszystkich pozostałych szkarłupni (rys. 43). W porównaniu z liliowcami uderzają one przede wszystkim słabym rozwojem ramion i łodygi. Łodyga zazwyczaj jest cienka, niekiedy brak jej zupełnie. Pewne formy wprost przyrastają całą stroną dolną do jakiegokolwiek ciała obcego, i, jak *Agelacrinus*, przybierają skutkiem tego postać krążka płaskiego (rys. 42). Pewne rodzaje posiadają zamiast ramion tylko brzoźdy ambulakralne, lub też podwójne szeregi tabliczek, ukształtowanych odmiennie od pozostałych i zaopatrzonych w otwory, przez które przechodzą nazewnątrz nóżki ambulakralne. Górna strona kielicha jest zawsze pokryta tabliczkami, a boki i strona dolna albo złożone są z licznych nieprawidłowych tabliczek, albo też zbudowane bywają z wianków o nielicznych tabliczkach, ale w tym ostatnim razie brak układu pięcioliczbowego. Gęba leży na stronie górnej, nieco niżej—odbyt, który posiada specjalny przyrząd zamykający w postaci piramidy, złożonej z kilku części; jest to najważniejsza cecha,



Rys. 53. *Conularia*.

właściwa wszystkim bez wyjątku rodzajom. Szczególne znamię, co prawda nie u wszystkich *Cystideó* występujące, lecz im tylko właściwe, stanowią w osobliwy sposób rozmieszczone pory w tabliczkach kielicha; są one jużto ułożone parami, jużto tworzą grupy rombiczne, w ten sposób, że każdy romb mieści się na dwóch sąsiednich tabliczkach kielicha (rys. 44, 112).

Dla paleontologa *Cystidea* są ważne z tego głównie powodu, że spotykamy wśród nich formy przejściowe, które je łączą ze wszystkimi innymi działami szkarłupni, w stanie kopalnym wogóle bliżej znanymi. Przejście do liliowców stanowią te formy, które posiadają tylko kilka wianków z wielkich tabliczek złożonych; ujawnia się tu stopniowe zbliżanie się do układu pięcioliczbowego, znika piramida odbytowa; w *Porocrinus* wreszcie mamy już typ, który we wszystkich cechach posiada stanowczo charakter liliowca, lecz jeszcze zaopatrzony jest w znamienne dla *Cystideó* w romby porów (rys. 45, 4).

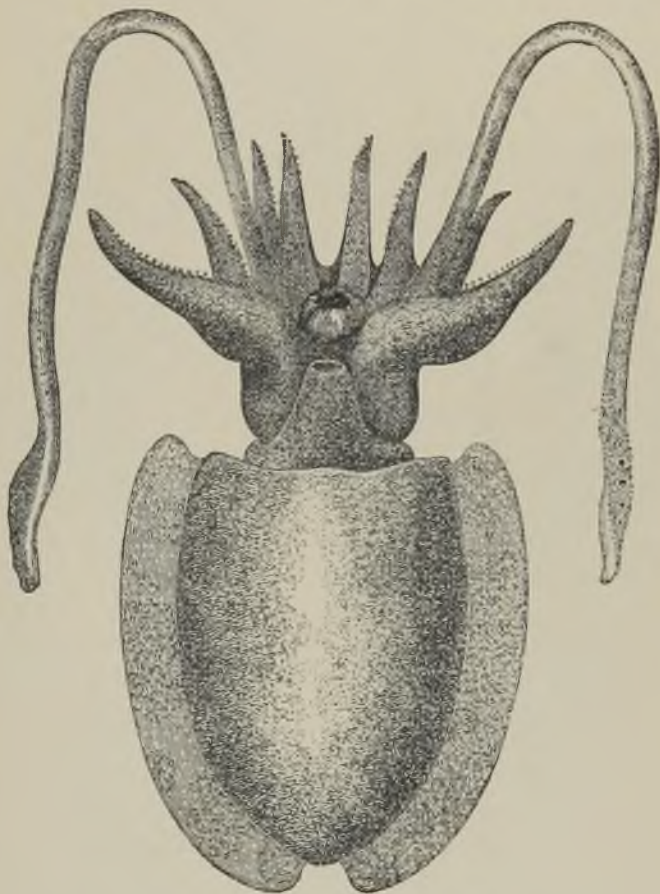
Wymieniony powyżej rodzaj *Agelacrinus* zbliża się do rozgwiazd; typy takie, jak *Mesites*, z licznymi nieprawidłowymi tabliczkami i pięcioma pasami ambulakralnymi, równomiernie promienisto zbiegającymi ze szczytu, stykają się



z jeżowcami; wymarła znowu grupa *Blastoidea* w podobny sposób przypiera do rodzajów *Codonaster* i *Cystoblastus*. *Cystidea* syluru nie dorównują co prawda liliowcom sylurskim ani liczbą rodzajów i gatunków, ani też wielką ilością osobników, stanowią jednak bardzo znamienne część fauny; wraz z graptolitami należą one do charakterystycznych zwierząt syluru. Pozostałe działy szkarłupni reprezentowane są znacznie skromniej. Przedstawicielem niewielkiej grupy *Blastoidea*, która szczytu swego rozwoju dosięga w formacji węglowej, jest jeden tylko odosobniony gatunek, odnaleziony w górnym sylurze Ameryki Północnej. Kilka jeżowców, z pomiędzy których szczególnie *Botriocidaris* przedstawiony jest na rysunku 44, 314, dostarczyły rosyjskie gubernie nadbałtyckie i Anglia. Nieco obfitszą wreszcie jest fauna rozgwiazd, tem ciekawa, że wówczas obie grupy — wężowideł i rozgwiazd właściwych były już zupełnie zróżnicowane (rys. 45, 1—3).

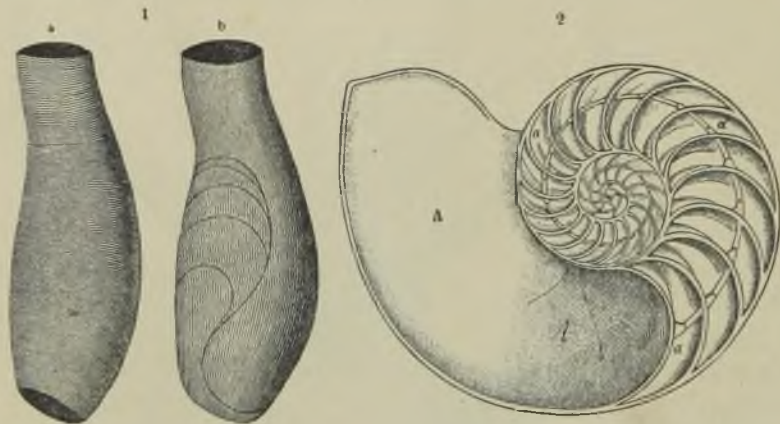
O ile fauna szkarłupni sylurskich jest bogatą i zajmującą, o tyle znowu o najbliższym wielkim typie głównym państwa zwierzęcego, o robakach, niewiele powiedzieć można. Znajdujemy

i tu niewyraźne ich ślady, takie same, jakie trafiają się w osadach kambryjskich, o czem wyżej była mowa; do nich, jako szczątki dające się z pewnością tłumaczyć, przyłączają się mikroskopowe twarde szczęki pierścienic (rys. 46, 2), w bardzo wielkiej ilości występujące w rosyjskich piaskach glaukonitowych, leżących u podstawy syluru dolnego. Drobne te utwory, zrazu uważane za ząbki ryb, odkrył Pander i opisał je pod nazwą konodontów (rys. 46, 1). Badania mikroskopowe struktury tych szczątków wykazały natomiast, że konodonty posiadają taką samą spółśrodkowoskorupowatą budowę, jak szczęki pierścienic, i z tem większą pewnością mogą być do nich zaliczane, że postacią zewnętrzną przypominają szczęki pierścienic i gwiazdnic (*Gephyrea*). Rohon i v. Zittel drogą mikroskopową dowiedli wszakże, że w piaskach



Rys. 54. Mąwa (*Sepia officinalis*), jako typ głowonoga nagiego.

glaukonitowych obok konodontów znajdują się i prawdziwe zęby ryb, złożone z dentyny i ze szkliwa. Niektóre pierścienice zamieszkują rurki wapienne, zwykle przyrosnięte do jakichkolwiek ciał obcych, skorup małżów, kamieni i t. p. Z pomiędzy takich rurek w osadach sylurskich znajdują się małe, prawidłowo zwinięte spiralnie rurki, zwane *Spirorbis*, i słabo wygięte skorupki z silnymi żebrami poprzecznymi, dla których utworzono rodzaje *Ortonia* i *Cornulites*. — Na tem miejscu chyba najlepiej będzie wspomnieć o małej grupie form, które pojawiają się już w górnym sylurze i trwają jeszcze podczas dewonu. Są to *tentakulity* (rys. 47) proste, na jednym końcu zaostrome rurki, które, jak *Ortonia*, ozdobione są wydatnymi poprzecznymi żeberkami, i wogóle tak są do tego rodzaju podobne, że między obiema grupami form, jak



Rys. 55. 1) *Ascoceras*, z czeskiego syluru górnego: a) okaz skorupy, b) jądro kamienne (wedł. Barrande'a); 2) Skorupa łodzika (*Nautilus pompilius*) w przekroju: A) komora mieszkalna, a) komory powietrzne.  $\frac{1}{2}$  wielk. naturalnej.

są wydatnymi poprzecznymi żeberkami, i wogóle tak są do tego rodzaju podobne, że między obiema grupami form, jak przypuszczać należy, blizki zachodził stosunek. Prawdopodobnie zatem *tentakulity* i pokrewne im gładkie gatunki

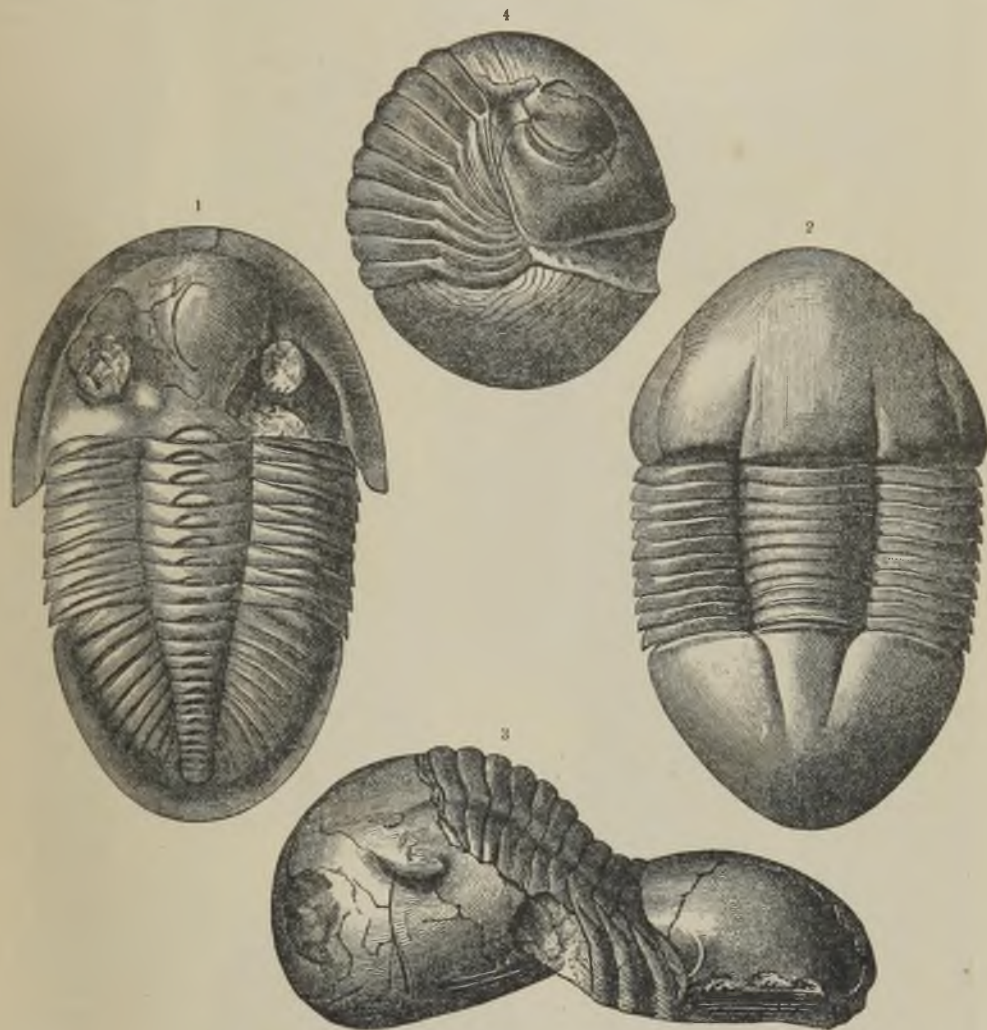
*Styliola* z czasów paleozoicznych, były to pierścienice o rurce wolnej, nieprzyrosniętej. Miejscami powierzchnię warstw skał wapiennych lub łupkowych pokrywają miliony skorupek tych zwierzątek; dla geologa są to ważne skamieniałości przewodnie.

*Mszywioly* (*Bryozoa*), z kolei następną grupą zwierząt, tworzą kolonie złożone z licznych osobników, w całym swym ustroju przypominające kolonie koralu, z tą tylko różnicą, że mszywioly są znacznie mniejsze. Pomimo to jednakże, organizacja drobnych tych żyjątek jest znacznie wyższa: posiadają one odosobniony przewód pokarmowy z odbytem i dobrze rozwinięty układ nerwowy. Wapienne budowie mszywiolów możemy podzielić na dwie grupy form: jedna z nich — *Cyclostomata*, posiada komory w postaci rurek nie przewężonych przy wylocie, gdy u drugiej — *Chilostomata*, wylot leży z boku i jest węższy od przekroju poprzecznego komory. Wszystkie mszywioly paleozoiczne, z wyjątkiem pojedynczych form pośrednich, zaliczają się do *Cyclostomata* i należą przeważnie do rodzin całkowicie wymarłych.

Pod względem geologicznym ważniejsze są *ramienionogi* (*Brachiopoda*), których ogólną organizację wyłożyliśmy już, opisując faunę kambryjską. Tam, w owych najstarszych osadach przewaga, i to znaczna, była po stronie form ze skorupką rogową; poczynając zaś od syluru, górę biorą typy o skorupie wapiennej, występujące w ogromnej różnorodności form. *Ramienionogi* już w sylurze dosięgają

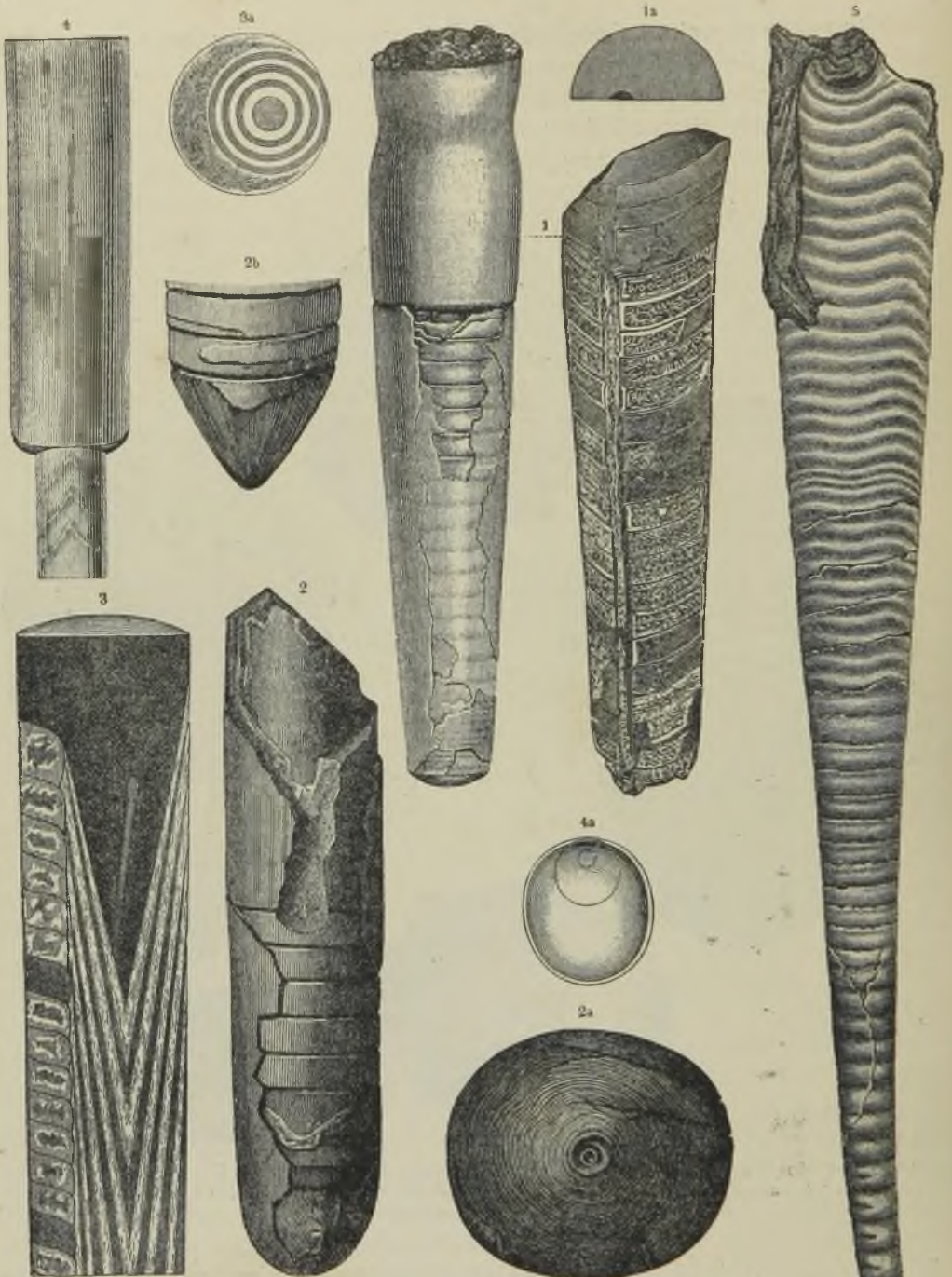


szczytu swego rozwoju, któremu nie dorównywa nawet nader jeszcze wielka obfitość form w dewonie i w systemie węglowym; we wszystkich zaś późniejszych systemach ramienionogi z pewnością stale już się cofają. Wogóle z osadów paleozoicznych znamy powyżej 4000 rozmaitych gatunków ramienionogów, a z tej liczby około dwóch piątych przypada na sylur; właśnie między przedstawicielami



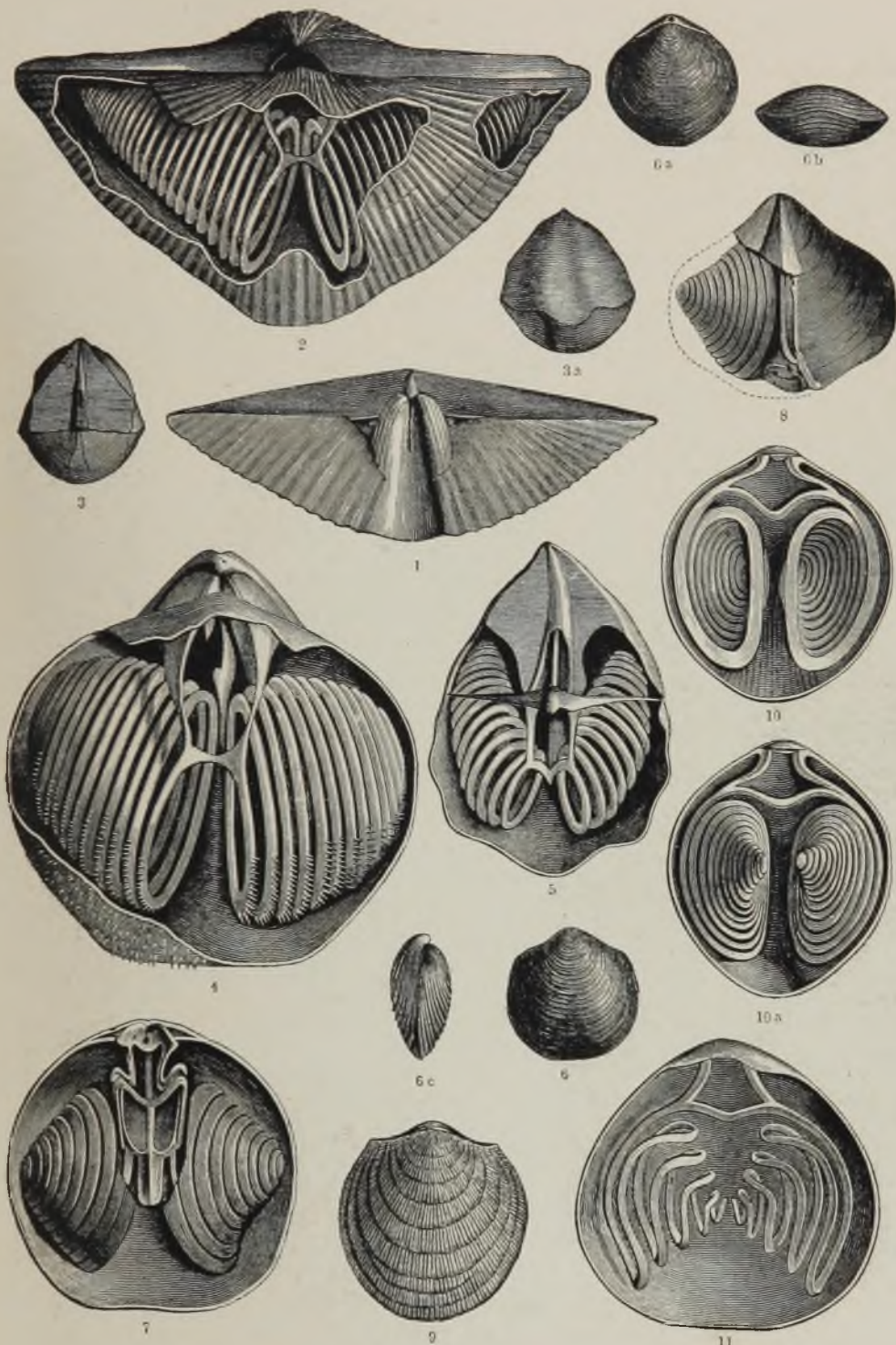
Rys. 56. Trylobity: 1) *Asaphus peltastes*, z angielskiego syluru dolnego; 2) *Illaenus Katzeri*, z czeskiego syluru dolnego; 3) *Illaenus Murchisoni*, z angielskiego syluru dolnego; 4) *Illaenus insignis*, z angielskiego syluru górnego. (Wedł. Saltera i Barrande'a).

tej klasy znajduje się wiele najważniejszych i najbardziej charakterystycznych skamieniałości przewodnich. Pomijając już to, czy skorupa bywa wapienna lub rogową, ważnych cech do podziału ramienionogów dostarcza sposób, w jaki obiedwie klapy skorupy są ze sobą połączone. U jednych, u t. zw. *Testicardines*, klapy łączą się za pomocą zębów, które wchodzą jedne między drugie, tworząc połączenie zawiasowe, zawiasę. Drugą grupę stanowią *Ecardines* albo ramienionogi po-



Rys. 57. Nautilidy sylurskie: 1) *Orthoceras Neptuneum* z ulamany wierzchołkiem, z syluru górnego Czech; 1a) tenże w przekroju; 2) *Orthoceras truncatum*, z syluru górnego Czech, starsze komory zostały odrzucone przez zwierzę a odlamany koniec został zaklejony masywną pokrywą wapienną; 2a) pokrywa ta z dołu; 2b) z boku (1 i 2 wedł. Barraudea); 3) *Endoceras longissimum*, z syluru dolnego, przekrój, syfon wypełniony wydzielinami wapiennymi, nakształt tutek papieru jedne w drugie powtykanemu; 3a) przekrój poprzeczny (wedł. Barraudea); 4) *Endoceras duplex*, z północnego syluru dolnego, skorupa u dołu ulamana, syfon nieco wystaje poza nią; 4a) tenże w przekroju poprzecznym (wedł. Quenstedta); 5) *Lituities lituus*, z północnego syluru dolnego (wedł. Notlinga).





Tabl. II. Typy spiryferydów (po części w różnych położeniach).

- 1) *Spirifer speciosus*, z dewonu nadreńskiego. 2) *Spirifer striatus*, z angielskiego wapienia węglowego. (Według Davidsona).  
 3) *Cyrtia exprorecta*, z gotlandzkiego syluru górnego. 4) *Spiriferina rostrata*, z liasu angielskiego. (Według Davidsona).  
 5) *Cyrtia heteroclita*, z dewonu angielskiego. (Według Davidsona). 6) *Spirigera concentrica*, z dewonu nadreńskiego. 7) Tenże gatunek, z dewonu angielskiego. (Według Davidsona). 8) *Merista herculea*, z czeskiego dewonu dolnego. (Według Suessa).  
 9) *Atrypa reticularis*, z dewonu nadreńskiego. 10) Tenże gatunek, z angielskiego syluru górnego. 11) *Glassia obovata*, z angielskiego syluru górnego. (10 i 11 według Davidsona).

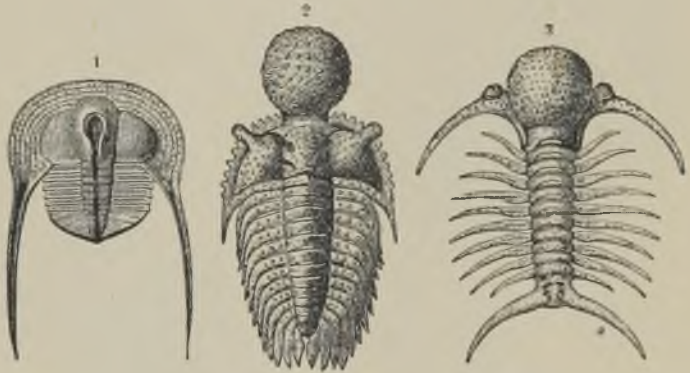
zbawione zawiasy, u których ruch obu klap względem siebie regulują tylko mięśnie; należą tu wszystkie formy ze skorupą rogową i drobny ułamek form ze skorupą wapienną.

W sylurze i we wszystkich systemach późniejszych największe znaczenie geologiczne mają właśnie Testicardines (t. j. ramienionogi opatrzone zawiasą). Dzielią się one znowu na dwie grupy, z których jedna posiada wewnątrz mocne wapienne podpory dla spiralnie skręconych ramion (Pegmatobanchia), druga zaś podpór takich jest pozbawiona (Eleutherobanchia). Z tej ostatniej grupy już w sylurze w znacznej różnorodności form występuje rodzina Orthidae z rodzajami Orthis, Orthisina, Streptorhynchus, Strophomena i Leptaena (rys. 48 i 49). I druga rodzina grupy Eleutherobanchia — Productidae, którą cechują próżne, wewnątrz rureczkowate kolce na zewnętrznej stronie skorupy i szczytkowy ślad szkieletu ramion („listwy ramieniowe“, odciski nerwowate), prawie wcale nie przekracza górnej granicy osadów paleozoicznych; rodzina ta jednak, wzięta w całości, znacznie młodszą jest od rodziny Orthidae, zamkniętej całkowicie w obrębie czasów paleozoicznych, i u szczytu rozwoju staje dopiero w karbonie i permie,

w sylurze zaś reprezentuje ją rodzaj Chonetes, bardzo jeszcze do Orthidae zbliżony.

Wśród form, zaopatrzonych w podpory ramieniowe (Pegmatobanchia), spotykamy przede wszystkim Rhynchonellidae, u których z brzegu zawiasowego wystają dwie blaszki wapienne. Główny ich rozwój przypada na erę paleozoiczną: tu tylko występują rodzaje Pentamerus i Camarophoria, podczas gdy Rhynchonella należy do tych ciekawych typów, które z małymi zmianami zachowały się od syluru do czasów obecnych (rys. 51). Na osady paleozoiczne przypada również główny rozwój rodziny Spiriferidae, którą charakteryzują spiralnie skręcone wapienne podpory ramieniowe; należą do niej liczne rodzaje, jak Spirifer, Spirigera, Atrypa, Retzia, Merista (p. tablicę II); niewiele z nich dożyło do ery mezozoicznej, a ostatnie wymierają w dolnej części jury, w liasie.

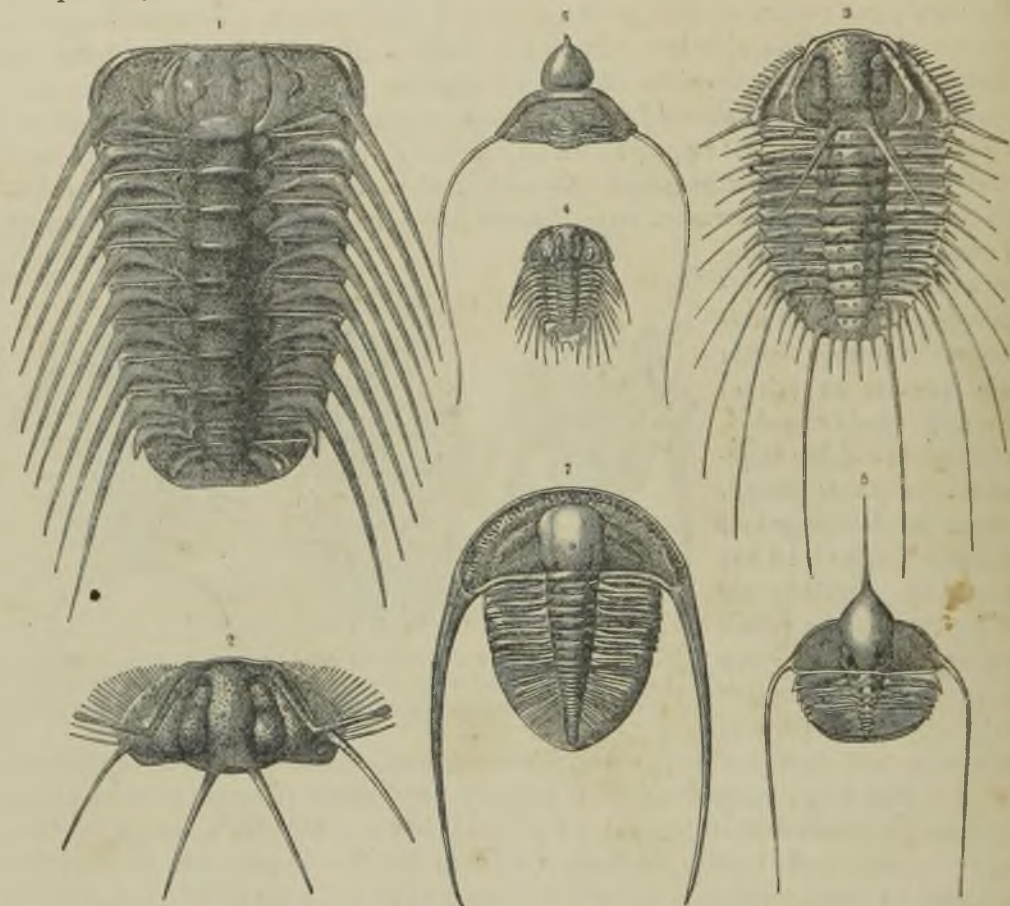
Odwrotne znajdujemy stosunki u ostatniego działu Pegmatobanchia, u Terebratulidae, odznaczających się szkieletem ramieniowym w kształcie pętlicy. Jest to jedyny dział ramienionogów, który, będąc słabo reprezentowanym w osadach sylurskich (gdzie po raz pierwszy się pojawia) i w całej wogóle epoce paleozoicznej, do szczytu rozwoju dochodzi dopiero w okresach późniejszych i obecnie jeszcze występuje w pokażnej liczbie rozmaitych rodzajów i gatunków: Terebratula, Waldheimia, Terebratulina, Megerlea, Terebra-



Rys. 58. Trinucleus Goldfussi, z syluru dolnego Czech; bródka środkowa odpowiada przewodowi jelitowemu (wedł. Barrande); 2) Staurocephalus Murchisoni, z syluru górnego Anglii; 3) Deiphon Forbesi z syluru górnego Czech.



tella, Thecidium, Argiopei i inne zamieszkują nasze morza miejscami w bardzo znacznej ilości, choć w zbiorach są one względnie dość rzadkie, gdyż występują przeważnie w większych głębokościach. Bez względu wszakże na ten bogaty rozwój jednej rodziny, ramienionogi są w ogólności typem, który od czasów prastarych aż do chwili obecnej stopniowo lecz statecznie wymiera; typ ten już

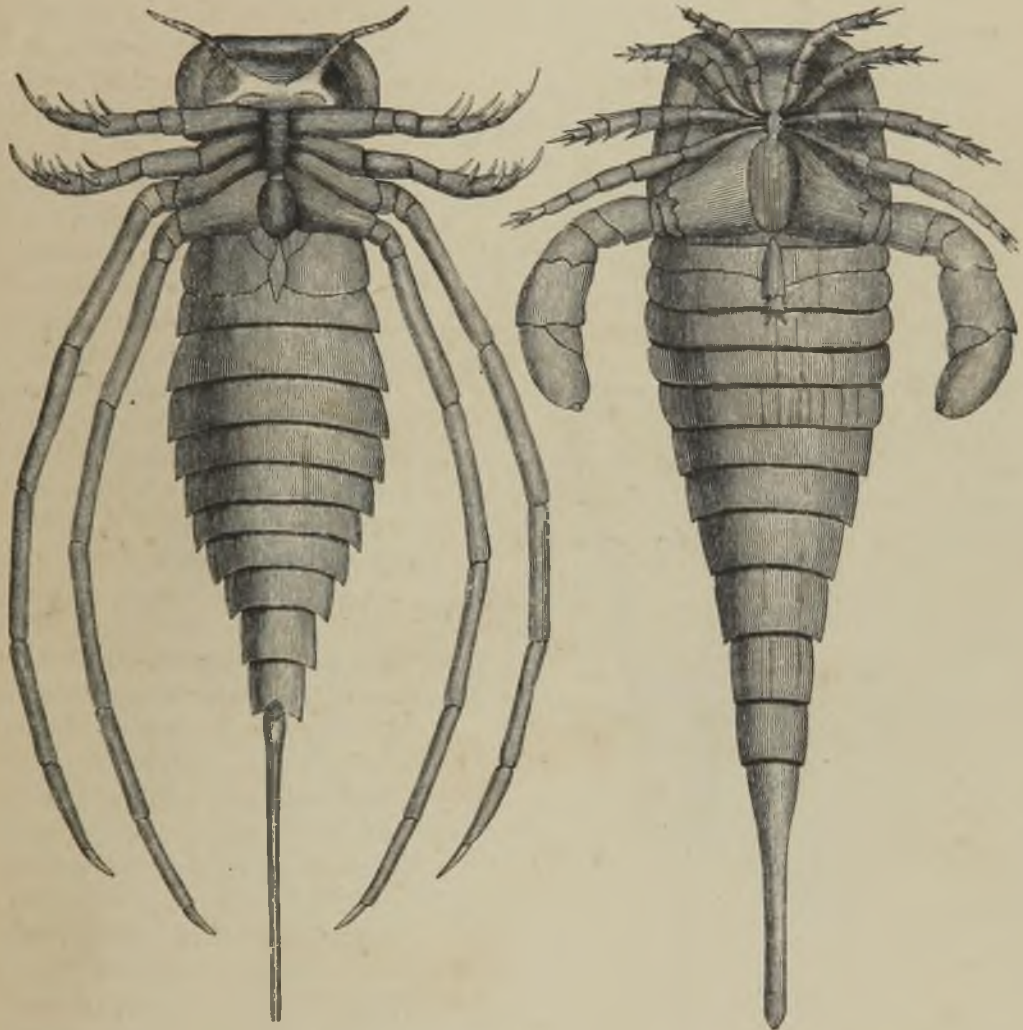


Rys. 59. Trylobity z syluru czeskiego: 1) *Acidaspis Buchi*; 2) głowa *Acidaspis mira*; 3) *Acidaspis Dufrenoyi*, 4) *Acidaspis Roemeri*; 5) *Ampyx Ruaulti*; 6) *Ampyx tenellus*, zwinięty; 7) *Dionide formosa*. (Wedł. Barrande).

w sylurze występuje w takiej różnorodności form, że musimy mu przyznać długie istnienie w czasach przedkambryjskich.

Z geologicznego punktu widzenia najważniejszą gałąź państwa zwierzęcego stanowią mięczaki, gdyż pomiędzy skamielinami skorupy ich najczęściej się znajdują. Co prawda, nie wszystkie ich działy są dla wszystkich formacji jednakowo doniosłe. W epoce paleozoicznej, poczynając od syluru, licznych skamieniałości przewodnich dostarczają głowonogi (Cephalopoda), podczas gdy obie pozostałe wielkie gromady mięczaków—małże (Lamellibranchiata) i ślimaki (Gastropoda—brzuchonogi), są wprawdzie także dość liczne, lecz stosunkowo mają mniejsze znaczenie. W tych starych osadach z głowonogami mierzyć się mogą tylko ramienionopływy, w najstarszych zaś—i trylobity. Inaczej jest w systemach mezozoicznych

w których głowonogi geologicznem znaczeniem tak dalece przerastają wszystkie pozostałe działy państwa zwierzęcego, że żaden z nich nawet zdaleka równać się z nimi nie może, jakkolwiek małże i ślimaki stopniowo coraz bardziej zyskują na doniosłości. W utworach trzeciorzędowych wreszcie prawie same tylko małże i śli-

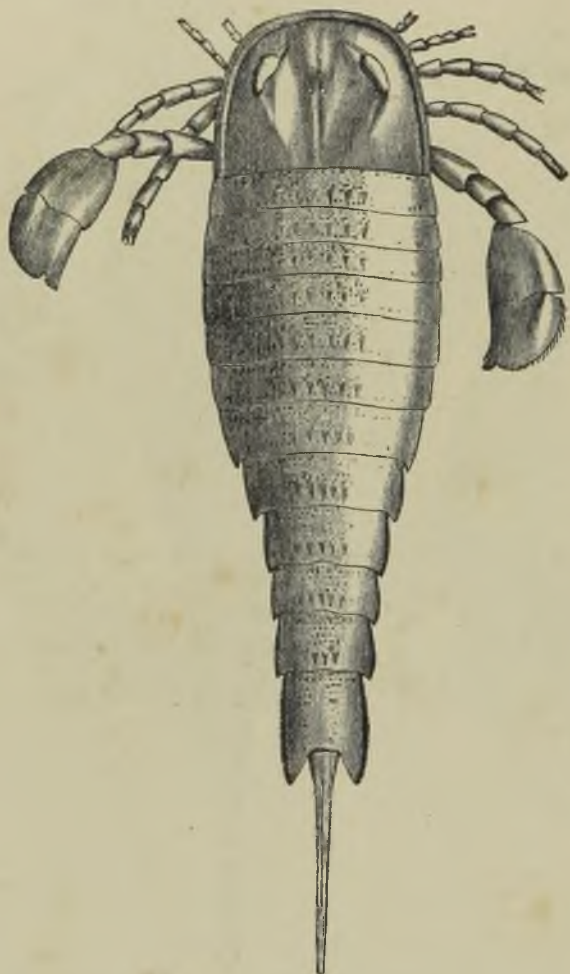


Rys. 60. Erypteris (z prawej strony) i Stylenurus (z lewej strony), szyluru górnego Anglii, dolna powierzchnia ciała (Odtworzone według Woodwarda).

maki kierują geologiem przy oznaczaniu wieku i porównywaniu osadów, w odległych występujących miejscowościach. Różne są przyczyny tych zjawisk. Ogromne znaczenie głowonogów w osadach mezozoicznych i paleozoicznych spowodowane jest przede wszystkim częstotliwością ich występowania i wielką ilością wybitnych cech na ich skorupie, co znacznie ułatwia ich oznaczanie. W dodatku poszczególne gatunki znajdują się zwykle wyłącznie tylko w jednym lub dwóch poziomach, lecz posiadają zarazem znaczne rozprzestrzenienie geograficzne, a skut-



kiem tego nadają się doskonale do rozpoznawania danego poziomu w bardzo odległych od siebie miejscowościach. Z początkiem okresu trzeciorzędowego uskokupione głowonogi stają się bardzo rzadkie, a zarazem, rzecz prosta, kończy się i rola ich jako skamielin przewodnich. Doniosłe znaczenie małży i ślimaków w utworach trzeciorzędowych zależy jedynie od ich wielkiej liczebności, ustępującej tylko liczebności mikroorganizmów. Przyczyną tego, że ważność ich w for-



Rys. 61. Eurypterus Fischeri z nadbałtyckiego syluru górnego. Około  $\frac{1}{2}$  wielkości naturalnej. (Wedł. Niezłowskiiego *Jan a*)

macyach starszych zmniejsza się tem bardziej, im bardziej wstecz się cofamy, nie jest bynajmniej znaczne ubywanie ilości gatunków lub ich rzadkość; i w starych osadach występują one w wielkiej liczbie. Ale poszczególne formy mają zazwyczaj względnie małe rozprzestrzenienie geograficzne, posiadają postać mniej charakterystyczną niż głowonogi. Te właśnie części skorupy, które są ważne dla niezawodnego oznaczenia: zawiasa małżów i otwór skorupy ślimaków są w twardej skałach formacji starszych tak rzadko zachowane, że oznaczenie staje się niepewnem. Wreszcie paleontologowie dość mocno zaniedbali badania geologicznie starszych przedstawicieli obu powyższych gromad mięczaków, a skutkiem tego częstokroć do oznaczenia ich brak danych w literaturze. Stąd widzimy, od jak rozmaitych, w części nieraz przypadkowych przyczyn zależy doniosłość geologiczna poszczególnych grup zwierząt, i wiele pomocy uzyskać jeszcze może geologia od dalszego rozwoju badań paleontologicznych.

Małże (blaszkoskrzelne, Lamellibranchiata), najniżej uorganizowany dział mięczaków, należą do tych form zwierzęcych, z którymi w życiu powszednim tak często się stykamy, że niewątpliwie każdy z ich wyglądem zewnętrznym dobrze jest obeznany. Miękkie części tych zwierząt otoczone są skorupą złożoną z dwu kłap, połączonych zazwyczaj zapomocą zachodzących pomiędzy siebie zębów, t. zw. zawiasy skorupy; są to zwierzęta wyłącznie wodne, przeważnie morskie. Otwieranie skorupy odbywa się za sprawą więzadła sprężystego, mieszczą-

cego się w pobliżu zawiasy. Więzadło to jest czarne lub brunatne, położenie zaś jego zwykle daje się rozpoznać nawet na okazach kopalnych i dostarcza ważnych cech rozpoznawczych. Zamykanie skorupy zależy od kurczenia się jednego lub dwóch mięśni zwieraczy, znajdujących się wewnątrz niej; miejsca przytwierdzenia tych mięśni zwykle są widoczne na wewnętrznej stronie skorupy u większości małży, mianowicie u wszystkich form z nieco grubszą skorupą. Części miękkie w skorupie osłonięte są zdwojeniem skóry, również z dwóch płatów złożonym, t. zw. płaszczem, który za życia zwierzęcia wydziela skorupę wapienną i przylega do wewnętrznej jej strony jaknajściślej, będąc do niej przytwierdzony długim szeregiem włókien mięśniowych. W miejscu przyczepienia tych włókien, na wewnętrznej stronie skorupy, powstaje zazwyczaj wyraźna, wklęsła linia, t. zw. linia płaszczowa lub odcisk płaszczowy, przebiegająca równoległe do dolnego brzegu skorupy, przeciwległego zawiasie; u małży, zaopatrzonych w długie, dające się ze skorupy wysuwać rurki oddechowe, na tym odcisku płaszcza dostrzegamy z tyłu wgłębienie, t. zw. zatokę płaszczową.

Najbardziej rozpowszechnionym typem w sylurze są liczne małże o nadzwyczaj cienkiej skorupie, bez zębów zawiasowych, bez widocznych wyraźnie odcisków mięśni i linii płaszczowej, o których tyle tylko powiedzieć możemy, że stanowią one grupę

samodzielną, prawie całkiem w obrębie okresu paleozoicznego zamkniętą, której nadano nazwę „małży starych“, *Palaeoconchae* (rys. 50). Oprócz tego znajdują się liczne formy opatrzone dwoma mięśniami zwieraczami, jednym dużym a drugim znacznie mniejszym, i mało lub wcale nie rozwiniętymi zębami zawiasowymi—formy, należące do rodzajów *Avicula*, *Pterinea*, *Aviculopecten*, *Myalina* i t. d. Z małży o dwóch mięśniach zwieraczach jednakowej



Rys. 62. *Styliolunus Powriei* z dewonu szkockiego.  
(Wedl. Woodwarda.)



wielkości znajdują się formy z rzędu *Taxodontia*, u których liczne zęby zawiasowe w jeden wydłużony szereg są ułożone. Takimi formami są: *Arca*, *Cucullaea*, *Nucula*, *Leda*. a wśród nich, jak zresztą i wśród typów o dwóch nierównych mięśniach zwieraczach znajdujemy wiele rodzajów, które od syluru aż do dnia dzisiejszego ze znikomymi zaledwie zmianami się dochowały.

Wogóle małże sylurskie, pomimo ogromnej ilości ich gatunków, dla geologa niewielkie mają znaczenie; wprawdzie pewne gatunki, jak *Cardiola interrupta* są charakterystycznymi skamielinami przewodnimi, lecz znaczna większość nie-dużej jest wagi.



Rys. 63. *Slimonia acuminata*, z syluru górnego Anglii. w znacznem' zmniejszeniu. (Wedł. Woodwarda.)

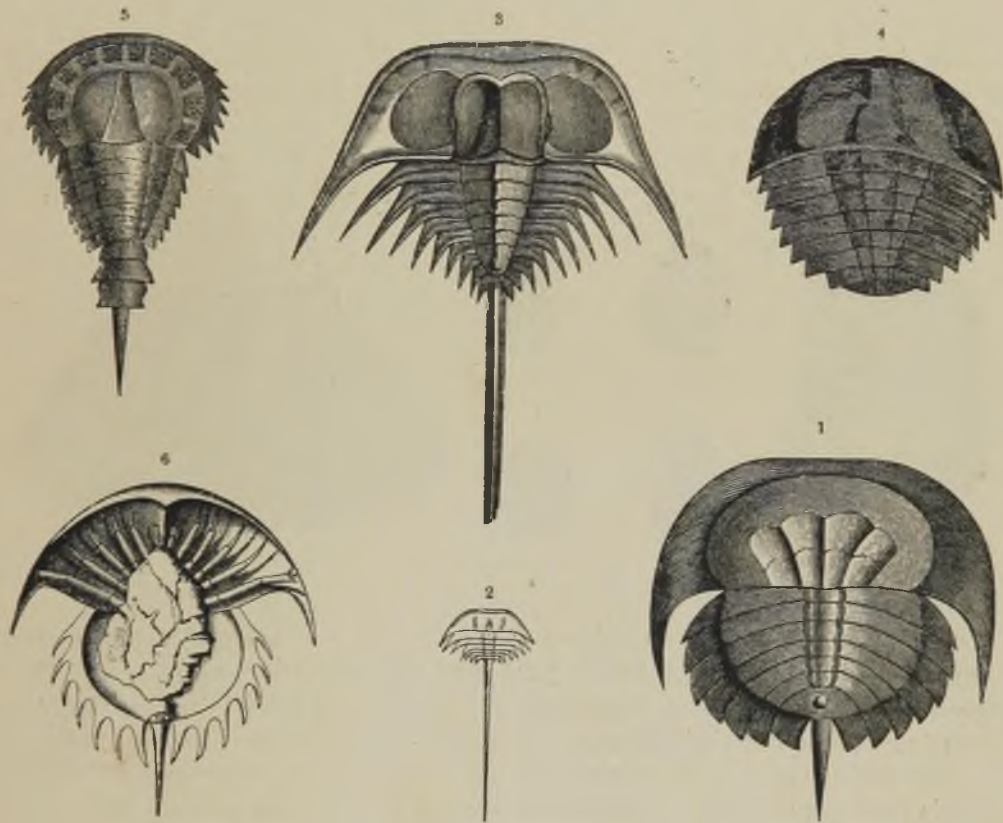
Podobnie rzecz się ma ze ślimakami sylurskimi. Pierwsze miejsce wśród nich zajmują opatrzone nacięciem przy otworze skorupy *Pleurotomariidae*



Rys. 64. Młode okazy kraba moluckiego (*Limulus*), t. zw. stadyum trylobitowe.

i *Bellerophontidae*, z rodzajami *Raphistoma*, *Pleurotomaria*, *Murchisonia*, *Porcellia*, *Bellerophon* (rys. 52); dalej idzie *Euomphalus*, zbliżony do *Raphistoma*, i kilka typów, które, jak się zdaje, nie różnią się istotnie od żyjących obecnie rodzajów, jak *Turbo* lub *Natica*. Szczególnie charakterystyczne zjawisko tworzą wysokie, kubeczkowate, cieniutką skorupką opatrzone t. zw. „ślimaki kapturkowe“ (*Capulidae*), które tutaj szczytą się liczniejnymi i bardziej okazałymi przedstawicielami, niż w systematach późniejszych. Bardzo

prawdopodobnie do ślimaków zaliczyć należy także i zupełnie wymarły dział Conularidae z rodzajami Conularia (rys. 53), Hyolithes i t. d.; są to formy o skorupkach rogowych lub wapiennych, piramidalnych, niekiedy u wierzchołka podzielonych na komory, zaopatrzonych w wieczko, zasłaniające otwór skorupy. Bardzo jest prawdopodobnem, że Conularidae stanowią zupełnie samodzielną, wymarłą doszczętnie grupę zwierząt, która nic nie ma wspólnego ani z tentakulitami ani ze skrzydłonogami; organizacyi ich co prawda bliżej nie znamy, lecz wątpić chyba nie można, że należą one do mięczaków a z pośród nich najbardziej się zbliżają do ślimaków.



Rys. 65. Paleozoiczne ostrogony (Xiphosura): 1) *Prestwichia rotunda*, z systemu węglowego Anglii; 2) *Belinurus reginae*, z systemu węglowego Irlandyi; 3) tenże w powiększeniu; 4) *Neolimulus falcatus* z górnego syluru Anglii; 5) *Hemiaspis limulooides* z górnego syluru Anglii (wedł. H. Woodwarda); 6) *Prestwichia Danae* (wedł. Packarda).  $\frac{2}{3}$  wielk. naturalnej.

Ostatni wielki dział mięczaków, głownogi (Cephalopoda), reprezentowany jest obecnie przez nieznaczną liczbę form; wszystkie głownogi mieszkają w morzach i pływają mniej lub więcej zręcznie, wszystkie są zwierzętami nadzwyczajnie drapieżnymi i żarłocznymi. Przedstawicielami ich są t. zw. kałamarnice, ośmiornice (Octopus), łodzik (Nautilus) i in. Z żyjących obecnie rodzajów dwa tylko, łodzik (Nautilus) i żeglarek (Argonauta) opatrzone są skorupą zewnętrzną, znakomita większość zaś posiada ciało nagie (rys. 54), co najwyżej z wewnętrznymi



częściami twardymi w postaci t. zw. kości (os sepiae) lub zaczątku skorupy, pokrytego płaszczem.

Zupełnie co innego widzimy w formacjach paleozoicznych i mezozoicznych. Morza ówczesne roiły się od niezliczonych głowonogów uskorupionych, o skorupach wewnętrznych przegrodami poprzecznymi podzielonych na liczne komory. Tylko ostatnia komora, komora mieszkalna, służyła zwierzęciu za schronienie, pozostałe natomiast były napełnione powietrzem i pozwalały zwierzęciu unosić się na powierzchni wody pomimo ciężaru skorupy wapiennej. Na szczęście w czasie teraźniejszym utrzymał się jeszcze typowy przedstawiciel tych form w znanym rodzaju łodzika (*Nautilus*), prawdziwej skamieniałości żyjącej, której badanie dało nam klucz do zrozumienia budowy całego legionu owych istot wymarłych. U wszystkich głowonogów ciało osłonięte jest workowatym utworem skórnym—płaszczem, z którego górnego końca wychyla się wyraźnie odgraniczona głowa z doskonale rozwiniętymi oczyma i z gębą, otoczoną okółkiem 8 — 10 wielkich ramion chwytnych lub bardzo licznych krótkich macek. *Nautilus* różni



Rys. 66. Sylurskie małżoraczki (*Ostracoda*): 1) *Lepeditia*; 2) ta sama w powiększeniu; 3 i 4) *Beyrichia*; 5) *Bolbozoe*; 6) *Pollicipes signatus*, prawdziwy wąsonóg, z górnego syluru Gotlandu (wedł. Aurivilliusa), w powiększeniu.

się od innych głowonogów nie tylko swą skorupą, lecz i innymi cechami, przede wszystkim zaś posiadaniem dwóch par skrzeli zamiast jednej i licznych krótkich macek zamiast wielkich ramion chwytnych. Utworzono też dla tego jedynego rodzaju żyjącego osobny podrząd czteroskrzelnych głowonogów (*Tetrabranchiata*). Skorupa łodzika jest zwinięta spiralnie w jednej płaszczyźnie i wewnątrz posiada przepyszny połysk perłowo-maciczny, z zewnątrz zaś jest matowa i porcelanowata, biała z czerwono-brunatnymi prążkami kształtu płomyków. Przegrody między komorami utworzone są z substancji perłowo-macicznej i są od strony otworu wklęsłe. Od tylnego końca zwierzęcia przez wszystkie komory powietrzne aż do wierzchołka skorupy ciągnie się cienki skórzasty wiąz, zawierający naczynie krwionośne; jest to t. zw. syfon. W każdej przegrodzie przechodzi on przez mały okrągły otvorek, położony w pobliżu jej środka; przy każdym takim otworze przegroda tworzy krótką rurkę, t. zw. pochewkę syfonową, obejmującą syfon i skierowaną ku tyłowi (rys. 55, 2).

Z typem tym w sposób najściślejszy łączą się liczne formy kopalne, należące do rodziny *Nautilidae*. Już w sylurze rodzina ta reprezentowana jest przez 1800 bez mała odrębnych gatunków, posiadających rozmaite kształty zewnętrzne i należących do wielu rodzajów; w sylurze też, mianowicie w górnej części tego

systemu, rodzina ta dochodzi do szczytu swego rozwoju. Odtąd zaczyna się stady i coraz większy upadek jej, a poczynając od jury aż do chwili obecnej, reprezentuje ją już tylko jeden jedyny rodzaj *Nautilus*. Kopalne *Nautilidae*, wobec swej wielkiej różnorodności, pod wielu względami różnią się, rzecz prosta, od jedyne go żyjącego potomka. Zmienia się postać zewnętrzna skorupy, otworu jej, wielkość i postać syfonu; ogólną cechą stanowi tylko stosunkowo prosty kształt przegród międzykomorowych, wklęsłych od zewnątrz. Z niewielu wyjątkami pochwki syfonowe są skierowane w tył. Najbardziej wszakże charakterystycznym jest tworzenie się początku skorupy, najpierwszego jej odcinka, jaki buduje sobie młode zwierzę. Ten początek skorupy posiada zawsze kształt szerokiego stożka, na szczycie zaopatrzonego w szczególniejszego rysunku bliznę, stanowiącą dowód, że małe skorupki posiadały tam pierwotnie otwór, który później dopiero powoli zarastał.

Najbardziej rozpowszechnionym i najobfitszym w formy pośród nautilidów sylurskich jest rodzaj *Orthoceras*, do którego zaliczyć wypada więcej niż 1000 rozmaitych gatunków. Należą tu formy zupełnie prosto wzdłuż wyciągnięte, kształtu mniej lub więcej wyraźnego ostrokregu z wielkim, nie przewężonym otworem skorupy. Co prawda nawet pośród tych prostych ortocerasów jest tyle różnic, szczególnie syfon bywa tak rażąco odmiennie ukształtowany, że rozróżnić pośród nich możemy najrozmaitsze działy. Jedne z nich mają syfon wąski i prawie w samym środku umieszczony, u innych jest on szeroki i kulisto rozdęty. Dla geologa szczególnie ważną jest grupa, wyodrębniona w podrodzaj *Endoceras*. Są to ortocerasy o syfonie nadzwyczaj szerokim, położonym tuż przy samym brzegu i częściowo przez zwierzę zapelnionym rozmaicie uformowanymi osadami wapiennymi, które nieraz nakształt tutek papieru są jedne w drugie powtykane. Formy te są wysoce charakterystyczne dla syluru dolnego Skandynawii, Rosyi i Ameryki Północnej i nadały swe miano wapieniowi ortocerasowemu, wielce tam rozpowszechnionemu (rys. 57).

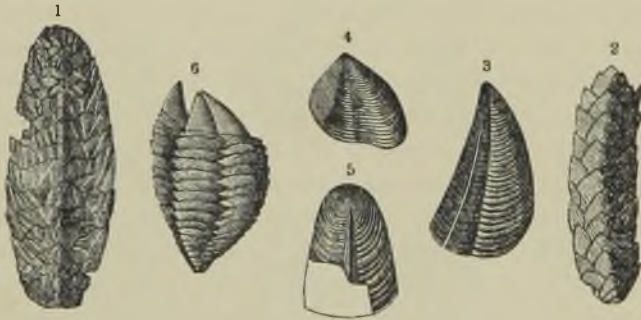
Obok *Orthocerasa* wymienić należy rodzaj *Cyrtoceras*, o skorupie w sposób prosty wygiętej, również bardzo w sylurze rozpowszechniony. Jeżeli skorupa tworzy całkowicie zamkniętą linię spiralną, to mamy rodzaj *Nautilus*, który tylko zrzadka w sylurze występuje i dopiero nieco później dochodzi do szczytu swojego rozwoju. U *Trochocerasa* skorupa nie jest ściśle w jednej płaszczyźnie skręcona, lecz zwoje jej ślimakowato cokolwiek do góry się wznoszą. Wreszcie u lituitów (*Lituites*), wyłącznie dolnemu sylurowi właściwych, z częścią skorupy zwiniętą w dokładnie zamkniętą spiralę łączy się wyprostowany trzon rozmaitej, większej lub mniejszej, długości.

W prostych skorupach rodzaju *Gomphoceras* i w wygiętych rodzaju *Phragmoceras* następuje osobliwe zwięźlenie wylotu, który rozpada się na dwa mniejsze otwory, połączone ze sobą wąską szparą. Jeśli dodamy tu jeszcze wzmiankę o dziwnych workowatych skorupach rodzaju *Ascoceras* (rys. 55. 1), z ich nieprawidłowo przebiegającymi przegrodami międzykomorowymi, to wzmianką tą uzupełnimy pobieżnie skreślony obraz głównych typów sylurskich nautilidów. Kiedy w osadach kambryjskich największemi i najokazalszemi zwierzętami były trylobity, to obecnie (w sylurze) panowanie nad morskim światem zwierzęcym zdobywają potężne, drapieżne głowonogi, lecz tylko na czas krótki. Gdyż już w ostat-



nich fazach epoki sylurskiej głowonogi z kolei napotykać przemożnych współzawodników w postaci ryb, a wraz z ich rozprzestrzenianiem się zaczyna się szybki upadek nautilidów.

Przedstawicielami stawonogów (Arthropoda), ostatniego wielkiego działu głównego zwierząt bezkręgowych, są w sylurze prawie wyłącznie tylko skorupiaki (Crustacea). I tu, jak w osadach kambryjskich, pierwsze miejsce wśród nich przypada trylobitom, których organizację opisaliśmy już dawniej; liczba rodzajów i gatunków zwiększa się nawet znakomicie. Ale to spotężnienie owego rzędu skorupiaków jest tylko pozornem, w istocie zaczyna on tutaj niewątpliwie chylić się do upadku; gdyż w kambrze trylobity posiadają znaczną przewagę liczebną nad wszystkimi innymi formami zwierzęcymi, w sylurze zaś stanowią zaledwie dziewiątą część całkowitej fauny. Zaznaczyliśmy już pierwej (str. 46), że trylobity sylurskie najzupełniej są od kambryjskich odmienne, nie tylko co do gatunków, lecz, z błahymi wyjątkami, także i co do rodzajów. Są to dwa całkowicie różne zespoły, mieszające się ze sobą tylko w najwyższym poziomie systemu kambryjskiego, w osadach tremadockich tudzież w utworach im odpowiadających.



Rys. 67. Wąsonogię (Cirripedia): 1, 2 Plumulites (Turrilepas) z syluru; 3, 4, 5) pojedyncze płyty w powiększeniu; 6) Loricula, prawdziwy wąsonóg z formacji kredowej, dla porównania.

W trylobity szczególnie obfituje sylur dolny; przewyższa on znacznie wszystkie późniejsze osady zarówno ilością gatunków jak ilością rodzajów. Z nielicznymi wyjątkami znajdują się tu już wszystkie te rodzaje, które później występują w sylurze górnym, w dewonie i w karbonie. Sylur dolny szczególnie cechują

wielkie, płaskie formy rodzajów *Asaphus* (rys. 56, 1), i *Ogygia*, do których należą okazy, będące prawdziwymi olbrzymami pośród trylobitów, dalej rodzaj *Illenus* (rys. 56, 2-4) o prawie zupełnie gładkiej powierzchni, której podział na trzy płyty zlekka jest tylko brózdami podłużnymi zaznaczony, wreszcie *Trinucleus* z wielką tarczą głowową, otoczoną osobliwie przyozdobioną obwódką (rys. 58, 1). Inne rodzaje są bardzo rozpowszechnione zarówno w dolnym, jak w górnym sylurze; są to *Calymene*, *Dalmanites* z potężnie rozwiniętymi, wielkofasetowymi oczyma i z jedenastu pierścieniami tułowia, *Harpes*, *Lichas*, *Cheirurus* z tarczą ogonową palczasto w płyty powycinaną, wreszcie rodzaj *Acidaspis*, dziwacznie ustrojony w kolce i ościenie (rys. 59). Poza to w sylurze górnym wyróżniają się jeszcze szczególnie rodzaje *Arthusina*, *Proetus* i *Bronteus*, zwracający na siebie uwagę wielką, wachlarzowatą tarczą ogonową.

Nie możemy, rzecz prosta, żywić zamiaru zapoznawania się z całą cudowną różnorodnością form owych zwierząt dziwacznych. Wystarczy, gdy tylko zwrócimy tu uwagę jeszcze na kilka typów odrębnych, jakimi są rodzaje *Stauron-*

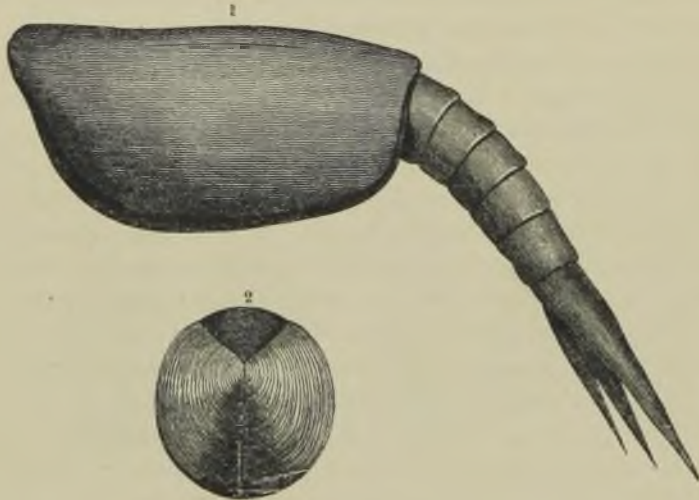
*Cephalus* z syluru dolnego i *Deiphon* z syluru górnego, które w wysokim stopniu tem uderzają, że ich czoło jest w sposób szczególny w kształcie kuli rozdęte; rodzaj *Ampyx* z potężnym swym kołcem czołowym i *Dionide*, u którego tylne kąty tarczy głowowej wydłużają się w niepospolicie długie rogi (rys. 58 i 59).

Inne skorupiaki w porównaniu z trylobitami występują w osadach sylurskich tylko w charakterze podrzędnym, jakkolwiek niektóre z nich posiadają dość duże znaczenie. Przedewszystkiem wymienić należy ogromne Eurypterydy, największe skorupiaki jakie kiedykolwiek istniały na ziemi. Olbrzymie te zwierzęta (niektóre z nich do 2 m długości mierzyły) znajdują się w najwyższych sylurskich i w dolnych dewońskich osadach; ale pojedynczo trafiają się one także już w nieco głębszych warstwach syluru, a pewna liczba przedstawicieli tych zwierząt dochodzi aż do systemu węglowego. Eurypterydy posiadają krótką, szeroką głowę, osłoniętą mocną tarczą, potężny wydłużony tułów, składający się z dwunastu ruchomych odcinków ciała i zakończony od tyłu już to mocnym płatem ogonowym, już to długim mieczowatym kołcem ogonowym. Na górnej powierzchni głowy mieści się dwoje dużych oczu złożonych i dwoje małych oczu pojedynczych; na dolnej powierzchni ciała znajduje się sześć par nóg, z których jedna wszakże jest bardzo słaba i tylko rzadko kiedy widoczna. Biodra pięciu par nóg otaczają z obu stron głowę i służą jako organy żucia. Pierwsza para nóg u rodzaju *Pterygotus* zaopatrzona jest w ogromne kleszcze, ostatnia u większości rodzajów rozwija się w potężną, szeroką nogę pływającą. Oprócz sześciu par nóg na dolnej powierzchni głowy, na samej jej tylnej krawędzi, spostrzegamy jeszcze osobliwą płytkę, osadzoną skrzelami, t. zw. operculum; także płytki znajdują się również na pierwszych pierścieniach tułowia. U typowego rodzaju *Eurypterus* oczy mieszczą się na środku głowy, przednie pięć par nóg są drobne, tylko szósta para wiosłowa jest duża i mocna; ciało zakończone jest potężnym mieczowatym kołcem. Kołec ten jest silniej jeszcze rozwinięty u rodzaju *Stylonurus*, u którego oprócz tego obie ostatnie pary nóg są nadzwyczajnie długie i wysmukłe. Zważywszy, że dziwaczne te zwierzęta mierzyły więcej niż metr długości, musimy uznać stylonury za najosobliwsze skorupiaki, jakie kiedykolwiek istniały; cały teraźniejszy świat zwierząt nie zawiera chyba w sobie tworu bezkręgowego o tak uderzających kształtach (rys. 60 — 62).

Do euryptera dość znacznie zbliżone są ogromne slimonie (rys. 63). Krótszy tylko i szerszy jest kołec ogonowy, a oczy bardziej są przysunięte do przedniej krawędzi głowy. Z form dotychczasowych największe powinowactwo mają one do *Pterygotusa*, u którego oczy również na przedniej krawędzi są osadzone, przednia para nóg uzbrojona jest w potężne kleszcze, a ostatni pierścień ciała przybiera postać szerokiego płata. Należą tu wprawdzie i formy mniejsze, jak *Pterygotus bilobus*, przedewszystkiem jednak w grupie tej mieszczą się najpotężniejsze olbrzymy, z których, co prawda, właśnie gatunki największe, jak *Pterygotus taurinus* i *problematicus*, znane są tylko w poszczególnych ułamkach. Natomiast w dolnym dewonie Szkocji znaleziono przepyszne okazy niewiele co mniejszego, bo prawie wzrostu człowieka dochodzącego *Pterygotus anglicus*, zwanego serafinem przez robotników miejscowych kamieniołomów.



Stosunki pokrewieństwa eurypterydów, które ze względu na ich wymiary olbrzymie proponowano obejmować nazwą *Gigantostroaca*, niezupełnie są jeszcze wyjaśnione. Z uwagi na liczne wspólne rysy organizacyi, mianowicie przekształcenie rożków w pary nóg, zakończonych kleszczami, i części biodrowych pięciu przednich par nóg na płyty do żucia służące, jednakową ilość przysadek głowy i ukształtowanie ogona, prawdopodobnym się wydaje ścisły ich związek z żyjącymi jeszcze obecnie krabami moluckimi (*Limulus*), które tworzą podrząd ostrogonów (*Xiphosura*). Takie *Xiphosura* znajdują się już w górnym sylurze, mianowicie w postaci form, posiadających wyraźnie trójdzielną tarczę głowową, a tułów złożony z wolnych, mogących się związać pierścieni (rys. 65). Ukształtowanie takie żywo przypomina postać larw dzisiejszych krabów moluckich w czasie t. zw. stadyum trylobitowego



Rys. 68. 1) *Ceratiocaris*; 2) *Peltocaris*.

trylobitowego (rys 64), a okoliczność tajasnodowodzi związku genetycznego paleozoicznych ostrogonów i ich późniejszych potomków. Przypuszczają, że podobieństwa te wynikają z istotnego pokrewieństwa; wspólnymi przodkami musiały być zwierzęta podobne do trylobitów, lecz rozłączenie musiało się odbyć w czasach bardzo odległych, gdyż niewątpliwie trzeba było

długiego czasu, aby wytworzyły się oczka pojedyncze gigantostroaków, aby odpadły przysadki tułowia i ogona i utrwały się inne różnice.

Ważnem jest pytanie, czy odkrycie rożków u trylobitów nie wywoła zmiany w poglądach na historję szczepową skorupiaków. Już dawniej wskazywano na pewne podobieństwo trylobitów do liścionogich z jednych, do równonogich — z drugich względów. Liścionogie zbliża do trylobitów zmienna liczba ruchomych pierścieni tułowia i istnienie wargi górnej, odpowiadającej hypostomowi trylobitów. Podział zaś ciała na trzy pola i budowa oczu stanowią rysy wspólne trylobitów i równonogich. Odkrycie rożków u trylobitów wzmocniło stanowczo przypuszczenie o zbliżaniu się ich do liścionogich i do niższych form *Malacostraca*. Pokrewieństwa trylobitów z malakostrakami nie należy cenić mniej od spowinowacenia ich z gigantostroakami i ostrogonami. Ale może się także okazać, że *Merosomata* (*Gigantostroaca* i *Xiphosura*), dalej trylobity, wreszcie pozostałe raki stanowią trzy szczepy zupełnie odrębne, które wyrosły z pierwotnego pnia wspólnego w odległych czasach przedkambryjskich.

Wśród pozostałych skorupiaków sylurskich rolę najważniejszą grają m a l z o -

raczki (Ostracoda), do których z dzisiejszych tworów należą drobne skorupiaki naszych stawów, znane grzępiki (Cypris). Miękkie części ciała tych zwierząt całkowicie są otoczone dwiema dużymi klapami skorupy, podobnej do skorupy małżów, która zaopatrzona jest w zęby zawiasowe, w więz i w mięsień zwieracz. Poczynając od dewonu aż do dnia dzisiejszego, małżoraczki te reprezentowane są tylko przez formy nader drobne; w sylurze zaś dochodzą one w części do znacznej wielkości, jak zwłaszcza *Aristozoe regina* z Czech; a chociaż do wymiarów takich zbliża się ich tylko niewiele, to zawsze pokaźna jest jeszcze liczba rodzajów i gatunków, które, jak często się trafiająca i charakterystyczna *Leperditia baltica*, pod względem wielkości znacznie górują nad swymi późniejszymi krewniakami (rys. 66). Przytem jednak, co prawda, już i wówczas nie brakowało karzełek, niezliczonymi masami zaludniających miejsca dna morskie; pośród nich wysoce charakterystycznym dla utworów sylurskich jest mianowicie rodzaj *Beyrichia*, wyróżniający się właściwą mu mocną ornamentyką (rys. 66).

Prócz tego ze skorupiaków wymienić należy jeszcze wążonogie (Cirripedia), krewniaków naszych kaczenic, reprezentowane w sylurze przez rodzaj *Plumulites* i niektóre inne, choć całkiem pewnem oznaczenie to nie jest. Na rys. 67 widzimy takie formy z osadów sylurskich Anglii i Czech, a obok nich rodzaj *Loricula*, prawdziwego wążonoga z osadów młodszych, najbardziej do plumulitów podobnego. Jeżeli wobec niektórych z tych form może zachodzić jakaś wątpliwość co do tego, czy są istotnie wążonogami, to wątpliwość taka zupełnie jest wyłączona wobec znalezionego w sylurze górnym Gotlandu *Pollicipes signatus* (rys. 66). Formę tę od żyjących jeszcze obecnie przedstawicieli rodzaju *Pollicipes* różnią tylko cechy gatunkowe. I wążonogi, tak samo jak trylobity, podległy uwstecznieniu; z tą jednak różnicą, że zmarnieniu uległy tutaj nie tylko organy zmysłów, jak u trylobitów oko, lecz cały organizm tych zwierząt hermafrodytycznych, przyrośniętych do obcych przedmiotów głową już to bezpośrednio, już to za pomocą słupka. Historia rozwoju i postaci larwowe wążonogów wykazują, że są one potomkami form względnie wysoko uorganizowanych: niezmiernie długi przeciąg czasu upłynąć musiał, zanim dopełniło się daleko posunięte to uwstecznienie, które ze swobodnie pływających raczków zrobiło istoty, weale z pierwszego wejścia do raków niepodobne. Z konieczności musimy się oswoić z przypuszczeniem, że ten rozwój wsteczny, a tem bardziej oczywiście podział ogólnego pnia skorupiaków na rozmaite jego gałęzie zacząć się musiał już w epoce przedkambryjskiej.

Ostatni dział skorupiaków sylurskich stanowią *Phyllocaridae*, których cechą zasadniczą tworzy wielka, częstokroć z dwu klap złożona tarcza głowotulowiowa. Z przodu łączy się z nią część trzecia, mniejsza, płyta rostralna, która wprawdzie łatwo ulegała zagładzie przy kamienieniu, a może nawet i nie u wszystkich form się znajdowała. Z pod tarczy wychyla się z tyłu smukły odwłok, składający się z 4 do 8 ruchomych odcinków, a na końcu zaopatrzony w potężną płetwę ogonową, złożoną z 3 do 5 części zaostzonych w kształcie kolców (rys. 68). Co prawda pojedyncze te części rzadko występują w tak całkowitym zespole, najczęściej trafia się tylko odosobniona tarcza głowotulowia a niekiedy i pojedyncze kolce płetwy ogonowej. Liczne rodzaje tych phyllocaridów łączono dawniej



powszechnie (a dość często dzieje się to i teraz jeszcze) z rzędem skorupiaków liścionogich, chociaż bez najmniejszego uzasadnienia. Pojawiają się one już w kambrze i są dość rozpowszechnione w osadach paleozoicznych, choć nigdy, zdaje się, nie doczekały się szczególniejszego rozkwitu; wszelako w postaci zupełnie odosobnionego rodzaju *Nebalia* dotrwały one aż do czasów teraźniejszych. *Nebalia* w osobliwy sposób łączy w sobie cechy nizko uorganizowanych entomostraków z cechami wysoko stojących malakostraków, czyli raków opancerzonych, a z tego względu ciekawymi bardzo stają się i owe przedwieczne phyllokaridy.

Należy wspomnieć jeszcze o kręgowcach, które w postaci najniższej swej grupy, mianowicie ryb, zwłaszcza w górnym sylurze są dość rozpowszechnione. Ale jakżeśmy już wzmiankowali, nawet i w najbardziej dolnym sylurze trafiają się drobne ząbki rybie, które, co prawda, do ściślejszego oznaczenia nie wystarczają, lecz dowodzą, że gromada ryb również sięga początkiem swym czasów prastarych. Nie szczęściem szczątki ryb syluru napotykać się zwykle w postaci ułamkowej: dochowały się już to tylko łuski, już to zęby lub pojedyncze kości, głównie cierniste promienie płetwowe; pomimo to jednak ryby epoki sylurskiej dają się już na trzy grupy podzielić: żarłaczce, kostołoskie i pancerne. Przedstawiciele grupy trzeciej w lepszym zachowaniu znaleziono mianowicie na wyspie Oesel przy estońskim brzegu morza Bałtyckiego. W szczegółowy opis tych form tutaj się nie wdajemy, gdyż są one tylko zwiastunami znacznie bogatszej fauny ryb systemu dewońskiego, o której nam później mówić wypadnie.

Z lądowych zwierząt syluru dotychczas tylko kilka skąpych szczątków poznać się udało. Najlepiej jeszcze poznane zostały dwa rodzaje skorpionów, z których jeden, *Proscorpius*, pochodzi z górnego syluru New Yorku, drugi, *Palaeophonus*, z górnego syluru Gotlandu i Szkocji. Pomimo pewnych różnic, wyodrębniających je od skorpionów teraźniejszości, zgodność cech charakterystycznych jest wprost zdumiewająca. Jeszcze bardziej odległych czasów sięga znalezisko skrzydła owadu z dolnego syluru Francji, *Palaeoblattina Douvillei*. Z żyłkowania owego skrzydła wnosić wolno, że owad ten musiał należeć do rzędu prostoskrzydłych, a według Brauera był pokrewny naszemu pospolitemu turkucowi (*Grylotalpa*). Wreszcie znany nam jest jeszcze jeden wij, pochodzący z dolnego syluru Estonii. Mała jest wprawdzie liczba znanych nam lądowych zwierząt sylurskich, lecz same te zwierzęta dowodzą z pewnością, że wtedy na lądzie kwitnąć musiało bujne życie zwierzęce; absurdem bowiem byłoby przypuszczać, że podówczas było tylko po jednym gatunku owadów i wijów, i dwa rodzaje skorpionów, z których każdy także tylko w jednym istniał gatunku. Przeciwnie, istnienie tak wysoko uorganizowanych i zróżnicowanych form naprowadza na myśl, że mnóstwo zwierząt podobnych zamieszkiwać musiało ląd stały; dochodzimy nawet do niezbitego wniosku, że lądy i organizmy lądowe początkiem swym sięgają czasów o wiele wcześniejszych od syluru.

Z istnienia owadów i z wysokiego stopnia rozwoju flory dewońskiej możemy również z całą pewnością wnioskować i o istnieniu flory sylurskiej. Faktycznie pozostały nam jednak po niej nadzwyczaj mizerne tylko szczątki. Tak zwane szczątki wodorostów z warstw morskich przeważnie nie są roślinnego pochodzenia (porównaj z tem wiadomość o domniemanych szczątkach roślinnych

kambru na str. 38); z pewnością rozpoznano tylko wodorosty wapienne z grupy *Siphonaeae*, wyróżniające się nawet różnorodnością kształtów. Równie skąpe posiadamy wiadomości o roślinach lądowych, które były prawdopodobnie tegoż samego typu, co odpowiednie rośliny dewońskie. Dopiero wtedy będzie można skreślić obraz flory sylurskiej, gdy raz wreszcie znalezione zostaną szczątki, dające się tłumaczyć w sposób pewniejszy od znajdujących dotychczas.

## Różne typy syluru.

Nadzwyczaj wielkiem jest rozprzestrzenienie osadów sylurskich. Występują one w rozmaitych, nader od siebie odległych miejscowościach i wszędzie, mimo różnic lokalnych, zawsze łatwo je poznać po ogólnym charakterze fauny. W Europie, zwłaszcza w północnych jej okolicach, pokrywają one wielkie obszary; na wyspach Wielkiej Brytanii, w Skandynawii, w Rosji znajdujemy niezwykłą różnorodność utworów sylurskich z cechami analogicznymi; łączą się z nimi od południa wychodnie syluru na ziemiach polskich: w Galicyi wschodniej nad brzegami Dniestru i w przyległych częściach Królestwa. W Europie istnieje wszakże i inny typ syluru. W Czechach środkowych odnajdujemy znów sylur, choć występuje on tutaj na małej przestrzeni i niewielką posiada miąższość, lecz za to niezmiernie jest w skamieniałości bogaty. Porównywając szczątki zwierząt kopalnych syluru czeskiego z takimiż szczątkami syluru północnego, dostrzegamy dość znaczne przeciwieństwo i dużą odmienność gatunków. Natomiast osady sylurskie Alp, Sardynii, Francji i Hiszpanii uderzająco podobne są do czeskich, tak iż w Europie, jak wykazał J. Barrande, rozróżnić możemy dwie odrębne prowincje geograficzne syluru.

Sylur pokrywa ogromne obszary w Syberji i w Chinach; na mniejszej przestrzeni znaleziono go i w Himalajach. Afryka natomiast nadzwyczaj jest uboga w utwory tej epoki. Dotychczas tylko w Maroku dostrzeżono rozciągające się na pewnej jego części osady, zawierające trylobity i ortocerasy; oczywiście przy naszej pobieżnej znajomości ładu czarnego zupełnie jest możliwem, że z czasem i gdzie indziej sylur zostanie odkryty, lecz z pewnością nie bierze on szerszego udziału w budowie powierzchni tego ładu. Zato nadzwyczajną rozciągłość posiada sylur w Ameryce Północnej, rozpościera się on tu na olbrzymiej przestrzeni od złodowiających wysp okolic podbiegunowych aż do Meksyku, występując w pokładach niezwykłej miąższości i niebywale w skamieniałości bogatych; pod względem rozwoju syluru prawdopodobnie żaden kraj świata mierzyć się z Ameryką Północną nie może. Ameryka Południowa natomiast jest znacznie uboższa, gdyż skamieniałości sylurskie znamy z niektórych tylko punktów argentyńsko-chilijskich i boliwijskich Andów. W Australji wreszcie z osadów sylurskich utworzona jest znaczna przestrzeń powierzchni Nowej Południowej Walii, Wiktoryji i Queenslandu; osady te znaleziono również w Nowej Zelandji i w Tasmanii.

Do uderzającego dochodzimy rezultatu, porównywając utwory pozaeuropejskie z utworami naszej części świata. Nigdzie dotychczas nie odnaleziono typu t. zw. południowo-europejskiego pasa, najlepiej w Czechach wyrażonego, natomiast



wszystkie te egzotyczne wychodnie syluru, o ile je dotąd poznano, zbliżają się do angloskandynawskiego rozwoju tego systemu. W pierwszej linii dotyczy to Ameryki Północnej; wędrówkę i wymianę form zwierzęcych mogły tu ułatwić przede wszystkim wybrzeża dawnego łądu—Atlantydy. Lecz i dla południowo-amerykańskich, chińskich i australijskich kopalnych szczątków zwierzęcych najbliższe punkty porównania znajdujemy w północno-europejskim sylurze.

W czem tkwią przyczyny tego dwoistego wykształcenia? Gdy samą tylko Europę na oku mieć będziemy, to fakt, że jedne z tych osadów zajmują jej północ, drugie południe, nasuwa przypuszczenie, że przyczyną były tu różnice klimatyczne. Co prawda na korzyść poglądu tego nie przemawia zbytnio lokalne rozprzestrzenienie typu czeskiego, a powszechne — typu północno-europejskiego, lecz okoliczność ta nie dowodzi jeszcze słuszności poglądu przeciwnego. Możliwym jest przecie, że osady sylurskie Anglii, Skandynawii, Rosyi, Chin i Ameryki Północnej należą do jednego nieprzerwanego pasa północnego, osady chilijskie i południowo-australijskie — do antarktycznego obszaru rozpościerania się tej formacji, a utwory sylurskie Czech, Alp, Sardynii, Francyi, Hiszpanii i Portugalii są tylko najbardziej północnymi krańcami pasa podrównikowego. Gdyby znaleziono osady sylurskie typu czeskiego w poszczególnych punktach obszaru podrównikowego, to pogląd powyższy uzyskałby potwierdzenie. Ponieważ jednak, według obecnego stanu naszych wiadomości, właśnie w okolicach podrównikowych utwory sylurskie są co najmniej bardzo słabo rozwinięte, to taką drogą trudno będzie dojść do rozstrzygnięcia zagadnienia. Według innego poglądu, odrębny rozwój syluru południowo i środkowo-europejskiego sprowadzałby się do całkowitego odosobnienia odpowiedniej części morza. Płat łądu miał jakoby rozdzielić obydwie obszary, nie tamując wprawdzie zupełnie wymiany gatunków, lecz znacznie ją utrudniając i sprzyjając wytworzeniu się fauny lokalnej. W każdym razie to tylko coraz wyraźnijszem się staje, że i w innych formacjach odrębne stanowisko faunistyczne obszaru południowo-europejskiego i południowo-azyatyckiego zapoznawaniem być nie może. Od czasów najdawniejszych wyciągnięty z zachodu na wschód ocean Tetydy, którego ostatnim szczątkiem jest dzisiejsze morze Śródziemne (p. tom I, str. 453), był przytułkiem szczególnej fauny, od ogólnej odmiennej; obszar jej rozpowszechnienia na swych kresach tu się zwiężał, tam znowu rozszerzał. Wogóle jednak pozostawał dziwnie stałym. Sprawę tę zatem rozważać będzie można dopiero w związku z formacjami młodszymi.

Badając w najrozmaitszych miejscowościach osady sylurskie i charakter ich fauny, można w znacznej większości przypadków odróżnić zgruba dwa działy odrębne: sylur dolny i sylur górny. Sylur dolny cechują przede wszystkim jego trylobity, z pośród których dawniej już wymienione rodzaje *Asaphus*, *Ogygia*, *Illaenus*, *Trinucleus* i kilka innych w występowaniu swem zacieśniają się wyłącznie lub przeważnie do tego tylko działu. Towarzyszą im jeszcze: *Lituites* i *Endoceras* z głowonogów, *Porambonites* i *Orthisina* z ramienionogów; wreszcie ze szkarłupni pierwsze miejsce zajmują tu *Cystidea*, liliowce zaś są reprezentowane względnie słabo. W górnym sylurze z trylobitów najczęściej się trafiają *Bronteus*, *Phacops*, *Proetus*, *Acidaspis*, *Calymene* i *Lichas*; z pośród bardzo licznych głowonogów charakterystyczne typy tego piętra stanowią

rodzaje *Gomphoceras* i *Phragmoceras*; z ramienionogów należy zaznaczyć rodzaj *Spirifer*, który pojawia się tu po raz pierwszy; z małży wielce rozpowszechnioną formą przewodnią jest *Cardiola interrupta*; ze szkarłupni cofać się zaczynają *Cystidea*, a mocną przewagę zdobywają liliowce.

### Przykłady rozwoju syluru.

Pierwszych wiadomości o osadach sylurskich, jak i o formacji kambryjskiej, dostarczyła nam Anglia. Zawdzięczamy te wiadomości dwom badaczom, Sedgwickowi i Murchisonowi, którzy w pracach i wysiłkach swych zrazu byli połączeni, później zaś wzajemnie się zwalczali. Od tego czasu słusznie za typ formacji sylurskiej uchodzi ten rozwój syluru, jaki napotykamy w Anglii, zwłaszcza zaś w Walii; dlatego też zaczniemy od opisu syluru angielskiego. W Anglii od dawna ustalono kolejne następstwo poszczególnych poziomów, spór toczył się tylko koło sposobu, w jaki podrzędne te poziomy w obszerniejsze kompleksy warstw łączyć należy. Dzisiaj i pod tym względem udało się zgodę osiągnąć, co zwalnia nas od konieczności wchodzenia w szczegóły dawniejszych, prawie czysto formalnych kwestyi spornych. W typowych okolicach Anglii i zachodniej i Walii sylur dolny składa się z szeregu pokładów piaskowców i łupków, 2000 — 3000 m grubego, z wtrąconymi podrzędnymi tylko ławicami wapienia. Położenie tych pokładów w owych po części bardzo górzystych okolicach uległo mocnym zaburzeniom i powikłaniom; w czasie ich powstawania zachodziły potężne wybuchy wulkaniczne skał dyabazowych i porfirowych, które przylączają się do skał uwarstwionych w postaci pni lub prawidłowych pokryw i dostarczają materiału do rozległych osadów tufowych.

Według poglądów, w Niemczech panujących, najniższy poziom syluru dolnego stanowią warstwy tremadockie, przez angielskich geologów jeszcze do kambru zaliczane. Tu po raz pierwszy pojawiają się czysto sylurskie trylobity, jak *Asaphidae* i znaczna liczba ortocerasów, cyrtocerasów i ramienionogów o pokroju sylurskim, lecz wraz z nimi żyły jeszcze i niektóre formy kambryjskie. Widocznie jednak w geologicznym rozwoju formacji chwilą znamioną jest pojawianie się fauny nowej, a nie trwanie pojedynczych przeżytków fauny okresu ubiegłego, które niebawem wyparte zostaną przez kipiących życiem przybyszów. Za bardziej trafny należy przeto uważać pogląd pierwszy.

Ponad warstwami tremadockimi leży grupa arenigijska (*Arenig*), która wraz z następną grupą balajską (*Bala*) stanowi sylur dolny (*Ordovician* anglików). I tu jeszcze wlecze swój byt kilka gatunków kambryjskich (wszystkiego około 16); niejaki podobieństwo do stosunków kambru w tem swój wyraz znajduje, że trylobity są jeszcze grupą, najbardziej w gatunki obfitą, a głowonogi i małże zajmują stanowisko podrzędne. Pod względem petrograficznym warstwy te składają się prawie tylko z łupków, piaskowców i kwarcytów; do kwarcytów należą i „*stipperstones*“, uderzające swemi dziwnymi formami wietrzenia (p. tom I, str. 547).

Nad *Arenigiem* leżą o wiele grubsze osady grupy balajskiej, złożonej prze-



ważnie z łupków z podrzędnymi piaskowcami i wapieniami; osady te szczególnie cechuje masowe występowanie skał wybuchowych, które są w nie wtrącone lub też je przerzynają. Anglię zachodnią i Walię z owych czasów prastarych musimy wyobrazić sobie mniej więcej jako kraj przypominający dzisiejsze wulkaniczne obszary Syceylii i jej okolic. Liczne wulkany podmorskie wyrzucały lawę i popiół, które w wodzie morskiej stawały się szlamem, osadzającym się warstwami. Pewna ilość takich punktów wybuchowych wytwarzała potężne kratery, które swymi olbrzymimi stożkami, być może, tak górowały nad oceanem sylurskim, jak obecnie Etna nad modrzymi falami morza Jońskiego. Niektóre z największych gór Walii, Cader Idris, Aran Mowddwy i inne, jak się zdaje, są tylko obnażonymi przez denudację jądrami owych sylurskich gór ogniowych. Grupa balajska, której dolna część otrzymała odrębne miano Llandeilo, a środkowa — Caradoc, przedstawia najbardziej kwitnący rozwój dolno-sylurskiego świata organizmów i na całym obszarze brytańskim zawiera mało co mniej od połowy całkowitej fauny angielskiego syluru. W wielkiej ilości występują trylobity, głowonogi, małże, ślimaki, ramienionogi, szkarłupnie, graptolity; po raz pierwszy w pokaźnej liczbie zjawiają się i korale.

Zdaje się, że z końcem syluru dolnego w Walii nastąpił okres denudacyjny, wyraźna niezgodność dzieli sylur górny od dolnego, a najniższe piętro syluru górnego, grupa landowerska (Llandovery) zaczyna się potężnymi zlepieńcami dennymi i piaskowcami. Dolnosylurskie trylobity, jak np. *Asaphus*, *Trinucleus*, występują tu już w towarzystwie gatunków górnosylurskich, jak *Calymene*, *Proetus*, *Encrinurus*. Podczas Llandovery widocznie nastąpiło stopniowe obniżanie się dna morskiego, gdyż można obserwować, jak górny Llandovery krok za krokiem przekracza przez Caradoc, Llandeilo, kambr i skały przedkambryjne; szczególne te stosunki uławiczenia były głównym powodem różnicy zdań co do podziału syluru angielskiego. Warstwy landowerskie kończą się czerwonymi i zielonawymi łupkami taranońskimi, obfitującymi w graptolity. Dalej idą wyższe utwory sylurskie, które w różnych częściach Walii niejednostajnie są rozwinięte: w Shropshire warstwy są niezbyt grube i w wapno bogate, na północy zachodzie grubieją one znacznie, składając się z potężnych twardych mas łupków i piaskowców, w wapno bardzo ubogich.

Oddział dolny, piętro wenlockie (Wenlock) składa się zazwyczaj od spodu z łupków z podrzędnymi warstwami wapieni, ku górze wapienie zajmują coraz poczesniejsze miejsce, miejscami znajdują się masowe nagromadzenia koralu, a nawet prawdziwe utwory rafowe, podczas gdy gdzie indziej w cienkich warstwach wapiennych napotykamy niezliczone, doskonale zachowane skamieniałości, szczątki trylobitów, ramienionogów, koralu, szkarłupni i t. d., które leżą obok siebie w tak gęstym skupieniu, że cała powierzchnia warstwy zupełnie jest niemi pokryta. Są to słynne płyty z Dudley (rys. 69), wysoko cenione już przez zbieraczy z XVIII wieku i jeszcze dzisiaj dostarczające coraz to nowych skarbów, choć nie tyle co dawniej, kiedy to, co było najlepszego, nie zostało jeszcze znalezione i zabrane.

Nad warstwami wenlockimi leżą łupki ludlowskie, obfitujące w głowonogi, a rozdzielone na dwa oddziały, górny i dolny, przez wtrącony w nie wapień aymestryjski (Aymestry), zawierający niezliczone ramienionogi. Ciekawą

jest cieniutka, niekiedy tylko 2 cm miąższości mierząca warstewka ze szczątkami wielkich eurypterydów i kilku ryb. System sylurski kończą czerwone i żółtawe piaskowce i czerwone, piaszczysto-marglowate łupki. Co do ich własności petrograficznych i zawartych w nich szczątków zwierzęcych, tworzą one już przejście do czerwonego piaskowca systemu dewońskiego i z tego względu noszą miano „passage beds” — pokładów przejściowych.

W innych częściach wysp Brytańskich sylur występuje w odmiennych postaciach wykształcenia. W pojezierzu Anglii północnej i w Szkocji cały niemal sylur



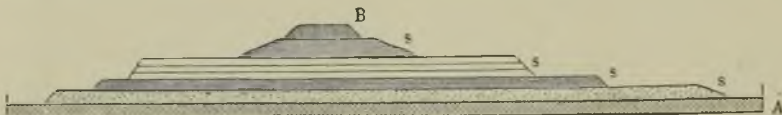
Fig. 66. Płyta z Podfley: warstwy wapienne i trylobitowe, mammitowce, krakalaki, skrzypowce i t. d.

stem składa się z szarogłazów i łupków, zawierających prawie wyłącznie tylko bardzo liczne graptolity. Te właśnie miejscowości dostarczyły Lapworthowi głównego materiału do próby podziału syluru na poziomy, opartego na występowaniu graptolitów. Przedsięwzięcie to o tyle uwieńczyło powodzenie nadzwyczajne, o ile badania Tallberga wykazały godną uwagi zgodność poszczególnych poziomów kambru i syluru najbardziej południowej Szwecji (Skanii) z poziomami Anglii i Szkocji. I na tym północnym obszarze swojego rozpościerania się sylur dolny zawiera wtrącone weń masy wulkaniczne. W pojezierzu (Westmoreland, Cumberland) i koło Carriek w Ayrshire (Szkocja) u podstawy syluru górnego pojawiają się potężne zlepience i piaskowce. Ale podczas gdy w pojezierzu sylur górny spoczywa na swym podłożu w ułwienieniu niezgodnym, co — tak samo jak w Anglii południowej — nasuwa myśl o istnieniu tu okresu denudacyjnego, w Szkocji sylur górny leży zgodnie na dolnym bez żadnej widocznej przerwy. Poszczególne poziomy wyjątkowo



bywają wapienne, jak wapień konistoński (Coniston) pojezierza angielskiego i wapień z Durness w Szkocyi. W wapieniach tych znajdują się szczątki zwierząt typu wybitnie skandynawskiego.

W Norwegii, gdzie szeroko rozprzestrzenione osady sylurskie w cechach zasadniczych nie różnią się od tychże osadów Szwecyi i gdzie pod Bergenem występują w sposób osobliwy dawniej już opisane (p. t. I, str. 722, 723) łupki krystaliczne z trylobitami i innymi skamielinami, osady owe tak samo jak w Anglii w uławiceniu swem uległy zaburzeniu i wypiętrzeniu. Ale na uderzające natrafiamy przeciwnieństwo, posuwając się stamtąd ku wschodowi, w stronę Szwecyi południowej i Rosyi: stare warstwy paleozoiczne kambru i syluru leżą tu całkiem poziomo na „górach podstawowych“; od niezmiernie odległych praczasów okolice te nie ulegały żadnemu spiętrzeniu, żadnemu sfałdowaniu. W Szwecyi z tych warstw sylurskich składają się znaczne części prowincyi Dalekarlii, Jemtlandyi, Gotlandyi wschodniej i zachodniej, Skanii, wreszcie wyspy Gotland i Oesel. Pokrywają one niekiedy wielkie obszary, kiedyindziej znów występują tylko jako odosobnione szczątki pozostałe po denudacyi rozległych niegdyś pokładów, w postaci samot-



Rys. 70. Przekrój góry Kinnekulle nad jeziorem Wener w Szwecyi: A) gnejs, B) powłoka ze skały wybuchowej, s s s s pokłady sylurskie.

nych do zamków podobnych gór stołowych, jak góra Kinnekulle nad jeziorem Wener, której części najwyższe tworzy pokrywa twardych, odpornych na wietrze nie skał wybuchowych (rys. 70).

W sylurze dolnym, który zwłaszcza na kontynencie i na wyspie Oesel bardzo jest rozwinięty, spotykamy się tu po raz pierwszy z ogniwem charakterystycznym, także w Rosyi i w Ameryce Północnej bardzo rozpowszechnionem: jest to mianowicie wapień ortocerasowy czyli waginatowy, który, nie licząc trafiających się w nim trylobitów, szkarłupni i t. d., przedewszystkiem wyróżnia się masowem występowaniem w nim ortocerasów o wielkim, tuż przy brzegu położonym syfonie (podrodzaj *Endoceras* czyli grupa *Vaginati*; por. wyżej str. 87). Wapień ortocerasowy występuje w spodniej części syluru dolnego, w pobliżu górnej granicy formacyi kambryjskiej, od której przedziela go tylko wapień z *Ceratopyge*, utwór przejściowy, odpowiadający angielskiemu tremadokowi. Wogóle panującymi skałami są w Szwecyi wapień i łupki graptolitowe; pierwsze przeważają w okolicach bardziej północnych, ostatnie — w najwięcej na południe wysuniętej części kraju, w Skanii. Sylur górny jest tu również przeważnie przez łupki trylobitowe reprezentowany, podczas gdy na wyspie Gotland występują wapień wieku angielskich warstw wenlockich, zawierające świetnie zachowaną faunę, w której swoją obfitością i pięknnością jaśnieją przedewszystkiem koralale i liliowce. Gotland jest, być może, najpiękniejszą rafą koralową okresu paleozoicznego, a dzięki sumiennym pracom badaczy szwedzkich, zwłaszcza Angelina i Lindströma, znamy obecnie jej faunę dokładnie.

Sylur rosyjskich prowincyi nadbałtyckich zbliża się do szwedzkiego swym podziałem, fauną a częstokroć i charakterem petrograficznym poszczególnych ławic i poziomów. Cała prawie serya warstw składa się z wapieni, obfitujących w skamieniałości. Na granicy między kambrem a sylurem leżą piaski glaukonitowe i także wapienie z konodontami, o których jużesmy mówili; dalej, jak w Szwecyi, leżą wapienie ortocerasowe, a nad nimi szereg pokładów wapiennych

z bogatą fauną dolnosylurską, złożoną z trylobitów, ramienionogów, cystideów i koralii. Z pośród utworów górnosylurskich, również w skamieniałości obfitujących, zaznaczyć należy wapienie z wyspy Oesel, które stanowią poziom najwyższy i odpowiadają angielskim warstwom ludlowskim. Wyróżnia je przede wszystkim wielka ilość trafiających się w nich wspaniałych, wielkich eurypterydów i stosunkowo dość liczne szczątki ryb; pod tym względem przewyższają one wszystkie inne, dotychczas znane, pokłady sylurskie.

Znajomość kambryjskich i sylurskich osadów Skan-



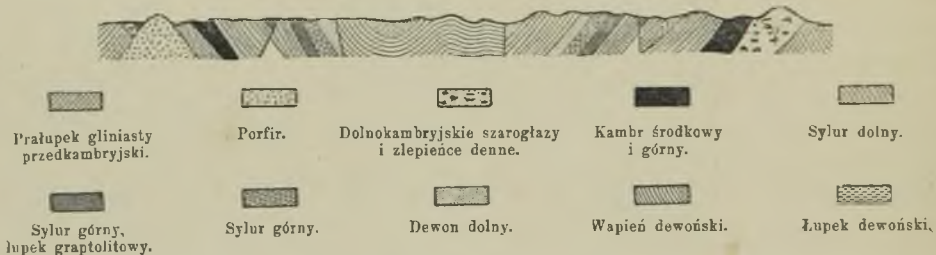
Rys. 71. Pokręcone warstwy wapienne w sylurze czeskim, nad Wełtawą, na południe od Pragi Czeskiej.

dynawii i krajów nadbałtyckich jest bardzo doniosłą dla zrozumienia równiny północno-niemieckiej i jej utworów. Podczas dyluwialnej epoki lodowcowej zarówno Skandynawia jak prowincje nadbałtyckie były tak całkowicie zlodowacone, jak zlodowaciałem jest dzisiaj wewnątrz Grenlandyi; olbrzymie masy lodu lodowcowego posuwały się z Norwegii i Szwecyi przez płytką kotlinę Bałtyku, przez Skagerrak, Kattegat i Danie, aż do północnych Niemiec, gdzie z niemi łączyły



się potężne rzeki lodowe, sunące od strony północno-wschodniej z rosyjskich prowincji nadbałtyckich. Z obu stron przynosiły lodowce masę gruzów kamiennych i większych brył skalnych, które osadzały się jako moreny; pozostały one po stopieniu się i po zniknięciu owych mas lodowych i rozsypane są teraz po całej równinie północno-niemieckiej. Do najczęstszych okazów tych północnych „głazów narzutowych” należą skały kambryjskie i sylurskie, pochodzące ze Skandynawii i prowincji nadbałtyckich. Szczegółowe badanie tych skał i ich skamieniałości pozwoliło oznaczyć miejsce pochodzenia większej części tych obcych przybyszów i przynajmniej w przybliżeniu ustalić drogi dyluwialnych lodowców.

Na sylurze bałtyckim, z którym ściśle się łączy sylur podolskiego rejonu nadniestrzańskiego, kończymy przegląd pasa północno-europejskiego. Obecnie zwracamy się do okolic, leżących bardziej na południu, wśród których większe znaczenie posiadają, co prawda, tylko wschodnie syluru w Czechach. Wprawdzie pod względem przestrzeni kraj ten zajmuje ostatnie miejsce pomiędzy wszystkimi znaczniejszymi terytoriami sylurskimi, wcale nie bogaty jest także podział syluru czeskiego na poziomy i względnie niewielką jest miąższość skał; za to spotykamy się tu ze zgoła niedoścignionem (przynajmniej jak



Rys. 72. Przekrój idealny przez środkowo-czeskie osady sylurskie i dewońskie. (Wedł. F. Katzera; w uproszczeniu).

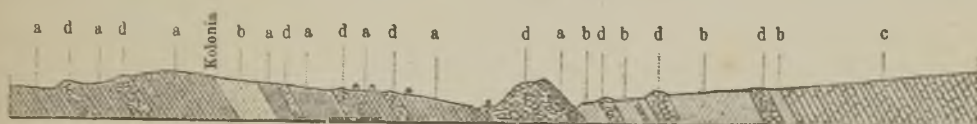
dotąd) bogactwem skamieniałości. Cała fauna może liczyć około 4000 rozmaitych form; jeden tylko poziom  $E_2$  górnego syluru zawiera nie mniej niż 103 rozmaite skorupiaki, 777 głowonogów, 767 małżów i 293 ramienionogów, a oprócz tego jeszcze liczne ślimaki, korale i liliowce, tak iż jeden jedyny ten poziom na niewielkim obszarze zawiera bezprzykładną wprost ilość blisko 2500 rozmaitych form.

Osady sylurskie Czech zajmują ograniczoną tylko przestrzeń: tworzą one elipsę skierowaną z południo-zachodu na północ-wschód; środek tej elipsy wypełniają osady dolno-dewońskie, a oprócz tego niektóre jej części zakrywają całkiem niezgodnie uławiczone, przekraczające warstwy karbońskie i górno-kredowe. Uławiczenie uległo tu mocnym zaburzeniom, warstwy syluru wraz z leżącymi na nich wapieniami dewońskimi są spiętrzone, sfałdowane i pogięte, i pomijając podrzędne, choć w części znaczne odstępstwa, upadają ze wszystkich stron ku środkowi elipsy, tak iż, idąc od jej brzegów ku środkowi, spotykamy coraz to młodsze utwory, a poszczególne poziomy tworzą w ogólności pierścienie spółśrodkowe (rys. 71 i 72). Mamy tu do czynienia z kilkakrotną zapadliną grabenową (p. t. I, str. 367), której część środkowa zapadła się najgłębiej i zarazem uległa najmocniejszemu sfałdowaniu. W częściach peryferycznych,

wyżej położonych, najmłodsze geologicznie pokłady, sylur górny i dewon, padły ofiarą powszechnego zniszczenia; zachowały się one tylko w środku grabenu, gdzie je głębokie położenie uchroniło od zmycia. Przez długi czas zapatrywano się na te stosunki zupełnie błędnie: uważano czeski graben sylursko-dewoński za rodzaj niecki, będącej wynikiem pierwotnych warunków osadzania się, gdyż miała ona powstać dzięki stopniowemu wypełnianiu przez osady jakiegoś pierwotnego zagłębienia. Jakkolwiek zupełnie jest możliwym, że sylur czeski jest częścią osadów wypełniających niegdyś jakąś wielką zatokę, jak np. dzisiejsza z. Bengalska, to w każdym razie pewnym jest, że granice owej zatoki nie zbiegają się z dzisiejszym obwodem osadów. Osady owe były pierwotnie z pewnością daleko bardziej rozległe: przynajmniej w czasie syluru górnego wiązały się one bezpośrednio z jednoczesnymi utworami Alp.

Barrande podzielił dawniejsze skały uwarstwione Czech na kilka większych grup, a grupy te, zaczynając od najstarszych, oznaczył po kolei literami alfabetu łacińskiego. A i część B — to łupki archaiczne, pozostała część B, C i najniższe pokłady D odpowiadają kambrowi, D obejmuje sylur dolny, E — sylur górny, wreszcie F, G i H oznaczają dewon.

Na granicy między kambrem a sylurem częstokroć występują nadzwyczaj rozprzestrzenione wybuchy diabazu wraz z towarzyszącymi im tufami; po kilka-



Rys. 73. Przekrój przez kolonię: a) sylur dolny; b) górnosylurski łupek graptolitowy; c) wapień górnosylurski; d) skały wybuchowe. (Wedł. Barrandea).

króć powtarzają się one w sylurze dolnym i w spodniej części syluru górnego. Skład petrograficzny jest wogóle prosty, sylur górny jest przeważnie wapienny, tylko podstawę jego stanowią łupki graptolitowe, podczas gdy sylur dolny składa się z naprzemianległych łupków gliniastych, kwarcytów i piaskowców. Na sylur górny przypada przeważna część fauny i jej największa różnorodność form, w sylurze dolnym zaś trylobity wciąż jeszcze stanowią grupę najważniejszą, bogatą w formy rodzajów *Acidaspis*, *Cheirurus*, *Dalmanites*, *Asaphus*, *Illaenus* i *Trinucleus*. W dolnym sylurze liczą około 160 gatunków skorupiaków, 40 głowonogów, 70 małży i 125 ramienionogów, w stosunkowo szczupłej ilości występujących; nieznaną jeszcze dokładnie jest liczba skamieniałości pozostałych, w każdym jednak razie nie jest ona zbyt znaczna. W porównaniu z niesłychaną obfitością fauny syluru górnego, osobliwie poziomu  $E_2$ , jest to fauna dość uboga, która w całości może zawierać mało co więcej niż 500 gatunków.

Musimy tu potrącić o pewne zjawisko spotykane w osadach sylurskich Czech, a posiadające wielką doniosłość dla oceny ówczesnych stosunków faunistycznych; zjawisko to wywoływało wielokrotne, w części zacięte, dyskusje i dzisiaj jeszcze jest przedmiotem wielce pomiędzy sobą różniących się poglądów. Są to „kolonie” Barrandea, według poglądu tego uczonego ławice wapienne i łupki graptolitowe z istic górnosylurską fauną, wtrącone pomiędzy warstwy górnych części syluru dolnego (rys. 73).



Gdy Barrande przystępował do swych ważnych badań nad czeskimi osadami sylurskimi, wielu jeszcze sądziło, że wszystkie skamieniałości tych osadów są równego wieku, a rozmaite wapienie, łupki gliniaste, piaskowce i t. p. są tylko przypadkowymi odmianami petrograficznymi jednego i tego samego poziomu. Dlatego też kilku geologów praskich zwalczało energicznie poglądy Barrande, posługując się przytem, jako argumentem głównym, pewnem znaleziskiem zdobytym w obrębie samej Pragi przy robotach ulicznych. Znaleziono wtedy wśród dolnosylurskich łupków piętra  $D_4$  kilkucentymetrowej tylko grubości ławicę wapienną z fauną przeważnie górnosylurską, której towarzyszyła wszakże pewna ilość gatunków czysto dolnosylurskich trylobitów. Zebrano wówczas bardzo wiele tych nader ważnych skamieniałości, lecz samą odkrywkę zasypiano po ukończeniu robót ulicznych, i obecnie jest ona niedostępna. Na nieszczęście większa część skamieniałości również zaginęła. Przypadkiem zdarzyło się, że zbiory muzeum praskiego miały być przeniesione do nowego gmachu właśnie podczas najbardziej burzliwych dni 1848 roku. Ciekawe „skamieniałości kolonialne“ umieszczono w dwóch skrzyniach i wraz z innymi przedmiotami naładowano na wóz, który nie dotarł do miejsca przeznaczenia, gdyż tłum ludu, napotkawszy transport, upatrzył w ciężkich skrzyniach materiał, doskonale nadający się do budowy barykady. Tak więc zginęły te skarby naukowe; uratowano kilka tylko okazów, które przypadkowo nie dostały się do owych skrzyń. W posiadanie samego Barrande dostał się tylko jeden jak pięść duży kawałek tego wapienia, tak niezwykle w skamieliny obfitego; Barrande wypreparował zeń 15 rozmaitych gatunków skamielin, a mianowicie: 4 trylobity typowo dolnosylurskie, 4 górnosylurskie i 7 górnosylurskich ramienionogów.

Znalezisko to, które Barrande na cześć jego odkrywcy, przezwiał „kolonią Zippego“, było punktem wyjścia do badań dalszych. Barrande już dawniej znajdował między łupkami  $D_3$  partye skał, zupełnie odpowiadające łupkowi graptolitowemu  $E_1$  i zawierające tę samą faunę, lecz nie był pewien, jak należy tłumaczyć te skały, których uławicenie nie było całkowicie jasne; teraz atoli bez długiego namysłu zaczął je również tłumaczyć jako kolonie. Przypuszczał on, że w Czechach fauna dolnosylurska istniała jeszcze wówczas, gdy w innych miejscowościach, dalej na północ położonych, zaczęło się już panowanie górnosylurskiego świata zwierzęcego. Północna ta fauna drogą imigracyi starała się także zająć nieco odosobnione, według opinii Barrande, zagłębienie czeskie, imigranci nie znajdowali wszakże sprzyjających warunków zewnętrznych i nie mogli się przeto na stałe osiedlić i rozprzestrzenić, lecz tworzyli kolonie, które znowu znikwały. Dopiero z początkiem  $E_1$  imigrantom udało się zapanować wyłącznie.

Przeciwko temu pogładowi z wielu stron wystąpiono z nader ostrymi zarzutami i okazało się istotnie, że wtrącenie łupków graptolitowych pomiędzy dolnosylurskie szarogłazy jest tylko pozornem, gdyż w rzeczywistości wtasowanie to spowodowane zostało przez zaburzenia tektoniczne<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Za tem przemawiają różne okoliczności: 1) gatunki kolonialne występują tylko w ściśle ograniczonych partyach łupków graptolitowych, w skałach przyległych zaś nigdy nie trafiają się nawet odosobnione gatunki; 2) gatunki dolnosylurskie nigdy nie wkracza-

Natomiast nie wolno nam wątpić o istnieniu kolonii Zippego i, dopóki nowe odsłonięcia nie rozstrzygną sprawy ostatecznie, wytkniętych przez Barrandea punktów widzenia wprost odrzucać nie można. Im głębiej wnikamy w zawile szczegóły geologii historycznej, tem większe znaczenie przypisywać musimy wędrówkom faun i tem mniej dziwnymi wydają się pomysły Barrandea. W Czechach na granicy między działami D i E zachodzi raptowna zmiana facyi, jednocześnie zaś pojawia się bezpośrednio i w pełnym rozwoju fauna górnosylurska, która oczywiście nie powstała tutaj na miejscu, lecz przywędrowała z zewnątrz. W każdym więc razie poza obrębem obszaru czeskiego musiały już istnieć typy górnosylurskie wówczas, gdy tutaj żyła jeszcze w całej czystości fauna dolnosylurska; przy sposobności więc mogła się zdarzyć jakaś imigracya podczas krótkiego trwania warunków sprzyjających (np. obecność wapiennych osadów w kolonii Zippego).

Poza obrębem krajów, wymienionych powyżej, żadna inna miejscowość w Europie nie może się już poszczycić bogatym rozwojem syluru; w Saksonii i w Turyngii występują łupki gliniaste i krzemionkowe z graptolitami, pod Sonnebergiem w Turyngii kilka trylobitów dolnosylurskich dostarczyły łupki, posiadające przecikowaty kształt ciosu; w górach Smreczyńskich także znajdują się sylurskie łupki graptolitowe, a pod Elbersreuthem wapień górnosylurskie.

Znaczne obszary zajmują pokłady sylurskie w Alpach, lecz odróżnianie ich od młodszych utworów paleozoicznych z jednej strony i od przedkambryjskich łupków krystalicznych z drugiej, połączone jest tutaj z tak znacznymi trudnościami, że dalecy jeszcze jesteśmy od dostatecznej ich znajomości. W Alpach północnych, od Schwaz w Tyrolu aż do wschodniej załamowej krawędzi gór, między pasem krystalicznym z południa a młodszymi łańcuchami wapiennymi z północy, ciągnie się szeroki pas częstokroć półkrystalicznych łupków, piaskowców, zlepieńców, szarogłazów z podrzędnymi wtrąceniami wapienia; w pasie tym według pospolitego mniemania między innymi leżą także słynne złoża styryjskich rud żelaznych; paleozoiczny wiek jego od dawna już zdołano rozpoznać. W tym t. zw. szarogłazowym pasie Alp północnych, pierwszy Hauer w Dienten pod Werfen, na południe od Salzburga, znalazł skamieniałości sylurskie, mocno zbliżone do skamieniałości czeskiego piętra E<sub>2</sub>. Sylurskie skamieniałości znaleziono również koło Vordernberg i Eisenerz; znaczna więc część północno-alpejskiego pasa szarogłazowego należy zapewne do systemu sylurskiego.

Nieco lepiej układają się stosunki w Alpach Karnijskich. Sylur dolny tworzy tutaj 1500 do 2000 m gruba serya naprzemianległych niebieskawych łupków gliniastych, szarogłazów i kwarcytów, z nielicznymi wtrąceniami wapienia i z utworami wybuchowymi oraz skałami tufoidowemi; dolna granica tych warstw wyrażona jest niezbyt ostro, a skamieniałości zawierają one bardzo niewiele. Sylur górny składa się od spodu z łupków graptolitowych, pokrytych

---

ją do skał kolonialnych; 3) utwory graniczne, gdzie jedne i drugie formy mieszają się ze sobą, cytowane są w jednym tylko i to bardzo wątpliwym przypadku; 4) w koloniach, które mają być wtrącone w rozmaite poziomy D<sub>3</sub>, można rozróżniać też same poziomy graptolitowe, w tym samym składzie i następstwie kolejnem, w jakich występują one w E<sub>1</sub>.



w górze pstryimi wapieniami ortocerasowymi z wtrąconemi w nie pojedynczemi warstwami łupków. Dość obfita fauna rozpada się na dwa poziomy paleontologiczne, wykazując najzupełniejszą zgodność z czeskim sylurem górnym.

Sylur Francyi, Sardynii i półwyspu Pirenejskiego tak samo jak sylur alpejski zbliża się także bardzo ściśle do typu czeskiego, lecz żadnym nowym szczegółem nie uzupełnia naszych wiadomości. Poza obrębem Europy system sylurski znaleziono w wielu miejscowościach (p. wyżej str. 93), lecz te pozaeuropejskie utwory sylurskie są dotychczas niedostatecznie znane. Wyjątek, co prawda bardzo poważny, stanowi tylko Ameryka Północna. Dzisiaj Amerykę Północną można uważać za klasyczny kraj syluru, taki zajmuje on tam obszar, takiej dosięga grubości i tyle zawiera skamieniałości. Z warstw sylurskich składa się znaczna część wielkiego obszaru między górami Alegańskimi a Misisipi i kawał Brytańskiej Ameryki Północnej; zajmują one również znaczne przestrzenie na zachód od gór Skalistych, na t. zw. „dalekim zachodzie“. Rzecz prosta, że na tak wielkim obszarze rozwój nie wszędzie jest jednakowy, lecz pomimo to rysy zasadnicze podziału w gruncie rzeczy są jednakowe. <sup>1)</sup>

Ale serya warstw północno-amerykańskich nie różni się znów tak dalece od schematu europejskiego, aby wszelkie porównanie było już z góry wyłączone. Pomimo znacznego oddalenia w przestrzeni sylur Ameryki Północnej posiada wiele gatunków wspólnych z sylurem północno-europejskim; a stąd poznajemy, że rozwój faun tu i tam dość równomiernie posuwał się naprzód.

Poza obfitością skamielin i bogactwem podziału osady północno-amerykańskie są w szczególności tem jeszcze ważne, że w znacznej części obszaru cały kolejny szereg warstw występuje w zupełnie niezaburzonem uławiceniu, a dotyczy to nie tylko utworów sylurskich, ale i leżącego pod nimi kambru, jako też pokrywających je dewonu i karbonu. Możemy więc tutaj badać i studyować całą seryę utworów paleozoicznych, występujących w tak przepięknej jasności i zupełności, jak w żadnej innej części świata, a już najmniej w Europie.

<sup>1)</sup> Podział syluru w stanie New York, z nieznaczniemi tylko różnicami odpowiadający klasyfikacyi jego w innych miejscowościach, jest następujący:

#### I. Sylur górny.

- 1) Grupa Waterlime — wapień cementowe z Eurypterus i Pterygotus.
  - 2) Grupa solna Onondago — osad, zawierający gips i sól kamienną, bardzo ubogi w skamieniałości.
  - 3) Grupa Niagara — margle i wapień z licznemi skamielinami, odpowiadające angielskiemu Wenlockowi
  - 4) Grupa Clinton
  - 5) Piaskowiec Medina
  - 6) Zlepieniec Oneida
- } łupki gliniaste, piaskowce i zlepieńce, mniej więcej odpowiadające Llandovery.

#### II. Sylur dolny.

- 7) Grupa Hudsonriver — łupki gliniaste z licznemi skamielinami.
  - 8) Łupki Utica.
  - 9) Wapień Trenton — potężne ciemne wapień, odpowiadające wapieniom ortocerasowym Skandynawii i Rosyi.
  - 10) Grupa Blackriver
  - 11) Wapień Birdseye
- } wapień obfite w głowonogi.
- 12) Grupa Chazy — wapień z trylobitami, piaskowce i łupki.
  - 13) Calceiferous Sandstone — piaskowiec wapienno-dolomitowy, poziom przejściowy do podścieliskowego kambru.

## Fauna dewońska.

Nazwa systemu dewońskiego pochodzi od hrabstwa Devonshire w południowo-zachodniej Anglii, gdyż tam właśnie Murchison zbadał osady morskie do tego okresu należące i uznał je za typ samodzielnego rozdziału historii ziemi. Co prawda, właśnie w Devonshire utwory te są bardzo słabo rozwinięte, tak, iż wobec ich wspaniałego rozwoju w prowincjach nadreńskich, znacznie odpowiedniejszym byłoby miano „nadreńskich gór łupkowych“; niepraktycznymby jednak było nazwę utartą i powszechnie znaną zastępować przez nową.

Fauna dewonu wiąże się jak najściślej z fauną sylurską; znikło lub mocno się przerzedziło tylko niewiele grup ważniejszych; z wybitniejszych zaś typów, które tu po raz pierwszy się pojawiają lub zaczynają brać mocną nad innymi przewagę, wymienić możemy tylko amonity i ryby. Zadowolimy się tedy pobieżnym tylko przeglądem. Z dewonu znamy również tylko bardzo mizerne szczątki pierwotniaków, gąbki schodzą na plan dalszy, dopiero korale wykazują ogromną różnorodność postaci. I tutaj znajdujemy wapienie koralowe, przypominające dzisiejsze utwory rafowe; Eifel, Ardenny, Czechy, Śląsk, okolice Hradca w Styrii, Alpy Karnijskie, poszczególne punkty w północnej Francji i w południowo-zachodniej Anglii, wreszcie różne części Ameryki Północnej dostarczają nam przykładów utworów tego rodzaju, w których, jak w sylurze, najważniejsze miejsce zajmują Tetracorallia i Tabulata wraz ze Stromatoporami. Różnorodność form jest mniejsza niż w sylurze, lecz ogólny charakter pozostaje ten sam. Z działu tego jeden tylko gatunek zasługuje tutaj na szczególne wyróżnienie, a to mianowicie koral trepkowy, *Calceola sandalina*. Przez długi czas szczególna ta forma skazana była na tułaczkę po systematach paleontologicznych, zaliczają bowiem to do małżów, to znowu do ramienionogów lub koralii; aż wreszcie należne jej między koralami miejsce ostatecznie zostało udowodnione. W samej rzeczy, uderzająco prawidłowa postać (rys. 74), jako też istnienie pokrywki, za pomocą zębów z kielichowatą komorą połączonej, mogły w koralu dziwnymi się wydawać, zwłaszcza dawniej, gdy nie znano wcale koralii z pokrywką. Poznano wszakże później formy przejściowe; prążki na zewnętrznej powierzchni kielicha w przebiegu swoim stosują się ściśle do prawa, które rządzi wzrostem koralii czteropromiennych, a podług Waagena na szlifie mikroskopowym, nawet i w kamienistej masie, wypełniającej komorę, listwy promieniste na dnie jej występują wyraźnie.

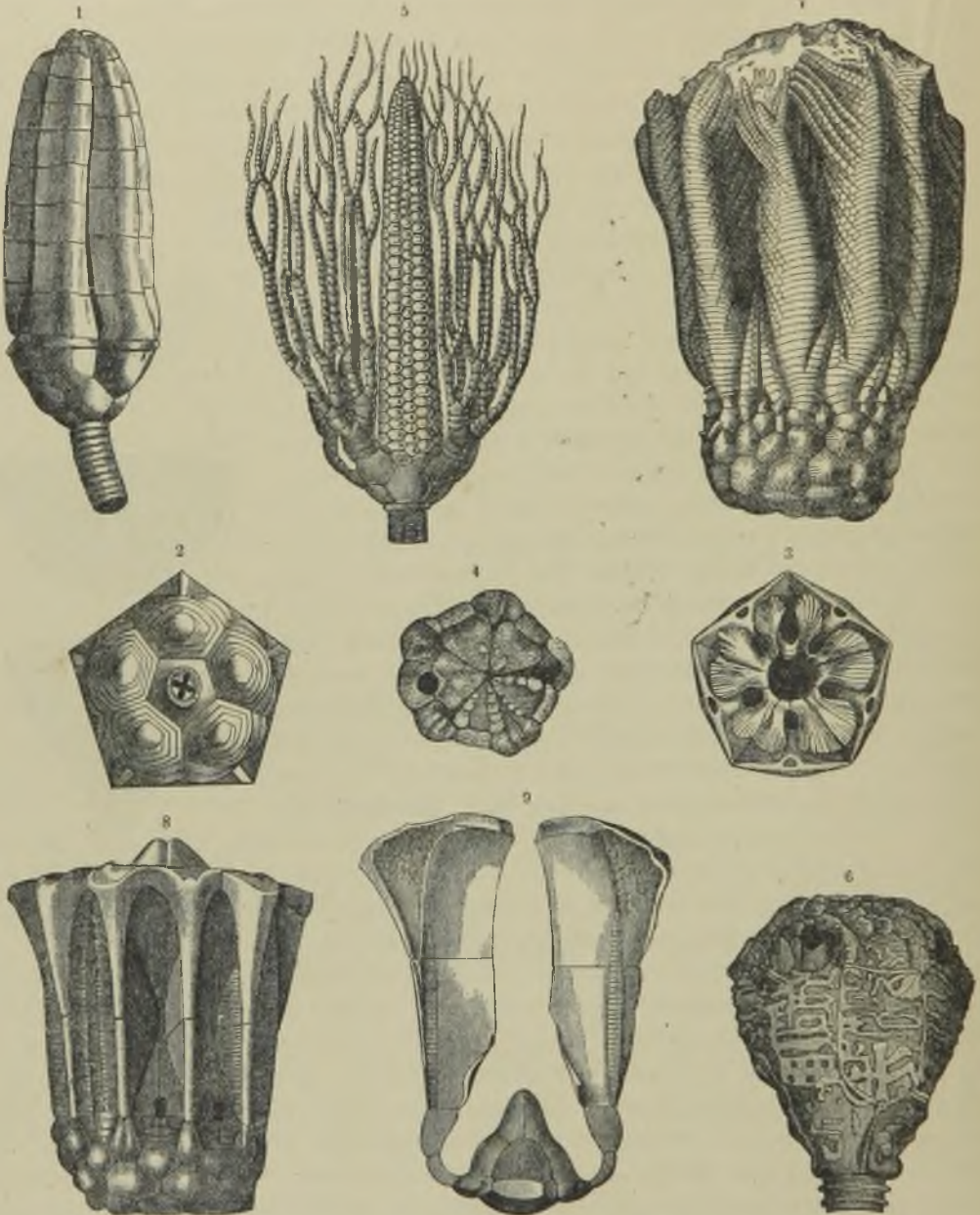
Z końcem syluru giną graptolity, które milionami pokrywają powierzchnie warstw łupków sylurskich i posiadają taką doniosłość dla podziału osadów na poziomy. Nieliczne tylko okazy z najbardziej dolnego dewonu gór Heryńskich stanowią ostatnie odosobnione przeżytki. Z pośród szkarłupni *Cysti-*



Rys. 74. *Calceola sandalina* z dewonu środkowego prowincji nadreńskich: 1) z pokrywką z boku, 2) z dołu, 3) bez pokrywki.



dea z nader nielicznymi tylko wyjątkami należą już do zwierząt wymarłych; Blastoidae i jeże morskie, dotychczas z rzadka tylko się trafiające, obecnie re-



Rys. 75. Liliowce dewońskie z Eiflu: 1) *Cupressocrinus inflatus*, korona całkowita; 2) *Cupressocrinus abbreviatus*, kielich z dołu; 3) ten sam kielich bez ramion z góry, z t. zw. aparatem podpierającym; 4) pokrywa kielicha *Cococrinus rosaceus*; 5) *Lecythrocrinus Eifelianus*; 6) *Hexacrinus anaglypticus*, kielich bez ramion; 7) *Rhipidocrinus crenatus*; 8) *Eucalyptocrinus rosaceus*; 9) ten sam kielich w przekroju idealnym.

prezentowane są nieco lepiej, choć wciąż jeszcze daleko im do bogatego rozwoju; rozgwiazdy zwykle są nieliczne, większej ich ilości dostarczył tylko czarny

łupek dachówkowy z Bundenbachu. Znaleźiska te długo nie miały żadnej naukowej wartości, gdyż nie udawało się wyprzeżarować okazów z mocno do nich przywierającej powłoki łupkowej; teraz jednakże, gdy znaleziono odpowiednie metody, rozgwiadzy te, przemienione na żłocisty piryt, odrzynając się ostro od czarnego tła łupku, należą do najcudniejszych skamielin, jakie tylko znamy. Badania, którym je Stürtz poddawał, rzuciły zajmujące światło na budowę rozgwiad paleozoicznych. Liliowce są w dewonie w pełni swojego rozkwitu i dostarczają całego szeregu najpiękniejszych typów: *Cupressocrinus* z kolosalnymi ramionami z niewielu dużych płytek zbudowanymi i ze szczególnymi podporami wewnątrz kielicha, *Eucalyptocrinus*, w którego kielichu mieszczą się osobliwie uformowane podpory (rusztowanie), służące do podtrzymywania ramion, heksakryny z dziwaczniemi upiękzeniami, *Lecythocrinus*, dalej *Cyathocrinida*, *Poteriocrinida*, *Actinocrinida*, *Platycrinida*, *Taxocrinida*, *Rhodocrinida*, *Melocrinida* — oto są najglówniejsi przedstawiciele tych wspaniałych form, które w postaci przepysznych szczątków szczególnie obficie dochowały się w dewonie środkowym Eiflu (p. rys. 75).

Nie wiele da się powiedzieć o robakach i mszywiolach, tem więcej za to o ramienionogach. Zapewne wskutek ich nadzwyczajnej mnogości występowanie ich częstokroć obiera się za podstawę podziału osadów dewońskich, choć może niesłusznie, gdyż formy te nie bardzo się nadają na skamieniałości przewodnie z powodu wielkiej zmienności ich kształtu. Zarówno pod względem ilości gatunków jak ilości osobników, choć bardzo wielkiej, dewon pozostaje w tyle za sylurem; szczególnie wśród form o skorupie rogowej i wśród ortidów daje się zauważyć wyraźny upadek. Z pomiędzy rodzajów, które już dawniej istniały, doniosłą odgrywają rolę *Streptorhynchus*, *Strophomena*, *Spirifer*, *Spirigera*, *Atrypa*, *Retzia*, *Chonetes* i *Rhynchonella*, gdy tymczasem nowe wyłącznie dewonowi właściwe rodzaje dają początek nieznacznej ilości gatunków. Z tych ostatnich dla środkowego dewonu wysoce charakterystyczne i wielce w nim rozpowszechnione są dwa zwłaszcza rodzaje, a mianowicie *Uncites* (rys. 76) z rodziny spiryferydów i *Stringocephalus* (rys. 77) o zawilem rusztowaniu wewnętrznym, już ze swej zewnętrznej postaci łatwy do poznania, a należący do rodziny terebratulidów; w młodości u rodzaju tego pod dziobem większej połówki skorupy znajduje się duży otwór, przez który przechodzi słupek mięsisty; otwór ten z postępem wzrostu coraz bardziej się zminiejsza. Są to formy piękne, okazałe; *Stringocephalus* zaś dochodzi do takiej wielkości, z jaką tylko niewiele innych ramienioplawów współzawodniczyć może.

Z pośród mięczaków małże i ślimaki nie dają powodu do żadnych uwag szczególnych: ogólnym swym typem nie różnią się one rdzennie od sylur-



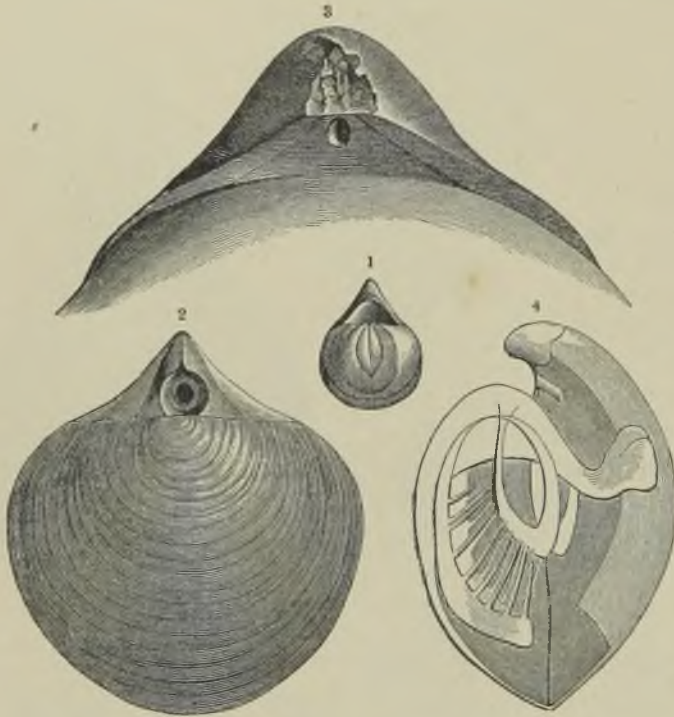
Rys. 76. *Uncites gryphus*. z dewonu środkowego w Paffrath pod Koloni.



skich. Tem donioslejszym za to zmianom uległy głównogoi. W dewonie zaczynają już zanikać nautilidy (Nautiloidea, łodzikowate), które same jedne tylko istniały w sylurze i doszły w nim do zadziwiającego stopnia rozwoju. Orthoceras i Cyrtoceras, panujące rodzaje syluru, i tutaj też jeszcze najczęściej się spotykają, ale ilość ich gatunków znacznie się zmniejszyła; o wiele rzadszemi stały się również Gomphoceras i Phragmoceras, a z dość licznych innych rodzajów syluru znaczna większość wyginęła doszczętnie. Po linii wznoszącej się toczy się tylko rozwój samego rodzaju Nautilus, a po raz pierwszy zjawia się Gyroceras, postać zwinięta

w linię spiralną, której poszczególne zwoje nie stykają się ze sobą.

Zmniejszenie się ilości nautilidów wynagradza po raz pierwszy tutaj występujący rząd amonitidów (Ammonitoida), który od dewonu aż do końca okresu mezozoicznego bardzo ważną odgrywa rolę. Znaczna większość amonitów, przedewszystkiem zaś wszystkie geologicznie stare i pierwotne typy są jak Nautilus w jednej płaszczyźnie spiralnie zwinięte; za wyjątkiem niektórych najstarszych geologicznie form, przegrody między komorami są wy-

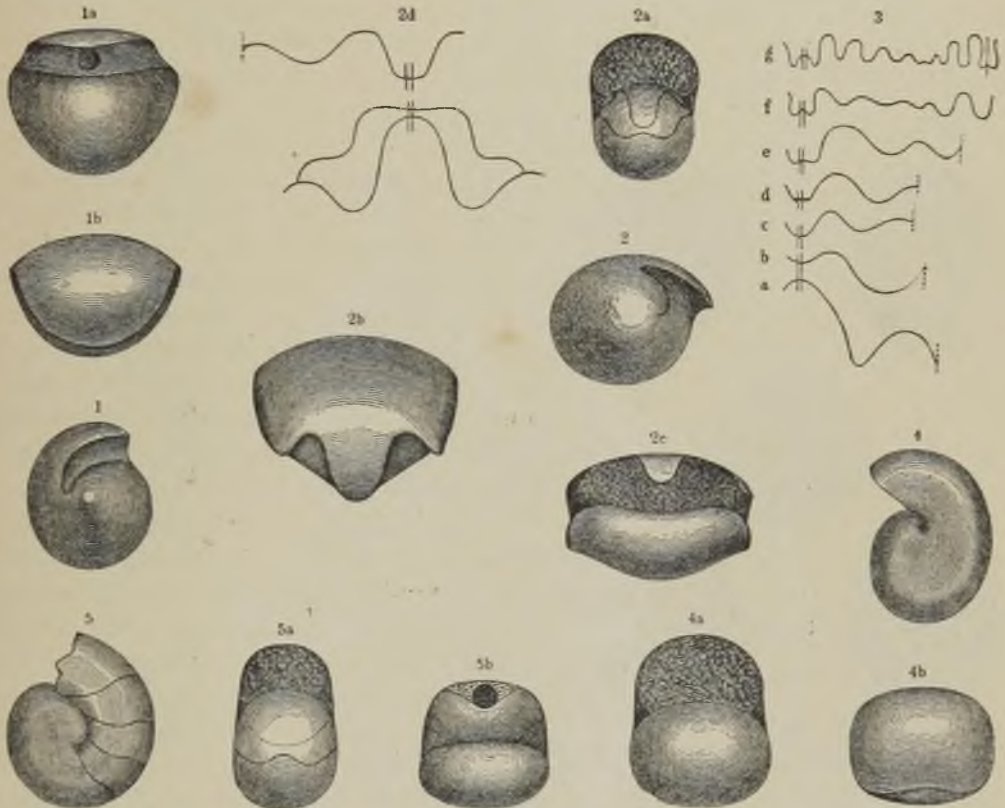


Rys. 77. Stringocephalus Burtini, z dewonu środkowego w Paffrath pod Kolonią: 1) okaz bardzo młody; 2) okaz średnich wymiarów; 3) dźbić bardzo dużego okazu; 4) szkielet ramieniowy.

pukle w stronę wylotu skorupy; syfon jest cienki, przeważnie zwapniały, leży tuż przy stronie zewnętrznej, tam zaś, gdzie przechodzi on przez przegrodę międzykomorową, towarzyszy mu króciutka zwykle pochewka syfonowa. Za regułę zwykle się przyjmuje, że u wszystkich geologicznie starszych amonitidów pochewka ta skierowana jest w tył, jak u nautilidów, u młodszych zaś zwrócona jest naprzód; w większości przypadków reguła ta mogłaby za słuszną uchodzić, choć brak dowodów powszechnej jej ważności i istnieją przejścia między obydwoimi typami.

Zresztą, jakkolwiek typowy wysoko rozwinięty amonit uderzająco różni się od przeciętnego nautilida, to jednak rozróżnienie najstarszych i najbardziej pierwotnych form tych zwierząt jest bardzo trudne; niezawodnych cech odróżniających nie dostarczają nam ani położenie czy też budowa syfonu, ani przegrody międzykomorowe. Tylko zaczątek skorupy swoją budową i sposobem powsta-

wania zdaje się dostarczać zupełnie pewnej cechy dla odróżnienia amonitidów od nautilidów. Co prawda jednak badanie tej cechy połączone jest z dużymi trudnościami. U typów spiralnie zwiniętych, jak np. u amonitów lub u łodzika (*Nautilus*) i t. p., zaczątek skorupy pokryty jest przez wszystkie zwoje później utworzone; wypreparować go można tylko z wielkim mozołem. Natomiast u form wyciągniętych w linii prostej albo tylko zgiętych, lecz nie skręconych spiralnie, delikatny za-



Rys. 78. Zaczątki skorup (skorupy zarodkowe) i pierwsze przegrody międzykomorowe amonitidów w różnych pozycjach: 1) *Trachyceras erinaceus*; 2) *Phylloceras tortisulcatum*, zaczątek skorupy i pierwsze przegrody międzykomorowe; 2d) trzy pierwsze szwy *Phylloceras tortisulcatum*; 3a—g) Rozwój szwów *Sageceras Haidingeri*; 4) *Goniatites (Beloceras) multilobatus*; 5) *Clymenia undulata*. (Wedł. Branca). Wszystkie rysunki są mocno powiększone.

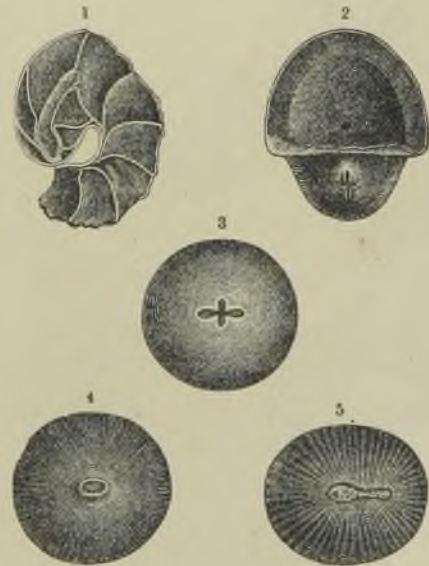
czątek skorupy zazwyczaj bywa odłamany i nie dochowuje się wcale. Wszelako gdy uda się zapanować nad temi trudnościami i przystąpić do badania drobnego zaczątku skorupy, to przekonywamy się, że u wszystkich amonitów występuje on w postaci drobnutkich wymiarów komory zaczątkowej wydętej w kształcie pęcherzyka i zgiętej spiralnie, a tylko u niewielu geologicznie bardzo starych przedstawicieli tych zwierząt posiadającej poprostu formę jajowatą (rys. 78). Zupełnie inaczej jest u nautilidów: ich komora zaczątkowa jest znacznie większa, ma kształt płaskiego stożka lub miseczki, a na swej powierzchni zewnętrznej posiada szczególną, wyraźnie widoczną bliznę (rys. 79). W rzeczywistości jednakże



owa komora zaczątkowa nie jest bynajmniej najstarszym i najpierwszym utworem skorupowym; przed nią jeszcze larwy wytwarzały inną, czapeczkowatą skorupkę zarodkową, tak zwaną protokonchę, która w większości przypadków, a w wieku późniejszym prawdopodobnie zawsze bywała odrzucana, a po której pozostawała wyżej wzmiankowana blizna na tylnym końcu pierwszej komory zachowanej. W rzadkich wyjątkowych przypadkach udało się wykryć protokonchę, która jeszcze trzymała się skorupy; a mianowicie znajdowano ją u ortocerasów z tryasu alpejskiego w kształcie miejscami pomarszczonego, lecz zresztą gładkiego woreczka, prawdopodobnie utworzonego z konchiolinu, i u jednego ortocerasa z północno-amerykańskiego górnego dewonu w postaci jajowatej, uderzająco dużej, gładkiej

skorupki wapiennej, znacznem zwężeniem oddzielonej od następującej za nią komory. Tego rodzaju skorupka zarodkowa nie różni się istotnie od komory zaczątkowej amonitidów o najprostszej organizacyi; zdaje się przeto, iż rozwój amonitidów tem tylko różnił się od rozwoju nautilidów, iż u pierwszych komora zaczątkowa utrzymywała się stale, u drugich zaś wcześniej lub później, a u form geologicznie młodych pewno nawet w bardzo wczesnem stadyum rozwojowem, odpadała, pozostawiając bliznę.

Najważniejsze, choć dość trudno uchwytne cechy stanowi u amonitów kształt przegród międzykomorowych, w szczególności zaś linia, wzdłuż której każda z tych przegród styka się z ścianą skorupy, t. zw. linia szwu czyli linia zatokowa. Gdy skorupka jest nieuszkodzona, wtedy oczywiście z tych części wewnątrz niej położonych niczego dojrzeć niepodobna. Gdy jednak masa skalna wypełniła wnętrze skorupy,



Eys. 70. Zaczątki skorup (skorupy zarodkowe) nautilidów: 1 i 2) *Nautilus pompilius*; 3) *Orthoceras mundum*; 4) *Orthoceras* embryo; 5) *Cyrtoceras fugax*. (Według Barandea i Branca). W powiększeniu.

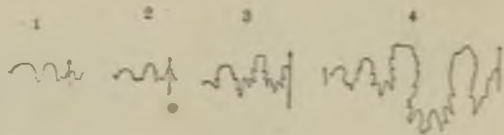
a sama skorupa, jak to tak często się zdarza przy tworzeniu się skamienia, została rozpuszczona i znikła, a zatem gdy mamy przed sobą wewnętrzny odlew skorupy, czyli t. zw. jądro kamienne, wtedy na powierzchni takiego odlewu szwy występują nadzwyczaj wyraźnie. Linia szwu u amonitów nigdy nie jest całkiem prostą linią, przebiegającą wpoprzek zwoju, ale wykazuje mniej lub więcej wyraźne wygięcia lub kąty. Wygięcia tej linii, skierowane ku tyłowi, nazywamy zatokami, naprzemianległe zaś i zwrócone ku przodowi, w stronę wylotu skorupy—siodłami. W najprostszym przypadku na zewnętrznej wypukłej stronie skorupy, koło syfonu, pojawia się jedna jedyna tylko zatoka; zazwyczaj jednak z obu stron do zatoki tej przyłączają się inne jeszcze zatoki i siodła, których ilość i kształt posiada bardzo wielkie znaczenie.

Tutaj zadowolimy się tylko uwydatnieniem tych punktów, które dla zrozumienia zagadnień geologicznych bezwarunkowo są konieczne. Wogóle u poszczegól-

gólnych rodów amonitów przekształcanie szwów odbywa się zgodnie w ten sposób, iż szwy te stają się coraz bardziej zawile i rozgałęzione. U form najstarszych geologicznie dostrzegamy tylko faliste lub kątowate wygięcia linii szwu. Później pojawiają się formy z ząbionymi na dnie poszczególnymi zatokami, w trzecim stadyum nareszcie zarówno zatoki jak siodła są dookoła w gzygzaki i zęby powycinane lub wystrzępione nakształt liści jarmużu (rys. 80). Dawniej z tych trzech typów tworzono trzy rodzaje, nazywając formy o linii szwu poprostu tylko wygiętej goniatytyami, formy o zatokach tylko na dnie ząbionych — ceratytyami, a o zatokach wokół w gzygzaki powycinanych — amonitami, i przypuszczano, że grupy te ściśle są związane z dokładnie oznaczonymi działami geologicznymi, a mianowicie goniatyty miały cechować okres paleozoiczny, ceratyty — tryas, amonity zaś — jurę i kredę.

Okazało się, iż pogląd ten jest z gruntu fałszywy; w ogólności nazwami *Goniatites*, *Ceratites* i *Ammonites* obejmowano nie grupy naturalne, lecz jednakowe stadya rozwojowe najrozmaitszych rodów i szeregów form. Dalej z gruba jest tylko słusznem, iż u amonitów zachodzi statecznie wzrastająca komplikacja linii zatokowej; poszczególne oddziały w rozwoju swoich szwów nie idą tym samym krokiem, niektóre wysuwają się naprzód, inne pozostają w tyle. Oprócz tego istnieją także szeregi wsteczne, w których po dojściu do pewnego stopnia rozwoju następuje znów uproszczenie budowy zatok, a nawet powrót do stadyum goniatykowego. Co się wreszcie tyczy rozpowszechnienia geologicznego, to wprawdzie amonitidy paleozoiczne są najczęściej goniatytyami, lecz obok tych ostatnich istnieją także formy w stadyum ceratyków i amonitów; ceratyty, co prawda, znajdują się przeważnie w tryasie, lecz obok nich występują w znacznie jeszcze większej liczbie typy o linii zatokowej ząbionej dookoła i w dość pokaźnej ilości typy o linii zatokowej poprostu tylko wygiętej; nawet w jurze i kredzie nie całkiem jeszcze zbywa na formach stadyum ceratykowego i goniatykowego.

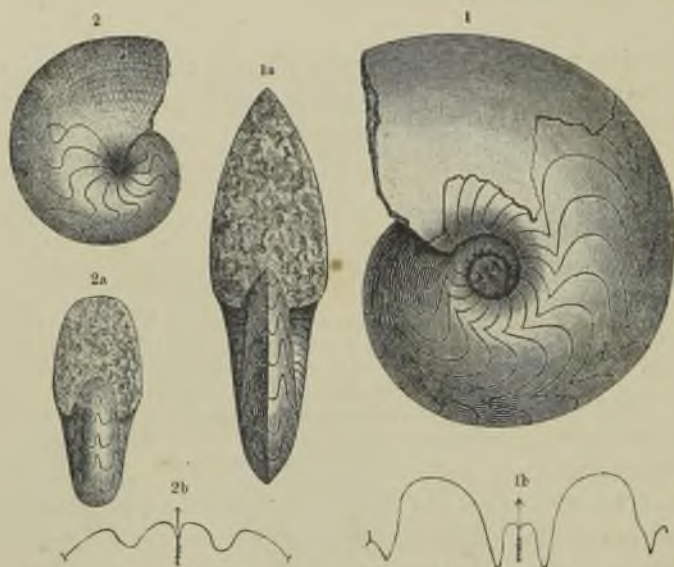
Należyte zrozumienie stosunków powyższych musiało z konieczności do tego doprowadzić, że trzy pomienione rodzaje, przynajmniej w tem znaczeniu, jakie im pierwotnie nadawano, zostały zarzucone, a całe mnóstwo form zostało rozdzielone na wielką ilość rodzajów. Już przy obecnym stanie naszych wiadomości z natłoku form wylaniają się liczne szeregi rozwojowe, jako zwarte całości, które śledzić możemy, poczynając od najprostszego stadyum goniatykowego, a kończąc na najdalej posuniętym amonitowem; oczywiście zaś w przyszłości nasza znajomość stosunków rodowodowych i rozwojowych poszczególnych gałęzi amonitidów znacznie się jeszcze pogłębi. Formy goniatykowe dochodzą w dewonie do szerokiego rozpowszechnienia i znacznej różnorodności, należąc zarazem do najbardziej charakterystycznych skamieniałości przewodnich dla poszczególnych jego piątr. Tutaj poprzestaniemy już tylko na zwróceniu uwagi czytelnika na rys. 81.



Rys. 80. Zwiększanie się zawitości linii zatokowej w pewnym rodzie amonitidów: 1) *Dimorphoceras Gilbertsoni*, z karbonu; 2) *Thalassoceras varicosum*, z permu; 3) *Thalassoceras Phillippsi*, z permu; 4) *Acrochordiceras Damesi*, z tryasu. Strzałki zwrócone są w stronę otworu skorupy. (Według E. Hauga).



Wszelako obok typowych przedstawicieli amonitidów znajduje się w dewonie druga odmienna grupa głowonogów, mianowicie rodzaj *Clymenia* (rys. 82). W Europie grupa ta pojawia się nagle i bezpośrednio w najgórnieszym dewonie. Aż do ostatnich czasów bogaty w formy ten rodzaj znano tylko z najwyższego poziomu dewonu górnego, a mianowicie ze ściśle ograniczonych belgijsko-nadreńskich gór łupkowych, dalej z Harcu, ze Śląska, z okolic Hradca Styryjskiego i z Alp Karnijskich, wreszcie z Anglii południowo-zachodniej i z Uralu. Oczywiście, niepodobna było zgodzić się z myślą, że klimenie w rzeczywistości zajmowały przestrzeń tak niewielką, przeciwnie, należało przypuszczać, iż rozwinęły się one w innych zagłębiach morskich, skąd dopiero przywędrowały do mórz europejskich.



Rys. 81. Goniatyty dewońskie: 1) *Manticoceras intumescens*, 1a) widok z przodu, 1b) linia zatokowa; 2) *Tornoceras simplex*, 2a) widok z przodu, 2b) linia zatokowa. (Wedł. Romera).

Wyglądem zewnętrznym klimenie mało się różnią od reszty amonitów, dopiero preparowanie części z zewnątrz niewidocznych dowodzi istnienia głęboko sięgających różnic. Mianowicie syfon, otoczony niekiedy pochewkami długimi, sięgającymi aż do poprzedniej przegrody międzykomorowej, znajduje się tutaj na wewnętrznej, wklęsłej stronie zwojów, a zatem w położeniu wprost przeciwnym do położenia syfonu u wszystkich pozostałych amonitidów; w parze z tem idzie także gruntowne przekształcenie szwów. Zamiast charakterystycznej zatoki na stronie zewnętrznej, istnieje stale także sama zatoka na stronie wewnętrznej zwojów, koło syfona, gdy na stronie zewnętrznej znajduje się na przemian to zatoka, to siedło.

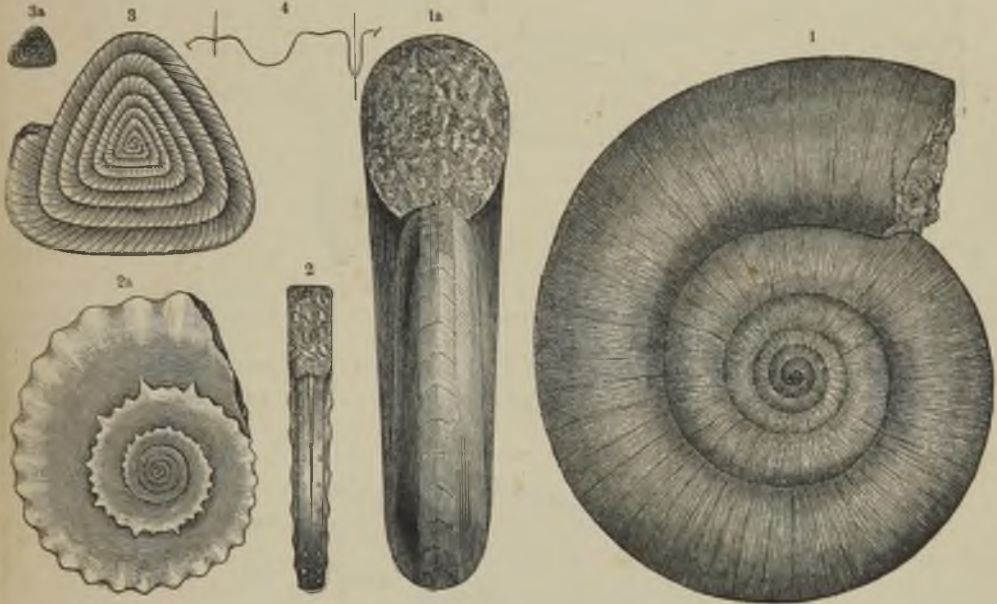
Odrębne te cechy były powodem znacznej różnicy zdań co do znaczenia klimenii, które raz zaliczano do nautilidów, kiedy indziej znów do amonitidów. Decydującym w tej kwestyi jest początek tworzenia się skorupy według tego, co nam o tem z badań Branca wiadomo; skorupa posiada pęcherzykową komorę zaczątkową, w najwcześniejszej młodości istnieje zatoka zewnętrzna, syfon leży tuż przy stronie zewnętrznej i dopiero z wiekiem przesuwają się ku wklęsłej wewnętrznej stronie zwojów (rys. 78, 5). Innymi słowy, *Clymenia* w młodości jest typowo

Niewątpliwie klimenie istotnie zostały odkryte w stanie New-York i to już w dolnej części dewonu górnego. Pomimo to wszakże, iż klimenie tak wcześnie pojawiają się w Ameryce, ziemia ta również—jak się zdaje—nie stanowi właściwego siedliska ich rozwoju, inaczej bowiem musiano by je tam znajdować w większej ilości.

Wyglądem zewnętrznym klimenie mało się różnią od reszty amonitów, dopiero preparowanie części z zewnątrz niewidocznych dowodzi istnienia głęboko sięgających

wym amonitem i dopiero z wiekiem nabiera cech odrębnych; musimy przeto uważać rodzaj ten za odrębną gałąź boczną amonitidów. Szczególnym trafem, pośród amonitów prawdziwych spotykamy się z przypadkiem odwrotnym: niektóre bowiem formy we wczesnej młodości posiadają syfon na wewnętrznej stronie zwoju, tak samo jak dorosłe klimenie; dopiero w dalszym przebiegu rozwoju syfon ten przesuwa się ku stronie zewnętrznej i zajmuje położenie, dla amonitów charakterystyczne.

Wśród skorupiaków zaznaczyć należy wyraźny upadek trylobitów; znaczna ilość ważnych rodzajów wymiera, natomiast zaś nie pojawia się ani jeden nowy. W każdym razie istnieje jeszcze wogóle przeszło 200 rozmaitych gatunków,



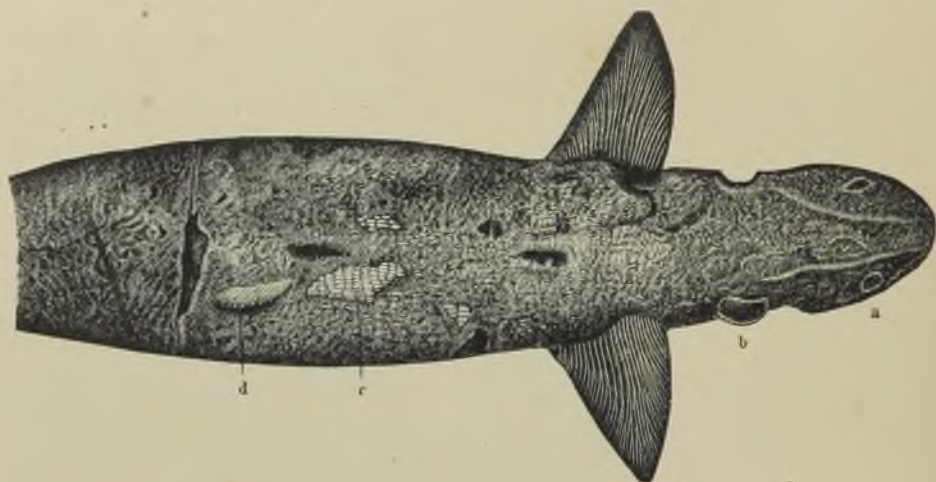
Rys. 82. Klimenie z śląskiego dewonu górnego: 1) *Clymenia undulata*; 2) *Clymenia binodosa*; 3) *Clymenia paradoxa*; 4) przegroda międzykomorowa u *Clymenia undulata*. (Wedł. Tietzego i Bömera).

z których większość przypada na rodzaje *Dalmanites*, *Phacops*, *Homalonotus*, *Proetus* i *Bronteus*. Eurypterydy znajdują się jeszcze w pełni swojego rozkwitu, *Ostracoda* (małżoraczki) i *Ceraticarida* bardzo licznie są reprezentowane.

Najważniejszą cechą fauny dewońskiej stanowi pojawienie się ryb. Obok pojedynczych typów, zbliżonych do dzisiejszych, po największej części jakieś obce nam postacie składają się na tę prastarą faunę ryb. W czasie teraźniejszym przeważna większość gatunków należy do rzędu ryb kośćistych (kostoszkieletowych, *Teleostei*), np. wszystkie typy pospolite: szczupaki, karpie, pstrągi, łososie, węgorze, śledzie, sardele, sztokfisz; obok tamtych nieco liczniej jeszcze występują tylko ryby spoduiste, rekiny (żarłaczki) i płaszczyki (raje); pozostałe działy, jako to: ryby kostołoskie, dwudyszne, kręgouste i lancetniki, liczą już tylko niewiele rodzajów. Zupełnie inaczej jest w dewonie. Ryb kośćistych niema tu jeszcze wcale, istnieją głównie tylko ryby spoduiste, pancerne i kostołoskie; wszystkie te grupy są mniej więcej jednakowo silnie rozwinięte i żadna z nich nie zajmuje tak wyjątkowo górującego stanowiska, jak ryby kośćiste w świecie teraźniejszym.

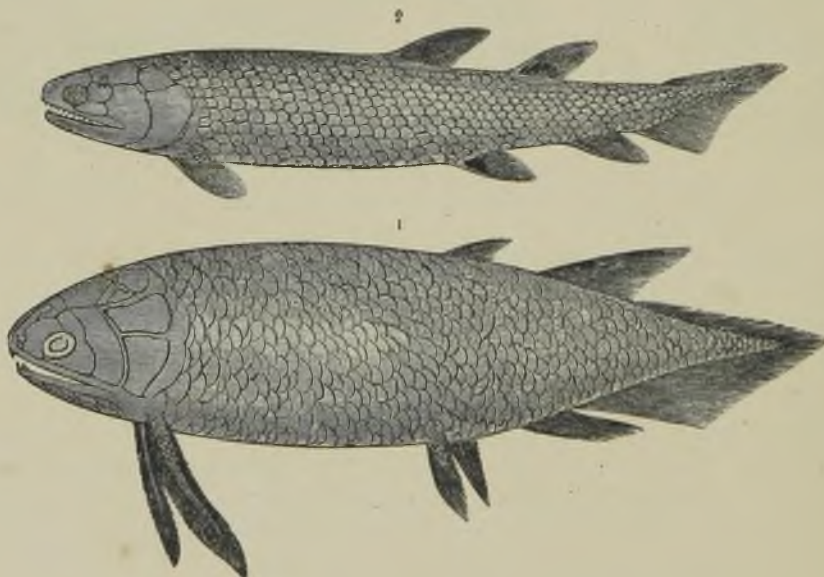


Po rekinowatych rybach spodoustych tylko w niezmiernie rzadkich przypadkach pozostały całkowite szczątki kopalne; kręgosłup ich i czaszka nie są skostniałe, lecz chrząstkowate i dlatego też do zachowania mało się nadają. Na powierzch-



Rys. 83. *Cladodus Fyleri*, z łupka clevelandzkiego, Ohio: a) oczodół, b) pokrywa skrzelowa, c) wielokątne inkrustacje chrząstkowego szkieletu wewnętrznego, d) zwapniałe wiązki mięsne. (Wedł. Newberryyego i O. Jäckela).  $\frac{1}{4}$ — $\frac{2}{5}$  wielk. rzeczywistej.

ni ciała niema także żadnych mocnych łusek, zamiast nich w skórze tkwią niezliczone mikroskopowe ziarenka kostne, skutkiem czego skóra ta nabiera chropowa-



Rys. 84. 1) *Holoptychius*; 2) *Osteolepis*. (Wedł. Traquaira).

tości i tworzy t. zw. jaszczur, u form kopalnych również ulegający zniszczeniu. Wskutek tego po zbliżonych do rekinów rybach zazwyczaj dwójakiego tylko rodzaju szczątki się trafiają, mianowicie pojedyncze zęby i owe nieraz bardzo mocne, kościane kolce, które u bardzo wielu form sterczą przy początku płetwy. Tem

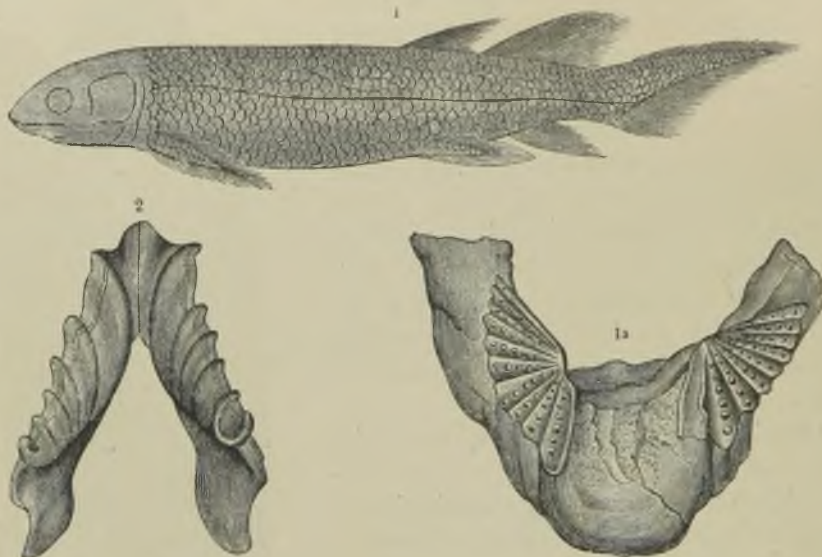
pilniejszej przeto uwagi godne są te szczątki, na których odróżnić można większą część ciała, jak np. świetnie zachowane gatunki rodzaju *Cladodus* z łupka clevelandzkiego w Ohio (rys. 83). Rekiły słusznie uchodzą za grupę prastarą, gdyż już podczas dewonu górnego posiadały one najważniejsze z tych cech, które uważamy za szczególnie znamienne u ich geologicznie młodszych przedstawicieli. Ujawnia się to wyraźnie nie tylko w położeniu i budowie płetw, lecz również w kształcie i położeniu łuku szczękowego i łuków skrzelowych oraz w uzębieniu; obocznie jednak znajdują się cechy prastare (jak np. istnienie kostnej obwódki oczu), które uzasadniają łączenie dawnych rekiłów w grupę *Proselachii*.

Znacznie częściej trafiają się całkowite i dobrze zachowane szczątki ryb kostołuski i ch, których przedstawicielami w dzisiejszym świecie zwierzęcym są jesiotry, następnie rodzaj *Polypterus*, zamieszkujący rzeki Afryki, rodzaje *Lepidosteus* i *Amia*, żyjące w słodkich wodach Ameryki Północnej, i kilka innych. Są to skromne pozostałości grupy, niegdys wielce w formy bogatej, która była bardzo rozpowszechniona we wszystkich wodach, zarówno w morzach jak w śródlądowych zbiornikach wód i zajmowała to samo stanowisko, które obecnie przypada w udziale rybom kościstym. Cechy rozstrzygające, któremi ryby kostołuskie wyodrębniają się od kościstych, tkwią co prawda we własnościach anatomicznych części miękkich, w rozwoju wychodzącego z serca wielkiego pnia tętnicznego, кишки, nerwów wzrokowych, i oczywiście u okazów kopalnych dostrzegane być nie mogą. Szczególniej przykro odczuwać się to daje w osadach mezozoicznych przy badaniu niektórych form przejściowych, wszakże u znacznej większości typów ryb kostołuskich już i wygląd zewnętrzny odznacza się tak znamienymi właściwościami, że wszelka pomyłka z góry jest wyłączona. Przedewszystkiem wysoce charakterystyczne są łuski, zazwyczaj kształtu rombowego, rzadziej zaokrąglone, powleczone gładką, błyszczącą warstwą

Rys. 83. *Cladodus*.



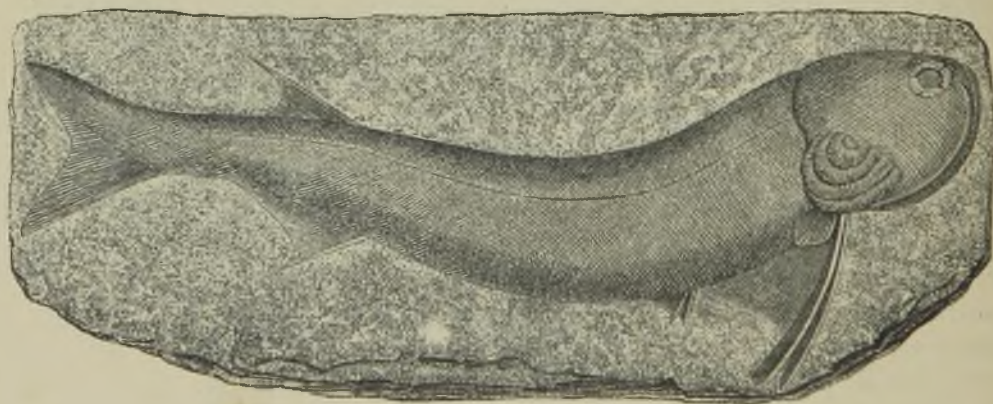
szkliwa. Dotyczy to zwłaszcza form geologicznie starszych, podczas gdy w świecie teraźniejszym np. jesiotry nie posiadają żadnych łusek, lecz duże, w szeregi ułożone płyty kostne. Inną dla wielu kostołuskich charakterystyczną właściwość



Rys. 86. 1) *Dipterus Valenciennesi*, ze starego czerwonego piaskowca Szkocji; 1a) płyty żuciowe u tegoż; 2) płyty żuciowe u *Ceratodusa* żyjącego. (Wedł. Traquaira).

stanowi wykształcenie promieni płetwowych, pokrytych na stronie przedniej drobnymi, ostrymi, dachówkowato ułożonymi kolcami wtórnymi (fulera).

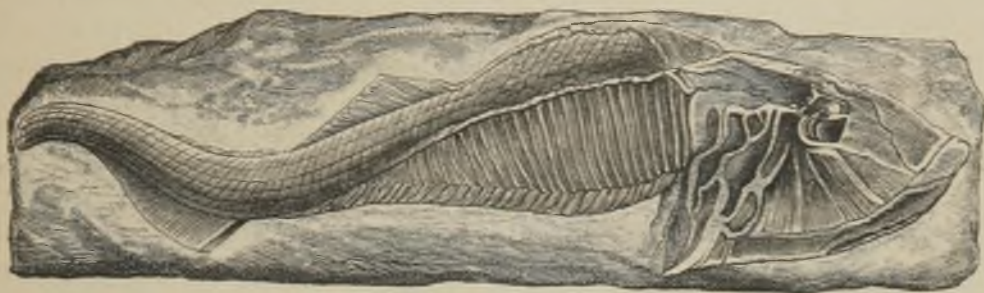
W stopniowym rozwoju kostołuskich dostrzegać się daje postępowe kostnie-



Rys. 87. *Acanthodes*. Okaz powyżej przedstawiony pochodzi z formacji węglowej (Wedł. F. Romera).

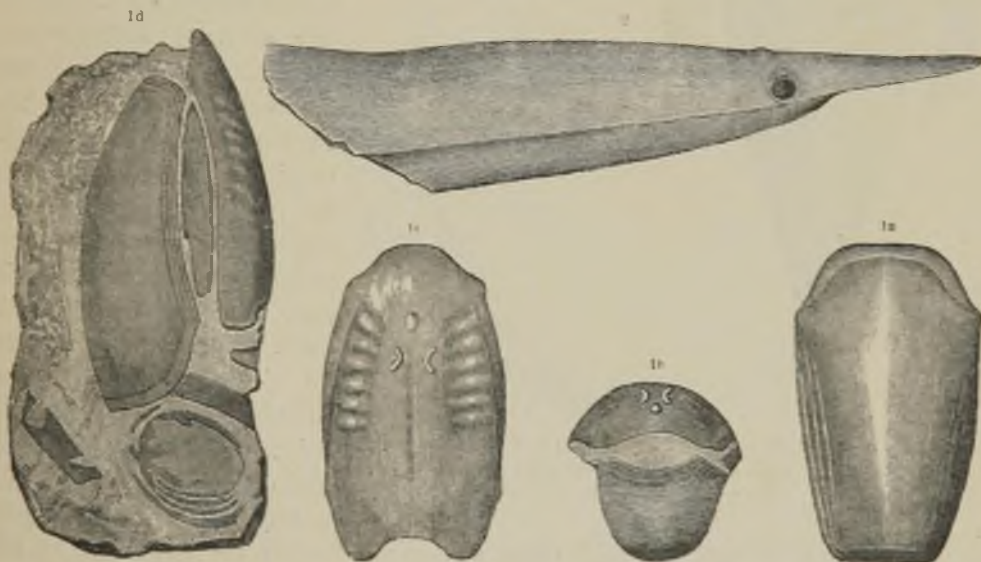
nie szkieletu, który u typów najstarszych jeszcze całkowicie jest chrząstkowy. Wprawdzie u niektórych typów, jak np. u jesiotrów, do dnia dzisiejszego nie nastąpiło jeszcze żadne skostnienie, za to u innych możemy śledzić stopniowe postępy tego procesu: w kręgosłupie pod tym względem przodują łuki kręgów i połączone z nimi wyrostki ościste, podczas gdy trzony kręgów pozostają jeszcze wol-

ne od substancji mineralnej; u dobrze zachowanych form tego rodzaju widzimy wyrostki górne i dolne ułożone w długie szeregi, a ponieważ trzony kręgów przy kamienieniu znikają, przeto między oboma szeregami wyrostków pozostaje przestrzeń próżna (porównaj ogon *Coccosteusa*, rys. 85).



Rys. 88. *Cephalaspis Lyelli*.

Inną właściwość większości geologicznie starszych kostołuśskich tworzy budowa płetwy ogonowej, która jest zazwyczaj z dwóch nierównych płatów złożona



Rys. 89. 1a—1d) *Pteraspis* z sylurskiego głażu narzutowego, znalezione w Berlinie: 1a) z dołu, 1b) z przodu, 1c) z góry, 1d) z boku. (Wedł. Kuntha); 2) *Pteraspis* z dewonu Galicji Wschodniej. (Wedł. Altha). W zmniejszeniu.

(płetwa różnoplątowa, heterocerkowa), a koniec kręgosłupa mieści się całkowicie w górnym jej płacie. U jesiotrów taka budowa dochowała się aż do czasów obecnych, podczas gdy u wielu młodszych kostołuśskich obydwie płaty są równe (płetwa równoplątowa, homocerkowa), a koniec kręgosłupa, jak u ryb kościstych, bardzo nieznacznie tylko zakrzywia się ku górze.

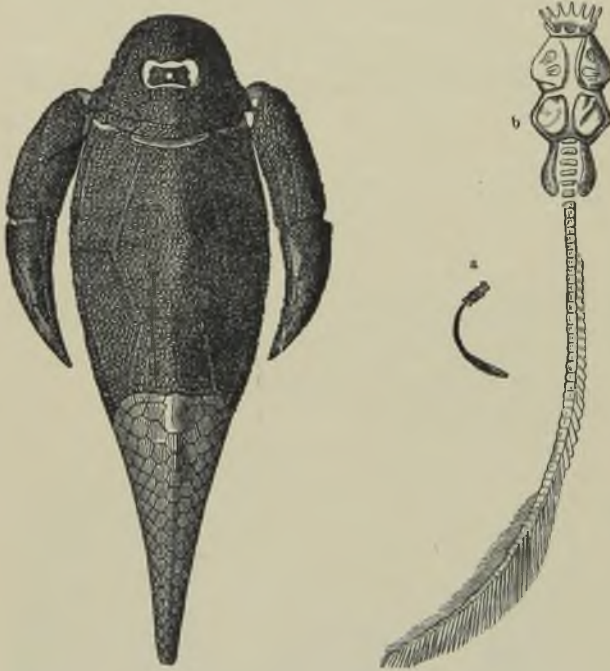
Między kopalniami kostołuśskimi szczególnie licznych przedstawicieli posiada osobliwa rodzina *Crossopterygidae*; u należących do niej ryb osie parzystych płetw piersiowych i brzusznych, odpowiadających przednim i tylnym kończyom



kregowców wyższych, tworzą trzony pokryte łuskami. Dział ten, reprezentowany dzisiaj przez ~~skrzela~~ <sup>*Palaeopterus (Ptychopterus)*</sup> rzek afrykańskich, liczy w dewonie mnóstwo znakomitych przedstawicieli. Tutaj należą okazałe rodzaje *Holoptychius* i *Glyptolepis* z wielkimi, zaokrąglonemi łuskami, zdobnemi w wypukłe prążki, dalej rodzaje *Diplopterus* i *Osteolepis* z rombownemi łuskami i cały szereg innych (rys. 84). Przyłączają się tu wreszcie także t. zw. *Ctenodipterini*, których uzębienie składa się z dużych, trójkątnych płyt zębowych; zarówno z kształtu tych płyt jak i z pozostałych cech formy te, np. rodzaj *Dipterus* (rys. 86), są bardzo podobne do żyjących teraz ryb dwudysznych, zwłaszcza zaś do *Ceratodus*,

zamieszkującego rzeki australijskiej kolonii Queensland, i mogą też z pewnością za ich przodków uchodzić.

Dla paleontologa grupą form nadzwyczaj interesującą są drobne ryby z rodzajów *Acanthodes* i *Chiracanthus*, które swemi skrzelami, umieszczonemi na zewnątrz głowy i niczem nie pokrytymi, przypominają zarodki (embryony) ryb dzisiejszych. Zwierzęta te tem bardziej jeszcze godne są uwagi, iż stanowią łączniki między dwoma działami, pozatem zresztą ostro od siebie oddzielonymi, a mianowicie między rekinami z jednej strony a kostołuskami z drugiej. Na chrząstkowej głowie oczy są



Rys. 90. 1) *Pterichthys*; 2) *Palaeospondylus Gunnii* (wedł. R. Traquair'a): a) wielk. naturalna, b) w mocnem powiększeniu. Z old redu w Achanarras.

mocno ku górze posunięte, łuski mają wprawdzie kształt rombów, lecz są tak drobne, że przypominają ziarenka jaszczuru w skórze rekinów, a cierniste promienie, we wszystkich płetwach obecne, wolne są od kołców wtórnych czyli fulkrów (rys. 87). Pozatem rodzaj *Acanthodes* innemi jeszcze własnościami zbliża się do rekinów, dzięki czemu do tej właśnie grupy ryb został bezpośrednio zaliczony.

Formy powyższe, choć bardzo ciekawe pod względem naukowym, z wyglądu zewnętrznego mogą się nam zrazu nie wydawać dziwnymi i obcymi. Natomiast w grupie ryb pancernych, czyli plakodermów, spotykamy zbiór najfantastyczniejszych form rybich, jakie tylko kiedykolwiek istniały. Wszystkie te ryby odznaczają się posiadaniem potężnych płyt kostnych, otaczających całą głowę i tułów rodzajem mocnego pancerza albo też pokrywających tylko górną

stronę głowy. U *Cephalaspis* głowa pokryta jest ogromną półkolistą tarczą, z tyłu wydłużoną w rogi, w środku zaś przebitą tuż obok siebie umieszczonymi otworami na oczy. W jaskrawej dysproporcji do tego potężnego rozwoju głowy znajduje się szczupłe ciało, pokryte kostnymi (szkliwowemi) łuskami, z przodu dość dużemi i podłużnemi, a z tyłu koło ogona małemi, rombowego kształtu (rys. 88).

Jeszcze bardziej osobliwe są *Pteraspidae*, których szczątki bywały w najrozmaitszy sposób tłumaczone, uważano je bowiem to za kości wewnętrzne nagich głowonogów, to znów za pancerze skorupiaków, i dopiero w końcu uznano je za tarcze ryb pancernych (rys. 89). U ryb tych głowę i tułów osłaniały duże owalne, sklezione płyty pancerne, z góry i z dołu po jednej, gdy tymczasem ogon, jak się zdaje, okryty był dość drobnemi łuskami ganoidowemi („zębami skórnymi“). Przez długie lata nie udawało się poznać związku między obiema wielkimi tarczami: piersiową i grzbietową, i dlatego opisywano je jako różne rodzaje, nadając jednym miano *Scaphaspis*, drugim — *Pteraspis* lub *Cyathaspis*; dopiero Kunth wykazał związek, zachodzący między niemi.

U *Pterichthyidae*, których przedstawicielami są małe *pterichthysy*, dość okazały *Coccosteus* i potężny *Dinichthys*, ostrymi zębami obdarzony, cała głowa i tułów są także mocno opancerzone, ale zbroja ta złożona jest z większej ilości płyt, bardzo prawidłowo ułożonych. Kilka płytek nieco mniejszych od innych tworzy hełm, który osłania głowę, pancerz zaś na tułowiu składa się z niewielkiej liczby płyt dużych. Powierzchnia całego tego pancerza usiana jest drobnymi wypukłymi punktami, od których na wszystkie strony promieniają krótkie linie, tworząc ozdobny deseń gwiazdzisty, po którym nawet drobne okruchy tych płyt z łatwością można rozpoznać (*Asterolepis*). U *Pterichthys* z przednią częścią ciała spojone są dwie silne szablaste płetwy piersiowe, również całkowicie opancerzone, podczas gdy ogon okryty jest słabemi łuskami ganoidowemi (rys. 90, 1). U *Coccosteusa* brak tych mocnych płetw piersiowych, a ogon, jak się zdaje, był zupełnie łusk pozbawiony (rys. 85). W zwykłym stanie zachowania znika on zupełnie, na wyjątkowo tylko pięknych okazach dostrzedz można skostniałe wyrostki ościste kręgów ogonowych, ułożone w dwa szeregi, a obok nich kostne promienie nieparzystych płetw—grzbietowej i podogonowej.

U wszystkich ryb pancernych zachodzi rażące wprost przeciwieństwo między wielką i potężnie opancerzoną przednią częścią ciała, a częścią tylną, która jest szczupłą i co najwyżej słabo tylko łuskami bywa okryta; przeciwieństwo to niewątpliwie musiało być wynikiem trybu życia tych zwierząt. Na podstawie analogii z pewnemi formami obecnie żyjącymi możemy przypuszczać, iż zwierzęta te czatowały spokojnie na zdobycz, zagrzebawszy się tylną częścią swojego ciała w szlamie i w piasku dna morskiego; w razie napadu innego zwierzęcia tylko przednia część ciała była bezpośrednio na niebezpieczeństwo wystawiona i dlatego też potrzebowała ochrony, bez której ogon wybornie się obywat.

Od niedawna faunę ryb dewońskich wzbogaciła drobna wprawdzie, lecz nadzwyczaj interesująca forma z czerwonego piaskowca w Achanarras w Szkocji. Rybka ta, zwana *Palaeospondylus*, z całego szeregu najważniejszych cech uderzająco jest podobna do kręgoustych (*Cyclostomi*), jednej z najniższych uorganizowanych grup rybich dzisiejszego świata zwierzęcego. I *Palaeospondy-*



l us (rys. 90, 2), tak samo jak one, posiadał czaszkę w postaci skrzynki chrząstkowatej, w której żadnych wyraźniejszych skostnień dostrzedz niepodobna; na przodzie głowy znajduje się kolisty otwór, otoczony frendzlami, który żywo przypomina przysawkową gębę kręgowstych; jak u tych ostatnich, płetw parzystych zupełnie nie było, zato była nieparzysta płetwa ogonowa, zbudowana całkiem równomiernie. W pochwie struny grzbietowej dają się rozróżnić pierścieniowate zaczątki ośrodków kręgowych, tak iż rozczłonkowanie struny grzbietowej jest nieco mocniej zaznaczone, niż u form terażniejszych, co jednak nie mogłoby wyłączać Palaeospondylusa od przynależności do ryb kręgowstych. Według teorii pochodzenia gatunków, ryby o tak niskim stopniu organizacyi powinny się znajdować w osadach bardzo starych; postulat ten, jak widzimy, rzeczywiście się tutaj ziszcza. Terażniejsze pasorzytnicze ryby kręgousty, jak np. minogi i in., uważamy za grupę uwstecznioną; nieco mocniejsze skostnienie czaszki i pochwy struny grzbietowej u Palaeospondylusa należałoby więc w ten sposób tłumaczyć sobie, że w epoce dewońskiej uwstecznienie to nie było jeszcze tak daleko posunięte, jak u żyjących obecnie przedstawicieli grupy. Dziwnem wydawać się może, że drobne te robakowate rybki zdołały się utrzymać prawie bez żadnych zmian aż do chwili terażniejszej, przez cały szereg niezmiernie długo trwających formacyi geologicznych; ale właśnie dzięki swej niepozorności i pasorzytniczemu w części trybowi życia mogły one łatwiej uniknąć prześladowania ze strony innych zwierząt.

Szczątki organizmów lądowych, poznanych w dewonie, przedstawiają się nieco lepiej od sylurskich: w wielu miejscowościach, osobliwie w Ameryce Północnej, znaleziono liczne rośliny lądowe, zadziwiające wysokim stopniem swojego rozwoju. Znane są nie tylko paprocie drzewiaste, podobne do skrzypów kalamarye, widłakom pokrewne sygilarye i lepidodendrony, lecz nawet drzewa szyszkowe, po których pozostały zarówno pnie, z dobrze zachowaną budową, jak liczne i różnorodne nasiona. Wiele szczątków roślinnych dewonu zdołano wprawdzie poznać tylko bardzo niedostatecznie, lecz udowodniona już różnaitość form przemawia za tem, że już w dewonie flora doszła prawie do tej samej wyżyny swojej organizacyi, co i w okresie następującym. Ponieważ w systemie węglowym szczątki roślin są bez porównania liczniejsze i lepiej zachowane, przeto dopiero przy opisie tego systemu zatrzymamy się dłużej nad florą paleozoiczną. Tutaj należy się tylko wzmianka typowi zwanemu Psilophyton, gdyż, jak się zdaje, jest on wyłącznie dewonowi właściwy. Jest to roślina o delikatnej łodydze, rozgałęziona dichotomicznie, krzewiąca się obficie na wojłokowatym kłacu, mająca liście szydełkowate, krótkie, niekiedy szczątkowe, tudzież wrzecionowate owocostany, zawieszzone po dwa lub po kilka na cienkich gałązkach. Roślinę tę, prawdopodobnie do widłaków należącą, opisano najpierw z dewonu górnego Ameryki Północnej, odnaleziono ją wszakże później także w Anglii, nad Renem i w Czechach.

O zwierzętach lądowych epoki dewońskiej wiemy bardzo mało. Znaleziska muszli mięczaków lądowych nie są dostatecznie pewne. Natomiast osady dewońskie Nowego Brunświku w angielskiej Ameryce Północnej dostarczyły nam owadów, choć co prawda tylko w postaci nadzwyczaj nędznych śladów: strzępki siatkowato żyłkowanych skrzydeł owadów żyłkoskrzydłych (Neuroptera) i form im pokrewnych, których z pewnością oznaczyć prawie niepodobna. Oprócz tego zna-

leżono również odosobnione szczątki wijów. Wszystkie te znaleziska są tylko dowodem, że łądy dewońskie były siedliskiem życia zwierzęcego. Wszelako z owych mizernych ułamków nie można jeszcze wytworzyć sobie żadnego, choćby przybliżonego tylko wyobrażenia o charakterze ówczesnej fauny łądowej.

## Rozwój i rozprzestrzenienie dewonu.

Najważniejszym terenem dewońskim Europy jest teren prowincji nadreńskich, zajmujący powierzchnię kilkuset mil kwadratowych z obu stron rzeki i ciągnący się ztamtąd jeszcze daleko w stronę Belgii i północnej Francji. W granicach Niemiec Taunus, Hunsrück, Hochwald, Soonwald, Idarwald, Eifel, Westerwald, Sauerland i Hohes Venn w całości lub w większej części złożone są ze skał dewońskich i podobną rolę odgrywają one w zachodnim przedłużeniu wyliczonych gór na francuzko-belgijskim obszarze Ardennów. We wszystkich tych miejscowościach rozwój dewonu, pomimo pewnych różnic w szczegółach, w istocie rzeczy jest zgodny. Dewon dolny z małymi wyjątkami składa się z dość ubogich w skamieniałości kwarcytów, łupków gliniastych, piaskowców i szarogłazów z dodatkiem mało rozprzestrzenionych wtrąceń wapienia, w którym życie organiczne nieco obfitsze pozostawiło ślady. Niektóre z tych utworów, zwłaszcza w obrębie Taunusu, znajdują się w ścisłym związku z prawdziwymi łupkami krystalicznymi. Gdy była mowa o łupkach krystalicznych, ciekawe te stosunki można było podnieść jako przykład przekształcania się skał pod wpływem sił górotwórczych, przykładem bardziej uwagi godny, iż stosunki owe właśnie posłużyły za punkt wyjścia dla teorii tego rodzaju przekształceń.

Najniższy poziom nadreńskiego dewonu dolnego stanowią ubogie w skamieniałości kwarcyty, t. zw. kwarcyty Taunusu, które tylko w kilku miejscowościach dostarczyły fauny z niewielu gatunków złożonej. Nad tymi kwarcytami leżą potężne łupki gliniaste, t. zw. łupki hunsrueckie, dzielące się na cienkie, równe płytki i częstokroć eksploatowane jako materiał służący do krycia dachów, a w stropie tych łupków leży najważniejsze ogniwo nadreńskiego dewonu dolnego — t. zw. szarogłaz koblencki, albo inaczej piaskowiec spiryferowy; jest to potężny szereg warstw szarogłazów, kwarcytów, piaskowców i łupków gliniastych, które pomiędzy wszystkimi osadami dewońskimi największą bez wątpienia przestrzeń pokrywają. Niestety utwory te są również względnie ubogie w ślady życia organicznego; wprawdzie okazy w niektórych miejscach nagromadziły się w ogromnej ilości, lecz liczba gatunków jest bardzo niewielka. Prócz tego zbadaniu dokładnemu form stoi znacznie na przeszkodzie ta jeszcze okoliczność, że prawie wszystkie bez wyjątku skamieniałości utraciły skorupy, tak iż zwykle trafiają się tylko jądra kamienne i odciski. Do najczęściej znajdowanych należy szczególnie, wszsz rozrosły „skrzydlaty“ ramienionóg, *Spirifer macropterus* i pewien koral z działu tabulatów, *Pleurodictyum problematicum* (rys. 37). Koral ten posiada szerokie niskie kielichy, komunikujące się ze sobą dużymi porami w ściankach. Ponieważ mamy do czynienia tylko z masami, wypełniającymi wnętrza kielichów, a części wapienne pnia koralowego znikły zupełnie, widzimy



przeto nie kubeczkowate kielichy, lecz czopkowate odlewy ich wnętrza w masie skalnej, a przerwy między poszczególnymi czopkami odpowiadają dawniejszym ścianom komorowym. Między oddzielnymi czopkami przebiegają delikatne nitkowate łączniki skalne — wypełnienia porów w ściankach komór. Szczególnie interesującymi czyni owe pnie koralowe ta okoliczność, że u podstawy ich prawie zawsze mieści się rurka pierścienicy z rodzaju *Serpula*. Mamy tu oczywiście do czynienia z przypadkiem t. zw. współbiesiadnictwa, komensalizmu, tego osobliwego współdomownictwa, które i w czasach teraźniejszych często spotykamy między osobnikami, należącymi do zupełnie różnych działów państwa zwierzęcego. Widocznie maleńki jeszcze robak osiadał na stałe między pierwszymi komorami młodej kolonii *Pleurodictyum* i rósł wraz z nią w jednakowym tempie, nie potrzebując wcale uszkadzać jej komór. W ten sposób możemy przypadkowo zajrzeć do gospodarki dwóch stworzeń prastarych, możemy podpatrzeć jedną z tych scen pradawnego życia zwierzęcego, które się odegrywały przed niezliczonymi milionami lat.

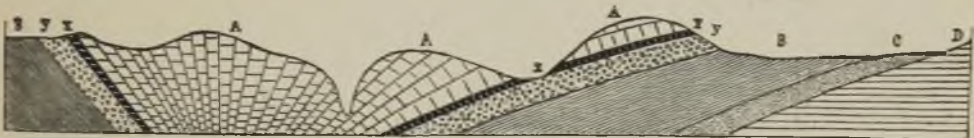
Ponad szarogłazami koblenckimi, w których obrębie można rozróżnić rozmaite poziomy, leżą wapienie ze *Spirifer cultrijugatus* i mieszaną fauną, złożoną z form dolno i środkowo-dewońskich; wapienie te stanowią górną granicę dewonu dolnego. Już w tym poziomie facya wapienna przeważa nad piaszczystą, a w dewonie środkowym wapienie rozwinęły się nierównie obficie. Wprawdzie w pewnej części obszaru, mianowicie w Westfalii i w Nassau piętro to również składa się z dość ubogich w skamieliny łupków i piaskowców, t. zw. łupków lennejskich, jednakże w największej części obszaru dewon środkowy rozwinął się w postaci bogatych w skamieniałości wapieni, t. zw. wapieni eifelskich. Prawdziwie zadziwiająca jest zwłaszcza obfitość ramienionogów, liliowców i koralii. Dolna połowa wapieni eifelskich wyróżnia się występowaniem *Calceola sandalina*, owego pokrywką opatrzonego koralu i wprost od niego otrzymała nazwę poziomu *Calceoli*; górną część tych wapieni cechują potężny *Stringocephalus Burtini* (który nadał swą nazwę całej grupie warstw), dalej *Uncites gryphus*, *Megalodus cucullatus* i inne. Na granicy pomiędzy obu tymi oddziałami w wielu punktach Eiflu pojawia się warstwa, która mierzy około 10 m grubości (rys. 91), a złożona jest prawie całkowicie z luźnego nagromadzenia okruchów liliowców, koralii, ramienionogów i t. p. i zwraca uwagę mnóstwem znajdujących się w niej pięknych skamieniałości, zwłaszcza liliowców. Wogóle do dziedziny wapienia eifelskiego należy cały szereg miejsc słynnych ze znajdujących w nich skamielin i stąd dobrze każdemu zbieraczowi ich znanych, jako to: Gerolstein, Kerpen, Prüm i inne położone w obrębie Eiflu; co się zaś specjalnie tyczy wapieni stringocephalusowych, to te najpiękniej występują w miejscowościach, leżących na prawym brzegu Renu pod Kolonią, w pobliżu Bensbergu (*Paffrath* i in.). W innych miejscach, np. koło Brilonu w Westfalii, ten sam poziom występuje w postaci żelaziaków czerwonych z doskonale zachowanymi skamieniałościami, wśród których górują liczne ramienionogi i dużo goniatytów o bardzo prostych jeszcze szwach i o niepodzielonej zatoce syfonowej (*Nautilini*).

W okolicach Dillenburga i Wildungenu dewon środkowy składa się z ciemnych łupków gliniastych; pod Wissenbachem zawierają one liczne skamieniałości,

zmienione w paryt: są to t. zw. łupki wissenbachskie. Według E. Kaysera, na podstawie stratygraficznego położenia tych łupków można w nich, jak się zdaje, różnicować dwie fauny, starszą i młodszą, które obie należą do dewonu środkowego.

Dewon górny ze wszystkimi swymi osadami, nieraz bardzo w skamieliny bogatymi, rozpada się na dwa działy główne, z których dolny cechują *Rhynchonella cuboides* i goniatyty ze szwami prostymi, lecz już z podzieloną zatoką syfonową. Natomiast w górnej połowie dewonu górnego przewagę biorą goniatyty o bardziej skomplikowanej budowie zatok, występują t. zw. warstwy cypridinowe, z niezliczonymi skorupkami mikroskopowych małżoraczków, dalej t. zw. kramenzel, wapień nerkowato bulaste. Wszakże najważniejsze i najosobliwsze zjawisko tworzy tutaj występowanie szczególnego rodzaju amonitidów—*Clymenia* (rys. 82).

Rozwój dewonu w okręgu nadreńskim i blisko z tym rozwojem spokrewnione wychodnie na obszarze francuzko-belgijskim dają nam w ogólności wierny



Rys. 91. Przekrój przez dewon środkowy Eiflu: A) warstwy stringocephalusowe, x) warstwa liliowcowa, y) warstwa koralowa, B) warstwy z *Calceola*. C) warstwy ze *Spirifer cultrijugatus*, D) szarogłaz dolnodewoński. (Wedł. E. Kaysera).

obraz występowania tej formacji w pozostałych częściach Europy. Osady Harcu górnego z ich goniatytowymi i klimeniowymi warstwami, z ich środkowo-dewońskimi wapieniami i łupkami oraz z dolno-dewońskimi szarogłazami; wapień goniatytowy i klimeniowy Turynгии i gór Smreczyńskich; wapień klimeniowy Śląska; wapień stringocephalusowy Wogezów; dewon morawski; alpejskie wapień klimeniowy z okolic Hradca; — wszystko to i bardzo wiele jeszcze innych utworów daje się z łatwością pogodzić z odpowiednimi osadami systemu nadreńskiego. Natomiast znaczne nastęrcza trudności podział dewonu Harcu dolnego, gdzie system ten składa się z ubogich w skamieniałości i jednostajnych łupków, piaskowców, kwarcytów i łupków krzemiennych. Dopiero gdy E. Kayser dowiódł, że t. zw. kwarcyt główny odpowiada szarogłazowi koblenckiemu, te pokłady, które nad owym kwarcytem spoczywają, a więc górne łupki wiedajskie, główny łupek krzemienny, łupek zorgejski i szarogłaz elbingerodzki można było zaliczyć do dewonu środkowego, dolne zaś łupki wiedajskie i szarogłaz tannejski, które leżą w spągu kwarcytu głównego, zaliczono do dewonu dolnego. Dolne łupki wiedajskie zawierają soczewkowate pnie wapienne, t. zw. wapień hercyński, których znaczenie ujawniło się dopiero przez porównywanie obficie w nich rozsianych skamielin z pewnymi faunami czeskiemi, uważanemi przedtem za sylurskie. Mianowicie czeska grupa warstw F (por. str. 101), bogate w skamieniałości koralowe i liliowcowe wapień z Konieprus i in. zawierają znaczną liczbę form identycznych z gatunkami hercyńskimi; ponieważ atoli według swego położenia stratygraficznego wapień hercyński należą do dewonu dolnego, do dewonu przeto musia-



no także przyłączyć czeskie piętro F, a oczywiście i leżące powyżej grupy warstw G i H. W ten sposób odsłonił się nieoczekiwany widok zupełnie dotychczas zapoznawanej formy wykształcenia dewonu, przedtem za sylurską uważanej: wapienie rafowe z koralami i liliowcami oraz wapienie bulaste z licznymi głowonogami zawierają bogatą faunę trylobitów, dalej głowonogi, osobliwe brzuchonogi z grupy *Capulidae*, liczne ramienionogi i małże; formy te obce są faunie, właściwej facyi piaskowcowej dewonu dolnego, a natomiast ściśle przypierają do typów górno-sylurskich.

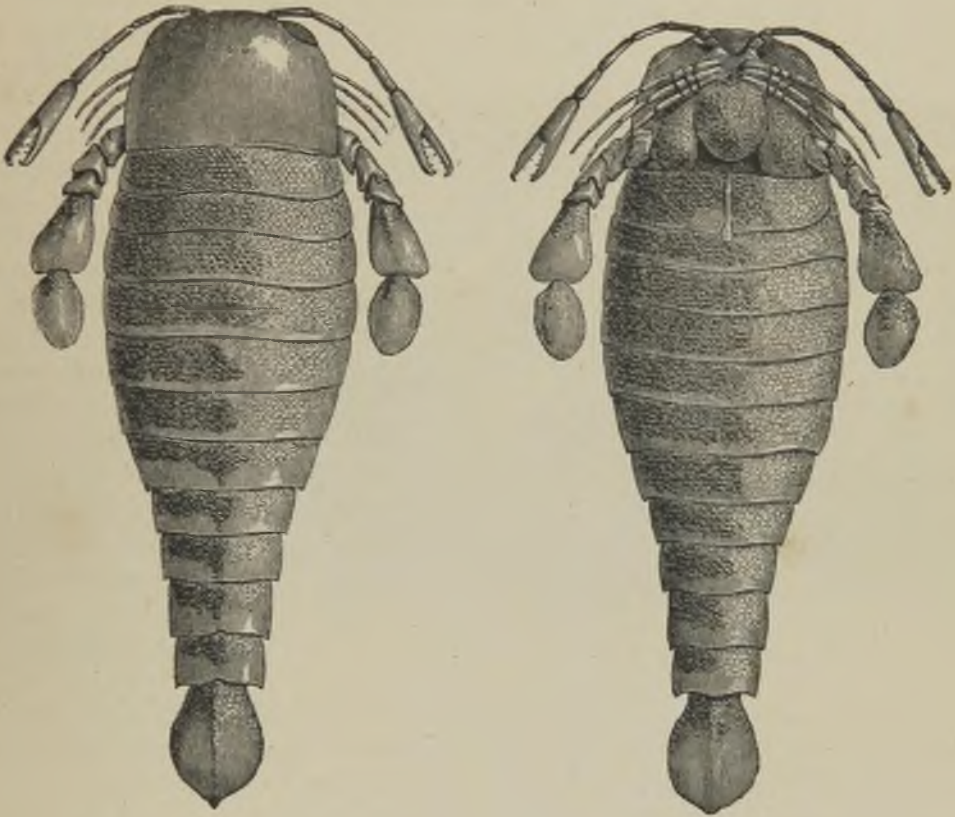
Taka forma wykształcenia dewonu stała się jeszcze bardziej interesującą od czasu, gdy poznano, że w Alpach jest ona także panującą. Siedliskiem rozwoju



Rys. 92. Wapień rafowy Alp Karnijskich: Seekopf i jezioro Wolayskie. (Wedł. F. Frecha).

„fauny hercyńskiej“ był obszar alpejsko-czeski; formacja sylurska przechodzi tu nieznacznie w dewon, a skutkiem tego i fauna wykazuje niczem nieprzerwany rozwój i pod wielu względami przypomina jeszcze sylur. Wielokrotnie fauna ta wyrażała się do obszaru, dalej na północ położonego; przez czas dłuższy utrzymywała się ona na obczyźnie w postaci prawdziwych kolonii, ale zawsze tylko w poszczególnych punktach, gdzie warunki sprzyjały jej egzystencji; wszelako do trwałego zasiedlenia tych obszarów nigdy nie dochodziło. Nie tylko w Harcu, lecz i w nadreńskich okolicach, np. koło Greifensteinu i Wildungenu zostały wykazane takie kolonie form południowych; wzmiankowane już wyżej środkowo-dewońskie łupki wissenbachskie zawierają również w niektórych soczewkach wapiennych typy hercyńskie, które znaleziono zresztą także w Erbray we Francyi północnej, w Cabrières w Langwedocyi i w Anglii południowej; ślady ich dostrzeżono nawet w Ameryce Północnej.

W Czechach system dewoński składa się u dołu z ciemnych wapieni i z wymienionych już wyżej wapieni koralowych i liliowcowych z Konieprus, nadzwyczaj w skamieniałości obfitujących (piętra  $F_1$  i  $F_2$  Barrandea). Powyżej leżą jasno-szare lub zielonawe, niekiedy czerwonymi plamami upstrzone wapienie płytowe lub bulaste z wieloma głowonogami, małżami i trylobitami ( $G_1$ ), dalej ciemne łupki tentakulitowe ( $G_2$ ), ponad którymi znowu pojawiają się wapienie bulaste, o takich samych własnościach, co i u dołu ( $G_3$ ). Cały system kończą ciemne piaszczyste łupki (H) z *Psilophyton*, tą szczególną rośliną lądową, należącą do widłaków, której



Rys. 93. *Pterygotus anglicus* ze starego czerwonego piaskowca Szkocji, w mocnym zmniejszeniu. (Wedł. Woodwarda).

właściwą ojczyzną jest dewon Ameryki Północnej. Rozwój ten dewonu tak dalece się różni od rozwoju jego nad Renem, iż ścisłych porównań przeprowadzić niepodobna. Grupy warstw  $F_1$  i  $F_2$  uważane są za dolno-dewońskie, górna część  $F_2$ , t. zw. wapienie mneniańskie i  $G_1$  stanowią podstawę dewonu środkowego,  $G_2$  i  $G_3$  odpowiadają mniej więcej warstwom z Calceolą,  $H_1$  i  $H_2$  — środkowo-dewońskim warstwom stringocephalusowym.

Dewon alpejski zawiera faunę piętra F w okolicy Eisenerz, lecz najciekawszy rozwój dewonu spotykamy w Alpach Karnijskich i w Karawankach. I tutaj, tak samo jak w Czechach, przejście od syluru do dewonu jest bardzo powolne. Według F. Frecha, tylko najniższy i najwyższy poziom południowo-alpejskiego dewonu składają się z wapieni z głowonogami; poziomy pośrednie reprezentuje



nieuwarstwiony biały koralowy wapień rafowy, mierzący przeszło 1200 m grubości; wapień ten stanowi jeden z najważniejszych pierwiastków karnijskich krajobrazów alpejskich (rys. 92). Budowa organiczna tej masy wapiennej została zatarła prawdopodobnie przez procesy dynamiczne. W niewielu tylko punktach można znajdować skamieniałości, choć co prawda tu i owdzie trafiają się one w nadzwyczajnej ilości; mianowicie faunę  $F_2$  znaleziono w zdumiewającej wprost zupełności. Dynamometamorfoza daje się zresztą dostrzedz i w dolnym dewonie, do którego należy pstry, bogaty w glinę wapień z Bladener Jöchl, przeobrażony w fillit wapienny. W najgłębszych warstwach dewonu dolnego znajduje się ciekawy Beloceras, względnie wysoko rozwinięty goniatyt z licznymi zatokami, którego kre-



Rys. 94. Stary czerwony piaskowiec, leżący niezgodnie na sylurze górnym; Sibyl Head przy brzegach Anglii. (Wedł. Murchisona).

a środkowym dewonem. Formy środkowo-dewońskie zbliżają się już wyraźnie do fauny nadreńskiej; to samo powiedzieć można o górno-dewońskich wapieniach ramienionogowym i klimeniowym, które leżą nad wapieniem rafowym.

Co jest podstawą tego osobliwego alpejsko-czeskiego wykształcenia dewonu, mianowicie zaś dolnego piętra tego systemu, czy odmiennosc prowincji zoogeograficznych, czy też tylko różnice facjalne, jak pierwotnie przypuszczano? Fauna „hercyńska“ miała, jak mniemano, pojawiać się tam, gdzie w morzach dewońskich panowały warunki, sprzyjające osadzeniu się pewnych wapieni i osiedlaniu się pewnych koralów; właściwej zaś ojczyzny tej fauny należało jakoby szukać na wschodzie, na Uralu. Istotnie, na zboczu zachodnim gór Uralskich dewon dolny występuje z cechami osadów alpejsko-czeskich; w wapieniach nad górnym biegiem rzeki Białej i koło Bogosłowska znajdują się ramienionogi koniepruskie, czeskie małże, liczne kapulidy i in. Trudno jest wprawdzie rozstrzygnąć, czy wędrówka form odbywała się istotnie ze wschodu na zachód, a nie w odwrotnym kierunku, lecz samo już przypuszczanie tego rodzaju przemieszczeń dowodzi, że istniało prowincjonalne zróżniczkowanie życia zwierzęcego. Bez

wniacy nad Renem pojawiają się dopiero w dewonie górnym. Na

obszarze alpejskim i w młodszych formacjach także, mianowicie w jurze, wiele głowonogów pokazuje się wcześniej, niż w Europie środkowej i północnej. Biały wapień rafowy w górnych swych częściach zawiera skamieliny środkowo-dewońskie, ale w jednolitej masie wapiennej niepodobna jest wytknąć wyraźnej granicy między dolnym

względu na to, czy fauna hercyńska przywędrowała z Uralu na zachód, czy też odwrotnie, jest ona w każdym razie heterotopowa, czyli uwarunkowana przez różnice prowincjonalne, a nie heteropowa, t. j. zależna od różnic facjalnych. Ponieważ ta sama przeciwstawność odrębnego obszaru alpejsko-śródziemnomorskiego w stosunku do Europy północnej istniała już w sylurze i w równej mierze utrzymywała się i w okresach późniejszych, przeto różnice między alpejsko-czeskim a północno-europejskim rozwojem dewonu należy przypisywać nie tyle różnym warunkom facjalnym, co głównie przynależności do odmiennych prowincji zoogeograficznych.

Rdzennie inny obraz przedstawia system dewoński w Wielkiej Brytanii. W południowo-zachodniej części Anglii znajdujemy wprawdzie normalne osady morskie, które różnią się od nadreńskich przeważnie tylko wielkiem ubóstwem fauny; lecz właśnie ta zbiedniała awangarda stanowi typ historyczny formacji dewońskiej. Wszelako w pozostałej części Anglii, w Szkocji i w Irlandji, zamiast warstw morskich występują ogromne masy czerwonego piaskowca, t. zw. stary czerwony piaskowiec, old red sandstone, lub poprostu „old red.“ Grubość tego jednostajnego utworu oceniają w Anglii na 3000 m przeszło; brak tutaj zupełny szczątków niewątpliwych, wyłącznie tylko morskich zwierząt, natomiast znajdują się liczne ryby, wielkie eurypterydy, przedewszystkiem olbrzymi *Pterygotus anglicus* (rys. 93) i rośliny lądowe. W niektórych okolicach piaskowce old redu stanowią bezpośredni ciąg dalszy syluru górnego, który w najwyższych swych pokładach w takiej pełni posiada znamienne właściwości old redu, że granica między sylurem a dewonem sztucznie tylko może być wytknięta (por. str. 97). Odróżniają najczęściej dwa oddziały, dolny i górny; jak dolny przechodzi nieznacznie w sylur, tak górny łączy się stopniowo z utworami węglowymi; oba oddziały jednakże odgraniczone są od siebie niezgodnem uławiczeniem swych warstw. W Szkocji natomiast dewon spoczywa niezgodnie na pofałdowanych i zdenudowanych warstwach syluru i utworów archaicznych (rys. 94). Mając na względzie skamieniałości old redu, a mianowicie brak typów czysto morskich, wcale o tem wątpić nie możemy, że osadzenie się szczególnej tej facji w otwartem morzu nastąpić nie mogło. Dlatego też nieraz już wygłaszano przypuszczenie, że tworzenie się tych piaskowców musiało się odbywać w wielkich jeziorach śródlądowych z wodą słodką lub słabo-słoną. Usiłowano nawet oznaczyć położenie tych jezior. Z jeziora Walijskiego osadzić się miały czerwone piaskowce Walii i przyległych części Anglii, w jeziorze Kaledońskiem utworzyły się piaskowce Szkocji środkowej i Irlandji, a jezioru Orkadzkim odpowiada osady w najbardziej północnej części Szkocji, na wyspach Orkadzkich i Szetlandzkich; oprócz powyższych odróżniono jeszcze kilka jezior pomniejszych. Do jeziora Orkadzkiego, być może, należeć powinny również szczątki prawdopodobnie dewońskich piaskowców i zlepieńców, które występują w Norwegii południowej.

Aby mózdz należyście ocenić znaczenie old redu, potrzeba wyrzeć poza granice wysp brytańskich. Podobne utwory znajdują się w prowincjach nadbaltyckich Rosji, w Galicyi wschodniej, wreszcie w Ameryce Północnej i na Szpicbergu; wobec tego jednak nie ma już mowy o jeziorach w głębi lądu leżących. Prędzej już możnaby myśleć o olbrzymiem płytkiem morzu śródziemnem, które miało tylko bardzo ograniczone połączenie z oceanem i nie sprzyjało egzystencji orga-



nizmów czysto morskich. Wielkie rzeki, które znosiły grubo-klastyczny materiał dla tworzących się piaskowców, mogły także przyczynić się do częściowego wysłodzenia tego płytko-morskiego obszaru. Przez pewien czas mogły zresztą panować normalne morskie stosunki, jak tego dowodzi naprzemianległość czerwonych piaskowców i morskich warstw ramienionogowych w Rosyi; w poszczególnych miejscach tegoż samego obszaru zachodziła nawet koncentracja zawartości soli, która doprowadziła do utworzenia się pokładów gipsu i soli. Zdaje się przeto, iż bliższe okoliczności, w których osadzała się ciekawa ta formacja, w czasie i w przestrzeni dość znacznym ulegały zmianom; w każdym jednak razie w Europie północnej i w północnej części oceanu Atlantyckiego musiał istnieć potężny cokół lądowy, częścią zalany przez płytkie morze, częścią nad jego powierzchnią wynurzony; cokołem tym old red europejski łączył się z północno-wschodnio-amerykańskim (por. t. I, str. 454). Jest to owa „Atlantyda“ zwana masa lądowa, za której dawniejszem istnieniem stanowczo przemawiają także pewne właściwości geograficznego rozmieszczenia zwierząt zarówno podczas syluru (por. str. 94), jak podczas formacji późniejszych.

W Rosyi występowanie old redu pozostaje w widocznym związku ze środkowo-dewońską transgresją, która objęła znaczne przestrzenie Europy, Azji, a może też i Ameryki Północnej. W większej części Rosyi brak morskiego dewonu dolnego; panowały tam przeto stosunki kontynentalne aż do czasów dewonu środkowego, kiedy morze ponownie zajęło te obszary, transgresja była wszakże płytka, a może też i nierównomierna. O ile nam dotychczas wiadomo, brak również dewonu dolnego w Azji północnej i środkowej, w Kuenluniu i Tianszanie, w Chinach, Japonii i w północno-zachodniej Ameryce, podczas gdy dewon środkowy i górny w odległych tych krainach istnieje z pewnością. Szerokie na wszystkie strony rozlanie się morza podczas dewonu środkowego i górnego otworzyło zapewne wiele nowych komunikacji morskich i sprzyjało rozprzestrzenianiu się zwierząt morskich, gdyż w górnych częściach formacji znajdujemy znacznie mniejsze różnice faunistyczne, niż w dolnym dewonie. Typy europejskie zdarza się spotykać daleko w głębi Azji a nawet na zachodzie Ameryki Północnej.

W Ameryce Północnej dewon jest wielce rozprzestrzeniony, gruby i obfituje w skamieniałości; w porównaniu do Europy jest on wogóle ubogi w utwory wapienne, a natomiast bogaty w skały piaszczysto-gliniaste, iłolupki, piaskowce i in. Właśnie osady środkowo i górno-dewońskie, w których w Europie dominują wapienie, w Ameryce prawie zupełnie są od nich wolne, podczas gdy dewon dolny sam jeden tylko zawiera wielkie i szeroko rozprzestrzenione masy wapienne.

Formacja zaczyna się dolną grupą helderberską, która jeszcze wieloma szczegółami swej fauny przypomina sylur górny, a obecnością licznych kapulidów i niektórych trylobitów zbliża się do europejskiego piętra hercyńskiego. W wyższych warstwach, jak już o tem była mowa, coraz wyraźniejszą staje się styczność z dewonem europejskim; nie jeden rys wspólny łączy np. faunę środkowodewońskiej grupy hamiltonskiej z fauną wapieni eifelskich. Pomimo to jednak Ameryka Północna pozostaje niezależną prowincją zoogeograficzną. Zresztą i w Ameryce Północnej różnice między poszczególnymi główniejszymi obszarami dewońskimi są dość znaczne. W Ameryce Południowej dewon dostrzeżono w Boliwii, w znacznej

części Brazylii i na wyspach Falklandzkich. Ulrich wykazał, że faunę dewonu południowo-amerykańskiego łączą liczne stosunki pokrewieństwa nie tylko z północno-amerykańskim, ale także i z południowo afrykańskim dewonem.

Umieszczona poniżej tablica podaje paralelizację podziałów systemu dewońskiego w najważniejszych obszarach jego rozwoju.

Prowincje nadreńskie i Belgia	Ural	Czechy	Alpy Karnijskie	Szkocya	Ameryka Północna (Stan New York)
Wapień klimentiowy Łupek cypridinowy Wapień adorfski z goniatytami Wapień iberski (Calcaire de Frasne)	Wapień klimentiowy Łupek cypridinowy Wapień iberski		Wapień klimentiowy		Grupa Catskill Grupa Chemung Grupa Portage
Wapień stringocephalusowy Warstwy calceolowe Warstwy cultrijugatusowe	Łupek wissenbachski, Łupek lennejski	Wapień stringocephalusowy Warstwy z Pentamerus baszkiricus Pstre margle i piaskowce	H G <sub>2</sub> i G <sub>3</sub> Wapień mneniański i G <sub>1</sub>	Wapień rafowy	Warstwy hamiltonskie Łupek marcellusowy
Warstwy koblenckie (piaskowiec spiriferowy) Szarogłaz siegeński Krystaliczne łupki taunusowe (Gedinnien)	Wapień i łupek z nad rzeki Jurezań Łupki i kwarcyty głównego grzbietu Uralskiego, wapień hercyński Łupki filitowe	F <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	Dolno-dewoński wapień rafowy z fauną F <sub>2</sub> Pstry wapień gliniasty Wapień „kramenzel“ (poziom Goniatites inexpectatus)	Stary czerwonny piaskowiec (Old red sandstone)	Górna grupa helderberska Wapień rogowcowy Wapień Onondaga Piaskowiec Schoharie Piaskowiec Oriskany Dolna grupa helderberska

### 3. Młodsze utwory paleozoiczne (system węglowy i permski).

TREŚĆ: Świat zwierzęcy systemu węglowego (karbonu). — Świat roślinny karbonu. — Tworzenie się pokładów węgla. — Rozprzestrzenienie roślin węglowych i klimat epoki węglowej. — Osady węglowe w Europie i innych krajach o podobnym rozwoju karbonu. — Obszar flory glossopterysowej. — System permski.

#### Świat zwierzęcy systemu węglowego (karbonu).

W systemie węglowym spotykamy osady otwartego morza i osady śródlądowe, a jedne od drugich ostro są oddzielone. Wprawdzie w pewnej grupie ryb nie zawsze można z pewnością odróżnić formy morskie od form słodkowodnych, wprawdzie w utworach morskich nieraz trafiają się rośliny lądowe zaniesione



do nich przez wodę; wogóle jednak między oboma rodzajami osadów z łatwością można przeprowadzić granicę.

Niższe zwierzęta morskie z epoki węglowej mało się różnią od odpowiednich zwierząt dewońskich. Jednym z najważniejszych rysów wyróżniających jest pojawienie się otwornic, najniżej uorganizowanego działu państwa zwierzęcego, jaki tylko znamy w stanie kopalnym. Wprawdzie i dawniejszym utworom paleozoicznym nie zupełnie na nich zbywa, ale dostrzeżono ich tam jeszcze niewiele. Teraz dopiero pojawiają się one całymi masami; spotykamy między niemi przedstawicielki najrozmaitszych działów, w części formy o nadzwyczaj zawilej budowie skorupy. Pewne rodzaje zgadzają się z żyjącymi obecnie, a nawet niektóre gatunki tak dalece zbliżają się do gatunków teraźniejszych, że wielu paleontologów nie widzi pomiędzy nimi żadnej różnicy. W ogólności niejednokrotnie już zdarzało się spostrzegać zjawisko, że pewne typy otwornic, przy nader wielkiej zmienności osobników jednocześnie żyjących, w ciągu długich epok geologicznych ulegają bardzo nieznacznemu przekształceniu trwałemu.

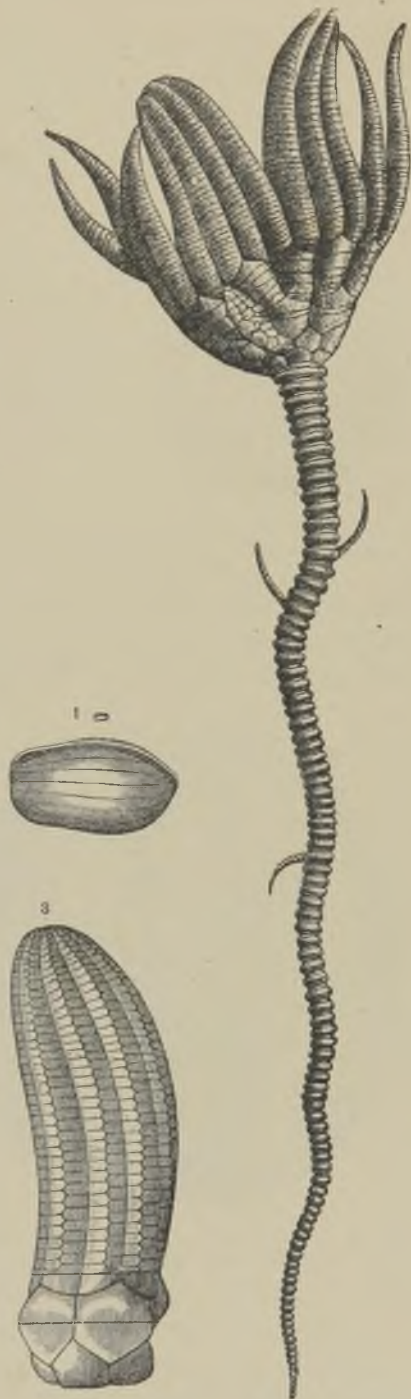
Pomimo to jednak węglowa fauna otwornic, wzięta w całości, wykazuje poważne różnice od tejszej fauny obecnie żyjącej i posiada pewien łatwy do poznania charakter, który zawdzięcza przedewszystkiem masowemu występowaniu rodziny fuzulinidów (*Fusulinidae*). Jest to dział złożony z form względnie dużych, z których jedne przedstawiają się w kształcie kul wielkości grochu, inne w postaci wyciągniętych walców, do 5 *cm* długości niekiedy dochodzących. Wprawdzie pojedynczy przedstawiciele tej rodziny spotykają się już w dewonie, a niektórzy dochodzą aż do permu; ale najsilniejszy jej rozwój przypada na karbon, w szczególności zaś na górne jego oddziały. Tutaj zwierzątka te występują skałowórczo, skupiając się milionami w t. zw. wapieniach fuzulinowych. Potężne pokłady, głównie w Rosyi, w krajach nadśródziennomorskich, w Japonii, Chinach i Ameryce Północnej, prawie wyłącznie składają się z ich skorupek. Najlepiej są znane tego rodzaju japońskie wapienie barwy czarnoszarej z mnóstwem rozsianych po nich jasnych plam wielkości grochu; w Japonii wyrabiają z nich wazony i inne tym podobne przedmioty; w tej postaci dotarły one do Europy, i tutaj w każdej kolekcji wyrobów japońskich spotkać je można. Nagromadzenia skorupek tych względnie dużych otwornic są tak kolosalne, że w całej historii systemów geologicznych znamy tylko jeszcze jeden jedyny przykład czegoś podobnego (przykład, trzeba przyznać, znacznie jeszcze wspanialszy) w olbrzymim rozwoju numulitów w początkach epoki trzeciorzędowej.

Fuzulinidy, do których należą rodzaje *Fusulina* (rys. 95, 1), *Fusulinella*, *Hemifusulina* i *Schwagerina* posiadają skorupkę wapienną, zrzadka tylko nieco piaskową; skorupka taka zazwyczaj posiada wyraźne pory i licznymi zwojami skręcona jest spiralnie; postać jej ogólna jest to kulista, to walcowata, to wreszcie wrzecionowata. Poszczególne zwoje składają się znowu z zawikłanego układu komór, w którego szczegóły nie możemy tutaj bliżej wchodzić.

Pomijając nawet masowe występowanie fuzulin, dostrzeżemy jeszcze niektóre właściwości w węglowej faunie otwornic. Na szczególniejsze zaznaczenie zasługuje fakt, że wśród form, sklejących swe skorupki z pojedynczych ziarenek piasku, granica między typami krzemionkowo-piaskzystymi a wapiennymi jest daleko

mniej wyraźną, a przejścia częściej się zdarzają, niż w osadach młodszych.

Znacznie mniej różnie widać u jamochłonów. Gąbki prawie wcale tutaj nie wchodzi w rachubę, fauna koralowa, złożona z koralii czteropromiennych i z tabulatów, w szczegółach tylko różni się od dewońskiej. O wiele ważniejsze zmiany zaszły wśród szkarłupni. Klasa panująca, mianowicie liliowce, pozostały mniej więcej tem samem, czem były, choć niektóre rodzaje wyginęły, a inne natomiast się pojawiły (rys. 95, przedstawiający *Woodocrinus* i *Stemmatocrinus*). Wyginęły za to *Cystideae*, te najprostsze formy szkarłupni, tak liczne w sylurze; pozostał po nich jeden tylko zmarniały ostatni potomek. Miejsce ich zajmują *Blastoideae*, które przedtem słabo tylko były rozwinięte; a teraz dochodzą do najwspanialszego rozkwitu, co prawda tylko po to, aby z końcem formacji węglowej ostatecznie z widowni ustąpić. Do grupy tej należą formy dość drobne, podobne do liliowców, o słabej łodydze, zrzadka tylko zachowanej i o kielichu, stale z 13 części złożonym. Zamiast ramion widzimy pięć z wierzchołka wybiegających t. zw. „pseudoambulacrów“, podobnych do płatków korony kwiatowej; pod nimi wewnątrz przebiega układ rurek wapiennych; u okazów dobrze zachowanych pseudoambulacra opatrzone są piórkami (pinnulae). Na wierzchołku znajduje się zazwyczaj sześć otworów, zamkniętych klapami, z których jeden leży w środku i otoczony jest innymi ustawionymi w okółek. *Blastoideae* rozwinęły się z *cystideów*; grupy te łączą ze sobą rodzaj *Codonaster* (rys. 96, 1), który posiada kształt i ogólną budowę *blastoidów*, a zarazem romby porów właściwe *cystideom*. W Europie formy te są wszędzie nadzwyczaj rzadkie; natomiast w wapieniu węglowym Ameryki Północnej zgromadzone są one miejscami w wielkiej ilości. Najbardziej rozpozszechnionym rodzajem i typem normalnym całej klasy jest *Pentatrematites* czyli *Pentremites* (rys. 96, 2), do którego przyłącza się jeszcze cały szereg innych rodzajów.



Rys. 95. 1) *Fusulina cylindrica* z górnego wapienia węglowego Rosji, u góry w wielk. naturalnej, u dołu w mocnym powiększeniu (wedł. Möllera); 2) *Woodocrinus* z wapienia węglowego Anglii (wedł. de Konincka); 3) korona *Stemmatocrinusa* z rosyjskiego wapienia węglowego (wedł. Trautscholda).

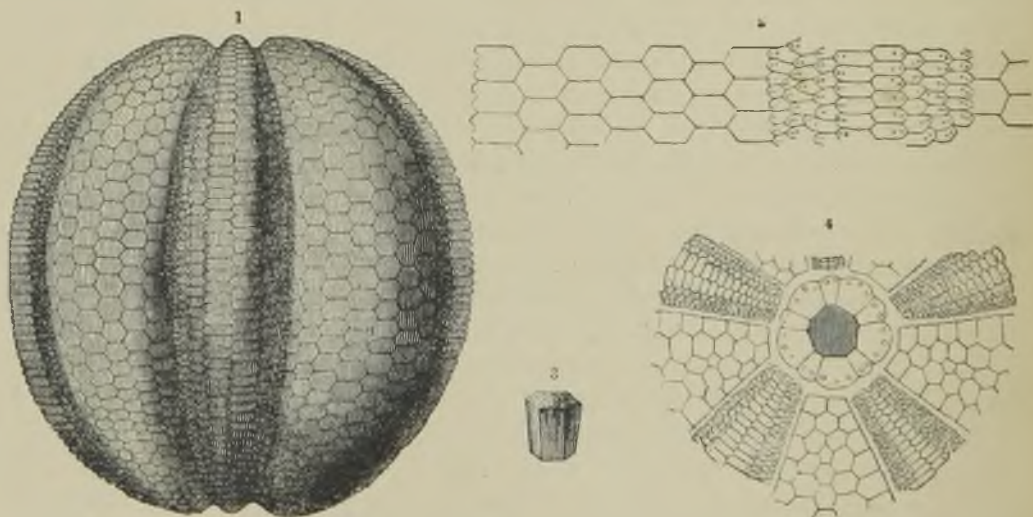


Z pośród szkarłupni wreszcie należy jeszcze wymienić jeżowce (Echinoidea), które są jeszcze dość rzadkie w systemie węglowym, ale już dostarczają pewnej ilości dobrze wyodrębnionych typów. Jeżowce paleozoiczne tworzą grupę, nie zupełnie wprawdzie oddzieloną od jeżowców z formacji młodszych, lecz dotychczas nielicznymi tylko ogniwami pośrednimi z nimi połączoną. Grupa ta od-



Rys. 96. 1) *Codonaster* z angielskiego wapienia węglowego, widziany z góry; 2, 3) *Pentatremites florealis*, z amerykańskiego wapienia węglowego, nieco powiększony (wedł. F. Romera).

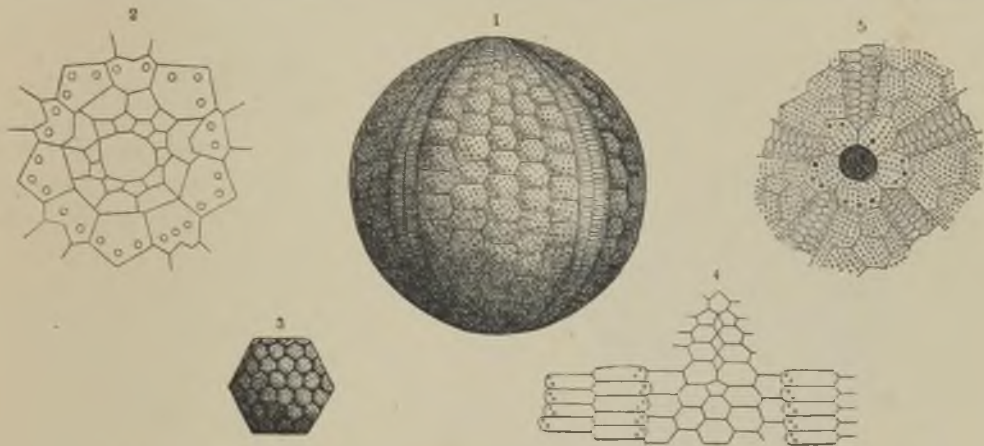
znacza się wielką ilością tabliczek składających skorupę. Palaeoechoinoidea te w systemie węglowym dochodzą do szczytu swego rozwoju, mianowicie w postaci rodzajów *Melonites*, *Palaeoechinus* i *Archaeocidaris* (rys. 97 i 98).



Rys. 97. *Melonites multiporus* z północno-amerykańskiego wapienia węglowego: 1) okaz całkowity; 2) część powierzchni, nieco powiększona; 3) tabliczka pojedyncza; 4) „narząd wierzchołkowy”, w środku odbył, dookoła niego pięć tabliczek płciowych i pięć ocznych. (Wedł. F. Romera).

W porównaniu z osadami dawniejszymi, ilość rodzajów ramienionogów stanowczo się zmniejszyła; jedna tylko grupa dochodzi tutaj nagle do niezwyklego rozwoju: jest to rodzaj *Productus*; cechy charakterystyczne tego rodzaju stanowią wklęsły kształt jednej połowy skorupy, brak zębów zawiasowych i brak szkieletu ramion, zamiast którego w mniejszej klapie pojawiają się mocno do niej przyrośnięte listwy ramieniowe (odciski nerkowate, rys. 99, 1). Niektórym gatunkom właściwe są bardzo długie, puste wewnątrz kolce, rozrzucone po ze-

wewnętrznej powierzchni obu połów skorupy; rureczki te przebijają skorupę na wylot i otwierają się do jej wnętrza; co prawda jednak w zwykłym stanie zachowania kolce owe są obłamane, tak iż widać tylko podstawy ich w postaci wzniesień brodawkowatych. Niekiedy wszakże kolce się zachowały, a wówczas widać, że są one u niektórych form trzy lub cztery razy dłuższe od średnicy całej skorupy. Trudno



Rys. 98. 1) *Palaeochinus elegans*, w wielk. naturalnej; 2) narząd wierzchołkowy powiększony; 3) tabliczka pojedyncza; 4) grupa tabliczek powiększona; 5) narząd wierzchołkowy *Palaeochinus sphaericus*. Z irlandzkiego wapienia węglowego. (Wedł. Baillyego).

jest zdać sobie sprawę ze znaczenia tych narządów; w każdym razie formy te nie mogły leżeć swobodnie na dnie płytkiego, mocno przez fale poruszanego morza, albowiem delikatne ich kolce wkrótce zostałyby pokruszone.

Trudno jest zresztą zrozumieć, jak one wogóle mogły leżeć na dnie chociażby nawet głębokiej i zupełnie spokojnej wody; może koń-



Rys. 99. 1) Strona wewnętrzna mniejszej połowy skorupy *Productus* z listewkami ramieniomymi (według Davidsona); 2) *Productus complectens* z angielskiego wapienia węglowego (wedł. Etheridgea).

ców czepiały się

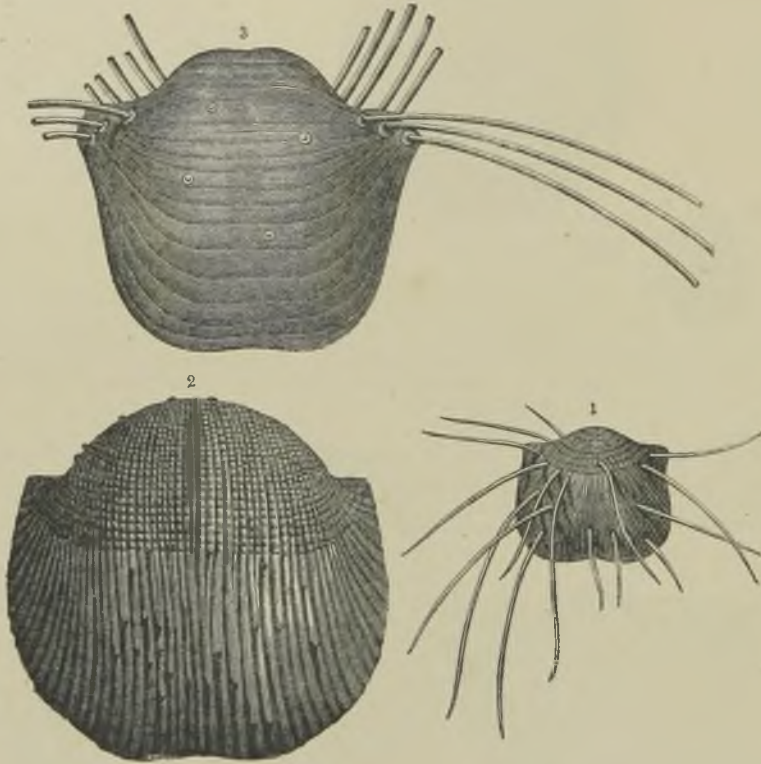
one liści roślin wodnych i wraz z nimi unosiły się w wodzie. Szczególnie ukształtowane są kolce u *Productus complectens* (rys. 99, 2); nie są one wyprostowane lub zlekka wygięte, jak u form zwykłych, lecz okręcają się całkowicie około jakiegoś ciała obcego, na przykład około łodygi liliowca, i w ten nadzwyczaj oryginalny sposób przytwierdzają doń skorupkę.

Liczba gatunków rodzaju *Productus* jest znaczna, a niektóre z nich należą do najbardziej znamienitych skamieniałości przewodnich wapienia węglowego, jak np. *Productus semireticulatus*, *giganteus*, *Cora* i in. (rys. 100). Są to prawie bez wyjątku formy dość okazałej wielkości, niektóre nawet mają rozmiary olbrzymie, jak przedewszystkiem *Productus giganteus*, który swoją skorupą



do 35 cm szeroką przecięga wszystkie inne ramienionogi pod względem wielkości. Oprócz productusów rozpowszechnione są jeszcze w wapieniu węglowym rodzaje *Spirifer*, *Spirigera* i *Streptorhynchus*, które tu właśnie dochodzą do szczytu swego rozwoju.

Małże i ślimaki znajdują się wprawdzie w wielkiej ilości, lecz posiadają niewiele tylko godnych uwagi właściwości. Z pośród małżów wymienić należy wielkie formy rodzaju *Conocardium* dla ich dziwacznej postaci, dalej *Posidonomya Becheri*, jako gatunek charakterystyczny dla pewnego rodzaju wy-



Rys. 100. 1) *Productus longispinus*, z wapienia węglowego; (wedł. Davidsona); 2) *Productus semireticulatus*, z wapienia węglowego 3) *Productus horridus*, z cechsztynu (wedł. F. Römera).

kształcenia dolnej części systemu węglowego, mianowicie dla t. zw. kulmu (rys. 101). Między ślimakami ważną rolę grają *Bellerophontidae* i *Pleurotomariidae* opatrzone nacięciem przy otworze skorupy; do rodzin tych należą rodzaje *Bellerophon*, *Porcellia*, *Pleurotomaria* i *Murchisonia*. Z innych typów charakterystyczne są *Euomphalus*, *Loxone-ma* i *Macrocheilus*.

*Nautilidy*, które już w dewonie zaczęły się chylić ku upadkowi, cofają się w dalszym ciągu i tutaj; w znacznej liczbie znajdują się jeszcze wydłużone skorupy ortocerasów, trafiające się niekiedy w okazach olbrzymich wymiarów; oprócz nich nieco większą rolę grają tylko *Cyrtoceras* i *Gyroceras*, a *Nautilus*, najbardziej opóźniony z całej tej grupy, dochodzi tutaj do najwyższego punktu swego rozwoju. Licznie występują gatunki wielkie, bogato przyozdobione żebrami i guzami; uderza nas szczególnie dział nautilusów niedoskonałych (*N. imperfecti*). Są to formy o szczególnym przekroju poprzecznym zwójów, bogato przyozdobione wręgami podłużnymi, szerokopępkowe, a skręty ich pozostawiają w środku duży otwór (rys. 102, 1). *Amonitidy* reprezentowane są przez liczne goniatyty, których zatoki znajdują się na wyższym stopniu rozwoju,

niż u goniatyków z osadów starszych, a mianowicie większość posiada przedzieloną zatokę syfonową.

Z pośród skorupiaków w trylobity, już w dewonie, mianowicie w górnym, ulegające silnej redukcji, w formacji węglowej kurczą się do minimum. Ze wszystkich tak rozmaitych typów zachował się tylko rodzaj *Phillipsia* (rys. 102, 2) z jednym czy też z dwoma podrodzajami, który występuje tu i owdzie w dość szczupłej liczbie gatunków. Z innych skorupiaków wielokrotnie trafiają się przedstawiciele małżoraczków, ostrogonów (rys. 65) i ceratiocaridów, przedewszystkiem atoli zaznaczyć należy pierwsze wystąpienie skorupiaków wyższych i bardziej zbliżonych do form obecnie żyjących. Z północno-amerykańskiego karbonu znane są nieliczne obunogie (*Amphipoda*), do których w dzisiejszym świecie zwierzęcym należy powszechnie znany kiełz (*Gammarus*). Są to przeważnie dosyć małe



Rys. 101. *Posidonomya Becheri*, z kulumu.

typy z wązkim i z boków ściśnionem ciałem; głowa zrasta się tylko z pierwszym pierścieniem tułowia. Jako przykład podamy rodzaj *Acanthotelson* (rys. 104). Grupa równonogich (*Isopoda*) posiada również przedstawicieli w systemie węglowym, mianowicie w formach, które różnią się od typów młodszych geologicznie swoją ogromną wielkością i pewnymi właściwościami organizacyi. Najwyższy dział skorupiaków, mianowicie raki dziesięcionogie (*Decapoda*), reprezentowany jest przez pewną liczbę form dość znacznie różniących się pomiędzy sobą, a objętych nazwą *Anthracopalaemon* (rys. 103); wszystkie te formy należą do długoodwłokowych (*Macroura*), których przedstawicielami w świecie teraźniejszym są: pospolity rak rzeczny i homar.



Rys. 102. 1) *Nautilus Konincki*, z belgijskiego wapienia węglowego; 2) *Phillipsia*, z formacji węglowej.

Wszelako obok tych form, przypominających twory dzisiejsze, spotykamy się także z całkiem obcymi typami, do których przedewszystkiem należy szczególnie *Bostrichopus*. Małe ciało składa się z okrągłego, oczyma opatrzonego głowotułowia i z odwłoku złożonego z sześciu pierścieni. Cztery pary nóg, krótkich i mocnych, dzielią się na niezwykle dużą liczbę (około 60) wyrostków łagodnie wygiętych, długich, biczykowatych, które długością swą przenoszą wielokrotnie samo ciało; nie są one grubsze od włosa, a każdy składa się z bardzo licznych oddzielnych członków (rys. 105). Jak się zdaje, niepodobna dotychczas zrozumieć tego ma-



tego potworka, wszelkie porównanie okazuje się bezzasadnym, nawet porównanie z pewnymi stadiami rozwojowymi raków wąsonogich. Wobec istnienia czterech par nóg, a więc ilości normalnie właściwej pajęczakom, trochę wątpliwą wydaje się nawet sama przynależność do skorupiaków.

Oczywiście za czasów formacji węglowej *Bostrichopus* bynajmniej nie był takim odosobnionym typem, jakim jest on dzisiaj w systemacie znanych nam form zwierzęcych; w ogólności w naturze niema żadnych rzeczywiście odosobnionych form. Musiały przeto niegdyś istnieć rodzaje i gatunki, które w jakiś nieznamy nam sposób łączyły *Bostrichopusa* z innymi typami. Zwierzę to tak dalece różni się od wszystkich dotychczas znanych, iż należy je uważać za przedstawiciela samodzielnego rzędu. Niegdyś musiało istnieć bardzo dużo reprezentantów tego rzędu, a z nich wszystkich zachował się tylko ten jeden, a i ta forma znana jest tylko w jednym jedynym egzemplarzu, przed wielu laty znalezionym w łupkach kulkowych Księżej Góry (*Geistlicher Berg*) pod Herbornem w Nassau. Gdyby pewien roztropny zbieracz przypadkowo nie podniósł był i nie rozłupał jednej płyty łupku z pośród tysięcy, nie przeczuwalibyśmy nawet istnienia takiego ty-



Rys. 103. Decapoda (raki dziesięcionogie), t. zw. *Anthropalaemon* z systemu węglowego Ameryki Północnej.



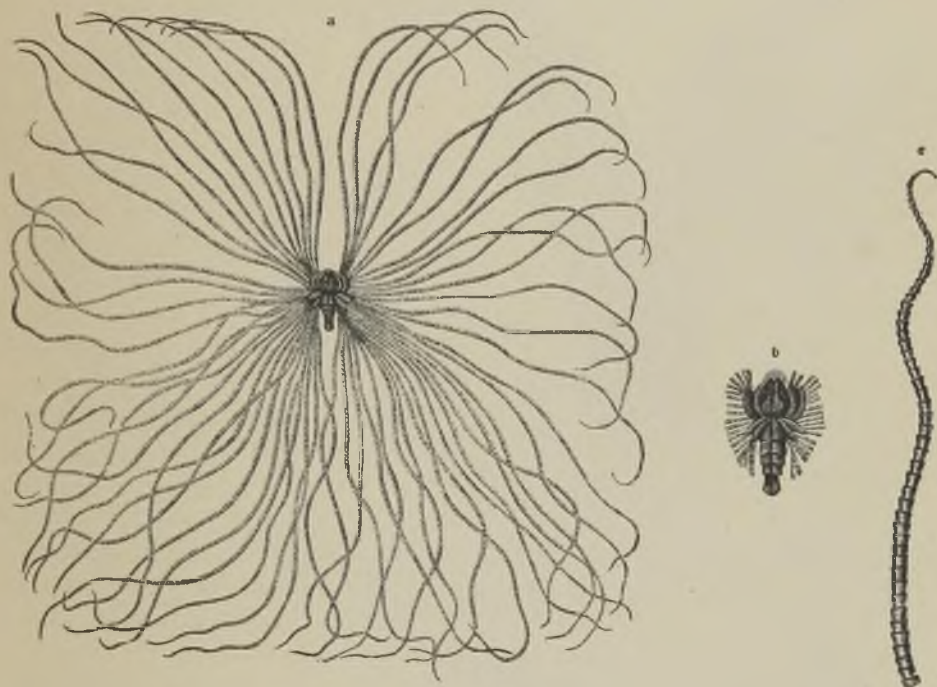
Rys. 104. *Acantbotelson Stimpsoni*: [a. b] w wielk. naturalnej; c) w powiększeniu (wedł. Packard).

pu. Niewiele jest takich przykładów, co równie dobitnie, jak powyższy, przekonać nas mogą o niezupełności naszej znajomości faun dawnych. Wieleż to podobnie godnych uwagi typów spoczywać jeszcze może ukrytych w łonie gór, wiele takich unikatów mogło uleść zniszczeniu skutkiem zwietrzenia, zostać zużytych do jakiejś budowy, do posypywania dróg bitych, lub też powędrować do pieca wapiennego.

Stosunkowo niewielka jest fauna ryb systemu węglowego. Najważniejszą różnicę w porównaniu z dewonem tworzy cofanie się ryb pancernych. Natomiast właściwe ganoidy z ich kostnymi łuskami bardzo obficie są reprezentowane, mianowicie w osadach słodkowodnych t. zw. formacji produkcyjnej (zawierającej pokła-

dy węgla). Zbliżają się one ściśle w części do ganoidów dewońskich, w części zaś do permskich, o których później bardziej szczegółowo pomówimy, i mało posiadają właściwości charakterystycznych.

Stosunki karbonu morskiego mało sprzyjają zachowaniu się ryb w całości; zazwyczaj zdarzają się tylko odosobnione zęby i kolce płetwowe, których wytłumaczenie bardzo jest trudne. Z powodu wielkiej różnorodności form takich zębów i płyt żuciowych wyodrębniono dużą liczbę rodzajów, jak *Psammodus*, *Helodus*, *Orodus* i t. d. Pewne formy zostały oznaczone mianem *Cladodus*;



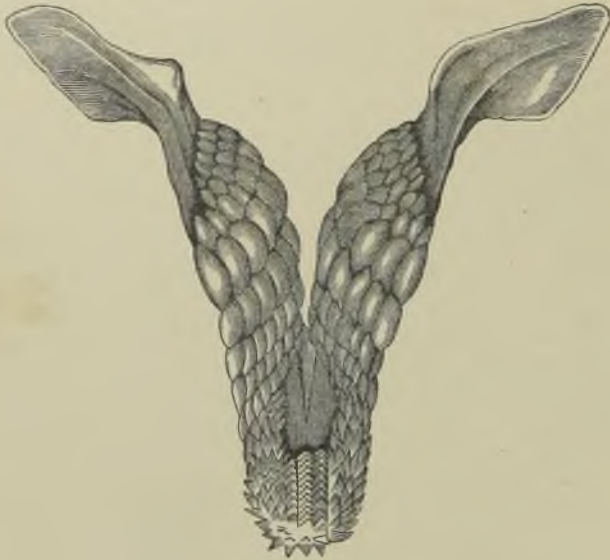
Rys. 105. *Bostrichopus antiquus*, z kulumu Księżej Góry (Geistlicher Berg) pod Herbornem: a) zwierzę całkowite ze wszystkimi przysadkami, w słabym powiększeniu; b) tułów; c) wąż pojedynczy w mocniejszym powiększeniu.

znacznie później dopiero, dzięki szczęśliwym znaleziskom w Ameryce Północnej przekonano się, że zęby kladodusowe należały do pewnych rekinów (porównaj str. 115). W ten sposób można jeszcze cały szereg innych zębów uznać za zęby rekinów. Z form obecnie żyjących, pewien gatunek pacyficzny, mianowicie rekin Portu Jacksona, czyli *Cestracion*, zdawał się dostarczać pewnych punktów porównania; cała paszcza tej ryby okryta jest mnóstwem zębów brukowych (rys. 106), wykazujących niejakie podobieństwo do paleontologicznie starych płyt żuciowych. Lecz inne jeszcze ryby posiadają podobne płyty żuciowe, a mianowicie przerazy (chimery) i płaszczki; z nimi to właśnie porównywano szczególnie skręcone kochliodonty (rys. 107) z irlandzkiego wapienia węglowego. O wszystkich tych formach niepodobna jeszcze wypowiedzieć jakiegoś zdania ściślej oznaczonego. Według O. Jäkela formy z zębami, ułożonemi na szczękach w szeregi podłużne (*Stichodontidae*), najodpowiedniej jest, jak się zdaje, uważać za spodouste; wszystkie zaś in-



ne w nieliczne płyty żuciowe zaopatrzone formy należałoby obejmować nazwą *Oligodontidae*, poczytując je za typy zbliżone do przeraz i płaszczyk.

Zgoła odmienne od opisywanych dotychczas są takie płyty żuciowe, które wykazują wielkie podobieństwo do płyt t. zw. ryb dwudysznych. Zwierzęta te oddychają nie wyłącznie tylko skrzelami, lecz obok nich jeszcze jednym



Rys. 106. Żuchwa *Cestraciona* żyjącego z jej brukiem zębowym.  
(Wedł. Nicholsona).

lub dwu płucami, utworzonymi z przekształconego pęcherza pławnego. Ciekawy ten stosunek, który w płucach wyższych kręgowców każe nam widzieć równoważnik pęcherza ryb, w świecie dzisiejszym spotyka się u trzech tylko rodzajów, zamieszkujących rzeki i kałuże w bardzo od siebie odległych miejscowościach: *Lepidosiren* znajduje się w Brazylii, *Protopterus* w Afryce zwrotnikowej, a *Ceratodus* w Queenslandzie w Australii (rys. 86, 108, 147, 1).

*Barramunda* krajowców australijskich posiada płyty żębowe, tak dalece podobne do płyt znajdujących w tryasie i permie, iż zaliczono je wszystkie do jednego i tego samego rodzaju, a niektóre formy systemu węglowego jaknajściślej łączą się z niemi.



Rys. 107. Płyty żuciowe *Cochlodusa*, z irlandzkiego wapienia węglowego.

W takim stanie rzeczy nie ulega wątpliwości, że między tymi typami, tak w czasie odległymi, zachodzi rzeczywiście blizkie pokrewieństwo. Z postaci zewnętrznej, ze sposobu pokrycia łuskami, z ukształtowania płetw i z wielu innych cech *barramunda* zbliża się wielce do pewnej grupy ganoidów, t. zw. *Crossopterygidae* (trzonopłetwe), które wyróżniają się łuskonośnymi trzonami płetw piersiowych i brzusznych, podobnych do pędzli (porównaj wyżej str. 117). W dzisiejszym świecie zwierzęcym przedstawicielem tych ryb jest tylko t. zw. *Polypterus*; większe od tego ostatniego podobieństwo wykazują pewne formy ze starego czerwonego piaskowca, jak *Dipterus*, posiadający tak samo ukształtowane płyty żębowe.

za się wielce do pewnej grupy ganoidów, t. zw. *Crossopterygidae* (trzonopłetwe), które wyróżniają się łuskonośnymi trzonami płetw piersiowych i brzusznych, podobnych do pędzli (porównaj wyżej str. 117). W dzisiejszym świecie zwierzęcym przedstawicielem tych ryb jest tylko t. zw. *Polypterus*; większe od tego ostatniego podobieństwo wykazują pewne formy ze starego czerwonego piaskowca, jak *Dipterus*, posiadający tak samo ukształtowane płyty żębowe.

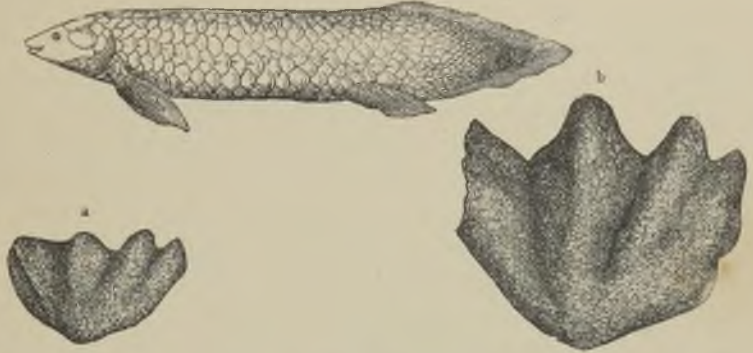
Czy tych poprzedników paleozoicznych możemy także uważać za ryby dwudyszne? Obecne dwudyszne żyją w takich warunkach, że oddychanie skrzelami jest niekiedy niemożliwe, mianowicie w małych zbiornikach wód stojących, które podczas suchej pory roku niekiedy wysychają doszczętnie, lub też w rzekach, które wskutek rozkładu gnijących roślin nasycają się gazami, szkodliwymi dla oddychania. Wobec tego konieczność podwójnego oddychania i przekształcanie się

pęcherza pławnego w płuca łatwo zrozumieć się dają; niepodobna natomiast pojąć powodu takiej przemiany u form, zamieszkujących wielkie jeziora lub nawet otwarte morze, jak *Phaneropleuron*, które, krążąc w morzu zdala od jego brzegów, zawsze w niem znajdują obfite pożywienie. Oczywiście węglowe te ganoidy w bardzo ścisłych do dwudysznych pozostawały stosunkach, tworząc wraz z nimi jedną wspólną grupę; wszelako pytanie, czy wszystkie te ryby, lub tylko niektóre z nich, uzyskały już wówczas zdolność oddychania płucami, nie tylko nie jest dowiedzionem, lecz nawet mało prawdopodobnem.

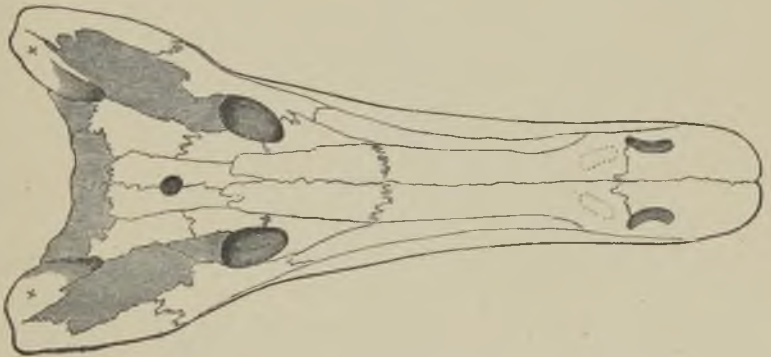
Jako pierwiastek nadzwyczaj ważny wynurzają się obecnie i wyższe kręgowce, swoją organizacją wznoszące się nad

ryby. Brak jeszcze wprawdzie działów najwyższych, t. j. ptaków i ssaków, lecz pojawiają się rozmaitego rodzaju płazy zimnokrwiste, w niektórych punktach występujące w wielkiej nawet ilości. Wogóle zwierzęta te w systemach węglowym i permskim mają tyle cech wspólnych, iż uważamy za rzecz stosowną razem je tutaj rozważać, tem bardziej, że wiele z tych szczątków znajduje się w warstwach granicznych pomiędzy karbonem a permem.

Dawniej zoologowie obejmowali wszystkie zimnokrwiste kręgowce, jak żaby, salamandry, jaszczurki, krokodyle, węże i żółwie wspólną nazwą „ziemnowodnych“



Rys. 108. Barramunda żyjąca (*Ceratodus Forsteri*), z Queenslandu; a i b) płyty żurowe *Ceratodusa*, z tryasu (węgiel ilasty) wirtenberskiego.



Rys. 109. Czaszka *Archegosaurus Decheni*; kości charakterystyczne dla gadów. brakujące zaś skrzekom (płazom) dzisiejszym, zostały zacieniowane.



(Amphibia), a każdy profan i teraz jeszcze zwykł jest uważać wszystkie te formy za należące do jednej grupy. Jednak pogląd ten nie odpowiada rzeczywistości stanowi rzeczy. Choć wszystkie te typy posiadają krew zimną, jednak pod wszystkimi prawie innymi względami istnieją tak głębokie różnice między żabami i salamandrami z jednej strony, a węzami, jaszczurkami, krokodylami i żółwiami z drugiej, że niepodobna ich mieścić razem w jednej i tej samej gromadzie państwa zwierzęcego. Dlatego też nazwę ziemnowodnych właściwych, t. j. płazów albo skrzeków, ograniczono tylko do żab, salamander i ich krewniaków, inne zaś działy objęto nazwą gadów.

Już podczas wczesnej zarodkowej pory życia daje się zauważyć głęboka różnica. U gadów, tak samo jak u ptaków i ssaków, znajdują się amnion (błona owodna) i allantois (bł. omoczna), dwa ważne organy zarodkowe, których brak u skrzeków (płazów). Te ostatnie po opuszczeniu jajka przeobrażają się (ulegają metamorfozom), przychodzą bowiem na świat w postaci larwy (t. zw. kijanki), która dopiero po wielokrotnych zmianach skóry (lenieniach) przybiera ostatecznie postać zwierzęcia dojrzałego. U gadów niema nic podobnego. Młody ich osobnik, wychodząc z jajka, wogóle posiada już swoją postać ostateczną; rośnie on jeszcze, lecz więcej już nie przekształca się. W młodej jaszczurce, w młodym krokodylu na pierwszy rzut oka rozpoznamy to, czem one są. Żaba, którą będziemy uważać za przedstawiciela skrzeków, jako larwa pojawia się w postaci powszechnie znanej kijanki, posiadającej długi ogon, nie mającej żadnych z zewnątrz widocznych nóg i oddychającej skrzelami; z kijanki tej dopiero później powstaje żaba pozbawiona ogona i skrzel. Z innych ważnych cech zaznaczyć należy fakt, że wszystkie gady przez cały ciąg swego życia oddychają płucami, podczas gdy ze skrzeków niektóre zawsze, inne przynajmniej za młodu posiadają skrzelę; wreszcie u gadów ciało pokryte jest szkieletem zewnętrznym, a mianowicie u węzów i jaszczurek łuskami, u krokodyli płytami kostnymi, a u żółwi skorupą pancerną, gdy u skrzeków skóra jest naga i śluzowata. Wyjątek pośród gadów stanowią tylko niektóre formy wymarłe, przystosowane do życia w morzu.

Wszelako dla badania okazów kopalnych ważne są przedewszystkiem cechy szkieletu. U skrzeków (płazów), tak samo jak u ssaków, na czaszce z obu stron obszernego otworu potylicowego, przez który rdzeń pacierzowy łączy się z mózgiem, znajduje się po jednym guzie stawowym, wchodzącym w odpowiednią panewkę stawową na pierwszym kręgu szyjowym. Mamy zatem na potylicy dwa guzy stawowe („kłykie potylicowe“), gdy u gadów i ptaków jest tylko jeden taki guz, znajdujący się powyżej otworu potylicowego.

I pod innymi względami budowa czaszki w obu działach bardzo jest różna: dla skrzeków nadzwyczaj charakterystyczną jest wydłużona kość u dołu czaszki, t. zw. kość przyklinowa, os parasphenoideum (rys. 112,<sup>3</sup>); kości tej wszystkie formy wyższe nie posiadają wcale, gdy u ryb znajduje się ona stale. Z drugiej strony u gadów występuje cały szereg kości czaszki, których u skrzeków niema, a całe rozczłonkowanie i budowa czaszki są nierównie bogatsze. Części czaszki, których brak dzisiejszym płazom (skrzekom), są następujące: kość zaozodołowa (os postorbitale), k. nadskroniowa (os supratemporale), k. nadsłuchowa (os epioticum),

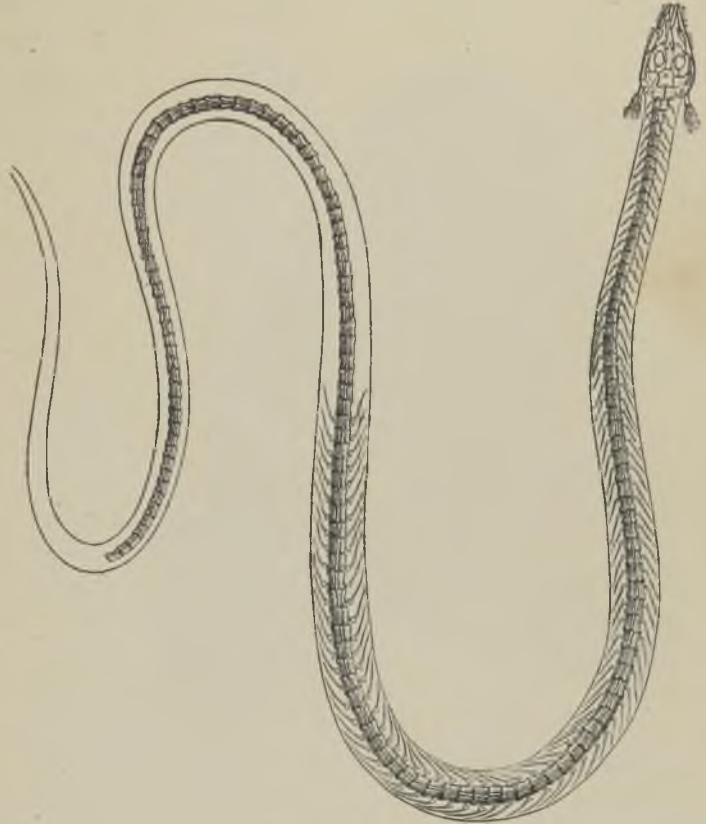
k. nadpotylicowa (os supraoccipitale, rys. 109, na którym kości charakterystyczne dla gadów, a nie istniejące u skrzeków zostały zacieniowane).

Jeżeli do cech już wymienionych dodamy jeszcze właściwe skrzekom krótkie i proste żebra, to szereg najważniejszych i najbardziej w oczy wpadających różnic zostanie wyczerpany. Wszelako odrębność tych dwóch działów zwierząt, w czasie teraźniejszym tak ostro zaznaczona, zaciera się w części, jeżeli będziemy uwzględniać formy wymarłe.

Już u potężnych gadów z okresu mezozoicznego niektóre z wyróżniających je od skrzeków właściwości ulegają zatracie: tak np. u szczególnych ichtiosaurów i plesiosaurów, jako też ich krewniaków ciało prawdopodobnie żadnym pancerzem ani łuską okryte nie było; przede wszystkim atoli u węglowych i permskich skrzeków z grupy *Stegocephala* znajdujemy obok cech pierwotnych cały szereg znamion wybitnych, a właściwych gądom.

*Stegocephala* stanowią wielki i rozmaicie ukształtowany dział państwa zwierzęcego; niektóre formy zarysami swymi zbliżają się do zwykłych salamander, inne bardziej przypominają smukłe jaszczurkowate zwierzęta; *Archegosaurus* całym swym zewnętrznym wyglądem tworzy typ, który najprędzej do małego krokodyla przyrównany być może, a niektóre zwierzęta podobne były do wysmukłych beznogie węży (rys. 110). Wreszcie *Baphetes*, *Anthracosaurus* i niektóre inne były niezgrabnymi do jaszczurów podobnymi potworami olbrzymiej wielkości, których głowa wymiarami swymi znacznie przewyższała głowę krokodyla (rys. 111).

Cechy pierwotne odnajdujemy przede wszystkim w budowie kręgosłupa. Struna grzbietowa zachowała się u wszystkich form w postaci nieprzerwanego sznurka, a skostnienia trzonów kręgowych ograniczają się do poszczególnych po-



Rys. 110. *Dolichosoma*, stegocefal kształtu węża. \* nyrzańskiego łupka gazowego. (Wedl. A. Fritscha).



wierzchnych ich części. U pewnych form, jak *Branchiosaurus*, na brzusznej stronie struny grzbietowej powstają dwie delikatne symetryczne blaszki kostne, intercentra, u innych, nieco wyżej uorganizowanych form, pojawia się oprócz tego pierwszy zaczątek trzonów kręgowych w postaci dwóch bocznych pierwiastków, pleurocentra, lub też cała struna bywa otoczona jednolitą powłoką kostną. U większości form czaszka przez całe życie tworzy skrzynkę chrząstkowatą, ale zato pokryta jest znacznie większą ilością mocnych, ściśle przylegających płyt kostnych niż u skrzeków dzisiejszych. Oprócz dwóch oczodołów,



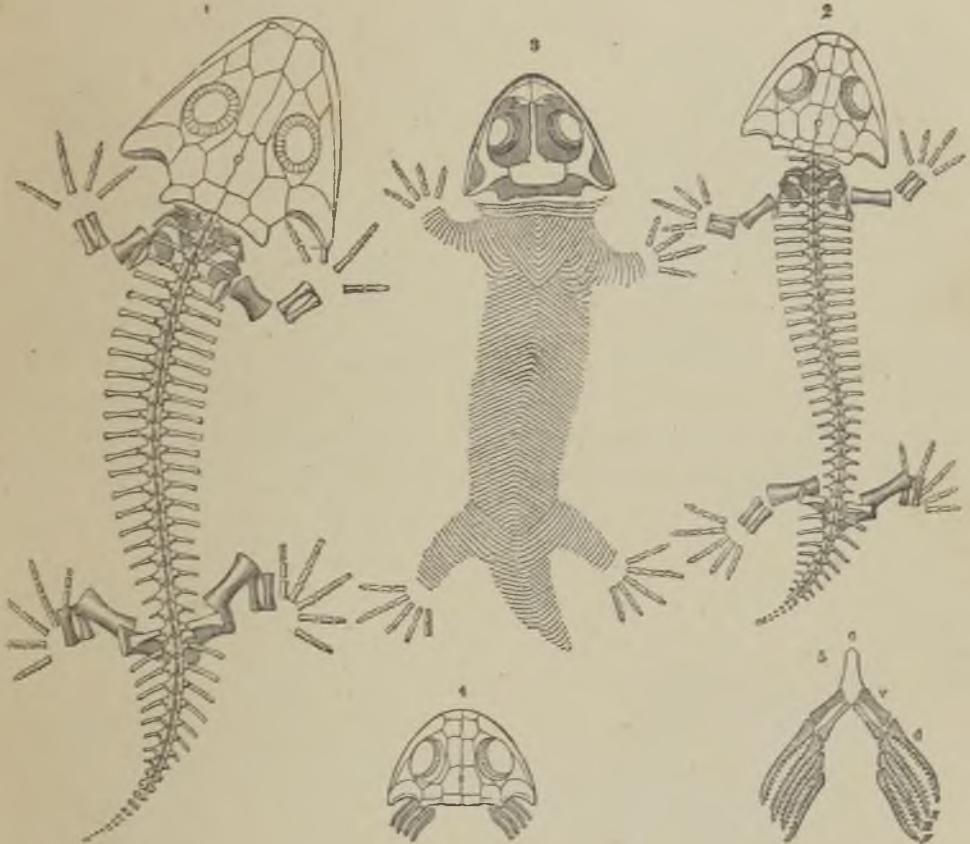
Rys. 111. Czaszka *Anthracosaurus*, z angielskich osadów węglowych.

otoczonych obrączkami kostnymi i dwóch otworów nosowych, sklepienie czaszki przebija otwór ciemieniowy (*foramen parietale*), w którym być może mieściło się oko nieparzyste. Taki otwór ciemieniowy występuje u wielu gadów, natomiast skrzeki młodsze prawie bez wyjątku nie posiadają go wcale; w tem więc jako też w bogatym rozwoju pokrywy czaszkowej ujawnia się stanowcze zbliżanie się do typu gadów (rys. 112,<sup>1,2</sup>). Natomiast dolna strona czaszki z kością przyklinową o długiej rękojeści (rys. 112,<sup>3</sup>) i z wielkimi otworami podniebiennymi zbudowana jest według wzoru skrzeków i zwłaszcza zadziwiająco jest podobna do podstawy czaszki żab. Kości szczękowe i międzyszczękowe, a u poszczegól-

gólnych gatunków i pozostałe kości podstawy czaszki zaopatrzone są w zęby jedno- i dwu- i bezpośrednio do kości przyrośnięte; zęby te u *Pelosaurus*, *Archegosaurus* i innych na wewnątrz promienisto są pofalowane, z zewnątrz zaś pokryte podłużnymi bródkami. Potylicy u paleozoicznych przedstawicieli grupy przeważnie jest chrząstkowata, u form zaś geologicznie młodszych opatrzona jest, jak u prawdziwych skrzeków, dwoma guzami stawowymi.

Jedną z najwybitniejszych właściwości stanowi pancerz łuskowy na brzusznej stronie ciała; łuski jego ułożone były w szeregi prawidłowe, symetrycznie do środkowej linii ciała (rys. 112,<sup>3</sup>). Grzbiet natomiast, jak u innych skrzeków, był nagi. Z kości skórných należy dalej wymienić trzy wielkie płyty, spoczywające na pierś, płyty gardłowo-piersiowe; względnie późno dopiero zrozumiano istotne znaczenie tych kości skórných, połączonych z chrząstkowatym pasem barkowym. Obie kości boczne odpowiadają obojczykom (*claviculae*), środkowa zaś — kości międzyobojczykowej (*interclavicula*, *episternum*); we wszystkich rzędach wyższych krę-

gowców możemy spotkać te kości skórne w tem samym położeniu i z tą samą czynnością, zawsze w ścisłym związku z właściwym pasem barkowym. Pas miednicowy był zbudowany tak, jak u skrzeków, a i poza tem jest także dużo innych cech skrzekom właściwych; miednica wspiera się zawsze na jednym tylko kręgu krzyżowym, kości kończyn są pustymi wewnątrz rurkami z chrząstkowatymi końcami stawowymi.



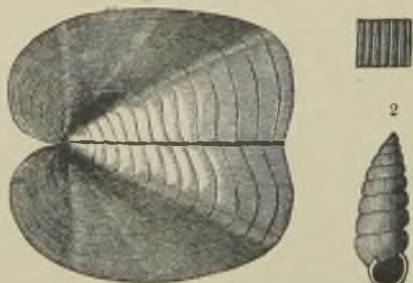
Rys. 112. 1) *Branchiosaurus amblystomus*; 2) *Pelosaurus laticeps*; 3) *Branchiosaurus amblystomus*, z dołu; 4) Czaszka larwy z zazębielonymi łukami skrzelowymi; 5) narząd łukowo-skrzelowy u *Branchiosaurus amblystomus*: *c* copula. I—IV łuki skrzelowe, *e* odcinki brzuchowe, *d* odcinki grzbietowe z ząbkami. Części zakropkowane—chrząstkowate, części zakreskowane—skostniałe. (Wedł. H. Crednera).

Ścisłość związku stegocefalów ze skrzekami najdobitniej wyraża się zgodnością rozwoju zarodkowego, który stał się znany dzięki pięknym obserwacjom H. Crednera nad *Branchiosaurus amblystomus* (rys. 112) ze środkowo-permskiego wapienia w Niederhässlich pod Dreznem. Zdołano wysledzić wszystkie przejścia od larw najmniejszych, 28—30 mm długich, aż do osobników dorosłych, mierzących 100—120 mm długości; okazało się, iż larwy oddychały skrzelami. Same skrzela oczywiście nie zachowały się, lecz tylko drobne ząbki, którymi usadzone były cztery chrząstkowate łuki skrzelowe (rys. 112, 4). Z biegiem rozwoju odpadały wolno po bokach szyi sterzące skrzela wraz z dźwigającymi je łukami skrzelowymi, a zwierzęta zaczynały oddychać płucami. Jednocześnie bardziej zao-



strzała się czaszka, miednica przesuwiała się ku tyłowi, skutkiem czego tułów się wydłużał, a szerokimi żebrami usadzony ogon stawał się krótszym.

Istnienie takiego stadyum larwowego z oddychaniem za pomocą skrzel, które spotykamy u żab i salamander, a nigdy u gadów, wraz z licznymi innymi znamionami skrzelków, nie pozwala wątpić o tem, że stegocefale zaliczyć należy do płazów. Z drugiej strony jednak nie trzeba zapominać, że zwłaszcza w ukształtowaniu pokrywy czaszkowej ujawnia się zbliżanie do gadów. W owych przeto prastarych czasach gady i skrzelki nie były tak wyraźnie od siebie oddzielone jak dzisiaj. Przeciż i u najstarszych gadów, z którymi dopiero później się zapoznamy, można rozróżnić niektóre cechy pierwotne i uogólnione. W każdym razie węglowe stegocefale daleko bardziej się zbliżają do wspólnych form rodowych gadów i skrzelków, niż gady, po większej części mocno zróżnicowane, lub zwy-



Rys. 113. 1) *Leaila*; 2) *Pupa vetusta*, z systemu węglowego Nowej Szkocji, w małym powiększeniu, powyżej kawałek powierzchni skorupy, w mocniejszym powiększeniu. (Wedł. Dawsona).

rodniałe skrzelki czasu teraźniejszego i formacji młodszych; są to przeto poniekąd typy zbiorowe, a dla swych cech pierwotnych i embryonalnych także, takie, jakich w starych osadach spodziewać się musimy na zasadzie założeń teorii ewolucyjnej.



Rys. 114. 1) Jeden z gatunków żyjących rodzaju *Blattla* o dużych skrzydłach; 2) *Blattina abnormis*, z osadów permskich w Weissig, Saksonia. (Wedł. E. Geinitza).

Z trybu życia swojego wszystkie stegocefale w młodości były wyłącznie mieszkańcami wody, i to wody słodkiej. Wiemy, iż larwy np. branchiosaurów tysiącami zamieszkiwały bagniska, w których osadzały się środkowo-permskie wapienie w Niederhässlich. Znajdujemy je częstokroć zachowane w skale w tych samych naturalnych postawach, które i dzisiejsze jaszczury za życia przybierają. Natomiast zwierzęta dorosłe w tej samej skale trafiają się tylko zrzadka, i wówczas no-

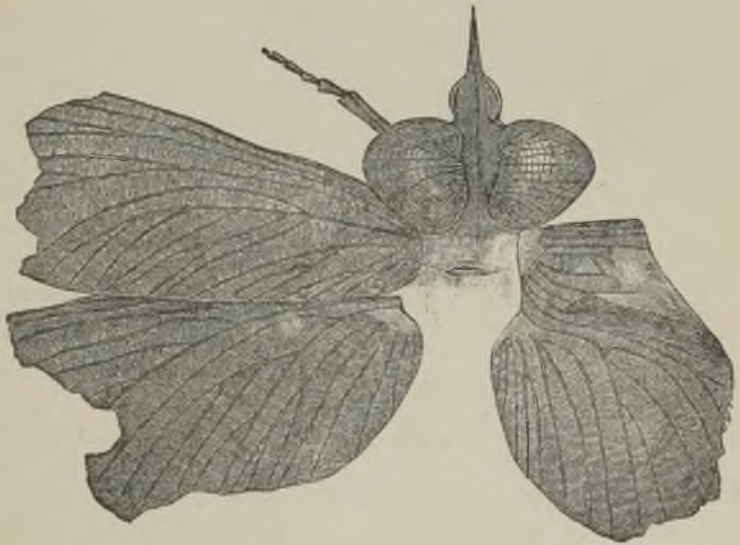
szą one niekiedy wyraźne ślady przenoszenia przez wodę. Oczywiście zamieszkiwały one przeważnie sąsiednie okolice nadbrzeżne i tylko na chwilę wracały do swego żywiołu pierwotnego. Jak przejście od ryb do dwudysznych musiało się dopełnić w peryodycznie wysychających stawach i kałużach, tak w tych samych warunkach z ryb dwudysznych musiały powstać płazy. Za tem przypuszczeniem przemawia także i ten fakt jeszcze, że najstarszych geologicznie przedstawicieli płazów i gadów znajdujemy razem ze szczątkami ryb, owadów, roślin lądowych, lecz nigdy w osadach z małżami morskimi, szkarłupniami, koralami i t. p. Gdy w młodszych geologicznie formacjach znajdujemy liczne gady w osadach morskich, to nie są to formy, co się pierwotnie w morzu rozwinęły, lecz takie, które się później do życia w niem przystosowały.



Rys. 115. *Protphasma*, straszak z francuskiego systemu węglowego. (Wedł. Brongniarta).

W czasach późniejszych raz jeszcze zachodzi podobny przypadek: ród ssaków rozwinął się również na lądzie stałym, a w wielorybach, delfinach, fokach, manatach powinniśmy upatrywać potomków dawniejszych zwierząt lądowych, które później przystosowały się do życia w wodzie.

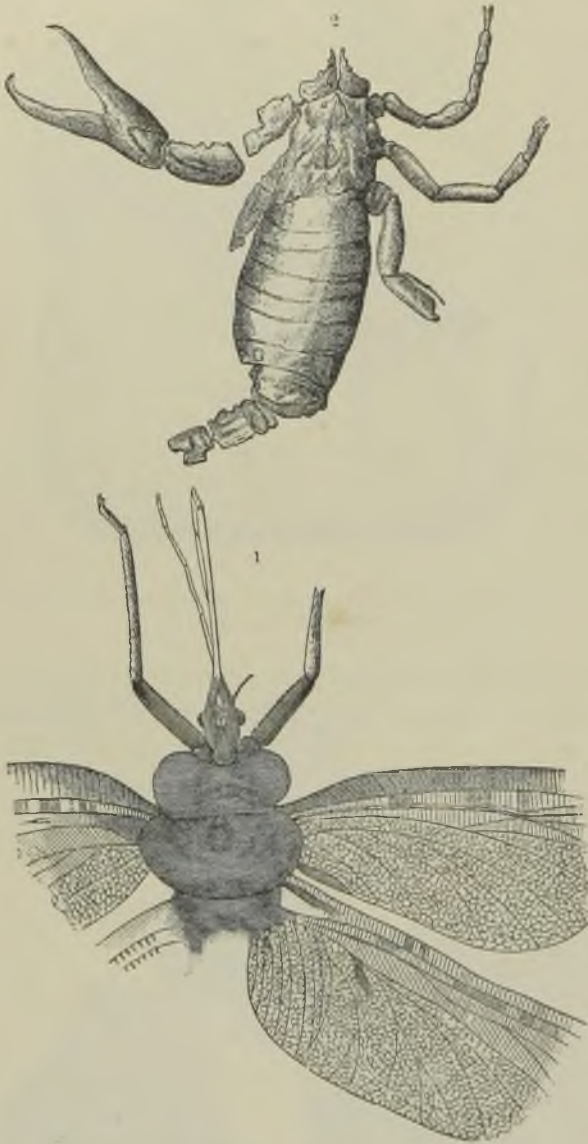
Zwracamy się do innych organizmów śródłądowych; z pomiędzy mieszkańców wód słodkich znajduje się kilka małych z rodzaju *Anthraco-* *sia*, które ze swego wyglądu zewnętrznego podobne są do naszej pospolitej



Rys. 116. *Lithomantis carbonaria*, owad prostoskrzydły z angielskiego systemu węglowego. (Wedł. Woodwarda).



szczęzi. Przyłączają się do nich rozmaite skorupiaki, najczęściej drobne skorupki liścionogich (*Phyllopora*), mianowicie z rodzaju *Leaia* (rys. 113,<sup>1</sup>); dalej występują ostatni przedstawiciele wielkich eurypterydów, któreśmy wyżej poznali przy opisie fauny sylurskiej.



Rys. 117. 1) *Eugereon Boeckingi*, z osadów permskich w Birkenfeld (wedł. Dohrna); 2) *Cyclophthalmus senior*, z czeskiego systemu węglowego (wedł. A. Fritscha).

Ważniejsze są szczątki zwierząt, zamieszkujących ląd stały; znajdujemy pośród nich przedstawicieli ślimaków płucodysznych, tego działu, do którego należą wszystkie nasze pospolite ślimaki lądowe. Godnem jest uwagi, że tutaj w formacji węglowej pojawia się już pewna ilość bardzo rozmaitych typów, które wszakże po części nadzwyczajnie są zbliżone do form żyjących jeszcze obecnie. Stąd wyciągamy konieczny wniosek, że faunie ślimaków lądowych formacji węglowej bardzo daleko do tego, aby mogła być rzeczywiście uznana za najstarszą faunę tego rodzaju na ziemi. Musimy więc przypuszczać, że już na długo przed tem egzystowały lądy, zamieszkiwane przez ślimaki, a przypuszczenie to potwierdza myśl o prastarem istnieniu lądów stałych. Niektóre z tych zwierząt, jak się zdaje, nie tylko z kształtów, ale i z trybu życia od karbonu aż do dziś dnia w niczem się nie zmieniły; przedstawiciele rodzaju *Pupa* żyją obecnie po części pod korą spróchniałych drzew, i ściśle w tem samym położeniu znaleziono w karbonie Nowej Szkocji kopalne

gatunki *Pupa* pod korą skamieniałego drzewa (rys. 113,<sup>2</sup>).

Znacznie częściej niż ślimaki występują owady; a chociaż wogóle należą one do rzadkości, to jednak od dłuższego już czasu zdołano poznać dość pokazną liczbę gatunków zwłaszcza z Niemiec, następnie zaś z Anglii i Ameryki Północnej,

a Francya dostarczyła w zadziwiającej obfitości ciekawych tych stawonogów. Wprawdzie i tutaj poszczególne formy są dość podobne do swych obecnie żyjących krewniaków, lecz ogół ich przedstawia obraz zupełnie inny niż dzisiaj. Rzesza niezliczona owadów daleko bardziej zależną jest od charakteru świata roślin, niż jakikolwiek bądź inny dział państwa zwierzęcego, a przedewszystkiem losy ich zawisły od wydzielających ciec miodnikową kwiatów. Gdyby obecnie znikły wszystkie rośliny, ozdobione kwiatami, to przedewszystkiem prawie cały rząd motyli zostałby pozbawiony możności bytu; to samo tyczy się mnóstwa chrząszczy, błonkoskrzydłych, much i t. p. W formacji węglowej mamy rzeczywiście do czynienia z roślinnością pozbawioną kwiatów; florę ówczesną w gruncie



Rys. 118. *Eophrynus Prestwichi*, z angielskiego systemu węglowego, w podwójnem powiększeniu. (Wedł. H. Woodwarda.

rzeczy składały tylko paprocie, rośliny podobne do widłaków i skrzypów, jako też drzewa iglaste, świat owadów musiał przeto być także stosownie ograniczony. W rzeczy samej nie znamy żadnych motyli<sup>1)</sup> z tamtych czasów, żadnych much, żadnych błonkoskrzydłych (Hymenoptera), do których należą pszczoły, osy, mrówki i ich krewniaki. Nie znamy też dotychczas pluskwiaków, a nawet wiadomości o występowaniu chrząszczy są bardzo skąpe.

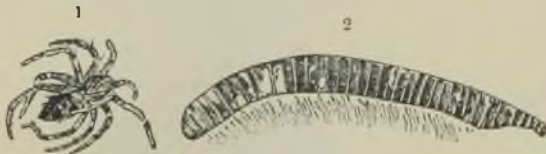
Przedewszystkiem w systemie węglowym spotykamy przedstawicieli prostoskrzydłych (Orthoptera) i żyłkoskrzydłych (Neuroptera). Najczęściej trafiają się gatunki rodzaju *Blattina*, które jak najściślej spokrewnione były z dobrze wszystkim znanymi wstrętnymi karaluchami (karaczanami, tarakanami, *Blatta orientalis*, rys. 114); zwierzęta te według wszelkiego prawdopodobieństwa również spędzały dzień w ukryciu, a dopiero w nocy na żer wychodziły. Wraz ze szczątkami tych owadów spotykają się rozmaite szarańcze, a mianowicie straszakowate (Phasmidae, rys. 115), po części olbrzymiej wielkości, następnie zaś jętki,

<sup>1)</sup> Mniemane znalezienie gąsienicy motyla jest w najwyższym stopniu wątpliwem wiadomość o niem polega, być może, na braniu jednej rzeczy za drugą.



modliszki, krewniaki znanej „modliszki bigotki“ (por. rys. 116, przedstawiający *Lithomantis*), a niektóre formy, np. podany na rys. 117,<sup>1</sup> (permski) *Eugereon Boeckingi*, jak się zdaje, nie dają się przystosować do żadnego rzędu owadów istniejących w świecie teraźniejszym, lecz łączą w sobie cechy, które obecnie do różnych działów odnosimy.

Znacznie rzadziej od owadów trafiają się pajęczaki (*Arachnoidea*), odznaczające się posiadaniem czterech par nóg. Od dawna już znane są skorpiony (niedźwiadki) z węgla kamiennego Czech, z Anglii i Ameryki Północnej. Podobieństwo do form teraźniejszych jest bardzo znaczne; u prastarych tych przodków dzisiejszych skorpionów głowotułów jest tak samo krótki i nierozczłonkowany; łączy się z nim odwłok złożony z 13 pierścieni, z których siedem pierwszych szerokich (przedodwłok) należy jeszcze do t. zw. tułowia, a 6 tylnych wązkich (zaodwłok) tworzy t. zw. ogon, zakończony kolcem jadowym, połączonym z dwoma gruczołami jadowymi. Oprócz czterech par nóg są jeszcze dwie pary kleszczy, większa i mniejsza: rożki i macki szczękowe.



Rys. 119. 1) *Protolycosa anthracophila*, z formacji węgla kamiennego w Mysłowicach, Śląsk Górny (wedł. F. Römmera); 2) *Xylobius Mazoanus*, z formacji węgla kamiennego w Mazon Creek, Illinois (wedł. S. Scuddera).

Wszystkie te cechy zdają się być udziałem także skorpionów paleozoicznych na równi ze skorpionami dzisiejszymi, tak iż suma zmian, zaszłych od czasów karbonu, jest bardzo drobna; jest to tem bardziej uderzającym, że z całego szeregu osadów późniejszych, z permu, tryasu, jury

i kredy, ani śladu tych zwierząt nie znamy, skutkiem czego w ich występowaniu istnieje ogromna, choć oczywiście pozorna tylko przerwa.

Oprócz skorpionów w systemie węglowym znajduje się jeszcze jedna grupa względnie dużych pajęczaków, z pośród obecnie żyjących typów najbardziej do rzędu kosarzowatych, *Phalangina* (*Opilionidae*), zbliżona. Stworzenia te, tak do pajaków podobne, reprezentowane są u nas przez powszechnie znanego długocienkonogiego kosarza (*Phalangium parietinum*), w okolicach zaś zwrotnikowych przez kilka dziwnie ukształtowanych form. Wobec pajaków właściwych odznaczają się one tem, że ciało ich między głowotułowiem a odwłokiem nie jest przewężone, a sam odwłok dzieli się na pewną niewielką liczbę pierścieni (zwykle 6). W systemie węglowym znajduje się kilka form spokrewnionych ze sobą, a zbliżonych do opilionidów żyjących (np. *Kreischeria*). Inne grupy, jak wspaniałe *Eophrynus* (rys. 118) lub *Anthracomartus*, odbiegają już więcej od typów żyjących i dowodzą, że wówczas istniało widocznie obszerne koło form, którego ostatniemi odrosłami są nasze *Phalangina*; ale koło to było daleko bardziej urozmaicone i pod wielu względami różniło się od swoich krewniaków, żyjących obecnie.

Pajaków właściwych (*Araneidae*), które cechuje wspomniane przed chwilą przewężenie i odwłok niestawowaty, nie zdołano jeszcze dotychczas wykryć w karbonie w typowych przedstawicielach. Wprawdzie kilka znalezionych okazów z ogólnego pokroju ciała, z nóg, z przewężenia między odwłokiem a głowotułow-

wiem posiada całkiem charakter pajaków; lecz odwłok jest stawowaty (rys. 119, 1). Wśród tworów dzisiejszych cechy te łączy tak samo jeden tylko rodzaj *Liphistium*, do którego należy jeden tylko gatunek, znajduwany dotychczas tylko na jednej małej wysepce przy brzegu Malakki; tutaj zachował się ostatni przeżytek rozpowszechnionej ongi w formacji węglowej rodziny Liphistidae, jedna z najciekawszych relikwii z czasów prastarych, żywa skamieniałość, którą jakaś drobna zmiana geologiczna na zawsze wytepić może. Liphistidae są prawdopodobnie formami rodzajami pajaków właściwych, lecz nie o tem bliższego nie wiemy, gdyż z całego niezmiernie długiego czasu, który upłynął od końca karbonu aż do początku epoki trzeciorzędowej, nie dostały nam się żadne ślady pajęczaków.

Oprócz owadów i pajęczaków należy jeszcze wspomnieć o kilku wijach (krocionózkach), znalezionych w rozmaitych punktach, mianowicie w Ameryce Północnej, w Czechach i w Anglii. Jako przykład wymienimy rodzaj *Xylobius* (rys. 119, 2), który żył w pniach sygilaryi. Jednakże wszystkie te szczątki zwierząt lądowych trafiają się w karbonie w szczupłej tylko ilości, przeważnie nawet znane są w pojedynczych tylko okazach; natomiast rośliny lądowe występują w ogromnej ilości i są nadzwyczaj ważne nie tylko dla prahistorii świata roślinnego, lecz również i pod względem geologicznym, jako środek do oznaczania wieku i rozpoznawania jednoczesnych osadów w odległych nawet miejscowościach.

## Świat roślinny karbonu.

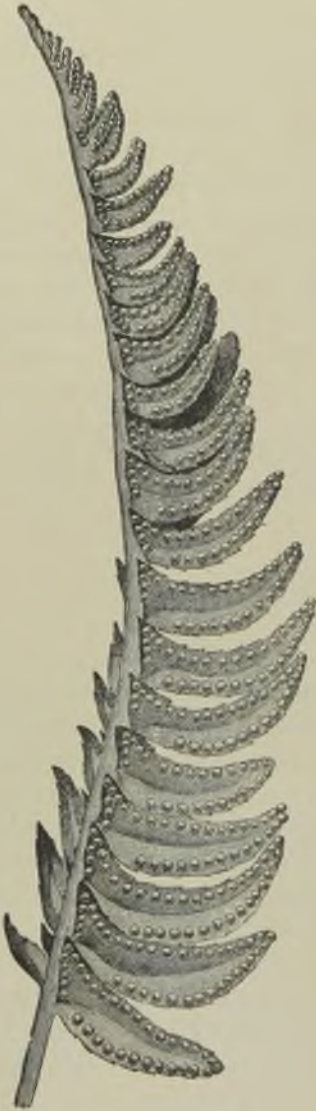
Badanie roślin kopalnych natrafia na trudności niezwykle, znacznie większe jeszcze niż te, z którymi pospolicie się borykamy przy badaniu skamielin zwierzęcych. Winna jest temu przedewszystkiem ta okoliczność, że zazwyczaj znajdujemy tylko oddzielne ułamki roślin, odpadłe liście, w przypadku pomyślnym pojedyncze gałęzie, okruchy kory, kawały pnia, kłacza, odosobnione owoce i nasiona i t. d. Nie wiadomo wówczas, które z tych porozrzucanych części do jednej rośliny należały; nie pozostaje tedy nic innego do czynienia, jak tylko napotykanne pnie, liście, nasiona i t. d. badać każde z osobna, przekazując szczęśliwym znalazcom w przyszłości wyświetlenie związku, zachodzącego między rozmaitemi częściami.

Im bardziej jakie znalezisko roślin kopalnych zbliża się w czasie do okresu teraźniejszego, tem łatwiejsze bywa określanie tych roślin drogą porównywania ich z florą dzisiejszą; im starsze zaś są osady, tem bardziej obcą jest większość typów, tem skromniejszy jest stosunek pokrewieństwa do świata teraźniejszego, tem trudniejsze i mniej pewne bywa tłumaczenie. Oczywiście dotyczy to szczególniej szczątków roślin, trafiających się w osadach paleozoicznych. Z jednej strony liczne wykopaliska dostarczyły względnie dużych ułamków roślin z cechami zewnętrznymi tak dobrze występującymi, że można je obserwować gołym okiem lub przy słabem powiększeniu; zwykle jednak nie można dokładnie wykryć szczegółów budowy mikroskopowej. Z drugiej strony znajdujemy skrzemieniałe lub zdomliciałe ułamki roślin, w których właśnie te ostatnie cechy możemy w szlifie badać prawie z tą samą ścisłością, jak w okazach żywych; wszelako tutaj znów kształt zewnętrzny jest zwykle tak mało wyraźny, że bardzo często nie można



wcale (albo przynajmniej nie można dokładnie) określić rośliny, której budowę z tak wielką mogliśmy badać precyzyją.

Niezmiernie uciążliwą drogę do przebycia ma przed sobą fitopaleontologia, czyli nauka o roślinach kopalnych. Krok za krokiem rozszerza się



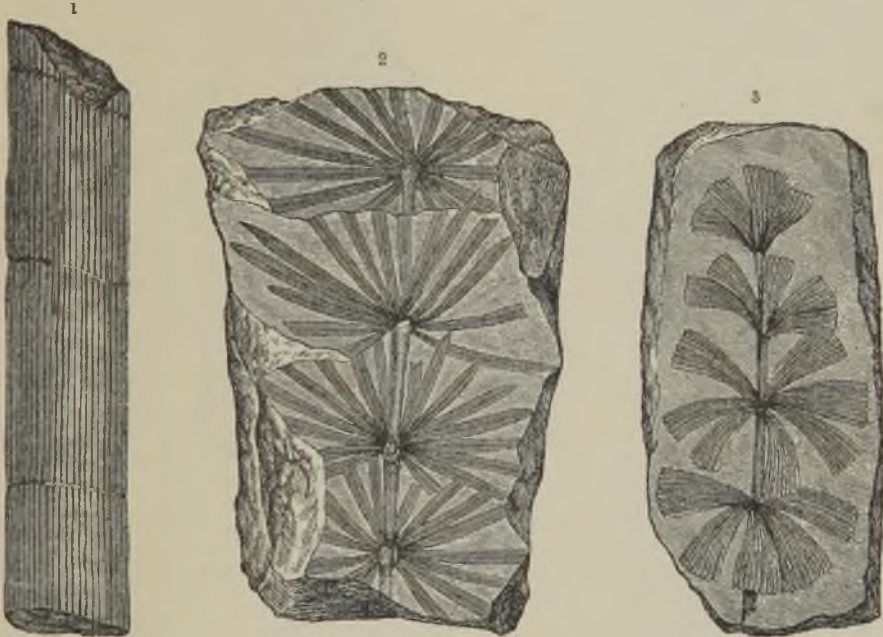
*Fig. 120.* Paproć żyjąca (*Aspidium*) z kupkami owocowemi (sori) na spodniej stronie liścia.

zakres naszych wiadomości, osiągnęliśmy już nawet piękne wyniki; ale jak wiele jeszcze pozostaje do zrobienia! Z początku poprzestawano głównie na badaniu tylko postaci zewnętrznej i cech najbardziej wybitnych i grupowano według tego poszczególne znalezione okazy, nie troszcząc się o wykrycie stosunków prawdziwych. Udało się wprawdzie w ten sposób objąć znaczny obszar faktów, nauczyć się rozpoznawać poszczególne gatunki i zbudować system, zadosyć czyniący celom geologicznym i górniczym. Ale istotna wiedza botaniczna nie czyniła przytem żadnych postępów, częstokroć nawet popadano w niewątpliwe błędy, jak to najlepiej przykład wyjaśnić może. Wśród paproci podział liści w gruncie rzeczy oparty został na ich postaci zewnętrznej i przebiegu żyłek liściowych czyli „nerwacyi“. Wszelako, porównując pomiędzy sobą typy żyjące, widzimy, że cecha ta zgoła nie jest rozstrzygającą; albowiem zestawianie paproci w grupy przyrodzone daje się uskutecznić tylko na podstawie znajdujących się na spodniej stronie liści t. zw. kupek (sori), w których się kryją ciała rozrodcze, zarodniki (spora; rys. 120), jako też na podstawie kształtu zarodni (sporangium); tymczasem całkiem podobne typy kształtu liściowego i przebiegu nerwów zdarzają się w działach zupełnie odrębnych i odwrotnie na jednej i tej samej roślinie mogą się trafiać liście o dwojakiej, a rdzennie różnej nerwacyi. Łatwo tedy domyślić się, że pośród paproci kopalnych często łączono ze sobą typy zupełnie odmienne, według zarodni znacznie od siebie oddalone, z drugiej zaś strony oddzielano od siebie liście rozmaicie unerwione, choć pomimo to do jednej należącej rośliny. W rzeczy samej znamy już spo-

ramą liczbę takich przypadków, gdzie skutkiem odnalezienia zarodniostanów musiano wprowadzić bardzo poważne zmiany. Niektóre z najbardziej rozpowszechnionych i najbardziej w gatunki obfitujących t. zw. rodzajów, jak *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Taeniopteris*, *Pecopteris*, nie są rodzajami istotnymi, lecz tylko typami nerwacyjnymi, które powtarzają się w rozmaitych działach paproci. A zatem, mówiąc o występowaniu w karbonie jakiejś *Sphenopteris*,

*Neuropteris* i t. d., bynajmniej nie dajemy wyniku oznaczania botanicznego, lecz tylko wyraz ujawniającego się w piętnie podrzędnem podobieństwa do jakiegoś typu niestałego. Pomimo to wszakże póty nie będziemy mogli obywać się bez tych sztucznych skupień, póki przez odnajdywanie zarodni nie zdobędziemy wskazówek, pozwalających oznaczyć istotne stanowisko wszystkich gatunków.

Znajomość roślin kopalnych pod względem rzeczowym w ostatnich czasach zrobiła duże postępy, po części wskutek rozleglejszego zastosowania mikroskopu, po części wskutek zbadania bardzo znacznego materiału; dzięki temu udało się wykazać związek między różnemi częściami, dawniej tylko zosobna znanymi, i wysledzić u większej liczby gatunków cechy takie, jak owocowanie paproci. Pod



Rys. 121. 1) Kawalek pnia *Archaeocalamites radiatus* (*Calamites transitionis*); 2) *Annularia*; 3) *Sphenophyllum*.  
(Wedł. F. Rómera).

względem formalnym wszakże nie spowodowało to jeszcze na razie żadnej zmiany na lepsze; przeciwnie, wytworzyło się nadzwyczaj zawile grupowanie wskutek kontrastu między dwiema częściami flory węglowej, z których jedna traktowana jest empirycznie według znamion zewnętrznych, a druga uporządkowana została według cech racjonalnych. Nie możemy więc zagłębiać się w zbyt szczegółowy opis flory karbońskiej.

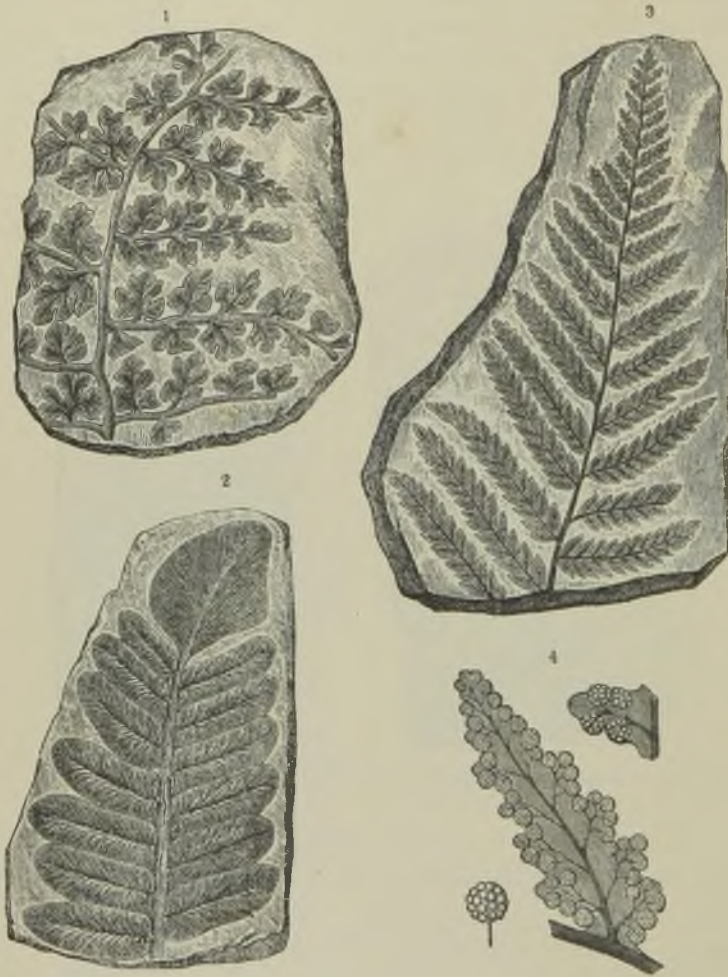
Pierwsza grupa typów łączy się ściśle z żyjącymi obecnie skrzypami: są to drzewiaste kalamarye (*Calamariaceae*); przedstawiciele tej rodziny różnią się od skrzypów wtórnym wzrostem na grubość<sup>1)</sup>, następnie zaś tem, że pochwy,

<sup>1)</sup> Wtórny wzrost roślin na grubość polega na wytwarzaniu się zamkniętego pierścienia drewna w wiązkach naczyniowych. Typowo rozwinięty u szyszkowych i dwuliściennych ten wzrost na grubość może także trafiać się i u wymarłych drzewiastych skrytopłciowych naczyniowych. Natomiast z wyjątkiem dwóch rodzajów niema go wcale u delikatnych skrytopłciowych flory teraźniejszej.



utworzone ze zrosniętych ze sobą liści na węzłach starszych łodyg, bardzo prędko rozpadają się na liście oddzielne, gdy u skrzypów dzisiejszych pochwy te utrzymują się w ciągu całego życia. Najczęściej trafiają się kalamity, jądra kamienne dużych rur rdzeniowych pnia i grubszych odnóg, które, tak samo jak próżnia rdzeniowa u skrzypów, były rozczłonkowane wpoprzek. Z innych form, należących do rodziny Calamariaceae, wymienimy annularye, szczątki roślin o długich cienkich łodygach i licznych okółkach wązkich liści, u podstawy zrosniętych w pochewkę, przytwierdzoną do brzegów przegród poprzecznych pomiędzy pojedynczymi odcinkami łodygi, która jest stawowata, tak samo jak u skrzypów (rys. 121, 2). I u asterofilitów wydłużone, wązkie liście są także ułożone w okółki. Dzięki szczęśliwie znalezionym okazom stało się później widocznym, że pnie kalamaryowe dźwigały ulistnione gałązki kształtu annularyi i asterofilitów, które wyrastały z pnia okółkami tuż ponad jego przedziałami poprzecznymi. Być może wszakże, nie

trzeba jeszcze z tego



Rys. 122. Paprocie systemu węglowego: 1) *Sphenopteris obtusiloba*; 2) *Neuropteris flexuosa*; 3) *Pecopteris dentata* (wedł. F. Römera); 4) *Oligocarpia Kliveri* (wedł. Potonié).

powodu wiązać z kalamaryami wszystkich annularyi i asterofilitów; w grupie kalamaryi bowiem obok form drzewiastych mogły istnieć i rośliny zielne o liściach annularyowych. W rzeczy samej, Renault wydzielił osobną grupę kalamaryi, które tak samo jak skrzypy flory dzisiejszej pozbawione były wzrostu na grubość i wyrastały towarzysko z poziomo pod ziemią rozkrzewionych kłączy<sup>1)</sup>, gdy tymczasem

<sup>1)</sup> Kłaczami czyli korzeniakami (rhizoma) nazywamy pędy podziemne, rosnące poziomo, z których wyrastają jużto liście, jużto łodygi ulistnione.

potężne kalamodendrony (*Calamodendreae*) posiadały wtórny wzrost na grubość, lecz były pozbawione kłaczy.

Okółkowej budowy kłosowate zarodniostany kalamaryi znane są w dużej ilości i różnitości. Niektóre z nich znalezione zostały w związku ze szczątkami kalamaryi, lecz u innych związek ten jest wątpliwy; tymczasem więc należy poprzestawać na opisywaniu samych tylko zarodniostanów. Z wielkimi trudnościami związane jest również i badanie pni; tak np. budowę wewnętrzną i wzrost na grubość wskutek wytwarzania wtórnego drewna zwykle można wykazać tylko na pniach skrzemieniałych; takie zaś pnie prawie zawsze leżą w odosobnieniu, bez gałęzi z liśćmi i bez owocostanów. Najczęściej znajduwane, a mianem kalamitów oznaczane okazy (rys. 121,<sup>1</sup>), jak wyżej już powiedziano, nie są pniami całkowitymi, lecz tylko wypełnieniami obszernych rur rdzeniowych. Mianowicie podczas procesu kamienienia pulchny rdzeń szybko ulegał zniszczeniu a zastępowała go masa skalna, na której powstawały brózdki odciskane przez żeberka drewna, wystające na wewnątrz rury. Na częściach przyziemnych kształtu stożkowatego lub wrzecionowatego, szybko się zwężających, widać gęsto skupione węzły, z których miast liści wyrastały liczne korzenie.

Z kalamaryami związane również rodzaj *Sphenophyllum* (rys. 121,<sup>3</sup>); nazwą tą obejmujemy wpoprzek rozczłonkowane łodygi zielne z klinowatymi liśćmi o tępo uciętym końcu przednim. Niema tu wszakże bliższego pokrewieństwa z kalamaryami; w budowie łodyg i zarodniostanów ujawnia się pewna styczność z paprociami. *Sphenophylleae* tworzą całkiem samodzielną rodzinę roślin skrytokwiatowych naczyniowych.

Paprocie systemu węglowego w większości swej, jak się zdaje, nie były roślinami zielnymi, takimi, jak formy w naszych okolicach rosnące; były to przeważnie paprocie drzewiaste o mocnym, zdrewniałym pniu, jakie dzisiaj trafiają się w krajach cieplejszych o klimacie wilgotnym. I tutaj, niestety, krępująco oddziaływa okoliczność, że części pojedyncze nie są ze sobą w całość połączone, ale trafiają się oddzielnie; pnie kopalne bardzo rzadko bywają z liśćmi połączone.

Pnie paproci, częstokroć skrzemieniałe, zaliczono do rodzajów *Caulopteris*, *Psaronius*, *Megaphyllum* i t. d., które różnią się pomiędzy sobą kształtem, położeniem blizn liściowych i budową mikroskopową. Znacznie ważniejsze są liście, których badanie, co prawda, jest połączone z największymi trudnościami. Na rysunku 122,<sup>1-3</sup>, widzimy kilka rodzajów najważniejszych, utworzonych jedynie według przebiegu nerwów liści i zewnętrznego ich kształtu; rodzaje te, naukowo wprawdzie nieuzasadnione, są jeszcze niezbędne dla zadośćuczynienia potrzebom praktycznym, dla oznaczania wieku geologicznego osadów.

Odnalezienie kupek zarodni (rys. 122,<sup>4</sup>) umożliwiło właściwą klasyfikację pewnej części form, a zarazem porównywanie flory paproci karbonu z taką samą florą teraźniejszą. Badania Stura ten ciekawy wydały rezultat, że rodzina *Marrattiaceae*, obecnie w niewielu tylko jeszcze rodzajach w krajach zwrotnikowych istniejąca, podczas formacji węglowej była nadzwyczaj rozpowszechniona i roztaczała ogromne bogactwo typów rodzajowych. Spotykamy następnie typy zbliżone do przedstawicieli rodzin *Hymenophyllaceae*, *Gleicheniaceae*, *Osmundaceae*



i Schizaeaceae. Na ostatek trzeba jeszcze może wymienić rodzinę Ophioglossaceae, do której obecnie należy np. nasz znany podejźrzon (*Botrychium lunaria*), tak pospolity w niektórych okolicach. Do tej rodziny właśnie przyłączane bywają *Botryopterideae*; tutaj także niektórzy paleontologowie mieszczą rodzaje *Rhacopteris* i *Noeggerathia* (rys. 125). Dość rozpowszechnione te formy uważano pierwotnie za sagowcowate (*Cycadeae*), później wszakże zaliczono je do paproci. W czasach ostatnich wrócono ponownie do poglądu pierwotnego, choć może nieślusnie. Przedstawiciele rodziny *Polypodiaceae*, dzisiaj stanowczo największej i najliczniejszej grupy paproci, nie zdołano z całą pewnością wykazać we florze węglowej.

Gdyby nam danem było spojrzeć na krajobraz karboński, to najbardziej uderzającym i obcym zjawiskiem dla naszego oka byłyby zapewne szcze-



Rys. 123. *Selaginella spinulosa*, widłak żyjący w wielkości naturalnej, najbliższy krewiuk lepidodendronów.

gólne lepidodendrony i sygilarye: potężne drzewa, częstokroć słabo rozgałęzione i wązkimi liśćmi osadzone, a których kora z najściślejszą prawidłowością gęsto okryta była wielkimi, osobliwymi sęczkami (poduszczkami) i bliznami po opadłych liściach. One to grały najważniejszą rolę w świecie roślinnym okresu ówczesnego i dostarczyły największej ilości materiału dla osadzających się pokładów węgla kamiennego. Aczkolwiek bogate zdobnictwo pnia przy dokładniejszej jego obserwacji może podziw wzbudzać, to je-

dnak olbrzymie lasy złożone z lepidodendronów i sygilaryi w ogólności musiały przedstawiać widok beznadziejnie smutny i nawet szpetny. Sygilarye o prawie pojedynczym pniu, wypuszczającym nieliczne tylko gałęzie, gdyż co najwyżej rozwidłał on się jeden lub dwa razy u góry, o szczeciastych liściach, z kształtu podobne były do szczotek, używanych do czyszczenia cylindrów lampowych; lepidodendrony rozwidlały się wprawdzie częściej, konary ich rozpościerały się szerzej, lecz nie tworzyły gęstej cienistej korony; tak iż drzewa te były prawdziwym wizerunkiem nagości, który nie zgadza się z pospolitem wyobrażeniem o lasach karbonu,



Tabl. III. Krajobraz karboński.



jako o podzwrotnikowo-bujnych puszczech dziewiczych. Nie łatwo jest, co prawda, wytworzyć sobie dostateczne wyobrażenie o krajobrazowym charakterze epoki ówczesnej. Przedstawiony na załączonej tabl. III krajobraz karboński może dać przynajmniej pewne przybliżone pojęcie o niezbyt pięknych (z naszego punktu widzenia) typach wegetacyjnych okresu węglowego. Na bagnistej nizinie rosną podobne do skrzypów kalamarye, a słabe wzniesienie gruntu z lewej strony okryte jest mieszanym lasem lepidodendronów i sygilaryi.

W teraźniejszym naszym otoczeniu form, pokrewnych potężnym lepidodendronom świata zaginionego, nie możemy szukać pośród roślin, które tak samo jak one wysoko wznoszą się ku niebu; całą swą budową zbliżają się one najbardziej



Rys. 124. 1) Kawałek pnia *Lepidodendron Sternbergi* z korą częściowo zachowaną (wedł. F. Römera);  
2) *Cordaites*, w mocnym zmniejszeniu (wedł. Grand d'Eury).

do przeważnie drobnych dzisiejszych widłaków (*Lycopodiaceae*), a także do widliczek (*Selaginellaceae*), np. do widliczki ciernistej, *Selaginella spinulosa* (rys. 123). Co prawda profanowi przy porównywaniu tych roślin ze sobą z ledwością tylko chyba udałoby się domyślić zachodzącego między nimi stosunku pokrewieństwa, a i sami paleontologowie przez długi czas byli w dużym kłopotcie, co począć z lepidodendronami, dopóki Brongniart nie rozproszył ciemności swymi ścisłymi badaniami. Potężny pień całkowicie pokrywają dość duże eliptyczne „sęczki (poduszcзки) liściowe“, ułożone w szeregi spiralne; na sęczkach tych po opadnięciu liści pozostają wyraźne blizny. Sęczki te wraz z ich bliznami stanowią cechy, służące do oznaczania gatunków, lecz należy bardzo przeczornie posługiwać się nimi, gdyż nie tylko wiek zmienia ich postać, lecz i samo zachowanie może im bardzo różny wygląd nadawać. Kora jest gruba i zachowała się często w posta-

ci warstwy węgla, na której niekiedy dokładnie śledzić można budowę sęczków i blizn (rys. 124, 1); zazwyczaj jednak zwęglona kora łatwo się odkrusza i wtedy ukazują się pnie o zupełnie innej rzeźbie powierzchni, a z nich szczególnie znany jest ten, który oznaczono mianem *Knorria*. Gdy wreszcie cała kora odpadła, to pod nią dostrzegamy odcisk wewnętrzny, na którym sęcзки dają się jeszcze rozpoznać, lecz mają tak dalece odmienny wygląd, że na tych różnicach w stanie zachowania oparte być musiały nie tylko osobne gatunki, lecz nawet rodzaje, jak *Aspidiopsis*. Najczęściej pnie, leżące w skale, są zupełnie płasko zgniecione, dobrze zachowaną bywa tylko kora z jej sęczkami liściowymi, a natomiast drewno ulega sprasowaniu na ciekłą blaszkę.



Rys. 125. *Noeggerathia*, z systemu węglowego.  
(Wedł. Sturaj).

Potężny pień, częstokroć około 40 m wysoki, w dość znacznej odległości od ziemi rozwidła się na dwa konary zupełnie jednakowej grubości; każdy z nich również tak samo dzieli się jeszcze kilka razy, skutkiem czego powstaje ograniczona liczba rozgałęzień. Z dolnej części pnia liście opadały, natomiast rozgałęzienia wyższe były gęsto okryte szczecinowatymi, wązkimi liśćmi, na końcach zaś ich osadzone były szyszkowate zarodniostany, *lepidostrobus*; szyszki te wszakże zazwyczaj trafiają się oddzielnie i dlatego też tylko w szczególnie pomyslnych przypadkach można było poznać stosunek ich do rośliny macierzystej. W właściwy sobie sposób ukształtowane są kłącze, korzeniaki, tych roślin, zwane *stigmariami*, których prawdziwego znaczenia długo nie umiano rozpoznać. Są to ciała korzeniokształtne, których krótki pieńkowaty ośrodek dzieli się na cztery wielokrotnie rozwidlające się odnogi. Mogą one dosięgać długości 6 m i więcej i są całkowicie pokryte kolistymi bliznami, do których przy dobrem zachowaniu przytwierdzone bywają walcowate przysadki, które spełniały czynność korzeni. *Stygmarye* te, które częstokroć ca-

lymi tysiącami znajdują się w glinach łupkowych, były przedmiotem najróżnorodniejszych tłumaczeń, dopóki drogą badań mikroskopowych wewnętrznej ich budowy nie przekonano się o ścisłym związku między *stygmaryami* a *sygilarymi* i *lepidodendronami* i nie znaleziono drzew, które u dołu przechodziły w *stygmarye*. Znamy miejscowości, w których *stygmarye* występują tysiącami, *sygilary* zaś niema wcale, ponieważ jednak znajduje się tam jednocześnie mnóstwo *lepidodendronów*, nasuwa się więc przypuszczenie, że *stygmarye* musiały również stanowić część *lepidodendronów*. Przypuszczenie to zostało potwierdzone przez znajdujące



nie pni lepidodendronów połączonych jeszcze z kłęczami zupełnie podobnymi do stygmaryi.

Zgodność w budowie kłęczy u sygilaryi i lepidodendronów sama przez się już pozwala wnosić o istnieniu między oboma tymi rodzajami niejakiemu pokrewieństwu, a i pod niektórymi innymi względami daje się zauważyć stosunek podobny: pień sygilaryi jest zupełnie prosty, słupowaty, albo bez żadnych wogóle rozgałęzień, albo też z bardzo tylko nielicznymi rozwidleniami; bliźny liściowe leżą w szeregach pionowych, jedne ponad drugimi, w ten sposób przytem, że bliźny dwóch obok siebie położonych szeregów są naprzemianległe. I budowa drewna bardzo jest zbliżona do tej, jaką posiada rodzaj *Lepidodendron*; oba rodzaje wykazują wzrost na grubość skutkiem tworzenia się drewna wtórnego. Stan zachowania jest zwykle taki sam, jak u lepidodendronów, pnie są przeważnie zupełnie splecione, a różnice wyglądu, spowodowane opadaniem kory, są równie znaczne jak u tamtych.

Lecz obok znacznego podobieństwa w niektórych punktach, pod innymi względami istnieją i bardzo poważne różnice między oboma działami; wypowiedziano nawet skutkiem tego zdanie, że sygilaryi wogóle do skrytokwiatowych zaliczać niepodobna, lecz do nagozalażkowych (*Gymnospermae*), mianowicie do sagowcowatych lub iglastych, a co najmniej zajmować one mają stanowisko przejściowe między skrytokwiatowymi a sagowcowatymi. Pogląd ten wszakże nie jest jeszcze dostatecznie uzasadniony.

Z całą pewnością za to do nagozalażkowych zaliczyć należy *Cordaitaceae*. Formy te znane są od dawna, lecz dopiero przed niewielu laty zrozumiano, czem one są w istocie. Kordaity były drzewami o wysmukłym pniu, rozgałęzionej koronie i długo-eliptycznych lub wstęgowato wydłużonych liściach (rys. 124, 2). Liście te, przejęte nerwami równoległymi, przypominają poniekąd liście dracen. Kordaity rzeczywiście przez czas dłuższy mieszczono wśród jednoliściennych, a ich okrągłe lub sercowate nasiona porównywano z nasionami palm, póki nareszcie badanie mikroskopowe ich kwiatostanów nie dowiodło przynależności tych roślin do nagozalażkowych. Wszelako ani kwiatostany, ani nasiona, ani też budowa drewna nie dają możności przyłączenia ich bezpośrednio do jakiegokolwiek z żyjących obecnie grup nagozalażkowych; musimy przeto uważać kordaity za samodzielną grupę nagozalażkowych, którą tuż obok iglastych i sagowcowatych postawić należy. W wielu terenach węglowych nasiona kordaitów (*Cordaicarpus*, *Trigonocarpus*) i pnie znane pod nazwą *Araucaroxyton* trafiają się w tak znacznej ilości, że nie ulega wątpliwości, iż rośliny te stanowiły ważną część składową flory karbońskiej. Mniej wyraźnie występuje druga grupa nagozalażkowych, sagowcowate (*Cycadeae*). Jeżeli *noeggeracye* (rys. 125) istotnie za rośliny sagowcowate uważać wypada, co jeszcze pewne nie jest, to i ta grupa byłaby szeroko w karbonie rozpowszechnioną. Okazy najlepsze i najbardziej decydujące, opisywane pod nazwą *Plagiozamites*, pochodzą dopiero z systemu permskiego. Niektóre pnie, jak *Medullosa*, należą, być może, do roślin pokrewnych sagowcowatym.

Dotychczas jeszcze nie znaleziono w systemie węglowym właściwych roślin kwiatowych, okrytozalażkowych; najwyżej przeto uorganizowane formy wegetacyjne tego systemu stanowią rośliny nagozalażkowe (*Gymnospermae*).

## Tworzenie się pokładów węgla.

Wśród tych, co nie są bliżej obeznani z występowaniem kopalnych szczątków roślinnych, pospolitem jest mniemanie, że szczątki te w dobrym zachowaniu zawiera przede wszystkim sam węgiel kamienny i że właśnie jego pokłady są głównym miejscem znajdowania skamieniałości roślinnych. Mniemanie to bynajmniej nie odpowiada rzeczywistości: przepyszne okazy paproci, kalamitów, sygilaryi, lepidodendronów i t. d. pochodzą z glin łupkowych i piaskowców, które towarzyszą węglowi kamiennemu; sam węgiel zaś prawie nigdy wyraźnych szczątków roślinnych nie zawiera, lecz stanowi zbitą masę zwykle o przełamie muszlowym, w której ani gołem okiem, ani też nawet w słabym powiększeniu żadnych śladów budowy organicznej nie dostrzeżemy. Budowa komórkowa nawet w szlifie mikroskopowym nie jest zbyt wyraźną, a delikatne jej szczegóły można wydobyć na jaw dopiero za pomocą zmuśnionych metod.

Dopóki drobiazgowych tych badań jeszcze nie przeprowadzono, wysoce uderzającym wydawać się musiał kontrast między łupkami z ich wybornie zachowanymi roślinami a węglem, w którym roślin tych dopatrzeć się niepodobna. Niektórzy badacze wywnioskowali stąd nawet, że te wyżej uorganizowane rośliny w bardzo drobnej tylko mierze lub nawet wcale nie przyczyniły się do wytwarzania pokładów węgla kamiennego, które, zdaniem ich, osadziły się w morzu i powstały z nagromadzenia nizko uorganizowanych roślin wodnych, w szczególności zaś wodorostów. Miano tu na myśli warunki, które obecnie przedstawia morze Sargassowe, ta część oceanu Atlantyckiego, gdzie niezmierne mnóstwo morskich napęnia wodę, i przypuszczano zarazem, że i dziś także na dnie morza Sargassowego tworzy się węgiel kamienny. Co prawda, brak szczątków zwierząt morskich w „produkcyjnej“ formacji węglowej; dalej nie dające się wytłumaczyć zjawisko, że łupki, uwarstwione naprzemian z pokładami węgla, zawierają nie wodorosty, lecz rośliny lądowe; wreszcie wynik badań głębin morskich, które dowiodły, że na dnie morza Sargassowego niema żadnych nagromadzeń obumarłych morskich; wszystko to przemawiało przeciwko poglądom powyższym. Wszelako cios ostateczny zadały im dopiero ściśle obserwacje mikroskopowe. Göppert, Gümbel i Renault tak wyczerpująco zbadali nadzwyczaj obfity materiał, iż żadnej co do pochodzenia węgla kamiennego nie możemy już mieć wątpliwości.

Wynikiem tych badań jest, że węgiel kamienny składa się w całości z części i okruchów roślin, co prawda, mocno zmienionych, lecz o widocznej jeszcze budowie roślinnej; materiału na pokłady węgla dostarczyły przeważnie lepidodendrony, sygilarye, kalamarye i różne rośliny im pokrewne. Badanie tkanek roślin zwęglonych wykazało, że węgiel powstał z liści, drewna, a przede wszystkim z korkowych warstw kory, prócz tego zaś, że własności chemiczne i fizyczne węgla zależą istotnie od rodzaju roślin, które przyczyniły się do wytworzenia odnośnych pokładów.

Pewnym jest tedy tworzenie się węgla kamiennych z roślin lądowych; pozostaje jeszcze rozstrzygnąć drugie pytanie, czy roślinność ówczesna bezpośrednio na tem samym miejscu, gdzie rosła, przeobrażała się w węgiel i tworzyła jego pokła-



dy, czy też mamy do czynienia z nagromadzeniami materiału roślinnego, zniesionego przez wodę na niziny. Dawniej mniemano powszechnie, że w tworzeniu się pokładów węgla wybitny udział przypisać należy drzewu, które rzeki spławiają do morza lub jezior. Nie jest wprawdzie wyłączeniem, że w ten sposób wytworzyć się mogły niektóre nieznaczne a bardzo nieprawidłowe pokłady węgla, które są wtrącone między osady morskie; wszelako czynnika takiego nie można wciągać w rachubę, gdy chodzi o normalne warstwy węglowe, które rozpościerają się w jednokowej grubości na znacznych przestrzeniach. Dlatego też obecnie, oceniając należyte trudności, następujące się teorii drzewa napływowego, odrzuca się myśl o powstawaniu węgla ze znoszonych przez wodę mas nienaruszonych pni drzewnych; natomiast przypuszcza się, że w okolicach o niezmiernie bogatej i bujnej wegetacji wody bieżące znosiły na dół z miejsc wyższych butwiejące rośliny, próchno drzewne, jednym słowem całe mnóstwo gnijących materii roślinnych, które tutaj na dole osadzały się w jeziorach, w głębi łąd leżących.

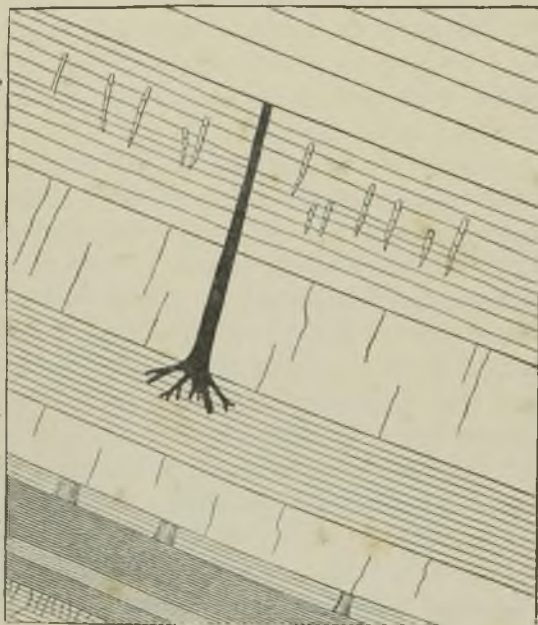
Przeciwieństwem poglądu powyższego jest mniemanie, że pokłady węgla powstały z roślinności bagnisto-leśnej, w tem samym miejscu niegdyś rosnącej. Roślinność ta miała pokrywać rozległe równiny, a w okolicach nadbrzeżnych na wzór teraźniejszych gąszczy mangrowiowych wkraczała w morze. Najważniejszych punktów oparcia tego ostatniego poglądu dostarczają badania podłoża pokładów węglowych, które zrobiono najpierw w Anglii, a później i gdzieindziej. Np. koło Swansea w Walii południowej podścielisko każdego z licznych pokładów węgla tworzy piaszczysta glina łupkowa, t. zw. underclay, niejako spód pokładów. W glinie tej korzenia się liczne stygmarye, kłacze sygilaryi i lepidodendronów, częstokroć zupełnie nawet nie zgniecione i w położeniu naturalnem, podczas gdy pnie, z korzeniami tymi połączone, na wysokość kilku metrów przebijają pokłady węgla i pokrywające je ławice piaskowca (rys. 126). Te prosto stojące pnie występują bardzo licznie i z wielką prawidłowością, co dowodzi, że nie są to drzewa przyniesione przez wodę, które tylko wskutek obciążonych ziemią korzeni zdołały się utrzymać w położeniu pionowem. Jeszcze wyraźniej wypływa to z warunków występowania tych drzew w Lancashirejskiem polu węglowem—gdzie grunt, w którym się one korzeniły, usiany był szyszkami tych roślin—lub w Nowej Szkocji—gdzie w wydrążeniach drzew takich znaleziono ślimaki łądowe, wije i szkielet stegocefalowy. Według H. Potonięgo walcowate, zwykle jednak w postaci wstęgowatej zachowane przysadki stygmaryi zajmują częstokroć w otaczającej glinie łupkowej naturalne położenie względem konaru głównego, a, wobec nadzwyczajnej delikatności tych organów, możliwem to jest tylko w tym przypadku, jeśli stygmarye rosły w tem samym miejscu, gdzie je obecnie znajdujemy.

Z przykładów powyżej przytoczonych, których ilość z łatwością powiększyć byśmy mogli, można bezpiecznie wyprowadzić wniosek, że pokłady węgla tworzyły się często w tych miejscach, w których niegdyś istniała bogata roślinność leśna lub bagnista. Dalej, ponieważ często się zdarza, że kilka pokładów leży jeden nad drugim, przedzielają je zaś piaskowce i łupki, węgla nie zawierające, przeto wypada stąd oczywiście, że w jednym i tem samym miejscu warunki, sprzyjające powstawaniu pokładów węglowych, kilkakroć się wytwarzały i również często zanikały. Inne to już wszakże pytanie, czy pokłady węgla składają się wyłącznie

z odpadków tej roślinności miejscowej, czy też w tworzeniu się węgla brał także udział materiał roślinny, skądinąd przez wodę przyniesiony.

Łatwo sobie można wystawić, iż rzeki, których łożyska w Newcastle lub na krawędzi południowo-francuskiej płyty środkowej jeszcze teraz dadzą się wykazać, znosiły wraz ze żwirem, piaskiem i mułem także materiał roślinny do rozległych nizin, lasów bagniskowych lub do płytkich zagłębi śródziemnych, lub wreszcie do terenów deltowych. Materiał grubszy wraz z ciężkimi pniami i gałęziami osiadał niebawem, natomiast drobniejsze cząstki materii roślinnych mogły zostać

zawleczone daleko i osadzały się albo samodzielnie, albo też w miejscach, gdzie już się tworzyły skupienia „tubyleczych“ materii roślinnych, powstające z roślin, które żyły na miejscu. Że znoszenie przez wodę cząstek roślinnych jest nie tylko przypuszczeniem, lecz do pewnego stopnia faktem, który istotnie zachodzić musiał, to między innymi wypływa ze szczególnego wykształcenia formacji węglowej w okolicy Jowa-City. Formacja węglowa rozpościerała się tam przekraczając na znacznie starszych geologicznie pokładach dewońskich i sylurskich; utwory karbońskie wcisnęły się przytem w wydrążenia wapienia dewońskiego i utworzyły wewnątrz nich małe uwarstwione osady. „Glina osiadała wraz z zębami ryb, a nad nią cienka wstęga węglowa; ta ostatnia jednakże tylko wtedy tworzyć się mogła, gdy cała jaskinia wypełniona była wodą błotnistą z domieszką zawieszonych w niej rozłożonych cząstek roślinnych, które w jaskini zbierały się u góry. Z wszelką też pewnością przytaczany bywa fakt, że pokładom węglowym w Illinois często brakuje gliny spodkowej, skutkiem czego spoczywają one bezpośrednio na łupku lub wapieniu, w takich zaś razach należy przypuszczać, że masy materii roślinnych przyniesione zostały z innego miejsca; wiemy zaś przytem, że pokłady te w stronę Nebraski przechodzą w warstwy gliny łupkowej, popruszone tylko niejako pojedynczymi, porozrywanyymi szczątkami roślin“. (E. Suess.)



Rys. 126. Przekrój systemu węglowego w South Joggins w Nowej Szkocji: 1) łupek i piaskowiec; 2) piaskowiec i łupek 2,4 m, z prosto stojącymi kalamitami; 3) piaskowiec szary 2,1 m; 4) łupek szary 1,2 m, w którym rozkorenienia się pień, przebijający 4,6 m piaskowca i łupku; 5) piaskowiec szary 1,2 m; 6) łupek szary 0,15 m, z prosto stojącymi i powalonymi drzewami z włóknami korzeniowymi; 7) pokład węgla 1,52 m, rozdzielony warstwą łupku; 8) glina spodkowa („underclay“) z włóknami korzeniowymi. (Wedł. W. Dawsona)

zawieszonych w niej rozłożonych cząstek roślinnych, które w jaskini zbierały się u góry. Z wszelką też pewnością przytaczany bywa fakt, że pokładom węglowym w Illinois często brakuje gliny spodkowej, skutkiem czego spoczywają one bezpośrednio na łupku lub wapieniu, w takich zaś razach należy przypuszczać, że masy materii roślinnych przyniesione zostały z innego miejsca; wiemy zaś przytem, że pokłady te w stronę Nebraski przechodzą w warstwy gliny łupkowej, popruszone tylko niejako pojedynczymi, porozrywanyymi szczątkami roślin“. (E. Suess.)

Zwolennicy teorii napływowej powołują się prócz tego na często się zdarzające subtelne uwarstwienie pokładów węgla i na wielokrotne kolejne następstwo



cienkich warstw łupku i węgla; wszakże Grand'Eury i inni badacze francuscy najważniejsze dowody, popierające tę teorię, zaczerpnęli ze ściślej obserwacji procesu butwienia roślin. Natomiast przeciwko tej teorii przemawia fakt, że pokłady węgla zupełnie równomiernie rozpościerają się na ogromnych przestrzeniach, mierzących niekiedy wiele tysięcy kilometrów kwadratowych; z pewnością bowiem mało jest prawdopodobnym, aby butwiejące materye roślinne mogły równomiernie i do tego wyłącznie osadzać się na tak znacznych obszarach.

Jeżeli w procesach terazniejszych szukać będziemy punktów porównania, to—obok wspomnianych już bagien mangrowiowych, tworzących nieprzebyte gęszcze na niskich przestrzeniach nadbrzeżnych pasa zwrotnikowego, i obok bujnych lasów bagniskowych delt i starych, na pół zamulonych koryt rzecznych — przedewszystkiem będziemy musieli brać pod rozwagę torfowiska, zwłaszcza zaś moczary leśne Ameryki Północnej, t. zw. „swamps“. Oczywiście niema tu nawet mowy o całkowitej zgodności z naszymi torfowiskami, te bowiem w gruncie rzeczy rozwijają się kosztem wegetacji mchów, gdy owe stare osady materyał swój zawdzięczają wielkim, drzewiastym roślinom; zgodność ta polega jedynie na panowaniu jednakowych warunków zewnętrznych, na niekompletnym rozkładzie roślinności błotnej, wskutek zatamowania przez wodę dostępu powietrza. Nie ulega prawie żadnej wątpliwości, że węgle brunatne epoki trzeciorzędowej w znacznej części powstały w ten sam sposób, co nasze torfowiska; młodsze zaś węgle epoki mezozoicznej stanowią ogniwo pośrednie, łączące węgiel kamienny okresu karbońskiego z tamtymi młodocianymi utworami.

Ze spostrzeżeń w naturze przeto wynika cały szereg faktów, które przemawiają za tem, że węgiel kamienny pochodzenie swe może zawdzięczać różnorodnym procesom. Niektóre bliższe okoliczności nie zostały jeszcze dostatecznie wyjaśnione, lecz, jak się zdaje, jest rzeczą dość pewną, że różnorodne procesy, prowadzące do tworzenia się pokładów węgla, wcale nie wyłączały się nawzajem. W wielu razach węgiel mógł powstać wyłącznie z nagromadzenia się odpadków roślinności, w tem samym miejscu niegdyś żyjącej, kiedyindziej znów przyczyniały się do tego i materye roślinne, skądinąd przez wodę przyniesione, które zresztą mogły tworzyć nawet osobne pokłady. Za teren powstawania węgla, stosownie do okoliczności, służyły zarówno płytkie jeziora śródlądowe, jak szerokie doliny rzeczne i delty, lub też niziny pomorskie.

Niejednokrotnie próbowano obliczyć czas, potrzebny do utworzenia się pokładu węgla, lecz wszystkie te obliczenia spoczywają jeszcze na bardzo chwiejnych podstawach; pewnem jest tylko to, że osadzanie się piaskowca odbywać się musiało dość szybko, inaczej bowiem nie potrafiłyby się zachować stojące pionowo pnie drzew, które w tylu już miejscowościach zdołano dostrzedz.

## Rozprzestrzenie roślin węglowych i klimat epoki węglowej.

Po tem, co wyżej powiedziano, możemy już przynajmniej w ogólnych rysach wytworzyć sobie obraz sposobu tworzenia się węgla. Jednakże w waż-

nych szczegółach tej sprawy tkwi wiele niezmiernie trudnych pytań, stanowiących w części jeszcze nierozwiązane zagadki. Trudnem do wytłumaczenia zjawiskiem jest już ta jedna okoliczność, że we wszystkich systemach wcześniejszych pokłady węgla trafiają się bardzo rzadko, oraz że i we wszystkich późniejszych znane są one w znacznie mniejszej ilości. Wszelako może jeszcze dziwniejsze jest rozprzestrzenienie geograficzne pokładów węgla i roślin im towarzyszących, które nawet w bardzo odległych okolicach uderzająco są jednostajne. Co prawda, stanowczo jest niesłusznem twierdzenie, jakoby flora karbońska posiadała rozprzestrzenienie powszechne i była wszędzie też sama. Tak np. we florze karbońskiej Ameryki znajdujemy znaczną liczbę gatunków, w części nawet dość rozpowszechnionych, których w Europie wcale niema; zresztą i prócz tego istnieją także pewne oznaki klimatycznego zróżniczkowania flory karbońskiej.

Bądź co bądź dosyć uderzającą jest rzeczą, że jednakową, w najgłówniejszych przynajmniej zarysach, florę, spotykamy w Europie, w Syberyi, w Chinach, na półwyspie Synai i w Ameryce Północnej, w Brazylii, Australii, Tasmanii, jako też w lodowatych okolicach podbiegunowych, na wyspie Niedźwiedziej, na Szpicbergu, na Nowej Ziemi i w Ameryce podbiegunowej. Geologowie wiele już sobie głowy z tego powodu nałamali i nałamią jeszcze w przyszłości. Ogromna ilość węgla kamiennego, osadzona w pokładach, zrodziła przypuszczenie, że wówczas od równika aż do biegunów rozprzestrzeniona była bujna roślinność. taka, jaka tylko w podzwrotnikowem gorącu rozwinąć się mogła, że zatem na całej ziemi panował wtedy klimat równomierny i ciepły. Jednakże już w podstawowych założeniach tego poglądu tkwi kilka bardzo poważnych błędów. Przedewszystkiem fałszem jest, iż bujna roślinność tylko w krajach gorących rozwijać się może: lasy dziewicze Ziemi Ognistej i wielu innych okolic pasa umiarkowanego rozciągają niezmierny przepych życia roślinnego, mogącego w zupełności zadosyć uczynić wszelkim wymaganym warunkom tworzenia się węgla. Tymczasem wszakże niema żadnych powodów, zniewalających nas do przypuszczania, że pokłady węgla utworzone zostały przez roślinność bogatą. Największe i najważniejsze nagromadzenia materii roślinnych znajdujemy dzisiaj w swampach (swamps) i w torfowiskach, które materiały, do wytwarzania ich służący, zawdzięczają przeważnie nielicznym drobnym i niepozornym mchom. Właśnie też w sprawie powstawania pokładów tego rodzaju chodzi przedewszystkiem nie tyle o ilość materii roślinnych, ile o to, czy warunki zewnętrzne przeszkadzają lub nie szybkiemu ich rozkładowi. Rozkład ten w temperaturze wysokiej odbywa się prędzej i dokładniej niż w niskiej, wskutek czego w krajach cieplejszych nigdzie niema torfowisk lub innych zbliżonych do nich skupień materii roślinnych. Torfowiska, które teraz same jedne tylko nadają się do porównywania z pokładami węgla, w występowaniu swem ograniczone są zgoła tylko do okolic chłodnych i zimnych; okoliczność tę, prawdopodobnie nie bez pewnej racyi, uważano za dowód tego, że tworzenie się węgla kamiennego także nie odbywało się w klimacie podzwrotnikowym.

Zwolennicy poglądu przeciwnego, w celu wzmocnienia jego, zwracali uwagę na to, że paprocie drzewiaste, w takim mnóstwie form występujące w systemie węglowym, rzeczywiście bardzo są zbliżone do nowoczesnych typów podzwrotnikowych. Wiemy już wszakże, jak dalece niepewne są wszelkie na analogii oparte



wnioski o warunkach życia prastarych organizmów, wyprowadzane z geograficznego rozprzestrzenienia dzisiejszych typów pokrewnych (por. str. 25). Oprócz tego występowanie paproci drzewiastych pod zwrotnikami nie jest bynajmniej jakąś regułą bez wyjątku, albowiem na półkuli południowej pewna liczba tych paproci żyje w pasie umiarkowanym, a w Ameryce Południowej wkraczają one nawet do okolic o klimacie dosyć zimnym.

A zatem występowanie paproci drzewiastych nie jest bynajmniej stanowczym dowodem klimatu gorącego, a jeszcze trudniej wyprowadzić podobny wniosek z występowania innego, dziś jeszcze żyjącego, działu roślin karbońskich, mianowicie drzew szyszkowych czyli iglastych, obecnie najbardziej w pasie umiarkowanym rozpowszechnionych. Twierdzono wreszcie, że kalamarye, a może także sigilarye i lepidodendrony były roślinami jednorocznymi, które w przeciągu jednego roku dochodziły do swej potężnej wielkości, a potem umierały. Co prawda, przykłady roślin jednorocznych o tak potężnych wymiarach trafiają się obecnie tylko pod zwrotnikami; niema dowodów atoli, że wymienione drzewa węglowe właśnie do tej kategorii należały.

W dociekaniach tych uwzględniano również faunę morską, a zwłaszcza w występowaniu koralów rafowych na dalekiej północy przypisywano znaczenie decydujące, gdyż zwierzęta te dzisiaj zamieszkują tylko te morza, w których temperatura wody przez cały rok nigdy nie spada poniżej 20° C. Lecz, jak już wyżej widzieliśmy (str. 25 i 26), nawet ten kuszący argument nie jest bynajmniej rozstrzygający.

Reasumując otrzymane wyniki, znajdujemy, że, pomijając mało zbadaną półkulę południową, od 30 do 76 stopnia szerokości północnej, panowała niegdyś roślinność prawie jednakowa, która wskazuje na klimat jednostajny, lecz nie gorący.

Oczywiście nasuwa się natychmiast pytanie, jakie przyczyny wywoływały osobliwe te zjawiska. Przypuszczano, że podczas formacji starych, gdy stała, zastężyła skorupa ziemi była jeszcze znacznie cieńsza, niż dzisiaj, ciepło wewnętrzne ziemi wywierało na klimat wpływ istotnie decydujący; wyobrażano sobie, że wskutek tego podziemnego ogrzewania na całej kuli ziemskiej wszędzie panowało ciepło równomierne i tak znaczne, że ciepło słoneczne obok niego nie wchodziło już w rachubę. Jednakże Wiliam Thomson wykazał w sposób przekonujący i zupełnie pewny, że przypuszczenie takie należy bezwarunkowo do dziedziny niemożliwości. Jakieś istotne podniesienie się temperatury na tej drodze jest raz na zawsze wyłączone, gdyż musiałoby się opierać na przypuszczaniu ogromnie wysokich stopni gorąca już w nadzwyczaj niewielkiej głębokości pod powierzchnią ziemi, później zaś poznamy inne fakty geologiczne, które w zupełności pogląd ten potwierdzają.

Według innego przypuszczenia, jednostajności klimatu nie można uważać za bezpośredni skutek mocnej przewagi ciepła ziemi nad działaniem słońca; należy ją raczej przypisywać temu, że podczas epoki karbońskiej atmosfera była ciężka i gęsta, niezmiernie bogata w kwas węglowy i parę wodną, przepełniona mgłami i chmurami, z których padały gwałtowne ulewy, podczas gdy promienie słońca do ziemi nie dochodziły. W takich okolicznościach działanie ciepła ziemi bywa

uważane za bardziej prawdopodobne; nawet we dnie miał być tylko posępny półmrok, ale zato od bieguna do bieguna panowało gorąco parne i duszne, które ogromnie sprzyjało bujnemu rozwojowi flory węglowej. Lecz i te przypuszczenia są zupełnie bezzasadne. Co się tyczy mniemanej obfitości kwasu węglowego w atmosferze ówczesnej, to przypuszczenie to opiera się na istnieniu pokładów węgla kamiennego, materiału bowiem do ich utworzenia dostarczyły oczywiście zapasy dwutlenku węgla w powłoce powietrznej. Przypuszczano zatem, że ogromna ilość kwasu węglowego, związanego w pokładach węgla kamiennego, znajdowała się podczas epoki karbońskiej w atmosferze wraz z bezwodnikiem węglowym utworzonych wówczas wapieni, dolomitów i t. d. Z obliczenia ilości tych wprowadzono wnioski, że kwas węglowy stanowił wówczas około 30 odsetek atmosfery. Pomija się przytem zupełnie tę okoliczność, że wapienie, wydzielone przez organizmy morskie epoki karbońskiej, odebrane były morzu, które z kolei znowu otrzymało je od rzek, a te ostatnie swoją zawartość wapna zawdzięczają denudacyi pokładów wapiennych od dawna już przedtem utworzonych. Co się zaś tyczy roślinności lądowej, to bynajmniej nie jest koniecznem, aby roślinność ta była szczególnie bujna i wyjątkowo szybko rosła; w tworzeniu się bowiem pokładów węgla daleko mniej chodzi o ilość materii roślinnych, niż o warunki, sprzyjające ich zachowaniu się. Do wytwarzania się pokładów węgla najzupełniej wystarcza dzisiejsza wegetacya roślinna, przecież bynajmniej nie wpływająca na procentowy skład powietrza. W czasie teraźniejszym wyziewy wulkanów, mofet i źródeł kwasu węglowego, oraz inne liczne i zawiłe procesy pokrywają zupełnie spożycie dwutlenku węgla; oczywiście w epoce karbońskiej rzecz miała się tak samo, gdyż nie mamy żadnego powodu przypuszczać, że wówczas roczne spotrzebowanie dwutlenku węgla było większe, niż dzisiaj. Następstwem atmosfery, bogatej w kwas węglowy, byłoby natężone rozpuszczanie pokładów wapiennych i mocne wietrzenie; skutkiem jej byłaby też zmiana składu wody morskiej, której wpływ musiałby się odbić na organizmach morskich. Wszelako niczego w tym rodzaju zauważyć nie można, fauny morskie okresu węglowego posiadają te same ogólne właściwości co i we wszystkich innych systemach. Charakter świata owadów wskazuje również na warunki, niezbyt od dzisiejszych odbiegające; rośliny zaś nędznieby tylko rosnąć mogły w gęstej atmosferze z jej posępnym półmrokiem, gdyż jasne światło słoneczne jest właśnie podstawowym warunkiem ich istnienia. Widzimy przeto, że fantastyczne te wyobrażenia bynajmniej nie mogą się ostać wobec krytyki i bezwarunkowo muszą być odrzucone.

Występowania flory węglowej pod znacznymi szerokościami nie wyjaśniają żadne ogólne przyczyny telluryczne; niedostatecznymi okazały się również rozmaite próby wyjaśnienia go zapomocą przyczyn kosmicznych, jak: znaczniejsze niegdyś wymiary słońca, zmiany w mimośrodku orbity ziemi, w nachyleniu ekliptyki, w położeniu biegunów, przechodzenie całego układu słonecznego przez cieplejsze części przestrzeni wszechświatowej. Ze wszystkich poglądów dotychczasowych pozostaje tylko jeden, do którego nawiązane być mogą badania teraźniejszości: przypuszczenie, że zmiany we wzajemnem rozmieszczeniu lądu stałego i wody miały wielki wpływ na ukształtowanie stosunków klimatycznych. Powszechnie jest znaną różnica między klimatem lądowym a morskim; lądy są



terenami największych wahań temperatury, wyspy zaś i krainy nadbrzeżne wyróżniają się wyrównaniem i osłabieniem tych wahań. Przyłącza się jeszcze do tego potężny wpływ ciepłych prądów morskich, jak dzisiejszy prąd zatokowy (Golfstrom); wpływ ten musi się uwydatniać przy każdej zmianie zarysów i położenia lądów.

Zresztą poruszonego tutaj problemu nie można rozwiązywać jednostronnie na podstawie stosunków epoki karbońskiej; widzimy bowiem, że stosunki podobne—mianowicie oznaki łagodnego klimatu pod znacznymi szerokościami—panują aż do okresu kredowego, a nawet aż do epoki trzeciorzędowej. Właśnie w systemie węglowym traktowanie zagadnień tych szczególnie jest trudnem, komplikują się one bowiem tutaj jeszcze bardziej przez pewne zjawiska, występujące na półkuli południowej, które poznamy dopiero później.

Bezwarunkowo przyznać należy, że wzajemne rozmieszczenie lądu stałego i oceanu posiada pewne znaczenie dla tego trudnego problemu; tymczasem wszakże nie będziemy jeszcze roztrząsać, czy ten czynnik może sam jeden wyjaśnić całą sumę dostrzeżonych zjawisk.

## Rozprzestrzenienie i podział systemu węglowego.

Nad żadnym systemem geologicznym nie zrobiono tylu, co nad karbonem, drobiazgowych i ścisłych spostrzeżeń cząstkowych, dotyczących najdrobniejszych nawet szczegółów uławicenia i kolejnego następstwa warstw. Powodem do tego były wyborne odsłonięcia w licznych kopalniach i olbrzymia doniosłość praktyczna systemu, zniwalająca do tego rodzaju badań; stąd też pochodzi, że pojedyncze wychodnie utworów węglowych nadzwyczaj dokładnie są znane. Do mniej pomyślnych jednak dochodzimy wyników, gdy usiłujemy posunąć się dalej, gdy chcemy zdać sobie sprawę ze stosunków wzajemnych, zachodzących między pojedynczemi lokalnemi grupami warstw, gdy pragniemy ułożyć ogólny podział całego systemu węglowego lub poznać stopniowe przekształcanie się życia organicznego podczas osadzania się jego. Dopiero w ostatnich czasach udało się ustalić podstawowe rysy ogólnego podziału karbonu.

Stosunki angielskie były miarodajne dla całego ujęcia i podziału systemu węglowego, musimy je przeto przedewszystkiem poznać. W rozmaitych częściach kraju owego osady te są nadzwyczaj szeroko rozprzestrzenione, pokrywają około 30 000 *km*<sup>2</sup> jego powierzchni i zawierają takie bogactwo pokładów węgla, że tylko wschodnia część Ameryki Północnej i Chiny przewyższają niem Anglię. Wszelako w bliższe szczegóły występowania i w oznaczanie wartości tego ważnego materiału palnego, głównego czynnika nowoczesnego rozwoju przemysłowego, wchodzić tutaj nie możemy i zajmujemy się wyłącznie tylko geologicznym podziałem formacji.

W różnych okolicach Anglii dolną część systemu stanowią wapienne osady morskie, t. zw. wapień górski czyli węglowy, który zawiera mnóstwo do brze zachowanych skamieniałości, najczęściej produktusy i spirytery z działu ramienionogów, dalej zaś małże, ślimaki, głowonogi, liczne korale i szkarłupnie. Nad

wapieniem węglowym spoczywa millstone grit albo piaskowiec płonny (flözleerer Sandstein), którego grubość w różnych okolicach Anglii bardzo jest zmienna, waha się bowiem od 1 do 250 m. Wreszcie najwyżej spoczywa produkcyjna formacja węglowa (coal measures), mianowicie gliny łupkowe, piaskowce, zlepieńce, pokłady węgla z obfitą florą lądową i dość rozproszonymi szczątkami zwierząt lądowych i słodko-wodnych.

W Devonshire, w południowo-zachodniej Anglii, zamiast wapienia węglowego występuje układ łupków i piaskowców, zawierających podrzędne ławice wapienia, a w części górnej pokłady nieczystego węgla; Murchison i Sedgwick cały ten kompleks warstw nazwali warstwami kulmowymi, od miejscowego wyrazu „kulm“, oznaczającego tam węgiel. Często trafiają się rośliny lądowe, a w dolnej połowie łupki wapienne i wapienie zawierają wraz z roślinami i szczątki zwierząt morskich, wśród których najbardziej się wyróżniają małż, *Posidonomya Becheri* (rys. 101) oraz kilka goniatytów (*Goniatites sphaericus*, *mixolobus*). Na kontynencie wielce są rozpowszechnione osady całkiem podobnego rodzaju, jak ten dolny oddział warstw kulmowych Devonshireu; zawierają one liczne rośliny lądowe, a między niemi *Archaeocalamites radiatus* (*Calamites transitionis*) i *Lepidodendron Veltheimianum*. *Posidonomya Becheri* i wymienione powyżej goniatyty towarzyszą tym roślinom i tworzą najważniejsze typy fauny morskiej, w gatunki ubogiej, choć często w osobniki bogatej. Utwór ten obecnie znany jest powszechnie pod nazwą kulmu; rozpościera się on szeroko w Harcu, w Westfalii, w prowincjach nadreńskich, w Nassau, w Alzacyi, na Śląsku i na Morawach; w Hiszpanii odnaleziono go także w kilku punktach, a nawet w Ameryce Północnej, w Tennessee, występują też, jak się zdaje, utwory całkiem podobne.

Pomijając devonshirski obszar kulmowy, znajdujemy w Anglii cztery wielkie pola węglowe: w Walii południowej, w Walii północnej i przyległych hrabstwach angielskich, na północy nad granicą szkocką i wreszcie w środkowych okolicach królestwa. Rozległe osady karbońskie znajdują się także w Szkocyi, na równinie między górami Grampiańskimi na północy a południową krainą górską; osady te wyróżniają się występowaniem wewnątrz wapienia górskiego łupków i piaskowców, t. zw. calciferous sandstone, i utworów zawierających węgiel.

Sąsiednia Irlandya stanowi rażący kontrast z Anglią i Szkocją, gdyż przyroda odmówiła jej równie potężnego zasobu węgla, pozbawiając ją zarazem podstawy do równie wysokiego rozwoju przemysłowego. Wprawdzie bynajmniej tam nie brak formacji węglowej, zajmuje ona nawet względnie znacznie większy obszar niż w Wielkiej Brytanii, pokrywa bowiem prawie połowę całej powierzchni wyspy; są to wszakże prawie wyłącznie tylko utwory morskie, wapien węglowy i kulm, gdy tymczasem utwory produkcyjne biorą mały udział w budowie tego kraju. Na południu Irlandyi pod wapieniem węglowym leży utwór śródlądowy, t. zw. glangoriff grit, który odpowiada szkockiemu calciferous sandstone.

Jedną cechą wspólną posiadają wszystkie większe osady angielskie z okresu węglowego, mianowicie, że powstały one w pobliżu morza, „paralicznie“. Skutkiem masowego nagromadzenia się osadów dolnokarbońskich z morza wyło-



nił się ład nowy; na lądzie tym w płaskich, bagnistych nizinach tworzyły się warstwy z pokładami węgla; wtrącone zaś w te warstwy cienkie ławice wapienne ze skamieniałościami morskimi świadczą, że morze przy sposobności nieraz z powrotem zalewało wydarte mu obszary.

Na kontynencie ten nadmorski (paraliczny) typ systemu węglowego odnajdujemy we Francji północnej i Belgii, w okolicy Akwizgranu, w Westfalii, pod Ostrawą w Morawii, na Śląsku austriackim i górnym, wreszcie koło Krakowa i Dąbrowy w Polsce. Podczas gdy Belgia bogatą w skamieliny wykształceniem wapienia węglowego, ściśle zbliża się do Anglii, w Niemczech w dolnym oddziale systemu panuje kulum, a zamiast pozbawionego pokładów węgla millstone grit występują w części warstwy ostrawskie z pokładami węgla (por. tabl. na str. 168). Ale na kontynencie bogato jest rozwinięty jeszcze drugi typ systemu węglowego, mianowicie typ jeziorowy („limniczny“), który w Anglii mało jest rozpowszechniony. Takie osady jeziorowe (limniczne) tworzyły się daleko w głębi lądu w nieckach starych kontynentów i były całkowicie zabezpieczone od wpływu morza. Spoczywają one nie na wapieniu węglowym lub kulumie, jak nadmorskie (paraliczne) pokłady węglowe, lecz na rozmaitych geologicznie starszych gatunkach skał, częstokroć nawet bezpośrednio na skałach pierwotnych. Że pokłady te powstały w większych lub mniejszych jeziorach śródlądowych, tego jasno dowodzą liczne spostrzeżenia: w Czechach potężny pokład węgla leży prawie bezpośrednio na „górach podstawowych“, pokład ten przystosowuje się do wszystkich nierówności swego podłoża, od którego oddzielony jest tylko cienką warstwą gliny; w zagłębiu Commentry we Francji zdołano rozpoznać w piaskowcach i zlepieńcach karbońskich deltę potoku dzikiego z niezmierną ilością otoczków sąsiednich skał krystalicznych. Zagłębia te stopniowo zapełniały się mniej lub więcej grubym materiałem, zawsze obficie toczonym przez wpadające do nich rzeki, a gdzie warunki sprzyjały, tam dochodziło do tworzenia się węgla kamiennego. Ku górze jeziorowe (limniczne) warstwy karbońskie przechodzą bez żadnej wyraźnej granicy w system permski, i ten bowiem system składa się z piaskowców ze szczątkami roślin i z pokładów węgla. Do typu jeziorowego należą pola węglowe w środku Czech, małe zagłębia francuskiej płyty środkowej i nad dolną Loarą, pokłady węgla w Szwarzwaldzie, w Turynii i w Banacie. Osady te przeważnie odpowiadają najmłodszym częściom karbonu górnego, tylko w polach węglowych Saarbrückenu i Waldenburga na Śląsku dolnym utwór jeziorowy zaczął się warstwami waldenburskimi już w środku formacji karbońskiej i bez przerwy trwał aż do formacji permskiej.

Drogą ścisłych badań ustalono, że europejskie osady karbońskie zawierają cztery kolejne flory lądowe. Pierwsza flora odpowiada roślinom lądowym, zanieśionym do kulmu przez wodę, druga, bardzo szeroko rozprzestrzeniona, pochodzi z poziomu warstw ostrawsko-waldenburskich i z millstone gritu. Nieco bardziej ograniczony jest już obszar, zajęty przez florę trzecią, która odpowiada warstwom schatzlarskim i saarbrückeńskim, wreszcie czwarta flora wyróżnia się daleko zachodzącą specjalizacją na poszczególne flory lokalne. Karbon górny był czasem fałdowania intrakarbońskiego; skały staropaleozoiczne i dolnokarbońskie zostały w tym okresie wypiętrzone w potężne pasma górskie (por. t. I, str. 389

i 393); prawdopodobnie słusznem jest przypuszczenie, że przez to stworzone zostały zmienne warunki geograficzno-klimatyczne, które pociągnęły za sobą wyodrębnienie się flor lokalnych. A zatem w okresie węglowym powstawały zarówno osady morskie jak lądowe; w Europie środkowej i zachodniej osady morskie rozwinęły się przeważnie w dolnem piętrze systemu, lądowe zaś — w górnem.

W Rosyi europejskiej panowały natomiast wręcz odmienne stosunki. W rozległym tym kraju osady formacji węglowej rozpościerają się na olbrzymiej przestrzeni, której powierzchnię oceniają na 2 000 000  $km^2$ ; osady te wszakże po większej części są pokryte przez utwory młodsze i tylko w czterech miejscach wynurzają się na powierzchnię: w okolicach Moskwy, w zagłębiu Donieckiem, na Uralu i na Timanie. Zamiast zachodnio-europejskich lądowych warstw węglowych w karbonie górnym występują tutaj iście morskie wapienie nacechowane szczególnie masowem występowaniem wyżej wzmiankowanego rodzaju otwornic *Fusulina*. W Rosyi środkowej Nikitin podzielił te wapienie fuzulinowe na dwa piętra, dolne, t. zw. piętro moskiewskie, i górne — gżelskie; oba te piętra wyposażone są bogatemi faunami (patrz tablicę poniższą). Rozwój karbonu dolnego

Rozwój morski.		Rozwój śródlądowy.		
Perm	Fauna djulfańska Val Sosia Górny wapień produktusowy indyjskich gór Solnych	cechsztyń wapień bel- lerophonowy	Margle czerwone, prawie zupełnie skamielin pozbawione, w Texasie, Rosyi (przejście do tryasu dolnego)	
	Środkowy wapień produktusowy indyj- skich gór Solnych, piętro artyńskie na Uralu i w Bucharze, Wichita Beds, Texas		Spago- wicz { warstwy lebachskie czerwo- ny { warstwy kuselskie	piaskowiec gródeń- ski przerwa transgre- syjna
Karbon górny	Piętro gżelskie, górny wapień fuzulinowy z <i>Chonetes uralica</i> i <i>Spirifer supramos- quensis</i> pod Moskwą, dolny wapień produktusowy indyjskich gór Solnych		warstwy { warstwy radwa- ottweil- skie { warstwy svatońo- vickie IV Flora.	Wapień fuzulino- wy naprzemian- legły z warstwa- mi zawierającymi rośliny lądowe, Alpy Karnijskie
	Dolny wapień fuzulinowy, liliowcowy i koralowy ze <i>Spirifer mosquensis</i> , pię- tro moskiewskie.		Warstwy saarbrücken- sko-schatzlarskie III Flora.	Wtrącenia morskie w zagłębiach nad- morskich
			Warstwy waldenbursko- ostrawskie, Millstone grit, piaskowiec płonny II Flora.	Intrakarboński okres fałdowania
Karbon dolny	Viséjski wapień węglowy z <i>Pro- ductus giganteus</i> w Belgii, na Uralu, pod Moskwą i t. d. Piętro tournajskie ze <i>Spirifer tornacensis</i> , wapień z <i>Produc- tus mesolabus</i> na Uralu, Mar- bre griotte w Asturyi i t. d.	Kulm z Posido- nomya Becheri	CalCIFEROUS sandstone w Szkocyi Uralskie warstwy węglodajne Węgiel w Rosyi środkowej I Flora. Napływowe rośliny lądowe kulmu.	

jest też przeważnie morski, jest to wapień węglowy z *Productus giganteus*, wykształcony tak, jak w Europie zachodniej, lecz pod nim leżą pokłady węgla i piaskowce ze szczątkami roślin. Na Uralu pod warstwami z węglem kamiennym zno-



wu pojawia się warstwa wapienia morskiego z *Productus mesolabus*, w zagłębiu zaś Donieckiem morskie osady wapienne kilkakrotnie warstwiają się naprzemian z zawierającymi pokłady węgla utworami śródlądowymi.

Lecz i w innych stronach podobna zmiana kolejna warstw morskich i niemorskich nie jest bynajmniej niezwykłą. W Leña w Asturyi spotykamy tego rodzaju przemienne uławiczenie warstw, które odpowiadają piętru ostrawsko-waldenburskiemu z florą drugą i piętru moskiewskiemu ze *Spirifer mosquensis*. W Alpach karnijskich karbon górny jest rdzennie morskim utworem z licznymi skamieniałościami, właściwymi górnemu wapieniowi fuzulinowemu, lecz w poszczególnych ławicach łupków i piaskowców zawiera zarazem rośliny lądowe. Dla stratygrafii systemu węglowego nadzwyczajną doniosłość posiada ta naprzemianległość facyi morskiej i lądowej; albowiem tylko drogą ścisłego badania tego właśnie stosunku udało się dokonać dość dokładnej paralelizacyi grup warstw karbońskich, tak różnorodnych, a przez swe odosobnione przestrzennie wykształcenie pozbawionych wszelkiego kryterium porównawczego. Umieszczamy tu tabelkę porównawczą, ułożoną głównie według F. Frecha, a obejmującą także utwory permskie, o których później mówić będziemy; w tabelce tej, według teraźniejszego stanu naszych wiadomości zestawionej, wyrażony został stosunek wzajemny flor i faun; widzimy z niej zarazem, że rozwój flor i faun niejednakowym krokiem posuwał się naprzód. Z faktem tym spotykamy się także i w innych systemach i łatwo go sobie objaśnić możemy, gdyż zwierzęta morskie i rośliny lądowe znajdują się pod wpływem warunków rdzennie różnych, a najzupełniej od siebie niezależnych.

Wapień fuzulinowy z ich fauną, bardzo istotnie różną od fauny dolnokarbońskiej, mają rozległe rozprzestrzenienie w obszarze śródziemnomorskim starego świata, w pasie gór, zaczynającym się od Asturyi na zachodzie, a ciągnącym się aż do Indyi na wschodzie. Wapień te wkraczają nawet na Ural i na Timan, a następnie znane są w Japonii, Korei i Chinach. Występowanie ich świadczy w niektórych miejscowościach o transgresyi lokalnej: na terenie timańskim wapień te leżą bezpośrednio na dewonie, a we wschodniej części obszaru śródziemnomorskiego i w Indiach wapień fuzulinowy występują również w wielu takich miejscach, gdzie brak starszych osadów karbońskich. Karbon górny w północnych, środkowych i zachodnich łańcuchach Alp zbliża się do typu środkowoeuropejskiego, tylko warstwy jego zwykle uległy metamorfozie, łupki przeobraziły się w fillity, a pokłady węgla w antracyt lub nawet w grafit (por. t. I, str. 723 i 724). W Alpach południowych panuje śródziemnomorski wapień fuzulinowy. Karbon dolny zarówno w Alpach północnych jak w południowych znany jest w postaci morskiej.

Ze wszystkich krajów, których rozwój zgodny jest z rozwojem europejskim, najwspanialsze wykształcenie systemu węglowego odnajdujemy w Ameryce Północnej. Olbrzymią jest przestrzeń zajęta tutaj przez ten system, potężną jest ilość skamieniałości, a przede wszystkim niezmiernie dużym jest zapas paliwa kopalnego, którem zwłaszcza region atlantycki hojnie został uposażony. I tutaj także oddział starszy składa się zazwyczaj z wapienia węglowego, który szczególnie w środkowych i zachodnich stanach Unii ogromnie jest rozprzestrzenio-

ny, podczas gdy na wschodzie, w regionie apalachskim, zamiast niego przeważnie występują potężne osady piaskowca i łupku z roślinami lądowymi i miejscami z pokładami węgla; lecz i tu trafiają się także podrzędne warstewki wapienne. Nadzwyczaj bogate wykształcenie utworów morskich spotykamy zwłaszcza w środkowym regionie Stanów Zjednoczonych, w stanach Illinois, Kentucky, Jowa i Missouri; odróżniono tutaj liczne poziomy, a fauna tutejsza przepychem i różnorodnością znacznie przewyższa fauny najsłynniejszych z tych względów miejscowości w Belgii, Anglii i Irlandyi. Osobliwymi swymi postaciami i precyzyjnym zachowaniem wyróżniają się szczególnie szkarłupnie: jeżowce, blastoidy; przedewszystkiem jednak zwracają uwagę wspaniałe szczątki liliowców, które znajdują się w osadach grupy „keokuk“ i grupy burlingtońskiej w tak niezmiernie licznych i w tak pięknych okazach, jak nigdzie już chyba na ziemi. Na zachodzie wapień węglowy posiada również niezwykle miąższość i znaczne rozprzestrzenienie, a słynny „wielki kanion“ rzeki Colorado właśnie przeważnie w tej skale został wryty.

W górnej części systemu węglowego, tak samo jak w Europie, widzimy także dwa uderzająco różne rodzaje rozwoju; na wschodzie Stanów Zjednoczonych i w znacznej części obszaru środkowego, następnie w Nowym Brunświku i Nowej Szkocji występuje formacja produkcyjna z pokładami węgla, ze szczątkami roślin lądowych, ślimaków lądowych, wijów, skorpionów, pajęczaków, owadów i skrzeków (płazów); w tych to właśnie okolicach mieszczą się ogromne skarby węglowe nowego świata, podczas gdy na zachodzie panują wapienie fuzulinowe.

Na zakończenie wspomnimy jeszcze pokrótce o występowaniu karbonu na dalekiej północy. Na Szpicbergu, na Nowej Ziemi i na wyspie Niedźwiedziej znaleziono morski wapień węglowy i warstwy ze szczątkami roślin. Flora doliny Roberta na Szpicbergu należy do kulmu, flora zaś wyspy Niedźwiedziej wykazuje jeszcze trochę dawniejszy typ i stanowi przejście do flory dewońskiej. W rozdziale poprzednim zastanawialiśmy się już nad wielką doniosłością tych flor dalekiej północy dla zagadnienia o klimacie okresu węgla kamiennego.

### Obszar flory glossopterysowej.

We wszystkich miejscowościach, o których dotąd była mowa, pomimo znacznej różnorodności rozwoju facyjnego, istnieje daleko posunięta zgodność typu osadów karbońskich. W przeciwieństwie do tych miejscowości istnieje drugi rozległy obszar, który się w wielu ważnych szczegółach od tego zwykłego typu odchyła; obszar ten stanowią głównie krainy rozmieszczone dokoła oceanu Indyjskiego: Afryka południowa, niemiecka Afryka wschodnia, Afganistan, Indostan, Australia południowa i Tasmania. Następnie do tego odmiennego typu rozwojowego należy Ameryka Południowa, a pewne zbliżanie się do niego istnieje także w Chinach.

Najłatwiej dojdziemy do zrozumienia osobliwych stosunków tego południowego obszaru rozwojowego karbonu, gdy najpierw Australię weźmiemy pod rozwagę



Najgłębszy poziom w formacji węglowej stanowią tutaj żółte piaskowce ze szczątkami rodzajów *Lepidodendron*, *Sigillaria* i *Calamites*; formy te zbliżone są do europejskich i pozwalają uważać żółte piaskowce za utwór mniej więcej równoległy do utworów kulmowych Europy; warstwy te niektórzy poczytują nawet za dewońskie. Ponad nimi leżą osady, w których ławice morskie i warstwy, zawierające rośliny i węgiel, w taki sposób kolejno się zmieniają, że o jednoczesnem współistnieniu fauny morskiej z odpowiednią roślinnością lądową bynajmniej powątpiewać nie można. Zwierzęta morskie posiadają piętno niewątpliwie karbońskie, natomiast zupełnie odmienny typ wykazują szczątki roślin, występujących pomiędzy owymi pokładami morskimi. Nie można wśród nich znaleźć ani jednego z charakterystycznych rodzajów systemu węglowego: żadnych sygilaryi, żadnych lepidodendronów, żadnych kalamitów, żadnego śladu nawet asterofilitów, anularyi i t. d. Flora składa się z paproci, skrzypów, z dodatkiem nielicznych jeszcze drzew iglastych; poszczególne rodzaje daleko bardziej zbliżają się do takich typów, które gdzie indziej zwykle trafiają się w dolnej części utworów mezozoicznych, niż do takich, co występują w karbonie. Dotyczy to przedewszystkiem typów najbardziej rozpowszechnionych i najważniejszych, mianowicie paproci z rodzajów *Glossopteris* i *Gangamopteris*, które trafiają się również w Indyach i w Afryce południowej; dotyczy to skrzypów z rodzajów *Phyllothea* i *Schizoneura* i wielu innych.

Ponad owym kompleksem naprzemianległych ławic morskich i ławic, zawierających rośliny, t. zw. warstwami „Muree“, leży w Australii czysty osad śródlądowy, t. zw. warstwy „Newcastle“; osad ten zawiera w bogatszym rozwoju tę samą florę, która znajdowała się już w poziomie głębszym. Po niejkiej przerwie w następowaniu warstw ukazują się u góry warstwy „Hawksbury“ z labiryntodontami oraz szczątkami ryb i roślin, w końcu zaś warstwy „Wianamatta“ ze szczątkami rodzaju *Palaeoniscus*, ryby kostołoskiej, która w Europie występuje w osadach permskich. Stanowi to także nowe potwierdzenie poglądu, że osady najstarsze, zawierające *Glossopteris*, należą do systemu węglowego.

Możemy przeto twierdzić, że wówczas, gdy w Europie i Ameryce Północnej istniała jeszcze flora lepidodendronów i sygilaryi, w Australii rozwijał się nowy świat roślin, podobny do tego, który w naszych stronach dopiero znacznie później, w formacji tryasowej, zdołał zapanować. Fakt ten sam przez się już jest nadzwyczaj ważny, zyskuje on jednak niezwykle na wadze, gdy rozpatrzymy bliższe okoliczności, wśród których owa roślinność się pojawia.

Gliny łupkowe zawierających rośliny warstw „Muree“ mieszczą w sobie wielkie kanciaste bryły kwarcytu i skał krystalicznych, częstokroć wygładzone i porysowane w taki sposób jak głazy lodowcowe. W tych samych glinach leżą skorupy małżów, w których obie kłapy są jeszcze ze sobą połączone, i delikatne pnie mszywiolów, które sposobem swojego zachowania dowodzą, że nie zostały przyniesione przez prądy, ale na miejscu urosły i gliną zostały otoczone. I głązów też prądy przynieść nie mogły, lecz cały sposób ich występowania i zrysowanie ich wskazują na działanie lodu. Przypuszczalnie pokryte szramami głazy

przyniesione zostały przez wielkie góry lodowe, z których przez topienie się lodu spadały i grzęzły w owych gliniasto-piaszczystych osadach.

W innych krajach spotykamy się znowu z tem samym zjawiskiem, z występowaniem flory bogatej w *Glossopteris*, pojawiającej się w towarzystwie warstw z porysowanymi głazami. W Indyach warstwy te stanowią część systemu Gondwana, na 6000 m mniej więcej grubego utworu śródlądowego, zawierającego węgiel, a ze skamieniałości tylko rośliny lądowe i zwierzęta kręgowce. System Gondwana dwoma swymi oddziałami obejmuje niezmiernie długi okres czasu, gdyż oddział wyższy na górnej swej granicy zawiera podrzędne osady morskie najgórniejszej jury, oddział zaś niższy spoczywa bezpośrednio na łupkach krystalicznych lub półkrystalicznych. W Indyach niema wcale osadów z typową karbońską florą lepidodendronów i t. d., które w Australii istnieją jako ogniwo najniższe; utwory śródlądowe zaczynają się dolnym oddziałem systemu Gondwana, który z kolei dzieli się znowu na trzy grupy. Najniższą grupę, t. zw. piętro talchirskie,



Rys. 127. *Gangamopteris cyclopteroides*, z warstw talchirskich, w zmniejszeniu.  
(Wedł. O. Feistmantela).

charakteryzuje *Gangamopteris cyclopteroides* (rys. 127), środkową grupę, t. zw. piętro damudzkie -- *Glossopteris indica*, do poprzedniej zbliżona (rys. 128).

Wszystkie te osady,

w charakterze swej flory wykazują uderzającą zgodność z osadami, występującymi w Australii; dotyczy to szczególnie rodzajów *Glossopteris*, *Phyllothea*, *Schizoneura* i *Vertebraria*.

Duże zainteresowanie wzbudzają przede wszystkim warstwy talchirskie, leżące u podstawy systemu Gondwana; składają się one głównie z delikatnych iłów i drobnziarnistych piaskowców, nie tyle odznaczających się wyraźnym uwarstwieniem, co raczej ukośnym biegiem spękań. W tej delikatnej masie ilastej leżą głazy i otoczaki różnorodnych skał obcych, to pojedynczo, to w skupieniach, które to skupienia jednak nie wykazują najmniejszego ładu i nie są przywiązane do warstw (rys. 129). Od wielkości pięści dochodzą one do średnicy 4 m przeszło i do 30 tonn wagi; pospolicie wielkość ich mierzy 15—90 cm w średnicy. Są one zwykle zaokrąglone, często porysowane i podrapane na powierzchni jak głazy lodowcowe i składają się przeważnie ze skał, które w ich dzisiejszem sąsiedztwie nigdzie nie występują. Geologicznie starsze podścielisko warstw talchirskich, po obnażeniu go, okazuje się okrytem równoległymi rysami, zupełnie tak samo jak skaliste podłoże lodowców dzisiejszych.

Jeżeli teraz zadamy sobie pytanie, w jaki sposób mogły powstać tego rodzaju duże osady, to staje się natychmiast jasnym, że do wytworzenia ich działalność samej tylko wody żadną miarą nie wystarcza. Woda zawsze dokonywa pewnego rozgatunkowania materiału według jego wielkości, nie osadzi ona nigdy potężnych głazów pośród miłkiego gliniastego lub piaszczystego osadu; coś podobnego mogłoby co najwyżej tylko tam się przytrafiać, gdzie ze stromych wiszarowatych



brzegów głązy mogą się wprost do wód jeziora staczać. Oczywiście jest to zupełnie wyłączone wobec utworu, rozpostartego na setkach mil kwadratowych, tak samo jak zupełnie wykluczonem jest tutaj działanie potoków błotnistych (por. t. I, str. 509 i 510). Wobec stosunków, wyrażonych w warstwach talchirskich, zwłaszcza w ich spodzie, daje się pomyśleć tylko jeden jedyny czynnik transportowy, któryby mógł sprowadzić podobny układ materiału skalnego, a czynnikiem tym jest lód.

Przez czas długi trwała niepewność co do wieku geologicznego warstw talchirskich, damudzkich i piętra najwyższego, warstw panchetskich. W. T. Blandford uznawał je za permskie, inni — za jurajskie. Rzecz prosta, iż dla wyjaśnienia tych zjawisk największe znaczenie posiada kwestya wieku geologicznego tych mianowicie warstw, które pierwsze zawierają florę glossopterysową i głązy porysowane. Pod tym względem na pewnym gruncie postawiły nas dopiero badania W. Waagena w górach Solnych nad górnym biegiem Indu. Osady z głazami, które tak samo jak warstwy talchirskie tylko przy współdziałaniu lodu powstać mogły, występują tam jako podłoże systemu warstw morskich, wapieni produktusowych. W warstwach bezpośrednio nad głazami znalazły się skamieniałości



Rys. 128. *Glossopteris indica*. z indyjskich warstw damudzkich. W zmniejszeniu. (Wedł. O. Feistmantela).

o piętnie paleozoicznem, a między niemi i dwa gatunki mięczaków z rodzaju *Conularia* (*Conularia laevigata* i *tenuistriata*, rys. 130) i kilka innych form, pierwotnie opisanych z obfitujących w głązy australijskich warstw „Muree”. Jeżeli poprzednio wszechstronnie przyznana zgodność flory warstw talchirskich i murejskich dowiodła związku obu utworów, to teraz przyłączył się do nich, jako ogniwo dalsze, osad głazonośny u podstawy morskich wapieni produktusowych. Na zasadzie pewnych badań, dokonanych na Uralu, o które potrącimy jeszcze w rozdziale następnym, oddział środkowy tych bogatych w skamieniałości osadów, uważać należy za utwór, odpowiadający piętru dolnemu systemu permskiego; skutkiem tego do górnego karbonu zaliczyć wypadnie dolne wapienie produktusowe gór Solnych, a oczywiście tem bardziej jeszcze leżące pod niemi piaszkowce (Speckled sandstone) i warstwy z głazami. Tym sposobem warstwy talchirskie, jak również australijskie warstwy murejskie i głazonośne warstwy gór Solnych uważać musimy za utwory jednoczesne, mianowicie górnokarbońskie.

Rozprzestrzenienie geograficzne tych nader osobliwych warstw głazonośnych systemu węglowego nie kończy się jeszcze na tem. Przedewszystkiem od gór Solnych ciągną się one przez Indus na zachód i do Afganistanu. Wszelako zgoła takie same stosunki napotykaemy w okolicach jeszcze bardziej odległych:

w Afryce południowej, mianowicie w kolonii przyładkowej i w znacznej części przyległych od północy krajów dostrzegamy rozwój, nader żywo przypominający występowanie pokładów, dopiero co opisanych. Występują tutaj stare gnejsy, powyżej których leżą morskie osady dewońskie, a nad nimi warstwy dolnej części systemu węglowego z sygilaryami, lepidodendronami i t. d., które możemy porównywać z najgłębszymi warstwami karbońskimi Australii; następuje potem formacja karroo, w uławiceniu niejednakowym leżąca nad rozmaitymi utworami starszymi, a prawdopodobnie odpowiadająca górnej części systemu węglowego, permowi i tryasowi schematu europejskiego. I afrykańskie utwory



Rys. 129. Głazonośne osady warstw talchirskich z północno-wschodniej części półwyspu indostańskiego, z gładzami granitu turmalinowego, gnejsu, łupku amfibolowego i kwarcytu. (Wedł. Griesbacha).

„karroo“, tak samo jak indyjskie warstwy gondwańskie, zaczynają się osadem gładzonośnym, zlepieńcami „Dwyka“ i warstwami „Ecca“, ze skąpyimi szczątkami flory, przechowanej w dolnych warstwach gondwańskich. Podstawa zlepieńców „Dwyka“ jest niekiedy wygładzona i porysowana, podobnie jak podłoże warstw Talchiru w Indyach; zjawisko to jeszcze wyraźniej występuje na zlepieńcu vaalskim, uznawanym poprostu za morenę denną a co do wieku przypuszczalnie odpowiadającym zlepieńcowi „Dwyka“. Nad tym utworem leżą warstwy koonapskie i beauforekie, prawdopodobnie reprezentujące najwyższe poziomy karbonu i perm; najwyższy oddział formacji karroo, warstwy stromberskie, zdaje się odpowiadać tryasowi. Atoli te wyższe poziomy nie zostały



jeszcze poznane w stopniu dostatecznym, a całkowitemu ich wcieleniu do okresu paleozoicznego stoi szczególnie na przeszkodzie wielka obfitość gadów w warstwach beauforcckich.

Jakkolwiek się rzecz ma, w każdym razie jeden fakt zdaje się być pewnym, że jednocześnie z florą europejskiej produkcyjnej formacji węglowej w Australii, w Indyach, w Afganistanie i w Afryce południowej występuje roślinność zupełnie odmienna od jednoczesnej europejskiej, która w naszych okolicach swoich najbliższych krewniaków znajduje dopiero w świecie roślinnym tryasu. Ten nowy zespół roślinny, cechujący się szczególnie rodzajem *Glossopteris*, w Australii, w Indyach, w Afganistanie, jako też w Afryce południowej, zjawia się wszędzie po raz pierwszy w warstwach powstałych za sprawą lodu, których piętnem znamienne są głązy zrysowane, w delikatnych skałach ilastych i piaszczystych osadzone. Obszar występowania tej flory rozciąga się na przeszło 60 stopni szerokości i około 130 stopni długości; jest to więc obszar, który co do rozległości nie ustępuje żadnej z naszych dzisiejszych części ziemi. Zdaje się nawet, iż cała półkula południowa należała do dziedziny flory glossopterysowej, gdyż paproć ta pojawia się także i w Ameryce Południowej w towarzystwie potężnych pokładów otoczekowych. Niewątpliwie istniały podówczas ogromne kontynenty południowe z olbrzymimi jeziorami śródlądowymi, a na kontynentach owych, według wszelkiego prawdopodobieństwa, wznosiły się góry lodami okryte; z gór tych w części zsuwały się tylko bryły lodowe kamieniami obciążone i wielkimi rzekami spływały w dół, w części zaś spuszczały się wielkie lodowce z morenami dennymi i dochodziły aż do jezior śródlądowych lub też do samych brzegów morza.



Rys. 130. *Conularia laevigata*, z warstw pokrywających osady głązonośne w indyjskich górach Solnych. (Wedł. Waagena).

Większa część tych mas lądowych zniknęła obecnie; dlatego też zaledwo tylko przybliżone wyobrażenie wyrobić sobie możemy o stanie półkuli południowej w owych niezmiernie odległych czasach. Australia, Indie, Afryka południowa i środkowa stanowiły wówczas z pewnością jedną nieprzerwaną masę kontynentalną, ląd Gondwana (por. t. I, str. 454); gdy będzie mowa o formacjach młodszych, przytoczymy dowody, przemawiające za tem, że co najmniej ląd indo-madagaskarski ostać się musiał aż do epoki trzeciorzędowej. Flora glossopterysowa szerzyła się we wszystkie strony po lądzie gondwańskim i w ciągu długich okresów czasu rozwijała się w sposób swoisty; towarzyszyła jej szczególna fauna lądowa skrzeków (płazów) i gadów, występująca zarówno w Afryce jak w Indyach, a której ślady ukazują się także i w Ameryce Południowej. W każdym razie najwcześniej została odosobniona Australia, gdzie osady śródlądowe obejmują daleko drobniejszą część formacji starych; na północ zaś od Australii, na wyspach Sundzkich, Timor i Rotti, już system permski reprezentowany jest przez utwory morskie.

Jak widzimy, wszędzie na szczątkach owego dawnego kontynentu pierwszemu ukazaniu się flory glossopterysowej towarzyszą ślady działania lodu, a zarazem niknie typowa flora węglowa z jej lepidodendronami i sygilaryami; bezpiecznie zapewne wnosić stąd możemy, że ów zespół roślinny był przystosowany

do względnie zimniejszego klimatu, i że obniżenie się temperatury z obszarów tych wyparło starszą florę karbońską. Ta ostatnia wciąż jeszcze utrzymuje się w okolicach innych w Europie, w Ameryce Północnej, a być może nawet w regionach arktycznych; dochodzimy skutkiem tego do osobliwego wyniku, że obszary te posiadały wówczas klimat cieplejszy niż Indyje, Afryka południowa i Australia południowa. Dopiero później i z północnych obszarów znikają sygilarye, lepidodendrony i ich towarzysze. Na teraz nie jest jeszcze dla nas rzeczą jasną, jaką drogą flora glossopterysowa zdołała zdobyć północ i w jaki sposób stopniowo przeobraziła się ona we florę mezozoiczną półkuli północnej; za etap w tym pochodzie należałoby może uważać kwestyonowane jeszcze wprawdzie występowanie *Glossopteris* i innych indyjskich typów roślinnych w permie Alp nadmorskich i Toskanii.

Jak widzieliśmy, całkowicie bezpodstawnem jest tak upowszechnione dawniej wyobrażenie o ogólnem, znacznem, a równomiernie postępującem obniżaniu się temperatury ziemi; dlatego też przypuszczenie o górnokarbońskiej epoce lodowej, po której później znów nastął klimat cieplejszy, samo przez się równie nie może wzbudzać wątpliwości, jak dyluwialna epoka lodowa. Wszakże jeżeli dotychczas nawet dla tego ostatniego zjawiska, tak blizkiego czasów obecnych, nie mogliśmy wynaleźć żadnego zadawalającego wyjaśnienia, to w znacznie wyższym jeszcze stopniu dotyczy to górnokarbońskiego okresu lodowego. Dyluwialna epoka zimna, której wpływ na ukształtowanie powierzchni ziemi, na ruchy skorupy ziemskiej, na rozwój świata zwierzęcego i roślinnego z całą dokładnością badać możemy, ułatwia nam powzięcie wyobrażenia o pierwszorzędnem znaczeniu zmian klimatycznych tego rodzaju dla całokształtu dziejów ziemi. Ale właśnie ta okoliczność zniewala nas do największej przezorności i wobec przypuszczenia o górnokarbońskiej epoce lodowej.

Na tem kończymy przegląd systemu węglowego; w sprawę występowania samego węgla, właściwości poszczególnych jego pokładów, wydobywania i technicznego znaczenia tego ciała kopalnego nie wchodzimy tutaj, ważny ten bowiem przedmiot leży już właściwie poza zakresem niniejszego dzieła.

## System permski.

Zbliżamy się do końca ery paleozoicznej. Ostatni jej oddział stanowi system permski, czyli *dyas*. Obie te nazwy niezbyt szczęśliwie zostały dobrane. Źródłem pierwszej jest gubernia permska w Rosyi u stóp Uralu, gdzie osady tego wieku wielce są rozprzestrzenione; nie są one wszakże tym typem historycznym, który dał początek znajomości tego systemu i rozwój ich nie jest tam zbyt bogaty. Nie lepiej jest z nazwą *dyas*, która pochodzi od panującej w niektórych okolicach Niemiec i Anglii dwudzielnosci w mowie będących osadów na dolną połowę piaszczystą i górną — wapienną, czerwony spągowiec (*Rotliegendes*) i *cechsztyn*. Rozwój tego rodzaju jest czysto miejscowy, ograniczony do niewielkiego względnie obszaru, nazwa urobiona według niego może tylko fałszywie budzić wyobrażenia. Na nieszczęście żadnego lepszego sposobu oznaczania tego systemu nie posiadamy, a ponieważ nazwa zła, lecz powszechnie znana, zawsze jest lepsza, niż jakiś nowotwór,



trzymajmy się już więc wyrażenia „system permski“. Początkowe studia nad tymi osadami wyszły z gór środkowo-niemieckich. Od wieków istnieją tutaj stare kopalnie, z których wydobywany jest bogaty w rudę łupek miedziowy; kopalnie te w czasach dawniejszych były jedną z głównych szkół górnictwa, gdzie rozwinęła się jędrna mowa i ukształtowały się obyczaje górników. Od wieków też piaskowce i zlepieńce, które leżą pod łupkiem miedziowym, noszą miano „czerwonego, martwego spągowca“; wapień zaś ponad tym łupkiem nazywa się „cechsztynem“. Pierwsze początki geologii przez badania Fuchsela, Lehmana i Wenera łączą się z tymi osadami, a owe poczesne nazwy górnicze zostały też przez te badania do nauki wprowadzone.

Tam, gdzie osady permskie wykazują typ pierwotny, dolny ich oddział utworzony jest przez potężny, prawie do 400 m grubości dochodzący szereg czerwonych piaskowców, glin i zlepieńców z podrzędnymi wtrąceniami pokładów wapienia, przetrźnięty licznymi masami wybuchowemi porfirów kwarcowych, porfirów granitowych, melafirów i innych tego rodzaju skał pochodzenia wulkanicznego. Fauna składa się z nielicznych skorupiaków, owadów, ryb i skrzków (płazów), do których przyłączają się rośliny lądowe; oczywiście mamy tu znów do czynienia z rozwojem w wodach śródlądowych, poznanym już przez nas zwłaszcza w starym czerwonym piaskowcu systemu dewońskiego, a także w produkcyjnej formacji węglowej.

Ponad czerwonym spągowcem, w którym na podstawie różnic petrograficznych można wyodrębnić kilka oddziałów, leży zazwyczaj zlepieniec wapienny, w którym Liebe koło Gery znalazł kilka ramienionogów, pierwszych mizernych przedstawicieli życia morskiego w tej okolicy; dalej następuje słynny mansfeldzki pokład łupku miedziowego, cienka, zwykle tylko 6 dm grubości mająca warstwa mocno bitumicznego łupku gliniastego, która wąską wstęgą okala południową krawędź Harcu, zagłębienie mansfeldzkie, Las Turyngijski i wynurza się znowu w Hessyi i Westfalii. Ten sam pas łupkowy spotykamy w Anglii w ściśle takim samym położeniu geologicznym, powyżej czerwonego spągowca a poniżej morskiego wapienia permskiego.

Już zdumiewająca ta stałość tak samo przez się nieznacznego w szeregu warstw ogniwka czyni je dla nas nader interesującym; ogniwko to jednak odznacza się innymi jeszcze właściwościami. Oto w okręgu mansfeldzkim, w okolicach Saalfeldu w Turyngii i Riechelsdorfu w Hessyi najniższa, około 10 cm grubości mająca warstewka tego łupku przejęta jest rozmaitymi kruszcami miedzi, w mniejszej zaś mierze srebra i ołowiu. Zawartość wszystkich tych metali dla gołego oka jest prawie niedostrzegalna, są one bowiem w postaci jak pył drobiuchnych cząsteczek w skale rozproszone. Aczkolwiek zawartość miedzi wynosi tylko 2—3 procentów, a grubość warstwy rudonośnej jest bardzo mała, to jednak dzięki znacznej jej rozciągliwości i stałości mógł powstać dobrze się oplacający i na wielką skalę prowadzony przemysł górniczy, który tysiącom ludzi dostarcza zajęcia i środków do życia.

Dla praktyki to wystarcza, lecz nauka bada dalej; pragnie ona dowiedzieć się, skąd też pochodzi ruda miedziana, która zresztą przynajmniej w znaczniejszej ilości tak rzadkim jest gościem w osadach prawidłowych. Wyrażono przypuszcze-

nie, że w tem zagłębiu morskiem, gdzie osadzały się łupki, istniały wyziewy wulkaniczne chlorków miedzi i srebra, lub też tryskały źródła mineralne z dużą zawartością rozpuszczonych w nich soli miedzi, oraz że liczne szczątki kopalne tych łupków pochodzą od ryb, które wskutek tego uległy otruciu. W takim jednak razie należałoby dalszy wysnuć wniosek, że cała woda owego zagłębia była roztworem miedzi, z którego substancje organiczne redukowały kruszec. Objaśnienie to najchętniej dawniej przytaczane, jako najbardziej prawdopodobne, nie zadawała jednak, skoro się szczegółowiej zważy stosunki złóż mansfeldzkich.

Nad łupkiem miedziowym leży cechsztyń, nieco gliniasty, cienkowiekowy wapień, który zazwyczaj ma 5—10 m miąższości, a tylko miejscami grubieje aż do 30 m. Zawiera on bogatą w osobniki, lecz ubogą w gatunki faunę morską, w której rolę główną grają ramienionogi, małże i mszywioly, formy, z którymi później bliżej się zapoznamy, gdy będzie mowa o świecie zwierzęcym systemu permskiego. Dla geologa ważnem jest występowanie mszywiolów, gdyż w niektórych miejscach, jak koło Ruhli i Neustadtu nad Orlą, tworzyły one podczas epoki permskiej rafy przybrzeżne, podobne do tych, jakie dzisiaj tworzą koralce. Delikatne pnie mszywiolów i miał z roztarcia ich powstały dostarczyły materiału do utworzenia kamienia rafowego, w którym występują obficie także szczątki kopalne innych zwierząt, osiadłych tu pod potężną osłoną tych raf.

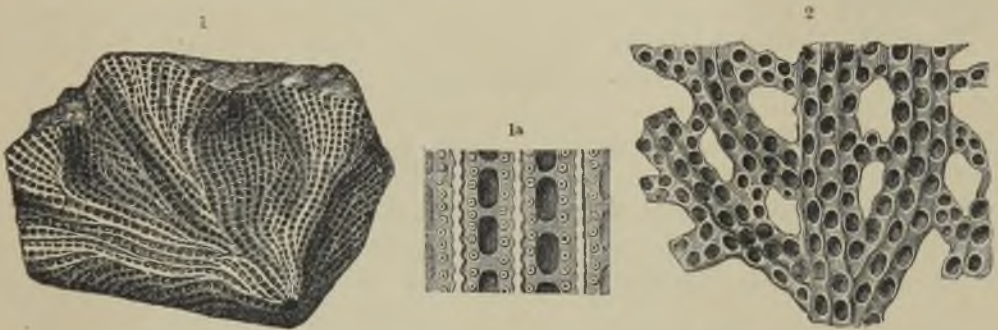
W stropie cechsztyń w właściwego leżą dolomit komórkowy (lub porowaty) oraz popiół dolomitowy, będący agregatem drobnopiaszczystym, łatwo rozcierającym się, a z drobnych kryształków dolomitu złożonym; pokłady te, wykazujące zmienną miąższość, spoczywają znów pod „gipsem cechsztyńowym“, najwyższem ogniwem permu. W zmiennem następstwie kolejnem i częstokroć w nieprawidłowem uławiceniu, z miąższością, która lokalnie bardzo znacznie się zwiększa, występują margle, dolomity, łupki bitumiczne i wapień, do których przyłączają się gips, anhydryt a miejscami, jako składnik najważniejszy, sól kamienna, nieraz w masach niezmiernej grubości. Do tego poziomu należą najważniejsze i największe pokłady solne Niemiec, a może i całej ziemi; przed wszystkimi innymi wymienić tu należy Stassfurt pod Magdeburgiem, gdzie oprócz zwykłej soli kamiennej występują także i nadzwyczaj cenne sole potasowe, przez niemieckich górników zwane solami płonnymi (Abraumsalze)<sup>1)</sup>. Mieliśmy już dawniej sposobność widzieć (p. t. I, str. 653), że przez parowanie odciętej części morza sole te wydzielają się jako ostateczny produkt końcowy; jeżeli tedy owe sole potasowe (które w największej części znanych nam pokładów solnych z powodu łatwej swej rozpuszczalności uległy napowrót zniszczeniu i tylko w razach wyjątkowych zachowały się) w ogólności wykazują taki sam skład, co i pozostałości otrzymywane przez odparowywanie dzisiejszej wody morskiej, to możemy stąd wyprowadzić wniosek, że skład tej wody od czasów najdawniejszych był zawsze mniej więcej jeden i ten sam. Cały rozwój organizmów morskich we wszystkich systemach prowadzi nas także do tegoż samego wniosku.

<sup>1)</sup> Pod Kałuszem w Galicyi, w należącym do trzeciorzędu złożu solnem sole potasowe występują też w dużej miąższości; wszelako warunki występowania są tak niepomysłne, że wydobycie ich nie oplaca się.



Ten rodzaj wykształcenia systemu permskiego, z którym się tutaj zapoznaliśmy, posiada w Niemczech znaczne rozprzestrzenienie: zaczyna się on na północ-zachodzie w Westfalii, klasycznie jest rozwinięty na Harcu, w Mansfeldzkim i na Kyffhäuserze; dalej wraz z towarzyszącymi skałami wybuchowemi bierze on znaczny udział w budowie Lasu Turyngijskiego i ciągnie się aż do Altenburga i Gery. Oprócz tego spotykamy go znowu na Śląsku pod Löwenbergiem (Lwowem) i Goldbergiem (Złotoryą) oraz na brzegu północnym gór Łużyckich pod Zgorzelcem (Görlitz), następnie w Lesie Frankońskim koło Kronachu i Stockheimu.

W innych okolicach Niemiec osady permskie są wprawdzie również reprezentowane, lecz brak tam ogniów morskich, a znajduje się tylko sam czerwony spągowiec. Moznaby więc tutaj, tak samo jak w systemie węglowym, rozróżnić rozwój



Rys. 131. 1) *Fenestella retiformis*, kolonia w wielkości naturalnej; 1a) część tejże, w powiększeniu; 2) kawałek *Synocladia virgulacea*, w powiększeniu. (Wedł. F. Romera).

nadmorski (paraliczny) i jeziorowy (limniczny), z tą tylko różnicą, że w wykształceniu pierwszego rodzaju warstwy morskie tworzą w karbonie dolną połowę systemu, w permie zaś—górną. Paralela ta stąd jeszcze ma dla nas szczególny interes, iż przynajmniej w ogólnych zarysach odpowiada jej i rozprzestrzenienie geograficzne; jeżeli system węglowy i perm znajdują się w Niemczech w jednym i tym samym rejonie, to pospolicie nad paralicznie rozwiniętymi osadami karbon-skimi leży perm paraliczny, którego górną połowę tworzy morski cechsztyń, podczas gdy w śródlądowych zagłębiach systemu węglowego i permowi także zwykle brak cechsztyń. Mamy tedy cechsztyń w Westfalii, na Harcu, na Śląsku, gdzie występują również morskie ogniwa systemu węglowego, gdy tymczasem na terenie nadsaarskim, w Saksonii i w Czechach, gdzie brak wapienia węglowego, system permski reprezentowany jest tylko przez czerwony spągowiec. Stosunki analogiczne ukazują się także i w Anglii.

Wyłączny rozwój śródlądowy znajdujemy przede wszystkim na terenie nadsaarskim, gdzie — jak wyżej zaznaczyliśmy — istnieje nadzwyczaj powolne i stopniowe przejście od systemu węglowego do leżącego nad nim czerwonego spągowca, który tutaj może być dzielony na 2 piętra: warstwy kuselskie i warstwy lebachskie. Obok szarych glin łupkowych i piaskowców już w karbonie występują tu wielokrotnie osady czerwone; tak samo jest w dolnej części czerwonego spągowca, gdzie wszakże pokłady węgla trafiają się tylko w szczupłej ilości

i bywają mniejszej miąższości. I w środkowym czerwonym spągowcu panuje też jeszcze ta sama mieszanina barw, niema już tylko wartych dobywania większych pokładów węgla; dopiero jednak w górnym czerwonym spągowcu brak ich całkowicie, a żywo czerwona barwa skał staje się powszechną.

Dalej na południu, w Odenwaldzie, w Szwarzwaldzie i w Wogezach czerwony spągowiec występuje sam jeden tylko. W zupełnie odosobnionych tylko punktach, np. nad Nekarą koło Ziegelhausen, naprzeciwko Heidelbergu, w Wogezach i w Pfalcu zjawiają się nadzwyczaj słabe ślady cechsztynu. W Saksonii, w zagłębiu gór Kruszcowych spotykamy podobnie sam jeden tylko rozwinięty czerwony spągowiec, a do tego jeszcze prawdopodobnie tylko środkowe jego piętro. Niema tu tak ścisłego związku z formacją węglową, jak pod Saarbrücken: zlepieńce, piaskowce i gliny „czerwonej formacji“ odrzynają się ostro; wszelako obok skał wymienionych w poszczególnych miejscach występują permskie pokłady węglowe, gliny łupkowe i ławice wapienne, które tylko niewielkie posiadają znaczenie.



Rys. 132. *Strophalosia Goldfussi*, z cechsztynu Turynii.

W Czechach spotykamy znów miejscami nadzwyczaj ścisły związek warstw karbońskich i permskich, tak iż dotychczas nie zdołano jeszcze zgodzić się powszechnie co do ich rozgraniczenia. W niektórych okolicach części dolne zawierają szare gliny łupkowe i pokłady węglowe; i pod względem paleontologicznym rozwój także jest bardzo stopniowy, zarówno odnośnie do roślin, jak i do szczególnej fauny płazów, o którą potrąciliśmy już, gdy



Rys. 133. Muszle z cechsztynu Turynii: 1) *Pseudomonotis speluncaria*; 2) *Gervillia ceratophaga*; 3) *Schizodus obscurus*; 4) *Pleurophorus costatus*; 5) *Terebratula elongata*; 6) *Camarophoria Schlottheimi*. (Wedł. Geinitza).

była mowa o systemie węglowym. Oprócz tego jednak trafiają się typowe osady czerwonego spągowca, będące w ścisłym związku z potężnymi wybuchami porfiru w Czechach i w Morawii.

Rzeczony rozwój permu w Anglii odpowiada jaknajściślej typowemu rozwojowi niemieckiemu; spotykamy się tu również z podziałem na dwa piętra, dolne piaszczyste i górne wapienne. Piętro dolne w niektórych okolicach trudno jest oddzielić od formacji węglowej

i zwykle też nie bywa od niej ściśle oddzielane; potem wszakże występują czerwone piaskowce i margle, które odpowiadają niemieckiemu czerwonemu spągowcowi, nad nimi leży cienka warstwa łupków bitumicznych, podobna do łupków miedziowych, nad nią zaś wapień i dolomit (magnesian limestone) ze skamieninami cechsztynowymi. W Anglii środkowej perm dolny zawiera osad z głazami do 130 m grubości mający, który według tłumaczenia Ramsaya ma być oznaką permskiej epoki lodowej.

Dość blisko spokrewnionymi są także osady permskie we wschodniej Rosji, pokrywające tam olbrzymie powierzchnie w guberniach permskiej, orenbur-



skiej, kazańskiej i niżegorodzkiej. Cały ten obszar w czasach górnokarbońskich zalany był przez morze, które przez nowoutworzone pasmo górskie zostało oddzielone od morza uralskiego; w ten sposób w Rosyi środkowej powstało morze śródlądowe, którego wody stopniowo ulegały wysłodzeniu. Zwierzęta morza otwartego, głowonogi, znikają, natomiast utrzymywały się ryby, ramienionogi, mszywioly, małże, ślimaki oraz inne formy, mniej wrażliwe na zmianę warunków życiowych; tu i owdzie wskutek miejscowej koncentracji solanek powstawały pokłady soli, tak samo jak za czasów starego czerwonego piaskowca; w ogólności wszakże wysłodzenie czyniło coraz to większe postępy. W końcu tworzyły się gliny czerwone, margiel i piaskowiec (t. zw. piętro tatarskie), które może wchodzi jeszcze i do tryasu dolnego. Występowanie piaskowców, zawierających miedź i szczątki roślinne, stanowi w permie rosyjskim odpowiednik do łupka miedziowego Niemiec.

Gdy nadmienimy jeszcze, że i w Alpach północnych system permski także reprezentują czerwone piaskowce, łupki i masowo występujące zlepieńce, to

wzmianką tą wyczerpiemy przegląd tych miejscowości, które rozwojem swojego permu mniej lub więcej ściśle zbliżają się do środkowo-niemieckiego rozwoju tego systemu, który zwykle za typ uważany bywa; zanim przystąpimy do opisu innych obnażeń, musimy wprzód nieco bliżej zapoznać się ze światami zwierząt i roślin tych osadów, bez znajomości ich bowiem nie zdołamy zrozumieć stosunków rozwoju typowego do tych jego form, co się od normy odchylają.



Rys. 134. *Gampsonychus*, w powiększeniu, z czeskiego czerwonego spągowca.  
(Wedl. A. Fritscha).

zanim przystąpimy do opisu innych obnażeń, musimy wprzód nieco bliżej zapoznać się ze światami zwierząt i roślin tych osadów, bez znajomości ich bowiem nie zdołamy zrozumieć stosunków rozwoju typowego do tych jego form, co się od normy odchylają.

Świat mieszkańców morza jest obrazem rażącego wprost ubóstwa. Najpierwszą cechą fauny cechsztynu jest nadzwyczaj mała liczba gatunków; a prócz tego są to prawie same tylko drobne i mizerne formy, wśród których bardzo niewiele tylko jest nowych lub osobliwych typów rodzajowych. Jeżeli nie ze względu na gatunki, które nie są te same, to ze względu na rodzaje jest to właściwie krańcowo zbiedniała fauna wapienia węglowego, w której zresztą to i owo zwiastuje już twory młodsze.

Otwornie jest mało, a pośród nich niema żadnej formy charakterystycznej dla okresu paleozoicznego; gąbki prawie wcale nie są reprezentowane, a korale bardzo słabo; między szkarłupniami znany jest jeden jedyny tylko gatunek liłowców, zaliczany do paleozoicznego rodzaju *Cyathocrinus*, dalej nieliczne jeżowce, które z jednym tylko wątpliwym wyjątkiem należą do typów paleozoicznych, o ile dokładnym jest oznaczenie, na jakie pozwalają ich źle zachowane szczątki. Względnie obficie trafiają się mszywioly, wielce zbliżone do mszywiolów wapienia węglowego, a mocnym występowaniem fenestellidów stanowiące uderzający kontrast z rozwojem mezozoicznym (rys. 131). W porównaniu z większością innych

działów ramienionogi są zasobnie reprezentowane; i one wszakże są tylko słabym odbłaskiem tej zdumiewającej obfitości form, którą znamy z osadów sylurskich, dewońskich i węglowych. Najważniejsze są produktidy, a piękny i duży *Productus horridus* z potężnymi kolcami, niekiedy dobrze zachowanymi, jest najważniejszą skamieniałością przewodnią cechsztynu (rys. 100, 3); do nielicznych znamiennych dla cechsztynu rodzajów należy *Strophalosia* (rys. 132), pokryta gęsto stojącymi, krótkimi, szorstkoszczeciniastymi kolcami, istny obraz rozczochrania.

Dość znaczną jest liczba małżów i ślimaków, przeważnie formy niezbyt charakterystyczne i niepokazne, u których charakter paleozoiczny nie występuje mocno; geologicznie doniosłe są z pośród nich *Schizodus obscurus*, *Pseudomonotis speluncaria* i *Gervillia ceratophaga* (rys. 133). Głównogi redukują się do trzech czy czterech gatunków rodzajów *Nautilus* i *Orthoceras*. Gdy do tego wszystkiego doliczymy jeszcze nieliczne raki i ryby, to wyczerpiemy w zupełności faunę będących w mowie permskich utworów morskich. Niespodziewane to ubóstwo jeszcze dobitniej, niż ten pobieżny przegląd fauny, uwydatnia fakt, że europejska fauna cechsztynu dostarczyła mało co więcej, niż 200 gatunków, chociaż osady te bywały wielokrotnie i od dawna przetrząsane.

Względnie nieco bogatszym jest świat mieszkańców śródlądowych; pewna liczba skorupiaków, a wśród nich osobliwy rodzaj *Gampsonychus* (rys. 134), owady, między którymi, jak w karbonie, prym trzymają pokrewne karaluchom blattiny, zostały znalezione w różnych miejscowościach. Faunę ryb (w której granica między formami morskimi i jeziorowymi nie jest zbyt wyraźna) i faunę skrzków (płazów) można nawet nazwać dość obfitemi. Zarówno łupek miedziowy jak czerwony spągowiec dostarczyły licznych ganoidów czyli ryb kostołuskich, mianowicie z rodzajów *Palaeoniscus* (rys. 135), *Amblypterus* i *Platysomus*, do których przyłączają się jeszcze ostatni przedstawiciele szczególnego rodzaju *Acanthodes*, pokrótce już wyżej wzmiankowanego, i liczne rekiny (żarłaczce). Obok typowych przedstawicieli tej grupy w łupku miedziowym zdarzają się formy, jak *Menaspis*, które z kształtu zewnętrznego przypominają płaszczki, choć nie należą do płaszczek właściwych, ukazujących się dopiero w systemie jurajskim. Postać płaszczkowata rozwinęła się przypuszczalnie pod wpływem podobnego trybu życia; a jest rzeczą prawdopodobną, że w takich samych warunkach różne typy ryb chrząstkowych (*Selachii*) wytwarzały formy poboczne do płaszczek podobne. Płazy reprezentuje rząd *Stegocephalów*, o którym mówiliśmy poprzednio; ciekawych ich szczątków dostarczyły wapienie permskie z *Oelberga* pod *Broumowem* w Czechach, z *Niederhässlich* w wąwozie *Plauenscher Grund* pod *Dreznem*, z kilku miejscowości w *Turyngii* i we *Francji*; ale jako jedno z najgodniejszych uwagi miejsc znajdowania ich wymienić należy żelaziak ilasty w środkowym czerwonym spągowcu z *Lehbachu* pod *Saarbrücken*. Występują tam gliny łupkowe, w których w wielkiej ilości znajdują się nerkowate konkrety żelaziaka ilastego, każda zaś z nich zawiera jakąś skamielinę, która widocznie służyła za środkowy punkt jej wydzielania się. Rozbijając te były znajdujemy w nich to koprolit, gałę kopalnego kału, to znowu część jakiejś rośliny, nieraz rybę, częstokroć zaś nawet części przepyszne *Archegosaurus Decheni*, zwie-



rzęcia, które z wyglądu zewnętrznego podobne było do krokodyla, a niekiedy, jak się zdaje, osiągało prawie 2 m długości. Znaleziono nadzwyczaj dużą liczbę okazów jego we wszelkich stadyach wzrostu, poczynając od zwierząt najmniejszych o krótkiej, szerokokrójkątnej głowie aż do osobników dorosłych o wydłużonej budowie czaszki.

Najwyżej uorganizowane zwierzęta permu stanowią gady. Przez długi czas jedynym pewnym przedstawicielem tej gromady był *Proterosaurus*; ponieważ jednak szczątki tego rodzaju zachowały się dość wadliwie, przeto w wielu razach tłumaczono je sobie niewłaściwie. Dopiero w czasach nowszych zdołano należycie poznać znaczenie tych typów; w wapieniu z *Niederhässlich*, który jest już nam znany jako znakomite miejsce występowania *stegocefalów* (por. str. 144), natrafiono na całkowicie zachowane szczątki gada, który przezwano *Palaeohatteria*; do szczątków tych przybyły później ułamki drugiego rodzaju *Kadaliosaurus*, a ze



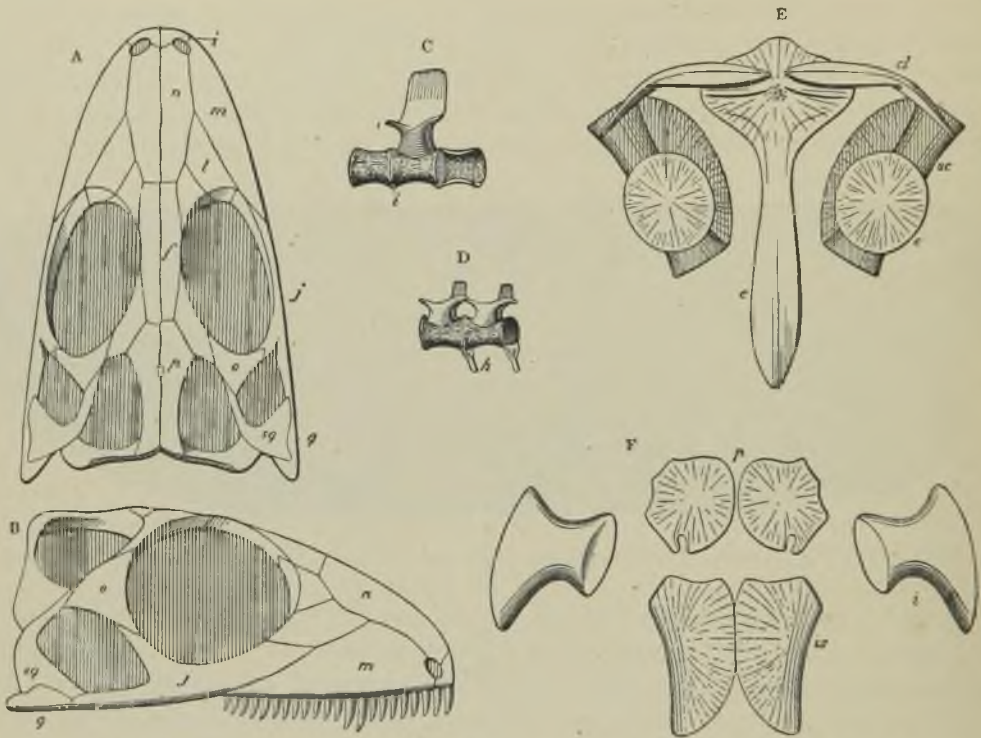
Rys. 135. *Palaeoniscus Freieslebeni*, z łupka miedziowego. (Wedł. F. Römera).

wszystkich tych znalezisk H. Credner wysnuł bardzo ważne wnioski. W *palaeohatterii* (rys. 136) uderza przedewszystkiem pierwotne ukształtowanie kręgosłupa z jego ciągłą struną grzbietową i dwuwklęsłymi kręgami, między którymi leżą kości kształtu klinowego (zanikające podstawy łuków dolnych, intercentra); kości odnoży, o końcach stawowych nieskostniałych, odpowiadają także niskiemu stopniowi rozwoju. Pozatem zresztą *Palaeohatteria* przypomina *stegocefale*, tak np. budową pasa barkowego, uzębieniem lemiesza i nieznaczną redukcją kości stępu, tak, iż formy te musimy uznać za typy zarodkowe i zbiorowe. Obok właściwości pierwotnych posiadają one i takie cechy łącznie występujące, które pozatem należą do kilku grup różnych i u geologicznie młodszych gadów nigdy już nie trafiają się razem. W czasie teraźniejszym jedynym potomkiem tej prastarej grupy gadów jest *Hatteria*, jaszczurka nowozelandzka, a godnem jest uwagi, że nawet u tej formy, która przetrwała tyle okresów geologicznych, większa część znamion pierwotnych zachowała się aż do chwili obecnej.

Zbliżanie się do dawnych skrzeków (płazów) i budowa pierwotna dowodzą, że *Palaeohatteria*, a wraz z nią i pozostałe *proterosaurusy*, były w każdym razie bardziej podobne do starych praform gadów niż wszelkie inne formy; ale z pewnością nie były one najstarszymi typami rodowymi, gdyż w permie Ameryki Północnej występuje jednocześnie druga grupa gadów, *Anomodontia*, które od *palaeo-*

hatteryi całkowicie są różne. A zatem rozwój i rozgałęzienie rodu gadów musiały nastąpić już w czasach przedpermskich. Anomodonty owe do okresu swojego rozkwitu dochodzą w tryasie; dlatego też dopiero w opisie tego systemu wejdziemy bliżej w szczegóły ich budowy.

Flora systemu permskiego, mianowicie w dolnej połowie tych osadów wykazuje nadzwyczaj dużo zgodności z florą karbonu. Kalamity, lepidodendrony i sigillarye znajdują się tu również, tylko daleko mniej występują na plan pierwszy niż w osadach karbońskich; natomiast daleko mocniej rozwinięte są tutaj paprocie



Rys. 136. *Palaeohatteria longicaudata*: A) czaszka z góry, B) czaszka z boku: i) intermaxillare (k. międzyszczękowa), n) nasale (k. nosowa), m) maxillare (szczęką górną albo k. szczękową), l) lacrymale (k. łzowa), j) jugale (k. licowa), sq) squamosum (k. łuskowa), q) quadratum (k. czworokątne), f) frontale (k. czołowe), p) parietale (k. ciemięniowe), o) orbitale (k. oczodołowe); C) kręgi grzbietowe: i) intercentrum; D) kręgi ogonowe: h) łuk dolny; E) pas barkowy: cl) clavicula (obojęzki), sc) scapula (łopatka), c) coracoideum (k. krucza), e) episternum; F) Miednica: p) os pubis (k. łonowa), is) ischium (k. kulszowa), i) ileum (k. biodrowa). (Wedł. H. Crednera).

i drzewa iglaste; mianowicie między temi ostatniemi znajdują się typy, jak *Walchia* i *Ullmannia*, które są bardzo charakterystyczne dla systemu permskiego. *Ullmannia* szczególnie jest właściwą łupkowi miedziowemu, który, jak cała górna połowa formacji, w skamielinach roślinnych znacznie się oddala od typowego czerwonego spągowca. Najważniejsze paleozoiczne typy roślinne, jak *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Annularia*, *Sphenophyllum* i t. d. zniknęły, a zato występują formy, które żywo przypominają formy epoki mezozoicznej, mianowicie tryasu. Dlatego też E. Weiss mógł powiedzieć, że wielki punkt zwrotny między florą paleozoiczną a florą mezozoiczną nie schodzi się z granicą między formacjami paleozoicznymi i mezozoicznymi, lecz typy roślin osadów górnoperskich wy-



kazują już przeważnie charakter nowego rozwoju. Wielkie znaczenie ma wykazanie kilku form flory Gondwany w systemie permskim Toskanii; może dalsze znaleziska tego rodzaju rzucają nowe światło na przekształcenie się flory paleozoicznej, które należy pojmować jako następstwo stopniowego rozszerzania się flory Gondwany.

Na tym samym mniej więcej obszarze, który za czasów karbonu dawał przytułek bogatej faunie morskiej, otwarte morze królowało również i w okresie permskim. Rozciągnięty w kierunku równikowym ocean sięgał od Texasu w poprzek dzisiejszego oceanu Atlantyckiego do obszaru śródziemnomorskiego i szerzył się stąd daleko w stronę Indyi, ale pokrywał także i obszar uralski, wysuwając się tu daleko ku północy. A zatem podczas gdy w rejonie północno i zachodnio-europejskim, o którym wprzód była mowa, tworzyły się w części osady śródlądowe z pokładami węgla, w części zaś wapień i gliny pstry, opadające z napół wysłodzonych zagłębi śródlądowych o zbiedniałej faunie morskiej, w owym otwartym oceanie rozwijało się bogate życie zwierzęce, pozostające w ścisłej łączności z fauną górnokarbońskich wa-



Rys. 137. *Oldhamia decipiens*. (Wedl. W. Waagena).



Rys. 138. 1) *Cyclolobus Oldhami*; 2) *Xenodiscus plicatus*; a) widok z boku, b) od strony otworu skorupy, c) linia zatokowa. Z górnego wapienia produktusowego. (Wedl. W. Waagena).

pieni fuzulinowych; tak więc usunięta jest obecnie wielka przerwa, która jeszcze przed niewielu laty zdawała się dzielić mezozoiczny świat zwierzęcy od takiegoż świata paleozoicznego. Możemy śledzić stopniowe i nieprzerwane przechodzenie życia zwierzęcego z okresu paleozoicznego do okresu mezozoicznego. Tworzyły się tutaj przedewszystkiem praformy amonitów (rys. 138), które prostym ukształtowaniem linii przegrodowych jeszcze ściśle łączą się z goniatytami i dzielą się na kilka gałęzi, które z całą pewnością należy uznać za poprzedników amonitów tryasowych. Obok tych istot, znajdujących się w stanie żywego i szybkiego przeobrażania się, w bujnej różnorodności pleniły się ramienionogi, z których niejedne, jak rodzaj *Oldhamia* (rys. 137), wyróżniają się bardzo osobliwym ukształtowaniem, dalej małże i ślimaki po części staropaleozoicznego typu, jak np. Belle-

rophontidae. Największe bogactwo gatunków zawierają wapienie produktusowe indyjskich gór Solnych (Salt-Range); W. Waagen zdołał tutaj rozróżnić trzy piętra, z których najniższe może jeszcze sięga karbonu górnego. Dopiero górny wapień produktusowy zawiera w Indyach amonity, a ich względnie wysoki stopień rozwoju jest już wskazówką zbliżania się do tryasu. Natomiast na Uralu amonity występują już w najniższej grupie warstw, spoczywającej bezpośrednio na górno-karbońskim wapieniu fuzulinowym, w t. zw. piętrze artyńskim, które na podstawie jednogatunkowych ramienionogów uważane bywa za równoważnik co do wieku środkowych indyjskich wapieni produktusowych.

Jeżeli piętro artyńskie (które ciągnie się daleko aż do morza Lodowatego, a na wschodzie wysledzone zostało aż do Buchary), przedstawia pierwszy stopień w rozwoju permskiej fauny morskiej, to najbliższą z kolei fazę następną poznajemy w górnym wapieniu produktusowym; jeszcze młodsze są fauny z Dżulfy nad rzeką Araxes i z Val Sosia w Sycylii (por. tabl. na str. 168). Górnemu, a może też i środkowemu wapieniowi produktusowemu mogłaby dalej odpowiadać permska fauna morska wysp Timor i Rotti w archipelagu Sundzkim.

W Alpach południowych dotychczas jeszcze nie odkryto permskich faun amonitowych; dolne piętro formacji permskiej w piaskowcu gródeńskim i w zlepieńcu „verrucano“ ma wykształcenie zgodne z północnem wykształceniem permu; piętro górne natomiast zawiera prawdziwie morski osad w postaci wapienia bellerophonowego; jest to wapień ciemny, po części może z wodorostów wapiennych utworzony, z licznymi bellerophontidami i ramienionogami, lecz bez amonitów. Oprócz powyżej wymienionych, morskie warstwy permskie znamy jeszcze tylko w Texasie, a tutaj znów z licznymi amonitami o dość wysokim stopniu rozwoju i ze ślimakami (Gastropoda) o typie bardziej karbońskim. Jednak ten sam szereg czerwonych łupków, piaskowców i wapieni, który mieści w sobie te morskie skamieniałości, zawiera również wzmiankowane wyżej gady lądowe z grupy anomodontów. Formacja permska, która z Texasu ciągnie się aż do Red River i do Colorado, kończy się równie jak w Rosyi gipsonośnemi czerwonymi glinami i piaskowcami. I w Ameryce Północnej także z tym morskim rozwojem permu na południu kontrastuje obszar osadów śródlądowych na północy, a przed wszystkimi innymi najwyższy potężny oddział warstw węglonośnych w apalachskich zagłębiach węglowych, obok wielkiej liczby innych mniej dokładnie poznanych osadów. W permskiej florze Ameryki Północnej również można zauważyć wyraźne cofanie się typów karbońskich oraz jednoczesny napływ typów mezozoicznych. W ten sposób permski świat organizmów zarówno w morzu jak na lądzie stałym zwiastuje te wielkie zmiany, które występują na jaw w okresie mezozoicznym.



## 4. System tryasowy.

TREŠĆ: Okres mezozoiczny. — Rozwój tryasu śródlądowy. — Tryas alpejski (pelagiczny). — Dalsze rozprzestrzenienie tryasu.

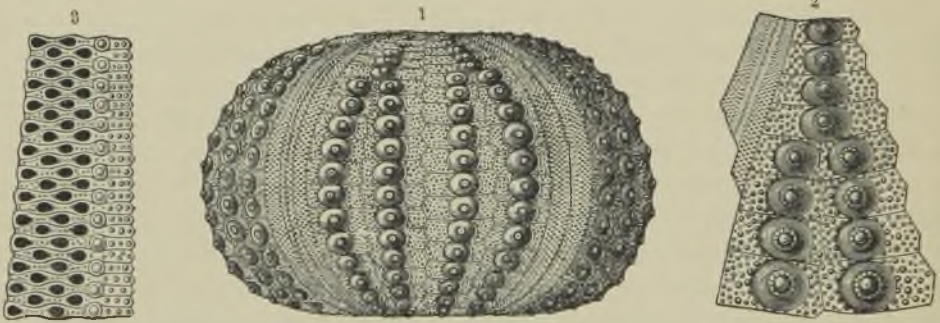
### Okres mezozoiczny.

Trzy wielkie systemy, tryasowy, jurajski i kredowy, tworzą razem jakby średniowiecze dziejów ziemi, okres mezozoiczny; znamy w całej zupełności wszelkie przejścia pomiędzy wszystkimi tymi osadami i ich faunami, a świat roślin i zwierząt całego tego działu wykazuje niektóre ważne rysy wspólne. Jeżeli rzucimy okiem na okres ten, jako na pewną całość, to dostrzeżemy w faunie i florze jego kilka nader wybitnych rysów charakterystycznych, które je ostro wyróżniają zarówno od poprzedzającego jak i od następującego świata organizmów i nadają życiu owoczesnemu piętno zupełnie swoiste.

Najbardziej uderzającym zjawiskiem jest wspaniały rozwój i rozprzestrzenienie gadów; żyjące jeszcze obecnie szczątki tej gromady zwierząt dają nam tylko słabe wyobrażenie o ich ówczesnej obfitości i różnorodności. Podczas gdy dzisiaj istnieją jeszcze tylko cztery rzędy gadów: krokodyle, jaszczurki, węże i żółwie, to z czasów mezozoicznych znamy ich może ze dwanaście rozmaitych rzędów, których przedstawiciele na lądzie i na morzu byli panami stworzenia. Zwierzęta ssące i ptaki grały podrzędną tylko rolę. Mieszkające obecnie w krajach gorących krokodyle są ostatnimi słabymi epigonami owych szkaradnych kolosów, którymi roił się świat tworów ówczesnych. W morzu zajmowały one miejsce dzisiejszych wielorybów; ichtyosaury z ciałem delfinowatym, ze skórą nagą i potężnym kostnym pierścieniem ocznym, plesiosaury oraz ich krewniaki, zwierzęta o krótkim krępy tułowiu, ogromnie długiej łabędziej szyi i małej głowie, mozaurydy, których wydłużone ciało przypomina bajecznego węża morskiego, potężnie opancerzone krokodyle: takie to zwierzęta były wówczas surowymi władcami morza, a żarłoczności ich i szybkości żadna zdobycz łatwo nie uchodziła. Na lądzie szereg najbardziej uderzający tworzyły dinozaury, które w znacznej części wzorem kangurów na dwóch nogach kroczyły, podpierając się potężnym swym ogonem; obok zwierząt drobnych, które zaledwie 30 *cm* wysokości osiągały, istniały także ociężałe olbrzymy, poruszające się na tylnych nogach pośród gęstych lasów, których liście stanowiły ich pożywienie, podczas gdy inne były srogimi drapieżnikami, jak to po ich sztyletowatych zębach rozpoznać można. Inne znowu chodziły na wszystkich czterech nogach, a między nimi znajdują się najogromniejsze zwierzęta lądowe, jakie kiedykolwiek żyły na ziemi, obok których słoń wydawałby się może tak jak cielę obok nosorożca. Zaledwie wyobrazić sobie możemy te kolosy zwierzęce, które mając ze 12 *m* wysokości, dochodziły do 18 *m* długości, ba, z których formy pojedyncze (mianowicie 36 *m* jakoby długi *Atlantosaurus*) osiągały nawet jeszcze większych rozmiarów, a objętością swoją dorównywały dosyć okazałemu domostwu. Inne gady, co prawda, miały mniej dziwaczny wygląd; jaszczurki i żółwie, o wcale nie obcej nam postaci, należały do zwierząt

małych, gdy tymczasem zamiast ptaków, skąpo tylko reprezentowanych, w powietrzu na swych potężnych błonach lotnych sunęły nad wyraz szpetne pterodaktyle. Największa część tych zwierząt nie odznaczała się dużym wzrostem, lecz pojedynczym gatunkom znalezionym w systemie kredowym Ameryki Północnej przypisywany bywa 5-metrowy siąg skrzydeł.

Wprawdzie wcale jeszcze nie wyczerpaliśmy całej różnorodności gadów mezozoicznych, ale to co się powiedziało może już dać przybliżone wyobrażenie o dominującej części składowej fauny ówczesnej. Z pośród mieszkańców lądu prócz tego wymienić należy jeszcze potężne płazy (skrzeki), mianowicie stegocefale czyli labiryntodonty, które jednakże w występowaniu swoim ograniczają się tylko do najstarszego systemu mezozoicznego, t. j. do tryasu. Ważny rys fauny mezozoicznej stanowi pierwsze ukazanie się zwierząt ssących i ptaków.



Rys. 139. Tetracidaris, jeżowiec kredowy z liczbą tabliczek właściwą paleozoicznym paleochinoidom: 1) okaz całkowity w wielkości naturalnej; 2) kawałek międzypromienia (interambulacrum), w słabym powiększeniu; 3) kawałek promienia (ambulacrum), w mocnym powiększeniu. (Wedł. Cotteau).

Z niższych zwierząt lądowych przedewszystkiem ważne są owady, między którymi wybitną rolę grają chrząszcze, ważki, szarańcze, karaluchy i pluskwiaki; natomiast wszelkiego rodzaju pajaków i wijów dotychczas jeszcze nie znaleziono. Jeżeli do tego wszystkiego dodamy jeszcze kilka ślimaków płucodysznych, to wyczerpiemy tem wszystko, co nam wiadomo o zwierzętach lądowych czasów mezozoicznych. Roślinność, pośród której żyły te zwierzęta, początkowo składała się jeszcze z roślin bezkwiatowych: skrzypów, paproci drzewiastych, drzew iglastych i sagowców; dopiero w początkach formacji kredowej do roślin tych przyłącza się bogata flora palm i różnorodnych roślin dwuliściennych. Szata roślinna lądów staje się dzięki temu barwniejszą i bardziej ożywioną. Krajobraz mezozoiczny przed pojawieniem się roślin kwiatowych nie mógł być zbyt pociągający: na lądach, pokrytych posępnymi, monotonnymi lasami, żyły twory, które swą okropną postacią znacznie jeszcze przewyższały najdziksze nawet rojenia wyobraźni o smokach i gryfach, a wśród wolnej natury widokiem swoim mogły budzić tylko uczucie zgrozy.

Świat mieszkańców morza nie posiadał wcale charakteru tak dalece uderzającego. Pomijając wspomniane już potężne gady, piętno obce nadają mezozoicznej faunie morskiej tylko dwa odmienne typy głowonogów, amonity i belemnity; pod wszystkimi innymi względami widzimy tylko większy lub mniejszy rozwój poszczególnych rzędów, a żadnej rdzennej różnicy od przyrody dzisiejszej.



Jak w stosunku do teraźniejszości, tak również i w stosunku do tworów paleozoicznych zachodzą znaczne różnice. Do niedawna, dopóki znano przeważnie tylko utwory śródlądowe, na granicy między erą paleozoiczną i mezozoiczną zdawał się istnieć ostry kontrast; lecz wraz ze statecznem rozszerzaniem się badania na okolice dotychczas nieznanne, poznawano coraz więcej utworów przejściowych i w ten sposób rzucono most przez wyłom, dzielący świat organizmów paleozoiczny od mezozoicznego.

Pomimo to niepodobna nie dostrzedz, że z początkiem tryasu a po części także już w permie w całym świecie ożywionym następuje przekształcenie istotne i względnie bardzo prędkie. Wymierają liczne typy czysto paleozoiczne, jak trylobity, blastoidy, cystidy, oraz liczne rodzaje ramienionogów, głowonogów i mszywiołów. Inne działy państwa zwierzęcego zmieniają kierunek swego rozwoju, jak ślimaki i małże, korale, jeżowce i liliowce. Wprawdzie i w tryasie znamy korale, które należy zaliczać do pewnych typów paleozoicznych (Pterocorallia), ale przytłaczające mnóstwo paleozoicznych koralii czteropromiennych znika, aby ustąpić miejsca koralom sześciopromiennym. Podobne stosunki znajdujemy u jeżowców. Ginie w istocie paleozoiczna podgromada paleechinoidów, a zastępuje ją w okresie mezozoicznym podgromada euechinoidów, znamionujących się tem, że skorupa ich składa się z 20 szeregów tabliczek; nie znaczy to jednak, aby tu nie było wyjątków, gdyż już z osadów permskich cytowany jest przedstawiciel euechinoidów, gatunek rodzaju *Hypodiadema*, gdy tymczasem tryasowy *Tiarechinus* posiada istotne cechy jeżowca paleozoicznego, a i *Tetracidaris* z kredy dolnej wykazuje 30 szeregów tabliczek zamiast 20 (rys. 139).

## Rozwój tryasu śródlądowy.

Tryas, najstarszy z pośród trzech wielkich systemów mezozoicznych, w zbadanych najpierw środkowo-europejskich obszarach, co się tyczy charakteru petrograficznego i zewnętrznych warunków tworzenia się, stanowi bezpośrednio i nieznacznie tylko różne przedłużenie osadów permskich. W pozaalpejskiej części Niemiec znajdujemy najbardziej znany typ tego systemu, który tu składa się u dołu z utworu piaszczystego, t. zw. piaskowca pstrego, w środku z wapieni morskich, tworzących t. zw. wapień muszlowy; u góry zaś znowu z piaskowców i pstrych margli, t. zw. kajpru. Trójdzielność ta była powodem do nadania systemowi nazwy „tryasu“, ogólnie upowszechnionej i przyjętej, ale nie odpowiadającej istotnej treści systemu; gdyż oprócz Niemiec tylko na ograniczonych sąsiednich obszarach Szwajcaryi, Francyi i Polski można tym sposobem przeprowadzić trójdział tej formacji, który stanowi zmięę zgoła anormalnego rozwoju, pozatem zresztą w żadnej innej części świata już się nie powtarzającego.

Badanie systemu tryasowego zaczęło się właśnie od tego typu jego rozwoju, zajmującego w Niemczech pozaalpejskich znaczną przestrzeń powierzchni. Główny obszar rozpościerania się jego tworzy nieprawidłowy czworokąt, którego naroża w przybliżeniu wyznaczają położeniem swem miasta: Osnabrück, Bazyleja, Neumarkt (na południowschód od Norymbergi) i Halla nad Saalą. Wpraw-

dzie boki tego czworokąta nie są prawidłowe, pojedyncze znaczne połacie innych skał, jak Vogelsberg pod Frankfurtem i przedtryasowa część Lasu Turyngijskiego, wdzierają się potężnie w głąb tej przestrzeni, wewnątrz niej występują pokaźne wyspy innych utworów, z drugiej zaś strony niemałe odrośle tryasu wysuwają się poza obręb owego czworokąta, jak zwłaszcza tryasowe pasma bayreuckie i stassfurckie; w ogólności wszakże mamy tu zwarty obszar potężnej rozległości, większy niż obszar zajmowany w Niemczech przez jakąkolwiek inną formację, z wyjątkiem młodych utworów równiny północno-niemieckiej. Drugi znaczny obszar tryasowy, który co prawda po części wkracza do Francji, znajduje się na lewym brzegu Renu; nieprawidłowo ukształtowane granice jego przebiegają w pobliżu miast Alzey, Saarbrücken, Trewir, Gerolstein, Montmédy, Luxemburg, Nancy i Vesoul; obszar ten mieści w sobie większą część Wogezów i wschodnie pobrzeże zagłębia paryskiego. Trzeci pokaźny obszar tryasowy znajduje się na Śląsku i w Polsce, dokoła Gór Tarnowskich (Tarnowiec), jako punktu środkowego.



Rys. 140. *Voltzia heterophylla*, z piaskowca pstrego. (Wedt. Fraasa).

Dolną część tryasu stanowi piaskowiec pstry, potężny osad różnobarwnych piaskowców: czerwonych, białych, plamistych, zielonkawych, które właśnie przez zmienność swej barwy dały powód do nadania nazwy całemu temu ogniwu. Główną wszakże skałą, która przeważa w Szwarzwaldzie,

w Odenwaldzie, w Wogezach i t. d., są jednobarwnie ciemnoczerwone piaskowce, występujące w potężnych, niewyraźnie oddzielonych ławicach; w piaskowcach tych pionowa podzielność jest częstokroć wyraźniejsza od uwarstwienia. Dają one wyborny materiał ciosowy; one to dostarczyły kamienia budowlanego, z którego wzniesiono zamek heidelberski, katedry w Spirze, Wormacyi i Strassburgu oraz niezliczone inne budowle tych okolic; występowanie ich w znacznej części warunkuje architekturę i charakter miast tej przedudnej krainy.

Oprócz piaskowców występują zlepieńce, w wyższych poziomach trafiają się często czerwone, ilaste margle, w środku pomiędzy temi skałami zdarzają się wtrącone ławice wapienne, innym wcale często występującym minerałem jest gips, a w niektórych okolicach Niemiec północno-zachodnich, w ziemi Brunświckiej, i koło Salzgitteru w ziemi Hanowerskiej na granicy od strony permu znajdują się potężne złoża soli. Wogóle jednak całe to piętro nie obfituje w minerały użytkowe; produkty wietrzenia jego nie dają dobrej do uprawy gleby; części kraju, które



tworzy piaskowiec pstry, są zwykle mało urodzajne, nie mogą wyżywić licznej ludności, i dlatego też znaczne rozprzestrzenienie tej grupy warstw słusznie nazwano wprost nieszczęściem narodowem Niemiec. Tylko bardzo niezupełnem odszkodowaniem jest ta okoliczność, że piaskowiec pstry jest dziedziną rozległych, w części nawet wspaniałych lasów, że jest on właściwą formacją leśną Niemiec zachodnich.

Jak dla stosunków gospodarczych, tak i dla badań geologów piaskowiec pstry jest polem dosyć niewdzięcznym: jednostajność skał i nadzwyczaj wielkie ubóstwo ich pod względem skamieniałości są dwoma głównymi rysami charakterystycznymi, które badaniom na tym terenie nie rokują nadziei zbyt pomyslnych wyników. W niektórych punktach spotykają się szczątki roślin, nieliczne skrzyppy, paprocie i drzewa iglaste, a wśród tych ostatnich *Voltzia heterophylla*, najbardziej znamieny gatunek całego osadu (rys. 140); przyłączają się do tego niezmiernie rzadkie szczątki dużych stegocefalów, czyli labiryntodontów o dziwnie zawikłanej budowie zębów (rys. 141), tudzież łuski ryb ganoidowych, przyczem te ostatnie miejscami występują w tak znacznej ilości, iż warstwy piaskowca zabarwiają się od nich prawie zupełnie na czarno.

Jakby na drwiny z geologa, który z daremną żarliwością doszukuje się dobrze zachowanych skamieniałości, w niektórych okolicach względnie często występują tropy jakiegoś potężnego nieznanego zwierzęcia, które chodziło na wszystkich czterech nogach. Najsłynniejszym miejscem

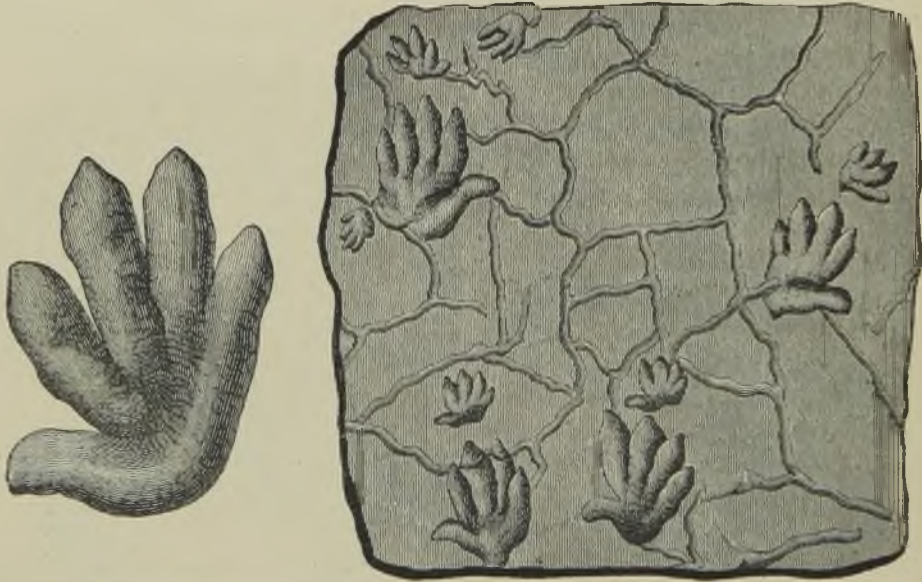
znajdowania tych tropów, jest Hessberg pod Hildburghausenem, ale mniej często i w gorszym zachowaniu występują one w wielu innych punktach, w Turynгии, Frankonii i t. d.; ba, pewien określony poziom piaskowca pstrego oznaczono nawet wprost mianem „warstwy chirotheriumowej“ od nazwy, którą nadano sprawcy tych osobliwych śladów: kształt tropów owych podobny jest do dłoni (*Chirotherium* = „rękozwierz“; rys. 142). Potężną, poduszkowatą dłoń otaczają cztery niezgrabne, uzbrojone pazurami palce, oraz nie mający pazura i mocno odstający paluch; nogi tylne były duże, nogi przednie — uderzająco małe, miały bowiem zaledwie trzecią część wielkości tamtych. Jakie zwierzę pozostawiło te odciski, nie wiemy; prawdopodobnem jest przecież, że pochodzą one od labiryntodontów.

Sposób, w jaki występują szczególne te ślady jakiejś zagadkowej istoty, z wielu względów bardzo jest interesujący. Oczywiście były to wgłębione odciski pozostawione na miękkim, nieco ilastym gruncie piaszczystym, na którym później osadziły się nowe warstwy, których materyał odtworzył kształt tych wgłębień; a jeżeli teraz odwalamy płyty piaskowca, to na dolnej ich powierzchni znajdujemy wypukły odlew tropów, dokładną podobiznę stopy, która je pozostawiła. Z występowa-



Rys. 141. Ząb dużego stegocefala („labiryntodonta“) w przecięciu poprzecznym, ujawniającem trzewiowato pokręconą budowę zęba.

nia tego możemy wnioskować, że w stanie wody następowały tutaj wielokrotne zmiany. Grunt, w chwili gdy po nim łąziły chirotheria, musiał dopiero wysychać, potem zaś został on napowrót pokryty przez wodę, tak iż znów mógł się osadzać piasek, który wypełniał tropy i tworzył warstwę następną. Obok tropów widać grubą, rozległą sieć wypukłości, wypełnienie szczelin, które potworzyły się w szlamie wysychającym na skwarze słonecznym podczas cofnięcia się wody; znajdują się również odciski kropeł deszczowych, dalej wręby faliste i odciski kryształów soli kuchennej, które się wydzieliły przez parowanie pozostałej wody, a później znowu zostały rozpuszczone. A zatem grunt ten wysychał nie tylko na czas krótki, mniej więcej taki, jaki uchodzi przy codziennej zmianie odpływu i przyływu:



Rys. 142. Z prawej strony płyta z tropami *Chirotherium* i spękaniem od wysychania, w mocnym zmniejszeniu; z lewej strony pojedynczy trop w słabym zmniejszeniu.

w ciągu kilku godzin nie tworzą się na cał szerokie spękania i pokaźne kryształy soli kuchennej; stan taki przeto musiał trwać dłużej.

W górnej części piaskowca pstrego następuje zmiana stosunków; zamiast osadów piaszczystych pojawiają się tutaj gliny ciemno-czerwone, tak zwany „röt“, często w towarzystwie gipsu i wtrąceń wapienia i dolomitu. Spotykają się tutaj pierwsze wskazówki życia morskiego; co prawda są one dość ubogie, zazwyczaj są to nieliczne małże, pośród których *Myophoria costata* i *Myacites Fassaensis* są szczególnie ważne ze względu na ich mnogość i szerokie rozpowszechnienie. W niewielu tylko miejscach, w okolicach Weimaru, na Śląsku Górnym i w pobliżu Krakowa jako rzadkość występuje także pewien amonit, *Beneckeia tenuis*. Są to zwiastuny dość potężnego rozwoju morskiego, który teraz następuje, t. zw. wapienia muszlowego.

Wapień muszlowy jest w Niemczech również bardzo rozprzestrzeniony; prawie wszędzie spoczywa on w prawidłowym uławiceniu na piaskowcu pstrym.



Utwór ten z wielu względów posiada niezmiernie uderzającą analogię z perm-skim cechsztynem, jak tamten bowiem w typowym swym rozwoju ograniczony jest do szczupłego obszaru, i zawiera faunę, odznaczającą się niewielką liczbą gatunków, a znaczną obfitością osobników. Taka uboga w gatunki, bogata zaś w osobniki fauna świadczy o prawie zupełnie odosobnionem zagłębiu, które zrzadka tylko, drogą migracji z otwartego oceanu, mogło otrzymywać nowe żywioły i dlatego też—wobec małego współzawodnictwa—sprzyjało bujnemu rozwojowi gatunków już istniejących i dobrze przystosowanych. Przewagę mają małże i ślimaki; obok nich ze zwierząt niższych znajdują się tylko nieliczne gatunki ramienionogów, amonitów i liliowców, co prawda występujących w ogromnej liczbie osobników.

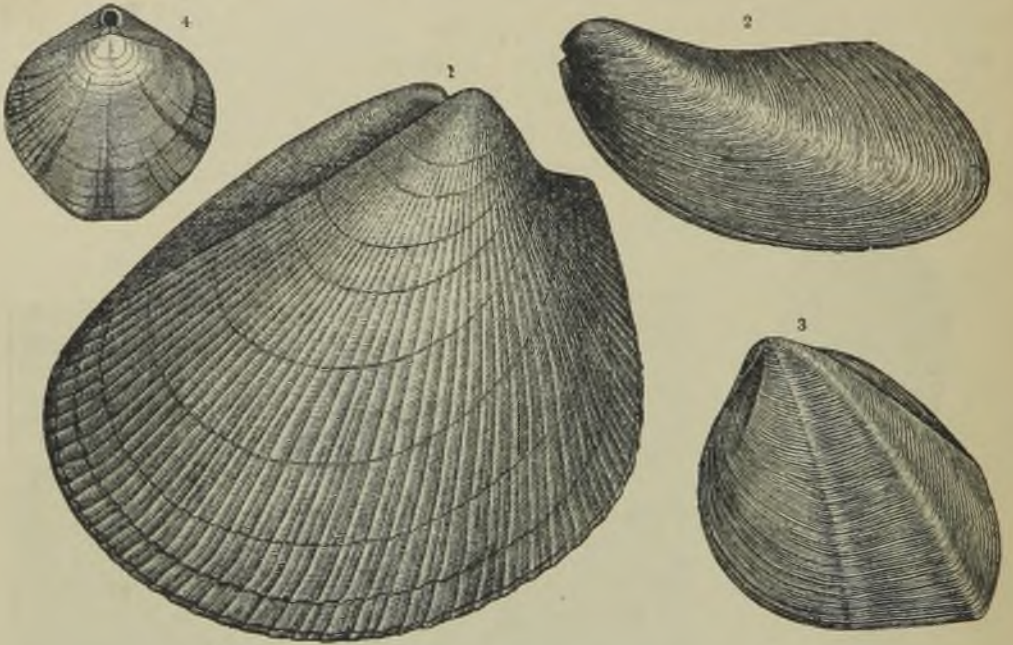


Fig. 143 1) *Encrinurus liliiformis*, z górnego wapienia muszlowego; 2) wapień utworzony z całych łódek *Encrinurus*, z Wirtembergu.

W niemieckim wapieniu muszlowym można odróżnić trzy poddziały, z których poddział dolny, t. zw. wapień falisty, znamionuje się występowaniem cienko uwarstwionych iłastych ławic wapiennych o powierzchni sfałdowanej nieregularnie-falisto; powyżej leży, jako oddział środkowy, grupa anhydrytowa, złożona z nieprawidłowo uławiconych wapieni, dolomitów właściwych i komórkowych, anhydrytu i gipsu, a często odznaczająca się występowaniem bogatych pokładów soli. Grupa anhydrytowa, której miąższość w niektórych okolicach nie jest znaczna, miejscami ogromnie grubieje i wtedy zawiera znakomite pokłady solne, eksploatowane w szczególności w salinach Niemiec południowych i Turynii. Za paleontologicznie samodzielne piętro grupy anhydrytowej uważać nie można; zazwyczaj jest ona całkowicie skamieniałości pozbawiona, a te, które w niewielu punktach znaleziono, są zupełnie zgodne ze skamielinami, cechującymi zwykle górny poziom wapienia falistego. Oddział najwyższy, główny wapień muszlowy, składa się znowu z normal-

nych szarych wapieni, mniej gliniastych, bardziej obfitych w skamieniałości i grubiej uławiconych, niż wapień falisty.

Wśród skamielin wapienia muszlowego formy niżej uorganizowane, jak otwornice, gąbki, korale, są tylko nadzwyczaj mizernie reprezentowane; dopiero



Rys. 144. Charakterystyczne małże i ramienionogi wapienia muszlowego: 1) *Lima lineata*, 2) *Gervillia socialis*, 3) *Myophoria vulgaris*; 4) *Terebratula (Coenothyris) vulgaris* z dochowanim rysunkiem barwnym, z wirtemburskiego wapienia muszlowego.

szkarłupnie spotykają się obficie. Lecz i wśród nich ujawnia się uderzająca jednostajność; pomijając dość ubogie szczątki jeżowców, należy wymienić prawie tylko



Rys. 145. *Neusticosaurus* z ludwigsburskiego węgla ilastego. (Wedł. Seeleya).

jeden jedyny rodzaj liliowców, mianowicie *Encrinurus*, który miejscami trafia się w zgoła bajecznych ilościach, tak iż człony łodyg jego niekiedy poprostu występują skałotwórczo (rys. 143,1-2). Między ramienionogami, małżami i ślimakami znajdujemy dużą liczbę form, które należą do obu głównych oddziałów wapienia

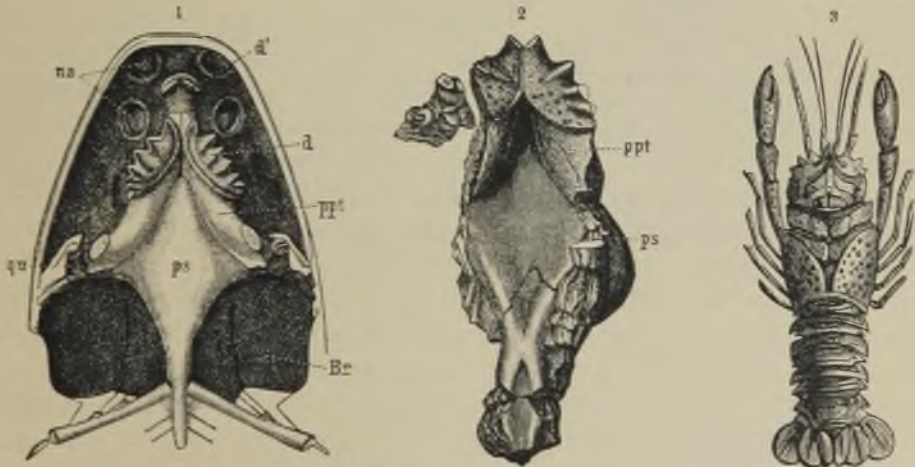


muszlowego i często całymi tysiącami pokrywają powierzchnie warstw; niektóre z najbardziej charakterystycznych małżów zostały przedstawione na rysunku 144, 1-3. Najczęstszym gatunkiem wśród ramienionogów jest *Terebratula vulgaris* (rys. 144, 4), podczas gdy inne formy charakterystyczne, jak *Retzia trigonella*, *Spiriferina fragilis*, *hirsuta* i inne, trafiają się daleko rzadziej, ale jednak są ważne, gdyż występują one również i w osadach alpejskich i ułatwiają porównywanie ich z utworami środkowo-europejskimi.

Głowonogi są nader rzadkie w wapieniu falistym, lecz występują w typach niezwykle charakterystycznych: *Beneckeia Buchi* i *Hungarites Strombecki* w dolnym, *Ceratites antecedens* i *Ptychites dux* w górnym wapieniu falistym. W dolnej części głównego wapienia muszlowego prawie wcale nie ma głowonogów, natomiast w górnej części występują one bardzo licznie. *Ceratites nodosus* leży nieco niżej od *Ceratites semipartitus*. W całej dziedzinie geologii nie ma już może drugiego przykładu gatunku głowonogów, któryby tak samo jak *Ceratites nodosus* (rys. 146) w tak niezmiernej ilości występ-



Rys. 146. *Ceratites nodosus*, z górnego wapienia muszlowego.

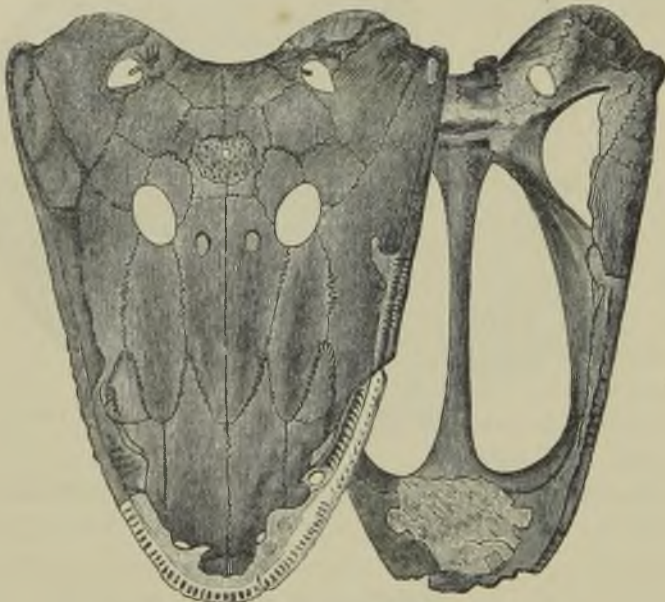


Rys. 147. 1) *Ceratodus Forsteri*, żyjący (wedł. Günthera); 2) *Ceratodus Sturi*, czaszka od strony dolnej, z „warstw lunznych” w Lunzu (wedł. Tellera): *ps* kość przyklinowa, *ppt* pterygo-palatinum (k. skrzydłowo-podniebieniowa), *a* ząb duży, *a'* ząb przedni, *qu* kość czworokątna, *na* nozdrza, *Br* jama skrzelowa. 3) *Pemphix Sueuri*, z wapienia muszlowego, zmniejszony rysunek zwierzęcia odtworzonego.

pował na dość rozległym, zwartym obszarze, a poza jego granicami nie dał się nigdy jeszcze znaleźć chociażby tylko w postaci jakiegos śladu. Z wyjątkiem wąż-

kiego pasa pogranicznego Francji *Ceratites nodosus* zamknięty jest w całości w obrębie Niemiec, tutaj wszakże jest on przypuszczalnie tym gatunkiem amonita, który występuje w największej liczbie osobników, tak iż Leopold v. Buch zwykł był mawiać, że amonitowi temu słusznie należy się miejsce w herbie niemieckim.

Jeżeli do form wzmiankowanych doliczymy jeszcze pierwszorazowe nieco liczniejsze ukazanie się raków długoodwłokowych z rodzaju *Pemphix* (rys. 147,<sup>3</sup>), to wyczerpiemy tem faunę zwierząt niższych środkowo-europejskiego wapienia muszlowego. Ze szczątków zwierząt kręgowych spotykają się łuski i zęby ryb miejscami w dużej ilości zgromadzone; dotychczas wszakże nie znaleziono okazów



Rys. 148. Czaszka *Capitosauros*. (Wedł. O. Fraasa).

dobrze zachowanych, całkowitych, nadających się do określania. Natomiast ogromnie ważne są szczątki gadów, wprowadzie także ułamkowe, ale po części dobrze zachowane. Najczęściej spotykaną formą jest *Notosaurus*, dość duże dziwaczne zwierzę o długiej szyi i wydłużonej głowie, która szczególnie uderza swymi ogromnymi dółkami skroniowymi i długimi, smukłymi zębami w przedniej części szczęki. Obok tych olbrzymów znaleziono w kajprze kilka karłów o nadzwyczaj zgrabnych kształtach, jak *Neusticosaurus* z okolicy Ludwigsburga w Wirtembergu (rys. 145). Czaszka o tępo zakończonym pysku osadzona jest na długiej, smukłej szyi łabędziej w sposób taki, jaki u żadnego z gadów żyjących wcale już się nie spotyka, ale co prawda u plesiosaurów jurajskich w jeszcze bardziej krańcowej formie jest wyrażony; tułów jest krępy, ogon krótki. Kończyny wykazują raczej budowę nóg, służących do chodzenia, niż płetw. Jak widzimy, przystosowanie do wodnego trybu życia nie posunęło się tu jeszcze tak daleko jak u jurajskich potomków notosauridów, u plesiosaurów, u których przeobrażanie się nóg, służących do chodzenia, w płetwy całkowicie już dobiegło do końca.

Jeszcze osobliwsze formy tworzą niedokładnie dotychczas, niestety, poznane plakodonty, których szczęki i podniebienie uzbrojone były szerokimi, płaskimi, potężnymi płytami żuciowemi, jakich pozatem zresztą w żadnej innej zo znanych grup gadów nie znajdujemy. Według wszelkiego prawdopodobieństwa plakodonty

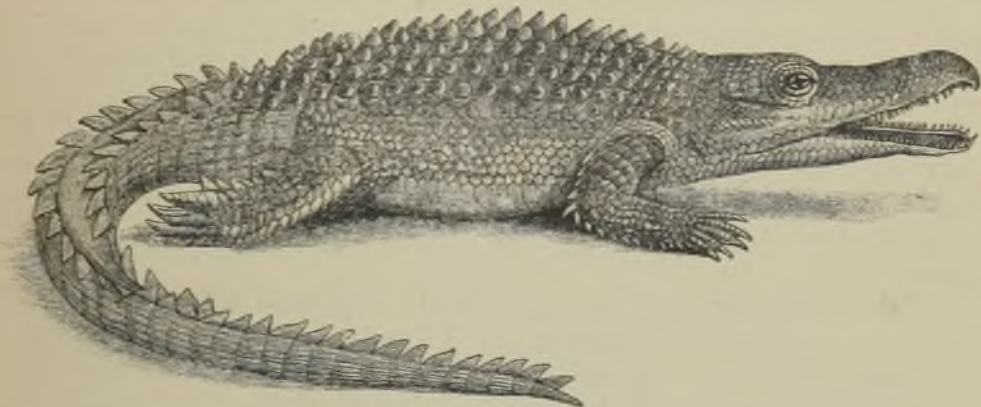
dobrze zachowanych, całkowitych, nadających się do określania. Natomiast ogromnie ważne są szczątki gadów, wprowadzie także ułamkowe, ale po części dobrze zachowane.

Najczęściej spotykaną formą jest *Notosaurus*, dość duże dziwaczne zwierzę o długiej szyi i wydłużonej głowie, która szczególnie uderza swymi ogromnymi dółkami skroniowymi i długimi, smukłymi zębami w przedniej części szczęki. Obok



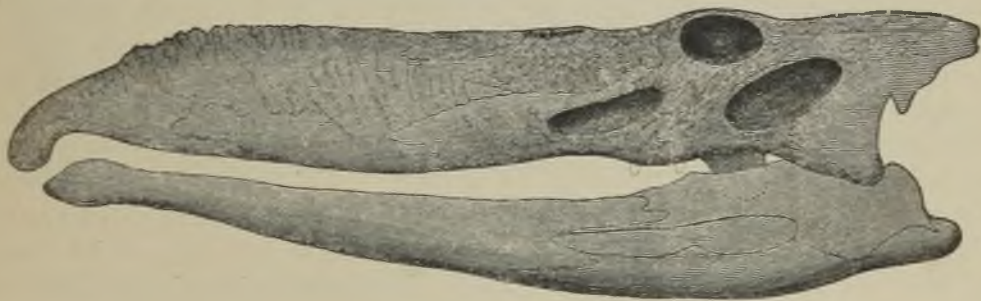
żywiły się licznymi mięczakami, pokrywającymi dno morskie, miażdżąc ich skorupy swemi płytami żuciowemi.

Na wapieniu muszlowym leży tryas górny, czyli kajper, szereg warstw, w którym typy morskie stopniowo coraz bardziej cofają się; pojawiają się potem pstre margle i piaskowce, które zawierają tylko rośliny lądowe i szczątki kręgowców, ale w które wtrąconych jest kilka ławic z muszlami morskimi; na wielu terenach w poziomach najwyższych osady morskie biorą znowu przewagę, stanowiąc



Rys 149. Belodon, ze stuttgarczkiego piaskowca kajprowego. (Odtworzony według O. Fraasa).

przygotowanie do czysto morskiego rozwoju w następującym teraz systemie jurajskim. Kajper zazwyczaj dzieli na trzy piętra: dolne — kajper ilasty lub grupa węgla ilastego, środkowe — kajper pstry i górne — piętro retyckie lub grupa bonebed.



Rys. 150. Czaszka belodona (bez zębów).

Grupa węgla ilastego składa się z wielokrotnie zmieniających się żółtych i szarych ławic dolomitowych o ubogiej faunie morskiej, z glini piaskowców ze szczątkami roślin, a w wielu okolicach zawiera około 30 cm grubego pokład węgla bardzo nieczystego, zupełnie na opał niezdatnego. Fauna morska dolomitów ilasto-węglowych obejmuje niewiele tylko gatunków: mały skorupiak z rzędu liścionogich (*Estheria minuta*), ramienionóg o skorupie rogowej (*Lingula tenuissima*), nieliczne małże, pośród których najważniejszym jest małż *Myophoria Goldfussi*; w dolomicie granicznym, który oddziela grupę węgla ilastego od kajpru pstre-

go, znalazł się w Turyngii samotny amonit *Ceratites Schmidti*, w jednym tylko egzemplarzu. Miejscami, mianowicie w Wirtembergu, występują częścię płyty zębów wspomnianej już przedtem ryby z rodzaju *Ceratodus*; są one tak uderzająco zgodne z płytami żyjącej dziś w Queenslandzie w Australii baramundy, jednej z niezliczonych ryb dwudysznych świata teraźniejszego, że i do tej ostatniej, bez długiego namysłu, zastosowano nazwę *Ceratodus*, nadaną zębom tryasowym. Szczątki czaszki znalezione później w północno-alpejskim węglu ilastym w warstwach lunczkich dowiodły trafności tego postąpienia: w czaszce tej zgodność z nowoczesnym *Ceratodus Forsteri* posuwała się tak daleko, że w istocie rzeczy różnicy można się było dopatrzeć tylko w mocniejszym skostnieniu szkieletu formy tryasowej (rys. 147,1-2).

Znacznie bogatszą od fauny morskiej jest flora lądowa, w wielu miejscach w postaci napływów znajdowana w kajprze ilastym: skrzypy, paprocie, drzewa iglaste, szczególnie z rodzajów *Voltzia* i *Widdringtonia*, wreszcie *Pterophyllum* jako przedstawiciel sagowcowych (*Cycadeae*) są najważniejszymi typami.

Kajper środkowy, czyli pstry składa się przeważnie z czerwonych i zielonych margli ilastych z wtrąceniami gipsu; w margle te zwykle wcielone są dwa potężne poziomy piaskowce, „piaskowiec trzcinowy“ (*Schilfsandstein*) — mniej więcej w środku i „piaskowiec izbowy“ (*Stubensandstein*) — ku górze. W marglach dolnych leżą wielkie pokłady soli kamiennej Lotaryngii, Dieuze i Salzburga. Połaciami występują także i dwa morskie wtrącenia niewielkiej grubości, a z nich starsze w niektórych punktach zawiera pięknego i dużego małża, *Myophoria Raibliana*, który znajduje się również w górnym tryasie Alp, w t. zw. warstwach raibelskich.

I tutaj też, w kajprze środkowym, znacznie częściej od muszli morskich trafiają się szczątki roślin lądowych, należących do tych samych typów głównych, któreśmy poznali już w grupie węgla ilastego. Mamy następnie w Semionotusie wybornego przedstawiciela ryb kostołuskich, lecz przedewszystkiem spotykamy tutaj płazy (skrzeki) i gady, w znakomitych występujące formach; Wirtemberg a w szczególności okolice Stuttgartu dostarczyły mnóstwa przepysznych ich szczątków. Z płazów są tu ogromne labiryntodonty, najwięksi dotychczas poznani przedstawiciele plemienia tego, jak *Mastodonsaurus*, *Capitosaurus* (rys. 148) i inne, po których zwłaszcza olbrzymie ich czaszki w dość dużej liczbie znajduwane bywały. Tutaj następuje najwspanialszy rozkwit całego tego rodu, przynajmniej co się tyczy rozwoju pod względem wielkości; zarazem jednak jest to punkt szczytowy, do którego ród ten dochodzi. Następuje po nim szybki upadek i w końcu zanik labiryntodontów.

Między gadami przoduje potężny *Belodon* (rys. 149), którego wspaniałe szczątki staraniami Kapffa wydobyte zostały na światło dzienne ze stuttgarckiego piaskowca izbowego. Są to zwierzęta olbrzymie, podobne do krokodyłów, które już z zewnątrz wyróżniają się mocno wypukłym pyskiem swej wydłużonej czaszki (rys. 150); mocny pancerz pokrywał ciało jaszczura nadnekkarskiego. Ale choć cała postać tego zwierzęcia w tak wysokim stopniu ma typ krokodyłów, to przecież w budowie szkieletu można dostrzedz ważne właściwości i różnice. Inną



jeszcze większą formę tworzy pewien dinosaur z rodzaju *Zanclodon*, którego precudny, prawie całkowity szkielet, choć wprawdzie bez czaszki, przechowuje się w Stuttgarcie. Natomiast *Aëtosaurus*, którego poznaliśmy z opisu Fraasa, jest zwierzęciem bardzo zgrabnym, z wyglądu zewnętrznego podobnym do jaszczurki. W stuttgarckim gabinecie historyi naturalnej, jako jeden z najcenniejszych jego okazów a zarazem jako jedno z najpiękniejszych wykopalisk paleontologicznych, jakie kiedykolwiek zdobyto, przechowuje się płyta piaskowca,



Rys. 151. Bryła piaskowca z licznymi okazami *aëtosaurus*, z kajpru stuttgarckiego, w zmniejszeniu. (Wedł. O. Fraasa).

na której mieszczą się szczątki nie mniej jak 24 sztuk tych zwierzątek, które prawie wszystkie przepysznie się zachowały (rys. 151).

Wreszcie należy jeszcze napomknąć o ukazaniu się pierwszych żółwi, które, rzecz godna uwagi, występują odrazu w postaci wysoko rozwiniętej, a jest nią żółw słodkowodny *Proganochelys* z grupy *Pleurodira*. Obok niego trafiają się także ułamki żółwi skórnych, form zamieszkujących morze, których rzemienista skóra, zamiast jednolitego twardego pancerza, była pokryta brukiem, utworzonym z tabliczek wielokątnych, który nie posiadał wcale stałego połączenia ze szkieletem wewnętrznym. Czy te żółwie skórne uważać teraz będziemy za typy nisko uorganizowane pierwotne, czy też za typy uwstecznione, to w każdym razie ich występowanie społem z wysoko stojącymi pleurodirami dowodzi, że od-

gałęzienie się zółwi od głównego pnia gadów i następny ich rozwój musiały nastąpić w czasach wielce odległych, przed okresem tryasowym.

Najwyższą część kajpru stanowi piętro retyckie czyli grupa bonebed; jest to rozmaicie rozwinięty kompleks warstw, utworzonych już to z piaskowców obfitujących w szczątki roślin, już to z piaskowców z licznymi małżami morskimi. Przyłączają się do tego gliny szare; niekiedy wszakże całe to piętro reprezentowane jest przez ily czerwone, które niczem się nie różnią od iłów kajpru pstrego. Najosobliwszem a dla dziejów świata zwierzęcego najważniejszym ogni-



Rys. 152. Ząb *Microlestesa*, z bonebedu w Degerloch pod Stuttgartem, przedstawiony z różnych stron.

wem całego tego szeregu warstw jest pokład kostny, czyli bonebed, według stosowanej zazwyczaj jego nazwy angielskiej; w rozwoju zupełnym pokład ten stanowi warstwę kilka centymetrów grubą, będącą bezładnem nagromadzeniem ziarn kwarcu oraz niezliczonych zębów, okruców kości, łusk rybich i koprolitów (gał kału kopalnego), a wszystko to drobnej zwykle wielkości. W niektórych okolicach warstwa ta jest tylko słabo zaznaczona; ale, bez

względu na to, czy jest reprezentowany mocniej czy też słabiej, kręgowcowy ten poziom spotyka się w niezmiernie szerokim rozprzestrzenieniu i to nie tylko w Niemczech, lecz i w Anglii. Już z czysto geologicznego stanowiska całe to występowanie budzi wielkie zainteresowanie, napróżno bowiem



Rys. 153. Ząb *Triglyphusa* w wielkości naturalnej i w słabym powiększeniu, przedstawiony z różnych stron. (Wedł. O. Fraasa).

usiłujemy zbadać, w jakich to okolicznościach na tak rozległych przestrzeniach mógł się osadzić utwór tak niezmiernie swoisty; w szczególności wszakże ważne są szczątki zwierzęce, znajdujące się w tej osobliwej skale. Przedewszystkiem spotykamy tu mnóstwo ryb, zaznaczających swą obecność odosobnionymi zębami i łuskami; przyłączają się do tego liczne ułamki gadów, ichtyosaurusa i innych, mianowicie najstarsze szczątki jaszczurki latającej; ale najważniejszymi z występujących tu szczątków zwierzęcych są zębki ssaków, które Plieninger pierwszy znalazł był pod Degerlochem, w pobliżu Stuttgartu. Ze względu na ostro-sęczkowatą budowę korony tych zębów, porównywał on wykopalisko to (rys. 152) z zębami owa-

dożernych, a samemu zwierzęciu nadał nazwę „małego zbója“, *Microlestes*. Potem znaleziono w Wirtembergu jeden oddzielny ząb z dziewięciu sęczkami, przez Fraasa *Triglyphusem* przewany (rys. 153), a szczególnie godny uwagi z powodu uderzającego swego podobieństwa do *Tritylodona* z tryasu południowo-afrykańskiego, o którym później będzie mowa. Następnie szczątki ssaków znaleziono także i w grupie bonebedowej Anglii, a i Ameryka Północna dostarczyła ich również z tegoż samego mniej więcej poziomu. Niżej (por. str. 207) będziemy mówili o wszystkich tych formach razem; rozpoznana niedawno przez H. Seeleya przynależność *Tritylodona* do gadów dała możność wyrokowania o nich z całkiem nowego punktu widzenia.



O wiele mniejsze znaczenie dla znajomości świata zwierzęcego, lecz tem większe dla geologii posiadają muszle morskie piaskowca bonebedowego. Od czasu węgla ilastego w pozaalpejskiej Europie nie ukazała się już wcale fauna morska na dużych przestrzeniach rozpostarta. Tutaj spotykamy się na raz z zespołem zwierzęcym, który wprawdzie sam przez się wciąż jeszcze jest dość ubogi i przeważnie z małżów się składa, ale występuje nie tylko w przeróżnych częściach Niemiec, lecz także we Francji, Anglii, Irlandyi i Szwecyi. Do najbardziej znamienitych gatunków należą: *Avicula contorta*, *Gervillia praecursor*, *Lima praecursor*, *Myophoria Ewaldi*, *Anatina praecursor*, *Modiola minuta*, *Pecten acuteauritus* (rys. 154).

Największe zainteresowanie fauna ta budzi tem, że większość jej gatunków w sposób zupełnie zgodny spotyka się w niezmiernie szerokim rozprzestrzenieniu w Alpach, Karpatach i t. d., zajmując pewien ściśle określony poziom, złożony z najwyższych warstw tryasu, t. zw. warstw kösseńskich. Jak zobaczymy później, tryas alpejski, poczynając od wapienia muszlowego, miał rozwój zgoła odmienny od niemieckiego wykształcenia tego systemu, fauna tu i tam jest całkowicie różna, a wraz z tem bardzo utrudniona jest także wszelka próba paralelizacji pojedynczych ogniw w obu prowincjach tryasowych. Gdy jednak ku końcowi epoki tryasowej na obszarach pozaalpejskich zapanowały znów warunki bardziej przyjazne dla rozwoju życia morskiego, to, jak się zdaje, między zagłębiami pozaalpejskiem i alpejskiem utworzyło się połączenie otwarte, a z tego ostatniego zagłębienia nastąpiła immigracja rozmaitych form małżów i nielicznych towarzyszących im ślimaków. W roku 1856 Oppel i Suess zdołali rozpoznać zgodność skamieniałości alpejskich i pozaalpejskich i równoległość warstw z *Avicula contorta* na obu obszarach; pozyskano przez to stały poziom do porównań i zarazem możność czynienia ściślejszych oznaczeń wieku wśród osadów Alp: wykazanie tej zgodności stanowi wprost punkt zwrotny w geologii Alp.

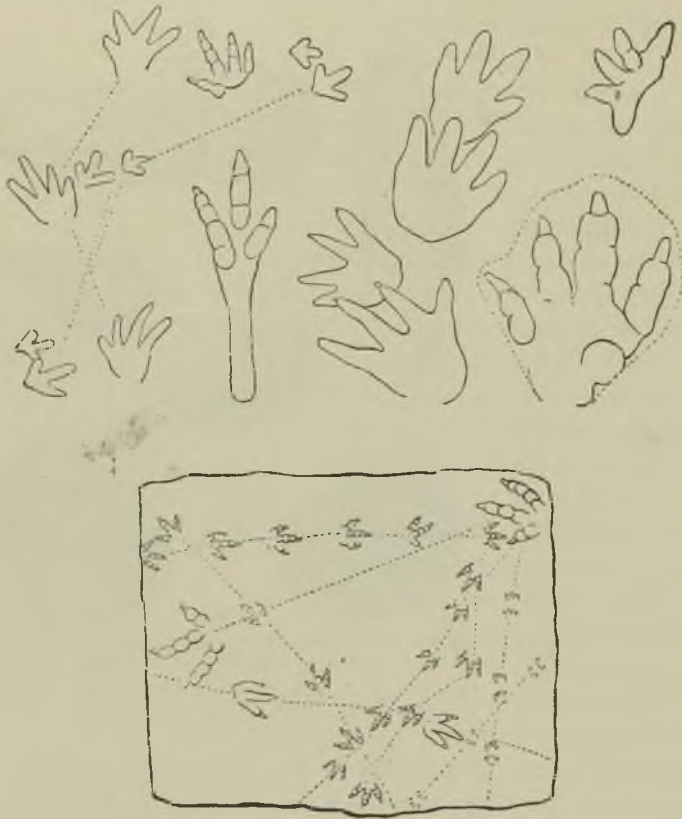
Tryas niemiecki tworzy najbujniej rozwinięty typ tych utworów w Europie pozaalpejskiej. W innych okolicach osady te są znacznie zredukowane: w Anglii np. brak zupełnie wapienia muszlowego, a cały tryas składa się z nieprzerwanego szeregu czerwonych piaskowców i margli, znanego pod nazwą „nowego czerwonego piaskowca“ (new red sandstone). W obrębie jednociągłego rozwoju piaskowców część środkowa odpowiada mniej więcej wapieniowi muszlowemu; lecz dla braku



Rys. 154. Małże retyckie: 1) *Anatina praecursor*; 2) *Modiola minuta*; 3) *Gervillia praecursor*; 4) *Avicula contorta*; 5) *Myophoria Ewaldi*; 6) *Lima praecursor*, z wirtemberskiego piaskowca bonebedowego. (Wedł. Quenstedta).

wszelkich punktów porównania ścisłych zestawień porównawczych z niemieckimi grupami tryasowymi przeprowadzić niepodobna.

W olbrzymiej części Rosji europejskiej system tryasowy zdają się reprezentować pstry margle prawie zupełnie skamielin pozbawione. W Ameryce Północnej tryas również rozwinięty jest przeważnie w postaci czerwonych piaskowców. Brak tutaj wszelkich śladów skamieniałości morskich, tak iż miejscem osadzania się tych czerwonych piaskowców mogły być tylko jeziora przybrzeżne i śródlądowe. Następnie gdy w Niemczech podczas okresu tryasowego działalność



Rys. 155. Tropy z piaskowca konektikuckiego. (Wedl. Dany).

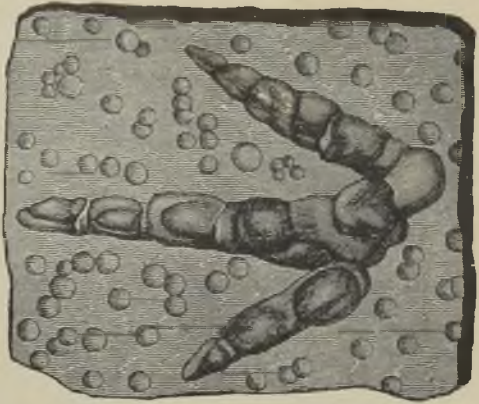
wulkaniczna znajdowała się w stanie spoczynku, w Ameryce Północnej nastąpiły potężne wybuchy zasadowych skał wybuchowych. W warstwach łupków, występujących pośród czerwonych piaskowców, pogrzebana jest bogata flora, uderzająca swoją zgodnością z formami europejskimi. W niektórych okolicach materyer roślinne nagromadziły się w tak znacznej ilości, że mogły powstać wielce rozległe i potężne pokłady węglowe. W stacjach wschodnich system tryasowy w ten sposób wykształcony rozpościera się długim, ale kilkakrotnie przerwany pasem od Nowej Szkocji aż do Karoliny północnej: najbardziej znane miejsca występowania jego stanowią t. zw. „palisady“ rzeki Hudson powyżej Nowego Jorku i dolina rzeki Connecticut. Na zachodzie w górach Skalistych (Rocky Mountains) i w rozległej przestrzeni między nimi a Sierra Nevada, piaskowce czerwone tegoż samego mniej więcej wieku posiadają jeszcze większą rozciągłość; ale oznaczanie wieku bywa tu nieraz z wielkimi trudnościami sprzężone, a zwłaszcza odgraniczenie tryasu od jury nie zawsze z pewnością przeprowadzić się daje. Jeszcze dalej na zachodzie znajduje się tryas morski typu alpejskiego.

Najbardziej godnymi uwagi szczątkami, znalezionymi w piaskowcach tryasowych wschodniej części Ameryki Północnej, jest niewątpliwie kilka szczątków ssaków,

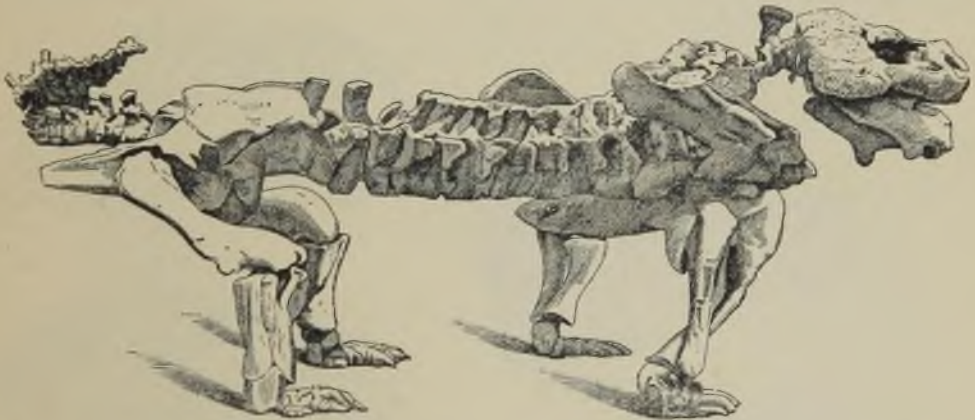
wulkaniczna znajdowała się w stanie spoczynku, w Ameryce Północnej nastąpiły potężne wybuchy zasadowych skał wybuchowych. W warstwach łupków, występujących pośród czerwonych piaskowców, pogrzebana jest bogata flora, uderzająca swoją zgodnością z formami europejskimi. W niektórych okolicach materyer roślinne nagromadziły się w tak znacznej ilości, że mogły powstać wielce rozległe i potężne pokłady węglowe. W stacjach wschodnich system tryasowy w ten sposób wykształcony rozpościera się długim, ale kilkakrotnie przerwany pasem od No-



o których pomówimy poniżej w związku z innymi szczątkami ssaków. Pragniemy tu jeszcze powiedzieć kilka słów o innej nader swoistej skamieniałości, o tropach w piaskowcu z doliny Connecticutu. Z niemieckiego piaskowca pstrego poznaliśmy szczególnie ślady, pozostawione przez *Chirotherium*, a z podobnym, tylko nierównie wspanialszym zjawiskiem spotykamy się znów w Ameryce. Odciski owe spotykają się tutaj w ogromnej różnorodności zarówno co do swej postaci jak i co do wielkości, poczynając od olbrzymich tropów brontozoumowych aż do tropów, pozostawionych przez dość małe zwierzęta; u pojedynczych olbrzymów długość kroku ma dochodzić prawie do 4 m. Rys. 155 może dać przybliżone chociaż wyobrażenie o wielopostaciowości tych śladów, pośród których zdołano odróżnić do 100 gatunków odrębnych; większość tych śladów jest trzypalcowa, inne posiadają cztery palce, a niektóre—pięć, zarysy zewnętrzne są zmienne; ślady te pozostawione były widocznie przez bogatą faunę lądową. Liczba znalezionych okazów jest bardzo wielka, w niektórych muzeach jest ich po kilka tysięcy. Obok niektórych śladów zawsze w poczwórnej liczbie występujących, a zapewne słusznie labiryntodontom przypisywa-



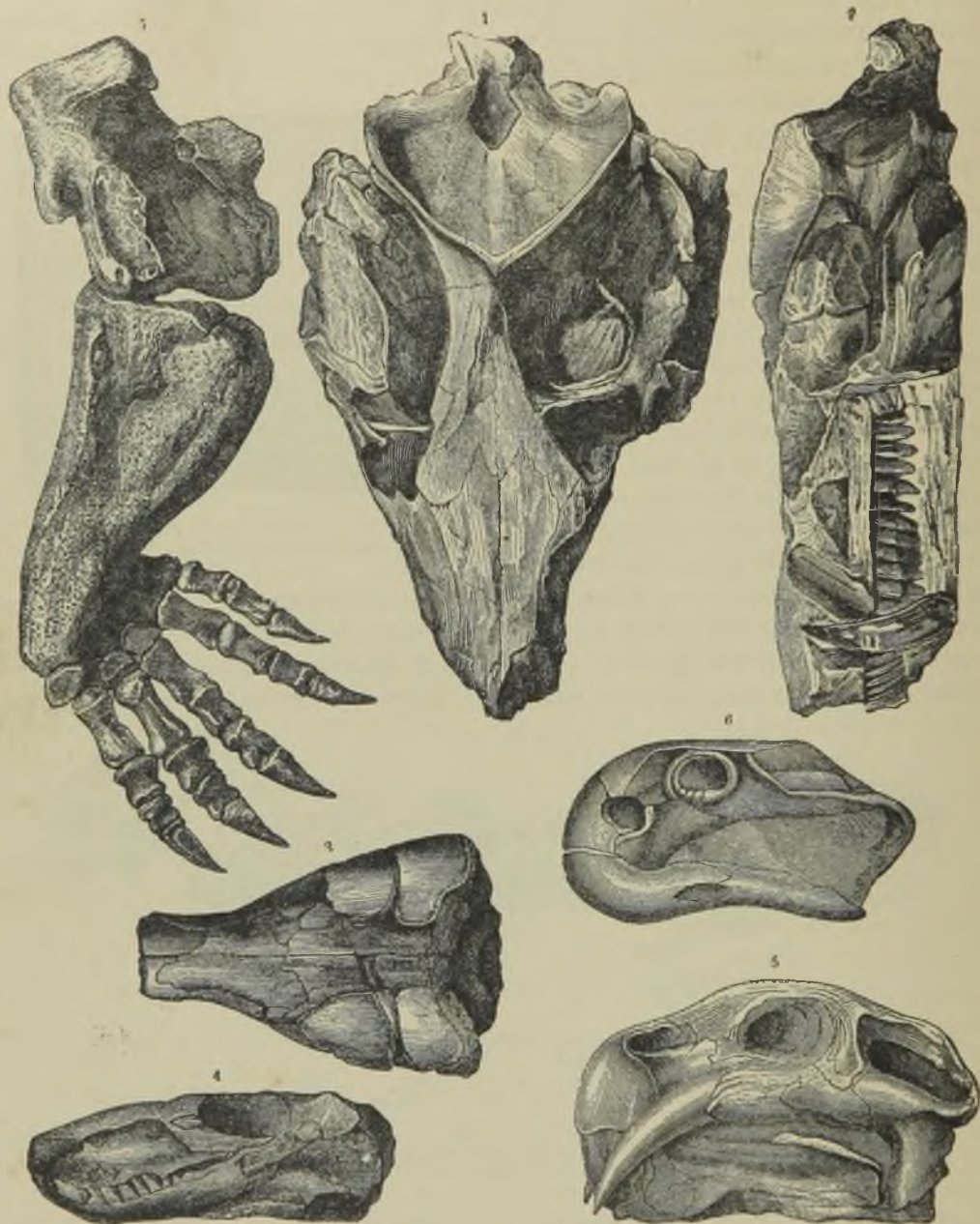
Rys. 156. Trop *Brontozoum* i t. zw. kopalne krople deszczowe, z piaskowca konektikuckiego. (Wedł. Dana).



Rys. 157. *Pareiasaurus Baini* z formacji karoo (tryas), Bad pod Tamboer Fontein (kolonia przyładkowa). (Wedł. Seeleya).  $\frac{1}{20}$  wielkości naturalnej; wielkość rzeczywista: 7 stóp 9 cali.

nych, znaczna większość pozostawiona była przez stworzenia, które chodziły na dwóch nogach. Były to najczęściej gady z obfitującej w formy grupy dinosaurów, z których wiele chodziło w postawie pionowej. W odosobnionych tylko przypadkach tu i owdzie znajdujemy także mizerne szczątki kości tej bogatej, lecz zresztą zupełnie nieznannej fauny; a tak całe występowanie tych śladów stanowi znów jeden z tych przykładów, które tak wymownie świadczą o nadzwyczajnej przerwi-

stości całej spuścizny paleontologicznej. W owych obfitujących w tropy piaskowcach trafia się jeszcze inna osobliwość: są to bardzo liczne, drobne, okrągłe wgłę-

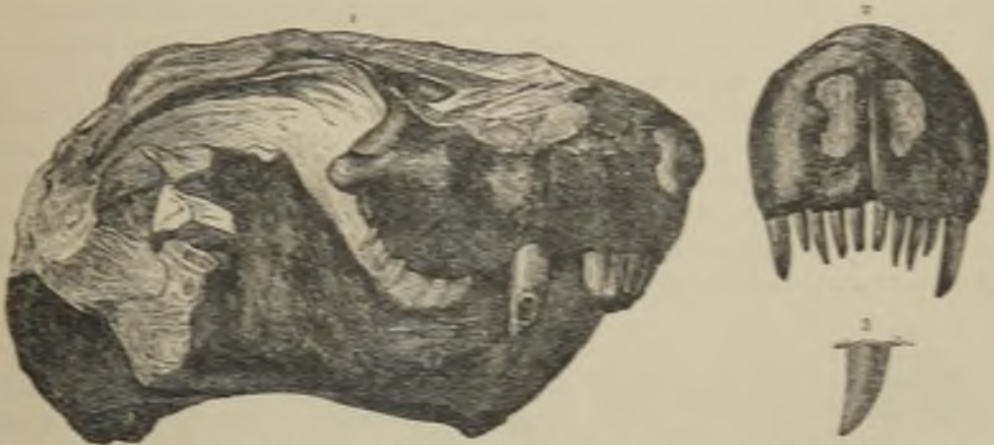


Rys. 158. Szczątki anomodontów i theriodontów z Afryki południowej: 1) czaszka Galesaurusa, z góry, 2) z boku; 3) czaszka Cynodraco z góry, 4) z boku; 5) czaszka Dicynodonta; 6) czaszka Udenodonta; 7) kończyna przednia anomodontna. (Wedł. R. Owena).

bienia na powierzchni warstw. Według najbardziej rozpowszechnionego mniemania mają to być odciski, które na miękkim gruncie pozostawiły spadające nań kro-



ple gwałtownej zlewnej; tłumaczenie to wszakże wzbudza pewne wątpliwości: pojedyncze krople są nieraz bardzo znacznie od siebie oddalone i nieproporcjonalnie duże; jest rzeczą bardziej prawdopodobną, że wgłębienia te wytworzone były przez pęknięcie pęcherzyków gazu, które się wydobywały z przesiąkniętego wilgocią granitu (rys. 156).



Rys. 156. Szczałki therapsydów w Afryce południowej: 1) szczeka *Liponaxos*, z boku, 2) z przodu, 3) ząb pojedynczy tego zwierzęcia. (Wedł. R. OWEN).

Przesledziliśmy piaskowcowy rozwój tryasu na rozległej powierzchni w pasie umiarkowanym półkuli północnej. Drugi ogromny obszar spotykamy w znacznym



Rys. 160. Czaszka *Triclypeodon*, i *furcata*, z zębami, z Afryce południowej: 1) z przodu, 2) z boku, 3) z dołu. (Wedł. R. OWEN).

od pierwszego oddaleniu. Tryas ukazuje się tu również w postaci piaskowców i łupków ze szczątkami roślin lądowych, ryb, płazów i gadów; co prawda jednak wygląd skał jest tu odmienny, czerwona barwa gra rolę podrzędną.

Przedewszystkiem wymienić tu należy osady wspomianej już kilkakrotnie wschodnio-indyjskiej formacji Gondwana, której niższe oddziały,

t. zw. warstwy talchirskie i damudzkie, jak wiemy, reprezentują karbon górny i system permski (por. str. 173). Za przedstawicieli tryasu mogą uchodzić wyższe oddziały systemu Gondwana, a mianowicie warstwy panchetskie. Składają się one z gruboziarnistych, gruboławicowych piaskowców, które dotychczas dostarczyły tylko dość ubogiej flory, blisko spokrewnionej z florą warstw damudzkich; za to występuje tu kilka ciekawych form zwierząt kręgowych, kilka labiryntodontów, tudzież trzy gady, z których dwa należy do oddziału teromorfów, rozpowszechnionego szczególnie w Afryce południowej, trzeci zaś do dinosaurów.

W występowaniu teromorfów widzimy wskazówkę byłego niegdyś połączenia Indyi z Afryką południową. Znamy wprawdzie osobliwe te gady także i z innych krajów, z permu Rosyi, Texasu, Illinoisu i Nowego Meksyku, oraz z tryasu Szkocyi; lecz Afryka południowa była przecież właściwą ojczyzną tych form i w niej też przybrały one najbardziej rozmaite ukształtowanie. Znajdujemy je tam głównie w warstwach beauforckich formacyi karroo, odpowiadających systemowi



Rys. 161. *Dromatherium silvestre*, z górnego tryasu w Karolinie północnej, w powiększeniu  $2\frac{1}{4}$ -krotnem. (Wedł. Emmons).

tryasowemu; rzadko zdarzają się ich szczątki w położonych wyżej warstwach stromberskich, które, jak indyjskie warstwy rajmahalskie, zwykliśmy uważać za spółrzędne co do wieku już z formacyą jurajską.

Wśród teromorfów należy rozróżniać kilka dużych grup. Na nieszczęście nie jesteśmy jeszcze dostatecznie obeznani z całkowitą bu-

downą ciała tych zwierząt, gdyż do zbiorów muzealnych dostawały się najczęściej tylko ich czaszki. Dopiero w ostatnich czasach wykopany został szkielet całkowity, który może dać pewne wyobrażenie o nadzwyczaj osobliwej postaci ogólnej tych gadów (rys. 157). Wszystkim formom wspólne jest zlewianie się w jedną całość kości miednicy (kości kulszowej i k. łonowej), następnie zaś zrastanie się kości kruczej z łopatką. Właściwości te przypominają żywo zwierzęta ssące; lecz i dla ukształtowania kości ramieniowej, stępu, żeber, dla zróżnicowania uzębienia pewnych typów znajdujemy wśród ssaków tak wyraziste punkty porównania, iż zdanie E. Copea, który w teromorfach widzi przodków zwierząt ssących, znalazło mocny oddźwięk między uczonymi. Najlepiej znanymi przedstawicielami teromorfów są anomodonty, mianowicie *Udenodon* i *Dicynodon* (rys. 158); u form tych przednia część ich szczęk tworzy dziób — właściwy żółwiom — o krawędzi ostrej, krającej; *Udenodon* był zupełnie zębów pozbawiony, u *Dicynodona* w szczęce górnej znajdują się dwa potężne, sztyletowate zęby, w kształcie kłów z pyska wystające. Poza tem różnice między obiema temi formami są bardzo błahej natury, tak że nawet wpadano już na myśl, iż obie one należały razem do jednego gatunku, i że różnice, między nimi zachodzące, sprowadzają się tylko do różnic płciowych: *Dicynodon* byłby w takim razie samcem, w potężne kły uzbrojonym, *Udenodon* zaś — samicą; nie przytoczono wszakże wystarczających dowodów na potwierdzenie słuszności tego poglądu. Druga grupa teromorfów, *Theriodontia*, z powodu osobliwego zróżniczkowania swych zębów, pośredniczy w zbliżaniu się do ssaków: w kości międzyszczękowej tkwią zęby stosunkowo mniejsze, odpowiadające siekaczom ssaków, potem na początku kości szczękowej (szczęki górnej),



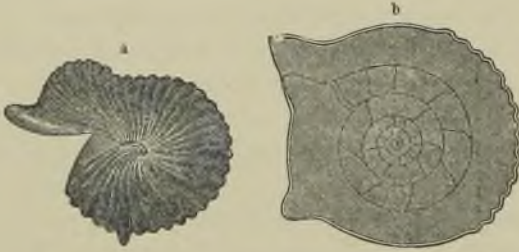
tuż obok kości międzyszczękowej znajduje się ząb tęgi, mocno wystający, analogiczny do kła, a za nim następuje szereg zębów, które można porównywać z zębami trzonowymi (rys. 159). Te ostatnie u *Cynognathusa* podobne są do zębów trzonowych zwierząt drapieżnych, lecz brak im sęczka wewnętrznego, który wyróżnia zęby trzonowe drapieżników i torbaczy drapieżnych. U tegoż samego rodzaju guz stawowy potylicy jest kabłąkowato zakrzywiony i otrzymuje przez to kształt dwudzielny, który nie różni się istotnie od podwójnego guza stawowego ssaków. U *Diamodona* prócz tego przez brózdę boczną zaznaczony jest początek dzielenia się korzeni zębowych; szeroko-sęczkowate korony zębów mają wiele podobieństwa do nietrwałego uzębienia mlecznego stekowców (*Monotremata*), które wśród żyjących obecnie ssaków zajmują najniższe miejsce. Pas barkowy i miednica podobne są do odpowiednich części szkieletu u stekowców, a najważniejsze kości kończyn zajmują stanowisko pośrednie między wykształceniem ich u stekowców i u torbaczy.

Jeżeli formy te oraz kilka innych, jak *Trirachodon*, *Gomphognatus*, — które H. Seeley wraz ze wspomnianymi wyżej obejmuje nazwą gomfodontów — tworzą przejście od gadów do najniżej stojących ssaków, to grupa ta jeszcze przez to staje się wysoce interesującą, że H. Seeley tutaj właśnie mieści nawet szczątki czaszki z formacyi karroo, znane pod nazwą *Tritylodona* (rys. 160); dotychczas bowiem *Tritylodona* uważano za zwierzę ssące, a mianowicie za typ grupy ssaków, zwanych wielosęczkowymi (*Multituberculata*) podług ich wielosęczkowatej korony zębowej. W rzeczywistości czaszka *Tritylodona* wykazuje wszystkie istotne cechy czaszki teriodonta, lecz zęby o szerokiej, sęczkowatej koronie i rozdzielonym korzeniu są ukształtowane tak, jak u ssaków. Od *Tritylodona* z ledwością można oddzielać *Triglyphusa* z bonebedu szwabskiego (por. str. 200), a i *Microlestes* jest również z temi formami spokrewniony. Z drugiej strony z *Microlestesem* łączą się plagiulacidy z formacyi jurajskiej, które jeszcze i później — w kredzie i w eocenie — rozwijają się dalej, a które porównywane bywają z torebnikiem (*Hypsiprymnus*), a więc ze zwierzęciem workowatym. Nie da się jeszcze zawyrokować z pewnością, w jakim stosunku do tryasowych gomfodontów znajdują się pozostałe formy o zębach wielosęczkowych, które w czasach mezozoicznych były dość bujnie rozwinięte, ale znane są nam tylko z bardzo nędżnych szczątków; stosunek do szczątków ssaków z tryasu Karoliny północnej jest również jeszcze ciemnym. Te ostatnie, *Dromatherium* i *Microconodon*, zwykle bywają umieszczane wśród zwierząt workowatych, jako osobna ich grupa. U *Dromatherium* zęby wyodrębniają się wyraźnie na sieczne, kły i trzonowe (rys. 161); lecz w braku jasnego wydzielenia się korony i korzenia objawia się bardzo pierwotna cecha. Zęby trzonowe mają swoistą kolczatą postać, która jest właściwą także niektórym gadom. Pewnem jest natomiast, że *Tritylodon* i opisane przez H. Seeleya formy południowo-afrykańskie wypełniły poniekąd przerwę między gadami a ssakami, oraz że stanowisko to zajmują typy przejściowe, które najbliższą styczność mają ze stekowcami i z torbaczami: jest to wynik, który zupełnie harmonjuje z postulatami nauki o pochodzeniu gatunków. Że wśród teriodontów albo gomfodontów i dla szeregów rodowych ssaków wyższych szukać należy punktów stycznych, o tem również prawie wcale wątpić już nie można.

## Tryas alpejski (pelagiczny).

Tryas niemiecki był punktem wyjścia naszego opisu; poznaliśmy tu osady śródlądowe i utwory z ograniczonych, prawdopodobnie słabo słonych zagłębi morskich. Ale w nauce o osadach uwarstwionych za typ tych osadów z najzupełniejszą słusnością uchodzą utwory morskie, a typem tym dotychczas jeszcześmy się wcale nie zajmowali. Nasza droga, której za punkt wyjścia posłużyły okolice najpierw zbadane, omijała dotąd tryas rozwinięty w otwartym morzu.

Najznakomitsze wykształcenie tryasu morskiego znajdujemy w Alpach wschodnich. Na wschód od linii Renu ogromne masy wapieni i dolomitów tryasowych składają potężne pasma górskie; tworzą one główną masę zarówno północnego jak i południowego pasa wapiennego. Natomiast na zachód od tejże linii, w Szwajcarii i dalej jeszcze w Alpach francuskich, tryas kurczy się i zdaje się być rozwiniętym w takiej formie, która się zbliża raczej do typu środkowo-niemieckiego. Zresztą tryas rozwinięty w otwartym morzu nie



Rys. 162. *Lobites delphinocephalus*: a) widok z boku, b) okaz w przekroju. (Wedł. Hauera).

jest ograniczony tylko do Alp wschodnich; w sposób podobny aczkolwiek mniej okazale występuje on także w Karpatach i w Sycylii, następnie w Himalajach, na wyspie Timor, w Japonii, w Nowej Kaledonii, w Nowej Zelandyi, dalej zaś w zachodniej części Ameryki Północnej, w Kalifornii, Nowadzie i Idaho, jako też wreszcie w Peru. W końcu i w okolicach północnych, w Syberyi i na Szpicbergu, tryas taki jest również reprezentowany.

Najważniejszy rys charakterystyczny tryasu pelagicznego stanowi ogromna obfitość amonitydów, których poznano dotychczas około 1000 różnych form; a chociaż według dzisiejszego stanu naszych wiadomości system jurajski co do liczby gatunków zdaje się mieć znaczną przewagę, to przecież pod względem różnorodności i odrębności typów formacje późniejsze nie mogą się mierzyć z tryasem. Wspaniałe prace Hauera i Mojsisovicsa zapoznały nas z tak nieprzeczuwaną obfitością znacznie pomiędzy sobą różniących się i po części paradoksalnie wprost ukształtowanych amonitydów, że cały ten przepych form wciąż jeszcze wprawia nas w zdumienie. Niektóre z pomiędzy nich pod względem budowy zatok znajdują się jeszcze w stadyum goniatytowem, jak szczególnie ukształtowane lobity (rys. 162), inne wykazują proste zazębienie zatok, właściwe stadyum ceratytowemu, podczas gdy większość posiada szwy dookoła w ząbki powycinane i rozgałęzione. A nawet szczególnym trafem, właśnie tutaj w tryasie, a mianowicie w górnej jego połowie występują amonitydy, mające w ogólności najbogatszą i najmocniej skomplikowaną budowę zatok: *Pinacoceras Metternichi* i jego krewniaki nie dają się pod tym względem przewyższyć żadnej z form jury lub formacji kredowej (rys. 163).



Oczywiście nie możemy zapuszczać się tutaj w opisy całego tego mnóstwa form; musimy poprzestać na kilku tylko przykładach. Pomijając dość odosobniony rodzaj *Pinacoceras*, który pochodzi zapewne od paleozoicznego rodzaju *Beloceras*, możemy podzielić amonity tryasowe na dwie duże grupy główne; z tych jedna uposażona jest licznymi zatokami i skorupą przeważnie gładką (*Leiostraca* Mojsisovics), podczas gdy druga posiada niewiele zatok i skorupę o wyrazistej zwykle rzeźbie powierzchni (*Trachyostraca*). Do pierwszej grupy należy np. rodzaj *Arcestes* o rozdętej, a nawet kulistej skorupie (rys. 164), rodzaj *Cladiscites* ze skorupą spiralnie prążkowaną, dalej *phylloceratidy*, których potomkowie w formacji jurajskiej dochodzą do niezwyklej obfitości form. Wszystkie te typy mogą być uważane za potomków paleozoicznych *prolecanitidów*; natomiast grupa *Trachyostraca* dałaby się może wyprowadzić z paleozoicznych *glyphioceratidów*. Poprzednio już (por. str. 111) poznaliśmy na przykładzie, w jaki sposób z prostego stadium goniatyтового rozwijają się zawile zatoki amonitowe ostatniej grupy; w sposób podobny proces ten odbywał się także i u innych typów. Do najbardziej wśród nich rozpozszechnionych należą *ceratyty*, których starsze formy (*Tirolites*, *Dinarites*) przedstawiają jeszcze dość prostą budowę zatok, gdy u form młodszych widać już zatoki o bardziej zawilej, ceratytowej budowie. Tutaj następnie zaliczyć trzeba charakterystyczne dla górnego tryasu *trachycerasy*, z brózdą na stronie zewnętrznej zwojów i z rzeźbą skorupy, złożoną z licznych żeber, rozpadających się na szeregi guzów (rys. 165), w końcu należą tu również *beczkowate tropity*. Poniekąd wątpliwem jest stanowisko pewnych form o prostej budowie linii zatokowej, których skrzyty odstępują od normalnej spirali i przybierają postać nieprawidłową. Tak wiele form rodzaju *Choristoceras* tworzy luźną spiralę, której poszczególne zwoje wcale się nie stykają, *Cochloceras* posiada wysoko spiętrzoną ślimakowatą skorupę, a *Rhabdoceras* jest wyciągnięty w linii prostej, w kształcie laski. Nieprawidłowe te formy nie są zbyt rozpowszechnione. Pod pewnym względem wszakże występowanie ich budzi szczególne zajęcie: zobaczymy później, że w ciągu dziejów geologicznych zjawisko to powtarza się u bardzo wielu różnych rodów amonitidów. W tryasie i w jurze typy takie zdarzają się, co prawda, w szczupłej tylko ilości. Zdaje się, jak gdyby natura czyniła próby chybione, usiłując wytworzyć formy tego rodzaju: znikają one znów niebawem, i dopiero w epoce kredowej pojawiają się całymi masami i osiedlają się w sposób trwały. Objasnienie takich stosunków jest oczywiście zadaniem trudnym, które przykuwa do siebie uwagę paleontologa.



Rys. 163. Zatoki *Pinacoceras* Metternichi. (Wedł. Quenstedta).

Z innych głównogłów nautilidów, tak niezmiernie obficie reprezentowane w okresie paleozoicznym, znajdują się tylko jeszcze w dwóch rodzajach: *ortocerasy* ukazują się w postaci ostatnich już swych przedstawicieli, a *Łódzik* (*Nautilus*), jedyna grupa, która się aż po dziś dzień utrzymuje, posiada znaczną liczbę form, po

części wyróżniających się niezwykle bogatą rzeźbą swej skorupy. Do tego przyląca się tu nowy dział głowonogów, belemnitydy, który w całym okresie mezozoicznym, a zwłaszcza w jurze i kredzie, posiada nadzwyczajną doniosłość i ogromne rozprzestrzenienie. Prawdziwych belemnitów dotychczas jeszcze nie zdołano z całą pewnością wykazać w tryasie; natomiast występują tu dwie inne, blisko ze sobą spokrewnione grupy: *Atractites* i *Aulacoceras*. Obie te grupy posiadają wydłużoną i podzieloną na komory skorupę (phragmoconus), która swym dolnym zaostrozonym końcem tkwi w maczugowatej lub stożkowatej części dodatkowej, zbudowanej z pulchnego, gąbczastego węglanu wapniowego (rostrum).

Obok głowonogów, jak uczą nowsze badania, i inne formy zwierzęce mają też spore znaczenie w tryasie alpejskim. Tak ślimaki (Gastropoda) wykazują dużą



Rys. 164. *Arcestes intuslabiatus*, z wapienia hallstackiego: a) z przodu, b) z boku. (Wedł. Mojsisovicsa).

liczbę gatunków; lecz w okolicach lepiej dotychczas zbadanych tylko mała ich część ma nieco większe rozprzestrzenienie; większość nagromadzona jest w pewnych nielicznych miejscowościach, wśród których mianowicie górują St. Cassian w dolinie Abtei w południowo-tyrolskim obszarze dolomitowym i Esino nad

jeziorem Como. Pewna liczba typów geologicznie starych, w czasach paleozoicznych wielce rozprzestrzenionych, występuje w tryasie alpejskim po raz ostatni: są to rodzaje *Porcellia*, *Murchisonia*, *Macrocheilus*, *Holopella*, *Loxonema*, *Conularia* i t. d., lecz obok nich ukazują się także zwiastuny rozwoju późniejszego w postaci najstarszych przedstawicieli ślimaków, u których dolna część otworu skorupy wyciągnięta jest w kanał. I poza tem zresztą przyląca się do tego jeszcze wiele innych stanowczo nowoczesnych typów, tak iż i tutaj w faunie znajdujemy ogniwo pośrednie pomiędzy rozwojem paleozoicznym a rozwojem młodszym oraz nowe potwierdzenie poglądu, że żadna przerwa nie dzieli bezpośrednio świata zwierzęcego czasów mezozoicznych od takiegoż świata czasów paleozoicznych.

Dla geologa ważniejsze są małże; nadzwyczaj płaskie, jak papier cieniutkie skorupy rodzajów *Halobia* i *Daonella* (rys. 166) z naciętymi, wgłębionymi liniami promienistymi na powierzchni, również płaskie, wypukłą rzeźbą ozdobione



skorupy rodzajów *Monotis* i *Pseudomonotis* znajdują się częstokroć w niezliczonym mnóstwie nagromadzone i należą do najbardziej znamiennych skamieniałości, występujących od Alp do Nowej Zelandyi, od Szpicbergu i od brzegów morza Ochockiego do szczytów południowo-amerykańskich Andów i Himalajów. Inną grupę znamieną tworzy występujący już w dewonie rodzaj *Megalodus*, obdarzony nadzwyczaj grubą skorupą, potężnie rozwiniętą zawiasą oraz mocno wystającymi, zakrzywionymi wirami (umbones); rodzaj ten należy w Alpach do najczęściej trafiających się skamielin, ale znaleziono go również w Karpatach, w Hindukuszu i w Himalajach. *Megalodus* jest skamieniałością charakterystyczną dla mas jasnych wapieni, które w Alpach tak wybitną odgrywają rolę. Co prawda, dobrze zachowane okazy tych częstokroć olbrzymich małżów są bardzo rzadkie. Najczęściej zdarza się widzieć sercowate ich przekroje, występujące na zwietrzałych płytach i ścianach skał, a mianowicie na dzikich wapiennych wyżynach Alp północnych, w górach Dachsztynu, w Morzu Kamiennym i t. d. Myśliwym i pasterzom rzeczy te również dobrze są znane, umięją też oni opowiadać o „skamieniałych sercach“ lub o „ślodach stóp jeleni“. Oprócz powyższych jest jeszcze i innych małżów bez liku, z pomiędzy których należy szczególnie wyróżnić myoforye, ograniczające się tylko do tryasu.

Fauna ramienionogów aż do niedawna uchodziła za ubogą; dopiero monograficzna praca A. Bittnera odsłoniła nadzwyczajne bogactwo tej gromady. Formy ze spiralnymi podporami ramion, łączące się z odpowiednimi formami z epoki paleozoicznej, co do liczby gatunków mniej więcej są równe typom nowoczesnym tych spirali pozbawionym. U pierwszych daje się zauważyć daleko posunięta specjalizacja, rozpadanie się na liczne mniejsze podziały, co jest oznaką zaczynającego się wygasania rodu. W rzeczy samej wiele z tych form wymiera jeszcze w górnym tryasie, inne zaś w dolnej części jury. Z rodzajów bez spirali rynchonellidy do swojego rozkwitu dochodzą w tryasie, a terebratulidy dopiero w czasach późniejszych. Tym sposobem wśród ramienionogów znajdujemy podobny stosunek, jak i wśród ślimaków: mieszanie się typów starych, przeżywających już czas swojego rozkwitu z żywiołami nowszymi, pnącymi się do coraz większego rozwoju. Jest to zresztą wogóle rys charakterystyczny, przebijający się w wielu grupach tryasowego świata zwierzęcego. I fauna koralowa posiada wprawdzie również charakter mezozoiczny, lecz spółem z formami nowymi żyli jeszcze potomkowie paleozoicznych tabulatów i zafrentidów, a oprócz tego zdołali się tu już wynurzyć pierwsi poprzednicy młodych geologicznie typów, jak *Prographularia*, *Heterastridium*.

Wszystkie inne gromady zwierząt pozostają znacznie w tyle za wymienionymi powyżej; jeżowce wyróżnia pewna liczba gatunków z rodzajów *Cidaris*, *Tiarechinus* (rys. 167) i *Hypodiadema*, jakkolwiek, oprócz kilku form trafiających się w warstwach najwyższych, są one prawie całkowicie ograniczone (przynajmniej co się tyczy dobrze zachowanych okazów) do jednej tylko miejsco-



Rys. 165. *Trachyceras* Aon, a St. Cassian. (Wedł. Mojsisovicsa).

wości (St. Cassian). Osobliwy *Tiarechinus* ze względu na rozmieszczenie tabliczek międzypromieniowych (interambulakralnych) przedstawia typ starożytny, zbliżony do palaeechinoidów. Z liliowców jeden tylko rodzaj *Encrinus* reprezentowany jest przez szczątki całkowite. Z rozgwiazd (Asteroidea) znane są węzowidła (rodzaj *Aspidura*) z okolicy Raiblu; w końcu znaleziono jeszcze szczątki gąbek, otwornic i radiolaryi. Te ostatnie trafiają się nieco częściej.

Należy jeszcze dodać kilka słów o formach wyżej uorganizowanych. W górnym tryasie karyntyjskiego Raiblu występuje kilka raków; taż sama miejscowość, jako też Seefeld koło Zirl w Tyrolu północnym, Lunz w Austrii dolnej i Perledo nad jeziorem Como, dostarczyły także szczątków kilku ryb kostołoskich. Okruchy gada z rodzaju *Nothosaurus*, który wymieniony był wyżej z pozaalpejskiego wapienia muszlowego, trafiają się i w Alpach; przyłącza się do nich kilka innych notosauridów, jak *Partanosaurus*, *Lariosaurus*, *Pachypleura* i rodzaj *Ichthyosaurus*, który później w jurze dochodzi do tak wielkiego znaczenia. Co



Rys. 166. *Daonella Lommeli*,  
z warstw wengeńskich. (Wedl. Moj-  
sisovicsa).

prawda, że zwierząt tej ostatniej grupy mieszczą się w muzeach tylko nieliczne, dość źle zachowane kręgi; ale przed wielu laty w alpejskim wapieniu muszlowym koło Reifling, na granicy między Austrią górną i Styryą, znaleziono dość całkowity szkielet, który długo przechowywany był w murach klasztoru w Admont nad rzeką Enns. Szkielet ten wszakże nigdy nie był bliżej badany i na nieszczęście uległ zagładzie w czasie wielkiego pożaru, który przed czterdziestu kilku laty zniszczył owo wspaniałe, starożytne opactwo.

Z kilku punktów tryas alpejski dostarczył także szczątków roślin lądowych. W wapieniu muszlowym koło Recoaro, na północ od Vicenzy i w t. zw. łupku wengeńskim koło Wengen trafiają się w wielkiej liczbie gałęzie pewnego drzewa z działu iglastych (*Voltzia*), które wykazuje niejaki pokrewieństwo z południowo-amerykańskimi araukaryami. W tryasie górnym, mianowicie z pod Raiblu w Karyntyi i z pod Lunzu w Austrii dolnej występują liczne przepyszne odciski roślin, które całym swym typem częstokroć zupełnie są zgodne z roślinami kajpru pozaalpejskiego. W alpejskich wapieniach tryasowych nadzwyczaj liczne i szeroko rozprzestrzenione są rośliny morskie z działu wodorostów wapiennych, t. zw. daktylomorfy, wielce zbliżone do żyjących obecnie *Siphoneae*. Są to wodorosty, których „łodygi“, wydzielają to grubszą, to znowu cieńszą skorupę wapienną, przez którą przechodzą gałęzie boczne, rozmieszczone dokoła „łodygi“ w postaci okółka; skorupa ta otacza również kuliste zarodnie, komórki, w których się mieszczą pływki (zoosporae) rośliny. Gdy więc roślina taka obumiera, to części organiczne, „łodygi“, ulegają zniszczeniu, lecz skorupy wapienne, które je otaczały, zachowują się i częstokroć występują w stanie kopalnym; szczątek taki ma z zewnątrz postać wydrążonego walca, którego próżnia wewnątrz odpowiada zezezłej „łodydze“; ściany walca przedziurawione są prostymi kanałami, odpowiadającymi gałęziom bocznym, a oprócz tego widać w nich okrągłe jamki, w których niegdyś mieściły się zarodnie. Przez czas długi rzeczywiście natura szczególnych tych ciał stanowiła zupełną zagadkę, dopóki



Munier-Chalmas nie wykazał stosunku ich do Siphoneae, a w szczególności do żyjących obecnie Cymopoliów. Takie skamieniałości znajdują się w wielu starszych formacjach, poczynając od trzeciorzędu aż wstecz do tryasu, a nawet aż do syluru. W tryasie dochodzą one do najpotężniejszego rozwoju pod względem rozmaitości, wielkości i masowego występowania; w niektórych osadach występują one wprost jako czynnik skałotwórczy. Dzięki badaniom Gumbela rozróżniamy obecnie znaczną liczbę form, wśród których nadzwyczajnie rozprzestrzeniony jest zwłaszcza rodzaj *Gyroporella* (rys. 168).

Odcyfrowanie kolejnego następstwa warstw w Alpach wschodnich, tej klasycznej dziedzinie tryasu morskiego, nastroczało niezwykle trudności wskutek mocnych zaburzeń w uławiceniu i osobliwych stosunków facjalnych. Dzisiaj zadanie to, przynajmniej w jego podstawowych zarysach, można uważać za rozwiązane; podział tryasu alpejskiego, który przedtem tak zawikłanym się wydawał, przedstawia się obecnie względnie prostym.



Rys. 167. *Tiarechinus princeps*, z St. Cassian w Tyrolu: 1) w wielkości naturalnej; 2—4 w powiększeniu: 2) z dołu, 3) z boku, 4) z góry.

Zanim zapuścimy się w bliższe szczegóły podziału warstw na grupy, musimy wprzód pobieżnym rzutem oka starać się ogarnąć całość rozwoju tryasu alpejskiego. W wielu częściach Alp formacja ta składa się głównie z masowych, rafokształtnych wapieni i dolomitów, które wcale nie dopuszczałyby do bardziej szczegółowego ich podziału wobec skąpo w nich rozsianych skamieniałości i od dołu do góry jednostajnych własności, gdyby nie okoliczność, że w trzech poziomach są one przecięte utworami łupkowymi. Taki osad łupkowy, łupek werfeński, nazwany tak od miasteczka Werfen, leżącego na południe od Salcburga, stanowi właśnie podstawę całej formacji; drugi zaś osad tego rodzaju, t. zw. warstwy kösseńskie, oznacza górną jej granicę. Łupków werfeńskich nigdy nie zastępuje utwor masowo-wapienny, a warstwy kösseńskie — rzadko. Trzeci poziom łupków, warstwy raibelskie albo warstwy karditowe, leży w środku masy wapiennej i dzieli ją na dwie części, dolną i górną, tak iż wogóle od dołu do góry można wyróżnić następujące podziały: łupek werfeński, dolna grupa wapieni i dolomitów, warstwy raibelskie, górna grupa wapieni i dolomitów, warstwy kösseńskie. Środkowy poziom łupkowy nie jest tak stały, jak dolny i górny; niekiedy zastępują go także warstwy wapienne, tak iż wówczas cały tryas od łupków werfeńskich aż do górnej swej granicy rozwinięty jest jednostajnie, co bardzo utrudnia podział, a nawet całkiem go udaremnia. Dalsze komplikacje wynikają ze zmiennego wykształcenia poszczególnych grup głównych w różnych geograficznych okręgach Alp wschodnich.

Tylko stanowiące oddział najniższy łupki werfeńskie wolne są od tej zmiany facyi; na całym obszarze Alp są one wszędzie zupełnie jednostajnie wykształcone i składają się z potężnego kompleksu łupków, przeważnie czerwonych, piaszczystych i obfitujących w mikę. W pokładach wyższych (warstwy campilskie) znajduje się pewna ilość amonitów o prostej ceratytowej linii zatokowej; *Tirolites cassianus* uchodzi tutaj za charakterystyczną skamieniałość przewodnią. W warstwach niższych (warstwy seisskie) występują w wielkiej liczbie małże, lecz są zawsze źle zachowane; z trafiających się tu skamielin szczególnie godne są uwagi: *Pseudomonotis Clarae*, *Natiria* (*Naticella*) *costata*, *Myophoria costata* i *Myacites fassaensis*. Te ostatnie formy znane są również poza obrębem Alp: z najwyższej części piaskowca pstrego, z t. zw. rötlu. W Alpach północnych, zwłaszcza w okolicy Berchtesgaden i w Salzkammergucie, w łupkach werfeńskich leżą potężne pnie soli i gipsu; w wyższych częściach tego piętra znajdują się cienkie ławice wapieni oraz dolomitu zbitego i porowatego. Występowanie tożsamyh małżów i uławicenie poniżej wapienia muszlowego upoważniają nas do uważania łupków werfeńskich za utwór mniej więcej równoległy do pozaalpejskiego piaskowca pstrego; ponieważ zaś łupki owe pod względem rozwoju petrograficznego mają też dużo podobieństwa do rötlu, wnioskujemy stąd, że w piętrze tem wogóle ujawnia się jeszcze dość duża zgodność pomiędzy obu obszarami.



Rys. 168. *Gyroporella*, z tryasu alpejskiego. (Well. Gumbela).

To samo ściągą się także jeszcze do pewnych warstw dolnej grupy wapiennej. W niższych partyach tego oddziału, w wielu częściach Alp, a mianowicie w Alpach bawarskich, północno-tyrolskich i vorarlberskich, następnie pod Recoaro na północ od Vicenzy, wykształcone są ciemne, wyraźnie uwarstwione wapień o powierzchniach warstw usianych obrzmieniami lub też falistych; wapień te bardzo są podobne do pozaalpejskiego wapienia muszlowego, a zwłaszcza do jego dolnej połowy, wapienia falistego. *Terebratula vulgaris*, najbardziej rozpowszechniony ramienionóg niemieckiego wapienia muszlowego, charakterystyczna *Spirigera trigonella* oraz pewna ilość spiryferów i rhynchonell łączą z niemieckim wapieniem falistym wapień muszłowy alpejski, który od przełęczy Virgloria w Vorarlbergu zwany jest także wapieniem virglorowym. Wszelako zgodność z wykształceniem niemieckim bywa nieco mniejsza tam, gdzie w czarnych wapieniach alpejskiego wapienia muszlowego występują głowonogi, a w wyższych warstwach tryasu stosunki między obu obszarami stają się jeszcze mniej wyraźne. Pomimo to jesteśmy obecnie skłonni przypuszczać, że jak łupki werfeńskie odpowiadają piaskowcowi pstremu, tak samo też dolna grupa wapienna odpowiada wapieniowi muszłowemu, warstwy raibelskie — grupie węgla ilastego, a górna grupa wapienna — kajprowi właściwemu. Na poparcie tej paraleli dadzą się przytoczyć pewne prawdopodobieństwem nacechowane dowody, ale wyłuszczenie ich tutaj zadalekoby nas zaprowadziło. Najwyraźniejsze są może stosunki między grupą węgla ilastego a warstwami raibelskimi. Nie dosyć, że oba te osady zawierają niektóre wspólne szczątki zwierząt i roślin, lecz i samo ich utworzenie się jest wynikiem tegoż samego procesu: zwiększania się płytkości morza i częściowego wysładzania się wód jego, a nawet zupełnego wysychania dna morskiego.



Ponieważ alpejskie morze tryasowe w każdym razie było połączone z morzem pozaalpejskim, przeto jest rzeczą prawdopodobną, że owo przekształcanie się stosunków na obu obszarach odbywało się jednocześnie, a stąd też, że warstwy raibelskie osadzały się w tym samym okresie geologicznym, co i kajprowa grupa węgla ilastego. Oczywiście dowodziłoby to zarazem także równości górnej grupy wapiennej i kajpru właściwego, oraz dolnej grupy wapiennej i wapienia muszlowego w całości wziętego. Ale wobec tego, że tu i tam brak zgodnych dużych faun, cała podstawa tego porównania jest przecież jeszcze bardzo chwiejna.

W obrębie poszczególnych grup warstw alpejskich wykształcenie jest tak zmienne i tak rdzennie różne od odpowiednich osadów pozaalpejskich, że bardziej szczegółowy podział tryasu alpejskiego musi być, bądź co bądź, przeprowadzony zupełnie samoistnie.

Dolna grupa wapienna w wielu częściach Alp północnych zaczyna się czarnymi, biało-żyłkowanymi, płytowymi wapieniami, t. zw. wapieniami gutensztyńskimi lub reichenhalskimi. Graniczny ten poziom, jako dość stałe ogniwo całego szeregu warstw, zdołano wykazać od Austrii dolnej aż do Tyrolu. Nieco powyżej w czarnych wapieniach leży wspomniana już fauna ramienionogów niemieckiego wapienia falistego, która niekiedy występuje także w towarzystwie głowonogów i tworzy poziom *Ceratites binodosus*. Jeszcze wyższy stopień zajmuje fauna głowonogów z *Ceratites trinodosus* na czele, która zwłaszcza pod Reutte rozwinięta jest w postaci obfitych skamielin. Nie wszędzie jednakże oba te poziomy dają się dobrze rozróżnić. Skamieniałości w tych ciemnych wapieniach zwykle znajdują się tylko rzadko, a w niektórych okolicach, jak w Alpach dolnoaustriackich, ponad wapieniami gutensztyńskimi aż do podstawy warstw karditowych rozwinięte są jednostajne ciemne, rzadziej czerwono-szare wapienie (wapienie reiflińskie), które koło Gross-Reifling zawierają w większej ilości głowonogi z poziomu *Ceratites trinodosus*. Na zachodzie, mianowicie w Vorarlbergu i Liechtensztynie, stanowisko ponad wapieniem virgloriowym aż do podstawy warstw raibelskich zajęte jest przez szaroczarne, popękane margle i bulaste, zawierające rogowiec wapienie, t. zw. warstwy partnachskie: a zatem dolna grupa wapienna ma tutaj również skład jednostajny. Warstwy partnachskie, co prawda, niezbyt obfitują w skamieniałości; wszędzie jednak znajdują się w nich formy charakterystyczne, jak *Halobia Lommeli*, *Koninckina Leonhardi*, różne amonity i ramienionogi, po części w tych samych gatunkach, które trafiają się w południowo-alpejskich warstwach cassiańskich. Godnem jest uwagi znajdowanie się w tych warstwach szczątków jaszczurów.

Nieco bardziej urozmaicony jest skład dolnej grupy wapiennej w środkowej części Alp wschodnich, gdzie margle partnachskie, mniej grube niż w Vorarlbergu, pokryte są przez masowe lub niewyraźnie uwarstwione białe wapienie, które od gór Wettersztynu otrzymały nazwę wapieni wettersztyńskich. Skala ta do 1000 m miąższości mająca, obrywa się w górach olbrzymimi graniami i tworzy wiele stromych, dziko-zazębionych turni północnych Alp wapiennych. Wapień wettersztyński jest prawie zawsze bardzo w skamieniałości ubogi; na dobrze zwietrzałych jego powierzchniach można rozpoznać, że masa skalna w całości składa się z drobnych rureczek gyroporellowych (rys. 168), owych wodorostów wapiennych, o któ

rych wspominaliśmy już poprzednio, jako o organizmach skałotwórczych; korale, jak się zdaje, biorą tylko nieznaczny udział w składzie tych wapieni rafowych. Przeważnie zresztą, tak samo jak w rafach koralowych, budowa organiczna tej skały zupełnie jest zatarta; i dlatego też zrzadka tylko spotykają się tu inne skamieniałości. Zostały tu już wszakże wykazane stawy łądyg *Encrinusa*, ramienionogi o charakterze ramienionogów wapienia muszlowego, wieżyczkowate ślimaki i nawet pojedyncze amonity.

W poszczególnych miejscowościach i ta facja rafowa może też dochodzić do panowania wyłącznego w swej wapiennej lub dolomitowej postaci; wapień wettersztyński widzimy nie tylko w pozycyi między grupą virgloryową a podstawą warstw karditowych lub raibelskich: w niektórych okolicach — jak na obszarze doliny Mürzu i w wyniosłych Alpach doliny Ennsu — bezpośrednio ponad warstwami werfeńskimi sadowią się wapień i dolomity, które aż do samych warstw karditowych tworzą masę niepodzielną, jednolitą i powodują przez to największą jednostajność składu dolnej grupy wapiennej. Zresztą doniesień o panowaniu jakiejś facji na pewnym oznaczonym obszarze nie trzeba brać w absolutnie dosłownem znaczeniu, gdyż nawet w takich okolicach, gdzie tylko jedna facja panuje, można było przecież tu i owdzie wykazać przynajmniej ślady tych osadów, które jednocześnie powstawały na sąsiednich obszarach. Tak np. w niektórych miejscowościach dolno-austryackich Alp wapiennych znalezione zostały warstwy partnachskie, przedtem zupełnie tam nieznanne i głównie dopiero dalej na zachodzie rozwinięte, co jest dowodem, że pomimo wszelkiej różnorodności w szczegółach, w ogólności rozwój całej formacji toczył się wszędzie tą samą koleją.

Fakt ten znajduje dobitny wyraz szczególnie w uderzającej jednostajności najbliższego poziomu głównego, warstw karditowych albo raibelskich. W warstwach tych wszędzie spotykamy się ze zjawiskami, pozwalającymi wnosić o statecznem zwiększaniu się płytkości morza. Wśród skamieniałości przemagają lubiące muł i piasek małże, same warstwy składają się przeważnie z osadu mechanicznego, a powszechnie też trafiają się wtrącenia roślin lądowych. Charakter ten najmocniej jest zaznaczony w Alpach dolnoaustryackich; nad czarnymi łupkami z *Halobia rugosa* (łupki reingrabeńskie) rozwija się tutaj potężny szereg piaskowców, które zawierają nie tylko bogatą florę kajprową, lecz nawet nadające się do eksploatacyi pokłady węgla. Analogia z grupą węgla ilastego w kajprze niemieckim rzuca się w oczy i już przed laty D. Stur czuł się tem spowodowany do zestawiania z grupą węgla ilastego, jako utworu jej rówieśnego, całego tego systemu warstw, oznaczanego nazwą „piaskowca lunszkiego“. Położeniem w pobliżu południowej krawędzi masy czeskiej nie bez pewnej racji tłumaczono fakt, że właśnie w tej okolicy powstał utwór tak dalece zbliżony do niemieckich osadów śródlądowych. Lekkie ujemne przesuwanie się linii brzegowej (porówn. t. I, str. 435) morza tryasowego musiało wywołać spotęgowane działania w pobliżu tego prastarego łądu stałego. W wysłodzonych częściowo obszarach bagnistych powstawały pokłady węgla, a na bliskość łądu stałego wskazuje też występowanie ryb dwudysznych (niplazów) z rodzaju *Ceratodus* (por. str. 198). Co prawda zresztą morze wkrótce znów wzięło górę, utworzyły się żółte i szare wapień marglowe i dolomity (wapień oponickie) z fauną czysto morską, pozostające w ścisłych stosunkach do gór-



nych warstw raibelskich w Alpach południowych. W innych częściach Alp północnych poziom ten obejmowany bywa nazwą ogólną warstw karditowych od małego ostro-żebrowanego małża *Cardita Guembeli*. I w tych warstwach również są rozpowszechnione małże raibelskie; ku górze pojawiają się zawsze wtrącenia mniej lub więcej grubych utworów wapiennych, aż wreszcie w górnej grupie wapiennej facya rafowa znów zdobywa przewagę.

Najważniejsze utwory tej grupy oznaczono nazwami dolomitu głównego i wapienia dachsztyńskiego. Wyrażenie „facya rafowa“ może nie zupełnie jest trafne; w skałach tych bowiem idzie wprawdzie o potężne do 1000 m grubości dochodzące masy wapienne, które niekiedy wzorem raf koralowych ukazują się w odosobnieniu, w ogólności wszakże tworzą szeroko rozprzestrzenioną, częstokroć wyraźnie uwarstwioną pokrywę. Materiał, z którego składają się te skały, jest czysto organicznego pochodzenia: wodorosty wapienne a w drugiej linii koralowe i inne formy zwierzęce zbudowały te masy, w których ściśle oddzielenie wapienia od dolomitu równie trudnym jest do przeprowadzenia, jak wyodrębnienie partii uwarstwionych od nieuwarstwionych. Rozległe pola wodorostów i darniny koralowe wapienia dachsztyńskiego były widocznie siedliskiem bogatego życia zwierzęcego; lecz tylko niewiele dostało się nam po niem w spuściźnie. Najczęściej spotykamy wielkie megalodonty o grubej skorupie i wieżyczkowate ślimaki, ślady zaś form innych po większej części zostały zatarte przez dyagenезę skały. Mięczaki o grubej skorupie, zbiorowiska wodorostów i koralów wymagają dla swojego tworzenia się morza niezbyt głębokiego; ponieważ jednak warstwy górnej grupy wapiennej od dołu aż do góry ten sam skład wykazują, przeto osadzanie się ich musiało się odbywać przy jednoczesnym powolnym opadaniu dna morskiego. Jak wapien wetttersztyński dolnej grupy wapiennej, tak samo też i te utwory biorą wybitny udział w składzie alpejskich gór wapiennych, w szczególności zaś owych potężnych wyżyn wapiennych ze stromemi, dziko popękanemi ścianami i nieprawidłowo falistą powierzchnią, owych pustyń skalistych w południowej części pasa wapiennego, jak Morze Kamienne, wyżyna Dachsztynu, góry Martwe i t. d.

Najwyższy poziom tryasu alpejskiego przedstawiają osady retyckie (poziom *Avicula contorta*). Najczęściej rozwinięte są one w postaci t. zw. warstw kösseńskich, złożonych z wapieni gliniastych z marglami i łupkami, zawierających obfitą faunę małżów, ślimaków i ramienionogów; natomiast amonity ustępują tu na plan dalszy, niektóre ich formy przypominają jeszcze typy tryasowe, inne są zwiastunami amonitów jurajskich, ale pierwsza kategoria przeważa. Do niej to właśnie należą najczęstsze i najznamienniejsze gatunki, przedstawiciele rodzaju *Choristoceras*, formy o prostych, ceratytowych zatokach, u których poszczególne zwoje są od siebie oddzielone. Pośród ramienionogów po raz ostatni występuje kilka form, mających główne swe rozprzestrzenienie w czasach paleozoicznych, np. *Spirigera* i *Retzia*; wśród małżów przy większym bogactwie fauny odnajdujemy wszystkie te formy, które w tryasie niemieckim znane są jako skamieliny przewodnie piaskowca bonebedowego i umożliwiły Ooppelowi i Suessowi udowodnienie równieśności tegoż piaskowca z warstwami kösseńskimi.

Warstwy kösseńskie nie zawsze dają się ostro oddzielać od niższych warstw tryasowych; często także są one rozwinięte w postaci wapieni, obfitujących w kora-

le (wapień litodendronowy), oraz płytowych wapieni dachsztyńskich, i łączą się ściśle z głębiej leżącymi wapieniami dachsztyńskimi. W masach wapienia rafowego można się orientować tylko tam, gdzie ramienionogi piętra retyckiego występują w cienkich, często czerwono zabarwionych pokładach lub soczewkach między ławicami wapienia dachsztyńskiego.

W środku między ubogimi w skamieniałości, a do 2000 m grubemi masami rafowemi wapieni wettersztyńskich i dachsztyńskich, leżą w Salzkammergucie, nakształt oaz, niewielkie partye czerwonych, żółtawych lub szarych wapieni marmurowatych, które wyróżniają się nadzwyczajną obfitością skamieniałości, ale dochodzą co najwyżej tylko do 200 m miąższości. Z tych to warstw właśnie, stanowiących t. zw. hallstacki rozwój tryasu, pochodzą owe bogate w formy i przepysznie zachowane głowonogi oraz inne skamieniałości, o których na wstępie mówiliśmy a które już od dawna czyniły tryas alpejski tak wybitnie interesującym. A zatem, podczas gdy w znacznej części Alp północnych w okresie tryasowym rosły do góry potężne wapień rafowe, w środku między nimi, w głębszych miejscach morza osadzał się muł wapienny z licznymi skorupami głowonogów, z muszlami halobii i monotisów, z pojedynczymi ślimakami i koralami. W górnych poziomach tego utworu wtrącone są także gliniaste i marglowate ławice wapienne barwy czarno-szarej ze wstęgami rogowca, zawierające całymi tłumami ramienionogi z rodzaju *Halorella*, a znów w innych ławicach przepełnione koralami. W tych t. zw. „warstwach zlambachskich“ skamieniałości, jak to zwykle bywa, mieszczą się w postaci ławic i są dość równomiernie rozproszone, natomiast w czerwonych wapieniach hallstackich skamieliny skupiają się tylko w pojedynczych soczewkach lub gniazdach, często kilkometrowej tylko wielkości.

Rzecz oczywista, że przy fałdowaniu formacji tak swoistej, w której nadzwyczaj potężne, kruche masy wapienne przechodzą bezpośrednio w cienko-uwarstwione partye prawie znikomej miąższości, musiało dojść do wielu przełamów i dużych dyslokacji; okoliczność ta, jako też tłumne występowanie skamielin w wapieniach hallstackich, w niezwykłym stopniu utrudniały ustalenie następstwa faun. Pomimo to, dzięki usiłowaniom E. v. Mojsisovicsa, udało się wykazać kolejne następstwo poziomów paleontologicznych. Okazało się, że facya czerwonych hallstackich wapieni zaczyna się już w wapieniu muszlowym. Ma to miejsce mianowicie w okolicy Schreyeralpe pod Gosau, a rzecz godna uwagi, wapień muszłowy w takim samym niezmiernie w skamieliny obfitem wykształceniu występuje także koło Sarajewa w Bośni. Poziom warstw raibelskich albo karditowych reprezentowany jest w wapieniu hallstackim przez dwa poziomy: p. *Trachyceras Anoides* i p. *Tropites subbullatus*, podczas gdy główną masę wapieni hallstackich wraz z warstwami zlambachskimi uznano za równoważnik górnej grupy wapiennej, wapienia dachsztyńskiego i dolomitu głównego.

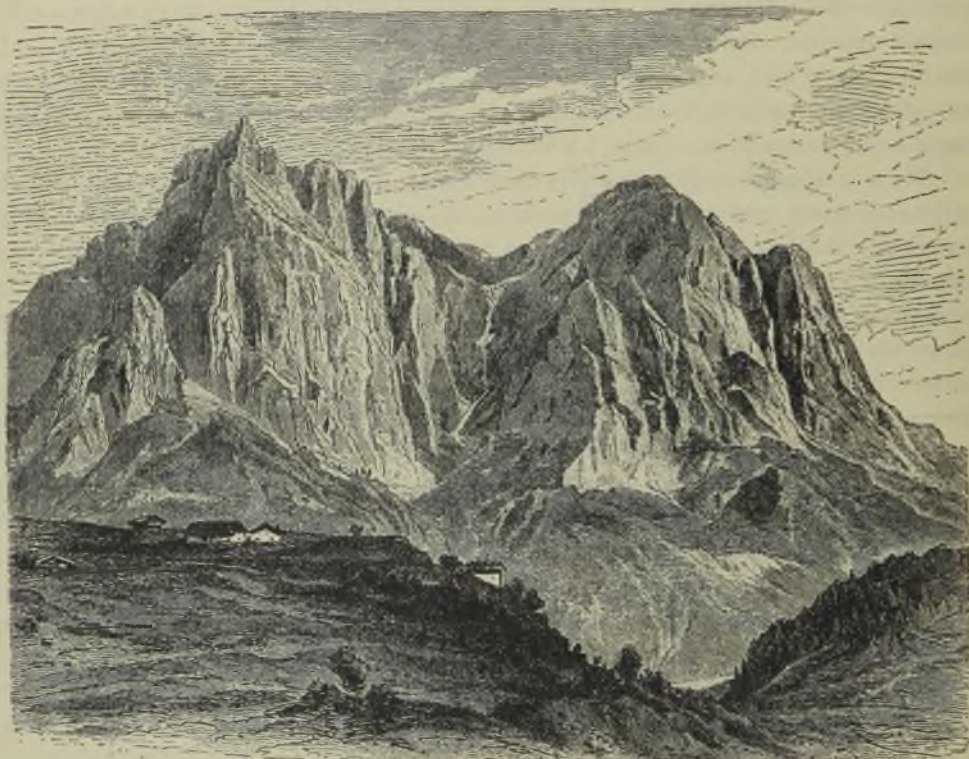
Nie trzeba zresztą mniemać, że obfitujące w głowonogi wapień marmurowe nie mają żadnej styczności z wapieniami rafowymi; mianowicie A. Bittner zdołał dowieść, że wapień dachsztyński tu i owdzie zawierają głowonogi hallstackie zebrane w pojedyncze skupienia. Podczas gdy na dnie głębokiego morza u stóp potężnych raf, budowanych przez koralę i wodorosty wapienne, nagromadzał się muł wapienny i krzemionkowy ze skorupami głowonogów, na brzegi raf wapiennych



mogły być wyrzucane od czasu do czasu całe roje głowonogów. Znaleziska te nie tylko bezpośrednio wykazały równieśność górnej części czerwonych wapieni hallstackich i wapienia dachsztyńskiego, lecz zarazem dowiodły, że osobliwa ta fauna miała daleko bardziej rozległy obszar rozprzestrzenienia. Dawniej musiano przyjmować, że amonity hallstackie były ograniczone do niewielkiego obwodu samego Salzkammergutu. Żle się to jednak zgadzało z wyobrażeniami o trybie życia tych zwierząt, które, pływając swobodnie, były panami morza; z tego też powodu świat naukowy czuł się nawet zmuszonym do przyjęcia dla małego Salzkammergutu osobnej prowincyi zoogeograficznej, t. zw. prowincyi juwawskiej (od Juvavum, rzymskiej nazwy Salzburga). Obecnie wapień hallstackie znane są także i z Alp południowych (Croda Grande w Alpach ampezzańskich, Mte Clapsavon we Friaulu, i pewne utwory nad wapieniem „Spizze“ w Recoaro); z czasem zaś do naszej wiadomości będzie dochodziło coraz więcej odkryć tego rodzaju z wapienia dachsztyńskiego, a prawdopodobnie także i z wapienia wettersztyńskiego.

Wraz z upadkiem granic, któremi dawniej otaczać musiano obszar juwawski, pozyskano nową podstawę do wyrokowania o rozwoju paleontologicznym fauny tryasowej. Wyraźniej też niż przedtem występuje teraz i ścisła styczność tryasu północno- i południowo-alpejskiego. I w Alpach południowych górna grupa wapienna jest także powszechnie reprezentowana przez dolomit główny i wapień dachsztyński; zgodność z piętnem niższem, z warstwami raibelskimi, jest również bardzo znaczna, a nawet w niektórych częściach Alp południowych panuje wprost północno-alpejski rozwój tego piętra w formie warstw karditowych. Tak w północnych górach Gailthalskich i w Karawankach północnych ukazują się ciemne łupki gliniaste z *Halobia rugosa* i *Carnites floridus*, oraz wapień z *Cardita Guembeli* i *Corbis Mellingeri*, ściśle takiej samej natury co w Alpach północnych. Lecz i właściwe warstwy raibelskie są również zupełnie tak samo ukształtowane. U dołu leżą czarne łupki bitumiczne ze szczątkami ryb i ławice koralowe, które może odpowiadają warstwom cassiańskim i przedstawiają utwór graniczny względem dolnej grupy wapiennej. Dalej następują warstwy raibelskie w znaczeniu ścisłejszem, pokłady łupkowe z *Myophoria Kefersteini* i *Solen caudatus*, z *Joannites Joannis Austriae* oraz ławice megalodontowe. Wreszcie górna część warstw raibelskich (warstwy torskie, *Torer Schichten*) stanowi łożysko główne małżów *Astartopsis Rosthorni*, *Myophoria Whateleyae*, *Odontoperna Bouéi*, *Ostrea montis caprilis* i *Pecten filiosus*, i uważana bywa za utwór równoległy do wapieni oponickich w Alpach północnych. A zatem i w prawdziwych warstwach raibelskich, tak samo jak w warstwach karditowych, facya małżowa przemaga; wyjątek stanowią tu tylko lokalnie rozwinięte czerwone warstwy wyżyny Szlerneńskiej w Tyrolu południowym, zawierające liczne ślimaki. Zgodność rozciąga się nawet aż do znajdowania się roślin lądowych: za odpowiednik piaskowców luncskich w Alpach północnych należy uważać w Alpach południowych łupki voltziowe pod Raiblem. Warstwy raibelskie dają się śledzić od Lombardyi aż do wschodniego końca Alp południowych, jako grupa warstw podległa tylko drobnym lokalnym zmianom, a wszędzie z godną uwagi ostrością oddzielają one górną grupę wapienną od dolnej.

Dolna grupa wapienna w Alpach południowych występuje w postaci najrozmaitszych utworów facjalnych; i w tem także objawia się podobieństwo do stosunków północno-alpejskich. Wszelako ta pstrocizna facyi w żadnej części Alp wschodnich nie jest tak dobitnie i tak wspaniale rozwinięta jak w dolomito wym obszarze Alp południowych, który się rozciąga na wschód od dolin Adygi i Eisacku, a na południe od doliny Puster. Obszar ten staje się szczególnie interesującym skutkiem występowania znacznych mas wybuchowych porfiru augitowego i t. p., które wybuchowały podczas osadzania się utworów tryasowych: w postaci



Rys. 169. Schlern pod Bozenem. (Podług fotografii).

rozległych pokryw wsuwają się one między ławice osadów, a ich tufy, uwarstwione prawidłowo i częstokroć obfitujące w skamieniałości, w niektórych poziomach grają ważną rolę. Od czasów Leopolda v. Bucha osobliwa ta okolica zwracała na siebie uwagę geologów; poświęcił jej swe prace v. Richthofen i cały szereg badaczy późniejszych, a najbardziej szczegółowy jej opis zawdzięczamy Mojsisovicsowi.

Wśród wszystkich części Alp wapiennych okolica ta wyróżnia się swoją dziwną i swoistą pięknnością krajobrazową. Urwistość i dzikie poszarpanie potężnych gór wapiennych i dolomitowych, fantastyczne cyple, obeliski i mury, którymi strzelają one ku niebu, stanowią zachwycający kontrast z głęboko wcięciami, zielonemi przełęczami i halami, a połączenie i wzajemne przenikanie się



tych przeciwnych żywiołów nadaje całemu temu obszarowi powab swoisty i jednocześnie jest przyczyną łatwej jego dostępności, tak, iż od lat wielu stał się on ulubionym celem wycieczek alpinistów. Własności te pozostają w najściślejszym związku z panującym rozwojem utworów tryasowych; częsta zmiana wapiennego i marglowego sposobu ich wykształcenia sprzyja rozkładowi wysokiego regionu na pojedyncze pnie górskie, tudzież sprawia, że pomiędzy te ostatnie wsuwają się części o spadku łagodniejszym, pokryte obfitą roślinnością. Uławienie warstw na całym obszarze względnie mało odstępuje od położenia poziomego; większych sfałdowań brak, lecz natomiast istnieją tu liczne znaczne uskoki, które są przyczyną poważnych różnic wysokości.

Warstwy raibelskie ogromnie ułatwiają geologowi oryentowanie się w tych wspaniałych górach alpejskich: utwory te nakszałt jakiejś jednostajnej pokrywy rozpościerają się nad dolną grupą wapienną, tak różnorodny skład mającą, i z kolei przykryte są potężnymi masami skalnymi dolomitu głównego i wapienia dachsztyńskiego. Pod warstwami raibelskimi leży przedewszystkiem dolomit szlerneński, stanowiący pod każdym względem odpowiednik dolomitu wettersztyńskiego Alp północnych (rys. 169). Tylko niezmiernie



Rys. 170. Skamieliny cassiańskie: 1) *Koninckina Leonhardi*; 2) *Retzia Laubei*; 3) *Cardita crenata*; 4) *Nucula lineata*; 5) *Myophoria decussata*; 6) *Neritopsis ornata*; 7) *Naticella striatocostata*; 8) *Pleurotomaria radians*; 9) *Cochlearia carinata*; 10) *Goniogyra armata*; 11) *Promathildia subnodosa*. Fig. 3, 4, 9 w wielkości naturalnej, wszystkie inne w powiększeniu. (Wedł. Laubego).

rzadko zdarza się znajdować skamieliny w tej masie skalnej, mającej 100 do 1000 m miąższości; częściej zjawiają się one tam, gdzie dolomit szlerneński staje się wapienistym, lub też całkiem przybiera charakter wapienia, jak w górze Marmolata. Fauna, złożona ze ślimaków, małżów, ramienionogów i głowonogów, zawiera daleko więcej form wspólnych z wapieniem muszlowym, niż myślano dotychczas, co zgadza się dobrze z przypuszczeniem, że dolna grupa wapienna odpowiada całkowitemu wapieniowi muszlowemu. W Lombardii utwór ten, niekiedy niezwykle w skamieniałości obfity, nosi nazwę wapienia esinojskiego. W prawdziwym dolomicie szlerneńskim tu i owdzie trafiają się ślady koralii, lecz stąd prawie nie można byłoby jeszcze wnioskować o rafowej naturze tych mas skalnych, gdyby geologiczne ich występowanie wniosku tego nie potwierdzało. Jak w Alpach północnych wapien wettersztyński i warstwy partnachskie są utworami jednoczesnymi, tak w Alpach południowych razem z dolomitem szlerneńskim z wulkanicznych

mas wybuchowych powstawały bogate w tuf margle i tufy, t. zw. warstwy cassiańskie i wengęskie, które nagromadzały się w pewnych miejscach morza tryasowego, podczas gdy w innych tworzył się dolomit szlerneński. Normalnem ograniczeniem raf dolomitu szlerneńskiego jest według E. v. Mojsisovicsa „płaszczyzna stromo na zewnątrz spadająca, a przeto ku górze cofająca się“. Do tej więc płaszczyzny przypierają tufy; często także obserwować można, jak obie facje wkraczają jedna w drugą nakształt palców w splecionych ze sobą rękach (por. t. I, rys. 62 i 63). W tych miejscach, gdzie widocznem jest znamienne dla raf koralowych uławicenie usypiskowe (por. t. I, str. 678 i 679), jednorodna masa dolomitu rozpada się na kupę głazów lub też na zlepieniec dolomitowy, jak to i w młodych rafach koralowych zdarzać się zwykło; odrósłe rafy w postaci spoistych, w znacznej części z nagromadzonych głazów złożonych wapieni, często poważnej miąższości, wkraczają między ławice miękkich warstw wengęskich i cassiańskich, pomiędzy którymi w pewnym oddaleniu od rafy gubią się one i klinują.

Te „cypickie“ wapienie, jak je nazwano od występowania w pobliżu chat cypickich (Cipithütten) na wyżynie Seisser Alpe u podnóża Schlernu, zawierają mnóstwo szczątków zwierząt kopalnych, tak skąpo rozsianych w masach dolomitu; przemagają tu mianowicie wielkie pnie koralowe, które częstokroć całą skałę przepelniają, do nich zaś przyłączają się liczne okruchy jeżowców i liliowców. Z tego możemy już zapewne wysnuć wniosek, że dolomit szlerneński jest istotnie prawdziwym utworem rafowym. Gdyby i wodorostom wapiennym można było przypisać udział w powstaniu dolomitu szlerneńskiego, wtedy musiałby się on utworzyć tak samo jak wapień wettersztyński; ale dla braku wszelkich danych na pytanie to żadnej odpowiedzi dać nie możemy.

Alpy północne	Nazwy pięter	Alpy południowe
Warstwy kösseńskie i wapień dachsztynski	V. Piętro retyckie Poziom <i>Avicula contorta</i>	Warstwy kösseńskie i wapień dachsztynski
Wapień płytowy, wapień dachsztynski i dolomit główny, koralowy wapień rafowy z wtrąceniami wapienia hallsztackiego	IV. Piętro juwawskie podług E. v. Mojsisovicsa, piętro noryckie podług A. Bittnera	Wapień dachsztynski i dolomit główny
Warstwy karditowe, piaskowiec lunzki, wapień opponicki	III. Piętro karnijskie	Warstwy raibelskie Warstwy karditowe
Wapień wettersztyński, warstwy partnachskie z fauną cassiańską, wapień reifliński	IIb. Piętro noryckie podług E. v. Mojsisovicsa, piętro ladyńskie podług Bittnera	Dolomit szlerneński, wapień esinojski, warstwy cassiańskie, warstwy wengęskie, wapienie buchenztyńskie
Głowonogi z <i>Gross-Reifling</i> i <i>Reutte</i> (poziom <i>Ceratites trinodosus</i> )	IIa. Piętro <i>Virgloria</i> albo <i>Recoaro</i>	
Wapienie gutensztynski i reicheuhalski		Wapień prezoński (poziom <i>Ceratites trinodosus</i> ) Dolny ubogi w skamieliny wapień muszlowy, kończący się u góry poziomem <i>Ceratites binodosus</i>
Łupek werfeński	I. Piaskowiec pstry	Łupek werfeński

Wapień wettersztyński i dolomit  
 Rozwój hallsztacki z wtrąceniami obfitującymi w głowonogi, warstwy złambachskie

Rafy wapienne i dolomitowe



Warstwy cassiańskie i wengeńskie, odpowiadające dolomitowi szlerneńskiemu, zawierają mnóstwo skamieniałości: mulisto-piaszczyste dno obszarów tufowych, jak się zdaje, przedstawiało pomyslnie warunki dla rozwoju bujnego życia zwierzęcego, ale wpływało na nie w sposób swoisty. W marglach cassiańskich mieści się mianowicie zdumiewająca obfitość drobnych, bogato przyozdobionych ślimaków (rys. 170). Przytem ilość gatunków jest niezmiernie wielka; a choć w takich miejscowościach, jak np. Stuareswiese pod St. Cassian w dolinie Abtei zbieranie tych skamieniałości odbywa się już od lat wielu, to jednak nowe gatunki wciąż jeszcze znajduwane tam bywają. Bogactwo tego osobliwego utworu zdaje się być prawie niewyczerpane. Jak we wszystkich większych faunach formacji tryasowej, i tutaj także typy stare mieszają się z po raz pierwszy ukazującymi się typami nowymi. Główna masa ciemnych zasadowych skał wylewnych, melafirów i tufów melafirowych, leży pośród warstw wengeńskich, których spąg stanowią warstwy buchensztyńskie, ciemne wstęgowe wapienie z pokładami rogowca i alpejski wapień muszlowy. Obie te grupy warstw mogą być również wykształcone w facji dolomitowej. Dolny alpejski wapień muszlowy i w Alpach południowych, tak samo jak w Alpach północnych, dzieli się na dwa poziomy, a niektóre miejscowości, jak Recoaro pod Vicenzą i Prezzo w Judikaryi, słynne są z bogatych faun jego.

Jeżeli teraz zrobimy przegląd rozwoju formacji tryasowej w Alpach północnych i południowych, to wynikiem tego przeglądu będą tak liczne stosunki między tryasem obu tych obszarów, że w zestawianiu porównawczem grup głównych na żadne trudności nie natrafimy. Tablica przytoczona na str. 222 przedstawia to w sposób przejrzysty i zawiera zarazem nazwy piętr nadane grupom głównym (przeważnie podług E. v. Mojsisovicsa i A. Bittnera).

Na zakończenie musimy nadmienić jeszcze o jednym godnym uwagi zjawisku: formacja tryasowa w otwartem morzu rozwinięta rozciąga się ku zachodowi aż do doliny Renu między Bregencyą i Churem; tutaj bezpośrednio urywają się potężne tryasowe masy wapienne Alp wschodnich, z tamtej zaś strony linii Renu, w Szwajcaryi i w Alpach francuskich, formacja tryasowa, niewielkiej będąca miąższości, wykształceniem swoim bardzo się zbliża do typu śródlądowego tejże formacji. Dopiero w epoce retyckiej nastaje bliższa zgodność osadów wschodnioalpejskich z osadami Europy środkowej i Alp zachodnich, obszar morza zwiększa się, nowe formy ożywione występują w szerokiem rozprzestrzenieniu i otwierają nową fazę rozwojową świata organicznego, fazę, która się rozegra w epokach jurajskiej i kredowej.

## Dalsze rozprzestrzenienie tryasu.

Inne kraje Europy według alpejskiego typu zbudowane zawierają w licznych punktach osady formacji tryasowej, lecz nigdzie już nie spotykamy się z takim jej rozwojem, któryby choć w przybliżeniu mógł się mierzyć z Alpami wschodniemi bogactwem swego rozczłonkowania i obfitością skamielin. Wprawdzie tu i owdzie poszczególne poziomy rozwinęły się bardzo pięknie, np. fauna ceratytowa warstw

werfeńskich w Dalmacyi północno-wschodniej i utwory wapienia muszlowego z pod Sarajewa w Bośni, które przewyższają wszystkie osady rówieśne ilością gatunków swych skamielin i pięknem ich zachowaniem. Natomiast wyższe poziomy tryasu na obszarze bośniacko-dalmackim składają się z wapieni, prawie zupełnie skamieniałości pozbawionych. Inna okolica z godnymi uwagi osadami tryasowymi, to Las Bakoński na północ od jeziora Balaton na Węgrzech, gdzie zwłaszcza występują wapień muszlowy i tryas górny w rozwoju południowo-alpejskim. Natomiast w potężnym górskim łuku Karpat tryas jest nader ubogo reprezentowany; piętro retyckie składa się często z bogatych w skamieliny margli i wapieni warstw kösseńskich; znacznie rzadziej trafiają się skamieliny wapienia muszlowego. Poza tem zresztą są tu już prawie same tylko wapień i dolomity zupełnie skamieniałości pozbawione, a miejscami daje się także dostrzedz rozwój całkiem pozaalpejskiego charakteru, czerwone łupki i gliny oraz jasne piaskowce, które dają się porównywać tylko z środkowo-europejskimi utworami kajprowymi, mianowicie z kajprem pstrym. Tylko w niewielu punktach znajdują się górno-tryasowe wapień amonitowe, tak koło Pozoritty na Bukowinie, w Dernö w komitacie gömörskim i w okolicy Balanu we wschodnim Siedmiogrodzie; wapień te posiadają charakter w części juwawski, w części zaś południowo-alpejski. Jeżeli napomkniemy jeszcze o wykazanem przez Toule występowaniu wapienia muszlowego w Bałkanach, o górnotryasowej faunie koralowej Bałkanów wschodnich, mającej według F. Frecha ścisłe stosunki z fauną warstw zlambachskich, a w końcu o łupkach halobiowych z Dobrudży w Rumunii, to wyczerpiemy tem prawie wszystko, co nam w tym kierunku wiadomo z południowo-wschodniej Europy. W dodatku do tego obszaru rozwojowego należy jeszcze wspomnieć o należących do najgórniejszego tryasu wapieniach ramienionogowych i łupkach halobiowych, które pod Balia Maden w zachodniej Azji Mniejszej leżą niezgodnie na górnym karbonie, i dowodzą istnienia transgresji górno-tryasowej. Wapień tryasowe z amonitami występują dalej w górach Madonia na wschód od Palermo, w Sycylii; wapień radiolaryowe i łupki krzemionkowe z halobiami, wapień rafowe z ramienionogami i głowonogami zostały znalezione przez G. de Lorenzo w Bazylikacie (Kalabrya); małą faunę górno-tryasową odkrył Verneuil pod Morą nad rz. Ebro w Hiszpanii. Rozwój alpejski panuje tu tylko w południowo-wschodniej części półwyspu Pirenejskiego, na północ-zachodzie natomiast występuje typ pozaalpejski.

Jeżeli teraz udamy się na wschód w granice dawnego oceanu Tetydy, którego rozciągłość poznaliśmy już w kilku fazach okresu paleozoicznego, to w różnych częściach zasięgu owego oceanu znajdziemy ślady otwarto-morskich osadów tryasowych. Liczne fauny amonitów, małżów i ramienionogów wykazują nieprzerwany rozwój życia zwierząt morskich, a choć większość terytoriów jeszcze niedostatecznie jest poznana, choć często skromną jest ilość skamielin, zebranych przez śmiałych podróżników i geologów-kartografów w niedostępnych górach alpejskich Azji środkowej i w zlodowaciałych krainach północy, to jednak rozprze-strzenienie oceanu tryasowego i rozmieszczenie w nim organizmów w najogólniejszych zarysach wyraźnie już występują. Przedewszystkiem wymienić należy samotną górę Bogdo w stepach astrachańskich nad dolną Wołgą; w górze tej, znanej dobrze od czasów L. v. Bucha, spotykamy dolno-tryasową faunę amonitową;



Tirolites cassianus, znana forma przewodnia południowo-tyrolskich warstw campilskich, występuje i tutaj. Ślady tryasu alpejskiego znalazł Abich pod Dzulfą nad rz. Araksem, a jeszcze dalej na wschód, w Pamirze wschodnim, odkrył Stoliczka ławice monotisowe, wapienie i łupki, w których halorelle występują gromadnie, zupełnie tak samo, jak w alpejskich warstwach zlambackich. Z obszaru pogranicznego między indyjską prowincją Kumaon, a tybetańską krainą Hundes, łączących się ze sobą przełęczą Niti, znamy kilka górnotryasowych faun, odkrytych przez L. Griesbacha, a—jak wykazał E. v. Mojsisovics—zupełnie zgodnych z formami alpejskimi.

Wszelako główny obszar rozwoju tryasu morskiego stanowią alpejskie góry Azji wewnętrznej, Himalaje i góry Solne, i tu skamieliny morskie leżą nie tylko w środkowych i górnych grupach warstw formacji, lecz także i w poziomach znajdujących się pod wapieniem muszlowym, w piaskowcu pstrym.

Ponieważ właśnie dolny tryas reprezentowany jest w Alpach przez czerwone łupki werfeńskie, ubogie w skamieniałości i przypominające śródlądowy rozwój tryasu, a morskie życie zwierzęce nie doszło tutaj do całkowitego swego rozkwitu, to spodziewać się należy, że skamieliny indyjskie zapełnią tę dokuczliwą przerwę i rozświetlą lepiej drogę, na której odbywało się przekształcanie fauny młodopaleozoicznej w faunę tryasową. Podział tryasu dolnego, o ile wiemy, jest najbogatszy w szczegóły w indyjskich górach Solnych. W obrębie kompleksu warstw, obejmowanego nazwą warstw ceratytowych, można odróżnić nie mniej niż pięć różnych, jedna nad drugą leżących faun głowonogów, bardzo obfitujących w formy, które swymi stosunkami pokrewieństwa związane są w części z Alpami, w części zaś z daleką północą Syberji. W Himalajach, w warstwach tryasu dolnego, mających razem tylko około 20 m grubości, mieszczą się dwie fauny, z których dolna, zawarta w t. zw. pokładach otocerasowych (Otoceras beds), przypomina jeszcze perm, np. swoim permskim rodzajem amonita *Medlicottia*, podczas gdy górna z t. zw. pokładów subrobustusowych (Subrobustus beds) posiada wiele cech wspólnych z warstwami ceratytowymi gór Solnych. I wapień muszlowy rozpada się też na dwa oddziały; w zgodnych rodzajach i gatunkach występują wyraźnie stosunki jego do fauny alpejskiej: forma *Budhaites* uznana została za poprzednika znanego z Alp górnotryasowego gatunku *Carnites floridus*. Wykształcenie tryasu górnego, jak stwierdził niedawno K. Diener, jest znacznie potężniejsze i bardziej urozmaicone. Zdołano tu wykazać równoważniki piątr karnijskiego i juwawskiego, a szczególnie to ostatnie w t. zw. pokładach haloritesowych (Halorites beds) zawiera nadzwyczaj liczne skamieniałości alpejskich wapieni hallsztackich. Zakończenie tryasu, znów tak samo jak w Alpach, tworzą potężne wapienie dachsztyńskie z wielkimi megalodontami.

Znajomość tryasu arktycznego datuje się od dawna. Przed wielu już laty w Syberji północnej koło Mengilech, w pobliżu ujścia Olenioka do morza Lodowatego, śmiały podróżnik Middendorf znalazł skamieniałości, które potem zostały opisane przez Keyserlinga. Z tych samych miejsc występowania kopalnych szczątków zwierzęcych ogromne ich mnóstwo przywiózł później Czekanowski. Podobnych odkryć dokonano pod Wierchojańskiem, następnie zaś pod Władystokiem na wybrzeżu wschodnio-syberyjskim, a Szpicberg dostarczył również faun boga-

tych. Badania E. v. Mojsisovicsa wyjaśniły ściśle pokrewieństwo wszystkich tych wykopalisk z faunami alpejskimi i indyjskimi; F. Teller zaś na tryasowych skamielinach z pobrażu pacyficznych wykazał, że na pacyficznej pochyłości Ameryki, od Peru na południu aż do Alaski na północy, daje się wysledzić cały szereg morskich osadów tryasowych z faunami pokrewnymi, oraz, że tak samo na zachodniej stronie Pacyfiku (oceanu Spokojnego) odpowiednie osady zawierają Nowa Zelandya, Nowa Kaledonia, Timor, Japonia i brzegi morza Ochockiego. Pewna grupa małżów, mianowicie grupa *Pseudomonotis Ochotica* szeroko jest rozprze-strzeniona na całym tym olbrzymim obszarze. Ściśle faunistyczne stosunki z Indyami objawiają się zwłaszcza w skamieniałościach wyspy Ruskiej i z nad zatoki Ussuryjskiej w Syberji wschodniej, a K. Diener zdołał pośród nich rozpoznać specyficznje indyjskie otocerasy. „Jakkolwiek dotychczas wiadomości nasze o tych zajmujących utworach są nader niekompletne i niedostateczne, co mianowicie ściga się do północno-amerykańskich warstw głowonogowych, zdających się być dość bogatemi w gatunki, to jednak z całą pewnością da się już rozpoznać, że przestrzenie nadbrzeżne okolic arktycznych wraz z obrzeżeniem oceanu Spokojnego tworzą jeden rozległy obszar, związany jednolitym charakterem swych faun; obszar ten powinien nosić nazwę arktyczno-pacyficznej prowincji tryasowej. Ze znanych na ziemi jest to stanowczo największy jednolity obszar tryasowy, chociaż znamy tylko względnie drobne części jego, ponieważ dostępne dla nas szczątki osadów ograniczone są do pobrażnych okolic, leżących z tej i z tamtej strony oceanu Spokojnego i północnego morza Lodowatego“. (E. v. Mojsisovics).

W opisie formacji dewońskiej, karbońskiej i permskiej widzieliśmy, że rozciągnięty w kierunku wschodnio-zachodnim ocean Tetydy łączył się z odnogą arktyczną; tak samo też na zasadzie ścisłych stosunków faunistycznych musimy także i dla tryasu przyjmować istnienie otwartego morskiego połączenia między sercem Europy, Azją środkową, a obszarem arktyczno-pacyficznym. Żadnej wątpliwości nie ulega, że w tym olbrzymim oceanie pod wpływem warunków klimatycznych i miejscowych wytworzyły się różnice prowincyalne, w szczególach wszakże z powodu przerwistości dotychczasowych naszych wiadomości różnice te trudno jest wysledzić.

Wyraźniej da się oznaczyć stosunek do tryasu środkowo-europejskiego. Zagłębje, w którym osadzał się tryas środkowo-europejski, z początku łączyło się z zagłębjem alpejskim, później wszakże oddzieliło się ono od tego ostatniego, a według wszelkiego prawdopodobieństwa mniej więcej w środku epoki wapienia muszlowego, z jakiegoś innego dotychczas nam nieznanego obszaru przywędrowały do niego formy nowe, jak tego dowodzi swoista fauna amonitowa górnego niemieckiego wapienia muszlowego. Wszelako mniej więcej na początku epoki kajprowej zagłębje to zamknęło się od zewnątrz zupełnie lub prawie zupełnie, woda jego wysładzała się stopniowo, i tylko na czas bardzo krótki następowały pojedyncze zalewy morskie; stąd właśnie pochodzą w kajprze niemieckim odosobnione i dość cienkie warstewki z małżami morskimi. Do Anglii podczas całej epoki tryasowej elementy morskie wcale nie dochodziły i tak samo było we wschodniej części Ameryki Północnej; prawdopodobnie wszystkie te tereny należały do wielkiego atlantyckiego kontynentu z kilku olbrzymimi jeziorami śródlądowymi, który stanowił odpowiednik lądu Gondwana na półkuli południowej. Pod koniec okresu trya-



sowego, podczas osadzania się piętra retyckiego, nastąpiło znów szeroko otwarte połączenie między obszarem środkowo-europejskim i alpejskim, emigranci morsecy z obszaru alpejskiego docierają aż do Irlandyi, Anglii i Szwecyi, a z początkiem formacji jurajskiej otwarte morze pokrywa już większą część Europy środkowej.

## 5. System jurajski.<sup>1)</sup>

TRZEŚĆ: Charakterystyka i podział jury. — Świat zwierzęcy jury. — Mnogość form fauny jurajskiej.—Jura w Europie środkowej.—Jura alpejska.—Dalsze rozprzestrzenienie i stosunki geograficzne jury.

### Charakterystyka i podział jury.

System jurajski, drugi z pośród wielkich systemów mezozoicznych, otrzymał swą ogólnie przyjętą nazwę od gór Jura. Miano oolitu zaś, nadawane mu dawniej na podstawie cech petrograficznych jednej części jego utworów, wyszło już z użycia prawie zupełnie. Osady jurajskie z bardzo licznymi poziomami i niezmierną masą skamieniałości znakomicie zachowanych występują w tych właśnie okolicach, gdzie badania geologiczne prowadzone są od bardzo dawna nader gorliwie. Szwabia i Frankonia, pasmo Jura w Szwajcaryi, wielkie obszary Francyi i Anglii, wreszcie Niemcy północno-zachodnie, oto są kraje, w których liczni badacze od lat wielu studyowali niezmiernie warstwy jurajskie. Skutkiem tego odkryto w nich bardzo znaczną ilość skamieniałości, wyróżniono bardzo liczne drobne poziomy, a wiele z nich można już dziś rozpoznać na bardzo znacznych obszarach.

W wielu dziełach geologicznych znajdujemy pogląd, że zjawisko to jest wynikiem nadzwyczaj spokojnego tworzenia się osadów. Lecz pogląd ten jest zupełnie bezpodstawnym. Tam możemy mówić o spokojnem tworzeniu się osadów, gdzie jedna i ta sama skała występuje w olbrzymiej grubości, bez jakichkolwiek zmian od dołu aż do góry. W jurze natomiast, a szczególnie w jej dziale dolnym i środkowym, które przedewszystkiem bywają wymieniane jako osady spokojne, znajdujemy stan zupełnie przeciwny. Wapienie, oolity, margle, ily, łupki bitumiczne, piaskowce występują naprzemian, powtarzając się wielokrotnie, a każdą zmianę w naturze skały wywołała zmiana w sposobie tworzenia się osadów. Dodajmy jeszcze zawikłane stosunki, panujące pośród górnojurajskich wapieni gąbkowych i raf koralowych, a okaże się, że jura w Europie środkowej jest właśnie typem bardzo nieprawidłowego tworzenia się osadów. Ta właśnie różnaitość, porówny-

<sup>1)</sup> Pomijając pewne skrócenia i podrzędne uzupełnienia, opis systemu jurajskiego pozostał w drugim wydaniu prawie bez zmian. Nie wszystkie poglądy, wypowiedziane przez Neumayra w r. 1886, mogą być przyjęte w całej rozciągłości. Jednakże uczucie pietyzmu względem wielkiego badacza jury nie pozwoliło mi zmieniać rozdziału o tym właśnie systemie, do którego znajomości Neumayr utorował nowe drogi, któremu poświęcił swoje najlepsze siły. „Dzieje ziemi“ nic na tem nie stracą, gdyż nie nadeszła jeszcze chwila, kiedyby można podać obraz systemu jurajskiego oparty na nowej podstawie, ale równy co do wartości przedstawieniu Neumayra.

wana przez Leopolda v. Bucha z pstrym dywanem, ułatwia wyróżnienie tyłu poszczególnych poziomów.

Wiliam Smith w Anglii podał pierwszy bardziej szczegółowy podział jury na poziomy. Po nim Leopold v. Buch podzielił jurę w Niemczech na piętro dolne—jurę czarną czyli lias, środkowe—jurę brunatną i górne—jurę białą. Te zaś piętra podzielił on na działy drobniejsze. Oznaczenie piętr jurajskich według barwy skał, szczególnie nazwy białej i brunatnej jury, przyjęto w Niemczech ogólnie. Lecz nazwa „jura czarna“ nie mogła nigdy wyprzeć starego utartego terminu — lias. Gdzie indziej natomiast nazwy von Bucha nie przyjęły się wcale, gdyż barwa osadów nie wszędzie jest jednakowa; trudno istotnie nazywać białe wapienie w Karpatach jurą brunatną, a czerwone—jurą białą.

Prace paleontologa francuskiego d'Orbignyego, który wyróżnił dziesięć osobnych działów jury i w wielu krajach je odnalazł, stanowią dalsze stadyum badań. Był to wielki postęp, tem bardziej, iż d'Orbigny przy swych pracach geologicznych opisał i odrysował wiernie liczne bardzo skamieniałości. Popełnił on wszakże pewne błędy, które są wynikiem tego, iż był zdecydowanym zwolennikiem teoryi katastrof w formie najbardziej krańcowej.

Zupełnie inną drogą postępował Quenstedt, znany uczoney z Tybingi. Całą swą uwagę skupił on na małej przestrzeni Szwabii i osiągnął dzięki temu wyniki, niebawem przedtem w stratygrafii. Każde z trzech piętr jurajskich podzielił Quenstedt na sześć poddziałów, a z tych pewne — na poziomy drobniejsze, tak iż wogóle wyodrębnił on około 30 poziomów, które mógł wyznaczyć na całym obszarze kraju. Obecnie, za przykładem Quenstedta wiele miejscowości zbadano w sposób podobny, lecz jura szwabska była pierwszym potężnym utworem osadowym, zbadanym do najdrobniejszych szczegółów. Badania te wywarły wpływ doniosły na kierunek i rozwój geologii stratygraficznej, która dopiero teraz przynajmniej w niektórych okolicach zaczęła się opierać na jak najściślejszych obserwacjach.

Uczeń Quenstedta, Opperl, posunął się o krok dalej. Obu należy uważać za twórców stratygrafii nowoczesnej; prace ich, choć różniły się sposobem przedstawienia, dopełniały się jednak wzajemnie. Opperl, który znał doskonale jurę wirtemberską, badał w dłuższych podróżach utwory jurajskie Anglii i Francyi i przeprowadził podział tych utworów, zupełnie zgodny z południowo-niemieckim. Opperl podzielił całą jurę na 30 mniej więcej poziomów, czyli pasów, których większość dała się odnaleźć z niezwykłą stałością w Niemczech, Anglii i Francyi. Zarazem jednak podkreślił Opperl różnice wykształcenia tych poziomów, spowodowane przez warunki miejscowe. Śmierć przedwczesna nie pozwoliła Opperlowi dokończyć dzieła zaczętego, lecz liczni jego następcy pracowali nad niem dalej. Dzięki wspólnym usiłowaniom wielu badaczy podział jury i znajomość jej poziomów na znacznych przestrzeniach doprowadzono do takiej doskonałości, z jaką żaden inny system nie został zbadany.

Pytano nieraz, jakie naukowe znaczenie może mieć tak drobiazgowy podział; odpowiedź na to daliśmy już w pierwszym rozdziale tego tomu (str. 17). Tu przypomnimy tylko, że w ten właśnie sposób poznać możemy prawa rozprzestrzenienia i przekształcania się organizmów kopalnych, tudzież mechanizm przemiany ga-tunków.



Obecnie przyjęty jest następujący podział jury:

I. Jura górna (biała, malm).		16) Poziom	Harpoceras	Sowerbyi.
A. Piętro tytońskie.		17) " "	"	Murchisonae.
1) Poziom	Perisphinctes	transitorius.	18) " "	" opalinum.
2) " "	Aspidoceras	cyclotum.	III. Lias (jura dolna, czarna).	
B. Piętro kimerydzkie.		G. Lias górny.		
3) " "	Hoplites	eudoxus.	19) Poziom	Lytoceras
4) " "	Oppelia	tenuilobata.	20) " "	Coeloceras
C. Piętro oksfordzkie.		21) " "	Harpoceras	bifrons.
5) " "	Peltoceras	bimammatum.	H. Lias środkowy.	
6) " "	" "	transversarium.	22) " "	Amaltheus
7) " "	Aspidoceras	perarmatum.	23) " "	" margaritatus.
D. Piętro kelowejskie.		24) " "	Aegoceras	Davoei.
8) " "	Peltoceras	athleta.	25) " "	Amaltheus
9) " "	Cosmoceras	Jason.	26) " "	Aegoceras
10) " "	Macrocephalites	macrocephalus.	I. Lias dolny.	
II. Jura środkowa (brunatna, dogger).		27) " "	Arietites	raricostatus.
E. Piętro batońskie.		28) " "	Oxinotoceras	oxynotum.
11) Poziom	Oppelia	aspidoides.	29) " "	Arietites
12) " "	Parkinsonia	ferruginea.	30) " "	Pentacrinus
F. Piętro bajoskie (oolit dolny).		[tus		
13) " "	Parkinsonia	Parkinsoni.	31) " "	Arietites
14) " "	Stephanoceras	Humphriesi.	32) " "	Schlotheimia
15) " "	" "	Sauzei.	33) " "	Psiloceras
				planorbis.

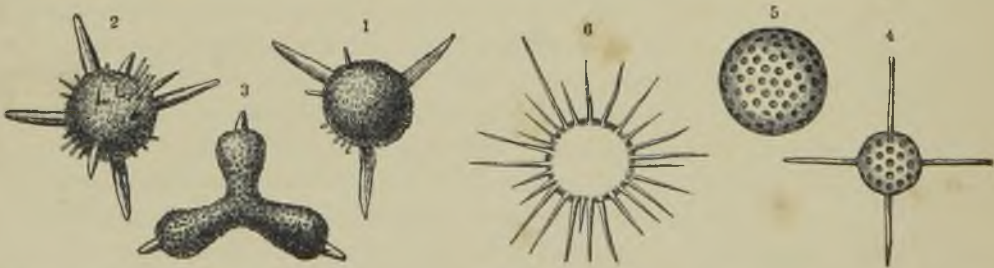
Oppelowski podział na poziomy opiera się przedewszystkiem na stosunkach środkowo-europejskich, a nawet i tu napotkano na pewne trudności, gdy starano się w różnych okolicach odszukać wszystkie te drobne podziały. Niebawem wszakże okazało się, że te same zbiorowiska skamieniałości i to samo następstwo poziomów powtarza się również i w obszarze alpejskim, w Alpach, Karpatach, Apeninach, w Sycylii, Hiszpanii i Algierze. Ale spostrzeżenia oczywiste przewyższyły wszelkie przypuszczenia i obliczenia najśmielsze obszaru, na jakim mogą się pojawiać poziomy bez zmian istotnego ich charakteru, gdy Waagen dowiódł, że w utworach jurajskich w Cutch koło ujścia Indu rozpoznać można ściśle te same poziomy co w Europie, że stosunki europejskie powtarzają się tam z dokładnością trudną do wytłumaczenia. Później Beyrich wykazał, że te same stosunki istnieją i w Afryce równikowej, Gottsche i Steinmann odnaleźli je w Ameryce południowej, a nawet, zdaje się, że tak samo jest i w Australii. Rozumie się, dotyczy to tylko utworów, które zawierają powszechną faunę morską, złożoną przedewszystkiem z amonitów, zwierząt swobodnie pływających na otwartym morzu. Tam, gdzie brak amonitów, np. w rafach koralowych, posiadających swą specjalną faunę miejscową, lub w ilastych osadach płytkiego morza, obfitujących w małże, podziału na poziomy przeprowadzić niepodobna. Porównywanie utworów takich między sobą albo z sąsiednimi warstwami amonitowymi następuje wielkie trudności. Przeszkody zupełnie niespodziewane wylaniają się niekiedy nawet przy porównywaniu warstw obfitujących w amonity, i to nie tylko bardzo od siebie oddległych. Niekiedy w osadach niezbyt oddalonych dostrzegamy wybitne różnice i zmiany w wykształceniu poziomów. Naprawdę chcieliśmy odnaleźć w okolicy Moskwy

poddziały, wyróżnione w Europie środkowej. Ani różnice facyalne, ani odległość, ani różnice klimatyczne nie tłumaczą tych odmiennych wykształceń. Tylko brak połączenia, istnienie przegrody w postaci łądu wytłumaczyć je może. W takich razach mamy do czynienia z osadami osobnych zagłębi morskich, oddzielonych od siebie łądem w całości albo w znacznej części.

Możemy z tego wyprowadzić dwa wnioski: popierwsze, podział na poziomy, ustalony w pewnej miejscowości, stosuje się tylko do tego morza, w którym badane osady powstały, morza zaś oddzielone od siebie wykazują rozwój odmienny; potwóre, podobieństwo lub różnica faun pelagicznych stanowi kryterium, czy dane morza były w owym czasie połączone ze sobą czy też nie. Jest to najważniejszy środek do oznaczania położenia dawnych łądów i mórz. Wiemy znowu z doświadczenia, że fauny z różnych miejsc jednego oceanu, mimo zupełnej zgodności w wykształceniu poziomów, mogą różnić się w pewnych szczegółach, w rozpowszechnieniu pewnych rodzajów, i że różnice te zależą tylko od położenia geograficznego, mianowicie bardziej północnego lub południowego, a więc od warunków klimatycznych. Badając skrzętnie tym sposobem kolejne następstwo i rozprzestrzenienie skamieniałości, możemy wysnuć ważne wnioski, tyjące się fizyczno-geograficznych stosunków ziemi podczas epoki jurajskiej. Przedtem wszakże musimy poznać bliżej faunę i podział jury na poziomy.

## Świat zwierzęcy jury.

W świecie zwierzęcym po raz pierwszy spotykamy tu liczne i w gatunki obfite fauny otwornic, wyłącznie prawie z form drobnych złożone. Opisano już setki gatunków z rozmaitych poziomów i miejscowości, a niewątpliwie drobną tylko część ich poznano. Zdawałoby się, że zachodzi tu znaczna różnica w porówna-



Rys. 171. Radiolarye: 1—3) z liasu alpejskiego (wedł. E. Dunikowskiego); 4—6) z liasu włoskiego (wedł. D. Pantanello). Wszystkie znacznie powiększone.

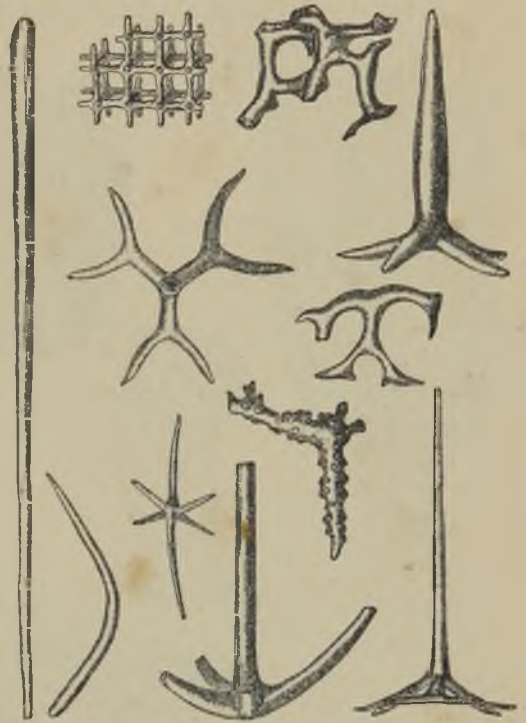
niu z utworami dawniejszymi, że otwornice nagle rozmnożyły się bardzo. Różnica ta jest wszakże tylko pozorna, a przyczyną jej sposób zachowania skamieniałości. Jura zawiera wiele morskich ilów plastycznych, z których zapomocą szlamowania łatwo możemy wydobyć skorupki otwornic. Natomiast do łupków ilastych i ilów łupkowych formacji starszych metoda ta na nic się nie przyda. Obok nich występują licznie ozdobne drobnutkie szkielety krzemionkowe radiolaryi (rys. 171); mianowicie rogowce jury alpejskiej składają się w przeważnej swej części z radiolaryi, których podobieństwo do typów obecnych jest uderzającym.



Ważną, w pewnych przynajmniej osadach odgrywają rolę gąbki morskie, głównie o szkielecie krzemionkowym (rys. 172), o których już mówiliśmy, opisując faunę sylurską. Licznie przedewszystkiem występują *Hexactinellidae*, których szkielet składa się z delikatnych igiełek sześciopromiennych, tudzież *Lithistidae*, posiadające budowę zbitą, a których szkielet składa się z elementów nieprawidłowych, rozgałęzionych i guzowatych. Gąbki różnego kształtu, podobne do talerzy, kubków, stożków, walców, wypełniają pewne warstwy (rys. 173) prawie całkowicie. Lecz występowanie ich podobnie jak pokrewnych im gąbek dzisiejszych, jest bardzo nierównomierne. Obecnie gąbki krzemionkowe zamieszkują dno morza na średnich głębokościach, najliczniej na podłożu globigerinowem (por. t. I, str. 685), w płytkich zaś wodach i w wielkich otchłaniach brak ich zupełnie. Lecz na odpowiedniej nawet głębokości gąbki nie są wszędzie równomiernie rozprzestrzenione: na pewnych obszarach zbierają się one w niezmiernej ilości, w innych miejscach niema ich wcale, bez widocznej przyczyny. Te same zjawiska spotykamy w jurze i w kredzie. W pewnych miejscowościach warstwy są przepełnione tysiącami gąbek, w pobliżu zaś w tym samym poziomie ani śladu ich dostrzedz niepodobna.

Korale w niezwykłej ilości występują w górnej jurze Europy środkowej i tworzą liczne rafy typowe we Francji i w Szwajcaryi pozaalpejskiej; nieco mniej licznie znajdują się rafy w Anglii, w Niemczech północno-zachodnich, we Frankonii, Szwabii, w Alpach i Karpatach. Znacznie uboższą w korale jest jura środkowa, w lasie są one nawet bardzo rzadkie, zwłaszcza w miejscowościach lepiej zbadanych. Form pokrewnych typom paleozoicznym, które mogliśmy zauważyć jeszcze w tryasie, brak zupełnie; wyłącznie istnieją *Hexacorallia* o budowie sześciopromiennej (rys. 174 i 175), tej samej, jaką posiadają korale dzisiejsze.

Niezwykłą doniosłość posiadają szkarłupnie, mianowicie dwie ich grupy: liliowce i jeżowce. Liliowce już nie są wprawdzie rozwinięte w tylu różnorodnych formach, w setkach rodzajów i gatunków, jak w osadach przedpermskich. Kilka tylko spotykamy rodzin, lecz jura nie ustępuje żadnemu systemowi pod względem mnogości poszczególnych gatunków, a przewyższa wszystkie ich wielkością i wspaniałym rozwojem. Tyczy się to przedewszystkiem pentakrynów (rys. 176), które słusznie możemy nazwać królami liliowców. W morzach obecnych,



Rys. 172. Igiełki krzemionkowe różnych gąbek znacznie powiększone. (Podług Zittela).

w średnich głębokościach, znajdują się jeszcze wspaniali przedstawiciele tego rodzaju, lecz porównać się to nawet nie daje z bajecznym jego rozwojem w okresie liasowym. Długa smukła łodyga z wąsami, złożona z pięciokątnych stawów, już to przytwierdza się do jakiego ciała stałego zapomocą rozgałęzień korzonkowatych, już to zaostza się tylko ku dołowi i wolno leży na dnie morza. Górny koniec łodygi dźwiga potężną koronę, złożoną z małego kielicha i ramion potężnych, wielokrotnie rozwidlonych, których niezliczone gałęzie, gałązki i piórka tworzą prawdziwy chaos, „głowę Meduzy“. Każda z tych części składa się znowu z licznych dzwonek wapiennych, których ilość ogólną w dużym okazie, Quenstedt obliczył na pięć milionów.



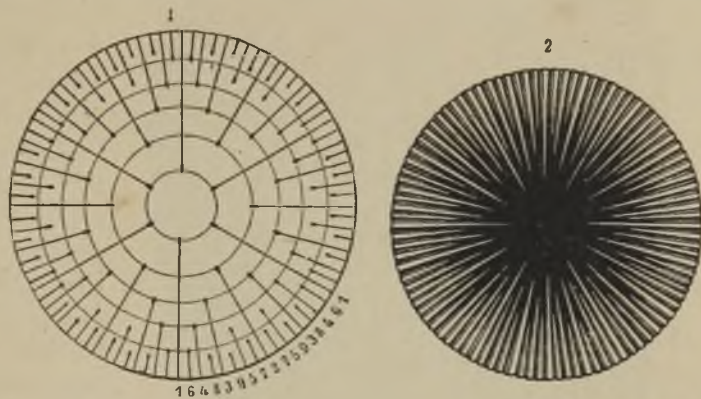
Rys. 173. Rozmaito gąbki jurajskie i kredowe.

Najwspanialszych okazów tego rodzaju dostarczyły łupki bitumiczne liasu górnego wirtemburskiego z kamieniołomów w Reutlingen, gdzie z łupków tych wytwarzają naftę w znacznej ilości. Stąd pochodzi owa wspaniała płyta łupku, na 8 m długa a na 5 m szeroka, która znajduje się w zbiorach uniwersytetu w Tybindze, a którą Quenstedt opisał jako „szwabską głowę meduzy“ (rys. 177). Na płycie tej widzimy część grupy złożonej z setek osobników ze sobą splecionych; część ta zawiera 24 okazy dobrze zachowane. Łodyga największego z nich mierzy 17 m, a korony sięgają 1 m średnicy. W dolnej części jest 24 łodyg, przyległych do siebie ściśle i splecionych spiralnie, które ku górze uwalniają się i rozszerzają w rozmaitych splotach i zwojach.

Jaskrawe przeciwieństwo stanowią eugeniakryny i fillokryny, formy małe, krępe, o krótkich ramionach i kielichu stopniowo przechodzącym w krótką grubą

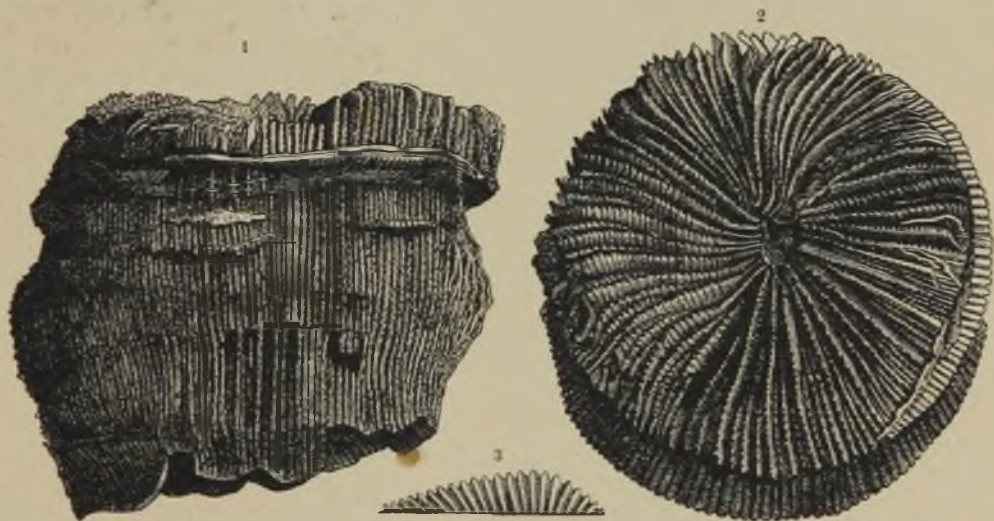


łodygę. Według O. Jaekela potomkami tych właśnie typów jurajskich są szczególne formy z rodzaju *Holopus*, z trzeciorzędu i z czasów obecnych, które na pozór zupełnie bez łodygi siedzą na dnie. Geologicznie doniosły jest rodzaj *Apiocrinus* (rys. 179, 1) z łodygą zgrubiałą u góry, również od kielicha nie odgraniczoną wyraźnie. Natomiast mała, pozbawiona łodygi *Comatula* z łupków solenhofeńskich jest ważna dla paleontologa: obecni potomkowie tej formy przechodzą przez stadium larwowe z łodygą, jak u pentakrynów, i w swym rozwoju osobniczym powtarzają ewolucję szczepu.



Rys. 174. 1) Schematyczne przedstawienie kolejnego następstwa przegród (septa) u heksakorali; 2) widok kielicha heksakorala, z góry. (Podług Bronna).

W jurze po raz pierwszy odgrywają pierwszorzędną rolę jeżowce, dość rzadkie we wszystkich systemach dawniejszych. Najbardziej w jurze rozpowszech-



Rys. 175. *Montlivaultia*, z górnoprainskiego wapienia koralowego z Nattheim w Wirtembergii: 1) z boku, 2) z góry, 3) krawędź przegrody, powiększona. (Podług Beckera).

nione jeżowce normalne, regularne, posiadają zazwyczaj kształt kuli mniej lub bardziej spłaszczonej (rys. 179, 2). Kulę tę okrywają dookoła tabliczki wapienne. Na obu biegunach spłaszczonej kuli znajdują się otwory, z których dolny odpowiada gębie, górny — odbyto wi zwierzęcia. Płytki szkieletowe są dwojakiego rodzaju: jedne są zbite, inne posiadają pory, przez które wysuwały się drobne workowate wyrostki układu naczyń wodnych, t. zw. nóżki ambulakralne. Płytki te tworzą z góry na



Rys. 176. *Pentacrinus briaroides*, z liasu. (Podług Goldfussa).

dół, od odbytu do gęby prawidłowe szeregi, w taki mianowicie sposób, że dwa rzędy tabliczek ambulakralnych z porami leżą obok siebie, tworząc razem pas ambulakralny. Dalej dwa rzędy tabliczek bez porów tworzą pas interambulakralny, i t. d. W całości istnieje zawsze pięć pasów ambulakralnych i pięć interambulakralnych, a ponieważ każdy pas posiada dwa rzędy tabliczek, przeto całość ma 20 rzędów tabliczek. Ilość ta cechuje jeżowce mezozoiczne i młodsze, ponieważ jeżowce paleozoiczne, z pewnymi, jak wiemy, wyjątkami, posiadają więcej lub mniej niż 20 szeregów płytek. Na tabliczkach znajdują się brodawki różnej wielkości, do których przytwierdzone są kolce (rys. 180). Postać tych ruchomych szypulek wapiennych jest bardzo zmienna; u jednych są one cienkie, delikatne, podobne do ostrej szczeciny, u innych natomiast — kuliste, maczugowate lub wiosłokształtne, wielkością przewyższające niekiedy wielokrotnie średnicę pancerza. *Cidaris* posiada okazałe kolce kształtu maczugowatego, lecz nie rozwinięte nadmiernie, jak np. u pokrewnego *Hemicidaris* (rys. 181). Szczególnie ważne jest ukształtowanie obu naprzeciw siebie położonych otworów: otwór dolny, gębowy, zaopatrzony jest w potężny narząd żuciowy, górny zaś jest częściowo zamknięty przez pewną ilość szczególnie ukształtowanych tabliczek, z których dziesięć tworzą całkowity wieniec.

Pięć płytek większych leży na przedłużeniu pasów interambulakralnych; każda zaopatrzona jest w otwór, przez który wydostają się na zewnątrz jaja i t. d. Są to



t. zw. płytki jajowe czyli płciowe. Między niemi na przedłużeniu pasów ambulakralnych leży pięć płytek mniejszych, zaopatrzonych w otworki dla oczu. W wieńcu z płytek powyższych, który wszakże u kopalnych cydarydów rzadko tylko się zachowuje, leżą mniejsze płytki, a pośród nich odbyty. U innych form, u rodziny Salenidae (rys. 178, 1-6), narząd wierzchołkowy ulega zmianie o tyle, że pośród płytek ocznych i jajowych pojawia się jeszcze jedna, rzadziej kilka płytek większych, skutkiem czego odbyty zostaje przesunięty w bok albo jeszcze częściej w tył.

Formy z przesunięciem tego rodzaju stanowią przejście do innej grupy jeżowców, do nieprawidłowych, Irregulares, u których odbyty leży nie w narządzie wierzchołkowym, lecz poza nim w tylnym interambulacrum. Zarazem znacznym zmianom ulega sam aparat wierzchołkowy. U najprostszycch z pośród jeżowców nieprawidłowych, u jurajskiej i kredowej rodziny Pygasteridae (rys. 182, 1-4), charakter jego pozostaje bez zmiany, u echinoneidów (rys. 182, 5, 9, 10) ginie narząd zuciowy, kassidulidy zaś (rys. 182, 6, 7, 8) posiadają pasy ambulakralne łukowato wygięte i odmiennie na podobieństwo płatków kwiatowych ukształtowane (petaloidyczne). Najodrębniejszy typ jeżowców jurajskich stanowią dysasterydy, których otwór gębowy również utracił swe położenie środkowe i przesunął się w ambulacrum przednie; narząd wierzchołkowy jest rozerwany w sposób szczególnie na dwie części przez płyty nadliczbowe. Skutkiem tego pasy ambulakralne nie scho-

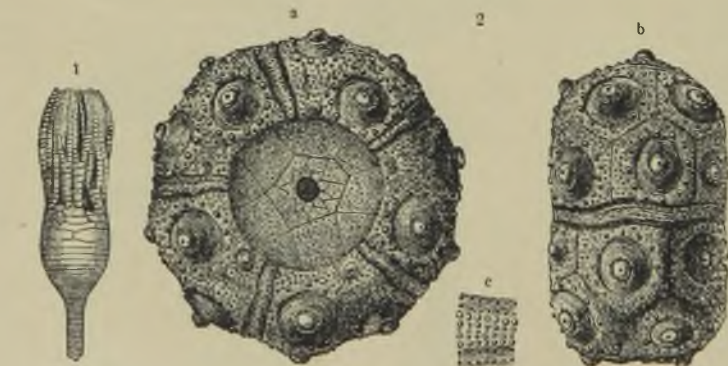


Rys. 177. Kolonia olbrzymich pentakrynów, z górnego liasu z Beutlingen w Wirtembergu; w znacznem zmniejszeniu. (Podług Quenstedta).

dzą się wszystkie na szczycie, lecz trzy łączą się w przedniej, dwa zaś w tylnej części narządu wierzchołkowego (trivium i bivium, rys. 182,<sup>11-13</sup>).

Występowanie tych form odpowiada ściśle stopniowi oddalania się ich od typu pierwotnego. Już w tryasie znajdują się jeżowce prawidłowe, a w najniższych warstwach jury są one jeszcze jedynymi przedstawicielami swej klasy. W liasie środkowym towarzyszą im pygasterydy, ze wszystkich nieprawidłowych najbardziej do regularnych zbliżone, a od liasu górnego przyłączają się do nich formy jeszcze bardziej odmienne. Zgodność taka następstwa geologicznego ze stopniem odbiegania od pierwotnego typu jest ważnym dowodem pochodzenia wszystkich tych grup od wspólnej formy macierzystej, z której rozwinęły się one drogą zmian stopniowych.

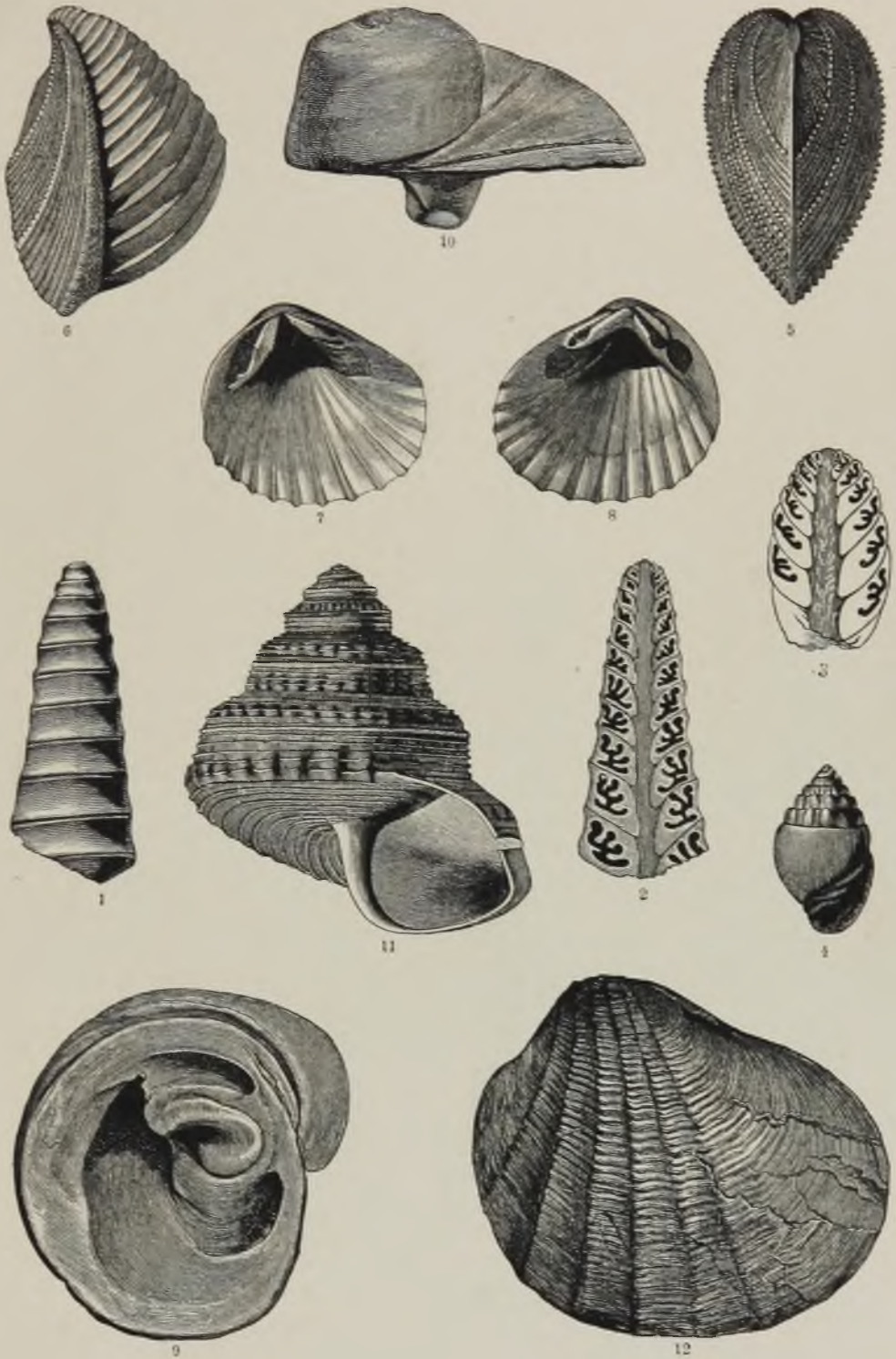
Ramienionogi jurajskie niezbyt liczne posiadają typy, lecz dwa z pośród nich rozprzestrzeniły się w nader wielkiej ilości gatunków i osobników, tak iż należą one do najczęściej znajdowanych skamieniałości, a w Alpach pewne skały z nich tylko prawie wyłącznie się składają. Są to terebratulidy z głównymi rodzajami Terebratula i Waldheimia oraz rynchonellidy z rodzajem Rhynchonella. Stanowią one przeszło dziewięć dziesiątych wszystkich ramienionogów jurajskich. Terebratulidy



Rys. 179. *Aplocrinus*, korona i początek łodygi, z górnej jury; 2) *Cidaris coronata*, z górnej jury: a) z góry, b) z boku, c) ambulacrum. (Wedl. Quenstedta).

stanowią jedyny szczepek tej klasy, który w jurze osiąga rozwój większy niż w jakiegokolwiek epoce dawniejszej, Rhynchonella natomiast jest rodem dawnym, jeszcze paleozoicznym, zwolna tracącym na znaczeniu. Poznaliśmy już oba działy powyższe przy opisie faun paleozoicznych. Nie zatrzymamy się przeto





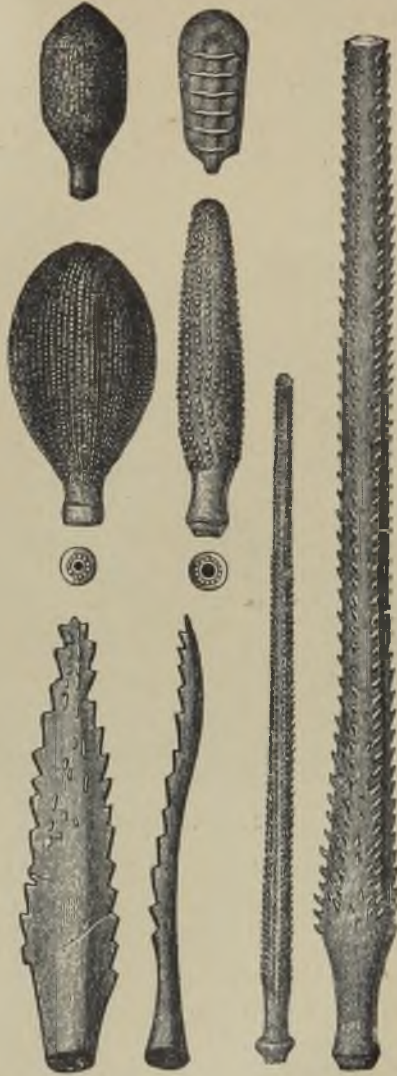
Tabl. IV. Małże i ślimaki systemu jurajskiego.

Neryneje górnourajskie: 1) i 4) wygląd zewnętrzny, 2) i 3) przekroje podłużne. 5) i 6) *Trigonia costata*, z jury środkowej. 7) i 8) *Trigonia pectinata*, żyjąca obecnie, z Nowej Holandyi (dla pokazania jak jest zbudowane wnętrze skorupy trygonii). 9) i 10) *Diceras arietinum*, z górnourajskich wapieni koralowych Francyi. 11) *Pleurotomaria anglica*, z liasu. (Według d'Orbignyego). 12) *Pholadomya Murchisoni*, z jury środkowej.

nań niemi dłużej. Jeden tylko wymienimy tu typ terebratul, którego niezwykła postać cechuje najwyższą jurę i dolną kredę prowincyi alpejskiej. Są to terebratule z grupy diphya, które w rozwoju mniej krańcowym posiadają znaczne wycięcie na brzegu czołowym, po obu bokach zaś tego wycięcia dwa wystające płaty.

U form zaś krańcowych płaty te zrastają się od przodu, a pośrodku zostaje wielki otwór w obydwu klapach (rys. 183). Zdawałoby się, że cecha tak wybitna i u tych jedynie form spotykana, uzasadniałaby utworzenie z nich samodzielnego rodzaju a nawet rodziny. Lecz ta właśnie tak bardzo wybitna cecha jest nadzwyczaj zmienna: już to oba płaty czołowe zrastają się ze sobą i ograniczają duży otwór, już to istnieje tylko wgłębienie na brzegu czołowym, tak iż, zdaniem paleontologów, na tej podstawie nawet samodzielnych gatunków wydzielić niepodobna. Jest to doskonałe potwierdzenie prawa, wypowiedzianego przez Darwina, że cechy u pewnej grupy form nienormalnie rozwinięte są zarazem bardzo zmienne. Z innych grup ramienionogów wymienić należy jeszcze spiriferidy, które były najbardziej rozpowszechnione w erze paleozoicznej, a są dość liczne jeszcze nawet w tryasie. Tylko jeden rodzaj *Spiriferina* dożył do liasu, gdzie pojawiają się obok niej jeszcze pewne rzadkie typy odstępne. Ginają one jednak wszystkie i do jury środkowej nie dochodzą. Znajdują się jeszcze przedstawiciele rodzajów *Lingula*, *Discina*, *Crania*, *Thecidium* i t. p., lecz zajmują one bardzo podrzędne stanowisko.

Z mięczaków licznie występują małże i ślimaki (tabl. IV). Ilość form jednakże jest tak wielka, że tylko parę najbardziej typowych wymienić możemy. Przede wszystkim zaznaczyć należy występowanie po raz pierwszy całemi masami ostryg i to tak normalnych, jak i form skręconych z rodzaju *Gryphaea* i *Exogyra*. Szeroko były rozpowszechnione w jurze i kredzie wspaniałe trygonie, najpiękniejsze małże, jakie kiedykolwiek morza zamieszkiwały. Obecnie parę tylko gatunków żyje na wybrzeżach Australii. Wymienić wreszcie należy rodzaje *Pholadomya* i *Diceras*. Ten ostatni posiada nadzwyczaj grubą skręconą skorupę i silne zęby zawiasowe. Są to formy charakterystyczne jurajskich raf koralowych. Z pośród ślimaków odpowiadają im neri-

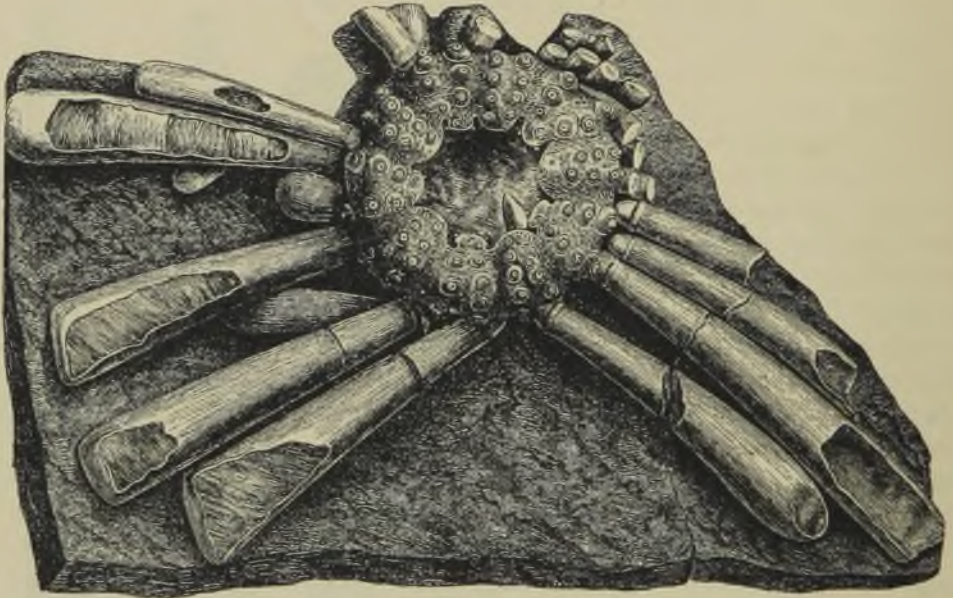


Rys. 180. Kolce rozmaitych cydarydów.  
(Według Desora).



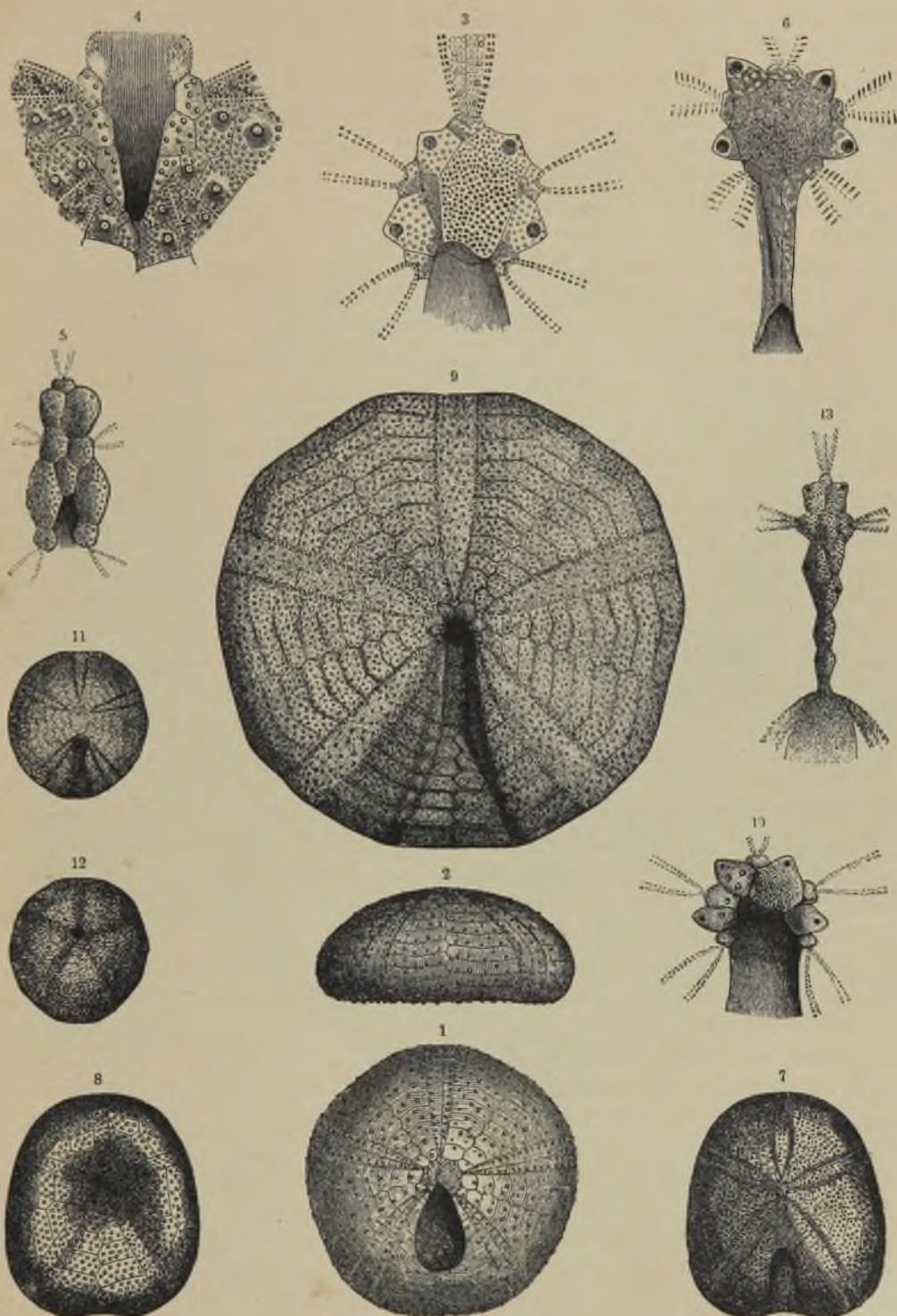
nee, o wieżkształtnej skorupie z grubemi ściankami, stali mieszkańcy raf koralowych. Główną cechę ich stanowi nacięcie przy wylocie skorupy i grube fałdy spiralne na wewnętrznej stronie zwojów, które bardzo zwężają światło ich wnętrza. Z nieprzeliczonych zastępów innych ślimaków wymienimy wzmiankowane już wcześniej rodzaje *Pleurotomaria*, *Trochus* i *Natica* (tabl. IV) i zaznaczmy, że po raz pierwszy obficie występują formy geologicznie młodsze, z kanałem albo wrębem przy otworze skorupy.

Bez porównania ważniejsze są głowonogi. Amonity nie są tak obfite w rozmaite typy, jak w tryasie, lecz co do ilości gatunków jura góruje nad innymi systemami. Rzecz dziwna, formy, które tu się pojawiają, są mało podobne do tych,



Rys. 181. *Hemiceras* z częściowo zachowanymi kołkami. (Według Desora).

które w tak wielkiej ilości znajdują się w osadach górnego tryasu alpejskiego. Jeden rodzaj przechodzi bez zmian znaczniejszych z tryasu alpejskiego do liasu, mianowicie *Phylloceras* (rys. 184), łatwy do poznania po gładkiej zazwyczaj skorupie, wązkim pępku, licznych zatokach i pięknie zaokrąglonych siodłach. Rodzaj *Lytoceras* (rys. 185) o szerokim pępku, prawie wcale nie obejmujących się zwojach i parzysto rozwidlonych siodłach i zatokach, posiada również zwiastunów w tryasie alpejskim i ściśle się łączy z filloceratidami. W różnych piętrach liasu pojawiają się szybko po sobie bogate fauny amonitowe. Przez pewien czas mniemano, że przodkami ich są pewne gatunki o skorupie nie gładkiej (*trachyostraca*) z tryasu górnego, lecz podobieństwo tryasowego rodzaju *Margarites* do liasowego *Amaltheus margaritatus*, lub tryasowego *Arnioceltites* do liasowego *Arietites* i t. p. jest tylko pozorne. Jest to tylko zjawisko konwergencyi, a w istocie formy liasowe pochodzą od rodzaju *Psiloceras*, a rodzaj ten według F. Wähnera i E. v. Mojsisovicsa niewątpliwie jest bardzo zbliżony do filloceratidów. Może za wyjątkiem pewnych niedobitków z całej wspaniałej fauny tryasowej górną granicę



Rys. 182. Nieregularne jeżowce jury: 1—3) *Pygaster umbrella*; 4) narząd wierzchołkowy u *Liorhynchus*; 5) tenże u *Hypoclypeus gibberulus*; 6) tenże u *Clypeus Trigeri*; 7, 8) *Echinobrissus clunicularis*; 9, 10) *Galeropygus agaricoides*; 11—13) *Collyrites Ebrayanus*. (Według Cotteau i Wrighta).

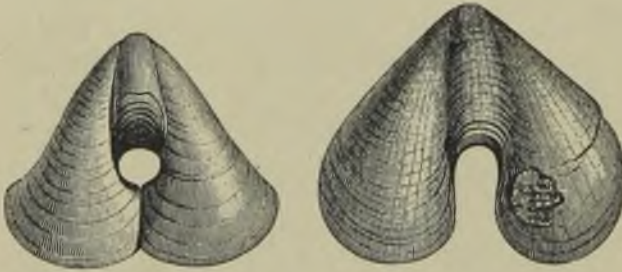


tęgo systemu przekroczyły tylko filloceratidy, lecz ten szczep rozwija się niezwykle. Doniosłą odgrywają rolę Phylloceras, Lytoceras i ich potomkowie, a z rodzaju Psiloceras rozwijają się obfite w gatunki egoceratidy w szerszym znaczeniu.

Te ostatnie stanowią grupę obfitą w rozmaite formy, ściśle związane zarówno przejściami między poszczególnymi działami jak posiadaniem t. zw. aptycha, wieczka, zamykającego otwór skorupy (rys. 186). Na podstawie kształtu i składu aptycha można grupę tę podzielić na kilka rodzin: właściwe egoceratidy z aptychem pojedynczym, rogowym (anaptychus), harpoceratidy, z dwoma wydłużonymi aptychami, pokrytymi żeberkami, i stefanoceratidy z aptychami dwoistymi, szerokimi, gładkimi lub ziarnistymi. Pierwsza rodzina ogranicza się do liasu dolnego i środkowego, obie zaś następne zaczynają się w liasie środkowym i trwają przez resztę epoki jurajskiej i przez całą kredę. Nie będziemy tutaj charakteryzować form poszczególnych, poznamy je przy opisie piątr jurajskich.

Obok amonitów ważne posiadają znaczenie belemnity. Są to potomkowie tryasowego Aulacoceras, formy nagie o skorupie wewnętrznej lub nawpół we-

wewnętrznej. Alweola czyli phragmoconus, skorupa stożkowata, prosta lub słabo wygięta, podzielona jest na komory. W górnej swej części rozszerza się z jednej strony w potężną tarczę, ostry zaś jej koniec tkwi w masywnej części skorupy, zbudowanej z promienistokryształicznego spatu wa-



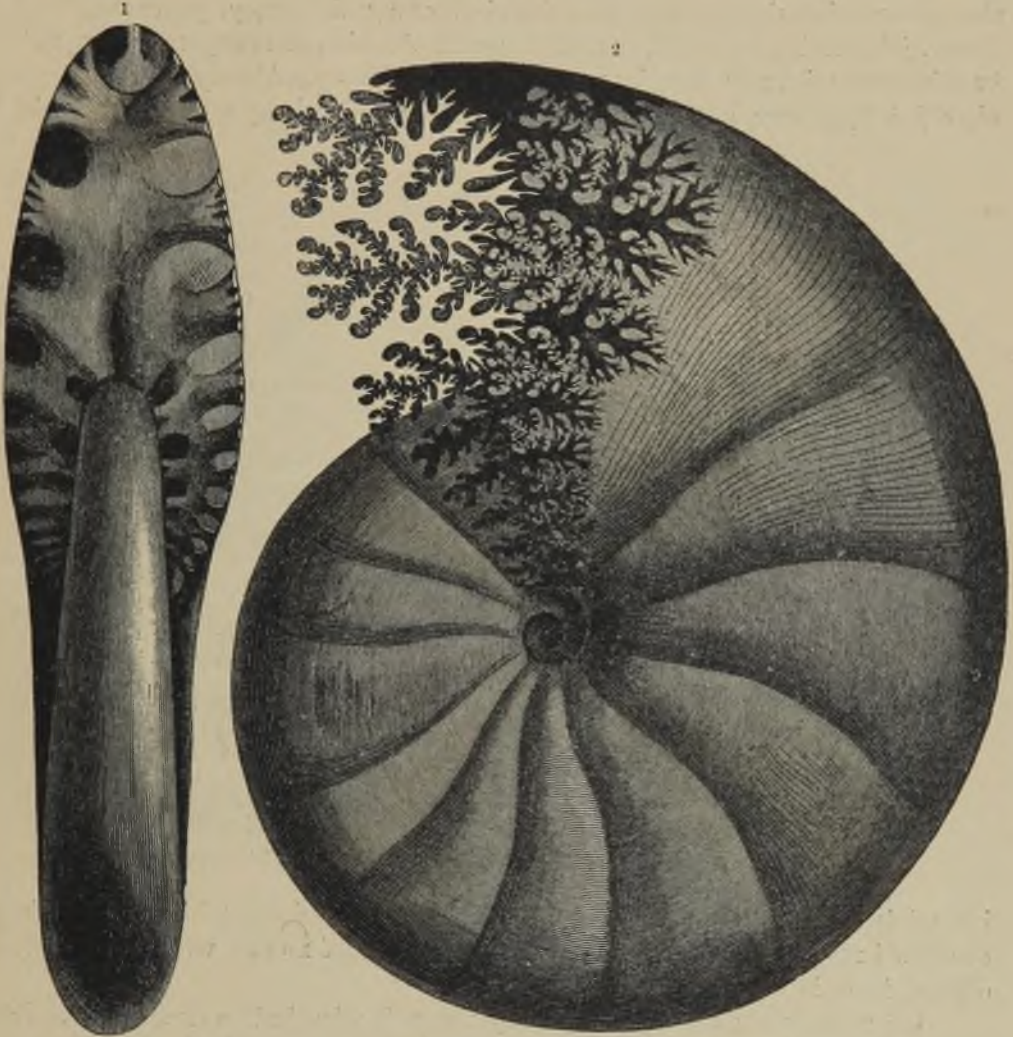
Rys. 183. *Terebratulita janitor*, forma zamknięta i rozwarta, z najwyższej jury alpejskiej.

piennego, kształtu ostrza dzidy lub maczugi. Całkowite okazy są bardzo rzadkie; częściej znajdują się takie, u których ostry dolny koniec alweoli tkwi jeszcze w maczudze wapiennej, najczęściej zaś spotykamy samą tylko maczugę, t. zw. rostrum. Tysiącami zbierać można te t. zw. „strzałki piorunowe“ tam głównie, gdzie są obnażone łatwo wietrzejące margle liasowe (rys. 187).

Z bezkręgowych wymienimy jeszcze skorupiaki, których szczątki są dość rozprzestrzenione w jurze, lecz stanowią w każdym razie rzadkość. Większą ilość znaleziono tylko w łupkach solnhofenskich, tem najsłynniejszym złożu skamieniałości. Najczęściej spotykają się długoodwłokowe dekapody, do których nasz rak rzeczny i homar również należą. Na rys. 188 i 189 widzimy kilka najciekawszych form tego działu: *Mecochirus* z potężną przednią parą nóg, zaopatrzonych w silne kleszcze, częsty *Penaeus*, z silnym kolcem na czole, *Cancerinus* z dziwnymi maczugowatymi rożkami, *Pseudastacus*, zbliżony do raka rzeczno i inne. Szczególniej ciekawym jest rodzaj *Eryon* (rys. 189, 2), pośredni między długoodwłokowymi rakami a krabami z krótkim odwłokiem i bardzo zbliżony do ślepego rodzaju *Willemoesia*, który obecnie zamieszkuje wielkie głębokości oceanów. Z innych skorupiaków znajdują się pojedynczo w jurze środkowej Anglii i nieco częściej w jurze górnej Niemiec najstarsze kraby (rys. 191, 2). Znajdują się również odosobnione równonogi i ustnogi (rys. 191, 3 i 4) i kraby moluckie w łupku litograficznym

w Solnhofen, wreszcie różne małżoraczki, wąsonogi i liścionogi; zresztą wszystkie one posiadają względnie małe znaczenie.

Znacznie mniej wiadomości posiadamy o zwierzętach bezkręgowych lądu i wód słodkich. Mięczaki reprezentowane są przez bardzo rzadkie ślimaki lądowe, nieliczne ślimaki i małże słodkowodne jury środkowej i najwyższej. Z pa-

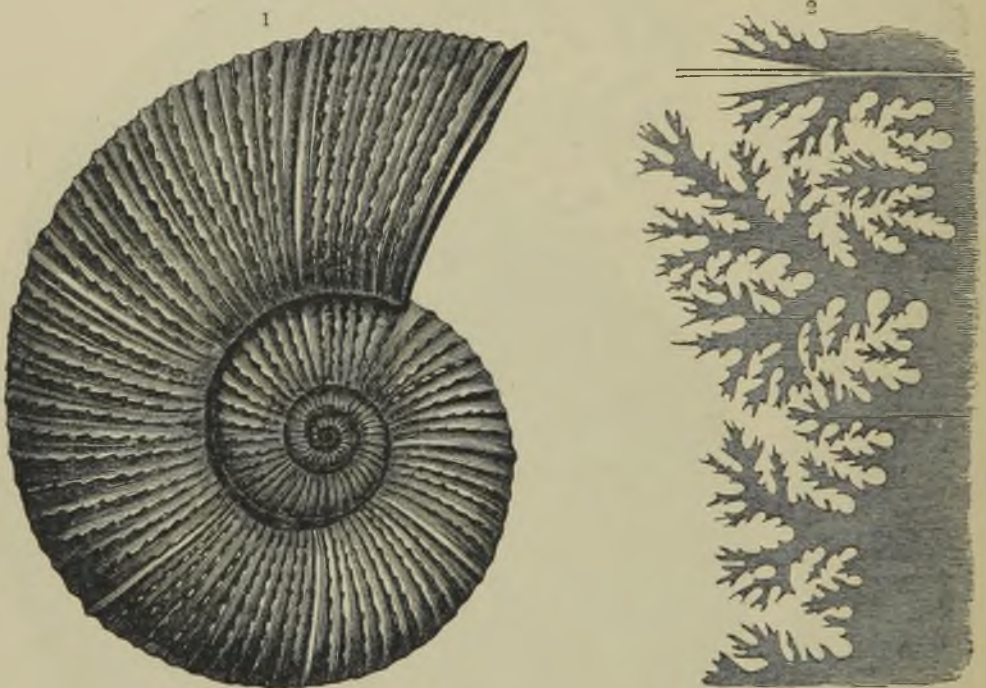


Rys. 184. *Phylloceras Zetes*, z liasu: 1) widok z frontu; 2) widok z boku. (Według Quenstedta).

jęczaków znany tylko jeden rodzaj, *Sternarthron*, z łupku litograficznego w Solnhofen, szczególną formę z długimi cienkimi nogami i wyrostkiem ogonowym, pokrewną zupełnie odosobnionej dzisiejszej *Koenenii*. Obfitą natomiast jest jurajska fauna owadów. Warstwy liasowe szambeleńskie w Argowii, lias dobbertyński w Meklemburgu, łupki stonfieldzkie, warstwy purbeckie i solnhofeńskie dostarczyły licznych form, pokrewnych typom obecnym. Z tęgopokrywych (rys. 191,<sup>5-8</sup>) znany liczne ryjkowce, bogatki, biegacze, sprężyki, kózki i grzybojadły. Za motyle (a mianowicie nocnice) uważane są pewne szczątki z Solnhofen,



które wszakże były może tylko wielkimi piewikami (cykadami). Łupek solnhofeński zawiera również wspaniałe ważki, których skrzydła zachowały się niekiedy tak, iż widać wszystkie szczegóły żyłkowania (rys. 190). Znanе są także pływaki, jętki i wielkie piewki. Liczne są prostoskrzydłe, termity, prawdziwe siatkoskrzydłe i pluskwiaki; szczególniej muchy i pluskwy. Według niektórych autorów chrząszcze wskazują na klimat raczej umiarkowany niż gorący, podczas gdy inne formy, jak termity, latarniki, bogatki i piewki obecnie przenoszą strefę gorącą. Pokrewieństwo tej fauny owadów z obecną jest widoczne. Ale czy wówczas rozwinięte już były owe instynkty gromadne, które podziwiamy u obecnych mrówek



Rys. 185. *Lytoceras fimbriałum*, z liasu: 1) widok z boku; 2) załoki. (Według Wrighta).

i termitów, czy już wówczas panowały takie jak dzisiaj stosunki między światem owadów i roślin? Czy stosunki takie wogóle istnieć mogły wtedy, gdy flora od obecnej istotnie się różniła?

O kręgowcach jurajskich wiemy znacznie więcej niż o tryasowych. Niema wszakże powodów aby przypuszczać, że ilość ich podczas jednej epoki była większa, niż podczas drugiej. Różnica stąd wynika, iż w jurze znamy liczne utwory łupkowe, w których zachowały się całe egzemplarze, i że łupki te są eksploatowane w wielu kamieniołomach, skąd można było zbierać skamieniałości. Ale zbyt często zapominamy o doniosłości takich przyczyn przypadkowych i uważamy za cechę pewnego okresu to, co jest tylko rzeczą przypadku. Np. prawie połowę wszystkich raków długoodwłokowych, jakie znamy z jury, znaleziono w łupku litograficznym, który odpowiada tylko jednemu z 33 poziomów; nie znaczy to wszakże, aby właśnie w czasie jego osadzania się żyło więcej raków, niż podczas innych

okresów jury. Tak samo rzecz się ma z rybami, gadami i owadami. Łupek solnhofeński jest osadem nadzwyczaj drobnoziarnistym kilku płytkich zatok, gdzie względnie licznie żyły raki, ryby i gady, i dokąd często zalatywały owady z blizkiego lądu, natomiast zwyczajne formy morskie są nadzwyczaj rzadkie w typowym łupku i kamieniu litograficznym. Technicznej przydatności materiału zawdzięczamy niezwykłą ilość znanych zeń zwierząt. Płyty najbardziej drobnoziarniste używane są jako kamień litograficzny, grubsze — na flizy, cienko-łupkowe — jako płyty dachówkowe, a skutkiem tego na milowych przestrzeniach w licznych kamieniołomach skała ta jest eksploatowana. Na wyżynie ponad Solnhofen kamieniołom leży przy kamieniołomie, tak iż na znacznej przestrzeni nie widać wcale gruntu pierwotnego. Co roku dobywają miliony płyt, a robotnicy chowają każdą znalezioną skamielinę wobec dość wysokich cen, jakie płacą zbieracze i miłośnicy. Tylko tym okolicznościom zawdzięczamy znajomość tej wspaniałej fauny, gdyż łupek nie obfituje zbyt w skamieniałości.

Pozatem wymienić należy jako obfitujące w kręgowce w Niemczech czarne łupki bitumiczne liasu górnego we Frankonii i Szwabii i warstwy górno-jurajskie okolic Hannoveru. W Anglii znaleziono liczne szczątki kręgowców w dolno i górno-liasowych łupkach bitumicznych, w łupkach stonessfieldzkich, położonych w górnej części średniej jury, w górnojurajskich łałach kimerydzkich i w purbeckich osadach słodkowodnych. Wyczerpiemy najważniejsze miejscowości, gdzie w Europie znajdują się kręgowce, gdy wymienimy jurę środkową (bat) Normandy i górną jurę z Solury (Solothurn) w Szwajcaryi. Prostu bajeczny skarb form najdziwniejszych kręgowców zawiera obszar między górami Skalistymi a Sierra Newadą w zachodniej części Ameryki Północnej, skąd Marsh przywiózł zbiory, jakim równych żadne muzeum na świecie nie posiada.

Z jury znana jest cała rzesza ryb rozmaitych, pośród których w zbiorach naszych miejsce naczelne zajmują kostołoskie ganoidy. Nigdzie piękniej nie rozwinęły się błyszczące wielkie łuski, jak u *Lepidotus* (rys. 193), *Dapedius* i pokrewnych rodzajów jurajskich. Wogóle da się zauważyć w rozwoju płetwy ogonowej zasadnicza różnica od typów paleozoicznych, gdyż u form jurajskich zazwyczaj oba płaty płetwy są jednakie. Sądząc z ilości znajdowanych zębów, częstsze może jeszcze były typy do żarłaczy zbliżone. Ponieważ posiadały one szkielety chrząstkowe, zazwyczaj znajdujemy z nich tylko odosobnione ułamki. Wyjątkowo tylko, mianowicie w Solnhofen znajdują się całkowite egzemplarze, z pomiędzy których wymienimy *Squatine*, pośredniczącą między żarłaczami a płaszczkami, tudzież chimery (przerazy).

Obok tych form panujących występuje skromnie nowa grupa ryb, przeznaczona jednakże do zajęcia niezadługo stanowiska naczelnego. Są to pierwsze ryby kostnoszkieletowe (kościaste), do których należy rodzaj *Leptolepis* (rys. 192). Nie ich nie odróżnia od normalnych ryb kościastych, które już w kredzie ważną odgrywają rolę. Przypomnieć sobie wszakże musimy, że główna różnica między ry-



Rys. 186. *Aptychus lamellosus*, z górnej jury.



bami kostnoszkieletowemi a kostołoskiemi polega nie na budowie szkieletu, lecz części miękkich, mianowicie nerwów wzrokowych, tętnicy głównej i jelita. Choć przeto bardzo prawdopodobną jest przynależność tych form do ryb kostnoszkieletowych, za ściśle dowiedzioną uważać jej jednak niepodobna.

Zdumiewającym jest zupełny brak w jurze płazów; tem liczniej występują gady, których znaczenie w faunie mezozoicznej jużesmy zaznaczyli. Najbardziej chyba znany jest rybojaszczur, *Ichtyosaurus* (rys. 194—196), opiewany przez



Rys. 187. *Belemnites Callovien-*  
*sis*, z najniższej  
części jury górnej.

niemieckiego poetę Scheffela w znanej balladzie. W żadnym oddziale jury nie brak przedstawicieli tego rodzaju, znajdujemy je nawet w kredzie, choć znacznie mniej liczne, lecz najczęściej i w najlepszym zachowaniu znajdują się one w górnoliasowych łupkach posydoniowych Frankonii, Szwabii i Anglii. Pewne pokłady łomów łupku w Holzmaden i w innych miejscowościach Wirtembergu zawierają ich szkielety w takiej ilości, że nie znajdują się one tam przypadkowo, lecz tyle zawsze wydobyć ich można, na ile tylko znajdzie się popyt. Od najdrobniejszych aż do olbrzymów leżą one w wapieniu „jak spowite mumie“, to dobrze, to znowu źle zachowane, a zawsze bywa dość trudno wypreparować je z otaczającej skały. Barwnie opisuje O. Fraas te łomy szwabskie: „Przeciętnie na jeden pręt kwadratowy łupku, eksploatowanego otwartymi jamami na 15—20 stóp głębokimi, przypada jedno „zwierzątko“, jak mówią robotnicy. Leżą one szczelnie łupkiem pokryte w swych wielotysiącletnich grobach kamiennych, jak spowite w całun mumie, tak iż ogólne tylko uwydatniają się zarysy. Odróżnić można głowę, kręgosłup, położenie kończyn, całą długość zwierzęcia, a bystre oko robotnika odróżni natychmiast, czy jest to zwierzę z płetwami (*Ichtyosaurus*) czy z łapami (*Teleosaurus*), gdyż to ostatnie jest trzy razy cenniejsze od pierwszego. Lecz cena nie tylko od tego zależy; najważniejsza, jak i gdzie leży zwierzę, czy w twardej, trwałej skale, czy zawiera piryt, który niszczy niekiedy najpiękniejsze okazy, wreszcie, czy egzemplarz nie został uszkodzony, gdy płyta przy dobywaniu pękła.

Całkowity szkielet dochodzi do 100 złr. wartości. Robotnik nie stara się wcale o sprzedanie okazu, odkłada go tylko na bok, gdyż wie, że co tydzień zgłaszają się kupcy, którzy nabywają okazy dla gabinetów i zbiorów naukowych. Żaden handel koźmi nie budzi takiego zapału, takiego wylewu krasomówstwa, wszelkich wybiegów i sztuczek, jak handel tymi gadami, tem bardziej, że istotnie trzeba być doskonałym znawcą i posiadać wiele sprytu, aby nie ponieść straty, gdyż właściwie kupuje się kota w worku. Przy każdym wreszcie kupnie nabywca musi uczcić pamięć zmarłego bohatera stypą z różnorakiem winem i moszczem“. We Frankonii słynną ze swych wspaniałych *Ichtyosaurów*, pochodzących z tamtejszej okolicy, jest kolekcya byłego klasztoru w Banz koło Lichtenfels nad Menem.

Najciekawszy egzemplarz rybojaszczura znaleziono niedawno. Na okazy tym widać cały prawie zarys ciała, części skóry a nawet mięśni (rys. 196). Potwierdziło się w zupełności przypuszczenie dawniejsze, że rybojaszczury posiadały postać zbliżoną do delfinów, z długim, wązkim pyskiem i krótką szyją, niespodziewaną na-

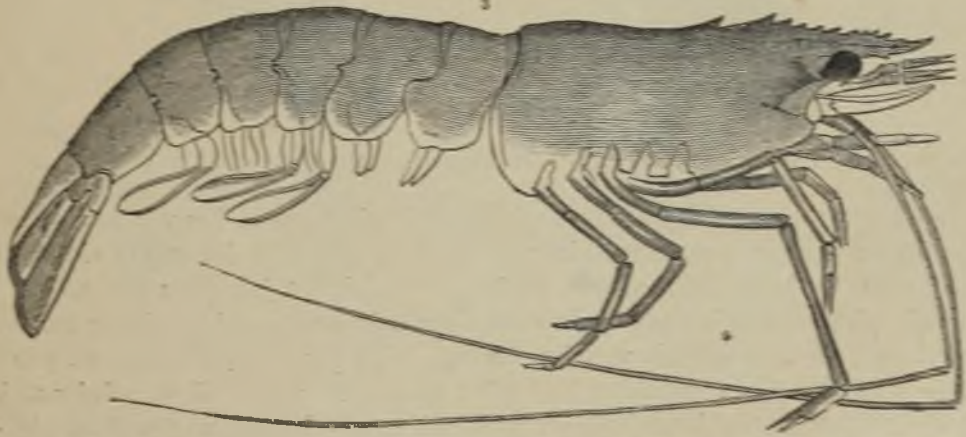
1



2



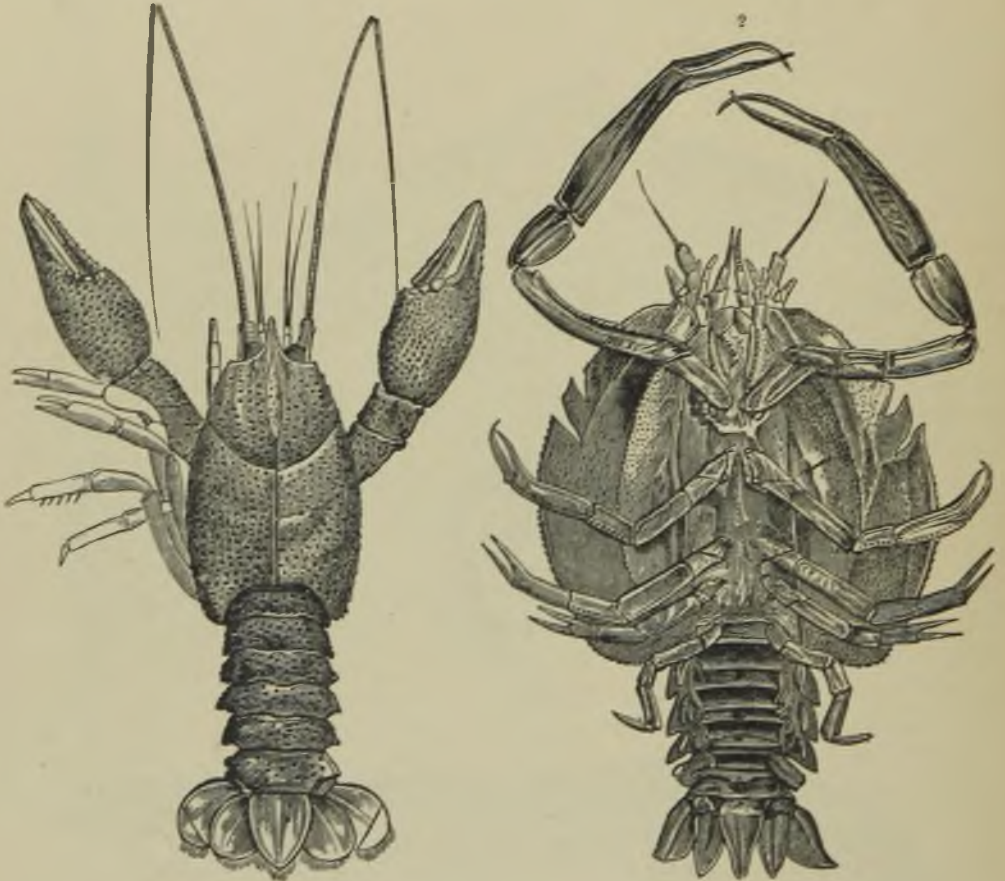
3



Rys. 188. Raki z solnhofeńskiego łupku litograficznego: 1) Meocricinus 2) Cancricinus 3) Pezaeus.  
(Według Oppela.)



tomiast była obecność płetw grzbietowych i budowa płetwy ogonowej. Kilka płatów skórnych, podobnych do odpowiednich utworów u salamandr, łączy wielką trójkątną płetwę grzbietową z dużą płetwą ogonową złożoną z dwu płatów, a podobną do nierównopłatowej płetwy ogonowej wielu ryb kostołuskich. U ryb tych atoli kręgosłup przedłuża się w płat górny, płetwa więc jest utworem strony brzusznej, u rybojaszczurów zaś kręgosłup przedłuża się w płat dolny, a płetwa ogonowa jest wytworem skórnyim grzbietu. Skutkiem tego na początku



Bya. 189. Raki solnhofeńskiego łupku litograficznego: 1) Eryma; 2) Eryon. (Według Oppela).

płetwy ogonowej kręgosłup jest pozornie ku dołowi złamany. Zauważono to już dawniej, lecz przypisywano istnieniu płetwy tłuszczowej, która swym ciężarem wyginała koniec kręgosłupa na dół. Kończyny podobnie jak ogon zmieniły się w narządy pławne. Ramię i udo są skrócone i krępe, inne zaś kości przybrały kształt wielokątnych płyt, spojonych w zbitą, owalną lub łopатовą płetwę. Przystosowanie do trybu życia wodnego jest tak zupełne, że nawet ilość palców t. j. pięć, nie zachowała się, lecz skutkiem podziału pewnych palców powstała większa ich liczba, co pozornie zbliża ichtyosaury do ryb.

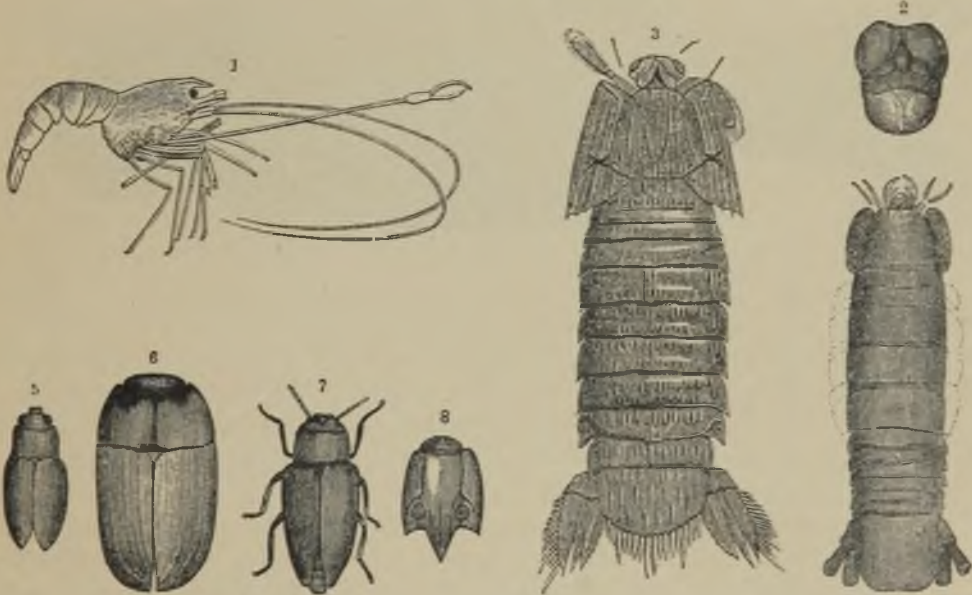
W budowie czaszki uderza smukłość szczęk, w których osadzone są liczne ostre zęby nie w odrębnych dołkach (alweolach), lecz we wspólnej bródzdie. Oko otacza potężny pierścienkostny (rys. 194). Tułów składa się z licznych płaskich kręgów, z obu stron głęboko wklęsłych—znak niskiej jeszcze organizacji. Żebra były bardzo smukłe i łączyły się z kręgami za pomocą podwójnej głowki stawowej; skóra była zupełnie gładka, na kończynach łatwo marszcząca się.



Rys. 190. Ważka (*Petalia longialata*), z solnhofeńskiego łupku litograficznego. (Według Zittela).

Stwierdzono na szeregu okazów, że rybojaszczury wydawały

na świat żywe potomstwo. Znalezione mianowicie liczne samice wraz z ploidem. Niesłusznie twierdzono niekiedy, że to wielki rybojaszczur połknął małego,



Rys. 191. 1-4) Raki z solnhofeńskiego łupku litograficznego: 1) *Blaculla* (wedł. Oppela); 2) *Prosopon Stotzingense*, głowotułów kraba górnojurajskiego; 3) *Scudla pennata*, nstonóg; 4) *Urda rostrata*, równonóg (wedł. Kuntha); 5-8) chrząszcze, z dolnego liasu w Schambelen (wedł. Heera).

gdyż znana jest zawartość żołądka ichtyosaurów: składa się ona ze zmiążdżonych okruchów ryb, głowonogów i t. p. Zwierzę to oczywiście nie łykało w ca-



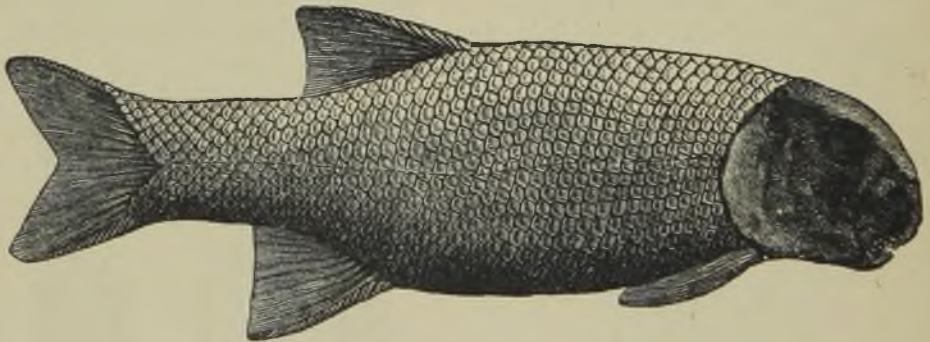
łości swego pokarmu. Nadto małe okazy leżą w jamie ciała poza żołądkiem, musiałyby więc przejść przezeń, nie ulegając podczas trawienia żadnym uszkodzeniom lub rozerwaniu szkieletu; wreszcie E. Fraas stwierdził na bardzo małym zarodku nawet zgięcie embryonalne. Oczywiście rybojaszczury jako zwierzęta czysto morskie nie mogły składać jaj w odpowiednich miejscach, a tryb ich życia zmusił je do żyworodności.

Płetwa ogonowa ichtyosaurów była potężnym narządem pływającym, który zapewniał im głównie rączy ruch postępowy; współdziałały mu parzyste kończyny, zwłaszcza przednie, gdy płetwa grzbietowa spełniała oczywiście rolę steru.



Rys. 192. *Leptolepis*, z łupku solnhofeńskiego.

Jak ryby i wieloryby prężyły one z wielką sprawnością żywioł ciekły, a sądząc z uzębienia, były żarłocznymi drapieżnikami. Były one tak dobrze przystosowane do życia w morzu otwartym, że wszystkie organy uległy skutkiem tego większym lub mniejszym zmianom. Trudno skutkiem tego z całokształtu wyodrębnić cechy znamionujące stosunki pokrewieństwa tej grupy. Dotychczas niepodobna połączyć ichtyosaurów z jakąkolwiek grupą gadów starszych. Pewnem jest tylko, że pochodzą one

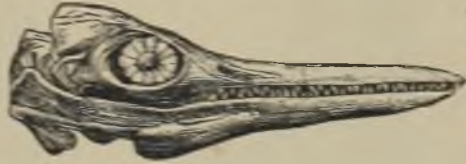


Rys. 193. *Lepidotus gigas*, z łupku litograficznego w Solnhofen. (Wedł. Zittela).

od typów lądowych i zaopatrzonych w łapy, lecz w której grupie przodków tych szukać należy — niewiadomo. Istnienie żeber brzusznych, pewne cechy szczególne czaszki i pierwotny kształt kręgów przypominają Rhynchocephalia, których wybitnego przedstawiciela poznaliśmy w paleohatteryi (rys. 136), lecz dwugłowe żebra przeczą bliższemu pokrewieństwu.

Do życia w morzu przystosowała się jeszcze druga grupa gadów, Sauropterygia, których przodków poznaliśmy w wapieniu muszlowym, mianowicie rodzaje *Nothosaurus*, *Simosaurus*, *Neusticosaurus* i t. p. Pokrój ich wszakże, szczególnie typowy u *Plesiosauro* (rys. 197), różnił się bardzo od rybojaszczurów. Mała czaszka była osadzona na długiej, smukłej, łabędziej szyi, złożonej z 24—41 kręgów. Tułów był krótki, lecz smukły, z potężnym pasem barkowym i miednicowym i dość wązkimi płetwami, stosunkowo znacznie większemi niż u ichtyosaura. Zawsze natomiast odróżnić można pięć palców, a pierwotna forma łapy nie uległa tak daleko

idącemu przekształceniu jak u rybojaszczura. Dawniej łączono Ichthyosauria i Sauropterygia w jedną rodzinę Enaliosauria (smoki morskie) na tej podstawie, że tak jedne jak i drugie posiadają płetwy; lecz podstawa ta jest niedostateczną. Obie grupy posiadają wspólne tylko cechy podrzędne, jak otwór ciemieniowy, lub też cechy wywołane przez jednakowy tryb życia. Przeczy temu również występowanie geologiczne. Typowe ichtyosaury znajdują się już w wapieniu muszlowym, a współczesne im formy pokrewne plesiosaustom posiadają jeszcze łapy, i dopiero zaczyna się ich przekształcanie w płetwy. Silny rozwój pasa barkowego i miednicowego dowodzi, że plesiosaury poruszały się głównie zapomocą płetw, ogon zaś służył tylko jako ster; szyję oczywiście zwierzęta te to wznosiły do góry, to zanurzały w wodę za zdobyczą. Plesiosaury pojawiają się w warstwach retyckich, pojedynczo znajdują się w całej jurze i istnieją jeszcze w epoce kredowej. Lecz w większej ilości znajdują się te dziwaczne zwierzęta, do 6 m długie, tylko w dolnym liasie Anglii. Jeszcze większym od nich był górnourajski Pliosaurus, którego płetwę, na 2 m długą znaleziono w ile kimerydzkim Anglii. Musiało to być zresztą zwierzę krepę o krótkiej szyi.



Rys. 194. Czaszka Ichthyosaurus. (Wedł. Fraasa).



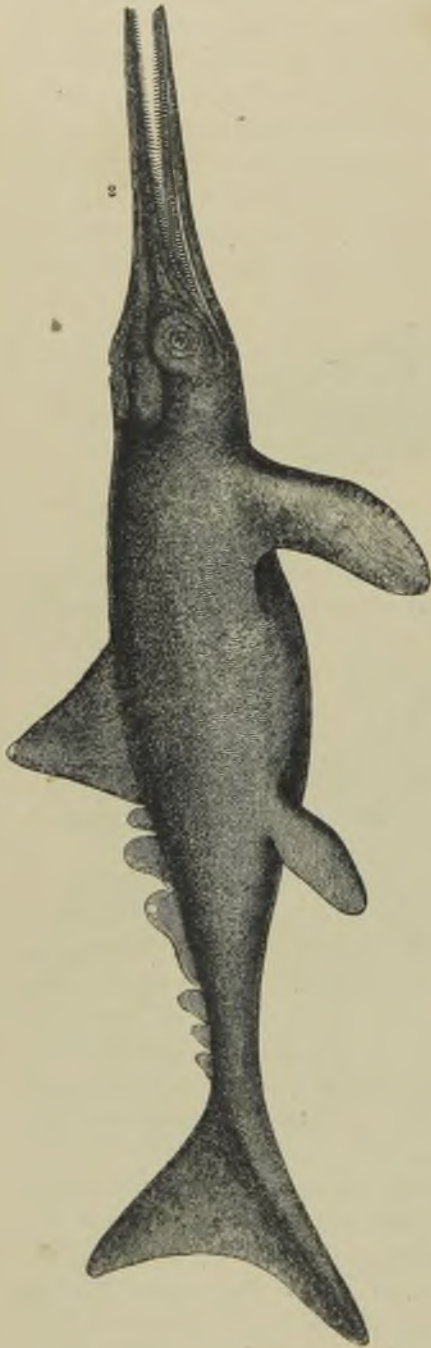
Rys. 195. Ichthyosaurus.

Oprócz tych form istniały wśród morskich gadów jury jeszcze krokodylę, które z pokroju najbardziej się zbliżyły do obecnego gawiala gangesowego o długim pysku. Lecz te jurajskie teleosaury (rys. 198 i 199) różnią się od wszystkich krokodyliów obecnych kształtem kregów, z obu stron wklęsłych. Istotne różnice stanowią również małe wymiary nóg przednich, które tylko do powolnego posuwania się po ziemi były przydatne, układ w szeregi płyt pancerza grzbietowego, wreszcie istnienie potężnego pancerza brzuszego.

Mniej cech szczególnych posiadają Lacertilia, czyli jaszczurki. Pojawiają się wśród nich również typy osobliwe, lecz inne, jak drobny Homoeosaurus, zewnętrznym kształtem przynajmniej bardzo zbliżają się do obecnych, pomijając pewne różnice w budowie kości i wklęsłe z obu stron kregi. Mało cech szczególnych wykazują również żółwie, które znajdują się w łupku solnhofenskim, w górnej jurze Hannoveru i Solury, w utworach parbeckich Anglii; pewne żółwie zajmują stanowiska pośrednie między grupami, obecnie ostro rozgraniczonemi.

Tem dziwaczniejsze są atoli działy, o których pomówić jeszcze mamy, mianowicie Pterodactylia i Dinosauria. Pierwsze— „jaszczurki latające”—zda-





Rys. 196. 1) *Ichthyosaurus quadriscissus*, ze skórą (wedł. E. Fraasa); 2) *Ichthyosaurus*, odtworzony przez F. Etzolda.  
 $\frac{1}{2}$  wielk. naturaln.

rzają się już zrzadka w najwyższych warstwach tryasu, występują w całej jurze i w kredzie, dosięgając w tej ostatniej niekiedy olbrzymich wymiarów: z poszczegól-

nych kości wnioskujemy, że siąg skrzydeł niektórych przenosił przeszło 7 m. Dotychczas tylko łupek solnhofeński dał całkowite okazy tych szkaradnych stworzeń; stanowią one główną ozdobę zbiorów paleontologicznych, zwłaszcza muzeum monachijskiego. Znalezione nie tylko liczne dobrze zachowane szkielety, lecz nawet odciski błony lotnej.

Pterosaury (rys. 200) posiadają wielką, wydłużoną głowę. Potężne szczęki ich już to całe są usadzone ostrymi zębami, już to z przodu zębów nie posiadały i prawdopodobnie były zaopatrzone w dziób rogowy. Pewne formy kredowe są zupełnie bezzębne. Czaszka, umieszczona prostopadle do stosu kręgowego, jak u ptaków, obejmuje mózg silnie rozwinięty, podobny raczej do ptasiego, niż do mózgu innych gadów. Oczodoły opatrzone są pierścieniem kostnym. Dość długa, silna szyja oraz wielka głowa stanowią dziwny kontrast z małym, smukłym tułowiem, w którym dobrze jest rozwinięty tylko pas barkowy, podtrzymujący potężne kończyny przednie i ich muskulaturę. Miednica wspiera się na kości krzyżowej



Rys. 197. Szkielet plesiosaurusa, z liasu angielskiego. (Wedł. Sollasa).

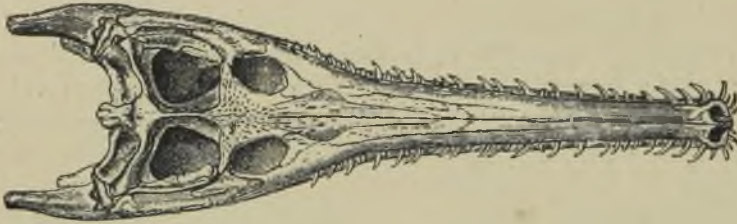
z 3—6 kręgów. Niektóre formy posiadają ogon mały, prawie niewystający, inne natomiast bardzo długi, zakończony płatem rozszerzonej błony, służącej do lotu. Odnóża tylne nie posiadają żadnych cech szczególnych: posiadają one pięć palców, z tych jeden bardziej lub mniej zanika. Cechę najszczególniejszą stanowią kończyny przednie. Kość ramieniowa jest krótka i krępa, przedramię znacznie dłuższe, dłoń dobrze wykształcona. Dalej idą cztery palce, z których trzy są wprawdzie duże, lecz zbudowane normalnie i zaopatrzone w pazury. Czwarty palec atoli jest dwa razy dłuższy od tułowia. Między nim a tułowiem rozpięta była błona, służąca do lotu. Jest to szczególny narząd do lotu, jakiego więcej nigdzie w świecie zwierzęcym nie spotykamy. Najbardziej przypomina błonę skrzydłową nietoperzy, lecz ta nie jest wprost rozpięta między jednym palcem a tułowiem, lecz wszystkie palce kończyny przedniej wchodzi w nią i podtrzymują (rys. 201). Zupełnie inne znowu jest skrzydło ptaków (rys. 202), pomijając już nawet obecność piór, gdyż u nich skrzydło podtrzymują trzy zrosnięte z sobą palce. Różnice te w formie kości skrzydła przeczą stanowczo przypuszczeniu, że ptaki pochodzą od pterodaktyłów. Cała budowa, całe działanie skrzydła są tak różne, iż z pewnością jeden z tych typów od drugiego pochodzić nie może.

Zdolność do lotu pterodaktyłów była prawdopodobnie dość znaczna. Kształt ich błony przypomina skrzydła najlepiej latających ptaków. Jak zauważył



Zittel, jest ona najbardziej podobna do skrzydeł mew i jaskółek (rys. 203). Na to samo wskazuje budowa kości: są one jak u ptaków pneumatyczne, t. j. bardzo mocne, lecz o cienkich ściankach i puste wewnątrz, bez szpiku. Odróżniamy kilka rodzajów jurajskich pterosaurów. Najważniejsze są dwa typy: Pterodactylus z kompletnie uzębionymi szczękami i krótkim ogonem, i Rhamphorhynchus z długim ogonem, lecz bez zębów na przedzie szczęk, prawdopodobnie zaopatrzonych w dziób rogowy.

Pewne cechy właściwe ptakom posiada również ostatni dział gadów —



Rys. 198. Czaszka teleosaurusa, z górnego liasu (łupek posidonomiowy) w Wirtembergu. (Wedł. O. Fraasa).

Dinosauria, lecz pochodzenie ich również tylko przystosowaniu przypisać należy. Dinosaury są to przeważnie wielkie, nawet gigantyczne zwierzęta, o bu-

dowie tak rozmaitej, że niepodobna ich do jednolitej grupy zaliczać. Jedną posiadają one tylko cechę wspólną — wszystkie lub przynajmniej większość ich były zwierzętami lądowymi, skutkiem czego kończyny tylne i miednica, przeznaczone do



Rys. 199. Teleosaurus odtworzony.

dźwigania olbrzymiego ciężaru ciała, przybrały pewne cechy wspólne. Lecz cechy te tylko zaciemniają istotne stosunki ich pokrewieństwa i różnic.

Dinosaury pojawiają się już w tryasie, a w jurze dochodzą do znacznego stopnia rozwoju. Ilość znanych w Europie jurajskich dinosaurów nie jest wielka; przeważnie znajdują się one w pokładach wealdeńskich, utworach słodko lub słonawowodnych (brakicznych) u podstawy kredy. W Ameryce natomiast znajduje się nadzwyczajna ilość tych dziwnych zwierząt. Na wschodnim zboczu gór Skalistych, przeważnie w stanie Wyoming, znajdują się dinosaury w utworach słodko lub słonawowodnych, położonych na granicy jury i kredy, lecz zazwyczaj do pierwszej zaliczanych.

Pierwsza grupa dinosaurów, oznaczona przez Marsha, jako Sauropoda obejmuje olbrzymy roślinożerne. Atlantosaurus immanis miał być na 36 m dłu g

a ponieważ nie był on tak niski jak krokodyl lub jaszczurka, więc i wysokość miał znaczną, tak iż słusznie można powiedzieć, że potwór taki wielkością dorównywał niemałemu domowi. Trudno sobie wyobrazić jak wyglądało i jak się poruszało podobne straszdyło; zdumiewa nawet, że kończyny mogły unieść taki olbrzymi ciężar. Istotnie, ponieważ ciężar wzrasta z wielkością w stosunku geometrycznym, byłoby to prawie niemożliwym, gdyby nie było specjalnego przystosowania celem zmniejszenia wagi ciała. Olbrzymie kręgi mianowicie nie były pełne, lecz puste wewnątrz, a za życia wypełnione powietrzem lub luźną tkanką; ogon tylko był zupełnie kostny.



Rys. 200 1) *Rhamphorhynchus*, odtworzony; 2) szkielet pterodactylusa, z łupku litograficznego. (Według Zittela).

Nieco mniejszy od atlantosaura, lecz wcale pokaźny był *Brontosaurus*, długi na 16 m. W całkowitym szkielecie (rys. 204) uderza przedewszystkiem mała czaszka. Mózg musiał być stosunkowo tak mały, jak u żadnego innego znanego wyższego zwierzęcia. *Brontosaurus* jak inne sauropody chodził na czterech nogach, gdy inne dinosaury kroczyły przeważnie tylko na tylnych kończynach. Dlatego odnóża przednie sauropodów są niewiele tylko słabsze od tylnych; zwierzęta te stąpały całą stopą. Noga posiadała pięć palców, zakończonych kopytami. 12—16 m długi *Diplodocus* posiadał czaszkę większą, zewnętrznym kształtem podobną nieco do końskiej. Dziwnem jest jego uzębienie: szczęki na przedzie posiadają smukłe walcowate zęby, tylna zaś ich część jest zupełnie bezzębna (rys. 205). Zwykle przy redukcji uzębienia zanikają najpierw zęby przednie, trzonowe zaś pozostają.

Europejska jura i kreda dostarczyły również ogromnych sauropodów. Olbrzymi *Cetiosaurus* z doggeru w Oxfordzie i Caenie mógł dochodzić do 12 m. Lecz



wogóle z Europy znamy tylko części szkieletów, i dlatego znajomość nasza sauropodów europejskich jest szczupłą.

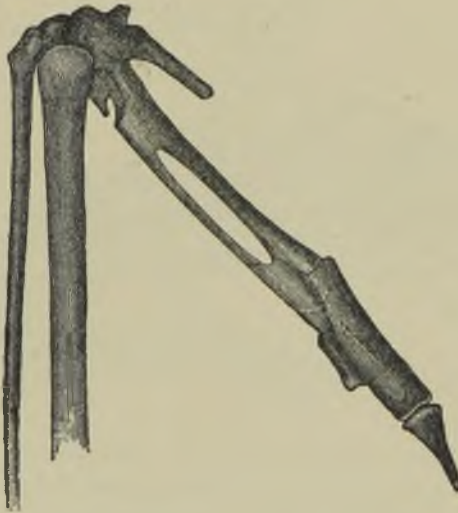
Sauropody zdaje się nie posiadały wcale pancerza, natomiast u grupy *Stegosauria* istniał on w postaci parzystych płyt kostnych. Zwierzęta te, jak saurypody były stopobieżne, lecz stęp ich był całkiem skostniały, kończyny przednie małe, skutkiem czego musiały one przeważnie posuwać się pionowo na tylnych odnóżach. Przeważnie były to drapieżce. Najbardziej znanym rodzajem jest *Scelidosaurus* z liasu angielskiego, uważany za największe zwierzę lądowe, dopóki nie poznano olbrzymich sauropodów amerykańskich.



Rys. 201. Palce niedoperza.

115 cm mierzyła stopa tylnych odnóży, koniec ogona uzbrajały groźne płyty i kolce kostne.

Wszystkie inne dinozaury chodziły na palcach, nie dotykając stopą ziemi. Dzielą się one na dwie różne grupy: roślinożerne Ornithopoda i mięsożerne Theropoda. Prace Dolla w Brukselli zaznają nam szczegółowo z *Iguanodonem* (rys. 206), jednym z ornithopodów, które posiadały na przednich odnóżach cztery palce, a na tylnych trzy a czasami czwarty szczątkowy.



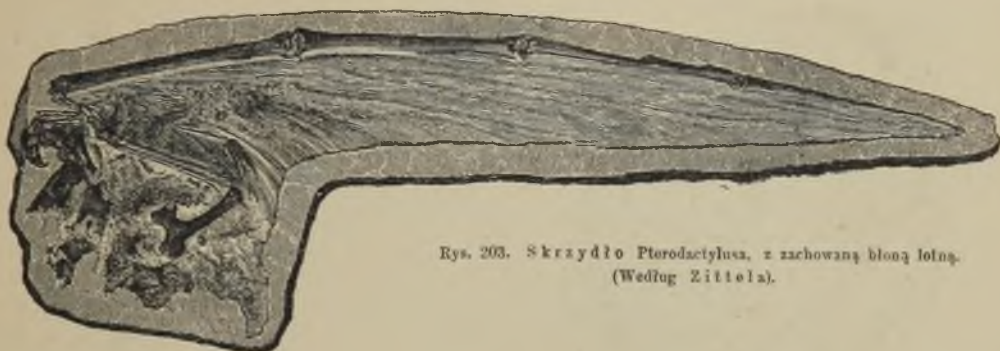
Rys. 202. Przednia część skrzydła zwykłego ptaka.

Co prawda najpiękniejsze okazy, jakie Dollo posiadał, znalezione zostały w najniższych warstwach kredowych, lecz ponieważ już w górnej jurze znajdują się *Iguanodony*, przeto opiszemy je tutaj jako typ całej grupy.

Przy budowie sztolni w jednej kopalni w Bernissart, koło Mons w Belgii, natrafiono na olbrzymie kości kopalne. Oceniono słusznie wielkie ich znaczenie i usiłowano jak najstaranniej je wydobyć i zachować, lecz wszel-

kie trudy rozbiły się o kruchość i nietrwałość materiału. Znalezione wreszcie i na to sposób: spuszczano do kopalni wielkie kotły, napełnione brzoją gipsową, w którą pograżano kości natychmiast po wydobyciu; kłocze gipsowe odstawiano do muzeum w Brukselli i tam dopiero wyreparowywano z nich kości. Otrzymano w ten sposób 13 całkowitych szkieletów, z których największy w pozycji normalnej, stojąc na tylnych nogach, mierzy więcej niż 7 m. Mała czaszka zawierała bardzo mały mózg, przednia część szczęki pozbawiona była zębów, posiadała za to, prawdopodobnie, pochwy rogowe. Dalej ku tyłowi sterczą dziwne zęby kształtu łopaty, karbowane po brzegach. Są one silnie starte — cecha charakterystyczna

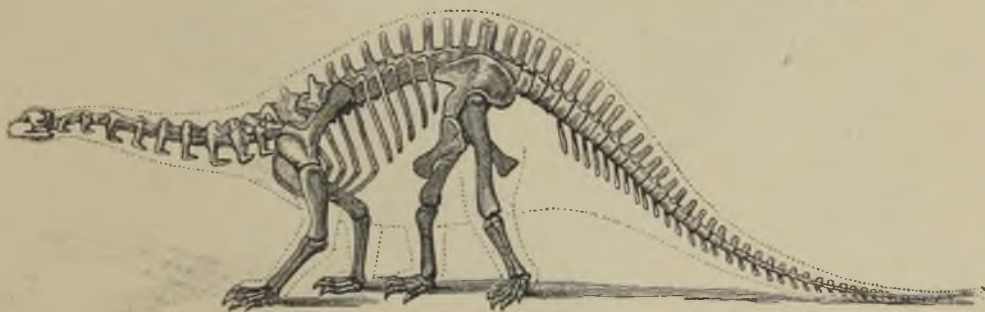
zwierząt roślinożernych. Szyja jest dość długa; silny pas barkowy dźwiga przednie kończyny, nie bardzo zredukowane, lecz w każdym razie mniejsze i słabsze od tylnych i może przeznaczone tylko do chwytania pożywienia, do obłamywania gałęzi drzew. Tułów jest krępy, tylne odnóża potężne, opatrzone trzema palcami, ogon rozwinięty bardzo silnie. Służył on prawdopodobnie jako podpora ciała. Budowa szkieletu dowodzi niezbicie, że iguanodon kroczył tylko na tylnych kończynach. Przypuszczalnie wnioski ten potwierdzają ślady, zwierzęciu temu przypisywane, a które istotnie jedna tylko para nóg pozostawiła (rys. 208). Lecz wątpliwym jest.



Rys. 203. Skrzydło Pterodactylusa, z zachowaną błoną lotną.  
(Według Zittela).

czy tropy te istotnie przez iguanodony zostały pozostawione, gdyż niema żadnych śladów ogona, który za nimi ciągnąć się musiał.

Słów kilka poświęcić należy budowie miednicy, gdyż ona to była powodem, że przez pewien czas gorąco broniono blizkiego pokrewieństwa dinosaurów z pta-



Rys. 204. Brontosaurus, z jury amerykańskiej. (Według Marsha).

kami. Pionowy chód i przesunięcie środka ciężkości na tylne kończyny wywarły wpływ na kształt miednicy. Kość krzyżowa składa się z 5—6 mocno zrosniętych kręgów, a nie z 2, jak zwykle u gadów; kość biodrowa jest długa i silnie rozwinięta; kość kulszowa i tylny wyrost kości łonowej są bardzo wydłużone (rys. 209). Cofnięte wstecz ciężkie ciało dinosaurów posiadało w tych kościach potężne oparcie. Istotnie cechy powyższe bardzo przypominają typ ptasi. Lecz mimo to odrzucić należy przypuszczenie o pochodzeniu ptaków od dinosaurów, ponieważ inne cechy szkieletu, głównie zaś budowa czaszki są zasadniczo różne. Podobieństwo miednicy dinosaurów do ptasiej jest wyłącznie tylko skutkiem przystosowania się do pionowego chodu na tylnych kończynach, który w obu grupach wywołać musiał podobne ukształtowanie miednicy.





Fig. 203. *Diplodocus*, z jury amerykańskiej. (Według Marsh'a).



Fig. 206. *Iguanodon*, z wełny Eozenwart. (Według Doll'a).

Z jury, głównie amerykańskiej, znany wiele jeszcze innych ornitopodów. Obok olbrzymów istniały i drobne, zgrabne zwierzątka, wielkości kota, jak np. *Nanosaurus*, który zabawnie musiał wyglądać, gdy poważnie kroczył na tylnych kończynach.



Rys. 207. *Ceratosaurus*, z jury amerykańskiej. (Podług *Marsha*).

Ostatnia grupa dinosaurów, *Theropoda*, obejmuje drapieżce, które również stapały na palcach tylnych odnóży. Z pośród nich najbardziej znany jest ol-



Rys. 208. Tropy *Iguanodona*: u góry dwa tropy z wealdenu w Bückeburgu (podług *Struckmanna*); u dołu długi szereg tropów z angielskiego wealdenu.

brzymi *Megalosaurus*, z potężnymi zębami, spłaszczonymi, zagiętymi i pokarbowanymi na brzegach; był on bardzo rozpowszechniony w epokach jurajskiej i kredowej, lecz dotychczas nie znaleziono ani jednego całkowitego okazu. Niewiele teropodów pozostawiło szczątki bardziej kompletne. *Marsh* opisał przepyszną czaszkę jakiegoś olbrzyma, pod nazwą *Ceratosaurusa* (rys. 207). Dziwny wygląd zwie-



rzęciu temu nadawać musiały potężne nabrzmienia kostne na czaszce, które prawdopodobnie stanowiły podstawę wyrostów rogokształtnych. Całkowity szkielet znany tylko jednego rodzaju, mianowicie *Compsognathusa*, formy drobnej, i to w jednym tylko okazie, pochodzącym z łupków solnhofeńskich. Na rys. 210 widzimy ten wska-



Rys. 209. Miednica i noga u *Camptonotus dispar*, dinosaura z jury północno-amerykańskiej: *il*) kość biodrowa (ilium), *is*) k. kulszowa (ischium), *p, p'*) k. łonowa (pubis), *f*) k. udowa (femur), *t*) k. goleniowa czyli piszczel (tibia), *ft*) strzałka (fibula), *a*) k. skokowa (astragalus), *c*) k. piętowa (calcaneus), *mt*) śródnoże (metatarsus).  
(Podług *Marsha*).

niały unikat monachijskiego muzeum paleontologicznego. Na płycie łupkowej leży zwierzę z długimi tylnymi a małymi przednimi nogami w ten sposób, że szyja jest łukowato wstecz wygięta, a czaszka od niej oddzielona dotyka prawie górną swą stroną kręgosłupa w pobliżu miednicy. *Compsognathus* głównie dlatego pobudzał ciekawość, że uważano go za formę najbardziej zbliżoną do ptaków. Lecz okazało się później, iż błędem było spostrzeżenie, jakoby górna część stępu jak u ptaków zrastała się z golenią.

Z innych teropodów wymienimy tylko coeluridy, których cechą charakterystyczną stanowią lekkie bardzo, puste wewnątrz kości. Rodzaj *Coelurus* znajduje się zarówno w Ameryce, jak w Europie, a europejski *Aristosuchus* jest co najmniej bardzo blisko spokrewniony z amerykańskim *Coelurusem*,—rzecz tem ciekawsza, iż zresztą północno-amerykańska fauna dinosaurów różni się zupełnie od europejskiej.

W czasie rozkwitu dinosaurów istniały już i ptaki. Najstarszą znaną formą jest słynny *Archaeopteryx* z łupków solnhofeńskich, dotychczas odkryty w dwóch okazach. W r. 1860 opisano pojedyncze pióro ptasie z Solnhofen. W rok później wszystkie pisma obiegła wiadomość, że znaleziono tam szczątki dziwnego opierzonego zwierzęcia (rys. 211). Za okaz żądano ogromnej sumy i nie pozwalano odrysowywać go przed dokonaniem sprzedaży. Opperl obejrzał okaz, uznał go za szczątki ptaka i po powrocie z Solnhofen z pamięci odrysował wiernie oryginał. Andrzej

Wagner wydał ten rysunek, oznaczył zwierzę jako gada i nazwał je *Gryphosaurus*. Wreszcie muzeum Brytańskie nabyło ciekawy okaz za 600 funtów szterlingów, a R. Owen opisał go szczegółowo. Przez 16 lat niepełny ten okaz był unikatem. W r. 1877 wszakże znaleziono w Eichstätt, o 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> godziny drogi od pierwszego drugiego okaz, znacznie lepiej zachowany, z czaszką i kończynami (rys. 212). W r. 1880 okaz ten został za 20 000 marek nabyty do muzeum mineralogicznego uniwersyte-

tu w Berlinie i opisany przez W. Damesa. Okazowi temu brak tylko mostka, pewnych części pasa barkowego i miednicy.

Ponieważ oba okazy dopełniają się wzajem, przeto obecnie mamy już dość dokładne wyobrażenie o budowie archeopteryksa. Okazuje się, że posiadał on wszystkie najważniejsze cechy ptaków, a różnił się od nich takimi tylko właściwościami, które u ptaków dzisiejszych pojawiają się w życiu zarodkowym.

Cechą najważniejszą jest upierzenie, które tylko u ptaków istnieje. warunkując zarazem ciepłokrwistość, ukształtowanie serca i obieg krwi na podobieństwo ptasiego. W oczodołach czaszki, typowo ptasiej znajdują się obrączki oczne, złożone z 12 płytek, szczęki są zaopatrzone w zęby, osadzone w o-



Fig. 210. *Compsognathus*, z solnhofskeńskiego łupku litograficznego.

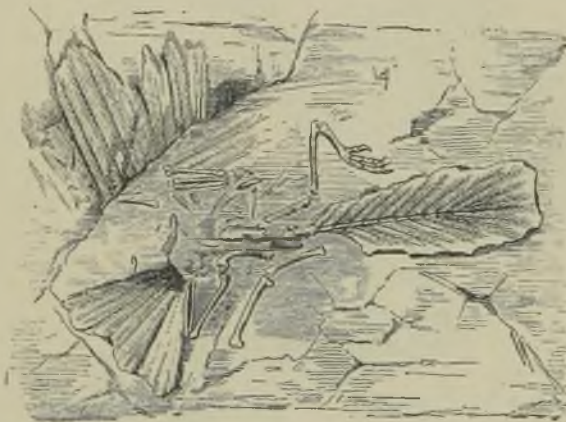
sobnych zębodołach, jak u pewnych późniejszych ptaków kredowych. Odmienne natomiast jest ukształtowany ogon. Zamiast krótkiej ptasiej kości ogonowej, otoczonej wachlarzowato sterówkami, archeopteryks posiadał ogon złożony jak u gadów z wielu wydłużonych kręgów. Do każdego z nich należy para wielkich sterówek.

Niedostatecznie znane są mostek i pas barkowy; obojczyki jak u ptaków zstały się widelkowato, a mostek był prawdopodobnie zaopatrzony w ten wysoki grzebień, do którego u ptaków przytwierdzoną jest potężna muskulatura skrzydeł, i od którego zależy sprawność ich lotu. Skrzydła były dość słabe a skutkiem tego budowa klatki piersiowej nie była tak silna i krępa jak u ptaków późniejszych: nie tylko



brak właściwych ptakom wyrostków żeber (*processus uncinati*), lecz nawet żebra nie są ściśle z mostkiem połączone. Skrzydła były rozwinięte według typu ptasiego. Uwydatnia się to szczególnie w istnieniu trzech tylko palców i jednym tylko szeregu kości namiętnika. Natomiast palce nie zrastają się ze sobą jak u ptaków (rys. 202), lecz wszystkie są swobodne, niezależnie ruchome i, niewyłączając palca lotowego, zaopatrzone w pazury. Zwierzę tedy było prawdopodobnie przystosowane zarówno do lotu, jak do łażenia po drzewach, urwiskach skalnych i t. p. Nogi były zbudowane według typu ptaków, goleń pokryta piórami; zrodziło się stąd przypuszczenie, że archeopteryks latał za pomocą skrzydeł i nóg.

Archeopteryks był przeto ptakiem prawdziwym, a nie typem przejściowym od gadów do ptaków. „Żadna odrębność nie stanowi różnicy zasadniczej od ptaków obecnych. To co na okazie jurajskim widzimy, wywnioskowalibyśmy na podstawie rozwoju embryonalnego ptaków dzisiejszych, kiedy w szczękach pojawiają się utwory niestałe, które tylko za zęby uważać możemy, kiedy kość ogonowa



Rys. 211. *Archaeopteryx*, z Solnhofen, egzemplarz londyński.

(*pygostylum*) powstaje z kilku kręgów, pierwotnie odosobnionych, kiedy kości dłoniowe z początku wolne, później dopiero się zrastają i t. d. Formy tego rodzaju rozjaśniają dopiero historię ptaków“ (E. Koken).

Znacznie liczniejsze od szczątków ptaków są ssaki kopalne. Nie dowodzi to wszakże, aby one istotnie w epoce jurajskiej były liczniejsze. Kości ptaków są delikatne, a wskutek szczególnego trybu życia szczątki ptaków rzadziej niż innych kręgowców dostawać się mogą do osadów umo-

żliwiających zachowanie. Ssaki zjawiają się już w górnym tryasie. W jurze europejskiej zrzadka tylko znajdują się one w łupkach stonessfieldzkich i w purbeckich warstwach Anglii. Liczniej występują one w osadach słodkowodnych, które podczas jury najmłodszej utworzyły się koło gór Skalistych, skąd wydobyto tak obfitą faunę olbrzymich gadów. Z tych przeważnie drobnych niepozornych ssaków wymienimy przede wszystkim *Multituberculata* albo *Allotheria*, do których należy kilka rodzin. Ważne są mianowicie *Plagiaulacidae*, pokrewne tryasowemu *microlestesowi* (rys. 152) i znajdowane jeszcze w eocenie. W Anglii i Ameryce Północnej znajdują się formy pokrewne (*Plagiaulax* i *Ctenacodon*), co dowodzi, że już wówczas istniał między fauną ssaków europejską i amerykańską związek, o którym później niejednokrotnie jeszcze wspomnimy. *Plagiaulax* uchoodzi za pokrewnego torebnikowi, czy słusznie, stanowczo orzec niepodobna. Obok form wielosęczkowych (*Multituberculata*) istnieją jeszcze inne typy pierwotne, lecz ich stosunki pokrewieństwa dotychczas nie są też wyjaśnione. Z pewnością prawie do torbaczy zaliczyć można *Triconodontia*, prawdopodobnie również

Amphitheridae (rys. 213), a może i Curtodontia, których zęby są ukształtowane na wzór gryzoniów. Do owadożernych natomiast zaliczyć należy grupę Stylacodontidae. Ponieważ ze wszystkich dzisiejszych ssaków łożyskowych właśnie owadożerne posiadają cechy najpierwotniejsze, zgadza się przeto z teorią ewolucji poja-



Rys. 212. Archaeopteryx, z łupku litograficznego w Eichstätt. Egzemplarz berliński. (Podług Damesa).

wienie się ich już w jurze. Zresztą jednak szczątki znalezione dotychczas są niewystarczające. Nie możemy się dowiedzieć nic o przodkach większej części tej licznej fauny ssaków, która już w początkach epoki trzeciorzędnej obejmuje w posiadanie lądy jako szczepek potężny, zamknięty w sobie, ale już silnie rozgałęziony.



## Mnogość form fauny jurajskiej.

Rzut oka na całokształt fauny jurajskiej poucza, że wprawdzie zwierzęta lądowe i słodkowodne ze skąpych tylko znamy szczątków, lecz ze zwierzętami morskimi, o ile tylko posiadały one części, do zachowania przydatne, było zupełnie inaczej. Wogóle nieprawdopodobnem jest aby istniała szersza, ważniejsza grupa form z twardymi częściami szkieletowemi, któraby żadnych śladów istnienia nie pozostawiła. Porównyując morską faunę jurajską z obecną, dostrzegamy, że nie była ona od tej mniej rozmaita. Liczne jak i teraz są otwornice, radyolarye, gąbki,



Rys. 213. Szczeka dolna u *Amphitherium*, ze środkowojurajskiego łupku stonessfieldzkiego w Anglii.

korale, różne typy szkarłupni; jeżeli zaś, np. jeżowce nieprawidłowe były nieco rzadsze, to za to prawidłowe były bez porównania częstsze. Bardzo rozmaite są mszywioly, ramienionogi liczniejsze niż dzisiaj, a co do mięczaków również zapewne przewagę ma jura wobec wielkiej ilości głowonogów. Skorupiaki we wszystkich prawie utworach są stanowczo rzadkie, lecz niewątpliwie

były one wówczas bardzo różnorodne, jak to widać z nagromadzenia licznych rodzajów w pewnych miejscowościach, posiadających warunki sprzyjające, np. w łupkach litograficznych. Większe różnice zachodzą u kręgowców. Rzadkie są ryby kostnoszkieletowe, które obecnie przeważają; zastępują je poniekąd ganoidy kostołoskie, nieliczne w morzach obecnych. W oceanach jurajskich zdaje się wcale jeszcze nie było ssaków, lecz miejsce wielorybów, delfinów, fok i t. p. zajmowały ogromne gady, ichtyosaury, plesiosaury, teleosaury i ich krewniaki.

Jeżeli w tym jednym z czynników, decydujących o liczebności gatunków faun, uznamy przybliżoną równowagę między jurą a teraźniejszością, to nie będziemy już dalecy od postąpienia jeszcze kroku naprzód i porównania mnogości form w obu okresach. Jest to atoli rzecz bardzo trudna. Moglibyśmy poprostu policzyć gatunki i zestawić sumy, lecz nie dałoby to żadnych pozytywnych rezultatów. Fauna dzisiejsza odpowiada jednej chwili w rozwoju geologicznym, a 33 poziomy jury stanowi tyleż faz kolejnych, z których każda jest równoznaczna teraźniejszości. Oprócz tego rozmaita jest obfitość gatunków w różnych poziomach jury. Z jednych znamy więcej niż 1000 rozmaitych gatunków, inne poziomy, głównie liasowe, niewielką tylko dostarczyły ich ilość. Niewątpliwie wahania te nie zależą od zmian w życiu zwierząt, lecz po prostu od tego, że w pewnych razach znamy rozmaite typy facyalne jednego poziomu obfitujące w skamieniałości, w innych znowu tylko jednostajną fację amonitową ze względnie niewielką ilością gatunków. Już stąd wynika, że większość faun jurajskich znamy tylko częściowo; całokształtu znanych dotąd gatunków jurajskich niepodobna przeto wcale porównywać z fauną obecną. Wogóle żadne zestawienie do celu nas nie doprowadzi; nawet ilość znanych gatunków jurajskich zwierząt morskich, podawana na 10 000, i ilość dzisiejszych zwierząt morskich, ze szkieletem nadającym się do zachowania, oceniana na 50 000, jest tylko przybliżona, bez jakichkolwiek cech ścisłości.

Aby dopiąć celu swego, musimy obrać inną drogę. Musimy odnaleźć czynniki, które są przyczyną dzisiejszej różnorodności form i przekonać się, czy te same przyczyny działały już podczas epoki jurajskiej. O jednym warunku jużesmy mówili, mianowicie o istnieniu tyluz gromad i rzędów, co obecnie. Poniżej dowiemy się również, że istniał wówczas już podział na strefy klimatyczne i na rozmaite prowincye zoogeograficzne, które warunkują w znacznej mierze bogactwo faun. Różnice facyalne były również wybitne. Trudniej orzec, czy poszczególne gatunki nie były rozprzestrzenione szerzej niż dzisiaj. Zdanie takie mogło się utrzymywać tak długo, dopóki badania ostatnich lat kilkadziesiątu nie wyjaśniły tajemnic głębin oceanów i otwartego morza. Wiemy obecnie, że te zwierzęta, które pływają na otwartym morzu lub zamieszkują dno jego głębi, są identyczne na bardzo znacznych przestrzeniach. Poniżej 500 sążni (około 1000 m) głębiny są zamieszkałe przez faunę, posiadającą te same cechy na całej kuli ziemskiej. „Rodzaje głębinowe są zazwyczaj kosmopolityczne; gatunki zaś są już to powszechne, już to, gdy w odległych bardzo miejscowościach różnią się między sobą, zastępują się wzajemnie, wykazując blizkie pokrewieństwo genetyczne”. W tych słowach Wyville Thomson, kierownik ekspedycyi Challenger'a streszcza wyniki badań nad tym przedmiotem. Zaznaczyliśmy już powyżej, że ze starych formacji znamy nieproporcjonalnie dużo zjawisk tego rodzaju, gdy obecnie, wyjąwszy nieliczne wielkie ekspedycye, badane są tylko zmienne fauny wybrzeży, które nam się wydają normalnemi, choć właściwie jest to tylko wązki pstry szlak dokoła niezmiierzonych obszarów oceanicznych. Niewątpliwie podczas epoki jurajskiej również małe były obszary rozprzestrzenienia mieszkańców wód płytkich, jak to widać z niewielu znanych i nadających się do porównania przypadków, w których przy jednakim rozwoju facyalnym blizkie utwory płytkowodne posiadają więcej gatunków wspólnych, niż odległe.

Penieważ pod wszystkimi względami warunki istnienia fauny morskiej podczas epoki jurajskiej odpowiadały obecnym, możemy przeto wnosić, że fauna morska podczas każdej fazy systemu jurajskiego była również w gatunki obfita, jak dzisiejsza.

Z innej strony zarzucić atoli można, że według założeń teoryi pochodzenia gatunków zachodzi nie tylko ciągle przekształcanie form, lecz zarazem różniczkowanie, skutkiem którego z jednego gatunku rozwija się dwie lub więcej form nowych. Ilość gatunków powiększałaby się tedy stale, a więc zespół form jednoczesnych w epoce jurajskiej musiałby być mniejszy niż obecnie. Lecz pogląd ten jest mylny: gdyby ilość gatunków wzrastała w stosunku geometrycznym, niebawem stałaby się ona olbrzymią; liczba osobników każdego gatunku musiałaby natomiast maleć, skąd powstałoby niebezpieczeństwo wymarcia. Między gatunkami jak między osobnikami toczy się ciągle walka o byt, nadmiar ginie, a przy olbrzymiej nadprodukcyi form nowych, ciągnącej się od dawnych okresów geologicznych, ilość gatunków zależy nie od ilości pojawiających się mutacyi, lecz od warunków współzawodnictwa. Od czasów odwiecznych istnieje tyle form, ile tylko obok siebie istnieć może; co do gatunków jak co do osobników błędem jest mniemanie, że przez rozmnażanie się w stosunku geometrycznym zwiększa się istotnie zastęp jednoczesnie istniejących typów.

Jeżeli tedy fauna morska podczas epoki jurajskiej była również bogata jak dzisiaj, dotyczy to oczywiście fauny każdej fazy jury, każdego jej poziomu. Po-



nieważ poziomów takich liczymy 33, przeto ogólna ilość zwierząt jurajskich, których szczątki zachować się mogły, musiała być w ciągu całej epoki o wiele większa niż obecnie. Naturalnie każdy poziom miał liczne formy wspólne z innymi. W każdym razie ilość form jury musiała być przynajmniej 10 albo 15 razy większa od dzisiejszej. Innemi słowy, istniało pół, lub trzy czwarte miliona form z twardym szkieletem, z których znamy zaledwie 10000. Cyfry te są nader nieściśle. Moglibyśmy równie dobrze wziąć je podwójnie albo ich połowę. Tego rodzaju obliczenia dowodzą tylko, że ilość form, które kiedyś istniały, była bardzo wielka, że bardzo drobna natomiast ilość form jest nam znana. Wyjaśniają nam one również stosunki ilościowe o tyle przynajmniej, iż wiemy, czy zachowała się nam dziesiąta, czy setna lub tysięczna część dawniejszej fauny morskiej. O wiele mniejszą jest nasza znajomość zwierząt lądowych i słodkowodnych: tu nawet nie możemy dać przybliżonej oceny.

Rzecz prosta, w tych warunkach nie możemy naszkicować całkowitego obrazu rozwoju świata organicznego podczas epoki jurajskiej. Lecz dla form najczęstszych i najbardziej rozpowszechnionych, dla amonitów, posiadamy dostateczny zapas obserwacji; to czyni ciekawem badanie utworów jurajskich i nadaje wagę wysnutym stąd wnioskom.

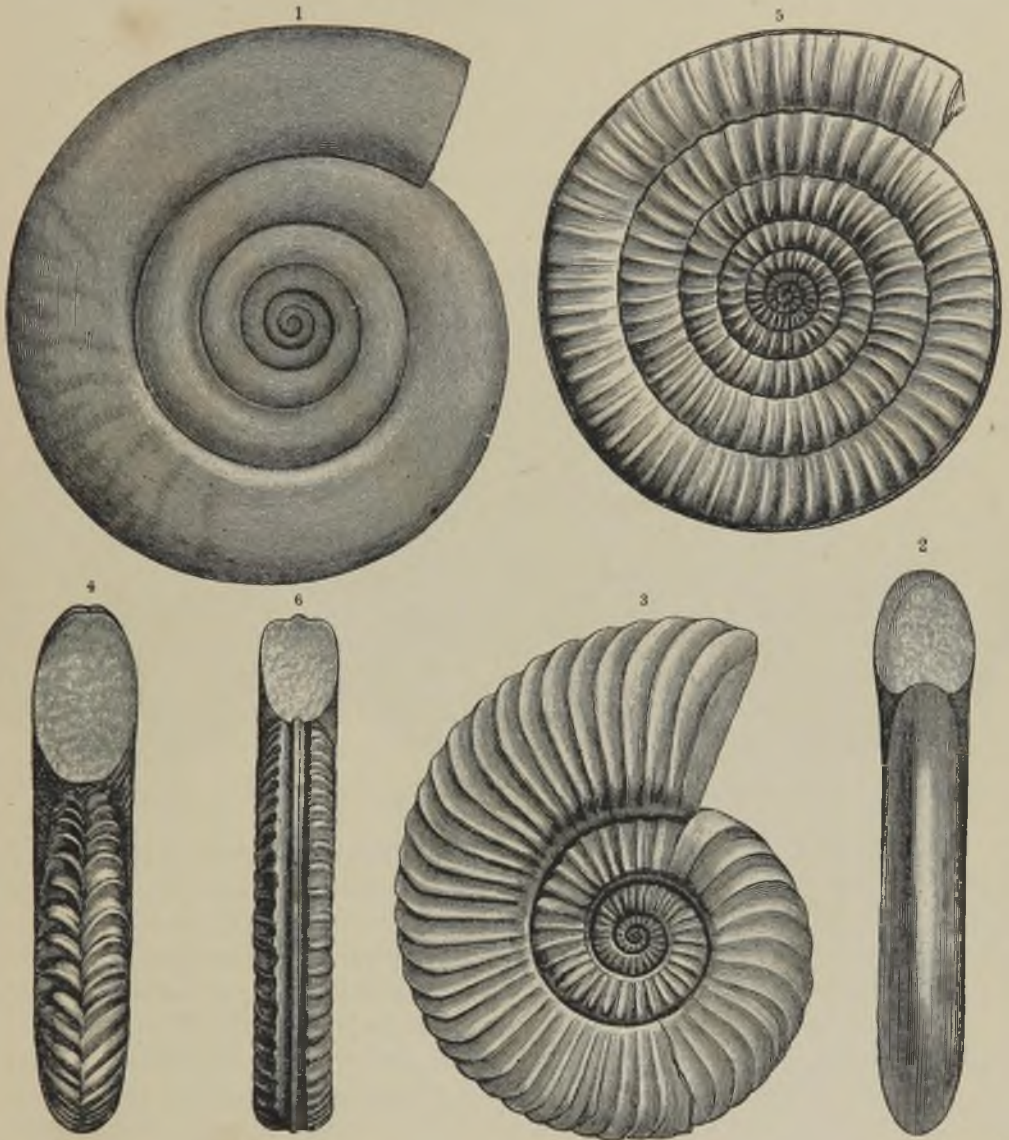
### Jura w Europie środkowej.

Punkt wyjścia badań jury stanowią osady środkowo-europejskie, dające się podzielić na liczne poziomy, które zawierają niezmierną moc skamieniałości. W europejskich utworach jurajskich odróżniamy trzy typy, zajmujące znaczne obszary; różnic tych typów nie wyjaśnia ani różnica w głębokości morza, ani właściwości dna morskiego; różnice te są podobne tym, które zachodzą między różnymi prowincjami geograficznymi mórz obecnych. Prowincja alpejska czyli śródziemnomorska obejmuje osady w Portugalii południowej i w przeważnej części Hiszpanii, w alpejskiej części Francji, w Alpach, we Włoszech, w Karpatach, na Bałkanie i w innych okolicach położonych na południe od wymienionych. Do prowincji środkowo-europejskiej należą utwory w Portugalii północnej, w Hiszpanii północno-zachodniej, w pozaalpejskiej części Francji, Anglii, Niemiec, Austrii, Polsce i w Rosji południowej. Do prowincji moskiewskiej zaliczamy wreszcie wszystkie osady jurajskie, wielce rozprzestrzenione w Rosji centralnej i północnej, tudzież na Lofotach.

W prowincji alpejskiej najbardziej są rozpowszechnione rodzaje amonitów *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Simoceras* i *Haploceras*; w Europie środkowej rodzaje te są nadzwyczaj rzadkie, rozwijają się natomiast inne (*Oppelia* i *Peltoceras*), podczas gdy w prowincji moskiewskiej typów alpejskich wcale nie ma, rodzaje *Oppelia*, *Aspidoceras*, *Peltoceras* i t. d. tudzież korale rafowe są rzadkie, nadzwyczaj natomiast rozwija się rodzaj *Cardioceras*, belemnity z grupy *excentricus*, a przede wszystkim małże z rodzaju *Aucella*.

Zacniemy od typu środkowo-europejskiego. Mówiliśmy już przy opisie osadów tryasowych, że w czasie kajprowym cały ten obszar zajmowały wody śródlądowe. Z rzadka tylko znajdują się podrzędne wtrącenia z morskimi małżami;

dopiero pod koniec epoki tryasowej fauna retycka rozprzestrzenia się we wszystkich morzach tej dziedziny; fauna ta nosi charakter kolonii, przybyłej z obszaru alpejskiego. Dla większości wszakże typów morskich warunki nie były jeszcze sprzyjające, brak mianowicie prawie zupełny głowonogów, ramienionogów, szkarłupni



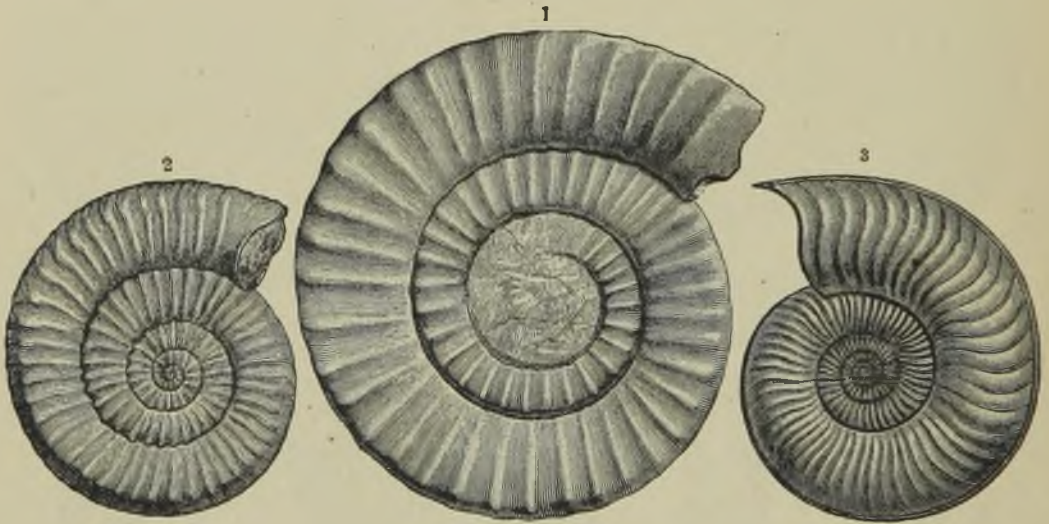
Rys. 214. Amonity z dolnego liasu: 1, 2) *Psiloceras planorbis*; 3, 4) *Schlotheimia angulata*; 5, 6) *Arietites spiratissimus*.

i koralu. Poszczególne gatunki są drobne i nikłe, lecz obfite w osobniki. Przynajmniej zawartość soli w wodzie była jeszcze zbyt mała.

Morze się rozszerza, warunki stają się coraz bardziej normalne. Nadzwyczaj prawidłowo są uławione cienkie pokłady ilaste i wapienne, do których w pewnym poziomie liasu najdolniejszego przylaczają się znaczne osady piaszczyste. Wszędzie



przeważają amonity, nieco później zaś wraz z nimi belemnity. Bardzo liczne są ramienionogi i liliowce; małże i ślimaki schodzą na drugi plan, inne zaś działy zwierząt bezkręgowych odgrywają bardzo podrzędną rolę. Fauna z niewielu wyjątkami jest bardzo jednostajna, lecz zbieracza wynagradza częstość i piękne zachowanie skamieniałości. Mianowicie wspaniałe amonity stanowią prawdziwą ozdobę zbiorów, i dlatego lias uchodzi za utwór nadzwyczaj bogaty. Takim jest on istotnie dla zbieracza. Lecz temu, kto bada rozwój życia, rzecz przedstawia się inaczej. W osadach na 100 do 300 m grubych odróżnić można 16 lub 17 poziomów, a więc na każdy z nich przypada niewiele tylko gatunków. Wyjąwszy głowonogi i ramienionogi, faunę liasu znamy mniej niż faunę jakiegokolwiek innego działu jury lub kredy.

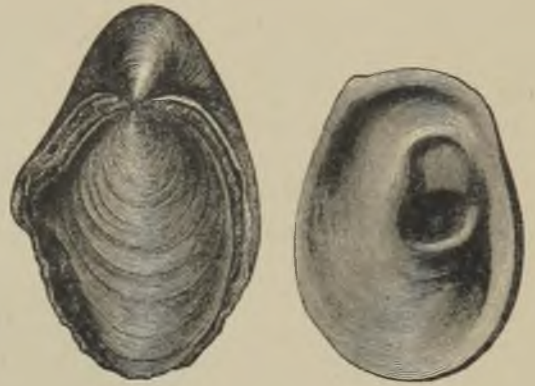


Rys. 215. Amonity liasu środkowego i górnego: 1) *Aegoceras bipunctatum*; 2) *Coeloceras crassum*; 3) *Harpoceras radians*.

Tem łatwiej, wobec dziwnie jednakowego rozwoju facyalnego liasu, odnaleźć można poszczególne poziomy. Żaden inny osad na świecie nie nadaje się do tego równie dobrze. Prostu trudno pojąć tę zadziwiającą prostotę stosunków. Niekiedy warstwa kilkumetrowa rozpościera się na całą prowincję środkowo-europejską i zawiera tę samą faunę amonitów, która zmusza nas do uznania jej za poziom samodzielny.

Pomimo to, w szczegółach dostrzegamy pewne zjawiska nienormalne. Dotyczy to przede wszystkim najniższych poziomów liasu. Pojawiają się w nich niespodziewanie amonity z rodzaju *Psiloceras* w tak wielkiej ilości, że wypierają niemal wszystkie inne; *Psiloceras planorbis* jest skamieniałością przewodnią. W poziomie następnym grupa ta ginie zupełnie, zaczyna się panowanie rodzaju *Schlotheimia*, z gatunkiem typowym *Schlotheimia angulata*. *Schlotheimia* równie nagle ustępuje miejsca arytotom, które rozpowszechniają się szybko, i których wielokrętowe skorupy opatrzone listewką grzbietową dorastają wymiarów koła od wozu. Pozornie zjawiska powyższe nie zgadzają się z teorią ewolucji i z naszym pojęciem o poziomach, gdyż różne typy następują po sobie bez przejść. Lecz dalsze badania wyjaśnią tę zagadkę. W najniższych utworach liasowych Alp znajdujemy stosunki zupełnie

odmienne. Tutaj już w najgłębszych pokładach znajdują się obok siebie *Psiloceras* i *Schlotheimia*; istnieją formy przejściowe między tymi, pozornie tak odrębnymi typami, a zarazem daje się wysledzić stopniowy rozwój rodzaju *Arietites* z *Psilocerasa*. W wyższych warstwach występują w wielkiej ilości obok siebie *Schlotheimia* i *Arietites*, wreszcie ten ostatni zapoławia niepodzielnie. Rozwój ten zgadza się w zupełności z teorią, stosunki zaś środkowo-europejskie tem się tłumaczą, że trzy najstarsze fauny liasowe zjawiają się kolejno jako przybysze z prowincji alpejskiej i rozprzestrzeniają o tyle, o ile w nowych morzach znajdują dla siebie pomyslny warunki. Pierwsi imigranci — rodzaj *Psiloceras*, są jeszcze skarłowaciały w porównaniu z alpejskimi krewniakami, *schlotheimia* w Europie środkowej są również drobniejsze niż w Alpach; zdaje się, że warunki życiowe ukształtowały się normalnie dla fauny morskiej dopiero w czasie pojawienia się rodzaju *Arietites* (rys. 214).

Rys. 216. *Gryphaea arcuata*, z dolnego liasu.

Niewiele utworów szczególnych wyróżnia się z jednostajnego szeregu liasowych wapieni, margli i ilów, obfitujących w amonity. Jeden z poziomów najgłębszych, poziom *Schlotheimia angulata*, występuje najczęściej w postaci piaskowców z licznymi małżami; koło Hettingen pod Diedenhofen w Lotaryngii zawiera on przepysznie zachowane okazy. Ciekawe są również już wzmiankowane łupki bitumiczne, zawierające masę szczątków ryb i gadów. Pojawiają się one w dwóch poziomach: starszy należy do górnej części liasu dolnego — poziom *Pentacrinus tuberculatus*, młodszy zaś u podstawy liasu górnego obejmuje poziomy *Harpoceras bifrons* i *Coeloceras crassum* (rys. 215) i nosi miano łupki posidonomiowego, od nadzwyczaj obficie występującego małego małża *Posidonomya Bronni*. Na kontynencie poziom łupkowy liasu dolnego jest słabo rozwinięty, lepiej natomiast w Anglii, gdzie zawiera obok licznych ryb i ichtyosaurów dziwaczne plesiosaury z długą szyją. Młodsze łupki posidonomiowe są

Rys. 217. *Amaltheus margaritatus*, z liasu środkowego.

starszy należy do górnej części liasu dolnego — poziom *Pentacrinus tuberculatus*, młodszy zaś u podstawy liasu górnego obejmuje poziomy *Harpoceras bifrons* i *Coeloceras crassum* (rys. 215) i nosi miano łupki posidonomiowego, od nadzwyczaj obficie występującego małego małża *Posidonomya Bronni*. Na kontynencie poziom łupkowy liasu dolnego jest słabo rozwinięty, lepiej natomiast w Anglii, gdzie zawiera obok licznych ryb i ichtyosaurów dziwaczne plesiosaury z długą szyją. Młodsze łupki posidonomiowe są



znacznie szerzej rozprzestrzenione; cechuje je obfitość ichtyosaurów i podobnych do krokodyli teleosaurów.

Wyliczanie poszczególnych poziomów i ich skamieniałości przewodnich nie byłoby tu na miejscu. Może czytelnik, który ma sposobność zbierania skamieniałości w osadach jurajskich pragnąłby ściślejszych wskazówek, lecz wskazówki, dotyczące jednej okolicy, mogą być nieodpowiednie dla obszarów pobliskich. Na rys. 214—217 widzimy najważniejsze skamieniałości przewodnie z rodziny amonitów, dalej *Gryphaea arcuata*, która w milionach okazów znajduje się w liasie najdolniejszym, mianowicie w poziomie *Arietites Bucklandi*, tak iż autorowie dawniejsi warstwę tę nazywali „wapieniem gryphitowym“.

Jura środkowa czyli dogger, w Europie środkowej dla barwy przeważającej „jura brunatną“ zwana, w dolnych poziomach jest poniekąd podobną do liasu



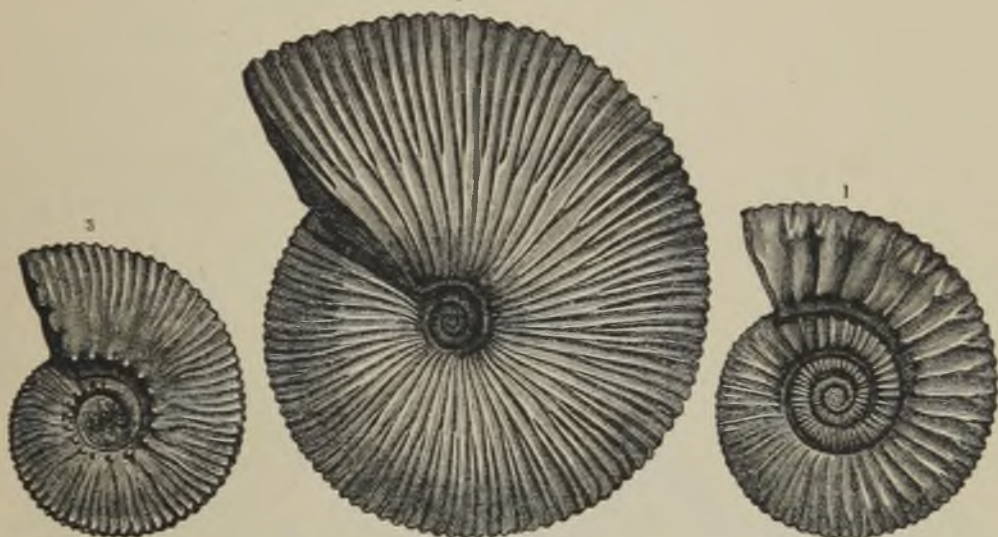
Rys. 218. Amonity środkowo-jurajskie: 1) *Harpoceras opalinum*; 2) *Parkinsonia Parkinsoni*; 3) *Stephanoceras Humphriesianum*.

i jednostajnie rozwinięta. Zazwyczaj zawiera ona liczne piękne amonity, najczęściej *Stephanoceras* (rys. 218, 3) i liczne belemnity, które osiągają szczytu rozwoju w środku doggeru, w formie *Belemnites giganteus*. Ważnym od tego czasu staje się również z pośród małżów piękny rodzaj *Trigonia*, szeroko rozpowszechniony i obfity w gatunki, jak *Trigonia navis* (rys. 2), *costata* (tabl. IV, 5—6) *clavellata* i t. d. W wyższych poziomach rozwój staje się bardziej różnorodnym: występują osady obfitujące w korale i jeżowce, pojawiają się najrozmaitsze muszle, mianowicie w skałach oolitycznych. Wogóle jurę środkową cechuje występowanie oolitów. Są to wapienie, zawierające niezliczone, niekiedy żółto-brunatne kulki o budowie skorupowej. Obfitością pięknych skamieniałości wyróżnia się oolit z Bayeux w Normandyi, dolny oolit w Anglii, francuski i angielski „oolit główny“ (*grande oolithe*), należący do najwyższego doggeru.

Jura środkowa rozpada się na dwa działy: oolit dolny i piętro batońskie (od miasta Bath w Anglii). Osady, należące do pierwszej grupy, są dość podobne w różnych miejscowościach Europy środkowej i poszczególne ich ogniwa łatwo możemy porównywać ze sobą. W piętrze batońskim natomiast napotykamy znaczne

trudności wobec różnorodności facji. Największe różnice występują w Anglii, tak iż odróżniono aż sześć poddziałów, lokalnie ważnych, które odpowiadają wszakże dwóm tylko z kolei faunom amonitowym. Zachodziły więc tutaj znaczne różnice w ukształtowaniu stosunków zewnętrznych, bez zmian ogólnych w całości fauny. Tylko racjonalne badania szczegółowe mogły wyjaśnić istotne znaczenie tych zjawisk. Z osadów górnego doggeru w Anglii wymienić należy jako ciekawe łupki stonfieldzkie w Oxfordshire, które muszlami morskimi nie różnią się istotnie od innych utworów rówieśnych, lecz w których znajdują się rośliny lądowe, owady i dość liczne szczęki ssaków.

W jurze górnej panuje jeszcze większa różnorodność. Przedewszystkiem najstarsze osady piętra kellowejskiego cechuje nagle pojawienie się pewnej grupy



Rys. 219. Amonity kellowejskie: 1) *Pelloceras athleta*; 2) *Macrocephalites macrocephalum*; 3) *Cosmoceras Jason*.

form, która jest tutaj bardzo rozpowszechniona, lecz ginie niebawem, trwając tylko podczas jednego poziomu: jest to *Macrocephalites macrocephalum* (rys. 219, 2). Przez długie lata forma ta stanowiła dziwną anomalię; obecnie znamy z jury południowo-amerykańskiej formy, które za poprzedzające tamte uważać należy, i wiemy, że grupa ta dłużej się zachowała w Indjach i w Afryce wschodniej. Jest to więc migracja do europejskiego obszaru faunistycznego. Przybysze dla jakiejś przyczyny rozprzestrzenili się szybko, lecz nie mogli utrzymać na stałe zajętego obszaru.

Wyższe poziomy piętra kellowejskiego charakteryzuje fauna amonitów, której cechą stanowią piękne i ozdobne formy z rodzajów *Oppelia*, *Cosmoceras* i *Pelloceras* (rys. 219, 1, 3), prócz wielu innych typów. Możemy powiedzieć że osady te, t. zw. warstwy ornatowe, zawierają najpiękniejsze i najwytworniejsze amonity jurajskie. To też zbieracze przenoszą je nad wszelkie inne utwory.

Różnorodność osadów środkowo-europejskich staje się największą w trzech działach jury górnej, w piętrach oksfordzkim, kimerydzkim i tytońskim. Głębokomorskie warstwy gąbkowe i amonitowe zawierają i tu na znacznych przestrzeniach fauny jednakowe. Z amonitów najważniejszy jest rodzaj *Perisphinctes* z sze-



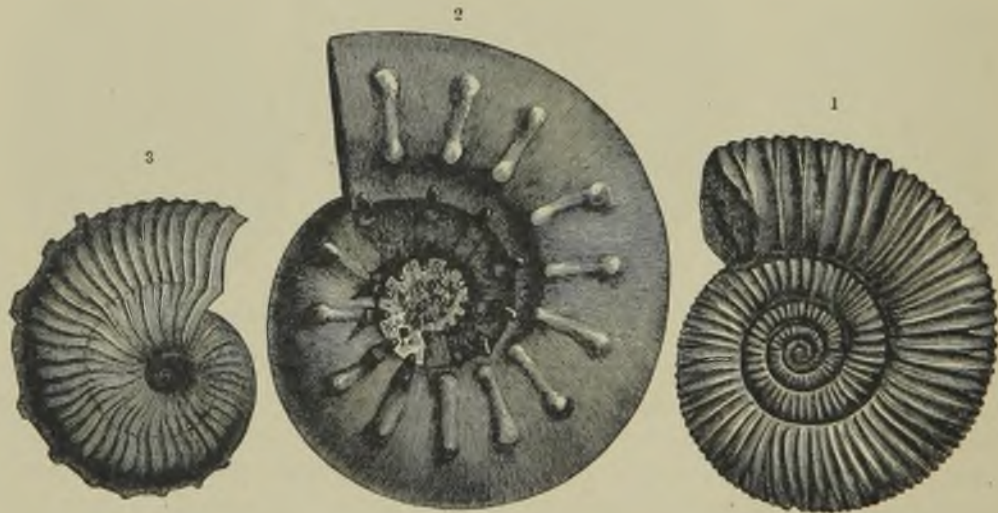
rokiem pępkiem i licznymi rozwidlonemi żebrami. Wyróżniają się jeszcze ozdobne oppelie tudzież rodzaj *Aspidoceras*, forma rozdęta bez żeber, ozdobiona tylko szeregiem guzów (rys. 221). Obok warstw z głowonogami pojawia się wszakże wiele innych typów rozwojowych: wapienie koralowe z niezliczonymi wspaniałymi skamieniałościami, między innymi z liliowcami i jeżowcami (rys. 220), warstwy z niezliczonymi małżami i ślimakami, łupki z kręgowcami, tak, że nawet oboczne utwory również posiadają tu często zupełnie odmienny charakter.



Rys. 220. *Glypticus hieroglyphicus*, z wapieni koralowych Szwajcaryi.

Łatwo dostrzedz przyczynę tego zjawiska. W liście napotykalismy prawie wyłącznie utwory dość głębokowodne z jednostajnie rozprzestrzenioną fauną. Pod koniec jury środkowej morze stało się płytsze, skutkiem czego wzrosła różnorodność warstw przede wszystkim w piętrze batońskim. Później morze pogłębiło się, lecz pod koniec oksfordu znowu stało się płytszem. Obok głębszych części mórz pojawiają się base-

bokowodne z jednostajnie rozprzestrzenioną fauną. Pod koniec jury środkowej morze stało się płytsze, skutkiem czego wzrosła różnorodność warstw przede wszystkim w piętrze batońskim. Później morze pogłębiło się, lecz pod koniec oksfordu znowu stało się płytszem. Obok głębszych części mórz pojawiają się base-



Rys. 221. Amonity górnojurajskie: 1) *Perisphinctes Tiziani*; 2) *Aspidoceras iphicerum*; 3) *Opeelia Bachiana*.

ny płytkie. Zwolna przeważają te ostatnie, wreszcie przed końcem epoki jurajskiej morze cofa się z Europy środkowej zupełnie, pozostawiając bądź to ląd stały, bądź to w innych miejscach wielkie jeziora słonawowodne (brakiczne).

Cofaniu się morza towarzyszy inne, pozornie sprzeczne zjawisko: zmniejsza się dopływ łu i piasku. Przeważającą skałą staje się wapień i to dość czysty, tylko na północnym zachodzie występują obszerniej osady ilaste, mianowicie w Anglii i w północnej Francji. Zjawisko to jest niespodziewane, gdyż wobec zmniejszania się głębokości wody przypuściłoby należało powiększanie się lądu, przesuwanie się naprzód brzegów oraz nagromadzenie się materiału osadowego albo większe rozpre-

strzenianie się jego. Zobaczymy wszakże poniżej, że w tym właśnie czasie ocean zalał olbrzymi dotychczasowy ląd na wschód od obszaru środkowo-europejskiego; z ładu tego prawdopodobnie rzeki znosiły ogromne ilości osadów mechanicznych.

Jak można było przewidzieć, zmniejszenie się głębokości wody nastąpiło nie w całej Europie środkowej jednocześnie i w równej mierze. Napierw pojawiają się oznaki stopniowej zmiany na północy: w Niemczech północnych, we Francji północnej i w Anglii, i jednocześnie prawie w większej części gór Jura, t. j. w Szwajcaryi zachodniej i na wschodzie Francji. Natomiast we Francji na południe od wyżyny środkowej, we wschodniej Szwajcaryi i w Niemczech południowych przez długi czas powstają osady głębokowodne, i dopiero pod koniec piętra kimerydzkiego pojawiają się ławice koralowe i inne utwory wód płytkich.

Osady wód płytkich bywają najrozmaitsze, zależnie od tego, czy przeważa piasek, ił, margiel lub wapień, albo czy też rozwijają się budowy koralowe. W najrozmaitszych poziomach odnajdujemy utwory podobne, ponieważ zmniejszenie się głębokości nastąpiło w różnych miejscach niejednocześnie. W Anglii i na północy Francji, gdzie najpierw zaczęto badać te osady, na dole, w stropie utworów kellowejskich, leżą warstwy ilasto-wapienne, częstokroć z amonitami—piętro oksfordzkie. Wyżej leżą wapień koralowe (corallien), wyżej jeszcze iły i margle z licznymi małżami i ślimakami (piętro kimerydzkie), wreszcie warstwy wapienno-piaszczyste (piętro portlandzkie). Kończą ten szereg słonawowodne osady purbeku, w których występują zmarniałe formy morskie wespół z typami słodkowodnymi.

Starano się do tego schematu wtrącić utwory górnourajskie innych miejscowości, kierując się przytem łatwemi do rozpoznania warstwami koralowemi, których zbite masy wapienne odcinają się na krajobrazie. Rzecz prosta że tam, gdzie morze najdłużej było głębokie i gdzie najpóźniej osiedlić się mogły korale rafowe, uważano różne warstwy jury górnej za starsze, niż są one w istocie. Zwolna jednak, dzięki pracom Oppela, Waagena i Moescha utworował sobie drogę pogląd właściwszy. Rozstrzygających dowodów dostarczyła część wschodnia jury szwajcarskiej w kantonach Argowii i Solury. Tutaj znajdują się utwory koralowe, współczesne najstarszym osadom koralowym północnej Francji. Spoczywają one na warstwach amonitowych i są przez także warstwy równomiernie pokryte, wreszcie ku wschodowi przechodzą zwolna w warstwy amonitowe. Stąd wynika następujący kolejny układ warstw.

Solura.  
Poziom *Oppelia tenuilobata*.  
Osady koralowe.  
Poziom *Peltoceras transversarium*.

Argowia.  
Poziom *Oppelia tenuilobata*.  
Poziom *Peltoceras bimammatum*.  
Poziom *Peltoceras transversarium*.

Dowodzi to przedewszystkiem, że najstarsze i najpotężniejsze utwory koralowe jury szwajcarskiej, Francji północnej i Anglii są współczesne górnooksfordzkim warstwom amonitowym z *Peltoceras bimammatum*, i że poziom *Oppelia tenuilobata*, który uważano za starszy od wszystkich warstw koralowych, jest młodszy od pewnej ich części. Południowo-niemieckie znowu osady koralowe, nattoheimskie w Wirtembergu i kelheimskie nad Dunajem, są znowu znacznie młodsze od warstw *tenuilobatowych*. Nie istnieje przeto ciągle w czasie piętra koralowe (corallien), i wszystkie próby podziału, oparte na tem przypuszczeniu, są błędne.



## Jura górna w Europie środkowej (z pominięciem piętra kelowejskiego).

	Niemcy południowe	Szwajcaryja wschodnia	Szwajcaryja zachod. i Francya połud.	Francya północna	Anglia	Niemcy północno-zachodnie	
Piętro tytońskie	Poziom Perisphinctes transitorius	Brak	Brak	Warstwy purbeckie	Brak	Warstwy purbeckie	Warstwy purbeckie (serpulit i t. d.)
	Poziom Aspidoceras cy-clotum	Łupek solnhofeński i wapień płytowe, wapień koralowe Kelheimu	Wapień płytowe	Część wapieni portlandzkich	Portland górny	Wapień i piasek portlandzki	Wapień płytowy Einbeckhausu
Piętro kimerydzkie	Poziom Hoplites eudoxus	Warstwy z Hoplites eudoxus, Wapień koralowy nattenheimski Wapień skaliste Wirttembergii Dolomit frankoński	Warstwy Wettingu	Wapień z Terebratula janitor crus-solskie Warstwy z Exogyra virgula Warstwy z Pteroceras Wapień koralowe Valfinu i t. p.	Portland średni i dolny Warstwy z Exogyra virgula Warstwy z Pteroceras	Kimerydzkich ilów część górna	Warstwy z Olcostephanus gigas Warstwy z Exogyra virgula Warstwy z Pteroceras Warstwy z Nerinea obtusa
	Poziom Oppelia tenuilobata	Facya amonitowa i gąbkowa	Facya amonitowa i gąbkowa przechodząca w wapień astartowe	wapień astartowe facya amonitowa i gąbkowa	Wapień astartowe i koralowe górne (Tonerre i t. d.)	Kimerydzkich ilów część dolna	Warstwy nerineowe Warstwy z Terebratula humeralis
Piętro oxfordzkie	Poziom Peltoceras bimammatum	Facya amonitowa i gąbkowa	Facya wapieni koralowych i krzemionkowych przechodząca w facyę amonitową Margiel myacitowy	Wapień koralowy Margiel myacitowy	Wapień koralowe dolne	Upper calcareous grit (piaskowiec wapienny górny) Oolit koralowy	Oolit koralowy
	Poziom Peltoceras transversarium	Facya amonitowa	Facya amonitowa i gąbkowa	Margiel myacitowy (?) Warstwy amonitowe	Il oxfordzki	? Lower calcareous grit (piaskowiec wapienny dolny) (?) Il oxfordzki	
	Poziom Aspidoceras perarmatum	Facya amonitowa	Facya amonitowa	Facya amonitowa	Il oxfordzki	Il oxfordzki	
Piętro kelowejskie							

Podział jury górnej podajemy w zarysie na powyższej tablicy. Rzecz prosta, nie obejmuje ona niezliczonych ogniów lokalnych, gdyż musiałyby wtedy

być z dziesięć razy większa. Podajemy tylko najważniejsze rozwroje i najbardziej w każdym terenie rozprzestrzenione. Jeden krańcowy typ stanowi jura Niemiec północno-zachodnich, gdzie tylko najniższy poziom piętra oksfordzkiego rozwinął się w facyi amonitowej, wszystkie zaś warstwy młodsze są już to utworami koralowymi, już to innymi osadami płytkowodnymi. Zupełne przeciwieństwo znajdujemy w Niemczech południowych. Tam cały oksford i dolna połowa kimerydżu składa się z wapieni amonitowych i gąbkowych, a dopiero w kimerydżu górnym wapienie koralowe nattheimskie i masowe wapienie skaliste i dolomity oznaczają mniejszą głębokość morza i bliskość wybrzeża. Nawet w dolnym tytonie spotykamy miejscami utwory koralowe, lecz obok nich pojawia się najciekawszy ze znanych utworów jurajski — nie obcy już nam łupek solnhofeński (p. str. 243). Wapienie czysto morskie są zazwyczaj łupkowate; można więc przypuszczać, że w tym wypadku materiały nie został, jak zwykle w wapieniach, nagromadzony przez organizmy w postaci skorupki otwornic, mięczaków, wodorostów wapiennych i t. p., lecz że z poblizkiego lądu przyniosły go wody w postaci drobnego namułu wapiennego. Za tym poglądem przemawia fakt, że częstokroć łupki litograficzne nie leżą zgodnie na starszych utworach jurajskich, lecz spoczywają w kotlinach, otoczonych wyżynami z wapieni i dolomitów kimerydzkich. W takich zatokach, nie połączonych swobodnie z morzem, muł wapienny mógł się zachowywać, nie rozpuszczając się w wodzie morskiej, tem bardziej, że zatoki te musiały być płytkie, gdyż na powierzchni łupków solnhofeńskich znajdują się niekiedy tropy zwierząt lądowych.

Na całym południowo-niemieckim obszarze jurajskim można zauważyć słaby, ledwie dostrzegalny upad warstw ku południowi i południowemu wschodowi, prawdopodobnie zależny od pierwotnego pochylenia dna morskiego. Przy wynurzeniu się jego musiały więc najpierw wyłonić się obszary północne, morze zaś musiało się zwolna cofać na południe. Na północy przeto leżał ląd obszerny, złożony z młodych, po części może nie stwardniałych jeszcze wapieni, z którego rzeki przynosiły materiały na łupki solnhofeńskie. Może współdziałały tu stosunki, które obecnie dostrzegamy w lagunach raf baryerowych, lecz bliżej nad tem zastanawiać się nie możemy. W wodach tych żyły ryby, gady, raki, niewiele mięczaków, nieco jeżowców, liczne liliowce bez łodyg, rozgwiazdy, robaki, meduzy; brodziły zwierzęta brzegowe, a wiatr znosił twory latające — ptaki, pterodaktyle, owady. W zwykłym osadzie wapiennym, złożonym przeważnie ze skorup zwierzęcych i z ich odłamków, nie zachowałyby się delikatne odciski tych form. Istnienie ich dowodzi, że osad ten był bardziej subtelny, że był mułem wapiennym osiadłym ze zmacanych rzek.

W Niemczech południowych i wogóle w większej części Europy środkowej morze cofnęło się zupełnie, tak iż brak tam najwyższego poziomu jury. Tylko w Anglii, w północnych Niemczech, w pewnych punktach gór Jura, po części w północnej Francji występują utwory słodkowodne — warstwy purbeckie. Nie są to ani osady morskie, ani wybitnie słodkowodne, lecz powstały one w zbiornikach wód słonawych, w których żyły zmarniałe formy morskie (drobne małże, ślimaki, robaki i nieliczne jeżowce) wraz z mięczakami śródlądowymi. Formy morskie są najczęściej identyczne z kimerydzkimi i portlandzkimi. Towarzyszą im mięczaki słodkowodne, a w Anglii ciekawe szczątki gadów i ssaków.



Jura kończy się warstwami purbeckiem. Bezpośrednio z niemi wiążą się wszakże inne osady śródlądowe, utwory wealdenskie, nadzwyczajnie rozwinięte w Niemczech północnych (w górach Deister na południe od Hannoveru), w Belgii i na południo-zachodzie Anglii. Powstały one jednocześnie z najniższymi morskimi osadami kredowymi, lecz zawierają wiele gatunków, które zachowały się z jury. Tak ma się według Struckmanna z warstwami wealdenskiemi okolic Hannoveru. Niktby nie wątpił, że należą one jeszcze do jury, gdyby nie zastępowały miejscami najgłębszego morskiego ogniwa kredy—dolnego neokomu. W Niemczech północnych i w Anglii zawierają one nawet wtrącone ławice morskiego neokomu. W opisie kredy powrócimy jeszcze do tych ciekawych osadów. Tu zaznaczamy je dlatego, że znowu na granicy dwóch systemów znajdujemy rozwój najzupełniej ciągły i jednorodny.

Gdy pod koniec epoki jurajskiej odbywają się wielkie zmiany w rozmieszczeniu lądów i mórz, które osuszają zupełnie Europę środkową, to już w ciągu epoki jurajskiej odbywały się inne ruchy morza w odwrotnym kierunku. Lias występuje w całej Europie zachodniej, lecz brak go zupełnie we wschodnich częściach prowincyi środkowo-europejskiej. W Niemczech północnych najbardziej wschodnim punktem występowania liasu jest Kamień (Kammin) nad morzem Bałtyckim, gdzie otwór wiertniczy wykazał jego istnienie. Dalej na wschód niema go zarówno w rzadkich wychodniach jury, jak również wśród licznych w glinach dyluwalnych gładów, które są szczątkami zniszczonych przez erozyę utworów jurajskich. W Niemczech południowych niema liasu już koło Ratysbony i Pasawy, brak go zupełnie w jurze Saksonii i Czech północnych, w pozakarpackiej części Moraw i Polski. We wszystkich tych terenach wprost na warstwach znacznie starszych leży przekraczając którekolwiek ogniwo jury środkowej lub górnej, osady zaś młodsze następują dalej prawidłowo.

Jako typ podamy Śląsk górny i okolice Krakowa. Brak tutaj liasu i najniższych poziomów doggeru, jura zaczyna się brunatnymi piaskami, należącymi do dolnej części jury środkowej. Nad nimi spoczywają ily, należące do poziomów Parkinsonia Parkinsoni i Parkinsonia ferruginea. Powyżej leżą cienkie oolity żółto-brunatne z obfitą fauną — górna część batu i cały kellowej — wreszcie potężne wielodzielne jasne wapienie oksfordzkie. Częstokroć zupełnie lub częściowo brak ogniw najniższych, tak iż w różnych punktach bezpośrednio na osadach przedjurajskich leży to jeden, to drugi poziom. Analogiczne stosunki powtarzają się również w najdalej na wschód wysuniętych częściach prowincyi środkowo-europejskiej. Na Podolu w Niżniowie nad Dniestrem, wprost na skałach staropaleozoicznych leżą wapienie kimerydzkie, obfitujące w skamieniałości; wapienie podobne pojawiają się jeszcze dalej na wschodzie, w południowej Rosyi, koło Iziumu nad Dońcem oraz w górze Bogdo nad dolną Wołgą. We wszystkich tych miejscowościach brak zatem liasu, a jura zaczyna się od jakiegoś z poziomów piętra środkowego lub górnego.

Lecz zjawisko to, choć bardzo rozprzestrzenione we wschodniej części prowincyi środkowo-europejskiej, występuje jeszcze w większych, wprost w olbrzymich rozmiarach w innych prowincjach jurajskich. Pomijając Kaukaz i wschodnią Perseję, w całej Rosyi europejskiej i azjatyckiej, w Indyach, na Szpicbergu, na Nowej

Ziemi i na północo-zachodzie Ameryki Pn. niema ani śladu liasu morskiego, wyższe zaś warstwy jurajskie na olbrzymich obszarach, głównie w Rosyi i Syberyi, leżą przekraczająco. Oczywiście na początku epoki jurajskiej wszystkie te obszary stanowiły ląd, który został zatopiony w drugiej połowie jury środkowej, miejscami nawet dopiero podczas jury górnej. Jest to jedno z największych jakie znamy przesunięć morza względem lądu, które musiało wpłynąć na stosunki geograficzne całej kuli ziemskiej.

Możemy zrozumieć obecnie, dlaczego podczas jury górnej tak gwałtownie zmniejszył się dopływ osadów mechanicznych w Europie środkowej, chociaż poziom morza stawał się coraz niższy. Podczas pierwszej połowy jury prowincję środkowo-europejską ograniczał ze wschodu olbrzymi ląd, który od brzegu zachodniego gór Smreczyńskich sięgał aż do oceanu Spokojnego i prawdopodobnie łączył się jeszcze z większą częścią Afryki. Niewątpliwie na zachodnim wybrzeżu tego lądu potężne rzeki toczyły do morza środkowo-europejskiego swe mętne wody i zamulały je swymi osadami. Gdy lądy atoli zanurzyły się pod wodą, ustał ten dopływ i zaczęła się przewaga utworów wapiennych.

### Jura alpejska.

Zupełnie inne napotkamy stosunki wśród osadów jurajskich w obszarze alpejskim. Jako najważniejszą różnicę w porównaniu z Europą środkową podnosiliśmy już występowanie pewnych rodzajów amonitowych, jak *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Haploceras* i *Simoceras*, które rozwijają się w nieprzerwanych szeregach form na obszarze południowym bez względu na zmiany facyalne, a w Europie środkowej występują tylko sporadycznie jako formy obce. Niektóre pojawiają się w wielkiej nawet liczbie, lecz nie osiedlają się na dłużej, nigdy nie rozwijają się dalej na miejscu, giną zawsze, a ich miejsce zajmują nowi przybysze. Znamiennem jest również, że większość tych kolonistów nie rozsiedla się na całej prowincyi środkowo-europejskiej, lecz tylko na jej krawędzi południowej — w Szwabii, koło Krakowa, w Jurze szwajcarskiej i w zagłębiu Rodanu.

Obok tych różnic zasadniczych istnieją inne, jaskrawe lecz mniej doniosłe, możnaby rzec—przypadkowe. Tak np. pewne rozwoje facyalne ograniczają się tylko do prowincyi alpejskiej, choć nie są w niej ogólnie rozprzestrzenione. Dotyczy to czerwonych wapieni amonitowych, obficie występujących w Alpach wschodnich, w Apeninach, w Karpatach, w Hiszpanii, lecz nieobecnych w Alpach zachodnich. Jużśmy obszerniej mówili o tych skałach, podobnych do sylurskich wapieni ortocerasowych, dewońskich wapieni porowatych (*Kramenzelkalk*) i tryasowych wapieni hallstackich, i uznaliśmy je za osady bardzo głębokiego morza. Na podstawie tych i innych utworów głębinowych jury alpejskiej wnioskowano, że różnica między nią a jurą środkowo-europejską zależy li tylko od tego, że obszar środkowo-europejski był płytszy; lecz wniosek ten nie jest słuszny, jak widać z istnienia alpejskich raf koralowych i innych utworów wód płytkich, zawierających alpejską faunę głowonogów z *Phylloceras* i *Lytoceras*. Czerwony wapień amonitowy przechodzi częstokroć w cienkoławicowe, niekiedy łupkowate wapienie, które ze skamieniałości zawierają niemal tylko aptychy, a obok nich pasy lub całe pokłady



rogowca. O tych łupkach i wapieniach aptychowych również już mówiliśmy (por. tom I, str. 452). Wykazano, że rogowiec składa się przeważnie ze szkieletów radyolary i z igieł gąbek, odpowiadając ściśle mułowi radyolaryowemu wielkich głębokości. Osady te należy uważać za niewątpliwie głębinowe.

Inna facya typowo alpejska nosi miano facyi hierlackiej od góry Hierlatz w Salzkammergucie, gdzie obejmuje ona górne poziomy liasu dolnego. Są to białe lub jasno-czerwone dość krystaliczne wapienie, to czyste, to ilaste, zawierające niekiedy w ogromnej ilości ramienionogi swoistego typu, małe amonity, częstokroć ozdobne ślimaki i małże. Wapień hierlacki leży zawsze w nieprawidłowych zagłębieniach wapienia dachsztyńskiego i jest niewątpliwie utworem płytkowodnym, powstałym skutkiem nieznacznych ujemnych przesunięć linii brzegowej (por. t. I, str. 497).

Obok tych rozwojów facyalnych, właściwych tylko Alpom, występują inne, bardziej podobne do utworów środkowo-europejskich. Znajdujemy wapienie marglowe i ily łupkowe z amonitami, skały oolitowe, wapienie koralowe, takie same jak w Niemczech południowych lub we Francyi, lecz utwory te są w mniejszości. Ogólnie oznaczyć możemy osady alpejskie jako głębokowodne i utworzone w obszarze, który otrzymywał niewiele osadów mechanicznych—mułu i piasku—i leżał oczywiście zdala od większych mas lądowych, choć niektóre rafy koralu i wodorostów wapiennych dosięgały powierzchni morza.

Inną właściwość jury alpejskiej, niewytłumaczoną dotychczas, stanowi znaczna przerwistość jej środkowej i górnej części. Tylko trzy poziomy są szeroko rozprzestrzenione i wyraźnie scharakteryzowane przez swe skamieniałości: poziom *Cosmoceras ferrugineum* czyli dolny poziom piętra batońskiego, dolna część kimerydzu (poziom *Oppelia tenuilobata*) i dolny tyton. Większość innych poziomów znaleziono to w jednej, to w drugiej miejscowości. Niewątpliwie gdzie indziej znajdują się i brakujące. Lecz wogóle wszystkie poszczególne przekroje zawierają nadzwyczaj mało faun kolejnych w porównaniu z Europą środkową. Rzecz prosta, sporadyczne występowanie faun nadzwyczajnie utrudniło rozpoznanie jury alpejskiej, ba, nawet osiągnięcie jej podziału zadawałającego byłoby prawie niemożliwym bez porównania z lepiej zbadaną jurą pozaalpejską. Inną trudność sprawiało to, że rozmaite szczególne formy rozwoju uważano nie za to, czem one są istotnie, t. j. za zgodne facye rozmaitych poziomów, lecz za piętra niezależne. Uważano tedy za współczesne wszystkie wapienie czerwone, wszystkie utwory facyi hierlackiej. Stąd powstało mniemanie, że inne zupełnie są zbiorowiska skamielin w obszarze alpejskim, niż poza nim, i że innem zupełnie jest ich kolejne następstwo. Ścisłe wszakże badania doprowadziły niebawem do poglądów słuszniejszych.

Lias jest doskonale rozwinięty na przeważnej części obszaru; Alpy wschodnie i Włochy dostarczyły licznych skamieniałości. Mówiąc o utworach pozaalpejskich wzmiankowaliśmy już, że panuje w nich fauna bardzo jednostajna, gdyż tylko poszczególne typy przybywały tam z gęścią i różnorodniejszą zasiedlonego obszaru alpejskiego. Istotnie zdumiewającą obfitość najrozmaitszych amonitów znajdujemy w Zlambach- i Schreinbachgraben w Salzkammergucie, na Pfonsjoch koło Pertisau nad jez. Achen w Tyrolu, i koło Spezzii we Włoszech. Sycylia dostarczyła niezliczonej ilości małżów i ślimaków, a na brzegu południowym masywu czeskiego,

na granicy Austrii niższej i wyższej występują utwory przybrzeżne (warstwy gresteńskie) z przybrzeżnymi mięczakami, z roślinami lądowymi i z pokładami węgla. W wyższych częściach liasu najbardziej rozpowszechnione są czerwone wapienie amonitowe, t. zw. warstwy adneckie (od Adneth koło Hallein). Te pokłady czerwonego marmuru, znakomitego jako materiał budowlany, występują w różnych poziomach, które gdzie indziej przybierają postać wapieni lub łupków marglowatych lub margli plamistych. W górnej połowie liasu dolnego i w liasie środkowym panuje częstokroć facja hierlacka, w której białych lub czerwonych, nieco krystalicznych wapieniach znajdują się liczne drobne piękne amonity, ramienionogi i ozdobne ślimaki. Odmienny rozwój powoduje dość znaczna wyspa, która wówczas istniała w części północno-zachodniej półwyspu Bałkańskiego. Położenie tej wyspy określają utwory przybrzeżne z licznymi małżami i roślinami lądowymi w Tyrolu południowym i Wenecji, podobne osady w Krocacji, pokłady węglowe koło Fünfkirchen w południowych Węgrzech i koło Bersaska w Banacie.

Szczególnie ubogo występuje jura środkowa w obszarze alpejskim. W wielu punktach ukazują się najniższe jej warstwy z *Harpoceras Murchisonae* i opalinum, i najwyższe — warstwy klauskie, inne zaś poziomy pozostawiły tylko ślady. To samo dotyczy głębszych partii górnej jury i dopiero wyższe jej części występują obficie na terenie alpejskim. Są to mianowicie osady pięter kimerydzkiego i tytońskiego, przeważnie w postaci wapieni amonitowych lub aptychowych, niekiedy jako rafy koralowe lub inne utwory. Odnaleziono w Alpach wszystkie poziomy jury najwyższej, a ponieważ najniższe poziomy systemu kredowego są tu rozwinięte w takiej samej facji amonitowej, przeto mamy tu niezem nieprzerwany, całkowity szereg warstw łączących oba systemy. Liczne gatunki przechodzą z jednego systemu do drugiego.

Rezultat powyższy jest bardzo ważny. Jakiś nadmienili powyżej, pod koniec jury w zbadanych najpierw krajach środkowo-europejskich przeważają utwory płytkowodne. Jury najwyższej brak zupełnie lub też występuje ona w postaci osadów słonawowodnych; to samo dotyczy najniższych części następnego systemu kredowego. I dlatego dawniej zdawało się, że istnieje tu zupełnie ostra granica. Szczegółowe badania obszaru alpejskiego dowiodły wszakże, że to wyraźne odgraniczenie jury od kredy jest tylko skutkiem szczególnych warunków lokalnych, i że w Alpach znajdujemy rozwój zupełnie jednociągły.

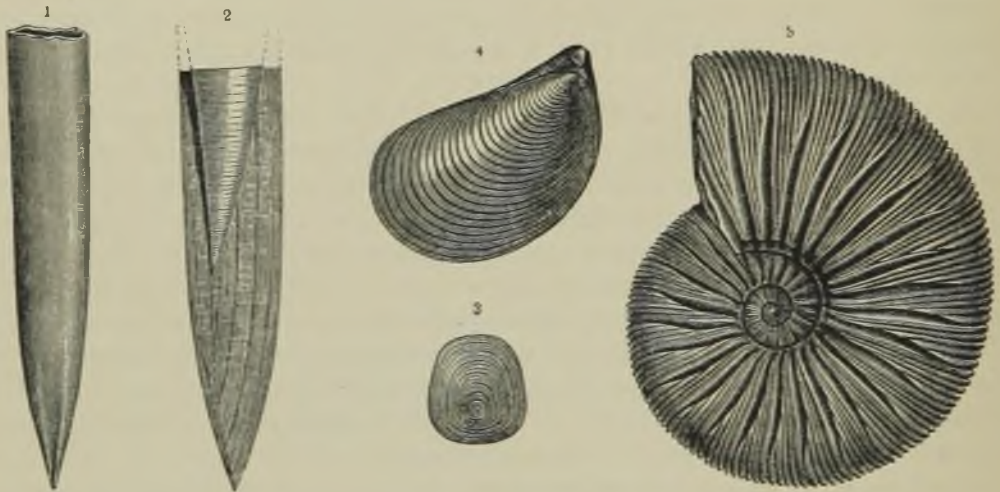
## Dalsze rozprzestrzenienie i stosunki geograficzne jury.

Wiemy już, że wielki środkowo-rosyjski obszar jurajski należy do tych, którym brak osadów liasowych, a których zalew nastąpił później dopiero. Morze pokryło ten obszar dopiero podczas osadzania się najniższych warstw piętra kelloweńskiego, t. j. poziomu *Stephanoceras macrocephalum*; lecz w wielu miejscowościach brak i tego poziomu, a warstwy nieco wyższe leżą wtedy wprost na skałach starszych. Rozprzestrzenienie jury jest tu bardzo znaczne, a przypuszczać możemy, że jej cienkie i nietrwałe pokłady, złożone z ilów i piasków, zostały zmyte



na olbrzymich przestrzeniach. Prawdopodobnie podczas górnej jury morze pokrywało wnętrze Rosji aż do morza Lodowatego i do Uralu, który prawdopodobnie stanowił tylko wyspę na tem morzu. Cały niż syberyjski aż do cieśniny Beringa stał pod wodą, gdyż w wielu miejscach, gdzie rzeki syberyjskie dostatecznie głębokie wyzłobiły sobie koryto, obnażają się warstwy jurajskie. Nawet we wschodnio-syberyjskich obszarach górzystych warstwy morskiej jury dochodzą aż na południe od jeziora Bajkalskiego, do Nerczyńska i aż do źródeł Amuru. Trudniej oznaczyć granice morza rosyjskiego od południa i zachodu.

Między jurą rosyjską a środkowo-europejską zachodzą różnice natury prowincjonalnej, jak między tą ostatnią a jurą alpejską. Zaznaczyliśmy już, że w Rosji środkowej nie znaleziono wcale rodzajów *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Haploce-*



Rys. 222. Skamieliny jury rosyjskiej: 1—3) *Belemnites Panderianus*; 4) *Aucella mosquensis*; 5) *Perisphinctes virgatus*. (Podług d'Orbignyego).

ras, *Simoceras*, które są bardzo liczne w Alpach, rzadsze znacznie w Europie środkowej. Nieliczni są przedstawiciele obfitych w Europie środkowej rodzajów *Oppelia* i *Aspidoceras*, tudzież grupy *Belemnites canaliculatus*. Korali rafowych niema wcale. Natomiast bardzo liczne i charakterystyczne są formy z rodzaju *Cardioceras*, pewne formy z rodzaju *Perisphinctes*, belemnity z grupy *excentricus* a przede wszystkim małże z rodzaju *Aucella*. Na rys. 222 widzimy pewne najcharakterystyczniejsze formy tego rozwoju. Amonity i niektóre inne skamieniałości wyróżniają się przepyszcznym zachowaniem ich skorup perłowo-macieznych.

Różnice powyższe uznaliśmy za prowincjalne, istnieją wszakże i zboczenia innego jeszcze rodzaju. Podczas gdy różnica między osadami alpejskimi i pozaalpejskimi przez cały czas trwania jury pozostaje stałą lub zmienia się nieregularnie, różnica między utworami środkowo-europejskimi i rosyjskimi wzrasta od piętra do piętra. Tylko w sposób następujący objaśnić możemy to zjawisko: obszar moskiewski aż do początku kelloweju nie był pokryty przez morze, a pierwsze pojawiające się warstwy morskie mają wiele cech wspólnych z odpowiednimi po-

kładami w Europie środkowej, gdyż, oczywiście, nowo zalany obszar został zasiedlony przez przybyszów z zachodu. Pierwiastkowo drobne tylko powstać mogły różnice i fauna środkowo-rosyjskich warstw ornatowych lub macrocefalowych mało się różni od środkowo-europejskiej. Lecz już w następnym piętrze oksfordzkim pojawiają się typy obce; jeszcze liczniejsze w młodszych warstwach z *Perisphinctes virgatus*, a najliczniejsze w warstwach aucellowych. Fauna tego piętra „wołżańskiego“, sięgającego do kredy dolnej, posiada tak mało punktów porównawczych z faunami środkowo-europejskimi, że paralelizacja poszczególnych utworów byłaby niemożliwa, gdyby nad dolną Wołgą nie było kolonii amonitów zachodnio-europejskich, prawdopodobnie przybyszów z Kaukazu.

Różnica wzrastająca statecznie poczynając od kelloweju dowodzi, że połączenie z zachodem, które istniało pierwotnie, zostało przerwane i obie fauny rozwijały się dalej już zupełnie niezależnie. Możemy nawet wskazać drogi wodne, które morze rosyjskie łączyło się ze środkowo-europejskim podczas kelloweju. Jedną z tych dróg wytykają odosobnione wychodnie jury w Kurlandyi i sąsiednich częściach Litwy, a szereg wybitnych podobieństw do form moskiewskich w jurze krakowskiej dowodzi, że i w tym kierunku istniało połączenie. Trzecia cieśnina łączyła prawdopodobnie wschodnią część morza rosyjskiego z Kaukazem i połączenie to, zdaje się, dotrwało do końca kimerydżu, gdyż daleko na wschodzie, nad dolną Wołgą znajdują się jeszcze w warstwach młodszych pewne formy środkowo-europejskie, których w okolicy Moskwy zupełnie nie spotykamy. Ku początkowi piętra wołżańskiego musiało być otwarte choć chwilowo i połączenie środkowe, gdyż koło Tomaszowa nad Pilicą Michalski odkrył warstwy wirgatowe typu moskiewskiego. Prawdopodobnie posunęły się one ku południowi pod wpływem zimnego prądu morskiego.

Moskiewski typ jury nie ogranicza się samym, chociaż ogromnym obszarem Rosyi europejskiej. Napomknęliśmy już, że podobne utwory znaleziono w całej Syberyi aż do wybrzeży Oceanu Spokojnego, i wszędzie charakteryzują je formy podobne, a przede wszystkim Aucella. Lecz i dalej w terenach północnych spotykamy pokrewne utwory. Różni podróżnicy przywieźli ze Szpicbergu charakterystyczne rosyjskie skamieniałości jurajskie, znaleziono je na wyspie Andø przy zachodnim wybrzeżu Norwegii północnej. Wielka szwedzka ekspedycja, celem opłynięcia Azji pod wodzą Nordenskiöld, odnalazła je na Nowej Ziemi i na wyspie Preobrażenia na północ od Syberyi, a według innych żeglarzy znajdują się one również na Ziemi Franciszka-Józefa i na wyspach Nowosyberyjskich. Z Alentów opisano liczne charakterystyczne gatunki jury rosyjskiej, a przedłużenie ku południowi stanowią osady Alaski i wyspy Charlotty na zachodnim wybrzeżu Ameryki, podczas gdy pojedyncze odnogi odnajdujemy w jurze Black Hills w Dakocie a nawet w Meksyku. Na odległą północ przenoszą nas spostrzeżenia śmiałego żeglarza McClintocka, który znalazł skamieniałości jurajskie w zlodowaciałym polarnym archipelagu amerykańskim na wyspie Patryka podczas wyprawy w celu odszukania Franklina. Zakończenie całego pasa stanowią wychodnie jury odkryte przez Payera na wschodnim brzegu Grenlandyi a opisane przez Toule. Zbliżamy się do naszego punktu wyjścia—do Szpicbergu. Dokoła bieguna północnego istnieje tedy zamknięte koło zgodnych w istocie utworów jurajskich. Są to ślady wielkiego morza podbie-



gunowego, które w dwóch miejscach wypuszczało odnogi na południe: w obszarze moskiewskim i w zachodniej części Ameryki Północnej.

Jest to fakt wielkiej wagi. Stateczne powiększanie się różnic między jurą moskiewską a środkowo-europejską może być wywołane przez brak połączenia. Lecz w ten sposób wytłumaczyć się nie da absolutny brak rodzajów *Lytoceras*, *Phylloceras* i *Simoceras*, rzadkość rodzaju *Oppelia* i *Aspidoceras*, mnogość aueli i gatunków z grupy *Belemnites excentricus*, wreszcie brak zupełny koralu rafowych. Za przyczynę poczytujemy położenie północne; dochodzimy tedy do nadzwyczaj doniosłego zagadnienia, czy na rozmieszczenie jurajskich zwierząt morskich wywarły wpływ różnice klimatyczne.

Aby tę kwestyę rozwiązać, należy zbadać rozmieszczenie geograficzne innych typów jury. Typ środkowo-europejski, już nam znany, znajdujemy w Anglii, w północno-zachodniej części Hiszpanii i Portugalii, w pozaalpejskiej części Francji, Niemiec i Austrii, wreszcie w Polsce. Dalszy ciąg jego odnajdujemy w południowej Rosji, na brzegach Dońca, na północnym zboczu Kaukazu i prawdopodobnie na półwyspie Mangiszlak na wschodnim brzegu morza Kaspjskiego. Dalej większą przerwę stanowi ląd stary; lecz w Japonii i odosobnionych wychodniach jury w kalifornijskiej Sierra Nevada odnajdujemy znowu utwory typu środkowo-europejskiego. Niewielką jest, co prawda, ilość punktów znanych, lecz wszystkie one leżą w północnej strefie umiarkowanej.

Zgoła odmiennie przedstawiają się występowania alpejskie, które cechują obfite *Phyllocerasy*, *Lytocerasy* i *Simocerasy*. Mamy je w całym alpejskim obszarze Europy, w południowo-zachodniej Portugalii, Hiszpanii, we Francji południowej, we Włoszech, w Alpach i Karpatach aż do ujścia Dunaju w Dobrudży. Znajdują się one również na Krymie i na Kaukazie i w całej Europie stanowią pas, położony na południe od prowincji środkowo-europejskiej. Są to jednak tylko na północ wysunięte placówki. Jura typu alpejskiego znajduje się też w Algierze, w Azji Mniejszej, koło Mombasy i Mozambiku<sup>1)</sup> w Afryce równikowej, na Madagaskarze; znakomicie rozwinięte są te utwory w Indyach, w Cutch przy ujściu Indu i w kilku miejscach na wschodnim wybrzeżu Indii. W pasie bardzo szerokim po obu stronach równika występuje jura typu alpejskiego; w Ameryce utwory te zajmują Gwatemalę i Peru. W Kolumbii niema wprawdzie jury, lecz tylko kreda dolna, która jednak pod tym względem jest zupełnie z jurą analogiczna, należy do typu alpejskiego.

Poznaliśmy trzy strefy, od północy na południe kolejno po sobie następujące: strefę podbiegunową, umiarkowaną i równikową. Prawdopodobnym więc jest, że chodzi tu o różnice klimatyczne. Jeśli pogląd ten jest słuszny, to na południe od strefy równikowej powinny występować utwory południowego obszaru umiarkowanego, pozbawione *Phyllocerasów*, *Lytocerasów* i t. p., i zbliżone do jury środkowo-europejskiej. Tak jest istotnie. W Ameryce Południowej w Andach chilijskich na południe od 20° szerokości południowej i w południowej Boliwii występują warstwy jurajskie, zdumiewająco podobne do typu środkowo-europejskie-

<sup>1)</sup> Jakkolwiek osady koło Mozambiku należą, prawdopodobnie nie do jury, lecz do najniższej kredy, jest to wszakże dla kwestyi tej bez znaczenia.

go. Znikają rodzaje cechujące jurę równikową. Podobieństwo do utworów Szwabii, Szwajcaryi, Francji lub Anglii jest uderzające, choć są pewne odrębne właściwości. Mało znaną jest jura w Nowej-Zelandyi, lecz to co o niej wiemy, odróżnia ją zupełnie od jury alpejskiej lub równikowej, a występowanie rodzaju *Aucella* przypomina raczej stosunki borealne. Z południowego zachodu Australii znamy faunę środkowo-jurajską o cechach pozaalpejskich. Wreszcie w Kolonii Przylądkowej koło Portu Elisabeth znajduje się utwór szczególnie — formacja Uitenhaage, o której to samo powiedzieć należy. Utwór ten wprawdzie nie do górnej jury, lecz do dolnej kredy zaliczyć należy, możemy jednak wziąć go tu pod uwagę, zważywszy, że jura i dolna kreda zachowują się pod względem omawianym jednakowo.

Na południe od 20° szerokości południowej nie znamy ani jednej miejscowości z osadami jurajskimi, rozwiniętymi według typu alpejskiego, natomiast w krajach bardzo od siebie odległych, w Afryce południowej, w Ameryce Południowej, w Australii i na Nowej Zelandyi znaleziono warstwy, w których *Phylloceras* i *Lytoceras* nie występują zupełnie, lub też jest ich bardzo niewiele, a które, pomimo różnic, uwarunkowanych ogromną odległością, we właściwych cechach prowincjonalnych są podobne do środkowo-europejskich. Dowodzi to, iż przyczyną podziału jury na prowincje są różnice klimatyczne. Tu po raz pierwszy widzimy wpływ temperatury na rozsiadlenie zwierząt morskich i odtąd już w dalszych systemach z łatwością wpływ ten stwierdzić możemy. Jeśli zaś tę samą metodę zastosować zechcemy do systemów przedjurajskich, to wielkie napotkamy trudności. Widzieliśmy, że tryas w Europie pozaalpejskiej występuje w postaci osobliwych utworów śródlądowych, a różnica od obszaru alpejskiego jest tak znaczna, fauna zaś tak uboga, że niepodobna tam badać wpływu stosunków klimatycznych na fauny morskie. Równie nieodpowiednim do tego celu jest rozwój permu w Europie. W systemie węglowym nieprzewyciężoną przeszkodę stanowi występowanie pokładów produkcyjnych, w dewonie zaś — rozprzestrzenienie starego czerwonego piaskowca.

Dowiedzieliśmy się przeto, że w epoce jurajskiej pod wysokimi szerokościami panowała temperatura niższa niż w krajach równikowych, nie posiadamy natomiast żadnych punktów oparcia do ocenienia absolutnej wartości ówczesnych temperatur. Zdawałoby się, że rozprzestrzenienie koralów rafowych mogłoby tu dać pewne wskazówki, gdyż obecnie zwierzęta te tam tylko zamieszkują, gdzie temperatura wody morskiej nigdy nie spada poniżej 20° C. A ponieważ takie koralce pojawiają się jeszcze w górnej jurze Anglii i Niemiec północnych, przypuszczaćby można, że w krajach tych musiałyby podówczas panować klimat odpowiedni. W jurze rafy koralowe sięgają 53° szerokości północnej, a ponieważ obecnie najdalszym punktem ich występowania przy wyspach Bermudzkich jest 32° szer. półn., przeto od jury izotermi przesunęłyby się o 20° szerokości geograficznej. Takie przypuszczenie wypływa wszakże z nieuzasadnionej przesłanki, że koralce rafowe zawsze musiały żyć w jednakowych warunkach, że ich potrzeby cieplne od jury nie uległy zmianie, a przypuszczenie to jest mało prawdopodobnym (p. str. 25).



Rozprzestrzenienie osadów jurajskich i ich fauna i flora dają oprócz tego możność sądenia o rozmieszczeniu wody i lądu. Kontury mórz i lądów jurajskich odtworzyć możemy choć w najgrubszych zarysach. Ponieważ wszakże granice oceanu podczas epoki jurajskiej znacznym podlegały zmianom, tak iż na ogromnych obszarach brak morskich osadów liasu, a istnieją tylko górnio-jurajskie, przeto obraz nasz będzie się odnosić tylko do pewnej chwili. Wybieramy w tym celu czas największego rozprzestrzenienia jury górnej na półkuli północnej.

Znamy już kilka w tym względzie zasadniczych faktów. Po przez Europę środkową i południową, przez dzisiejsze morze Śródziemne, przez Algier i Tunis ciągnęło się otwarte morze aż do Syrii, Azji Mniejszej i Kaukazu. Na południe odeń w pasie pustynnym Afryki północnej i Arabii brak zupełnie osadów jurajskich, a kreda górna spoczywa bezpośrednio na warstwach paleozoicznych — jest to południowy brzeg naszego morza. Z drugiej strony wiemy, że zagłębie moskiewskie od środkowo-europejskiego oddzielały dwie wyspy, z których jedna ciągnęła się od Donu aż do Lublina, druga zaś od miejscowości na północ od Lublina do okolic Kowna. Dalszą granicę stanowił prastary masyw skandynawski, prawdopodobnie aż do wysp Shetlandzkich. Na zachód od nich istniało znowu połączenie z oceanem arktycznym, jak przypuszczać należy z blizkiego pokrewieństwa jury północno-szkockiej do typu borealnego.

Jeżeli zwrócimy się na wschód, w południowo-zachodniej Syberii, w Turanie i Turkiestanie znajdziemy obszerne lądowe lub słodkowodne utwory węglowe jurajskie, była tam przeto znowu wielka wyspa. Między tą wyspą a płytą pustynną Arabii morze przez Persyę i Afganistan ciągnąć się musiało na wschód, gdyż według Waagena jura z Cutch przy ujściu Indu tak podobną jest do środkowo-europejskiej, że między tymi terenami musiało istnieć bezpośrednie połączenie morskie. Ponieważ Beyrich stwierdził, że koło Mombasy na wschodnim wybrzeżu Afryki, pod 4° szer. połud. występuje jura, zupełnie podobna do jury z Cutch, możemy wnosić, że morze aż do tych okolic sięgało. W Mozambiku na wschodnim wybrzeżu Afryki, w zachodnim Madagaskarze i w Antalo w Abisynii spotykamy również osady tego samego morza. Na zachodzie ograniczała je wielka masa środkowo i południowo-afrykańska, która należy do najstarszych lądów, a wówczas oczywiście była połączona z północno-afrykańskim obszarem pustynnym.

Najwyższego znaczenia są stosunki w Afryce południowej. We wschodniej części Kolonii Przylądkowej występuje tam już wzmiankowana formacja Uitenhaage, która zastępuje najniższą część systemu kredowego, a może i drobną część najgórnniejszej jury. Utwór ten co do fauny zgoła nie jest podobny do osadów z wybrzeża wschodniego Afryki środkowej lub z Madagaskaru, a jeszcze mniej do europejskich, posiada natomiast pewne cechy wspólne z utworami Indyi i zachodniego wybrzeża Ameryki Południowej. Stąd wynika, że ląd oddzielał morza, z których osadzały się warstwy jurajskie środkowo i południowo-afrykańskie, a natomiast od przylądka Dobrej Nadziei morze ciągnąć się musiało do miejscowości jurajskich na północ i na wschód od odwiecznego lądu Dekanu. Wyprowadzamy stąd hipotezę, że od Afryki południowej przez wschodnią część Madagaskaru aż do Cejlonu i Dekanu ciągnął się półwysep, którego szczątki obecnie stanowią może Seszelle, Amiranty, wyspy Chagos, Malediwy i Lakadiwy.

Ze stosunków, dotyczących formacji Uitenhaage, dalszy jeszcze wyprowadzić możemy wniosek. Do jury europejskiej jest ona mało podobna, lecz posiada pewne cechy wspólne z jurą Andów chilijskich. Tyczy się to nie swobodnie pływających mieszkańców otwartego morza, lecz małżów płytkiego morza, które zazwyczaj rozprzestrzeniają się wzdłuż wybrzeży, a nie przez otwarte morze. Gdyby zatem wówczas istniała już południowa część oceanu Atlantyckiego, spodziewałby się raczej należało podobieństwa do płytkowodnych form Europy, a nie do form z zachodniego brzegu Ameryki Południowej. Pośród przybrzeżnych małżów Chili i Boliwii znajdują się liczne typy europejskie, które tu również wzdłuż wybrzeża dostać się musiały. Przypuszczać należy zatem, że odwieczna masa brazylijska łączyła się wówczas z etyopską wpoprzek oceanu południowo-atlantyckiego, co potwierdza brak utworów jurajskich na jego wybrzeżach. Indye zachodnie, Amerykę środkową i Meksyk pokrywało prawdopodobnie morze, połączone z zagłębieniem środkowo-europejskim i alpejskim. Natomiast cała wschodnia połać Ameryki Północnej od Texasu do Grenlandyi była lądem, wiele zaś przemawia za tem, że ląd ten przez znaczną część oceanu Atlantyckiego ciągnął się aż do Szkocyi.

Ujmując wszystko w całość, znajdujemy wazkie morze, rozciągnięte z zachodu na wschód (centralne morze śródziemne, ocean „Tetydy“), które z Ameryki środkowej przez Europę środkową i południową, przez Azyę Mniejszą, Persyę, Afganistan i Beludżystan sięga aż do Indyi, a koło ujścia Indu tworzy wielką zatokę, ciągnącą się na południe do Mozambiku i Madagaskaru (śródziemne morze etyopskie). Południowy brzeg tego oceanu stanowią ląd brazylijsko-etyopski i półwysep indo-madagaskarski. Na północy leży ląd nearktyczny, który obejmuje wschodnią większą połowę Ameryki Północnej wraz z Grenlandyą i przedłuża się aż do Szkocyi. Dalej znajduje się wyspa skandynawska, za nią mniejsze wyspy, oddzielające zagłębienie moskiewskie od środkowo-europejskiego, wreszcie wielka wyspa turańska. Dalej ku wschodowi znajdujemy wielkie obszary, na których jury brak zupełnie lub też reprezentują ją osady śródlądowe z roślinami lądowymi i węglem. Tyczy się to większej części gór Tian-szań, południowego krańca Syberyi wschodniej, obszaru nadamurskiego, Chin, o ile tylko je zbadano, całych Indochin, wysp Malajskich i Papuańskich, wreszcie znacznej części Australii. W Japonii, na południowym zachodzie i południowym wschodzie Australii (Queensland), wreszcie na Nowej Zelandyi utwory śródlądowe z pokładami węgla i osady morskie tak ściśle są połączone, iż był to z pewnością pas nadbrzeżny, w którym morze to posuwało się naprzód, to ustępowało miejsca lądowi. Cechy wspólne flory lądowej i pewne inne podstawy, nad którymi rozwodzić się nie możemy, dowodzą istnienia wielkiego chińsko-australijskiego lądu, który ciągnął się od południo-wschodniej Syberyi przez Chiny, morze Chińskie i Japońskie, Indochiny, wyspy Australijskie, Australię, wyspy Fidzi aż do Nowej Zelandyi <sup>1)</sup>.

Powstaje pytanie, jakie granice oddzielają obszar powyższy od opisanych poprzednio. W środkowym Tianszaniu, na przełęczy Karakorum i na Pamirze znaleziono odosobnione morskie osady jurajskie, które są bardzo rozpowszechnione w Tybecie. Znajdują się tam skały o bardzo szczególnym pokroju, obfitujące

<sup>1)</sup> Ponieważ na wyspach Timor i Rotti w archipelagu Sundzkim stwierdzono istnienie morskiego liasu i jury, przeto ląd powyższy nie mógł tworzyć masy jednolitej.





w amonity; przypominają one rozwój borealny cechami pewnych amonitów, licznem występowaniem aucelli, wreszcie brakiem lub rzadkością rodzajów amonitów właściwych strefie umiarkowanej i równikowej. Oczywiście utwory te łączyły się z borealnymi, a ślady połączenia stanowią morskie osady jury w środkowym Tianszaniu. W jurze tybetańskiej znajdują się jednak pewne gatunki, właściwe utworom z Cutchu nad Indem; oczywiście przeto istnieć musiało bardzo ograniczone połączenie Cutchu z zagłębieniem tybetańskim.

W ten sposób odnajdujemy połączenie morza północnego z centralnem morzem śródziemnem, które oddziela wyspę turańską od ładu chińsko-australijskiego. Łąd ten nie mógł się łączyć również z ładem brazylijsko-etyopskim, czy też z jego półwyspem indomadagaskarskim, gdyż jura na południowym zachodzie Australii bardzo przypomina europejską, a więc musiało istnieć połączenie centralnego morza śródziemnego z południo-wschodem. Zdaje się, iż cały ocean Spokojny, pominąwszy część, zajętą przez ład chińsko-australijski, był już wówczas morzem, jak również północne okolice podbiegunowe wraz z większą częścią Syberyi, Rosyi środkowej i Ameryką północno-zachodnią. Prawdopodobnie morze pokrywało cały lub większą część południowego obszaru podbiegunowego.

Możemy tedy w najgrubszych zarysach odtworzyć rozmieszczenie ładu i morza w epoce jurajskiej. W Europie nieco dalej posunąć się możemy i odróżnić około tuzina wysp: masę czeską, obszar Ardennów, góry środkowohiszpańskie, Irlandyę, Bretanię, połączoną prawdopodobnie z Walią i kilka innych. Pomimo niedostatecznych wiadomości dotychczasowych, możemy z nich przecież wysnuć pewne dość ważne wnioski.

Na mapie (rys. 223) widzimy stosunki geograficzne, jakie panowały koło środka epoki górno-jurajskiej. Łądy są zacieniowane, morza białe, granice między strefą równikową, obiema umiarkowanymi i północną podbiegunową, są zaznaczone. Uderza nagromadzenie wielkich obszarów lądowych przy równiku i w okolicach podzwrotnikowych. Mamy tu wielkie łądy—brazylijsko-etyopski i chińsko-australijski, oba prawdopodobnie tak wielkie, że więcej niż połowa równika biegła po łądzie, podczas gdy obecnie zaledwie  $\frac{1}{3}$  jego przypada na ład, reszta zaś na morze. Natomiast na półkuli północnej było znacznie więcej wody niż obecnie.

Jest to wynik dość nieoczekiwany. Jużśmy zaznaczyli, że odwiecznem jest nagromadzenie łądów w północnej części półkuli półn. Tu stosunki są odwrotne, i nasuwa się pytanie, jak fakt ten zgadzać się może z poglądem poprzednio wyrażonym. Musimy odtworzyć rozmieszczenie ładu i morza podczas innych epok jurajskich, które tak znacznie różnią się w tym względzie. Najstarszy dział, lias, jak wiemy, jest na półkuli północnej znacznie mniej rozprzestrzeniony od jury górnej. Nie tylko liasu, lecz i doggeru brak zupełnie na największym znanym terenie jurajskim—w zagłębieniu środkowo-rosyjskiem i na Syberyi. To samo powtarza się na całym obszarze północnym: na Szpicbergu, Nowej Ziemi, Aleutach, w Grenlandyi, na Alasce i w Black Hills Dakoty znajduje się tylko jura górna. Tylko na Ziemi Księcia Patryka zdaje się występować jura środkowa. Liasu brak na całym obszarze arktycznym. To samo powtarza się w Azyi. Dwa tylko znamy punkty liasu na dwóch krańcach olbrzymiego ładu: na Kaukazie i w Japonii. W innych okolicach, w Tybecie, nad Indem, w Azyi Mniejszej, w Syryi istnieje tylko jura górna. W Europie,



pomijając obszar moskiewski, brak liasu na wschód od 33° długości wschodniej od Ferro.

Są to jednak tylko dane ujemne: jutro może będzie odnaleziony lias morski w Azji środkowej lub pod biegunem; nieprawdopodobnym nawet byłoby, aby nasze wiadomości w tym kierunku nie zostały rozszerzone. Lecz choćby to nawet zmieniło niektóre szczegóły naszych zapatrywań, przeważną zawsze pozostanie ilość faktów, dowodzących małego rozprzestrzenienia liasu na półkuli północnej. Ważnym jest również, że także w tych okolicach Europy, gdzie znaleziono lias morski, istniały dość liczne wyspy, a powierzchnia morza była mniejsza, niż w epoce górnio-jurajskiej. W lepiej znanych miejscowościach półkuli północnej mamy przeto pod koniec liasu znaczne powiększenie się obszaru wód i transgresyę, przekroczenie morza w największych rozmiarach, jakie w całych dziejach ziemi rzadko tylko się powtarza. Pierwsze ślady rozszerzania się morza występują w pierwszej połowie jury środkowej, w drugiej—wzrastają one znacznie. Największe wszakże czyni morze postępy w początkach jury górnej, podczas osiadania kelloweju, a najszerzej rozlewa się ono w czasie oksfordu. Trwa to jednakże krótko, i już w końcu oksfordu daje się dostrzegać w wielu miejscach cofanie się morza lub zmniejszanie się jego głębokości. W Syberji tylko, według niezbyt ściśłych co prawda danych, największą powierzchnię pokrywać ma jura najwyższa.

W liasie przeto mamy jeszcze nagromadzenie wielkich mas lądowych na północy półkuli północnej. Badając rosyjskie, syberyjskie i inne północne osady górnio-jurajskie, spostrzegamy przewagę pośród nich osadów wód płytkich — piasków, iłów z licznymi małżami i ślimakami, natomiast niewiele wapieni i brak zwierząt głębokowodnych — liliowców, gąbek krzemionkowych i t. p. Nie utworzyło się przeto nowe olbrzymie, głębokie morze, lecz cokolwiek lądu zachował się oczywiście i został zalany tylko przez płytkie wody.

Pod koniec epoki jurajskiej i ten stosunek zmienił się znacznie. Na obszarze środkowo-europejskim zauważyć się daje cofanie się morza, wyższe piętra górnej jury składają się wszędzie z typowych utworów płytkowodnych, morze znika zupełnie. Wreszcie w całej środkowo-europejskiej prowincji, pomijając mały pasek we Francji środkowej, niema ani śladu utworów morskich, cały obszar był lądem stałym, i tylko kilka jezior słonawowodnych znajdowało się w Anglii, w północno-zachodnich Niemczech i w zachodniej Szwajcaryi. To samo powtarza się w Cutch przy ujściu Indu. Dolna kreda w naszych krajach jest znowu względnie mało rozpowszechniona, tak iż wielkie rozpostarcie morza na półkuli północnej, około środka epoki górnio-jurajskiej, możemy uważać za wyjątek, za epizod w biegu normalnego rozwoju.

Tu inne jeszcze nasuwa nam się pytanie. Jeśli wówczas morze zalało półkulę północną, należy się spodziewać, że w innych częściach kuli ziemskiej wody się cofnęły, gdyż ilość ich w oceanie pozostaje mniej więcej stała. Innemi słowy, znaczna część narysowanych na naszej mapie górnio-jurajskich lądów w okolicy równika i na półkuli południowej stała pod wodą podczas liasu. Pierwsze w tym kierunku wskazówki płyną stąd, że na Nowej Zelandyi lias składa się z utworów bardziej typowo morskich niż piętra jury wyższe, że część lądu chińsko-australijskiego była pokryta przez morze liasowe. Musimy się tego spodziewać także co do lą-

du brazylijsko-etyopskiego, i nie byłoby nic dziwnego, gdyby na zachodnim wybrzeżu Afryki, lub w przybrzeżnych częściach Brazylii znaleziono odosobnione płaty liasu.

Znajomość rozmieszczenia lądów i mórz w epokach dawniejszych i zmian, jakie w rozmieszczeniu tem zachodziły, jest, oczywiście, nadzwyczaj doniosła dla rozstrzygnięcia ważnych zagadnień z dziedziny geologii dynamicznej. W tomie pierwszym widzieliśmy, że zdania geologów co do przyczyn przesuwania się lądu i morza i zmian linii brzegowej, są jeszcze bardzo podzielone. Jedni przyjmują znaczne zmiany w poziomie morza, inni — podnoszenie się i obniżanie lądu. Z poznanych obecnie faktów najbardziej uderzającym jest powiększenie się powierzchni wód na półkuli północnej. Ogólne rozprzestrzenienie tego zjawiska przemawia stanowczo przeciwko obniżaniu się wszystkich lądów. W jakikolwiek sposób tłumaczyć będziemy obniżanie i podnoszenie się lądów, nigdy nie potrafimy wyjaśnić powszechnościowego zjawiska na tak znacznym obszarze. Byłoby to poprostu powiększenie się spłaszczenia ziemi dokoła bieguna północnego, któremu uleżby musiał ląd tylko, a nie morze. Jest to oczywiście niemożliwem, i zmiany powyższe mogą być spowodowane tylko przez przemieszczenie żywiołu ruchliwszego, mianowicie wody.

Jakim był ten ruch wody — nie wiemy. Z licznych atoli hipotez dwie zasługują na baczniejszą uwagę. Według jednej z nich w ciągu bardzo długich okresów woda naprzemian zbiera się w przeważnej ilości to na południowej, to na północnej półkuli, według drugiej zaś, woda naprzemian to zbiera się dokoła biegunów, to odpływa ku równikowi. Lecz dotychczasowe dane nie wystarczają na wyrobienie sądu czy tylko domysłu w tym kierunku. Gdy lepiej będą poznane utwory jurajskie na półkuli południowej, będzie można przystąpić do tej kwestyi z pewnymi widokami powodzenia. Najważniejszą jednak byłaby znajomość budowy geologicznej lądów, położonych dokoła bieguna południowego. Podczas gdy badanie północnych krain podbiegunowych zwracało ogólną uwagę i przyciągało liczne wyprawy naukowe, antarktyczne obszary polarne mniejsze znacznie budziły zainteresowanie. W ostatnich dopiero czasach kilka naukowo wyekwipowanych wypraw przeniknęło w straszliwy pas lodowy, otaczający ląd antarktyczny. W niewielu tylko punktach dotarło do lądu, który składał się ze starych skał masowych. Lecz w innych punktach może być inaczej, a dla geologii byłoby niezmiernie doniosłem poznanie z owych okolic osadów, obfitujących w skamieniałości. Śmiało rzec można, że żadna wyprawa naukowa w kraje dalekie nie może dostarczyć geologii donioślejszych odkryć.



## 6. System kredowy.

TREŚĆ: Kreda pisząca. — Oznaczenie i podział ogólny systemu kredowego. — Świat roślin systemu kredowego. — Zwierzęta bezkręgowce. — Kręgowce. — Rozprzestrzenienie i podział kredy dolnej. — Rozprzestrzenienie i podział kredy górnej.

### Kreda pisząca.

Na znacznych obszarach Niemiec północnych, Francji północnej i Anglii, w wielu okolicach Rosji, dalej w wielu miejscowościach Syrii, Arabii i pustyni Libijskiej występuje skała szczególna — biała kreda pisząca. Tam gdzie fale morza lub inne siły denudacyjne obnażają potężne masy tej skały, tworzy ona olbrzymie prostopadłe urwiska, jak koło Stubbenkammer na Rugii, w wielu miejscach wysp Seeland i Møen, lub na wybrzeżu angielskim między Doverem i Brightonem. Tam zaś, gdzie brak tak wielkich odsłoneń, grunt kredowy tworzy krajobraz mało urozmaicony, często nieco pagórkowaty, z ubogą roślinnością.

Powszechnie znane są zewnętrzne własności kredy. Jest to biały, szarawo-biały lub żółtawy, sypki wapień, który łatwo się ściera i silnie barwi; ta wszakże postać kredy, w której ciało to przez człowieka w gospodarstwie domowym jest używane, różni się znacznie od jego występowania w naturze: tu kreda zawiera zawsze ziarna kwarcu, spatu wapiennego i t. p., wreszcie skamieniałości. Do użytku technicznego wszystkie cząstki grubsze zostają oddzielone zapomocą szlamowania: drobno zmieloną kredę poddają działaniu prądu wody, który unosi tylko części pyłkowate, a osad z tej mlecznej cieczy jest naszą kredą piszącą. Kreda biała tworzy potężne, prawie nieuwarstwione osady, w których podział na ławice wywołany bywa tylko przez to, że w pewnych odstępach wtrącone są liczne wkładki ciemnych buł krzemienych, ukazujących się jako ciemne paski. Analiza chemiczna kredy podaje prawie czysty węgiel wapnia. Znacznie ciekawsze natomiast wyniki dają badania mikroskopowe<sup>1)</sup>; wykazują one, że mamy do czynienia z nagromadzeniem drobnitkich szczątków organicznych, między którymi najważniejszą rolę odgrywają skorupki otwornic i bez porównania mniejsze kokkolity (p. t. I, str. 689). Podobny skład znajdujemy co prawda również przy badaniu mikroskopowym cienkich skrawków niektórych zbitych wapieni; co kredę wszakże odróżnia, to luźne połączenie cząstek, których nie spoił jeszcze i nie zamaskował proces krystalizacji wtórnej. Nastąpiło tylko pewne stwardnienie, mamy przeto przed sobą nieco stwardniały osad otwornicowy, taki, jaki obecnie się tworzy w głębiach oceanów. Jednakże zgodność kredy z dzisiejszym mułem głębinowym nie jest zupełna; między otwornicami kredy panują rodzaje *Textularia* i *Rotalia* (rys. 224), w mule obecnym — *Globigerina* i *Orbulina*. Można by stąd wnosić, że w owoch odległych czasach właśnie *Rotalia* i *Textularia* były wszędzie rozpowszechnionymi otwornicami morza pełnego. Znamy jednakże wapienie

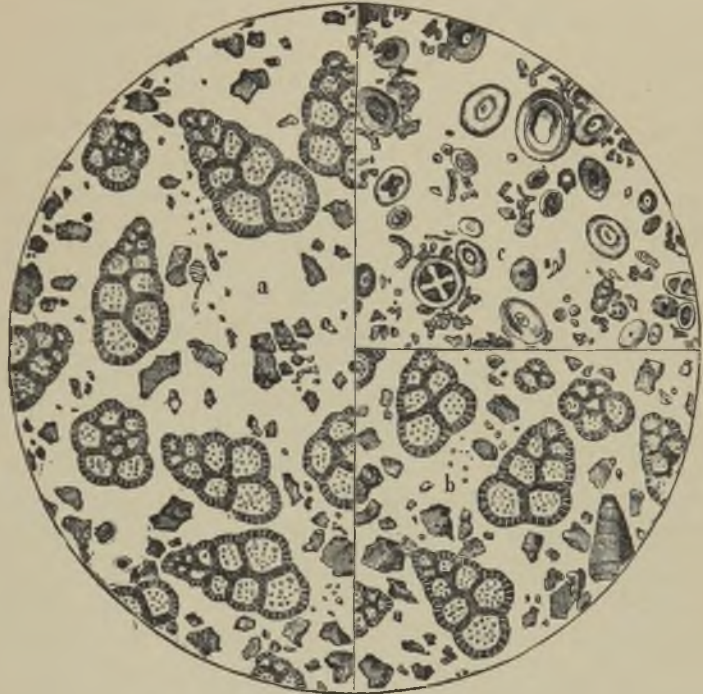
<sup>1)</sup> Do takich badań nie można, rzecz prosta, używać szlamowanego materiału kredy handlowej, lecz skałę w stanie naturalnym; i w tym atoli stanie budowa swoista kredy ujawnia się dopiero po zanurzeniu drobnych cząsteczek w balsamie kanadyjskim.

globigerinowe już z dawniejszych systemów. Przyczyną więc tej odmienności musi być pewna dotychczas bliżej niezbadana różnica facjalna. Nawet z powodu tego zjawiska i kilku innych przyczyn przyjmowano, że kreda biała nie jest wcale utworem głębinowym, lecz powstała w płytkiej wodzie; dowody atoli tego poglądu wcale nie są przekonujące. Za głębokowodnem pochodzeniem kredy przemawia nie tylko skład jej ze skorupek otwornic i kokkolitów, lecz i charakter innych znajdujących w niej skamieniałości. Jak w mule globigerinowym mórz obecnych, tak samo w kredzie znajdujemy wielką ilość gąbek krzemionkowych; spotykamy jeżowce, które wykazują najbliższe pokrewieństwo z dziś w mule globigerinowym znajdowanymi, dalej liliowce i liczne ramienionogi. A chociaż między małżami występują pewne rodzaje, które przeważnie w wodach płytkich są rozpowszechnione, to wyróżniają się one jednak zazwyczaj małymi wymiarami i cienkością skorupy; stąd wnosić można, że nie żyły tu one w warunkach zwykłych.

Z innej znowu strony przeceniano stanowczo znaczenie podobieństwa kredy do mułu globigerinowego

naszych mórz obecnych; chciano stąd niemal wnioskować, iż dziś jeszcze w okresie kredowym się znajdujemy. Pogląd taki nie ma żadnego uzasadnienia. Wapienie przeważnie z globigeryn złożone znamy już z tryasu, a nie jest również wykluczoną możliwością, iż w pewnych częściach mórz od ery mezozoicznej aż do dnia dzisiejszego zachodziło bez przerwy osadzanie się mułu otwornicowego. Lecz przypadek, że tu właśnie taki utwór otwornicowy zachował się w mało zmienionej postaci, nie ma niewątpliwie nic do czynienia z przynależnością do pewnego systemu geologicznego; tem samem prawem możnaby wnosić z podobieństwa pewnych górnosylurskich osadów koralowych do dzisiejszych utworów rafowych, że żyjemy obecnie jeszcze w epoce sylurskiej.

Szczególnym składnikiem kredy białej są mnogie buły krzemienne, których nie znajdujemy w teraźniejszych utworach głębokiego morza. Wprawdzie i one posiadają



Rys. 224. Pozostałość po odszlamowaniu kredy białej: na lewo—z Sussex; na prawo u dołu—z pustyni Libijskiej—z tekstularią i rotalią (powiększenie 150 razy); na prawo u góry pozostałość wysuszona po mlecznej cieczy kredowej, z kokkolitami (powiększenie 1200 razy). (Podług Zittela).



pokażą zawartość krzemionki spowodowaną przez wielką ilość krzemionkowych igieł gąbek, szkieletów radyolari i okrzemek; podczas gdy tu wszakże zawartość krzemionki jest równomiernie rozmieszczona w całym osadzie, w kredzie samej jest ona nadzwyczaj mała i skoncentrowana w zupełności w krzemieniach. Przypuszczano, że krzemienie są ciałami gąbek krzemionkowych, których postać zewnętrzna nie jest już wyraźnie poznawalna; lecz przynajmniej bezpośrednio pogląd taki jest nie do przyjęcia; luźny szkielet gąbki, zbudowany z delikatnych igieł, zawiera znacznie mniej krzemionki, niż była krzemionkowa tej samej objętości. Badanie mikroskopowe wykazuje co prawda, że często ciało gąbki dawało impuls do tworzenia się buły krzemiennej, stanowiło środek, dokoła którego osadzała się dalej krzemionka; częstokroć jednakże znajdujemy również skorupy pierwotnie wapienne rozmaitych skamieniałości zamienione w krzemionkę, lub, co zdarza się jeszcze częściej — nią wypełnione. Przyjąc tedy musimy, że krzemionka, pierwotnie rozsiana wśród całej masy osadu kredowego, skupiła się później w pewnych ogniskach pod wpływem wód krążących w skale i utworzyła tam buły krzemienne.

### Określenie i podział ogólny systemu kredowego.

Ponieważ skała tak osobliwa jak kreda biała musiała zwrócić na się natychmiast uwagę geologów, przeto wcześniej już spotykamy nazwę formacji kredowej, pierwotnie w tem znaczeniu, iż osadzała się ona wszędzie z jednakowymi cechami. Że tak nie jest, wyjaśnia już choćby krótki opis kredy białej; poznaliśmy w niej ściśle określony utwór facjalny, który w innych okolicach zastępują osady o odmiennym składzie mineralicznym i zawierające inne skamieniałości. Wkrótce okazało się istotnie, że kreda przez tak zwane margle kredowe przechodzi w zwykłe margle lub zbite wapienie tegoż wieku; odkryto jednoczesne utwory piaskowcowe i gliniaste; pomimo to nazwa została zachowana. Później znaleziono, że potężny, złożony z wielu ogniw i obfitujący w skamieniałości szereg osadów leży między jurą górną a kredą białą, i w Europie przynajmniej wiele z tą ostatnią wykazuje związków. I te utwory, w których brak zupełnie skał do kredy podobnych, włączono do systemu kredowego i w ten sposób rozszerzono nieodpowiednio znaczenie tej nazwy. Można chyba powiedzieć, że żadna nazwa systemu geologicznego nie została wybrana równie nieszczęśliwie jak ta. Coś podobnego mamy co prawda w systemie węglowym, w którym sam węgiel stanowi tylko skromną część ogółu skał, lecz tam przynajmniej pokłady węgla występują we wszystkich poziomach od góry do dołu, choć nie wszędzie jednakowo często. W systemie jednak kredowym widzimy, że skała, która mu nazwę dała, ogranicza się całkowicie do poziomu najwyższego. Zmiana tej nieudatnej nazwy byłaby bardzo pożądana, gdyby nie była tak głęboko zakorzeniona, iż zastąpienie jej inną jest bodaj już niemożliwym. Geolog fachowy wie co prawda dość dokładnie, że gdy mowa o warstwach „kredowych“, to składają się one znacznie częściej z glin, łupków, piaskowców, wapienia niż z kredy prawdziwej, i nie może to już chyba dawać powodu do omyłek; lecz temu, kto sobie dopiero pogląd na geologię wyrobić pragnie, dwuznaczność wyra-

zenia przeszkadzać może. Aby uniknąć powikłań, tam, gdzie chodzi o właściwą skałę kredową, występującą tylko w górnej części systemu w kilku krajach, zawsze używać będziemy nazwy kredy białej lub piszącej, przez „kredę” zaś poprostu rozumieć będziemy cały system geologiczny ze wszystkimi różnymi rodzajami jego rozwoju.

Poszczególne ogniwa, które dziś bywają skupiane pod mianem systemu kredowego, były pierwotnie rozmaicie oceniane i przez długi czas zapoznawano ich łączność. W niektórych miejscowościach, mianowicie w Saksonii i w Czechach, część



Fig. 225. „Baszty” w Szwajcaryi Saskiej.

górnej kredy reprezentuje potężny piaskowiec, który dla skłonności do rozpadania się na kostki otrzymał miano ciosowego (Quadersandstein, piaskowiec kostkowy). Liczne prostopadłe szczeliny powodują, że przez wietrzenie i erozyę powstają pionowe urwiska, że z pośród kompleksu warstw, podlegających zniszczeniu, zachowują się odosobnione olbrzymie, niekiedy bardzo smukłe słupy, i wogóle występują bardzo szczególne formy wietrzenia. Tej to właściwości zawdzięczają swój urok krajobrazowy Saska i Czeska Szwajcarya; pionowe urwiska mas skalnych Königsteinu i Liliensteinu, śmiałe wieżycy i turnie, t. zw. „Baszty” (rys. 225), słupy w Bieler Grand, słynne adersbachskie kamienie w Czechach, wszystkie one utworzone są z piaskowca ciosowego.



Niejednokrotnie w połączeniu z tym piaskowcem, często zaś, mianowicie w Niemczech póln.-zachodnich, bez niego, występują wapienie, mniej lub bardziej marglowate, które otrzymały miano „pleneru“ (od „Plauener Stein“—planeński kamień). Plener, tak samo jak kwader, uchodził dawniej za formację samoistną. Wkrótce wszakże poznano, że wszystkie te utwory, jak również kreda pisząca, pod względem geologicznym jak paleontologicznym wykazują ściśle pokrewieństwo, należą wszystkie do górnej części systemu kredowego. Natomiast osady dolnokredowe Niemiec północno-zachodnich pojęto jako utwór samoistny, jako gliny i zlepierce hilskie.

Wogóle warunki geologiczne w Niemczech północnych i środkowych nie są takie, aby wczesnemu stadium wiedzy geologicznej ułatwić poznanie stosunków i następstwa poszczególnych oddziałów systemu kredowego; badanie utrudniają tu w wysokim stopniu wielokrotne zmiany facyalne i złe odsłonięcia. Lepsze warunki znajdują się w Anglii; tu po raz pierwszy ustalono kolejne następstwo osadów kredowych. Najgłębsze ogniwo morskie stanowi tu dolny piasek zielony, utwór nadzwyczaj dla Anglii ważny, gdyż w wielu miejscach, a mianowicie w okolicy Londynu, stanowi on główny poziom wodonośny, do którego studnie artezyjskie dotrzeć się starają. Powyżej następuje utwór gliniasty — gault, wyróżniający się w wielu miejscowościach ilością skamieniałości, częstokroć zachowanych z wspaniałą warstwą perlomaciczną; nad gaultem leżą znowuż piaski zielone, zwane górnym piaskiem zielonym, powyżej nieczyste wapienie marglowo-kredowate, t. zw. margiel kredowy, wreszcie jako ogniwo najwyższe—kreda biała.

Doskonale rozwinięty jest system kredowy we Francji; nie tylko można było poznać tu lokalne następstwo warstw, lecz ustalić również podział bardziej ogólny, do którego włączono odpowiednie osady rówieśne najrozmaitszych okolic. Jest to mianowicie zasługą niezmiernie badacza francuskiego d'Orbignyego, który podał następujący podział na piętra:

- 7) Danien (od Danii) = piętro duńskie = dan.
- 6) Senonien (od galijskiego szczepu Senonów) = senon.
- 5) Turonien (od galijskiego szczepu turonów) = turon.
- 4) Cenomanien (od Cenomanum, Le Mans we Francji) = cenoman.
- 3) Albien (od departamentu Aube) = piętro albijskie = alb.
- 2) Aptien (od miasta Apt we Francji) = piętro aptyjskie = apt.
- 1) Neocomien (od Neocomum, Neuchâtel) = neokom.

My przyjmujemy tu ugrupowanie w kilku punktach odmienne, usuwając piętro duńskie, które za górną część senonu uważać należy, a mało używane miano albu zastępując lepiej znaną nazwą gaultu, pochodzącą od miejscowej nazwy angielskiej. Odróżniamy tedy:

A. Kredę górną.  
6) Senon.  
5) Turon.  
4) Cenoman.

B. Kredę dolną.  
3) Gault.  
2) Apt.  
1) Neokom.

W sześciu tych głównych piętrach wyróżniono znowu, jak w jurze, liczne mniejsze oddziały, których wszystkich przytaczać tu nie chcemy. Szczegółowy po-

dział jury podaliśmy, aby raz pokazać, do jakich szczegółów docierają badania; lecz nie odpowiadałoby celowi książki niniejszej, aby w opisie każdego poszczególnego systemu przytaczać najdrobniejsze jego części.

## Świat roślinny systemu kredowego.

Gdy przy badaniu flory kredowej w Europie przedewszystkiem się rozglądamy, to spotykamy w kredzie dolnej rośliny, niewiele tylko od jurajskich typów różne: monotonne lasy składają się z paproci drzewiastych, drzew iglastych i sagowców. Wśród drzew iglastych obcą nam spotykamy i niezwykle mieszaninę form; obok salisburiowatych, które do doby obecnej dochowały się w postaci chińskiej rośliny *Ginkgo biloba*, występują szczególne typy, jak *Frenelopsis*, zbliżone do cyprysów. Obok nich istnieją prawdziwe jodły. Bagna są zasiedlone, miast olbrzymich kalamaryi, przez małe skrzypy; wraz z nimi rosną małe widłaki i ramienicowate. Z florą tą zapoznały nas mianowicie utwory wealdeńskie północnych Niemiec i Anglii oraz warstwy wernsdorfskie Karpatów morawsko-śląskich.

Obraz zmienia się jednak zupełnie, gdy zwrócimy się do jednego z licznych znalezisk roślinnych górnej kredy: zamiast paproci, drzew iglastych i sagowców, pojawiają się w wielkiej ilości liście roślin kwiatowych. Szczególnie zdumiewa nas przy tem spostrzeżenie, że nie wyłaniają się z początku zwiastuny nowych typów. formy znacznie różne od przedstawicieli teraźniejszych, w których możnaby przypuszczać czy to typy zbiorowe, łączące w sobie cechy kilku dziś oddzielnych rodzin, czy to formy przejściowe, łączące grupy nowe z geologicznie starszemi. Nic podobnego zauważyć nie można. Odrazu pojawia się cała rzesza form najrozmaitszych, a między niemi wiele tak bardzo zbliżonych do żyjących obecnie, że przynależności ich wzajemnej nie można podawać w wątpliwość. Istnieją co prawda i typy wygasłe: tak przedewszystkiem wielkolistne krednerye, należące do charakterystycznych roślin kredowych, a których stosunki pokrewieństwa są dotychczas niewyjaśnione. Obok nich wszakże występują tulipanowce, rozprzestrzenione są wspaniałe północno-amerykańskie i chińskie magnolie; znajdujemy dęby, buki, wierzby, wiśnie, bluszcz a obok nich rośliny czysto podzwrotnikowe z gromad palm, aralii, cezalpinii i in.

Przy żadnej chyba sposobności nie uwydatnia się bardziej trudność, a raczej niemożliwość powzięcia ścisłego sądu o klimacie okresu na podstawie świata roślinnego. Obok licznych potomstwa strefy gorącej, znajdują się tulipanowce i magnolie ciepłych krajów strefy umiarkowanej, a buki, wierzby, wiśnie, bluszcz i wiele innych roślin i dziś tam, gdzie znajdują się ich szczątki kopalne; możnaby więc z jednakowym prawem z występowania jednych roślin wnioskować o gorącym, jak z występowania innych—o umiarkowanym klimacie. W rzeczywistości zaś zgoła niepodobna na tej podstawie opierać innych wniosków, niż ten jeden, że rośliny w ciągu okresów geologicznych były zdolne do głębokiej aklimatyzacji.

Wobec tego ważnijszem bez porównania jest to, co wiemy o rozprzestrzenieniu roślin kredowych. Pod tym względem ograniczeni jesteśmy przeważnie do Ameryki Północnej i krajów borealnych. Grupa dakocka w Ameryce



Północnej, która odpowiada mniej więcej naszemu cenomanowi, zawiera bogatą florę; tu bardziej niż w Europie przeważają rośliny dwuliścienne, a natomiast ustępują paprocie, drzewa iglaste i sagowce. Odnajdujemy tam znów tulipanowce i magnolie, a wraz z nimi dęby, fikusy, platany, klony, głóg, wierzby, topole, brzozy, buki, aralie, liczne wawrzynowate, szczególnie sassafras, dalej szarańce (*Hymenaea*), mydleńce (*Sapindus*) i wiele innych. Na florze tej zauważyć się daje charakter nie tyle podzwrotnikowy, ile specyficznie amerykański: większość typów drzew, które obecnie w Ameryce Północnej rosną, ma przedstawicieli już w górnokredowej florze dakockiej, a formy dzisiejsze powstały z tamtych drogą zmian stopniowych.

Ścisłe są również związki z florą górno-kredową krajów podbiegunowych, mianowicie Grenlandyi półn. Cenomańskie warstwy atanejskie zawierają tu liczne rośliny dwuliścienne; znajdują się tu również magnolie, krednerye, fikusy, sassafras, a niedawno A. Nathorst w tych samych okolicach, pod 70° szerokości północnej, odnalazł drzewo chlebowe, *Artocarpus*, roślinę typowo podzwrotnikową, tam, gdzie tylko nędzna karłowata roślinność żyć może obecnie (rys. 226). Wielka ilość identycznych gatunków, a więcej jeszcze rodzajów łączy górnokredową florę Grenlandyi z florą północno-amerykańską, choć oba obszary dzieli nie mniej niż 35° szer. geogr. Wiele jest również podobieństwa do górnokredowej flory europejskiej.

W Grenlandyi, mianowicie w dolnokredowych warstwach Komejskich, znajduje się jeszcze druga flora kredowa. Liczne paprocie, pojedyncze widłaki i skrzypy, pokaźna ilość sagowców i drzew iglastych miesza się z trawami i sitowiem, a całość tej flory wykazuje godne uwagi podobieństwo do flory dolnej kredy w Europie, mianowicie w warstwach wernsdorfskich. Jednak obok tych roślin o dawnym, jurajskim pokroju znajduje się tu już roślina dwuliścienna, topola; mogłoby to przemawiać za przeniesieniem praojczyzny górnokredowej flory europejskiej, mianowicie roślin dwuliściennych, do północnych krajów podbiegunowych.

Nowsze odkrycia w Ameryce Północnej dowiodły mylności tego poglądu. Już w neokomie, w formacyi potomackiej, występuje tu bogata flora dwuliściennych. Formacya ta, zawierająca węgiel, a od rzeki Potomak biorąca swą nazwę, ciągnie się wązkim pasem na wschodnim zboczu Apalachów; zaczynając się w neokomie, najwyższymi warstwami sięga ona pewnie do cenomanu, i składa się z osadów, obfitujących w rośliny, a w których się łączą przybrzeżne osady morza i utwory deltowe rzek kredowych. W warstwach głębszych panują rośliny typu jurajskiego. Obok nich pojawiają się już wszakże pojedyncze dwuliścienne, które później w warstwach wyższych znacznie przeważają. Uderzającym jest istnienie staroświeckich typów zbiorowych, których brak nam zupełnie w górnokredowej florze Europy i dalekiej północy. Fontaine opisuje cały szereg form tego rodzaju; tak *Proteaephyllum* jest formą, która stoi najbliżej protei, lecz przypomina również bluszcz, persoonię, banksię i t. p. *Araliaephyllum* (rys. 226, 5) łączy w sobie cechy aralii, liquidambaru i sassafras; *Aceriphyllum* (rys. 226, 6) — cechy klonów, sassafras, aralii, sterculii, i t. d. Tutaj przeto możemy badać historię dwuliściennych o krok bliżej jej początku, o mały krok wszakże. Rodzaje, które tu w typy zbiorowe się łączą, są bardzo blisko spokrewnione; zapominać również nie powinniśmy, że obok tych form pierwotniejszych znajdują się już takie, które są zupełnie z teraźniejszemi identyczne co do rodzaju. Szczególniej w pośród nich zaznaczyć

należy sassafras, tę charakterystyczną roślinę wawrzynowatą, która i dziś jeszcze rośnie w Ameryce Półn. w ojczyźnie swych przodków. Wymienić dalej należy jeszcze szaraniec (*Hymenaea*), który obecnie zamieszkuje Amerykę podzwrotnikową, wreszcie *Sapindopsis* (rys. 226, 7). Rodzaj ten jest bardzo blisko spokrewniony, jeśli nie identyczny z mydleńcem (*Sapindus*), również formą Ameryki zwrotnikowej. Już tych form, pomijając wiele innych, niedość ściśle jeszcze oznaczonych, wystarczy, aby poznać, że flora potomacka posiada charakter zgoła nowoczesny,



Rys. 226. 1) *Artocarpus Dicksoni*, drzewo chlebowe, z kredy grenlandzkiej (podług Nathorsta),  $\frac{1}{2}$ , wielk. rzeczywistej; 2) *Aralia proxima* z *Buaros* (Portugalia); 3) *Magnolia palaeoretica*, z *Bussaco* (Portugalia); 4) *Salix assimilis*, z *Nazareta* (Portugalia; podług Saporty),  $\frac{1}{2}$ , wielk. natural. 5) *Araliaephyllum obtusilobum*, formacja potomacka; 6) *Aceriphyllum aralioides*, formacja potomacka; 7) *Sapindopsis magnifolia* (podług M. Fontainea),  $\frac{1}{2}$ , wielk. natural.

pomimo istnienia licznych typów zbiorowych. Naprawdę szukamy w niej łączników, któreby pośredniczyły między odległymi obecnie roślinami, lub też form, któreby nas pouczyły, w jaki sposób rośliny kwiatowe dwuliścienne powstawały z typów niższych; wyższe rośliny kwiatowe odgałęzić się musiały w dawniejszych jeszcze czasach.

Nie odbyło się to z pewnością w okolicach borealnych; widać to już z dawności geologicznej i ze stosunku flory potomackiej do dakockiej, a tej do dzisiejszej flory Ameryki Północnej. Jeśli, jakśmy widzieli, już formacja potomacka zawiera

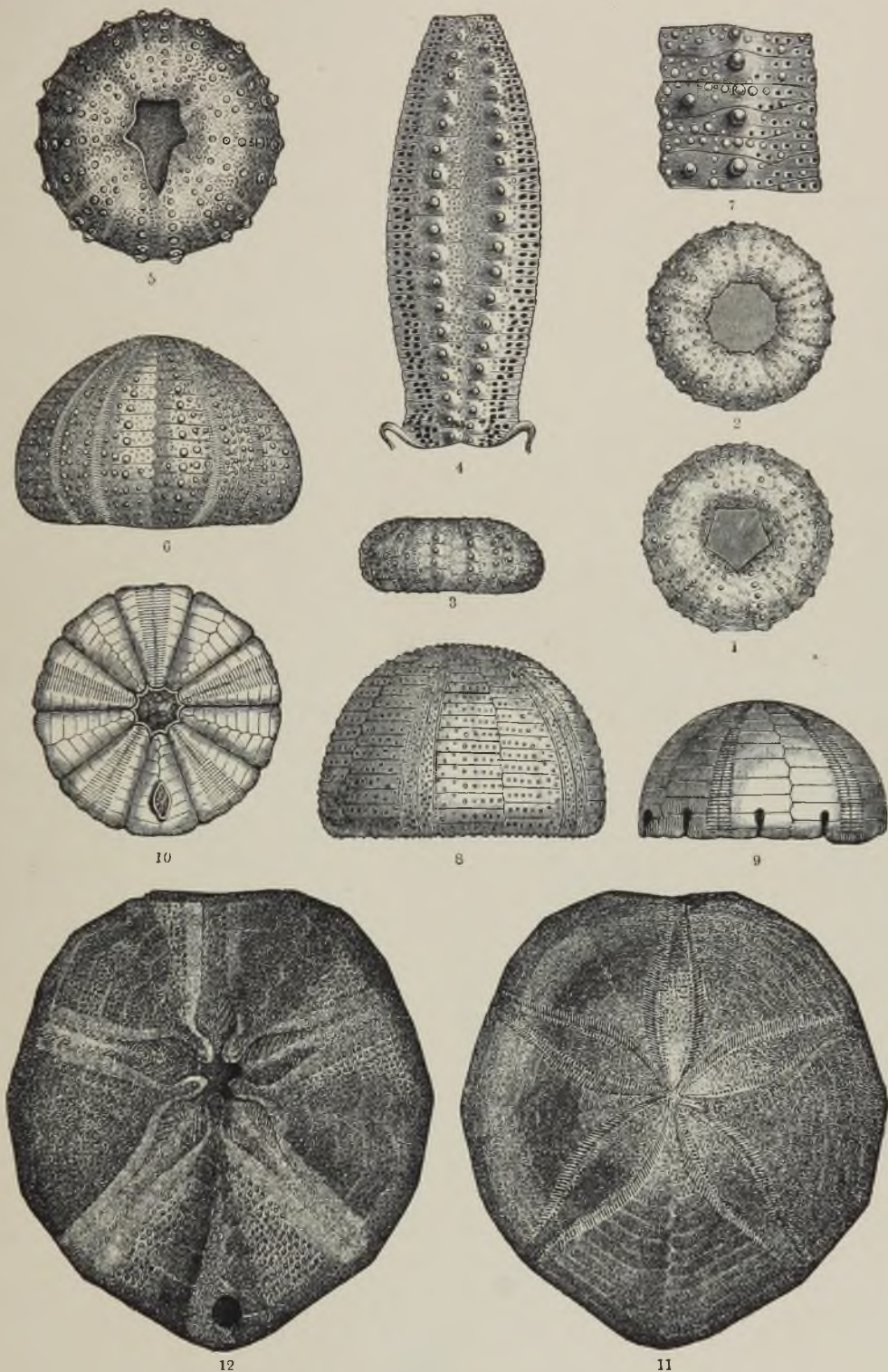


szereg typów specyficznie amerykańskich, to nowoczesny element amerykański przeważa w zupełności w geologicznie młodszej florze dakockiej. Jeśli przeto poznajemy świat roślinny Ameryki Północnej jako czysto miejscowy, jako tubyleczy w ciągu całych okresów geologicznych, to na tej podstawie łatwo szukać można wogóle praojczyzny roślin dwuliściennych na lądzie północno-amerykańskim czyli nearktycznym (p. mapę, rys. 223).

Rozwój świata roślinnego mógł się tu odbywać bez przeszkód. Już od epoki węglowej w Ameryce Północnej panowały stosunki lądowe, podczas gdy Europa ze swą wielokrotną zmianą lądu i morza, a zwłaszcza obszar borealny podczas jury górnej i kredy dolnej na wielkiej przestrzeni przez morze zalewany (str. 279), nie były sprzyjającym gruntem dla ewolucji flory. Tymczasem rozpatrzmy tylko rozwój flory w epoce kredowej; widzimy, że w Ameryce Północnej rośliny dwuliścienne kwitły wówczas, gdy Europę pokrywała jeszcze monotonna, bezbarwna szata roślinna, która się jeszcze z epoki jurajskiej zachowała, tak samo jak pod koniec okresu paleozoicznego na lądzie Gondwana (Indye, Australia, Afryka południowa) rozwinęła się flora, która do Europy dotarła dopiero w erze mezozoicznej (str. 175). Nawet drogi wysledzić możemy, po których rośliny dwuliścienne wędrowały z Ameryki Północnej do Europy; rozprzestrzeniały się one z jednej strony ku Grenlandyi, gdzie pojawiły się już podczas dolnej kredy, a stamtąd w okresie górnokredowym zasiedliły Europę. Przypuszczenie to jest zupełnie uzasadnione na blizkich stosunkach florystycznych Ameryki Północnej, Grenlandyi i Europy. Z drugiej strony rośliny dwuliścienne dotarły, zdaje się, nieco wcześniej nawet, do półwyspu Iberyjskiego, na drodze bardziej ku południowi położonej; w Cercal (Portugalia) znajdują się pierwsze dwuliścienne starodawnego typu w warstwach, odpowiadających aptowi. Podczas gaultu (albu) rozprzestrzeniają się one silnie w Portugalii i dają poznać stosunek zarówno do flory potomackiej jak do czeskiego cenomanu. Według Saporty, czeskie typy cenomańskie szczególnie żywo przypominają menispermum, aralię i magnolię (rys. 226,<sup>213</sup>); oprócz tego stwierdzono istnienie wierzb (rys. 226,<sup>4</sup>), sassafrasu, aristolochii, Proteaephyllum, Myrsinophyllum, Braseniopsis, i kilku innych form. Zarówno w Europie jak w Ameryce Półn. mnożą się odkrycia roślin dwuliściennych. Znane są już neokomskie dwuliścienne i z zachodu Stanów Zjednoczonych, a we Francyi, w departamencie Marny, wykryto gatunek wawrzynu w warstwach albijskich.

## Zwierzęta bezkręgowce epoki kredowej.

System kredowy współzawodniczy z jurajskim liczbą kopalnych szczątków zwierząt morskich bezkręgowych i dostarcza ich w olbrzymiej ilości. Niewiele powodów do uwag dają pierwotniaki; lecz ilość gatunków, zwłaszcza otwornic, jest znaczna. W kredzie piszącej i w wielu innych osadach górnej części systemu spotykamy niezliczone gąbki krzemionkowe; w Niemczech północnych i w Anglii występują nawet dość pokaźne warstwy, zbudowane w zupełności z delikatnych igieł gąbek. Wiele gąbek kredowych wyróżnia się misterną budową, jak dziwaczne coelopty-



Tabl. V. Jeżowce systemu kredowego.

1 — 4) Pseudodiadema Bourgueti, z neokomu. (Według Cotteau). 5) Heterodiadema libycum, z juronu. (Według Cotteau). 6) i 7) Slomechinus denudatus, z neokomu. (Według Cotteau). 8) Discoidea cylindrica, z senonu, okaz skorupy. 9) i 10) Tenże gatunek, jądro kamienne. (Według Desora). 11 i 12) Pygurus Montmolini, z neokomu. (Według d'Orbignyego).



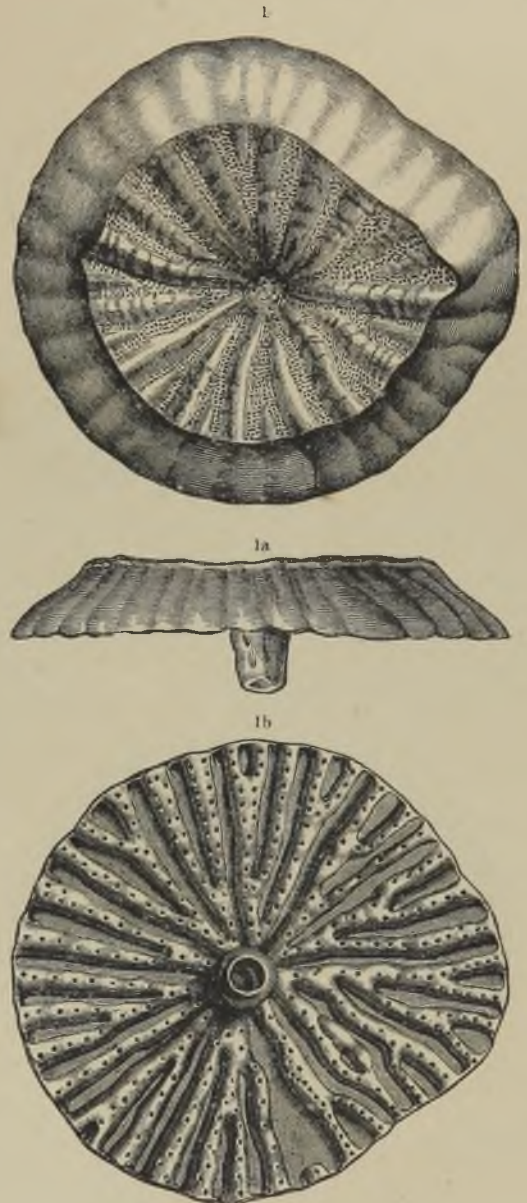
chie na wzór grzyba ukształtowane (rys. 227), syfonie, przytwierdzone do dna za pomocą pewnego rodzaju korzenia i wspierające właściwe swe ciało gąbkowe na smukłej łodydze; towarzyszy im jeszcze znaczna ilość form innych.

Korale występują również licznie i w ogólnych zarysach formy kredowe podobne są do jurajskich. Jako szczególny typ, w wysokim stopniu charakterystyczny dla górnokredowych utworów obszaru alpejskiego, na wzmiankę zasługuje rodzaj *Cyclolithes* (rys. 229), jednokomorowe gatunki z płaskim nadstapiem, nie pokrytem kolcami, i z niezliczonymi przegrodami. Francja południowa, Gosau w Salzkammergucie dostarczyły w olbrzymiej ilości tych koralu, które żyły w płytkich wodach przybrzeżnych lub na rafach koralowych.

Z pośród wielkiego koła szkarłupni, od epoki jurajskiej zmniejszyła się ilość liliowców. Ciekawem jest pojawienie się wśród nich kilku rodzajów pozbawionych łodyg, które, dzięki swym wysokim i cienkim tabliczkom, wielkiej jamie i zawikłanej budowie kielicha, przypominają liliowce paleozoiczne — *Palaeocrinoidea*. Najwybitniejszym jest rodzaj *Marsupites* (rys. 228) przez swe szerokie rozprzestrzenienie geograficzne w Europie, w Indiach i w Ameryce Północnej.

Nadzwyczaj ważne są jeżowce, gdyż pośród nich znajdujemy szereg najpewniejszych skamieniałości przewodnich dla rozmaitych poziomów kredy. Formy prawidłowe, których cechy poznaliśmy przy opisie fauny jurajskiej, występują i tu w wielkiej ilości. Wśród nich *Cidaridae* z wązkiemi, pojedynczymi ambulakrami są nieco słabiej reprezentowane niż pierwiej, podczas gdy stanowczo wzrastają: rodzina glifostomów (tabl. V, 1-7) z szerokiemi,

o skomplikowanej budowie ambulakrami i kanciastym otworem gębowym, dalej rodzina salenidów z płytą środkową w narzędzie wierzchołkowym. Szybko rozwijają się również jeżowce nieprawidłowe z ekscentrycznym odbytem; wszystkie rodziny

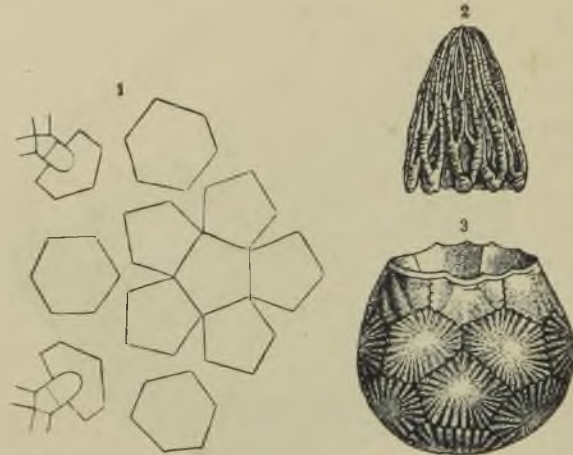


Rys. 227. *Coeloptychium*, z górnej kredy: 1) z góry, 1a) z boku, 1b) z dołu. (Podług Zittela).

już w jurze reprezentowane, Pygasteridae, Echinonidae, Cassidulidae (tabl. V,<sup>11-12</sup>) i Dysasteridae, znajdują się również w kredzie, a do typów charakterystycznych kredy górnej należy zwłaszcza rodzaj *Discoidea* (tabl. V,<sup>8</sup>) z rodziny Pygasteridae i *Galerites* z echinonidów. Oprócz tego już w dolnej kredzie poja-

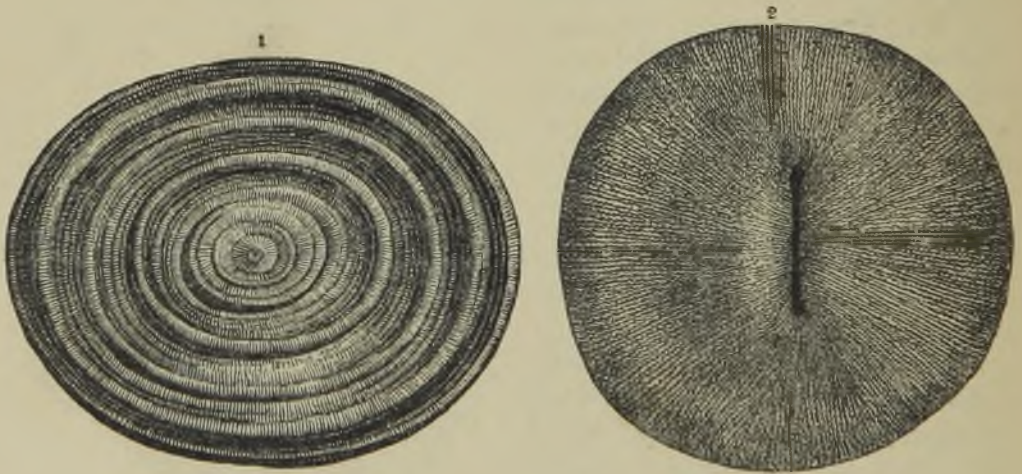
wiają się dwie nowe a ważne rodziny: Ananchytidae i Spatangidae. U obu ekscentrycznie leży nie tylko odbyt, ale i gęba. Ambulakra ananchytidów są proste i ciągną się jak wstęgi od ciemienia ku gębie, podczas gdy u spatangów są one ułożone dokoła ciemienia jak płatki kielicha kwiatowego.

Przedewszystkiem ananchyty są stałymi formami przewodniemi kredy. Pojawiają się one już w dolnej kredzie w postaci rodzaju *Holaster*; w kredzie górnej typ ten trwa i występuje obok szeregu innych, jak *Anan-*



Rys. 228. *Marsupites ornatus*, z kredy górnej: 1) schemat budowy kielichowej, 2) ramiona, 3) kielich. (Podług Zittela).

*chytes*, *Infulaster*, *Stenonia*, *Hemipneustes* i t. d. Szczególniej *Ananchytes ova-* (rys. 230,<sup>2</sup>) jest jedną z najbardziej charakterystycznych skamieniałości kre-

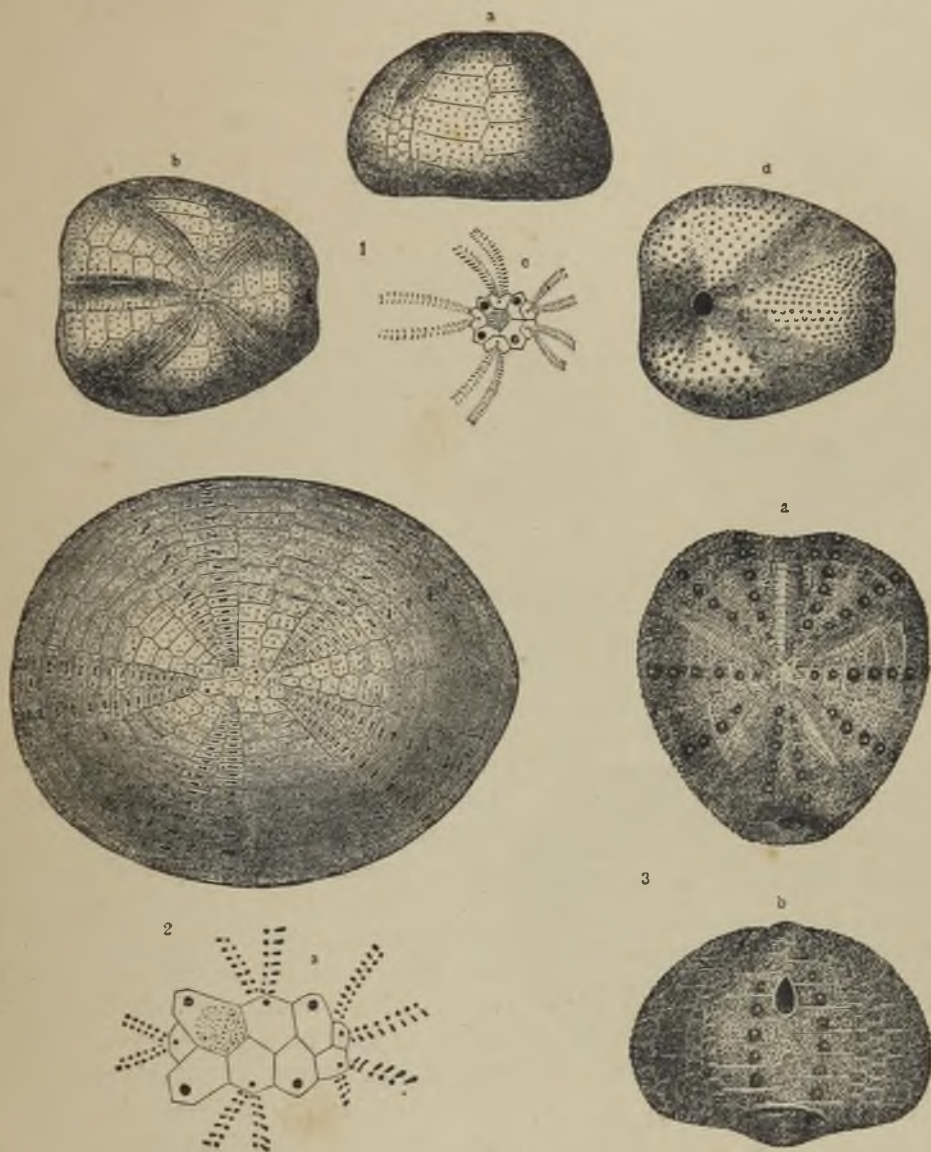


Rys. 229. *Cyclolithes*, z górnej kredy Salzkammergutu: 1) z dołu, 2) z góry.

dy piszącej i utworów współczesnych. Rzecz szczególna, formy te, tak nadmier- nie częste w epoce kredowej, giną tak szybko, że występowanie ananchy- tidów w formacjach trzeciorzędowych należy do największych rzadkości; w młod- szych utworach trzeciorzędowych brak ich dotychczas zupełnie. W świecie te- raźniejszym również przez długi czas nie znano ani jednego przedstawiciela tego



działu, dopóki nowsze badania wielkich głębin morskich zapomocą włoka nie dostarczyły całej masy form, doń przynależnych. Oczywiście ananchytidy były zawsze zwierzętami głębinowemi, i nadzwyczajna ich rzadkość w trzeciorzędzie wy-



Rys. 230. 1) *Toxaster complanatus*, z neokoma. a) z boku, b) z góry, c) narząd wierzchołkowy, d) z dołu. 2) *Ananchytes ovatus*, z kredy górnej; a) narząd wierzchołkowy w powiększeniu. 3) *Micraster coranguinum*, z górnej kredy: a) z góry, b) z tyłu. (Podług Desora).

jaśnia się tem poprostu, iż z tego systemu nie znamy osadów prawdziwie głębinomorskich.

Inaczej zupełnie rzecz się ma ze spatangami. Są one co prawda dość już liczne w kredzie, lecz zgoła nie w takiej mierze, jak w formacjach późniejszych; są one

wraz z clypeastridami temi rodzinami jeżowców, które w epoce trzeciorzędowej i dzisiejszej znajdują się w stadyum ciągłego rozrostu. W każdym razie już w kredzie znane są pojedyncze clypeastridy i dość liczne spatangidy. Charakterystyczny dla neokomu *Toxaster complanatus* (rys. 230, 1) nadał nawet miano wapienia spatangowego pewnemu osadowi tego piętra, dla różnych zaś poziomów kredy górnej charakterystyczne są rozmaite gatunki rodzaju *Micraster* (rys. 230, 3).



Rys. 231. *Exogyra columba*, z cenomanu.

na jej szczycie, lecz nieco z boku odeń. Formy te w większej ilości pojawiają się dopiero w formacji kredowej, choć jeszcze ustępują one cyclostomom; tylko w niektórych z utworów najmłodszych, naprzykład w kredzie tufowej Maas-

W nadzwyczaj wielkiej liczbie występują w kredzie mszywioly, przedewszystkiem w piętrze najwyższem, w senonie; cała formacja dostarczyła już powyżej 1000 gatunków. Misterne komory tych zwierzątek tworzą złożone z wielkiej ilości poszczególnych osobników kolonie, delikatne, gałęziste, korowate lub do mchu podobne. We wszystkich systemach dawniejszych przeważają w zupełności takie formy, które posiadają komory rurkowate, z otworem na końcu umieszczonym, którego średnica równa się średnicy komory, a nie jest zwężona; są to tak zwane cyclostomy, których przedstawiciele dziś zdarzają się dość rzadko i ograniczają się prawie całkiem do mórz północnych. Obok nich tylko zupełnie pojedynczo w osadach starszych znajdują się przedstawiciele drugiego typu mszywiolów — chilstomów, u których otwór komory jest zwężony i nie leży

przedstawiciele drugiego typu mszywiolów — chilstomów, u których otwór komory jest zwężony i nie leży na jej szczycie, lecz nieco z boku odeń. Formy te w większej ilości pojawiają się dopiero w formacji kredowej, choć jeszcze ustępują one cyclostomom; tylko w niektórych z utworów najmłodszych, naprzykład w kredzie tufowej Maas-



Rys. 232. *Inoceramus concentricus*, z górnej kredy.

się w szczegóły; wymienimy tu tylko kilka rysów najwybitniejszych. Z pośród małżów wymienić należy przedewszystkiem rodzaj *Inoceramus*, dostarczający całego szeregu najbardziej znamiennych skamieniałości przewodnich (rys. 232). Muszle jego są zazwyczaj ukształtowane nieco nieprawidłowo owalnie, u większości gatunków pokryte szerokimi płaskimi spółośrodkowemi fałdami, a więzadło zawiasowe mieści się w szeregu czworokątnych zagłębień. Skorupa składa się ze względnie grubych pryzmatów spatu wapiennego, prostopadle do powierzchni jej ułożo-

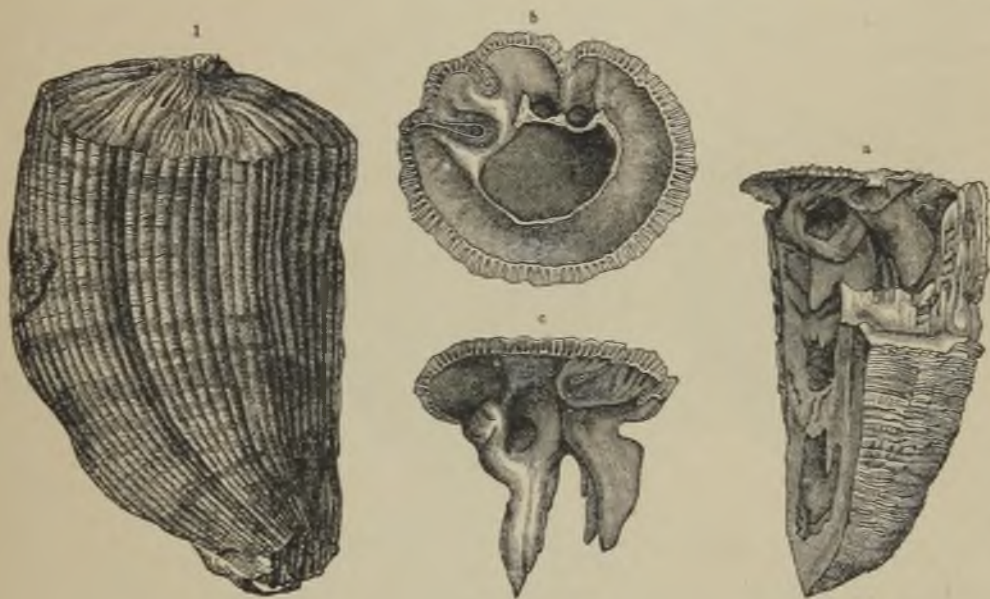
Ramienionogi, a specyalnie rodziny *Terebratulidae* i *Rhynchonellidae*, są wprawdzie jeszcze częste w wielu osadach kredowych, a zwłaszcza pierwsze rozwijają dość wielką różnorodność rodzajów poszczególnych; lecz wogóle w porównaniu z jurą widzimy tu stanowcze cofanie się.

Małże i ślimaki występują w tak wielkiej ilości, iż niepodobna zgoła zagłębiać



nych, tak iż na przelamie wydaje się prążkowaną. W wielkiej ilości znajdują się również ostrygi. Charakterystyczne są zwłaszcza formy, u których wir jest mocno niesymetrycznie skręcony na jedną stronę (podrodzaj *Exogyra*, rys. 231), dalej przegrzebki (*Pecten*). Wreszcie rodzaj *Trigonia*, który do najpiękniejszych małżów jury zaliczyliśmy, posiada jeszcze licznych przedstawicieli w kredzie, którzy jednak prawie bez wyjątku należą do nowych grup.

Wszystkie te formy przewyższa wszakże znacznie pod względem doniosłości ciekawa rodzina rudystów. Zwłaszcza w niektórych osadach pasa równikowego wielkie te małże o grubej skorupie leżą w olbrzymiej ilości, niekiedy milionami nagromadzone. Z obszaru śródziemnomorskiego rudysty ciągną się przez Azyę



Rys. 233. 1) *Hippurites cornu vaecinum*, z górnej kredy Salzkammergutu; 2) *Hippurites radius*, z górnej kredy południowo-francuskiej: a) egzemplarz całkowity, rozcięty, b) kłapa wielka widziana z góry i od wewnątrz, c) kłapa mała z kolosalnie rozwiniętymi zębami zawiasowymi. (Podług Baylea).

Mniejszą, Syryę i Persyę do Afganistanu, Indyi i Tybetu; olbrzymie ich masy występują również w południowej części Stanów Zjednoczonych, w Meksyku, w Indiach zachodnich i w północnej części Ameryki Południowej. Rudysty stają się rzadsze, wreszcie giną zupełnie lub prawie zupełnie na północ od tego pasa równikowego, którego znaczenie dla zoogeograficznych stosunków epok ubiegłych jużesmy podnosili. Z masywnej budowy skorupy wypływa, że żyły one w wodzie niespokojnej, rozbijającej się o skały, a mianowicie tam, gdzie żaden osad mechaniczny nie wywoływał zmaczenia, lecz gdzie się tworzyły mniej lub bardziej czyste wapienie. Jasne, grube, niewyraźnie uwarstwione wapienie stanowią główne łóżyisko rudystów. Odgrywają one tu podobną rolę, jak megalodonty w epoce tryasowej, z tą tylko różnicą, że rudysty występują jeszcze większymi masami.

Gruboskorupowe muszle rudystów osiągnęły najwyższy stopień rozwoju w górnej kredzie. W pełni rozkwitu stoją najbardziej krańcowi przedstawiciele rodziny—*Sphaerulites*, *Radiolites* i *Hippurites*, tylko *Sphaerulites* pojawia się już w dolnej

kredzie. Niepodobna opisać tutaj licznych i rozmaitych rodzajów. Jako przykład posłużyć może rodzaj *Hippurites* (rys. 233). U *Hippurites* obie kłapy skorupy są bardzo różne: jedna z nich jest stożkowata lub cylindryczna, przeważnie bardzo wysoka, i przyrośnięta swym zaostrozonym końcem do ciała obcego, druga zaś stanowi tylko niską, płaską przykrywkę dla pierwszej. W większej klapie zarezerwowana jest dla zwierzęcia bardzo mała jama mieszkalna, choć w wapiennej substancji skorupy znajdują się znaczne jamy, które często tworzą bardzo prawidłowo ułożone, a poprzecznymi przegrodami oddzielone komory. Na tylnej stronie kłapy znajdują się trzy potężne fałdy podłużne daleko w głąb sięgające; wewnątrz w zagłębieniach mieszczą się zęby małej kłapy, przyczepy mięśni zwieraczy i t. p. Komorę mieszkalną, samą przez się już małą, zwążają jeszcze olbrzymie zęby zawiasowe mniejszej skorupy, które nie są umieszczone na samym brzegu, jak u wszystkich

innych małżów, lecz występują czopowato ku środkowi. W małej klapie znajduje się rozgałęziony system kanałowy, a szczegóły budowy obu kłap są bardzo skomplikowane.

Naturalnie tak dziwnie ukształtowane formy zajęły w wysokim stopniu uwagę paleontologów, lecz przez czas dłuższy nie



Rys. 234. *Actaeonella*, z górnej kredy Salzkammergutu (utwory gosauskie): 1) egzemplarz normalny, 2) przekrój.

mogli się oni zgodzić co do ich istoty; popadano nawet w najdziwniejsze przypuszczenia. Później dopiero porównywanie rodzajów krańcowo wykształconych z pewnemi formami przejściowemi doprowadziło do słusznego przekonania, że rudysty są prawdziwemi małżami i stoją najbliżej rodzaju *Diceras*, który zamieszkiwał koralowe rify jurajskie, podczas gdy w świecie teraźniejszym rodzaj *Chama*, reprezentowany przez znaną miłośnikom muszli „kłapę Łazarza“, jest ostatnim słabym pędem tego szczepu tak niegdyś silnie rozwiniętego.

Geologiczne występowanie tych rudystów jest również wielce uderzającym zjawiskiem. W dolnej połowie kredy dolnej jeszcze zgoła nielicznie reprezentowane, zdumiewająco szybko wzrastają one w ilość osobników, różnorodność typów, osobliwości rozwoju, aby pod koniec znowu okresu kredowego zginąć raptownie, prawie od jednego razu. Nie możemy zgoła wyjaśnić przyczyny tego nagłego upadku. W każdym razie czyni ona ten rozkład dla geologa nadzwyczaj cennym, i każdy, kto próbował kiedykolwiek zorientować się w olbrzymich jasnych wapiennych masach krajów śródziemnomorskich, umie ocenić nieoszacowaną wartość, jaką posiadają te łatwe do poznania formy, jako skamieniałości przewodnie.

Z pośród ślimaków kredowych większa część wiąże się ściśle z formami jurajskimi, jak np. pleurotomarye ze swym nadciętym wylotem, neryneje i wielka ilość innych. Obok nich występuje nowy element, który, pierwiej podrzędny,

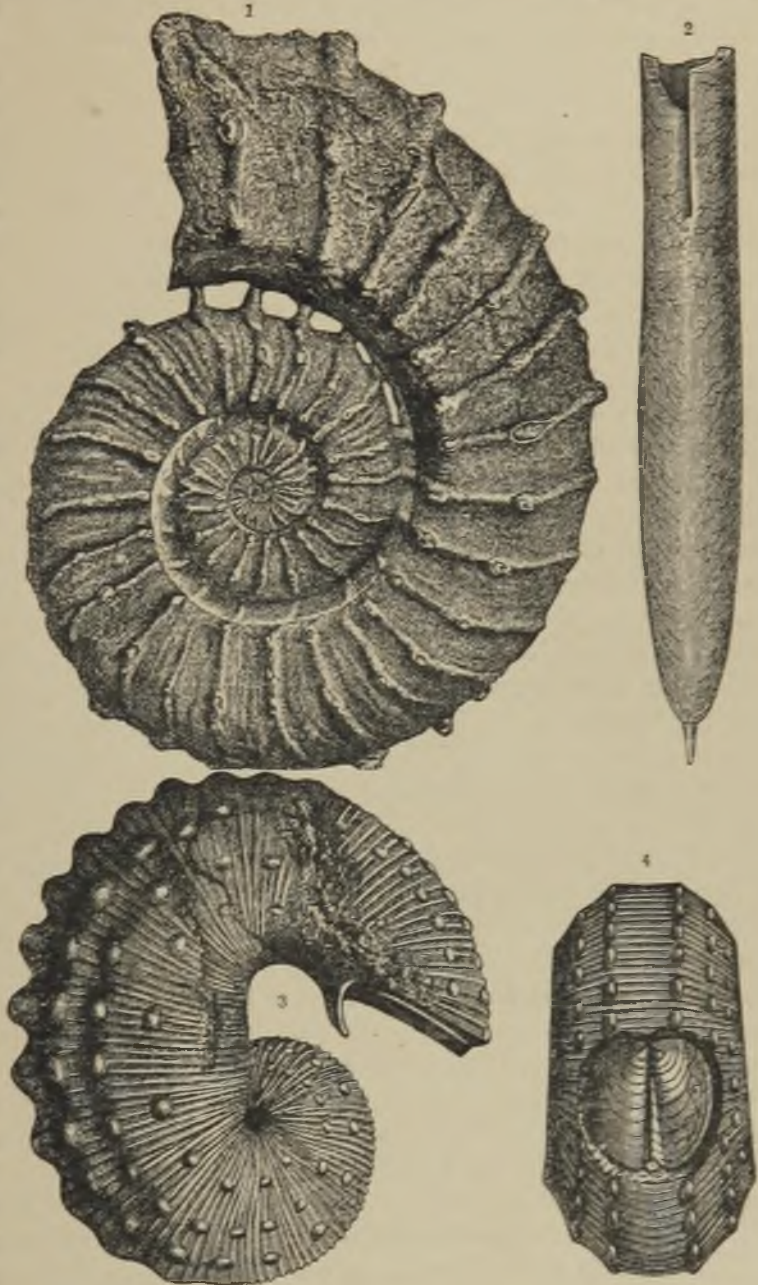


osiąga coraz większe znaczenie w epoce trzeciorzędowej i współczesnej. Są to Canaliferae, formy, u których dolna część wylotu wyciągnięta jest w mniej lub bardziej rozwinięty kanał,

przeznaczony dla wydłużonych rur oddechowych, lub przynajmniej wycięta. W górnej kredzie mianowicie występują Volutidae, Muricidae, Fusidae, Buccinidae i liczne inne rodziny z tego działu. Zresztą utwory kredowe posiadają również swe typy swoiste, jak mianowicie pękate actaeonelle, z ostremi fałdami wrzecionowemi u najniższej części otworu skorupy, wierne towarzyszyki hippurytów (rys. 234). Dalej również przeważnie rozwojowi alpejskiemu właściwe są stożkowate glaukonie (omfalie), wyróżniające się szerokim rozprzestrzenieniem geograficznym.

Głownogi uskorupione w systemie kredowym rozkwitają po raz ostatni. Raz jeszcze zdumiewają nas swą wspaniałością i dziwacznościami, nawet awantur-

niczymi kształtami cudowne skorupy amonitów. We wszystkich osadach dawniejszych zwinięcie spiralne skorupy u olbrzymiej większości jest prawidłowe; bardzo



Bys. 235. 1) *Crioceras Roemeri*, z dolnej kredy (il hilski) Niemiec północ. 2) *Belemnitella mucronata*, z górnej kredy. 3) *Scaphites spiniger* z 4) zachowanym aptychem, z górnej kredy Niemiec północ. (podług Schlütera).

rzadko tylko występują formy, u których poszczególne zwoje nie dotykają się już wzajem. Co dotąd było wyjątkiem, staje się tu częstem: w ogromnej ilości i zawiłanej różnorodności występują tu luźne spirale, których zwoje nie dotykają się wzajem, skorupy skrócone nakształt wież, zagięte jak haki, prosto rozciągnięte lub zupełnie nieprawidłowo powyginane. Przypuszczano dawniej, że amonitydy o rozkręconej skorupie, nie tworzące prawidłowej spirali, stanowią rodzinę naturalną. Lecz zaprzeczyło temu szczegółowe badanie naturalnych stosunków pokrewieństwa: nie jeden jakiś określony szereg amonitydów wkracza na drogę tych zmian, lecz cała masa rozmaitych szeregów form z najrozmaitszych grup amonitydów. Wydaje się jak gdyby wśród tych zwierząt wybuchła nagle jakaś epidemia.

Pierwszych przykładów rozkręconych amonitów kredowych dostarcza w różnych szeregach form rodzaj *Lytoceras*, którego przedstawiciele wogóle należą do typów najbardziej konserwatywnych. Najczęściej spotykamy skorupy raz lub dwa razy zagięte w kształcie haka (*Hamites*), lub proste zupełnie (*Baculites*), dalej skorupy kształtu wież (*Turrilites*). Rzadsze są spirale, których poszczególne zwoje nie dotykają się (*Pictetia*), lub też formy z początku zwinięte zupełnie normalnie, które w późnym wieku rozkręcają się nagle w prostą rurę (*Macroscaphites*). Jakkolwiek wielką być może różnorodność wyglądu zewnętrznego tych form, jednak wszystkim niezaprzeczenie wspólny charakter nadaje kształt przegród między komorami z symetrycznie podzielonemi siodłami i zatokami (str. 242). Szczególnie rozmaite są pewne formy rozkręcone, odgałęzione od rodzaju *Hoplites*; lepiej od szczegółowego opisu uwydatnią to rysunki *Crioceras Roemeri* (rys. 235, 1) i *Ancyloceras Tabarelli* (rys. 241, 2). Zwłaszcza starsze utwory kredowe przewyższają wszystkie inne warstwy ilością i pięknnością swych rozkręconych amonitydów. W kredzie górnej są bardzo rozpowszechnione bogato zdobione czółenkowate skafity (rys. 235, 3 i 4), formy, które sprowadzić należy do rodzaju *Holcostephanus*.

Pomijając nawet osobliwy objaw spirali anormalnych, dla których żadnego wyjaśnienia dać nie możemy, fauna amonitydów kredowych posiada piętno swoiste. Mniej więcej na granicy między jurą a kredą wygasa pewna ilość bardzo aż do tego czasu rozpowszechnionych rodzajów (*Stephanoceras*, *Simoceras*, *Aspidoceras*, *Harpoceras*, *Oppelia*) już to w zupełności, już to pozostają nieznaczące tylko ich marudery. Inne natomiast formy (*Holcostephanus*) trwają w jednakowej sile, podczas gdy inne znowu pojawiają się dopiero, lub z drobnych dawniejszych początków w kredzie silnie się rozwijają (*Hoplites*, *Acanthoceras*, *Haploceras*, *Schloenbachia* i in.). Rzecz prosta, zmiany te odbywają się bardzo stopniowo. Szczególne zainteresowanie budzą wszakże pewne formy, których przegrody komór powracają do stadyum ceratytowego, właściwego wielu amonitydom tryasowym; jest to piękny przykład rozwoju wstecznego, który zaczyna się już w kredzie dolnej u rodzaju *Pulchellia*, a w kredzie górnej rozprzestrzenia się dalej na ceratyty kredowe.

Z pośród innych głowonogów ważne bardzo są zwłaszcza belemnity. Wiele z nich zbliża się do typów jurajskich, inne różnią się od nich znacznie, jak ciężko i nieprawidłowo ukształtowane krewniaki *Belemnites dilatatus* oraz *belemnitelles*, skamieliny przewodnie najgórniejszej kredy (rys. 235, 2).

Ze skorupiaków masami w pewnych osadach występują drobne małżoraczki; prócz tego dość liczne są raki długoodłokowe i kraby, te ostatnie po raz



pierwszy w większej ilości obecne. Wiadomości nasze o bezkręgowych mieszkańcach łądu i wód słodkich epoki kredowej są nadzwyczaj skąpe w przeciwstawieniu do wielkiej ilości zwierząt tegoż działu, które znamy z mórz ówczesnych. Zuikome są znaleziska owadów, nie znamy wcale pajęczaków i wijów, tylko mięczaki dały pewną ilość przedstawicieli; z górnej kredy pochodzą pierwsze nieco obfitsze fauny ślimaków łądowych; ta warstwa, jak również tak zwane utwory wealdu na granicy z jurą dostarczyły licznych mięczaków słodkowodnych, które później jeszcze poznamy.

### Kręgowce systemu kredowego.

Już opisując faunę jurajską, mogliśmy wspomnieć o pierwszym wystąpieniu ryb kościstych, tej grupy, do której w epoce trzeciorzędowej i obecnej należy większość wszystkich ryb. W utworach kredowych nowoczesne te formy osiągają od razu przewagę i wypierają kostołuskie ganoidy z ich dominującego stanowiska w morzu, które aż do jury włącznie zachować potrafiły pomimo ciągle silnie rozwiniętych drapieżnych rekinów. Dziś skąpe szczątki tak kwitnącego niegdyś rodu kostołuskich są ograniczone do wód słodkich. Zdaje się, że wyparcie ich z morza do wód słodkich, gdzie walka o byt jest mniej gwałtowna, zaczęło się już w dolnej kredzie, w ten sposób przynajmniej tłumaczyć pragniemy znajdowanie się resztek ganoidów w słodkowodnych i słonawowodnych osadach kredy dolnej, w wealdzie. Jakkolwiek całe to przekształcenie w swych głównych zarysach jest nadzwyczaj ważne, jednak poszczególne formy ryb kościstych, które tu występują, są mniej interesujące: większość typów jest tak zbliżona do dzisiejszych, że nie dostarczają one żadnego ważniejszego rozszerzenia naszych wiadomości. Najliczniej reprezentowany jest oddział cierniopłetwych, u których przednie promienie płetw są zbudowane jednolicie, a nie członkowane. Z mniej rozmaitych miękkopłetwych, u których wszystkie promienie płetw są członkowane, występują śledzie, skopelidy i niektóre inne formy.

Płazów (skrzeków) brak prawie zupełnie w utworach kredowych, tem ważniejsze są natomiast gady, które ilością form i dziwacznym ustrojem współzawodniczą ze swymi szczególnymi jurajskimi krewniakami. Wszystkie główne działy gadów, któreśmy w jurze poznali, przechodzą do kredy, a przyłączają się do nich jeszcze dwie nowe grupy — węże i mosasaurydy (czyli *Pythonomorpha* węzokształtne). Węże są słabo tylko reprezentowane, w mosasaurydach natomiast spotykamy grupę wymarłą, ograniczoną tylko do kredy, a wyróżniającą się ilością rozmaitych rodzajów, szczególną budową i olbrzymią wielkością. Te twory morza o nadzwyczajnie wydłużonem, smukłym ciele, ze względnie bardzo małą, śpiczastą głową, długim, bardzo wyciągniętym tułowiem i olbrzymim ogonem przypominały prawie węże stosunkami swego ciała, a największe, zdaje się niewiele mniej niż 30 m długie, najbardziej ze wszystkich zwierząt, jakie kiedykolwiek żyły, przypominały fantastyczną postać węża morskiego. Ciało pokrywały łuski, a może i płyty pancerne, kończyny zaś były zmienione w słabe względnie płetwy (rys. 236), podobne z budowy do płetw plesiosaury. Podobieństwo to wszakże nie

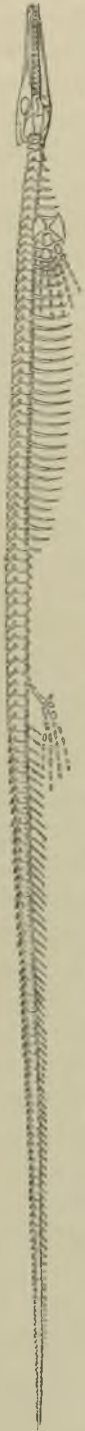


Fig. 236. *Cliadactes mosasaurid* z górnej kredy Am. Północ. b. mocno zmniejszony. (Podług Cope'a).

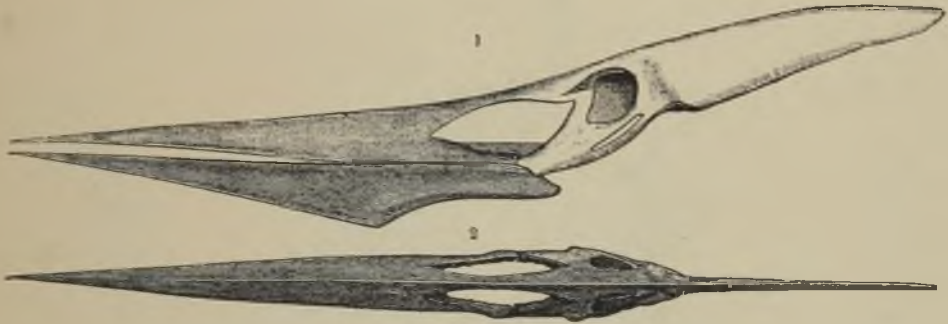
wynika zgoła z blizkiego pokrewieństwa, lecz jedynie tylko z przystosowania do życia w wodzie; powierzchownem jest również podobieństwo do węzów, do którego czyni aluzję nazwa *Pythonomorpha*. Istnieje natomiast rzeczywiste i blizkie pokrewieństwo z jaszczurkami, zwłaszcza z waranidami, uwydatnione mianowicie w budowie czaszki, a tu szczególnie w połączeniu jej z żuchwą. Żuchwa stawem łączy się z kością kwadratową, a ta znowu jak u węzów i jaszczurek stawem łączy się z czaszką, podczas gdy u innych gadów zrasta się z nią na stałe. Istnienie otworu ciemieniowego przypomina również jaszczurki. Z jaszczurami mozańskimi spokrewniona jest bardzo blizko pewna mała grupa jaszczurek, która się trafia w łupkach z rybami systemu kredowego na wyspach Dalmackich i na sąsiednim wybrzeżu, mianowicie grupa *Aigialosauridae* według Kramberger-Gorjanoviča. Znaczenie tych form na tem polega, że u nich redukcya kończyn nie posunęła się tak daleko jak u jaszczurów mozańskich; wskazują one przeto na lądowych przodków mosasaurów morskich, którzy zarazem być musieli przodkami jaszczurek z grupy waranidów.

Pierwsze szczątki olbrzymiego *Mosasaura*, mianowicie znaczne odłamy ogromnej czaszki, znaleziono w kamieniołomie w najwyższej kredzie góry Piotrowej koło Mastrychtu. „Niejaki dr. Hofmann kazał wydobyć i oczyścić okaz z wielkim nakładem pracy i kosztów; okaz ten zrobił wrażenie i wzbudził zawiść właściciela kamieniołomu, kanonika Godina, który upomniał się oń i któremu sądy go przyznały. Gdy w roku 1795 wojska Rzeczypospolitej Francuskiej bombardowały fort St.-Pierre, generał dowodzący, który wiedział o skarbie naukowym w pobliskim domu kanonika, nakazał go oszczędzać. Kanonik wszakże, nie mniej od generała o skarb swój dbały i nie zbudowany jego uprzejmą względnością, kazał w nocy ukryć *Mosasaura* w mieście, tusząc sobie, iż uratuje go w ten sposób po poddaniu się twierdzy. Napróżno! Przedstawiciel ludu Freycine umiał poznać tajemnicę księdza i kazał zapewnić publicznie nowym znalazcom gada 600 butelek wina. Podziało to skutecznie i już nazajutrz rano dwunastu grenadyerów przyniosło w tryumfie szczątki gada, aby otrzymać przyobiecana nagrodę. Odtąd okaz ten jest w *Jardin des Plantes* w Paryżu przedmiotem najskrzętniejszych badań uczonych<sup>4</sup>. (O. Fraas). W Europie od tego czasu nie znaleziono już równie pięknego szczątki *Mosasaura*, choć w pewnych punktach, mianowicie w Anglii, coś jeszcze odkryto. Tem większem było zdumienie, gdy się okazało, że te zwierzęta, tak rzadkie u nas, w wielkiej ilości znajdują się w niektórych częściach Ameryki Północnej. W kredzie górnej wschodnich stanów, w New Jersey, znaleziono kości *Mosasaurów*;

więcej jeszcze odkryto ich w środku Unii — w Kansas. Dzięki staraniom paleontologów amerykańskich, a zwłaszcza Cope'a, znamy obecnie nie mniej niż 6 rodzajów i 51 gatunków *Mosasaurów*.



Co do innych grup gadów streścić się możemy, gdyż wielokrotnie już uwzględnialiśmy je przy opisie fauny jurajskiej. Tyczy się to przede wszystkim olbrzymich dinozaurów, które w Europie występują mianowicie w utworach wealdenskich, w cenomanie w Anglii i w górnej kredzie w Neue Welt koło Wiener-Neustadt; lecz i pod tym względem zachodnie i środkowe części Stanów Ameryki Półn. dostarczyły znacznie więcej materiału niż nasze miejscowości. Z tych form wymienimy tylko godnego uwagi triceratopsa, olbrzymiego dinozaura z grupy Orthopoda, który kształtami ciała i postawą musiał przypominać iguanodony (str. 255), lecz posiadał przytem odmiennie ukształtowaną czaszkę. Kości czołowe były zaopatrzone w mocne czopy kostne, które za życia zwierzęcia miały prawdopodobnie pochwy rogowe, jak u bydła. Kości nosowe miały również krótki nieparzysty czop kostny, na którym spoczywał zapewne róg nosowy; szczęki tak samo prawdopo-



Rys. 237. Czaszka Pteranodona, z górnej kredy Am. Północ.: 1) z boku, 2) z góry. (Podług Marsha).

dobnie były zaopatrzone w pochwy rogowe. W tyle czaszkę otacza szereg małych stożkowatych kości; zęby posiadają po dwa korzenie, co jest wśród gadów rzadkim wyjątkiem. Najlepszych okazów dostarczyła Ameryka Północna, lecz i w Europie znajdowano te osobliwe formy pojedynczo w warstwach Gosauskich w Neue Welt koło Wiener Neustadt.

Ichtiosaurowy, plesiosaurowy i pterosaurowy nie tylko przetrwały system jurajski, lecz w epoce kredowej doszły nawet częściowo do nowego rozkwitu. Niestety, szczątki ich nie zawsze zachowały się w całości. Ichtiosaurowy znane są w licznych formach i w szerokim rozpowszechnieniu w neokomie i gaulcie, a ślady ich stwierdzić się dają nawet w kredzie górnej. „Ciemności otaczają przyczynę ich zniknięcia. W morzu poza wielkimi rekinami nie miały powodu obawiać się współzawodnictwa, a i rozwój ssaków nie mógł chyba szkodliwie oddziaływać na sferę ich życia. O zwyrodnieniu a jeszcze mniej o przeroście mowy być u tych zwierząt nie może, gdyż ciało ich pozostało jednakowe w ciągu długich okresów geologicznych, a jedyną prawie cechą, wyróżniającą ichtiosaurowy kredowe, jest stale silniejsze żeberkowanie emalii korony zębów. Jakiegokolwiek zmiany klimatyczne niezbyt dotkliwie mogły się im, jako mieszkańcom morza, dać odczuć. Jedynie możliwym pozostaje przypuszczenie, że w panowaniu nad morzem zastąpiły je żarłaczce, które pod koniec epoki kredowej rozwinęły się w formy isticie gigantyczne, jak tego dowodzą zęby karcharodontów (rekinów olbrzymich), niekiedy na  $1/2$  stopy długie“ (E. Koken).

Plesiosaury oczywiście żyły nie tylko w morzu, lecz i w wodach słonawych, ponieważ dość często trafiają się one w wealdenie. Nie należy wszakże tego pojmować jako oznakę zaczynającego się wypierania tych typów z morza do wód słod-

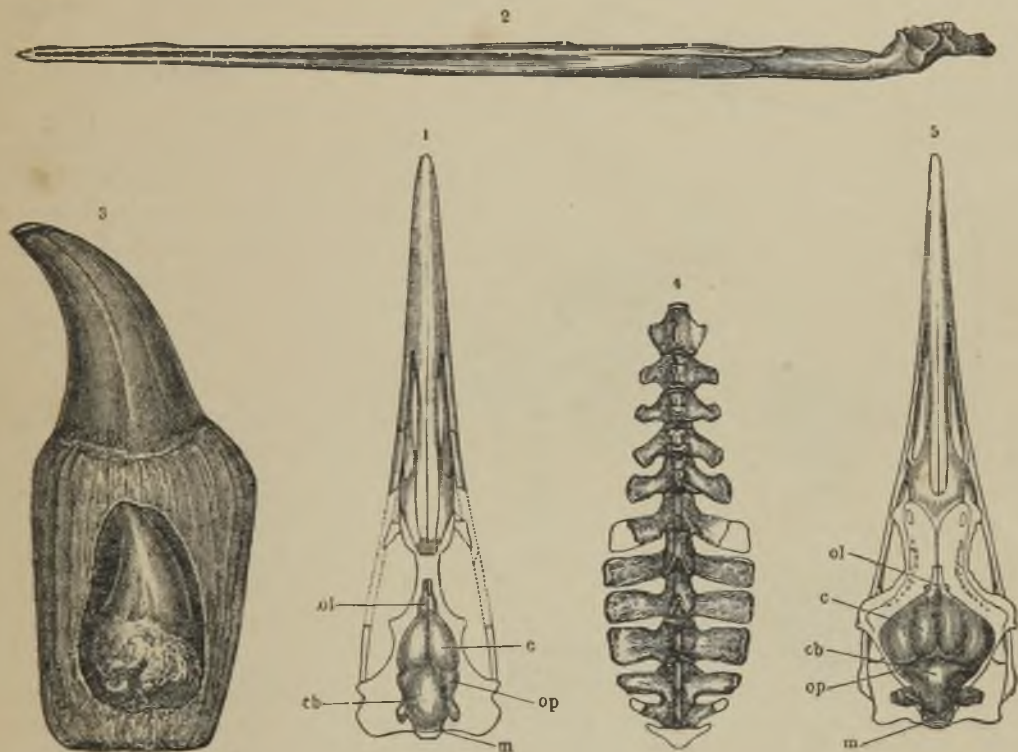


Rys. 238. *Hesperornis regalis*, z górnej kredy północno-amerykańskiej, szkielet odtworzony. (Podług Marsha).

kich, jakieśmy to u ryb kostołuskich zauważyli, gdyż w kredzie górnej plesiosaury znajdują się znowu w osadach morskich, i to w formach tak olbrzymich i w tak szerokim zasięgu, że musimy stąd wnosić o istnieniu nowego rozkwitu, poprzedza-



jącego bezpośrednio wymieranie ostateczne. U krokodylów natomiast w epoce kredowej nastąpiło stałe cofanie się do wód słodkich; czysto morskie teleosaury giną; w wealdzie mianowicie pojawiają się formy, stanowiące przejście do obecnie żyjących. Fauna żółwi daje wogóle poznać równomierny dalszy rozwój typów, które w jurze istniały; szczególnem bogactwem form odznacza się tu znowu górna kreda Ameryki Północnej, gdzie poraz pierwszy ukazują się typowe żółwie błotne i rzeczne, zwłaszcza znany rodzaj *Trionyx*, a obok niego kilka innych grup, które obecnie jeszcze są mieszkańcami cieplejszych miejscowości Ameryki.



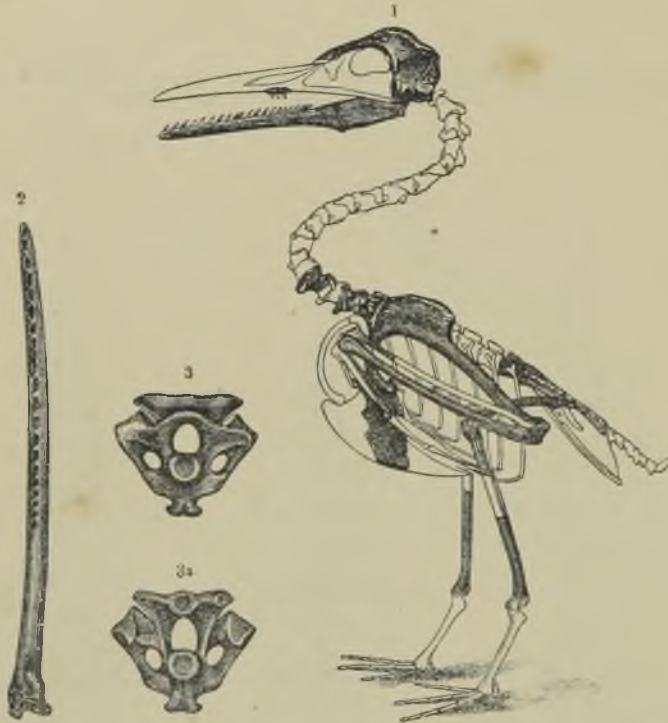
Rys. 239. *Hesperornis regalis*, z górnej kredy Am. Północ.: 1) zarys czaszki z zaznaczonym mózgiem: *ol*) płaty węchowe, *c*) przedmózdze, *op*) ciała bliźniacze, *cb*) mózdzek, *m*) rdzeń przedłużony; 2) szczęka dolna z góry (bez zębów); 3) ząb hesperornisa z początkiem zęba zapasowego (silnie zwiększony); 4) zakończenie kręgosłupa; 5) zarys czaszki żyjącego nura (*Colymbus torquatus*) z zaznaczonym mózgiem (dla porównania z 1, znaczenie liter też samo). (Podług Marsha).

Nigdzie jeszcze kreda nie dostarczyła tak kompletnych szczątków owych szczególnych pterodaktyłów (jaszczurów latających), jakie kryją się w górnej jurze solnhofeńskiej: w różnych miejscowościach znajdowano tylko odosobnione kości. Natomiast kredowe jaszczury latające osiągają wymiary, w jurze nieznane. Już z Anglii poznano kilka zgoła olbrzymich kości, lecz w kredzie amerykańskiej znaleziono części ręki, z których wnosić należy, że siąg skrzydeł ich właściciela wynosił 8 m, a więc dwa prawie razy więcej niż siąg albatrosa, który między żyjącymi ptakami pierwsze w tym względzie zajmuje miejsce. Najbardziej rozpowszechniony był zdaje się rodzaj *Pteranodon*, który wyróżnia się brakiem zębów i szczególnym kształtem czaszki (rys. 237). Czaszka sama jest bardzo mała, a dłu-

ga część twarzowa dźwiga olbrzymi, prosty, ostry dziób; nad czaszką i z tyłu wznosi się grzebień kostny olbrzymio rozwinięty, który ma służyć jako przeciwwaga dla potężnego dzioba i tem ułatwiać zwierzęciu utrzymanie głowy poziomo. Jest to prawdopodobnie najdziwaczniejsza czaszka w całym typie kręgowców. I wśród ptaków kopalnych szczątki północno-amerykańskie są niezmiernej doniosłości. Pomijając niekompletne szczątki z górnej kredy w New Jersey, znaleziono w Kansas i Colorado tak dobre okazy kilku rodzajów, że można było w zupełności odtworzyć ich szkielety, podczas gdy w Europie wymienić należy tylko z Czech,

Anglii i Szwecyi nieliczne i mało doniosłe znaleziska.

Cechą najwybitniejszą tych kredowych ptaków amerykańskich jest ich uzębienie. Zresztą można pośród nich wyróżnić dwa typy, których stosunek wzajemny jest taki, jak dwóch grup głównych ptaków obecnych — karynatów i ratitów. Dział pierwszy obejmuje większość wszystkich ptaków, u których w upierzeniu istnieje różnica między miękkim puchem, pokrywającym bezpośrednio ciało, a sztywnymi piórami konturowymi o zbitej



Rys. 240. Ichthyornis, z górnej kredy północno-amerykańskiej: 1) szkielet całkowity (odtworzony), 2) dolna szczeka bez zębów, widziana z góry; 3, 3a) krąg grzbietowy, z góry i dołu, z wklęsłą powierzchnią stawową.

chorągiewce. Skrzydła są dobrze rozwinięte, a na środku mostka wystaje mocno grzebień, służący do przytwierdzenia potężnej muskulatury, która porusza skrzydła. Przeciwnie ratitom, do których należą strusie, kazuary i im pokrewne, brak właściwych piór konturowych, ich puszyste upierzenie rozwojowo odpowiada oponie puchowej karynatów, skrzydła są uwstecznione, a ponieważ nie ma silnej muskulatury, brak przeto i grzebienia na mostku.

Pierwotnie zapatrywano się na ptaki kredowe z grzebieniem na mostku jako na przodków karynatów, a te, które posiadają mostek bez grzebienia, uważano za przodków ratitów. Te ostatnie wszakże nie są ptakami, które zdolności lotu jeszcze nie posiadały, lecz raczej takimi, które ją utraciły skutkiem nieużywania skrzydeł i przystosowania się do życia lądowego. Zanik tego rodzaju zachodzić mógł u rozmaitych grup, a przeto szeregiem rozwojowych ptaków szukać należy



niezależnie od tej cechy przystosowania. Z tego punktu widzenia *Hesperornis*, forma bez grzebienia (rys. 238), okazuje się blizkim krewniakiem dzisiejszych Colymbidów (nurowatych), które należą do karynatów. Zgodność w budowie czaszki posuwa się bardzo daleko (rys. 239,<sup>1</sup>); co prawda mózg formy kredowej był znacznie mniejszy, niż mózg żyjącego obecnie nura. *Hesperornis*, duży, prawie na 1 m wysoki ptak, trzymał swój tułów pionowo i posiadał silne nogi doskonale przystosowane do pływania. Mostek jest szeroką, płaską kością bez grzebienia; skrzydła ograniczały się prawdopodobnie tylko do szczątkowej kości ramieniowej. Dwa naście kręgów ogonowych, częściowo wyróżniających się potężnymi wyrostkami poprzecznymi, nadawało ogonowi cechę narządu sterniczego, takiego jak ma bóbr. Zęby mieściły się w długiej wspólnej brózdzie, a zmiana ich odbywała się jak u gadów (rys. 239,<sup>3</sup>).

W przeciwieństwie do *hesperornisa*, formy zaopatrzone w grzebień, jak *Ichthyornis* i *Apatornis*, były niewielkimi ptakami, mniej więcej wymiarów gołębia, z potężnymi skrzydłami i słabymi nogami (rys. 240). Większość cech zbliża je do ptaków żyjących obecnie, np. do rybitwy (*Sterna*); lecz sam mózg był znacznie mniej rozwinięty, szczęki były uzębione, a zęby tkwiły we własnych zębodołach. Oprócz tego poszczególne kręgi wogóle były co prawda podobne do ptasich, lecz ich powierzchnie stawowe przednie i tylne były wklęsłe. Ponieważ cecha ta spotyka się zresztą tylko u niższych zwierząt kręgowych, jak również i u *Archaeopteryxa*, którego uznaliśmy za formę embryonalną, musimy więc w niej wraz z uzębieniem widzieć ukształtowanie odwieczne przejęte od nisko uorganizowanych przodków.

Pomimo tych cech pierwotnych nie jest prawdopodobnem, aby te ptaki kredowe należały do szeregu bezpośrednich przodków ptaków teraźniejszych. Trzeciorzędowy świat ptaków mianowicie tak mało różni się od dziś żyjącego, iż musimy przypuszczać dłuższą historję ich rozwoju w epoce kredowej. Prawdopodobnie podczas epoki kredowej obok prastarego *hesperornisa* i *ichthyornisa* żyli rzeczywiście, już bardziej nowoczesnie ukształtowani przodkowie ptaków obecnych. *Hesperornis* i *ichthyornis* są przeto gałęziami bocznymi pnia głównego, odchylonemi i zatrzymanemi na niskim stopniu rozwoju. Znowu więc stoimy tu wobec jednej z owych wielkich przerw w spuściznie paleontologicznej. Ponieważ ptaki zależą pod wielu względami od owadów, te zaś od roślin kwiatowych, możemy przeto w Ameryce Północnej oczekiwać znalezienia okazów, wyjaśniających historję szczepu ptaków, jeśli istotnie rośliny dwuliścienne tam się najpierwej rozwinęły (por. str. 296).

Skąpe szczątki ssaków kredowych wywoływać również mogą utyskiwania nad brakami spuścizny paleontologicznej. Dotychczas znamy tylko jeden ząb *Plagiaulaxa* z wealdenu angielskiego, tego kilkakrotnie już wymienianego osadu słodkowodnego z najniższej granicy systemu kredowego, i kilka zębów z północno-amerykańskiej grupy „Laramie“, utworu słodkowodnego z górnej granicy systemu kredowego. Większość tych szczątków należy do *Multituberculatów*, tej grupy pierwotnej, o której jużśmy mówili (por. str. 207). Niewiele innych form przypomina zarówno owadożerne jak torbacze. Znane dotychczas szczątki z systemu kredowego nie wypełniają głębokiej przepaści między obfitą i wysoko rozwiniętą fauną

trzeciorzędową a małymi pierwotnymi ssakami tryasu i jury; jedno zdaje się być pewnem, to przeświadczenie, że małe *Multituberculata* i inne grupy niższe w epoce kredowej były jeszcze obficie reprezentowane.

## Rozprzestrzenienie i podział kredy dolnej.

Jak to widzieliśmy w poprzednim rozdziale, tuż przed końcem epoki jurajskiej nastąpiło ogólne cofanie się morza z obszaru środkowo-europejskiego. Część tego obszaru stała się lądem, inne zaś części zostały zajęte przez wielkie jeziora z wodą słonawą, w których jeszcze przez czas pewien zachowała się część małżów jurajskich, o ile zdołały się one do nowych dostosować warunków. Ponieważ jednak jeziora śródlądowe, stopniowo coraz bardziej wysładzające się, były częściowo jeszcze z morzem połączone, przeto mogły się zdarzać przypadkowo zalewy morza, które czasowo wypierały świeżo osiedlonych mieszkańców wód słodkich i zastępowały ich pojedynczymi formami morskimi. W taki sposób powstały naprzemianległe osady wód słodkich i wód słonawych. Bujna flora, o której już powyżej wspominaliśmy, pokrywała płaski ląd, a w niektórych miejscowościach substancja roślinna nagromadzała się tak obficie, że powstawać mogły pokłady węgla.

Osady tych jezior śródlądowych zaczęły tworzyć się podczas ostatniej fazy epoki jurajskiej i narastały podczas zarania czasu kredowego; nie wszędzie wszakże narastanie to trwało jednakowo długo. Obszary lądowe zostały stopniowo, tu wcześniej, tam później, zajmowane znowu przez morze, skutkiem czego utwory słonawych wód na granicy jury i kredy nie wszędzie jednakowe reprezentują ogniwa. W zasadzie był to kompleks jednolity, i choć głębsze części należą do jury, wyższe zaś do kredy, jednakże zmiana w charakterze fauny jest stopniowa i niedostrzegalna. W pewnych miejscowościach, zwłaszcza w Anglii i w północno-zachodnich Niemczech, na górnej granicy tych warstw pojawia się naprzemianległość ławic słonawowodnych i morskich. Ponieważ warstwy morskie zawierają skamieniałości dolnej kredy, przeto nie tylko osady śródlądowe sięgały do kredy dolnej, lecz morze zwyciężyło ostatecznie również dopiero po kilkakrotnych wahaniach.

Należące do jury części słonawowodnych warstw granicznych między jurą a kredą noszą nazwę *purbeku*, od pewnej miejscowości angielskiej, gdzie są one doskonale rozwinięte, podczas gdy część młodsza, do kredy należąca, nosi nazwę *wealdenu* lub formacji *wealdeńskiej*, od lesistego pagórkowatego obszaru *Weald* w Anglii południowej. Osady te są najsilniej rozwinięte w Anglii; w północno-zachodnich Niemczech z występowania utworów *wealdeńskich* słyną przede wszystkim góry *Deisterskie* na południo-zachód od *Hannoweru*, dalej *Osterwald* i szereg innych punktów. *Wealden* pojawia się również na wyspie *Wight* i stąd przechodzi do Francji i Belgii w pojedynczych drobnych wychodniach. To rozprzestrzenienie, skład warstw z piaskowca i glin, flora i fauna wreszcie skłoniły *Lyella* do uważania *wealdenu* Anglii południowej, Niemiec i krajów, między nimi położonych, za osady deltowe olbrzymiej rzeki. Pogląd ten stał się niemożliwym do utrzymania, gdy podobne utwory znaleziono na granicy między jurą a kredą również we francuskiej *Szwajcaryi* i w *Portugalii*. Poza Europą również w tym



okresie lub też podczas dolnej kredy pojawiają się utwory śródlądowe, jak wzmiankowane już obfitujące w rośliny warstwy potomackie w Ameryce Północnej, warstwy bahijskie Brazylii i warstwy komejskie w Grenlandyi: zjawiska, które wyjaśnić można tylko, przyjmując rozległe cofanie się morza. Piaszczysto-gliniasty do 300 m lub więcej gruby osad wealdenski musiał być co prawda przyniesiony przez rzeki, żłobiące płaski ląd stały.

Stoimy tu w obliczu ważnego epizodu w historii mórz mezozoicznych. Przeważnie morskie osady systemu jurajskiego niewiele tylko mówią o ówczesnych mieszkańcach lądu i wód słodkich, dopiero w wealdenie roztacza się obraz stosunków lądowych. Bujna flora pokroju jurajskiego dostarczała obfitego pokarmu wielkim dinozaurom; obok nich żyły małe pierwotne ssaki z grupy Multituberculata, prawdopodobnie w dość znacznej ilości, choć nieliczne tylko zachowały się szczątki. Wyparte z morza ryby kostołoskie znalazły przytułek w rzekach i jeziorach, choć i tu zupełnie walki o byt uniknąć nie mogły, gdyż za nimi podążyły krokodyle, a od czasu do czasu ukazywały się i plesiosaury. Ze zwierząt niższych na uwagę zasługują zwłaszcza mięczaki; do szczątków morskiej fauny jurajskiej przyłączają się liczne mięczaki słodkowodne. Po raz pierwszy w ciągu historii geologicznej spotykamy obfitą faunę słodkowodną; tem bardziej zdumiewa nas typowe podobieństwo do odpowiednich faun obecnych. W wielkiej ilości osobników i w obfitej różnorodności form znajdujemy tu te same rodzaje, które i dziś w podobnych warunkach żyją: cyreny i skójki, pewna ilość żyworodków (*Paludina*), melanie, zatoczki (*Planorbis*) niepokąźnego kształtu i inne podobne formy. Gdy porównamy te formy z obecnie żyjącą fauną lokalną jakiegokolwiek części ziemi, to największe podobieństwo wykazuje północna i środkowa część Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Zupełnie odmiennie odbywa się przejście od jury do kredy w obszarach alpejsko-śródziemnomorskim i borealnym. Tu od jednego do drugiego okresu panowało niepodzielnie morze; w nieprzerwanym następstwie nagromadzały się jego osady, a zachowane w nich fauny wykazują tylko takie zmiany, które jako skutek stopniowego przeobrażenia gatunków zachodzą również w ciągu jednego okresu. Jura przechodzi tu stopniowo w utwory kredowe, i obu obszarów nie dotyczą te przesunięcia linii brzegowej, które poznaliśmy w Anglii i północno-zachodnich Niemczech. Z nasuwaniem się wód borealnych łączyłoby chyba należało pojawianie się w północnym pasie obszaru śródziemnomorskiego poszczególnych gatunków borealnych, mianowicie z grupy *Oxynoticeras Gevrilianum*.

W obszarze śródziemnomorskim czyli w okolicach centralnego morza Śródziemnego, nad najmłodszym piętnem systemu jurajskiego, nad górnym tytonem, leżą jasno-szare marglowate wapienie plamiste albo cementowe, zawierające często pasma lub buły rogowca, obfitującego w promienice. Widzieliśmy, że tego rodzaju skały pojawiły się już w jurze alpejskiej; margiel plamisty liasowy i górno-jurajski wapień aptychowy co do facyi nie różnią się istotnie od tych skał neokomskich. Inaczej w słaskich Karpatach, w okolicy Cieszyna: tu w dolnej kredzie występują czarne łupki z pokładami żelaziaka ilastego, łupkowate i masowe piaskowce i szare piaszczyste wapienie. Powierzchnie warstw tych skał wskazują często na przybrzeżne powstawanie trudnemi do wytłumaczenia śladami, które poznaliśmy

pod charakterystycznym mianem hieroglifów (por. t. I, str. 649), zwłaszcza w geologicznie młodszym fliszu, lecz zarazem i w wielu innych utworach, poczynając od kambru.

W tych czarnych łupkach, jak również w marglu plamistym ze skamieniałości przeważają głowonogi. Kolejne następstwo faun ustalono dokładnie zwłaszcza w śląskich Karpatach i w południowej Francji. W najniższym piętrze dolnej kredy, w neokomie, który miano swe łacińskiej nazwie miasta Neufchâtel, Neocomum, zawdzięcza, można było rozróżnić cztery wielkie fauny amonitowe, a w każdej z nich pewną ilość podrzędnych poziomów; mianowicie, licząc od góry:

Neokom górny: 4) Fauna *Macroscaphites Yvani* (piętro barrémskie, warstwy wernsdorfskie).  
Neokom środkowy: 3) Fauna *Crioceras Duvali* i *Belemnites dilatatus* (piętro hauterivskie, piaskowiec grodziski).

Neokom dolny: (2) Fauna *Hoplites Roubaudi* (Valenginien, górne łupki cieszyńskie).  
(1) Fauna *Hoplites Boissieri* i *Malbosi* (piętro berriaskie).

Fauna berriaska stanowi w zupełności przejście do jury: brak tu jeszcze najwybitniejszej cechy amonitowej fauny systemu kredowego, mianowicie masowego występowania amonitów nie zwiniętych w normalną zamkniętą spiralę; pewna ilość gatunków sięga aż tu bez zmian z górnej jury; większą jeszcze jest jednak ilość form, łączących te osady z wyższymi poziomami neokomu. W marglach z *Hoplites Roubaudi* główną rolę odgrywają również normalne amonity z zamkniętą spiralą, a towarzyszą im tylko nieliczne formy rozkręcone. W bezpośrednio ku górze następującym poziomie *Crioceras Duvali* te ostatnie pojawiają się w nieco większej ilości, obok nich wszakże rozwijają się z niezmnieszoną energią stare szeregi form amonitów (rys. 241, 1, 3). Zwrot poważniejszy następuje dopiero wraz z fauną *Macroscaphites Yvani*.

Związek nie jest co prawda zerwany, pewna ilość gatunków przechodzi z warstw z *Belemnites dilatatus* do młodszych osadów piętra barremskiego; obok wszakże typów znanych niespodzianką jest dla nas znaczna ilość form nowych i osobliwych. Po raz pierwszy spotykamy tu liczne formy rozkręcone, które zbliżają się do *Lytoceras* o parzysto podzielonych zatokach, a należą do rodzajów *Macroscaphites*, *Hamulina*, *Ptychoceras* i *Pictetia*. Niektóre znowu inne typy, jak *Silesites*, *Pulchellia*, *Costidiscus* i t. p. nadają temu zbiorowisku zwierząt piętno odrębne, jak gdyby odbyła się imigracja nowych elementów z innego obszaru rozwojowego. Obszaru tego prawdopodobnie szukać należy w zachodniej części równikowego oceanu epoki kredowej. W Kolumbii dolna kreda zawiera faunę, której pokrewieństwo z fauną wernsdorfską i barremską od dawna już było zauważone. Szczególniej bogato rozwinęły się w północnej części Ameryki Południowej te formy, które w Alpach i w Karpatach występują bezpośrednio, tak iż możemy chyba myśleć o imigracji z południowo-amerykańskiego obszaru.

Piętro barremskie w wielu okolicach Alp zachodnich i gór Jura znacznie odbiega od opisanego powyżej. Miejsce margli z głowonogami zajmują gruboławicowe, nawet masowe lub rafokształtne jasne wapienie z gruboskorupowymi małżami chamaceów i rudistów; są to zwiastuny górnokredowych wapieni rudistowych. Wapienie te często obfitują w korale, częściej jeszcze są one przepełnione małżami, mianowicie kaprotynami, od których skała ta otrzymała swą nazwę — wapienia ka-



protynowego. Ponieważ głowonogi, swobodnie pływający mieszkańcy otwartego morza, omijać musiały miejsca, gdzie na rozległych rafach lub lawicach prosperowały korale, kaprotyny, a wraz z nimi cała rzesza innych mięczaków o grubej skorupie i jeżowców, przeto wyjątkowo tylko w wapieniach kaprotynowych znajdują się skorupy głowonogów.

W górnej części wapieni kaprotynowych warunki powstawania osadów zaczynają się zmieniać wraz z występowaniem ciemnych łupków. Ku górze te ciemne wkładki przeważają zupełnie, a zarazem pojawia się znowu fauna głowonogów z wielkimi rozkręconymi ancylocerasami: *Acanthoceras Milleti*, *A. Martini*, *Hoplites Deshayesi*. Jest to piętro aptyjskie (apt), od miasta Apt we Francji tak zwane. Kończy dolną kredę piętro gaulckie, o którym poniżej jeszcze pomówimy.



Fig. 241. Amonity neokemskie: 1) *Holcostephanus Astierianus*; 2) *Ancylloceras Tabarellii*; 3) *Hoplites radiatus*.  
(Fig. 1 i 3 podług d'Orbignyego).

Z dwóch względów wapień kaprotynowy okazują się prawdziwymi płodami prowincji śródziemnomorskiej. Ich potężne kłocowate masy wyróżniają się w krajobrazie wyniosłością szczytów i dzikim poszarpaniem zboczy; mają one wielką skłonność do wytwarzania dzikich pustyni kamienistych, porżniętych przez niezliczoną ilość równoległych żłobów (t. I, str. 548), od których cała ta grupa warstw nosi również miano wapienia żłobowego (*Schrattenkalk*). Dalej, jako facja nawskróś południowa, nigdzie nie przekraczają one północnej granicy prowincji śródziemnomorskiej. W pewnych miejscowościach facja kaprotynowa i koralowa sięga również i do głębszych poziomów neokomu, a nawet, mianowicie w Banacie i w Apeninach, stopniowo przechodzi ona w górnourajskie wapień z koralami i ellipsaktyniami.

Cechą charakterystyczną dolnej kredy w obszarach borealnych jest również nieprzerwany rozwój fauny tubylczej i petrograficzna jednostajność osadów. Tu również jedna fauna głowonogów następuje po drugiej, a każda później-

sza wylaniała się z poprzedniej w drodze stopniowego rozwoju. Lecz formy tych faun są o tyle różne od alpejsko-śródziemnomorskich, że pierwotnie uważano za niemożliwe ściślejsze porównanie poszczególnych piętr. Brak tu zupełnie fillocerasów, lytocerasów, haplocerasów, pulchellii, brak całej powodzi rozkręconych criocerasów i ancyllocerasów, brak spłaszczonych belemnitów, tak charakterystycznych dla rozwoju południowego. Zastępują je pewne holcostephanusy, dalej wirgaty, belemnity z grupy *Excentrici*, rodzaj małżów *Aucella*, wszystko grupy i rodzaje, któreśmy już poznali jako charakterystyczne formy jury borealnej. Wspinał się odsłonięta dolna kreda borealna wraz z górną jurą w urwistem wybrzeżu Yorkshiru, gdzie poszczególne fauny spoczywają w jednostajnych warstwach gliny, zwanej speetonką (*Speeton clay*). Na granicy między jurą i kredą leży poziom *Holcostephanus fragilis* i *H. subditus*; następny poziom *Holcostephanus gravesiformis* i *H. Keyserlingi* odpowiada warstwom berriaskim, a odtąd aż do aptu występują trzy dalsze fauny głowonogów, które można doskonale uważać za prawie równoległe owym trzem faunom, które występują w obszarze alpejskim między piętrzem berriaskim a aptem.

W Rosyi Europejskiej powyższe poziomy głowonogów obejmuje górne piętro nadwołżańskie (zwane inaczej warstwami *aucellowemi*, *wirgатовemi* i *inoceramowemi*). Obficie zwłaszcza rozwinięty jest tutaj neokom środkowy i górny z poziomami *Holcostephanus versicolor* i *H. Decheni*. Warstwy te ciągną się od gubernii Symbirskiej, od okolic Moskwy i Pieczory, poprzez północne krańce Syberyi, przez obszary Nadamurskie i Borejskie, aż do Aleutów i wyspy Królowej Charlotty, tudzież wgłąb Ameryki zachodniej. Nie będziemy się tu zajmowali szczegółami podziału, musimy natomiast przywrócić się ponownie stosunkom, jakie podówczas panowały w Europie środkowej, gdzie nasuwające się morze pod swymi osadami grzebało lądowy świat roślin i zwierząt *wealdenu*. Zwolna tylko morze zawładnąć mogło tym obszarem; w północno-zachodnich Niemczech tuż obok siebie znajdujemy lądowe utwory *wealdenu* i najstarsze utwory neokomu morskiego, *hilsem* zwane, mianowicie zlepienie hilskie z *Holcostephanus Keyserlingi*. Gdy tedy w poszczególnych miejscowościach zachowały się jeszcze stosunki lądowe, w tym samym czasie morze rozszerzyło swój obszar, a zalew dokonany już został w najbliższej fazie glin hilskich z *Oxynoticeras Gevriilianum*. Najwyższe warstwy *wealdenu* leżą naprzemian z pokładami glin hilskich i ich *Oxynoticerasem Gevriilianum*; dalej ku górze panują wyłącznie normalne osady morskie.

Skamieliny dają niedwuznaczną odpowiedź na pytanie, skąd przyszło to morze. W różnych swych poziomach aż do aptu glina hilska zawiera pewną ilość niewątpliwie południowych typów. Tu należą wielkie *criocerasy* i *ancyllocerasy*, wiele *hoplitów*, a przedewszystkiem dość rzadkie spłaszczone belemnity, które w ostatnich czasach dopiero znaleziono w północnych Niemczech. Co prawda, *fillocerasy* i *lytocerasy*, te właśnie formy, które w ciągu wielu okresów występowały jako specyficznie południowe, nie dotarły do Niemiec północnych. Prawdopodobnie były one zbyt dobrze przystosowane do stosunków południowych, aby mogły rozwijać się na nowem siedlisku. Jednak już formy przedtem wymienione dowodzą, że morze południowe napierało, że powstało lub rozszerzyło się połączenie z obszarem śródziemnomorskim. Zresztą, choć w mniejszym stopniu, formy po-



ludniowe wędrowały aż do Anglii. Obok tego elementu, w faunie hilskiej silnie się wyróżniają również typy północne: oxynoticerasy z grupy *Oxynoticeras Gevrilianum*, liczne *holcostephanusy*, wreszcie belemnity ekscentryczne. Te typy borealne są tak liczne i wybitne, że sprowadzić je mógł tylko obszerny zalew od północy lub od północo-wschodu. Tak tedy jednoczesne posuwanie się morza od północy i od południa zmieszało formy „heterotopowe“, które przedtem zamieszkiwały odrębne obszary morskie.

Ta właśnie mieszanina faun pomaga geologowi, który chce fauny północy zestawić co do wieku z południowemi. *Oxynoticeras Gevrilianum* i jego krewniaki nie tylko dotarły aż do Niemiec północno-zachodnich, lecz rozprzestrzeniły się one również na północnym skraju obszaru śródziemnomorskiego. Ponieważ wybitne te formy występują zarówno w górnych łupkach cieszyńskich na Śląsku, jak w walenginie pasma Jura, poznajemy stąd przeto rówieśność walenginu i dolnych glin hilskich,



Rys. 242. Amonity gaultn: 1) *Schloenbachia varicosa*; 2) *Hoplites splendens*; 3) *Hoplites auritus*.

a hilski zlepieniec z *Holcostephanusem Keyserlingi* uważać musimy za równoważnik bezpośrednio starszego piętra berriaskiego. Ponieważ atoli, jak Pawłow dowiódł, fauna z *Holcostephanusem Keyserlingi* rozwinięta jest również w Symbirsku, przeto możemy uznać za współczesne fauny alpejskie i borealne, które zresztą żadnych cech wspólnych nie posiadają. Z zestawienia powyższego wynika również, że okres kontynentalny w północno-zachodnich Niemczech z górnej jury niewiele sięga do kredy. Życie lądowe zachowało się tu tylko podczas najniższego piętra dolnej kredy, piętra berriaskiego, a już w następnym walengijskim okresie zawarły się już nad niem fale oceanu. Zdaje się, że coraz bardziej podnosił się poziom morza, gdyż ku górze wzmaga się wymiana form, aż wreszcie w okresie najwyższego neokomu morze zalewa łąd wealdeński i w Anglii południowej, gdzie przetrwał on dłużej, niż w Niemczech.

W następnym okresie aptyjskim mnożą się stosunki faunistyczne między rozmaitemi prowincjami zoogeograficznymi. Te same amonity cechują apt w Alpach, w Niemczech, w Anglii i w Rosyi; pewne formy przewodnie tego piętra stwierdzono aż w Indyach i w Australii. To ujednostajnianie fauny w związku z podnoszeniem się poziomu morza trwa również podczas ostatniej fazy dolnej kre-

dy, podczas gaultu. Amonity tego piętra, które wzięło swe miano od lokalnej angielskiej nazwy pewnych glin, doń należących, są bardzo zbliżone do form aptu. Często są ozdobne gatunki z rodzajów *Schloenbachia* i *Hoplites* (rys. 242) i haczykowate hamity. Pozatem w gaulcie występują formy stanowiące przejście do górnej kredy. Jak pod tym względem, tak samo i pod względem rozprzestrzenienia geologicznego, gault rozpoczyna przejście do górnej kredy: wielka transgresja kredy górnej zaczyna się w wielu krajach lokalnym przekraczaniem morza gaulckiego.

Wydarzenia, które podczas neokomu zachodziły poza Europą, mogą być nakreślone tylko w ogólnych zarysach, skutkiem niedostatecznej znajomości odnośnych osadów. Najwyraźniej występują przedewszystkiem ślady równikowego morza śródziemnego (oceanu Tetydy); poznaliśmy już w faunie neokomskiej Kolumbii ważne ogniwo, łączące podrównikowy zachód ze wschodem. W krajach, położonych nad zatoką meksykańską, mianowicie w Texasie i w Meksyku, jak w europejskiej prowincji śródziemnomorskiej, neokom składa się z wapieni rudystowych, obfitujących w korale (*Comanche series*); z nich się składają prawie w całości sierry (góry) meksykańskie, od oceanu do oceanu. Meksyk dostarczył pozatem faunę hoplitów, podobną do tej, jaką w neokomie najniższym mieści Europa południowa i środkowa. Jeszcze znacznie dalej na południe, w Andach, hoplity i criocerasy są również bardzo rozpowszechnione. Oczywiście posiłkowały się one w swej wędrówce brzegiem zachodnim lądu południowo-amerykańskiego i dotarły podczas niej aż do Patagonii. Geograficzne rozprzestrzenienie tych form jest nadzwyczaj szerokie. Hoplity i criocerasy znajdujemy na Nowej Zelandyi, w Australii, w Kalifornii. W Europie podczas podnoszenia się poziomu morza neokomskiego widzimy, że hoplity i criocerasy wyrzają się z obszaru śródziemnomorskiego do Niemiec północnych i do Anglii, podczas gdy inne formy, jak fillocerasy i litocerasy, pozostały w swojej ojczyźnie. Co do pochodzenia, hoplity i criocerasy są co prawda typami śródziemnomorskimi, lecz nie były one przystosowane wyłącznie do warunków klimatycznych tej prowincji; były to formy elastyczne, łatwo się przystosowujące, które szybko zdobywają wielkie obszary, tracąc przytem swój charakter mieszkańców klimatu południowego.

Wędrówka rudystów, koralu i innych form śródziemnomorskich odbywała się oczywiście wzdłuż wybrzeży lądu nearktycznego i etyopsko-brazylijskiego, których istnienie stwierdzają neokomskie osady śródlądowe na południu i na północy. W prowincji Bahia znane są obszerne osady śródlądowe, nakształt wealdenu, zawierające mięczaki słodkowodne, krokodyle i dynosaury; podobne utwory opisano z Argentyny. Do tej samej kategorii należą w Ameryce Północnej pokłady *atlantosaurusowe* (*Atlantosaurus beds*), słynne jako łożysko olbrzymich dynosaurów lądowych, dalej warstwy potomackie z ich florą lądową; za wealden uważane są przez amerykańskich geologów również pewne warstwy w Arkanzasie w południowej części Stanów Zjednoczonych. Mamy przeto dość dowodów istnienia lądów nearktycznego i brazylijsko-etyopskiego w neokomie. W tym czasie jednak zaczęły się już pierwsze zabory morza na prastarych masywach lądowych, czego dowodem są wtrącenia ławic ze skamieniałościami morskimi w osady formacji potomackiej z roślinami lądo-



wemi; powodzenie uwieńczyło je wszakże dopiero w czasie najwyższego gaultu a zwłaszcza górnej kredy (por. str. 320).

Zwracając się z Europy na wschód, znajdujemy na Kaukazie w pełni rozwoju neokom śródziemnomorski; poza Kaukazem natomiast szczupłe są odnośne dane. Łupki spiti z Himalajów, któreśmy już przy opisie formacji jurajskiej wymienili, zawierają obfitą dolno-neokomską faunę hoplitową; pozatem jednak typy neokomskie czysto śródziemnomorskie nie są zbyt wybitne. Znajdowanie się ich w Mozambiku a szczególnie na Madagaskarze dowodzi, że jeszcze podczas neokomu „morze etyopskie śródziemne“ rozszerzało się z okolic Indu ku Madagaskarowi (por. mapę, rys 223). Bardziej doniosłe są wnioski, które wysnuć możemy z rozprzestrzenienia borealnej fauny neokomskiej (por. str. 316). Chodzi tu mianowicie o wyrój typów borealnych do obszarów południowych. Niestety, nie zawsze można rozstrzygnąć, czy taka kolonia, która opuściła obszar północny i osiedliła się odeń zdala, należy do neokomu lub górnej jury, gdyż oznaczanie, zwłaszcza aucelli, często nie jest dość ściśle przeprowadzone. Błędy zwłaszcza, które, np. z pomieszania górno-jurajskich i kredowych aucel wyniknąć mogą, nie są zbyt doniosłe, gdyż wędrówki neokomskie są tylko powtórzeniem takich samych zjawisk w jurze górnej. Borealne aucelle i belemnity docierają do obszaru himalajskiego, wzdłuż pacyficznego wybrzeża Ameryki, przez Aleuty, Alaskę i Kalifornię, której fauna neokomska jest czysto borealna, rozprzestrzeniają się aż do Meksyku, a nawet do Brazylii. Aucelle znane są pozatem z Nowej Zelandyi, gdzie znajdują się również owe szeroko, a nawet uniwersalnie rozprzestrzenione hoplity z fauny granicznej między górną jurą a kredą dolną, a na wyspach Timor i Rotti w archipelagu Sundzkim pojawiają się belemnity północne, tu zapewne do górnej jury należące. Ten sposób rozprzestrzenienia typów borealnych żywo przypomina występowanie tryasowego rodzaju małżów—*Pseudomonotis* (por. str. 226). W każdym razie na rozprzestrzenienie świata zwierzęcego wywierają wpływ decydujący nie tylko różnice klimatyczne, lecz również przebieg linii brzegowych, każdorazowy rozkład lądów i oceanów.

Zdaje się jednak, że najdalszą wędrówkę przedsięwzięły te belemnity o pokroju borealnym, które występują w dolnej kredzie Ziemi Przylądkowej w warstwach uitenhageńskich. Timor i Rotti byłyby najbliższą stacją z belemnitami północnymi; podczas jury, a w każdym razie również w czasie dolno-kredowym istniało tu otwarte połączenie z oceanem Spokojnym; na tej drodze przeto mogły północne belemnity z grupy *Absoluti* dostawać się do obszaru południowo-afrykańskiego. Inna część fauny uitenhageńskiej rekrutuje się z Indyi; mianowicie niektóre małże są blisko spokrewnione lub identyczne z odpowiednimi formami z najwyższej jury Indyi; wreszcie zachodzą jeszcze stosunki faunistyczne z Ameryką Pd. Steinmann dowiódł, że pewna grupa trygonii do dziś jest ograniczona do Afryki pld. i Ameryki Pld.; oczywiście małże te, wyróżniające się obfitą zdobnicztwem, znalazły sobie drogę z jednego do drugiego obszaru wzdłuż południowego wybrzeża wielkiego lądu brazylijsko-etyopskiego. Z ogólnego pokroju fauna uitenhageńska należy do wielkiej prowincyi południowej, do której dołączyłoby należało dolną kredę australijską i część południowo-amerykańskiej. Wyjaśnień dalszych oczekiwać możemy zwłaszcza od zbadania Australii.

## Rozprzestrzenienie i podział kredy górnej.

Przekraczanie morza gaulskiego, które poznaliśmy w poprzednim rozdziale, jest przegrywką niejako do tej znacznie potężniejszej transgresji morza, która odbyła się podczas górnej kredy. Morze zajęło podówczas i owe odwieczne masyw lądowe, które, jak ląd brazylijsko-etyopski, nearktyczny, masyw czeski i t. p., w ciągu kilku okresów geologicznych zachowywały charakter lądowy, tak iż wody pokryły ląd stały w rozmiarach przedtem prawie nieznanymi. Ruch, zacząwszy się w gaulcie, podczas cenomanu rozszerzał się gwałtownie, a i w młodszych okresach kredy górnej, w turonie i senonie, zdobył wiele lądu. Na granicy między kredą dolną a górną zostały poraz pierwszy sfałdowane i w pasma górskie wypiętrzone osady mezozoiczne Alp i Karpatów, włącznie z dolnokredowemi; i na te pasma wdarło się znowu morze górnokredowe, i ten ląd nowy podzielił losy starych kontynentów. To samo zjawisko powtarza się również w Meksyku, w Kalifornii.

Jeżeli znowu przegląd górnej kredy zaczniemy od Europy, rzuca się przede wszystkim w oczy utrzymujące się w ciągu tylu okresów przeciwieństwo między rozwojem południowym w obszarze śródziemnomorskim a północnym w Europie środkowej i północnej. Tam występują potężne masy wapienne z niezliczonymi rudystami, ze ślimakami o grubej skorupie z rodzajów *Nerinea*, *Actaeonella* i *Glauconia*, a zarazem częstokroć z koralami rafowymi. Z głowonogów rodzaj *Lytoceeras* przechodzi z kredy dolnej; obok niego wśród wzmiankowanych już ceratytów kredowych powstają formy nowoczesne, dla prowincji śródziemnomorskiej nie mniej typowe. Wapienie rudystowe panują mianowicie w Portugalii, w Hiszpanii, we Włoszech, a przedewszystkiem w zachodniej części półwyspu Bałkańskiego. Najwspanialszy ten rozwój facji rudystowej ciągnie się od Krainy przez pomorze austriackie, Dalmację, Bośnię zachodnią, Czarnogórze, Hercegowinę i Albanję aż do Grecji i warunkuje charakterystyczne zjawiska krasowe (p. t. I str. 548). W Alpach północnych wapienie rudystowe są wprawdzie również rozwinięte, częściej wszakże znajdują się zlepieńce, piaskowce i margle, obfitujące w skamieliny, z akteonellami, glaukoniami, głowonogami i koralami: warstwy gosauskie, jak je nazwano od Gosau koło Hallstattu w Salzkammergucie.

Rudysty sięgają co prawda również do Europy środkowej i północnej, są one tu wszakże małe, niepozorne, jakby zmarniałe i należą do rzadkości. Tyczy się to i koralu; neryneje i akteonelle są obce temu obszarowi, którego właściwością jest między innymi szczególnie rodzaj belemnitów — *Belemnitella*. Naturalnie, innym istotnie jest tu i rozwój petrograficzny. W Saksonii i w Czechach, w obszarach, które od dewonu były przeważnie lądem stałym, musiały fale nasuwającego się morza działać na krystaliczne skały łupkowe, kruszyć je, a z rozrartego materiału nagromadzone zostały zlepieńce i potężne masy piaskowca. Piaskowce te, przejęte prostopadłymi szczelinami, mają skłonność do ciosu kostkowego i stąd noszą miano piaskowca kostkowego (por. str. 291). W poszczególnych poziomach pojawiają się również jasno-szare płytowate margle wapienne, t. zw. pläner. Piaskowiec kostkowy ustępuje w miarę oddalenia od starego masywu czeskiego, który dostarczał materiału piaszczystego również morzom sąsiednim; pläner



i warstwy glaukonitowe (p. t. I, str. 690) są przeważnie rozwinięte, a w senonie tworzy się biała kreda pisząca. Piaski glaukonitowe, górny piasek zielony, margiel i kreda przeważają również w Anglii i w zagłębiu paryskim. Pläner jest rozwinięty w Hanowerze, w Brunświku i w Westfalii; w senonie pojawia się tu znowu kreda pisząca, która rozszerza się na Holsztyn, Szlezwig, na wyspy Duńskie, na południe Szwecyi, na Rugię i Litwę. Wielki ten obszar kredowy łączy się zapewne bezpośrednio ze wschodnio-galicyjskim i z wiele większym południoworosyjskim.

Stosunek prowincyi alpejsko-śródziemnomorskiej do północno-europejskiej zmienił się nieco tylko co do granicy. W Portugalii, Hiszpanii i Francyi, wyjąwszy Delfinat, typy południowe dotarły na północ dalej niż w jurze. Natomiast jednostajne osady piaskowca karpackiego, o ile należą do górnej kredy, zawierają tylko formy północno-europejskie, które ustępują miejsca południowemu rozwojowi dopiero w Lesie Bakońskim, w środkowym i południowym Siedmiogrodzie i w Banacie. Na północnym brzegu Alp wschodnich północne belemnitelle zaznaczają również lekkie posuwanie się elementu północnego na południe.

Na południu i na wschodzie rozwój śródziemnomorski nie tylko zachowuje swój dawny obszar, lecz w Afryce północnej zyskuje znacznie na rozprzestrzenieniu. W wielu okolicach Sahary ziemię na mile całe pokrywają skorupy ostryg, nieznanych w Europie, wyjąwszy Kalabrię południową; zwłaszcza senońska *Ostrea Overwegi* stanowi cechę charakterystyczną kredy północno-afrykańskiej. Z Syrii i Azyi Mniejszej wapienie rudystowe wyszedzić się dają do Persyi, Afganistanu i Beludżystanu, a i z Tybetu znane są glaukonie śródziemnomorskie. Dalej ku wschodowi giną ślady śródziemnomorskiej kredy górnej, i niepodobna dotychczas jeszcze oznaczyć, czy istniało otwarte połączenie z oceanem Spokojnym. Pewnem jest natomiast, że brakowało bezpośredniego połączenia z oceanem Indyjskim. Jeszcze nad Narbadą w Indyach środkowych kreda górna ma typ śródziemnomorski. Natomiast płaty kredowe z Trichinopoli i Pondichéry na wschodnim wybrzeżu Dekanu zawierają zupełnie samoistną faunę, w której rozpoznać można wprawdzie pewien związek z kredą północno-europejską, lecz która zupełnie różni się od śródziemnomorskiej. Wrócimy jeszcze do tych wschodnio-indyjskich utworów kredowych, nadzwyczaj obfitych w skamieniałości. Tu nadmienimy jeszcze tylko, że faunistycznie zgadzają się one bardzo z kredą Natalu i krajiny Zulów: fakt, doniosły dla oceny ówczesnego rozkładu wody i ładu. Wielkie podobieństwo między bardzo odległą kredą południowo-wschodnio-afrykańską i południowo-wschodnio-indyjską w przeciwstawieniu do zupełnej odrębności tak blisko położonych utworów kredowych w Indyach środkowych i południowo-wschodnich, wskazuje, że podczas kredy górnej istniał jeszcze ów ład, który, rozciągając się podczas jury i dolnej kredy między Indyami a Afryką południową, otrzymał miano półwyspu indo-madagaskarskiego.

Na zachodzie, w obszarze środkowo-amerykańskim, fauna śródziemnomorska zachowuje również swe dawniejsze znaczenie, jak tego dowodzą akteonelle i hippuryty na Jamajce i ceratyty kredowe w Peru. Zresztą najdonioślejsze zmiany zachodziły właśnie na obszarach zachodnio-atlantycznych. Potężne morze wewnętrzne za-

łało centralną Amerykę Północną od strony zatoki Meksykańskiej, przez Colorado wdarło się w dzisiejsze góry Skaliste aż do Great Basinu, i rozszerzyło się na Kansas, Nebraskę, Dakotę aż do rzeki Mackenzie pod 65° szerokości północnej. Potężna ta transgresya atlantycka dosięgła tu do morza Lodowatego, a na zachód ciągnęła się przez Kolumbię brytańską do oceanu Spokojnego. Osady tego zagłębia centralnego nie są czysto morskie. Grupa dakocka zawiera u podstawy rośliny lądowe, o których występowaniu mówiliśmy już powyżej; dalej następują przeważnie warstwy morskie, a u samej góry grupa laramijska, szereg osadów po części słonawo-, po części zaś słodkowodnych, stanowi przejście do systemu trzeciorzędowego. Drugi pas osadów górno-kredowych towarzyszy w Ameryce Północnej pacyficznym wybrzeżom Kolumbii brytańskiej aż do Kalifornii, a trzeci ciągnie się wzdłuż atlantyckiego wybrzeża Ameryki Północnej od New Jersey do Georgii. W tym ostatnim pasie szczególnie wybitnem jest pokrewieństwo z kredą północnoeuropejską.

W Ameryce Południowej transgresya, której początek zapewne już do gaultu najwyższego odnieść należy, pokrywa wielkie obszary, zwłaszcza w przybrzeżnych prowincjach brazylijskich Pernambuco i Sergipe, a dopełniają ją płaty kredowe w Angoli i na wyspie Elobi przy zachodnim wybrzeżu Afryki; są to pierwsze przekroczenia morza, które pozbawiły częściowo prastary ląd brazylijsko-etyopski jego cech lądowych i stworzyły drogę morską, po której amonity indyjskie mogły przedostawać się do północnej Europy i Ameryki Płn., przez Natal i dokoła południowego cypla Afryki wpoprzek obszaru śródziemnomorskiego.

Choć ilość ich była dość znaczna, jednak fauny kredowe: atlantycka i pacyficzno-indyjska niezupełnie się nawzajem wyrównywały. Pomimo licznych wzajemnych stosunków, obiedwie zachowały swe właściwości swoiste. Kreda górna pacyficzno-indyjska wyróżnia się już znacznie większą ilością głowonogów. W dodatku w faunie tej zauważyć się daje pewien rys zachowawczy: rody jak *Holcodiscus*, *Phylloceras*, *Lytoceras*, które były rozprzestrzenione w jurze i kredzie dolnej, zachowują w obszarze indyjskim swą bogatą rozmaitość form również w czasie kredy górnej, podczas gdy w zagłębiu atlantyckiem wymarły one lub też marnieją. Z drugiej strony w Indyach brak śródziemnomorskiego a zarazem nowoczesnego typu ceratyków kredowych. Rzecz szczególna, te przeżytki czasu dawniejszego należą zarazem do innej prowincyi; gdyż fillocerasy, litocerasy, holcodiscusy, charakterystyczne zwierzęta jurajsko-neokomskie, do obszaru indyjskopacyficznego przeszły z prowincyi śródziemnomorskiej. Może faunę dziedzicznie osiadłą wypędziły procesy górotwórcze, które odgrywały się na progu kredy górnej w oceanie śródziemnym; gdy potem morze ponownie wdarło się na ląd nowoutworzony, warunki były zmienione: morze było płytkie i ograniczone. Odnajdujemy tu co prawda później znowu faunę, która na ciepły wskazuje klimat, jak rudysty, koralę i t. p., lecz starodawne rody głowonogów nie mogły się tu już czuć dobrze i powróciły tylko częściowo, w odmiennych gatunkach.

Osady wschodniego wybrzeża Indyów przednich, z okolic Pondichéry i Trichinopoli, zajmujące małe obszary, są najlepiej zbadane i wyróżniają się nadzwyczajną obfitością skamielin. Koło Trichinopoli znajduje się cała górna kreda, poczynając od cenomanu, który leży bezpośrednio na łupkach krysta-



licznych, aż do senonu. Natomiast zdaje się, że koło Pondichéry reprezentowana jest tylko grupa górna, odpowiadająca mniej więcej senonowi, a więc i tu mamy rozszerzenie się transgresyi w senonie. Gdy, poczynając od tego obszaru, śledzimy rozprzestrzenienie indyjskich głowonogów górnokredowych, poszczególne obserwacje łączą się we wspólny obraz. Do obszaru atlantyckiego głowonogi indyjskie dostać się mogły tylko dokoła południowego cypla Afryki; na tej tylko drodze możliwą była wymiana form atlantycko-śródziemnomorskich i indyjskich. W Angoli spotykają się elementy śródziemnomorskie i indyjskie; główną wszakże rolę tu, jak i w obszarze brazylijskim, odgrywają atlantyckie szloenbachie. Najszerzej rozsiadła się ta bogata fauna w olbrzymim, dobrze ograniczonym oceanie Spokojnym. Formy indyjskie znajdujemy na płaskowzgórzu assamskim, na Borneo, przedewszystkiem zaś na wyspie Jeso i na Sachalinie, których faunę kredową szczegółowo opisali badacze japońscy. Zgodność tu jest zupełna, a nie mniejszą spotykamy na amerykańskiej stronie oceanu Spokojnego, na wyspie Królowej Charlotty, na wyspie Vancouver i w Kalifornii. Na południu, w Chili, Steinmann wykazał również fillocerasy i litocerasy pokrewne indyjskim. Ślady indyjsko-pacyficzne znajdują się również w mało dotychczas zbadanej kredzie górnej Australii. Ocean Spokojny stanowił przeto i w okresie górnokredowym jednolitą prowincję zoogeograficzną, tak samo jak podczas tryasu, jury i kredy dolnej: jest to fakt wielkiej doniosłości. Dowodzi on niezbitnie wielkiej dawności geologicznej i „stałości“ tego olbrzymiego oceanu w ciągu wymienionych okresów historii ziemi. W jaskrawem przeciwieństwie ocean Atlantycki w swej dzisiejszej postaci jest utworem młodocianym. Stałą jest tylko jego część środkowa, o ile do Tetydy należy, lecz rozszerzenia jego w czasach górnokredowych przetrwały tylko częściowo. Zobaczmy dalej, że w czasach geologicznie niezbyt odległych został on jeszcze znacznie zmieniony.

Atoli i z drugiego jeszcze względu ważną jest faunistyczna jednolitość zagłębia pacyficznego. Obok stosunków klimatycznych, których wpływ uwidoczni się zwłaszcza w stateczności śródziemnomorskiej fauny Tetydy, posiadały również znaczenie położenie geograficzne i ograniczenie mór, rzeźba brzegu, połączenia morskie, a zdaje się, że one to warunkują właśnie wielkie rysy zasadnicze charakteru faunistycznego. Tymczasem nie wiemy, czy rozwój form ożywionych odbywał się w różnych częściach jednolitego zagłębia pacyficznego dość samodzielnie i równomiernie, a wędrówki odgrywały podrzędną tylko rolę, czy też określony obszar stale lub czasowo sprzyjał przeważnie postępowi. Pewnem jest tylko to, że ocean Spokojny w tryasie i górnej jurze był połączony z obszarem borealnym i czerpał zeń nowe życie, lub też odwrotnie, podczas gdy w czasie górnokredowym życie zwierząt morskich szerokim korytem płynęło z Indyi lub do Indyi, a stosunki faunistyczne z północą zostały przerwane.

Jest to zarazem zjawisko największej doniosłości geofizycznej: ten sam obszar, który szeroko był zalany w czasie transgresyi górno-jurajskiej—obszar borealno-syberyjski i północno-rosyjski—był lądem w czasie górnej kredy. Wolną od górnej kredy została połowa Rosyi na północ od Wilna, Mohylowa, Kaługi, Moskwy, Samary, Symbirska i Orenburga, jak również Syberya i Chiny północne; górno-kredowe warstwy bakulitowe odkryto tylko nad Sośwą pod 63° szerokości północnej.

Według poglądów dawniejszych, głęboka przepaść oddzielać miała kredę od systemu trzeciorzędowego. Istotnie stan ziemi i rodzaj jej mieszkańców w starym trzeciorzędzie różni się w rysach głównych zasadniczo od obrazu, który otrzymujemy w okresie kredowym. Pomimo to, w rzeczywistości nie istnieje owa ziejąca przerwa, lecz, przeciwnie, w wielu okolicach jedna formacja przechodzi stopniowo w drugą. W pewnych regionach prowincji śródziemnej, osobliwie w Syrii, w pustyni Libijskiej, w Azji Mniejszej, na granicy kredy i trzeciorzędu mieszają się hipuryty, formy charakterystyczne kredy, z numulitami, formami przewodniemi starszego trzeciorzędu. W prowincji północnej stoją podobnie na rubieży obu wielkich okresów: t. zw. dan, wapienie z Faxe w Danii, utwory z Maastrichtu i inne. W każdym razie mieszanina form jest tu nieznaczną; masowy przyływ nowych elementów w warstwach wyższych określa dość ściśle początek nowego okresu.



Rys. 243. Pyrgulifera, z górnej kredy węgierskiej (Ajka). (Podług Tauscha).

Znacznie silniejszym jest zmieszanie w grupie tejońskiej na zachodnim wybrzeżu Kalifornii. Tu nie może być żadnej wątpliwości, pomimo różnych usiłowań osłabienia, że do fauny górnokredowej stopniowo dołączają się formy trzeciorzędowe, które ku górze wciąż tak wzrastają, że ostatnie amonity i bakulity wymierają, otoczone bogato rozwiniętą fauną form trzeciorzędowych. Zdaje się, iż podobne osady rozwinięte są również na wybrzeżu Chilijskim. Takie przejście znane jest również w okolicach, gdzie na górnej granicy formacji kredowej pojawiają się osady wód słonawych i słodkich, jak przedewszystkiem we wzmiankowanej już grupie Laramie. Wielkie północno-amerykańskie morze wewnętrzne ku końcowi okresu kredowego wysładzało się coraz bardziej, osiedlały się mięczaki wód słonawych, później słodkich, utworzyły się pokłady węgla, a osady, powstałe w ten sposób na obszarze 129500 kilometrów kwadratowych, przechodzą bez wyraźnej granicy w utwory trzeciorzędowe wielkiej równiny środkowo-amerykańskiej. Liczne mięczaki ożywiały jeziora czasu laramijskiego; jak dowiódł White, były to przodki dzisiejszej fauny Ameryki Północnej. W stanie Washington i w Kolumbii angielskiej ogniwo przejściowe, analogiczne warstwom laramijskim, stanowi grupa pugecka, zupełnie odmienna od laramijskiej co do fauny mięczaków i oddzielona od niej działem lądowym. W Ameryce Południowej kreda kończy się odpowiednikiem grupy laramijskiej, formacją guaranityjską, na której jak na tamtej spoczywa trzeciorząd, mianowicie formacja pampasowa, tak sławna ze swej obfitości w skamieliny, a przez czas długi zapoznawana.



Rys. 244. Stomatopsis, z warstw kosyńskich w Istrii. (Podług Stachego).

Pod koniec ery mezozoicznej panują więc również stosunki, zapewniające ciągłość rozwoju ziemi i jej mieszkańców. Naturalnie, nie wyłącza to, iż kreda w poszczególnych miejscowościach kończy się bezpośrednio, a trzeciorząd występuje samodzielnie, bez związku z kredą. W pewnych okolicach prowincji śródziemnej przyczyną równie ostrego rozgraniczenia mogły być procesy górotwórcze, które zaczęły się w początkach kredy górnej i powtórzyły się na granicy trzeciorzędu. Może



zmniejszanie się gębokości i lokalne wysłdzanie morza górnokredowego należy tłumaczyć równiez stopniowem wznoszeniem się podłoża. W takich miejscowościach (w Hiszpanii, w Prowancyi, w dolinie Brandenberskiej koło Brixlegg w Tyrolu, koło Salzburga, w dolinie Gosau, koło Hieflau w Styryi, w Neue Welt koło Wiener Neustadt, wreszcie koło Ajki w Lesie Bakońskim) powstały osady słodkowodne z obfitą fauną i florą, często równiez ograniczonych rozmiarów pokłady węgla.

Słusznie wywołały wiele zainteresowania obfite fauny mięczaków z tych miejscowości. Choć prawie każda z tych faun lokalnych posiada swe cechy swoiste, Prowancya np. osobliwie ukształtowane ślimaki płucodyszne z rodzaju *Lychnus*, w całości jednak pozwalają one poznać związek wzajemny. Dość częste są formy obficie przyozdobione; najlepiej dają się one porównać z typami etyopskimi i malajskimi lub polinezyjskimi. Do najważniejszych należy w każdym razie piękna *Pyrgulifera*, która masami występuje od Rognac w Prowancyi do Ajki na Węgrzech i wyróżnia się wielką zmiennością swej postaci (rys. 243). Znajduje się ona pozatem w słonawowodnych warstwach kredowych koło Suderode na krawędzi Harcu, i, co jest o wiele dziwniejszem, w faunie laramijskiej Ameryki Północnej, jak równiez żyjąca obecnie w jeziorze Tanganyika w Afryce środkowej. Czy osobliwe to rozmieszczenie rodzaju *Pyrgulifera* jest związane ze skomplikowanemi wędrówkami, czy raczej z przystosowaniem formy morskiej, które zaszło dość samodzielnie w różnych czasach i w różnych miejscowościach, rozstrzygnąć jeszcze niepodobna. Związek z fauną Tanganyiki posiada zresztą inny jeszcze utwór słodkowodny na granicy między kredą a trzeciorzędem, mianowicie warstwy kosyńskie (*Cosina*) w Istrii i Dalmacyi. Słodkowodne te warstwy, wiążące górnokredowy wapień rudystowy z trzeciorzędowym wapieniem numulitowym, obfitują w osobliwe mięczaki (rys. 244), między innymi w grupę *Fascinelli*, żyjącej dziś w jeziorze Tanganyika.

Jakkolwiekby się rzecz miała z tem szczególnem rozprzestrzenieniem pyrgulifer, z pewnością pod jednym względem istnieje gęboka różnica między faunami słodkowodnemi z górnej granicy kredy w Ameryce Północnej a Europie: tam odbywał się rozwój nieprzerwany, mięczaki z *Atlantosaurus-Beds* były przodkami fauny laramijskiej, ta znowu zawiera przodków fauny trzeciorzędowej i obecnie żyjącej; w Europie natomiast losy świata organicznego były znacznie bardziej niepokojne i zmienne. Mięczaki wealdenu przypominają północno-amerykańską, lecz w żadnym razie nie europejską faunę górnokredową, ta zaś znowu nie ma żadnego stanowczego związku z trzeciorzędem europejskim. Podobne zjawiska, będące skutkiem licznych transgresyi i rozmaitości wydarzeń geologicznych w Europie, poznamy jeszcze przy ssakach epoki trzeciorzędowej.

Jeszcze jedno podnieść należy: w ciągu kilku okresów historii ziemi gębokie morze stało nad pasem śródziemno-równikowym. Powstały zeń pierwsze, wody rozdzielające, fałdowania alpejsko-karpackie, a fale, powracając w okresie górnokredowym, mogły tworzyć tu tylko płytkie zagłębienia, które skutkiem trwającego dalej wynurzania się bywały całkowicie nawet wysłdzane. Europa północna natomiast, którą w ciągu tych samych okresów starszych wciąż tylko płytkie wody pokrywały, w senonie po raz pierwszy zanurza się gęboko, tak iż na wielkich terenach osadzać się może pelagiczny osad otwornicowy, biała kreda piszcząca. Oba tedy ob-

szary zamieniły swe role. Być może, iż głębsze zanurzenie Europy północnej zależy również od wyniesienia systemów górskich—alpejskiego i karpackiego.

## 7. System trzeciorzędowy.

**TREŚĆ:** Charakter, rozprzestrzenienie i podział systemu trzeciorzędowego. — Ssaki trzeciorzędowe; torbacze. — Rozwój zwierząt łożyskowych. — Pazurowce. — Kopytne. — Gryznie, szcerbacze, walenie. — Starszy trzeciorzęd w Europie. — Starszy trzeciorzęd poza Europą. — Starotrzeciorzędowe fauny ssaków i flory. — Ogólne stosunki miocenu. — Miocen w Europie. — Osady sarmackie. — Pliocen dolny (piętro pontyjskie). — Pliocen środkowy i górny. — Młodotrzeciorzędowe osady poza Europą. — Streszczenie.

### Charakter, rozprzestrzenienie i podział systemu trzeciorzędowego.

Z końcem systemu kredowego, ostatniego z trzech wielkich grup mezozoicznych, dochodzimy do ważnego punktu zwrotnego w historii ziemi. Zbliżamy się do najmłodszego wieku ziemi, do ery cenozoicznej, do ery nowoczesnego rozwoju, która obejmuje system trzeciorzędowy<sup>1)</sup>, system czwartorzędowy czyli dyluwium (pleistocen) i czas teraźniejszy. W przybliżeniu na granicy między kredą a trzeciorzędem przypadają znaczne zmiany w rozkładzie wody i ładu, jak również w rozwoju świata organicznego, zmiany o takim zakresie, że podobne występują w rozwoju geologicznym ziemi w niewielu tylko miejscach.

Następuje bardzo znaczne cofanie się morza z wielkich obszarów, które dziś są łądem, a to stwarza ogromne przybliżenie do stosunków obecnych. Osuszają się znaczne przestrzenie w północnych Niemczech, w Rosyi, a zwłaszcza w Ameryce Północnej; dołączają się do nich liczne obszary, gdzie przybytek ładu był mniejszy. Jednak fałszywem byłoby twierdzenie, że dzisiejsze rozmieszczenie mórz w głównych zarysach istniało już na początku trzeciorzędu. Obecność odnogi morskiej, która ciągnęła się od Francyi południowej wzdłuż północnego brzegu Alp przez kraje podkarpackie i Węgry do Azji zachodniej, stanowi już różnicę. Kontrasty kształtują się jeszcze wybitniej dalej na wschodzie: zdaje się, iż w ciągu starszego trzeciorzędu (paleogenu) szeroka tafla wód ciągnęła się z Azji Mniejszej aż do Indyi i do regionu tybetańskiego, a nawet w samym sercu Azji środkowej, w Turanie, w Turkiestanie i na obszarze Pamiru, znaleziono, według badań Muszkietowa i Romanowskiego, rozległe i obfitujące w skamieliny osady tego właśnie wieku. Zarazem podczas eocenu, pierwszego działu trzeciorzędu, pod morzem stały zagłębienia paryskie i londyńskie, Belgia, większa część Europy południowej, Sahary, a przy-

<sup>1)</sup> Osady trzeciorzędowe dzielimy jak następuje:

I. Trzeciorzęd górny czyli neogen.  
A. Pliocen. B. Miocen.

II. Trzeciorzęd dolny czyli paleogen.  
C. Oligocen. D. Eocen.



puszczalnie także Arabii; półkula zachodnia również przedstawia obraz zgoła obcy. Niepodobna też twierdzić, żeby od początku trzeciorzędu do dnia dzisiejszego zachodziło stałe i stopniowe zbliżanie do stanu obecnego. Pomijając bowiem wahania drobniejsze, spostrzegamy, że podczas drugiego z czterech głównych działów trzeciorzędu, podczas oligocenu, morze ogromnie zyskało na obszarze, przynajmniej w Europie środkowej, i wdarło się nawet do okolic, które, jak zagłębie Mogunckie, od jury były lądem stałym.

Więcej podobieństwa do stosunków teraźniejszych znajdujemy, wprawdzie baczając na głębokość a nie na rozciągłość mórz trzeciorzędowych, w obszarach, które teraz lądowymi się stały. Choć ściślej miary podać niepodobna, jednak z pewnością brak prawie zupełnie właściwych osadów głębinowych typu pelagicznego. Większość utworów morskich należy do tego pasa osadów gliniastych i piaszczystych, który otacza lądy, a wapienie, jeśli występują, są po części stanowczo utworami płytkowodnymi lub przybrzeżnymi, jak rozmaite wapienie nulliporowe i koralowe, po części zaś duże wapienne szczątki zwierząt o grubej skorupie (jak w wapieniach numulitowych i t. d.) same przez się już nie mogą pochodzić z głębokiej wody. Choć przeto w początku trzeciorzędu znaczna część zwłaszcza północnej strefy umiarkowanej była jeszcze pod wodą, wystarczały wszakże względnie nieznaczne ruchy, aby osuszyć wielkie obszary.

Z drugiej strony w trzeciorzędzie istniały jeszcze znaczne masy lądowe, których miejsce zajmuje dziś morze. Jedną z nich łączyła Europę północno-zachodnią z Ameryką Północną; zdaje się iż szczątkami jej są Islandya i wyspy Färöer. Z drugiej strony pokrewieństwo chińskiej fauny lądowej i słodkowodnej z północno-amerykańską pozwala wnosić, że morze Aleuckie było lądem stałym. Prawdopodobnie przeto przez pewien czas północny ocean Lodowaty był oddzielony zarówno od oceanu Atlantyckiego, jak Spokojnego, lub też łączył się z jednym z nich zapomocą nieznacznego kanału. Inne fakty wskazują na to, że dopiero z początkiem epoki trzeciorzędowej zniknął ląd, który łączył Afrykę z Ameryką Południową; ocean Atlantycki przeto w swej postaci obecnej powstałby dopiero w niedawnym czasie. W innej stronie widzimy, że Madagaskar łączył się jeszcze z Afryką południową, a związek ten dopiero w ciągu trzeciorzędu został zniszczony.

Jak się zdaje, w stosunkach klimatycznych nie można zauważyć wielkiego kontrastu między górną kredą a dolnym trzeciorzędem. Podczas epoki trzeciorzędowej klimat wogóle ochładzał się, tak iż pod jej koniec w okolicach, co do których istnieją potrzebne dane, panował klimat niewiele tylko cieplejszy niż dzisiaj. Później jednak podczas okresu pleistocenckiego nastąpiło znaczne ochłodzenie. Nagromadziły się potężne masy śniegu i lodu i pokryły nie tylko kraje północne i wysokie góry, lecz stąd sięgały lodowce aż na równiny Europy środkowej, które i dziś jeszcze są przeważnie pokryte materyałem, przez lód przyniesionym; na naszych równinach żyły polarne zwierzęta i rośliny. Coś podobnego zachodziło również w najrozmaitszych krajach północnej zarówno jak południowej półkuli. Jest to rozgłośny okres lodowcowy, po którego upływie temperatura znowu powszechnie się podnosiła aż do stanu dzisiejszego.

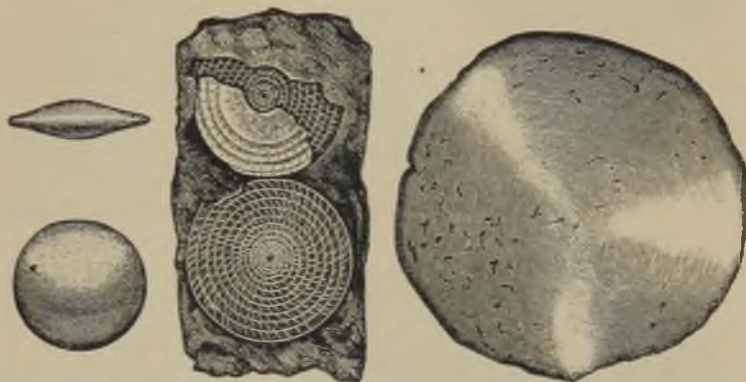
Nadzwyczaj wielkiej doniosłości są w trzeciorzędzie zjawiska górotwórcze. Największe i najwyższe góry ziemi w tym czasie podlegały ostatnim i najznaczniejszym wypiętrzeniom, ich stan dzisiejszy, po upływie pierwszego sfałdowania na początku górnej kredy, sprowadza się głównie do ruchów mas podczas epoki eoceńskiej i miocenińskiej, u niektórych również podczas — pliocenińskiej; do tej kategorii należą: Alpy, Karpaty, Apeniny, góry Albańsko-greckie, Kaukaz, Himalaje, Tiań-Szań, Kordyliery w Ameryce Północnej i Południowej i cały szereg innych. Jednocześnie w wielu okolicach zachodziły potężne wybuchy skał wulkanicznych. Na południowej krawędzi Karpat nastąpiły potężne wylewy law, natury trachitowej i bazaltowej, mniejsze na tyłach Alp. W Niemczech, pomijając mniejsze występowania, powstał łańcuch wulkanów, ciągnący się od Eiflu i Hunsrücku wpoprzek przez Niemcy środkowe aż do Czech i Śląska. Pokrywy bazaltowe olbrzymiej rozciągłości i wielkiej grubości wylały się w Ameryce północno-zachodniej, w Abisynii, między Szkocją, wyspami Färöer i Islandyą, i w wielu innych miejscowościach, np. we Włoszech, na Kaukazie, w Armenii, trzeciorzędowe skały wybuchowe odgrywają wielką rolę.

W świecie organizmów znajdujemy ostro zaznaczone różnice między fauną kredową a trzeciorzędową skutkiem wymierania wielu częściowo bardzo charakterystycznych typów. Pośród kręgowców daje się zauważyć przede wszystkim uderzający zanik gadów; wygasły najwybitniejsze przedstawiciele tych potężnych zwierząt, które w tryasie, w jurze, w kredzie panowały nad lądem i morzem. Bez śladu zginęły ogromne jaszczury morskie, ichtyosaury, plesiosaury i mosasaury, które właśnie w górnej kredzie doszły do największego rozkwitu. Ich miejsce zajęły wyróżniające się swą wielkością ssaki morskie, walenie (Cetacea). Panujące zwierzęta lądowe, potężne dinozaury, nie przeżyły również końca epoki kredowej, lub co najwyżej jako słabe przeżytki uratowały się aż do pierwszej fazy nowego systemu. Wreszcie wraz z epoką kredową znikają gady latające czyli pterodaktyle. Ze wszystkich wyróżniających się swą wielkością gadów epoki kredowej pozostają aż do czasów obecnych tylko krokodyle jako żywe skamieniałości; z mniejszych form trwają nadal jaszczurki i żółwie, a węże, pierwaj słabo tylko reprezentowane, wzmagają się. Objasnienie tego zmarnienia gadów lądowych znajdujemy w przewadze, jaką zyskują formy wyżej uorganizowane, ssaki i ptaki, którym doskonalsza organizacja daje stanowczą przewagę. Poza to właśnie zwierzęta tak olbrzymie, potrzebujące ogromnej ilości pokarmu, a których mózg, nadzwyczaj słabo rozwinięty, dowodzi minimalnej inteligencji i zdolności zapanowania nad nowymi stosunkami, musiały najdotkliwiej odczuć zmianę zewnętrznych warunków życia i najłatwiej wymierać.

Jeśli w tym wypadku przyczyny zmian możemy sobie wyobrazić, to rzecz ma się inaczej ze znacznymi lukami, jakie się tworzą wśród niższych zwierząt morskich. Zupełnie zanikają najbardziej rozpowszechnione działy głowonogów, amonity i belemnity. Przez długi czas przypuszczano, że istotnie giną one całkowicie na granicy trzeciorzędu; później odkryto wszakże pojedyncze marudery: Schloenbach dowiódł istnienia rzadkiego belemnita w dolnym trzeciorzędzie Europy, a geologowie amerykańscy znaleźli w należących do najniższego trzeciorzędu warstwach Kalifornii jeszcze pojedyncze amonity. Są to jednak tylko nik-



nące szczątki, które giną niebawem, i brak tych zwierząt, przedtem tak rozpowszechnionych, nadaje trzeciorzędowi piętno swoiste. Z pośród ślimaków niknie kilka ważnych rodzajów, mianowicie neryneje, glaukonie i akteonelle, a z pośród małżów inoceramys, w górnej kredzie prawie wszędzie obecne. Dalej trygonie, tak rozpowszechnione w epoce kredowej, są w trzeciorzędzie prawie wyłącznie ograniczone do obszaru australijskiego, i zachowały się tam aż do dnia dzisiejszego. Przedewszystkiem jednak ważnem jest wygaśnięcie rudystów. Szczególna ta grupa małżów gruboskorupowych, która w kredzie tak się wyróżnia obfitością form i ilością osobników, w żadnym miejscu, o ile się zdaje, nie przekracza granicy systemu kredowego. Natomiast zmniejszenie się ilości ramienionogów i szereg zjawisk podobnych ustępuje znacznie przed wielką doniosłością faktów wymienionych. Poza tem są typy w systemie kredowym liczne, w trzeciorzędzie natomiast rzadko tylko znajdowane, a o których pomimo to z pewnością twierdzić można, że istniały w pokaźnej ilości: mianowicie ananchitidy pośród jeżowców, liliowce lodygowe i gąbki krzemionkowe.



Rys. 245. Numulity: na prawo i na lewo okazy całkowite, po środku dwa przekroje w skale.

Wszystkie te formy występują obecnie w pokaźnej ilości w wielkich głębokościach morskich, a że ich z trzeciorzędu tak mało tylko posiadamy, pochodzi to jedynie stąd, że z epoki tej nie znamy żadnych właściwych faun głębokiego morza.

I jakkolwiek pewne pozorne różnice nie istnieją w rzeczywistości, jednak przypadki wymienione powodują tak wielką niezgodność między kredą a trzeciorzędem, że znajdujemy tu jeden z najgłębszych kontrastów, jakie wogóle zachodzą pomiędzy dwiema faunami, szybko po sobie następującymi. Zwłaszcza skutkiem zniknięcia amonitów, belemnitów, inoceramów i rudystów fauna zwierząt morskich bezkręgowych przybiera pokrój zgoła odmienny. Naprózno jednak oglądamy się za przyczyną dostateczną, którejby można było przypisać wyginięcie tych grup form, tak nadzwyczajnie rozwiniętych. Wprawdzie w drugiej połowie systemu kredowego przewagę gwałtowną uzyskują niebezpieczne rabusie, ryby kościste; stąd niedaleko do łączenia z rozprzestrzenianiem się tych nowych wrogów zmniejszania się ilości amonitów i belemnitów, które od tego czasu mniej więcej się zaczyna, i wreszcie ich ostatecznego wyginięcia; wszak wiemy, że i obecnie ryby z upodobaniem pozerają nagie głowonogi. Natomiast zgoła jest nieprawdopodobnem, aby rozmnożenie się ryb miało dostrzegalny wpływ na dalsze istnienie rudystów, które w swych solidnych skorupach grubościennych i do dna przyrośniętych były zabezpieczone przed niespodzianymi napadami. Skutkiem wymierania tych typów daw-

nych trzeciorzędowa fauna morska przybiera swój charakter istotny. Pod większością innych względów zbliża się ona nadzwyczaj do fauny górnokredowej.

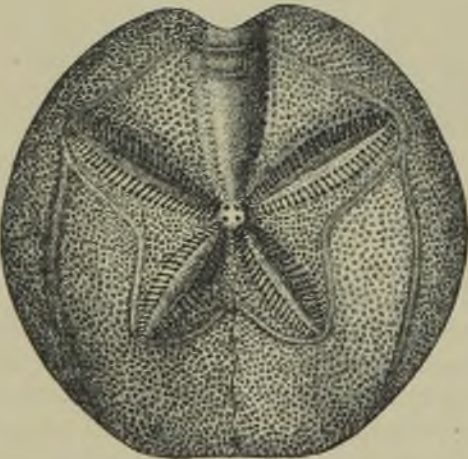
Jednak właśnie wśród zwierząt najniższych, wśród otwornic, które należą do prazwierząt, istnieje dział, numulity, które, rzadkie tylko w systemach dawniejszych, tu nagle rozwijają się nadzwyczajnie. Reprezentują one najwyższe ogniwo swej klasy i są zarazem olbrzymami tego działu: niektóre dochodzą do rozmiarów 60 mm, podczas gdy inne wprawdzie nie przekraczają 2 mm. Soczewkowate, niekiedy prawie kuliste skorupki składają się z licznych (do 50) silnie obejmujących się zwojów spiralnych, mnogimi przegrodami podzielonych na liczne komory. Skorupka jest drobno porowata i zawiera w pewnych częściach rozgałęziony system kanałów (rys. 245). Wielki jest geologiczne rozprzestrzenienie numulitów. Pojedyncze osobniki znalezione

Rys. 246. *Echinanthus scutella*, z górnego eocenu okolic Vicenzy. (Według Damesa).

już w paleozoicznym wapieniu węglowym, jednego opisał Gumbel z jury, a zdaje się, że i w górnej kredzie niezupełnie ich brak; we wszystkich tych osadach należą one wszakże do rzadkości. Dopiero

z początkiem trzeciorzędu wzrastają one w wymiary, ilość gatunków i liczbę osobników. W utworach eocেনskich, a po części również w oligocенskich są one w wielu miejscowościach nagromadzone w takiej ilości, że same przez się składają całe kompleksy warstw; rozprzestrzenienie ich na wielkiej przynajmniej części powierzchni ziemi jest, rzecz szczególna, takie samo, jak rudystów w kredzie górnej: zajmują one pas, który bieży po obu stronach morza Śródziemnego, obejmuje obszar alpejsko-karpacki, a stąd ciągnie się na wschód do Indyi; poza tym obszarem trafiają się one w mniejszej ilości.

Potężny rozkwit trwa zresztą tylko czas krótki. Już w oligocenie numulity się cofają, w górnej części trzeciorzędu i w czasie obecnym są one reprezentowane tylko przez nieliczne drobne formy. Jest to więc zjawisko równie zagadkowe jak raptowne i masowe pojawienie się wielkich otwornic, fuzulinidów, w górnym wapieniu węglowym i ich nagłe wyginiecie. Z nieco wyżej

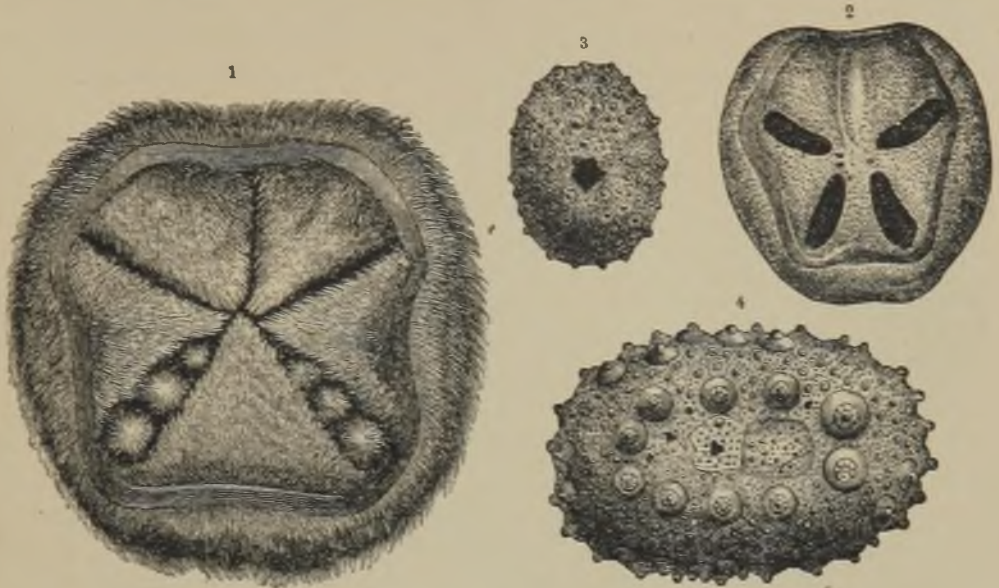


Rys. 247. *Linthia Heberti*, z górnego eocenu okolic Vicenzy. (Według Damesa).

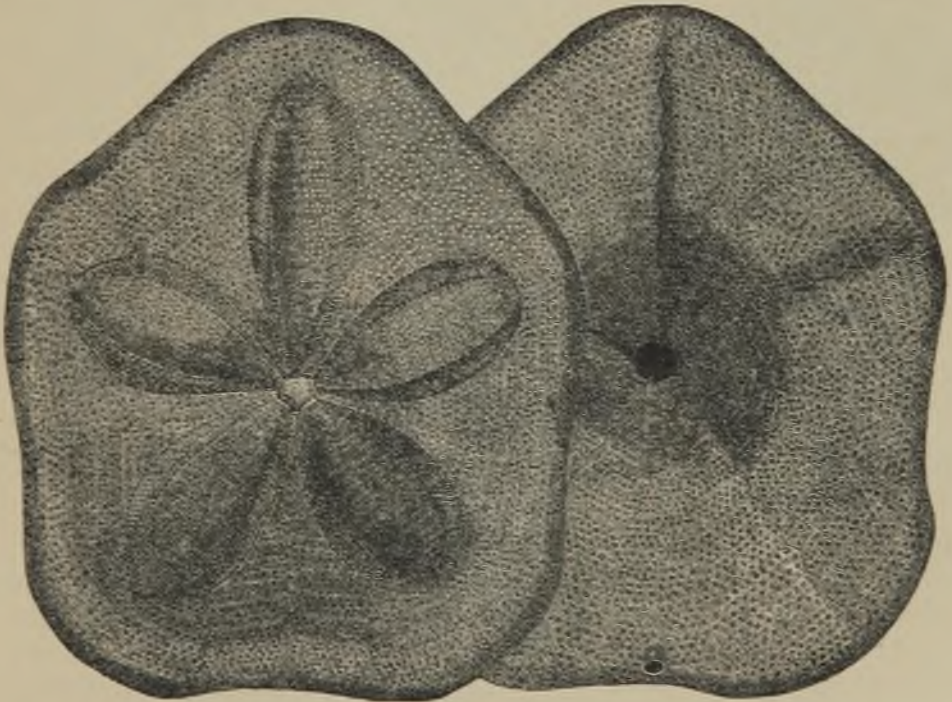
z nieco wyżej



uorganizowanych pierwotniaków występują w poszczególnych miejscowościach w wielkiej ilości misterne krzemionkowe rusztowania promienie, lecz ich roz-



Bys. 248. *Hemiasiter cavernosus*. żyjący: 1) okaz dorosły, kolce złożone nad obu tylnymi ambulakrami; 2) okaz nieco mniejszy bez kolców; 3) okaz zupełnie młody od strony brzusznej z pięciokątną głową. powiększony; 4) okaz zupełnie młody od strony grzbietowej, silniej powiększony. (Według Al. Agassiza).



Bys. 249. *Clypeaster grandiflorus*, z miocenu: od góry i od dołu. (Według Desora).

przestrzelenie nie może mieć znaczenia dla geologa. Z pośród jamochłonów gąbki, jakieśmy już wzmiankowali, są wogóle bardzo rzadkie; tylko koło Oamaru na Nowej Zelandyi znany jest osad starszego trzeciorzędu, nadzwyczaj obfity w rozmaite gąbki, należące wszakże do współczesnych rodzajów. Korale są bardzo rozwinięte, nie wyróżniają się wszakże w stosunku do epoki kredowej wybitnymi nowymi typami.

Z pośród szkarłupni tylko jeżowce posiadają znaczenie i występują w pewnych miejscowościach w nadzwyczajnej ilości i różnorodności. Obok licznych form regularnych, obok mnóstwa kassydulidów, z pośród których częstotliwością występowania wyróżniają się *Echinolampas*, *Echinanthus* (rys. 246) i inne, ważne są zwłaszcza dwie rodziny: klipeastridy i spatangidy. Spatangidy są już liczne w systemie kredowym, wszakże w trzeciorzędzie i w dobie obecnej dosięgają najsilniejszego rozwoju (rys. 247 *Linthia Heberti*); są one najwyżej rozwinięte z pośród wszystkich jeżowców i odbiegają tak daleko od ich najprostszycy regularnych typów, że

w ich pochodzenie od tych właśnie typów ledwo możnaby wierzyć, gdyby nie było bezpośrednich tego dowodów. Pomijając występowanie paleontologiczne, wynika to zwłaszcza z rozwoju młodocianego tych zwierząt, który wprawdzie przez długi

czas był nieznany, gdyż młodych spatangidów w ich odbiegającej od form dorosłych postaci nie uznawano za to, czem one są. Dopiero dzięki nadzwyczaj osobliwemu urządzeniu pewnych gatunków udało się rozwiązać zagadkę. U *Hemiasster cavernosus* (rys. 248) posiadające kształt płatków kwiatowych ambulakry na górnej stronie skorupy są silnie zagłębione, a jaja po wyjściu z porów płciowych dostają się do tych bruzd szerokich, które są przez krzyżujące się nad niemi

kolce zamienione na bezpieczny „pokój dziecinny“. Tu rozwijają się młode spatangi, których przynależność do starych jest z pewnością ustalona przez znajdowanie się ich w tej „wylęgarni“, choć odbiegają one od starych nadzwyczajnie: pięciokątna gęba leży na środku dolnej strony, odbyty na środku górnej strony, ambulakry są wąskie, nie rozszerzają się nakształt płatka, brodawki kolcowe i kolce są duże i w niewielkiej ilości; krótko mówiąc, otrzymujemy obraz jeżowca regularnego, i dopiero w dalszym wzroście rozwijają się cechy spatangidów.

Szczególnie charakterystyczną jest rodzina jeżowców *Clypeastridae* (rys. 249), która w kredzie była reprezentowana tylko przez małe zwiastuny; są to formy z gębą centralną, lecz ekscentrycznym odbytem, z silnym narządem żuciowym, z szerokimi płatkokształtnymi ambulakrami i względnie wązkimi pasami międzyambulakralnymi. Wreszcie jako szczególną właściwość znajdujemy umieszczone wewnątrz skorupy podpory wapienne (rys. 251), nadające całości trwałość, której



Rys. 250. Mały trzeciorzędowy zatokę płaszczową (*Venus*).



Rys. 251. Rozłamaný okaz *Clypeaster aegyptiacus* z podporami wewnątrz.





Tabl. VI. Syfonostomy (kanałowce) trzeciorzędowe.

1) *Fusus*. 2) *Nassa*. 3) *Murex*. 4) *Ysatis*. 5) *Mitra*. 6) *Cassid.* 7) *Tribolium*. 8) *Opyrea*. 9) i 10) *Florentina*.  
 11) *Gemma*. (Według K. Horrocks).

w wysokim stopniu potrzebują zwłaszcza duże gatunki, żyjące wśród rozbijających się o skały fał morskich. Wogóle klipeastridy zbliżają się najbardziej do diskoidów systemu kredowego (tabl. V, 8-10), u których płatkokształtny układ ambulaków jest słabo zaznaczony, a listwy wewnętrzne są pierwowzorem podpór (wsporników). Gdy zresztą w klipeastridach widzimy nową cechę osadów trzeciorzędowych, nie dotyczy to zgoła wszystkich części systemu: w starszej jego połowie Clypeastridae są niewiele tylko lepiej reprezentowane niż w kredzie, a przeważają one dopiero w górnym trzeciorzędzie.

Z innych działów bezkręgowych zwierząt morskich robaki znajdują się w niewielkiej, mszywioly w nadzwyczajnej ilości; ich rozprzestrzenienie jest jednak zbyt mało zbadane, aby mogły mieć one znaczenie geologiczne. Poczynając od trzeciorzędu, zanikają tylko ostatecznie cyklostomy starszych systemów, zaopatrzone w szerokie końcowe wyloty komór, a na ich miejscu panują geologicznie młodsze chilostomy, z wązkimi, bocznymi wylotami. Ramienionogi w porównaniu z dawniejszymi utworami odgrywają podrzędną rolę; w poszczególnych tylko osadach są one nieco częstsze.

Tem większą jest doniosłość mięczaków, do których należy znacznie więcej niż połowa wszystkich opisanych dotychczas gatunków zwierząt trzeciorzędowych. Wprawdzie głownogi, które w takiej obfitości występują w systemach starszych, skurczyły się do niepozornych resztek; małże natomiast i ślimaki występują w tem większej ilości. Ilość form w obu działach i ich różnorodność jest zresztą tak nadzwyczajna, że niepodobna opisać osobno choćby najważniejszych tylko rodzajów. Wśród małżów daje się zauważyć zwłaszcza wzrastająca ilość rodzajów i gatunków, zaopatrzonych w zatokę płaszczową (rys. 250), podczas gdy wśród ślimaków charakterystyczna jest przewaga form, u których wylot skorupowy jest ku dołowi w kanał wyciągnięty lub co najmniej posiada wycięcie kanał przypominające. Właśnie wśród nich znajdujemy najrozmaitsze i najwytworniejsze muszle (tabl. VI), których częstość w wysokim stopniu wyróżnia morskie utwory trzeciorzędowe. Wprawdzie takie syfonostomy czyli kanałowce znajdują się już w osadach starszych, a w górnej kredzie, zwłaszcza w Kalifornii, są już wcale liczne; pomimo to wszakże występują one tu nie w takiej mnogości, jak w trzeciorzędzie. Co do skorupiaków podnieść należy znajdowanie się znacznej ilości krabów, które najliczniej i w najpiękniejszych okazach znane są z dolnego trzeciorzędu okolic Vicensy (rys. 252).

Widzimy przeto, że różnice, w porównaniu z erą mezozoiczną, o ile polegają na pojawianiu się większych grup bezkręgowych zwierząt morskich, są nadzwyczajnie drobnej natury, że pod tym względem między wieloma innymi sąsiednimi



Rys. 252. *Cancer quadrilobatus* od strony brzusznej; krab ze starszego trzeciorzędu okolic Vicensy. (Według Bittnera).



systemami zachodzą głębsze odrębności, niż między kredą a trzeciorzędem. Poza to właśnie najważniejsze momenty, uzyskanie przewagi przez numulity i klipęastrydy, nie przypadają ściśle na granicę tego ostatniego systemu.



Rys. 253 *Prodryas Persephena* z oligocenu z Florissant, Colorado. (Według Scudder).

Znacznie donioślejsze zmiany ukazują się u organizmów śródładowych, u mieszkańców lądu i wód słodkich. Tyczy się to przede wszystkim gromadnego pojawienia się ssaków, których szczątki we wszystkich częściach systemu znajdują się już to w mniejszej, już to w większej ilości i stanowią najbardziej wybitny rys charakterystyczny trzeciorzędu w porównaniu z systemem kredowym, który dotychczas



Rys. 254. Szczątki trzeciorzędowych motyli: 1) z Radoboju w Chorwacji; 2) z Aix w Prowancji. (Według Scudder).

żadnych ssaków nie dostarczył, pomijając ślady w grupie laramijskiej Ameryki Północnej. Ponieważ jednak znamy liczne szczątki ssaków z jury, musiały one przeto istnieć w tym międzyczasie na którymś z lądów ówczesnych. Rozprzestrzenianie się ssaków w trzeciorzędzie przypisać tedy należy przede wszystkim imigracji ich na obszary Europy i Ameryki Północnej. Zmieniają się one tu ze zdumiewającą szybkością i dostarczają nieprzejrzaną niemal ilość form nowych. Mniej ważne są pozostałe kręgowce. Ptaki, wogóle rzadkość, prawie wszystkie pozbyły się zębów, w które uposażone były ich przodki z systemu kredowego, i zbliżają się już bardzo do form, żyjących obecnie; u gadów, płazów i ryb zbliżenie do świata teraźniejszego jest również wielkie.

U innych działów zwierząt lądowych i słodkowodnych pojawiają się również różnice w porównaniu z epoką kredową, najwięcej u owadów. Są one co prawda nie bardzo rozpowszechnione, lecz w poszczególnych łóżyskach występują w wielkiej ilości. W bursztynie, zalane w ten wspaniały materiał, niezliczone formy zachowały najdelikatniejsze szczegóły. Lecz i inne złoża, jak Öningen koło

Konstancji w Badenie, Radoboj w Kroacji, Aix w Prowancji, Florissant w Colorado i t. d. dostarczyły wielkiej ilości gatunków, tak iż dzisiaj znamy ich już od 2—3000, a wielka liczba jeszcze nieopisana spoczywa w zbiorach. Występują tu w stanie kopalnym wszystkie te większe działy owadów, jakie żyją obecnie. Chrząszcze, muchy, mrówki, złotooki, pluskwy znajdują się w wielkiej ilości, a zachowały się nawet delikatne skrzydła motyli, choć rzadko tylko z rysunkiem barwnym (rys. 253 i 254). Nawet, jakkolwiek dziwnem wydawaćby się to mogło, owady występują poprostu skałowórczo w pewnych osadach trzeciorzędowych. Larwy chrząszczy (fryganidów. rys. 255), które w naszych krajach teraz jeszcze są bardzo rozpowszechnione, żyją w wodzie i zamieszkują podłużne cylindryczne rurki, sklejone z kamyczków, małych skorupiek ślimaków i t. p. Takie pochewki chrząszczy czyli induzye kopalne znaleziono w kilku miejscowościach w trzeciorzędzie, a w oligocenie Owernii trafiają się nagromadzone w takich masach, że same tylko składają 2—3 m grube warstwy t. zw. wapienia induzyowego. Niepodobna prawie wątpić, że owady były w systemie kredowym a i wcześniej równie obficie rozwinięte jak w trzeciorzędzie. Że tu właśnie częściej się one spotykają, zależało to tylko od warunków zachowania, w trzeciorzędzie pomysłnych.



Rys. 255. 1) Żyjąca larwa chrząszcza w swej pochewce, zbudowanej ze skorupiek ślimaków. 2) wapień induzyowy, z młodszego trzeciorzędu Owernii. (Według Lyell'a.)

W podobny sposób pojmować należy znacznie większe bogactwo trzeciorzędu w muszle lądowe i słodkowodne. Pośród mieszkańców łądu przeważają, tak jak w czasie obecnym, zwykle ślimaki płucodyszne, a między nimi *Helix*, *Bulimus*, *Clausilia* i t. d., obok nich występują również rozmaite gatunki zaopatrzonych w wieczko cyclostomidów (rys. 256). W wodzie słodkiej znajdują się liczne małże rzeczne i stawowe (skójki i szczeżuje=*Unio* i *Anodonta*), dalej cyreny, pizydye i t. d., jak również liczne ślimaki, które należą po części do płucodysznych (*Pulmonata*, rys. 257), po części zaś do przodoskrzelnych (*Prosobranchia*), oddychających zapomocą skrzel. Wśród pierwszych znajdujemy liczne błotniarki (*Limnaea*) wraz z ich krewniakami, lewoskrętnymi gatunkami rodzaju *Physa* (rozdętki), które są nadzwyczajnie wielkie, zwłaszcza w starszym trzeciorzędzie, dalej płaskie zatoczki (*Planorbis*) i małe talerzykowate ancylusy. Znacznie obfitsze w formy i różnorodniejsze są przodoskrzelne ze swemi skorupkami nadzwyczaj zmiennymi a po części bogato ozdobionymi; melanie, zadziwiająca obfitość form melanopsidów (rys. 308), nalegoty (paludiny, rys. 1 i 258) i wiele małych, wytwornych rodzajów stanowi tu jedną z najciekawszych części trzeciorzędowej fauny mięczaków, ważną zwłaszcza dzięki wielkiej zmienności typów poszczególnych, dzięki możliwości wysledzenia stopniowo zmieniających się szeregów form i dzięki stosunkom zoogeograficznym poszczególnych występowań. W starszych utworach trzeciorzędowych zjawiają się liczne formy, żyjące dzisiaj w różnych krajach zwrotnikowych, w Indyach, w Afryce, w Brazylii i t. d.; natomiast te, które najbliższych krewniaków obecnie



mają w Europie, rozmnażają się dopiero w trzeciorzędzie młodszym, tu zaś do nich przyłączają się w uderzającej ilości typy chińskie i północno-amerykańskie.



Rys. 256. Trzeciorzędowe cyclostomy:  
1) *Cyclostoma bisulcatum* z wieczkiem, z miocenu;  
2) *Megalomastoma infranummuliticum*, z warstw kosynskich;  
3) *Strophostoma tricarinarum*, z miocenu.  
(Według Sandbergera).

najlepszy probierz do oceny wartości chronologicznej naszego systemu. W jurze fauna amonitów kilkakrotnie zmienia się w zupełności; ponieważ jednak zdaje



Rys. 257. Trzeciorzędowe słodkowodne ślimaki płucodyszne: 1) *Physa gigantea*, z eocenu; 2) *Limnaeus longicaulus*, z eocenu; 3) *Planorbis cornu*, z miocenu; 4) *Ancylus illyricus*, z miocenu.  
(Według Sandbergera).

się, że i ten dział szybko się zmienia, musimy się trzymać małżów i ślimaków, do których należy prawie cała fauna mięczaków trzeciorzędów. W górnej jurze warstwy najwyższe, np. wapienie stramberskie, nie mają ani jednego gatunku wspólnego z najgłębszymi osadami piętra oksfordzkiego; niewiele form przetrwało większą część czasu od początku piętra oksfordzkiego do końca jury, bardzo wiele przeżywa mniej więcej jego połowę. Znajdujemy tu przeto stosunki zupełnie podobne jak w trzeciorzędzie, i możemy ten ostatni wraz z dyluwium i okresem obecnym włącznie uważać na podstawie stopnia zmienności fauny za równoważny w przybliżeniu z jurą górną.

Jest to wynik wielkiej doniosłości; gdyż czas trwania okresu trzeciorzędowego wielokrotnie bardzo przeceniano. Wszak pewien wybitny geolog wypowiedział mniemanie, że okres ten obejmuje około ćwierci całego czasu, jaki upłynął od początku najstarszych osadów, zawierających skamieliny, od formacji kambryjskiej. Pogląd taki jest zgoła fałszywy. Trzeciorząd obejmuje ciąg czasu, który wprawdzie, naszą skalą mierzony, jest nadzwyczaj długi i mierzy prawdopodobnie miliony lat, lecz w porównaniu z większością innych systemów może być poczytywany za względnie krótki.

Stosunek ilości gatunków mięczaków wymarłych do żyjących jeszcze obecnie dał w rozmaitych poziomach również punkty wytyczne dla pierwszego ogólnego podziału systemu trzeciorzędowego. Na drodze czysto geologicznej, zapomocą obserwowania warstw i ich uławicenia, nie posuwano się z początku daleko, ponie-

Flora dolnego trzeciorzędu jest blisko spokrewniona z florą kredową; u pewnych form nawet nie można znaleźć żadnej różnicy między okazami eoceńskimi a kredowymi; poniżej pomówimy o ich stosunkach szczegółowiej.

Podziału na poziomy takiego, jak w jurze, nie można było dotychczas przeprowadzić w trzeciorzędzie; w każdym razie porównanie z podziałem jury da nam

Podziału na poziomy takiego, jak w jurze, nie można było dotychczas przeprowadzić w trzeciorzędzie; w każdym razie porównanie z podziałem jury da nam

waż nie znano żadnego punktu, gdzieby spoczywała obszerniejsza serya kolejnych utworów trzeciorzędowych; cel osiągnięto jednak zapomocą metody pośredniej — porównywania muszli. Badanie paleontologiczne wykazało, że w pewnych osadach trzeciorzędowych występuje większa, w innych mniejsza liczba gatunków, w zupełności zgodnych z formami żyjącymi obecnie, lub nader do nich zbliżonych.

Ale niebawem okazało się wyraźnie, że nowoczesne te typy w różnych punktach niejednakowo są rozdzielone: w niewielkiej ilości w osadach zagłębia paryskiego i londyńskiego, w znacznie większej liczbie w Touraine i koło Bordeaux, najczęściej atoli koło Asti w górnych Włoszech i in. miejscach występowania utworów subapenińskich, jak również w Anglii w warstwach „cragiem“ zwanych. Deshayes w swych spisach różnice te tłumaczył rozmaitym wiekiem geologicznym, uznając za najstarsze te utwory, w których występuje najmniej gatunków żyjących obecnie, i szeregując pozostałe według wzrastającej zawartości procentowej typów nam współczesnych. Lyell zaproponował wtedy podział trzeciorzędu, którego działy po-



Rys. 258. 1) *Tylopoma avellana*; 2) *Paludina Fuchsi*; 3) *Paludina Herbichi*; 4) *Paludina (Tulotoma) Sturi*; 5) *Paludina (Campeloma) Pilari*. Z pliocenu środkowego Sławonii i Siedmiogrodu.

szczególne, jak i ich nazwy, opierają się na występowaniu żyjących jeszcze obecnie gatunków. Rozróżniono w ten sposób:

3) Pliocen<sup>1)</sup>: około 52 procent gatunków jeszcze obecnie żyjących (crag w Anglii, utwory podapenińskie we Włoszech).

2) Miocen: około 19 procent gatunków żyjących („Faluns“<sup>2)</sup> w Touraine i koło Bordeaux).

1) Eocen: około 3 procent gatunków żyjących (główna masa osadów zagłębia londyńskiego i paryskiego).

Badania późniejsze mogły dowieść bezpośrednio, że kolejne następstwo osadów jest takie, jak je podaje schemat Lyella, aczkolwiek, jak każda pierwsza próba, posiada on pewne usterki. Przedewszystkiem okazało się, że w systemie tym brak miejsca dla szeroko rozpowszechnionych i ważnych osadów, które co do wieku stoją między eocenem a mioceniem. Dla tych utworów Beyrich wprowadził później miano oligocenu, tak iż obecnie trzeciorząd jest rozczłonkowany w sposób następujący:

<sup>1)</sup> Eocen, od greckiego *εως* (eos) jutrzienka i *καινός* (kainos) nowy. Miocen, od *μείων* (meion) mniej. Pliocen, od *πλείων* (pleion) więcej. Oligocen, od *ὀλιγός* (oligos) mało.

<sup>2)</sup> „Faluns“—nazywają się we Francji pewne niezbyt rozległe osady piasku, obfitego w skamieniałości.



B. Trzeciorzęd górny (neogen): 2) pliocen; 1) miocen.

A. Trzeciorzęd dolny (paleogen): 2) oligocen; 1) eocen.

Okazało się również, że zasada Lyella i Deshayesa, aczkolwiek słuszna w myśli zasadniczej, wykazuje w zastosowaniu strony słabe w szczegółach i w pojedynczych przypadkach. Rezultat byłby wtedy tylko trafny, gdybyśmy znali całą faunę morską, jaka w każdej chwili żyła. Ponieważ jednak możemy porównywać z sobą zawsze tylko szczątki z poszczególnych miejscowości, przeto możemy być zawsze sprowadzeni na manowce przez właściwości lokalne. W morzu wewnętrznym mogła się np. rozwijać fauna samodzielna, morze to później wyschło, a skutkiem tego wymarły wszystkie właściwe mu formy: osady tego morza powinnyby zatem być zaliczone do najstarszego eocenu, w rzeczywistości zaś mogą być o wiele młodsze. Istotnie spotykamy ten przypadek; podczas najwyższego miocenu we wschodniej Europie i w Azji zachodniej rozwinęło się morskie zagłębienie wewnętrzne, które ciągnęło się od Wiednia do jeziora Aralskiego a może jeszcze dalej na wschód. Osady tego morza zawierają w wielu miejscowościach w olbrzymiej ilości osobników faunę, dość ubogą w gatunki, która w zupełności składa się z form wymarłych, podczas gdy współczesne utwory morza otwartego posiadają liczne żyjące jeszcze gatunki.

Pozatem liczba procentowa żyjących jeszcze gatunków jest wielkością, którą trudno chyba ustalić stanowczo. Pomijając zupełnie, że każde nowe znalezisko może stosunek ten przesunąć, że np. utwór przybrzeżny zachowuje się inaczej, niż jednoczesny osad głębokiego morza, pomijając zupełnie takie i temu podobne trudności, przeszkoda nie do przewyciężenia leży w tem, że rozmaici paleontologowie przy oznaczaniu dochodzą zawsze do rozmaitych wyników, i chyba nigdy nie będą mogli zgodzić się zupełnie co do pewnych łożysk, jakie gatunki są dostatecznie zgodne z żyjącymi obecnie, aby mogły być z nimi utożsamione. Stąd wynika, że cyfry, pierwotnie przez Lyella podane, nie mogą być nadal utrzymane; dla miocenu należałoby dziś przyjąć nie 19 a 10—40 procent gatunków żyjących jeszcze obecnie, a dla pliocenu zamiast 52 około 40—90 procent. Ale trudności tego rodzaju nie skłonią nas oczywiście do porzucenia naturalnego podziału na pliocen, miocen i t. d.; poddamy go tylko pewnym zmianom koniecznym. Nazwy nowej klasyfikacji na dwanaście piątr, jak parisien, tortonien, astien, ani nie są historycznie uzasadnione, ani nie zatrzymują się tak łatwo w pamięci.

Eocen, oligocen, miocen i pliocen rozpadają się znowu na poddziały, które w granicach Europy mogą być wysledzone na wielkich przestrzeniach; obok nich lokalnie rozróżnianą bywa jeszcze znaczna ilość mniejszych poziomów i rozmaitych utworów facyalnych. W trzeciorzędzie przeprowadzenie podziału, któryby mógł być powszechnie zastosowany staje się znacznie trudniejszym, niż to było w systemach dawniejszych. Przyczyna tego leży przypuszczalnie w tem, że nie znamy tu prawie żadnych osadów wód głębokich i od brzegu odległych, których fauna mało podlega wahaniom rozwoju facyalnego, a natomiast wyróżnia się zazwyczaj szerokim rozprzestrzenieniem geograficznym należących do niej gatunków. Znajdujemy natomiast masami utwory wód płytkich, które często na małych odległościach zmieniają swój charakter, a których formy zwierzęce posiadają nieznaczne rozprzestrze-

nienie geograficzne. Do utworów tych przyłączają się liczne osady z wód słonawych i słodkich, które w większej jeszcze mierze noszą charakter lokalny. Cała historia rozpada się w ten sposób na szereg rozwojów lokalnych, których wspólność często z trudem tylko odnaleźć można. Zatrzymywać się będziemy tylko na tych przedmiotach, które posiadają znaczenie dla wytworzenia stosunków obecnych z dawniejszych. Takimi punktami ogólniej interesującymi są zwłaszcza: powstawanie dzisiejszych konturów Europy, i, w miarę możliwości, innych lądów, rozprzestrzenienie geograficzne zwierząt i roślin, wreszcie pochodzenie i stosunki pokrewieństwa naszych ssaków.

## Torbacze trzeciorzędowe.

Najważniejszymi ze wszystkich szczątków kopalnych epoki trzeciorzędowej są pozostałości ssaków, które spotykamy w licznych punktach i w wielkiej ilości. Naturalnie, szczególne zainteresowanie wiąże się z badaniem pochodzenia form dzisiejszych od ich trzeciorzędowych przodków. Na tem właśnie polu narzuciła się paleontologom konieczność troskliwego zbadania pokrewieństw poszczególnych typów rodowych.

Dwie zwłaszcza przeszkody wykluczają łatwe rozwiązanie nasuwających się tu zagadnień. Popierwsze, znamy tylko niewiele zupełnych przybliżenie szkieletów: częściej pozostało po kilka ważnych części kostnych, lecz od znacznej większości zwierząt mamy tylko pojedyncze zęby, ułamki szczęk i inne odosobnione fragmenty. Powtóre, wyjąwszy ząbek plagiaulaksa z angielskiego wealdenu i kilka znalezisk z północno-amerykańskiej grupy laramijskiej, z całej kredy nie posiadamy jeszcze żadnych szczątków ssaków. Nie spełniły się nadzieje, jakie pokładano pierwotnie w wykopaliskach laramijskich. Zamiast przodków kopytnych, drapieżnych, gryzoniów i innych rzędów łożyskowych, znaleziono tylko maruderów fauny jurajskiej, formy niepozorne, które wszystkie łączą się z typami jurajskimi.

Prawie powszechnie zapatrywano się dawniej na torbacze, jako na bezpośrednich przodków ssaków wyższych, jako na łącznik między nimi a ssakami najniższymi — dziobakiem (*Ornithorhynchus*) i kolczatką (*Echidna*). Dziś również pogląd ten posiada jeszcze zwolenników. Znacznie prawdopodobniej jednak torbacze i zwierzęta łożyskowe stanowią samodzielne gałęzi wspólnego pnia prastarego, jak to Huxley pierwszy wyłożył. Blizko do tych prassaków stałyby stekowce, dziobak i kolczatka, i wielosęczkowce (*Multituberculata*). Niewiele jeszcze wiemy o rozwoju gałęzi wielosęczkowców, ciemną jeszcze w wielu punktach jest również historia torbaczy. Jeśli chcemy rozwój ich zrozumieć, musimy przedewszystkiem rozpatrzyć ich dzisiejsze rozprzestrzenienie. Znaczna większość torbaczy ogranicza się obecnie do regionu australijskiego, do Australii, Tasmanii, Nowej Gwinei i kilku wysp sąsiednich, i tylko mała rodzina dydelfów (*Didelphys*) znajduje się w Ameryce. Natomiast brak w Australii wszystkich ssaków wyższych, wyjąwszy kilku typów, zawleczonech przez działalność kolonizatorską człowieka, jak myszy, szczury i dziki pies, dingo, zdziczały potomek psa domowego, i wyjąwszy takie formy, które mogły latając lub pływając dotrzeć do Australii, jak nie-



to perze lub foki na wybrzeżu. Ponieważ dawniej uważano ssaki jurajskie przeważnie za torbacze i przypisywano im pokrój australijski, przeto oddzielenie Australii od lądu azjatyckiego nastąpić musiało jeszcze podczas ery mezozoicznej, a jej fauna od tego czasu musiała być izolowana od fauny pozostałej. Obecna fauna Australii miałaby nam odzwierciedlać poniekąd stosunki systemu jurajskiego.

Wprawdzie wczesne odłączenie się Australii od lądu azjatyckiego wpływa stanowczo z braku ssaków wyższych, jednak wszystkich wniosków dalszych niepodobna utrzymać w mocy. Za potomków typów starych uchodzić mogą tylko nieliczne formy, jak dasyuridy, *Myrmecobius*, *Parameles*, jak również żyjący *Hypsiprymnus* i pleistoceni *Thylacoleo*, o ile istotnie wiążą się one z mezozoicznymi plagiulacidami. Większość pozostałych diprotodontów jest zupełnie odosobniona, a kopalne ich szczątki znajdują się dopiero w pleistocenie. Z tej okoliczności wnosiliby raczej można było o młodocianej imigracji tych form.

Musimy sobie tedy stosunki te inaczej obecnie wystawić. „Torbacze pozostały prawie ograniczone do Australii i Ameryki Południowej; tylko południowo-amerykańskie didelfydy przedsiębrały wędrówki do Ameryki Północnej i do Europy, rozwój ich wszakże zatamowało współzawodnictwo z wyższymi ssakami, a w Europie wymarły one niebawem. Nigdy nie znaleziono poza Australią w stanie kopalnym torbacza podobnego do kangura lub specyficznie australijskiego, wyjąwszy dasyuridów (niełazów), które się pojawiają w eocenie Patagonii, nigdy żaden dydelfid nie zawędrował do Australii. Ojczyzna zdolnych do rozwoju torbaczy pojurajskich wobec tego leżeć musi dalej na południe, a szukać jej należy na lądzie antarktycznym; oddzielnymi szlakami wędrówek docierały one stąd do Australii i do Ameryki Południowej, i tylko dasyuridy imigrowały do obu lądów. Gdy wędrówki te się odbywały, nie było już możliwe połączenie z Afryką, którą już w epoce tryasowej zasiedliły wielosęczkowce, jak również z Nową Zelandią. W Australii torbacze pozyskały ojczyznę, która dawała im najrozmaitsze warunki życiowe, a ponieważ żadna miejscowość nie była przez inne ssaki obsadzona, podzieliły się one swem państwem w podobny sposób, jak tamte na innych lądach to uczyniły. Powstały mięsożerne, owadożerne i roślinożerne, a przystosowanie do podobnych warunków doprowadziło do często zdumiewających analogii lub konwergencji, które nic nie mają wspólnego z pokrewieństwem filogenetycznym, choć dziś jeszcze niejeden w ten sposób je tłumaczy.

„W Ameryce Południowej stosunki przedstawiały się mniej pomyślnie dla wdzierających się torbaczy. Już w starszym eocenie spotkały się tu one z przodkami ssaków łożyskowych; jednak didelfydy utrzymały się do chwili obecnej i dziś jeszcze odgrywają swą rolę. W każdym razie przyczyniał się do tego swoisty rozwój południowo-amerykańskiego świata zwierząt, wiele szeregów rozwojowych po szybkim ruchu początkowym pozostało w tyle i wymarło, bardziej uposażone wywalczyły sobie drogę na północ i tam przetrwały okres swego rozwoju, a obok ociążałych roślinożernych i szczerbaczy małe zwinne drapieżce mogły utrzymać swe stanowisko. Druga grupa dasyuridów wyginęła natomiast”. (E. Koken).

Dydelfy, które jako koloniści amerykańscy dostały się do Europy, zwłaszcza w starszym trzeciorzędzie, są przez niektórych paleontologów zaliczane do żyjącego

obecnie rodzaju *Didelphys*; inni natomiast ustanawiają dla nich rodzaj *Peratherium*, który w każdym razie od tamtego mało tylko się różni.

Odkrycie pierwszych dydelfów kopalnych w trzeciorzędzie Europy jest szczególnie interesującym z tego względu, iż przytem przeszły próbę ogniową nowe metody paleontologiczne. Cuvier pierwszy przedsięwziął wytlumaczenie szczątków ssaków, które trafiają się w oligoceńskich pokładach gipsowych Montmartru w Paryżu. Ponieważ zazwyczaj znajdują się tu pojedyncze kości najrozmaitszych zwierząt, chodziło przeto o to, aby ustalić, które części należą do siebie; aby kwestyę tę rozstrzygnąć, Cuvier oparł się na swej dokładnej znajomości budowy zwierząt żyjących. Znalazł on u nich pewną prawidłowość w budowie, np., że z określonymi właściwościami uzębienia wiążą się określone cechy kończyn, są z niemi we współzależności (korrelacyi). W swej ufności w tę prawidłowość Cuvier



Rys. 259. *Didelphys Parisiensis*, okaz dydelfa, zbadany przez Cuviera, z dolno-oligocenijskiego gipsu w Montmartrze pod Paryżem: m—kości łopateczne. (Według Gaudryego).

posuwał się wprawdzie nieco za daleko, i w pewnych okolicznościach mogłaby zajść pomyłka. Ale w każdym razie prawa korrelacyi wytrzymały jak najlepiej próbę w badaniach zwierząt gipsowych, tak samo, jak wogóle sprawdzają się one w większości przypadków, i przy krytyce i ostrożności stanowią podstawę wszelkiego racjonalnego badania paleontologicznego. Początkowo wszakże metoda ta spotkała się z licznymi powątpiewaniami i poważnem niedowierzaniem; wobec tego Cuvier postanowił, przy pomyślnej sposobności poddać swe poglądy próbie publicznej, przepowiadając ukształtowanie części zwierzęcia, jeszcze skałą osłoniętych, na podstawie części widzialnych. Niebawem przyniesiono mu z kamieniołomów Montmartru blok, na którym widzialną była tylko część przednia szkieletu małego zwierzęcia, podczas gdy tylna część, oczywiście jeszcze nienaruszona, tkwiła w skale. Badanie zębów wykazało, że był to dydelf, a więc zwierzę, którego ani śladu jeszcze nie znaleziono w Europie, i Cuvier przepowiedział, że przy miednicy zwierzęcia znaleźć się muszą charakterystyczne kości łopateczne. Wobec zoologów i innych rzeczoznawców, wobec pewnego rodzaju komisji uczonych, młotem i dłutkiem wypracował on z kamienia kości łopateczne (rys. 259). Wypadek ten wywołał nadzwyczajną sensację i świetnie obalił zarzuty, które stawiano przeciw uprawnieniu metody paleontologicznej.



## Rozwój zwierząt łożyskowych.

Ssaki wyżej zorganizowane, czyli zwierzęta łożyskowe, które w życiu zarodkowym posiadają łożysko (placenta), których małe przychodzą na świat bardziej dojrzałe niż u torbaczy, i nie są noszone, jak u tych ostatnich, przez pewien czas po urodzeniu w torbie na brzuchu samicy, rozpadają się na oddziały, z których obecnie rozróżniamy zazwyczaj następujące:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Cetacea (walenie: wieloryby, delfiny).                                     | 7. Hyracoidea (góralowate: góralek).   |
| 2. Edentata (szczerbacze: leniwce, pancerniki, łuskowce i t. d.).             | 8. Ungulata (kopytne).<br>a) Perissodactyla (nieparzystokopytne: koń, tapir, nosorożec). |
| 3. Rodentia (gryzonie: zające, myszy, wiewiórki, jeżozwierze).                | b) Artiodactyla (parzystokopytne: świnie, przeżuwające).                                 |
| 4. Insectivora (owadożerne: jeże, ryjówki, krety i t. d.).                    | c) Sirenia (syrenowate).   |
| 5. Chiroptera (niecierpe).  | 9. Proboscidea (słonie).   |
| 6. Carnivora (drapieżne: psy, niedźwiedzie, kuny, hyeny, koty, foki i t. d.). | 10. Prosimiae (małpozwierze lub lemury).   |
|   | 11. Primates (naczelne: małpy i człowiek).   |

Aczkolwiek przy badaniu europejskich osadów trzeciorzędowych znaleziono wielką ilość nowych rodzajów i gatunków, a nawet nowe rodziny, dały się one wszakże, z małymi wyjątkami, włączyć do tego lub innego z rzędów powyżej wymienionych. Gdy odkryto wszakże bogate złoża w Nebrasce, Wyomingu, Colorado, Nowym Meksyku i innych terytoryach między Mississipi na wschodzie a Sierra Newadą na zachodzie, stosunek ten się zmienił. Wynurzają się tu formy, które pomimo całej analogii w ważnych cechach odchylają się wszakże od zwierząt dzisiejszych, i po części tworzą nowe grupy, po części łączą ze sobą działy, pozornie całkiem odosobnione.

Porównyując całokształt geologicznie dawnych zwierząt łożyskowych z formami dyluwium i teraźniejszości, znajdujemy, że różnice, które oddzielają od siebie formy nowoczesne, są ważniejsze i głębiej sięgają, niż miało to miejsce w trzeciorzędzie starszym, że zróżnicowanie przeto zrobiło znaczne postępy. Przedewszystkiem trzy części ciała podległy najdalej sięgającym przekształceniom: mózg, uzębienie i nogi. Żaden z tych narządów nie mógł być znacznie zmienionym bez tego, aby pośrednio tą zmianą inne również części dotknięte nie były. Gdy np. kształtują się zęby, aby podolać pokarmowi twardszemu, trudniejszemu do rozdrobnienia, to musi także nastąpić wzmocnienie służącej do żucia muskulatury, któraby mogła rozwinąć siłę potrzebną do zastosowania tych doskonałych narządów gryzących. Wzmocnienie mięśni wpływać znów będzie na kształt czaszki, gdyż silniej rozwijają się na niej miejsca przyczepowe mięśni służących do żucia, i poszczególne kości, które je dźwigają. Tak samo ze wzmocnieniem uzębienia powiększać się będą szczęki górna i dolna, a ich wzrastające rozmiary muszą wpływać na pozostałe części czaszki. W licznych przypadkach może to być stwierdzone. Zmiana pokarmu będzie wszakże działać również na narządy trawienia. Będzie ona w pewnych okolicznościach zmieniać zupełnie tryb życia a zarazem wpływać na budowę nóg, które przytem przysposabiać się będą do biegania, kopania, łazenia po drzewach.

Mózg sam, rzecz prosta, u form kopalnych nigdy się nie zachował. O jego zarysie wszakże, często również o pewnych szczegółach budowy można sądzić według wewnętrznych odlewów jamy czaszkowej, sztucznych lub naturalnych. U wszystkich ssaków, geologicznie starych, mózg jest względnie mały (rys. 260, 1 i 2), u niektórych bodaj nie więcej rozwinięty, jak u niejednego gada. U olbrzymich *dinocerasów*, zwierząt z amerykańskiego eocenu, wielkości słonia prawie, objętość mózgu jest tak mała, że możnaby go przewlec przez kanał rdzeniowy. Rozpatrując mózg człowieka, widzimy, że tak zwane półkule mózgowe, siedlisko zdolności psychicznych, przewyższa wielkością wszystkie inne części, składa się z wielu zwojów i tak się rozszerza, że pokrywa zupełnie mózdzek, podczas gdy ten znowu rozszerza



Rys. 260. Kontur czaszki konia i *Coryphodona* z zaznaczonym mózgiem: 1) koń, typ młody z mózgiem wykształconym; 2) *Coryphodon*, forma stara z mózgiem bardzo małym i nierozwiniętym. (Według Marsha). 3) Mózg *Proviverry*.

się nad przedłużeniem rdzenia pacierzowego w czaszce, nad rdzeniem przedłużonym (*medulla oblongata*). U innych ssaków nowoczesnych mózg nie jest tak wysoko rozwinięty, liczba zwojów półkul mózgowych jest mniejsza, nie tak znacznie przewyższają one swą wielkością mózdzek i pokrywają tylko jego część. Jeszcze niżej stoją geologicznie stare formy z eocenu. U nich zwoje mózgowie są bardzo słabo tylko rozwinięte; półkule mózgowie są tak małe, że nie pokrywają już więcej mózdzka. A nawet na powierzchnię występują inne jeszcze części, które u form wyższych są zupełnie zakryte. Najbardziej przednią część mózgu stanowią tu płaty węchowe (*lobi olfactorii*), z których wychodzą nerwy węchowe; u człowieka płaty te leżą daleko w tyle pod półkulami mózgowymi. Za płatami węchowymi następują słabo rozwinięte i prawie gładkie półkule mózgowie, potem mózdzek; między nimi często pozostaje wszakże jeszcze wolne miejsce, tak, iż z góry widzialne są śródmózdze i międzymózdze, a zwłaszcza płaty wzrokowe (*lobi optici*). Za mózdzkiem leży wówczas rdzeń przedłużony (rys. 260, 3).

Ten typ rozwoju mózgu, wspólny geologicznie najstarszym zwierzętom łożyskowym jak i torbaczom, trwa z pewnymi nieznacznymi zmianami aż do chwili



obecnej również u kilku grup zwierząt łożyskowych. Owadożerne, gryzonie, nietoperze, szczerbacze (leniwce, pancerniki i ich krewniaki), wreszcie małpozwierze mają i dziś jeszcze półkule mózgowe słabo wykształcone, z bardzo mało rozwiniętymi zwojami, podczas gdy u drapieżnych, kopytnych, słonów i małp mózg jako całość jest większy, a lepiej zwinięte półkule mózgowe bardziej wysuwają się na pierwszy plan. Najpierw wymienione działy zatrzymały się przeto w rozwoju mózgu od początku trzeciorzędu, podczas gdy typy ostatnio wymienione a jeszcze bardziej człowiek reprezentują postępowy rozwój mózgu.

Dla paleontologa jeszcze znacznie ważniejsze od zmian mózgu są zmiany u zębienia, którego cechy są łatwe do ujęcia, a części zachowane nieraz w stanie zdatnym do użytku. Jak uczą badania embryologiczne, zęby kręgowców rozwijają się z utworów błony śluzowej w jamie ustnej, które nie różnią się istotnie np. od ziarenek jaszczuru w skórze żarłaczów; utwory te ulegają zwapnieniu i łączą się wówczas z rozmaitemi kośćmi czaszki. U pewnych kręgowców niższych poza szczęką górną i dolną zęby znajdują się jeszcze na różnych częściach jamy ustnej i paszczy, u ssaków są one ograniczone do szczęk, w tych zaś są wklinowane korzeniami w osobne jamki, t. zw. zębodoły czyli alweole; ten sposób przytwierdzenia jest wszakże niedoskonale tylko wykształcony u delfinów i ich krewniaków. Ząb normalnie rozwinięty składa się z dwu rozmaitych substancji, z dentyny, czyli zębiny i emalii, czyli szkliwa. Pierwsza stanowi główną masę zęba a zwłaszcza jego korzeń, i w budowie swej zbliża się do zwykłej substancji kostnej, różni się zaś od niej tem, że zawiera zamiast mikroskopowych rozgałęzionych kanalików kości, delikatne rurki równoległe. Szkliwo, najtwardszy utwór organizmu zwierzęcego, powleka zewnątrznie dentynowe ciało zęba jak kaptur lub też w wielokrotnych fałdach wdziera się w jego wnętrze (zęby szkliwowo-fałdziste); wówczas między fałdami szkliwa osadza się bardzo często jeszcze trzecia substancja, cement zębowy (zęby złożone), podobny do dentyny, lecz miękniejszy. Tylko u szczerbaczków z ich nadzwyczajnie zmarniałem uzębieniem zęby składają się wyłącznie z dentyny.

Niektóre ssaki nie mają wcale zębów, jak dziobaki, kolczatki, walenie bezzębne i mrówkojady; u niektórych innych istnieje tylko kilka silnie rozwiniętych zębów, lub nawet jeden, jak np. u narwala; inne posiadają niezupełnie i jednostajnie rozwinięte zęby w wielkiej ilości, jak pewne pancerniki i delfiny. U ogromnej wszakże większości ssaków ilość zębów jest ograniczona i prawidłowa, a według kształtu i położenia dzielą się one na rozmaite grupy, których rozróżnienie jest ważnem.

Powszechnie znane są główne zarysy tego podziału na siekacze (*dentés incisivi*), kły (*d. canini*) i trzonowe (*d. molares*). W przedniej części szczęk znajdują się zazwyczaj dłutkowate siekacze; w szczęce górnej, która składa się z właściwej górnej szczęki i położonej z przodu kości międzyszczękowej, siekacze należą w zupełności do kości międzyszczękowej. Dalej następują kły, przeważnie stożkowate lub haczykowato zakrzywione, ostre, często wyróżniające się swą wielkością, a wówczas służące jako broń potężna; w każdej połowie szczęki znajduje się tylko jeden kieł. Dalej ku tyłowi pojawiają się zęby trzonowe, przeważnie zaopatrzone w kilka korzeni, przeznaczone specjalnie do rozdrabniania pokarmu, a wskutek tego zbudowane nadzwyczaj różnorodnie, zależnie od pokarmu, roślinnego lub zwierzę-

cego. W zębach trzonowych również uchwycić się dają znowu doniosłe różnice: przednie z pośród nich są zazwyczaj zbudowane słabiej i mniej zawile od położonych z tyłu. Pierwsze, jako zęby przedtrzonowe (praemolares), bywają odróżniane od prawdziwych tylnych zębów trzonowych (molares). U większości ssaków pojawia się w młodości uzębienie mleczne, złożone z siekaczy, kłów i przedtrzonowych; wypada ono z biegiem wzrostu a jego miejsce zajmują ostateczne siekacze, kły i przedtrzonowe, a zarazem i prawdziwe trzonowe, które tedy w przeciwieństwie do przedtrzonowych raz tylko się pojawiają.

Jakkolwiek ostrem zdaje się być to rozgraniczenie między zębami przedtrzonowymi a trzonowymi, nie jest ono jednak powszechnem, gdyż niektóre ssaki nie posiadają żadnej, lub też tylko niezupełną zmianę zębów. Pierwszy przypadek zdarza się u waleni uzębionych i u szczerbaczów, drugi u torbaczów i pewnych gryzoni. U torbaczów zastąpiony zostaje tylko jeden ząb przedtrzonowy w każdej połowie szczęki, zmiana zębów nie może tu przeto służyć do rozróżniania przedtrzonowych i trzonowych, aczkolwiek różnią się one kształtem jedne od drugich. Wogóle zjawiska zmiany zębów należą do najtrudniejszych zagadnień w badaniu ssaków. Ponieważ u niektórych kręgowców niższych zachodzi znacznie obfitsza zmiana zębów niż u ssaków, jest przeto prawdopodobnem, że te ostatnie odziedziczyły zmianę zębów po swych niżej stojących przodkach.

Liczba i charakter zębów należą do najważniejszych cech ssaków. Zgodzono się dlatego używać na nie krótkich wzorów. Człowiek ma jednakową liczbę zębów w szczęce górnej i dolnej: 4 siekacze, 2 kły, 4 przedtrzonowe i 6 trzonowych. Ponieważ obie połowy szczęki górnej i dolnej są jednakowo rozwinięte, pisze się przeto tylko jedną połowę i otrzymuje się w ten sposób wzór zębowy:

$$i \frac{2}{2}, c \frac{1}{1}, p \frac{2}{2}, m \frac{3}{3} = 32, \text{ lub jeszcze krócej: } \frac{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} = 32.$$

Obfity i ważny typ uzębienia, który występuje u wielu form wymarłych, a w świecie dzisiejszym u świń, tapirów i niektórych owadożernych jest:  $\frac{3 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 3}{3 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 3} = 44.$

Jako typ uzębienia niekompletnego może uchodzić rozwój u większości przeżuwających:  $\frac{0 \cdot 0 \cdot 3 \cdot 3}{3 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3} = 32,$  podczas gdy u bobra znajdujemy:  $\frac{1 \cdot 0 \cdot 4}{1 \cdot 0 \cdot 4} = 20.$

Nie zawsze obecne są wszystkie rodzaje zębów, w ich zaś liczbie wielkie różnice. Porównyując pod tym względem ssaki geologicznie stare z młodszymi, znajdujemy, że u pierwszych uzębienie zawiera większą liczbę zębów i przeważnie wszystkie ich rodzaje, podczas gdy w osadach młodszych częstsze są formy ze zredukowanym uzębieniem. Wprawdzie gryzonie już wcześniej są równie skąpo uzębione, jak dziś, a Cope i Marsh zapoznali nas w tillodontach i taeniodontach z formami staro-eoceńskimi z bardzo nielicznymi zębami. Występujące w wyższych warstwach eoceńskich dinocerasy posiadają również podobny charakter, a nawet w jurze *Plagiaulax* zbliża się już do tego typu. Formy te wszakże, wyjąwszy gryzonie, wymarły, i gdy rozpatrujemy poszczególne szeregi form, możemy często udowodnić zmniejszanie się liczby zębów, podczas gdy jej powiększanie się nie jest wprawdzie wyłączone, lecz jest nadzwyczaj rzadkiem. Jako jego przykład może być tylko przytoczone występowanie czwartego prawdziwego zęba



trzonowego u wielu osobników południowo-afrykańskiego rodzaju drapieznika, Otocyon, i u nadzwyczaj rzadkich okazów naszego psa domowego.

Gdy w najrozmaitszych oddziałach ssaków, u drapieźnych, kopytnych, małpozwierzy i t. d. śledzimy szeregi form wstecz aż do eocenu, dochodzimy wszędzie do typów ze wzorem zębowym, jaki dziś zachował się u świni, mianowicie:

$$\frac{3.1.4.3}{3.1.4.3} = 44.$$

Wzór ten możemy poprostu przyjąć jako wzór normalny dla większości zwierząt łożyskowych. Odbiegają odeń tylko Tillodontia i Taeniodontia, dalej gryzonie, wreszcie zgoła anormalne walenie i szcerbacze. Znacznie obfitsze uzębienie znajdujemy natomiast u części torbaczów; żyjący Myrmecobius w Australii posiada 52 zęby (wzór  $\frac{4.1.4.4}{3.1.5.4} = 52$ ), a u pojedynczych gatunków jurajskich liczba ta, zdaje się, wzrastała do 68 (rys. 213).

Jeszcze większe różnice, niż w liczbie, występują w formie i budowie zębów u ssaków. I tu formy geologicznie młodsze wyróżniają się bardziej urozmaiconym i przeważnie również bardziej skomplikowanym rozwojem. Pomijając niepozwalające na żadne porównania dentynowe pniaki pancerników i również do największej prostoty zredukowane zęby delfinów, różnice między nadzwyczaj zawile zbudowanymi zębami konia, bydłęcia lub słonia a prostą budową tapi-  
ra, są, nawet w granicach jednego i tego samego większego oddziału ssaków, tak wielkie, że nie można prawie rozpoznać w nich wspólnego typu zasadniczego. Pomimo to pilne poszukiwania paleontologów istnienia jego dowiodły; wszystkie te rodzaje wykształcenia, daleko od siebie odbiegające, powstały z biegiem czasu skutkiem przystosowania się do rozmaitych rodzajów pożywienia.

Aby rozdrobnić czysty pokarm roślinny, trzeba znacznie bardziej natężonej czynności żucia, niż w razie pokarmu mięsnego lub pokarmów mieszanych: trawa, liście, gałęzie, korzonki muszą być starannie roztarte. Ponieważ oprócz tego wraz z nimi dość często do gęby dostają się też cząstki piasku i ziemi, zęby zużywają się silnie, a stąd z obecności zębów silnie startych najczęściej możemy wnioskować, że ich właściciel jest wyłącznie lub przeważnie roślinożerny. U takich zwierząt, o ile nie mają one zginąć w walce o byt, uzębienie przeto musi być tak zbudowane, ażeby stawiało możliwie największy opór zużyciu, lub też, ażeby strata była wetowana; podczas gdy u drapieznika lub owadożercy rozwój uzębienia mieć będzie zazwyczaj inny przebieg.

Jeden rodzaj zastępowania straty przez zużycie znajdujemy w zębach ciągle narastających z korzeniem otwartym. U większości ssaków zęby są zamknięte u dołu przez korzenie i wzrost dalszy niema miejsca. U niektórych form natomiast jama zęba, zawierająca nerwy i naczynia, nie jest od dołu zamknięta, ząb rośnie ciągle i zazwyczaj w tej mierze, w jakiej zużywa się od góry. Najwybitniejszymi przykładami takich zębów są t. zw. „kły“ słoniów i długowate siekacze gryzoniów, bobrów, świstaków, myszy, wiewiórek i t. p. Wiele gryzoniów i leniwcę posiadają ciągle narastające zęby trzonowe; u koni zaś, u większości przeżuwających i u afrykańskiego guźca (*Phacochoerus*) przynajmniej korzenie są otwarte, długie zęby odrastają w miarę zużywania się, a korzenie wykształcają się dopiero w wieku późniejszym.

Pomijając te przeobrażenia, u roślinożernych pojawiają się ważne właściwości w budowie zębów: szkliwo jest obficie pofałdowane, fałdy wnikają głęboko do wnętrza zęba; wytwarzają się słupki ze szkliwa, podczas gdy przerwy pomiędzy powierzchniami zewnętrznymi szkliwa wypełniają się cementem. Tak się rzecz ma u przeżuwających i u koni. U słoniów natomiast wielka ilość wązkich „jarzm“ poprzecznych ze szkliwa jest mocno ściśniona, a głębokie brzozy między wysokimi jarzmami są wypełnione cementem. We wszystkich podobnych przypadkach oznacza to pomnożenie i powszechniejsze rozprzestrzenienie twardego, opor-



Rys. 261. Czaszka Palaeotherium (na lewo) i konia (na prawo). (Według Kowalewskiego).

nego szkliwa w zębie, skutkiem czego zmniejsza się jego zużywanie. W wielu razach możemy śledzić stopniowy rozwój takich zębów złożonych z pojedynczych i wykazać przytem wpływ, jaki te zmiany uzębienia wywierają na całokształt czaszki. Nadzwyczajna długość i wielkość zębów wpływa na kształt kości szczę-



Rys. 262. Różne typy zębów trzonowych: 1) typ bunodontowy, ząb sęczkowy Elotherium; 2) typ selenodontowy, ząb trzonowy Anthracotherium; 3) typ selenodontowy, ząb półksiężycowy Tragoceros (forma antylopy); 4) typ zygodontowy, ząb jarzmowy tapira; 5) ząb złożony konia. (Według Gaudryego i Kowalewskiego).

kowych, a zwłaszcza na kości szczęki górnej, która powiększa się, podczas gdy inne części czaszki wzrastają nie w tej samej mierze. Skutkiem tego zmieniają się istotnie proporcje głowy: oczodoły i jama mózgowa cofają się ku tyłowi, a część twarzowa wydaje się dłuższa. Występuje to najwyraźniej przez porównywanie położenia oczodołu z szeregiem górnych zębów trzonowych. Tak u paleoteriów, form z szeregu rozwojowego konia, geologicznie starych i w proste zęby zaopatrzonych, oczodół leży tak daleko na przodzie, że linia, przeprowadzona w dół pionowo od jego brzegu przedniego, trafia mniej więcej na pierwszy prawdziwy ząb trzonowy, podczas gdy u konia ta sama linia przypada za ostatnim trzonowym (rys. 261). Ten sam otrzymuje się stosunek przez porównanie czaszki trzeciorzędowego ankodusa (Hyopotamus) z czaszką bydłęcia, podczas gdy u form pośrednich widać, jak oko przesunęło się stopniowo ku tyłowi.

O ile różnorodne są zęby trzonowe ssaków, o tyle jednolicie są one zbudowane. Przedewszystkiem zęby trzonowe owadożernych, nietoperzy, drapieżnych a na-

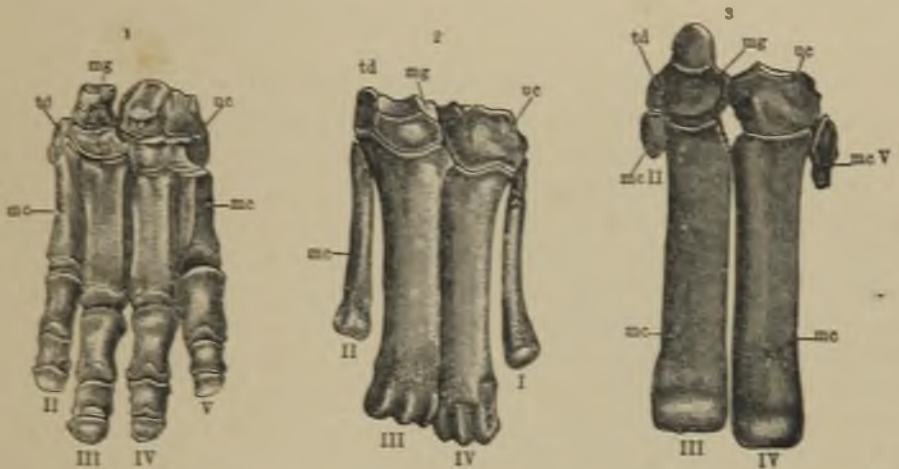


wet gryzoniów sprowadzić się łatwo dają do wspólnego planu, w którym koronę zęba tworzy kilka nielicznych sęczków, powleczonech wprost szkliwem. Jest to typ zębów bunodontowy czyli sęczkowy, który występuje wybitnie również pośród zwierząt kopytnych u świń i ich krewniaków, jako też u pewnej liczby form wygasłych, geologicznie starych (zab *Elotherium*, rys. 262,<sup>1</sup>). U pewnych wymarłych zwierząt kopytnych z parzystą budową palców sęczki korony są wydłużone i pozyskują ostrą wygiętą krawędź. Z tej formy pośredniej, z typu selenobunodontowego (porównaj zab *Anthracotherium*, rys. 262,<sup>2</sup>), rozwija się potem złożony z fałd półksiężycowych zab selenodontowy przeżuwaczów (zab *Tragoceros*, rys. 262,<sup>3</sup>), który u niektórych form, zwłaszcza u bydła jest bardzo złożony i posiada obfity cement. Obok tych grup, których budowa zębów daje się sprowadzić do typu bunodontowego, występuje jeszcze drugi szereg form. U zwierząt kopytnych z nieparzystymi palcami oraz u słoniów i im pokrewnych pierwotna forma zęba jest zygodontowa: pojawia się zab jarzmowy z wyniosłymi listewkami poprzecznymi, czyli jarzmami poprzecznymi na koronie, jak to najwyraźniej widać u tapira i u *Dinotherium* (zab tapira, rys. 262,<sup>4</sup>), a z tej bardzo prostej formy rozwijają się zęby skomplikowane, które u słonia i u konia dosięgają pod rozmaitymi względami najwyższego rozwoju (zab trzonowy konia, rys. 262,<sup>5</sup>).

Tak tedy wszystkie rozmaite zęby trzonowe sprowadzają się do dwóch form zasadniczych: do sęczkowej, czyli bunodontowej, i do jarzmowej, czyli zygodontowej. Badania Copea nad trzeciorzędowymi faunami ssaków Ameryki Północnej wykazują wszakże, że te dwa typy również przechodzą jeden w drugi. U niektórych najstarszych zębów jarzmowych na jarzmach występują sęczki i można je sprowadzić do przodków rodowych, u których trzonowe są zaopatrzone w sęczki, jak u osobliwego *Phenacodus* z Ameryki Północnej. Wszystkie wysoce zmodyfikowane uzębienia roślinożernych pochodzą zatem z zęba sęczkowego; zęby sęczkowe znajdują się również u owadożernych, nietoperzy, drapieżnych, małpozwierzy, małp i człowieka. Tę formę zęba rozpatrywać musimy jako formę zasadniczą trzonowego zęba ssaków wogóle, tem bardziej, że takie samo ukształtowanie wykazują również wielozębne torbacze ery mezozoicznej. A nawet zgodność sięga tu dalej jeszcze. Copemu udało się wykazać, że u wszystkich ssaków pierwotnych zęby trzonowe szczęki górnej są typu trójsęczkowego, t. j. składają się z trzech sęczków, podczas gdy w żuchwie panuje typ tubercularno-sektorialny, w którym z przodu stoją trzy sęczki, a do nich dołącza się tu dodatek, czyli talon. Naturalnie między pojedynczymi grupami zwierząt, które do dziś zachowały zęby sęczkowe, zachodzą poważne różnice w uzębieniu i w budowie pojedynczych zębów, aczkolwiek typ ogólny pozostaje ten sam. U owadożernych, nietoperzy i małpozwierzy korony zębów są uwieńczone ostrymi wystającymi szpicami, u małp korony zębów są szerokie z mało wydutnymi sęczkami, podczas gdy u drapieżnych, odpowiednio do pokarmu mięsnego, zęby są przystosowane do krajania. Właściwem im jest mianowicie różnicowanie zębów trzonowych, którego brak wszystkim pozostałym ssakom: jest niem zab ścierwny; jest to zab trzonowy, zwykle większy, a zwłaszcza wyższy od pozostałych i przystosowany specjalnie do rozcinania mięsa; w górnej szczęce jest to ostatni zab przedtrzonowy, w dolnej pierwszy prawdziwy trzonowy. Im wybitniej mięsożerny jest drapieżnik, tem silniej występuje zab ścierw-

ny, tem ostrzej on kraje, o tyle zaś mniej są rozwinięte pozostałe zęby trzonowe; cecha ta najbardziej stanowczo występuje u zwierząt z grupy kotów. Gdzie natomiast pokarm nie jest wyłącznie zwierzęcy, ząb ścierwny ustępuje, a stojące za nim trzonowe zyskują na wielkości, jak u przeważnie roślinożernych niedźwiedzi. Zęby przedtrzonowe, osadzone przed zębem ścierwnym, zwykle dość słabe, są zwane szczyrbowymi, trzonowe zaś, stojące za zębem ścierwnym, noszą miano trących.

Oprócz mózgu i zębów doniosłe przekształcenia zachodzą w budowie nogi. Pomijając tymczasem przeobrażenia w pletwy czyli nogi pławne, które występują u walen, manatów i fok, w trzech zwłaszcza kierunkach znajdujemy ważne różnice: w ilości palców, w ich opatrzeniu w kopyta lub pazury i paznogie, wreszcie w sposobie, w jaki noga podczas chodzenia dotyka ziemi: czy całą stopą, czy tylko palcami.



Rys. 363. Kończyny przednie: 1) Hippopotamus; 2) Dicotyles; 3) Elotherium. Narysowana jest cała ręka hippopotama, u obu innych tylko dolny szereg napięstka i dłoń. Znaczenie cyfr i liter jest następujące: II, III, IV, V drugi, trzeci, czwarty, piąty palec; mc dłoń (metacarpus), td os trapezoidum, mg os magnum, uc os uncinatum. (Według Kowalewskiego).

W czasie dzisiejszym wszystkie właściwe zwierzęta kopytne i większość drapieżnych (wyjąwszy niedźwiedzie, borsuki i ich krewniaki) są palcuchodne. U najstarszych form trzeciorzędowych ma się to inaczej. Typy rodowe drapieżników i kopytnych są również stopochodne. Ważną jest różnica między ssakami, których palce opatrzone są kopytami (Ungulati w najszerszym znaczeniu), a ssakami z pazurami lub paznogociami (Unguiculati). Obecnie kopyta posiadają: koń, nosorożec, tapir, świnie, przeżuwacze, słonie i góralki, podczas gdy owadożerne, nietoperze, drapieżne, małpozwierze, małpy i człowiek mają paznogie lub pazury.

Normalna ilość palców na każdej nodze ssaków jest pięć; żaden nie posiada ich więcej. Natomiast często występuje ich mniej; we wszystkich jednak przypadkach, jużto ze stwierdzenia form pośrednich, jużto ze sposobu połączenia palców z napięstką lub stępem, jużto z istnienia słabych szczątek brakujących palców daje się wyprowadzić wniosek, że mniejsza liczba nie była pierwotna, lecz powstała z pięciu drogą redukcji. Takie zmniejszanie się zachodzi u najrozmaitszych działów ssaków, a najlepiej wykształcone i najbardziej rozpowszechnione



jest ono u kopytnych w znaczeniu ściślejszem. Pojedyncze eoceńskie przodki zwierząt kopytnych mają pięć palców, znaczna ich większość posiada tylko cztery lub mniej, mianowicie przeciętnie tem mniej palców, im bardziej zbliżamy się do czasu terażniejszego. Dzisiaj żyją jeszcze tylko trzy rodzaje zwierząt kopytnych z więcej niż dwoma palcami czynnymi (palce, które w chodzeniu istotnie dotykają ziemi i służą ciału za oparcie): nosorożec, tapir i hipopotam, podczas gdy konie posiadają tylko jeden palec, wielka rzesza przeżuwających – tylko dwa; obfitująca zaś w formy rodzina świń posiada cztery palce, lecz z nich tylko dwa dotykają ziemi, podczas gdy oba pozostałe podlegają stanowczemu uwsteczniению. Ujawnia się przytem wyraźny związek między kształtem ciała a trybem życia. Palce występują w wielkiej liczbie tam, gdy ciężkie, niezgrabne cielsko i pobyt na ziemi miękkiej, bagnistej wymagają szerokiej, masywnej podstawy, podczas gdy minimum rozwoju palców mamy u form smukłych, szybkoogonich, ponieważ wążka powierzchnia kopyta powoduje najmniejsze tarcie w szybkim ruchu po twardej ziemi.

Zresztą już w dość starych utworach trzeciorzędowych występują zwierzęta kopytne ze znacznie zredukowaną budową nóg, wykazujące pokrewieństwo częścią z naszymi przeżuwającymi, częścią z naszymi świniami, za których przodków ich wszakże uważać nie można. Jest to bardzo szczególne. Ale z przewagi typów o niewielu kopytach nad typami o licznych kopytach i ze stałego ich przyrostu w nowszych czasach można wnosić, że są one uprzywilejowane w walce o byt, że redukcya budowy nóg jest zmianą pożyteczną w trybie życia tych zwierząt. Tem bardziej wydaje się niezrozumiałem, dlaczego geologicznie starsze formy o dwóch palcach, jak *Anoplotherium*, *Diplopus*, *Elotherium* i t. d. wymarły i zostały zastąpione przez inne, które dopiero musiały się rozwinąć z wielopalcowych.

Kowalewski szuka przyczyny tego zjawiska w tem, że te starsze formy dwupalcowe uszczupliły kości szkieletu nóg w sposób niekorzystny i nie nadający się do dalszego rozwoju (inadaptywnie). Postaramy się wyjaśnić to sobie na przykładzie z rodziny świń. Pierwotny typ czteropalcowy zachował się u hipopotama; porównajmy z nim *Elotherium* lub *Entelodon*, dwupalcową świnię z oligocenu, która pozostała bez potomków, i amerykańskie pekari, najbardziej postępową formę tej grupy. Przez następującą redukcję nogi czteropalcowej oba palce zewnętrzne, drugi i piąty, giną lub mocno zmniejszają się, podczas gdy trzeci i czwarty powiększa się. Jeżeli na rysunku 263, przedstawiającym ręce *Elotherium* i pekari (*Dicotyles*), rozpatrzmy, jak się to odbywa, to znajdziemy ważną różnicę. U *Elotherium* wraz z drugim palcem zredukowana jest również przynależna doń kostka napięstka, trapezoideum, trzeci palec łączy się z napięstką zupełnie jak u hipopotama, a nawet czwarty palec nie mógł zupełnie odeprzeć nędznego szczątka piątego palca od dolnej powierzchni unciforme. Zupełnie inaczej rzecz się ma u pekari: trzeci palec się rozszerzył i objął w posiadanie trapezoideum, które zwykle styka się z drugim palcem, czwarty palec zajął całą dolną stronę unciforme, a dość silne jeszcze kości dłoni drugiego i piątego palca zostały całkowicie wyparte na bok i straciły swe miejsca przyczepu na dolnej powierzchni napięstka.

Streszczając te zjawiska, u wymarłego *Elotherium* (*Entelodon*) znajdujemy zupełną sztywność i niezmienność w połączeniu napięstka z palcami, u rodu zaś świń,

rozwijającego się dalej i osiągającego punkt kulminacyjny w pekari, widzimy ruchomość i zdolność do przystosowywania się. To samo zjawisko w podobny sposób powtarza się w obu parach kończyn u wszystkich tych grup wykazujących przeciwieństwo między szeregami, które wczesnie redukują budowę nóg, lecz potem szybko wymierają, jak np. Anoplotheridae, a takimi szeregami, u których redukcya następuje później i wolniej, lecz które się zachowują jak przeżuwa-  
cze. Z dalszego porównania wynika, że te ostatnie w zmianach uzębienia jak również narządów trawienia lepiej niż pierwsze przystosowują się do nowych warunków pożywienia. Tu oczywiście leży przyczyna, dlaczego te się zachowują, tamte—nie; grupy inadaptywne wygasają, adaptywne, zdolne do przystosowania, przechowują się.

Oba szeregi selenodontów, adaptywne i inadaptywne, sprowadzają się do wspólnego pnia. Śledząc wstecz ród selenodontów parzystokopytnych dochodzimy w najgłębszym eocenie do pierwotnej grupy Condylarthra, z których wyszły również zwierzęta parzystokopytne o zębach sęczkowych (świnie i hipopotamy) i nieparzystokopytne. Ale od tych form pięciopalczastych, które były zaopatrzone w zęby sęczkowe i których palce mogły być uzbrojone zarówno w kopyta jak paznogie lub coś pośredniego, pochodzą nie tylko wszystkie zwierzęta kopytne; te Condylarthra są spokrewnione prawie ze wszystkimi innymi wielkimi gałęziami szczechu ssaków. Naturalnie nie są one istotnymi formami rodowymi wszystkich tych gałęzi, gdyż rozdział ich jest zaznaczony lub nawet dokonany już w eocenie, jakkolwiek są one tu znacznie bardziej zbliżone niż później. Wszakże konwergencya cech, którą poznajemy u Condylarthrów, to zbliżanie się ku sobie rozmaitych grup ssaków, dowodzi, że pochodzą one z jednego praszczepu, którego szczątki może jeszcze znajdziemy w osadach systemu kredowego.

Wielkim nabytkiem dla historii rozwoju świata zwierzęcego było już wykazanie Condylarthrów, jako form rodowych zwierząt kopytnych. Zachodzi tu szczególny przypadek, podobny do odkrycia planety Neptuna, że odkrycia późniejsze stwierdzały istnienie wspólnego ojca rodu, teoretycznie przewidzianego. W roku 1874, gdy (wyjąwszy słonie) nie znano jeszcze żadnego pięciopalczastego kopytnego w ścisłym znaczeniu, paleontolog amerykański Cope oświadczył, że ojcem rodu wszystkich kopytnych musiałoby być zwierzę pięciopalczaste z zębami sęczkowymi; było to nowością o tyle, że aż do tego czasu uważano ząb jarzmowy za pratypan zęba zwierząt kopytnych. W dziesięć lat później Cope doznał tej satysfakcyi, że mógł wykazać w rodzaju Phenacodus formę, która potwierdziła jaknajświetniej jego przepowiednię. Powodzenie to posiada nadzwyczajną wagę dla teoryi pochodzenia i przemawia za pewnością wyników, jaka wypływa ze szczegółowego porównawczego badania szczątków kopalnych.



## Pazurowce (Unguiculata).

Jednym z najważniejszych rodów zwierząt łożyskowych jest ród pazurów, czyli unguiculatów, które w swych najpierwotniejszych przedstawicielach są wyposażone dobrze rozwiniętym uzębieniem z 14 zębów. Zęby trzonowe są ostroszczkowate, główka stawowa szczęki dolnej składa się z poprzecznie wydłużonego wałka, który ściśle pasuje do tak samo ukształtowanego dołka w czaszce, tak iż możliwym jest tylko pionowy ruch dolnej szczęki do góry i na dół, niemożliwym zaś wysuwanie naprzód, jak u gryzoniów lub boczny ruch miażdżący, jak np. u przeżuwaczy. Palce nóg przednich i tylnych są uzbrojone w pazury lub paznogie.

Należą tu przedewszystkiem owadożerne, dalej wymarła grupa kreodontów, blisko spokrewniona z drapieżnikami, jak również małpozwierze, czyli lemury. Oprócz tych działów, stojących niżej do unguiculatów, dalej zaliczyć musimy jeszcze ich potomków wyżej rozwiniętych lub przynajmniej bardziej zróżnicowanych: nietoperze, drapieżne (i foki) i naczelne (małpy i człowiek). Owadożerne są to małe zwierzęta stopochodne, wyróżniające się zwłaszcza ostrą, trój lub czteroszczkową formą zębów trzonowych i nierówną wysokością ich szczęków; ilość siekaczy jest przeważnie zredukowana, kły małe. Ryjówki, krety i jeże, dalej kretojeże (Centetes), żyjące na Madagaskarze i w Indjach zachodnich, są dzisiaj najistotniejszymi przedstawicielami tego działu, który występuje również kopalnie w pewnej ilości gatunków, nie osiągając wszakże nigdzie większego znaczenia. Ciekawe są one tylko dlatego, że, pomijając redukcję siekaczy, reprezentują wśród wszystkich żyjących obecnie ssaków łożyskowych zapewne typ najbardziej pierwotny, i że występują być może już w jurze. Jako gałąź, która już wcześniej oddzieliła się od owadożernych, należy uważać nietoperze, które pojawiają się już w starszym trzeciorzędzie, nie posiadając wszakże donioślejszego znaczenia ani paleontologicznego, ani geologicznego. Ponieważ już formy eocen-skie wyposażone są we wszystkie cechy nietoperzów teraźniejszych, oddzielenie się od owadożernych i przystosowanie do ich osobliwego trybu życia musiało nastąpić już w epoce kredowej.

Bez porównania większe znaczenie posiada wielki szczepek zwierząt mięsożernych. U form geologicznie młodszych, u drapieżców (Carnivora) w znaczeniu ściślejsem, w każdej szczęce szczególnie jeden ząb, tak zwany ścierwny, przeznaczony jest do czynności rozcinania mięsa, dzięki swej mniej lub bardziej ostro krającej koronie (p. str. 348), podczas gdy u form geologicznie starszych podział na ząb ścierwny i zęby trące nie jest jeszcze ściśle przeprowadzony, lecz kilka zębów trzonowych posiada kształt zębów ścierwnych. Ta starsza grupa, kreodonty (Creodontia), nie tylko tem różni się od dzisiejszych zwierząt drapieżnych, lecz, przynajmniej u typowych przedstawicieli znajdują się jeszcze inne różnice: kreodonty posiadają przeważnie mniej siekaczy w szczęce dolnej, mózg stoi na niższym stopniu rozwoju, a i w budowie napiętka dają się stwierdzić znaczne różnice: u kreodontów zazwyczaj scaphoideum i lunatum nie są zrosnięte. W ogólnym pokroju kreodonty zapewne niewiele się różniły od naszych drapieżnych. By-

ły to zwierzęta stopochodne, zwykle dość niskie, co do wielkości niektóre mogły współzawodniczyć ze lwem, podczas gdy inne pod tym względem nie przewyższały łasicy. O ile z ostrości zębów sądzić można, były one przeważnie dzikimi, żarłocznymi rabusiami, podczas gdy inne, np. Pterodon, jak dowodzi krępy starty u góry kształt ich zębów szczerbowych, przeważnie rozgryzały kości i trybem życia mogły się zbliżać do hyen. Hyaenodon, Pterodon (rys. 264), Arctocyon, Proviverra oto niektóre z najważniejszych form tego działu z trzeciorzędu Europy, oprócz których poznano jeszcze większą ilość rodzajów z Ameryki Północnej.

Żadna z przytoczonych dotychczas różnic między starymi kreodontami a drapieżcami nie jest zasadnicza. U młodszych kreodontów mózg jest już nieco wyżej rozwinięty, u pojedynczych form tej rodziny scaphoideum i lunatum są już zrosnięte; rzadko, co prawda, obecna jest całkowita liczba trzech siękaczy, wreszcie istnieją przejścia również w zróżnicowaniu zęba ścierwnego i zębów trących, co jest cechą praktycznie najważniejszą. Jako ogniwo łączące, występują tu mianowicie trzeciorzędowe rodzaje Cynodon i Palaeonictis. Takie ogniwo, żyjące jeszcze obecnie, znajdujemy na Madagaskarze, który wyróżnia się staroświeckim charakterem swych ssaków, w podobnym do cywet euplesresie, małym zwierzęciu z dwoma zębami trzonowymi w górnej szczęce, wykształconymi jako zęby ścierwne. Chociaż blizkie stosunki między kreodontami a drapieżcami każą domyślać się, że te ostatnie pochodzą od pierwszych, niepodobna wszakże podać dotychczas, jak rozwój ten się odbywał. Ba, właśnie niektóre formy kreodontów, które są wymieniane niekiedy jako przodki tej lub innej rodziny drapieżnych, muszą, jak zauważył Schlosser, rzec się tych uroszczeń, ponieważ mają one mniej siękaczy, niż ich domniemane potomki. Pewne cechy, któremi kreodonty oddalają się od drapieżnych, zbliżają je do innych grup ssaków, zwłaszcza do owadożernych i do niektórych torbaczy. W nowszych czasach usiłowano nawet, wprawdzie niesłusznie, zaliczyć do kreodontów krety i kretojeże (Centetes), pomieścić natomiast wśród owadożernych arctocyona i jego krewniaków.

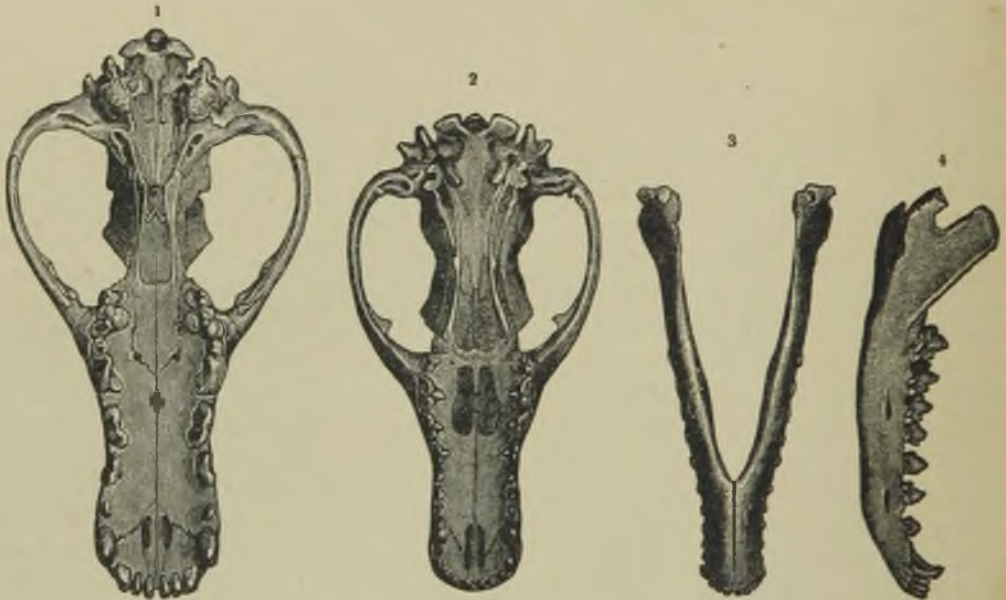


Rys. 264. Zęby prawej połowy szczęki górnej Pterodona. (Wielkość naturalna).

Jeszcze godniejsze uwagi są stosunki do torbaczy. Znamy w świecie teraźniejszym wśród tego rzędu pewną ilość form, które, jak drapieżne i kreodonty, posiadają uzębienie, specjalnie przeznaczone do rozdrabniania mięsa zwierząt wyższych. Najlepszy przykład tego działu stanowi norowiec (Thylacinus), żyjący w Tasmanii, który z całego pokroju podobny jest do małego wilka i, jak on, palcochodny. Również w budowie czaszki podobieństwo jest wielkie, a na pierwszy rzut oka nawet uzębienie norowca przypomina uzębienie psa (rys. 265). Większem jest jeszcze podobieństwo do uzębienia kreodontów. W innych cechach kreodonty zbliżają się także do torbaczy: u Arctocyona mamy znowu ich wielkie otwory podniebienne i wykształcenie grzebienia kostnego na czaszce, drugi krąg szyjowy Hyaenodona podobny jest do takiegoż kręgu dydelfa (lub jeża). Krótko mówiąc, znajdujemy



tyle szczegółów, przypominających torbacze, że nie jeden dzielny paleontolog do nich zaliczał kreodonty. Jednakże idzie to zbyt daleko: pomiędzy obydwoima działami są określone różnice, a brak jest przejść, jakie łączą kreodonty z owadożernymi, a do pewnego stopnia i z drapieżcami. Przedewszystkiem dolna szczeka kreodontów w dolnym kącie nie jest zagięta do wewnątrz i podczas gdy u torbaczy zmienia się tylko jeden ząb przedtrzonowy, u kreodontów tyczy się to wszystkich przedtrzonowych. Na podstawie podobieństwa do kreodontów widziano dawniej w torbaczach drapieżnych prawdziwych przodków drapieżców; a i dziś jeszcze niektórzy wybitni badacze trzymają się takiego poglądu. Według niego inne szczepy zwierząt łożyskowych musiałyby również pochodzić od bezłożyskowych przodków:



Rys. 265. 1) Czaszka wilka, z dołu; 2) czaszka norowca, z dołu; 3, 4) żuchwa norowca, z dołu i z boku.

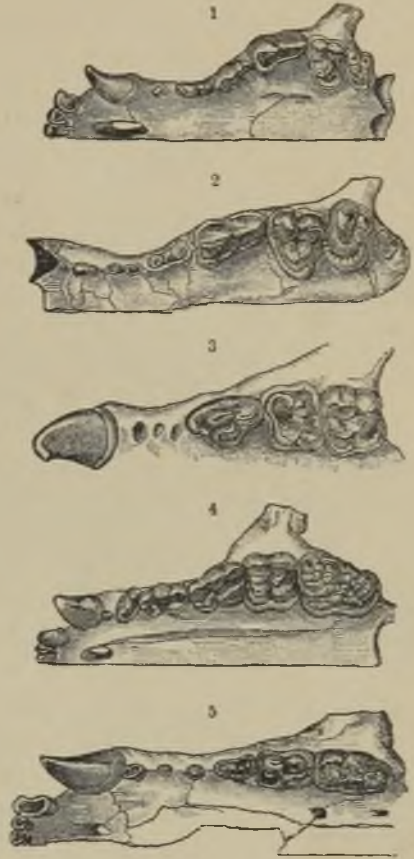
nie wyodrębniłyby się one z jednego wspólnego prapnia łożyskowego, lecz każdy samoistnie przeszedłby przez stadium bezłożyskowego torbacza. Dziś uchodzi za prawdopodobniejsze, że torbacze i zwierzęta łożyskowe stanowią pnie samoistne od dawna rozdzielone, jak to już powyżej zaznaczono, a przybierające większe podobieństwo tylko w tych grupach, gdzie przystosowanie do takiego samego trybu życia wytwarzało szereg zgodnych cech.

Prawdziwe drapieżce dzielą się zazwyczaj na następujące rodziny: psy, niedźwiedzie, kuny, wiwery (łasze), hyeny i koty. Śród nich typy najpierwotniejsze stanowią w każdym razie psy, wiwery i niedźwiedzie. W budowie uzębienia najmniej zmieniły się psy, podczas gdy niedźwiedzie jako stopochodne stoją bliżej przodków co do ukształtowania nóg. Wiwery znowu zajmują stopień najniższy w całej budowie szkieletu. Co do uzębienia, skutkiem zaniku ostatniego dolnego zęba trzonowego stoją one wyżej od psów, które natomiast przewyższają je wykształceniem nóg. Jeszcze bardziej pierwotnym jest jednak wielki drapieżnik Amphicyon, który występuje w miocenkich osadach Europy i Ameryki Północnej.

U psów i u niedźwiedzi wzór uzębienia jest  $\frac{3.1.4.2}{3.1.4.3} = 42$ ; przytem, jak u drapieżców wogóle, ostatni ząb przedtrzonowy szczęki górnej i pierwszy trzonowy szczęki dolnej są rozwinięte jako zęby ścierwne. Amphicyon posiada natomiast o jeden ząb trzonowy w górnej szczęce więcej, znajdujemy więc tu liczbę 44 zębów, rozpowszechnioną u pierwotniejszych form zwierząt pazurowych i kopytnych. Co do samego kształtu zębów, Amphicyon stoi blisko psów, tak iż rozróżnienie odosobnionych znalezisk nastęrcza często trudności; wszakże zęby trące Amphicyona większymi rozmiarami i bardziej masywną formą zbliżają się do zębów niedźwiedzi. W istocie psy i niedźwiedzie, jakkolwiek tak co do postaci zewnętrznej różne, są tak blisko spokrewnione przez kopalne Amphicyoniny, iż ściśle rozgraniczenie jest bodaj niemożliwe.

Niedźwiedzie czyli ursydy wskazują wyraźnie, jak uzębienie przystosowane do określonego trybu życia, przekształca się skutkiem zmiany pożywienia. Niedźwiedzie porzuciły pokarm czysto mięsny i żywią się przeważnie substancjami roślinnymi. Zarazem zęby ich tracą swe krające własności, zęby trące powiększają się olbrzymio i pokrywają się na powierzchni licznymi charakterystycznymi małymi sęczkami i brodawkami, ząb ścierwny staje się mniejszy i do krajania nieprzydatny. Ponieważ niedźwiedzie, jak Amphicyon, są stopochodne, przeto zmiany istotnie ograniczają się do uzębienia. Jak wykazał Gaudry, rodzaj *Hyaenarctos*, występujący w miocenie i pliocenie (rys. 266, 3), i *Aeluropus*, żyjący obecnie w Chinach południowych (266, 4), tworzą całkowity nieprzerwany szereg; w górnym pliocenie spotykamy najstarszego prawdziwego niedźwiedzia, a w czasie dyluwialnym, przynajmniej w Europie, rodzaj ten jest stanowczo najczęstszym z pośród wszystkich drapieżców.

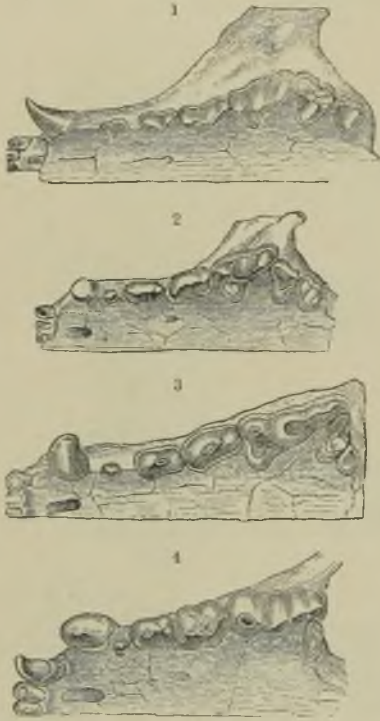
Do tego samego co psy źródła sprowadzić należy również wiwery czyli łasowate. Tu ogniwa łączące reprezentują oligoceńskie rodzaje *Cynodon* i *Cynodictis*, gdyż u nich budowa kończyn zajmuje mniej więcej ten sam stopień organizacji co u wiwer. Z wiwerami znowu łasicowate (łasice, borsuki, kuny i wydry) są tak ściśle związane, że w starszym trzeciorzędzie nie można prawie przeprowadzić między nimi ostrej granicy.



Rys. 266. Górna szczeka: 1) wilk; 2) Amphicyon, 3) *Hyaenarctos*; 4) *Aeluropus*; 5) *Ursus* (niedźwiedź).  
(Według Gaudryego).



Od łaszowatych w okresie nieco późniejszym odgałęzia się dalsza ważna grupa — hyeny (ścierwojady). Zwierzęta te miażdżą i łykają wszystkie kości przy pomocy straszliwego swego użębienia. Ciekawe jest porównanie narządu zębowego hyen z tym, który do tego samego celu służy psom. Chcąc rozgryźć kość, pies wsuwa ją do najbardziej tylnej części paszczy między szerokie, silne zęby trące. Zupełnie inaczej u hyen. U łaszowatych, od których one pochodzą, zęby trące są już zasłabo rozwinięte do gruchotania kości, i gdy zwierzęta te przybrały inny tryb życia, czynność tę pełnić musiały inne części użębienia. Nadawały się do tego zwłaszcza zęby przedtrzonowe, czyli szczerbowe, jeszcze u starszych łaszowatych bardzo silnie rozwinięte; i rzeczywiście, zostały one u hyen tak przeobrażone, że



Rys. 267. Użębienie szczęki górnej: 1) *Ictitherium* Orbigny; 2) *Ictitherium robustum*; 3) *Ictitherium hipparionum*; 4) *Hyaena eximia*. (Według Gaudrygo).

główne ich ostrze tworzy mocny, gruby stożek, a i kły są krępo ukształtowane. Miejsce ostrzy zębów przedtrzonowych zajmuje szeroka kolistą powierzchnia, która zębom przedtrzonowym hyeny nadała miano zębów młotowych. Wraz z tem idzie silna redukcya zębów trących, teraz już zupełnie zbytecznych: w dolnej szczęce giną one całkowicie, w górnej pozostaje mały słaby trzonowy, a ząb ścierwny staje się nadzwyczaj ostry i krajający.

Różnice w stosunku do łaszowatych polegają więc co do użębienia na tem, że u góry i u dołu ginie jeden ząb trący oraz zachodzi przeobrażenie zębów szczerbowych i ścierwnego. Oprócz tego hyeny mają mniej o jeden palec na tylnych nogach. Jak dowiódł Gaudry, rodzaje *Ictitherium* i *Hyaenictis*, występujące w miocenie i w najniższym pliocenie, stanowią we wszystkich tych względach przejścia tak całkowite, jak tylko spodziewać się można było (rys. 267). Nie można tylko w *Ictitherium* samem upatrywać formy rodowej, lecz w jakimś poprzedniku tego rodzaju, gdyż jednocześnie z *Ictitherium* pojawia się już i *Hyaena*. Hyeny są ograniczone wyłącznie do Europy, Afryki północnej i Azji południowej; stają się one częste zwłaszcza w pleistocenie i tu po niedźwiedziu jaskiniowym są najważniejszymi przedstawicielkami zwierząt drapieżnych.

Jeśli zęby hyen nadają się znakomicie do miażdżenia kości, to w użębieniu kotów znajdujemy całkowite przystosowanie się do czysto mięsnego pokarmu. Wszystko tu jest ostrem i tnącym, ząb ścierwny jest skrajnie rozwinięty, a zęby szczerbowe i trące redukują się. Oprócz siekaczy i kłów w górnej i dolnej szczęce przed zębem ścierwnym stoją po dwa szczerbowe, za nim zaś tylko w górnej szczęce znajduje się mały ząb trący. Odpowiednio do tego zmniejszenia się liczby zębów, szczęki są również skrócone, co warunkuje zwięzłą formę głowy u rozmaitych zwierząt kotokształtnych.

Co do ilości, lecz nie co do formy zębów najbardziej zbliżają się do kotów kuny i hyeny. Grubościkowaty kształt zębów kuny oddala się od ostro krającego typu u kotów, a jeszcze mniej z nimi wspólnego ma uzębienie hyen z ich masywnymi zębami młotowymi. Natomiast wiwery są, co do tego, znacznie więcej podobne do kotów; wprawdzie posiadają one w górnej szczęce więcej niż te ostatnie o jeden ząb szczerbowy i jeden trący, w dolnej—o dwa szczerbowe i jeden trący. Różnicę tę zacierają istnienie poszczególnych form pośrednich. Jeszcze w świecie dzisiejszym mamy taką formę w rodzaju *Cryptoprocta*, żyjącym na Madagaskarze, który ma o jeden ząb szczerbowy więcej niż koty, i w tej, jak wogóle w większości cech, zgadza się z trzeciorzędowym rodzajem *Proaëlorus*. Ponieważ ten ostatni w wybitny sposób łączy właściwości kotów z właściwościami wiwer, możnaby przeto, słusznie zapewne, wywodzić ród kotów z rodu wiwer. I to odgałęzienie, podobnie jak wyodrębnienie łasicowatych, musiało nastąpić wcześniej, ponieważ już u oligocenijskich przodków cechy kocie są dość wyraźne.

W świecie obecnym koty stanowią najwyżej rozwinięte typy całego rzędu drapieżnych. W okresach dawniejszych wszakże w postaci machajrodontów (czyli nożozębnych) istniał typ, który je o wiele jeszcze przewyższał wykształceniem uzębienia. Cechę tego oddziału, obejmującego kilka rodzajów, stanowi kształt żuchwy, której część przednia nie zaokrąglą się stopniowo, lecz tępym kantem przechodzi w boki. U form wyższych do tej cechy przyłącza się jeszcze



Rys. 268. Czaszka *Machairodus* (*Smilodon*) *neogaeus* z dyluwium południowo-amerykańskiego.

zgoła olbrzymi rozwój kłów szczęki górnej, ostrych, krających, po brzegach karbowanych i zwisających niby dwa tęgie sztylety. Zęby ścierwne są również jeszcze silniej wykształcone niż u kotów, podczas gdy ząb trący szczęki górnej zniknął. Najstarsze geologicznie formy tej grupy, nimrawidy, cechuje oprócz tego pierwotne ukształtowanie podstawy czaszki. Wogóle machajrodonty stoją nieco na uboczu od właściwego szczerpu kotów. Osborn łączy je bezpośrednio z rodziną kreodontów—*Palaeonictidae*, czy słusznie, wątpliwe jest jeszcze wprawdzie. Żaden drapieżnik, jaki kiedykolwiek istniał, nie może się mierzyć z machajrodusem, co do straszliwości uzbrojenia. Już gatunki typowe, które w Europie występują w pliocenie, a pojedynczo jeszcze w osadach dyluwialnych, przewyższają znacznie każdego lwa lub tygrysa; przedewszystkiem jednak olbrzymim rozwojem swych kłów wyróżnia się *Smilodon* z południowo-amerykańskiego dyluwium (rys. 268). Jak się to stało, że potężne te zwierzęta wymarły, podczas gdy znacznie słabiej uzbrojone lwy, tygrysy i pantery żyją dziś jeszcze? Pliocen i dyluwium wyróżniały się wszędzie wielką ilością olbrzymich zwierząt roślinożernych (mastodonty, słonie, dynoterya, nosorożce, elasmoterya, hipopotamy, żyrafy, helladoterya w Europie, megaterya, mylodon, megalonyks, mastodon i inne w Ameryce). Prawdopodobnie gatunki machajrodusów wybierały sobie za zdobycz te olbrzymy,

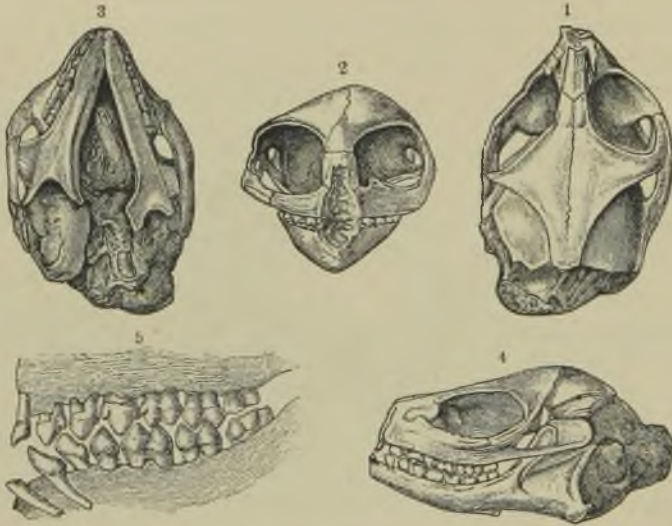


stadami napadały na nie i rozszarpywały swymi straszliwymi kłami, gdyż taki kolosalny rozwój kłów nie przynosiłby chyba korzyści w napadach na mniejsze przeżuwacze, na konie lub inne słabsze zwierzęta. Ponieważ atoli z końcem okresu dyluwialnego olbrzymi roślinożerne wymierają w Europie i w Ameryce, możnaby sobie wyobrazić, że i machairodusy zaginęły w tych okolicach wraz ze zwierzętami, do których pokonania były przystosowane i które im służyły za zdobycz. Wtedy jednak należałoby się spodziewać, że znajdziemy je dziś jeszcze w obszarach etyopskim i indyjskim; zwłaszcza Afryka południowa ze swem bogactwem wielkich ssaków byłaby najodpowiedniejszym miejscem pościgów dla tych wojowniczych zbójów. Lecz dziś żaden godny przeciwnik nie zagraża słoniowi, nosorożcowi i hipopotamowi,

a zniknięcie machairodusów z tych rejonów jest i pozostaje nadal nierozwiązaną zagadką.

Do drapieżców przyłączane bywają zazwyczaj foki (płetwonogie, Pinnipedia), które istotnie wykazują z pierwszymi tak wybitną zgodność uzębienia i pożywienia, że o tym związku chyba powątpiewać niepodobna.

W każdym razie skutkiem zamieszkiwania



Rys. 269. Czaszka *Necrolemura*, kopalnego małpowierza z fosforytów Quercy we Francji: 1) z góry, 2) z przodu, 3) z dołu, 4) z boku, 5) uzębienie powiększone.

w wodzie ciało stało się wrzecionowate, nogi wykształciły się w płetwy, a i w budowie czaszki oraz w uzębieniu zachodzą tak znaczne różnice, że nie możemy oznaczyć, od jakiego drapieżnika one pochodziłyby mogły. H. Seeley zwrócił uwagę na podobieństwo między zębami trzonowymi teriodontów z rodzaju *Cynognathus* a zębami fok: i tu i tam brak sęczonego wewnętrznego (p. wyżej, str. 207), wyróżniającego prawdziwe drapieżce. Może przeto foki pochodzą nie bezpośrednio od drapieżców, lecz od bardziej pierwotnych przodków. Geologicznie foki nie odgrywają wielkiej roli; nieco częściej występują one tylko w najwyższym miocenie Europy wschodniej i w osadach pliocenkich Europy północnej.

Wracamy do punktu wyjścia, do owadożernych, aby pójść śladami drugiej ważnej, aczkolwiek mniej obszernej grupy form. W świecie teraźniejszym znajdujemy małpiatki, czyli lemury, oddział małych zwierząt, które stoją blisko owadożernych, różnią się zaś od nich zwłaszcza tem, że poszczególne ostrza zębów trzonowych są wszystkie jednakowej wysokości, jak również ukształtowaniem kończyn. Lemury posiadają mianowicie u rąk i nóg paluch, który może być przeciwstawiany pozostałym palcom i wraz z nimi tworzy rękę chwytną, jaka istnieje na przed-

niej kończynie człowieka i na wszystkich czterech kończynach małp. Już w najstarszym eocenie Ameryki, a również w oligocenie Europy znajdują się szczątki zwierząt, które, co do uzębienia i co do budowy czaszki, zgadzają się zupełnie z żyjącymi obecnie lemurami, i wątpić nie możemy, że, jak te ostatnie, posiadały one także paluch przeciwstawny. Formami takimi są *Necrolemur* (rys. 269) i *Adapis* w Europie, *Mixodectes*, *Anaptomorphus* i kilka innych w Ameryce Północnej. Zresztą te typy również są związane zapomocą form pośrednich tak ściśle z owadożernymi, że ostre odgraniczenie jest niemożliwe. Dotychczas ani w Europie, ani w Ameryce nie znaleziono lemurów później niż w oligocenie, znikają one na zawsze z tych obszarów, i tylko w jednym rejonie zachowały się do dnia dzisiejszego.

Najsilniejszy ich rozwój znajdujemy dziś na Madagaskarze, którego faunę już kilkakrotnie podawaliśmy jako starodawną. Tamtejsze rodzaje drapiezców, *Cryptoprocta* i *Eupleres*, mają w Europie najbliższych krewniaków w oli-

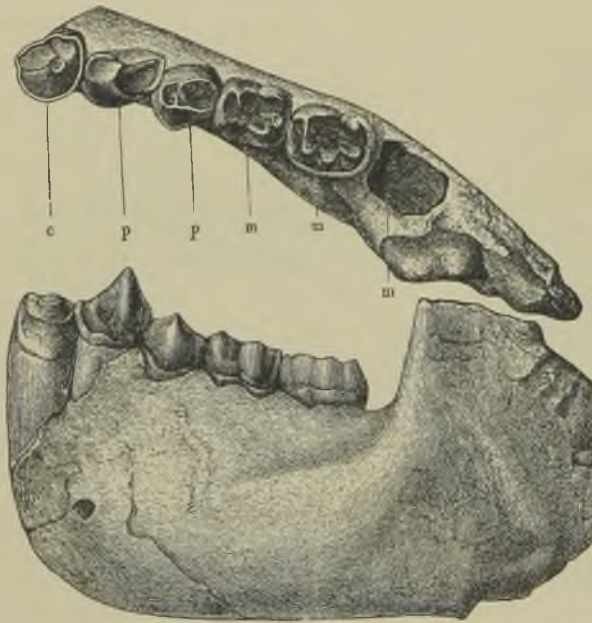


Rys. 270. *Mesopithecus Pentelici*, kuddacz plioceński z Pikermi w Grecyi. (Według Gaudryego).

gocenie górnym lub w miocenie, tak samo szczególna rodzina owadożernych kretojeży (*Centetidae*), występująca dziś tylko na Madagaskarze i na wyspach zachodnioindyjskich. Dalej znajdujemy na Madagaskarze jeszcze kilka rodzajów wiwer, a więc także typów geologicznie starych, kilka form obojętnych (myszy, ryjówki i nietoperze), wreszcie szczególną świnię *Potamochoerus*, która zamieszkuje również Afrykę południową. W końcu dodać jeszcze należy hipopotama, który żywy wprawdzie już tam nie występuje, lecz kopalny znajduje się w zupełnie młodych osadach. Jedyne zwierzęta, które jako nowoczesne nieco obco wyglądają wśród fauny madagaskarskiej, hipopotam i *Potamochoerus*, zamieszkują sąsiedni ląd afrykański, są ziemnowodne i mogły, pływając, dotrzeć do Madagaskaru, gdy został on już wyspą. Poza tymi doskonałymi pływakami brak jednak prawie wszystkich charakterystycznych typów etyopskich: lwów, panter, hyen, żyrafy, antylop, bawołów, zebry, nosorożca, słonia — form najbardziej znamiennych fauny afrykańskiej. Wszystkie te rodzaje są jednak geologicznie względnie młode.



Wnosić więc stąd musimy, że w oligocenie Madagaskar był jeszcze w połączeniu z innymi masami lądowymi, potem jednak w czasie młodotrzeciorzędowym stał się wyspą. Że zlewał on się przedtem z Afryką, nie może podlegać żadnej wątpliwości, prędzej chyba, czy był on połączony również z południowym Indostanem i z Cejlonem. Do przyjęcia takiego ładu podczas pierwszej połowy epoki trzeciorzędowej prowadziło rozsiedlenie geograficzne małpozwierzy, czyli lemurów, które poza Madagaskarem zamieszkują także Afrykę na południe od Sahary i część obszaru indyjskiego. Stąd i ze wspólnego występowania niektórych innych zwierząt wywnioskowano, że ten okrąg rozsiedlenia reprezentuje szczątki zaginionego ładu, dla którego zaproponowano miano Lemuryi. Podczas młodszego czasu trzeciorzędowego Afryka z Indiami była połączona od północy; jeden z najmłodszych utworów na powierzchni ziemi, morze Czerwone (por. t. I, str. 407), nie istniało jeszcze, a wspólny obszar faunistyczny ciągnął się od Sudanu przez Arabię do Persyi, Afganistanu i do Indyi. Z pewnością wielka część form indyjsko-etyopskich zdobyła na tej drodze dzisiejszy zasięg rozprzestrzenienia, mianowicie nosorożce, słonie, bawoły, z drapieżców koty i t. d. W naszych okolicach typy te występują kopalnie w pliocenie. Ale



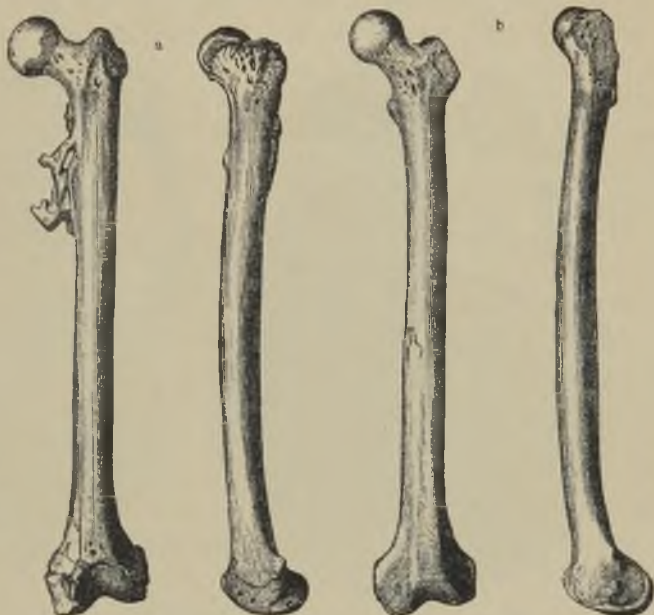
Rys. 271. Żuchwa *Dryopithecus Fontani*, mały człekokształtnej z miocenu w Saint Gaudens (Haute Garonne we Francyi): c) kieł, p) zęby przedtrzonowe, m) zęby trzonowe. (Według Gaudryego).

dawniej sądzono, że obok nich w faunie indyjsko-etyopskiej rozróżniać należy drugi element, który miał zachowywać się inaczej: są to formy, u nas kopalnie wcale nie występujące, lub też tylko w starszych utworach trzeciorzędowych. Oprócz lemurów zaliczano tu mały człekokształtne, czyli antropoidy Bornea i równikowej Afryki zachodniej, tudzież osobliwe łuskowce (*Manis*) i mrówniki (*Orycteropus*). Odkryto wszakże obecnie *Manis* i *Orycteropus* w dolnym pliocenie Samosu i Maraghi w Persyi; i one tedy mogłyby należeć do form, które imigrowały przez Azyę Mniejszą lub Europę. Skutkiem tego w nowem staje światło i kwestya lemurów. Nie jest już niemożliwym, że lemurydy, które z Ameryki Północnej przywędrowały do Europy, rozprzestrzeniły się później na południe i na wschód i osobnymi szlakami dotarły do swych obszarów teraźniejszych, jak to zwłaszcza podkreśla E. Koken.

ginionego ładu, dla którego zaproponowano miano Lemuryi. Podczas młodszego czasu trzeciorzędowego Afryka z Indiami była połączona od północy; jeden z najmłodszych utworów na powierzchni ziemi, morze Czerwone (por. t. I, str. 407), nie istniało jeszcze, a wspólny obszar faunistyczny ciągnął się od Sudanu przez Arabię do Persyi, Afganistanu i do Indyi. Z pewnością wielka część form indyjsko-etyopskich zdobyła na tej drodze dzisiejszy zasięg rozprzestrzenienia, mianowicie nosorożce, słonie, bawoły, z drapieżców koty i t. d. W naszych okolicach typy te występują kopalnie w pliocenie. Ale

Wdzieliśmy, że rozprzestrzenienie roślin i kręgowców w młodszej erze paleozoicznej i w epoce tryasowej oraz rozgraniczenie morskich obszarów faunistycznych podczas systemów jurajskiego i kredowego przemawiają zupełnie stanowczo za istnieniem lądowego połączenia indyjsko-madagaskarskiego. Niema jednak dowodów przekonywających co do jego trwania w epoce trzeciorzędowej. W trzeciorzędzie ląd został rozczłonkowany: najpierw obszar madagaskarski został oddzielony od Indyi, później Madagaskar od Afryki.

Wracajmy od Lemuryi do lemurów! Jak wzmiankowano, brak ich zupełnie w młodszej połowie trzeciorzędu Europy i Ameryki, lecz i w starszej jego części są one również rzadkie. A ich potomki, małpy prawdziwe, występują kopalnie wszędzie tylko bardzo skąpo. Dlatego nasze o nich wiadomości są niedostateczne. Małpy różnią się od lemurów zwłaszcza wyżej rozwiniętym mózgiem i zamkniętymi oczodołami. W uzębieniu zmniejsza się podobieństwo do owadożernych, zęby otrzymują szersze płaszczyzny trące z tępyimi sęczkami. Różnice te wszakże nie są categoryczne, gdyż u małp najniższych, u małych południowo-amerykańskich matołek półkule mózgowe są jeszcze gładkie, zęby trzonowe są jeszcze bardzo ostrosęczkowe i ukształtowane prawie zupełnie tak, jak u lemurów, tak



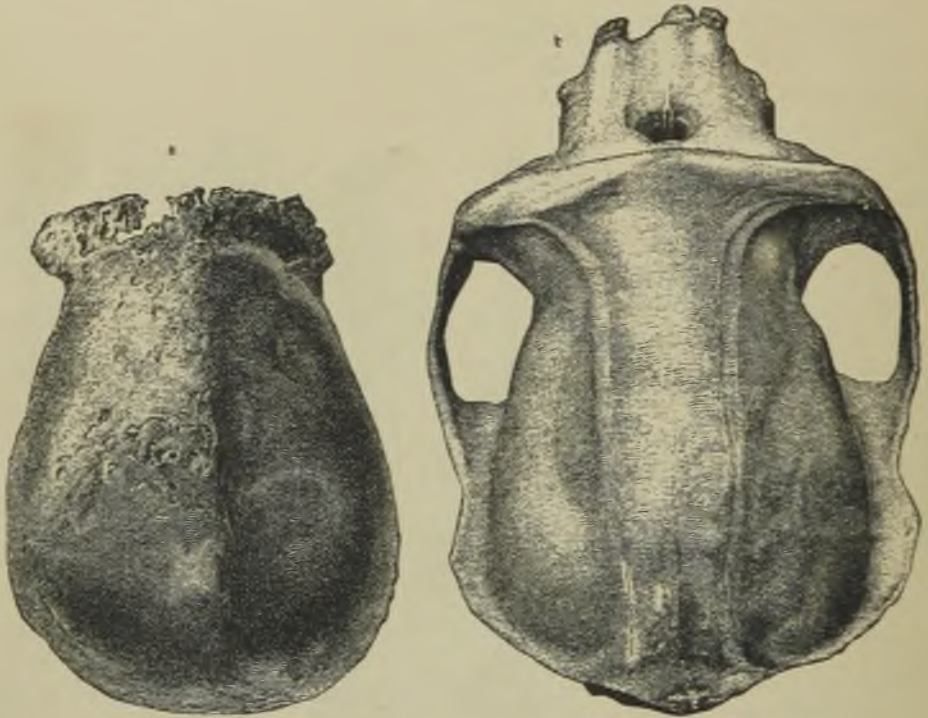
Rys. 272. Lewa kość udowa: a) *Pithecanthropus erectus*; b) człowiek. (Według E. Dubois). W zniższeniu.

iz przepaść między jednymi a drugimi jest tylko niewielka. Nie znaleziono jeszcze kopalnej formy pośredniej między małpami a lemurami, a żyjące matołki są bliższe lemurom, niż jakiegokolwiek kopalnej formie małp; nie może to wszakże dziwić wobec ubóstwa szczątków trzeciorzędowych tego działu. Niema przeto powodu do powątpiewania o pochodzeniu małp od lemurów. Prawdopodobnie małpy odgałęziły się w miocenie od grupy pachylemuridów.

Wśród małp można odróżnić trzy grupy główne. Najniżej stoją matołki czyli Hapalidae Ameryki Południowej (lewek, uistiti i t. d.) z gładkimi półkulami mózgowymi, szeroką przegrodą nosową i 32 ostrosęczkowymi zębami (wzór  $\frac{2.1.3.2}{2.1.3.2} = 32$ ). Stopień nieco wyższy zajmują Platyrrhini, czyli małpy szerokonose, amerykańskie, jak matołki z szeroką przegrodą nosową, lecz z 36 mniej ostrymi zębami, według wzoru  $\frac{2.1.3.3}{2.1.3.3} = 36$ . Najwyższy stopień wreszcie zajmują małpy



starego świata, czyli wązkonose, z 32 zębami  $\left(\frac{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} = 32\right)$  i z wązką przegrodą nosową. Znajdujemy tu ten sam wzór uzębienia, co u człowieka; ta sama liczba panuje również u małolek, lecz tylko pozornie. Albowiem podczas gdy małpy starego świata posiadają dwa przedtrzonowe i trzy trzonowe, Hapalidae wykazują trzy przedtrzonowe i dwa trzonowe, a wobec tego i w tym względzie znacznie bliżej są spokrewnione z małpami szerokonosemi.



Rys. 273. Sklepienie czaszki, z góry: a) *Pithecanthropus erectus*: b) *Anthropopithecus troglodytes*, szympan. (Według E. Dubois). W zmniejszeniu.

Jako typ rodowy małp, przyjęć musimy formę, która posiadała kształt zębów trzonowych i mózg małolek, wzór zębowy zaś małp szerokonosych; wązkonose oczywiście odbiegają najdalej od początku całego rzędu. Małpy kopalne są tak rzadkie, że Cuvier przeczył jak najbardziej stanowczo ich istnieniu. Od tego czasu odkryto wszakże pewną ilość form: tak np. kilka małp szerokonosych z 36 zębami w dyluwalnych jaskiniach kostnych Brazylii. Wszystkie małpy trzeciorzędowe starego świata należą do tego samego oddziału, co obecnie żyjące formy naszej połowy świata, mianowicie do wązkonosych. Znaleziono jednego kudłacza (*Semnopithecus*) w pliocenie wzgórz Sivalickich u południowego podnóża Himalajów, a z nim spokrewnione są również niektóre szczątki małp, które napotkano w pliocenie Włoch, w okolicach Montpellier we Francji, a zwłaszcza koło Pikermi między Atenami a Maratonem, u stóp Pentelikonu. Tylko koło Pikermi szczątki małp występują w nieco większej ilości. Gaudry znalazł w jednej bryle gliny aż osiem czaszek małpich razem i z materiału tego mógł odtworzyć cały szkielet występującego tam *Mesopithecus Pentelici* (rys. 270). W miocenie Europy dość był

wzrównszczeniu *Pitheciacus*, która zbliżyła do długiego gębom *Pitheciacus* Indji i która niepodobna miała się niegdzi bardzo niekompletne szczątki. W Saint Gaudens we Francji znalazłono dwie małe wywłoki mały, które on do wstępu, aż się, nie ustępował człowiekowi, zostały ona przez Lartet opisana pod nazwą *Dryopithecus* (rys. 271), a do tegoż rodzaju przyznano kilka zębów, znalazłonych w Württembergu, jak również kości udowej i *Erpelsheimu*. *Dryopithecus* ten jest o tyle interesujący, że przez czas dłuższy uważano go za małą najbarziej do człowieka podobną. Następnie. On do budowy szczęki *Dryopithecus* różni się nawet wiele mniej stopniem wśród mały człekokształtomych. Zbliża się tylko, jak twierdzi Pohlig na podstawie kości udowej i *Erpelsheimu*, że szczękę tworzył on, podobnie jak gury, prostego cięcia, a z tego barziej, niż z szczęką człowieka się do ręki ludzkiego. W karotem mały *Dryopithecus* nie jest ogniwem pośrednim między małpą a człowiekiem.

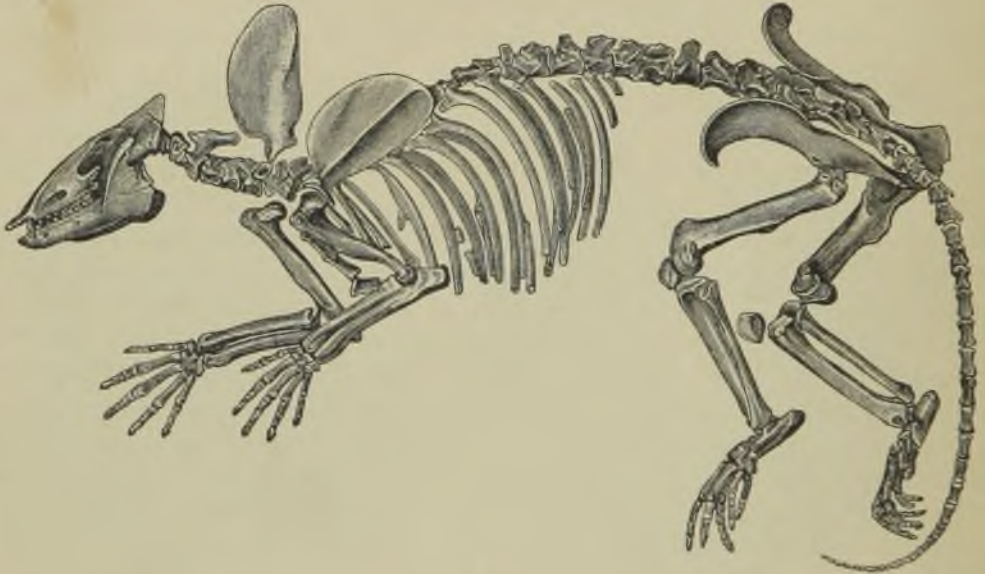
Szczątki tego rodzaju natomiast dla wykopuści, które w ostatnich czasach otrzymano na Jawie. Wraz z innymi kośćmi ssaków i gwałt szarych wadliwych w tamte niedawno Kenbengi znalazłono skłębione szczątki, tak prawej i lewą kości udowej, która według E. Dubois, należy do formy przejściowej między małpami człekokształtymi a człowiekiem, nazwanej *Pithecanthropus erectus*. Z kości udowej, która na stronie tylnej i wewnętrznej posiada narost kości, spowodowany przez skłębienie, własność można, że *Pithecanthropus* chodził prosto na dwóch nogach, jak człowiek (rys. 272). Pewne natomiast cechy podługne w miechance kości dowi on z małpami człekokształtymi. Skłębione szczątki różni się pokazywać wydatnie i większą wywłoką barziej do typu ludzkiego niż np. u szympansa (rys. 273). Ze szczątki tego E. Dubois wywłoki daleko nagające włości, kojarzy *Pithecanthropus* i płocęskim szympansem atawizm *stoolensis* Indji i *Pithecanthropus stoolensis*, który, niegdzi, mały jest tylko z odłama szczątki gębom, i twiza *Prothlobates* — *Anthropopithecus* (*Pithecanthropus*) *stoolensis* — *Pithecanthropus erectus* — *Homo sapiens* za starego korwopowy, kształtujący się od formy *hypotetycznej*, sprakowującej z gębomem i z nowenskim *Pithecanthropus* Europy, a kładzący się na człowieka. Bliższy bliżki wywłoki przez Indjijski prowincya paleogeograficzna. Nie mały śluby powiady podkreślenie, jak niedowierzanie czeka się na zagadnienia. Jednak wraz ze stopniem doproszenia wstąpi również k o niekność jak największej ściśleści i ostrości w badaniu i wnikliwaniu, tam barziej, że posiadane dotychczas szczątki są tak niekompletne. Jak zobaczymy, niektórzy badacze uważają również *Ameryka* *Pithecanthropus* za pierwsze pochodzenia człowieka: może być tam odkryte ślady człowieka już w pliocenie. Wiek geologiczny warstw mioceny jest jednak mocno wątpliwy; w każdym razie kiestnik i wiadomości nasze nie dojdą do wywłoki samowzajemny ślad.

Szczątki kości człowieka znane są z zupełną pewnością z osadów dyluwialnych, w szczególności ani ich, ani żadnych wywłoki nie stwierdzono z pewnością, jakkolwiek wiele już o podobnych znalazłono podane wiadomości. Zagadnienie to jest przedmiotem szeregowych rozpraw osobnej gębom wiedzy — antropologii.



## Zwierzęta kopytne.

Już wśród ssaków najniższego eocenu, zaopatrzonych w zęby sęczkowe, odbył się podział na dwie grupy główne, na formy z pazurami i formy z kopytami. Nieznane są, co prawda, istotne ogniwa przejściowe między tymi dwoma wielkimi działami, lecz budowa palców u najstarszych form znanych, jak *Peripitychus* wśród kopytnych lub *Mesonyx* wśród kreodontów, wykazuje tak mało szczegółów, że niepodobna prawie powiedzieć stanowczo, czy posiadały one pazury, czy kopyta.



Rys. 274. *Phenacodus primaevus*, z grupy Puerco Ameryki Północnej. (Według Copeca).

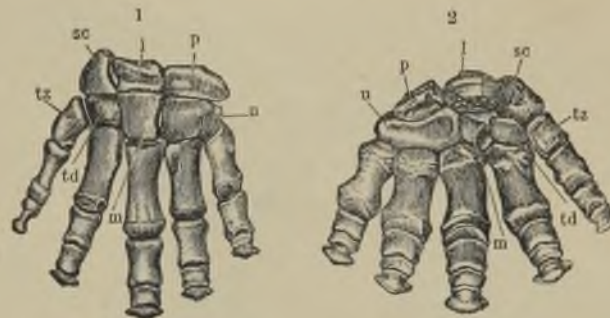
Formy kopytne są dziś reprezentowane przez cztery rzędy rozmaite: przez *Diplarthra*, czyli kopytne (*Ungulata*) w ścisłym znaczeniu, które rozpadają się znowu na parzystokopytne (*Artiodactyla*) i nieparzystokopytne (*Perissodactyla*), dalej przez słońcowate (*Proboscidea*), przez góralcowate (*Hyracoidea*), wreszcie przez syrenowate, czyli krowy morskie. Trzy rzędy ostatnie posiadają w świecie obecnym niewielką tylko liczbę rodzajów i gatunków; tylko zwierzęta kopytne, a wśród nich zwłaszcza parzystokopytne, przedstawiają działy bogate w formy i przynajmniej częściowo jeszcze kwitnące.

Obeenie i wśród *Diplarthrów* kilka typów bezpośrednio się sobie przeciwstawia. Nosorożec i tapir, konie, świnię i hipopotam, wreszcie przeżuwacze — są to cztery grupy, których stosunków wzajemnych niepodobna prawie poznać z właściwości żyjących dziś przedstawicieli. Istotnie przez długi czas łączono słonia, nosorożca, tapira, hipopotama i świnię w jeden rząd gruboskórnych (*Pachydermata*), dodając do nich konie i przeżuwacze, jako dwie grupy równoważne. Rozświetlić to mogła dopiero paleontologia zapomocą wielkiej ilości form kopalnych. W żadnym innym dziale kręgowców, który teraz jeszcze licznych posiada przedsta-

wicieli, nie przyczyniły się studia paleontologiczne do zrozumienia tyle, co tutaj. Okazało się przede wszystkim, że dział gruboskórnych składa się w sposób zgoła nienaturalny z najrozmaitszych elementów. Słonie odpadają, tapir i nosorożec są bliskimi krewniakami koni, świnie i hipopotam — przeżuwaczów.

Musimy przeto, poczynając od form najstarszych i najprostszych, prześledzić rozwój rozmaitych linii rodowych. Punkt wyjścia stanowią pierwotne pięciopalcowe zwierzęta kopytne, opisane z najstarszego eocenu Ameryki Północnej i Europy pod mianem Condylarthra. Najlepiej znany gatunek tego działu, Phenacodus primae-vus, jest zwierzęciem wielkości mniej więcej koziorożca, lecz z niższymi nogami i długim ogonem (rys. 274). Uzębienie składa się z normalnej liczby 44 zębów, posiadających typ sęczkowy i jeszcze tak mało cech zwierząt kopytnych, że przed poznaniem nóg nie można było wyjaśnić sobie stanowiska tego zwierzęcia: można było domyślać się zarówno zwierzęcia

z pazurami jak z kopytami. Budowa czaszki, mało jeszcze wyspecjalizowana, łączy cechy parzystokopytnych, nieparzystokopytnych i drapieźnych. Mózg, mały i gładki, ma płaskie półkule, które nie pokrywają mózdzku. Podczas gdy tułów nie przedstawia żadnych godnych uwagi właściwości, rozwój nóg jest interesujący. Tak, kość ramieniowa



Rys. 275. Noga przednia: 1) Elephas; 2) Coryphodon. Pojedyncze kości napięstka są oznaczone: p Os pyramidatum, l Os lunatum, sc Os scaphoideum, u Os unciniforme, m Os magnum, tz Os trapezium, td Os trapezoideum.

(Według Cope'a).

niowa jest przedziurawiona w dolnej swej części (przez foramen entepicondyloideum); cecha ta istnieje tylko u niewielu najstarszych zwierząt kopytnych, natomiast jest bardzo rozpowszechniona u drapieźców i kreodontów. Z obu kości przedramienia kość promieniowa (radius) jest słabsza niż kość łokciowa (ulna), stosunek, powracający u słoni, lecz nie u innych zwierząt kopytnych. Oba szeregi kości napięstka są ułożone seryalnie, to znaczy, że każda kość górnego szeregu napięstka leży ściśle nad taką kością dolnego szeregu, a fugi między każdymi dwoma kośćmi górnego szeregu odpowiadają ściśle fugom szeregu dolnego. Dla lepszego zrozumienia tego ważnego stosunku odsyłamy do rys. 275, podającego nogę przednią słonia i Coryphodona. U pierwszego układ jest również seryalny, u Coryphodona natomiast kości są w bok przesunięte, co nadaje nodze wzmoczoną siłę. U wyżej rozwiniętych zwierząt kopytnych kość łokciowa ulega redukcji a przytem zachodzi boczne przesunięcie kości napięstka, podczas gdy Phenacodus i jego krewniaki stoją na stadyum nadzwyczaj prymitywnem. Skutkiem takiego ukształtowania kończyn Phenacodus i pozostałe Condylarthra nie posiadały jeszcze tej szybkości ruchów, jaka wyróżnia bardziej rozwinięte zwierzęta kopytne. Wprawdzie kości dłoni i śródnoża u Phenacodusa były jeszcze względnie krótkie, pomimo tego zwierzę to nie było prawdziwym stopochodem: pierwszy i piąty palec są skrócone i nie dotykają już do ziemi. Główny filar nogi stanowi już środkowy czyli trzeci



palec, stanowczo najsilniejszy. Wobec tego *Phenacodus* uważany jest za przodka nieparzystokopytnych, podczas gdy M. Schiosser łączy z parzystokopytnymi inny rodzaj kondylartrów, *Periptychus*. Tu niech wystarczy uwaga, że nie tylko nieparzysto i parzystokopytne sprowadzają się do kondylartrów, lecz że i pozostałe grupy zwierząt kopytnych zbiegają się tu lub przy zbliżonych poprzednikach kondylartrów „prakopytnych“. Ba, wyraźne napomknienia pozostałych głównych grup ssaków zwłaszcza kreodontów i owadożernych, dowodzą, że typy te są zbliżone do wspólnego pnia ssaków.

W świecie obecnym egzystuje mała grupa, zupełnie odosobniona i nader po staroświecku ukształtowana, górkowate, czyli hyrakoidy, prawdopodobnie ostatnie, mało zmienione marudery spokrewnionej z kondylartrami gałęzi bocznej kreodontów zwierząt prakopytnych. Są to małe formy, zadomowione w Afryce i w Sy-



Rys. 276. Szkielet góralka, *Procavia (Hyrax) syriacus*. (Według Blainvillea).

ryi, o pięciu palcach, z których pierwszy zmarniały, na nogach przednich, o trzech zaś na tylnych (rys. 276). Napięstek, jak u *Phenacodusa*, jest ułożony seryalnie. Uzębienie składa się w górnej, jak również w dolnej szczęce z dwóch ciągle rosnących siekaczy, ukształtowanych jak u gryzoniów, podczas gdy trzonowe przypominają odpowiednio zęby nosorożca lub *Palaeotherium*.

Innym typem pięciopalcowych zwierząt kopytnych o odmiennej budowie jest *Coryphodon*, od dawna już znany w niekompletnych szczątkach z dolnego eocenu Europy, lecz dopiero później w wielkiej ilości i całkowicie poznany z jednoczesnych osadów Ameryki. Cope opisuje to szczególne zwierzę, jak następuje: „Ze szkieletu sądząc, *Coryphodon* podobny był z ogólnego wyglądu zapewne więcej do niedźwiedzia, niż do jakiegokolwiek bądź innego żyjącego zwierzęcia, z tą tylko różnicą, że miał on nogi zupełnie jak u słonia, a do stosunków ciała niedźwiedzia dodać musimy jeszcze średniej długości ogon. Nie wiemy czy były one uwłosione, gdyż z ich krewniaków, słoni, jedne (mamut) są uwłosione, inne nagie. Ciemię było z pewnością łyse, a u starych zwierząt, jak u krokodyłów, mogło być pokryte tylko cienkim naskórkiem, tak iż wrogowi nastawiać one mogły szorstkie, nie dające się przebić czoło. Z ruchów *Coryphodon* podobny był bez wątpienia do słonia z jego kołyszającym się skroczem. Jako wynagrodzenie za brak szybkości, uchronić może straszliwe uzbrojenie w potężnie wystające kły, które zwłaszcza

w szczęce górnej były dłuższe i mocniejsze, niż u zwierząt drapieżnych. Wielkość poszczególnych gatunków waha się między wielkością wołu a tapira. Główne pożywienie koryfodona było przypuszczalnie natury przeważnie roślinnej, lecz bez ścisłego ograniczenia do określonego pokarmu; bez wątpienia, był on, jak terazniejsze świnię w znacznym stopniu wszystkożerny<sup>4</sup>. W budowie krótkich krępych kończyn uderza podobieństwo do słonia: w krótkim, grubym kształcie palców, w sposobie, jakim dotykają się one do ziemi i podpierają nogę, a zwłaszcza w masowności napięstka i stępu. Jednak, podczas gdy u słoni zachował się układ kości napięstka seryalny jak u kondylartrów, u koryfodona zaczyna się boczne przesu-



Rys. 277. *Dinoceras mirabile*, z amerykańskiego eocenu (grupa bridgerska): 1) czaszka, 2) żuchwa, 3) zęby trzonowe szczęki górnej, 4) noga tylna, 5) noga przednia. (Według Marsha).

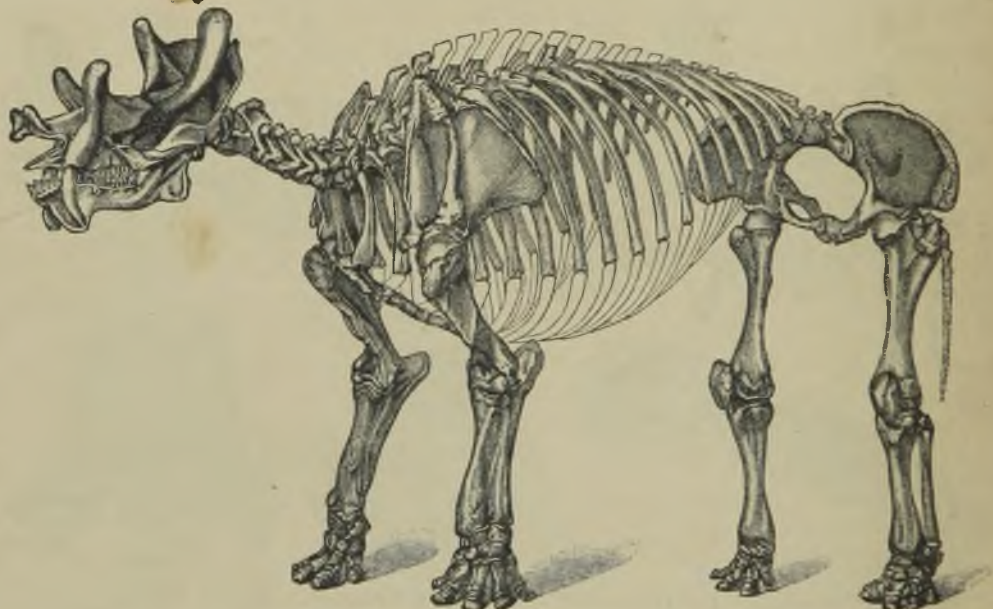
wanie obu szeregów (rys. 275). Uzębienie składa się z 44 zębów normalnych, zśród których wielkością i siłą wyróżniają się kły. W budowie zębów trzonowych przeważa u koryfodona forma jarzmowa. Ponieważ jednak jarzma zaopatrzone są w mocne sęczki, można je przeto uważać za należące do typu mieszanego. Jeszcze bardziej staroświecka jest forma zębów *Pantolambdy*, rodzaju mniej więcej wielkości świni z najniższego eocenu Nowego Meksyku. Tu zęby trzonowe są trójściskowe i nie dosięgły nawet stopnia specjalizacji kondylartrów. Małe rozmiary mózgu wskazują również na niskie stanowisko tych form wśród zwierząt kopytnych; zdaje się, że wszystkie ssaki łożyskowe przewyższają je pod tym względem (rys. 260,<sup>2</sup>).

Chociaż kilkakrotnie mówiliśmy o podobieństwie koryfodontów do słoni, wszakże tych ostatnich od pierwszych wywodzić niepodobna, gdyż już najstarsze geologicznie koryfodonty są odmiennie rozwinięte. Natomiast nie jest nieprawdopodobnym, że przodki ich zbiegały się w tym samym pniu, z którego wyrosły i kondylartry. W czasie terazniejszym niema już potomków koryfodontów; nie



wygasły one jednak zaraz w dolnym eocenie. W górnym eocenie przyłącza się do nich pod wszystkimi względami osobliwa grupa olbrzymich zwierząt, dinocerasy, które wraz z koryfodontami łączone bywają w samodzielny rząd amblipodów.

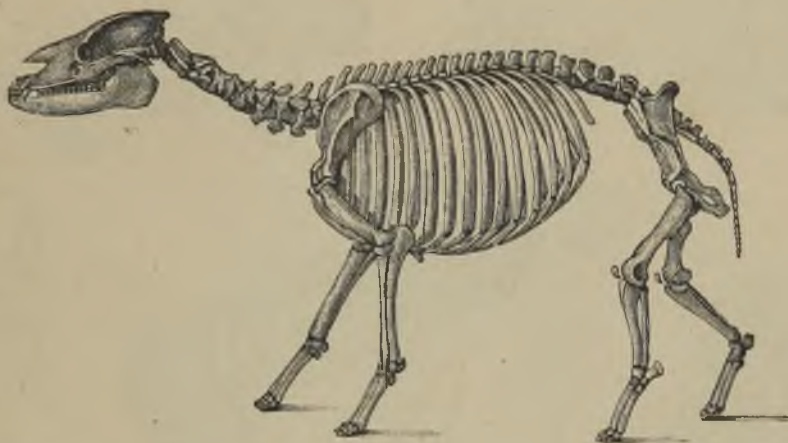
Dinocerasy te, opisane szczegółowo przez paleontologów amerykańskich, zwłaszcza przez Marsha, należą do najosobliwszych zwierząt, jakie kiedykolwiek istniały. Dziwnem jest już ich geograficzne rozprzestrzenienie. Zdaje się, że były one ograniczone nie tylko do Ameryki Północnej, lecz i tu tylko do południowo-zachodniej części Wyomingu, do zlewiska górnej Green River. Zagłębienie to podczas eocenu było wypełnione przez wielkie słodkowodne jezioro, którego osady osiągają miąższość prawie mili angielskiej. W tych suchych i pozbawionych roślinności



Rys. 278. *Tinoceras ingens*, ze środkowo-eocenijskich warstw tinocerasowych Wyomingu, Ameryka Północna.  
(Według Marsha).

„złych ziemiach“ (bad lands) Wyomingu głęboko sięgająca denudacja wyłobila osady trzeciorzędowe. Wznoszą się tu niezliczone skałki, obeliski i słupy o gorących, jaskrawo kontrastowych barwach, a te same procesy wietrzenia, które obnażyły w cudacznych formach twardsze partje skalne, wypłukały również liczne kości kręgowców. Miejscami leżą one gromadnie na powierzchni, a wśród nich zwłaszcza rzucają się w oczy swoją wielkością gnaty dinocerasów. Sam Marsh zgromadził w swym zbiorze szczątki przeszło 200 tych olbrzymich zwierząt. Rzecz dość dziwna, że poza tym rejonem nie znaleziono nigdy ani najdrobniejszego śladu tego zwierzęcia w żadnym innym z obszarów, wyróżniających się masowem występowaniem szczątków ssaków. Pośród dinocerasów trzy główne rodzaje oznaczono nazwami: *Dinoceras* (rys. 277), *Tinoceras* (*Loxolophodon*) i *Uintatherium*: kolosy, które rozmiarami i masywnością tułowia dorównywały prawie słoniowi, lecz, zaopatrzone w niższe, bardzo grube nogi, nie osiągają takiej samej wysokości. *Tinoceras ingens* (rys. 278) od nosa do końca ogona mierzył prawie 5 m, bez ogona 3,65 m dłu-

gości, lecz tylko 2 m wysokości, podczas gdy u bardzo wielkich osobników słonia indyjskiego długość bez trąby i ogona wynosi 3,35 m, wysokość do 4 m. Szyja była dłuższa i ruchliwsza niż u słonia, a w całym swym wyglądzie zewnętrznym zwierzę to stać musiało między słoniem i nosorożcem. W budowie nóg dinocerasy zga-dzają się prawie zupełnie z koryfodontami; pomijając ich wielkość, rzucają się one w oczy dzięki swej czaszce, której równej znaleźć niepodobna. W zuchwie znajdują się siekacze i kły, w szczęce górnej pierwszych brak, kły natomiast wykształciły się potężnie i zwieszają się jak u morsa; zęby trzonowe były słabymi zębami jarzmowymi. Na górnej stronie czaszki sześć szczególnych, mocnych wyrostów kostnych wygląda jak nasady rogów. Dwa z nich sterczą zupełnie na przodzie, na nosie, tak, jakbyśmy mieli przed oczyma nosorożca; dwa następne większe stoją nad korzeniami olbrzymich kłów, wreszcie dwa ogromne grzebienie wznoszą się nad



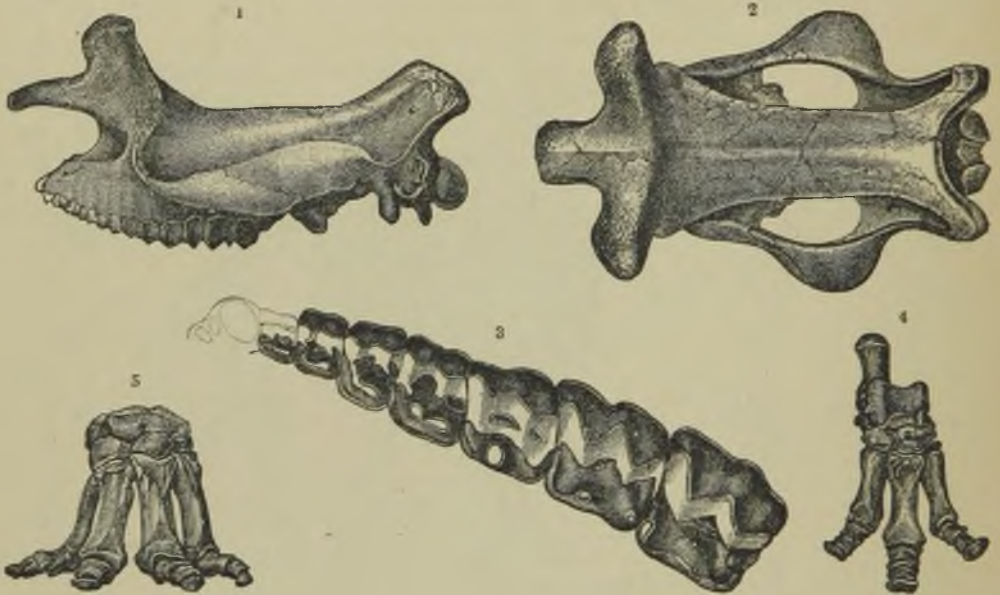
Rys. 279. *Palaeotherium magnum*, forma tapiroksztalna z dolnooligocenijskiego gipsu Paryża.  
(Według Gaudryego).

tylną częścią czaszki. Czy te wyrosty kostne, jak to się często przypuszcza, dźwigały istotnie olbrzymie rogi, czy też miały jakiegokolwiek inne znaczenie — jest zgoła niepewnem. W każdym razie nadawały one zwierzęciu niezmiernie dziki wygląd. U wielu form na przodzie dolnej szczęki z obu stron rozrasta się również mocna kość, skierowana ku dołowi. Wszystko to razem musiało robić z dinocerasów najcudaczniejszą formę ssaków, jaka kiedykolwiek na ziemi istniała. Gdy pomyślimy nadto, że te kolosy były zaopatrzone w mózg nadzwyczaj mały i nierozwinięty, a więc były zapewne stworzeniami ociężałymi i głupimi, których oczy były przytem prawie zakryte przez potężne grzebienie kostne, to dinocerasy przedstawiają się nam, jako obraz najordynarniejszej i najmniej-grabniejszej niezdarności.

A teraz przejdźmy do dwu głównych działów zwierząt kopytnych w znaczeniu ściślejszem, do parzystokopytnych i nieparzystokopytnych! Liczba palców jest u nich zawsze mniejsza od pięciu, a oba szeregi kości napiętka i stępu są względem siebie przesunięte, tak, iż fuga między dwiema kośćmi górnego szeregu trafia nie na fugę znowu, lecz na kość. Parzysto- i nieparzystokopytne różnią się



przedewszystkiem budową nóg; rozstrzyga jednak nie liczba palców, jak wskazywałyby nazwa (tak np. tapir, typowy nieparzystokopytny, posiada na nodze przedniej cztery palce, podczas gdy parzystokopytny rodzaj *Anoplotherium* obejmuje gatunki z trzema palcami), lecz istotną cechą są palce, na których głównie spoczywa ciało. U nieparzystokopytnych oś nogi przechodzi przez środkowy, czyli trzeci palec, który stanowi główną podporę ciała, powiększa się kosztem innych palców, a u form z mocną redukcją nogi (u koni) pozostaje jeden tylko, gdy inne nikną. U parzystokopytnych oś nogi przechodzi natomiast między trzecim i czwartym palcem, oba one przeto wykształcają się równomiernie, jako właściwe podpory ciała, a re-

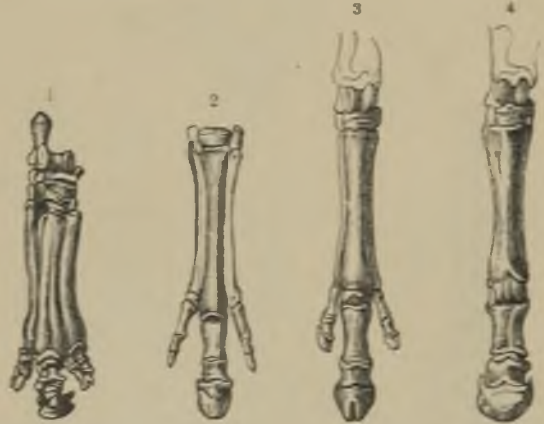


Rys. 280. *Titanotherium* (*Brontotherium*) *ingens* z oligocenu górnego lub z dolnego miocenu (grupa whiteriverska): 1) czaszka z boku, około  $\frac{1}{4}$ , wielk. natur., 2) czaszka z góry, 3) zęby trzonowe szczęki górnej, 4) noga tylna, 5) noga przednia (Według *Marsha*).

dukcyja dalsza niż do dwupalcowości, jaką znajdujemy u przeżuwających jest tu niemożliwa. Dlatego nazwy *Marsha*, *Mesaxonia* i *Paraxonia*, wyrażają stosunek ten lepiej, niż stare nazwy: parzystokopytne i nieparzystokopytne. I w uzębieniu istnieją różnice zasadnicze. Podczas gdy zęby trzonowe nieparzystokopytnych są zbudowane według typu jarzmowego, pośród parzystokopytnych świnie i ich krewniaki mają zęby sęczkowe, a przeżuwacze—zęby z półksiężycowemi fałdami. Stąd świnie są określane, jako bunodonty, przeżuwacze i ich grupa, jako sele-nodonty.

W starszym trzeciorzędzie z pośród wszystkich zwierząt kopytnych nieparzystokopytne osiągają najszersze rozpowszechnienie. Najczęstszymi zwierzętami w eocenie i oligocenie była wielka liczba trzy- i czteropalcowych rodzajów i gatunków, sądząc ze szkieletu, o dość jednostajnym pokroju; masami występują one np. w gipsie Montmartru i w utworach z rudą bobową gór Jura. *Hyracotherium*, *Hyrachius*, *Lophiodon*, *Palaeotherium*, *Propalaeotherium*, *Paloplotherium* — oto

kilka form najlepiej znanych. Jak dziś typ przeżuwaczy, tak wówczas te zwierzęta odgrywały naczelną rolę wśród roślinożernych i, według wszelkiego prawdopodobieństwa włóczyły się wielkimi stadami. Niektóre z nich były mniejsze niż jakiegokolwiek żyjące obecnie zwierzę kopytne, nie większe od królika, podczas gdy inne dosięgały wielkości wołu, niektóre zaś jeszcze większych rozmiarów. Z wyglądu zewnętrznego były one prawdopodobnie podobne do tapira, ostatniej mało zmienionej pozostałości tego zespołu, żywej skamieniałości z oligocenu. Za formę rodzową tych tapirowatych zwierząt starszego trzeciorzędu uchodzi rodzaj *Hyracotherium*, wielkości zaledwie lisa, który występuje w dolnym eocenie Europy i Ameryki, posiada cztery palce na przedniej nodze, trzy na tylnej, 44 zęby, pośród których trzonowe mają na jarzmach dość jeszcze silne sęczki. Zdaje się, że mało znana grupa *Eohippus* reprezentuje typ jeszcze pierwotniejszy, u którego na nodze przedniej znajdują się jeszcze szczątki piątego palca. *Lophiodon* był podobny do żyjącego tapira; najpospolitszym rodzajem naszych okolic jest *Palaeotherium*, z którym się wiążą pamiętne badania Cuviera. Rys. 279 przedstawia częste *Palaeotherium magnum*, które daje zarazem obraz wyglądu owoczesnych form tapirokształtnych. Rodzaj ten posiadał całkowite uzębienie z 44 zębów; trzonowe składają się w szczęce górnej ze ścianki zewnętrznej w kształcie litery W i z dwóch jarzm poprzecznych, podczas gdy trzonowe zęby żuchwy zbliżają się do formy półksiężycowej; nogi mają po trzy palce.



Rys. 281. Nogi tylne: 1) *Palaeotherium*, 2) *Anchitherium*, 3) *Hippotherium* i 4) konia.

Z tej masy form dość podobnych wyróżniają się dwa szeregi, pochodzące od tapirokształtnych: nosorożce i konie. Zdaje się, że nosorożce (*Rhinoceros*) wiążą się ze zwierzętami, podobnymi do *Lophiodona*. Najstarsi reprezentanci mają z przodu jeszcze cztery palce, a kości nosowe są jeszcze za słabe, aby służyć mogły za podstawę rogu (*Aceratherium*); stopniowo jednak kości nosowe stają się coraz silniejsze, nabrzmiewają one do potwornej wielkości i dźwigają na górnej stronie owe chropawe poduszki kostne, nad którymi sterczą rogi, utwory wyłącznie skórne. U pewnych gatunków z kości międzyszczękowej wznosi się blaszka kostna, która służy za podporę kości nosowej i tworzy kostną przegrodę nosową. Czaszka staje się wązka i długa, siekacze marnieją, za nimi podążają i kły, które u *Aceratheriów* są jeszcze mocno rozwinięte, zbliżone do siebie i ku przodowi skierowane. Potężne trzonowe mają niesfałdowaną ścianę zewnętrzną i dwa jarzma poprzeczne, przypierające do niej.

Najstarsi, pozbawieni jeszcze rogów przedstawiciele tej rodziny, *Aceratheria*, występują w oligocenie i w miocenie; niebawem za nimi pojawiają się prawdziwe no-



sorożce, dźwigające już to jeden, już to dwa rogi osadzone jeden za drugim. W miocenie, w pliocenie i w dyluwium są one rozprzestrzenione w Europie i w całej Azji, w nowszym czasie wszakże są one ograniczone do obszarów zwrotnikowych, do Afryki i Indyi. Zdaje się, iż w Ameryce formy bezrogię żyły w młodszym okresie trzeciorzędowym w wielkiej ilości; natomiast z nosorożców rogatych znany jest z pewnością tylko *Diceratherium*, mały rodzaj, u którego były rozwinięte dwa rogi, stojące obok siebie.

Ameryka Północna wzamian za brak tych typów zyskuje pokrewną grupę Titanotheridów, które zaczynają się w eocenie formami bezrogiemi, jak *Palaeosyops*.



Rys. 282. Koń żyjący z nadliczbowem kopytem. Obok szkielec jego nogi. (Według Marsha).

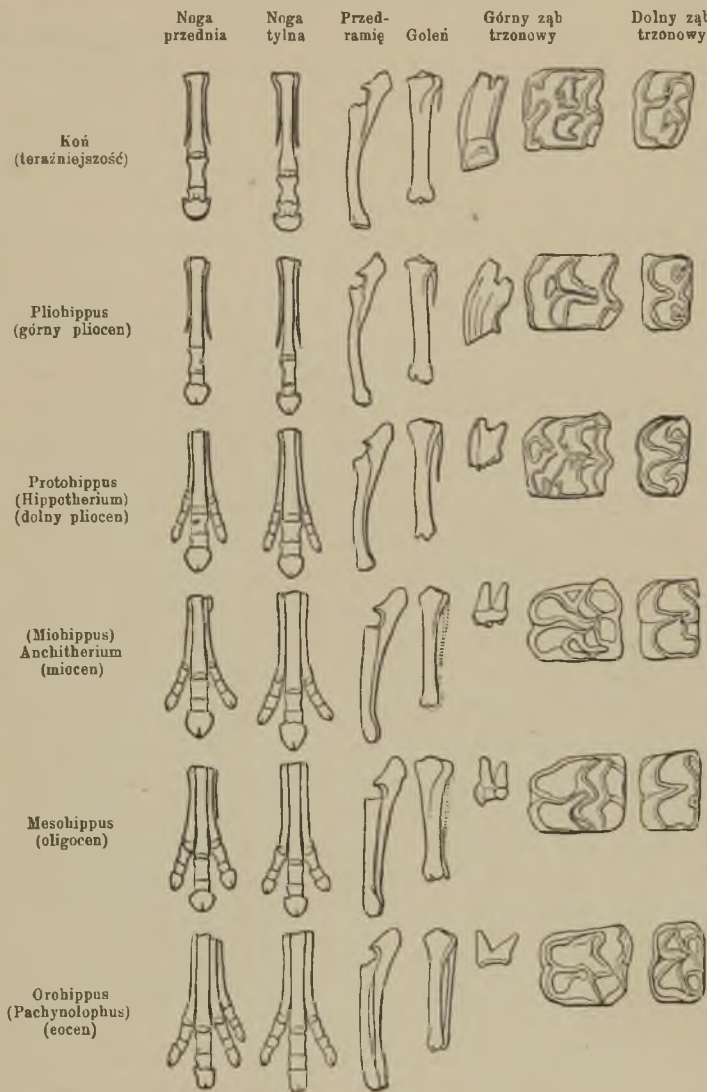
Od tego rodzaju *Diplacodon* prowadzi bezpośrednio do olbrzymich Titanotheriów (rys. 280) z dolnego miocenu (white river beds), zwierząt, które niewiele tylko co do wielkości ustępowały słoniom i posiadały niską wydłużoną czaszkę. Na przednim końcu kości czołowej, nad oczodołami wznoszą się dwa czopy kostne, stojące obok siebie, wydłużone w poprzek, których długość i grubość jest ustopniowana według płci i wieku. W Europie znane są tylko skąpe szczątki

ki tych godnych uwagi zwierząt, które wymarły już w miocenie.

Śród zwierząt nieparzystokopytnych, a nawet śród wszystkich szeregów form ssaków największe zainteresowanie budzi rozwój szczepu koni, jedynej gałęzi nieparzystokopytnych, która przybrała pokrój nowoczesny, zmodernizowała się, a skutkiem tego jest jeszcze silną życiowo i rozwojowo, podczas gdy tapir i nosorożec, jej nieliczne dotychczas żyjące krewniaki, jak się zdaje, dość blizkie są wymarcia. Lepiej niż gdziekolwiek bądź indziej zachodzą tu powolne daleko sięgające zmiany w kilkakrotnych stopniowaniach. Już od dawna wybitny angielski anatom i paleontolog, Ryszard Owen, wskazał na te przeobrażenia. Za najpierwotniejszą formę szczepu koni uważano w Europie *Palaeotherium* medium z oligoceńskiego gipsu paryskiego, zwierzę trzypalcowe, tapirokształtne, u którego wprawdzie najsilniej wystaje palec środkowy, ale i oba pozostałe są jeszcze dość silnie rozwinięte i dotykają ziemi. W miocenie następuje po

nim Anchitherium, którego palec środkowy jest większy, podczas gdy palce boczne są zmniejszone i nie dotykają już ziemi. U staropliocenińskiego Hippotherium palce boczne są już zredukowane do małych szczątków, u konia wreszcie zacho- wały się z nich tylko słabe kości śródnoża (rys. 281). Rzecz szcze- gólna, u naszego ko- nia, wprawdzie bardzo rzadko, zdarzają się osobniki, wykazujące na nogach przednich, czasami i na tylnych, po jednym lub po dwa słabe palce boczne, ta- kie, jakie są normalnie u Hippotherium: oczy- wiście jest to przypa- dek atawizmu, nawrót do starej formy rodo- wej (rys. 282).

Jednocześnie z tą redukcją nóg przeo- braża się uzębienie. Z krótkich, posiadają- cych korzenie zębów trzonowych Palaeothe- rium rozwijają się dłu- gie słupokształtne zę- by, które z początku odrastają w tej mierze, w jakiej się ścierają, i dopiero w wieku póź- niejszym tworzą ko- rzenie; z zęba pierwot- nie o pojedynczych fał- dach szkliwa powstaje stopniowo ząb złożony, którego zawikłane fał-



Rys. 283. Amerykański szereg rodowy konia. (Według Marsha).

dy szkliwa lepiej się opierają ścieraniu przez twarde pokarm roślinny. Oprócz tego u większości koni zagał pierwszy ząb przedtrzonowy; niekiedy wszakże występuje on jako mały utwór szczątkowy, t. zw. „ząb wileczy“.

W Ameryce kolejny szereg grupy rodowej koni jest jeszcze nieco bogatszy niż w Europie. Punkt wyjścia stanowi występujący w najstarszym eocenie rodzaj Phenacodus z pięciu palcami (por. wyżej str. 365). W niewiele młodszych war- stwach pojawia się Hyotherium i Eohippus, ten ostatni z czterema palcami



i szczytkiem piątego na nodze przedniej, oraz z trzema palcami na nodze tylnej. Dalej następuje Orohippus lub Pachynolophus z czterema palcami z przodu i trzema z tyłu, potem Epihippus i Mesohippus, stadium rozwojowe, odpowiadające mniej więcej europejskiemu Palaeotherium medium, Anchitherium, potem Protohippus i Meryhippus, którym towarzyszy Hipparion (Hippotherium). Między tym ostatnim a koniem w górnym pliocenie Ameryki stoi jeszcze Pliohippus, najstarszy rodzaj z zastrzonymi kośćmi rylcowymi i bez palców bocznych; jednak podobne formy jednokopytne występują również w młodszych utworach sivalickich Indyi. Właściwości amerykańskiego szeregu przodków konia wynikają same przez się z rys. 283, wyobrażającego schematycznie nogę przednią i tylną, przedramię i goleń, wreszcie zęby trzonowe górnej i dolnej szczęki; szereg ten dowodzi faktycznego istnienia linii rodowej.

Porównywając szereg europejski z amerykańskim, widzimy, że poszczególne ogniwa w obu obszarach nie odpowiadają sobie całkowicie. Doprowadziło to do poglądu, i dziś jeszcze niezupełnie wypartego, jakoby konie w obu obszarach wykształciły się samodzielnie z rozmaitych form zasadniczych: rodzaj Equus powstałby dyfletycznie jako jednakowy produkt końcowy równoległego rozwoju dwóch pni odrębnych. Z powodów natury ogólniejszej, których roztrząsanie wykraczałoby poza ramy tego dzieła, dyfletyczne lub polifletyczne powstawanie rodzajów jest niemożliwe. Pozatem dowiedziono obecnie, że rodzaje europejskiego szeregu konia odpowiadają amerykańskim. Gdzie indziej szukać należy przyczyny pozornej różnicy między t. zw. europejskim a amerykańskim drzewem genealogicznym konia. Ponieważ właściwe ognisko rozwojowe koni tworzyły rozległe równiny Ameryki Północnej, przeto znajduje się tu znacznie większa liczba stopni pośrednich. To, co posiadamy z nich w Europie, to tylko przypadkowe, rozproszone imigranty, które wprawdzie mogły się szybko rozprzestrzenić i zadomowić w Europie, jak Anchitherium w miocenie, lecz później znowu zaginęły. Zdaje się, że tylko mała gałąź boczna rozwinęła się samodzielnie w Europie: paleoterya, które wiążą się z eocenijskimi hyrakoteryjami i wymierają bezpotomnie w oligocenie. Nie należą one przeto wcale do prostej linii szczepowej koni. Z szeregu przodków wyłączyłoby należało i hippariona, który wyprzedza konia w rozwoju uzębienia, pozostaje natomiast za nim w tyle, co do redukcji bocznych palców; należy zapatrywać się na niego, jako na gałąź boczną szczepu koni, odchodzącą od Meryhippusa, a szeroko rozprzestrzonią w Europie, w Azji i w Ameryce Północnej.

Jeśli w starszym trzeciorzędzie panował ród nieparzystokopytnych, to w młodszym trzeciorzędzie miejsce jego zajmuje ród parzystokopytnych. Wprawdzie nie brak tych ostatnich w eocenie i w oligocenie, tak samo jak pierwszych w czasach późniejszych, lecz pierwsze miejsce wśród roślinożernych przechodzi od nieparzysto- do parzystokopytnych, a na pierwszy plan wysuwają się przede wszystkim przeżuwacze, jelenie, antylopy, owce, kozy i bydło rogate. A jednak u jednych i u drugich daje się dostrzegać godna uwagi równoległość w grupowaniu form żyjących obecnie. W obu rzędach znajdujemy formę odosobnioną, w której z nieznacznymi tylko zmianami zachował się typ, panujący w osadach starych: z jednej strony tapir, z drugiej hipopotam. W obu rzędach pojawia się grupa

w formy bogatsza, spokrewniona z tą pierwszą, lecz silniej zmieniona, ze zredukowaną budową nóg i z bardziej złożoną formą zębów trzonowych: nosorożce i świnię. Wreszcie po obu stronach mamy grupę wysoko rozwiniętą: konie i przeżuwacze.

Bardzo ostrą jest różnica między świniami a przeżuwaczami, takimi, z jakimi dziś się spotykamy. Świnie mają kompletne uzębienie, przeżuwaczom brak w górnej szczęce klów i siekaczów, lub też są one rozwinięte tylko słabo i nie w całkowitej liczbie (u pizmwoców i u wielbłądów); pierwsze mają sęczkowate zęby trzonowe, u drugich składają się one z fald półksiężycowych. Wreszcie noga u przeżuwaczów jest zredukowana do dwóch palców (wyjąwszy pizmwocę), a kości dłoniowe obu palców istniejących (trzeciego i czwartego), zlewają się w kość masywną nadpęcinową, podczas gdy świnię posiadają cztery palce i tylko u pekari zaczęło się



Fig. 204. *Anthracotherium magnum*, skłębiona (Według Kowalewskiego).

zrastanie w dłoni i w śródnożu. Przyłącza się do tego jeszcze żołądek, umożliwiający przeżuwanie, co jednak jest bez znaczenia dla paleontologa, gdyż kopalne ślady żołądka zachować się, naturalnie, nie mogą.

Gdy śledzimy przeżuwacze wstecz do osadów starszych, pojawia się kompletne uzębienie, kość nadpęcinowa rozpada się na dwa kawałki, istnieją cztery palce, lecz kształt zębów trzonowych zachowuje się aż do starych utworów trzeciorzędowych. Ponieważ tedy forma zębów trzonowych jest charakterystyczna dla całego szczepu, przeto cały szereg rozwojowy, dosięgający szczytu w przeżuwaczach nosi miano szeregu półksiężycowych, czyli selenodontów, przeciwstawia się zaś im świnię i ich krewniaki, jako sęczkozębe, czyli bunodonty.

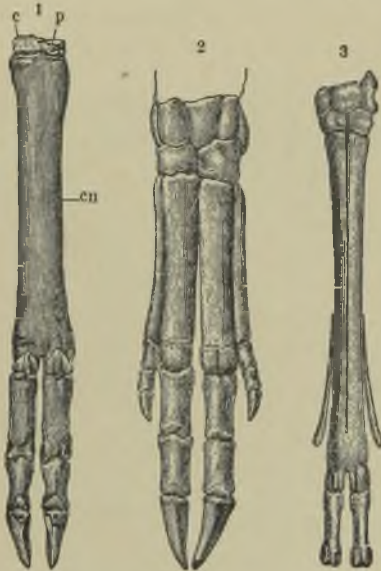
Niema wątpliwości, że bunodonty (sęczkozębe) reprezentują typ pierwotniejszy. Już pośród starych pięciopalcowych kondylartrów z grupy. Puerco w Ameryce znajdują się formy, które uzębieniem i budową nóg zbliżają się do szczepu świń (Periptychidae), a w późniejszych utworach eoceńskich występują potem prawdziwe bunodonty (*Achaenodon*, *Pantolestes*), z których stopniowo rozwinęły się świnię. Typy tego szczepu są wprawdzie dość rzadkie w starszym trzeciorzędzie.



dzie; znany je wszakże w Choeropotamusi i kilku innych. Od nich szereg prowadzi przez rodzaje Palaeochoerus i Hyotherium do prawdziwych świń, występujących po raz pierwszy w dolnym pliocenie. Szczep ten, względnie konserwatywny, charakteryzują bardziej skomplikowane zęby trzonowe i nieco uproszczona budowa nóg. Jeszcze wyżej, niż u świń właściwych, rozwinięte uzębienie znajdujemy u afrykańskiego rodzaju Phacochoerus, który zaczyna wykształcać zęby ciągle rosnące, podczas gdy u amerykańskiego pekari (*Dicotyles*) nogi są silniej zredukowane, a kości śródnoża trzeciego i czwartego palca zaczynają się zlewać. Wprawdzie nie u wszystkich zwierząt świniowatych zmiana zachodziła tak wolno: już w oligocenie *Elotherium* (*Entelodon*, *Archaeotherium*) przedstawia formy, u których znajdują się tylko dwa palce. U tych wszakże uproszczenie nastąpiło inadaptownie,

i jak wszystkie zwierzęta, u których to się wydarza, wymierają one niebawem bezpotomnie (porówn. str. 350).

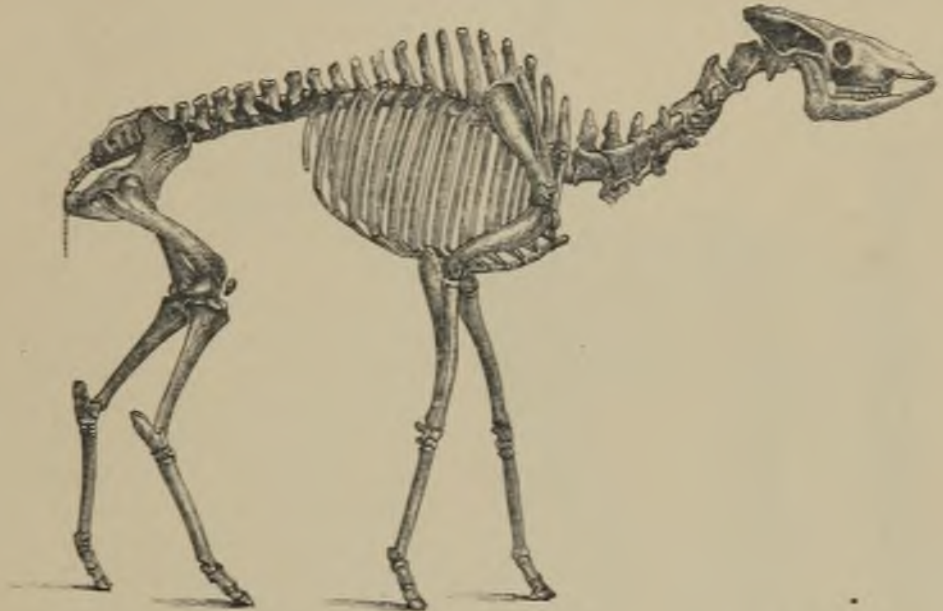
Obok tych form zmienionych, hipopotam czyli koń rzeczny reprezentuje nam typ prawie zupełnie pierwotny. Nogi są prawie wcale nie zredukowane, a i zęby trzonowe posiadają pierwotny kształt czteroseczkowy. Kły rozwijają się potężnie, podczas gdy siekacze są skierowane prosto naprzód. Geologicznie starsze hipopotamy z osadów sivalickich Indyi i z Algieru mają sześć siekaczów (*Hexaprotodon*), gatunki zaś z najmłodszego trzeciorzędu i z dyluwium Europy tudzież żyjące obecnie—tylko cztery (*Tetraprotodon*). Podczas gdy dziś hipopotamy są ograniczone do rzek i jezior Afryki, rozprzestrzenienie ich w niedawnej geologicznie przeszłości było znacznie szersze. W Anglii, we Francyi, w Niemczech po-



Rys. 285. 1) Kończyna przednia owcy: *cp* nadpięstek, *cn* kość nadpięcinowa; 2) toż u *Hyaemoschus*; 3) jelenia.

łudniowych, we Włoszech i w Turcyi w najmłodszym trzeciorzędzie i w najstarszym dyluwium występuje gatunek (*Hippopotamus major*), przez wielu uważany jako identyczny z obecnie żyjącym wielkim hipopotamem Afryki (*Hippopotamus amphibius*). Na Sycylii, Malcie i Krecie znajdują się często szczątki małego gatunku (*Hippopotamus Pentlandi*), który możnaby porównywać z małym koniem rzeczonym z Liberyi w Afryce zachodniej; pozatem z Indyi i Madagaskaru znane są inne formy. Ciekawe jest występowanie hipopotamów w bardzo młodych osadach mniejszych wysp, na których dziś istnienie ich byłoby niemożliwe, jak na Malcie lub w osadach otoczkowych suchych wyżyn na Krecie. Dowodzą one, że w bardzo niedawnym czasie istnieć tu jeszcze musiały znaczne rzeki lub jeziora, których istnienie nie byłoby możliwe przy dzisiejszych zarysach lądu, że Malta i Kreta jeszcze do niedawna stanowiły części większych mas lądowych, i że, jak to z pewnością z innych wypływa danych, Malta jeszcze w okresie dyluwialnym była związana z Afryką, Kreta — z Azyą Mniejszą.

Już wcześniej od szczepu parzystokopytnych, lub też bezpośrednio od pewnych form kondylartrów, odgałęziają się typy, które co do budowy zębów trzonowych zajmują miejsce pośrednie między bunodontami a selenodontami. U tej „seleno-bunodontowej“ formy zębów półksiężyce są nadzwyczaj grube i nabrzmiале i przez to tracą na wyrazistości: są to sęczki uwieńczone półksiężycem. Należy tu rodzina antrakoterydów z głównymi rodzajami *Anthracotherium* i *Ancodus* (*Hyopotamus*). Nogi są czteropalcowe, niewiele, lecz inadaptownie zredukowane, i dlatego cała grupa wymarła bezpotomnie. Przykładu ogólnych stosunków tych zwierząt może nam dostarczyć rodzaj *Anthracotherium*, rozprzestrzeniony w górnio-oligocenkich osadach węglowych Europy. Największe gatunki tego ro-



Rys. 286. *Helladotherium Duvernoyi*, zwierzę tyrafekształtne z pliocenu dolnego w Pikermi pod Atenami.  
(Według Gaudryego).

dzaju dosięgają wymiarów hipopotama, aczkolwiek w proporcjach ciała odbiegają odeń znacznie; pod tym względem stoją one chyba ze wszystkich zwierząt najbliższej świni. *Anthracotherium magnum* (rys. 284) możemy sobie wyobrażać jako olbrzymiego dzika ze spłaszczoną czaszką i bez kłów.

Drugą grupą form z przeważnie grubymi jeszcze półksiężycami zębów trzonowych (selenobunodont) są anoploterydy. I tu jeszcze zęby znajdują się w kompletnej liczbie, na nogach jednak, jak u przeżuwaczy, istnieją jeszcze tylko dwa palce, lub też jeszcze tylko nieznaczne szczątki jednego lub dwóch palców bocznych. U wielu z nich zmniejszenie ilości palców zachodzi inadaptownie, tak iż wraz z bocznymi palcami giną i odpowiednie kości stępu, i nie zostają zajęte przez pozostałe dwa palce główne. I te zwierzęta należą wszystkie do starszego trzeciorzędu, mianowicie do górnego eocenu i do dolnego oligocenu. Jak dzisiejsze przeżuwacze, były one oczywiście wyłącznie roślinożerne i, zdaje się, że żyły wielkimi stadami. W zagłębiu paryskim występuje licznie *Anoplotherium*, zwierzę o długim



ogonie, wielkości jelenia lub sarny, ze słabo rozwiniętymi kłami i bez jakiegokolwiek bronii zaczepnej lub odpornej; dalej gazelokształtny, smukły *Xiphodon*, u którego, jak u żyjącego pizmowca mocno wystawały kły górnej szczęki. Rodzaje te należą do ssaków przeszłości, najwcześniej poznanych dzięki klasycznym badaniom Cuviera. Wraz z szeregiem typów pokrewnych mogły one w górnioeocieńskich i dolnooligocieńskich lasach Europy odgrywać tę rolę, jaka dziś przypada jeleniom i sarnom. Większość tych form okazała się niezdolną do dalszego rozwoju i wygasła jako bezpłodna gałąź drzewa rodowego kopytnych. Wyjątek czyni tylko grupa *Dichobunina*. Od nich pochodzą nie tylko *Xiphodon* i małe *Caenotheria*, lecz i wielkie, bogato rozwinięte grupy główne selenodontów. Zanim jednakże do nich zwrócić się będziemy mogli, musimy jeszcze pobieżnie rzucić okiem na dwie podobnie ukształtowane rodziny: *Oreodontidae* i wielbłądy.



Eys. 287. 1) Rogi trzeciorzędowego jelenia widłaka z bardzo długim pniem i bardzo słabą wysoko położoną różą (r). (Według Kaupa). 2) Rogi miocenijskiego jelenia widłaka bez róży. (Według Gaudryego). 3) Rogi młodego widłoroga (*Antilocapra americana*). (Według Muriego).

Przyjmowano dawniej, że wielbłądy pochodzą od oreodontów. Lecz wielbłądy odchylają się w uzębieniu i wczesnie spajają swe kości śródnoża. W każdym razie pewne pokrewieństwo istnieje. Oreodonty mają jeszcze bardzo pierwotnie ukształtowane kończyny wobec zębów wyraźnie selenodontowych. Jako rodzaj najstarszy, ukazuje się w oligocenie *Uinty* i Wyomingu *Protoreodon* z pięciopalcowemi nogami przedniemi i z kompletnem uzębieniem z 44 zębów. Do miocenijskiego oreodona przyłącza się w młodszych warstwach dość duża ilość form ociężale zbudowanych, podobnych do tapira, które widocznie stadami zamieszkiwały bagniste niziny.

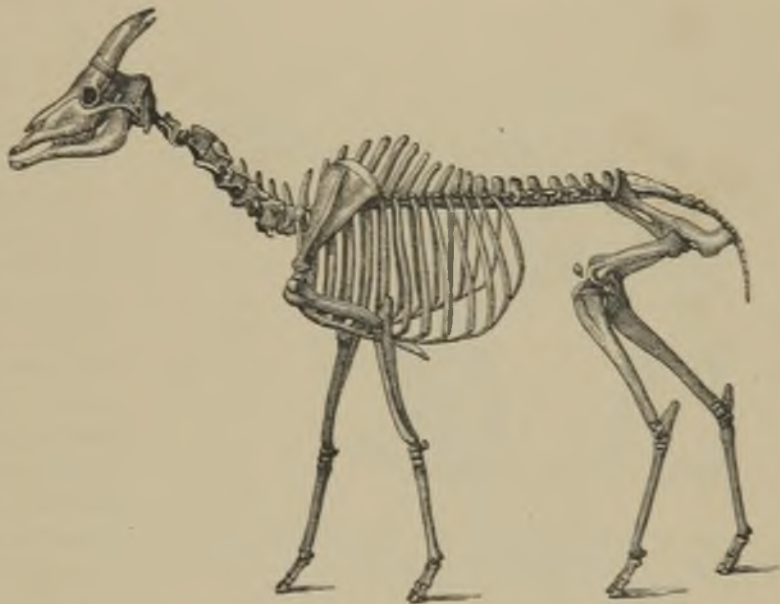
W dolnym pliocenie (grupa *Loup-Fork*) ta wyłącznie północno-amerykańska rodzina wymiera, znowu więc jest to bezpłodna gałąź pnia parzystokopytnych.

Wielbłądy, czyli tylopody, są również rodem specyficznie północno-amerykańskim: najstarsi przedstawiciele w eocenie i miocenie należą wyłącznie do Nowego Świata. W pliocenie pień ten się rozstrzebił: w Azji i w Afryce są teraz wielbłądy i dromadery, w Ameryce Południowej—lamy. Aczkolwiek pod wielu względami wielbłądy zbliżają się do przeżuwaczy i często bywają z nimi łączone, różnią się od nich wszakże istnieniem siekaczów w górnej szczęce, formą czaszki, brakiem t. zw. ksiąg, wreszcie budową nóg. Prawdopodobnie spotykają się one z przeżuwaczami dopiero w staroeocenijskich formach bunosenodontowych, może w pantolestesie. Zamknięty szereg poczyna się od *Homacodona*; z formą tą łą-

czy się mały, czteropalczasty *Leptotragulus* z oddzielonemi kośćmi śródnoża. Za nimi w miocenie dążą formy nieco bardziej postępowe, lecz ciągle jeszcze małe, jak *Poebrotherium*, u których wprawdzie uzębienie jest jeszcze całkowite i kości śródnoża rozdzielone, ale boczne palce są już zmarniałe, a w czasce już można rozpoznać wszystkie cechy prawdziwych wielbłądów. W najwyższym miocenie i w dolnym pliocenie stają do szeregu protolabiny, które oprócz znamienych cech szkieletu zyskały już wielkość gatunków nowoczesnych, lecz co do uzębienia pozostały jeszcze na stopniu pierwotnym. Gdy w pliocenie osiągnięte zostało to ostatnie stadyum, redukcya uzębienia, szczep ten, dotychczas specyficznie północno-amerykański, zostaje zarazem rozproszony. Znamy wszakże tylko lam bezpośrednich przodków; *Homocamelus*, który dawniej uchodził za przodka wielbłądów, okazał się punktem wyjścia gałęzi bocznej, dość nieznacznej i wymierającej w Ameryce Północnej.

Najważniejszym ze wszystkich parzystokopytnych jest bogaty w formy ród prawdziwych przeżuwaczy, który w świecie dzisiejszym obejmuje piźmowce, jelenie, żyraby i pustorożce (antylopy, kozy, owce i bydło). Na krótko przed środkiem okresu trzeciorzędowego występują one pojedynczo i w krótkim czasie wypierają wszystkie pozostałe półksiężycowate zwierzęta kopytne, z wyjątkiem ściśle z nimi związanych wielbłądów, tak iż w młodszym trzeciorzędzie i w świecie teraźniejszym przeważają one wśród roślinożernych. Zdolność uzębienia do przekształceń i adaptacyjna redukcya nóg nadają im ogromną przewagę nad wszystkimi krewniakami ich rodu.

Z cech przeżuwaczy wymienić należy brak siekaczy w szczęce górnej; u znacznej większości zaginęły i kły szczęki górnej. Z przodu w szczęce dolnej osiem zębów łopatkowatych służy do zrywania roślin; za nimi, przegrodzone przerwą, idą zęby trzonowe, przeważnie sześć. Trudno wytłumaczyć osiem zębów łopatkowatych szczęki dolnej, gdyż, poza torbaczami, nigdy więcej nad sześć siekaczy nie występuje. Zjawisko to wyjaśnia się tem, że u przeżuwaczy kły dolne przybrały formę łopaty, i w rzeczywistości z każdej strony siedzą trzy siekacze i jeden kieł.

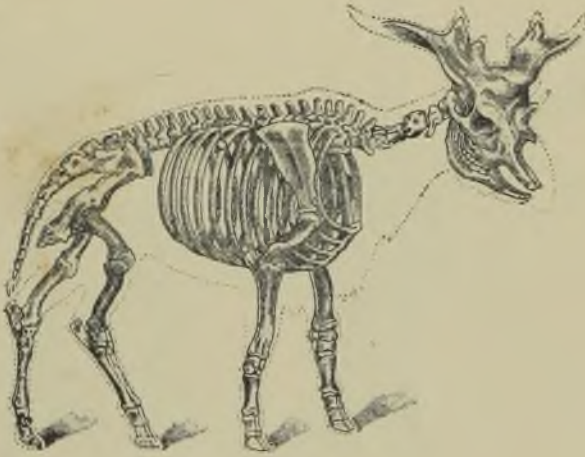


Rys. 288. *Tragoceras amaltheus* z Pikermi pod Atenami, forma pośrednia między antylopami a kozami. (Według Gaudryego).



W budowie nóg ważną jest adaptacyjna redukcja do dwóch palców i zlanie się kości śródnoża tych palców w kość nadpęcinową, aczkolwiek nie u wszystkich form zaszło ono równie daleko (rys. 285): u przedstawicieli geologicznie najstarszych niezupełnie się ono jeszcze dokonało, a w świecie teraźniejszym, w piźmowcach i ich krewniakach, zachowała się mała grupa zwierząt, która mniej lub więcej pozostała na stanowisku swych przodków oligoceńskich i miocenijskich.

Wogóle w niewielu wyrazach rozwój przeżuwaczy da się tak przedstawić. Najpierw ukazują się zwierzęta podobne do jeleni z niezupełnie jeszcze zredukowanymi nogami, z silnymi kłami w górnej szczęce i bez rogów, które dziś mają swych mało zmienionych potomków w piźmowcach. Z nich rozwijają się jelenie bezrogi, a potem rogacze; od tych ostatnich odgałęziają się antylopy, od których pochodzą znowu owce, kozy i bydło. Pozatem wymienić należy jeszcze niektóre grupy odbiegające, żyrafy i Sivatheria. Za formę rodową



Rys. 289. *Sivatherium*, z utworów sivalickich Indyi Wschod. Szkielet odtworzony. (Według Muriego).

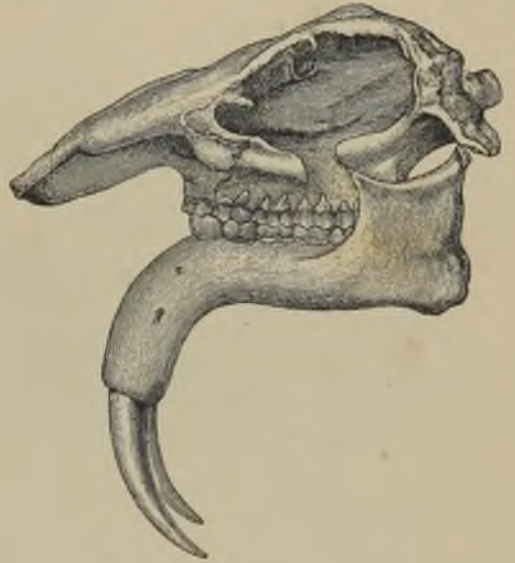
wszystkich przeżuwaczy Schlosser uważa wymienione powyżej dichobuny z eocenu i z dolnego oligocenu, małe zwierzęta z czterema palcami i z kompletnym uzębieniem, które w budowie zębów trzonowych zbliża się do typu sęczkowego.

Z pośród geologicznie starych przeżuwaczy rodowych, podobnych do piźmowców, wymienić należy zwłaszcza *Gelocus*, *Prodremotherium* i *Hyaemoschus*. U rodzaju najmniej

w budowie nóg zredukowanego, u żyjącego jeszcze *Hyaemoschusa*, oprócz dwóch palców głównych są jeszcze dwa całkowite, acz małe palce boczne, a zrastanie się kości śródnoża na nogach przednich nie zachodzi wcale, na tylnych zaś — tylko w starości. Pozostałe formy stanowią stopnie przejściowe, które nas prowadzą do typowego rozwoju nogi przeżuwaczy.

Jelenie różnią się od form rozważanych dotychczas pełnym rozwojem kości nadpęcinowej, małą wielkością kłów górnych lub zupełnym ich brakiem i pewnymi szczegółami budowy pozostałych zębów. Najbardziej uderzającej cechy jeleni żyjących obecnie — rogów, brak niektórym z form starszych geologicznie. Od antylop, owiec i bydła, pomijając rogi, jelenie różnią się zwłaszcza wydłużoną czaszką i zębami trzonowymi, które u jeleni nie są tak długie i już wcześniej tworzą korzenie. Oprócz tego zęby są u nich ukształtowane nie na podobieństwo słupów, lecz są u dołu szerokie, u góry wąskie i mają u podstawy małe nabrzuwanie; słupów dodatkowych brak.

W starym rodzaju jeleni *Palaeomeryx* jednoczą się gatunki z rogami i bez nich; ciekawy jest rozwój rogów. U większości gatunków rogi posiada tylko samiec, u reniferów i samica; składają się one z solidnej kości skórnej, osadzonej na wyroście kości czołowej, na mózdzieniu; rogi właściwe mają u dołu, przy nasadzie, pierścieniowate zgrubienie, zwane różą; rogi co rok odpadają wraz z różą. Ich miejsce zajmuje naprzód miękka wypuklina, bogata w naczynia krwionośne; ta rośnie dalej i tworzy nowe rogi, które wreszcie sztywnieją i kostnieją; później usycha i odpada otaczająca je skóra. Na tem kończy się proces odnawiania się rogów. U jelenia szlachetnego z początku pojawia się róg pojedynczy; zwierzę nosi wtedy miano śpiczaka. Po pierwszej zmianie na łodydze występuje gałąź boczna; jelen jest teraz widłakiem. W trzecim roku pojawiają się dwa wyrosty czyli gałęzie boczne, i nadal jeszcze przez lat kilka liczba gałęzi zwiększa się o jedną na każdej stronie. Nie wszystkie jelenie mają równie wysoki rozwój rogów. Muntjak rejonu malajskiego przez całe swoje życie pozostaje widłakiem. Takież rozwój znajdujemy również u geologicznie najstarszych jeleni rogatych: *Palaeomeryx* pozostaje zawsze widłakiem, podczas gdy nieco później występują jelenie z dwiema odnogami bocznymi na rogach, odpowiadając szóstakowi lub dorosłemu jeleniowi indyjskiemu, *Axis*. W młodszym pliocenie znajdują się nawet jelenie, przewyższające potężnym rozwojem rogów nawet amerykańskiego wapiti.



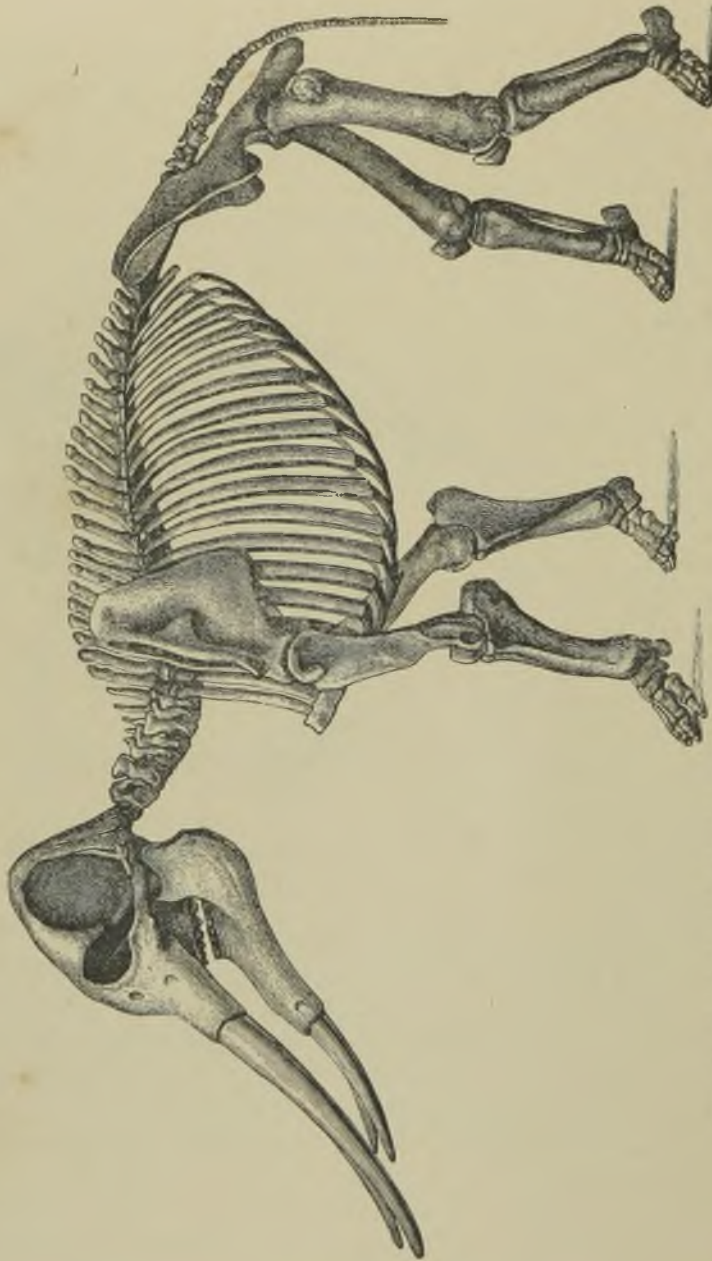
Rys. 290. Czaszka *Dinotherium giganteum* z pliocenu dolnego w Eppelsheim koło Moguncji.

Z budowy czaszki i uzębienia obok jeleni stoją dość odosobnione żyrafy (*Camelopardalis*), które występują teraz tylko w Afryce, w szczątkach jednak znajdują się również w najstarszych utworach pliocenских Europy. Smukłością członków gatunek z Pikermi w Grecji przewyższa nawet swych żyjących obecnie krewniaków. Wraz z żyrafami w dolnym pliocenie znajduje się jeszcze inne pokrewne zwierzę, *Helladotherium* (rys. 286), któremu brak nadzwyczajnej wysokości przedniej części tułowia i nadmiernej długości szyi, i które dlatego zbliża żyrafy do pozostałych przeżuwaczy.

Najwyższy dział przeżuwaczy stanowią pustorogie, czyli *Cavicornia*: antylopy, owce, kozy i bydło. Właściwe im są przedewszystkiem rogi, istotnie różniące się od rogów jeleni. Pustorożce nie mają kości skórnych (rogów), osadzonych na płaskich mózdzieniach czaszki i corocznie się zmieniających, lecz czopy kostne (mózdzienie) są u nich duże i silnie rozwinięte oraz są obciążone prostą pochwą rogową, która się nie zmienia. Oprócz tego czaszka nie jest tak wydłużona i stopniowo zwężająca się, jak u jeleni. Uzębieniu



zawsze brak kłów, zęby trzonowe są dłuższe, bardziej słupokształtne, rosną dłużej i dopiero później wytwarzają korzenie, powierzchnia trąca jest bardziej skomplikowana, natomiast nabrzemia podstawowe jeleni są słabo lub też wcale nierozwinięte. Jakkolwiek różnice w uzębieniu,

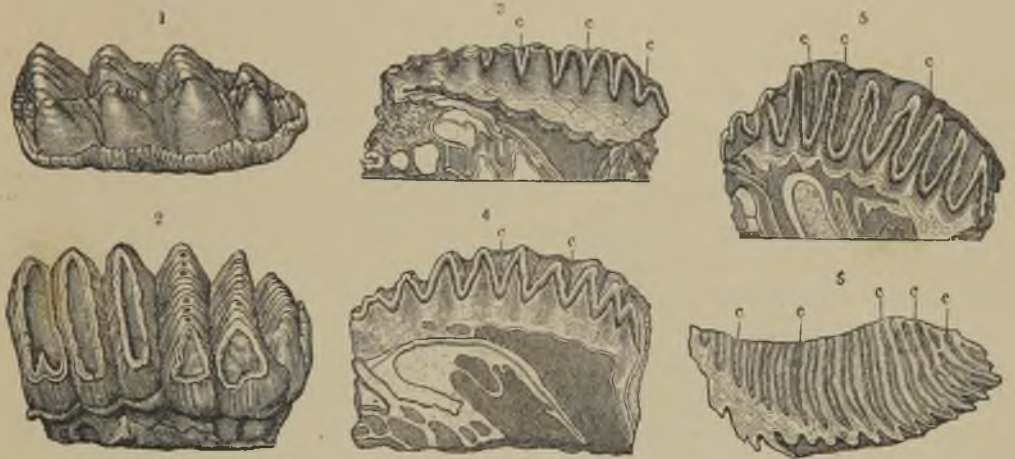


Rys. 201. *Mastodon angustidens* i mózgu w Simorre (departament Gars) we Francji. (Według Gaudryego).

zwłaszcza w zębach trzonowych są ważne, może nawet większej doniosłości niż w budowie rogów, jednak nie dzieli one dość ściśle obu działów: jeleni i pustoszożców. Śród antylop jest pewna ilość form, np. gazy, których zęby trzonowe są jeszcze blizkie zębom jeleni; podobieństwo to wskazuje na pokrewność obu grup, przypuszczalnie na pochodzenie antylop od geologicznie starszych zwierząt, podobnych do jeleni. Czy też i w budowie rogów daje się zauważyć przejście lub przynajmniej zbliżenie obu typów? Rzeczywiście. U mioceń-

skich jeleni widłaków z rodzaju *Dicroceras* (rys. 287, 1) zazwyczaj łądża rogu jest długa, mózdzek słaby. Oprócz tego śród najstarszych jeleni w mioceńskich osadach piaskowych okolic Orleanu występują, według Gaudryego, formy, których rogi nie mają róży, lecz tworzą jednolity wyrost kostny czaszki, u których przeto, zda

się, nie zachodziła zmiana coroczna (rys. 287, 2). Takie zwierzęta kopalne znaleziono i gdzie indziej, mianowicie w Ameryce Północnej; oczywiście, w takich tworach, które zresztą wykazują zupełnie kształt zewnętrzny rogów jeleni, mamy ogniwo, wiążące obiedwie grupy, wprawdzie nie prarodzica antylop, lecz w każdym razie formę, która wskazuje, że różnica między rogiem jeleni a rogiem pustożońców nie jest bezwzględna. Jest to tem ważniejsze, że do czasów dzisiejszych w amerykańskim widłorogu (*Antilocapra americana*) dochowało się zwierzę, które w osobliwy sposób jednoczy właściwości jeleni i antylop. Posiada ono rogi rozgałęzione, jak jeleni; składają się one jednak, jak u pustożońców z długiego czopa kostnego ze słabą pochwą rogową, która zmienia się, jak rogi jelenia (rys. 287, 3).



Rys. 292. Zęby mastodontów i słoń: 1) ostatni ząb trzonowy zuchwy *Mastodon angustidens*; 2) górny ząb trzonowy *Mastodon elephantoides* (*Elephas Clifti*). Przekrój przez ząb trzonowy: 3) *Elephas Ganesa*, 4) *Elephas insignis*, 5) *Elephas planifrons*, 6) *Elephas indicus*; c cement zębowy. (Według Gaudryego).

Antylopy zaczynają się w miocenie, a w pliocenie dochodzą do dość znacznego rozwoju. Zdaje się, że zwłaszcza Grecję ożywiały podówczas niezliczone stada tych zwierząt: czerwona glina z Pikermi jest miejscami nawskroś wypełniona ich szczątkami. Nie wykazują one jeszcze, co prawda, tego nadzwyczajnego bogactwa form, jakiego dziś dosięgły w Afryce; były one jednak w każdym razie najbardziej różnorodną rodziną ówczesnych przeżuwaczy.

Podczas gdy niektóre antylopy w uzębieniu są blisko pokrewne jeleniom, inne zbliżają się do owiec (włącznie z kozami) i do bydła, które się oczywiście z nich rozwinęły. Stanowią one, jak zauważył Rüttimeyer, niby ług macierzysty, z którego wykryształizowały się typy pozostałe. Tak w staropliocenijskiej antylopie *Tragoceras amaltheus* (rys. 288) widzimy formę, której rogi nie są już w przekroju poprzecznym okrągłe, jak u innych antylop, lecz, jak u kóz, są kanciaste, tak iż zwierzę to zrazu uważano za kozę; możemy z pewnością przyjąć, że od antylop pochodzą zwierzęta podobne do owiec, które są zresztą geologicznie nieważne. To samo stosuje się do bydła, które się wyróżnia ociężałym kształtem i najbardziej skomplikowanymi zębami trzonowymi o postaci szeroko-słupowej z rozwiniętymi słupkami dodatkowymi. Bydło występuje w Europie po raz pierwszy



w pliocenie środkowym (*Bos etruscus*), jednak u nas w trzeciorzędzie nie dochodzi jeszcze do wielkiego znaczenia. Natomiast utwory sivalickie Indyi wyróżniają się swą nadzwyczaj bogatą fauną bydła rogatego, która tam już w trzeciorzędzie jest różnorodnie rozwinięta.

Na zakończenie wspomnieć tu jeszcze należy o kilku nader dziwnych olbrzymich zwierzętach, które, znalezione również w utworach sivalickich, otrzymały od bóstw indyjskich osobliwe nazwy *Bramatherium*, *Vishnutherium* i *Sivatherium*. Potężna, skupiona czaszka *Sivatherium* (rys. 289) posiada dwie pary rogów, które mają, jak u pustorożców, silne możdżenie, oczywiście pokryte pochwą rogową. Na samym przodzie nad oczodołami sterczą dwa krótkie pojedyncze proste czopy, podczas gdy tylna para jest nadzwyczaj wielka, spłaszczona i ma odstające gałęzie, tak iż przypomina nieco amerykańskiego widłoroga (*Antilocapra americana*). Z kształtu czaszki wnosić chciano o istnieniu krótkiej trąby. Budowę czaszki i zębów olbrzymy te łączą się przedewszystkiem z antylopami, obok których, dzięki swej wielkości i kształtowi, zajmują wszakże stanowisko odrębne.

Swoisty dział zwierząt kopytnych stanowią zwierzęta słoniowate, czyli trąbowce (*Proboscidea*), prawdopodobnie spokrewnione rodowo z formami już rozpatrzonymi. Wprawdzie nie możemy dowieść bezpośredniego związku między nimi, ponieważ pierwsze słoniowate, jakie znamy, występują dopiero w osadach miocénskich i już tu znajdują się w dwóch rodzajach, *Mastodon* i *Dinotherium*, silnie zróżniczkowanych i bardzo od siebie różnych. Nagłe pojawienie się ich w wielkiej ilości i w dwóch typach, znacznie od siebie odbiegających, wskazuje, że *Proboscidea* w oligocenie nie rozwinęły się na lądzie europejskim lub północno-amerykańskim, lecz w początku miocenu imigrowały z innej okolicy. Jakkolwiek bezpośredniego przejścia obserwować nie można, jednakże u najstarszych geologicznie zwierząt kopytnych, jak *Coryphodon*, *Phenacodus* oraz ich krewniaki, cechy słoni tak rzucają się w oczy, zwłaszcza w budowie nóg, że wspólny ich początek jest prawdopodobny.

Wszystkim trąbowcom wspólną jest olbrzymia lub co najmniej pokaźna wielkość, ciężka budowa nóg pięciopalcowych (rys. 275,<sup>1</sup>), trąba, brak kłów właściwych i istnienie nielicznych siekaczów, rozwiniętych w potężne t. zw. „kły“; w czaszce i w uzębieniu zachodzą natomiast wielkie różnice między pojedynczymi rodzajami. Osobliwe te formy od chwili swego wystąpienia były władcami świata zwierzęcego naszych okolic i pozostały nimi aż do końca okresu dyluwialnego, tak jak są nimi i dziś jeszcze w Indyach i w Afryce.

Z rodzajów miocénskich: *Dinotherium* i *Mastodon*, pierwszy jest bardziej pierwotny, sądząc z budowy zębów trzonowych i sposobu, w jaki odbywa się ich zmiana. Szczątki *Dinotherium* znalazły się w wielkiem rozprzestrzenieniu od Europy zachodniej do Indyi. Najpiękniejsze szczątki tego olbrzymiego zwierzęcia, które, zdaje się, przewyższało wielkością żyjącego obecnie słonia, odkrył Klipstein w Eppelsheimie koło Moguncyi: całkowitą czaszkę ze szczęką dolną, której model gipsowy, zmniejszony do  $\frac{1}{4}$  naturalnej wielkości, można oglądać w większości zbiorów (rys. 290). Niestety, wspaniały ten okaz, który zakupiono dla Muzeum Brytańskiego, pokruszył się doszczętnie podczas transportu do Londynu. Oczywiście

najbardziej uderza forma dolnej szczęki i obu jej siekaczów. Podczas gdy słoń posiada dwa „kły“ w górnej szczęce, u *Dinotherium* tkwią one u dołu, koniec żuchwy jest zagięty na dół, i na dół również są skierowane oba potężne siekacze, pozostające jednak w tyle za siekaczami słonia. Zęby trzonowe w obu szczękach wykazują jak najczystsza i najwybitniejszą budowę jarzmową, i, pominiawszy ich olbrzymie wymiary, są tak podobne do trzonowych z żuchwy tapira, że Cuvier prosto zaliczył je do tego rodzaju. Ważną dla zrozumienia całego działu trąbowców jest zmiana zębów u *Dinotherium*. Najpierw rozwijają się trzy mleczne zęby trzonowe, potem pojawia się pierwszy prawdziwy ząb trzonowy, potem drugi, a podczas gdy ten ostatni wyłania się ze szczęki, zęby mleczne wypadają. Pierwszy z nich nie zostaje niczem zastąpiony, na miejsce zaś dwóch pozostałych z dołu wsuwają się dwa ostateczne zęby przedtrzonowe. Gdy to się stało, zupełnie w tyle szczęki pojawia się trzeci prawdziwy ząb trzonowy; dorosłe zwierzę posiada tedy wogóle pięć zębów trzonowych w każdej połowie szczęki. Zarys czaszki *Dinotherium* jest niższy i dłuższy niż u słonia, choć w każdym razie jeszcze bardzo zwięzły.

Przez długi czas z *Dinotherium* znano tylko czaszkę i dlatego co do innych stosunków organizacyi pozostawały jedynie przypuszczenia. Przypuszczano w *Dinotherium* ssaka morskiego w rodzaju morsa lub manata, choć przeczyło temu jego występowanie w utworach lądowych. Niebawem wszakże narzuciło się pokrewieństwo z trąbowcami. Zbadano mianowicie kosteczki słuchowe i znaleziono, że są one podobne do słoniowych. Od czasu zaś, gdy poznano liczne części kończyn, niema wątpliwości, że dinoteryum należy do trąbowców. Dinoterya pojawiają się w miocenie w formach względnie małych; dopiero w dolnym pliocenie występują one w wielkiej ilości, i tu ukazują się również te olbrzymy, których potężna wielkość wprawia nas w zdumienie. Ten najwyższy punkt rozwoju jest zarazem już ich końcem: rodzaj ten dość nagle znika z naszych okolic; być może, dinoterya indyjskie sięgają jeszcze do nieco wyższych warstw pliocenu.

Mastodonty stoją znacznie bliżej słoni; a nawet trudno wogóle znaleźć między nimi jaką granicę. Mają one również pewne punkty styczności z dinoteryami, choć nie są z nimi tak ściśle związane. Lubo te ostatnie w większości cech reprezentują najbardziej pierwotny znany typ trąbowców, jednak z budowy t. zw. „kłów“ dowieść można stanowczo, że mastodonty od nich pochodzić nie mogą, lecz że jedne i drugie wyrosły ze wspólnej formy zasadniczej. W całym wyglądzie zewnętrznym mastodonty musiały być bardzo podobne do słoni (rys. 291). Czaszka ich tylko nie była tak wysoka, a oprócz tego przynajmniej starsze gatunki posiadały zarówno w górnej jak w dolnej szczęce po dwa „kły“, wszystkie skierowane naprzód. Ze względu na swe siekacze mastodon jest nawet z pewnością formą pierwotniejszą od *dinoterium*, które rozwinęło się oczywiście z typu o czterech siekaczach i żuchwie nie zagiętej na dół; wszakże w znacznie ważniejszym rozwoju zębów trzonowych *dinoterium* mogłoby uchodzić prosto za ojca rodowego mastodonta. Pojedyncze zęby trzonowe są u *mastodona* znacznie większe i mają liczniejsze jarzma poprzeczne; u *dinoterium* zęby trzonowe są dwu i trzyjarzmowe, u *mastodona* liczba jarzm wzrasta do dziesięciu, i, choć to za wyjątek uważać można, jednak zęby z czterema i pięcioma jarzmami są rozpowszechnione. Oprócz tego jarzma są zaopatrzone w liczne sęczki, i zależnie od tego, czy te ostatnie są sil-



niej lub słabiej rozwinięte, rozróżniamy, według Vaceka, zygotofodonty (zęby jarzmowo-sierpowe) z przeważającą budową jarzmową i bunolofodonty (zęby sęczkowo-sierpowe) z przeważającą budową sęczkową. Grupy te przedstawiają dwa szeregi form, które obok siebie się rozwijają: w miocenie i w pliocenie Europy bunolofodonty postępują coraz dalej, podczas gdy zygotofodonty nie wykształcają wyżej swych zębów. Natomiast tem bardziej dzieje się to w Indyach: wszak zdaje się, że właśnie z tych form rozwinęły się słonie prawdziwe.

W miocenie Europy znajdują się mianowicie dwa gatunki mastodontów, *Mastodon angustidens* z zębami sęczkowatymi i *Mastodon tapiroides* z jarzmową budową zębów. U *Mastodon angustidens* w każdej połowie szczęki występują, jak u *dinoterium*, trzy mleczne zęby przedtrzonowe, a po wypadnięciu (lecz zanim pojawi się drugi prawdziwy trzonowy) zostają zastąpione od dołu przez dwa ostateczne zęby przedtrzonowe. Oprócz tego zęby przedtrzonowe wysuwają się stopniowo ze szczęki ku przodowi w takiej mierze, w jakiej pojawiają się prawdziwe trzonowe, tak iż u dorosłego zwierzęcia istnieją tylko trzy zęby trzonowe, z których oba pierwsze mają trzy, ostatni cztery jarzma sęczkowe. Siekacze („kły“ zuchwy (rys. 291) są silnie rozwinięte, aczkolwiek słabiej niż w górnej szczęce. Prawdopodobnie forma ta miała słabą jeszcze trąbę, ponieważ, sądząc z „kłów“ dolnej szczęki stojących w samym środku i tuż obok siebie, nie mogła ona chyba być zbyt długa. W pliocenie dolnym typ bunolofodontowy reprezentuje olbrzymi *Mastodon longirostris*. Widzimy tu już



Rys. 293. Ząb trzonowy: 1) mamuta (*Elephas primigenius*); 2) słonia afrykańskiego (*Elephas africanus*).  
(Według Zittela).

znaczne zbliżenie do typu słoni. „Kły“ szczęki dolnej są o wiele mniejsze, jeden tylko ząb przedtrzonowy wchodzi z dołu na miejsce zębów mlecznych, a nie tylko ten ząb, lecz również i pierwszy prawdziwy trzonowy wysuwa się ze szczęki ku przodowi, tak iż zwierzę dorosłe posiada tylko dwa zęby trzonowe. W związku z tem odbywa się też znaczny rozrost zębów trzonowych, gdyż pierwsze dwa prawdziwe trzonowe mają cztery, ostatni pięć jarzm. U *Mastodon arvernensis* z górnych warstw plioceńskich „kły“ szczęki dolnej zniknęły zupełnie, żaden ząb przedtrzonowy nie wysuwa się już z dołu na miejsce zębów mlecznych, trzonowe wszystkie przesuwają się od tyłu ku przodowi, i w późniejszym wieku tylko ostatni z nich pozostaje sam jeden w szczęce. W tem mamy już przeto cechy słoni, podczas gdy forma pojedynczych trzonowych posiada jeszcze typ mastodontowy. Lecz i pod tym względem znajdujemy przejścia, skoro się rozpatrzymy w trzeciorzędowych wykopaliskach indyjskich. Tu już *Mastodon latidens* posiada znacznie więcej jarzm poprzecznych niż jego europejscy towarzysze z tegoż rodzaju, a u *Mastodon elephantoides* liczba jarzm nie jest mniejsza niż np. u słonia afrykańskiego, podczas gdy słoń indyjski i mamut są lepiej wyposażone (rys. 292). Poza tem u *Mastodon elephantoides* pojawia się już między pojedynczymi jarzmi poprzecznymi ślad cementu, występującego potem u słoni obficie. Znamieniem stanowiska pośredniego, jakie ten gatunek między obu rodzajami zajmuje, jest to, że przez jednego badacza został on opisany jako Ma-

stodon, przez drugiego, jako słoń. U najstarszych słońi, np. u indyjskiego *Elephas Ganesa*, ilość cementu nie jest wielka (rys. 292, 3); potem jednak zwiększa się ona ciągle; tak samo powiększa się znacznie ilość jarzm. Ponieważ przez zużycie zębów ściiera się górna część wysokich, wązkich jarzm, wydaje się przeto, jak gdyby cały ząb się składał z licznych stojących obok siebie blaszek emalii, między którymi leży dentyna i cement; w rzeczywistości jednak każda z tych blaszek jest startem jarzmem poprzecznym (rys. 293).

Ogólne przekształcanie się uzębienia biegnie przeto u trąbowców, tak samo jak u rodu koni i przeżuwaczy, w kierunku nadzwyczajnego powiększania się materiału zębowego i olbrzymiego wzmaganie się zdolności żucia, która u mamuta osiąga chyba najwyższy stopień wśród całego ogółu ssaków. Od tego oczywiście zależy w znacznej mierze przekształcanie się czaszki, gdyż dla potężnego aparatu zębowego słońi potrzebna była ogromna kość górnej szczęki, której rozrost przyczynia się istotnie do wysokości czaszki.

W Europie mastodonty sięgają od początku miocenu aż w głąb pliocenu. Ginę one potem, a w pliocenie górnym ich miejsce zajmują słonie, które w dyluwium są nadzwyczaj rozprzestrzenione. W Indyach natomiast słonie istnieją już wcześniej, i występują częstokroć razem z mastodontami; zdaje się, że podobnie rzecz się ma w Chinach i w Japonii. W Ameryce wreszcie mastodonty są rzadkie w trzeciorzędzie, a częste dopiero w dyluwium Ameryki Północnej i Południowej, podczas gdy słonie występują tu słabo. W tym czasie słoń jest przeważnie zwierzęciem starego świata, Mastodon—nowego.

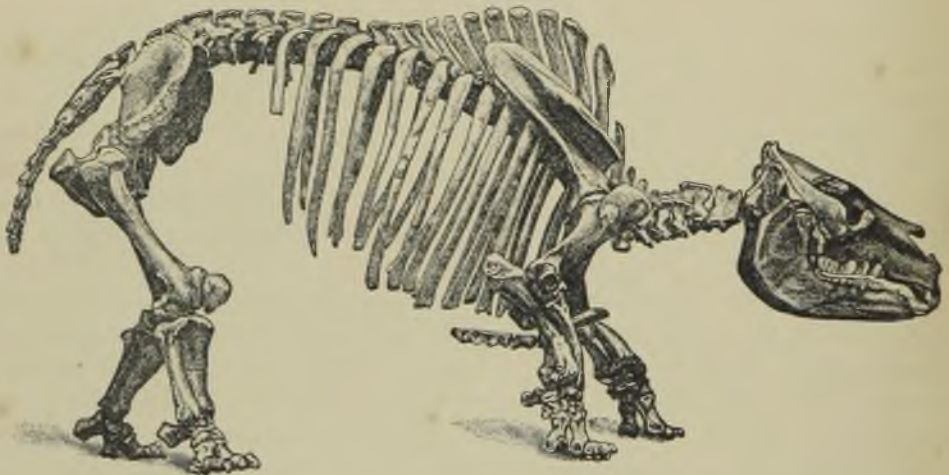
Do trąbowców przyłącza się poniekąd specyficznie południowo-amerykańska, wymarła grupa wielkich ciężkich zwierząt, *Toxodontia*. Szkielet wykazuje przeważnie cechy trąbowców i nieparzystokopytnych obok nie dających się zapoznać znamion hyracoidów, góralkowatych oraz grupy typoteriów, o której niebawem będziemy wzmiankować. Natomiast uzębienie pozwala przypuszczać związek w innym zupełnie kierunku: łopatomate, silnie wydłużone siekacze, przyzmatyczne, otwarte u dołu, pozbawione korzeni zęby trzonowe ze skośnymi jarzmami żywo przypominają gryzonie. Przy bliższym rozpatrzeniu okazuje się jednak, że zęby jarzmowe toksodontów łatwo sprowadzić się dają do uzębienia góralka i nieparzystokopytnych. W ten sposób podobieństwo zębów toksodontów i gryzoniów mogłoby mieć swą podstawę w jednakowym pożywieniu.

U form najstarszych i najpierwotniejszych, u *Homalodontotheria*, kompletne uzębienie stanowi szereg zamknięty, kończyny są pięciopalcowe. Rodzina nesodontidów posiada jeszcze uzębienie zamknięte, lecz kończyny trójpalcowe, a *Toxodon* wreszcie posiada cechę postępową w zmarnieniu kła i pierwszego zęba przedtrzonowego. Swobodnie wystająca kość nosowa pozwala przypuszczać wykształcenie krótkiej trąby. Rys. 294 daje dobre wyobrażenie o tych nadzwyczaj osobliwych zwierzętach, które przypuszczalnie wyrosły z tych samych nieznanych jeszcze praform, jak *Amblypoda* i *Proboscidea*, i wcześniej przybrały kierunek odchylający się. Największą zgodność z toksodontami w budowie zębów wykazuje wymarła, również południowo-amerykańska grupa *Typotheria*. Ale podczas gdy pierwsze były wielkimi ociężałymi zwierzętami, te ostatnie były formami małymi, lekko zbudowanymi, pozwalającymi rozpoznać w szkielecie powinowactwo z hy-



racoidami, zresztą zaś z gryzoniami, a nawet z małpozwierzami. I one musiały wcześniej się odgałęzić od pnia głównego.

Do kopytnych przyłączane bywają zazwyczaj syreny, czyli krowy morskie, które dawniej rozpatrywano jako szczególną odmianę waleni. Z temi ostatnimi nie mają one wszakże nic wspólnego, prócz o cięższej formy i przeobrażenia kończyn w płetwy, a więc przystosowań do życia w wodzie, podczas gdy budowa czaszki i uzębienie dają się porównywać tylko z kopytnymi, przytem z ich geologicznie najstarszemi formami. Pokarm terażniejszych syrenowatych składa się wyłącznie z morszczyń i innych roślin wodnych. Są to duże, ciężkie zwierzęta, ze skąpo uszczecinioną skórą i wzdętymi wargami górnemi; ich kończyny przednie stanowią wielkie nogi płetwowe, podczas gdy nogi tylne i miednica zmarniały. W świecie obecnym syrenowate są reprezentowane tylko przez dwa rodzaje, przez manata w oceanie Atlantyckim i diugonia w—Indyjskim. Jako trzecia forma przyłącza się do nich jeszcze



Rys. 294. *Toxodon platensis*, z ilitu pampasowego w Arrecifes koło Buenos Aires. (Według A. Lydekkera).  
1/27, wielk. natur.

potężna, prawie 10 m długa krowa morska (*Rhytina Stelleri*), którą odkryto w r. 1741 na wyspie Beringa i na wybrzeżu Kamczatki, lecz którą w ciągu lat niewiele wyłęgali doszczętnie dobywacze tranu. W trzeciorzędzie w wielu miejscach znajdują się formy pokrewne. Najstarsze szczątki pochodzą z eocenu zachodnio-indyjskiej wyspy Jamaiki (*Prorastomus*); w oligocenie Europy jest rozprzestrzeniony rodzaj *Halitherium*, podczas gdy w miocenie często występuje *Metaxytherium*; z pliocenu tylko z Włoch znany jest rodzaj *Felsinotherium*.

Najważniejszy jest rozwój uzębienia. U *Prorastomus* składa się ono z 48 zębów według wzoru  $\frac{3.1.5.3}{3.1.5.3}$ ; siekacze i kły są proste, a trzonowe jarzmowe, dają się porównać z zębami tapira. Takie zęby jarzmowe posiada i żyjący diugoń (*Halicore*), podczas gdy *Halitherium* i jego krewniaki posiadają zęby sęczkowe jak świnię. Wogóle zauważyć się daje zmniejszanie się ilości zębów od form najstarszych aż do najmłodszych. Siekacze i kły giną stopniowo, i tylko u żyjącego *Halicore* znajdują się jeszcze dwa „kły“ w górnej szczęce; potem giną i przed-

trzonowe, a Rhytina wogóle żadnych zębów nie posiada, lecz na ich miejsce—rogowe płyty żuciowe.

Jakkolwiek bliskie są stosunki z kopytnymi w budowie czaszki i w uzębieniu właśnie u najstarszych syrenowatych, jakkolwiek byłoby pociągającym uznać za formę rodową syrenowatych zwierzę tapirokształtne, jednak stanowczo tak daleko jeszcześmy nie zaszli. Przeciwnie, pięciopalcowa budowa nóg i wielka liczba zębów nadają syrenom pokrój staroświecki; odgałęzienie od pnia zwierząt kopytnych nastąpiło prawdopodobnie już w czasie kredowym.

## Gryzonie, szczerbacze, walenie.

Poza rozpatrzonemi wielkimi grupami ssaków łożyskowych istnieje jeszcze kilka działów, których bliższe stosunki pokrewieństwa nie mogły być jeszcze z pewnością rozpoznane. Należą tu mianowicie gryzonie, szczerbacze i walenie.

Gryzonie, do których w świecie dzisiejszym należą zajęce, myszy, bobry, jeżozwierze, świstaki, wiewiórki i wiele innych, są to zwierzęta małe lub średniej wielkości, wyróżniające się swem uzębieniem. W dolnej i w górnej szczęce tkwią po dwa (u zajęcy cztery) potężne, ciągle narastające siekacze, które tylko na przedniej powierzchni są pokryte emalią, skutkiem czego ściągają się dłutowato; kłów brak zupełnie; oddzielone szeroką szczerbą, następują zęby trzonowe, z fałdami emalii lub z sęczkami, od 2 do 6 w każdej połowie szczęki.

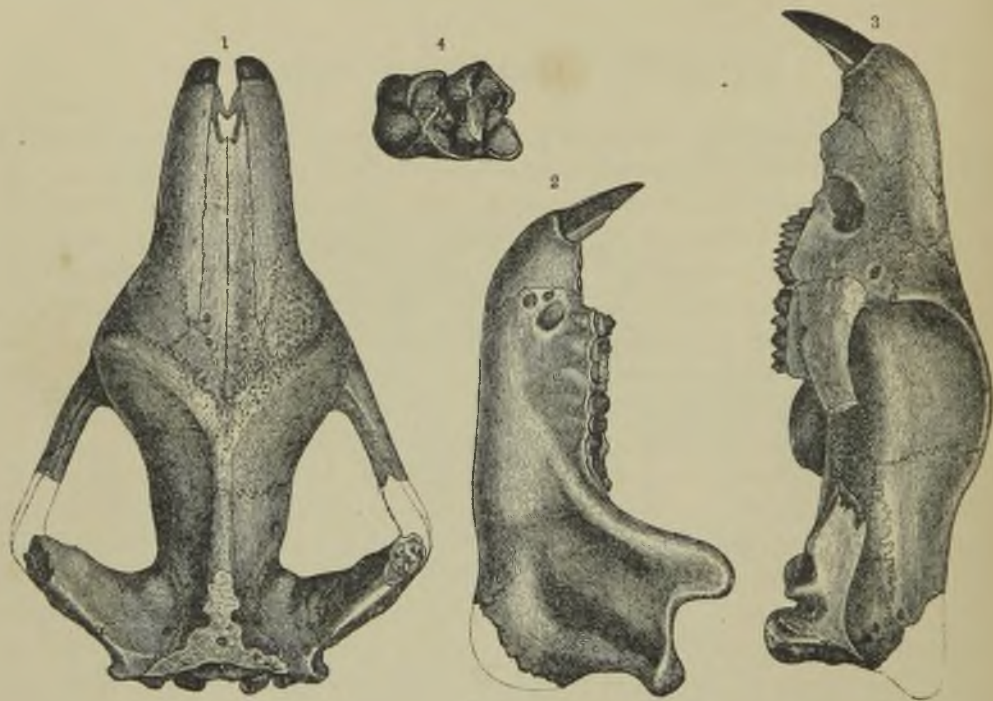
Jakkolwiek wielka jest różnorodność tych form, które śledzić można wstecz aż do eocenu, wszakże z geologicznego punktu widzenia nie przypada im zbyt wielkie znaczenie. Odgrywają one wielką rolę tylko w trzeciorzędzie Ameryki Południowej; znaleziono tu formy, z których *Megamys* co do wielkości nie ustępuje nosorożcowi. Trzeciorzędowa fauna gryzoniów Ameryki Południowej podległa zamkniętemu w sobie rozwojowi; składa się ona wyłącznie z form „hystricomorficznych“, podobnych do jeżozwierza. Dopiero na granicy między trzeciorzędem a dyluwium z północnego, północno-amerykańsko-europejskiego, obszaru rozwojowego imigrują z północy liczne gryzonie wraz z innymi ssakami. Już w czasie eocenicznym gryzonie były zaopatrzone w najważniejsze nowoczesne cechy tego rzędu; wówczas jednak silnie reprezentowana była grupa pierwotna protrogomorfów Zittela, łącząca własności gryzoniów, podobnych do wiewiórek i do jeżozwierzy; w czasie zaś obecnym nieliczne tylko rody należą do tej grupy.

Do gryzoniów najbardziej zbliża się dość zagadkowa grupa zwierząt z eocenu Ameryki Północnej, *tillodonty*, których skąpe szczątki w nowszych czasach znalazły się także w Europie. U *Tillotherium* (rys. 295) występują siekacze jak u gryzoniów; zęby trzonowe, oddzielone od siekaczy szeroką szczerbą, posiadają charakter zębów sęczkowych, podczas gdy inne cechy mają przypominać drapieżce. Grupą jeszcze mniej znaną są *Taeniodontia*, występujące również w eocenie Ameryki Północnej, spokrewnione z *tilloteriami*, lecz różniące się od nich niekompletną powłoką szkliwa na zębach i mocnymi kłami. Nie jest do wiadomości, czy *tillodonty* można uważać za poprzedników gryzoniów. Jeśli tu należy jedna forma z kredy laramijskiej, *Stagodon*, to na *tillodonty* zapatry-



waćby się należało, jako na gałąź starożytnej grupy wieloszęczkowców (*Multituberculata*).

Niejasne są dotychczas stosunki pokrewieństwa szczerbaczy, czyli edentatów. Wspólną wszystkim cechą stanowi skąpo rozwinięte uzębienie. Brak go zupełnie pewnym formom, jak żyjącemu mrówkojadowi (*Myrmecophaga*) i łuskowcom (*Manis*), u innych znajdują się zęby ciągle rosnące bez szkliwa, już to w nieznacznej, już w nadmiernej liczbie: podczas gdy u leniwców jest ich tylko 18, u pancernika olbrzymiego występuje około stu zębokształtnych czopków. Wpraw-



Rys. 295. *Tillotherium fodiens*, z eocenu amerykańskiego (grupa bridgerska): 1) czaszka z góry, 2) żuchwa, 3) górna szczeka z boku, 4) ząb trzopowy.

dzie słaby rozwój zębów niczego nie rozstrzyga: z równem prawem możnaby tu zaliczyć dziobaka lub niektóre zwierzęta morskie. Istotnie wypowiedano mniemanie, że szczerbacze należą w rzeczywistości do różnych działów państwa zwierzęcego i są ze sobą związane tylko przypadkową cechą zmarnienia zębów. Jednak zwierzęta tu zaliczane charakteryzują się poza uzębieniem jeszcze pewną ilością innych cech niezależnych od tamtej; stawowem połączeniem członków palcowych, potężnymi pazurami i zrośnięciem się kości krzyżowej z kulszową.

W świecie teraźniejszym *Vermilinguia* (długojęzyczne) posiadają pysk długi i wąski otwór gębowy, z którego robakowaty język bywa daleko wysuwany celem chwytania owadów, zwłaszcza mrówek. Należą tu mrówkojady Ameryki Południowej (*Myrmecophaga*), mrównik (*Orycteropus*) z Afryki południowej i łuskowce (*Manis*) z Afryki i z Indyi; dalsze grupy stanowią południowo-amerykańskie leniwce i pancerniki. Dziś wszystkie te formy odgrywają podrzędną rolę

a największe z pośród nich dochodzą do rozmiarów mniej więcej tęgiego wilka. Inaczej było w czasach ubiegłych: podczas okresu dyluwialnego w Ameryce Południowej znajdujemy szczerbacze, które należą po części do leniwców, po części do pancerników i mrówkojadów, a z których wiele przewyższa wielkością najtęższego nosorożca, a ciężkością budowy kostnej—wszystkie chyba ssaki.

Poza Ameryką Południową dotychczas szczątki szczerbaczy w trzeciorzędzie są nadzwyczaj skąpe: stwierdzono tylko mrównika w pliocenie Samosu i Maraghi w Persyi, a łuskowca w Azji południowej. Zaliczane tu dawniej rodzaje europejskie, *Macrotherium* i *Ancylotherium*, należą do odosobnionej rodziny nieparzystokopytnych chalicoteriów. Wszystkie pozostałe szczerbacze kopalne ograniczają się do Ameryki: tu na lądzie południowym leży ich prawdziwa ojczyzna. Już w najstarszej znanej faunie trzeciorzędowej Ameryki Południowej występują one w licznych, wysoce zróżnicowanych formach, a w okresie dyluwialnym dosięgają najwyższego punktu swego rozwoju. Dopiero w tym okresie lub w najmłodszym trzeciorzędzie, gdy wytworzone zostało połączenie stałe między lądem północnym a południowym i możliwą się stała wzajemna wymiana elementów fauny, szczerbacze przewędrowały również do Ameryki środkowej i północnej; Tatusia aż do chwili obecnej zachowała się w Teksasie.



Rys. 296. Zaczątki zębów ze szczęki zarodkowego walenia bezzębnego. (Według Gaudryego).

Dalszym rzędem ssaków, zagadkowym w swych stosunkach pokrewieństwa, są walenie (*Cetacea*), przeważnie bardzo wielkie zwierzęta, żyjące w morzu, kształtu wrzecionowatego, o tułowiu nieodcinającym się od głowy. Pięciopalcowe kończyny przednie tworzą płetwy, ruchome tylko w stawie barkowym, tylnych kończyn brak zupełnie, a ciało kończy się szeroką płetwą ogonową.

Obecnie rząd ten obejmuje dwa działy odrębne, walenie uzębione i walenie bezzębne. U walenii uzębionych w jednej lub w obu szczękach tkwią stożkowate zęby chwytne, zaopatrzone w pojedynczy niepełny korzeń, nie podlegające zmianie i wszystkie jednego kształtu, bez podziału na siekacze, kły i trzonowe. Należy tu różnorodny szereg delfinów i pottwałów oraz ich krewniaków, które od miocenu występują w osadach morskich, miejscami w wielkiej ilości. Waleniom bezzębnym brak zębów, tylko w życiu embryonalnym zaczątki ich są zawarte w szczęce (rys. 296), a na podniebieniu rosną znane listewki rogowe, dostarczające fiszbinu. I te formy pojawiają się w miocenie, a zwłaszcza w pliocen-skich i dyluwialnych osadach morskich Europy północnej i Ameryki Północnej, bardzo licznie w Belgii.

Do obu tych grup przyłącza się jeszcze trzecia, *Zeuglodontidae*, które zjawiają się w eocenie, dosięgają najwyższego rozkwitu w miocenie i giną. Wyróżniający się potężną wielkością zeuglodon rozprzestrzeniony jest zwłaszcza w Ameryce i w Afryce, *squalodon*—przeważnie w Europie. Oba posiadają stożkowate siekacze o jednym korzeniu i trzonowe o dwóch korzeniach kształtu spłaszczonego, zazębionego. Ze wszystkich walenii, jak dowiódł W. Dames, jedne tylko zeuglodonty mogły podnosić i opuszczać głowę; wogóle budową czaszki i uzębieniem zbliżają się one



najbardziej do ssaków lądowych. Przystosowanie do życia wodnego posunęło się nieco dalej u squalodontidów; trzeci zaś stopień zajmują euodontocety. Przyjmujemy powszechnie, że walenie powstały z nieznannej jeszcze grupy ssaków lądowych drogą przystosowania do życia wodnego. Były to zapewne zwierzęta opancerzone, gdyż u zeuglodontów amerykańskich znane są płyty pancerne.

## Starszy trzeciorzęd w Europie.

Zorientujmy się nieco w dziejach, jakie przeżyła ziemia w czterech głównych działach trzeciorzędowych, t. j. w eocenie, w oligocenie, w miocenie i w pliocenie.

Podczas eocenu morze zajmowało w Europie przestrzeń znacznie mniejszą niż ku końcowi epoki kredowej; zmiana ta w zupełnie podobny sposób uwydatniła się na wielkiej części powierzchni ziemi. W Europie morze pokrywa jeszcze trzy obszary rozmaitej wielkości: jeden obejmuje zagłębienie paryskie i londyńskie jak również Belgię i część równiny północno-niemieckiej, Danii i Skanii, drugi całą Europę południową wraz z Francją południową, Alpami, Karpatami i Kaukazem, trzeci wreszcie Rosyę południową, okolice Kijowa i gubernię Chersońską. Wązka odnoga morska łączyła z tamtej strony Uralu morze południowo-rosyjskie z Lodowatem.

Zagłębienie paryskie, pierwszy naukowo zbadany obszar trzeciorzędowy, stanowiło punkt wyjścia do badania eocenu. Prace Aleksandra Brongniarta dostarczyły podstawy do znajomości geologicznej, podczas gdy badania Cuviera odkryły dla nauki faunę ssaków, badania zaś Lamarcka i Deshayesa—nadmierzają bogatą faunę mięczaków. Osady tameczne nie są zresztą wyłącznie natury morskiej: znajdują się również wapienie słodkowodne, warstwy z wód słonawych, ily z węglem brunatnym. Obszar ten podlegał wielokrotnym zmianom: bądź morze wdzierало się daleko, bądź cofało się ono i opuszczało zagłębienie. Już w dolnym eocenie, w piętrze soissonńskim (suessonien) znajdujemy osady morskie, piaski z Bracheux, rozprzestrzenione tylko w północnej i północno-wschodniej części zagłębienia paryskiego. W obszarach osuszonych powstawały utwory śródlądowe: wapienie z Rilly w pobliżu Reimsu z ich licznymi ślimakami lądowymi i słodkowodnymi, zlepience z Cernay pod Reimsem ze swą fauną kręgowców, martwice wapienne z Sezanne na południe od Epernay z licznymi szczątkami roślin.

Po osadzeniu się piasków z Bracheux morze ponownie się cofnęło z zagłębienia paryskiego, i osadziły się ily z muszlami słodkowodnymi i z węglem brunatnym (ily plastyczne i lignit), które tylko ku północy zawierają wtrącenia o charakterze słonawowodnym lub morskim. Szczątki ssaków stają się tu nieco obfitsze; przypomnieć sobie tylko trzeba koryfodona (por. str. 365), najbardziej charakterystyczne zwierzę kopytne fauny staroeoceńskiej. Potem morze ponownie posunęło się naprzód i utworzył się osad piasku morskiego, bogatego w skamieliny, piasku z Cuise. Niezliczone są tu muszle i małe numulity (*Nummulites planulatus*), wprawdzie nie w tej niezmiernej ilości i okazałej wielkości, co w osadach eoceńskich okolic południowych. W eocenie środkowym (parisien) naj-

bogatszym w skamieliny utworem tej okolicy jest wapień gruboziarnisty, już to piaszczysty, już margłowaty lub glaukonitowy, z niezliczonymi muszlami morskimi o charakterze zwrotnikowym i z wieloma otwornicami, wśród których w warstwach najgłębszych najwybitniejszą rolę odgrywają numulity, w wyższych miliolidy. Wreszcie eocen górny reprezentuje znowu utwór piaszczysty, piasek z Beauchamps, oznaczający cofanie się morza. Jest on również nadzwyczaj bogaty w skamieliny; a nawet ilość ich jest tu, podobnie jak i w piasku z Cuise, tak wielka, że nie sposób prawie wyróżniać szczegółów. Oprócz tych utworów morskich w górnym eocenie zagłębia paryskiego występują także wapienie słodkowodne, wapienie z St. Quen, których najbardziej charakterystyczną skamieniałością jest błotniarka, *Limnaeus longiscatus*. Szczątki ssaków nie są częste w eocenie środkowym i górnym, i różnią się od szczątków z dolnego eocenu. Spotykamy reprezentantów nowej fauny ssaków, między innymi rodzaje *Lophiodon* i *Propalaeotherium*. W górnym eocenie przyłączają się do nich poprzedniki tych bogatych zbiorowisk zwierzęcych, które znajdujemy w dolnym oligocenie, w osadach gipsu paryskiego.

Eocen w Anglii południowej, w okolicach Londynu i w hrabstwie Hampshire, należy do północnej części tej samej zatoki atlantyckiej, której odcinek południowy tworzy zagłębie paryskie. Pomimo tego związku zachodzą poważne różnice. Najgłębszymi osadami są w Anglii piaski thaneckie, które można porównywać z piaskami z Bracheux we Francji. Jak tu gliny z węglem brunatnym, tak w Anglii również następują w warstwach z Woolwich i Reading utwory, w których odczuć się daje wpływ wody słodkiej, a w górnej części eocenu dolnego i tu mamy znowu pokrywę wyłącznie morską. Ale podczas gdy w zagłębiu paryskim w tym poziomie spotykamy piaski z Cuise z numulitami, w Anglii występuje ił błękitny, miejscami 160 m gruby, ił londyński. Cechują go mianowicie małe lub średnie, zwłaszcza mięsożerne ślimaki, wśród których przeważa rodzaj *Pleurotoma*.

Takie iły pleurotomowe znajdują się w najrozmaitszych działach trzeciorzędu, od eocenu aż do pliocenu i wszędzie zgadzają się w pokroju całej fauny, choć występują zgoła odmienne gatunki pojedynczych rodzajów. Aczkolwiek nie możemy ich uważać za właściwe utwory głębokomorskie, których w trzeciorzędzie wogóle chyba niema, jednak iły pleurotomowe przedstawiają zapewne rozwój facyjalny trzeciorzędu, odpowiadający najgłębszemu stanowi wody. O ile londyńskim mniemają, że powstał on w głębokości mniej więcej 200 m pod poziomem morza. Eocen środkowy cechuje w Anglii zazwyczaj ubogi w skamieliny osad warstw bagshockich. Tylko w Hampshire zastępuje je szereg iłów, margli, piasków z bogatą fauną morską, warstwy z Bracklesham, których fauna zgadza się z fauną gruboziarnistego wapienia paryskiego. Eocen górny wreszcie tworzą iły bartońskie, jednego wieku z piaskami z Beauchamps.

W następującym teraz czasie oligocenkim morze cofa się z zagłębia londyńskiego, wśród wahań, które się uwidoczniają w zmianie warstw morskich, słonawo- i słodkowodnych, jaką zwłaszcza na wyspie Wight i w Hampshire obserwować można. Pod koniec eocenu w zagłębiu paryskim przyszło również najsamprzód do odwrótu morza; tylko w jednym głęboko położonym regionie w środku



pozostała woda morska, z której osadził się gips. Ponieważ połączenie z morzem nie było zupełnie odcięte, przeto czasowo dopływała tu woda morska, a wówczas powstawały łąwice marglu z morskimi muszlami. Zdaje się, iż słone te moczary odwiedzała często bogata fauna ssaków, która ożywiała rozszerzony ląd. Szczątki jej, wstawione badaniami Cuviera, znajdują się zwłaszcza w gipsie z Montmartre pod Paryżem.

Podczas gdy na zachodzie w ten sposób morze spływało z lądu, na wschodzie, w Niemczech północnych, rozszerzyło się ono daleko poza granice, które zajmowało w eocenie. W oligocenie dolnym od rozległej powierzchni wód w nizinnej części Niemiec północnych ciągnęły się trzy większe zatoki aż do krawędzi gór Środkowych: dolnośląska aż do Opola, sasko-turyngijska aż poza Halle, dolnoreńska do Bonn. Wprawdzie obszar ten nie był w ciągu całego czasu oligoceńskiego całkowicie przez morze zalany; przeciwnie, chwilowo powstawały szeroko rozprzestrzenione osady węglowe, a także osady wód słonawych, a nawet słodkich. Przeważnie te pokłady węgla brunatnego należą do dolnego oligocenu. Składają się one obok węgla brunatnego, często bardzo grubego, w znacznej części z nagromadzeń luźnych otoczków kwarcowych, rzadziej z mocnego konglomeratu, dalej z piasków kwarcowych, piaskowców, kwarcytów i ilów plastycznych ze szczątkami roślin. Również osady morskie były to po części piaski, po części ily w rodzaju ilów pleurotomowych, zawierające bogatą faunę morską charakteru zwrotnikowego.

W oligocenie środkowym morze rozszerzało się jeszcze dalej. Szeroka zapadlina otwarła mu dostęp na południe, wdarło się ono przez Kassel i Ziegenhain wzdłuż zachodniego podnóża Vogelsbergu do Wetterau i do zagłębia mogunckiego, i połączyło się z morzem południowym idąc torem zapadliny między Szwarzewaldem a Wogezami, która już wówczas istniała. W tym samym okresie zagłębie paryskie zostało ponownie zalane przez morze, które we Francji dotarło dalej niż w jakimś innym czasie trzeciorzędu: Anglia natomiast musiała być zupełnie suchą, gdyż tam powstawały w tym czasie wyłącznie warstwy słodkowodne. We Francji panującą skałą tego piętra jest piasek z Fontainebleau; podobne utwory znane są w Niemczech północnych pod mianem piasków szczecińskich i magdeburskich, w zagłębiu mogunckim mianowicie koło Weinheim i Alzey. Bardziej rozprzestrzenione były wszakże błękitne ily z septaryami, konkrety wapienne, przeciętymi wewnątrz szczelinami i spękaniem. Te ily septaryowe, t. zw. „Rupelthone“, zawierają również bogatą faunę pleurotom i innych ślimaków i małżów.

W górnym oligocenie morze ponownie zacieśnia swe granice. Zagłębie paryskie jest suche; powstają tu warstwy słodkowodne: kamień młyński z Montmorency i wapień słodkowodny z Beauce. W zagłębiu mogunckim zaczynające się wysładzanie poznajemy po występowaniu w marglu cyrenowym form słonawowodnych z rodzajów *Potamides* (*Cerithium*), *Hydrobia*, *Nematura*, *Cyrena* i t. d. Przytem jednak zostaje jeszcze zachowane połączenie z morzem południowym, jak to wynika z występowania gatunków wspólnych, jak *Cerithium margaritaceum* i *Cyrene semistriata*. Wreszcie w Niemczech północnych morze jest znacznie ograniczone.

Jakkolwiek transgresja oligoceńska nie dotknęła masy czeskiej, wszakże i tu w zapadlinie tektonicznej u południowego podnóża gór Kruszcowych powstały

pokłady węgla brunatnego, podobne jak w Niemczech północnych. W czasie oligocenkim zaszły tu potężne wybuchy bazaltowe; jednocześnie w kilku zagłębiach, koło Chebu, Falknowa, Duchcowa (Duxu), Mostu (Brüxu), Bilina i t. d. został nagromadzony węgiel brunatny nadzwyczajnej grubości. Ponieważ osady najniższe są starsze od wielkich wylewów bazaltowych, są one, jako piętro przedbazaltowe, utożsamiane z oligocenem środkowym. Potem następuje jednocześnie z wylewami wulkanicznymi piętro bazaltowe, odpowiadające oligocenowi górnemu. Pojawia się w nim Anthracotherium, jeden z najczęstszych ssaków tego „akwitańskiego“ czasu. Wreszcie pobazaltowy węgiel brunatny należy już nie do oligocenu, lecz do miocenu, ponieważ znajdują się w nim ssaki, jak Mastodon angustidens i Hyotherium Soemmeringi.

Zanim opuścimy obszar północno-niemiecki, musimy zająć się jeszcze jednym szczególnym, lokalnym utworem oligocenu — formacją bursztynową Sambii koło Królewca. Utwór ten jest prawie unikatem na całej ziemi. Wprawdzie bursztyn znajduje się również na Sycylii i w kilku innych okolicach, lecz nigdzie w takich warunkach i w takiej masie, jak tutaj. Już w pradaw-



Rys. 297. Kosarz z bursztynu. Silnie powiększony.

nych czasach okręty fenicyan odwiedzały wybrzeże bursztynowe, aby sprowadzać drogocenne elektron, a liczne wykopaliska przedhistoryczne znaczą stary szlak bursztynowy, którym bursztyn sposobem śródładowego handlu zamiennego dostawał się do kulturalnych narodów obszaru śródziemnomorskiego. Od tego czasu „pruski klejnot“ był wydobywany w ciągu wieków, i dziś jeszcze jego kopalnie nie są wyczerpane.

Bursztyn jest to kopalna żywica kilku drzew iglastych, które ku środkowi okresu starotrzeciorzędowego pokrywały łąd ówczesny. Z tych drzew bursztynowych znane są dotychczas cztery sosny i jeden świerk, które mało mają podobieństwa do naszych dzisiejszych drzew iglastych; zdaje się, że tylko rzadki i zaledwie przed kilku laty odkryty świerk ormorykański Serbii i Bośni, i japoński świerk ajański są potomkami świerku bursztynowego *Picea Engleri*. Przypuszczalnie na wielkiej części Europy północnej stały wówczas lasy iglaste, i zapewne głównie bory Finlandyi i Skandynawii dostarczyły tych mas żywicy, które rzekami dostawały się do



morza, i przykryte tu osadami morskimi, twardniały na bursztyn w ciągu długich czasów. Łożyskiem pierwotnem bursztynu są morskie osady, zawierające glaukonit, które w Sambii leżą pod warstwami węgla brunatnego. Odróżnić w nich można u samej góry „Grüne Mauer“, poniżej „Weisse Mauer“ i „zielony piasek“ kopcaży bursztynu; w warstwach tych bursztyn nie znajduje się wcale lub tylko zrzadka; u samego dołu leży drobnoziarnisty, ilasty piasek glaukonitowy, wśród którego jedna warstwa, „ziemia niebieska“, wyróżnia się częstym występowaniem cennego minerału.

W rozmaity sposób dobywany bywa bursztyn. Próbowano wielokrotnie eksploatować ziemię niebieską sposobem górniczym; roboty te, zwłaszcza w now-



Rys. 298. Rozmaite owady bursztynowe.

szych czasach dostarczyły pokaźnych ilości bursztynu. Znacznie większa część jego jest wszakże inaczej otrzymywana. Warstwa bursztynowa Sambii w wielu punktach odsłania się bezpośrednio nad morzem w takim poziomie, że uderzają o nią kipiące fale, a części jej dostają się do morza. Pod działaniem wzburzonej wody żywica kopalna, jak wogóle każde większe ciało, szlamuje się i uwalnia od tego gliniasto-piaszczystego materiału. Ponieważ bursztyn jest tylko niewiele od wody cięższy, przeto opada on wprawdzie na dno podczas zupełnie spokojnego morza, lecz najbliższy ruch fal podnosi go znowu i splukuje. Dlatego wszystkie kawałki bursztynu, które skutkiem zniszczenia osadów dostały się do morza, znajdują się w ciągłym ruchu podczas każdego wiatru i zmiany przypływu i odpływu, o ile nie leżą one w zbyt głębokiej wodzie; wcześniej lub później zostają one wyrzucane na brzeg, jak inne ciała unoszące się w wodzie (szczątki okrętów, zwierzęta morskie, morszczyzny i t. d.). Od czasu jak zapomocą drągi dobywane są kawałki, leżące głęboko w mulach morskich, produkcya bursztynu podniosła się bardzo.

Wszakże nie tylko dziś splukują fale ziemię niebieską: to samo zjawisko odbywało się również podczas tworzenia się młodszych warstw trzeciorzędowych

i podczas okresu dyluwialnego. Tym sposobem w tych osadach młodszych znajduje się często bursztyn napływowy, np. w warstwach węgla brunatnego Sambii, lecz również w osadach młodszych i w pokaźnej odległości od łożyska pierwotnego, nawet poza zagłębieniem Bałtyku, jak np. na zachodnim wybrzeżu Jutlandyi. Szlezwigu i Holsztynu i koło wysp fryzyjskich. I tu morze wymywa bursztyn z jego łożyska wtórnego i wyrzuca go na brzeg.

Pod względem naukowym bursztyn jest interesujący zwłaszcza dlatego, że w przezroczystym materiale zachowane jest w najdelikatniejszy sposób mnóstwo organizmów: niezliczone owady, pająki, szczątki roślin z owych starotrzeciorzędowych lasów świerkowych pogrążyły się w ciekłą żywicę i zachowały tak całkowicie, że można badać najdrobniejsze szczegóły prawie tak dokładnie, jak na żywych okazach. Przyglądając się w lesie iglastym przezroczystym kroplom żywicy, które wyciekają z uszkodzonej kory świerków, jodeł, sosen, modrzewi i t. d., widzimy dość często, że swą ciągliwą lepłą masą otaczają one mrówki, muchy i wiele innych owadów; tak samo liczne zwierzątka łapały się w żywicy świerków bursztynowych (rys. 297 i 298). Aczkolwiek dotychczas opisano tylko część tych form, wszakże liczbę gatunków przechowywanych w różnych zbiorach można szacować na 2000. Wprawdzie obecnie w większości okolic nie trudno będzie pilnemu zbieraczowi w pewnym czasie zgromadzić większą ilość gatunków, gdy pomyślimy wszakże, jak powstał ten zbiór owadów starotrzeciorzędowych, to jednak będziemy podziwiali jego bogactwo. Albowiem wszystkie owady większe i silniejsze wyjątkowo tylko toną w żywicy; liczne inne formy prawie nigdy się z nią nie zetkną skutkiem swego trybu życia, np. wszystkie owady wodne, większość chrząszczy przystosowanych do określonego pożywienia roślinnego, te, które żyją padliną, nawozem i t. d. oraz wielka liczba innych kategorii. Stąd wnosić będziemy mogli, że wówczas w Europie północnej istniało bogate życie owadów. Dzisiejszy świat owadów Europy małe tylko ma pokrewieństwo z fauną bursztynową, wykazują je atoli fauny Ameryki Północnej i Azji wschodniej.

W procesach, które się odgrywały w Europie północnej podczas starszego trzeciorzędu, widzimy piękny i pouczający przykład rozmaitych wahań, jakie zachodzą w wielkiej i dość płytkiej zatoce morskiej, zanim ją morze opuści ostatecznie. Nie dzieje się to odrazu, lecz oscylacje te wypełniają cały starszy czas trzeciorzędowy; zaczynają się one silnem cofaniem się morza pod koniec systemu kredowego i po rozmaitych zawikłanych zmianach prowadzą dopiero z końcem okresu oligoceńskiego do długo trwającego osuszenia, przynajmniej w zagłębieniu Londyna i Paryża.

W przeciwieństwie do tych typów eocenu północno-europejskiego, z ich sypkimi skałami, mającemi piętno wieku młodocianego, zgoła odmienny rozwój znajdujemy w państwie wapieni numulitowych (rys. 299) Europy południowej i tych okolic, których osady są podobnie rozwinięte. Występują tu twarde, mocne wapień, łupki ilaste, iły łupkowate, masy piaskowców niekiedy olbrzymiej miąższości, podczas gdy w niektórych punktach, w okolicy starotrzeciorzędowych grup wulkanów, popiół wulkaniczny dostarczył materiału do pokaźnych utworów tufowych.



Na południu w rozprzestrzenieniu starszego trzeciorzędu, a zwłaszcza eocenu daje się dostrzec jeszcze stanowcze podobieństwo do stosunków, które poznaliśmy w starszych okresach. Wydłużona z zachodu na wschód część morza, od północy i od południa lądem obrzeżona, rozpościerała się w jurze od brzegów Ameryki środkowej w poprzek przez dzisiejszy ocean Atlantycki, przez Europę południową i środkową, przez Azyę Mniejszą, Persję i Afganistan do Indyi, i uchodziła do otwartego oceanu na południo-wschód w okolicy zatoki Bengalskiej. To centralne morze śródziemne, czyli ocean Tetydy, podlegało z biegiem czasu rozmaitym zmianom. Pomimo tego, że pod koniec czasu kredowego zachodnia część nie była już obrzeżona przez ląd nieprzerwany, między Brazylią i Afryką musiał istnieć jeszcze przynajmniej szereg wysp. Z Indyi zachodnich znamy korale oligocen-



Bys. 299. Wapień numulitowy.

trzebowały do wędrówki swej na zachód oparcia przynajmniej w formie szeregu wysp. Na wschodzie wszakże centralne morze śródziemne istniało dalej: w czasie eocenim ciągnęło się ono jeszcze od atlantyckiego wybrzeża Europy aż do Indyi; związek został przerwany prawdopodobnie dopiero ku końcowi oligocenu. Po wielokrotnych wahaniach dzisiejsze morze Śródziemne staje przed nami jako ostatni szczyłek owej potężnej drogi morskiej.

Co prawda, centralne morze śródziemne eocenu zmieniło się bardzo w porównaniu z temże morzem jury, a zaczęło się to już podczas kredy. Cała część północna jest lądem stałym, prawie w całej Europie granicą północną jest linia, która w czasie jurajskim oddzielała morską prowincję alpejską od pozaalpejskiej. Wprawdzie we Francyi południowej morze sięga nieco dalej na północ: pokrywa ono także okolice Bordeaux osadami, które zdają się łączyć cechy rozwoju północnego z cechami rozwoju południowego. Zresztą północna granica morskich utworów eocenim trzyma się prawie ściśle północnej granicy obszaru alpejskiego i karpacciego. Ku południowi morze sięga daleko w obszar Sahary, której hamady są pokryte często przez miliony skorupki numulitowych, zwłaszcza w pustyni Libijskiej i w Egipcie. Ku wschodowi szeroki obszar warstw numulitowych ciągnie się przez całą Europę południową, Kaukaz, Azyę Mniejszą, Syryę, Arabię i dalej aż do pasma Karakorum i Himalajów, rozszerza się w północnej części Indyi przedgangesowych aż do zatoki

Bengalskiej, a stąd wysledzić się daje przez Jawę i Sumatrę do Borneo i do Filipinów.

Od północy z tem centralnem morzem śródziemnem zlewa się kilka odnóg, które, jak się zdaje, w postaci zatok wdzierały się w ląd stały, którym wszakże, stosownie do ich północniejszego położenia, brak masowych numulitów rozwoju południowego. Należą tu warstwy eoceńskie Rosyi południowej i bogate w skamieliny osady Azji środkowej, które, według badań Muszkietowa i Romanowskija zdają się być bardzo rozpowszechnione w Pamirze i w Tien-szaniu.

Jednakże nie cały obszar centralnego morza śródziemnego stanowił otwartą taflę wód. Wznosiły się z niej wyspy wielkich rozmiarów, jak części centralne Alp i Karpatów, Apeninów, Pirenejów, Himalajów. W niektórych obszarach, zwłaszcza w krajach karpackich, obecność lądu w eocenie dolnym jest zaznaczona przez utwory węgla brunatnego i warstwy ze szczątkami roślin. Lub też brak zupełnie eocenu dolnego, a starszy trzeciorząd zaczyna się od eocenu środkowego w postaci potężnych zlepieńców brzegowych, których otoczaki zostały oderwane od ówczesnych gór nadbrzeżnych przez kipieli morza eoceńskiego. Ale po osadzeniu się warstw numulitowych zachodziły jeszcze potężne ruchy górotwórcze, gdyż na wielkich przestrzeniach w wymienionych górach warstwy numulitowe są również wypiętrzone, sfaldowane, obalone, krótko mówiąc, zaburzone w najbardziej imponujący sposób. W Alpach miejscami dosięgają one prawie do wysokości 3000 m nad poziomem morza, w Pirenejach przekraczają one znacznie tę linię, a w Himalajach znaleziono ich wychodnie na wysokości więcej niż 5000 m.

Morski świat zwierząt południowego obszaru eoceńskiego różni się od takiego świata Europy północnej, pominąwszy nadzwyczajną mnogość numulitów, jeszcze szeregiem innych cech. Śród mięczaków uderza przeciętnie znaczniejsza wielkość form południowych. Przybywa do tego nadzwyczajna obfitość jeżowców, wreszcie obecność koralów rafowych, które w obszarze południowym miejscami występują masowo, na północy zaś niema ich wcale lub są tylko skąpe ich ślady. Nieliczne znaleziono szczątki ssaków lądowych; natomiast niektóre miejscowości zawierają mnóstwo ryb kopalnych. Jednem z najsławniejszych łóżysk tego rodzaju są czarne łupki dachowe w Glarus, wyróżniające się swym charakterem paleontologicznym i petrograficznym, gdyż są one zupełnie podobne do łupków ilastych najstarszych systemów paleozoicznych. Jako punkt drugi wyróżnia się masowem występowaniem znakomicie zachowanych ryb Monte Bolca w okolicach Werony, gdzie znajdują się również wspaniałe szczątki roślinne, mianowicie olbrzymie palmy.

Wogóle osady eoceńskie Vicenzy i Werony w górnych Włoszech zawierają chyba najbogatsze łóżyska pięknie zachowanych skamieniałości. Wapienie i tufy bazaltowe z Ronca, wapienie z Monte Postale, warstwy z San Giovanni Ilarione dostarczyły wspaniałych mięczaków, jeżowców i krabów (rys. 252). Pewne miejscowości we Francyi południowej, na Węgrzech, w Istrii i w Dalmacyi zawierają również piękne szczątki kopalne. Wogóle jednak stan zachowania w warstwach numulitowych pozostawia wiele do życzenia. Zdaje się, iż od więk-szości europejskich bogatsze są wykopaliska indyjskie, jak również, według opisów Zittela, egipskie i libijskie.



W wielu punktach, zwłaszcza w górnych Włoszech, na Węgrzech i w Siedmiogrodzie, przedsięwzięto studia nad podziałem eocenijskich warstw numulitowych na wielką ilość poziomów; tu wszakże musimy się ograniczyć do niewielu uwag. Dość powszechnie odróżnić można jedno ogniwo, które w swej faunie zgadza się prawie z fauną paryskiego wapienia gruboziarnistego i odpowiada eocenowi środkowemu. Tu należy najpotężniejszy rozwój wapieni numulitowych: osady z Kressenberga i z Mattsee, z Sonthofen i z innych punktów w Alpach północnych, główne wapienie numulitowe w Istrii, w Dalmacji i w Karpatach, tufy z Ronca w górnych Włoszech i słynne wapienie numulitowe z Mokattam koło Kairu w Egipcie z ich wspaniałymi jeżowcami i krabami. Często natomiast w tych obszarach z trudnością tylko wykazać można osady dolno-eocenijskie. W okolicach Vicenzy tu są zaliczane tufy ze Spilecco z niesymetrycznie ukształtowanym ramienionogiem *Rhynchonella polymorpha*, a w obszarze istryjsko-dalmackim (według Stachego) górną część eocenu dolnego tworzą wapienie, charakteryzujące się rodzajem otwornic *Alveolina*. Pod nimi następują, jako najwyższa kreda i najniższy eocen, słodkowodne warstwy kosyńskie (*Cosina*), wzmiankowane już przy opisie systemu kredowego. Według Zittela, eocen dolny występuje w najkompletniejszym rozwoju morskim w Egipcie i w pustyni Libijskiej, w osadach, oznaczanych mianem piętra libijskiego; zdaje się, że w Indyach również występują doskonale rozwinięte warstwy dolno-eocenijskie. W wielu obszarach pasa południowego brakowałoby może zupełnie eocenu dolnego. Osady górnoeocenijskie stwierdzono koło Reichenhall w górach bawarskich, w Istrii i w Dalmacji, w górnych Włoszech i t. d.

Obok tego przeważnie wapiennego i bogatego w skamieliny rozwoju eocenu w Europie południowej biegnie inna facja, rozwój fliszowy, czyli macignoński. Wspomnieliśmy już w opisie osadów kredowych, że na północnym brzegu Alp, a zwłaszcza Karpatów, ubogie w skamieliny piaskowce, ily łupkowate i margle nabrzmiewają do niezmiernej grubości; rzadko zawierają one wyraźne szczątki mięczaków, w pojedynczych poziomach łupkowych ryby, a poza tym prawie wyłącznie osobliwe nabrzmienia, rurki i ślady pełzania robaków i innych zwierząt niższych. Już w tomie I (str. 649) mówiliśmy o tych szczególnych utworach, zwanych także „hieroglifami“, które dawniej po części fałszywie tłumaczono jako szczątki wodorostów; poznaliśmy dalej, że podobne ślady trafiają się i w innych systemach, zwłaszcza w warstwach piaszczysto-łupkowych (p. str. 38). W żadnym osadzie jednak nie pojawiają się one częściej i rozmaiciej niż we fliszu. Wiele w tych utworach i w powstawaniu fliszu jest dla nas jeszcze zagadkowym; pewnym jest tylko, że w swej masie głównej flisz jest osadem przybrzeżnym z płytkiej wody. Prawie wszędzie znajdują się we fliszu głazy rozmaitych skał; niekiedy są one zgoła nieregularnie zawarte w drobnym ily; w innych przypadkach takie osady blokowe przechodzą w zwykłe piaskowce zlepieńcowe. Blisko stąd do przypisania tego rozsiania bloków denudacji owych wielkich gór, które się wówczas wzniosły z centralnego morza śródziemnego. Ale podczas gdy część tylko tych gładów co do składu swego daje się sprowadzić do skał pasm alpejsko-karpackich, wiele z nich jest tym górcom zupełnie obcych. Ze względu na klimat ówczesny jest w najwyższym stopniu nieprawdopodobnym, aby mogły być one przyniesione przez

większe masy lodowe, obrzeżające centralne morze śródziemne. Przyjmuje się wreszcie, po trzecie, że starszy wał górski na północnej krawędzi Alp i Karpatów tworzył północny brzeg morza fliszowego i dostarczył bloków egzotycznych, o ile nie pochodzą one z pasm alpejsko-karpackich. Za tym poglądem przemawia okoliczność, że wśród bloków np. fliszu karpackiego trafiają się istotnie takie skały, z których teraz jeszcze składają się góry na północ od Karpatów, np. bloki wapienia jurajskiego, wapienia węglowego i piaskowca węglowego w Karpatach zachodnich, a w Karpatach wschodnich— pewne zielone łupki krystaliczne, które na krawędzi północnej gór zachowały się jeszcze w mniejszych skałkach. O czemś podobnym donoszą również ze Szwajcaryi, gdzie te godne uwagi piaskowce i łupki najpierw opisano pod lokalnym mianem fliszu. Należą one tam do eocenu i oligocenu. Dalej na wschód poziomy kredowe są również reprezentowane przez ten utwór, zwany tu piaskowcem wiedeńskim lub karpackim. W podobny sposób występują piaskowce fliszowe i w pozostałym pasie południowym, we Włoszech, w Istrii, w Dalmacji, w krajach bałkańskich, w Azji Mniejszej i na Kaukazie. Nawet poza Europą znane są podobne skały na zachodnim wybrzeżu Bornea, na Andamanach i na Nikobarach, na zachodnim wybrzeżu Ameryki i na wyspach zachodnio-indyjskich.

Zazwyczaj oddzielenie fliszu eoceńskiego od oligoceńskiego jest prawie niemożliwe. Tak samo normalne utwory morskie oligocenu w regionie południowym łączą się również bezpośrednio z eoceńskimi. W dolnym oligocenie numulity występują jeszcze niekiedy masami, a pozatem również istnieje w wielu razach znaczne podobieństwo do eocenu. Jednak, jak się zdaje, w tym obszarze rozciągłość morza zmienia się o tyle, że cofa się ono z części Afryki północnej, wprawdzie w drobnej tylko mierze, jak tego dowodzi występowanie osadów oligoceńskich w Birket el Querum w Egipcie środkowym. Najbogatszy rozwój osadów czysto morskich znajdujemy w okolicach Vicenzy, na Węgrzech i w okolicy Bordeaux; nie brak ich zresztą również i w wielu innych krajach. Alpejskie osady oligoceńskie wyróżniają się masowym występowaniem wielkich pni koralirafowych, które są wspaniale wykształcone koło Crozary i Castel Gomberto pod Vicenzą oraz koło Oberburga w Karyntyi i sięgają daleko na północ.

W oligocenie górnym morze opuszcza wiele okolic Europy południowej, tworzą się wielkie zbiorniki śródlądowe z wodą przeważnie słonawą, rzadko słodką, a osady węglonośne są w tym „piętrze akwitańskim“ rozległe. W warstwach wielokrotnie zmieniających się, to bardziej morskich, to bardziej słonawowodnych, jako skamieliny przewodnie występują *Cerithium margaritaceum* i *Cyrene semistriata*; szczątki wielkich antrakoteryów są tu bardzo rozpowszechnione. Należą tu pokłady węgla w Miesbachu, Peissenbergu, Pensbergu i w innych miejscowościach na krawędzi Alp bawarskich, węglonośne warstwy sockie z Socki, Trifailu, Zagoru i innych miejsc w Styryi i Krainie, niektóre złoża węgla w Chorwacyi i Sławonii, w dolinie Schyl w Siedmiogrodzie, w Monte Promina w Dalmacji, w Cadibonie w Liguryi, i w różnych punktach Szwajcaryi i południowej Francyi.

Tam, gdzie te górnooligocenne lub akwitańskie osady występują na krawędzi północnej Alp, należą one do pasa zewnętrznego, przebiegającego na północ od obszaru fliszowego. Warstwy środkowo i górno oligoceńskie, jak również mioceńskie tworzą ten pas zewnętrzny, w którym panują gruboziarniste piaskowce, często



bogate w skamieniałości. Często przyłączają się do nich zlepieńce, niekiedy nadzwyczajnej grubości: Rigi i Speer składają się ze skał tego rodzaju, z „nagelfluh“. Według Studera, otoczaki, które w tej właśnie okolicy wchodzi do składu tych zlepieńców, pochodzą w pewnych pokładach nie z Alp, lecz ze skał obnażonych w leżącym naprzeciwko Szwarzwaldzie.

Wszystkie te podalpejskie utwory trzeciorzędowe oznaczono nazwą lokalną molassy, używaną w kantonie Vaud. Pasem molasowym nazywany bywa pas, który one tworzą na brzegu Alp: obszar to węższy, to szerszy, złożony przeważnie z pagórków łagodnie zaokrąglonych oraz z niskich gór, i tylko w Szwajcaryi wznoszący się do wysokości prawie 2000 m. Zresztą warstwy molasowe w górnej Szwabii i w Szwajcaryi sięgają daleko na północ poza ten pas podalpejski; zwłaszcza w rejonie gór Jura są one, na podobieństwo osadów starszych, potężnie pofałdowane i wypiętrzone.

Zazwyczaj rozróżniają się cztery poddziały: jako ogniwo najstarsze, dolna molasa morska, obejmująca środkowooligocieńskie utwory morskie, dalej dolna molasa słodkowodna, czyli piętro osadów górnooligocieńskich (akwitańskich), węglonośnych, podczas gdy górna molasa morska i górna molasa słodkowodna przypadają na miocen.

## Starszy trzeciorzęd poza Europą.

Przy sposobności przytoczyliśmy przykłady pozaeuropejskich utworów eocieńskich i oligocieńskich, związanych przestrzenią bezpośrednio z utworami europejskimi lub łączących się ściślej rozwojowo z takimiż utworami naszej części świata: tak poznaliśmy pas wapieni numulitowych, ciągnący się od wschodniego wybrzeża Atlantyku przez Afrykę północną i przez szeroki szmat Azji do Indostanu, do wysp Sundajskich i aż do Filipinów.

Daleko na południowym wschodzie południowa część lądu australijskiego dostarczyła osadów eocieńskich z fauną mięczaków, którą porównują z fauną zagłębia londyńskiego. Rzecz szczególna, u ślimaków rozmaitych rodzajów wydymają się pęcherzowato zwoje embryonalne, część skorupy, budowana najpierw przez zupełnie młode zwierzę. Jest to jeden z tych godnych uwagi przypadków, w których znaczna część pewnej fauny posiada znamię lokalne, niezależne od ściślejszych stosunków pokrewieństwa, a których w żaden sposób nie można sprowadzić do wspólnego pochodzenia, lecz natomiast do bezpośredniego oddziaływania zewnętrznych warunków życiowych. Philippi opisał z pacyficznego wybrzeża Ameryki Południowej muszle, z których część mogłaby być eocieńskiego lub raczej oligocieńskiego wieku. Większą rozległość posiadają ściśle ze sobą związane osady trzeciorzędowe i dyluwialne w szeroko rozpostartych równinach, które w południowej części lądu ciągną się od wybrzeża atlantyckiego aż daleko w głąb republiki Argentynskiej i Patagonii. Osady te są przeważnie utworami śródładowymi, po części o charakterze lössowym, jakie powstać mogą tylko skutkiem działalności wiatru, dmącego po szerokich równinach, tu unoszącego pył najdrobniejszy, ówdzie go znowu osadzającego, połączonej z działaniem wody atmosferycznej

i rzek. Na tej glebie, która od końca ery mezozoicznej była lądem, wyrosły swoiste i bogate fauny ssaków. Aczkolwiek szczątki ich są zachowane w różnych warstwach, to jednak osady jednego piętra przechodzą stopniowo w następne. Tym sposobem cała ta „formacja pampasowa“ przedstawia się jako utwór jednolity. Tylko w Entrerios, gdzie między rzekami Parana i Uruguayem płytką zatoka morska wdzierała się w ląd, powstały utwory deltowe i zamuliły muszle morskie wraz ze szczątkami zwierząt lądowych.

W trzeciorzędzie argentyńskim wyróżniono naprzód dwa piętra: guarańskie i patagońskie. Część dolna pierwszego należy jednak stanowczo do górnej kredy jeszcze i osadziła się w płytkim morzu. Dopiero gdy ono spłynęło, zaczęły się lądowe osady starszego trzeciorzędu od piaskowców i zlepieńców warstw pehuencheńskich, czyli od górnego piętra guarańskiego. Pomówimy poniżej o nadzwyczaj godnych uwagi skamielinach tego piętra; tu chcemy podać tylko kolejne następstwo osadów. Nad piaskowcami pehuencheńskimi składają się one ponownie z utworów morskich; po raz ostatni pojawiają się tu typy mezozoiczne, bakulity i enaliosaury. Dalej następują warstwy lądowe, formacja Santa-cruz, kryjąca nadzwyczaj bogatą faunę ssaków; nad nią rozpostarły się ochronne potoki bazaltowe. Potem w Entrerios morze wdarło się ponownie. Z muszli, zawartych w morskich warstwach entrerioskich, dotychczas nie znaleziono ani jednego gatunku poza Ameryką Południową i żaden z nich nie jest spokrewniony z obecną fauną atlantycką. Natomiast niektóre gatunki odpowiadają gatunkom trzeciorzędu chilijskiego, a szczególnie znamienny rodzaj ślimaka *Struthiolaria* ma krewniaków tylko w wodach nowozelandzkich. Wnosićby stąd można, że warstwy entrerioskie nie mogą być młodsze od miocenu. Istotnie, F. Ameghino, zasłużony badacz południowo-amerykańskich ssaków kopalnych, uważa je za oligoceńskie, a stosownie do tego leżącą pod nimi faunę santa-cruzką za eoceńską, ale, jak zobaczymy, zróżnicowany ich charakter nie przemawia za takim poglądem. Naturalnie, niepewność ta przenosi się również na młodsze, leżące nad warstwami entrerioskimi gliny pampasowe, które, już teraz niezakłócone przez morskie transgresyje, tworzą osad jednostajny aż do początku czasu teraźniejszego.

Morskie warstwy dolnego trzeciorzędu posiadają wielkie rozprzestrzenienie w Indyach zachodnich, gdzie znaleziono je na kilku wyspach. Warstwy te zawierają bogatą faunę koralu, zadziwiająco zgodną z fauną oligocenu vicytyńskiego w Castel Gomberto i Crozarze. Wówczas wprost oceanu Atlantyckiego musiała się ciągnąć przynajmniej pewna liczba wysp, na których wybrzeżu rozpleniać się mogły rozmaite gatunki koralu. Możemy nawet pozyskać pewne wskazówki co do położenia tego szlaku wędrówek: od końca okresu jurajskiego Europa północna i środkowa nie posiada więcej żadnych godnych wzmianki występowań koralu rafowych; północna granica ich rozprzestrzenienia, jak to już wyżej podano, w przybliżeniu zlewa się z północną granicą obszaru alpejskiego. Ponieważ wobec tego masa lądowa lub szereg wysp, rozpościerających się na północy oceanu Atlantyckiego, poczynając od Francji północnej lub od Anglii, nie mogły wywierać żadnego wpływu, gdyż Europa południowa i najbardziej północna Afryka były wówczas pokryte morzem, przeto połączenie zachodzić musiało od Afryki zwrotnikowej ku zachodowi.



Łąd północno-amerykański kryje osady dolnego trzeciorzędu o bardzo wielkiej rozciągłości. Utwory morskie występują zarówno na wybrzeżu pacyficznym, jak na atlantyckim, podczas gdy osady wielkich jezior śródlądowych na rozległych obszarach środkowych zawierają niezmierną ilość szczątków ssaków. Na wybrzeżu atlantyckim utwory morskie otaczają szerokim pasem zatokę Meksykańską z zachodu i z północy, na wschód od niej składają znaczną część półwyspu Florydy, a stąd ciągną się ku północy aż do Wirginii; pozatem w zlewisku Missisipi ciągną się one daleko na północ, mniej więcej do ujścia Ohio. Na wybrzeżu pacyficznym Ameryki Północnej zwłaszcza w górach przybrzeżnych, „Coast Range“, wymienić należy grupę tejońską jako przedstawicielkę eocenu, osad, wykazujący w swych licznych ślimakach i małżach zupełnie charakter starszego trzeciorzędu, lecz zawierający zarazem pojedyncze szczątki amonitów.

We wnętrzu Stanów Zjednoczonych oligoceńskie i eoceńskie osady śródlądowe ze szczątkami ssaków są nadzwyczaj rozpowszechnione. Główna masa ich rozwoju, zwłaszcza poziomów starszych, leży wszakże na obszarze między górami Skalistymi a górami Wahsatch. Ślodka wodne osady trzeciorzędowe stanowią przeważnie rozległą suchą krainę płytową, przerwana tylko pojedynczymi pasmami wzgórz i urwiskami poszczególnych tarasów, całość jest pustynią barwy przeważnie żółtawo-szarej z partiami zielonemi i popielatemi. W granicach tego obszaru właściwe Mauvais Terres, czyli Bad Lands (złe ziemie), są utworzone przeważnie przez strome, 60 do 200 m wysokie, urwiska płyt trzeciorzędowych i są fantastycznie wyżarte przez erozyę. Delikatne eoceńskie margle i piaski są wyrzeźbione w niezliczone wieże i wieżyczki, w kadłuby podobne do zamków i w obeliski, tak iż z pewnej odległości wyglądają one jak wielkie, ufortyfikowane miasta o murach, uwieńczonych gankami, o basztach i wysuniętych naprzód fortach. Cała okolica jest prawie zupełnie pozbawiona roślinności, i w wielkich tylko odstępach rosną nieliczne nędzne zioła pustyniowe.

Zresztą te trzeciorzędowe utwory słodka wodne osadzały się kolejno z jeziora o niestałym obszarze. Z końcem okresu kredowego i po utworzeniu się warstw laramijskich, które leżą na granicy między kredą i trzeciorzędem, na północ-zachodzie Nowego Meksyku i na południo-zachodzie Colorado osadziły się warstwy puercoskie, a na nich spoczęły warstwy, odpowiadające pokładom Wahsatchu. Wielkie jezioro rozciągało się między górami Skalistymi a Wahsatchem; tu powstały warstwy dolno-eoceńskiej grupy wahsackiej o miąższości nie mniejszej od 1500 m. Zawierają one szczątki Coryphodona, Phenacodusa i szeregu innych ssaków (por. str. 365). Zdaje się, iż potem nastąpiło zwiężenie tego jeziora, i na mniejszym obszarze osiadły warstwy greenriverskie, grubości około 600 m, które nie dostarczyły wcale ssaków, lecz natomiast licznych szczątków ryb. Dalsze kurczenie się doprowadziło, jak się zdaje, do rozdziału jeziora na dwa odrębne zagłębienia, w których powstały na 750 m grube warstwy grupy bridgerskiej, zawierające olbrzymie dinocerasy, tillodonty i inne godne uwagi formy. Później jeszcze w ostatnim szczątku pierwotnego jeziora Wahsatch, w północno-wschodnim rogu Utahu, u południowego podnóża gór Uinta osadziła się grupa Uintajska, około 150 m miąższości mająca.

Tak tedy w ciągu eocenu i części oligocenu kurczy się tu do coraz mniejszych rozmiarów jezioro śródlądowe potężnej wielkości, a osadzają się w nim warstwy słodkowodne o potężnej grubości około 3000 m. Mniej więcej w tym samym czasie, gdy znikły ostatnie szczątki tego jeziora, w innych sąsiednich okolicach powstają nowe zagłębienia śródlądowe. Na wschód od gór Skalistych, między Missouri a wschodnimi częściami Wyomingu i Colorado, tworzy się kilka wielkich jezior, prawdopodobnie ze sobą połączonych; podobne zbiorniki wód występują daleko na zachodzie, w Oregonie i w północno-zachodniej Newadzie. Osady, które tam się utworzyły, są oznaczane jako warstwy whiteriverskie. Wreszcie zachodzi ponowne przekształcenie powierzchni; w nowych jeziorach osadzają się warstwy Loup-Forku, których wiek sięga już daleko do młodszego trzeciorzędu. Wobec tego w środku i na zachodzie Stanów Zjednoczonych otrzymujemy następujący szereg osadów, z których każdy (wyjąwszy warstwy greeniverskie) wyróżnia się samodzielną fauną ssaków:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 7 Grupa loup-forka.     | 3 Grupa green-riverska. |
| 6 Grupa white-riverska. | 2 Grupa wahaska.        |
| 5 Grupa Uintajaska.     | 1 Grupa puercocka.      |
| 4 Grupa bridgerska.     |                         |

### Starotrzeciorzędowe fauny ssaków.

Podnosiliśmy wielokrotnie, że organizmy lądowe w swych zmianach nie dostrzegają kroku organizmom morskim; jedne i drugie, od różnych warunków zależne, dają własnymi drogami rozwojowymi. Mówiliśmy już o organizmach morskich starszego trzeciorzędu, a teraz postaramy się wejrzeć w koleje rozwoju ówczesnych organizmów lądowych.

W Europie najstarsze eocenske szczątki ssaków znajdują się w piaskach z Bracheux i w zlepionych z Cernay koło Reimsu. Pomimo swego ubóstwa, nabierają one wielkiego znaczenia przez porównanie ze znacznie bogatszą fauną puercocką Ameryki Północnej. Zupełnością szczątków i wielkością wyróżnia się rodzaj kreodontów, *Arctocyon*, któremu towarzyszy pewna liczba mniejszych i mniej dokładnie znanych pierwotnych kreodontów. Do tego przybywają jeszcze małe owadożerne (*Adapisorex*), dalej niektóre zwierzęta kopytne z grupy rodowej kondylartrow (*Pleuraspidothierium*, *Orthaspidothierium*) i dwa wątpliwe małpozwierze. Wreszcie próg okresu cenozoicznego przekroczyły jeszcze rodzaje wielosęszkowców, *Neoplagianlax* i *Liotomus*, echa epoki mezozoicznej.

Porównanie tej fauny z najstarszą fauną eocenską Ameryki Północnej wydatnia od razu typową jednorodność obudwu. Wielkie grupy głównej fauny puercockiej są te same co w Cernay: pierwotne kondylartry, pierwotne kreodonty, *Neoplagianlax*, kilka innych wielosęszkowców, wreszcie lemurydy; naturalnie, szerokie rozprzestrzenienie i warunki powstawania amerykańskich warstw puercockich były zewnętrznie bardziej pomyślne. A jeśli grupy tilodontów i amblypodów najstarszej fauny eocenskiej znaleźć można tylko w Ameryce Północnej, sprowadzić to zapewne trzeba tylko do braków spuścizny europejskiej. Przeglądając całokształt



ssaków, występujących koło Reims i w Puerco, obok kilku alloteryów (wieloszczekowców), przejętych z kredy, i obok zagadkowych tillodontów, wymierających już w eocenie, znajdujemy cztery rozmaite rzędy ssaków łożyskowych (Creodontia, Condylarthra, Amblypoda, Pachylemuria). Typowi reprezentanci tych czterech rzędów, dochodzący do pełnego rozwoju dopiero w młodszym eocenie, odbiegają daleko od siebie w wyglądzie zewnętrznym i w całej organizacyi; natomiast formy fauny puercoskiej i cernayskiej są tak ściśle związane szeregiem cech wspólnych, iż w wielu razach oznaczenie rzędu następuje z trudnością. Wszystkie posiadają pięciopalcowe stopochodne kończyny, których końcowe członki palcowe nie były zaopatrzone ani w prawdziwe kopyta, ani w prawdziwe pazury, lecz w coś pośredniego między nimi. U wszystkich kości przedramienia i dłoni są oddzielone, kość ramieniowa (humerus) jest prawie zawsze przedziurawiona przez foramen entepicondyloideum, kość udowa (femur) posiada trzeci krętać, a w napiętku (carpus) najprawdopodobniej wszędzie istniało os centrale. Wszystkie czaszki mają kształt nizki wydłużony, silnie rozwinięte kości twarzowe, małą komorę mózgową, gładkie półkule mózgowie i mózdzek przez nie niepokryty. W uzębieniu również dostrzedz nie można godnego wzmianki zróżnicowania. Gdyby można było tchnąć życie w postaci zwierząt z okresu cernayskiego i puercoskiego, i umieścić je wśród naszej obecnej fauny ssaków, to przypuszczalnie każdy zoolog zestawiałby w jedyny rząd jednolity ówczesne Creodontia, Condylarthra, Pachylemuria i Amblypoda, choć reprezentują one niewątpliwie pierwotnych poprzedników czterech grup, później mocno zróżnicowanych. To zrastanie się rozmaitych pni we wspólny korzeń stanowi jeden z najsilniejszych argumentów na korzyść teorii descendencyjnej, ale zarazem niemałą trudność dla systematyki. Gdyby staroeoceńskie ssaki nie rozwijały się dalej i nie różnicowały, to przypuszczalnie wśród ssaków łożyskowych odróżnianoby dwa tylko rzędy, z których jeden obejmowałby Tillodontia, drugi wszystkie formy pozostałe. (K. A. v. Zittel.)

Aczkolwiek już bezpośrednio następująca fauna koryfodonowa eocenu ulega istotnym zmianom w swym charakterze ogólnym, to jednak ściśle stosunki między Ameryką Północną a Europą nie przerywają się. Tam fauna koryfodonowa w warstwach wahsackich jest rozwinięta bogato, tu — ubogo: skąpo trafiają się szczątki w glinie londyńskiej, w dolnym piasku morskim, w ile plastycznym i w lignicie zagłębia paryskiego, wreszcie w rudach bobowych Jury. Niestety, szczątki zachowane w tych ostatnich, skutkiem ich szczególnego sposobu występowania, nie dają żadnej gwarancyi co do ich rówieśności. Mianowicie wapienie górnojurajskie w Niemczech południowych, w Szwajcaryi i we Francyi południowej bywają często przejęte szczelinami i szparami, w które z góry spłukuje się mnóstwo ciał stałych. Dość często dzisiaj wraz z innymi rzeczami dostają się tam części zwierząt, i tak samo działo się w przeszłości. W niektórych szczelinach znajdujemy spłukaną ziemię czerwoną (terra rossa), która pozostaje ze zwietrzenia wapieni jako resztkę ostatnia, dalej wylugowane z niej żelazo w postaci rudy bobowej, okruchy wapienia jurajskiego, wreszcie często w nadzwyczajnej ilości zęby i ułamki kości ssaków. Ponieważ spłukiwanie to zaczęło się już w dolnym eocenie i trwało aż do końca eocenu, są tu przeto zmieszane ze sobą staro, środkowo i górnoeoceńskie szczątki ssaków. Pomimo tego łożyska te mogą sobie rościć pretensye do wielkiego znaczenia.

Wszak udało się Rüttimeyerowi wykazać w rudach bobowych z Egerkingen w Szwajcarii formy, które dotychczas uchodziły za typy wyłącznie amerykańskie.

W faunie koryfodonowej brak jak starsze wieki wieloszęczkowców; krecodonty rysują wyraźne piętno drapieżników, a wśród zwierząt kopciowych wyodrębniają się ostro amblipody, kondylartry i niepartystokopytne. Przytem typy przewodnie są wspólne Ameryce Północnej i Europie: *Coryphodon* wśród amblipodów, *Hyrcotherium* i *Pachynolophus* wśród niepartystokopytnych, *Pliacodus* i *Protogonia* wśród kondylartrow. *Calomodon* i *Esthonyx*, najrzadsze tilloodonty Ameryki Północnej, zostały stwierdzone i w Europie, i są ostro odizolowane od występujących jednocześnie gryzonów. Dalej postęp w porównaniu z fauną pierwotną stanowi występowanie partystokopytnych w skąpych i pierwotnych poprzednikach tej grupy, później tak silnie przemagającej.

Trzecia fauna rozwojowa świata ssaków rozgrywa się w Europie w eocenie środkowym i górnym. Niestety jednak podówczas warunki zachowania w Europie były jeszcze mniej pomyslnie, niż przedtem. Zwłaszcza co do tej fauny daje się odczuwać niemożliwość rozdzielenia szczątków ze szwajcarskich rud bobowych według ich wieku geologicznego. Pojedyncze formy pochodzą z okresu koryfodonowego, jak *Hyrcotherium* i *Pachynolophus*, do nich przyłączają się w wielkiej liczbie nowe niepartystokopytne, jak tapireksstalne *Lophiodon*, od którego fauna ta bywa również nazwana fauną lofidonową, dalej *Propalaeotherium*, *Palaeplotherium*, *Palaetapirus* i inne. Z krecodontów wymienić należy *Proviverrę*. W okresie tym stosunki z Ameryką Północną ponownie przerwywają się: mniej więcej jednocześnie warstwy bridgerskie zawierają mnóstwo szczególnie ciężkich *dinoceratów* (por. wyżej, str. 368), których jeszcze nie znaleziono poza Ameryką Północną. Kandydów jednak przyniesiło moje nowe odkrycia. Przeciwnie prawie wszystkie formy europejskiej fauny lofidonowej mają sobie pokrewne w Ameryce Północnej, lub są tam reprezentowane przez mało różniące się gatunki. Podczas gdy starsze wieki typy krecodontów, dalej tilloodonty w faunie bridgerskiej wymierają, gryzonie i partystokopytne rozradzają się. Po raz pierwszy stwierdzono w tym okresie ssaki morskie (*Zenaidron*, *Halitherium*) i nietoperze.

W dolnym oligocenie dochodzi do panowania nowej despid zwierząt, w którym, w Europie zwłaszcza, *Palaotherium* odgrywa pierwszą rolę. W pokładach gipsu z Montmartre, w węglu brunatnym z Défrage (Vanduse), w marglach śródziemnych z Alais i St. Hippolyte (Gard), w górnej dolinie Renu, w warstwach śródziemnych z Bembridge w południowej Anglii, w szalecinach z rudą bobową Jury szwajcarskiej, szwabskiej i frankońskiej, a zwłaszcza w szalecinach wapienia jarajskiego, wypełnianych fosforytonową gliną w tak zwanym Quercy między Villefranche i Montauban, leżą szczątki tej najbogatszej ze wszystkich faun ssaków Europy, pogrzebane często w wielkiej ilości. Wprawdzie w rudach bobowych i w fosforytach z Quercy należy najwznie walczyć z obawą zmieszania faun: jeśli w rudach bobowych, zwłaszcza koło Egerkingen i Mauremont, mieszają się rozmaite formy eocenijskie i oligocenijskie, to w Quercy do form dolnooligocenijskich przyłączają się także gatunki górnooligocenijskie, a nawet dolnomiocenijskie. Naszą część świata nasiedlały jeszcze wówczas w wielkich stadach formy tapireksstalne, paleoterya i paloplotery, oraz przjęte z fauny miococenijskiej *Lophiodon* i *Pachynolo-*



phus. Lecz już zaczynają brać nad nimi górę parzystokopytne, które odtąd zajmują miejsce naczelne. Mniej więcej połowa rodzajów parzystokopytnych należy do anoploteridów, do form, które ze wszystkich parzystokopytnych najbardziej zbliżają się do nieparzystokopytnych, których kończyny są zbudowane inadaptywnie, których końcowe członki palcowe nie wyszły jeszcze poza obojętne ukształtowanie kondylartrów. Z wielkości i kształtu niektóre były podobne do tapira, jak *Anoplotherium*, inne do sarny, jak *Dicobune*, forma początkowa kilku szeregów, i *Gelocus*; małe zaś czteropalcowe cenoterya w wielkości wahały się między wiewiórką a kotem. Dalej wśród ówczesnych parzystokopytnych godne uwagi są tragulidy, czyli jelenie karłowate, które już prawie osiągnęły wysokość organizacji swych terażniejszych potomków. Niewiele tylko od owego czasu zmieniły się jelenie karłowate, które wśród przeżuwaczy dzisiejszych mają najbardziej pierwotne ukształtowanie i przechowują się w świecie obecnym jako pozostałości okresu wcześniejszego. Rodzina świni była wprawdzie dość bogata, lecz reprezentowana tylko przez formy nisko stojące, jak *Cebochoerus*, *Elotherium*, *Choeropotamus*, których kończyny jeszcze nie są uproszczone, których zęby są jeszcze mało zróżnicowane. Pierwotne kreodonty zostają wyparte przez prawdziwe drapieżniki, aczkolwiek te, wyjąwszy niektóre koty, stoją jeszcze dość blisko kreodontów. Małpozwierze czynią również postępy. *Adapis*, *Caenopithecus*, *Necrolemur* wiążą się wprawdzie z eocenijskimi poprzednikami, lecz w niektórych cechach zbliżają się do małp właściwych. Małe ssaki fauny paleoteryumowej: owadożerne, gryzonie, nietoperze i dydelfy, są nawskroś konserwatywne, ponieważ nie odbiegają istotnie od odpowiednich form dzisiejszych.

Podczas gdy niektóre typy dolnooligocenijskie trwają w oligocenie środkowym i górnym, wiele znika zupełnie z widowni europejskiej i nie zostawia nowych następców. Górnooligocenijskiej, czyli akwitańskiej faunie ssaków charakter odrębny nadaje tylko przewaga *Anthracootherium*, *Ancodus* i *Elotherium*. Łatwo zrozumieć przyczynę tego uboższego rozwoju akwitańskiej fauny ssaków, zuboższej resztki fauny dolnooligocenijskiej. Przez silne rozszerzenie się morza w czasie oligocenu środkowego ląd został wężony, po rozwoju lądowym nastąpił rozwój wyspowy, a z ograniczeniem obszaru zawrze zachodzi stopniowe zubożenie fauny. Częste pokłady węgla brunatnego w górnym oligocenie dowodzą, że na istniejących wyspach wielokrotnie wytwarzał się bagnisty teren torfowy i jeziora słodkowodne; odpowiada temu charakter fauny. Wielkie ancodonty i antracoteria z postawy, organizacji i trybu życia były w wysokim stopniu podobne do żyjących obecnie hipopotamów.

Już przy górno-eocenijskiej faunie ssaków mogliśmy ustalić pewne różnice między rozwojem europejskim a północno-amerykańskim, jakkolwiek przyznać przytem musieliśmy, że odchylenia te mogły być po części tylko natury przypadkowej. Stosunek ten podlega w oligocenie dalszemu wzmoczeniu. W Ameryce Północnej warstwy Uintajskie zawierają faunę równoważną, z której znikły ambliopidy i tillodonty, tak silnie panujące w warstwach bridgerskich, a natomiast dobrze są reprezentowane parzystokopytne, nieparzystokopytne i kreodonty. Ilość rodzajów, wspólnych Europie i Ameryce Północnej, jest tu znacznie mniejsza. Nawet gdy uwzględnimy, że niektóre formy europejskie zostały zastąpione w Ameryce Północnej przez typy zbliżone, i że przyszłe wykopaliska przesuną stosunek obecny, to

nie możemy przecież nie dostrzedz, że w czasie oligoceńskiego ssaki na obu lądach rozwijały się znacznie bardziej samodzielnie, niż we wcześniejszych okresach starszego trzeciorzędu. Choć istnieć jeszcze musiało lądowe połączenie europejsko-północno-amerykańskie, jednak z pewnością silnie była utrudniona swobodna wędrówka ssaków. W eocenie rozwój europejskiego świata ssaków stoi widocznie pod znakiem Ameryki Północnej. Na rozległych równinach tego lądu ssaki mogły w niezamąconym spokoju wykształcić bogatą obfitość form; natomiast mała niespokojna Europa, ze swymi wielokrotnymi zmianami granic lądu i ruchami górotwórczemi, nie była odpowiednim do tego gruntem: została ona przeznaczona na imigrację ssaków amerykańskich. W oligocenie zależność ta niknie, a później, w młodszym trzeciorzędzie, jak zobaczymy, wchodzą w grę zupełnie inne czynniki.

Jeśli w latach 70-ych i 80-ych musiano zwracać oczy ku Ameryce Północnej, aby wysledzić rozwój świata ssaków, to teraz Ameryka Południowa zdaje się wysuwać na pierwszy plan. Ten ląd prastary przedstawiał przecie również warunki odpowiednie na samodzielne „środowisko twórcze“, gdzie za popędem rozwoju iść mogła zamknięta w sobie fauna lądowa. Obecna fauna ssaków Ameryki Południowej jest bardzo osobliwa. Główną część jej piętna stanowi mnóstwo szczerbaczy (leniwce, pancerniki i mrówkojady); a o wiele jeszcze obficiej rozwinięta jest ta grupa zwierząt w osadach dyluwialnych i w młodszym trzeciorzędzie. Formy te przeto były zadomowione na tym lądzie już od dawnych czasów. Nowsze odkrycia, które poczyniono w piętrze santacruzkiem i w górnym piętrze guarańskim, odsuwają jeszcze znacznie dalej wstecz czas, odkąd typy te zamieszkują Amerykę Południową, aczkolwiek, niestety, jakżeśmy już nadmienili, wiek geologiczny tych utworów jest jeszcze sporny.

Najstarsza fauna spoczywa w warstwach pehuencheńskich, gdzie obok szczątków krokodyli i dinosaurów występują liczne wieloszęczkowce. Znalazły się tu dalej pierwsze zwierzęta kopytne, niestety bardzo niekompletnie zachowane, pancernik, i nie dające się bliżej oznaczyć szczątki leniwców. Ponieważ warstwy pehuencheńskie należą z pewnością do starszego trzeciorzędu, choć później mogą być przesunięte na wyższy lub niższy szczebel drabiny geologicznej, przeto tubylczość południowo-amerykańskiej fauny szczerbaczy jest w każdym razie jak najbardziej stanowczo potwierdzona przez wykopaliska z tych warstw.

Paleontologiczny środek ciężkości spoczywa jednak w faunie santacruzkiej, która ze swymi 121 rodzajami może współzawodniczyć z tak bogatą fauną oligoceńską Europy. Badania F. Ameghina odsłoniły tu zdumiewającą obfitość torbaczy, leniwców, gryzoniów, toksodontów, creodontów i zwierząt kopytnych. Śród torbaczy przeważają dydelfidy, które teraz jeszcze są rozprzestrzenione w całej Ameryce, a w trzeciorzędzie były również pospolite w całym obszarze północnym; obok nich wymienić należy właściwe i Australii dasyurydy (niełazy). Szczerbacze o wiele nie dosięgają rozmiarów młodszych form olbrzymich, są już jednak podzielone na kilka podrzędów, odpowiadających obecnym. Gryzonie, z których niektóre są bardzo zbliżone do rodzajów żyjących obecnie, należą bez wyjątku do specyficznie południowo-amerykańskiej grupy jeżozwierzy.

W przeciwieństwie do wysoce postępowego rozwoju tych form, zwierzęta kopytne, a po części także toksodonty i typoteria fauny santacruzkiej są ukształtowane



prymitywnie. Najbardziej zdumiewa nas wszakże występowanie małp szerokonosych, w których Ameghino radby widział formy rodowe wszystkich małp dzisiejszych, podczas gdy z innej strony przypisują im piętno specyficznie amerykańskie. Jeśli Ameghino ma słuszość, jeśli fauna santacruzka jest wieku eoceńskiego, i jeśli się potwierdzą domniemane ślady człowieka w południowo-amerykańskim młodszym trzeciorzędzie, to łąd ten uważaćbyśmy chyba musieli za kolebkę ludzkości. Inaczej będzie natomiast, jeśli szczątki małp, o których mowa, należą do lokalnie rozwiniętego szeregu i do miocenu, jak przypuszcza M. Schlosser ze względu na wysokie zróżnicowanie i nowoczesny rozwój szczerbaczki i gryzoniów z fauny santacruzkiej. Stoimy tu zatem przed szeregiem nadzwyczaj ważnych, ale niestety jeszcze nierozstrzygniętych zagadnień, których rozwiązanie będzie możliwem dopiero po ustaleniu bliższego wieku geologicznego południowo-amerykańskich faun ssaków i po ich dokładnem zbadaniu paleontologicznem.

### Ogólne stosunki miocenu.

Młodszy trzeciorząd, czyli neogen, rozpada się na dwa działy główne, miocen i pliocen. Oba posiadają wiele rysów wspólnych w rozprzestrzenieniu i w świecie zwierzęcym i przez to wydają się sobie pokrewne, przynajmniej w naszych europejskich stosunkach. Zwierzęta podobne do słoni, nosorożce, rogate przeżuwacze nadają ich faunie ssaków wspólny rys charakterystyczny, podczas gdy różnice w porównaniu z oligocenem polegają na ustępowaniu lub zanikaniu kreodontów, antracoteriów, form podobnych do przeżuwaczy z całkowitem uzębieniem, i na skąpem występowaniu zwierząt tapirokszałtnych. Śród zwierząt morskich pokrewieństwo miocenu z pliocenem występuje również wyraźniej niż z oligocenem.

W rozkładzie mórz rys najważniejszy stanowi rozwój morza śródładowego, które oddziela Europę od Afryki, od wschodu jednak jest zamknięte i nie ma już żadnego połączenia z oceanem Indyjskim. Z centralnego morza śródziemnego czasów dawniejszych skutkiem odcięcia od wschodu powstało Śródziemne morze wewnętrzne, w naszym dzisiejszem znaczeniu, które w swej formie daleko wprawdzie jeszcze odbiega od teraźniejszego, lecz z którego to ostatnie się wytworzyło. Nie możemy wprawdzie orzec stanowczo, że zamknięcie morza od wschodu odbyło się właśnie na początku miocenu. To tylko twierdzić możemy, że dolny miocen był najstarszym poziomem, podczas osadzania się którego już z pewnością nie istniało dawne połączenie ze wschodem.

Morska fauna mięczaków zbliża się w miocenie znacznie do dzisiejszej: liczba gatunków, które dokładnie się zgadzają z żyjącymi jeszcze obecnie, powiększa się znacznie, gatunki obce ustępują. Dają się rozpoznawać znacznie bardziej określone stosunki geograficzne faun poszczególnych. Podczas gdy np. w starszym trzeciorzędzie u mięczaków wapienia paryskiego rozpoznać można tylko ogólnie ich piętno zwrotnikowe, lub u mięczaków środkowo-oligocenijskiego piasku morskiego tylko odległe zbliżanie się do typów obszaru podzwrotnikowego, to w miocenie są już możliwe znacznie ściślejsze porównania. Tak, fauna morska w Europie posiada już zupełnie wyraźnie charakter dzisiejszej fauny wschodnio-atlantyckiej, spe-





grupy jest dotychczas zupełną jeszcze zagadką. Oczywiście odgałęzienie od pnia głównego musiało nastąpić bardzo wcześnie; stąd bowiem, że już najstarsze formy są silnie wyspecjalizowane, przypuścić należy dłuższy okres ich rozwoju. Posiadają one również w napiętku jeszcze swobodne os centrale, kość, która już u pierwszych kondylartrów zlewa się z innymi lub zanika.

Z innych zwierząt występuje kilka gatunków nosorożców rogatych i bezrogich, dalej prawdziwy tapir i, jako najważniejszy wśród nieparzystokopytnych typ szeregu przodków konia, Anchitherium. Od tej rozpowszechnionej formy, która z Ameryki Północnej przywędrowała, całą faunę ssaków miocenu europejskiego nazywają fauną anchiteryową. Jużśmy podnosili (str. 373), że u tej formy tylko jeden palec dotyka jeszcze ziemi, choć dwa dalsze palce są jeszcze dość silnie rozwinięte na każdej nodze. Śród parzystokopytnych zwierzęta świniokształtne (Hyotherium i Listriodon) oraz przeżuwacze występują kompletniej niż w osadach dawniejszych. Obok jeleni, po części jeszcze bezrogich, po części posiadających rogi wprost widłokształtne (jak żyjący Muntjak z obszaru malajskiego), pojawiają się pierwsze antylopy, ale co prawda dopiero w nieco młodszych utworach miocenkich.

Wreszcie wspomnieć jeszcze należy o małpach prawdziwych i o drapieżnikach. Miejsce kreodontów, rozprzestrzenionych w eocenie i w oligocenie, małym zróżnicowaniem uzębienia i innymi także cechami przypominających jeszcze torbacze i owadożerne, zajęły prawdziwe mięsożerne z zębami ścierwnymi, wyraźnie się różniącymi od zębów szczerbowych i trących. Uzębienie potężnego stopochodnego amficyona posiada przeważnie typ psi, szerokością wszakże zębów sęczkowych zbliża się nieco do charakteru niedźwiedzi (p. str. 355).

Pociągający obraz roztacza miocenska fauna ptasia, o której składzie względnie dobrze jesteśmy poinformowani, zwłaszcza przez prace Milne-Edwardsa nad wykopaliskami francuskimi z wapieni słodkowodnych z Limagne (departament Allier). Więcej niż połowa form opisanych może być uszeregowana pośród rodzajów żyjących teraz, a formy wygasłe są również blisko spokrewnione z typami nowoczesnymi. Reprezentowane są głównie ptaki błotne i wodne, ponieważ miejscem ich występowania jest dawniejsze jezioro słodkowodne. Często występuje wymarły czerwolak; nie są rzadkie również kaczki, pelikany, nury, bekasy, kormorany, kuliki, żółwie, mewy, czaple i jakiś ptak ibisowaty. Znacznie rzadsze są natomiast szczątki chrustkieli, gołębi, kur, ptaków drapieżnych (orzeł, kania, pułacz, sowa), dzięciołów, pliszek, dzierzb i wron. Pewną ilość tych form stwierdzono również w wapieniu słodkowodnym ze Steinheim w Wirtembergu i z Weisenau koło Moguncyi. W Ries koło Nördlingen znaleziono nawet miejsca lęgu pelikanów miocenkich w tamtejszych wapieniach słodkowodnych. Znajdują się tam niezliczone kości tych ptaków, skorupy jaj, łatwe do poznania po pokrywającej je skorupie wapiennej, resztki gniazd. Ich tryb życia był wówczas przybliżenie taki sam jak dziś, ponieważ gnieździły się one, gęsto skupione, na bagnach lub na pływających wyspach w jeziorach.

Pewna liczba ptaków miocenkich, sądząc według stosunków teraźniejszych, wskazywałaby na klimat umiarkowany, inne (papugi, piliki, ibisy, czerwonaki) — na zwrotnikowy.

Coś podobnego dostrzegamy również w innych działach państwa zwierzęcego. Zaznaczyliśmy już, że większość mięczaków morskich odpowiada takim formom, jakie dziś zamieszkują morze Śródziemne. Przyłączają się do nich wszakże typy z wybrzeża Senegambii i z Indyi zachodnich, a więc zwrotnikowe. Do takich należą również korale darniowe miocenu śródziemnomorskiego. Miocenske wapienie litawskie z okolic Wiednia zawierają wielkie darniokształtne pnie *Porites*, *Favia* i rozmaitych typów *Astraea*, a skała przybiera miejscami charakter rafy koralowej, jaka występuje teraz tylko w obszarach zwrotnikowych. A zatem granica północna koralu rafowych pozostawała ta sama podczas okresu kredowego, w ciągu starszego trzeciorzędu aż do górnego miocenu: odpowiada ona północnej granicy Alp. Stąd znowu temperatura musiałaby tu w ciągu całego tego okresu pozostawać w przybliżeniu jednakowa.

Z licznych mięczaków lądowych i słodkowodnych miocenu środkowo-europejskiego, według F. Sandbergera, jedne (z dolnego miocenu) odpowiadają warunkom klimatycznym podzwrotnikowym, inne (z górnego) — południowo-europejskim. Śród owadów wreszcie, znanych w obfitej liczbie gatunków zwłaszcza w Üningen koło Konstancyi, w Radoboju w Kroacji, w Parschlugu w Styryi i z lignitu w Rott, i spokrewnionych przeważnie z obecnie żyjącymi rodzajami, znajdujemy również mieszaninę typów południowo-europejskich i zwrotnikowych. Do tych drugich należą zwłaszcza pewne pluskwiki, piewiki i termity.

W zagadnieniach klimatycznych flora musi być tem bardziej uwzględniona, że znamy ją z licznych miejscowości i z rozmaitych poziomów. Wogóle istnieje większa różnorodność drzew i krzewów, niż dziś w tych samych okolicach, i takie bogactwo gatunków, jakie zwykło występować tylko w krajach cieplejszych. Na klimat łagodniejszy od panującego dziś w Europie środkowej wskazuje również wielka liczba roślin wiecznie zielonych, które nie zmieniają listowia co roku, a z których większość nie mogłaby się oprzeć długiej surowej zimie. Przyłącza się do tego kilka palm, pojedyncze sagowce, zwrotnikowe drzewa figowe i akacje, wymagające gorącego klimatu. W większej wszakże od nich liczbie występują formy, które dowodzą wprawdzie większego ciepła od panującego dziś na północ od Alp, lecz obecnie należą do południowej części pasa umiarkowanego lub co najwyżej mogą być zaliczane do podzwrotnikowych. Ich najbliżsi krewniacy żyjący występują w krajach śródziemnomorskich, w Azji Mniejszej, w Persyi, w Chinach, w Japonii lub w południowej części Stanów Zjednoczonych. Obok tulipanowców, drzew kamforowych, wawrzynu, mirtów, wiecznie zielonych dębów, cyprysników i wielu innych występują także pewne formy, które dziś jeszcze u nas rosną: wierzby, olchy, brzozy, buki, ostokrzewy, klon, czernice, grzybienie i t. d.; dalej obfite topole, wiązy, drzewa ambrowe i mamutowe (*Sequoia*).

Te elementy flory nie są równomiernie rozdzielone w miocenie. Podczas gdy w dolnej części panują typy okolic ciepłych, w miocenie najwyższym pokrój ogólny zbliża się do pokroju cieplejszych okolic umiarkowanych, a obok stojących na drugim planie form środkowo-europejskich wyróżniają się zwłaszcza takie, których najbliższych krewniaków znaleźć można dzisiaj w krajach śródziemnomorskich i w Ameryce Północnej. Między poszczególnymi miejscami występowania, stosownie



do ich bardziej północnego lub bardziej południowego położenia, zachodzą również poważne różnice, które wyraźnie dowodzą obniżania się temperatury ku północy. Gdy porównujemy np. florę szosnicką z pod Wrocławia z florą styryjską lub z oeningeńską, uderza nas cofanie się form, wskazujących na klimat ciepły: brak zupełnie roślin zwrotnikowych i podzwrotnikowych, podczas gdy występują tu jeszcze cyprysniki, drzewa ambrowe i dęby wieczne zielone. Ta nierównomierność w charakterze poszczególnych działów wraz z przedstawionym powyżej faktem, że musimy uznać zmienność w zapotrzebowaniu ciepła przez organizmy, powinna nas ostrzegać przed sądem zbyt stanowczym. Obliczono np. że flora oeningeńska wymagała średniej temperatury rocznej  $18\frac{1}{2}^{\circ}$  C. Ponieważ temperatura ta dziś wynosi około  $9^{\circ}$ , morze zaś stało wówczas znacznie wyżej, niż teraz, a więc Öningen niewiele tylko ponad poziomem morza było wzniesione, to skutkiem tego średnia temperatura roczna podniosłaby się do jakich  $11\frac{1}{2}^{\circ}$  C. Musielibyśmy przeto przyjąć, że w miocenie górnym okolice jeziora Bodeńskiego były o  $7^{\circ}$  C. cieplejsze niż dzisiaj. Taki wniosek jest jednak zbyt pozytywny. To samo tyczy się wszystkich prób oznaczania temperatury rocznej pewnej miejscowości w czasie trzeciorzędowym lub też przedtrzeciorzędowym; zazwyczaj oceny takie wypadają stanowczo zbyt wysoko.

W każdym razie, tyle jest w tem pewnego, że klimat europejski był w miocenie cieplejszy niż dziś. Nic nie może jaskrawiej tego faktu oświetlić, jak występowanie roślin kopalnych na dalekiej północy: różne ekspedycje podbiegunowe znalazły je w wielu punktach prawie tak daleko, jak daleko wogóle wdarł się człowiek w te pustynie lodowe. Wybitny znawca flor pradawnych Heer zbadał starannie cały materiał zebrany tu w latach dawniejszych. Najlepiej poznamy charakter tych flor osobliwych z własnych słów Heera:

„Znamy obecnie 363 gatunki roślin miocenijskich z Islandyi, z Grenlandyi, z Ziemi Grinnella, ze Szpicbergu i z Kanady północnej. Najbardziej północnem miejscem występowania takich roślin jest Ziemia Grinnella pod  $81^{\circ} 45'$  szerokości północnej; zostało ono odkryte w roku 1876 przez kapitana Feildena, przyrodnika ówczesnej angielskiej ekspedycyi podbiegunowej. W czarnym łupku zebrano 30 gatunków roślin, z których 10 należy do drzew iglastych; cyprysnik (*Taxodium distichum*, który obecnie jeszcze rośnie w południowej części Stanów Zjednoczonych) był tam częsty, a znaleziono nie tylko gałęzie misternie pokryte liśćmi, lecz i kwiaty męzkie; świerk jest drugim gatunkiem roślin żyjącym jeszcze obecnie, z którym spotykamy się w tej krainie podbiegunowej, a towarzyszyły mu dwie sosny (*Pinus Feildeniana* i *Pinus polaris*). Szczególny wymarły rodzaj z rodziny cisów stanowi *Feildenia*, która w trzech gatunkach zamieszkiwała najdalszą północ. Wiąz (*Ulmus borealis*) wraz z lipą, dwoma gatunkami brzozy i dwoma — topoli tworzył las liściasty; dwa gatunki leszczyny wraz z kaliną (*Viburnum Nordenskiöldi*) — krzaki; w jeziorze, które tam się znajdować musiało, rósł grzybień (*Nymphaea arctica*), a wybrzeże pokrywały turzyce i trzcina. W tej najdalszej północy spotykamy tedy świat roślinny, który najbardziej się zgadza z takimże światem północnej części pasa umiarkowanego i wymaga średniej temperatury rocznej przynajmniej  $8^{\circ}$  C., podczas gdy obecnie wynosi tam ona  $20^{\circ}$  C. poniżej zera. Najbliższą do opisanej jest flora Szpicbergu, którą znamy w 179 gatunkach z licznych miejsc,

położonych między  $77\frac{1}{2}$ , a  $78\frac{2}{3}$  szerokości północnej. I tu przeważają również drzewa iglaste i cypryśnik, i tu spotykamy świerk i feildenie, lecz do nich przybywa jeszcze cały szereg sosen, jodeł i świerków, dalej kilka drzew mamutowych (*Sequoia*, żyjąca dziś w Kalifornii) i glyptostrobusy; nie brak jednakże i cyprysów, mianowicie występują dwa wytworne gatunki cedrzyńca (*Libocedrus Sabineana*, *Libocedrus gracilis*). Śród drzew liściastych spotykamy topole w siedmiu gatunkach, z których dwa były rozprzestrzenione na całej zachodniej stronie Szpicbergu od zatoki Bel (Belsund)

do zatoki Króla (Kings Bai); wierzby są rzadkie, tak samo olchy, brzozy i baki. Ciekawsze są dwa gatunki wielkolistnych dębów, jeden gatunek płatanu, jeden wiąz, jeden lipy, jeden orzecha włoskiego, dwa magnolie i cztery gatunki klonu, z których jeden (*Acer arcticum*) znaleziono we wspólnych liściach i owocach. Zarosła stanowiły trzy gatunki kaliny, kilka gatunków derenia, kłazy



Fig. 304. Rośliny arcticzne z Grenlandyi: 1) *Populus arctica*; 2) *Viburnum* (Gmel.) 3) *Juglans*; 4) *Pinus sibirica*; 5) *Sequoia Langsdorfi*; 6) owoc. (Weddig & Nyström)

ży (*Nyssa*), głogu i jujuby wraz z leszczyną. Grzybień arktyczny, żabieniec i wrzecznik (*Potamogeton Nordenskiöldi*) wskazują na jezioro słodkowodne, otoczone zapewne gruntem torfiastym, porośłym przez liczne ciborowate (*Cyperus*, *Carex*), jeziogłówki (*Sparganium*) i kosańce. Przeglądając tę florę ze Szpicbergu, dostrzegamy w niej wprawdzie brak wszystkich form strefy gorącej, z drugiej strony wszakże odbiega ona zupełnie od obecnej flory Szpicbergu i wogóle od flory pasa arktycznego; ma ona charakter świata roślinnego strefy umiarkowanej, jaki dziś spotykamy w Niemczech północnych, i pozwala wnioskować o średniej rocznej temperaturze  $9^{\circ}$  C.

„Pokrój nieco bardziej południowy posiada flora kopalna Grenlandyi północnej, którą poznaliśmy bliżej z wybrzeża zachodniego pod  $70^{\circ}$  szerokości północnej. Śród 169 gatunków tam znalezionych, spostrzegamy magnolie



z wiecznie zielonymi liśćmi, podczas gdy oba gatunki szpicberskie miały widocznie liście opadające; dalej mamy w Grenlandyi kasztan, ginkgo, heban (*Diospyros*), sassafras, makklintokje ze skórzastymi liśćmi i *Coculites*. Drzewa mamutowe, cyprysniki i gatunki topoli były tu równie pospolite jak na Szpicbergu; dęby spotykamy w siedmiu gatunkach; miały one po części wielkie, wspaniałe liście, jak również platany i winorośl (rys. 300). Jest to flora, wskazująca na klimat, jaki obecnie spotykamy w okolicach jeziora Genewskiego, np. w Montreux, z średnią temperaturą roczną  $10\frac{1}{2}^{\circ}$  C.

„Że jednak nie tylko Ziemia Grinnella, Grenlandya i Szpicberg posiadały w czasie miocenijskim klimat znacznie cieplejszy niż dzisiaj, dowodzą nam tego flory kopalne z Islandyi, z nad rzeki jeziora Niedźwiedziego w Kanadzie północnej (pod  $65^{\circ}$  szerokości północnej), z Simonowa w zachodniej części Syberyi wschodniej, z Alaski, z Kamczatki i z wyspy Sachalinu. We wszystkich tych krajach zebrano szczątki drzew i krzewów, które o tem świadczą i nie pozwalają wątpić, że wysoka ta temperatura była rozprzestrzeniona w całym pasie arktycznym dokoła ziemi. Podczas gdy podniesienie temperatury o  $9^{\circ}$  C. wystarcza, aby wyjaśnić zjawiska okresu miocenijskiego w Szwajcaryi, inaczej ma się rzecz z pasem arktycznym. Na Szpicbergu pod  $78^{\circ}$  szerokości północnej przyjmowaną jest obecnie średnia temperatura roczna  $-8,6^{\circ}$  C., na Grenlandyi pod  $70^{\circ}$  szerokości północnej  $-7^{\circ}$  C. Dodając  $9^{\circ}$ , otrzymalibyśmy na tej ostatniej tylko  $+2^{\circ}$ , na pierwszym  $+0,4^{\circ}$  C., a na Ziemi Grinnella  $-11^{\circ}$  C., temperatury, w których nie mógł być istnieć znany nam obecnie z tych okolic miocenijski świat roślin; w okolicach tych różnica między niegdyś a dziś wynosić musi  $17\frac{1}{2}^{\circ}$  C., a na Ziemi Grinnella nawet  $28^{\circ}$  C. Niezgodność między florą miocenijską a żyjącą obecnie jest przeto w strefie arktycznej jeszcze znacznie większa niż w umiarkowanej, tak iż wzrasta ona ku północy“.

Poznaliśmy tu jeden z najosobliwszych faktów z historyi ziemi. Słyszeliśmy wprawdzie o podobnych obserwacyach już w starszych systemach, wszakże tam liczba punktów zbadanych była znacznie mniejsza; pozatem zaś zjawisko to nabiera tem większego znaczenia, im bardziej się zbliża do naszych czasów. Bujna roślinność mogła sięgać prawie aż do  $82^{\circ}$  szerokości północnej, gdzie teraz ziemię przez większą część roku pokrywa lód i śnieg, i tylko w ciągu krótkich miesięcy letnich nadzwyczaj uboga roślinność wlecze nędzny żywot. Ziemia Grinnella ze średnią temperaturą roczną  $-20^{\circ}$  C. jest prawie najzimniejszym miejscem na ziemi, jakie wogóle znamy. Jak dziś tak i wówczas skośnie padały promienie słońca na te obszary i pokrywała je noc, trwająca całe miesiące. Jak w takim położeniu geograficznym mogła wzrastać roślinność, którą poznaliśmy wyżej? Dla rozwiązania tej zagadki nie można powoływać się ani na intensywniejsze ciepło ziemi, ani na większe gorąco, wysyłane przez słońce. Mówiliśmy już pierwej o tem, że wewnętrzne ciepło ziemi wogóle nie może być uważane za czynnik istotnie wpływający na klimat. Gdyby słońce wówczas było o tyle gorętsze niż dzisiaj, to wpływ jego zaznaczyłby się także w innych okolicach równomierniej, niż to było w rzeczywistości. Pozatem zmniejszanie się ciepła słonecznego musiałoby postępować ciągle od czasów najdawniejszych do dziś, a skutkiem tego przypuszczalnie aż do końca okresu paleozoicznego gorąco byłoby tak kolosalne, że niepodobnaby

mysleć o jakimkolwiek życiu na ziemi. Jeszcze mniej poważnie mogą być brane pod uwagę fantastyczne przypuszczenia, że cały układ słoneczny przechodził dawniej przez cieplejszą część przestrzeni kosmicznej, lub też że słońce posiadało znacznie większą niż dzisiaj średnicę, nie mówiąc już wcale o przypuszczeniu gęściejszej i wilgotniejszej atmosfery.

Dla objaśnienia tego zagadkowego zjawiska pozostają tedy tylko dwa poglądy godne uwzględnienia. Według jednego przyczynę upatrywaćby należało w odmiennym rozkładzie wody i lądu w czasie miocenijskim, według drugiego—w zmianie geograficznego położenia osi ziemskiej, biegunów i równika.

Najpierw rozważmy nieco bliżej drugi pogląd. Zagadnienie to ma stronę astronomiczną, geofizyczną i czysto geologiczną. Jeszcze w pierwszej połowie przeszłego stulecia C. F. Peters w Pułkowie skonstatował na podstawie specjalnych obserwacji, że szerokość geograficzna tego obserwatorium podlega jakimś drobnym zmianom, nie dającym się objaśnić przez błędy obserwacji. Po Petersie zajmowali się tą kwestyą inni astronomowie, ale stała się ona aktualną od r. 1889, gdy w obserwatoryach Berlina, Poczdamu i Pragi spostrzeżono jednakową zmianę szerokości, wynoszącą około pół sekundy. Od r. 1899 sześć specjalnie w tym celu wzdłuż 38 równoleżnika założonych stacji w Midzusawa (Japonia), Czardżuj (Turkistan), Carloforte (Włochy), Gaithersburg, Cincinnati i Ukiah (Stany Zjednoczone) zajmują się wyłącznie pomiarami szerokości geograficznej. Okazało się, że szerokości geogr. zmieniają się nieustannie, że zmiany te są to dodatnie to odjemne, przy czem gdy na pewnej stacji zmiana jest dodatnia, to na stacji o 180° na wschód położonej jest odjemna. Pomijając mniej ważne szczegóły możemy powiedzieć, że w okresie mniej więcej 14-to miesięcznym oś obrotowa ziemi okrąży główną oś bezwładności, przyczem największe odchylenie od wartości średniej wynosi około  $\frac{1}{4}$  sekundy w obie strony. Wahania wszakże tej wielkości, jakkolwiek ważne są same przez się, byłyby bez znaczenia dla naszego zagadnienia. Tu chodziłoby o to, czy przesunięcia mas w skorupie ziemi, jakie w powolnem tempie zachodzą skutkiem powstawania gór, zapadlin, skutkiem denudacji, tworzenia się osadów i nagromadzenia się lodu, mogą wywołać większe zmiany w położeniu osi ziemskiej. Na pytanie to zwrócił swą uwagę zwłaszcza słynny astronom medyolański Schiaparelli, który w ten sposób streścił swój pogląd: „jeżeli geologowie na podstawie badań w ich dziedzinie dojdą do przypuszczenia wielkich zmian w szerokościach geograficznych na ziemi, to astronomia daleką jest od zakładania bezwzględneho veto”. Później Schiaparelli ponownie powrócił do tego przedmiotu. W swych obliczeniach kolejno zakładał on, że ziemia jest ciałem absolutnie sztywnem, ciałem o łatwo przesuujących się cząstkach, wreszcie ciałem, którego cząstki mogą się wprawdzie przystosowywać do nowego układu sił, lecz dopiero wtedy, gdy napięcia, wytworzone skutkiem przeciwieństwa między kształtem ciała a rozkładem sił, przekroczą pewną granicę. Oczywiście to ostatnie przypuszczenie odpowiada najlepiej rzeczywistym stosunkom ziemi. Z faktu kompensacji mas w skorupie ziemi (p. tom I, str. 121) wynika, że cząstki jej wykonywają ruchy celem zachowania równowagi w skorupie ziemi, a z niedoskonałości kompensacji w różnych miejscach wypływa, że ruchy te cząstek nie następują natychmiast, lecz dopiero po pewnem nagromadzeniu sił zakłócających równowagę. Schiaparelli twierdzi dalej,



że „procesy geologiczne, same przez się błahe, jeśli jednak działają dość długo, mogą być powodem znacznych ruchów bieguna, o ile tylko ziemia nie jest absolutnie sztywna“. Stanowczo tedy przyjąć musimy możliwość nawet znacznych zmian położenia osi ziemskiej, i jest teraz naszym zadaniem zbadać bliżej, jak się zachowują względem tego przypuszczenia dane geologiczne.

Jeżeli z tego punktu widzenia rozpatrywać będziemy północne złoża roślin trzeciorzędowych, to już pobieżny rzut oka wskaże nam, że miejsca występowania roślin kopalnych tworzą wieniec dokoła bieguna. „Biegun“, mówi angielski geolog Houghton, „otoczony jest pierścieniem, z którego tak samo wymknąć się nie może, jak sznur z pułapki, obstawionej dokoła jamnikami“. Mniej więcej pod  $30^{\circ}$  wschodniej długości od Greenwich leżą pokłady roślinne Ziemi króla Karola, a dalej ku zachodowi znany także pokład na Szpicbergu, Grenlandyi w schod., Grenlandyi zachodniej, Ziemi Grinnella, Ziemi Banksa, na Sitce, Alasce, Kamczatce i nad dolną Leną (pod  $65^{\circ}$  szerokości północnej). Podczas okresu trzeciorzędowego biegun z pewnością nie leżał poza tym pierścieniem, chodzi więc tylko o to, czy wewnątrz niego nie zajmował on innego położenia. Uderza tu wprawdzie, że prawie wszystkie daleko na północ wysunięte złoża roślin (Ziemia Grinnella, Ziemia króla Karola, Szpicberg i Grenlandya) leżą po jednej stronie bieguna na przestrzeni między  $30^{\circ}$  na wschód a  $70^{\circ}$  na zachód od Greenwich; jedyne złożo na północ od  $70^{\circ}$  szerokości północnej, które leży poza obrębem tego odcinka, t. j. Ziemia Banksa, jest napływowem nagromadzeniem drzew trzeciorzędowych, które zapewne nie urosły na tem samym miejscu, gdzie leżą obecnie, lecz zostały tam naniesione przez prądy morskie. Rozpatrując natomiast florę złóż Alaski, położonych poniżej  $60^{\circ}$  szerokości północnej, w stronie prawie przeciwległej względem złóż poprzednich, znajdujemy, że mają one piętno równie północne jak łożyska Grenlandyi pod  $70^{\circ}$ , a nawet prawie w tym samym stopniu, co flora kopalna Szpicbergu pod  $78^{\circ}$ .

Wyobraźmy sobie tedy, że biegun północny przesunął się w południku Ferro o  $10^{\circ}$  w stronę Azji północno-wschodniej; uzyskalibyśmy przez to w każdym razie ugrupowanie mniej nienormalne:  $70^{\circ}$  stopień szerokości północnej biegłby wówczas, że użyjemy dla orientacji nazw dzisiejszych, przez środek Szpicbergu i Nowej Ziemi do ujścia Obu, stąd wchodziłby w głąb Syberyi i przebiegałby w pobliżu Irkucka. Przecinałby on najpółnocniejszą część morza Ochockiego i półwyspu Kamczatki, przebiegałby na południe od cieśniny Berynga i docierałby do Ameryki Północnej przy ujściu rzeki Miedzianej. Dalej wchodziłby on w archipelag arktyczno-amerykański, przecinałby tu wyspę księcia Albrechta, wyspę księcia Walii, Devon Północny i dochodziłby do północnej Grenlandyi tam, gdzie dziś leży  $78^{\circ}$  szerokości północnej. Przy tak pomyślanym biegunie żadne łożysko roślin kopalnych nie leżałoby bardziej na północ od  $73^{\circ}$ . Dlatego też złoża Alaski, Sachalinu i t. d. miałyby piętno stosunkowo stanowczo bardziej północne niż złoża Szpicbergu i Grenlandyi.

A. G. Nathorst, jeden z najbardziej powołanych obrońców zmienności położenia osi ziemskiej, uważał przesunięcie bieguna północnego o  $10^{\circ}$  za niewystarczające i sposobem próby przypuścił przesunięcie o  $20^{\circ}$ . W tem założeniu pokłady Czirikajskie nad Leną otrzymałyby najbardziej północne położenie pod  $85^{\circ}$  szeroko-

kości północnej, i do tego możnaby sprowadzać fakt, że z powyższej miejscowości występują małe liście, wyglądające jak zmarniałe. W takim ugrupowaniu wszystkie flory z drzewami o liściach wiecznie zielonych leżałyby poza miocieńskim kołem biegunowym. Którejkolwiek z tych kombinacji dalibyśmy pierwszeństwo, w każdym razie wymienione powyżej miocieńskie znaleziska roślin na dalekiej północy zyskują przez to przesunięcie mniej dziwne położenie względem bieguna. To, że pliocieńska i przedpliocieńska flora Japonii wskazuje na klimat stosunkowo chłodny, daje się łatwo pogodzić z tem położeniem bieguna północnego; tak samo względnie wysoka temperatura Europy, która w trzeciorzędzie byłaby bardziej oddalona od bieguna północnego, niż dziś.

Naturalnie skutki przesunięcia bieguna musiałyby się dać odczuć również na południowej półkuli. Tu hipoteza ta musiałaby przejść próbę ogniową, przede wszystkim w Ameryce Południowej, ponieważ przypuszczalny miocieński biegun południowy przesunął się bliżej do tego lądu. Istotnie, uderza tu pewne zjawisko, które na pierwszy rzut oka zdaje się potwierdzać hipotezę powyższą. Badając skamieliny miocieńskie, po części zaś i eocieńskie, zebrane w Chili mniej więcej pod 35° szerokości południowej, Philippi nie znalazł wśród nich ani jednej, któraby pozwalała wnioskować o klimacie cieplejszym od dzisiejszego. Ale doniosłość tego faktu znacznie zmniejsza się przez to, że dzisiejsza fauna mięczaków Chili ma piętno niższej temperatury skutkiem prądu wody zimnej, płynącego z południa. Rośliny trzeciorzędowe, zebrane w Chili pod 37°, a w Potosi pod 19° 21' szerokości południowej, a przez Engelharda opracowane, odsłaniają wprost fakt niepomysłny, że w tych okolicach w owym czasie panować musiał klimat zwrotnikowy. Z dalekiej północy poznano również w nowszych czasach fakty, istotnie modyfikujące pogląd powyższy.

Podczas wyprawy na wyspy Nowosyberyjskie E. v. Tolla, tak obfitej w ciekawe wyniki, poznano trzeciorzędowy pokład węgla brunatnego w „górach drzewnych“, przedtem za nagromadzenie drzewa napływowego uważanych. Śród zebranych tam szczątków roślin Schmalhausen rozpoznał topole, sekwoje, kwiatostany cyprysników (*Taxodium distichum miocaenicum*), różne dojrzałe owoce, wogóle roślinność, zdradzającą klimat umiarkowany, ale nie bliskość bieguna. Rośliny skały Czirimikajskiej wyrosły, jak wykazał Toll, na tym samym lądzie, co rośliny wysp Nowosyberyjskich, które dopiero bardzo późno oddzieliły się od lądu. A więc i zmarnienie roślin Czirimikajskich traci swą wartość dowodową i sprowadza się do przypadku.

Ponieważ tedy, przypuszczając przesunięcie bieguna, nie dochodzimy do zadawalających wyników, przeto na pierwszy plan wysuwa się stary pogląd, gorąco i zrećźnie broniony przez E. Kokena, że przyczyną zjawisk powyższych były zmiany w rozkładzie wody i lądu. „Dopływ ciepła (w okolicach podbiegunowych) nie jest tak mały, aby koniecznie pociągał za sobą zlodowacenie; musi wszakże bezwarunkowo być powstrzymane promieniowanie ciepła w ciągu trwających miesiące nocy podbiegunowych, jeżeli nie ma ono doprowadzić do ciągłego tworzenia się lodu. Może nawet drzewa wiecznie zielone mogłyby przetrwać noc, zresztą niezupełnie pozbawioną światła, gdyż w tych wysokich szerokościach znajdujemy przecież wrzosowate i drzewa iglaste z wiecznie zielonymi liśćmi; bez ochrony cieplnej



nie mogą się one wszakże obyć. Musi odbywać się nagromadzenie ciepła słonecznego, dopływającego w dzień lub w lecie, muszą istnieć warunki, zmniejszające promieniowanie. Wówczas w pewnych okolicach może być zapewniony byt nawet roślinom cieplejszej strefy umiarkowanej, podczas gdy w przeciwnym razie popadną one w stan zlodowacenia“.—„Jeśli w trzeciorzędzie i wcześniej panowały warunki, przeszkadzające promieniowaniu ciepła koło biegunów i umożliwiające bogatą wegetację roślin, to w pliocenie wystąpiły już pierwsze skutki innego rozkładu, który stopniowo prowadzi do okresu lodowego; ten zaś wypędził wszelkie życie z wysokich szerokości a później osłabił do stanu obecnego, w którym życie organiczne przychodzi ponownie do biegunów“.

Co do kilku systemów geologicznych możemy dowieść, że w wysokich szerokościach północnych panować musiał klimat stosunkowo ciepły. Wiemy dalej, że równikowa okolica „centralnego morza śródziemnego“ w ciągu wszystkich okresów z godną uwagi stałością dawała przytułek faunom, których charakter zwrotnikowy stanowi uderzający kontrast z bardziej umiarkowanym pokrojem faun północnych. Stan ten trwał przez wiele okresów geologicznych i jest, jeśli tak rzecz można, zapewne normalny. Nadzwyczajnym tylko epizodem byłoby wówczas stopniowe pogarszanie się klimatu, które zaczyna się chyba już w miocenie, postępuje w pliocenie, a dochodzi do szczytu w okresie lodowym. Strefy klimatyczne, jak to z faktów geologicznych wiemy, istniały zawsze, a od trzeciorzędu młodszego ostrzej się tylko odgraniczyły. Jeśli tedy wyjdziemy ze stanu ziemi, nazwanego normalnym, to zagadnienie nasze zbiegnie się z kwestią przyczyny okresu lodowego. Z góry musimy tu zauważyć, że dotychczas rozbiły się wszystkie próby sprowadzenia szczególnego zjawiska okresu lodowego do ogólnych przyczyn kosmicznych. Oczywiście nadaje to obecnie przewagę hipotezie, ograniczającej się do współdziałania wielu przyczyn lokalnych, jakimi są zmiany w rozkładzie wody i lądu. W każdym razie stanowczy sąd jest dziś jeszcze niemożliwy. Wiemy wprawdzie, że różnice w zarysie lądów i rozprzestrzenieniu oceanów wywierają wpływ znaczny na klimat, czy wszakże w potrzebnej tu mierze—to pytanie. O ile sądzić możemy, w żadnym okresie historii ziemi nie zaszły w ukształtowaniu lądów zmiany większe, niż w trzeciorzędzie; jeśli więc w tym okresie zaszły zmiany klimatyczne, to zgadza się to z hipotezą. Widzimy jednak, że okres lodowy jest rozdzielony przez jeden a nawet dwa „okresy międzylodowcowe“ z klimatem umiarkowanym, widzimy dalej, że z końcem okresu lodowego ziemia dąży znowu do lepszego stanu, choć nie możemy wykazać lub choćby tylko domyślać się równolegle biegnących zmian w rozkładzie powłoki ciekłej i stałej. Nie zgadza się z tym poglądem również zlodowacenie dyluwialne, stwierdzone w zbliżonych do równika okolicach Ameryki Południowej. Jakiśmy widzieli, wybitnie występują już teraz pewne zasadnicze rysy geograficzno-fizyczne i klimatyczne dawniejszych okresów historii ziemi. Uda się również z pewnością stopniowe rozwikłanie szczegółów, dotyczących rozmiaru i czasu tych zmian. A wówczas może rozwiązanie zagadnień, które nas teraz tak żywo zajmują, przyjdzie, jako owoc dojrzały, samo przez się.

## Miocen w Europie.

Rozprzestrzenienie morza w Europie i jej okolicy zmieniło się znacznie z początkiem miocenu: cofnęło się ono na północy, rozszerzyło się natomiast w okolicach bardziej południowych. W Niemczech północnych występowanie jego ogranicza się do zatoki, która na wschodzie zaczynała się pod Wismarem; dalej ku zachodowi osady jej mamy w Szlezwigu-Holsztynie, na wyspach Fryzyjskich, na całej szerokiej nizinie aż do granic Holandyi, w większej części Holandyi, wreszcie w małej części Belgii pod Antwerpią. Świat ożywiony tej zatoki morskiej jest dość ubogi w porównaniu z fauną obszaru śródziemnomorskiego; uderza zwłaszcza rzadkość form dużych z grubą skorupą, co zapewne zależy od bardziej północnego położenia.

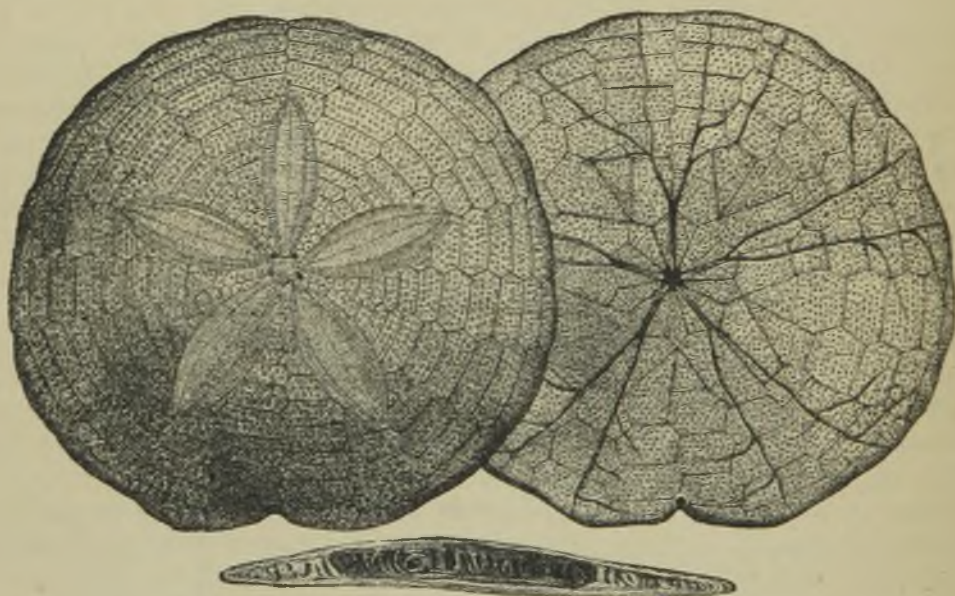
Zagłębie mogunckie, które już w górnym oligocenie nie posiadało czysto morskiego rozwoju, w czasie miocenijskim stało się zagłębiem zupełnie śródładowym. W najniższym miocenie, w jego warstwach certytowych znajduje się jeszcze sporo form morskich obok form wód słonawych i słodkich. W pewnych punktach (np. w Hochheim między Frankfurtem a Moguncją) zawierają one mnóstwo naniesionych ślimaków lądowych, które dają nam całkowity obraz ówczesnych przedstawicieli tego działu. Podobnie występują te dolnomiocenijskie ślimaki lądowe miejscami i w Niemczech południowych, najpiękniej jednak koło Tucharzyc i Kolozruk w Czechach. Leżące wyżej warstwy korbikulo-we zagłębia mogunckiego zawierają przeważnie formy lądowe i słodkowodne, zmieszane z niezlicznymi tylko słonawowodnami, a najmłodsze ogniwo miocenu tej okolicy, tak zwane warstwy litorynelle, poucza, że w tym czasie wysłodzenie zagłębia było już dokonane. Osady te (np. w Weisenau) są ważne z powodu mnogości kopalnych szczątków ssaków.

Środek ciężkości rozwoju miocenu nie leży wszakże w tych okolicach, lecz w występowaniach na wybrzeżu atlantyckim i w ówczesnym morzu Śródziemnym. Na zachodnim wybrzeżu Francyi morze w dolnym miocenie jest szeroko rozpostarte, i osady jego w kilku wielkich zatokach wdzierają się daleko w głąb lądu. Jedna zatoka odpowiada dolinie Loary, druga większa—dorzeczu Girondy, gdzie „faluny“ okolic Bordeaux są od dawna znane z mnóstwa swych skamieniałości. Utwory morskie sięgają tu tak daleko w głąb lądu, iż przypuszczano istnienie kanału, łączącego ocean Atlantycki z morzem Śródziemnym; ale na dział wodnym między obu morzami występują miocenijskie osady słodkowodne. Na wybrzeżu portugalskiem, w południowo-zachodniej Hiszpanii i w Afryce północno-zachodniej, w Maroku, znajdują się również w szerokim rozprzestrzenieniu morskie warstwy miocenijskie. Ważne są tu utwory, które z okolicy Sewilli wdzierają się w głąb dorzecza Gwadalkiwiru, przekraczają dział wodny, tworząc w ten sposób nieprzerwany łańcuch występowania morskich. A zatem ówczesne morze Śródziemne było tu połączone z oceanem Atlantyckim, podczas gdy cieśnina Gibraltarska była jeszcze zamknięta.

Morze Śródziemne było wówczas znacznie inaczej ukształtowane, niż dzisiaj. Wzdłuż wschodniego wybrzeża Hiszpanii rozszerzało się ono na pół-



noc, szeroko wkraczało w dorzecze Rodanu, a stąd wązkim kanałem ciągnęło się wzdłuż zachodniego i północnego brzegu Alp przez Szwajcaryę, część górnej Szwabii, południową Bawaryę, przez Salzburg, górną i dolną Austryę do okolic Wiednia. Alpy tworzyły w ówczesnem morzu Śródziemnem długą, górzystą wyspę. Pod Wiedniem wązki kanał, ciągnący się wzdłuż północnego brzegu Alp, uchodził do obszernego zagłębia. Jednocześnie zachodzi podział morza przez nową wyspę, wydłużoną podobnie jak alpejska, przez Karpaty. Stąd ciągnęła się zatoka wzdłuż północnej krawędzi Karpat do Moraw, Górnego Śląska, Galicyi i Rumunii; druga wielka odnoga wchodzi do olbrzymiego zagłębia panońskiego, które obejmuje niż węgierski, część Styryi i Krainy, Chorwacyę i Sławonię, a ramionami wkracza do najbardziej północnej Bośni i do Siedmiogrodu.



Rys. 301. Scutella, od strony grzbietowej i brzusznej. U dołu przełam poprzeczny z charakterystycznymi filarami wapiennymi. (Według Desora).

Od Hiszpanii i Francyi południowej osady otwartego morza Śródziemnego rozciągały się aż do Algieru i do Włoch, których nizinne części składają się przeważnie z osadów miocęńskich; Sycylia była również prawie zupełnie pokryta przez morze, podczas gdy Malta zbudowana jest całkowicie z miocęńskich utworów morskich. Na wschodniem wybrzeżu Włoch ciągnęła się także wązka odnoga morska na północ, rozszerzała się na równinie Padu i wdierała się w doliny Alp południowych; natomiast morze Adryatyckie było po większej części lądem, na którym tak samo jak w Dalmacyi, w południowej Bośni i w Hercegowinie występują małe jeziora słodkowodne ze swoistą fauną ślimaków. Dopiero na południu Adryatyku, w Albanii, morze miocęńskie dosięga brzegu dzisiejszego. Ku wschodowi rozszerza się ono, jak dowodzą osady morskie południowej Azji Mniejszej i Cypru. Nie docierają one wszakże do obszaru morza Egej-

skiego; podobnież zdaje się, że w zaraniu czasu miocenijskiego na północnym wybrzeżu Afryki nie tworzyły się żadne osady morskie; nie dochodzą one również do wybrzeża syryjskiego. Natomiast we wschodniej Azji Mniejszej docierają one prawie aż do brzegu morza Czarnego; Abich wykazał je w wielkim rozprzestrzenieniu w Armenii, a Tietze — w Persyi. Ciągnie się tu zatem ku wschodowi wielka zatoka, której końca jeszcze nie znamy, która wszakże, sądząc z charakteru fauny, nie mogła być połączona z oceanem Indyjskim.

Osady miocenu dolnego są rozmaite. Koło Bordeaux znajdują się osady piaszczyste, bogate w muszle morskie, faluny Saucats i Léognan. W górnych Włoszech należą tu turyńskie piaski serpentynowe i szereg innych utworów o zmiennym rozwoju facjalnym. Jako szczególny sposób wykształcenia najgłębszych warstw miocenijskich występują w wielkim rozprzestrzenieniu warstwy schioskie, osady przeważnie piaszczyste lub wapienne, wyróżniające się występowaniem pewnych przegrzebków i licznych jeżowców, zwłaszcza osobliwych płaskich skutelli (rys. 301).

Szczególne są osady miocenu maltańskie, z których składa się cała wyspa i które w zupełnie prawie poziomem uwarstwieniu tworzą również



Rys. 302. Balanus (pajki): na prawo okaz całkowity; na lewo pojedyncza płytki wapienna, nieco powiększona, od wewnątrz.

najbardziej znaczące powyżej 200 m się wznoszące wyniosłości wyspy. Ponieważ podstawę wyspy stanowi miocen dolny, części wyższe — górny, należałoby się spodziewać, że te same warstwy występują również tak samo na przeciwległym wybrzeżu Afryki, należałoby mniemać, że brzeg morza miocenijskiego będzie można tam znaleźć na wysokości 200—300 m nad dzisiejszym poziomem morza. Atoli tak nie jest: miocenijskie utwory morskie nie dosięgają brzegu Tunisu; musiały tu zajść przeto poważne zmiany. Malta przedstawia horst (p. t. I, str. 365), niby filar starego miocenijskiego dna morskiego, który pozostał, podczas gdy cały ląd otaczający zapadł się wzdłuż szczelin w głąb ziemi.

W pasach podalpejskich Szwajcaryi i Bawaryi nasz poziom zastąpiony jest przez dość jednostajną górną molasę morską. Jako „podjurajska molasa morska“ wdziera się on w doliny gór Jura, leży u stóp Alby szwabskiej, na wapieniu jurajskim Pasawy, opasuje południową krawędź masywu czeskiego w dolnej Austrii, i sięga aż do Moraw północnych. Szczególnie rozmaitem jest wykształcenie tego poziomu w okolicy dolnoaustriackiego miasteczka Horn, które tym osadom nadało miano warstw horneńskich. Znajdują się tu mianowicie bogate w muszle piaski o bardzo różnorodnem wykształceniu, zależnie od tego, czy osadziły się one przy płaskim lub stromym wybrzeżu, czy też w pewnej odległości od brzegu. Płaskiemu brzegowi odpowiadają np. piaski Gauderndorfskie z licznymi tellinami, okładniczkami (Solen) i t. d., podczas gdy grube piaski i wapienie mszywiolowe Eggenburskie utworzyły się w nadbrzeżnej kipieli morskiej



i ujawniają wyraźnie sposób swego powstania: widać tu ściany granitowe, które w czasie mioceniśkim tworzyły brzeg tego morza. Na wygładzonych skałach tkwią jeszcze pąkle (*Balanus*, rys. 302), które przed niezliczonymi tysiącami lat osiadły tu wśród łamiących się fal, a obok leżą osady, nagromadzone przez silnie poruszane fale.

Rozprzestrzenienie miocenu dolnego w okolicach Wiednia rzuca światło na ówczesne procesy górotwórcze. Jak to już wcześniej i szczegółowiej wyłożyliśmy (t. I, str. 386), pasmo alpejskie urywa się raptownie koło Wiednia, jego ciąg dalszy ku wschodowi opuścił się w głąb w załamie kotlinowym, a szeroka zatoka wrzyna się na południe aż do podnóża przełęczy Semmeringu. Ta wewnątrz alpejska część zagłębia wiedeńskiego jest wypełniona potężnymi utworami trzeciorzędowymi. Ale podczas gdy warstwy młodsze występują w wielkich masach, dolnego miocenu brak tu zupełnie, pozostaje on poza krawędzią zewnętrzną zatoki: oczywiście utworzyła się ona dopiero po osadzeniu się tych warstw. Możemy stąd ściśle oznaczyć czas powstania wiedeńskiego załamu kotlinowego: bezpośrednio po utworzeniu miocenu dolnego, a przed utworzeniem górnego. Zdaje się, iż tyczy się to również innych załamów kotlinowych, które obrzeżają wschodni bok Alp styryjskich (por. t. I, str. 386).



Rys. 303. Skorupka skrzydłonoga (*Vaginella*).

Lecz jeszcze innego rodzaju szczególny stosunek zachodzi na dalekiej przestrzeni między osadami miocenu dolnego a budową górską Alp. Gdzie osady te przypierają blisko do gór, są one wydzwignięte i zaburzone, podczas gdy górne warstwy mioceniśkie są zupełnie jeszcze nie zaburzone nawet tam, gdzie dotykają bezpośrednio brzegu Alp. Od końca przeto miocenu dolnego nie zachodziły tu już więcej żadne wielkie zmiany tektoniczne. Wprawdzie spokój nie jest zupełny, jak dowodzą liczne trzęsienia ziemi na tym obszarze; ale od tego czasu Alpy znajdują się we względnym spoczynku tektonicznym, co do którego orzec nie możemy, czy jest on ostateczny, czy też ustąpi znowu później ruchowi, który rozpocznie się z nową siłą. W każdym razie w Alpach spokój nastąpił już od znacznie dłuższego czasu niż w innych blisko sąsiadujących okolicach. Naprzykład, w małych górach zachodnioslawońskich na północ od Sawy koło Brodu i Nowej Gradyski został wydzwignięty nie tylko miocen górny, lecz również jeszcze młodsze ogniwa trzeciorzędu, dolny i środkowy pliocen. Znacznie wspanialsze znajdujemy wszakże zaburzenia młodszych osadów na Kaukazie, gdzie młodomioceniśkie utwory morskie skutkiem wypiętrzenia gór znalazły się na poziomie powyżej 2000 m nad morzem. A zatem rozprzestrzenienie nawet tak młodych warstw jest w niektórych wypadkach niezależne od obecnego przebiegu gór pasmowych, i należy być ostrożnym przy rozstrzyganiu pytania, czy pasmo takie może uchodzić za dawniejsze wybrzeże morza z ubiegłego okresu.

Na ziemiach austriackich, wyjąwszy niż wewnątrz-alpejski, w wielu miejscach na granicy między dolnym a górnym mioceniem występuje szczególny utwór pośredni, który otrzymał miano „szliru“, a który, jak miocen dolny, został jeszcze dotknięty przez wypiętrzenie Alp. Są to niebiesko-szare, łyszczycowate, często nieco piaszczyste iły lub margle, w jednostajnym rozwoju rozpostarte na znacznych obszarach; zawierają one często gips, a w niektórych punktach z iłów tych wytryskują źródła

słone, jodowe i gorzkie. Fauna jest przeważnie monotonna, zawiera wszakże niektóre formy, zazwyczaj rzadkie w utworach mioceńskich inaczej rozwiniętych. Znajdują się więc często skorupy łodzika (*Aturia Aturi*), kilka charakterystycznych małżów, jak *Pecten denudatus* i *Solenomya Döderleini*, a niekiedy mnogie małe skorupki z gromady skrzydłonogów (rys. 303), zwierzątek, które są pokrewne ślimakom, zaopatrzone w osobliwe płetwy wiosłokształtne, i żyją pływając w otwartym morzu. Wreszcie dość rozprzestrzenione są łuski ryby, pokrewnej sardelom, *Meletta sardinites*. Koło Ottnangu w górnej Austrii szlir zawiera faunę nieco bogatszą, która, według R. Hörnasa, przypomina faunę glin pleurotomowych. Z Austrii dolnej warstwy te ciągną się dalej wzdłuż północnej krawędzi Karpatów przez Morawy do Galicji, gdzie do nich są zaliczane potężnie rozwinięte utwory solne Wieliczki, Bochni, Kałusza i t. d., oraz także utwory Mołdawii i Siedmiogrodu. Zwłaszcza Th. Fuchs dowiódł istnienia utworów podobnych i prawdopodobnie rówieśnych także w różnych innych okolicach, jak we Włoszech, od krawędzi Alp aż do Sycylii, i na Malcie, dalej w południowo-zachodniej Azji Mniejszej. Przypuszczają nawet, że wspaniałe rozwinięta formacja gipsowa i solna, która od Kaukazu przez Armenię i Persję ciągnie się aż do granic Indyi, należy również do tego poziomu. Zagadkowy jest jeszcze sposób powstania szliru. Podczas gdy skrzydłonogi i *Nautilus* wskazują na otwarte morze i na głęboką wodę, jako na miejsce powstawania osadu, zawartość gipsu i soli przemawia znowu za istnieniem w pewnym przynajmniej stopniu zacieśnionego zagłębia śródłądowego, gdzie woda mogła parować a zawarte w niej części mineralne mogły się wydzielać.

W okolicy na północ od Alp austriackich i na Morawach przejście do górnego miocenu stanowi osad słonawo-wodny, obfitujący w muszle, warstwy oncophorowe, które dalej na zachód ustępują miejsca utworowi słodkowodnemu warstw kirchberskich. W okresie tym skutkiem zapadnięcia powstała zatoka wewnątrzalpejska, a w niej występują przede wszystkim słabo rozwinięte pokłady węgla brunatnego, które zyskują większą rozciągłość tylko w kilku punktach, położonych na jej krawędzi, a potem dalej na południe, w Styrii. Zarówno w obszarze wewnątrzalpejskim jak poza nim następują utwory morskie z fauną mieszaną, w której równoważą się prawie elementy dolno i górnomioceńskie, warstwy grundzkie, a wreszcie typowe ogniwa miocenu górnego z drugą fauną śródziemnomorską. Rozmaitość tego piętra jest tak wielka, a wykształcenie jego tak zmienne, że przez czas długi mniemano, iż przyjąć w niem należy większą ilość poziomów różnych wiekiem. Dopiero stopniowo przekonano się, że wszystkie te utwory, tak z pozoru do siebie niepodobne,



Rys. 304. Wodorost wydzielający wapno (*Lithothamnium*): 1) buła litotamniowa; 2) skorupka ślimaka (*Cerithium vulgatum*) otoczona korą litotamniową.



są jednoczesne. W płytkiej mocno falującej wodzie powstały utwory przybrzeżne wapieni litawskich, zbudowane przeważnie ze szkieletów wodorostów, wydzielających wapno, litotamniów lub nulliporów (rys. 304), ale miejscami zawierające również wielkie mnóstwo koralów rafowych. Trafiają się tu wielkie gruboskorupowe jeżowce (*Clypeaster*) i mięczaki; ich wspaniałe skorupy niewiele tylko co do piękności ustępować musiały muszłom raf zwrotnikowych za naszych dni. Niestety, zachowało się z nich stosunkowo mało, gdyż skorupy większości małżów i ślimaków zostały rozpuszczone, pozostały zaś tylko wypełnienia ich wnętrza przez masę skalną—jądra kamienne. Wyjątek stanowią tylko ostrygi, przegrzebki i kilka innych. Wapień litawski jest kamieniem budowlanym Wiednia; jak Paryż jest zbudowany przeważnie ze skorupki otwornic, tak Wiedeń, o ile chodzi o kamienie ciosowe, ze szkieletów wodorostów wapiennych.

Podczas gdy wapień litawski reprezentuje utwory przybrzeżne, w głębiach osadzał się grubej miąższości ił błękitno-szary, nadzwyczajnie bogaty w skamieniałości, z niezliczonymi skorupami ślimaków, małemi i średniej wielkości, z nielicznymi małżami i pojedynczymi koralami; w ile tym rolę wybitną gra zwłaszcza rodzaj *Pleurotoma*, a dalej *Fusus*, *Natica*, *Nassa* i t. d.: jest to najczystszy typ rozwoju iłów pleurotomowych. Ten tegel badeński jest chyba najbardziej rozprzestrzeniony z pośród wszystkich utworów zagłębia wiedeńskiego; jego skamieliny znaleźć można prawie we wszystkich zbiorach paleontologicznych. Obok tych obu ogniw najważniejszych, w górnym miocenie zagłębia wiedeńskiego występują jeszcze liczne inne utwory, jak piaski pötzleinsdorfskie, margle Gainfarnu, i pewna liczba innych mniejszego znaczenia. W innych okolicach górnomiocenne osady morskie zgadzają się również bardzo z osadami zagłębia wiedeńskiego. Iły pleurotomowe podobne do badeńskich są znane we Włoszech górnych i środkowych, jako piętro tortońskie czyli tortonien; wapień litotamniowy w rodzaju litawskich występują na Sycylii, Malcie, Korsyce i Sardynii.

W rozkładzie wody i ładu miocen górny w wielu razach odbiega od dolnego. Na wybrzeżu atlantyckim morze rozlewa się szerzej, ponieważ wchodzi daleko w dorzecze Loary, gdzie o dawniejszej jego obecności świadczy pewna liczba małych erozyjnych wysepek piaszczystych, bogatych w skamieliny, faluny Touraine; w okolicy Bordeaux, piętro nasze jest reprezentowane przez faluny z Salles, które leżą prawidłowo na starszych warstwach w Saucats i Léognan. Różnice są znacznie większe w obszarze śródziemnomorskim. Miocen górny wdziera się wprawdzie w zatokę adriatycką, lecz już nie zajmuje owej wydłużonej cieśniny, która stąd wzdłuż północnej krawędzi Alp ciągnęła się aż do okolic Wiednia: na całej tej przestrzeni nie odkryto jeszcze nigdy ani śladu osadów tego wieku. Ich miejsce zajmują tu często osady śródlądowe, górna molasa słodkowodna, do której należą wśród innych także słynne osady Öligeńskie pod Konstancją z ich licznymi szczątkami roślin i owadów; utwory morskie Wiednia, Styryi i niżu węgierskiego nie łączą się już na tej drodze z resztą morza.

Jeśli tu widzimy zwięźlenie powłoki wodnej, to w innym kierunku daje się zauważyć jej przekraczanie. Drugie piętro śródziemnomorskie ku północ-wschodowi rozszerza się ogromnie, wzdłuż Karpat wdziera się ono do Galicyi, pojedynczymi zatokami wciska się głęboko w zachodnio-galicyjski pas fliszowy, ciągnie

się odnogą aż na Śląsk Pruski, a z drugiej strony przez Podole, Bukowinę i Mołdawię do Rosji południowej, gdzie występowanie jego aż do brzegów morza Azowskiego zostało dowiedzione zwłaszcza przez Andrusowa. Nigdzie wszakże nie dochodzi ono do południowego brzegu morza Czarnego: zagłębienie to, jak morze Egejskie, powstało dopiero znacznie później skutkiem załamu. W zagłębieniu węgierskiem dostrzegamy również znaczniejszy zalew wody. Pod Białogrodem istnieją morskie warstwy górnego miocenu, skąd doliną Morawy wciskają się one w głąb Serbii, a ku wschodowi również możemy je wysledzić aż do Bułgarii, gdzie obnażają się koło Plewny i stanowią grunt pola bitwy z roku 1878.

Rozpatrując tę wielką ciągłą taflę wodną, która, przzerwana wielkimi wyspami, ciągnie się od Wiednia do Kerczu, od Górnego Śląska do wnętrza Serbii, widzimy, że jest ona ze wszystkich stron odosobniona, gdyż nigdzie wykazać nie możemy połączenia z innymi morzami. Lecz odosobnienie to może być tylko pozorne; musiało gdzieś istnieć połączenie z morzem leżącym na południu. Równie bogate życie zwierzęce, jak poznane w drugiej faunie śródziemnomorskiej, zwłaszcza w okolicy Wiednia i w zagłębieniu węgierskiem, a więc fauna obejmująca powyżej 1000 samych mięczaków morskich, mnóstwo koralów, jeżowców, mszywiolów, otwornic, fauna taka nie mogła żyć w zamkniętym jeziorze wewnętrznym. Gdzie jednak prowadziła owa droga na zewnątrz? Że stara cieśnina morska na północnej krawędzi Alp już nie istniała, wynika to nie tylko z braku morskich utworów górnomiocenijskich na całej przestrzeni od doliny Rodanu do Wiednia, lecz jeszcze bardziej stanowczo z utworów słodkowodnych tego wieku na pomienionej przestrzeni. Druga linia, o której myślećby można, prowadzi od południowo-zachodniej części zagłębienia węgiersko-styryjskiego do morza Adryatyckiego. Lecz tu między miocenijskimi osadami morskimi a Adryatykiem leży szeroki pas gór, a nadto wschodnia część Adryatyku była wówczas lądem. Można twierdzić, że w czasie pomioceńskim nie zaszło tu już żadne wypiętrzenie, któreby mogło zatrzeć ślady dawniejszej cieśniny; a więc i istnienie jej na tem miejscu musimy uznać za nieprawdopodobne. Pozostają dwie tylko możliwości. Albo z Serbii przez dolinę Morawy biegło połączenie ku Albanii i ku osadom miocenijskim obnażonym na wybrzeżu tego kraju, albo też z Rosji południowej droga wodna prowadziła do Armenii, której utwory morskie przypuszczalnie były jeszcze wówczas przez Azyę Mniejszą połączone z morzem otwartym, tak samo jak w czasie pierwszego piętra śródziemnomorskiego. Oba te przypuszczenia są hipotezami. Nie możemy jednak chyba wątpić o tem, że jedno lub drugie jest słuszne, aczkolwiek na obu drogach znajdują się dziś znaczne góry.

Zwracając się do morza Śródziemnego w znaczeniu dzisiejszem, widzimy, że miocen górny w morskim rozwoju pokrywa prawie wszystkie te okolice, w których poznaliśmy miocen dolny. Czy z południowo-wschodniej Azji Mniejszej, gdzie w pobliżu Tarsu w Cylicyi warstwy nasze są jeszcze doskonale rozwinięte, istnieje przedłużenie do Armenii, rozstrzygnąć niepodobna, gdyż osady w głębi Azji Mniejszej są jeszcze niedostatecznie zbadane. Bardzo prawdopodobnem jest wszakże, że takie przedłużenie istniało. Natomiast z Persyi stanowczo są znane tylko utwory dolnego miocenu.



Wreszcie osady morskie, zestawiane jako rówieśne z warstwami grundzkiem, najniższym poziomem górnego miocenu, występują w wielkim rozprzestrzenieniu w najbardziej północno-wschodniej części Afryki. Najważniejsze miejsca obnażeń leżą w pustyni Libijskiej, w oazie Siwah, gdzie w starożytności znajdowała się świątynia Jowisza Ammona, dalej na wyniosłościach, które otaczają przesmyk suezki. Tu osady te wkraczają w dzisiejszy obszar morza Czerwonego. Ponieważ głęboka jego zapadlina wówczas jeszcze nie istniała, przeto i tu nie było wcale związku z oceanem Indyjskim, lub też był związek tylko czasowy. Skamieliny w północno-afrykańskich osadach miocenijskich mają charakter nawskroś śródziemnomorski, wyjąwszy jedyne małża (*Carolia*), spokrewnionego z *Placuna*, rodzajem, występującym dziś tylko w oceanie Indyjskim i Spokojnym.

### Osady Sarmackie.

Podczas gdy morska fauna miocenijska rozwija się normalnie na obszarze teraźniejszego morza Śródziemnego i oceanu Atlantyckiego, w wielkim wewnętrznym morzu wschodnio-europejskim, obejmującym zatokę wiedeńską, zagłębienie pannońskie i jego odnogi, dalej osady na północnym brzegu Karpatów, nad dolnym Dunajem i nad morzem Czarnym, zachodzą szczególne zmiany. Od Wiednia aż do wschodniego brzegu morza Aralskiego występują osady najwyższego miocenu z ubogą, osobliwą fauną, które od Suessa otrzymały nazwę piętra Sarmackiego: są to warstwy ilaste, wapienne lub piaszczyste. Mięczaki ich należą wprawdzie przeważnie do typów morskich, lecz obok nich znajdują się w szerokim rozprzestrzenieniu pewne formy, zwłaszcza przynależne do rodzaju *Hydrobia*, które żyją w wodzie słodkiej lub słonawej, lecz nie mocno słonej. W pokroju fauny znajdujemy podobieństwo do fauny, żyjącej obecnie w morzu Czarnym. Nie polega ono wszakże na rzeczywiście blizkim pokrewieństwie większości typów, lecz tylko na analogii, wynikającej z jednakowych zewnętrznych warunków życiowych. Stąd zagłębienie sarmackie wystawiać sobie musimy jako zamknięte morze wewnętrzne, które pozostawało tylko w ograniczonym połączeniu z oceanem otwartym, skutkiem zaś wlewania się doń wielkich rzek miało nieco mniejszą zawartość soli i pod tym względem prawdopodobnie pozostawało jeszcze w tyle za morzem Czarnym takim, jakim jest ono obecnie.

Morze Sarmackie sięgało na zachód do Wiednia a stąd rozszerzało się na Węgry i na dorzecze dolnego Dunaju, pokrywało znaczną część Rosyi południowej, obszar morza Czarnego i ciągnęło się na południe aż do regionu morza Egejskiego, gdzie pod Troją i na półwyspie Chalkidike znajdują się najdalej wysunięte osady. Nie dochodziło ono do bardziej południowych części Archipelagu. Tu w wielu punktach występują utwory słodkowodne tegoż wieku; na ziemiach, otaczających otwarte morze Śródziemne, również nie występują osady sarmackie, jak przez pewien czas tak mniemano. Od morza Czarnego utwory sarmackie rozszerzają się na obszar kaspijski i na Kaukaz, gdzie według Abicha wznoszą się ponad 2000 m nad poziomem morza, i ciągną się dalej na wschód

przez morze Aralskie, na którego brzegu wschodnim Barbot de Marty stwierdził najdalej na wschód występujące występowanie na wybrzeżu Ust'-Uru. Zapewne występy szarnackie ciągną się jeszcze dalej na wschód. Zresztą ustalona obecnie nieciągłość zagłębia szarnackiego jest prawie równa obszarowi teraźniejszego morza Śródziemnego.

Podczas góły morze Śródziemne wielkiem bogactwem form przewyższa stanowczo przytłagłe obszary osadki Adantydyjskiej, fauna szarnacka jest uboga pod względem rozmaitości i wielkości reprezentacji; odznacza się jako szczególnie pozbawiona typów gwałtownych. Brak jej zupełnie głowonogów, ramienionogów, szkielety, korali, a w reprezentowanych grupach zwierząt większych prawie również odznaczają się nieobecnością. Śród małżów i ślimaków niema żadnych dużych form i żadnego z rodzajów, trypych obecnie w morzach ciepłostrefnych, jak *Urosalpinx*, *Volva*, *Mitra*, *Terebra*, *Cyprina*, *Tritonium*, *Spondylus* i t. d. Rolniarce zaś wykazują się reprezentowane również przeważnie przez niepozorne gatunki, które ukazują się po części w zmieniającej zmienności i w nielicznej liczbie. Poza mięczakami znajduje się miejscami wiele mszystych, dalej roślinożerców i kilka innych mało pokazywanych typów.

Kontrast z tem etapem urosobieniem w rezerwie bezkręgowce stanowi rozwój kręgowców morskich: liczne są ryby i ichtiofauna, lecz przedewszystkiem silnie jest reprezentowany element, słabo tylko przedstawiony w morskich utworach śródziemnomorskich: mianowicie ssaki morskie.

W wielkiej ilości znajdują się też, liczne delfiny, małe waleny bezzębne i osobliwej budowy rodzaj krów morskich *Pachycetia*, a najbardziej liczni koźmi i wąsogłowi karniaki różnolowymi. Łodzień szczątków tych zwierząt dostarczyły górniki z Nassdorfu i Hernalser pod Wiednem, wydobyte w nie szarnackim, jak również wiele pozostało w Ramzais, w południowej Rosyi i w okolicy Tret.

Dostrzegamy tu nadzwyczaj głęboko sięgającą zmianę w rozmaitości fauny morza: nie tylko szczątkowa, nie tylko z nią zgodna w prawie przekształcenie ssaków lądowych. W wielu miejscach w warstwach szarnackich znalazłono szczątki tych zwierząt naderwane przez wody, są to jednak sensie te same formy, co w starszych utworach móreńskich. *Mastodon angustidens*, *Lissonotus spondylus*, *Amelionium Aurelianense* są i tu charakterystyczne.

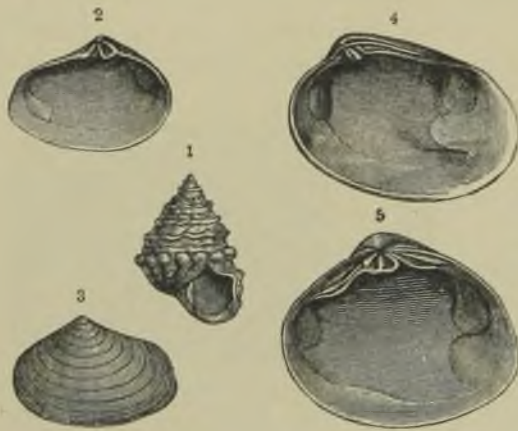
W wschodniej części swego obszaru rozprzestrzenienia warstwy szarnackie leżą przeważnie na osadkach śródziemnomorskich. Na wschodnie wszakże ciągną się one znacznie dalej i w większej części Rosyi południowej i w wschodnio-azyjskich miejscach otaczają leżą one niegodnie i przekraczająco na skrajach szarych. Porównując je do siebie skamieniały tych dwóch różnych okolic, dostrzegamy pewien kontrast. Na wschodnie warstwy szarnackie przeważają pewną ilość gatunków i licznych głębin osadów śródziemnomorskich, mianowicie małe ślimaki i ro-



Fig. 38. *Cerithium rubiginosum*, a variety of shells, on the left side of the shell, on the right side of the shell, and on the right side of the shell.



dzajów *Murex*, *Pleurotoma*, *Cerithium* i kilku innych; obok zaś nich występują formy tak zbliżone do śródziemnomorskich, że bez wątplenia uważać je należy za mało zmienionych potomków tych ostatnich. Zwłaszcza częste są tu cerytya, mianowicie *Cerithium pictum* i *C. rubiginosum* (rys. 305), które w okolicach Wiednia milionami występują w osadach sarmackich, miejscami jednak już i w osadach starszych są obfite. W miarę tego jak się posuwamy ku wschodowi w obszar pontyjski, do Rosyi i do okolic kaspijskich, resztki te fauny śródziemnomorskiej stają się coraz rzadsze, a zdaje się, że brak ich zupełnie w miejscowościach najbardziej wschodnich. Tu na wschodzie panują mianowicie takie gatunki, które nie mogą uchodzić za prawdopodobnych zmienionych potomków gatunków śródziemnomorskich dotychczas poznanych; ściąga się to zwłaszcza do gatunków z rodzajów *Trochus*, *Nassa*, *Phasianella* i t. d., dalej do pewnych małżów, z których najbardziej charakterystyczne są *Mactra podolica*, *Ervilia podolica*, *Tapes gregaria* (rys. 306). Wiele z tych gatunków rozszerza się również na zachód i miesza się tu z elementami śródziemnomorskimi.



Rys. 306. Muszle sarmackie: 1) *Trochus podolicus*; 2, 3) *Ervilia podolica*, z zewnątrz i z wewnątrz; 4) *Tapes gregaria*, z zewnątrz; 5) *Mactra podolica*, z wewnątrz. (Według M. Hörnesa).

Możemy tedy w faunie sarmackiej wyróżnić dwa elementy: jeden, który się zachował z morza Śródziemnego i którego rozprzestrzenienie obejmuje przeważnie zachód zagłębia sarmackiego, i drugi, nieznanego dotychczas pochodzenia, który rozwinięty jest głównie na wschodzie, w Galicyi i w Besarabii, i o tyle tylko może być oznaczony jako tubyleczy. Przed laty wypowiedziano mniemanie, że druga część składowa, fauna z *Mactra podolica*, jak ją nazywać będziemy, jest północnego pochodzenia: od morza Aralskiego przez Syberyę otworzyło się jakoby połączenie z oceanem Lodowatym i umożliwiło imigracyę. Nie potwierdziło się to wszakże, i jeszcze nie wyjaśniła się rzeczywista odczynna tego godnego uwagi zbiorowiska zwierzęcego. Zdaje się, że z wyjątkiem kilku gatunków otwornic i może poszczególnych muszel słodkowodnych, wszystkie gatunki fauny sarmackiej wymarły i nie pozostały nawet żadnego zmienionego potomstwa w morzach czasów późniejszych, podczas gdy pewne formy słonawowodne morza Pontyjskiego dają się zapewne sprowadzić do typów sarmackich. Fauna morska wszakże zginęła, i gdyby kto chciał oznaczać wiek warstw sarmackich według zawartości procentowej form jeszcze żyjących, musiałby je wcielić do eocenu.

Musimy cofnąć się daleko w historii ziemi, aby znaleźć odpowiednik utworów sarmackich. Ani z reszty trzeciorzędu, ani z kredy, ani z jury nie znamy przykładu podobnego zagłębia wewnętrznego z fauną morską, gdzie małże i ślimaki mają silną przewagę, gdzie występuje mała ilość gatunków z niezliczonymi osobnikami i gdzie występuje tak radykalna różnica od rówieśnych utworów otwarte-

go morza. Dopiero w tryaskie główny wapien masiowy, a w permie ochłodziła niemiecki pozostają nas o podobnych stosunkach, jak to podniósł Th. Fuchs.

Ośrodek między Wiedniem a morzem Arańskim stanowi pod koniec okresu miocenckiego świat w sobie zamknięty. Stosunek ten zachowuje się jeszcze później przez czas dłuższy, wszelkie bowiem to zagłębienie nie daje już przymiarku żadnej fauny morskiej. Jakkolwiek tedy właściwie osadów sarmackich, co do ich rozprzestrzenienia i fauny, są odurzające, to jednak reprezentują one tylko czysto lokalny spójny w rozwoju najbardziej górny miocen, bez wpływu na ukształtowanie tyra na ziemi. Poza zagłębieniem, gdzie powstały te osobliwe utwory, rozwój dalszy organizmów biega niezaburzoną koleją.

### Pliocen dolny (piętro pontyjskie).

Z końca okresu miocenckiego pochodzą wielkie zmiany w rozkładzie wody i lądu. We wszystkich okolicach Europy, które dotychczas były zalane przez morze, następuje ogólne cofanie się jego, wszędzie pojawiają się tylko osady śródlądowe, po części wielkiej rozciągłości i miąższości. Stojący wobec jedynego w całej historii ziemi zjawiska: nie znamy dotąd utworu morskiego z tego okresu, pomijamy pojedyncze jeszcze niepewne i w każdym razie słabe ślady. Musimy uwzględnić wprawdzie, że nie możemy jeszcze ściśle paralelizować młodych osadów śródlądowych z bardzo od siebie oddległymi punktami. Dowiesić braku odpowiednich osadów morskich możemy tylko w Europie, w Afryce północnej i w Azji zachodniej; prawdopodobnem zaś jest, że utwory takie znajdują się gdzie indziej. Ale nawet z tym ograniczeniem fakt pozostaje odurzającym, a nawet bezprzykładowym. Nie możemy sobie wystawić żadnego innego tłumaczenia, jak to, że wówczas w naszych obszarach nastąpił wybitny okres lądowy, w ciągu którego poziom morza leżał głębiej niż dziś, i że od tego czasu nie zaszła żadna ruch sił grawitacyjnych, wystarczający na wypięczenie warstw morskich tego wieku nad powierzchnię morza. Zagłębienie morskie podczas tego czasu penetrowały naturalnie mniej więcej także same jak przedtem; pojedyncze tylko obszary oddzieliły się wówczas ostatecznie od oceanu, który już nigdy ich ponownie nie dosięgnął.

Osady tego okresu lądowego bywają zazwyczaj łączone w piętro pontyjskie, lecz zastanawiano się wiele nad pytaniem, czy lepiej je zaliczyć do miocenu, czy do pliocenu. Różnice wszakże między miocenem a pliocenem są sparte jedynie na faunie morskiej; młodsze utwory morskie Wiednia, Tortony we Włoszech, Bordeaux i Touraine przedstawiają górny miocen, warstwy i Asti w Piemencie, utwory „podapeńskie” i starszy „crag” w Anglii stanowią typ dolnego pliocenu według pierwotnego pojmowania. Piętro pontyjskie, występujące się między pterozwami i dracjami, nie dostarczyło żadnej fauny morskiej. Jego fauna śródlądowa wykazuje tylko pokrewieństwo ku górze, co i ku dołowi, i można ją dlatego nazywać równie dobrze miocenicką, jak pliocenicką. Stąd niektórzy autorowie zaczęli używać wyrażenia niezręcznego, lecz dobrze oddającego istotę rzeczy — „warstwy mioplioceniczne”. W nowszym czasie zauważa się skłonność do zaliczania piętra pontyjskiego do pliocenu.



Najbardziej znamienne dla piętra pontyjskiego są ssaki. Występuje tu fauna samodzielna, fauna hipoteryumowa lub pikermijska, która wprawdzie posiada pojedyncze formy wspólne z osadami starszymi i młodszymi, lecz wogóle jest bardzo charakterystyczna. Pierwszem łóżykiem, które dostarczyło tej fauny z *Mastodon longirostris*, jest *Eppelsheim* koło Moguncyi. Poznano ją później w wielu innych punktach: *Concud* w Hiszpanii, *Mont Leberon* w południowej Francyi, liczne miejscowości Niemiec południowych i Szwajcaryi, dalej Austrii, Węgier, Włoch, Pikermi w Grecyi, Samos, okolice Troi, wybrzeża jeziora Urmia w Azji Mniejszej i okolice Maragi w Persyi; wreszcie należy tu również część fauny utworów sivalickich Indyi. W tym odcinku okresu trzeciorzędowego życie ssaków dosięga największego rozkwitu na lądzie europejsko-azyatyckim. Najczęstszem wówczas zwierzęciem było wymienione powyżej *Hippotherium*, przodek naszego konia, mniejszy i lżej od niego zbudowany; w niezliczonych stadach musiał on zamieszkiwać Europę i Azyę. W niemniejszej chyba mnogości towarzyszą mu w wielu punktach rozmaite antylopy, wśród których przeważają gazy; najczęstsze te formy były zapewne, sądząc z nawyknień życiowych ich żyjących obecnie krewniaków, mieszkańcami obszernych stepów, które, jak się zdaje, zajmowały wówczas znaczne obszary. W pewnych punktach panuje jednak nieco odmienny skład fauny: tak, koło *Eppelsheimu* zamiast antylop występują jelenie, a więc zwierzęta leśne; zdaje się stąd, że obszar środkowo-reński posiadał inny charakter wegetacyi. Do tych form najczęstszych przyłączają się żyrafy i wielkie spokrewnione z niemi *Helladotherium*, wielka świnia (*Sus erymanthius*), kilka nosorożców a wśród nich także przedstawiciel bezrogięgo rodzaju *Aceratherium*, wreszcie tapir i podobne do tapira *Chalicotherium*, jako reprezentanci zwierząt kopytnych w znaczeniu ściślejszem. Z trąbowców rozprzeźstrzenione są dinoterya, posiadające znaczniejszą wielkość niż w miocenie, podczas gdy rodzaj *Mastodon* jest reprezentowany przez olbrzymiego *Mastodon longirostris*: dwie formy zwierzęce, przewyższające swą masą największego słonia w świecie teraźniejszym. Z niemi rzeszył się, jako element obcy, szcerbacz z rodzaju *Orycteropus*, reprezentowany jeszcze obecnie w Afryce południowej przez mrównika kapskiego. Obok tych zwierząt roślinożernych żyło mnóstwo z wierząt drapieżnych, które na nie dybały: straszliwy *Machairodus* ze swymi olbrzymimi sztyletowatymi kłami, jakiś kot podobny do pantery, hyeny, ictiteria z rodziny wiwer i poprzedniki niedźwiedzi (*Amphicyon*, *Simocyon*, *Hyaenarctos*); wreszcie cały szereg jeszcze innych form, mniej ważnych: bobry, jeżozwierze i małpy (*Mesopithecus*), które jak najściślej krewnią się z kudłaczami. W Indyach przyłączały się do tego jeszcze potężne *Sivatheria* i ich krewniaki, rozmaite mastodonty i t. d.

Zgodzono się na to, że fauna ta posiada charakter wybitnie afrykański. Istotnie, niektóre antylopy, zwłaszcza *Palaeoryx* i *Palaeoreas*, dalej żyrafa i *Orycteropus* przypominają dzisiejsze typy obszaru etyopskiego. Ale co najmniej nie dowiedzionem jest, czy Europa wówczas była połączona z Afryką północną. W czasie piętra pontyjskiego przybliżenie jednakowa fauna ssaków zajmowała obszar od oceanu Atlantyckiego przez całą Europę i większą część Azji aż do Indyi przedi zagangesowych, do Chin, Sumatry i Jawy. Dlatego też zasiedlenie Afryki mogło nastąpić od wschodu przez Persyę, Syryę, Arabię i teren

morza Czerwonego, które wówczas jeszcze nie istniało, a zatem przyjmowanie połączenia między Afryką a Europą jest zbyt czyste.

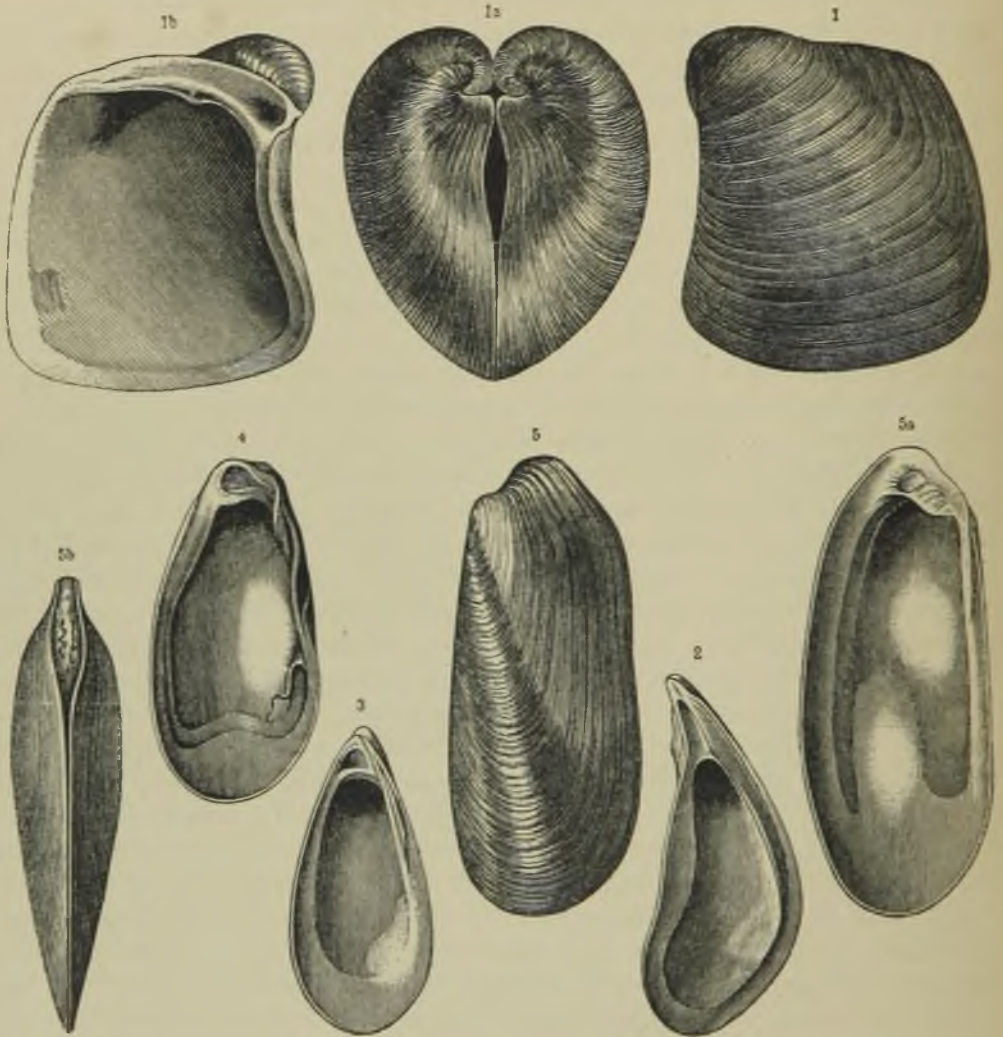
Ze zwierząt niższych w piętrze pontyjskim znamy zwłaszcza małże i ślimaki wody słodkiej lub słabo słonej, które są może jeszcze bardziej swoiste niż ssaki lądowe. Głównym siedliskiem tych form były potężne jeziora, które w tym czasie wytworzyły się w Europie wschodniej i w Azji zachodniej. Wielkie zagłębienie sarmackie, które pod koniec okresu miocenijskiego ciągnęło się od okolic Wiednia wzdłuż Dunaju i wzdłuż północnej krawędzi Karpatów przez dzisiejsze morze Czarne i Rosyę południową aż do wschodniego brzegu morza Aralskiego i łączyło się ograniczenie z otwartym oceanem w nieznanym dotychczas miejscu, zostało z początkiem czasu pontyjskiego tego połączenia pozbawione. Po rozmaitych wahaniach na tym samym obszarze powstało kilka dużych, bliżej nieznanych jezior, które nie zostały całkowicie wysłodzone przez uchodzące do nich rzeki. Najbardziej zachodni brzeg tych jezior, tak samo jak morza sarmackiego, oznacza położenie Wiednia. Stąd rozpościerały się one na niż węgierski, nizinę Sawy, Siedmiogród, Banat, Rumunię i okolice morza Czarnego i Kaspijskiego.

Faunę, która tu żyła, charakteryzuje kilka typów. Przedewszystkiem znamienne jest masowe występowanie rodzaju *Congeria* (rys. 307). Formy te, od których osady pontyjskie otrzymały nazwę warstw congeriowych, występują tu w takiej mnogości, wielkości i piękności, jakiej już nigdy, ani wcześniej ani później, nie osiągnęły. Drugi element istotny stanowią formy przynależne do rodzaju *Cardium*, grupy przeważnie morskiej, lecz zarówno w młodszym trzeciorzędzie jak w czasie obecnym występującej często również w słabiej słonych jeziorach wewnętrznych; tu zaś przybiera ona cechy tak swoiste w budowie zawiasy i innych części, że formy te wyróżniono jako samodzielne podrodzaje (*Monodaena*, *Adaena* i t. p.). Wreszcie rodzaj ślimaka *Melanopsis*, występujący tylko w wodzie słodkiej lub słabo słonej, odgrywa tu wielką rolę i ukazuje się w największych i najokazalszych gatunkach, jakie wogóle są znane (rys. 308). Obok tych trzech typów dominujących występuje wszakże jeszcze mnóstwo innych. Jedno ze zjawisk najszczególniejszych stanowi rodzaj *Valenciennesia*, ślimak spokrewniony ze ślimakami stawowymi, płaski, talerzykowaty, niezwyklej wielkości i z osobliwym żeberkowaniem skorupy, który występuje w Krocacji, Sławonii, na Węgrzech i w Krymie. W niektórych miejscowościach, przypuszczalnie w osadach zatok osłoniętych, nagromadzają się niezliczone wytworne, często bogato zdobione formy, które, rzecz szczególna, co do swego występowania są zupełnie umiejscowione, tak iż każde nowoodkryte ich łóżysko dostarcza całej rzeszy nowych gatunków.

Nadzwyczajne bogactwo rozmaitych gatunków jest właściwe nie tylko warstwom kongeryowym Europy wschodniej. Te same zjawiska powtarzają się również w środkowo-pliocenijskich osadach słodkowodnych tegoż obszaru, tak iż obie te grupy mnogością form swych muszli przewyższają znacznie wszystkie inne znane dotychczas osady śródlądowe: znamy już teraz powyżej 500 rozmaitych form. W świecie obecnym podobną różnorodnością mięczaków słodkowodnych wyróżnia się tylko część Ameryki Północnej, mianowicie dorzecze Ohio i jego okolice, a w nieco mniejszym stopniu Chiny. Jest to tem szczególniejsza, że młodotrzeciorzędowe osady śródlądowe posiadają pewną ilość typów nadzwyczaj charaktery-



stycznych wspólnych tym obszarom, gdzie dziś panuje największa różnorodność muszli słodkowodnych. Zajmiemy się bliżej tym przedmiotem, gdy będzie mowa o pliocenie środkowym, ponieważ w nim zjawisko to występuje w najpełniejszym rozwoju. Tu, mówiąc o warstwach kongeryowych, pociąga nas stosunek pokrewieństwa innego rodzaju, mianowicie do żyjącej obecnie fauny morza Kaspjskiego



Rys. 307. Kongerye pontyjskie, po części w rozmaitych położeniach: 1) *Congeria subglobosa*, 2) *Congeria spatulata*, 3) *Congeria Czizeki* (wedł. M. Hörnesa); 4) *Dreissenomya aperta*, 5) *Dreissenomya Schrockingeri* (wedł. Th. Fuchsa).

i małych zagłębi słodkowodnych w okolicy morza Czarnego. Tu dziś wciąż jeszcze żyją congerie i słonawowodne sercówki (*Cardium*) spokrewnione z gatunkami pontyjskimi, aczkolwiek w mniejszej różnorodności. Zwłaszcza morze Kaspjskie oznaczyć możemy jako ostatni szczyt owych nierównie większych jezior śródlądowych, które w początkach okresu pliocenkiego rozciągały się od Wiednia aż do jeziora Aralskiego. Morze Czarne przez długi czas miało rów-

niez ten sam charakter, jak dowodzą młode osady jego okolic. Ale podczas okresu dyluwialnego połączyło się ono z morzem Śródziemnym, którego część fauny przywędrowała tu i wyparła mieszkańców pierwotnych.

Ciekawe są przytem losy małego małża, *Dreysensia polymorpha*, ostatniego epigona wielkich form pontyjskich. Już w pliocenie gatunek ten żył w Europie, mianowicie w trzeciorzędzie Sławonii. Potem jednak wraz ze wszystkimi innymi formami owego czasu znikł on z naszych okolic, zachował się jednak w morzu Azowskiem i w limanach, t. j. lagunach na wybrzeżu morza Czarnego. Stąd przedsięwziął on nowy pochód zaboreczy i wywalczył sobie w Europie obszar zamieszkania większy od tego, jaki kiedykolwiek wcześniej zajmował tu on lub jego krewniacy. *Dreysensia polymorpha* (rys. 309) nie żyje wprawdzie stale w morzu, zdolna jest wszakże długo znosić pobyt w wodzie silnie słonej. Posiada ona właściwość

przyczepiania się do ciał obcych za pomocą włókien, bisioru, i w ten sposób, przymocowana do dna okrętów, dostała się ona z morza Azowskiego do portów zachodnio-europejskich, i została zawleczona do wielkości dorzeczy



Rys. 309. Mioceniczne i plioceniczne melanopsydy: 1) *Melanopsis pygmaea*; 2) *M. Doni*; 3) *M. astalis*; 4) *Melanopsycha Bittneri*; 5) *Melanopsis Heldreichi*; 6) *M. vindexensis*; 7) *M. Gorceixi*; 8) *M. Proteus*; 9) *M. martiana*.

Europy. Posuwa się ona tu coraz dalej w górę rzek i zajęła już ponownie większą połowę naszej części świata. Dotarła ona ponownie również do swego starego obszaru rodowego, osiedliła się w Danaju, w Sawie i t. d. i wróciła w ten sposób do miejsca, które przed wielu tysiącoleciami zostało opuszczone przez kongeryę.

Najważniejszymi miejscowościami, w których znajdują się muszle mięczaków pontyjskich, są okolice Wiednia, potem Zagrzeb w Kroacji, Tihany nad jeziorem Balaton, Arpad na Węgrzech, Radmanest w Banacie, dalej kilka miejscowości w Rumunii, kolo Odessy i na Krymie, zwłaszcza w pobliżu Kerczu. W niektórych punktach te gliniaste utwory dostarczyły także szczątków ssaków: kolo Baltavár na Węgrzech jak również w gliniankach okolic Wiednia. Obńciej, niż w tych właściwych utworach morskich, znajdują się one wszakże w żółtawych warstwach otoczków i piaskach, które zostały osadzone przez rzeki owego czasu i rozciągają się nad warstwami kongeryowemi, zwłaszcza w zagłębiu wiedeńskiem, gdzie do morza pontyjskiego uchodziła wielka rzeka, płynąca z Czech. Ten żwir belwedeński posiada znaczne rozprzestrzenienie.

Poza wielkiem pontyjskiem morzem śródziemnem istniały wówczas w kilku punktach Europy także jeziora mniejszego obszaru, które dawały przytułek podobnej faunie. We Włoszech znane są utwory tego rodzaju: białe margle z *Melanopsis*, *Planorbis*, owadami, rybami słodkowodnymi i zabami, dalej piaski i ily z kon-



geryami i słonawowodnemi sercówkami, zarówno na północy jak na południu półwyspu. W dorzeczu Rodanu we Francji występują również osady kongeryowe, należące prawdopodobnie do pliocenu środkowego. W większym wszakże od nich rozprzestrzenieniu występują utwory rzeczne, ławice piasku i otoczków lub czerwonej gliny naniesione przez rzeki, które miejscami zawierają nadzwyczaj obfite szczątki ssaków. Najślynniejszem i najbogatszem łożyskiem tego rodzaju jest Pikermi, między Atenami a Maratonem. Gdy za króla Ottona w Grecji stały załogi bawarskie, żołnierz pewien znalazł kopalną czaszkę w wyrwie strumienia koło folwarku Pikermi; czaszka ta dostała się do Monachium, gdzie poznano,

że należała ona do małpy. Ponieważ szczątki małp były wówczas rzadkie, przeto znalezisko to wywołało sensację, rząd bawarski zarządził rozkopywania, potem Francya zrobiła to samo na większą skalę, a następnie ten pokład kości był jeszcze nieraz eksploatowany, tak iż szczątki stamtąd znajdują się w wielu zbiorach.



Rys. 309. Dreysensia polymorpha, kilka okazów, zczepionych ze sobą swymi bisiorami; ze starego koryta Dunaju pod Wiedniem.

Jak w jednym miejscu ledz mogło razem tyle kości? Słabo pochyła równina, zamknięta od północy przez przedgórze Pentelikonu, a od południa przez niższe pagórki, ciągnie się od środka Attyki południowej na wschód do morza, do którego dochodzi koło wsi rybackiej R h a p h i n a. Równinę tę tworzą osady piętra pontyjskiego, przemienne, na kilka metrów grube ławice czerwonej gliny i mocnego zlepieńca, — osady rzeki, która uchodziła tu w początkach pliocenu i nanosiła naprzemian drobny czerwony muł i duże otoczaki. Te utwory pontyjskie są przeważnie pokryte przez osady dyluwialne; ale w czasie obecnym strumień pikermijski wyżłobił sobie głęboki wąwóz, odsłaniający warstwy trzeciorzędowe. Kości znajdują się tylko w czerwonej glinie, lecz nie we wszystkich jej częściach; występują one

masowo tylko w jednej z ławic tego materiału, a i tu również tylko w warstwie mniej więcej na 1 m grubej. Przy eksploatacyi trzeba usuwać glinę w stropie tego pokładu, dopóki się nie natrafi na warstwę, gdzie kości się znajdują; ta jednak warstwa jest tak całkowicie wypełniona kośćmi, że często niepodobna wetknąć łopaty lub motyki, ażeby jednej z nich nie skruszyć. Uderza przytem, że szczęki, zęby i kości kończyn znajdują się w największej obfitości, całe czaszki—tylko skąpo, kręgi zaś i zebra—nadzwyczaj rzadko. Szczególna jest wreszcie, że wielkie, mocne kości rurokształtne są przeważnie ostro obłamane w pobliżu jednej ze swych główek stawowych. Na pojedynczych kościach można było dostrzegać ostre i głębokie nacięcia, pochodzące oczywiście od zębów wielkich drapieżników, a nie, jak mniemano, od narzędzi ludzi trzeciorzędowych.

Trudno wyrobić sobie pogląd na przyczyny również masowego nagromadzenia szczątków zwierząt w jednej jedynej cienkiej warstwie systemu osadów, który poza nią nie zawiera żadnych lub tylko rzadkie skamieniałości. Kości nie są otoczone, a więc nie były zdaleka przez wodę przynieszone; są one ogryzione i połupane przez zwierzęta drapieżne, musiały przeto

przez pewien czas leżeć na suchej ziemi, zanim dostały się do wody. Niejakie światło rzuca na to, być może, wiadomość, dotycząca południowo-amerykańskich stepów pampaowych, a podana przez Darwina w opisie podróży naokoło świata na okręcie „Beagle“. Podczas nadzwyczajnego gorąca i posuchy w latach 1827—30 padało tak mało deszczu, że przepadła wszelka roślinność, nawet osty; strumienie wyschły, a cały kraj przybrał wygląd zapyłonego gościńca. Bydło i konie padały w niezliczonych ilościach; nieprzejrzanemi stadami cisnęły się one do większych rzek, zwłaszcza do Parany, i rzucały się do wody z jej brzegów, aby ugasić pragnienie. Były one wszakże zbyt osłabione, aby móżdż ponownie wdrapać się na brzeg, z góry przybywały coraz nowe rzesze, i w ten sposób skutkiem posuchy zwierzęta ginęły w wodzie setkami tysięcy. Z pośród rozmaitych możliwości, objaśniających nagromadzenia kości pod Pikermi najwięcej prawdopodobieństwa posiada w każdym razie przypuszczenie katastrofy podobnego rodzaju; objaśniałaby ona również obgryzanie kości przez zwierzęta drapieżne, gdyż w każdym razie musiały się tam zbiegać masami machajrodonty, hyeny, iktiterya, pantery i ich towarzysze, zwabieni obfitą zdobyczą wśród wyczerpanych śmiertelnie zwierząt. Wprawdzie przytem nieobjaśnioną pozostaje rzadkość żeber, kręgów i części miednicy. Wątpliwem również wydawać się musi, czy jedyny okres posuchy tego rodzaju może dostarczyć materiału do utworzenia warstwy kości na 1 m grubej.

Znane punkty występowania faun ssaków pontyjskich są osobliwie rozmieszczone. Znamy je z szerokiego pasa, ciągnącego się od Indyi i Chin przez Persyę i Azyę Mniejszą do Europy, która dostarczyła szczątków tego wieku tylko w południowej swej części. Cała Europa północna, włącznie z Niemcami północnymi, z Francją północną i z Anglią nie dała jeszcze żadnego szczątków tych śladu; nie znamy ich również z Azji północnej; w Afryce stwierdzono tylko jedyne łożysko na najdalszej północy w Algierze, które się wiąże ze złożami południowo-europejskimi. W Ameryce Północnej znaleziono rodzaj *Hippotherium*, najbardziej charakterystyczny typ dolnoplioceniński czyli pontyjski, a także pojedyncze inne formy, wskazujące na tę samą faunę; wyodrębnienie jednego z działów trzeciorzędu amerykańskiego, jako ściśle równoważnego naszemu piętru, jest wszakże niemożliwe.

## Pliocen środkowy i górny.

Z pliocenem środkowym, z piętrzem astyjskim, jak bywa ono nazywane od Asti, ważnego łożyska, położonego na południo-wschód od Turynu, morze ponownie się rozszerza, obejmuje znowu w posiadanie część lądów teraźniejszych, nie dochodzi jednak na tym obszarze zgoła do tej rozciągłości, jaką w czasie mioceńskim posiadało. Pliocenijskie utwory morskie obrzeżają tylko krawędzi lądów i rozciągają się nieco dalej w głąb tylko w kilku szerokich dolinach rzecznych, jak w dolinach Padu i Rodanu. Z drugiej strony, zwłaszcza na obszarze śródziemnomorskim rozległe połacie, które dziś są morzem, były w owym czasie jeszcze lądem wysokim, zapewne górzystym.



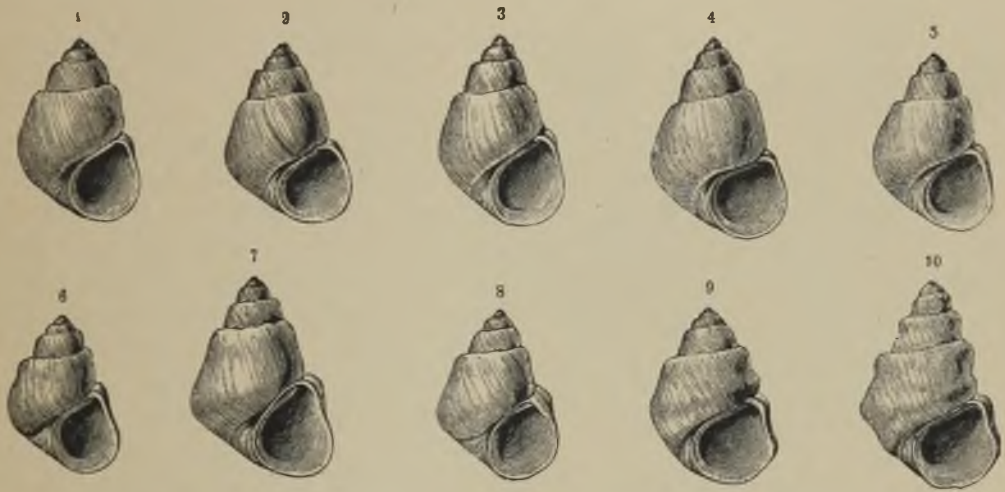
Najważniejszymi osadami morskimi pliocenu środkowego są osady obszaru śródziemnomorskiego, wyróżniające się niezmierną mnogością dobrze zachowanych skamielin. W okolicach typowych, w zatoce, która ciągnie się u północnego podnóża Apeninów i na południe od Alp przez dzisiejszą dolinę Padu aż w głąb Piemontu, dalej w Toskanii i w okolicy Rzymu występują mianowicie iły błękitne i żółte piaski, których fauna mięczaków stoi pośrodku pomiędzy fauną miocenu a fauną dzisiejszego morza Śródziemnego. W tej trzeciej faunie śródziemnomorskiej wzrasta pokaznie ilość gatunków żyjących jeszcze obecnie. Zbiorowisko zwierzęce posiada jeszcze charakter podzwrotnikowy: znajdują się jeszcze wielkie gatunki rodzajów *Mitra*, *Conus*, *Terebra* i t. d. Ale liczba ich zmniejszyła się, a zwłaszcza wyginęły korale rafowe. W Kalabryi i w okolicy Messyny występują białe margle z niezliczonymi otwornicami, licznymi mszywiolami, ramienionogami i małymi małżami i ślimakami,—osady wód nieco głębszych, nie zamąconych żadnymi osadami ilastymi lub piaszczystymi. Podobny rozwój, jak we Włoszech północnych i środkowych, znajdujemy jeszcze w rozmaitych innych częściach zagłębia śródziemnomorskiego, jak na wyspach Jońskich, w Peloponezie, w Algierze, w Hiszpanii, na Balearach i w południowej Francji, gdzie, jak wykazał Fontannes, utwory morskie wielokrotnie warstwiają się z osadami słodkowodnymi. Zdaje się, że i wówczas morze Śródziemne łączyło się z otwartym oceanem Atlantyckim przez dolinę Gwadalkiwiru.

Drugi obszar Europy, gdzie występują ważne plioceńskie osady morskie, leży dalej na północy. Anglia południowa, Belgia i pojedyncze punkty Francji północnej zawierają piaski, zlepieńce i margle, oznaczane miejscową nazwą angielską kregu (*crag*). Starsze części tych warstw, mianowicie „*coralline crag*“ Anglii, odpowiadają pliocenowi środkowemu; fauna ich dowodzi wyraźnie różnicy temperatury w stosunku do obszaru śródziemnomorskiego. Choć znaczna część form wskazuje na klimat cieplejszy od panującego dziś w Anglii, brak jednak prawie zupełnie elementu podzwrotnikowego.

Wielkiej doniosłości są osady śródlądowe pliocenu. Ssaki lądowe są zbliżone do ssaków piętra pontyjskiego, dają się jednak zauważyć różnice. Wyymarły więc aceraterya, dinoterya i chalikoterya, hippoterya są rzadkie, żyrafy znikły z Europy; znajdujemy natomiast dwa mastodonty, *Mastodon arvernensis* i *Borsonii*, nosorożca, tapira, kilka małych, dalej pierwszych przedstawicieli koni, niedźwiedzi i bydła. Najważniejszymi miejscami występowania tej fauny są okolice Montpellier, Owernia, dolina Rodanu, dolina górnego Arnu, i Siena w Toskanii, lecz formy jej występują również gdzie indziej, jak w Turyngii, koło Ainacskö na Węgrzech, koło Bribiru w Kroacyi, w Anglii i t. d. Zresztą nie można jeszcze konsekwentnie oddzielić tej fauny ssaków od odpowiedniej fauny górnego pliocenu, gdyż właśnie co do kilku ważnych łożysk nie udało się jeszcze rozstrzygnąć, do którego z obu działów one należą.

Nadzwyczajnie rozprzestrzenione są utwory słodkowodne z muszlami. Znamy je z Francji południowej, gdzie zawierają one mianowicie bogatą faunę ślimaków lądowych, tu i owdzie wszakże zdają się ustępować miejsca także osadom kongeryowym; dalej z Włoch. W większem atoli rozprzestrzenieniu występują one w Europie południowo-wschodniej, w tych samych przybliżeniu okolicach, w któ-

rych były potężnie rozwinięte pontyjskie warstwy kongeryowe. Owe ogromne jeziora śródlądowe skurczyły się, znikły mianowicie wielkie tafle wód, które wypełniały Wołoszczyznę, Węgry, Sławonię, Chorwacyę i zagłębie wiedeńskie, a na ich miejscu w różnych punktach pozostały jeziora, które jednak, jak się zdaje, znacznie jeszcze przewyższały wielkością jezioro Genewskie lub Bodeńskie. Powstały one również w okolicach, gdzie żadnej pontyjskiej powłoki wód stwierdzić nie możemy: w Albanii, w Macedonii, w Grecyi i w obrębie dzisiejszego morza Egejskiego. Wnosząc z fauny, woda tych małych jezior bywała zazwyczaj wysłdzana przez przepływające rzeki, tak iż w czasie pliocenu środkowego zachowało się tylko jedno z wielkich pontyjskich mórz wewnętrznych z wodą słoną, mianowicie olbrzymie zagłębie, które obejmowało obecne morze Czarne i Kaspjskie wraz z ich okolicami, tudzież obszar położony między nimi na północ od Kaukazu.



Rys. 310. Szereg form zmieniających się nalegot (paludin), z osadów lewantyńskich wyspy Kos: 1) Paludina Brusina; 10) Paludina Forbesi; 2—9) ogniwa pośrednie między temi dwiema formami.

Skutkiem geograficznego rozdziału pojedynczych jezior, i większego urozmaicenia warunków życiowych, w tych osadach „lewantyńskich“ wytworzyła się różnorodność fauny, znacznie przewyższająca pod tym względem nawet osady pontyjskie.

Podczas gdy w wielkim zagłębiu, obejmującym morze Czarne i Kaspjskie, zachowują się kongerye i sercówki, redukują się one do marnych szczątków w mniejszych jeziorach, gdzie w niezliczonej ilości występują teraz zwłaszcza skójki (Unio), nalegoty (Paludina) i poczerniaki (melanopsydy), którym towarzyszy cała rzesza form mniejszych z rodzajów *Pisidium*, *Melania*, *Hydrobia*, *Valvata*, *Bithynia*, *Neritina* i t. d. Z tych jezior najbogatsze w formy znajdowało się w Sławonii zachodniej, w dorzeczu Sawy w okolicy miast Nowej Gradyski i Brodu, drugie — w Syrmii (Srijem). Wiercenia w środku równiny węgierskiej wykazały istnienie takiego zagłębia, którego poziom wód stał, zdaje się, nadzwyczajnie nisko. Inne jeziora znajdowały się w Siedmiogrodzie, w różnych okolicach Rumunii, dalej koło Ypeku w Albanii, pod Stanną w zachodniej Grecyi,



w kilku miejscach w Beocyi, na Eubei, na Rodosie i na Kosie koło wybrzeża Azji Mniejszej, na Krecie i t. d.

Te muszlowce lewantyńskie są z wielu względów interesujące. Przewszystkiem udaje się tu względnie łatwo wysledzić stopniowe przekształcania, jakim podlegały rozmaite typy w pojedynczych zagłębiach. Jużemy powyżej przytaczali szereg form tego rodzaju z osadów lewantyńskich, czyli warstw paludynowych: przekształcenie gładkiej nalegoty, zaopatrzony w wypukłe zwoje na gatunek stożkowaty, zaopatrzony w mocne wręgi i guzy (por. rys. 1). Na rys. 310 wyobrażony jest podobny szereg form z osadów lewantyńskich wyspy Kos, który nie pozostawia nic do życzenia co do zupełności przejść między formami, następującymi po sobie w czasie. Podobne szeregi w wielkiej liczbie dają się wysledzić również u innych rodzajów, u skójek, poczerniaków i t. d. Mamy tu najlepszą sposobność przekonać się o fakcie stopniowego przeobrażania się w duchu nauki Darwina.



Rys. 311. Młodotrzeciorzędowe ślimaki słodkowodne, z południowo-wschodniej Europy: 1) *Fossarulus sinensis*, żyjący w Chinach; 2) *Fossarulus tricarinatus*; 3) *Pyrgula Haueri*; 4) *Prososthenia Tournoueri*; 5) *Pyrgula pagoda*; 6) *Hydrobia Eugeniæ*; 7) *Nematurella dalmatina*; 8) *Valvata piscinalis*; 9) *Tropidina Eugeniæ*; 10) *Bithynia tentaculata*. 2—4, 7 i 10: z miocenu dalmackiego; 5, 6, 8 i 9: z pliocenu siedmiogrodzkiego.

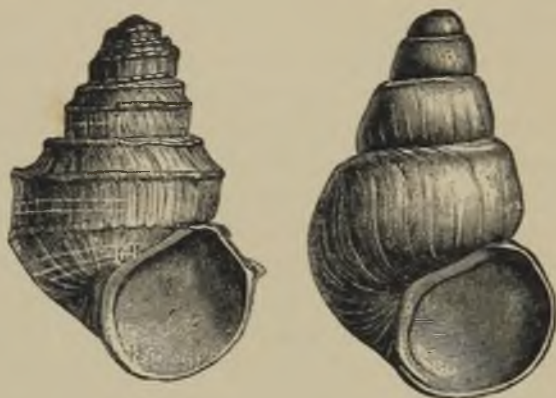
ładowych należy do zjawisk zwykłych. Tu jednak uderza to, że uwydatnia się podobieństwo do jednego tylko zupełnie określonego obcego typu faunistycznego czasu obecnego, lecz za to w tak wybitny sposób, jak chyba u żadnej innej z faun starych. Jak wiadomo, w czasie teraźniejszym Ameryka Północna, zwłaszcza jej część zachodnia i Chiny mają faunę i florę blisko ze sobą spokrewnioną. Liczne rodzaje roślin, np. magnolie, dalej małże i ślimaki, a nawet zwierzęta wyższe (aligator) dowodzą, że zachodnia część Ameryki Północnej i Chiny przed niedawnym czasem stanowiły jeszcze jednolity obszar faunistyczny, którego obie części, dziś daleko od siebie oddzielone, pod koniec okresu trzeciorzędowego musiały być połączone lądem, który przecinał północny ocean Spokojny. Otóż osady lewantyńskie południowo-wschodniej Europy wykazują najbliższe stosunki do tego obszaru chińsko-amerykańskiego, nie zawierają natomiast żadnego śladu jakichkolwiek typów etyopskich, indyjskich, malajskich, australijskich, polinezyjskich lub południowo-amerykańskich. Zjawisko to jest wprawdzie najwyraźniej rozwinięte w faunie lewantyńskiej, lecz ten sam stosunek, w słabszym stopniu wykazują również dawniejsze utwory słodkowodne piętra pontyjskiego, a nawet jeszcze starsze margle melanopsydowe w Dalmacji i w Bośni. A więc z okolic Wiednia i z Dalmacji przez Europę południowo-wschodnią, stąd zaś przypuszczalnie

Z innej strony, wielce ciekawe są stosunki geograficzne mięczaków lewantyńskich. Pewna ilość form, jak rodzaj *Melanopsis* i gatunki z grupy *Melania ricinus*, są dziś jeszcze, jak wówczas, rozprzestrzenione głównie we wschodnim obszarze śródziemnomorskim, inne znowu mają pokrój, który i teraz jeszcze powszechnie panuje w Europie. Ale obok tego w większej liczbie występują inne pokrewieństwa, wskazujące na wielce odległe okolice. Niema w tem wprawdzie nic nadzwyczajnego, i występowanie typów amerykańskich, indyjskich, afrykańskich w europejskich osadach śród-

przez Azyę przednią i środkową aż do Chin i Ameryki Północnej ciągnęła się fauna mięczaków słodkowodnych, jednostajna w swych rysach zasadniczych, której szczątki zachowały się dziś w rozmaitych okolicach (rys. 311).

Dla nas ważny jest przede wszystkim rodzaj stosunku, łączącego osady słodkowodne Europy wschodniej i Chino-Ameryki. Śród ślimaków znamy aż siedem podrodzajów, stanowiących ten związek (*Campeloma*, *Tulotoma*, *Tropidina*, *Fossarulus*, *Prososthenia*, *Carinifex* i *Acella*); należy tu jeszcze pewna liczba mniejszych grup z rozmaitych rodzajów. Śród małżów ważny jest rodzaj skójki (*Unio*); grupa ta występuje zarówno w Chinach jak w Ameryce Północnej w wielkiej liczbie gatunków, a wśród nich znajdują się formy, wyróżniające się niezwyklei cechami (ekscentryczne położenie wirów, grubość skorup, bogato ozdobionych brodawkami lub żebrami); zupełnie takie same formy znajdują się w największej mnogości w osadach lewantyńskich.

Uderzający przykład stanowi wielkie jezioro Talifu w południowo-chińskiej prowincji Junnan; już od dłuższego czasu znana była stamtąd duża nalegotą (*Paludina*, rys. 312), blisko spokrewniona ze sławońskimi i węgierskimi formami plioceńskimi. Otóż ekspedycja hrabiego Széchényiego zwiedziła te okolice, rzadko przez europejczyków oglądane, a Lóczy przywiózł stamtąd większą liczbę małżów i ślimaków. Zgodność z europejskimi warstwami paludynowymi była tu tak zdumiewająca, że nie byłoby dla nas zgoła niespodzianką, gdybyśmy otrzymali te gatunki z europejskiego trzeciorzędu. Można rzec poprostu, że jezioro Talifu jest ostatniem zagłębieniem piętra lewantyńskiego, które zachowało się aż do czasu dzisiejszego.



Rys. 312. *Paludina Margeriana*, z jeziora Talifu w Junnanie (Chiny południowe). Por. rys. 1, przedstawiający nalegoty (paludiny) sławońskie.

Jeśli w ten sposób świat zwierzęcy jezior lewantyńskich prowadzi nas do znajomości stosunków zoogeograficznych, to z drugiej strony położenie tych zagłębi daje nam możność zorientowania się w rozmieszczeniu wody i lądu w owym czasie. Znaczenie w tym względzie posiadają występowania na morzu Egejskim i w jego okolicach. Środkowo-plioceńskie utwory morskie występują w Peloponezie, brak ich wszakże w całym archipelagu greckim i tylko koło Aten i Megary znajdują się one. Możemy stąd wnosić, że między Kretą a Peloponezem rozciągała się na północ zatoka morska i sięgała aż do południowego brzegu Attyki; zresztą morze Egejskie było wówczas lądem, który łączył z sobą Azyę Mniejszą i Grecyę i na którym leżały niektóre z wyżej wspomnianych jezior.

Do szczególnych dochodzimy wyników, rozpatrując uławicenie słodkowodnych warstw lewantyńskich w tych okolicach. W poziomych lub mało co nachylnych warstwach odsłaniają się one na brzegach Rodosu i Krety, zwróconych do otwartego morza Śródziemnego, i ciągną się ku oceanowi, którego dno w bezpo-



średniem poblizu leży o kilka tysięcy stóp pod powierzchnią wody; zdaje się, że podobne stosunki panują na brzegu południowym Azji Mniejszej. Gdzie leżał brzeg południowy tych plioceńskich jezior słodkowodnych? Na pytanie to tak tylko możemy odpowiedzieć, że łądem stałym było nie tylko wewnątrz morza Egejskiego, lecz że łąd taki znajdował się również na południe od Krety, Rodosu i dzisiejszego brzegu Azji Mniejszej i że zapadł się on w głąb zapewne w znacznie późniejszym czasie. Środkowo-plioceńskie osady morskie nie występują w żadnym punkcie ani Azji Mniejszej, ani wybrzeża Palestyny i Syrii, ani Afryki północnej na wschód od Tunisu; morze więc nie dochodziło do tych okolic. Ponieważ jednak utwory morskie tego wieku występują na Cyprze, musimy przeto przyjąć, że z zachodu ciągnęła się tam odnoga morska, nie dotykająca dzisiejszego brzegu Afryki lub Azji Mniejszej. Afryka musiała przeto wtedy znacznie dalej sięgać na północ, Azja Mniejsza wraz z Kretą — znacznie dalej na południe niż dzisiaj, a nawet wówczas Malta i Sycylia należały również jeszcze do Afryki (p. t. I, str. 402).

W innej okolicy widzimy stosunki podobne. Uderzającym jest, że ani na pomorzu dalmackiem, ani na leżących przed nim wyspach, wyjąwszy najbardziej na południo-zachód wysunięte, niema ani śladu plioceńskich osadów morskich, podczas gdy posiadają one jak najszersze rozprzestrzenienie na przeciwległej stronie we Włoszech. A więc wschodnie wybrzeże ówczesnego Adryatyku leżało zapewne znacznie dalej na zachód niż dziś, a znaczne masy lądowe zapadły się w głąb. Szereg innych faktów wspiera to przypuszczenie. Na niektórych wyspach dalmackich znajdują się dyluwialne druzgoty kostne, z których wynika, że wówczas żyła tam pewna liczba zwierząt, jakie nie mogły istnieć na małej wyspie; tak na wyspie Lesina napotkano szczątki nosorożca, konia, bizona i jelenia, a nawet na małej rafie skalnej Silo, której powierzchnia mierzy tylko kilka metrów kwadratowych, napotkano szczątki kilku wielkich przeżuwaczy. A więc jeszcze w czasie dyluwialnym w tej okolicy istniały większe masy lądowe. Jeśli uwzględnimy jeszcze, że odosobniona góra Gargano, która jak ostroga sterczy na wybrzeżu apulijskiem, różni się uderzająco swoją żyjącą obecnie fauną ślimaków lądowych od swego otoczenia, i że znajdują się na niej formy dalmackie, to dojdziemy do wniosku, że w czasie plioceńskim wielka część dzisiejszego morza Adryatyckiego była jeszcze łądem połączonym z Dalmacją, a nawet że należała doń jeszcze prawdopodobnie góra Gargano i że morze łączyło się z północą na zachodzie, między nią a Apeninami. Według Forsyth Majora, zdaje się, że podobne stosunki panowały również w części morza Tyrreńskiego. A zatem w tak niedawnym czasie zaszły we wschodnim morzu Śródziemnym wielkie i głębokie zmiany w rozkładzie wody i ładu, przy czem potężne masy lądowe zapadły się w głąb. Mapa (t. I, str. 401) unaocznia ten stosunek, jaki tu został przedstawiony w pobieżnym zarysie.

Zbliżanie się do epoki terazniejszej w górnym pliocenie jest jeszcze bardziej znaczne, niż w środkowym. W osadach morskich formy dziś jeszcze żyjące i niezmienione przeważają nad wymarłymi, typy południowe wymierają coraz bardziej, później pojawiają się goście północni, i w ten sposób przechodzimy stopniowo przez granicę trzeciorzędu do utworów dyluwialnych, do okresu lodowego, stanowiącego punkt środkowy systemu dyluwialnego czyli czwartorzędowego.

Philippi zdołał wystawić szereg kolejnych osadów z różnych miejscowości, w których stale zmniejszała się ilość gatunków wymarłych; jako punkt wyjścia wziął on warstwę z 83 procentami gatunków żyjących obecnie i 17 procentami gatunków wymarłych; w dalszych warstwach liczba form wygasłych wynosiła kolejno 15, 14, 11, 8, 5, 3,  $1\frac{3}{10}$ , 0 procent całej fauny.

Widzimy tedy, że granica między górnym pliocenem a dyluwium zaciera się. Rzecz się ma podobnie gdy rozpatrujemy szczątki ssaków, napotykanych w osadach doliny górnego Arno w Toskanii, w młodszych utworach cragowych Anglii, w utworach słodkowodnych Owernii i gdzie indziej. Miejsce mastodontów zajmuje najstarszy słoń Europy, olbrzymi *Elephas meridionalis*. Towarzyszą mu gatunki hipopotama, z których jeden (*Hippopotamus major*) jest blisko spokrewniony a może nawet identyczny z żyjącym obecnie wielkim hipopotamem Afryki, podczas gdy drugi (*Hippopotamus Pentlandi*) jest mniejszy. Istnieje dalej bydło rogate, jelenie, konie, nosorożce, niedźwiedzie, psy, koty i t. p., wszystkie niezupełnie zgodne z gatunkami, żyjącymi obecnie. W niektórych utworach fauna ta miesza się z fauną pliocenu środkowego, jak to ma miejsce w cragu czerwonym Anglii. Z drugiej zaś strony właśnie oba najbardziej charakterystyczne gatunki pliocenu górnego: *Elephas meridionalis* i *Hippopotamus major*, znajdują się ku gorze również w najstarszych osadach okresu dyluwialnego.

Najważniejszymi utworami morskimi pliocenu górnego są osady Anglii i krajów śródziemnomorskich. W Anglii południowej poznaliśmy już dawniej utwory przybrzeżne, oznaczone mianem cragu (kregu): crag biały czyli koralowy (coralline crag) reprezentuje pliocen środkowy, crag czerwony i crag z Norwich — pliocen górny. Aczkolwiek kreg czerwony jest starszy od kregu z Norwich, to jednak liczba żyjących jeszcze gatunków jest w obu nadzwyczaj wielka i według badań najnowszych ma wynosić więcej niż 90% mięczaków. Niektóre okoliczności pozwalają nam na stwierdzenie stopniowej zmiany klimatu i wzrastającego oziębienia. W kregu białym znajduje się 28 gatunków, które dziś żyją w morzach bardziej południowych, i tylko jeden, żyjący w morzach bardziej północnych; w kregu czerwonym liczba pierwszych wynosi 19, drugich 11, podczas gdy w kregu z Norwich występuje 15 gatunków z okolic północniejszych, niema zaś ani jednego z bardziej południowych. Widzimy przeto, że w tej ostatniej faunie zapowiada się już zbliżanie okresu lodowego, są to wszakże tylko pierwsze oznaki. W ogólności muszle są zgodne z temi, które dziś jeszcze zamieszkują morza angielskie; formy północne, stanowiące znaczną mniejszość, nie są typami dalekiej północy. Inaczej rzecz się ma ze znacznie młodszymi ilami z czasu pleistocenijskiego, występującymi również w Anglii: występuje tu fauna niczem istotnie nie różniąca się od tej, jaka dziś zasiedla daleką północ.

W krajach śródziemnomorskich rozprzestrzenione są młodopliocenijskie utwory morskie. Valle Biaja w Toskanii. Monte Mario pod Rzymem, okolice Palermo, Kos, Rodos, Cypr dostarczają typów najbardziej znanych. Tu również należą osady z Tarentu i z przesmyku korynckiego (Kalamaki). Masami znajdują się muszle w tych utworach, które w niektórych punktach wznoszą się prawie do 200 m nad poziomem morza, i w których liczba gatunków wymarłych wynosi mniej więcej 20 procent.



I tutaj, w zamkniętem zagłębieniu morza Śródziemnego zaznaczają się także ślady okresu lodowego w faunie morskiej, naturalnie znacznie słabiej niż w Anglii. W niektórych osadach znajduje się tylko ten lub inny gatunek północny. Dość rozprzestrzeniony jest zwłaszcza wielki małż *Cyprina islandica*, należący dzisiaj wyłącznie do wód północnych; w pojedynczych punktach występuje on nawet wraz z formami, które dziś żyją koło Senegalalu lub koło wysp Zielonego Przylądka. Skutkiem tego i skutkiem wogóle znacznie słabszego rozwoju zjawiska trudno przeprowadzić granicę między plioceńskimi a pleistocenijskimi utworami morskimi. Według dzisiejszego stanu naszych wiadomości najbogatsze w skamieliny z pośród tych młodych osadów morskich są osady okolicy Palermo; Monterosato znalazł w nich 504 gatunki, z których 97 dziś już w morzu Śródziemnym nie żyje. Z tych 97 gatunków 66 wymarło, 31 występuje jeszcze w oceanie Atlantyckim, a wśród nich znajduje się kilka o charakterze północnym, jak *Saxicava arctica*, *Mya truncata*, *Cyprina islandica*, *Panopaea norvegica*, *Trichotropis borealis*, *Buccinum undatum* i t. d. Ponieważ goście północni leżą tu razem przeważnie w najwyższej warstwie, mamy w niej przeto wyodrębnioną reprezentację okresu lodowego; według wszelkiego prawdopodobieństwa podobnie rzecz się będzie miała również w innych punktach, w których uławicenie nie jest jeszcze bliżej zbadane.

I w górnym pliocenie również rozmieszczenie ładu i wody jest jeszcze w okolicach morza Śródziemnego istotnie inne niż dzisiaj. Hiszpania południowa, Malta i Sycylia należą do Afryki, połączenie między zachodniem a wschodniem morzem Śródziemnym istniało na północ od Sycylii, wschodnia część Adryatyku była łądem, a i dalej na wschodzie morze wprawdzie zyskiwało na obszarze, lecz nie dochodziło jeszcze zgoła do swej dzisiejszej rozciągłości. Wdarło się ono do południowej części morza Egejskiego, gdzie osady jego znajdujemy na wyspach Kos i Rodos. Ale na północ od łańcucha wysp Cykladzkich, który ciągnie się przez morze skośnie od Attyki i Eubei do Azyi Mniejszej, nie stwierdzono jeszcze żadnych jego śladów; północna część archipelagu oczywiście później dopiero zapadła się w głąb, a Cyklady tworzyły wówczas góry przybrzeżne, o które łamały się fale morza. W obszarze syryjskim, a zwłaszcza egipskim morze również jeszcze nie dotarło do swej granicy dzisiejszej. Zaznaczyliśmy powyżej z naciskiem, że fauna morza Śródziemnego jak również osadów miocenijskich i plioceńskich w jego obszarze nie wykazuje żadnego podobieństwa do fauny morza Czerwonego, którego zwierzęta mają całkowicie charakter mieszkańców oceanu Indyjskiego. Co do miocenu, nie może to dziwić. Nie istniała jeszcze wówczas głęboka kotlina morza Czerwonego, szeroki łąd leżał między morzem Śródziemnym a oceanem Atlantyckim. Inaczej wszakże w pliocenie. W ciągu tego czasu powstała olbrzymia zapadlina grabenowa morza Czerwonego, woda wdarła się w nią od południa i morze to zasiedliło się wielkimi masami mięczaków, szkarłupni, koralu i t. p. Po obu stronach morza Czerwonego występują młode, prawdopodobnie górnopliocenijskie osady z licznymi szczątkami kopalnymi, wznoszące się do znacznej wysokości nad dzisiejszym poziomem morza: koło samego Suezu stwierdzono starą linię brzegową morza Czerwonego na wysokości około 60 m, dalej na południu wysledzono młode wapienie koralowe aż do wysokości około 300 m na wy-

niosłościach, obrzeżających morze. I w dolinie Nilu, w pobliżu Kairu, tuż koło piramid znajdują się osady plioceńskie na wysokości 64 m nad poz. morza; Beyrich pierwszy wykazał, że zawierają one gatunki morza Czerwonego; słynny sfinks z Gizeh został wykuty z odosobnionej rafy z tych osadów (p. t. I, rys. 307).

Ponieważ między morze Suezkie w najwyższym miejscu wznosi się dzisiaj 18 m nad poz. morza, a oprócz tego składa się głównie z zupełnie młodych, dyluwialnych napływów, przeto nie posiadało ono żadnego znaczenia dla rozdziału obu mórz przy stanie wody, wynoszącym 64 m. Musiałoby się zatem odbywać wydatne mieszanie obu faun, gdyby nie było innej przeszkody, którą stanowić mógł tylko wyższy ląd na północ od Suezu i Kairu. Zdaje się, iż na czas krótki, mniej więcej w początku górnego pliocenu, morze przekroczyło te szranki, i powstało ograniczone połączenie między obu oceanami; wynika to z występowania nielicznych gatunków śródziemnomorskich w bardzo młodych utworach morskich koło Suezu, jak również z występowania koło Kairu plioceńskiego osadu morskiego, w którym Mayer-Eymar wykazał mieszaninę gatunków morza Czerwonego i Śródziemnego. W dzisiejszej faunie morza Czerwonego dają się również rozpoznać jeszcze pojedyncze ślady tego czasowego połączenia w kilku formach, co najmniej blisko spokrewnionych z formami śródziemnomorskimi. Nie wiemy jeszcze z pewnością, jak mógł się utworzyć przesmyk Suezki po zapadnięciu się lądu położonego przed nim od północy: prawdopodobnie morze było tu nadzwyczaj płytkie, ponieważ wychodnie osadów mioceńskich sięgały prawie do poziomu morza. Północna część międzymorza składa się z młodych osadów morza Śródziemnego, południowa — z takich samych osadów morza Czerwonego, środek zaś zajmują napływy rzeczne z takimi małżami, jakie żyją dzisiaj w Nilu. A więc jakaś odnoga Nilu musiała się tu skierować i wytworzyć napływy, oczywiście w takim czasie, kiedy morze stało o kilka metrów wyżej niż dziś. Gdy cofnęło się ono potem do swego stanu dzisiejszego, najmłodsze napływy rzeki i obu mórz utworzyły wązkie i niskie międzymorze; dziś przecina je znowu kanał żeglowny, i już dają się wykazać pierwsze początki wędrówki pojedynczych małżów przybrzeżnych wzdłuż tej cienkiej nici wodnej z jednego oceanu do drugiego.

Widzimy tedy pod koniec okresu plioceńskiego we wschodnim obszarze morza Śródziemnego od północnego końca Adryatyku do Egiptu i od Malty do morza Czarnego potężne jeszcze odstępstwa od dzisiejszego rozmieszczenia wody i lądu; stan obecny wytwarza się dopiero w ciągu okresu dyluwialnego skutkiem trwających dalej stopniowych załamów. W granicach obszarów blisko nas położonych, procesy podobne stwierdzić się dają tylko jeszcze w pojedynczych miejscowościach zachodniego morza Śródziemnego, np. oddzielenie się Gibraltaru od Afryki; pozatem jednak nie znamy żadnej w tak niedawnym czasie zmiany tego rodzaju w Europie i w bliżej nas położonych częściach Afryki i Azji. Ale byłaby to rzecz bardzo szczególna, gdyby obszar śródziemnomorski był pod tym względem jedyny na całej ziemi. Istotnie coś podobnego odbywało się prawdopodobnie także i gdzie indziej przed bardzo niedawnym czasem. Te okolice w morzu Śródziemnym, w Archipelagu i w sąsiedztwie morza Czarnego, gdzie w niedalekiej przeszłości zachodziły wielkie zmiany, wyróżniają się od całej pozostałej Europy wulkanami czynnymi i straszliwymi trzęsieniami ziemi. Nasuwa się przypuszczenie, że w niektórych okolicach



pozaeuropejskich, odznaczających się częstotliwością zjawisk podobnych, wielkie załamy potworzyły się również w czasach najnowszych lub jeszcze się tworzą. Ściąga się to przede wszystkim do tego pasa najstraszliwszej działalności wulkanicznej, który zaczynając od Sumatry, ciągnie się przez wyspy Sundajskie i łańcuchy wschodnioazjatyckich wysp girlandowych aż do Kamczatki, a stąd przez Aleuty przedłuża się aż do Ameryki północno-zachodniej (t. I, str. 403). To samo dotyczy drugiego obszaru, gdzie mamy taki sam szeregowy układ wysp przed morzem wewnętrznym — Indyi i zachodnich. Już dawniej określiliśmy te zagłębienia morskie, mniej lub bardziej eliptyczne, zamknięte z jednej strony przez łańcuch stały, z drugiej przez łańcuch wysp, po części wulkanicznych, jako młodociane załamy kotlinowe; prawdopodobnie niektóre z nich utworzyły się dopiero w czasie młodoplioceniowym lub dyluwialnym. Rzeczywiście wielkiem jest podobieństwo do nich obu zagłębienia morza Egejskiego. Naturalnie, dopiero ściśle badania na miejscu ustalić muszą wszystkie szczegóły, dotyczące się tych faktów. Lecz dziś już posiadamy obserwacje, które stanowią za tem przemawiają i niemal wykluczają inne objaśnienie, prócz bardzo młodych załamów. Należy tu występowanie młodej fauny słoni w Japonii i na Filipinach; występowanie zaś wielkich szczerbaczy megalonyksokształtnych w młodych osadach wyspy Kuby wskazuje co najmniej na połączenie z łańcuchem stałym podczas młodszego trzeciorzędu. Na procesy podobnego rodzaju wskazują również trzeciorzędowe utwory słodkowodne na zachodnio-indyjskiej wyspie Anguilla, które tak samo jak utwory Rodosu i Krety ciągną się ku morzu i tu się urywają; na tej samej wyspie znajdują się również w osadach geologicznie młodych szczątki wymarłej fauny ssaków (jeleni i ogromnie wielkich gryzoniów). Jeszcze bardziej uderzającym jest wszakże występowanie zupełnie młodej kopalnej fauny ssaków, a w niej mastodonta na względnie małych wyspach Bahama; możemy stąd wnioskować napewno, że tu w czasie geologicznie niedawno ubiegłym był łańcuch rozległy, który dziś zniknął.

### Osady młodotrzeciorzędowe poza Europą.

O ile osady mioceniowe i plioceniowe Europy i kilku obszarów sąsiednich zostały pilnie zbadane, o tyle skąpe są stosunkowo wiadomości, jakie posiadamy o rówieśnych utworach innych części świata. Zazwyczaj mamy z nich znacznie bardziej szczegółowe wiadomości o rozwoju starych systemów, niż o rozwoju młodszego trzeciorzędu, aczkolwiek właśnie jego dokładna znajomość jest nadzwyczaj ważna dla zrozumienia stosunków dzisiejszych. Za punkt wyjścia do krótkiego przeglądu obnażeń egzotycznych obieramy potężne i bogate w szczątki ssaków osady śródlądowe Indyi. U południowego podnóża Himalajów na ogromnie długim pasie, od Pandżabu aż daleko na wschód do Assamu, ciągnie się nieznacznie przerwane pasmo dość niskich przedgórz, oddzielonych od wysokiego łańcucha górskiego przez płytką zakłębłość doliny Dunu. Te wzgórza Sivalickie składają się z grubych piaskowców i ilów, które miejscami zawierają mnogie szczątki ssaków. Miano utworów sivalickich często rozciągane bywa również na po-

dobne utwory, występujące w innych częściach Indyi, zwłaszcza w Sindzie, dalej na wyspie Perim w zatoce Cambayskiej (na południowschód od ujścia Indu) i w innych miejscach.

Bogata fauna ssaków w tych warstwach sivalickich zawiera wielką liczbę form, które i w Europie występują w zupełnie podobnych lub blisko spokrewnionych, a nawet w zgoła identycznych gatunkach, ale obok nich także szereg typów swoistych, jak wymienione wyżej potężne przeżuwacze: *Sivatherium*, *Bramatherium*, *Vishnutherium*, *Hydaspitherium* i kilka innych (por. str. 384). Dalej ważne są liczne trąbowce: *Dinotherium*, *Mastodon*, słonie i formy pośrednie między obu ostatnimi (*Stegodon*). Z nieparzystokopytnych wymienić należy liczne gatunki nosorożców, wśród nich bezrogie *Aceratherium*, dalej *Chalicotherium*, a z szeregu konia hipoterya i prawdziwe konie. Mnogie są parzystokopytne, liczne bydlę rogate, antylopy i jelenie, dalej wielbłąd i kilka żyraf, a nadto świny, hipopotamy i *Hyotherium*. Oprócz tego uderzają dwa typy z grupy hyopotamidów, łączącej przeżuwacze ze świniami: *Hyopotamus* i *Anthracotherium*, formy o względnie staroświeckim pokroju. Zwierzęta drapieżne są dość rzadkie. Znane są jednak różne koty, hyeny, niedźwiedzie, psy, borsuki i wydry, a z rodzajów wymarłych—wspomniane poprzednio rodzaje *Amphicyon*, *Hyaenarctos* i *Ictitherium*. Z małą znaną są kudłacze, maskarniki i małpa człekokształtna, spokrewniona z szympansem: *Palaeopithecus sivalensis*, o której jużśmy wspomnieli na stronie 363. Kilka nielicznych gryzoni zamyka szereg ssaków. Oprócz tego istnieje kilka ptaków (jeden struś) i gadów, wśród tych ostatnich olbrzymi żółw lądowy z pancerzem prawie 4 m długim (*Colossochelys Atlas*).

To zbiorowisko zwierzęce składa się widocznie z elementów niejednakowego wieku: dwa rodzaje, *Hyopotamus* i *Anthracotherium*, charakteryzują w Europie dolny trzeciorzęd i wskazywałyby mniej więcej na wiek górnooligoceni. Znacznie większa liczba grup występuje w miocenie europejskim, wszakże wśród nich znajduje się tylko trzy takie, jakich niema także w osadach młodszych: *Amphicyon*, *Listriodon* i *Hyotherium*. W wielkiej masie występują dalej formy dolnego pliocenu, w największej zaś formy pliocenu środkowego i górnego. Naturalnie, pojedyncze rodzaje co do swego geologicznego rozprzestrzenienia nie zachowują się w Indjach ściśle tak samo, jak w Europie; niektóre z nich mogą się tam wcześniej pojawiać lub dłużej się utrzymać w cieplejszym klimacie Indyi. Pomimo to jest nieprawdopodobnem, aby wszystkie zwierzęta utworów sivalickich żyły jednocześnie. Wobec tego przyjmujemy obecnie, że osady te zawierają miocen i pliocen, a może nawet jeszcze najstarsze dyluwium. Rzeczywiście, posiadamy już stanowcze dowody, że zachodzi tu podział na rozmaite poziomy: *Anthracotherium*, *Hyopotamus*, *Dorcatherium*, *Hyotherium*, *Amphicyon*, formy geologicznie starsze, są po części zupełnie ograniczone do tak zwanej grupy mancharskiej, po części mają tu przynajmniej swe główne rozprzestrzenienie, a i we właściwych utworach sivalickich niejedno wskazuje również na istnienie kilku poziomów ssaków.

W każdym razie w tych warstwach słodkowodnych reprezentowany jest jeszcze cały pliocen; jest to fakt niezwyklego znaczenia, gdyż warstwy te zostały jeszcze energicznie dotknięte przez wypiętrzenie Himalajów. Ba, w krainie *Hundes*, w Tybecie, w dolinie górnego Satledżu, są one silnie zaburzone na wysokości



4000--5000 m nad poziomem morza; a zatem z końcem okresu trzeciorzędowego warstwy wypiętrzyły się tu tak dalece, że młode te utwory zostały wyniesione prawie na wysokość Mont Blancu. Uderzającym jest ten region hundeski z tego jeszcze względu, że nad wypiętrzonemi czołami warstw trzeciorzędu znajdujemy jeszcze grube zupełnie poziome utwory dyluwialne, które znowu zawierają ssaki, a mianowicie szczątki hyeny, nosorożca, konia, owcy, kozy, bydła i *Pantholopsa*, rodzaju antylopy, który i teraz występuje tylko w obszarach wyżynnych Tybetu w formie, zbliżonej do kopalnej. Znaleźiska te wzbudziły nadzwyczajną sensację w czasie ich odkrycia w pierwszej ćwierci dziewiętnastego stulecia. Przypuszczano, że taka fauna nie mogła istnieć na tej ogromnej wysokości, i że osady te od czasu swego powstania zostały podniesione pionowo o prawie 5000 m, tak przytem, że w uławiceniu ich nie zaszły żadne zaburzenia. Według badań Lydekkera, ten długo wyznawany pogląd nie może się nadal utrzymać. Wszystkie ssaki z poziomych osadów Hundesu, wyjąwszy nosorożca i hyeny, żyją jeszcze teraz w tem samym miejscu i, pomimo ogromnej wysokości 5000 m, w tej samej okolicy możliwa jest dziś uprawa zboża. Ponieważ poziomo uławicone osady dyluwialne Hundesu są pokryte przez moreny epoki lodowej, trzeba je przeto zaliczyć do najstarszej części okresu dyluwialnego, któremu przypisać możemy klimat nieco cieplejszy i wilgotniejszy od dzisiejszego, gdyż istnienie wielkiego jeziora w tym regionie dowodzi znacznej ilości wody. W takich warunkach i występowanie nosorożca na tej wysokości nie jest zagadką, gdyż zwierzęta te w okresie dyluwialnym istniały nawet w północnej Syberii, a szczątki ich wmarzły w tamtejszy grunt lodowy ze wszystkimi częściami miękkimi. Niektóre formy ssaków z utworów sivalickich znalazły się również na Jawie, w Chinach i w Japonii. Nie zawsze łatwo tu jednak rozstrzygnąć, co należy do pliocenu a co do dyluwium.

Młodotrzeciorzędowe utwory morskie występują dalej na wschodzie obficie, niż w Indostanie; z nich zwłaszcza utwory wyspy *Java* zostały bliżej zbadane. Zawierają one bogatą faunę mięczaków, jeżowców i otwornic, która pod wszystkimi względami odpowiada dzisiejszej faunie oceanu Indyjskiego, i, jak się zdaje, co do ilości gatunków wspólnych, stoi do niej w podobnym stosunku, jak fauna włoskiego pliocenu środkowego (warstwy astyjskie) do fauny morza Śródziemnego; wszakże pewne oznaczenie wieku pojedynczych oddziałów trzeciorzędu jawańskiego nie jest jeszcze możliwe. Dalej na Filipinach znajdują się utwory koralowe prawdopodobnie młodotrzeciorzędowego wieku; także utwory zapewne występują również na innych wyspach południowo-wschodniej Azji. Pominając wymienione już wyżej warstwy roślinonośne, Japonia posiada inne nieznanne jeszcze bliżej osady młodotrzeciorzędowe, zawierające faunę morską. Młodotrzeciorzędowe utwory morskie Australii i Nowej Zelandyi zawierają faunę, wykazującą wiele pokrewieństwa z żyjącą obecnie fauną przyległych części oceanu Spokojnego.

Stosunki zachodniego wybrzeża Ameryki Południowej odbiegają nieco od powyższych. Zwłaszcza z różnych punktów Chili znane są osady morskie, których dość liczna fauna mięczaków była badana już dawniej, głównie jednak przez Philippiego. Według spisów znalezionych skamielin można odróżnić kilka oddziałów, z których jeden, jak się zdaje, jest starotrzeciorzędowy, przypuszczalnie

oligoceni, drugi—mioceński. Znaczna część fauny jest blisko spokrewniona z fauną dzisiaj żyjącą na zachodnim brzegu Ameryki Południowej. Towarzyszy jej kilka form atlantyckich, zgodnych z formami osadów trzeciorzędowych rzeczypospolitej Argentynskiej i Patagonii. Odosobnienie fauny atlantyckiej i pacyficznej nie było więc wówczas zapewne tak całkowite jak dziś, kiedy niemożliwa jest wędrówka mieszkańców obszaru bardziej północnego, cieplejszego, dokoła południowego cypla Ameryki, przypuszczalnie skutkiem niższej tamtejszej temperatury. Jeszcze bardziej uderzającym jest występowanie niektórych gatunków o pokroju śródziemnomorskim, które wędrowały na zachód przypuszczalnie wzdłuż brzegu lądu, który łączył Amerykę Północną z Europą.

Jak w tych okolicznościach oczekiwać należało, i na wyspach zachodnio-indyjskich występują również mioceńskie utwory morskie, których bogate w skamieniny osady są blisko spokrewnione z osadami południowo-europejskimi i wśród których podobnie jak w Europie wyróżnić można dwa kolejno następujące działy: miocen dolny i miocen górny. Utwory te są szeroko rozprzestrzenione na Antylach i na wyspach Bahama; ciągną się one do północnego brzegu zatoki Florydy, do Georgii, Karoliny, Wirginii, Marylandu i dalej prawie aż do 42 stopnia szerokości. Na tym obszarze osady mioceńskie można podzielić na różne poziomy, które widocznie reprezentują całe piętro. Ale na brzegach zatoki Meksykańskiej w rozwoju morskim występuje tylko miocen najgłębszy; za nim następują warstwy grandgulfskie, osady śródlądowe, które dotychczas dostarczyły tylko szczątków jednego żółwia i kilku roślin lądowych. Widzimy tedy, że w tym obszarze zaraz na początku miocenu morze się cofa a ląd śródmorski narasta; proces ten doprowadził do całkowitego połączenia Ameryki Północnej z Południową. Zdaje się wszakże, że połączenie to było tylko bardzo krótkotrwałe, ponieważ nie nastąpiła żadna donioślejsza wymiana ssaków między północą a południem. Widocznie łańcuch antylski został niebawem znowu przerwany i dopiero w czasie znacznie późniejszym, na granicy między okresem trzeciorzędowym a dyluwialnym, powstało dłużej trwające połączenie. Wówczas to wytworzył się potężny prąd różnorodnych form zwierzęcych, podążających z jednego lądu na drugi.

Pliocene osady morskie znajdują się również na wschodnim brzegu Ameryki Północnej, mianowicie warstwy sumterskie w Karolinie północnej i południowej, których fauna stoi w podobnym stosunku do fauny dzisiejszego północno-zachodniego atlantyckiego obszaru morskiego, jak fauna pliocenu europejskiego do żyjących typów śródziemnomorskich. Większą doniosłość od tych utworów morskich posiadają młodotrzeciorzędowe warstwy ze ssakami, występujące w środku Stanów Zjednoczonych. Poznaliśmy już dawniej te szeroko rozpostarte jeziora czasu eoceni i oligoceni, w których nagromadziły się masy osadów. Widzieliśmy dalej, że istnieje daleko idąca zgodność między starotrzeciorzędowymi faunami ssaków Ameryki Północnej i Europy. Już w oligocenie wytwarzają się odrębności, które prowadzą do przypuszczenia, że wówczas wędrówka ssaków między Ameryką Północną i Europą była już utrudniona; większe jeszcze różnice dają się zauważyć w miocenie. Z tego też powodu pojedyncze młodotrzeciorzędowe fauny ssaków Ameryki Północnej nie dają się już tak ściśle porównywać z europejskimi, jak fauny eoceni. W 40 do 60 m grubych



White-river-beds, które zajmują rozległe powierzchnie w Nebrasce północnej, w Dakocie, w Colorado, w Wyomingu, pojawia się kilka form, które zapewne przywędrowały z Europy: *Aceratherium*, *Ancodus*, *Elotherium*, *Hyaenodon* i *Steneofiber*, rodzaj gryzonia z rodziny bobrów. Wygasły potężne amblypody i szczególne tillodonty, kreodonty są ograniczone do *Hyaenodona*. Śród nieparzystokopytnych bogato są rozwinięte olbrzymie titanoterdy; krewnią się one widocznie z eocen-skimi paleopsinami. I śród pozostałych nieparzystokopytnych jak śród parzystokopytnych jest wiele form ściśle związanych z formami górn-eocen-skimi.

Z kolei młodsza fauna John Dayska Ameryki Północnej pochodzi z najdalszego zachodu, ze stanów Oregon, Newada i Washington. Sądząc z formy przewodniej *Anchitherium* faunę johndayską można mniej więcej utożsamiać z europejską fauną anchitheriową. Jako dalsze typy europejskie towarzyszą jej nosorożec i *Aceratherium*, drapieźnik *Galecynus* i gryzonie *Steneofiber*, *Lepus* (zając) i *Sciurus* (wiewiórka). Z najstarszemi rogatemi zwierzętami kopytnemi Europy (*Dicroceras*) zestawiać należy w Ameryce Północnej blastomeryksa, chalikoterjom i makroterjom odpowiada w Ameryce Północnej rodzaj *Moropus*; nie brak tedy rysów zgodnych, choć ogólny rozwój faun był w gruncie rzeczy samodzielny. W Ameryce Północnej odbija się to mianowicie w bogatym rozwoju oreodontidów, które, błędnie dawniej łączone z wielbłądowatemi, w rzeczywistości tworzą samodzielną bezpłodną gałąź boczną parzystokopytnych. Szczególne te oreodontidy znajdują się również w najbliższej młodszej faunie pokładów *deep rivers*kich i *ticholeptus*owych, a mianowicie w licznych, lecz małych i kalekich formach, jakie się pojawiają śród grup wymierających. *Anchitherium* i *Blastomeryx* zachowują się również w tej faunie, w której *Mastodon* przedstawia natomiast pierwiastek nowoczesny. Trudność paralelizacji z Europą daje się znowu żywo odczuwać przy następnej faunie grupy *loup-forek*iej. Aczkolwiek posiada ona szereg rodzajów wspólnych z Europą (*Equus*, *Hipparion*, *Mastodon*, *Canis*, *Mustela* i *Lutra*), a *Camelus* — z Azją południową, to jednak odrębność jej zaznacza się jeszcze dosadniej.

Potężna zmiana zachodzi potem w ostatniej fazie okresu trzeciorzędowego lub bezpośrednio przed początkiem okresu dyluwialnego: północna i południowa połowa Ameryki zrastają się w jeden kontynent zapomocą pomostu lądowego, który był zapewne szerszy od dzisiejszego międzymorza Panamskiego; szerokim korytem przelewają się ssaki Ameryki Południowej na północ, ssaki Ameryki Północnej na południe, i w ten sposób dokonywa się to zmieszanie faun, jedno z najbardziej godnych uwagi w dziejach naszej ziemi. Szczerbacze opuściły swą prastarą krainę-żywicielkę i w kilku rodzajach (*Megalonyx*, *Myloodon*, *Glyptodon*, *Chlamydotherium*) osiedliły się w Ameryce Północnej; towarzyszyło im kilka innych form specyficznie południowo-amerykańskich, jak szczególne toksodonty i kapibara (*Hydrochoerus*). Szczątki tych form znajdują się zmieszane z licznymi nowoczesnymi typami północno-amerykańskimi w pokładach *equus*owych (*equus beds*) na zachodzie i na południo-zachodzie Stanów Zjednoczonych, w Meksyku i w Ameryce środkowej, dalej w pokładach *megalonyks*owych na wschodzie Ameryki Północnej i na Kubie. Niestety, granica między pliocenem a dyluwium jest tu tak zartata, że niepodobna dotychczas podzielić tej w najwyższym stopniu osobliwej fauny na trzeciorzędową i dyluwialną.

Podobne trudności stratygraficzne zachodzą w jeszcze większej mierze co do trzeciorzędowych utworów śródlądowych Ameryki Południowej. Fauna słynnych łąk pampasowych zawiera, obok olbrzymich form tubylczych, jeszcze przybyszów, którzy wdarli się z północy, jak przedewszystkiem konia, mastodona, machairodusa i inne rodzaje zwierząt drapieżnych i wiele małych gryzoniów. Między łąkami pampasowymi a warstwami santakruzkimi, o których faunie mówiliśmy powyżej (ob. str. 409), leżą formacje patagońska i araukańska, obie tegoż pochodzenia, co löss pampasowy, obie bogate w szczątki ssaków. Jaki wiek geologiczny przypisać mamy faunie patagońskiej, zależy to naturalnie od (chwiejnego) stanowiska warstw santaacruzkich. Niepodobna chyba wątpić, że są tu reprezentowane oba piętra, miocen i pliocen, choć podział tak nadzwyczajnie bogatych szczątków ssaków na pojedyncze piętra nie jest jeszcze dość ściśle przeprowadzony. Fauna patagońska zawiera tylko torbacze, szczerbacze, toksodonty, typoterya, nieparzystokopytne i gryzonia o piętnie specyficznym południowo-amerykańskim i wytworzyła się z fauny santaacruzkiej drogą ciągłego różnicowania.

### Streszczenie.

W opisie pojedynczych działów trzeciorzędu były już podnoszone najistotniejsze zmiany zarówno w stosunkach klimatycznych jak w rozkładzie wód i łądów. Widzieliśmy, że w Europie aż do miocenu panował klimat gorący i, że poczynając odtąd aż do końca trzeciorzędu temperatura prawdopodobnie stopniowo spadała. W czasie trzeciorzędowym znajdujemy na obszarach polarnych bujną roślinność, wskazującą na klimat umiarkowany w okolicach, gdzie teraz najsroźsze panuje zimno i rośnie tylko najmniejsza flora: jest to jedno z najtrudniejszych zagadnień geologicznych, do którego słusznej oceny posiadamy dotychczas jeszcze zbyt niedostateczną liczbę faktów.

Bardziej szczegółowego rozważenia wymagają zmiany w rozmieszczeniu wody i łądu. Jako ich wyniki najgłówniejsze podaliśmy już wyżej: wykształcenie zagłębia atlantyckiego, jego odcięcie od oceanu Spokojnego przez połączenie łądowe między Ameryką Północną i Południową, zniknięcie łądu, łączącego Indye z Afryką środkową, powstanie morza Śródziemnego zamkniętego od wschodu, morza Czerwonego i zapewne także wschodnio-azyatyckich załamów kotlinowych. Co do niektórych z tych wydarzeń, brak jeszcze ściślejszego oznaczenia czasu; przedewszystkiem czasu powstania zagłębia atlantyckiego. Pierwsze rozległe przekraczania morza zaczęły się w czasie gaultu i górnej kredy, nie doprowadziły wszakże jeszcze do trwałego przekształcenia. Ponieważ jeszcze w starotrzeciorzędowym czasie fauna morska Indyi zachodnich posiada uderzające podobieństwo do alpejskiej, musimy stąd wnosić, jak wykazano powyżej, że wówczas w obszarze południowo-atlantyckim istnieć jeszcze musiała przynajmniej pewna liczba wysp, niezbyt daleko od siebie odległych, które umożliwiały wędrówkę koralu rafowych i fauny pozostałej. Naturalnie, zaniku tego połączenia nie możemy sobie tak wyobrażać, że od jednego razu w określonym momencie podczas starszego okresu trzeciorzędowego zapadł się łąd południowo-atlantycki. Przeciwnie, musimy



przyjąć, że zapadanie się tej masy lądowej odbywało się powoli i częściowo. Prawdopodobnie przez długi czas istniały jeszcze pokaźne wyspy, jako ruiny nikiącego lądu: dziś jeszcze jego szczątki ostatnie wznoszą się nad poziom oceanu w postaci Azorów, wysp Kanaryjskich i Zielonego przylądka, jak również skały Św. Pawła samotnie sterczącej na środku oceanu. W każdym razie, zanik tej Atlantydzie przedstawia jeden z najwspanialszych przykładów zapadania się potężnych mas lądowych wzdłuż linii przełamowych, jedno z najogromniejszych pól zapadlinowych, o jakich opowiadają nam dzieje geologiczne.

Znany mit starożytnych greków głosi o ogromnej wyspie Atlantydzie, która leżała na oceanie Atlantyckim przed słupami Herkulesa, o wyspie tak wielkiej, jak Libia i Azya Mniejsza razem wzięte. Solon otrzymał od kapłanów egipskich wiadomość o tym lądzie, którego później nigdy już nie widziano, i o którym z tego powodu mniemano, że zanurzył się on tymczasem w morzu. W naszych czasach myślnano o tem, że może jeszcze w okresie historycznym istniały znaczne pozostałości lądu południowo-atlantyckiego, które były znane żeglarzom fenickim i później dopiero zniknęły. Nie mamy wszakże najmniejszego punktu oparcia dla hipotezy, żeby jeszcze podczas istnienia człowieka zachodziły w tych obszarach tak znaczne przekształcenia. Gdyby w tak późnym czasie istniały większe masy lądowe, których szczątki reprezentują Kanary, Azory i Madera, to te grupy wysp musiałyby wykazywać znacznie więcej zgodności w faunie i florze, niż to jest rzeczywiście. Co dało powód do podania o Atlantydzie, czy może żeglarze fenicy odwiedzali Kanary i dowolnie powiększali w swych opowieściach wyspy, które widzieli, czy też, jak chcą inni, podstawę tego podania stanowią ciemne wieści o istnieniu Ameryki, tego nie możemy tu rozstrzygnąć. Ale w żadnym razie nie możemy się powoływać na zmiany geologiczne o tak wielkiej skali z przed lat zaledwie 3000—4000.

Trudne jest pytanie, dotyczące czasu trwania lądu północno-atlantyckiego i jego zaniku. Tylko przypuszczając, że w eocenie połączenie lądowe między Europą i Ameryką Płn. było szerokie i otwarte, można objaśnić uderzającą zgodność faun ssaków tu i tam. Zaczynające się w oligocenie wyodrębnianie ssaków i postępy tego zjawiska w młodszym trzeciorzędzie wskazują na trudność swobodnego ruchu zwierząt lądowych, choć nie zdołalibyśmy wyrobić sobie określonego wyobrażenia o bliższych szczegółach. Brak trzeciorzędowych osadów morskich we wszystkich bardziej północnych obszarach Europy i Ameryki Płn. przemawia za tem, że ląd północno-atlantycki przetrwał aż do miocenu. Dalej wielkie rozprzestrzenienie bogatych łóżysk flory kopalnej dowodzi istnienia znacznej roślinności lądowej, a więc i obszernego lądu, na którymby ona rozwinąć się mogła. Na wyspach Färöer i na Islandyi w towarzystwie potężnych mas bazaltowych występują warstwy roślinne i węgiel brunatny, przypuszczalnie miocenijskiego lub oligocenijskiego wieku, wśród okoliczności, wykazujących wyraźnie, że mamy tu do czynienia tylko ze słabymi szczątkami osadu dawniej szeroko rozprzestrzenionego. W ten sam sposób występują warstwy roślinne, pokryte bazaltem, w Grenlandyi; ale mamy je także w północnej Irlandyi, w hrabstwie Antrim i na Hebrydach. Zapewne wszystkie te punkty stanowią pozostałość pierwotnie jednolitej płyty, która została rozdrobniona mniej więcej w czasie miocenijskim.

Ze zniknięciem ładu północno-atlantycznego i południowo-atlantycznego utworzyło się wielkie otwarte zagłębienie morskie, które dziś oddziela Amerykę od Europy i od Afryki. Brakło wszakże jeszcze istotnego punktu w dzisiejszym charakterze oceanu Atlantyckiego, który warunkuje jego odrębność zoogeograficzną: brakło jego zamknięcia w strefie zwrotnikowej, północnej umiarkowanej i w znacznej części południowej umiarkowanej. W okresie miocenijskim między północnym a południowym kontynentem Ameryki utworzyło się połączenie lądowe (ob. str. 449), przeważnie górzyste, którego szczątki mamy dziś jeszcze przed sobą w łańcuchu Antylów. Łąd antylski został wkrótce znowu przerwany, i dopiero na granicy między okresem trzeciorzędowym a dyluwialnym powstało dłużej trwające połączenie, takie, jakie dziś jeszcze istnieje. Liczne szczerbacze wędrują na północ, mastodonty, konie, tapiry, pekkari, lamy i t. d. na południe. Że połączenie to, a zwłaszcza ostatnie ogniwo łańcucha, międzymorze Panamskie, złożone z tufów wulkanicznych, jest tak młodociane, wynika z jednej strony ze stosunków fauny ssaków, z drugiej strony z charakteru zwierząt morskich morza Karaibskiego, z których wiele krewni się blisko ze zwierzętami oceanu Spokojnego.

Prawdopodobnie zamknięcie oceanu Atlantyckiego od strony oceanu Indyjskiego odbyło się nieco wcześniej niż od strony oceanu Spokojnego. Ten kanał szeroki, który ciągnął się dotychczas w kierunku wschodnio-zachodnim, na początku miocenu stał się łądem w swej części wschodniej; zachodnia część utworzyła morze wewnętrzne, które się łączy z oceanem Atlantyckim. Wraz z morzem Śródziemnem w znaczeniu dzisiejszym powstał jeden z najważniejszych rysów charakterystycznych ukształtowania geograficznego zachodniej części Starego Świata. Co prawda, to morze Śródziemne starszego miocenu było znacznie większe od dzisiejszego, ponieważ szerszym lub węższym pasem obejmowało ono i północne podnóże Alp i Karpatów, a na wschodzie ciągnęło się aż do Persyi; dopiero stopniowo zmniejszał się jego obszar. Jednak to zmniejszanie się zasięgu nie odbywało się równomiernie, lecz zmiany jego zachodziły nieprawidłowo ze znacznymi wahaniami. Wogóle proces ten tak się da przedstawić, że w ciągu miocenu a zwłaszcza podczas ostatniej jego fazy zachodziło stałe zwężanie się morza Śródziemnego, tak iż w dolnym pliocenie wykazuje ono najmniejszą swą rozciągłość. Poczynając od piętra pontyjskiego, kiedy skurczyło się ono do minimum, poczęło ono znowu wzrastać skutkiem ponawiających się ciągle załamów. Od tego czasu morze Adryatyckie znacznie się rozszerzyło, rozpadła się wielka wyspa, która przypuszczalnie istniała na morzu Tyrreńskim, zniknął szeroki pas ładu na północnym brzegu Afryki, morze dosięgło obszaru syryjskiego, a nowoutworzone zagłębienia, morza Egejskie i Czarne, złąły się z morzem Śródziemnem. Ba, podczas pliocenu, zostało nawet na czas krótki wznowione połączenie z oceanem Indyjskim, ponieważ morze Śródziemne czasowo było połączone z nowopowstałym morzem Czerwonem.

Od dawnych czasów w morzu Śródziemnem i jego okolicy mamy widownię nadzwyczaj głębokich zmian geologicznych, przemiennego wypiętrzania się potężnych pasm górskich i zapadania się ogromnych płatów powierzchni. Porównując np. rozprzestrzenienie morza w czasie dolnego miocenu z rozprzestrzenieniem jego w początku jury, znajdujemy niejedno podobieństwo. Kaukaz stanowi



najbardziej wschodni znany punkt występowania liasu morskiego, na południu morze sięgało aż do północno-afrykańskiej płyty pustyniowej, a północna krawędź Karpatów stanowiła w przybliżeniu północny brzeg morza. Choć na północ-zachodzie stosunki w czasie liasu były zupełnie inne, to jednak pozatem znajdujemy analogie w ograniczeniu morza Śródziemnego w liasie i w miocenie. Rozdziela je wszakże czas jury środkowej i górnej, kredy i dolnego trzeciorzędu, w ciągu którego szeroka droga morska sięgała aż do zatoki Bengalskiej. Widzimy ze zdumieniem, jak po niezliczonych milionach lat powraca konfiguracja, która, jak się zdawało, zginęła bezpowrotnie, i słuszy można wątpić, czy stan dzisiejszy jest trwały. Bardziej, niż gdziekolwiek bądź indziej w naszych okolicach, oczekiwać możemy w obszarze morza Śródziemnego głębokich zmian w ciągu przyszłych okresów geologicznych. Czy prowadzić one będą do zwięzienia zagłębia? Czy otwartem znowu zostanie stare połączenie z oceanem Indyjskim?

W oceanie Atlantyckim natomiast nie spotykamy nigdzie śladów tak silnych wahań. Tylko w obszarze antylskim mamy oznaki procesu twórczego, podobnie zawikłanego, jak w morzu Śródziemnem; gdy przyjrzymy się budowie Indyi zachodnich, zrozumiemy odrazu, na czym stosunek ten polega. Tu, jak w morzu Śródziemnem, linia brzegowa bieży przeważnie w kierunku rozciągłości warstw i w obszarze gór młodocianych, od czego zależy wzmiankowany nieprawidłowy bieg zjawisk, podczas gdy wybrzeża atlantyckie, wyjąwszy Indye zachodnie, leżą prawie wyłącznie w obszarze gór starych i nie idą za rozciągłością warstw.

Streścimy w niewielu wyrazach stan wody i ładu: prastare i trwałe wśród wszystkich zmian stosunków pozostałych jest wielkie zagłębie oceanu Spokojnego, będące ku południowi w otwartem połączeniu z oceanem Lodowatym. Podczas jury i kredy istnieją dwie wielkie masy lądowe, jedna przeważnie w północnym obszarze umiarkowanym, druga w—równikowym; obie są wydłużone z zachodu na wschód i oddzielone od siebie szerokim kanałem, przebiegającym z zachodu na wschód. Podczas trzeciorzędu rozpada się zarówno północna jak południowa masa lądowa, pierwsza na Europę-Azyę (Eurazję) i Amerykę Północną, druga na Indostan, Afrykę i Amerykę Południową. Między zachowanymi częściami tych starych lądów utworzyło się zagłębie atlantyckie, a obie części zachodnie i obie wschodnie łączą się teraz ze sobą: Ameryka Północna styka się z Ameryką Południową, Eurazya—z Afryką i z Indyami. Wytwarza to rys zasadniczy dzisiejszego położenia geograficznego.

Przekształcenie to musiało wywrzeć wpływ jaknajwiększy na stosunki zoogeograficzne. Jeżeli dawniej kanałem, ciągnącym się od obszaru antylskiego do Bengalii, fauna morska obszarów cieplejszych mogła się rozszerzać dość równomiernie po całej ziemi, to teraz jest inaczej. W oceanie Atlantyckim, ciągnącym się z północy na południe, nie posiadającym w pasie ciepłym żadnego połączenia z innymi morzami, musiała się rozwinąć fauna samodzielna, która do indo-pacyficznej stoi w przeciwieństwie, które z biegiem czasu musi zaostrzać się coraz bardziej. Podobnie musi działać przekształcenie lądów na faunę i florę lądową. Widzimy tedy, że w młodszym trzeciorzędzie i w czasie obecnym wytwarza się rozkład

lądu i morza, sprzyjający w wysokim stopniu daleko sięgającej specjalizacji i umiejscowieniu świata ożywionego.

## 8. Dyluwium (plejstocen).

TREŚĆ: Stosunki ogólne dyluwium. — Alpejskie utwory dyluwialne. — Łądolód północnoeuropejski. — Osady dyluwialne w innych częściach Europy. — Świat zwierząt i roślin okresu dyluwialnego w Europie. — Stosunki klimatyczne Europy w okresie dyluwialnym. — Dyluwium pozaeuropejskie. — Przyczyny okresu zimna. — Okresy geologiczne.

### Stosunki ogólne dyluwium (plejstocenu).

Różnice, uwydatniające się w stanie ziemi i jej mieszkańców pod koniec okresu trzeciorzędowego w stosunku do doby dzisiejszej, nie posiadają już wielkiego znaczenia. Klimat był zapewne niewiele tylko cieplejszy niż dziś, różnice w rozkładzie wody i ładu występują tylko w szczegółach, a również w ukształtowaniu powierzchni łądów dążą do przeobrażenia jeszcze tylko rysy drobniejsze, mianowicie w tworzeniu się dolin i jezior. Fauna morska jest bardzo zbliżona do dzisiejszej, gdy tymczasem w mieszkańcach ładu stałego istnieją, co prawda, większe różnice. Jeszcze na wszystkich łądach występują tu liczne, teraz przeważnie wymarłe olbrzymie formy ssaków; natomiast nawet z najmłodszych warstw trzeciorzędowych nie ma jeszcze żadnych pewnych śladów pana dzisiejszego stworzenia — człowieka.

Przejście od rozwoju starszego do nowego nie zaszło nagle i bezpośrednio, lecz stopniowo w okresie czasu, który wprawdzie w porównaniu z tym lub innym z wielkich starszych systemów był krótki, lecz, mierzony skalą życia ludzkiego i doby historycznej, był jednak bardzo długi. Czasokres ten bywa oznaczany mianem plejstocenu<sup>1)</sup>, lub też mniej odpowiednimi nazwami okresu dyluwialnego lub czwartorzędowego.

Niepodobna oddzielić plejstocenu ostrą linią graniczną ani od starszych, ani od młodszych utworów. Pomimo to kryje on tyle właściwości, że można go traktować jako dział samodzielny. Utwory plejstocenijskie, rozpatrywane w swym całokształcie, różnią się wyglądem zewnętrznym znacznie od wszystkich utworów starszych skutkiem małej ilości osadów powstałych w morzu i większych jeziorach śródlądowych. Zmiany w stanie morza i ładu są w tych niedawnych czasach tak małe, że tylko nieliczne osady morskie wydzwignęły się nad dzisiejszy poziom morza; od czasu plejstocenijskiego również dość rzadkie są przypadki wysychania lub silnego kurczenia się wielkich jezior wewnętrznych. W tem większym rozprzestrzenieniu występują osady wód bieżących w postaci ławic żwiru, piasków, ilu i gliny. Prócz tego mamy rozległe torfowiska, dalej masy „eolskie“, t. j. przez wiatr nawiane i t. d. Wreszcie, jako rzecz najbardziej godna uwagi, pojawiają się na

<sup>1)</sup> Plejstocen od *πλεστον* „najwięcej“ i *καινός* „nowy“. Dyluwium — potop, ponieważ dawniej do tego okresu włączano potop Noego, i uważano go, przynajmniej później, za okres wyróżniający się wielkimi zalewaniami. Czwartorzęd — ponieważ dział ten następuje po t. zw. trzecim czasokresie — po trzeciorzędzie.



wielkich przestrzeniach potężne utwory lodowcowe, moreny i przerobiony materiał morenowy, które pochodzą z olbrzymich mas lodowych, pokrywających wiele krajów.

Podczas gdy te ostatnie utwory stanowią do pewnego stopnia właściwość plejstocenu, to twierdzić możemy z pewnością, że pozostałe utwory lądowe były podobne i istniały również we wcześniejszych okresach historii ziemi, chociaż dotrwały do nas tylko w stosunkowo małej ilości. Samo przez się rozumie się, że tego rodzaju utwory powierzchniowe przy każdej zmianie są najbardziej wystawione na zniszczenie przez erozyję. Gdyby np. nasze okolice pograżyły się w morze, to posuwająca się naprzód kipiela znosiłaby przedewszystkiem sypanie przeważnie masy plejstocenijskie; jeśliby nastąpiło podniesienie, to denudacja napowietrzna, energiczniej teraz nacierająca, zniszczyłaby przedewszystkiem te same właśnie osady. Ponieważ od końca okresu plejstocenijskiego nie wydarzyło się żadne zjawisko tego rodzaju, przeto z okresu tego posiadamy takich utworów obfitość, poza nim zaś przechowały się one tylko pojedynczo. Z nich składa się powierzchnia pokrywa, osłaniająca zwykle skały starsze; zawdzięczając jej znaczną część swego charakteru krajobrazu i roślinność okolic płaskich i pagórkowatych. Gdyby ich nie było, to olbrzymie połacie łąd, pokryte obecnie żyzną gliną i bardziej od innych nadające się do uprawy roli, przedstawiałyby łysy, kamieniste obszary skalne, pozbawione warunków pomyślnych dla wzrostu roślinności. W rzeczy samej nierównie większa część powierzchni łąd jest pokryta przez utwory czwartorzędowe, i ta już jedna okoliczność musi nadawać ich badaniu wielką doniosłość.

Wprawdzie, gdy rozpatrujemy większość map geologicznych, zwłaszcza map przeglądowych o małej skali, zdaje się nam, iż rzecz ma się zupełnie inaczej. Plejstocen zajmuje na nich stosunkowo małą tylko przestrzeń. Takie przedstawienie nie odpowiada jednak rzeczywistości. Na takich mapach dyluwium jest w wielu miejscach opuszczone tylko ze względu na ich cel, aby dać jaśniejszy przegląd budowy geologicznej stałego rusztowania skalnego. Jeśli oglądamy np. mapę Rosyi, to jura, perm, system węglowy, dewon, sylur zajmują olbrzymie powierzchnie; ktoby stąd wytworzył sobie obraz natury geologicznej kraju, musiałby sobie wyobrazić, że znajdzie wszędzie liczne wychodnie i odsłonięcia tych osadów. W rzeczywistości jednak w większości okolic Rosyi można całymi dniami pędzić końmi, nie mając nic innego do zobaczenia prócz dyluwialnej gliny, iłu i czarnoziemiu. Tam tylko, gdzie większe rzeki wyłobiły sobie głębokie łożyska w równinie i dotarły aż do starszych formacji, w tych tylko miejscach, pilnie odwiedzanych przez geologów, można sobie wyrobić pojęcie o składzie podłoża. Ponieważ jednak te starsze warstwy leżą prawie zupełnie poziomo i nie są zaburzone, można przeto, kombinując pojedyncze przekroje, występujące nad rzekami, podać w przybliżeniu ściśle budowę pokładów głębszych również na terenach zakrytych: w ten sposób powstały ogólnie rozpowszechnione mapy Rosyi. Podobnie rzecz się ma także i w innych okolicach. Jakkolwiek wielkiem jest rozprzestrzenienie osadów czwartorzędowych, jednak badanie ich nastęrcza nadzwyczajne trudności, gdyż charakter ich zmienia się szybko, brak im często prawidłowego uwarstwienia, a w wielu osadach skamienia są bardzo rzadkie. Ponieważ prócz tego właśnie w utworach lądowych, z którymi tu się przeważnie spotykamy, stosunki miejscowe wpływają na charakter

znacznie więcej, niż w utworach morskich, to geologiczna charakterystyka dyluwium jeszcze bardziej niż historia trzeciorzędu rozpada się na szereg opisów lokalnych, z których dopiero stopniowo wyłaniają się wyniki ogólniejsze.

Najważniejszym zjawiskiem jest tu wielkie rozprzestrzenienie mas lodowych, które w czasie czwartorzędowym pokrywały znaczną część ziemi. Lodowce i lód lądowy o niezmiernej rozciągłości pozostawiły swe wyraźne ślady w najrozmaitszych okolicach. Spotykamy tu okres zimna, którego temperatura była w każdym razie o kilka stopni niższa od teraźniejszej. Wprawdzie nie cały czas plejstoceński tem się wyróżniał. Na początku i na końcu jego klimat mało się różnił od panującego dzisiaj, a i ku środkowi okresu czwartorzędowego zachodziły rozmaite wahania: czasokresy pośrednie, gdy temperatura się podnosiła, a lód się cofał.

Jakie ślady pozostawiają masy lodowe, wiemy z opisu działalności lodowców dzisiejszych, zawartego w pierwszym tomie tego dzieła. Cechę główną stanowią nagromadzenia okruczowe moren o materyale zmieszonym bezładnie z głazami porysowanymi i podrapanymi, z wielkimi blokami, przeniesionymi przez wielkie przestrzenie. Dodać do tego należy właściwość podłoża krągło-pagórkowego, wyglądzonego i porysowanego oraz szereg innych cech podrzędnych. Dalszych wreszcie znamion dostarczy nam świat zwierząt i roślin, o ile pozostały po nim ślady, przez występowanie form północnych w okolicach południowych, typów alpejskich—na równinach.

W Europie utwory podobne zajmują obszary dwojakiego rodzaju. Z jednej strony występują one w górach, które dziś jeszcze dźwigają rozległe lodowce, np. w Alpach i na wyżynach skandynawskich, i przedstawiają tu tylko znaczne powiększenie zjawisk, istniejących jeszcze dzisiaj. Z drugiej strony znajdują się one również daleko od jakiegokolwiek bądź czynnego jeszcze i stałego źródła tworzenia się lodu, już to w niskich górach, jak w Wogezach, w Szwarcwaldzie, w Szumawie, w Karpatach i t. d., już to na nizinach, na równinie północno-niemieckiej, w Holandyi, na niżu polskim i rosyjskim. Prawdziwe tłumaczenie wyjść musiało naturalnie z tych obszarów, gdzie klucza dostarczało porównanie z lodowcami dzisiejszymi. Istotnie pierwszy krok stanowczy uczyniono w Szwajcaryi.

Stosunkowo późno dopiero utorował sobie drogę pogląd właściwy, choć bardzo wcześnie ściągały na siebie powszechną uwagę szczególne skutki działania lodu, a zwłaszcza głazy narzutowe: luźne bloki, które leżą swobodnie na powierzchni lub tkwią w glinie dyluwialnej, a często bardzo są oddalone od jakiegokolwiek bądź śladu obnażeń pierwotnych tej samej skały. Cała Holandya, Niemcy północne, równina polska i znaczna część Rosyi są usiane takimi przybyszami, których ilość już się znacznie zmniejszyła, ponieważ w okolicach nizinnych, ubogich w kamień, zużyto je jako żwir drogowy, materiał budowlany i t. p. Niektóre z tych bloków dochodzą do olbrzymich rozmiarów: kilka odłamów granitu od 5,5 m do 8 m długich znajdowało się w Fürstenwalde nad Szprewą, a jeden z tych odłamów dostarczył materiału na olbrzymią czaszę granitową przed Muzeum Berlińskim. Podobne masy znane są z Tychowa pod Białogrodem na Pomorzu, z gminy Wittenburg w Meklenburgu, z Nowego Brandenbura i t. d.; kamień hesselagerski na duńskiej wyspie Fionii



dosięga nawet objętości 400 m<sup>3</sup>, a w Rosyi też występują równie potężne okazy; mniejsze są w niezliczonej mnogości.

W ten sam sposób są rozsiane bloki narzutowe w dolinach Alp i na ich przedgórzach. T. zw. „Pflugstein“ między Erlenbachem a Wetzweilem w Szwajcaryi został przez Eschera v. d. Linth oszacowany na przeszło 2000 m<sup>3</sup>, choć wiele już odłamano zeń materyału; niedaleko pozostaje za nim w tyle drugi blok w Steinhofie koło Seebegu. Pierre à la Bot, blok gnejsowy, leżący na zboczach wzgórza prawie na 300 m nad zwierciadłem jeziora Neuchâtelskiego, ma więcej niż 1000 m<sup>3</sup>; pewnemu blokowi wapiennemu, który spoczywa na wzgórzach Montet koło Bex w dolinie Rodanu w kantonie Wallis, przypisują masę więcej niż 5000 m<sup>3</sup>. Intruzy takie trafiają się i dalej na wyzynie górno-szwabskiej i bawarskiej, np. koło Au w pobliżu Miesbachu i koło Kempfenhausen w pobliżu jeziora Starnberskiego.

Obserwacya zaraz dowiodła, że obce głązy przechodziły drogi nadzwyczajnie dalekie. Gnejsy i granity, które spoczywają na zboczach gór Jura w Szwajcaryi, pochodzą z centralnego pasma Alp, dostały się one z najbardziej odległych części Wallisu przez dolinę Rodanu, poprzez nizinę molasową na wyniosłości Jury. Coś podobnego okazało się w innych okolicach obszaru alpejskiego. Głązy narzutowe równiny północno-niemieckiej pochodzą nawet ze Szwecyi, z Norwegii lub z rosyjskich prowincyi Nadbałtyckich.

Naturalnie nie można było przypuszczać, ażeby przeniesienie tych olbrzymich odłamów mogło być dokonane przez zwykłe środki transportowe, przez rzekę, przez potok i t. d.

Pierwszem przypuszczeniem, które cieszyło się początkowo dość powszechnem uznaniem, było to, że głązy narzutowe są porywane przez straszliwe powodzie nawałnicowe. W stadyum młodocianem wiedzy geologicznej panowała wszak wogóle skłonność do przyjmowania olbrzymich, szybko przebiegających katastrof, jako przyczyny każdego nadzwyczajnego zjawiska, ponieważ nie posiadano jeszcze dostatecznego wyobrażenia o długości okresów geologicznych i o działaniu długo trwających małych zmian. Rzeczywiście, zaprzeczyć niepodobna, że nagle spadające zalewy w pewnych okolicznościach zdolne są przynieść nawet potężne bloki na znaczne odległości (por. opis oberwania się góry w Anguri w Armenii: t. I, str. 509). Jednak bezstronne badanie tego zjawiska musiało doprowadzić do przekonania, że tu nie może być mowy o takim procesie. Gdy weźmiemy choćby stosunki szwajcarskie, to przez jakiś straszliwy wylew mógłby np. być porwany blok objętości 1000 m<sup>3</sup> w dolinie górnego Rodanu, w Wallisie; musiałby on jednak osiąść w jeziorze Genewskiem, jeśli nie wcześniej. Ale hipoteza wylewowa żąda, aby np. wzmiankowany powyżej pierre à la Bot nie tylko został przesunięty przez jezioro Genewskie i przez płaską krainę pagórkową u podnóża Alp, lecz jeszcze aby został on osadzony po drugiej stronie jeziora Neuchâtelskiego na 300 m wysokich zboczach gór Jura. Nie trzeba chyba długich roztrząsań, ażeby wykazać, że takie przypuszczenie jest niemożliwe.

Już w początku dziewiętnastego stulecia geolog angielski Playfair orzekł, że głązy narzutowe Szwajcaryi zostały przeniesione przez lodowce, nie znalazł jednak, jak się zdaje, uznania dla swego poglądu; niezależnie od tego poprzednika w tym

samym sensie wypowiedział się inżynier Venetz z Sitten w Wallisie w roku 1821. Pogląd ten przyjęto dopiero w kilkanaście lat później na skutek szczegółowych badań Charpentiera. L. Agassiz, Desor, Escher, Favre, Forbes, Martins, Schimper i wielu innych poddali przedewszystkiem szczegółowemu badaniu lodowce terazniejsze, a przez to umocnili i rozszerzyli podstawę naukową. Jednak i pod względem teoretycznym posunięto się również poza pierwsze przypuszczenia Charpentiera. Zgodzono się na to, że ziemia przeszła przez szeroko rozprzestrzeniony okres zimna, okres lodowy, jak nazwał go Schimper; nie brakowało jednak znacznej w tym kierunku przesady. Wynurzyła się np. hipoteza, że powłoka lodowa pokryła całą ziemię i zniszczyła wszelkie życie; Alpy wówczas jakoby jeszcze nie istniały, a ich wyniesienie zaczęło się dopiero podczas pokrywania się lodem; przerwały one przytem powłokę lodową, po której głązy narzutowe ześlizgiwały się na odległą przestrzeń. Takie przesady teoryi lodowcowej musiały zbudzić energicznych przeciwników. Przeciwstawiała się jej zwłaszcza Lyellowska teorya „driftowa“. Nie przyjmowano ani powszechnego zlodowacenia, ani rozprzestrzenienia lodowców na całym obszarze, gdzie występują głązy narzutowe, lecz te ostatnie miały być przenoszone przeważnie przez pływające kry lodowe. Na wybrzeżu grenlandzkim języki lodowców sięgają aż do morza, ich końce odrywają się ciągle i odpływają jako góry lodowe. Wraz z lodem unoszony zostaje również materiał morenowy spoczywający na nim lub doń przymarzły i przez prądy morskie pędzony przeważnie na południe. Gdy góra lodowa taje lub osiada na jakim wybrzeżu, to kamienie i gruz opadają na tem samym miejscu (por. t. I, str. 624). Mniemano przeto, że np. równina północno-europejska była pokryta przez wodę aż do brzegu gór środkowo-niemieckich, że lód pochodził z wielkich lodowców skandynawskich i został przypędzony tu przez prądy. Podobnież niska kraina między Jurą a Alpami miała stać pod wodą, po której pływały alpejskie masy lodowe.

Ta teorya „driftowa“ została wprawdzie wkrótce znów zarzucona, co się tyczy Alp i leżących przed nimi nizin, lecz długo cieszyła się ogólnem uznaniem w zastosowaniu do Niemiec północnych i podobnych obszarów nizinnych. Dopiero w nowszych czasach zaszedł zwrot w pojęciach. Za przykładem szwedzkiego badacza Torella przyjmujemy, że lodowce skandynawskie sięgały wpoprzek przez Bałtyk aż do brzegu gór środkowo-niemieckich i Karpat, w Rosyi zaś aż do brzegów Dniepru. Aby osądzić zasadność pojedynczych poglądów, trzeba przedewszystkiem poznać kilka z ważniejszych terenów. Wybieramy Alpy, ponieważ mamy tu stosunki prostsze, z powodu bezpośredniego przypierania starszych utworów lodowcowych do gór wysokich, teraz jeszcze częściowo zlodowaconych. Zwrócimy się potem do wielkiego obszaru północno-europejskiego, a w końcu postaramy się dać ogólny przegląd innych okolic, w których znaleziono ślady dyluwialnego działania lodowców.

## Alpejskie utwory dyluwialne (plejstoczeńskie).

W opisie lodowców terazniejszych poznaliśmy masy kamieni i gruzu, które rzeka lodowa niesie na swym grzbiecie i bokach (moreny powierzchniowe), lub też wlecze ze sobą po dnie swego łożyska (morena denna), a które wszystkie osadza



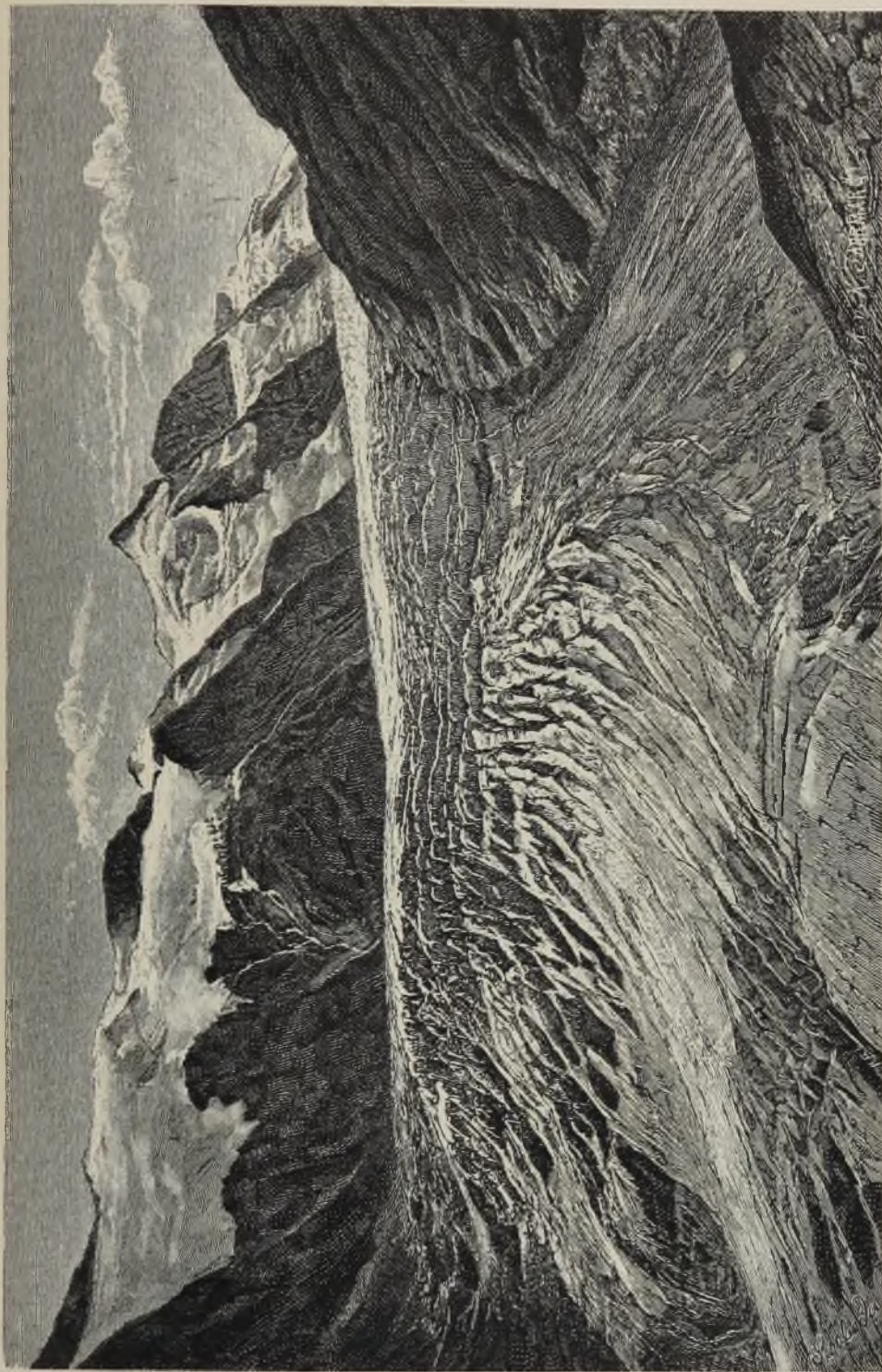
wreszcie na swym końcu (morena czołowa, <sup>czyli kancowe</sup> ob. t. I, str. 607). Moreny plejstoceniśkie, których wszystkie części składowe od najdrobniejszego ziarna piasku do największego bloku tworzą pstrą mieszaninę, bez jakiegokolwiek bądź rozgatkowania, jakie sprowadza woda, są najbardziej charakterystycznym osadem okresu lodowego; potężne głazy narzutowe, o których wspomnieliśmy powyżej, to tylko największe bryły materiału morenowego. W obrębie osadów morenowych występują miejscami partye uwarstwione, w których osadzaniu brała udział woda, wypływająca z lodowców. Wreszcie jako znaki dawniejszego działania lodowców występują opisane poprzednio krągłe pagórki, powierzchnie skał oszlifowane i pokryte szramami, a głazy porysowane wszędzie dają się rozpoznać jako dawniejsze części składowe moreny dennej (por. t. I, str. 609).

Z rozprzestrzenienia takich śladów okresu lodowego poznano, że prawie wszystkimi wielkimi, głównymi dolinami Alp spływały olbrzymie lodowce, które nie tylko wypełniały doliny, lecz wchodziły także na równą lub pagórkowatą krainę przedalpejską, a nawet na niej zlewały się w szeroki jednolity płaszcz lodowy.

Tak było tylko na stronie północnej. Na łagodniejszej stronie południowej, gdzie wyższa temperatura powoduje energiczniejsze tajanie, lodowce, spływające dolinami Adygi, Sarki, Addy, Oglio, Tessynu, Dory i innych rzek południowo-alpejskich, nie tworzyły zwartej powłoki łądolodu nad równiną Padu, lecz pojedynczo tylko wysuwały się nieco poza krawędź gór i osadzały przed wylotami dolin półkoliste wały morenowe, dające się porównać z amfiteatrami.

Lecz nawet i na północnej stronie Alp uwydatniają się jeszcze znaczne różnice. Z grubości i rozległości pojedynczych rzek lodowych wyraźnie poznać można, że zlodowacenie okresu lodowego zmniejsza się stale z zachodu na wschód. Tak zachowują się również lodowce dzisiejsze; jak zaznaczył A. Penck, te same przyczyny, które dziś powodują zmniejszanie się zlodowacenia z zachodu na wschód, mogły być również wpływać na podobny rozwój wielkości lodowców okresu lodowego. Ponieważ wyniosłość gór zmniejsza się znacznie ku wschodowi, przeto ponad granicą śniegów wznoszą się tu powierzchnie znacznie mniejsze, niż na zachodzie. Dodajmy do tego jeszcze, że i systemy dolin, poczynając od Innu, stają się mniejsze ku wschodowi, a wraz z tem maleją naturalnie i obszary dopływowe lodowców.

Po tych wyjaśnieniach możemy się spodziewać jednego z najpotężniejszych lodowców w dolinie Rodanu; przecież Wallis jest otoczony przez najpotężniejsze olbrzymy górskie Alp, przez masę Finsteraarhornu z północy, przez grupy Monte Rosa i Mont Blanc z południa. Istotnie występuje tu chyba najwspanialszy ze wszystkich lodowców plejstoceniśkich, któremu żaden inny nie dorównywa także pod względem transportu olbrzymich bloków. Potężnym strumieniem dosięgał on krawędzi gór, przekraczał jezioro Genewskie i rozpościerał się potem nad całą niską krainą pagórkową aż do położonych przed nią gór Jura. Te ostatnie wszakże zahamowały bieg jego, lód rozdzielił się tu na dwie odnogi, które poruszały się w przeciwnych kierunkach: jedna za doliną Rodanu podążyła na południo-zachód i, wzmocniona lodowcem, wypływającym z doliny Arvy ku Chamoni, dotarła aż do okolicy Lugdunu. Przyłączał się tu do niej lodowiec doliny Izery i oba razem rozciągały się jeszcze dalej na południe. Druga odnoga lodowca



Tabl. VII. Lodowiec Pasterzeński na szczycie Grossglockneru. (Podług fotografii).



Rodańskiego dążyła na PnW przez okolice jezior Neuchâtelskiego i Bielskiego, oraz dzisiejszego Fryburga i Berna i przez dolną dolinę Aaru docierała aż do Aarau, tak iż ten koniec rzeki lodowej jest więcej niż o 300 *km* oddalony od końca południowo-zachodniego.

Ku wschodowi do przedgórza docierają trzy mniejsze, ale przecież znaczne jeszcze rzeki lodowe, pochodzące z dolin Reussu, Aaru i Linthu (Limmatu); dalej znowu następuje wspaniały lodowiec pierwszego rzędu, wysuwający się z doliny Renu. Już w samych górach lodowiec reński się dzielił; przez niski dział wodny, który dzieli dolinę Renu poniżej Ragazu od jeziora Wallenstäckiego, mogło odgałęzić się od lodowca reńskiego pasmo lodowe, które się łączyło z lodowcem Linthu i wzmacniało go. Główna masa wszakże płynęła wzdłuż doliny Renu, pokrywała całą powierzchnię jeziora Bodeńskiego i olbrzymiej szerokości powłoką posuwała się daleko na północ aż do okolicy Sigmaringen i Biberach.

W jeszcze wspanialszy sposób występuje zjawisko podziału masy lodowej na lodowcu Innu. Ponieważ dolina główna nie mogła pomieścić mas lodowych, które spływały z jej długich, największych w Alpach zboczy oraz z licznych dolin poprzecznych, przeto lód, obładowany wielką masą gładów krystalicznych z centralnego pasa Alp, odpływał przez niższe szczyty do północnych gór wapiennych. Zwłaszcza doliny Loisachu, Izary, Mangfallu i Leitzachu zabierały nadmiar lodowca Innu. W ten sposób rzeki lodowe dolin, całkowicie leżących w górach wapiennych, przenosiły do krainy przedgórskiej, którą pokrywały aż do okolic Holzkirchen, Starnbergu i Brucku na południe i zachód od Monachium, nie tylko głązy wapienne, lecz również bloki krystaliczne (ob. mapę załączoną w t. I, str. 616). Pomimo tych odpływów wysunięta w dolinie głównej masa lodowa lodowca Innu była jeszcze dość gruba, aby rozpościerać się w krainie przedgórskiej aż po Haag i Gars na północ od Wasserburga, a ponadto wysyłać odnogę do doliny Chiemsee-Acheńskiej. Wachlarzowato rozszerzony w krainie przedgórskiej lodowiec Innu zbliża się do lodowca Izary, lecz nie stapia się z nim całkowicie. Między obu leży jezioro ziemi wolnej od lodu, który w okolicy Miesbachu dochodzi prawie aż do brzegu Alp i stoi w związku z nadzwyczaj słabym rozwojem lodu na obszarze jeziora Schlierskiego. Na wschód od Innu na przedgórze wpełza jeszcze daleko lodowiec Salzachu szeroką łukokształtną masą lodową; następujący dalej na wschód lodowiec Traunu według A. Pencka tylko o 8 *km* oddala się od podnóża Alp; lodowiec zaś doliny Steyerskiej, który wypływa na zewnątrz przez dolinę Kremską — tylko o 15 *km*. Lodowiec doliny Ennsu nie mógł już całkowicie osiągnąć do północnego brzegu Alp, lecz kończył się w dolinie głównej koło Grossramingu, i, jak się zdaje, małą gałęzią boczną przelewał się z doliny Ennskiej do Ybbskiej przez niską przełęcz Lehnorską.

Do wschodniego obszaru Alp, pomijając liczne małe lodowce, należy potężna rzeka lodowa, która spływała z południowej krawędzi pasma Turni (Tauern, ob. tabl. VII, „Lodowiec Pasterzeński“) i z części obszaru dolomitowego a przez dolinę Drawy sunęła się do Karyntyi środkowej. Tu, wzmocniona potężnym dopływem z doliny Zyleckiej (Gailthal), rozpościerała się, według Höfera, na większą część kraju.

Jeśli zechcemy stąd wyrobić sobie wyobrażenie o ówczesnym stanie Alp, to otrzymamy obraz zgoła niezwykły. Ciemne lasy iglaste nie przyodziewały zboczy gór, nie rozścielały się na nich świeże łąki alpejskie, szerokim dnem dolin brak było bogatej roślinności. Daleko, jak okiem sięgnąć, wieczny śnieg otulał wszystkie wyniosłości, a na jego tle czerniały tylko pojedyncze zbyt strome ściany skalne. Z przepelnionych kotlin firnowych spływały dolinami potworne lodowce, których grubość często przekraczała 1000 m. Tylko w obszarach najbardziej wschodnich, które stają się bardziej płaskie, i w Alpach południowych niższe przedgórze były wolne od śniegu w ciągu drobnej części roku, a zewnętrzne wyloty niektórych dolin nie były zlodowacone. Lecz i tu nie możemy myśleć o obfitej roślinności. Występowały niskie poduszkowate darniny roślin po części wielkokwiatowych, jakie zdobią dzisiaj wyższy region alpejski i kraje polarne, nie tworzyły one wszakże ciągłej powłoki; tylko w najbardziej sprzyjających warunkach mogły wlec nędzny byt ledwie na pięć wysokie zarosła karłowatych wierzb i brzoź. Od Francji południowej aż mniej więcej do granicy Austrii górnej i Salzburga północną krawędź Alp obrzeżała olbrzymia, prawie nieprzerwana pustynia łagodnie wznoszącego się łądolodu, którego szerokość sięgała aż 70 km. Leżąca przed nim wolna od lodu równina musiała zapewne przedstawiać widok, najlepiej dający się porównać z tundrami (stepami mchowymi) Syberii. Podczas lata od granicy pasa lodowego spadały w niezliczonych potężnych potokach masy wód z tajania pochodzących, gęstych od mułu, toczących z sobą wielkie zasoby piasku i otoczków, i osadzających je daleko.

Uprzytomniłszy sobie w najogólniejszych zarysach stan Alp podczas największego ich zlodowacenia. Teraz zaś przypada nam zadanie poznania pojedynczych fenomenów geologicznych tego stanu. Trzymać się przytem będziemy głównie doskonałych opisów A. Pencka, E. Brücknera i L. du Pasquiera.

Najważniejszych wskazówek dostarczają moreny czyli zwały, które stanowią ważny element krajobrazu, zwłaszcza w krainie przedgórskiej, a zarazem mają wybitne znaczenie pod względem geologicznym. Do każdego poszczególnego lodowca należy system równoległe przebiegających pasm morenowych, które grupują się w przybliżeniu półkolisto, amfiteatralnie dokoła punktu wyjścia lodowca z gór. Za morenami końcowymi, w środku amfiteatru zwałowego znajduje się wgłębienie już to bardziej, już mniej wyraźnie zaznaczone i często zajęte przez jezioro. Każda pojedyncza morena rozpada się na pewną liczbę nieprawidłowo rozstawionych, zaostrzonych pagórków. Śród nich znajdują się lekkie zakłębłości bez odpływu; tu tworzą się małe jeziora lub stawy, albo zamiast nich torfowiska i łąki bagniste. Ten „krajobraz morenowy“, opisany po raz pierwszy przez Desora, z jego szybko zmieniającymi się formami wzgórz, z jego nieprawidłowemi wklęsłościami i małemi tafłami wód należy do najmilszych okolic, którym uroku nadaje bogata zazwyczaj roślinność i widok na pasmo Alp na tylnym planie. Zbliżając się do strony czołowej takiej moreny końcowej, widzimy, że u jej stóp występują uwarstwione osady piasku i głazów, najpierw stożek żwirowy o niewyraźnym jeszcze uwarstwieniu, lecz o dość silnym spadku. Z tego stożka wylania się dobrze uwarstwiony i stający się coraz bardziej płaskim osad piasku i żwiru. Ponieważ żwiry te zostały osadzone widocznie przez wody, wytryskujące z lodu i obławowane głazami, jak to i na dzisiejszych lodowcach również obserwować można, przeto każdą morenę wraz



z przypierającym do niej „fluwiogłacyalnym“ (rzesznolodowcowym) tarasem żwirowym uważać należy za utwór jednociągły i równoczesny.

Gdzie kilka pasm morenowych następuje po sobie, tam każde z nich na stronie czołowej posiada przynależny taras fluwiogłacyalny; każde pasmo odpowiada większej przerwie w cofaniu się lodowca. Wszystkie razem wszakże są wytworem jednego i tego samego zlodowacenia głównego. Charakterystyczne formy moren zachowały się doskonale w tych amfiteatrach przedgórza alpejskiego, a powierzchnia ich nie wykazuje wcale lub tak mało śladów rozkładu przez czynniki atmosferyczne, że już stąd musimy wnosić o młodym wieku geologicznym odpowiadającego im zlodowacenia.

Jeśli od tych dobrze zachowanych pasm morenowych posuniemy się dalej na zewnątrz, to spotkamy w pewnej odległości drugi, zewnętrzny pas morenowy. Tu jednak forma morenowa jest zatarta, charakterystyczne nierówności są wyrównane, jakby rozmyte a górne części moreny są zwietrzałe, skałek gładów krystalicznych skaolinizowany, piaski i żwiry przejęte wodzianem żelazowym. Często zauważyć można zjawisko rozkładowe organów geologicznych (t. I, str. 553). A zatem zewnętrzny pas morenowy był wystawiony na działanie czynników atmosferycznych przez czas dłuższy od tego, który upłynął od utworzenia się moren wewnętrznych. Starszego wieku moren zewnętrznych dowodzi również uławicenie, gdyż ciągną się one pod moreny wewnętrzne. Ale jeszcze bardziej rozstrzygający jest fakt, że bardzo często warstwa żółto-brunatnego lössu lub gliny wtrąca się między rozłożoną powierzchnię górną moren zewnętrznych i leżące na nich fluwiogłacyalne żwiry moren wewnętrznych. W tym „okresie międzylodowcowym“, gdy kraina przedgórska była wolna od lodu i mógł dlatego zachodzić rozkład moren zewnętrznych i osadzanie się warstwy lössu, potworzyły się w niektórych miejscach głębokie wyrwy. Stąd przez ponowne posuwanie się lodowca mogły osadzać się moreny wewnętrzne nie tylko na morenach zewnętrznych, lecz w pewnych okolicznościach również między nimi i na niższym od nich poziomie.

Blizsze rozpatrywanie poucza dalej, że zewnętrzny pas morenowy składa się w rzeczywistości z dwóch rozmaitych utworów morenowych, ze starszego i z młodszego, również rozdzielonych warstwą rozkładową lub pokładem lössu. W przedgórzu mamy tedy oznaki trzech kolejno po sobie następujących utworów lodowcowych, przedzielonych dwoma okresami międzylodowcowymi. Te ostatnie cechują się istnieniem pokładów lössu oraz zjawiskami rozkładu na powierzchni moren, gdy znamię okresów lodowcowych są trzy rozmaite utwory morenowe, z których każdemu towarzyszy przynależny fluwiogłacyalny taras żwirowy. Podobnie jak młodsze moreny mogą leżeć już to nad, już to między morenami starszemi, tak samo rzecz ma się z tarasami żwirowymi. Napływy żwirowe pierwszego zlodowacenia oznaczono jako żwir pokrywowy (nagelfluh dyluwialne w znaczeniu ścisłejsem), napływy drugiego utworu morenowego—jako żwir tarasów górnych, wreszcie napływy najmłodszych, wewnętrznych moren—jako żwir tarasów dolnych. Stosunki te można było stwierdzić w Alpach północnych wszędzie od Szwajcaryi aż do Austrii; szczegółowe badania w Alpach południowych doprowadziły również do tegoż samego rezultatu.

Dla bliższej znajomości zjawisk okresu lodowego ważne są zwłaszcza utwory międzylodowcowe. Gdyby one były w postaci lössu lub warstw rozkłado-

wych ograniczone tylko do krainy przedgórskiej, to moglibyśmy sobie wyobrazić, że po każdym posunięciu się lodowca naprzód następowało tylko słabe cofanie się, podczas którego osadzały się löss, a najwyższe pokłady moren ulegałyby rozkładowi. Zupełnie jednak inaczej rzecz ta się przedstawia, odkąd można było wysledzić takie oznaki międzylodowcowe również w samym sercu Alp. W tym bowiem razie odnośne cofanie się musiało być ogólne i sięgać aż do szczytów. Nie może już wtedy chodzić o lekkie wahania jednego i tego samego głównego zlodowacenia, lecz o zupełny zanik i powrót zlodowacenia.

Liczne obserwacje dowiodły tego drugiego przypadku. W kilku miejscach w głębi gór znaleziono osady międzylodowcowe, a to po części druzgoty ze szczątkami roślin, po części żwir i zlepience, po części zaś pokłady torfu i węgla. A zatem w okresach międzylodowcowych lód cofał się prawie aż do szczytów gór.

Pierwszych wskazówek dostarczyła Szwajcarya, gdzie między morenami odkryto pokłady węgla łupkowego, pozostałość starych pokładów torfu. Dürnten i Wetzikon w południowej części kantonu zuryskiego, Utnach i Mörschwil w kantonie St. Gallen są najważniejszymi punktami, gdzie nawet przez pewien czas prowadzono kopalnie węgla łupkowego. W pokładach węgla znaleziono cały szereg szczątków roślin i zwierząt, na których podstawie stanowczo orzec można, że w czasie powstawania węgla łupkowego, a więc przed drugim a po pierwszym zlodowaceniu, panować musiał klimat umiarkowany. Wprawdzie szczątki zwierząt (*Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, *Bos primigenius*, łoś, jeleń, niedźwiedź jaskiniowy) nie rozstrzygają tu zagadnienia, ale tem bardziej czynią to rośliny, wśród których O. Heer mógł oznaczyć następujące: świerk, sosna, kosodrzewina, modrzew, cis, brzoza, dąb, jawor, leszczyna i malina, dalej z roślin zielnych: trojan, trzcina, sitowie jeziorne, rdest ostrogorzki, orzech wodny, przytulia błotna, brusznica, dalej wymarły rodzaj grzybienia, jakiś skrzyp i rozmaite mchy. Z tych roślin wszystkie, prócz grzybienia i kosodrzewiny występują dziś jeszcze w tych samych okolicach i w tych samych warunkach. Tylko kosodrzewina pozwala wnosić o klimacie nieco surowszym; ale wobec występowania dębu i leszczyny odstępstwo od doby dzisiejszej nie mogło być znaczne. W żadnym razie nie mamy do czynienia z klimatem wysokoalpejskim lub polarnym, lecz stanowczo z umiarkowanym.

Podobne do szwajcarskich stosunki znane są z Sonthofen nad Illerem; zresztą i w Alpach stwierdzono utwory międzylodowcowe w około 20 miejscach. Żadne z nich wszakże nie budzi takiego zainteresowania, jak druzgot z Hötting na północ od Innsbruku, osad ze ściśle z sobą spojonych okruchów skały, stare usypisko, rozpościerające się na zboczu doliny. Ten druzgot höttingijski, używany często w Innsbruku jako kamień budowlany, pokryty jest przez moreny, pod którymi powierzchnia jego jest oszlifowana i w których trafiają się jego odłamy. Stąd wnosić należy, że to usypisko było już scementowane zanim nastąpiło drugie zlodowacenie. Przytem wszakże sam druzgot leży znowu na morenach, jak wykazał A. Penck, i jak to w kilku miejscach wyraźnie można widzieć (rys. 313). Występowanie tego utworu międzylodowcowego dowodzi samo przez się, że okolica Innsbruku między dwoma kolejnymi zlodowaceniami musiała być wolna od lodu. Ważną zwłaszcza jest ta okoliczność, że druzgot höttingijski kryje szczątki roślin, które tu rosły na wysokości około 1200 m nad poziomem morza i które pozwalają wnosić



o dawniejszym klimacie stanowiło łagodniejsze od panującego dziś w tem miejscu. Z 41 gatunków roślin, oznaczonych przez R. v. Wettsteina, 29 występuje dziś jeszcze koło Hoettingu lub w podobnych warunkach na tym obszarze; 6 gatunków rośnie dziś jeszcze w Tyrolu północnym, lecz poniżej 1200 m nad pozio-



Rys. 313. Brekeya Höttingijska pod Innsbruckiem. (Podług A. Pencka).

mem morza. Dalsze 6 gatunków wszakże, które są zupełnie obce dzisiejszej flory Tyrolu północnego, stanowią właśnie najciekawszy element tej flory plejstocen-skiej. Należy do nich przedewszystkiem zuamienna roślina całej flory, *Rhododen-dron ponticum*, dalej *Buxus sempervirens*, formy, będące składnikami flory pon-tyjskiej, i w połączeniu z kilkoma innymi, lecz mniej ważnymi formami

dowodzące stanowczo w okresie międzylodowcowym klimatu łagodniejszego. W górach dokoła morza Czarnego rododendronowi pontyjskiemu towarzyszy obecnie około 22 roślin charakterystycznych, a z nich nie mniej niż 8 występuje kopalnie i w druzgocie höttingijskim. Oczywiście występuje tu podobieństwo höttingijskiej flory plejstoczeńskiej do tej pontyjskiej, która w górach dokoła morza Czarnego rośnie na wysokości 400–1900 m nad poziomem morza. Jak dziś te góry, tak w epoce międzylodowcowej bujna roślinność leśna napełniała doliny alpejskie; i zbocza gór o wiele wyżej, niż dzisiaj były pokryte wysokopiennymi roślinami drzewiastymi. Dla lössu, utworu czasu międzylodowcowego (por. niżej str. 483) należy, jak zobaczymy, z góry przyjąć klimat stepowy; zawiera on faunę stepową wschodniego pochodzenia. Jeśli tedy i we florze höttingijskiej stwierdzone zostały elementy południowo-wschodnie, to zgadza się to bardzo dobrze ze stosunkami lössu.

Natomiast istnieje pozorna sprzeczność między wynikami, wysnutymi z roślin szwajcarskiego węgla łupkowego a opartymi na florze druzgotu höttingijskiego, gdyż rośliny węgla łupkowego mają wskazywać nie na klimat cieplejszy, lecz tylko na umiarkowany, a nawet na nieco surowszy od obecnego. Możemy wszakże przypuszczać, że okres międzylodowcowy był bardzo długi i że obejmował on wszystkie stadia przejściowe od zimnego klimatu starszego zlodowacenia aż do klimatu pontyjskiego brekcyi höttingijskiej. Takiemu stadium wcześniejszemu może odpowiadać flora węgla łupkowego. Mamy również dane dotyczące starszego, lodowcowego okresu. A. Nathorst zdołał znaleźć koło Schwarzenbachu w kantonie zuryskim bezpośrednio nad moreną denną małą florę, złożoną z form dalekiej północy: z karłowatej wierzby polarnej i kilku innych mniejszych gatunków wierzby; z brzozy karłowatej, z dębiku ośmiopłatkowego (*Dryas octopetala*), mącznicy garbarskiej (*Arctostaphylos uva ursi*) i rdestu alpejskiego (*Polygonum viviparum*). Północne te rośliny krzewiły się na brzegu pustyni lodowej i podążały za topniejącymi lodowcami w wysokie góry, gdzie dziś jeszcze bytują, wyjąwszy wierzbę polarną.

Ponieważ bieg badania doprowadził nas od zlodowaceń alpejskich do flory alpejskiej, zatrzymamy się jeszcze chwilę na tym interesującym przedmiocie. Poznaliśmy już dwie części składowe obecnej flory alpejskiej: rośliny dalekiej północy i rośliny pontyjskie. Wraz z północnym lodem lądowym posuwała się na południe również flora dalekiej północy, ożywiała powierzchnie, przylegające do lądolodu i alpejskich lodowców, a ze złagodnieniem klimatu musiała się cofnąć z jednej strony do najwyższych regionów górskich, z drugiej zaś znowu na daleką północ. Z roślin pontyjskich w Alpach nie występuje już charakterystyczny *Rhododendron ponticum*, lecz za to pewna liczba innych form. Wreszcie, jak wykazał R. v. Wettstein, istnieje jeszcze trzeci pierwiastek specyficznie alpejski; są to rośliny, które się znajdują tylko w obrębie Alp i gór przyległych i które rozwinęły się prawdopodobnie już w ciągu okresu trzeciorzędowego drogą przystosowania do warunków alpejskich, wywędrowały podczas okresu lodowego na południe i południowy wschód i dopiero potem wtargnęły ponownie do swej starej ojczyzny.



## Lądolód północno-europejski.

Europa północna przedstawia nam zupełnie inny typ zlodowaczenia, niż ten, który poznaliśmy w Alpach. W tym drugim przypadku środkiem i punktem wyjścia były wysokie góry, zjawiska dyluwialne okazały się tylko prostem powiększeniem lodowców dzisiejszych, a południowe połączenia terenu nie pozwoliło tu na bezkresne rozszerzanie się lodu, którego rozległość na zewnątrz gór przedstawiała znacznie mniejsza niż wewnątrz. Zapadnie inaczej na północy. Wprawdzie i tu w Skandynawii są góry, które stały się głównymi ogniskami rozprzestrzenienia lodu. Lecz choć co do obszaru i wysokości porównają one znacznie w tyle z Alpami, to jednak pokrywa lodowa, która tu brała swój początek była nieproporcjonalnie większa. Glazy narzutowe ze Skandynawii leżą na wybrzeżu angielskim, u ujścia Renu, w Saksonii na krawędzi gór Kruścowych, na równinie polskiej u stóp Karpatów, koło Kijowa nad Dnieprem lub koło Niżnego Nowogrodu nad Wolgą; fantastyczną prawie jest myśl, że zostały one przyniesione ze Szwecyi lub Norwegii przez lodowce, które bezustannie przesuwaly się przez zagłębia morza Niemieckiego i Bałtyckiego.

Dlatego też przez długi czas panowała niepodzielnie wzmiankowana powyżej (str. 459) teorya driftowa (prądowa). Nad Europą północną rozpościerać się miało obszerna morze, a góry lodowe miały przynosić obce glazy z północy. Choć nie twierdzono nigdy, że dyluwium północno-europejskie może stanowić niemalny osad morski, a brak skamieniań morskich na wielkich obszarach budził wątpliwości, zdawało się jednak, że teorya driftowa daje najbardziej zadawalające objaśnienie północno-europejskiego plejstocenu. Zwrot w zapatrywaniach zawdzięczać należy szwedzkiemu badaczowi Torrellowi. W roku 1876 rozprawił on zupełnie zgodność plejstocenu północno-niemieckiego ze skandynawskim, i wniósł stąd o jednakowym sposobie ich powstania. Ponieważ jednak w Skandynawii stanowczo zachodzi przestrzenny związek plejstocenijskich glin glazonowych z lodowcami dzisiejszymi, a kraj cały na odpowiednim poziomie jest, rzece młode, pokryty szlifami lodowcowymi, przeto słuszność teoryi lodowcowej co do Skandynawii nie uległa żadnej wątpliwości. Konsekwentnie musiała ona zostać przeniesiona również na Niemcy północne. Dalszem potwierdzeniem teoryi lodowcowej, niebawem przyjętej przez geologów niemieckich, było odnalezienie i prawdziwe wytłumaczenie szlifów lodowcowych w Rixdorfie i Rüdersdorfie pod Berlinem. Od tego czasu znaleziono liczne inne miejsca, gdzie grunt skalny pod plejstocenem okazał się wyglądający. Zwłaszcza geologowie niemieccy dostarczyli tylu faktów, dających się pogodzić tylko z nauką lodowcową, że nie potrzebujemy rozstrząsać szczegółowo niesłuszności starej teoryi driftowej.

Blizsze badania lodowców skandynawskich i islandzkich, a zwłaszcza lądolodu Grenlandyi, usunęły wreszcie ostatni rys niezwykły, który łączył się z wyobrażeniem o prawie nieprzerwanaj pokrywie lodowej, rozpostartej na przeszło 6 milionach  $km^2$  ładu i przeważnie ponad 1000 m grubej, oraz niektóre trudności w szczególności. W Grenlandyi posiadamy przecie doskonały przykład takiego lądolodu (por. t. I, str. 66), który w ogromnej grubości prawie bez przerw pokrywa ol-

brzymie przestrzenie i wlecze pod sobą tylko moreny denne. Nieznaczne zaledwie są ślady moren powierzchniowych, które powstały tylko skutkiem lokalnego wyparcia moreny dennej. Grenlandzki lód lądowy stanowi nie tylko najzupełniejszą analogię do plejstocenijskiego zlodowacenia Europy północnej i, jak zobaczymy, również Ameryki Północnej, lecz wogóle zdaje się być tylko pozostałą z czasu plejstocenijskiego pokrywą lodową, która (według E. von Drygalskiego) nie mogłaby prawdopodobnie wcale powstać w dzisiejszych warunkach klimatycznych.

Jeżeli procesy plejstocenijskiego zlodowacenia Europy północnej i sposób tworzenia się osadów nie wiążą się bezpośrednio z Alpami, lecz raczej z daleką północą, to jednak pod innym względem istnieje całkowita zgodność ze stosunkami alpejskimi. W Europie północnej również, podobnie jak w Alpach zostały poznane i udowodnione jak najbardziej stanowcze oznaki powtarzania się zlodowacenia. Najniższy pokład plejstocenu stanowią uwarstwione piaski i delikatne uwarstwione iły, które otrzymały miano ilów wstęgowych (Bänderthone) skutkiem rozmaitego zabarwienia ich warstw pojedynczych. Poza Niemcami obserwować je można również w najbardziej południowej Szwecji, w Skanii. Brak ich natomiast dalej na północ, a to z tego powodu, że te piaski i iły podobnie jak fluwiogłacyalne piaski Alp zostały osadzone przez wody, które wypływały ze zbliżającego się lodu lądowego podczas jego nasuwania się na obszar poprzednio nie zlodowacony. Torell i Keilhack opisali poglądowo ten proces u lodowców islandzkich:

„Potoki lodowcowe, wytryskujące wszędzie, np. z krawędzi Oraefajökela, rozścielają na równinie, leżącej przed lodowcem, znoszone przez się otoczaki, gruz, żwir i piasek; morze zostaje przez to również tak zamulone, że w takich miejscach niema żadnej przystani, lecz tylko długie mielizny piaszczyste. Potoki są równie płytkie jak liczne, i zwykle można przez nie przejechać konno. Jeden i ten sam potok może się składać z kilku mniejszych, które się wszakże łączą ostatecznie. W ten sposób Hornefjot w pobliżu lodowca jest rozdzielony na 30 prawie szerokich i rwących, lecz bardzo płytkich odnóg, które to rozchodzą się, to znowu się zlewają. Wobec tego potoki te nie posiadają żadnych łóżysk określonych, lecz zmieniają je nieustannie. Przyczyną tego jest bez wątpienia ciągła zmienność sypkich osadów, które są bez przerwy przerabiane i unoszone przez wodę bieżącą. Jeżeli obserwacje te zastosujemy do obszaru z głazami narzutowymi okresu lodowego, i jeżeli w dodatku uznamy, że skandynawski lód lądowy rozciągał się kiedyś aż do granicy głazów narzutowych, to przyjąć możemy, że formacje równiny północnoeuropejskiej zostały zdenudowane i przerobione przez niezliczone potoki, z lądolodu wypływające; powstać mogły w ten sposób nowe osady uwarstwione tegoż charakteru i składu jak piasek dyluwialny i il dyluwialny, których materiał wytwarzał się dzięki działaniu rzek lodowcowych zarówno z utworów pod lodem leżących, jak ze skał obcych, przez lód przyniesionych. Natomiast większe głazy rzadkoby się w tych osadach mogły znajdować. Lód, posuwający się naprzód i poruszający się po tych pokładach, denudowałby je później po części a zapewne również wywoływałby zaburzenia warstw skutkiem swego ciśnienia, dopóki wreszcie nie pokryłyby ich swemi morenami dennemi, gliną głązonośną, „krostenslera“. Podczas oscylacyjnych ruchów lodu mogłyby nieraz powstawać podrzędne wtrącenia moren dennych między uwarstwowionymi pokładami rzecznyymi“.



Nad dolnymi piaskami, których powstawanie zostało nadzwyczaj unaocznione przez opis Torella, leży morena denna pierwszego zlodowacenia, glina lub margiel bogaty w głązy. Ta dolna czyli błękitna glina bloko- lub głązonośna, zwana w Skandynawii bottengrus albo krosstengrus i krosstenslera, w Danii rollstenslera, jest w istocie niuwarstwioną masą bogatej w wapno gliuy, szorstkiej w dotyku.



Bys. 314. Mapa rozprzestrzenienia północno-europejskiego lądolodu. (Głównie podług Peneka.)

z nieprawidłowo rozmieszczonymi głązami, często poobijanymi na kantach i porysowanymi; wszędzie w całym zasięgu północno-europejskiego zlodowacenia posiada ona ten sam charakter i jest zupełnie podobna do wysuszonego mułu moreny dennej lodowców terazniejszych. Przekonał nas o tem mianowicie H. Credner, któremu udało się przedostać pod bok lodowca Pasterzeńskiego u stóp Grossglocknera (p. tabl. VII) powyżej dolnego końca, w miejscu, gdzie lód nie przylegał ściśle do ściany doliny, i zbadać znajdujące się tam osady; opisuje on je w sposób następujący: „Dno tych kanałów podlodowcowych, po którym sączyły się wody strumieni, wpadających pod lodowiec z dolin bocznych, jak również wody z tajania lodu pochodzące, było pokryte tak samo jak dalej, poniżej, w pobliżu dol-

nego końca lodowca, przez gruby piasek, żwir i zawarte w nim bloki, a więc przez wypłukany materiał moreny dennej. Natomiast u stóp obu ścian tych sklepień lodowych, między dnem lodowca a stałym gruntem skalnym, leżała prawdziwa morena denna w swym stanie pierwotnym i dlatego w swym typowym sposobie wykształcenia. Składa się ona tu z lepkiej szarej gliny, brejowatej przy obfitym dopływie wody; jak już przekonywa dotyk przy ugniataniu, glina ta jest wypełniona najdrobniejszemi ziarnami i okruchami skalnymi; tkwi w niej pełno kamyków małych i większych, ostrokanciastych i zaokrąglonych, po części porysowanych, z których największe były mocno wbite między lód i grunt skalny. Jeśli zupełna co do budowy zgodność tej moreny dennej z północno-niemiecką gliną głązonośną nie mogła ująć uwagi już w jej stanie rozmiękłym, to wzięte przeze mnie próby nabrały po wyschnięciu poprostu łudzającego podobieństwa do gliny głązonośnej, i w okazach wogóle prawie nie dawały się odróżnić od jaśniejszych odmian tej ostatniej“.

Ponieważ lód posuwał się stopniowo naprzód, osiągał swą największą rozciągłość, a potem znowu się cofał, przeto dolny margiel głązonośny pokrywał się grubymi piaskami, produktem wypłukiwania i topnienia moreny dennej, a tu i owdzie w tym okresie czasu powstawały różne inne osady międzylodowcowe, zwłaszcza torfowiska. Gdy lód ponownie posunął się naprzód, pokrył kraj młodszą moreną denną, żółtą, czyli górną gliną głązonośną, która co do grubości i rozprzestrzenienia pozostawała znacznie w tyle za dolną, a mianowicie nie sięgała tak daleko na południe.

Jużeśmy zaznaczyli przybliżoną granicę maksymalnego zlodowacenia. Od środka zlodowacenia lód rozpościerał się promienisto we wszystkich kierunkach (p. rys. 314). Przez Finnmarken i półwysp Kolski spływał on na północ i na północo-wschód do morza arktycznego, z zachodniej Norwegii — na zachód do oceanu Atlantyckiego i dalej aż poza wyspy Szetlandzkie i Orkadzkie. Masy lodowe, spływające z Norwegii południowej, wylewały się na Danię, Niemcy północno-zachodnie i Holandję, wypełniały morze Niemieckie, docierały aż do ujścia Renu i Tamizy, a w Anglii środkowej spotykały się z masami lodowymi, których dostarczało samoistne miejscowe zlodowacenie gór angielskich i szkockich. Ze Szwecyi środkowej lód spływał przez Skanię i przez morze Bałtyckie do Niemiec aż do Harcu, do gór Kruzcowych i do Sudetów, podczas gdy ze Szwecyi północno-wschodniej rozpościerał się on na zatokę Botnicką i Finlandję, na Niemcy północno-wschodnie, Polskę i większą część Rosyi europejskiej. Na najdalszym północo-wschodzie zlewał się on z lodowcami, które się samodzielnie rozwijały w północnym Uralu, i osiągał oceanu Lodowatego mniej więcej w okolicy zatoki Czeskiej. Na Harcu, w Saksonii, na Śląsku i w Galicyi zachodniej głązy północne leżą na południowej granicy zlodowacenia na wysokości 400 a nawet 500 m nad poziomem morza.

Jeśli przeto lód mógł posuwać się do tak znacznej wysokości jeszcze swą topniejącą krawędzią, to w częściach północniejszych musiał on posiadać potężną grubość. Z uwzględnieniem wszystkich okoliczności cyfra przeciętna 1000 m jest wzięta bardzo nisko. Naturalnie morze Bałtyckie, którego głębokość nigdzie 400 m nie sięga, nie mogło unieść tak potężnej pokrywy lodowej, a przeto zagłębienie Bałtyku, o ile wogóle wówczas istniało, było całkowicie wypełnione lodem.



Tak samo nie mogło zatrzymać posuwającego się lodu morze Niemieckie po większej części również płytkie.

W oznaczaniu kierunku, w jakim następował ruch lodu, posiadamy dwa główne punkty oparcia: ojczyznę bloków zawleczonych i kierunek rys lodowcowych na skałach pod moreną denną. Wskazówki są najwyraźniejsze w Skandynawii skutkiem powszechnego rozprzestrzenienia szlifów lodowcowych. Rysy występują tu zawsze tylko na jednej stronie kopuł skalnych, na stronie czołowej, podczas gdy strona przeciwna, „cieniowa“ pozostaje szorstka. Ponieważ zaś rysy sąsiednie zachowują zawsze kierunek prawidłowy, nie trudno ustalić ośrodki tworzenia się lodu i jego ruch wogóle promienisto na zewnątrz skierowany. W Niemczech północnych podobne krągłe pagórki są znacznie rzadsze odpowiednio do ukształtowania kraju. I tu znaczna jest różnica między stroną czołową a stroną „cieniową“; dalej morena denną poza stroną „cieniową“ zawiera masami odłamy odnośnej kopuły skalnej. Tworzy się w ten sposób lokalna morena denną, która się ciągnie od odsłoniętego obnażenia w kierunku ruchu lodu. Kopuły starszej skały posiadają ogon, „rzucają cień“, zjawisko obserwowane wielokrotnie także i gdzie indziej, mianowicie w Anglii. Szlify te, których tu szczegółowo rozważać nie możemy, występują licznie zwłaszcza w pobliżu południowego brzegu zlodowacenia między Hallą, Lipskiem, Wielką Świdnicą i Strzelnem. Co prawda w obserwowanych tu kierunkach widzimy mało prawidłowości, przypuszczalnie dlatego, że powłoka lodowa, tu już znacznie cieńsza, była wytrącana ze swej drogi przez mniejsze przeszkody. Znacznie ważniejsze są te zjawiska na obszarze bardziej północnym, na wapieniu muszlowym Rüdgersdorfu i na piaskowcu retyckim w Velpke i Danndorfie w Brunświku, gdzie system rys skierowanych promienisto ku południowi krzyżuje się z młodszymi liniami wschodnio-zachodnimi. To samo uderza też w Skanii południowej, na Bornholmie i na Zelandyi; przypuszczamy tu starszy prąd lodowy i młodszy, który z Finlandyi przez Inflanty i Estlandyę skręcał na zachód a nawet na północny zachód i dotykał Skanii i Niemiec najbardziej północnych. Powtarzanie się zlodowaceń wyraża się tedy nie tylko w podwójnej liczbie moren dennych i w istnieniu utworów międzylodowcowych, lecz również w kierunku szlifów lodowcowych. Czy wszakże przyjmować należy tylko dwa zlodowacenia, starsze główne i młodsze, słabsze, czy też jeszcze i trzecie, również słabsze a poprzedzające zlodowacenie największe— pytanie to pozostaje nierozstrzygniętem.

Potwierdzenie wschodnio-zachodniego kierunku ruchu młodszego naporu lodowca wynika z obserwacji głazów: bloki z Estlandyi i z obszarów przyległych znajdują się nie tylko na równinie północno-niemieckiej aż do Holandyi, lecz także w południowej Szwecyi. Natomiast gdy zbadamy pochodzenie bloków dolnej gliny glazonośnej, to okaże się, że pochodzą one głównie z okolic, leżących na północ i północo-wschód od ich dzisiejszych miejsc znajdowania. Tak we wschodnich Prusach, w Poznańskim i na Śląsku przeważają skały z rosyjskich prowincyi nadbałtyckich, a zwłaszcza z Estlandyi; w Prusach wschodnich i zachodnich występują fińskie granity rappakiwi i granity z wysp Alandzkich; w Meklemburgu, na Pomorzu i w marchii Brandenburskiej kontyngensu głównego dostarcza Szwecya, a prócz tego obficie znajdują się głazy, pochodzące prawdopodobnie z zupełnie zniszczonych osadów dzisiejszego Bałtyku na wschód od Szwecyi. W Saksonii,

koło Magdeburga, w Szlezwigu-Holsztynie i w Oldenburgu przeważa materiał szwedzki. Obok wszakże, na półwyspie Cymbryjskim, już występują również norweskie granity, porfiry rombowe, syenity cyrkonowe i gnejsy, i stąd ciągną się do Holandyi. Przytem, według Damesa, z reguły te skały, które w swej ojczyźnie posiadają wielkie rozprzestrzenienie, jako głązy rozsiane są także na wielkich przestrzeniach i odwrotnie. Wogóle wyraźnie wysledzić się daje główny kierunek parcia z północy i z północnego wschodu, i, zgodnie ze starszym systemem rysów, wachlarzowate rozszerzenie na równinie północno-niemieckiej. Ale zrobić tu należy pewne zastrzeżenie. Wprawdzie większość tych skał północnych, zwłaszcza bogate w skamieliny bloki formacji kambryjskiej i sylurskiej, jest tak charakterystyczna, że oznaczenie pochodzenia wogóle nie jest trudne. Ponieważ jednak niektóre warstwy, zwłaszcza kambryjskie i sylurskie, były dawniej widocznie znacznie szerzej rozprzestrzenione, a pokaźna część zniszczonego materiału (według Hellanda około 700000 kilometrów sześciennych) została wcielona do moreny dennej, przeto niektóre oznaczenia ojczyzny są tylko przybliżenie prawdziwe.

Morena denna zawiera prócz północnych jeszcze głązy miejscowe; głązy te, warunkujące facyę lokalną moreny dennej, wogóle promieniują także radyalnie. Należą tu między innymi odłamy wapienia muszlowego, pewne skały jurajskie, okruchy kredy a zwłaszcza niezliczone jej krzemienie, kwarcyty formacji węgla brunatnego, buły ilów oligoceńskich, nazywane septaryami, bursztyn i piaski bursztynodajne, bogate w skamieliny skały trzeciorzędowe, zwane „sternberskimi placzkami“, i porfiry. Jeśli twarde skały podłoża były odrywane przez nacierający lód i wcielane do moreny dennej, to o wiele potężniejsze działanie lodu na podłożę spostrzegamy tam, gdzie było ono miękkie i mało odporne. Zwłaszcza starsze warstwy dyluwialne uległy na wielką skalę zniszczeniu, a całe płyty starszych ilów i piasków zostały wtrącone w gliny głązonośne, lub też warstwy te zostały w znacznej mierze zgniecione, poszarpane, wypiętrzone, a w powstałe tym sposobem fałdy został wtłoczony materiał morenowy.

Pewne zjawiska powierzchniowe równiny północno-niemieckiej bywają słusznie łączone z fenomenem lodowcowym: tak przedewszystkiem tworzenie się jezior, dalej ukształtowanie wielkich głównych dolin rzecznych. Uwzględniliśmy bliżej te kwestye już w pierwszym tomie (str. 612); wspomnieliśmy również już wyżej o geologicznie młodych dyzlokacyach, jakie dotknęły plejstocen. Tu zwrócimy przeto naszą uwagę na szczególne utwory odwrotowe zlodowacenia. W dość znacznej rozciągłości na morenie górnej powstały wypłukane piaski z mniejszymi głązikami, piaski pokrywowe, w których mieścić się może nawet cała grubość górnego marglu głązonośnego. Występowanie w piasku pokrywowym głązików piramidalnych (por. tom I, str. 635) dowodzi, że wówczas równinami pędziły wiry piasku, przez wiatr poruszane. Jeszcze od tego utworu szczególniejsze są moreny końcowe lub odwrotowe, znane od granicy duńskiej aż do Wisły wzdłuż meklembursko-pomorsko-pruskiego pasma wzgórz, na przestrzeni około 1000 km długości mierzącej. Tworzą one wielokrotnie powykrwany pas wązkich garbów lub kop gliny głązonośnej, przechodząc w wały czyli groble głązowe na 10—20 m wysokie (rys. 315). Nie należy ich uważać za skrajną granicę południową ostatniego



złodowacenia, lecz za znak stanu lodowca podczas dłuższej przerwy w jego odwrocie. Ponieważ w tym okresie materiał drobniejszy został wyszlamowany przez strumienie lodowcowe, przeto przed morenami końcowymi rozścielają się rozległe powierzchnie piaszczyste, podczas gdy grubszy materiał moreny dennej pozostał i nagromadził się w groble kamienne (ob. mapkę bałtyckiej moreny końcowej w Nowej Marchii, rys. 316). Jeszcze łatwiejsze do poznania są te moreny odwrotowe w obszarach północniejszych: w Skandynawii tam mianowicie, gdzie topniejący lód lądowy cofnął się już w doliny i rozpadł się na pewną ilość lodowców pojedynczych. Powstały tam nie tylko liczne moreny czołowe następujące jedna za drugą, lecz również moreny boczne. W Finlandyi morena odwrotowa otacza cen-



Rys. 315. Grzbiet moreny końcowej Rosenberge pod Neuhofem w Meklenburgu.  
(Podług Wahnschaffego).

tralny obszar jeziorowy i ciągnie się dalej pod nazwą „salpausselkä“ z dorzecza Saimy aż do okolic miasta Joensuu.

W niektórych miejscach poprzecznie do kierunku moren końcowych występują wydłużone wązkie garby gładowe, ozy (asar), znane wprawdzie w Niemczech północnych (rys. 316), lecz w typowej formie rozwinięte dopiero w Szwecyi. Ponieważ na gładach często można poznać ślady przenoszenia przez wodę, a piaski uwarstwione biorą udział w składzie tych garbów gładowych często na wiele mil długich a do 60 m wysokich, mniemaćby należało, że woda bieżąca współdziałała w ich powstawaniu. Pogląd taki napotyka wszakże na poważne trudności; sposób powstawania garbów jest jeszcze ciemny.

Z boku do podnóża garbów przypierają często utwory morskie, „wydzwignięte ławice muszlowe“, które zwłaszcza wzdłuż wybrzeży wznoszą się na różnych wysokościach nad poziomem morza aż do 200 m. Najstarsze, najwyższe położone warstwy

muszlowe zawierają skorupy takich mięczaków, jakie dziś żyją jeszcze tylko na dalekiej północy. *Mya truncata*, *Saxicava arctica* w odmianach gruboskorupowych, *Pecten islandicus*, *Buccinum groenlandicum*, *Trophon clathratum*, *Yoldia arctica* i inne są typami znanymi tego zbiorowiska, które występuje w licznych punktach, w najbogatszym rozwoju zapewne koło Uddevalla w Szwecji. Schodząc dalej w dół, spotykamy osady, w których coraz to bardziej przeważa dzisiejsza fauna morza Niemieckiego. Dopiero najmłodsze ławice zagłębia Bałtyku, występujące w najniższych poziomach, zawierają tę ubogą i drobną faunę, która dziś charakteryzuje słabo słone wody tego obszaru.



Rys. 316. Bałtycka morena końcowa w Nowej Marchii. (Podług Keilhacka).

Wszystkie te skandynawskie ławice muszlowe pochodzą z młodszego czasu plejstocenijskiego. Za przedlodowcowe uchodzą natomiast ily z *Cyprina islandica* i kilku innymi formami borealnymi, które występują w Szlezwigu i w Danii, oraz ily z *Yoldia arctica*, *Astarte borealis*, *Cyprina islandica* z zatoki Świeżej w Prusiech Zachodnich. A więc podczas zbliżania się północnego lądolodu nie istniało morze Bałtyckie ze słabo-słoną wodą i z odpowiednią fauną, jak to wynika również ze skandynawskich ławic muszlowych, lecz zapewne wązka odnoga morska, mniej więcej wschodnio-zachodnia, z fauną arktyczną ciągnęła się przez Szlezwig-Hol-



sztyn i Danię aż do Prus Zachodnich. Przypuszczano dawniej, że formy arktyczne przywędrowały z morza Białego i z północno-wschodniego morza Lodowatego przez jeziora Ładogę i Onegę. Ponieważ jednak nowsze badania geologów rosyjskich nie znalazły w tej okolicy żadnych dowodów tego poglądu, przeto mięczaki północne musiały przyjść z zachodu. Atoli według wszelkiego prawdopodobieństwa morze Bałtyckie, jako zagłębienie przeważnie północno-południowe, jest utworem polodowcowym.

Jakśmy widzieli, występowanie mięczaków morskich w plejstocenie północno-niemieckim ogranicza się do części brzeżnych tego obszaru. Wewnątrz równiny w pokładach przed i międzylodowcowych występują wprawdzie również skamieniałości, lecz tylko formy lądowe i słodkowodne. Przedewszystkiem wymienić należy wapienie słodkowodne, znalezione przez Keilhacka i Wahnschaffego koło Blezig na drodze żelaznej Berlin-Drezno, koło Görtzke, Ülzen, Korbiskrug, koło Bienenwalde i koło Soltau w puszczy Lüneburskiej. Zawierają one szczątki jelenia, daniela, sarny i bydła rogatego, dalej szczupaka, karpia i okonia, jak również mnóstwo mięczaków lądowych i słodkowodnych, które po części jeszcze dziś żyją w naszych okolicach. Najważniejsza z tych form, należąca do *Paludina diluviana*, która zadziwiająco przypomina pewne typy ze środkowopliocenijskich warstw paludynowych Europy południowo-wschodniej, nie powróciła po upływie okresu lodowego do swej starej ojczyzny, lecz dziś jeszcze żyje nad dolnym Dunajem. Natomiast *Dreissensia polymorpha* zajęła ponownie obszar, z którego została wyparta przez lód. Dość pokaźna flora również składa się przeważnie z roślin, które obecnie znowu tu występują: dąb, brzoza, topola, grab, klon pospolity (*Acer platanoides*), lipa, olsza, wierzba, kasztan słodki, sosna, ostokrzew, czernica i t. d.

Ze sposobu występowania tych wapieni słodkowodnych i z ich uławicenia między dolnymi piaskami a dolną moreną denną wynika, że powstały one przypuszczalnie drogą wyszlamowania moreny dennej w czasie, gdy lód lądowy nasuwał się już wprawdzie, lecz jeszcze nie dotarł do miejsc odnośnych. Klimat był wówczas jeszcze łagodny; kasztan, lipa i klon pozwalają wnosić nawet o nieco cieplejszej temperaturze. Ten sam wynik wysnuć się daje z występowań forestbedu (warstwy leśnej) w Cromer na wybrzeżu Norfolk, najbogatszego w skamieliny utworu przedlodowcowego. Wprawdzie zbliżający się okres lodowy już w najwyższym pliocenie, w kregu z Norwich (por. str. 443), wpływa na faunę morską, lecz nie na florę i faunę lądową. Forestbed leży bezpośrednio nad kregiem norwiskim a pod utworami lodowcowymi. Flora składa się tu głównie z dębu, olszy, jodły, świerku, sosny, cisu, leszczyny, trojanu, białego i złotego grzybienia. Znacznie bogatsza fauna zawiera nie mniej niż jakieś pięćdziesiąt gatunków, a wśród nich olbrzymie słonie *Elephas meridionalis*, *E. antiquus* i *E. primigenius* (mamut), dwa gatunki nosorożca, jednego hipopotama, konia, dzika, tura, liczne jelenie, jak jeleni pospolity, jeleni olbrzymi, sarna; gryzonia są reprezentowane przez bobra, *Trogontherium*, wielkie zwierzę bobrokształtne, wiewiórkę i kilka myszy polnych, drapiezniki — przez niedźwiedzia jaskiniowego, może także przez żyjącego obecnie w Ameryce niedźwiedzia szarego, przez hyenę jaskiniową, machajrodusa, wilka, lisa, rosomaka i tuma-

ka. W nieco słonawowodnym forestbedzie znalazło się również kilka szczątków ssaków morskich: mors, pletwał, narwał i dwa delfiny.

Ten zespół ssaków robi szczególne wrażenie przez współistnienie przedstawicieli cieplejszego okresu pliocenkiego, jak *Elephas meridionalis* i *E. antiquus*, *Hippopotamus* i innych z formami, które dziś jeszcze zamieszkują te same okolice. Z pewnością więc temperatura wówczas nie była niższa niż obecnie. Wprawdzie z forestbedu wymieniane są również gatunki północne, jak rosomak, wół piżmowy i mors. Sprzeczność ta usunęłaby się odrazu, gdybyśmy wraz z Lyellem przyjęli, że w forestbedzie nastąpiło zmieszanie typów, które nie żyły ściśle jednocześnie. Zwierzęta północne mogły wtargnąć dopiero z lodem lądowym, lub bezpośrednio przed jego rozpostarciem się, które nie tylko wyrugowało faunę tubylną, lubiącą ciepło, lecz zarazem sprowadziło swoiste życie organiczne.

Dzięki usiłowaniom A. Nathorsta, zagadnienie to co do flory istotnie uważać można za rozwiązane w sensie powyższym. Odkrył on (por. str. 466) w Schwarzenbachu w Szwajcaryi bezpośrednio pod moreną denną florę arktyczną, mianowicie *Dryas octopetala*, *Salix polaris*, *Betula nana*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Polygonum viviparum*. Systematycznym badaniom późniejszym udało się wykazać tę samą florę arktyczną również w wielu innych punktach w Norfolkku, w Suffolku, w Szwecyi, w Niemczech północnych, w Inflantach, w Estlandyi i w gubernii Witebskiej. Większość tych pokładów roślinnych leży wprawdzie bezpośrednio nad moreną denną, w glinie słodkowodnej, która często stanowi podłoże torfowisk; pochodzą one przeto z czasu pierwszego odwrotu lądolodu. Stosunki ogólne czynią wszakże nieodpartym wniosek, że w czasie największego zlodowacenia od Anglii aż do wnętrza Rosyi na brzegu wielkiego lądolodu istniała flora arktyczna która podczas cofania się lodu za nim podążała.

Potem zapanował ponownie klimat łagodniejszy; teraz i stara roślinność mogła zająć znowu grunt opuszczony. Szczątki jej znajdujemy w wielu pokładach torfu, które tu i owdzie powstały na terenach przez lód opuszczonych, np. w Lauenburgu nad Elbą, w Beldorfie i Gross-Bornholcie w Holsztynie, w Klinge pod Chociebużem. Aby wymienić choć kilka form tego świata roślin, podajemy tu sosnę, świerk, modrzew, dąb, grab, lipę, klon, olszę, leszczynę, osinę, kosaciec żółty, trzcinę. Szczególnem bogactwem wyróżnia się mianowicie pokład torfowy klingieński; trafia się tu także owoc pistacyokształtny (*Folliculites*), pokrewny typom trzeciorzędowym, natomiast w świecie obecnym prawdopodobnie nieistniejący, dalej nasienie rośliny, zwanej *Cratopleura* a zbliżonej do *Brasenia purpurea* z Nowego Świata.

Odmienne od świata roślin fauna przedlodowcowa nie wróciła ponownie, w tym okresie, lecz ustąpiła miejsca faunie po części nowej, północnej, którą reprezentuje zwłaszcza mamut (*Elephas primigenius*), nosorożec z kostną przegrodą nosową, jelen olbrzymi, ren, a mianowicie w Niemczech północnych drobniejsza rasa „karibu“ Grenlandyi i północno-amerykańskich „barren grounds“, dziki wół, dziki koń, wół piżmowy, wilk, niedźwiedź i lis polarny (p. niżej str. 497). Tu ograniczamy się do uwagi, że na obszar północno-niemiecki wkraczały one nie tylko podczas przygodnych wędrówek, lecz bytowały tam stale. Wynika to niechybnie z wielkiej ilości szczątków, jaką znajdujemy w piaskach międzylodowcowych w Rixdorfie pod Berlinem.



Rosliny torfu dyluwialnego zniewoliły nas do przyjęcia w czasie międzylodowcowym klimatu względnie łagodnego, zupełnie tak samo jak flora druzgotu höttingijskiego w Alpach północnych. Jak z tem pogodzić panowanie fauny północnej? Jeśli pierwsze zlodowacenie sprowadziło do kraju zwierzęta północne, to może po odwróceniu lodu były one już tak rozprzestrzenione i obsiedziały, że nie mogły już być wyparte przez formy bardziej południowe. Może atoli przypuścić należy, że ta północna fauna międzylodowcowa przeważnie trzymała się w pobliżu brzegu młodszej pokrywy lodowcowej; przeciw szczątki jej są nagromadzone przez wodę przeważnie w piaskach, które zostały osadzone przez strumienie lodowcowe zbliżającej się młodszej pokrywy lodowej.

### Osady plejstocenijskie w innych częściach Europy.

Zjawiska lodowcowe w innych okolicach naszej części świata są nieznaczne w porównaniu z lądolodem północno-europejskim i alpejskim. W Hiszpanii znane są one w Sierra Newadzie; małe lodowce stokowe istniały na wschodnim zboczu Peñalary w Sierra de Guadarrama; prawdopodobnie zlodowacena była również Sierra de Gredo. W Portugalii na Serra da Estrella pomimo względnie małej wysokości, rozpoznać można ślady pokąźnego zlodowacenia, prawdopodobnie skutkiem jej położenia zwróconego do oceanu Atlantyckiego. Większy rozwój wykazują lodowce dyluwialne w Pirenejach, gdzie ich istnienie znane było już od dłuższego czasu. Żaden z tych lodowców nie może się jednak nawet mierzyć z największymi alpejskimi lodowcami dyluwialnymi, z lodowcami doliny Rodanu lub Innu; ograniczają się one do dolin głównych, nie zlewając się w powłokę jednolitą w krainie przedgórskiej, której tylko potok lodowy Gavarnie sięgał samym swoim końcem.

Włochy wykazują ślady zlodowacenia dyluwialnego nie tylko w najwyższej masie górskiej półwyspu, na Gran Sasso d'Italia (2921 m), lecz również na Monte Petrara w górach Sybilińskich, dalej w Apeninach północnych a nawet na Monte Sirino w leżącej na południu Bazylikacie. Na tej samej szerokości Grecya jest wolna od śladów lodowcowych, przypuszczalnie skutkiem swego suchszego klimatu, a nawet potężne pnie górskie w północnej części półwyspu Bałkańskiego, uległy z tego samego powodu tylko słabemu zlodowaceni: niewątpliwe ślady lodowcowe w postaci moren znamy dotychczas tylko z Szar Dagu w Albanii i z Rilo Dagu w południowo-zachodniej Bułgarii (ob. mapkę, rys. 314).

We Francyi pozaalpejskiej wyżyna środkowa była w kilku miejscach zlodowacena; tak samo góry środkowe Niemiec stanowiły osobną zarodź samoistnego zlodowacenia. Najpokąźniejszy był rozwój lodowców w Szwarwaldzie i w Wogezach: w czasie najsilniejszego rozprzestrzenienia lód pokrywał tu, według G. Steinmanna, cały kraj aż do 300 m wysokości. Słabszy był rozwój lodu w Szumawie i na Harcu. W górach Olbrzymich istniały dwa obszary zlodowacenia, jeden wschodni na Schneekoppe, drugi zachodni na Grosse Sturmhaube. Zstępujące do dolin moreny i małe jeziora górskie, zamknięte morenami odwrotowymi (rys. 317), są najwymowniejszymi świadkami dawniejszego zlo-

wacenia, które w czasie największej swej rozciągłości przedstawiać musiało norweski typ lodowcowy (por. t. I, str. 590). J. Partsch dowiódł, że i w górach Olbrzymich, podobnie jak w Alpach i w obszarze północnym, istniały dwa okresy rozrastania się lodowca, przedzielone okresem międzylodowcowym. Północny łądolód sięgał prawie do stóp gór Olbrzymich. Ponieważ jednak lodowce gór Olbrzymich kończyły się wysoko w górze dolin, przeto między nimi a łądolodem północnym pas kraju pozostawał wolnym od powłoki lodowej.



Rys. 317. „Wielki staw”, jezioro morenowe w górach Olbrzymich. (Podług fotografii).

Ślady starych zjawisk lodowcowych, dostrzeżone w Karpatach, są drobne w porównaniu z ogromną przestrzenią, jaką góry te zajmują. Znaczne lodowce były rozwinięte tylko w Wysokich Tatrach, w tym dzikim pniu górskim, uwieńczonym zębatego granitowemu wierzchami, który wznosi się między równiną Spiską i Liptowską w północnych Węgrzech a górnym biegiem Dunajca w Galicyi. Już przed wielu laty Zejszner odkrył moreny starego lodowca powyżej Kuźnic Zakopanego, a później wykazano je również na stronie południowej. Możemy sobie obecnie wytworzyć o nich dość dobry obraz według bardziej szczegółowych badań J. Partscha i S. Rotha. Tatry, których szczyty najwyższe leżą między 2500 a 2664 m nad poziomem morza, składają się głównie z wysokiego, stromego i zębatego trzonu granitowego, który wznosi się prawie bezpośrednio z równiny Spiskiej, podczas gdy stok północny (ku Galicyi), przykryty osadami młodszymi,



obniża się nieco powolniej. Bardzo swoisty charakter tych gór polega na wielkiej ilości czarujących małych jezior („Morskie Oko“), które leżą przeważnie na „bulach“ w zagłębieniach dolinowych na znacznej wysokości, a po części w przepysznie rozwiniętych dolinach cyrkowych (por. tom I, str. 619). Już z tego tylko wnosić można o znacznym tu niegdyś rozwoju lodowców. Istotnie, większość jezior leży w starych kotlinach firnowych i została zatamowana przez moreny czołowe (ob. rys. 318 i tabl. XI t. I). Odpowiednio do niezwykle stromego spadku strony południowej lodowce nie są tu bardzo długie. Przytem wszakże grubość ich była tak



Rys. 318. Jezioro Wielickie pod Szmeksem w Tatrach.

znaczna, że u stóp Tatr od doliny Białej Wody na wschodzie aż do Krywania na zachodzie zlewały się one w pas lodowy do 4 km szeroki. U wylotu dolin głównych rozpościerają się po części wyśmienicie zachowane amfiteatry morenowe, które, być może, należą do młodszego okresu zlodowacenia. Strumienie, wytryskające z lodu zasypały piaskiem i głazami leżącą przed górami wyżynę Spiską. Na stronie północnej, której system dolin jest znacznie bardziej rozwinięty i rozgałęziony skutkiem łagodniejszego spadku, lodowce, pomimo swej długości i pomimo liczniejszych dopływów bocznych oraz położenia północnego, są mniej grube niż na stronie południowej, ponieważ kotliny firnowe są tu przeciętnie znacznie mniejsze i leżą prawie o 280 m głębiej niż na stronie południowej. Tylko w dolinach głównych lodowce dochodziły aż do północnego brzegu gór, nie osiągając wszakże większej rozciągłości. Moreny końcowe są

na stronie północnej przeważnie zatarte; zachowały się one dobrze tylko u wylotu doliny Suchej Wody. Lodowce dyluwialne były o wiele mniejsze w zachodniej znacznie niższej części gór Tatrzańskich. Wprawdzie i tu większość dolin głównych była zlodowacona, lecz lodowce kończyły się wysoko w górach.

W pozostałych częściach Karpatów nie doszło nigdzie do obszerniejszego rozwoju lodu. Zdaje się, iż w górach Liptowskich istniało pole lodowe na Dżumbirze, a w Karpatach wschodnich --- na Czarnohorze, Świdowcu i in. Wreszcie Lehmann odkrył jeszcze wyraźne ślady lodowców w Alpach Rodneńskich wschodnich Karpatów i w górach granicznych między Rumunią a Siedmiogrodem.

Na Kaukazie, który i dziś jeszcze dźwiga okazałe lodowce, podczas okresu dyluwialnego istniały również masy lodowe, które w stosunku do wielkości i wysokości całych gór nie były tak znacznie rozwinięte jak w Alpach.

Naturalnie podczas okresu dyluwialnego powstawały osady również w częściach Europy, nie tkniętych przez zlodowacenie. W wielkim rozprzestrzenieniu



Rys. 319. Ślimaki lössowe: 1) Pupa muscorum; 2) *Helix hispida*; 3) *Succinea oblonga*. Wszystkie trzy okazy są nieco powiększone; rzeczywistą ich wielkość oznaczają załączone kreski. (Podług Sandbergera).

występują w dolinach rzecznych starsze otoczaki rzeczne, tworząc tarasy, które pochodzą z czasów, gdy rzeka płynęła na wyższym poziomie niż dziś. Niekiedy w osadach tych znajdują się szczątki mamuta, nosorożca i innych zwierząt, po części wymarłych a wraz z nimi prymitywnie wyrobione z krzemienia narzędzia najstarszych mieszkańców Europy. Innym utworem dyluwialnym, który występuje w szerokim rozprzestrzenieniu, jest glina. Przedewszystkiem jednak wymienić należy löss, o którego szczególnym wpływie na krążenie wód i na ukształtowanie terenu jużesmy wspominali

(por. t. I, str. 559—562). Tu musimy przyjrzeć się jego powstawaniu.

Löss jest to żółtawo-szara do jasno-brunatnej, piaszczysta glina, zawierająca wapno; całą jej miąższość przecinają pionowe rurki włoskowate, cechuje ją także w wysokim stopniu zdolność do tworzenia pionowego ciosu. Uwarstwienia zazwyczaj brak zupełnie; w niektórych tylko okolicach, w wielkich odstępach bywają wtrącane warstwami osobliwe skupienia wapienne, zwykle rozrzucone, t. zw. kukielki lössowe. W większości pokładów ze szczątków kopalnych obficie występują skorupki ślimaków lądowych, zrzadka tylko mięczaki słodkowodne. Śród pierwszych najczęstszymi i najbardziej charakterystycznymi są *Helix hispida*, *Pupa muscorum* i *Succinea oblonga* (rys. 319). Prócz tego w wielu punktach występują kości ssaków, niekiedy również innych kręgowców, których znaczenie później poznamy. Szerokie niziny rzeczne, rozległe równiny, płaskie niecki, zbocza łagodniejszych gór i wyniosłości są to obszary, gdzie löss występuje; na niskich wyżynach znajduje się on nawet na działach wodnych wśród okoliczności, które wykluczają nieomal osadzenie się w wodzie bieżącej lub w jeziorach. W Europie lössowi przeważnie zawdzięczają swą żyzność szerokie doliny Renu i Dunaju, równina dolno-węgierska oraz część równiny polskiej. Pozatem znajduje się on w południowej części Niemiec północnych, nad Elbą między Miśnią a Pirną, w dorzeczu Wisły i Odry, nad Nissą, Muldą, Sołą, Unstrutą, Werrą, Lahną, dalej w dorzeczu Menu i Nekarą, w północnych Czechach i t. d., gdy tymczasem we Francji i w krajach śródziemnomorskich



jest on tylko skąpo rozprzestrzeniony, a w Anglii, Skandynawii i Rosyi brak go prawie zupełnie. Grubość wynosi 10—60 m. Ale wszystkie te pokłady, co do znaczenia i obszaru pozostają bardzo daleko w tyle za osadami lössowymi Chin, które znamy z mistrzowskich opisów barona v. Richthofena.

Osobliwe są w Niemczech stosunki lössu do osadów lodowcowych. Na przedgórzu alpejskiem poznaliśmy löss jako utwór epok międzylodowcowych. Powstał on w czasach cofania się lodu i pokrywał zarówno moreny jak tarasy fluwio-



Fig. 29A. Młode ślimaki (*Saiga tatarica*). W  $\frac{1}{10}$  wielkości naturalnej.

glacialne. W Niemczech północnych rozpościera się on mianowicie między brzegiem północnym gór środkowych a brzegiem południowym zlodowacenia najmłodszego. Powleka on tu starszą morenę denną i jest geologicznie młodszy od głównego zlodowacenia. Tak samo rzecz ma się również na północnem zboczu Karpatów. Częste występowanie lössu na brzegach utworów lodowcowych naprowadziło na domysł, że utworzył się on z mułu lodowcowego, unoszącego się w wodach z tajania lodu pochodzących. Przyjmowano mianowicie między brzegiem południowym najmłodszej pokrywy lądolodu a górami środkowymi wielkie zagłębienia jeziorowe, w których proces ten miał się odbywać. Lecz w takim razie löss musiałby być przede wszystkim uwarstwiony, a mięczaki, które się w nim masowo znajdują, nie mogłyby być niemal wyłącznie ślimakami lądowymi. Niewytłumaczony również byłby pionowy cios, powstawanie rureczek i szereg innych właściwości, pomijając już zupełnie to, że wiele pokładów lössu skutkiem swego

położenia na wyniosłościach czyni bardzo nieprawdopodobnym osadzanie się jego z jeziora. Większe zbiorniki tego rodzaju nie mogłyby się trwale utrzymać, spływałyby one, lub w miejscowościach pomyślnie położonych skurczyłyby się w mniejsze jeziora. Dalej, w jaki sposób mogłyby żyć na terenie, przeważnie leżącym pod wodą, wielkie zwierzęta lądowe, konie, tury, mamuty, nosorożce, których szczątki dość często znajdujemy pogrzebane w lössie? Innym wyjaśnieniem jest to, że löss jest produktem wylewów rzecznych. Na wiosnę rzeki występują z brzegów i pozostawiają muł; wobec większej siły rzek dyluwialnych mogły one unosić znacznie większe masy osadu, i ich to działaniu przypisywanem bywa tworzenie się lössu. Jest to hipoteza, zastosowana do lössu, występującego w wielkich dolinach rzecznych.



Rys. 321. Chyżoskocz właściwy (*Alactaga jaculus*). W  $\frac{2}{3}$  wielkości naturalnej.

Istotnie niepodobna zamilczeć, że związek między żwirami i piaskami tarasów rzecznych a lösem, leżącym nad nimi, jest tak ściśły, że w niektórych przypadkach nie sposób prawie odrzucić myśli o jednakowym pochodzeniu obu utworów. U samego dołu tych tarasów dyluwialnych leżą zwykle żwiry, nad nimi piaski, a u góry po stopniowych przejściach löss; zachodzi przeto uławicenie według wielkości ziarna, ściśle jak w tworzących się obecnie tarasach rzecznych. Niektóre rzeki galicyjskiego pasa piaskowcowego ujawniają wyraźny związek między naturą petrograficzną obszaru przepływnego a naturą tarasów: jeśli obszar ten składa się głównie z masowych piaskowców, to i tarasy dyluwialne są złożone przeważnie z grubych głazów i piasku z cienką tylko pokrywą lössową. Jeśli wszakże rzeka przerzyna przeważnie krainę łupkowato-ilastą, to tarasy również składają się prawie wyłącznie z lössu. Im bardziej te rzeki gór pośrednich lub krainy pagórkowej zbliżają się do równiny, tem grubsza staje się przykrywa lössowa tarasów, tem cieńsza



ich podstawa piaszkowa: rzeki o słabym spadku mogły unosić już tylko lekkie cząstki ilaste. Stosunki tego rodzaju zmuszają nas do przyjęcia rzecznego pochodzenia lössu, o ile bierze on udział w tarasach rzecznych równin, choć z drugiej strony z pewnością inaczej powstać musiał ten löss, który powleka działy wodne i większe wyniosłości.

Jeśli tedy löss jest częściowo utworem rzecznym, to należałoby się spodziewać prawdziwego lössu wśród obecnych napływów rzecznych. Zamiast niego jednak znajdujemy ciężką żółtą glinę, zupełnie od lössu różną. A więc w czasie plejstocenicznym inne jeszcze okoliczności współdziałać musiały przy tworzeniu się lössu. Dość stanowczo możemy przypisać rolę rozstrzygającą ówczesnemu klimatowi stepowemu. Już od dawna znane są z lössu szczątki pewnej liczby zwierząt stepowych. Wszakże dopiero Nehring rzucił prawdziwe światło na ich istotne znaczenie; odkrył on mianowicie w wypełnionych lössem i podobnymi doń utworami jaskiniach gipsowych w Thiede i Westeregeln w Brunświku nieprzewidywane bogactwo zwierząt, które dziś zamieszkują stopy Europy wschodniej i Syberii południowo-zachodniej. Z tych form np. suhak (rys. 320) był rozprzestrzeniony aż do Anglii; przyłącza się do niego dziki koń i dziki osieł, kułan lub dzygietaj Azji środkowej. Przedewszystkiem jednak wymienić należy liczne gryzonie: bobaka, chyzoskocza (*Alactaga jaculus*, rys. 321), susła czerwonego (*Spermophilus rufescens*), szczekuszkę (*Lagomys pusillus*), dalej kilka nornic i dwa gatunki skrzeczków, z których jeden, mały *Cricetus phaeus*, prawdziwe zwierzę stepowe, został wykazany aż do Werony i Pizy. Skład fauny tak wyraźnie stepowej jest związany z klimatem lądowym, suchym: w czasie tworzenia się lössu klimat taki musiał panować w Europie zachodniej i środkowej jako echo okresu lodowego. Gwałtowne burze pyłowe, jakie dziś się srożą w stepach wschodnio-europejskich i azjatyckich musiały i wówczas się zdarzać i osadzać ten pył na wielkich przestrzeniach. Jeśli przyjmiemy okolicę stepową porośniętą trawą, z roślinnością usychającą na znaczną część roku, której grunt stopniowo podnosi się przez nagromadzenie się masy pyłu, to będzie musiał utworzyć się osad taki jak löss. Uwarstwienie rozwinąć się nie może, i ten sposób osadzania wyjaśnia dobrze sypką konsystencję, drobne, jednostajne ziarno lössu, a szczególne pionowe rurki odpowiadają korzeniom traw stepowych, które, obumierając, pozostawiają te próżnie. Ponieważ osad taki musi równomiernie powlekać doliny i wyniosłości, przeto pogląd ten na sposób powstawania lössu wyjaśnia również jego występowanie na wyżynach i na działach wodnych, co dla teorii rzecznej przedstawiałoby nieprzewyciężone trudności. Z tego powodu ta subaeralna czyli eolska teoria pochodzenia lössu, którą postawił F. v. Richthofen na podstawie swych spostrzeżeń w Chinach, znalazła licznych zwolenników pomimo swego niezwykłego charakteru.

Chociaż löss tworzył się w ten sposób, nie wyklucza to przecie, że w dolinach podczas wylewów, które i w dzisiejszych stepach mogą również przybierać potężne rozmiary, osadzał się muł, który w suchym czasie pod wpływem klimatu stepowego był porywany przez burze, subaeralnie osadzany napowrót i przemieniany w löss. Na takich powierzchniach również musiała wegiętować bogata roślinność trawiasta, nieuwarstwiony osad musiał przybierać budowę rurkową i mógł zawierać gryzonie stepowe. Wielkie zwierzęta lądowe znajdowały tu

znakomite warunki bytu. Lubownicy lasów, jak mamut, który karmił się młodymi pędami drzew, jak to wiemy ze szczątków pokarmu, zachowanych w zawartości żołądka i w dziurawych zębach, mogły znaleźć w pobliżu rzek lasy dolinne, które im musiały dogadzać. A zatem rzeczne i subaeralne tworzenie się lössu nie wykluczają się, lecz dopełniają się wzajem.

Z innych utworów czasu plejstocenijskiego wymienimy torf, o którym już wspomnieliśmy, mówiąc o osadach międzylodowcowych. W wielu punktach powstawanie torfu zaczęło się w młodszym czasie plejstocenijskim.

Pokłady dolne zawierają jeszcze szczątki zwierząt wymarłych, mamuta, nosorożca, jelenia olbrzymiego i t. d., a potem zachodzi stopniowe przejście do czasu obecnego. Pokłady tego rodzaju budzą interes naukowy zwłaszcza skutkiem tego, że przez badanie szczątków roślin, znajdujących się w różnych poziomach wielkich nagromadzeń torfu, można śledzić stopniowe przekształcanie się roślinności, jak to uczynili w Skandynawii: Blytt, Steenstrup i Nathorst (por. str. 497). Wreszcie wyróżnić należy jeszcze martwice wapienne, osady bogatych w wapno źródeł, które często otaczają części roślin, skorupki ślimaków i kości, dalej osady gliniaste w jaskiniach z ich gromadnymi szczątkami ssaków, druzgoty kostne; wszystkie te utwory są ważne ze względu na swą faunę i florę, lecz z punktu widzenia czysto geologicznego mało godne uwagi.

Utwory morskie występują w wielkim rozprzestrzenieniu, wszakże przeważnie tylko na krawędziach wybrzeży. Oprócz osadów, o których wyżej była mowa, a które znajdują się w Niemczech północnych, w Skandynawii, w Anglii i w Szkocji, w obszarze dawniejszego zlodowacenia, ciekawe są zwłaszcza młode warstwy morskie zagłębia śródziemnomorskiego. Zaliczyć tu należy okolice Palermo, Toskanii, Korsykę, Rodos, Dardanele, być może także między morze Korynckie i okolice Tarentu. Jednak w tych przypadkach, gdy ławica muszlowa zawiera tylko 2 lub 3 procenty wymarłych gatunków mięczaków, zazwyczaj trudno rozstrzygnąć, co zaliczyć należy jeszcze do najwyższego pliocenu, a co do czwartorzędu. Ważne są te łożyska, na których podstawie można udowodnić, że i wody morza Śródziemnego ochłodziły się pod wpływem okresu lodowego. W kilku punktach znajdują się gatunki mięczaków, najczęściej *Cyprina islandica*, które obce były morzu Śródziemnemu w młodszym trzeciorzędzie jak i w czasie obecnym, a które dziś żyją tylko w morzu Niemieckim i jeszcze dalej na północy. Gatunki takie są znane z Rodosu, z Toskanii i t. d., przedewszystkiem wszakże z Ficarazzi i z podnóża Monte Pellegrino koło Palermo. Tu nad utworami morskimi górnego pliocenu leży osad, który według Monterosata zawiera cały szereg form borealnych: *Cyprina islandica*, *Mya truncata*, *Panopaea norvegica*, *Buccinum undatum* i *Fusus contrarius* (por. wyżej, str. 444).

## Świat zwierząt i roślin okresu czwartorzędowego w Europie.

Różne wymienione dotychczas osady, jak druzgoty kostne, wypełnienia gliniaste szczelin górskich, pokłady torfu i węgla torfiastego, pokłady lössu, pia-



sku i otoczków, wszystkie one dostarczyły mnóstwa szczątków, zwłaszcza ssaków, interesujących głównie nie tyle ze względu na swoiste cechy zoologiczne, na występowanie typów pozatem zupełnie nieznanych, ile przeciwnie skutkiem ich bliższych stosunków do tworów obecnych i skutkiem wniosków, które naturalnie stąd wynikają. (O występowaniu człowieka, zwierząt domowych i roślin uprawnych w osadach czwartorzędowych traktuje antropologia.)

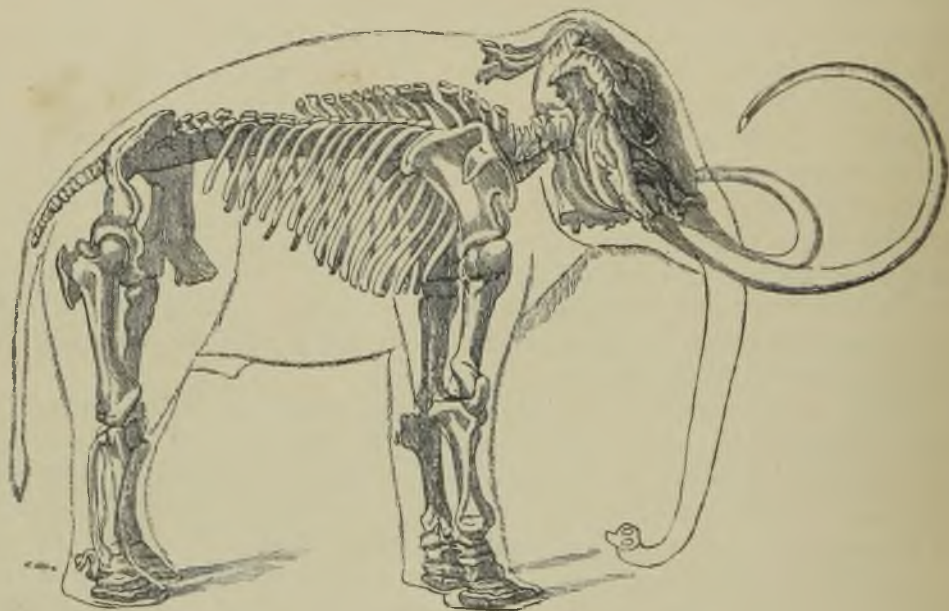
Wogóle czwartorzędowa fauna ssaków Europy przedstawia w porównaniu z obecną obraz najwyższego rozwoju. Widzimy takie mnóstwo form potężnych, że fauna dzisiejsza wydaje się tylko ich zmarniałą resztką. Najbardziej uderzającym jest ten stosunek u wielkich roślinożernych, zwłaszcza u słoni. Były one reprezentowane przez trzy gatunki, z których każdy był większy od teraźniejszego słonia indyjskiego i afrykańskiego. *Elephas meridionalis* i *E. antiquus* były może największymi ssakami lądowymi, jakie kiedykolwiek istniały. *E. meridionalis* jest szeroko rozprzestrzeniony w Europie już w pliocenie. W najwyższym pliocenie przyłącza się do niego jeszcze większy *E. antiquus*. Gdy jednak pierwszy został wyparty przez nasuwający się lodowiec, drugi dotrzymał pola i występuje często jeszcze w osadach międzylodowcowych. Jeszcze częstszy jest wszakże trzeci gatunek, mamut (*E. primigenius*), który w Anglii pojawia się już w „pokładach leśnych“ (forest beds) Norfolk, staje się częstszy z nastąpieniem okresu lodowego, a później podczas właściwego czasu lodowego i w epoce międzylodowcowej w niezliczonych stadach zamieszkuje Europę i Azyę północną.

Żadne inne zwierzę nie budziło swymi szczątkami tak ogólnej sensacji jak mamut, którego kości i zęby miejscami znajdują się gromadnie. Dawniej brano je za kości świętego Krzysztofa lub też jakiego innego świętego, któremu z jakiegokolwiek powodu uważano za konieczne przypisywać szczególną wielkość, a wiele takich szczątków przechowywano jako relikwie w kościołach. Inni uważali je znowu za kości biblijnych olbrzymów, Goga i Magoga, lub innych mniej sławnych wielkoludów, gdy tymczasem ludzie bliżej znający starożytność klasyczną przypisywali je germańskiemu wodzowi Teutobodowi. Gdy wreszcie zaczęto uważniej przypatrywać się zębom, wysnuło mniemanie, że pochodziły one od słoni bojowych Hannibala, które wszystkie co do jednego padły w drodze od trudów podczas śmiałego pochodu z Hiszpanii przez Francję południową i przez Alpy.

Poznano później, że mamut istotnie żył w Europie aż do względnie niedawnych czasów. Stąd wnioskowano o ciepłym klimacie w Europie. Doświadczenia wszakże nie potwierdziły tego poglądu. W Europie brak mamuta na południu; znajduje się on przeważnie w częściach północnych i środkowych, najczęściej wszakże w północnej Syberii, gdzie niektóre warstwy dyluwialne są całkowicie wypełnione jego szczątkami. Około trzeciej części wszystkiej kości słoniowej, jaka znajduje się w handlu, pochodzi z dyluwialnych mamutów Syberii. Nawet na niedostępnych wyspach Nowosyberyjskich, które leżą na północ od lądu azjatyckiego na morzu Lodowatym pod 75° szerokości północnej, kopalna kość słoniowa mamuta występuje tak gromadnie, że przez długi czas zbieracze kości słoniowej wazyli się na pełną niebezpieczeństw jazdę saniami przez zamrożone morze, aby wydobywać te skarby. Rzecz zaiste godna uwagi, że kość słoniowa tak długo zachowała się w stanie świeżości, nadającym się do celów technicznych.

Jeszcze dziwniejszym jest wszakże fakt, że w Syberji znajdują się liczne trupy ze skórą i włosiem, z mięsem i jelitami, tak świeże, że odmarzając z ziemi stanowią przynętę dla białych niedźwiedzi, wilków, lisów i psów, a mięso ich bywa przeważnie już pożarte, zanim jaka ekspedycya zdoła ocalić znalezisko dla nauki.

Sposób występowania jest trojaki. Na północnem zboczu gór Sajańskich w Syberji wschodniej leży jaskinia Niżnie-udińska na wysokości 650 m nad poziomem morza; z roku na rok panuje tu temperatura  $-4,8^{\circ}\text{C}$ . i umożliwia zachowanie skóry i włosów u pojedynczych okazów (nosorożec) zawartej tu fauny międzylodowcowej lub polodowcowej. Dalej trupy trafiają się w gruncie lodo-



Rys. 322. Petersburski szkielet mamuta, ze zmarzłego gruntu Syberji, z dochowanemi pojedynczemi częściami ścięgien, więzów i t. d.; z dodaniem zarysów ciała. (Według Adamsa).

wym. Jak zobaczymy poniżej (por. str. 502), młodszy plejstocen Syberji składa się ze zmiennej seryi piasku, gliny piaszczystej, gliny i lössu, która osadziła się z rzek i jezior. W północnej części obszaru grunt ten jest zinarznięty aż do znacznej głębokości. Jeszcze dalej na północy w seryę opisaną bywają wtrącone nawet warstwy lodu rzeczno- lub lądowego; w ten sposób i tutaj również są pomyślnie warunki do zachowania części miękkich. Zupełnie podobne jest trzecie występowanie, jakie znamy mianowicie z nowosyberyjskiej wyspy Lachowa. Tu młodoplejstoczeńskie warstwy gliniasto-piaszczyste leżą na starym lodzie lodowcowym, a trupy zwierząt dyluwialnych zachowane są po części w glinie, po części w wielkich szczelinach wypełnionych gliną i piaskiem, które przecinają „kopalny“ lód lodowcowy. Niekiedy z lodowego gruntu Syberji odmarzają całkowite trupy mamuta, a tubylcy mniemają, że zwierzęta te żyją w ziemi i grzebią się w niej. A gdy przytem przez nieuważę wydadzą się na powietrze, umierają natychmiast; wówczas znajduje się je całkowicie zachowane. Pierwszy trup tego rodzaju znaleziono nad ujściem Leny. W 1799 r. zauważył tu pewien tunguz, że w ciągu dwu lat słoń stopniowo





Rys. 323. Mamut odtworzony przez E. Pfizenmayera na podstawie wykopalisk z Bzianki pod Rzeszowem i Berezowki w półn.-wsch. Syberyi.

wydobywał się z powłoki lodowej; dopiero wszakże w siedem lat później przyrodnik Adams usłyszał o tem podczas podróży przez Syberyę i odwiedził to miejsce. Niestety, zwierzę było już w większej części pożarte; znalazło się jeszcze jedno ucho, jedno oko, kawałek skóry, a wiele ścięgien i żył trzymało się jeszcze przy kościach. Przedewszystkiem jednak ustalono fakt nader osobliwy, że mamut na całym ciele był pokryty gęstym czerwono-brunatnym uwłosieniem. Szkielet zwierzęcia przewieziono do Petersburga i tam ustawiono (ob. rys. 322).

Od tego czasu wielokrotnie znajdowano takie wmarznięte zwierzęta, lecz nigdy nie udało się wydobyć jedno z nich w całości. Pod koniec lat 60-ych wieku XIX ekspedycja wysłana pod kierunkiem F. Schmidta zdołała uratować tylko kilka części mamuta. W r. 1905 we wschodnio-północnej tajdze sybirskiej nad rz. Beresowką (dopływ Kołymy) znów odkryto trup mamuta w nieznaney przedtem całko-



Rys. 324. Głowa *Rhinoceros Merckii* z dochowaną w całości skórą i uwłosieniem, ze zmarzłego gruntu Syberyi. (Podług Schrencka).

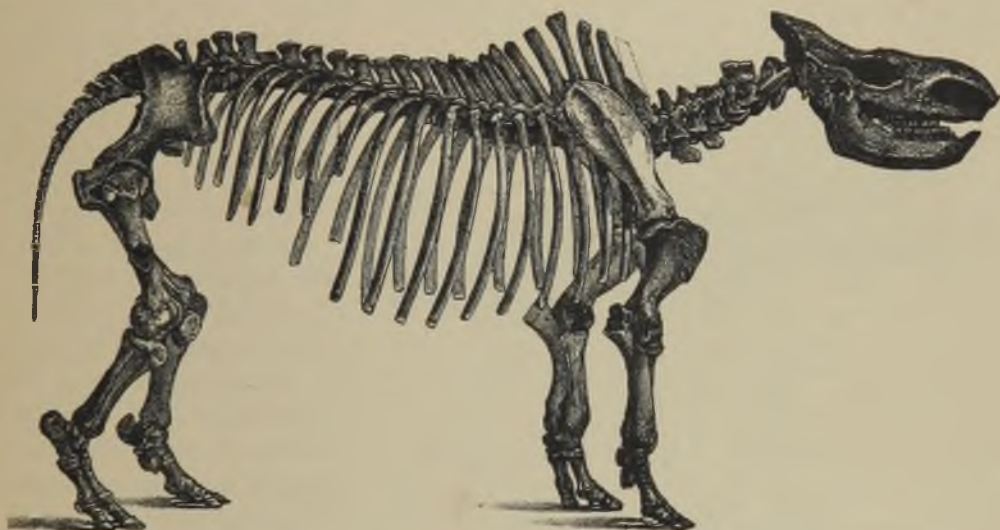
witości. Dzięki temu najnowszemu wykopalisku, a także dawniej znalezionej czaszce mamuta wraz z zachowanymi in situ obu siekaczami („kłami“) pod Bzianką w pobliżu Rzeszowa (własność Krakowskiego Muzeum Geologicznego), zmieniły się w kilku ważnych szczegółach dawniejsze nasze pojęcia o zewnętrznym wyglądzie tego największego z trąbowców. Okazało się mianowicie, że siekacze („kły“) u dorosłego zwierzęcia nie zaginały się w postaci półkolistych łuków ku górze, jak to sobie wyobrażał Adams, a za nim Cuvier i in. (rys. 322), lecz biegły obok siebie z początku ku dołowi, później, skręcając się spiralnie, odchodziły od siebie naprzód i nieco ku górze, a końce ich znów zaginały się ku dołowi. Co do futra, to składało się ono z długich na  $\frac{1}{2}$  m włosów oraz krótkiego lecz gęstego puchu i pokrywało równomiernie cały tułów, nie tworząc na szyi żadnej grzywy, jak błędnie dawniej mniemano. Ogon był krótki i pokryty grubym włosiem. Ogólny widok dość jeszcze młodego zwierzęcia, odtworzony na podstawie tych odkryć, podaje rys. 323.

Prócz mamuta otrzymano kilka części ciała nosorożców, jeszcze powleczonej skórą; znaleziona zaś nad Bytantejen, dopływem Jany, głowa nosorożca dowodzi, że skóra była pokryta czerwono-nakrapianym włosiem (rys. 324). Okaz ten został ozna-



czony przez Schrencka jako *Rhinoceros Merckii*, przez Czerskiego jako *Rhinoceros tichorhinus*. W nowszym czasie znaleziono również kończynę żubra ze skórą i kłami szerści.

Wogóle mamut jest blisko spokrewniony ze słoniem indyjskim, różni się wszakże odeń, pomijając wielkość i uwłosienie, znacznie liczniejszymi i węższymi jarzmami szklkowymi zębów trzonowych i olbrzymimi bardzo mocno rozwiniętymi siekaczami („kłami“), których waga każdego z osobna dochodziła do 90 *kg*, a długość krzywizny przenosiła 4 *m*. W gęstym swem futrze mamut pozyskał tak wyborny środek ochronny przeciw niskim temperaturom, że mógł w niem żyć również w zimnych okolicach. Dowodzą tego resztki jadła, jakie znaleziono w żołądku i między zębami mamuta i nosorożca. Przeważnie składają się one z gałązek i pędów drzew iglastych, wierzb i brzoź, jakie dziś jeszcze rosną w Syberji. *Elephas*



Rys. 325. Szkielet *Rhinoceros antiquitatis* (*tichorhinus*), z torfu dyluwialnego w Kreiburgu nad Innem.

*primigenius* jest tedy północną formą słonia, która miała główne swe siedlisko w Syberji i w Europie północnej, a w Europie środkowej spotykała się z typami południowymi, z *Elephas meridionalis* i z *Elephas antiquus*, zbliżonym do słonia afrykańskiego.

Podczas gdy te trzy gatunki posiadają wielkie rozprzestrzenienie, w Europie znajdujemy kilka innych reprezentantów tego rodzaju na małym obszarze. Przedewszystkiem wymienić należy prawdziwego słonia afrykańskiego, który się znalazł w jaskiniach kostnych Sycylii i w Hiszpanii w okolicy Madrytu: zjawisko to ma doniosłe znaczenie w kwestyi dawniejszego połączenia Europy z lądem południowym. Najbardziej uderzające są wszakże słonie wyspy Malty. Liczne szczątki tych zwierząt, blisko spokrewnionych ze słoniem afrykańskim, przeciętnie co najwyżej dorastają do 2 *m* wysokości (*Elephas Mnaidriensis*). *Elephas melitensis* jest już znacznie mniejszy, a *E. Falconeri* jest drobnym słoniem karłowatym, którego okazy największe nie dosięgały jeszcze 1 *m* wysokości, a więc były nie większe od cielęcia. Występowanie wielkich ssaków na Malcie dowodzi w każdym razie, że ta wyspa, dość mała i uboga w roślinność, była niegdyś częścią wielkiego lądu. Z występowania

słonia karłowatego, obok którego stawiany bywa jeszcze karłowaty hipopotam. Wywnioskowano, że, gdy Malta stała się wyspą, a jej roślinność już nie wystarczała do wyżywienia form wielkich, słonie i hipopotamy zmarniały do drobnych rozmiarów, zamieniły się na „rasę kuców“, co jest ostatecznie możliwe.

Drugą grupę potężnych roślinozerców czasu dyluwialnego stanowią nosorożce, które występują w równie wielkiej ilości jak słonie. Przedewszystkiem wymienić należy *Rhinoceros antiquitatis* (lub *tichorhinus*, rys. 325), stałego towarzysza mamuta, z silnie skostniałą przegrodą nosową, która służyła za mocną podporę straszliwej broni: dwum rogom kolosalnej wielkości. Zwierzę to znaleziono także w całkowicie zachowanych okazach wmarznięte w syberyjski grunt lodowy i zauważono przytem, że było ono również zaopatrzone w gęstą szatę włosów, środek ochronny przeciw zimnu północnemu. Jest to właśnie tu o tyle godniejsze uwagi, że i obecnie żyjące nosorożce przychodzą na świat również pokryte włosem wełnistym, a stąd wnosić zapewne można, że pochodzą one, jeśli nie od *Rhinoceros antiquitatis*, to od innej formy uwłosionej. Wraz z tym gatunkiem, zarówno w Europie północnej i środkowej, jak w Syberji, występuje drugi gatunek nosorożca z niezupełnie skostniałą



Rys. 326. Czaszka *Elasmotherium*: h) potylicy, p) kostna poduszka czoła, n) kości nosowe, m) szczęka górna. (Podług V. v. Möllera).

przegrodą nosową (*Rhinoceros Merckii*, ob. rys. 324). Typ ten nie jest jednak przeważnie północny, lecz jest reprezentowany także i w Europie południowej, przynajmniej przez formę zbliżoną (*Rhinoceros etruscus*). Wreszcie w *Rhinoceros leptorhinus* mamy gatunek przeważnie południowy, właściwy mianowicie starszym osadom dyluwialnym i pojedynczo tylko trafiający się w okolicach północnych, np. w Niemczech północnych.

Do nosorożców jak najbardziej zbliża się rzadki i szczególnie zbudowany rodzaj *Elasmotherium* (rys. 326), jedyny typ wśród europejskich ssaków dyluwialnych, który znacznie odbiega od wszystkich form żyjących. *Elasmotherium* jest to olbrzymie zwierzę wielkości słonia, które budową przypomina nosorożca, posiada wszakże zęby, które wprawdzie w charakterze podstawowym zbliżają się do zębów nosorożca, ale posiadają tak zawile ułożone fałdy szkliska, że prawie przypominają tem konia. Okolica nosowa jest tak słabo zbudowana, że nie mogła dźwigać rogu; natomiast na czole występuje poduszka kostna ogromnej grubości i wielkości, przeznaczona widocznie do dźwigania olbrzymiego rogu. Sądząc z formy kości nosowej, istniała być może mała trąba.

Osobliwie to zwierzę, którego nieliczne części znaleziono w Rosji i w Syberji, zdaje się poprostu urzeczywistniać fantastyczny twór bajecznego jednorożca; rzeczywiście poruszano pytanie, czy *Elasmotherium* nie żyło może jednocześnie z człowiekiem i nie dało powodu do legendy o jednorożcu. Ścisłejsze badanie wykazuje jednak, że kształt angielskiego jednorożca herbowego polega



jedynie na mglistych podaniach o nosorożcu, nieznanym Europie średniowiecznej. Natomiast nie jest niemożliwym, że w Syberji *Elasmotherium* żyło jeszcze wraz z człowiekiem i przezeń zostało wytepiione; w ten sposób przynajmniej tłumaczone są podania tanguzów, jakoby w ich kraju żyły dawniej straszliwe czarne byki olbrzymiej wielkości o jednym rogu na środku czola, tak wielkie, że trzeba było sani do przewiezienia samego tylko rogu.

Pozatem ze zwierząt nieparzystokopytnych istnieją rozmaici przedstawiciele rodziny koni, z których często znajdowane bywają dzikie konie, rzadko natomiast dzygietaj (*Equus hemionus fossilis*). Jak Nebring słusznie zapewne przyjmuje, grabokociście i wielkogłowe konie dyluwialne naszych okolic są praprzodkami oswojonej rasy ciężkiej, „zimnokrwistej“ czyli zachodniej. Ale już kopalne konie dzikie różnią się znacznie między sobą, co przy oswojaniu przyczyniło się w każdym razie do rozstrzeżenia na liczne rasy. Szerokoczołowe i zgrabniej zbudowane rasy wschodnie czyli „gorąckrwiste“ bywają zwykle sprowadzane do azjatyckiego konia dyluwialnego. Jednak w stanowisku renowem w Schussenried w Wirtembergu znaleziono szczątki konia, wskazujące na rasę jeszcze bardziej szerokoczołową od arabskiej.

Z sęczkozębowych parzystokopytnych oprócz dzika istnieje mianowicie *Hippopotamus major*, wielka odmiana żyjącego hipopotama, która występuje jako towarzysza *Elephas meridionalis* w najstarszych, poprzedzających okres lodowy osadach czwartorzędowych Europy południowej, Niemiec południowych, Francji i Anglii. Zamieszkiwał on widocznie wówczas rzeki i jeziora tego obszaru, tak samo jak to czyni hipopotam dzisiejszy w Afryce. Oprócz tego mniejszy gatunek *Hippopotamus Pentlandi* znajduje się na kilku wyspach morza Śródziemnego, na Sycylii, na Malcie i na Krecie; dalszy dowód tego, że w tych okolicach wówczas panował zupełnie inny rozkład wody i lądu, niż dziś. Oprócz tego na Malcie ma się znajdować jeszcze mały hipopotam karłowaty.

Nad wyraz wielkie jest mnóstwo przeżuwaczy, a wśród nich przede wszystkim jeleni, których nadzwyczajną liczbę gatunków w przedlodowcowym forest będzie Anglii jużesmy powyżej zaznaczyli. Z wielu jeleni wymarłych wymienimy tylko jelenia olbrzymiego (*Cervus earyceros*, *Megaceros hiberni-*



Fig. 27. Szkielet irlandzkiego jelenia olbrzymiego *Cervus earyceros*, *Megaceros hibernicus*, i szkielet młodego ciela.

cus, rys. 327), potężne zwierzę z rogami podobnymi do danielowych, a których końce były od siebie o 4 m prawie oddalone. Jeleń olbrzymi trafia się tak często w niektórych torfowiskach Irlandyi, że już wiele całkowitych szkieletów dostało się stamtąd do zbiorów. W innych okolicach jest on rzadszy, był jednak, jak się zdaje, rozprzestrzeniony w większej części Europy.

Rozprawiano wiele o tem, czy jeleń olbrzymi nie zachował się czasem w Niemczech aż do średniowiecza. W pieśni o Nibelungach wśród łupów myśliwskich Zygfrida obok żubra, łosia, tura, lwa i niedźwiedzia wymieniony jest także „srogi szelch“ (grimmer Schelch), i od dawna rozmyślano nad tem, co to za silne, obronne zwierzę mogło żyć wówczas w Niemczech. Że „szelch“ istotnie tu występował a nie jak lew tylko przez fantazyę poety został tu przeniesiony, dowodzi przywilej średniowieczny, nadający prawo polowania na „szelcha“ w pewnej puszczy. Domyślano się więc, że



Rys. 328. Czaszka tura (*Bos primigenius*).

chodzi tu o jelenia olbrzymiego. Wszakże na korzyść tego domysłu nie można przytoczyć prawie nic więcej ponad to, że nie udaje się znaleźć innego tłumaczenia; możnaby chyba przytoczyć jeszcze samą nazwę, związaną z bawarskiem prowincjonalnem wyrażeniem „schelchen“ —chodzić krzywo i niezgrabnie, gdyż jeleń olbrzymi mógł mieć pod ciężarem swych ogromnych rogów chód chwiejny lub ko-

łyszący się. Ale z drugiej strony dziwnem byłoby przecie, gdyby bez śladu zaginęła pamięć o tem pysznem zwierzęciu, gdyby w jakim starym zamku nie zachowało się wspaniałe trofeum jego rogów, lub gdyby w którym ze starych tumów, wśród rozmaitych postaci zwierząt wykutych w kamieniu, rzeźbiarz nie umieścił jego podobizny. W każdym razie, to tłumaczenie „szelcha“ można uważać tylko za wątpliwe.

Z gatunków dziś jeszcze żyjących wymienić naprzód należy jelenia, daniela i sarnę, którym towarzyszy wapiti, pokrewny pierwszemu, lecz cięższy, dziś do Ameryki Północnej ograniczony, dalej łoś, który jeszcze w średniowieczu był w Niemczech rozpowszechniony, i ren, który jeszcze za czasów Cezara miał żyć w lasach Germanii. Ren europejski (*Rangifer tarandus*) był nadzwyczaj częsty zwłaszcza w późniejszych dobach okresu dyluwialnego. Jednak jego rozprzestrzenienie nie sięgało daleko do Europy południowej. Skrajnie wysunięte posterunki znajdują się we Francyi południowej; właśnie tu, na granicy swego obszaru rozprzestrzenienia, był on nadzwyczaj częsty, sądząc z wydajności tamtejszych jaskiń kostnych. Natomiast, jak napomknęto wyżej, w osadach międzylodowcowych Niemiec północnych występuje inna forma, ren amerykań-



ski czyli karibu, który dziś zamieszkuje Grenlandyę i zimniejsze części Ameryki Północnej.

Antylopy są obficie reprezentowane w dyluwium europejskiem. Kozica nie była wówczas ograniczona do wysokich gór, jej szczątki znajdują się również na równinie, a suhak stepów wschodnio-europejskich i zachodnio-azjatyckich rozprzestrzenił się przez Niemcy aż do Anglii i Francji (ob. rys. 320). Nie brak również owiec i kóz; lecz znajduje się częściej tylko koziorożec, wówczas jak kozica mieszkawiec nizin. Jako zwierzę blisko z owcami spokrewnione wymienić dalej należy jednego z najosobliwszych gości w dyluwium Europy—wołu piżmowego z jego szerokimi, zakrywającymi czoło rogami, który dziś żyje tylko w Grenlandyi i w najzimniejszych częściach Ameryki Północnej.

Z bydła rogatego wymienić należy zwłaszcza tura i żubra. Tur (*Bos primigenius*, rys. 328) był dzikim wołem wielkiego wzrostu i z potężnymi rogami, prawie poziomo w bok wygiętymi, który jeszcze przed kilku wiekami żył dziko w Polsce, i którego ostatnimi nieco zwyrodniałymi potomkami są może woły, żyjące półdziko w niektórych parkach Anglii. Oprócz nich wszakże znajdują się z pewnością liczni potomkowie tura wśród europejskiego bydła domowego; nasze swojskie rasy bydła nie pochodzą od jednej jedynej formy bydła dzikiego, lecz powstały przez krzyżowanie kilku jego gatunków. Żadna rasa nie zachowała w czystości krwi jednej z form rodowych, wszędzie zaszło zmieszanie, lecz np. holenderska rasa bydła jest jeszcze dość zbliżona do tura.

Drugą formą bydła, rozprzestrzonią w całej Europie, jest żubr (*Bison europaeus*, *B. priscus*, *Bos priscus*), który w niewielu osobnikach jest strzeżony obecnie w puszczy Białowieskiej i trafia się również w niektórych częściach Kaukazu; musiał on wszakże być bardzo liczny jeszcze w Niemczech średniowiecznych. Wreszcie wymienić jeszcze należy małego bawołu z okolic Gdańska o ograniczonym zasięgu występowania, którego Rüttimeyer uważa za formę karłowatą bawołu indyjskiego.

Jeśli słońce i zwierzęta kopytne są przedstawicielami wielkich roślinożerców, to gryzonie stanowią rzeszę małych gości, które uczują przy tym samym stole. Wprawdzie i tutaj istnieje w dyluwium kilka kilka form okazalszych: bóbr i spokrewnione z nim, lecz większe *Trogontherium*. Ale znaczna większość są to małe twory, których tu szczegółowo opisywać nie będziemy. Śród gryzoniów, których znajomość posunął naprzód zwłaszcza Nehring, można odróżnić rozmaite grupy, które, sądząc z występowania jeszcze obecnie żyjących potomków, wskazują na różną ojczyznę i na rozmaite warunki życiowe: ważny przyczynek dowodowy, że podczas okresu czwartorzędowego zachodziły znaczne zmiany stosunków klimatycznych. Widzieliśmy już powyżej (str. 433), że zwłaszcza w lössie, lecz również i w kilku innych osadach występują gryzonie, które dziś po części żyją w stepach Azji, po części trzymają się przynajmniej kraju otwartego, bezleśnego, jak szczekuszki, chyzoskocze, rozmaite susły, skrzeczki, bobaki, kilka nornic i jezoświnka stepowa. Drugą grupą gatunków, które pojawiają się w innych osadach, są typy północne, jak zając polarny (*Lepus glacialis*), leming i leming naszyjnikowy, podczas gdy inne, jak wiewiórki i kozatki (*Myoxus glis*, *M. Nitela*), były oczywiście tak samo jak dziś mieszkańcami lasów.

Wielkiemu mnóstwu zwierząt roślinożernych przeciwstawiały się jako ich zjadłi wrogowie z wierzęta drapieżne prawie w znaczniejszej jeszcze liczbie: ani Indyje, ani Afryka nie mogą się pod tym względem mierzyć z Europą dylawialną. Ogromny lew (*Felis spelaea*, *Leo spelaeus*) był wówczas rozprzestrzeniony w większej części Europy, wyjąwszy kraje dalej na północ położone. Choć znaleziono nawet całkowite szkielety tego potężnego zwierzęcia, należy ono bądź co bądź do wykopalisk rzadszych w porównaniu z niedźwiedziami i hyenami. Jeszcze straszliwszym zbrojem był tygrys nożozębny (*Machairodus latidens*), który bywał znajdowany dość rzadko we Francji i w Anglii, blizki krewniak tych gatunków machairodusa, które zostały opisane, gdy była mowa o faunie trzeciorzędowej (ob. str. 357). Dalej, w Hiszpanii trafia się pantera afrykańska, we Francji inne zwierzę do niej podobne (*Felis antiqua*). We Francji i w Anglii towarzyszy im jeszcze serwal Afryki zwrotnikowej i południowej, podczas gdy z gatunków dziś jeszcze w Europie zadowomionych wymienić należy rysia i żbika.

Do częstych drapieżników Europy należy tak zwana hyena jaskiniowa (*Hyaena crocuta*, *spelaea*), która, jak się zdaje, sama zamieszkiwała wiele jaskiń kostnych. Znajdujemy tu jej szczątki nagromadzone masami, wraz z kośćmi zwierząt, będących jej łupem, zmiżdżonemi przez nią w sposób charakterystyczny. Pomijając jej nieco większą postać, hyena jaskiniowa zgadza się z żyjącą obecnie hyeną centkowaną. Jest to godne uwagi, gdyż ta ostatnia spotyka się teraz tylko w Afryce zwrotnikowej i południowej, brak jej natomiast w Afryce północnej i w Azji zachodniej, bliżej leżących od Europy. Zastępuje ją tu hyena pręgowana (*Hyaena striata*), która tak samo jak hyena brunatna (*Hyaena brunnea*) w stanie kopalnym rzadko tylko znajduje się w Europie.

Jeśli wśród kotów i hyen mogliśmy wykazać w Europie mnóstwo typów południowych, to wielka rodzina kun obejmuje prawie wyłącznie tylko zwierzęta, występujące teraz jeszcze w naszej części świata. Znajdujemy tu obok wilka i lisa oraz pewnej liczby właściwych psów dzikich, które częściowo uważane bywają za prarodziców kilku naszych europejskich ras psa domowego, tumaka, gromostaja, łaskę, tchórza, borsuka, wydrę. Jako jedyni obcy goście przybywają północny rosomak (*Gulo luscus*, *borealis*, *spelaeus*), który był rozprzestrzeniony nie tylko w Europie środkowej, jak większość form północnych, lecz został znaleziony również daleko na południu, w Dalmacji, i lis polarny z dalekiej północy.

Ostatnia rodzina zwierząt drapieżnych, niedźwiedzie, dostarcza nam najbardziej rozprzestrzenionej formy drapieżnika w faunie dylawialnej Europy, niedźwiedzia jaskiniowego (*Ursus spelaeus*), który w niezliczonym mnóstwie występuje w jaskiniach kostnych Frankonii, Szwabii, Moraw, Belgii i Francji, wogóle całej prawie Europy, i tylko w Anglii zastępuje go hyena. Zdumiewająca jest mnogość okazów, jakiej dostarczyły poszczególne znaleziska, jak jaskinie Muggendorfska i Gailenreucka we Frankonii, Hohlefels w Wirtembergu, jaskinia Słupska na Morawach. Śród wszystkich swoich krewniaków niedźwiedź jaskiniowy jest największy, przewyższa on znacznie nawet niedźwiedzia białego i szarego niedźwiedzia Ameryki Północnej; jego wielkość i siła czyniły go z pewnością straszliwym przeciwnikiem, który nawet lwu i machajrodusowi śmiało mógł stawić



czoło. Zdaje się jednak, że nie był on wcale wybitnym drapieżcą. Wprawdzie w dyluwialnych jaskiniach niedźwiedziowych znajdujemy masami po części ogryzione kości zwierząt, które stały się jego zdobyczą; pomimo tego z ukształtowania zębów trzonowych niedźwiedzia jaskiniowego wnosić musimy, że przyjmował on również pokarm roślinny w obfitej ilości. Trzonowe zęby niedźwiedzi różnią się od takichże zębów pozostałych zwierząt drapieżnych szerokim i mało ostroszczykowatym lub nożycowym kształtem swych koron, a i rozwój zęba ścierwnego jest zaledwie zaznaczony; właściwość ta jest dowodem tego, że były one „wszystkożerne“. Spożywają one mieszany pokarm mięsny i roślinny. Ponieważ z pomiędzy wszystkich niedźwiedzi cechy te są rozwinięte bez porównania najsilniej u niedźwiedzia jaskiniowego, zdaje się przeto, iż potrzebował on stosunkowo najwięcej pokarmu roślinnego. Prócz tego niedźwiedzia jaskiniowego znamionuje jeszcze jego stromo spadające czoło, jak również to, że u zwierząt dorosłych brak najbardziej przednich zębów trzonowych (przedtrzonowych), zębów szrankowych (rys. 329). Znacznie rzadziej występują obok niego dwa inne gatunki niedźwiedzi, z których jeden mógłby się zgadzać z naszym zwykłym niedźwiedziem brunatnym, drugi z większym szarym niedźwiedziem Ameryki Północnej.



Rys. 329. Czaszka niedźwiedzia jaskiniowego.

Do tych najgłówniejszych form naszej dyluwialnej fauny ssaków dodać należy jeszcze kilka owadożernych (kret, jeż, ryjówki) i nietoperze.

Znacznie mniejsza jest fauna ptaków, która dostarcza tylko nielicznych typów ciekawych, i z której zaznaczyć należy tylko występowanie gatunków północnych, jak śnieguła, pardwa i sowa biała. Gady, skrzeki i ryby mają również tak podrzędne znaczenie, że z tego wielkiego obszaru zwierząt podniesiemy tylko jedno nadzwyczaj osobliwe występowanie, mianowicie olbrzymich żółwi lądowych w osadach dyluwialnych Malty. Wielkie żółwie lądowe zostały wprawdzie znalezione w trzeciorzędzie Niemiec południowych (Kirchberg nad Illerem), Pirenejów wschodnich i wzgórz Sivalickich u południowego podnóża Himalajów, nie mają one wszakże żadnej styczności z gatunkiem maltańskim. Przeciwnie, zbliża się on znacznie bardziej do żyjącego dziś żółwia *Testudo elephantopus* z południowo-amerykańskich wysp Galapagos (czyli Żółwich), jak również do wytępionego w czasie historycznym żółwia olbrzymiego wysp Maskareńskich Mauritius i Rodriguez, na wschód od Madagaskaru. Widzimy tu, jak w ogólnym zespole europejskiej fauny dyluwialnej, zresztą dość prawidłowo złożonym, występuje nagle element zgoła obcy, grupa zwierząt, ograniczona tylko do niewielu wysp bardzo od siebie odległych; jest to zarazem trudny do wyjaśnienia przypadek w najwyższym stopniu osobliwego rozsiadlenia geograficznego kręgowców lądowych.

Ze zwierząt bezkręgowych posiadają znaczenie prawie same tylko mięczaki. Wogóle zgadzają się one z gatunkami, dziś jeszcze żyjącymi w tych samych okolicach. Jednakże na równinach Europy środkowej spotykają się formy regionów północnych i gór wysokich, podczas gdy z drugiej strony występują tu gatunki, które

obecnie żyją w klimacie cieplejszym. Tak więc znaleziono *Cyrena fluminalis* w Turynii, we Francji i w Anglii, podczas gdy teraz brak jej w Europie, a natomiast występuje ona w Afryce północnej, w Syrii i t. d. Wiadomości o faunie owadów plejstocenu są bardzo skąpe. Na zaznaczenie wszakże zasługuje, że w słynnym z wosku ziemnego i nafty Borysławiu (u stóp Karpatów wschodnich), została odkryta bogata fauna chrząszczy, w której według M. Łomnickiego formy dalekiej północy i alpejskie stanowią prawie 75 procentów.

Ssaki następczą inne ważne wnioski ogólniejszego rodzaju. Przedewszystkiem nasuwa się pytanie co do przyczyn wymarcia olbrzymich form dyluwialnych, z których po dziś dzień zachowały się tylko żubr i łoś. Niektóre zwierzęta mogły poprostu uleść zbyt wielkiemu zimnu z nastąpieniem okresu lodowego lub powracającemu gorącu po jego upływie. Na zwierzęta roślinożerne jeszcze bardziej działały prawdopodobnie zmiany roślinności, gdyż nie znajdowały już one odpowiedniego dla siebie pokarmu; naturalnie, przedewszystkiem zostały przez to dotknięte właśnie olbrzymy świata zwierzęcego, ponieważ potrzebują one ogromnych mas paszy. Wszakże główną przyczyną ich wymierania była oczywiście działalność człowieka, który zwięził obszar ich rozsiedlenia skutkiem postępującej uprawy gruntu i wytepił niektóre z tych kolosów i straszliwych drapieżców w zapasach, trwających tysiące lat.

Gdy mówimy o mnóstwie wielkich zwierząt, jakie istniały w plejstocenie Europy, to musimy pamiętać o tem, że nie wszystkie one zamieszkiwały jednocześnie tę samą okolicę. Z pewną stanowczością można jako regułę dla Europy środkowej i zachodniej wyróżnić pierwszą epokę, podczas której żyły *Hippopotamus*, *Elephas meridionalis* i *E. antiquus*, ale zwierząt północnych jeszcze brakowało, lub też występowały one tylko skąpo. W obszarach, zajętych przez lód, to zbiorowisko zwierzęce wyprzedza pierwszą dobę zlodowacenia, najlepiej znanym tego dowodem jest forest bed w Cromer w Anglii. Należą tu również inne osady plejstoceńskie z *Elephas meridionalis*.

Zbliżający się lodowiec wyparł tę faunę na południe, podczas gdy z drugiej strony torował on drogę elementom arktycznym. W ten sposób miejscami mogły się stykać formy arktyczne i południowe, a szczątki ich mogły być grzebane razem. Jeśli A. Nathorst zapoznał nas z florą arktyczną, która otaczała brzeg północnego lądolodu i lodowców alpejskich, to Nehring zdołał wykazać, że wówczas w Europie środkowej i zachodniej żyła również odpowiednia fauna arktyczna, i że na brzegu mas lodowych panowały stosunki, o których daje nam wyobrażenie tundra północno-syberyjska. Leming naszyjnikowy (*Myodes torquatus*), zwierzę trwożliwe, trzymające się bezdrzewnych stepów lodowych okolic podbiegunowych, jest poniekąd formą przewodnią tej fauny. Wraz z nim w licznych miejscowościach Niemiec, Polski, Austro-Węgier, Belgii i Anglii teraz został już wykazany również wyłącznie arktyczny leming obski (*Myodes obensis*). Z innych ssaków arktycznych wymienić należy jeszcze białego zająca, lisa polarnego, rena, wołu pizmowego, rosomaka; przybywają do tego północne gatunki ptaków, zwłaszcza pardwy. Że i mamuta oraz nosorożca z kostną przegrodą nosową tutaj zaliczyć należy, nie może to podlegać żadnej wątpliwości wobec ich występowania w lodzie syberyjskim.



Wraz z cofaniem się zlodowacenia głównego i ta fauna arktyczna, zwłaszcza formy szczególnie lubiące zimno, jak lemingi, musiała stopniowo posuwać się na północ i na północny wschód; pozostały jednak niektóre formy, zwłaszcza wielkie roślinożerne. Na oswobodzonych od lodu obszarach krążył mamut, nosorożec, jeleń olbrzymi, ren, wół piżmowy, krótko mówiąc to zbiorowisko zwierzęce, którego szczątki są całkowicie zachowane, mianowicie w piaskach międzylodowcowych Rixdorfu. Miejsce klimatu arktycznego zajął klimat stepowy i spowodował dopływ ze wschodu tych form, któreśmy poznali powyżej jako prawdziwe zwierzęta stepowe. Wszakże z północnego wschodu posuwały się nie tylko ruchliwe zwierzęta, lecz również i te rośliny, którym sprzyjał klimat, jak to mogliśmy wynioskować z pontyjskiej części flory druzgotu höttingijskiego (por. str. 466). Pewne kolonie roślin stepowych zachowały się w Niemczech północnych od owego czasu aż do teraźniejszości.

Dalsze zmiany świata zwierzęcego wiążą się również przedewszystkiem ze zmianą klimatu. Klimat kontynentalny ustąpił przed oceanicznym; z gór w deszcz bogatszych i z oaz leśnych, których przecie nie brakowało i w czasie suchym, zwłaszcza w pobliżu rzek i bagnisk, roślinność leśna rozpleniała się po Europie środkowej i sprzyjała faunie leśnej. Z drugiej strony pozostały jednak i elementy fauny stepowej, a nawet wśród nich pewne mniej wrażliwe formy, jak skrzeczki i nornice znalazły warunki życia jeszcze pomyslniejsze niż przedtem, skutkiem wystąpienia człowieka i stworzonych przezeń rozległych pól ornych.

W głównych zarysach tą drogą kroczył zapewne rozwój plejstocńskiego świata zwierząt. W szczegółach wszakże stosunki były prawdopodobnie bardziej zawiłe. Największe trudności gotuje mianowicie ciągle jeszcze niedość wyjaśniona kwestya liczby epok lodowych. Choć i dziś według wszelkiego prawdopodobieństwa przyjąć należy trzy okresy nacierania lodowców, a więc dwa okresy międzylodowcowe, to jednak posiadamy skąpe tylko wiadomości zwłaszcza o pierwszym zlodowaceniu i o pierwszym okresie międzylodowcowym, poprzedzającym zlodowacenie główne.

Już w poprzednich rozdziałach kilkakrotnie wspominaliśmy o świecie roślin okresu plejstocńskiego. Rozwijał się on o tyle prościej, że flora przedlodowcowa, nie tak jak fauna, mogła zdobyć ponownie dawne obszary po odwróceniu lodowca. Nawet formy, pochodzące z trzeciorzędu, jak *Cratopleura* i *Folliculites*, ponownie wkroczyły do opuszczonego przedtem obszaru. Wprawdzie skutkiem zmian klimatycznych i u roślin nastąpiło zmieszanie się z elementami obcymi. Zlodowacenie sprowadziło do Europy środkowej i zachodniej formy arktyczne, klimat kontynentalny — formy południowo-wschodnie; pierwsze znalazły ucieczkę w górach alpejskich, drugie w niektórych rodzajach zachowały się zwłaszcza na równinach. Zmiany wegetacji z końcem okresu lodowego zostały stwierdzone mianowicie w Skandynawii.

Badając szczątki roślin, występujące w torfowiskach na różnej głębokości od powierzchni, można wnosić przynajmniej, jakie rośliny panowały w czasie tworzenia się rozmaitych części torfowiska. A. Blytt doszedł do wyniku, że wielokrotnie zmieniał się klimat suchy i wilgotny, podczas gdy J. Steenstrup wykazał, że w Danii na początku tworzenia się torfu panującym drzewem leśnym była *osina*, potem

nastąpiła sosna, później dąb, olsza i buk. Później to samo następstwo kolejne okazało się również w Szwecyi, i z małemi zboczeniami w Norwegii, fakt ten bardziej interesujący, że w Syberyi obecnie zauważyć można to samo, lecz poziome następstwo drzew, krocząc z północnego wschodu na południowy zachód. Podobne obserwacje poczynił we Francyi Fliche. We wszystkich przypadkach wnosić możemy o stopniowym podnoszeniu się ciepła jako o przyczynie tych zmian. Wprawdzie inne zjawiska pouczają, że niema tu żadnej reguły ogólnej. Tak z badań Geikiego wiemy, że np. na bezdrzewnych obecnie wyspach Szetlandzkich między pokładami torfu znajdują się szczątki drzew, a podobne oznaki czasowo wyższej temperatury dadzą się przytoczyć i skądinąd.

Zanim opuścimy świat organizmów okresu dyluwialnego, musimy wspomnieć o najważniejszym wydarzeniu tego okresu, o pierwszym pojawieniu się człowieka w Europie. Mówiono wprawdzie już wiele o śladach ludzi trzeciorzędowych, wszakże jeszcze w tej chwili przytoczyć nie można ani jednego pewnego i przekonującego znaleziska. Pewne nacięcia na kościach ssaków trzeciorzędowych z zupełnym spokojem można przypisać ostrym zębom zwierząt drapieżnych, a domniemane krzemienie obrobione z miocenu z Pont Levoy we Francyi są natury tak wątpliwej, że niema potrzeby jeszcze rozważać, czy odłupki te odbił człowiek, czy biegła w sztuce tej małpa. Dopiero w dyluwium występują pewne szczątki, wszakże i tu brak ich jeszcze w utworach przedlodowcowych. Najwcześniejsze niewątpliwe ślady pochodzą z czasu międzylodowcowego. Po odwrócenie pierwszego zlodowacenia człowiek był obecny w Europie. Był on więc współczesny wielkim słoniom, nosorożcom, niedźwiedziowi jaskiniowemu, hyenie, krótko mówiąc wszystkim tym zwierzętom, któreśmy powyżej poznali. Odtąd poczynając, szczątki człowieka i wytwory jego sztuki znajdowane bywają w mnóstwie. Czy człowiek rzeczywiście przywędrował do Europy dopiero w czasie międzylodowcowym, czy też żył on tu już wcześniej, czy istniał on już znacznie dawniej w innej części świata, są to pytania, na które odpowiedzi nie możemy. Że człowiek żył już w okresie trzeciorzędowym, jest to nader prawdopodobne, a nawet jest to niezbędny postulat, nie mamy wszakże na to żadnych dowodów.

Nie możemy tu się zajmować szczątkami człowieka plejstocenijskiego i jego wyrobami, ponieważ ważny ten przedmiot wkracza już w dziedzinę antropologii; tu należało tylko zaznaczyć moment w historii ziemi, w którym po raz pierwszy spotykamy się z człowiekiem.

## **Stosunki klimatyczne Europy w okresie dyluwialnym (plejstocenijskim).**

W owym czasie, gdy zdano sobie po raz pierwszy sprawę z olbrzymiego zasięgu zlodowacenia plejstocenijskiego w Europie, o okresie lodowym mówiło się niemal jak o potężnym peryodzie zimna, który przez mocne obniżenie się temperatury i powszechne zlodowacenie spowodował skon organizmów na całej półkuli północnej. Naturalnie, jak poznano niebawem, takie przypuszczenie zupełnie nie



daje się pogodzić z istnieniem rozległych niezlodowaconych obszarów Europy środkowej, które były zamieszkałe przez liczne rośliny i zwierzęta. Takie krańcowe stosunki nie istniały nawet w okresie najsilniejszego zlodowacenia, nastąpiło tylko pogorszenie się klimatu w porównaniu z dzisiejszym i z jego stanem w okresie trzeciorzędowym. Zachodzi teraz pytanie, czy nie możemy znaleźć bardziej określonego wyrażenia na stopień tego pogorszenia. Udało się rzeczywiście osiągnąć w tym kierunku ważne wyniki. Wielki w tej sprawie postęp sprawiły mianowicie nowsze badania A. Pencka, wobec czego poniższe wywody opierają się głównie na pracach tego badacza.

W okresie lodowym rozwój lodowców był wszędzie do pewnego stopnia intensywniejszy niż dziś — w tem musimy upatrywać istotę rzeczy. Przypuśćmy, że granica śniegu leży wszędzie o jakie 1000 m niżej niż obecnie, a nastąpiłby mniej więcej ten stan, jaki panował podczas okresu lodowego. Wielkie obszary Skandynawii sięgałyby wtedy powyżej linii śniegowej i wytwarzały lód lądowy, który posuwałby się we wszystkich kierunkach. Ponieważ i w Alpach również znacznie większa powierzchnia byłaby pokryta wiecznym śniegiem, przeto lód musiałby spływać do krawędzi gór i aż poza nią. W Apeninach natomiast tylko najwyższe szczyty znalazłyby się w obrębie śniegu wiecznego i zarazem umożliwiłyby powstawanie krótkich lodowców stokowych. Dałoby się w ten sposób pokazać jeszcze na wielu przykładach, że doszlibyśmy do zjawisk okresu lodowego, nadając granicy śniegowej położenie, które byłoby naogół niższe od obecnego.

Teraz, jak dowiódł J. Partsch, możemy oznaczyć dość dokładnie wysokość dawniejszej granicy śniegowej w obszarach ongi zlodowaconych. Śród gór takiego obszaru szukamy najwyższych z niepokrytych już lodem i najniższych z pokrytych jeszcze lodem. Pierwsze już nie sięgały, drugie jeszcze dochodziły do obszaru wiecznego śniegu; drugie dają górną, pierwsze dolną wysokość krańcową linii śniegowej. Przeciętna z tych wartości odpowiada mniej więcej rzeczywistemu położeniu tej linii. Ponieważ wiemy dalej, że linia firnowa dzisiejszych lodowców w górach o charakterze alpejskim leży mniej więcej po środku między wysokością gór lodowcowych a wysokością jeziorów lodowcowych, mamy przeto dobrą kontrolę w tych przypadkach, gdzie zachowane są moreny końcowe.

W ten sposób można było dociec, że plejstocenska granica śniegu leżała w Niemczech środkowych na wysokości około 1000 — 1200 m, a więc okragło o 1000 m niżej niż dziś. W Pirenejach linię tę obliczono na 1700 m na zboczu północnym, na 2000 m na zboczu południowym, ze słabym obniżeniem na oceanicznej stronie gór. W Alpach linia śniegowa leżała między 1000 m w części zachodniej a 1400 m w części wschodniej. Podobnież można było ustalić plejstocenską linię firnową Kaukazu, nielicznych niegdyś zlodowaconych punktów obszaru równikowego, jak wschodnie Kordyliery Boliwii i Sierra Nevada de Santa Marta na południe od morza Karaibskiego, tudzież Alp australijskich. Choć wiele z tych obliczeń dało dotychczas tylko bardzo przybliżone wartości, to przecież uderza ta jedna prawidłowość, że plejstocenska depresja linii firnowej wynosi wszędzie około 1000 m.

Opad i temperatura są tymi czynnikami klimatycznymi, które wpływają na położenie granicy śniegowej. Skutkiem tego nadmierne zwiększenie się opadów śniegu w ciągu roku pociągnie za sobą tak samo obniżenie granicy śniegowej jak spadek temperatury. Powiększenie powierzchni zlodowalonych mogłoby więc być także wynikiem wyłącznie wzmożonych opadów. Istotnie wypowiedziano mniemanie, że okres lodowy był właściwie tylko czasem wzmożonych opadów, czasem nadmiernie wilgotnego klimatu. I teraz są kraje, gdzie silne zlodowacenie istnieje tylko dzięki panowaniu równomiernie rozdzielonego ciepła i wielkim masom opadów. W Ziemi Ognistej, na południowym cyplu Ameryki Południowej, a jeszcze bardziej na zachodnim wybrzeżu Patagonii, odległym od równika nie dalej jak Niemcy środkowe, w klimacie równomiernym i mokrym lodowce spływają z gór aż do morza. Rzecz przeto możliwa, że w czasie dyluwialnym w Europie zlodowacenie nastąpiło w podobnych wzmożonych stosunkach.

Przypatrując się stosunkom krajobrazowym Ziemi Ognistej i Patagonii zachodniej, widzimy, że panuje tam nadzwyczaj bujna vegetacja drzew, że prawie nieprzebyte lasy okrywają niższe części gór aż do granicy wiecznego śniegu, a jezory lodowców odbywają drogę w dół dolin wśród najgęstszych lasów. Górna granica regionu drzew i dolna granica wiecznego śniegu stykają się; Ziemi Ognistej brak zupełnie wyżynnego pasa zielonych hal, jaki istnieje w Europie między obu temi granicami. Jeśli przeto podczas okresu lodowego temperatura w Europie była istotnie łagodna a rozwój lodowców był uwarunkowany rzeczywiście tylko przez inny rozkład ciepła i obfite opady, to przypuszczać należy, że wówczas górna granica drzew nie była bardzo niska, że lasy sięgały tuż do samego brzegu lodu. W rzeczywistości jednak tak nie jest. Jak wiemy, arktyczna flora wykoszlawionych wierzb polarnych i brzoź karłowatych, dębików i innych form otaczała brzeg północno-europejskiego lądolodu i lodowców alpejskich a zwierzęta arktyczne (leming naszyjnikowy z dalekiej północy, wół pizmowy, rosomak, lis polarny i inne) ożywiały step arktyczny, tundrę Europy środkowej. Wiemy dalej, że później nastąpił suchy klimat stepowy, a wilgotny klimat oceaniczny nastąpił dopiero w ostatnim okresie plejstocenu, na progu czasu teraźniejszego. Wobec tych względów niemasz najmniejszej wątpliwości, że nadzwyczajna rozciągłość zlodowacenia plejstocenijskiego nie mogła zależeć wyłącznie od zwiększonych opadów, lecz przede wszystkim od obniżonej temperatury.

Jeśli to jest ustalone, to możemy również posunąć się jeszcze o krok dalej i spróbować oznaczyć w stopniach średnią temperaturę roczną. Za podstawę obliczenia przyjmijmy fakt, że temperatura roczna spada o  $1^{\circ}\text{C}$ . ze wzniesieniem się o 200 m. A więc obniżeniu się linii firnowej w okresie lodowym o 1000 m odpowiada spadek temperatury rocznej o  $5^{\circ}\text{C}$ . Jeśli dziś temperatura przeciętna ziemi wynosi  $15^{\circ}\text{C}$ ., to w czasie najsilniejszego zlodowacenia osiągała ona tylko wysokości  $10^{\circ}\text{C}$ .

Inne to już pytanie, czy wraz z tem obniżaniem się temperatury szło w parze również i zwiększanie się ilości opadów, podobnie jak to dzieje się w teraźniejszości: według E. Brücknera (t. I, str. 602), szeregi lat zimnych, przepłatających się z ciepłymi, bywają zarazem wilgotniejsze od ciepłych. Na pytanie to możemy odpowiedzieć twierdząco z niejaką pewnością; wszak widzimy, że plejstocenijskie tarasy



rzeczne zyskują również i w okolicach niezlodowaconych taką rozciągłość, grubość i obfitość gładów, że pozwalają one wnosić o większej obfitości wody, a więc o silniejszych opadach. Wraz z A. Penkiem przytoczyć tu można również „martwe“ lodowce Alaski i wysp Nowosyberyjskich. W tych okolicach, które należą do najzimniejszych na ziemi, mamy przed sobą masy lodowe, które uchodzić muszą za szczątki bardziej rozległego zlodowacenia. Powleczone pokrywą zwirową zostały one zakonserwowane, lecz już się nie poruszają, jak lodowce zwykle, ale trwają zastygłe w swem położeniu: zapewne tylko dlatego, że skutkiem obecnego lądowego klimatu suchego tych okolic lód nie narasta dostatecznie, aby wyprzeć starsze partje. W czasie plejstocenijskim panować musiał klimat wilgotniejszy, który zasilał te lodowce obficie opadami. Przy tem przypuszczeniu klimatu zarazem wilgotniejszego nie trzeba nawet obniżenia temperatury o całe 5° C., aby wyjaśnić zjawiska okresu lodowego. Jeszcze pomyślniej wypada stosunek temperatury, gdy zważymy, że przez ogromne masy lodowe zlodowacenia plejstocenijskiego odjęta została morzu taka ilość wody, że, według obliczenia A. Penka, poziom morza opadł o jakie 100 m. A więc jedną dziesiątą plejstocenijskiej depresji granicy firnowej o 1000 m należy pojmować jako skutek zlodowacenia. Rozważania tego rodzaju odejmują okresowi lodowemu jeszcze bardziej charakter okresu straszliwego zimna.

Żywo dyskutowano kwestję, czy dwa lub trzy zlodowacenia czasu plejstocenijskiego wraz z leżącymi między niemi cieplejszymi okresami międzylodowcowymi stanowią tylko wahania jednej wielkiej epoki lodowej, czy też pojmować je należy jako samodzielne okresy lodowe. Niewątpliwie plejstocen był czasem wielkich powtarzających się wahań klimatycznych. W teraźniejszości Brücknerowskie wahania klimatu wykazują niejaki podobieństwo, ale wahania dyluwialne były bez porównania większe co do długości i napięcia. Skoro tylko są prawdziwie pojęte fakty i skoro wiemy, jak daleko sięgał każdorazowy odwrót lodu w czasie międzylodowcowym, jaki panował klimat, jakie żyły fauny i flory, to jest już rzecz dość obojętna, czy rozmaite zlodowacenia plejstocenijskie będziemy łączyć w wielką epokę lodową, czy też mówić o samoistnym pierwszym, drugim i trzecim okresie lodowym. Ważne jest tylko pytanie, czy potężne wahania klimatyczne wielkiego plejstocenijskiego okresu lodowego przedstawiają epizod w sobie zamknięty, czy też czekają nas dalsze jego powroty. Na to wszakże nauka nie ma jeszcze żadnej zadawalającej odpowiedzi. Ale co się tyczy przeszłości, to musimy cofnąć się aż do systemu węglowego, aby znaleźć ślady zjawisk podobnych.

## Dyluwium (plejstocen) pozaeuropejskie.

Przynajmniej w pobieżnym zarysie poznać musimy rozwój plejstocenu poza Europą. W jeszcze potężniejszych rozmiarach, niż w Europie płn. lądolód rozpościerał się w Ameryce Północnej. Pomiędzy obu wszakże, w Syberji, tak zresztą osławionej przez swój klimat niegościnnie, leżał obszar lądowy prawie wolny od lodowców, choć pozornie był on w wyższym stopniu predestynowany do szczególnie silnego rozwoju zjawisk lodowcowych okresu dyluwialnego niż jakikolwiek bądź

inny. Naprózno na olbrzymiej równinie Syberji szukamy moren, szlifów lodowcowych i głazów obcych: zlodowacony był tylko znikomo mały obszar wysp Nowosyberyjskich. Rozległe ślady lodowców nie są znane również w górach Jabłonowych i w pozostałych wysokich pasmach górskich na wschód od jeziora Bajkalskiego, w górach Altajskich są one drobne, a obszerniejsze dopiero w Tiańszanie i w Himalajach. Pozorna sprzeczność wyjaśnia się wszakże łatwo: jeśli istota okresu lodowego polegała rzeczywiście na wzmożeniu obecnych stosunków klimatycznych, to oczekiwać należało, że Azja północna i środkowa, te obszary lądowe teraz tak nadmiernie suche, nie mogły wytworzyć godnego wzmianki zlodowacenia także i w czasie plejstoceńskim z braku dostatecznej wilgoci.

Granice oceanu Lodowatego odbiegały nieznacznie od dzisiejszych. Tylko w obszarze ujścia Jeniseju morze Arktyczne w formie zatoki wdzierało się aż do 67,5° szerokości północnej; wybrzeża cieśniny Beringa były może nieco silniej pogrążone, wreszcie zalany był cypel wyspy Nowej Syberji. Natomiast obszar lądowy w okolicy wysp nowosyberyjskich był rozszerzony, gdyż łączyły się one z lądem stałym. Rozległa tafla wody słonej pokrywała obszar aralsko-kaspijski na przestrzeni pomiędzy 50 a 42 stopniem szerokości północnej, rozszerzała się na wschód poza morze Aralskie, nie dochodziła wszakże zapewne do jeziora Bałkasz. Stanowczo nie istniało żadne połączenie z morzem Arktycznym, jak to dawniej przyjmowano. Rwące rzeki górskie w początkach plejstocenu roznosiły daleko po równinie grube żwiry i piaski. Nad nimi w młodszym czasie plejstoceńskim rozpostarła się gruba serya przemienna piasku, gliny piaszczystej z muszlami słodkowodnymi i lössu. Dyluwium syberyjskie składa się przeto nawskroś z osadów rzek i rozległych jezior. Te ostatnie nie mogły istotnie podnieść stopnia wilgotności powietrza, gdyż były one przecie co roku przez długi czas zamrożone. W jeziorach tych tworzył się również lód „kopalny“ i, rzecz dość szczególna, zachował się w najbardziej północnej części obszaru aż do dnia dzisiejszego jako część składowa młodszych osadów plejstoceńskich, w postaci powtarzających się pokładów lodu wśród piasku i gliny. W południowej Syberji, w tym młodszym plejstocenie trafiają się tylko kości jako szczątki ówczesnych ssaków olbrzymich. Dalej na północ, w pasie gruntu wiecznie zmarzniętego, zachowały się w nim również części miękkie, skóra i włosy, ochronione przez panujące zimno; tak samo w obszarze najbardziej północnym, zawierającym lód kopalny. Tu nad rzeką Wiłujem został odkryty Pallasowy egzemplarz *Rhinoceros tichorhinum*; nad północnym Jenisejem wyjrzał na światło dzienne wykopany przez F. Schmidta okaz mamuta z częściami miękkimi, ze skórą i z włosami, nad Leną — mamut Adamsa (ob. str. 488). Dalej na wschód w okolicy rzek Indigirki i Alazei, gdzie występują wtrącenia lodu, przez Maydella zostały wykopane szczątki mamuta ze skórą i z włosami. Wreszcie najcałkowitszy trup mamuta znaleziono parę lat temu nad rzeką Berezówką, jeszcze bardziej na północo-wschód położoną (str. 488).

Niezaprzeczenie wszakże najgodniejsze uwagi są stosunki wysp Nowosyberyjskich, które poznano dzięki badaniom Bungego i E. v. Tolla. Na wielkiej wyspie Lachowa (między 73 a 74° szer. półn.), nad jednolitą do 20 m grubą masą przezroczystego, szaro-zielonego lodu leżą warstwy gliniasto-piaszczyste, podobnie jak na równinie syberyjskiej, z pniami, liśćmi i gałęziami *Betula nana*



i wierzb oraz z licznymi trupami dyluwialnych ssaków olbrzymich. Powierzchnia lodu jest ukształtowana nieprawidłowo falisto. Samą masę lodu przecinają szerokie szczeliny, wypełnione tą samą gliną, która tworzy warstwę pokrywającą; i w tych szczelinach mamuty również znajdowały swój zimny grób. A więc w pierwszym okresie plejstocenu istniało tu zlodowacenie, którego zasięg południowy był co najmniej tylko nieznaczny, gdyż te masy lodowe znane są jeszcze tylko z wyspy Kotelnej, z półwyspu Bykowa przy ujściu Leny, i z pasa łądu, leżącego naprzeciwko Nowej Syberii. Później ustał dalszy napór lodu skutkiem oddzielenia się wysp od łądu, a może również skutkiem zmian klimatycznych. Lodowiec utracił swój ruch, zeszywniała zaś, obumarła masa lodowa została zmyta od góry i częściowo rozpuszczona, a potem pokryta osadami rzecznyymi i jeziorowymi młodszego plejstocenu. Jeziora, które się rozpościerały nad lodem lodowcowym, miały wodę o tyle ciepłą,



Rys. 330. Mapa rozpościerania się lodu dyluwialnego w Ameryce Północnej.  
(Moreny podług Warren Uphama).

że mogły się tu rozwijać mięczaki i owady oraz powstawać łąki i zarośla brzoźowe i wierzbowe dość bujne, aby dostarczyć pokarmu wielkim stadom mamutów i nosorożców. Obumarłe lodowce, które zostały odkryte w Alasce, są podobnie pokryte przez piasek i muł gliniasty, na którym w lecie rozwijają się nieprzebyte zarośla a nawet prawdziwa roślinność leśna.

W tej najbardziej północnej strefie Syberii, w której dziś mrozy dochodzą do  $-68^{\circ}$  C. (Wierchojansk 1885), i na wyspach Nowosyberyjskich, w młodszym czasie plejstocenijskim żyły nie tylko wielkie stada mamutów i nosorożców, lecz również dzikie konie, jelenie, żubry, suhaki i nawet tygrys, który dziś cofnął się aż poza 55 stopień szerokości północnej. Nawet z uwzględnieniem wędrówek letnich mogło to być możliwe tylko podczas panowania klimatu znacznie pomyślniejszego niż dzisiejszy. Ten okres silnego przesunięcia się ku północy granicy lasów i zależ-

nej od niej fauny był wszakże poprzedzony przez czas, kiedy lis polarny, leming obski i wół pizmowy, a więc zwierzęta dalekiej północy dotarły aż do Syberyi południowej, ten ostatni do 57 stopnia, oba pierwsze aż do 54 stopnia szerokości północnej. Starszy ten okres najsurowszego klimatu odpowiada, tak się zdaje przynajmniej, czasowi najsilniejszego rozprzestrzenienia lodowców w Europie, podczas gdy następny okres pomyślniejszego klimatu, w którym granica lasów znowu przesunęła się na północ, mógłby odpowiadać czasowi międzylodowcowemu Europy, który przecież i tej części świata przyniósł lepszy klimat. Pogorszenie klimatu mogło nastąpić ponownie na skutek ostatniego zlodowacenia europejskiego. Ostatecznie mogły się stopniowo wykształcić stosunki dzisiejsze.

A teraz do wspaniałego obszaru lodowcowego Ameryki Północnej. Co tu przedewszystkiem uderza, to potężny obszar powierzchni zlodowaczonej (ob. mapkę, rys. 330), która sięgała daleko na południe, do 39 stopnia szerokości północnej, a więc mniej więcej do szerokości Lizbony, mianowicie na atlantyckiej stronie lądu, odpowiednio do ilości opadów, tutaj znacznie większej. Południową granicę maksymalnego zlodowacenia można rozpoznać na południowo-wschodnim wybrzeżu Massachusettsu na wyspach Nantucket, Marthas Vineyard, No Mans Island, Long Island. W północnej części stanu New Jersey granica południowa przechodzi na ląd, na północ od Eastonu wchodzi do Pensylwanii, gdzie zakreśla wielki łuk na północ, aby w kilku wygięciach przesunąć się na południowy zachód przez Ohio i Indianę. Niedaleko na północ od złania się Ohio z Mississipi osiąga ona punkt najbardziej południowy. Stąd linia graniczna, zwracająca się na północny zachód, podąża mniej więcej za biegiem Missouri i skręca potem na północ do źródlisk Saskaczewanu. Tu wielki lód lądowy łączy się z lokalnem zlodowaceniem północnych gór Kaskadowych.

Na północ od opisanej linii cały ląd amerykański był pokryty lodem. Lodowców nie posiadał tylko najdalszy północny zachód Alaski: spotykamy tu zmarzły grunt lodowy jak w Syberyi. W południowej Alasce natomiast, jak na wyspach Nowosyberyjskich, zachowały się kopalne masy lodowcowe. I wyspy archipelagu polarnego były zlodowaczone, jak Grenlandya dziś jeszcze, a również zatoka Hudsonska i morze między temi wyspami, podczas gdy jest to mało prawdopodobne co do cieśniny Davisa między Grenlandyą i Labradorem z powodu jej głębokości (maximum prawie 2000 sążni).

W ogólności badanie zlodowacenia północno-amerykańskiego wykazało zdumiewające analogie do stosunków europejskich. W niezliczonych miejscach widać się powierzchnie skał wygładzone i porysowane, a kierunek linii tego porysowania wykazuje w regionie atlantyckim wachlarzowate wypromieniowywanie lodu ze środka, który odpowiada wielkiemu kanadyjskiemu działowi wodnemu między zatoką Hudsonską a rzeką Św. Wawrzyńca na północ od Montrealu. Grubość lodu musiała być olbrzymia. Na północnej stronie Mount Washington, najwyższego szczytu Gór Białych (White Mountains) w New Hampshire osady dyluwialne sięgają do wysokości 1770 m, zaś do 1330 m na Mount Mansfield, głównym szczycie Gór Zielonych (Green Mountains) w Vermoncie, i naturalnie stan lodu w środku zlodowacenia położonym o 700 km dalej na północ, był jeszcze znacznie wyższy.



Jak w Europie, tak również w Ameryce Północnej utwory lodowcowe tracą na grubości od północy ku południowi; i tam również rozróżniamy dolny i górny margiel głązonośny, rozdzielony przez uwarstwione pokłady piasku, czyli warstwy międzylodowcowe. Co wszakże w tej wspaniałości niema sobie równego w Europie, to wielkie moreny końcowe i odwrotowe północno-amerykańskiego zlodowacenia. Najwyraźniej i najpotężniej jest wyrażone południowe pasmo moren, uważane za morenę końcową drugiego zlodowacenia (ob. rys. 330): długi szereg nieprawidłowych pagórków, których górna część składa się z uwarstwowionego piasku i otoczków, dolna — z gliny głązonośnej. Często dwa takie pasma biegną w przybliżeniu równolegle, aby znów połączyć się potem. Zawile grupują się przytępione stożki, zaokrąglone grzbiety, nieprawidłowe łańcuchy, a między nimi leżą wklęsłe kotliny. Gdzie istnieją dwa takie pasma, to każde jest na 15—18 *km* szerokie, a oba są przedzielone niziną na 35—40 *km* szeroką; wogóle opis tych utworów przypomina zewnętrzny wieniec nierozmytego pasa morenowego na brzegu Alp. Przebieg wielkiej moreny końcowej wykazuje, że potężna powłoka lądolodu na swym brzegu południowym tworzyła daleko wysunięte jezory, między którymi leżały głębokie zatoki wolne od lodu. Oprócz tej wielkiej moreny końcowej w Ameryce wyróżniają jeszcze kilka moren odwrotowych, które odpowiadają w Europie bałtyckiej morenie odwrotowej, morenom odwrotowym Skandynawii i Finlandyi.

Dalszą osobliwość Ameryki Północnej stanowi wolna od dryftu, a więc niezlodowacona powierzchnia stanu Wisconsin śród obszaru niegdyś pokrytego lodem. Partya ta, mniej więcej tak wielka jak pruskie prowincje nadreńskie, wyróżnia się i dziś wielką suchością. Albo to było przyczyną tego zjawiska, albo kierunek prądu lodowego w okolicach sąsiednich. Z ozami (asar) plejstocenu północno-europejskiego porównać można w Ameryce Północnej drumliny, wydłużone lub eliptyczne wzgórza na 7—60 *m* wysokie, a na 100—1600 *m* długie, których oś podłużna biegnie równolegle do rysów podłoża, a więc do kierunku ruchu lodu. Nie wyrobiono sobie jeszcze zadawalającego poglądu na powstawanie tych osobliwych drumlinów.

Młodsze ogniwo północno-amerykańskich osadów dyluwialnych stanowią potężne uwarstwione piaski, otoczaki, iły i t. p., których powstawanie jużto bywa przypisywane przekładającej działalności wód, które wypływały z topniejącego lodu, jużto bywa łączone z okresem dżdżystym, który miał nastąpić po okresie lodowym. W Ameryce Północnej wykazano także i osady podobne do lössu i löss prawdziwy w szerokim rozprzestrzenieniu i w tych samych warunkach geologicznych, co w Europie. Liczne tarasy rzeczne świadczą wyraźnie o wielkich zmianach, jakie zachodziły wówczas w biegu wód. Jednocześnie odbywało się dość silne przekraczanie morza, podobnie jak w Skandynawii i w Szkocyi. Fauna, występująca w osadach tego morza, posiada również wiele styczności z fauną iłów yoldiowych Europy. Ciekawa jest przytem, że te utwory morskie młodszego czasu plejstoceniowego, okresu champlainskiego, wznoszą się tem wyżej, im dalej na północ się zwracamy. W południowej części Nowej Anglii sięgają one do 3—8 *m* nad obecnym poziomem morza, na wyspie Nantucket, na południe od Bostonu, do 27 *m*, koło Point Stirley tuż pod Bostonem do 30 *m*; na wybrzeżu Maine wznoszą się

one do 65 m, nad jeziorem Champlain powyżej 100 m, a nad brzegami rzeki Św. Wawrzyńca pod Montrealem leżą one na wysok. ok. 140 m i sięgają stąd aż do kotliny jeziora Ontario. Jeszcze nieco wyżej występują one na wybrzeżu Labradoru, a na najdalszej północy, w cieśninie Barrow, na wyspach Cornwallis i Beechey odslaniają się one jeszcze na wysokości przeszło 300 m. Geologowie amerykańscy wnioskują stąd o polodowcowem podniesieniu się obszaru przedtem zlodowaconego, i sprowadzają również do tej przyczyny szczególną wyniosłość tarasów nad polodowcowymi wielkimi jeziorami lądowymi, jak nad jeziorem Agassiza i innymi (ob. t. I, str. 448).

Ta właśnie strona zjawiska lodowcowego jest teraz tak żywo dyskutowana w Ameryce Północnej, że schodzi na dalszy plan drugie ważne pytanie, co do powtarzania się zlodowaceń. Wogóle w Ameryce Północnej skłaniają się bardziej do przyjęcia jednociągłości okresu lodowego, niż w Europie. Na objaśnienie utworów międzylodowcowych przytaczają głównie stosunki, jakie przedstawiają lodowce Alaski i wysp Nowosyberyjskich, gdzie przecież osady uwarstwione są rozpostarte na lodzie lodowcowym i pokryte przez roślinność drzewną. W Europie wszakże stosunki te są tak ściśle zbadane, że wobec całkowitej zgodności między utworami lodowcowymi amerykańskimi i europejskimi nie mamy żadnej podstawy do odrzucania poznanego w Europie powtarzania się zlodowaceń. Ameryka dostarcza nawet w obszarach niezlodowaconych nowych podstaw dla tego poglądu.

Rozległe jeziora, z których największe otrzymały miana jeziora Bonneville i jeziora Lahontan, rozpościerały się podczas plejstocenu na wielkiem zagłębieniu, pozbawionem odpływu do morza na wschód od Sierra Nevady. Pierwsze leży na wschodnim brzegu zagłębienia u stóp gór Wahsatch i pokrywało obszar, który mógł wynosić mniej więcej dwie trzecie królestwa Bawaryi; dziś skurczyło się ono znacznie: pozostałością dawniejszego Bonneville jest słynne wielkie jezioro Słone mormonów w Utah, którego powierzchnia wynosi jeszcze 15000 km<sup>2</sup>. Lahontan leży wprost naprzeciw Bonneville po zachodniej stronie zagłębienia, jest wprawdzie mniejsze, lecz w każdym razie jeszcze znaczne. Oprócz tego rozpoznano jeszcze 19 mniejszych jezior dyluwialnych, które dziś albo wyschły, albo silnie się skurczyły. O obu wielkich zbiornikach wodnych posiadamy bliższe sprawozdania Gilberta, Kinga i Russella. Dowody, że Bonneville było istotnie jeziorem, leżą w istniejących osadach i w doskonałym ukształtowaniu tarasów; najwyższy z nich, taras bonnevillecki leży około 330 m nad dzisiejszem zwierciadłem wielkiego jeziora Słonego: tak daleko przeto musiała wówczas sięgać woda. Oprócz tego swemi ostremi zarysami wyróżnia się jeszcze drugi taras, provoski, o 130 m niższy od pierwszego. Między obu leży jeszcze cztery czy pięć innych, podczas gdy poniżej linii provoskiej stają się one dość niewyraźne. Osady jeziora są dwojakiego rodzaju; u samego dołu leży żółty il, a ten jest pokryty przez mniej gruby biały margiel. W czasie przeddyluwialnym, plioceńskim nie było tu żadnego jeziora, któreby istotnie przewyższało dzisiejsze jezioro Słone. Silniejszy przybór wody zaczął się dopiero w czasie dyluwialnym. W pierwszej jego części osadził się żółty il, w drugiej — biały margiel. Między oba wsuwają się często żwiru rzeczne, i w takich miejscach powierzchnia żółtego ilu bywa zdenudowana. Stąd tylko ten jeden można wysnuć wniosek, że większa część jeziora Bonneville wyschła w czasie pomiędzy utworzeniem się żółte-



go a białego osadu. Woda bieżąca mogła niszczyć ń, stanowiący jej dno, i osadzać żwir rzeczny; później ilość wody znowu się powiększyła i utworzył się biały margiel.

Ważnem jest to, że zupełnie odpowiednie spostrzeżenia zostały uczynione także i nad Lahontanem i nad mniejszemi jeziorami: wyschły one również w ciągu okresu dyluwialnego i napełniły się ponownie. Pierwszy przybór jeziora nie zupełnie sięgał tak wysoko jak drugi i w tym czasie nie było żadnego odpływu. Drugi przybór, który sięgał 330 *m* nad dzisiejszym poziomem jeziora Słonego, wytworzył sobie odpływ na północ, i te odpływające wody pogłębiły kanał o tyle, że powierzchnia jeziora opadła. Do tego czasu należą tarasy. Taras bonnevilski odpowiada najwyższemu stanowi jeziora, inne w dół aż do tarasu provoskiego, leżącego 130 *m* niżej, odpowiadają poszczególnym przerwom w pogłębianiu odpływu; taras provoski utworzył się przez to, że w korycie rzeki wystąpiła odporna ławica wapienna, która znacznie zwolniła proces żłobienia. Potem nastąpił znowu klimat suchszy, i tylko skutkiem parowania postępowało dalsze kurczenie się jeziora, które odtąd znowu nie posiadało wcale odpływu.

Niedaleko stąd do przypisywania dwukrotnego napełniania się i ponownego wysychania jezior tym samym przyczynom, które sprawiły dwukrotny napór i ponowne tajanie lodowców. Nieco obniżona temperatura i nieco podwyższone ilości opadów mogły spowodować tak samo zalew zagłębi jeziorowych jak zlodowacenie. Widzimy tu przeto, w jaki sposób epoka lodowa uwydatniła się w obszarze pustynnym wielkiego zagłębia (Great Basin), lecz dowiadujemy się zarazem, że okres drugiego zlodowacenia był dość długi, aby umożliwić odpływowi jeziora wyrżnięcie doliny na 130 *m* głębokiej. Możemy tem bardziej wnosić o niezwykle długiem jego trwaniu, że odpływ jeziora nie toczy ani żwiru, ani piasku, a więc może erodować tylko powoli. Oprócz wielkiego lądolodu Ameryka Północna może wykazać lokalne zlodowacenie w górach Skalistych, a zwłaszcza w górach Kaskadowych i w Sierra Newadzie.

Dalej na południe zlodowaceni uległa wyżyna Anahuac; a w Ameryce Południowej zostały odkryte ślady lodowców nawet w okolicy bardzo do równika zbliżonej. Dawniejsze zlodowacenie wykazuje wyraźnie Sierra de Santa Marta, odosobnione pasmo gór położone pod 11° szerokości północnej w północnej Kolumbii, które i teraz sięga aż do obszaru śnieżnego swym głównym szczytem na 5500 *m* wysokim. Sievers opisuje stamtąd moreny i jeziora górskie związane ze zlodowaceniem, a według tegoż badacza („Ameryka“, str. 141 i nast.) ślady dawniejszego zlodowacenia istnieją również w Andach Meridy na południe od jeziora Maracaibo w Wenezueli, między 7 a 10 stopniem szerokości północnej. Poza strefą gorącą Ameryka Południowa w Chili, w Patagonii i w Ziemi Ognistej była pokryta olbrzymiemi masami lodowemi, które rozciągały się od oceanu do oceanu.

Przechodzimy do bliższego przeglądu amerykańskich ssaków dyluwialnych, zaczynając od Ameryki Północnej. Mamut, najbardziej rozpowszechniony ze wszystkich zwierząt olbrzymich naszych utworów czwartorzędowych, występuje również w północnych okolicach Ameryki, zwłaszcza często w pobliżu cieśniny Beringa. W obszarach bardziej południowych trafia się drugi słoń, blisko z mamutem spokrewniony (*Elephas americanus*). Prócz tego znamy z Europy

wołu piżmowego; kopalny bizon Ameryki jest bardzo zbliżony do naszego, szary niedźwiedź jest wspólny obu częściom świata, i wielki lew jest tutaj obecny; pozatem jeszcze kilka wspólnych form możnaby wymienić. Nie znaleziono natomiast jeszcze żadnego śladu nosorożca lub hipopotama, niedźwiedzia jaskiniowego lub hyeny.

Tę samą rolę, co u nas mamut, odgrywa w Ameryce Północnej potężne „zwierzę obioskie“ (*Mastodon americanus*, *giganteus* lub *ohioticus*), które ogromem ciała współzawodniczy z największymi słoniami dyluwialnymi naszych okolic. Zdaje się, iż obszarom najpółnocniejszym brak tej wybitnie jarzmowo-zębnej formy; znajduje się ona w Kanadzie i w Nowej Szkocji, najczęściej w północnej części Stanów Zjednoczonych, występuje wszakże i dalej na południe aż do Texasu. W kilku punktach odkryto całkowite szkielety, zwłaszcza w bagnach, w których, jak się zdaje, nie jeden z tych kolosów zapadł się i życie postradał; a nawet u jednego między żebrami znaleziono jeszcze resztki zawartości żołądka: gałęzie i igły żywotnika (*Thuja occidentalis*), dziś jeszcze tamże rosnącego. Występowanie mastodonta w dyluwium amerykańskim jest godne uwagi, gdyż u nas rodzaj ten wygasa już przed końcem pliocenu; w Nowym Świecie przeto utrzymał się on znacznie dłużej. Drugim zjawiskiem szczególnem jest szerokie rozpowszechnienie gatunków koni, po części bardzo dużych. Co do gatunku różnią się one od naszego konia, a ponieważ typy rodowe rodzaju występują zarówno w Ameryce jak i u nas, formy te mogły tu przeto rozwinąć się samodzielnie. Co w ich występowaniu w Ameryce jest szczególnego, to późniejsze ich losy. Konie amerykańskie wymarły, a gdy Europejczycy wkroczyli do Nowego Świata, nie było tam przedstawicieli tego rodzaju. Wszakże okazy oswojone, które wprowadzono, przyjęły się doskonale, zdziczały i zamieszkują teraz wielkimi stadami liczne obszary stepowe na północy i na południu. Warunki bytu są przeto uderzająco pomyslnie dziś jak w czasie dawniejszym. W międzyczasie jednak musiał trwać okres, gdy działo się inaczej, i gdy cały ród wymarł. Usiłowano wprowadzić twierdzenie o pierwotnem istnieniu tubylczych koni dzikich oprzeć na opisach okolic pampasowych z czasu zaraz po pierwszym pojawieniu się hiszpanów; wszakże dowody na rzecz tego przypuszczenia są niedostateczne. Z innych form wymarłych wymienić należy chyba jeszcze niedźwiedzie, wielkiego jelenia, co do rozmiarów nie pozostającego prawie w tyle za olbrzymim jeleniem irlandzkim, i kilka innych form jeszcze.

Trzecia grupa form obejmuje takie zwierzęta, które odpowiadają północno-amerykańskiej faunie czasu obecnego, nie posiadają jednak blizkich krewniaków w Europie. Należą tu: pekari (*Dicotyles*), z drapieźników szop (*Procyon lotor*), z gryzoniów kanadyjski jeżozwierz drzewny (*Erethizon*, rys. 331) i *Castoroides* zwierzę zbliżone do bobra amerykańskiego, lecz większe. Wreszcie dodać tu należy jeszcze dwa gatunki tapira, gdyż przodkowie jego żyli w Ameryce Północnej, gdy tymczasem teraz rodzaju tego brak w regionie nearktycznym.

Czwarty wreszcie element, jaki możemy odróżnić w północno-amerykańskiej faunie dyluwialnej, jest południowo-amerykański. Mamy tu kapibarę, wielkiego gryzonia, dziś żyjącego nad rzekami Paragwaju i republiki Argentyny. Najważniejsze jest wszakże występowanie olbrzymich szczerbaczków, spokrewnionych z leniwcami, z rodzajów *Megatherium*, *Mylodon* i *Megalonyx*, które podobnie, lecz znacznie obficie, występują w osadach dyluwial-



nych rzeczypospolitej Argentyńskiej, Patagonii i krajów przyległych. Wielkie szcerbacze znajdują się w Ameryce Północnej tylko w części południowej, i tem również dają się poznać jako przybysze z okolic cieplejszych. Brak ich w Kanadzie i są one również jeszcze bardzo rzadkie w najpółnocniejszej części Stanów Zjednoczonych. A więc, pomijając kilka występowań, nie dających się z pewnością wytłumaczyć, możemy w dyluwium północno-amerykańskim rozróżnić trzy główne typy ssaków, z których każdy posiada inne pochodzenie: tubyleżą faunę północno-amerykańską, imigrantów z lądu europejsko-północno-azyatyckiego, wreszcie imigrantów z Ameryki Południowej. Możemy stąd wywnioskować, że wówczas cieśnina

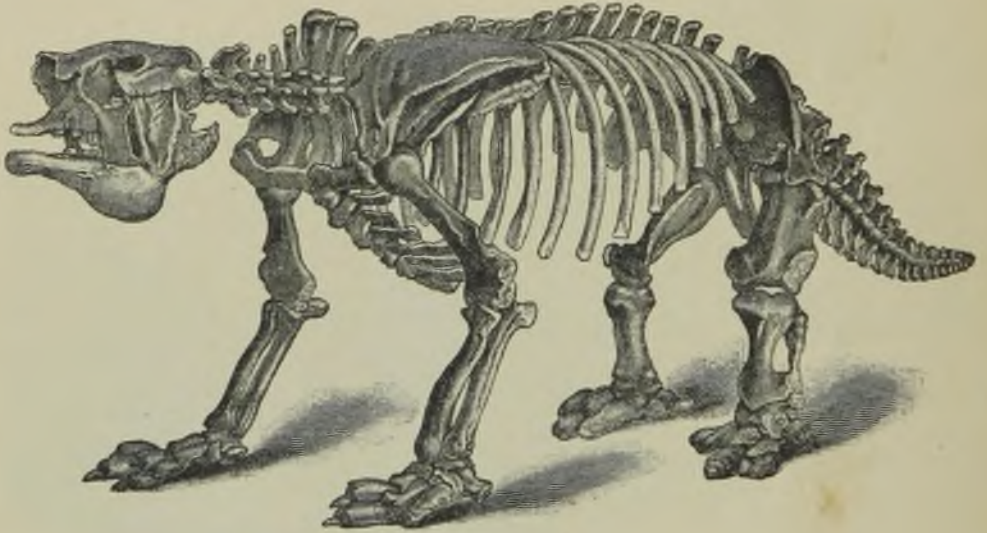


Rys. 331. Jeżozwierz drzewny (*Erethizon dorsatum*). W  $\frac{1}{6}$  wielkości natural.

Berynga między Alaską a północno-wschodnią Syberią nie była jeszcze otwarta, podczas gdy istniało już połączenie z Ameryką Południową. Przekonaliśmy się w rozdziale poprzedzającym (ob. str. 453), że oba lądy amerykańskie w ciągu większej części czasu trzeciorzędowego były rozdzielone przez morze; tylko przemijająco istniało połączenie podczas okresu miocenkiego. Potem to połączenie lądów zostało przerwane i dopiero pod koniec trzeciorzędu lub z początkiem okresu dyluwialnego zostało ono ponownie przywrócone.

Osobliwy widok przedstawia południowo-amerykańska fauna dyluwialna, zachowana po części w lössie pampasowym (ob. str. 403 i 451), po części w jaskiniach kostnych. Wprawdzie pewna liczba imigrantów z północy wykazuje pokrewieństwo z Ameryką Północną, wszakże najważniejszą część składową fauny tworzą osiadłe dziedzicznie stare rody, wśród których główną rolę odgrywają szcerbacze, pewne grupy gryzoniów, a z ptaków struś amerykański (*Rhea*), wszystko typy, które i dziś charakteryzują faunę południowo-amerykańską.

Jako niewątpliwych imigrantów z północy wymienić należy przede wszystkim kilka zwierząt słoniowatych, mastodonów (*Mastodon Andium* i *Humboldti*), które są szeroko rozprzestrzenione, nie zajmują tu wszakże stanowiska naczelnego; dalej jelenie i konie, jako też spokrewnione z końmi *Hippidium*. Tu również należałoby zaliczyć większość zwierząt drapieżnych. Śród nich tygrys nożozębny (*Machairodus neogaeus*, ob. rys. 268) przewyższa wszystkich członków swego rodzaju ogromnym rozwojem swych kłów, daleko wystających z paszczy; obok niego stoi kot panterokształtny (*Felis protopanther*) i kilka innych gatunków pokrewnych, niedźwiedzie i psy. Wreszcie do imigrantów z północy muszą być także zaliczone, a brzmi to dziwnie, tapir i lama, aczkolwiek dziś (pomijając tapi-



Rys. 332. *Megatherium*, z ilów pampasowych. (Podług fotografii).

ra regionu malajskiego) żyją one tylko w Ameryce Południowej. Podczas gdy w Ameryce Południowej nie znaleziono ani śladu trzeciorzędowego tapira czy lamy, lub też tylko jakiegokolwiek innego spokrewnionego rodzaju, w Ameryce Półn. przodkowie ich są wielokrotnie w trzeciorzędzie reprezentowani. Prawdopodobnie należy tu także i pekari (*Dicotyles*), które żyje obecnie w Ameryce Południowej i w Ameryce Północnej aż do Texasu, ponieważ ród świń jest pozatem na południu zupełnie obcy.

Śród tubylczych amerykańców południowych, od dawnych czasów osiadłych, najpierwsze miejsce zajmują szczerbacze, które dziś są reprezentowane w tej samej okolicy jeszcze przez leniwce, pancerniki i mrówkojady, lecz w czasie dyluwialnym były nierównie więcej rozwinięte (ob. str. 390). *Megatheria*, olbrzymie twory, spokrewnione z leniwcami, różnią się od nich, pomijając wielkość, istnieniem na czasce zamkniętego łuku jarzmowego i innemi mniej ważnemi cechami. Jak leniwce i gliptodonty, posiadają one osobliwy skierowany ku dołowi wyrost łuku jarzmowego.

*Megatherium* było zwierzęciem, co do wielkości nie wiele tylko pozostającym w tyle za słoniem (rys. 332). Jego tułów jest potężnie gruby, nogi są nadzwyczaj silne,

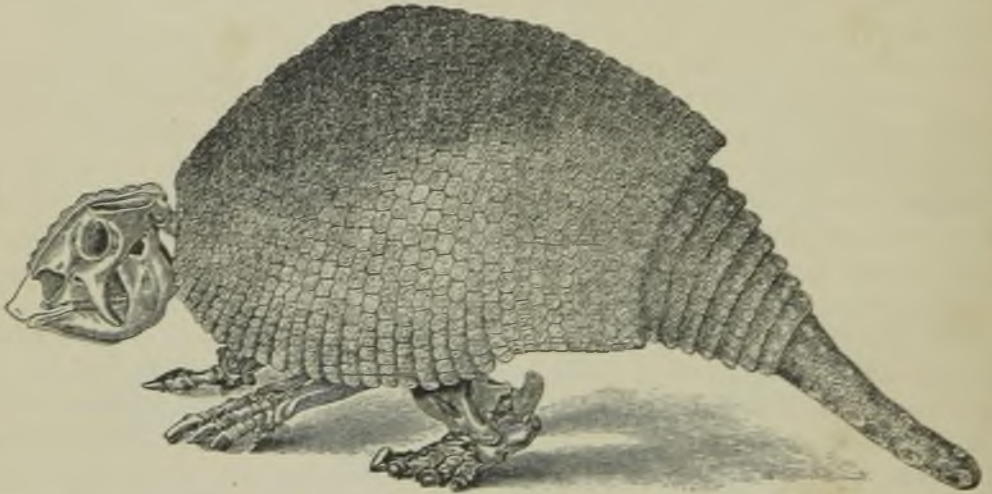


a zwłaszcza kończyny tylne posiadają taką masywność budowy kostnej, jaka nie zdarza się u żadnego ssaka poza rzędem szczerbaczy. Kończyny przednie są zbudowane nieco lżej, lecz w każdym razie są jeszcze olbrzymiej mocy; palce były uzbrojone w niezwykle tęgie i silne pazury. W pozostałej budowie szkieletu uderza grubość pasa barkowego, dalej zgoła potwornie wielki rozwój miednicy i ogona. W przeciwieństwie do tego głowa jest względnie mała, a na niej znowu tylko te części są silniej rozwinięte, które są przeznaczone do czynności żucia: żuchwa, łuki jarzmowe i inne części, służące za przyczep mięśni żuciowych, podczas gdy puszka mózgowa a przeto i mózg wykazują uderzająco szczupłe rozmiary. Uzębienie składało się z pięciu zębów trzonowych w górnej szczęce, z czterech w dolnej, gęsto stłoczonych; pojedyncze zęby bez korzeni przedstawiają słupki dentynowe o przekroju kwadratowym, które po zużyciu tworzą na górze dwa jarzma poprzeczne. Od przodu ku tyłowi wszystko na tym potworze staje się cięższe i grubsze; mała głowa i szyja, długie wprawdzie, lecz nie przesadnie grube nogi przednie stoją w przeciwieństwie do masywności ogona, miednicy i tylnych nóg. Pomimowoli stosunki te przypominają olbrzymie roślinożerne dinozaury, które kroczyły na tylnych nogach (ob. rys. 206, *Iguanodon*). Istotnie, choć *Megatherium* zapewne nie stale poruszało się na tylnych nogach, to jednak możemy przyjąć, że wyprostowywało się ono często i przytem opierało się na kolosalnym ogonie jako na trzecim filarze. Robiło to widocznie dlatego, aby objadać wielkie drzewa, podczas gdy, sądząc z tęgości pazurów, mniejsze wykopywało i obalało z korzeniami. Wogóle *Megatherium* musiało być zwierzęciem nadzwyczaj tępem i głupim. I gdy wyobrazimy sobie nadzwyczaj ociążałe ciało z długimi ramionami, pokryte może jak u leniwca grubem futrem o długim włosie, bez połysku, a do tego małą głowę z tępemi, małemi oczyma, to będziemy chyba mieli do czynienia z jednym z najszpetniejszych zwierząt. Wytrzymałość życiową musiało posiadać nadzwyczajną, jak wiele tworów nisko stojących. Znalezione kopalną czaszkę, wprawdzie nie samego *Megatherium*, lecz blisko spokrewnionego rodzaju, której sklepienie było zupełnie zdruzgotane przez jakiś wypadek, przypuszczalnie przez spadające drzewo lub uderzenie łapy towarzysza, lecz która zrosła się ponownie; i dziwić się musimy rzeczywiście, że zwierzę ciepłokrwiste mogło przeżyć takie uszkodzenie.

Obok *Megatherium* wymienić należy *Mylodona*, zwierzę nieco mniejsze, lecz jeszcze krępiej zbudowane od pierwszego, z zębami o trójkątym przekroju, poprzedzielanymi przez szczerby. Trzeci rodzaj *Megalonyx* wyróżniał się eliptycznymi zębami i zgoła nadmiernym rozwojem pazurów na palcach. Te trzy rodzaje, najbardziej rozwinięte w Ameryce Południowej, znajdują się również, o czym już wzmiankowano, jako imigranci w południowej części Ameryki Północnej. Śród megaloterydów istnieje wszakże i szereg typów czysto południowo-amerykańskich: *Scelidotherium* zapewne najbardziej krępy ssak lądowy, jaki kiedykolwiek istniał, u którego np. szerokość kości udowej znacznie przewyższa jej wysokość, dalej *Coelodon*, *Sphenodon* i kilka innych wielkich ssaków.

Powszechnie znane pancerniki stanowią w czasie teraźniejszym rys charakterystyczny fauny południowo-amerykańskiej. Cechę najważniejszą stanowi osobliwe opancerzenie ciała płytami kostnymi, ułożonemi w pasy poprzeczne i swą ruchomością pozwalającemi zwierzęciu zwijać się. Nogi zaopatrzone są w silne pa-

zury-grzebaczce, zęby często istnieją w tak wielkiej liczbie, że np. u żyjącego pancernika olbrzymiego w szczękach tkwi do 100 cylindrycznych pieńków dentynowych. Zwierzęta te występują również kopalnie, zwłaszcza w jaskiniach kostnych Brazylii. Znacznie ważniejsze i częstsze są wszakże gliptodonty, które tem różnią się od pancerników, że u nich płyty kostne nie są tak wyraźnie ułożone w pasy poprzeczne i tworzą pancierz nieruchomy, sztywny, okrywający brzuch i grzbiet, zupełnie z kształtu zewnętrznego podobny do pancierza żółwia. Prócz tego gliptodonty posiadają na łuku jarzmowym wyrost kostny skierowany ku dołowi, jak leniwce i megaterya, a nogi miast pazurów są zaopatrzone w kopyta. Te nadzwyczaj osobliwe żółwie wśród ssaków przewyższają wielkością najpokaźniejsze z żyjących dziś pancerników. Przeciętna długość Gliptodona, najczęstszego rodzaju, wynosiła około 3 m, a kilka innych rodzajów, jak *Panoctus* i *Chlamydotherium* posiadało rozmia-



Bys. 333. *Panoctus*, gliptodont z ilów pampasowych. (Podług Burmeistera).

ry podobne (rys. 333). Inne są mniejsze, podczas gdy dziwacznie ukształtowany *Doedicurus*, u którego koniec ogona jest zgrubiały maczugowato jak tłuczek móżdżerza, dochodzi do jeszcze większych rozmiarów. Do form specyficznie południowo-amerykańskich należą dalej osobliwe toksodonty, typoterya i makrauchenie. O tamtych jużśmy mówili (str. 387), te ostatnie są formami staroświeckimi, które w uzębieniu i w ogólnych cechach szkieletu zbliżają się do nieparzystokopytnych, w budowie stępu i napięstka — do pierwotnych kondylartrów. Z gryzoniów jako typy tubylcze wymienić należy kapibarę (*Hydrochoerus*), świnki morskie (*Cavia*) i inne. Wreszcie należałoby jeszcze wspomnieć o strusiu amerykańskim, czyli o nandu (*Rhea*).

Niepodobna chyba wystawić sobie bardziej osobliwego zespołu ssaków, jak ta mieszanina form zpradawna tubylczych, stanowiących świat w sobie zamknięty, z dopływami imigracyi lam, koni, mastodontów, tapirów i t. p. Wprawdzie nie wszystkie głosy są zgodne co do jego wieku geologicznego. Wobec wielkiej liczby rodzajów wymarłych wszystkie osady z megateryami, gliptodontami, tokso-





boko w miękkim mule. Atoli Marsh wykazał, że utwory te mogły pochodzić również od wielkiego szczerbacza, od mylodona, w przypuszczeniu, że chód jego był taki, iż noga tylna stawała ściśle na miejscu, opuszczonem przez nogę przednią. Istotnie pogląd ten został stwierdzony, gdy w pewnym miejscu, gdzie zwierzę zrobiło zwrot, można było odróżnić zarówno tropy nóg przednich, jak tylnych, a przeto ślady z Carson City są chyba ostatecznie wykreślone z szeregu dowodów istnienia człowieka dyluwialnego.

W Australii znajdujemy zgoła osobliwą faunę dyluwialną i ostrzej niż w Ameryce Południowej wyodrębnioną; krewni się ona blisko z dzisiejszą i jak ta stanowi kontrast ze wszystkimi zbiorowiskami zwierząt innych krajów. W czasie obecnym Australia zawiera, jako mieszkańców tubylczych, tylko ssaki o najniższej organizacyi: torbacze i jeszcze niżej stojące stekowce (dziobak, koleczatka). Z form wyższych istnieje tylko dingo, czyli pies dziki, widocz-



Rys. 334. 1) Czaszka diprotodona; 2) czaszka *Thylacoleo carnifex*, z osadów dyluwialnych Australii.

nie pies domowy przez człowieka sprowadzony, a później zdziczały, dalej myszy i szczury, które z łatwością bywają zawłócone na okrętach, wreszcie nietoperze, które dzięki swej zdolności lotu mogą dostawać się przez rozległe obszary morskie i skutkiem tego podlegają wogóle innym prawom rozprzestrzenienia niż pozostałe ssaki.

W dyluwium brak naturalnie gatunków, zawleczonych przez człowieka. Mamy tylko torbacze i zupełnie pojedyncze stekowce. W Australii w czasie plejstocenijskim żyły również zwierzęta olbrzymie, roślinożerne, z których najpotężniejszym był *Diprotodon* (rys. 334, 1). Zwierzę to posiadało mniej więcej wielkość nosorożca; mocno wystające, dłutowate siekacze służyły zapewne do ogryzania i ścinania drzew, kłów brak, jarzmowe zęby trzonowe są oddzielone od siekaczy przez szeroką szczerbę. *Nototherium*, u którego siekacze żuchwy są bardzo małe, było blisko spokrewnione z *diprotodonem*, lecz było nieco mniejsze. Szczególnie zbudowany i wielce interesujący jest trzeci rodzaj wielkich torbaczy, lew workowaty (*Thylacoleo carnifex*; rys. 334, 2), który był uważany na podstawie swego uzębienia za zwierzę nadzwyczaj drapieżne, mięsożerne. Na czaszce jedynej części, jaką znamy, znamienny jest przedewszystkiem nader mały mózg i potężny rozwój łuków jarzmowych oraz wszystkich części kostnych, przeznaczonych do przyczepu mięśni żuciowych; w uzębieniu rzuca się w oczy wielki wydłużony ząb



trzonowy z koroną prążkowaną u góry ostro tnącą, który przez porównanie z zębem ścierwnym zwierzęcia drapieżnego spowodował nadanie nazwy (Thylacoleo, lew workowaty). Z tym poglądem nie zgadza się wszakże dokładnie ani położenie, ani kształt zęba. Prawdopodobniej odpowiada on prążkowanym zębom żyjących torebників (Hypsiprymnus). Mamy tedy do czynienia w Thylacoleo z roślinożercą, który za pomocą swego straszliwego uzębienia rozdrabniał twarde pożywienie, zapewne gałęzie i korzenie roślin drzewiastych.

Oprócz wielkiej liczby torbaczy osady dyluwialne Australii zawierają także szczątki wielkich ptaków bezskrzydłych, które są po części spokrewnione z żyjącym tam obecnie emu (Dromaeus), po części są zbliżone do Dinornisów, występujących na Nowej Zelandyi; są to rodzaje z wielkiego działu ratitów (Ratitae), które się wyróżniają zmarnieniem skrzydeł, brakiem wyniosłego grzebienia na mostku i pojedynczemi innymi cechami. Te wielkie ptaki są obecnie rozprzestrzenione mianowicie na półkuli południowej i w okolicach równikowych. W Afryce znajdujemy strusia dwupalcowego, w regionie papuańskim kazuary, w Australii emu, w Nowej Zelandyi kiwi, a w Ameryce Południowej strusia trzypalcowego, czyli nandu (Rhea). Znacznie bogatszy był wszakże ich rozwój w czasach dawniejszych; struś afrykański występował również w Indyach<sup>1)</sup>, a na Madagaskarze znalazły się dyluwialne szczątki straszego Aepiornisa: części szkieletu, odciski potężnej nogi w mule i olbrzymie jaja, z których jedno posiada objętość mniej więcej 150 jaj kurzych. Przedewszystkiem wszakże Nowa Zelandya wyróżnia się nadzwyczajną liczbą wielkich ptaków z rodzajów Dinornis (rys. 335) i Palapteryx, które tu zamiast ssaków stanowiły panującą grupę państwa zwierzęcego.

Potężne te zwierzęta, moa nowozelandzkich maorysów, żyły w wielkiej liczbie gatunków, których kości są znajdowane w takim mnóstwie, że można było zestawić liczne całkowite szkielety. Największe z nich dochodziły niemal do wysokości 4 m; obok nich występowały również mniejsze zwierzęta, które wyróżniają się po części nadzwyczaj masywną budową kości nóg (np. Dinornis elephantopus). Uderzającą jest niezwykle wielka liczba nie mniej niż 11 gatunków moa na tak małym obszarze jak Nowa Zelandya; nagromadzenie tego rodzaju przeczy wszystkim doświadczeniom w innych okolicach. Stąd przypuszczano, że przed względnie niedawnym czasem Nowa Zelandya posiadała znacznie większy obszar niż dziś, i że



Rys. 335. Dinornis, z dyluwium Nowej Zelandyi.

<sup>1)</sup> Wiadomości o występowaniu kopalnego emu w Indyach okazały się nieprawdziwe.

cała ilość znalezionych gatunków moa po zanurzeniu się większej części dawniejszej powierzchni lądowej została stłoczona na wyspę pozostałą i tu wygasła.

Zdaje się, iż wymieranie wielkich zwierząt czasu dyluwialnego, które po jego upływie dotrwały do teraźniejszości, nigdzie nie odbywało się tak późno, jak na Nowej Zelandyi. Można powiedzieć z zupełną prawie pewnością, że w chwili odkrycia tego kraju przez europejczyków moa istniały jeszcze, i że zostały one wytępione prawdopodobnie dopiero w XVIII wieku. Ba, z niektórych stron wyrażano nawet nadzieję, że te olbrzymy świata ptasiego znajdują się jeszcze żyjące w mało znanych i niedostępnych okolicach wyspy południowej. Przewidywanie to dotychczas jeszcze nie sprawdziło się, a znajomość wnętrza kraju jest i teraz zbyt dokładna, aby usprawiedliwić przypuszczenie, że żyje tam jeszcze tak wielkie zwierzę, nie poznane przez europejczyków. W każdym razie czas od chwili zniknięcia moa jest bardzo krótki. Z okrętu Cooka, który zwiedził Nową Zelandyę w drugiej połowie XVIII stulecia, widziano na brzegu olbrzymiego ptaka; początkowo wiadomość tę uważano za bajkę, lecz teraz jest w najwyższym stopniu prawdopodobne, że całkowicie odpowiada ona rzeczywistości. W podaniach maorysów z Nowej Zelandyi moa odgrywa wielką rolę. Opowiadają oni o niebezpiecznych walkach z ogromnym zwierzęciem, w których niejeden z nich życie postradał, pokazują jeszcze miejsce, gdzie został zabity ostatni moa po zażartym oporze, umieją jeszcze śpiewać pieśni, które śpiewano przy polowaniu na moa, a pewien stary wódz, który umarł w końcu pierwszej połowy XIX stulecia, twierdził, że w swej młodości jadał jeszcze mięso z moa. Jak tego jasno dowodzi v. Hochstetter, w czasie, gdy Nowa Zelandya została zasiedlona przez maorysów, moy musiały istnieć w nadzwyczajnej obfitości, inaczey bowiem istniećby nie mogła ludność, licząca 200 000 dusz, ponieważ wyspa nie dostarczała żadnego pokarmu prócz ryb i korzeni kilku paproci. Gdy moy zostały wytępione pod koniec XVIII wieku, wybuchł brak pożywienia, i jemu przypisać należy straszliwie rozwinięte ludożerstwo: z braku innego pokarmu ludzie pożerali się nawzajem, prowadzono ciągle wojny, aby zdobyć mięso wrogów, i ludność tubylecza zapewne stopniowo wytępiłaby się po większej części sama, gdyby wprowadzenie przez europejczyków świń i kartofli nie położyło końca temu przerażającemu stanowi rzeczy.

Rozprzestrzenienie ratitów, czyli ptaków strusiovatych, należy do faktów geograficznie nadzwyczaj ważnych. Ich ograniczenie do lądów południowych wskazuje na dawniejsze znacznie większe masy lądowe na półkuli południowej, jakeśmy to już z innych danych wywnioskowali; tu widzimy, że kazuarydy są ograniczone do regionu australijskiego, podczas gdy strusie żywe występują w Ameryce Południowej i w Afryce, a kopalne w Indyach, to jest ściśle w tych samych krajach, w których wśród ssaków znajdują się szczerbacze. Tak więc i te stosunki znowu wskazują na ląd brazylijsko-etyopski z półwyspem, sięgającym do Indyi, o którego istnieniu wnioskowaliśmy z rozprzestrzenienia mezozoicznych osadów morskich.

Gdy rzucimy okiem na skład dyluwialnej fauny kręgowców, to dostrzeżemy dwa ważne zjawiska: dające się zauważyć na całej ziemi jej zubożenie i zgodność w wielkich rysach głównych stosunków zoogeograficznych z czasem obecnym. Pierwszy fakt, wspominany już wielokrotnie, potwierdza się wszędzie,



gdzie tylko poznana została fauna dyluwialna, choć wystarczające jego objaśnienie nie jest możliwe. W całym szeregu przypadków za przyczynę wygasania uważać można wielkie wahania klimatyczne podczas okresu dyluwialnego, za inne odpowiedzialną możemy czynić niszczącą działalność człowieka; jednak żaden z obu tych poglądów nie wystarcza we wszystkich przypadkach.

Faktem bardzo ważnym jest trwanie najistotniejszych charakterów zoogeograficznych od dyluwium do dzisiaj. Jak wiadomo, fakt ten głównie pobudził Darwina do jego teorii powstawania gatunków, a nawet prawdopodobnie dał pierwszy impuls do poświęcenia uwagi temu wielkiemu zagadnieniu. Jako młodzieniec jeszcze Darwin w charakterze przyrodnika brał udział w podróży naokoło świata okrętu wojennego „Beagle”. Przytem zatrzymał się on czas dłuższy w Ameryce Południowej, przedsięwbrał poszukiwania w łąkach pampasowych i znalazł tu szczątki zwierząt, które należą wprawdzie do gatunków wymarłych, lecz do rodzin, będących dziś jeszcze własnością wyłącznie Ameryki Południowej. To spostrzeżenie naprowadziło młodocianego badacza na myśl, że nie każdy pojedynczy gatunek został stworzony samodzielnie, jak to wówczas dość powszechnie przyjmowano, lecz że wymienione grupy są od dawnych czasów właściwe Ameryce Płd. i że poszczególne ich gatunki i rodzaje rozwinęły się tu jedne z drugich drogą zmian stopniowych. Rzeczywiście wszelkie inne przypuszczenie zupełnie nie wyjaśnia tych szczególnych zjawisk geografii zwierzęcej, z którymi wszędzie się spotykamy.

Zupełnie tak samo, jak w Ameryce Południowej, znajdujemy zgodność fauny dyluwialnej z żyjącą obecnie w Australii z jej licznymi charakterystycznymi torbaczami, z dziobakami i emu, i tenże sam stosunek widzimy u ptaków Nowej Zelandyi. W regionach pozostałych rzecz, co prawda, jest mniej jasna. W niektórych nie możemy wogóle zrobić żadnych porównań tego rodzaju, gdyż fauny dyluwialnej nie znamy lub znamy ją niedostatecznie, jak w przypadku regionu etyopskiego i indyjsko-malajskiego. W innych rzeczywiście od czasu czwartorzędowego zaszły ważne zmiany: tyczy się to przedewszystkiem regionu palearktycznego (Europa, najpółnocniejsza Afryka i Azja z wyjątkiem Arabii południowej i Indyi) i regionu nearktycznego (Ameryka Północna).

Wprawdzie na północy Europy, Azji i Ameryki również już w dyluwium występują te formy, które dziś jeszcze charakteryzują te same obszary. Różnice wszakże pojedynczych wielkich prowincyi są mniej ostre niż w czasie teraźniejszym. Tak w Europie znajdujemy szereg typów czwartorzędowych, które teraz charakteryzują faunę etyopską lub indyjską: słonie, nosorożce, hipopotamy, lwy i hyenę centkowaną. Szczególniej uderza występowanie gatunków, które dziś żyją tylko w Ameryce Północnej, jak niedźwiedź szary, jeleni wapiti, ren grenlandzki i wół pizmowy. Widzimy przeto, że różnice między obszarami faunistycznymi nie były tu wówczas tak wybitne jak dzisiaj. Tkwi w tem stanowcze odstępstwo od stosunków, jakie poznaliśmy w Ameryce Południowej, w Australii i na Nowej Zelandyi. Przyczynę dostrzedz łatwo. Te ostatnie kraje są i były po części całkowicie odosobnione, po części dość ograniczenie łączyły się ze światem zewnętrznym, podczas gdy masy lądowe półkuli północnej pozostawały wówczas w otwartej komunikacji między sobą i skutkiem tego posiadały mnóstwo rysów wspólnych, które dziś po oddzieleniu się Azji od Ameryki znacznie się zmniejszyły.

## Przyczyny okresu zimna.

Wielka jest liczba prób, które czyniono, aby wyjaśnić zjawiska klimatyczne okresu lodowego i ich przyczyny. Śród nich można rozróżnić dwie grupy, z których jedna przypuszcza zmiany w stosunkach ziemskich, w rozkładzie wody i ładu, w przebiegu prądów morskich i t. d., gdy tymczasem druga przyjmuje przyczyny kosmiczne, dotyczące stosunku ziemi do innych ciał niebieskich. Zwłaszcza w początku badań zlodowacenia, gdy jeszcze nie było znane jego nadzwyczaj rozległe rozprzestrzenienie, szukano przyczyn pierwszego rodzaju. Kiedy wiedziano tylko o zlodowaceniu Alp, Charpentier przyjmował, że góry te wówczas były znacznie wyższe, że szczyty ich znacznie dalej niż dziś sięgały w region śniegowy. Ale naturalnie pogląd taki nie mógł się utrzymać, skoro dostrzeżono te same zjawiska również w Anglii i w Skandynawii.

Większe znaczenie posiadają poglądy, że zlodowacenie spowodowała zmiana w stosunkach burz halnych (föhnowych). Jako föhnny oznaczane są suche, gorące burze południowe, które występują w Alpach północnych, i potężniej niż jakikolwiek bądź inny czynnik powodują szybkie tajanie śniegu i lodu. Dawniej źródło ich powszechnie umieszczano w Afryce północnej w Saharze, i mniemano, że są to gorące wiatry pustyniowe, które przez morze Śródziemne dochodzą do Alp. Myślano tedy, że w czasie dyluwialnym Sahara była zupełnie pokryta wodą i przedstawiała wielkie morze wewnętrzne, od którego miast föhnu dęły chłodne, wilgotne wiatry i spowodowały zlodowacenie Alp, a według niektórych poglądów także i Europy północnej. Ba, pewne koła, wprawdzie nie ściśle naukowe, były do tego stopnia przekonane o słuszności tego poglądu, że obawiano się najgorszych skutków dla klimatu Europy i potężnego przyrostu lodowców alpejskich z planowanej przez francuskiego kapitana Roudairea zmiany w jezioro śródlądowe małego obszaru szottów na południe od Tunisu. Naturalnie obawa taka jest wprost śmieszna, tak samo wszakże utrzymać się nie da i hipoteza, na której przesadnem pojęciu ona polega. Ze ściślejszych z badań Sahary wiadomo, że wogóle nie była ona zalana przez morze w czasie geologicznie młodym; gdyby jednak nawet tak było, to niewieleby to tylko wpłynęło na klimat Europy, a przede wszystkim nie zmieniłoby nic w föhnne. Föhn nie przychodzi z Sahary, lecz z okolic położonych dalej na zachód i dosięga południowego brzegu Alp jako wiatr wilgotny; skutkiem ochładzania się na górach traci on tu swoją wilgotność, która opada jako deszcz. Teraz przekracza on grzbiet główny gór jako wiatr suchy i zimny, a na północnej stronie spada na dół; ale przy tym spadku powietrze zostaje ściśnione a przez to wytwarza się ciepło; föhn tedy zawdzięcza swą wysoką temperaturę nie klimatowi tych okolic, z których przychodzi: wytwarza się ona wyłącznie tylko przez ciśnienie, mechanicznie.

Inne przypuszczenie zajmuje się gulfstreamem, tym wielkim prądem wody ciepłej w oceanie Atlantyckim, który bierze początek w zatoce Meksykańskiej, dąży wzdłuż wybrzeży Stanów Zjednoczonych, a potem zwraca się ku wschodowi; odnoga tego prądu dochodzi do Europy i omywa jej brzeg zachodni, a nawet ciągnie się daleko na północ do Islandyi, Szpicbergu i Nowej Ziemi. Wiadomo, że



Europa a mianowicie jej części zachodnie zawdzięczają swój klimat względnie łagodny i równomierny tym ogrzonym wodom, przybywającym z okolic zwrotnikowych; przypuszczano tedy, że podczas okresu lodowego połączenie między Ameryką Północną i Południową było przerwane, i że przez przerwę między obu lądami prąd zatokowy wlewał się do Oceanu Spokojnego, nie dochodząc do naszych okolic. Jednak i to wyjaśnienie jest również niemożliwe. Sądząc z całej istoty i z pochodzenia prądów morskich, które są zależne od panującego kierunku wiatrów, połączenie z Oceanem Spokojnym według wszelkiego prawdopodobieństwa nie wywołałoby wcale takiego odchylenia. Zresztą, z rozprzestrzenienia ssaków dyluwialnych w Ameryce wiemy, że właśnie w owym czasie istniało połączenie lądowe między północą a południem, tak iż megaterya, mylodonty, mastodonty, tapiry, lamy i konie bez przeszkód mogły się przedostawać z jednego lądu na drugi. Wreszcie poszukiwania badaczy amerykańskich nad rozprzestrzenieniem dyluwialnych małżów morskich na wybrzeżach ich kraju wykazały, że prąd zatokowy miał ten sam przebieg, co dziś. Że dotykał on także i brzegów europejskich, wypływa z pewnością z położenia linii śniegowej w Anglii i w Szkocji podczas okresu lodowego.

Podobnie rzecz się ma z hipotezą Lyella, że Europa północna aż do znacznej wysokości ponad dzisiejszym stanem wody była zalana przez morze, i że znaczna wilgotność, spowodowana tym szerokim rozlewem wód, wywołała przyrost lodowców. Brak tu przedewszystkiem dowodu istnienia takiego zalewu, o którym błędnie tylko wnioskowano z występowania gliny głązonośnej. Przeciwnie jest rzecz prawdopodobna, że północne obszary lądowe, osobliwie Ameryka Północna, zajmowały w czasie młodoplioceniśkim lub przedplejstoceniśkim wyższe położenie niż obecnie.

Jakkolwiek w ten sposób należy uważać za zachwiane wszystkie dotychczasowe hipotezy, sprowadzające pogorszenie klimatu plejstoceniśkiego do określonych procesów ziemskich, to jednak zaprzeczyć niepodobna, że zmiany we wzajemnym stosunku lądów i mórz, otwarcie nowych połączeń, zmiany w poziomie lądów, powstawanie gór pasmowych i tym podobne procesy, w każdym razie, wywierają pewien wpływ na klimat. Dalej zaprzeczyć niepodobna, że takie procesy na najszerszą skalę odbywały się właśnie w młodszym trzeciorzędzie, w tym czasie, gdy po raz pierwszy daje się zauważyć pogorszenie klimatu, wychodzące od biegunów. Dlatego w nowszych czasach ponownie wrócono do tych stosunków, czyniąc wszakże odpowiedzialnym za zjawiska okresu lodowego już nie jeden pojedynczy proces tego rodzaju, lecz ich całokształt, jakżeśmy to już nadmienili, mówiąc o florach trzeciorzędowych (ob. str. 420). Ponieważ jednak te zmiany lądowe i oceaniczne możemy sobie dotychczas przedstawić, niestety, tylko w najgrubszych zarysach, przeto tymczasem nie można rozstrzygnąć, czy ich doniosłość pod względem klimatycznym jest dość znaczna, aby wyjaśnić fakty wykryte przez obserwację. Przeciw tym próbom wyjaśnienia przemawia ogólne rozprzestrzenienie zjawisk lodowcowych, których ślady odkryć możemy zarówno w Alpach, w Europie północnej i w Ameryce Północnej, jak w Ameryce Południowej, na Nowej Zelandyi, w Ameryce zwrotnikowej, w Azji środkowej, a których wpływ daje się zauważyć nawet i w Saharze, w nastaniu okresu, obfitującego w deszcze (ob. t. I, str. 637). Tej

powszechności zjawiska radzibyśmy przeciwstawili przyczynę natury ogólnej. Poglądowi temu gotują trudności również powtarzanie się zlodowaceń i znaczne wahania klimatyczne okresu lodowego. Jednakże zasługuje on na to, aby i na przyszłość był brany pod rozwagę, a to tem bardziej, że, jak zobaczymy, i kosmiczne próby wyjaśnienia nie doprowadziły dotychczas do żadnego zadawalającego wyniku.

Z pośród różnych możliwości przyczyny ogólnej pomyślano najpierw o zmianie położenia biegunów. Pomijając jednak zupełnie to, że prawie nie można znaleźć takiego położenia biegunów, któreby dobrze wyjaśniało wszystkie zjawiska, to już często zaznaczana niezmiennosc stosunków klimatycznych między pojedynczymi miejscowościami wykazuje, że nie mogło zajść żadne znaczne przesunięcie, na które zresztą czas ubiegły od zlodowacenia byłby stanowczo za krótki. Inni mniemali, że ziemia przechodzi naprzemian przez cieplejsze i zimniejsze obszary przestrzeni kosmicznej. Gdyby tak było, to oczywiście wstąpienie w region cieplejszy musiałoby być uwarunkowane przez to, że cały układ słoneczny zbliżył się do jakiegoś ciała niebieskiego, wydzielającego ciepło, do innej gwiazdy stałej. Ta wszakże naturalnie przyciągałaby swą masą również układ słoneczny i jego części pojedyncze i wywoływałaby w drogach planet zaburzenia, których żadnego śladu zauważyć nie można. O Biermann upatruje przyczynę czasu lodowego w zmianach ilości ciepła, wysyłanego przez słońce; E. Dubois również powołuje się na procesy, zachodzące na słońcu. Czas ochładzania się klimatów przedtem znacznie cieplejszych przypisywany bywa przechodzeniu słońca ze stanu gwiazdy białej w stan gwiazdy żółtej. Przemijając słońce dwa lub trzy razy zbliżało się do stanu gwiazd czerwonych (por. t. I, str. 72); zmniejszone przez to promieniowanie ciepła byłoby przyczyną powtarzających się zlodowaceń okresu lodowego. Niestety, nie możemy skontrolować tych hipotez; niema co czekać na przerodzenie się ich w teorye. Dalej chciano przywołać na pomoc zmiany w pochyleniu ekliptyki, t. j. w położeniu osi ziemskiej względem płaszczyzny drogi ziemi; pomijając jednak zupełnie, że nie zgodzono się jeszcze na to, czy skośniejsze położenie sprowadzi ochłodzenie wyższych szerokości, czy ocieplenie, astronomia poucza, że zmiany w nachyleniu ekliptyki w ciągu ostatnich kilkuset tysięcy lat były nieznaczne. Wskutek precesyi w okresach 10500-letnich naprzemian półkula północna i południowa mają nieco dłuższe lato, w czem również szukano przyczyny zlodowacenia. Czy wszakże skrócenie lata w tej nieznacznej mierze może wywierać takie działanie, jest wątpliwem, ponieważ w ciągu krótszego lata ziemia bliższą jest słońcu a przez to otrzymuje większą ilość ciepła. Ponadto jednak odrzucić należy stałą silną zmienność stosunków klimatycznych w tak nadzwyczaj krótkich okresach, jako sprzeczną z wszelkiem doświadczeniem.

Z drugiej strony wielkie znaczenie bywa przypisywane ekscentryczności drogi ziemi. Droga ziemi, jak wiadomo, nie jest kołem, lecz szeroką elipsą, w której jednym ognisku stoi słońce; ale forma tej elipsy nie pozostaje zawsze jednakowa: w dłuższych okresach czasu staje się ona naprzemian nieco węższa, czyli ekscentryczniejsza, a potem znowu szersza i podobniejsza do koła. Ze zmian, które teraz w tym względzie zachodzą, próbowano obrachować, jakie były te stosunki w dawniejszych czasach, i znaleziono przytem ten wynik, że wahania są dość znaczne. Tak okres



wielkiej ekscentryczności miał się zacząć mniej więcej na 240000 lat prz. Chr. i trwać prawie do roku 80000; jeszcze skrajniejszy kształt miała droga ziemi mniej więcej na 850000 i 2500000 lat przed naszą erą, a w międzyczasie było jeszcze kilka znacznych wahań. Wyprowadzono tedy teoretycznie, że mocna ekscentryczność drogi ziemi sprowadza znaczne ochłodzenie, a okres ów, kończący się przed 80000 lat, uważano wprost za czas, odpowiadający dyluwialnemu okresowi lodowemu.

Z pomiędzy wszystkich prób wyjaśnienie to posiada największą wartość. Zasługuje ono na tem większą uwagę, iż przez nie dane byłyby również absolutne miary czasu, oznaczające w tysiącach lat trwanie określonych procesów geologicznych. Ale niestety, i ten pogląd, pomysłowo rozwinięty przez Adhémara, Crolla, Pilara, Wallacea, a w nowszych czasach przez R. Balla, nie może się ostać wobec ściślejszego badania. W teorii Crolla wiele pozostawiało do życzenia dowodzenie, że silna ekscentryczność sprowadza zimno. W tym kierunku R. Ball zapoczątkował stanowczy postęp. Za punkt wyjścia przyjmuje on tu fakt, że z całej ilości ciepła, jaką każda półkula otrzymuje w ciągu roku, w lecie (t. j. w czasie od wiosennego do jesiennego porównania dnia z nocą) bywają pobierane 63 części, w zimie—37. Gdy tedy, według obliczeń Balla, następuje przypadek skrajny, że jedna pora roku obejmuje 199, druga tylko 166 dni, to, jeśliby półrocze zimowe było dłuższe, przypadające nań 37 części rozdzieliłyby się na względnie długi czas 199 dni; musiałyby przeto nastąpić znaczne obniżenie temperatury, i musiałyby wytworzyć się stan, sprzyjający wzmożonemu nagromadzeniu się śniegu i lodu w porze zimowej i przechowywaniu się ich w ciągu następującego lata w większym stopniu, niż to dziś ma miejsce. Czy wszakże powstałe w ten sposób obniżenie temperatury jest dość znaczne, aby sprowadzić zjawiska plejstocenskego okresu lodowego, jest rzecz bardzo problematyczna, nawet jeśli się oprzemy na wywodach Balla. Natomiast z naszymi doświadczeniami stanowczo nie zgadza się wypływająca z tej teorii konieczność przyjęcia mocnego oziębiania się peryodycznego, powracającego często w całym ciągu dziejów ziemi; znaleźliśmy ślady obniżonej temperatury w pojedynczych, zupełnie określonych odcinkach okresów starszych, lecz żadne ze zjawisk dostrzeżonych nie pozwala wnioskować o częstokrotnem powtarzaniu się. Napróżno np. w ciągu systemu trzeciorzędowego szukamy oznak okresów zimna, które miały trwać przed 800000 i przed 2500000 lat. Wprawdzie uczyniono kilka prób bardzo zawiłych, aby wytłumaczyć, dlaczego ślady takie zachować się nie mogły, ale żadna z nich nie może zadowolić, choćby tylko w przybliżeniu.

Zwolennicy hipotez, sprowadzających spadek temperatury podczas okresu lodowego do zmian w ekscentryczności drogi ziemi, są dalej zmuszeni do przyjęcia, że zlodowacenie na północy i na południu następowało nie jednocześnie, lecz na przemian, tak iż okresowi międzylodowcowemu północy odpowiadało maksimum zlodowacenia na południu. Co prawda, nie dowiedziono jeszcze ściśle, że zlodowacenie okresu plejstocenskego nastąpiło zupełnie jednocześnie na całej ziemi; wiele wszakże dowodów za tem przemawia, zwłaszcza zlodowacenie w okolicach zblizonych do równika, jak w Sierra de Santa Marta w Kolumbii i w Andach Meridy. I choć rozumiemy, że w okolicznościach, przyjętych powyżej, przez przedłużenie się zimy oziębiają się obszary umiarkowane i polarne; ale nie

podobnego nie powinnyby zachodzić pod zwrotnikami. Musimy przeto w śladach dyluwialnych lodowców w krajach podzwrotnikowych upatrywać wraz z A. Penckiem stanowczy dowód tego, że zlodowacenie następowało jednocześnie na półkuli północnej i na południowej.

Streszczając to wszystko, możemy powiedzieć, że podczas dyluwialnego okresu lodowego prawdopodobnie na całej ziemi nastąpiło obniżenie się temperatury, że jednak nic określonego nie wiemy ani o jego przyczynie, ani o długotrwałości zjawiska, wyrażonej w latach, i że nie możemy nawet postawić hipotezy, należycie uzasadnionej. Ale musimy również dodać, że zapewne na długie czasy zupełnie jałową wydawać się musi każda próba wyjaśnienia, gdyż nazbyt mało jeszcze znamy fakty rozstrzygające. Przedewszystkiem musimy starać się o poznanie stosunków klimatycznych także i w okresach wcześniejszych, a wtedy objaśnienie wyłoni się może łatwiej, niż mniemamy obecnie. Tymczasem posiadamy tylko pierwsze zaczątki przyszłego rozwiązania. Brak nam przedewszystkiem szerokiej podstawy faktów, i dlatego powiększanie ich liczby będzie na długo jeszcze jedynym celem, możliwym do osiągnięcia.

---

## Okresy geologiczne.

Poznaliśmy długi szereg systemów geologicznych, w których obrębie rozgrywa się część dziejów ziemi, dostępna do bliższego zbadania. W nieskończonej zmienności następują jedne po drugich zespoły zwierzęce i roślinne, morza i lądy podlegają ciągłym zmianom, a zadaniem geologii historycznej jest odcyfrowanie wszystkich tych procesów ze skąpych szczątków, które do nas się przechowały. W miarę możności staraliśmy się poznać kolejne następstwo zjawisk, od pierwszego pojawienia się szczątków organizmów, dających się rozpoznać i z pewnością wytłumaczyć, aż do początku świata teraźniejszego. Pomijając wszakże te okresy, przez które jak drogowaskazy prowadziły nas skamieniałości, otwiera się przed nami widok na praczasy jeszcze dawniejsze, na epokę archaiczną, z której nie znamy żadnych dających się oznaczyć szczątków zwierząt i roślin, a w której jednak organizmy żyć musiały. Zachowały się dla nas tylko pozbawione skamielin skały z owego czasu, łupki krystaliczne, marmur i t. p., które reprezentują nam nader długi, lecz zgoła zagadkowy odcinek dziejów ziemi, którego trwanie było zapewne dłuższe od trwania wszystkich następujących po nim systemów skamielinonośnych. Podczas gdy brak nam jeszcze prawdziwego poglądu na osady archaiczne i wytrzymującego krytykę podziału ogólnego, to kolejne następstwo utworów późniejszych możemy ściśle określić i rozpoznać odpowiadające sobie co do czasu ogniwa warstw i fauny nawet w odległych od siebie okolicach. Ale choć to jest możliwe i geologiczna systematyka wydaje się w tym kierunku nawet dość wykształconą, to jednak ten historyczny sposób przedstawienia ma jeden wielki brak: nie podaje zgoła miary czasu. Znamy tylko następstwo kolejne — wiek względny, nie mamy wszakże żadnego pojęcia o rzeczywistym trwaniu okresów, lub któregokolwiek z ich działów, jakie upływały od początku systemu kambryjskiego.



Co prawda nie zbywało na próbach oznaczania liczby lat, tysiącoleci lub milionów lat, dotychczas wszakże bez żadnego powodzenia. Poczynając od pierwszego dziecinnego wyobrażenia, stłaczającego całą historię geologiczną w 6000 lat podania mojąszowego, aż do dowcipnych poszukiwań nowoczesnych, które opierają się na wzroście ciepła pokładów z głębokością, na miąższości całokształtu osadów, lub na zmianach w ekscentryczności drogi ziemi i ich związku z następowaniem okresów zimna, żadne z tych obliczeń nie może rościć najmniejszej nawet pretensyi do wiarygodności. Są one nie tylko nieściśle, lecz podstawy ich są zgoła nikłe, i żadne nie może się poszczycić tem, że przedstawia choćby tylko grube przybliżenie do rzeczywistości.

Wspominaliśmy już przedtem (t. I, str. 135; t. II, str. 520), że wzrost ciepła z głębokością i ekscentryczność drogi ziemi nie zapewniają dostatecznych punktów oparcia; miąższość osadów sprawia nam także zupełny zawód przy wszelkiej próbie uczynienia z niej podstawy przypuszczeń. Nie mamy najmniejszego wyobrażenia o grubości osadów w wielkich zagłębieniach oceanicznych, które rozstrzygają tu przedewszystkiem. Ponadto największa część materiału, który dziś dostaje się do morza przez rzeki lub skutkiem działania kipieli, pochodzi ze zniszczenia skał uwarstwionych; być może, ten sam materiał bywał w ciągu historii geologicznej przenoszony i osadzany ponownie już dwanaście razy lub częściej, a w ten sposób brak tu również wszelkiej możliwości i podstawy do wniosków dalej sięgających. Raczej jeszcze pewną podstawę przyznać można tym próbom, które usiłują obrachować trwanie małych tylko działów, przedewszystkiem ostatniego. Obserwujemy działanie geologiczne, jakie dziś sprawia jakikolwiekbydz czynnik, i usiłujemy stąd obliczyć, wiele czasu czynnik ten potrzebował, aby wykonać określoną pracę. Jeden z najlepiej znanych przykładów tego rodzaju przedstawia wodospad Niagary w Ameryce Północnej. Z wielkości jego corocznego cofania się można, jakeśmy to już wyłuszczyli (t. I, str. 523), obrachować czas, który upłynął od końca zlodowacenia plejstocenijskiego. Z powodu niepewności podstawowych danych rachunku, rezultaty wahają się między 7000 a 36000 lat. A zatem i na tej drodze również nie osiągnięto określonego wyniku. Pomimo tego Niagara nadawałaby się na pewnego rodzaju chronometr najmłodszej epoki dziejów ziemi, gdyby wpiery zostały ściśle poznane wszystkie fakty odnośne.

Jeszcze mniej pomyślnie rzecz się ma z kilku innymi często wymienianymi miarami czasu, z napływami Nilu i Mississipi, z wahaniami poziomu morza na wybrzeżu szwedzkim i t. d., z których zależnie od poglądów osobistych obrachowano okresy czasu bardzo różnej długości. We wszystkich tych przypadkach podstawa pozytywna jest tak dalece chwiejna, że należy się zachowywać nadzwyczaj nieufnie, a nawet wprost niechętnie wobec wszystkich tych liczb. Jeśli tak jest już z oceną najmłodszej przeszłości naszego globu, to niepewność musi wzrastać, gdy bierzemy pod rozwagę przeszłość znacznie dawniejszą, lub też gdy usiłujemy ocenić całkowite trwanie okresów od początku systemu kambryjskiego. Nie może to nas dziwić, gdy jeden badacz ocenia je na tyleż miliardów lat, co inny milionów. Niema chyba pytania, z którym profan zwracałby się częściej do geologa, jak pytanie, dotyczące trwania okresów ubiegłych, i na żadne chyba pytanie geolog nie może udzielić mu równie nieokreślonej i niezadawalającej odpowiedzi. Twierdzić on może

jedynie, że chodzi tu o niezmiernie długie okresy czasu, o liczby, o których wielkości i znaczeniu niepodobna prawie wytworzyć sobie wyobrażenia. Zwyczaj już tego nie umiemy sobie wystawić, co znaczy milion lat. A że w historii ziemi chodzi o bardzo wiele milionów lat, o tem chyba nie wątpi już dziś żaden ze znawców geologii historycznej.

Ale choć niepodobna podać liczb określonych, ważnem jest jednak na kilku konkretnych przykładach pozyskać wyobrażenie o olbrzymim czasie okresów geologicznych. Jak wzmiankowano powyżej (str. 17 i nast.), najlepszą i najpewniejszą skalą długotrwałości danego działu jest suma zmian, jakim podlegały pojedyncze szczepy organizmów, a zwłaszcza najczęstsze formy bezkręgowych zwierząt morskich. Na tem oparto podział na poziomy paleontologicznie oznaczone; widzieliśmy, że np. w systemie jurajskim można było rozróżnić ponad 30 kolejno po sobie następujących tego rodzaju faz rozwojowych fauny morskiej, i podobnie rzecz się ma w innych systemach, choć liczby ich poziomów nie możemy jeszcze ściśle ustalić. W każdym razie jednak od czasu kambryjskiego przeminęła nadzwyczaj wielka liczba takich działów.

Rozpatrując faunę morską okresów najmłodszych, widzimy, że mięczaki i inne typy zwierząt bezkręgowych fauny dyluwialnej zgadzają się zupełnie z żyjącymi obecnie. Zaszły przesunięcia w rozprzestrzenieniu geograficznem, lecz w ustroju pojedynczych gatunków nie nastąpiły żadne dostrzegalne zmiany. Dopiero gdy do porównania wciągniemy osady górnego pliocenu, to dostrzeżemy tu słabe różnice, które, być może, znamionują inną fazę rozwojową. Dyluwium i czas obecny stanowią razem tylko jedną fazę (faz takich system jurajski obejmuje powyżej 30); innymi słowy, jest to tylko znikomo mały i krótki odcinek historii ziemi: od początku czasu kambryjskiego upłynęło ich setki. A jednak, gdy zagłębimy się w dobrze nam znane szczegóły tego w porównaniu z całością drobnego momentu rozwojowego, jaka w nim skupia się masa ważnych zjawisk, do jak niezmiernej rozrasta się on długości, gdy mierzymy go skalą pigmejską życia ludzkiego, naszymi pojęciami historycznymi! W tym okresie spotykamy z początku gorący klimat w Europie; potem nastąpił czas lodowy, przerwany przez łagodniejszą epokę pośrednią. Wreszcie po ostatniem zlodowaceniu ustala się stopniowo klimat dzisiejszy. W ciągu tego czasu Europa była najpierw krainą leśną, w chwili późniejszej znaczna jej część była stepem, w końcu znowu stopniowo utrwałała się roślinność leśna. W tym czasie odbywały się dość znaczne zmiany w rozkładzie wody i ładu: Malta i Sycylia oddzieliły się od Afryki; utworzył się przesmyk Suezki; zagłębienie Egejskie zostało ostatecznie zalane przez wody; morze Czarne połączyło się z niemi; morze Kaspijskie, pierwotnie połączone z Czarnem, oddzieliło się odeń, a potem tak dalece wyparowało, że poziom jego leży dziś więcej niż 25 m poniżej poziomu morza Czarne. Poza Europą przerwało się połączenie między północno-wschodnią Azyą a północno-zachodnią Ameryką, i prawdopodobnie odbywały się jeszcze inne potężne zmiany w rozkładzie wody i ładu, zwłaszcza w regionie wschodnio-azyatyckich wysp girlandowych. Poziom morza w ciągu tego czasu uległ również znacznym wahaniom. Zwłaszcza na dalekiej północy rozpostarło się ono nadzwyczajnie: znajdujemy tam nawet dyluwialne ławice muszlowe na wysokości, przenoszącej 300 m nad dzisiejszym poziomem morza.



Wszystkie te potężne zmiany odbyły się podczas epoki, która przecie przedstawia tylko jeden moment dziejów ziemi. Ich długość staje nam jednak jeszcze dobitniej przed oczyma, gdy nieco bliżej wejrzymy w poszczególne efekty działania wody w ciągu tego czasu, jakie ujawniają się po części w nagromadzonym materiale, po części w denudacyi i wytworzonych dolinach. Wiemy, jak niezmierną masę otoczków, mułu, piasku naznosiły wszędzie rzeki: olbrzymie krainy napływowe Renu, Dunaju, wielkich rzek syberyjskich, Padu, Nilu, Hoangho, Mississipi dowodzą nam potężnych ruchów mas, które tu się odbyły. Z jezior, powstałych na krańdzi Alp podczas okresu dyluwialnego, niektóre od końca okresu lodowego zostały już znowu całkowicie zasypane.

Przypomnimy tu tylko dwa przykłady, szczególnie nadające się do unaczynienia długości czasu, który upłynął od początku dyluwium. Jeden przypadek przedstawiają nam wielkie jeziora wewnętrzne w wielkiej kotlinie między Sierra Nevadą a górami Skalistymi w zachodniej Ameryce Północnej (por. wyżej str. 506). Jezioro Bonneville, które w najwyższym punkcie rozwoju pokrywało obszar, prawie tak wielki jak dwie trzecie Królestwa Bawarskiego, w początkach okresu dyluwialnego nie było jeszcze szczególnie wielkie; dopiero z nastąpieniem okresu wilgotnego, który odpowiada epoce lodowej, weszło ono i podniosło się do 300 m mniej więcej nad stanem dawniejszym. Podczas tej wielkiej jego rozciągłości osadził się żółty il grubości 30 m, potem woda po większej części wyparowała ponownie; na wyschłym dnie jeziora rozwinął się system rzek i utworzyły się osady rzecznej żwiru w bruzdach częściowo zdenudowanego już żółtego ilu. Potem nastąpił znowu okres wilgotniejszy, jezioro weszło ponownie, jeszcze wyżej niż przedtem, do poziomu 330 m nad najniższym punktem dzisiejszej kotliny Bonnevilleńskiej, i osadziło 3—6 m podobnego do kredy marglu słodkowodnego. Jezioro podniosło się teraz tak wysoko, że woda mogła odpływać przez jego brzegi, a odpływ ten mógł stopniowo żłobić swoje łóżysko do głęb. 130 m prawie. Wreszcie jezioro znowu się skurczyło, i dziś jako jego resztką pozostaje jeszcze tylko jezioro Słone miasta mormonów w Utah. Te potężne wahania, to masowe tworzenie się osadów, wyłobienie doliny na 130 m głębokiej, wszystko to przypada na ten odcinek okresu dyluwialnego, który gdzie indziej jest reprezentowany przez epokę lodową. Próżną byłaby wszelka próba wyrażenia w latach trwania tych wydarzeń. To jedno tylko można powiedzieć z całą pewnością, że potrzebny na to okres czasu musiał być nadzwyczajnie długi, i że kilka tysiącleci naszej ery historycznej odgrywa wobec niego bardzo podrzędną rolę.

Do tegoż samego przekonania dochodzimy, rozważając rozmiary erozyi, jakiej dokonała rzeka Colorado przez wytworzenie swych głęboko werźniętych jarów w Aryzonie, Wielkiego kanionu (Grand Cañon, p. t. I. str. 530). Ten najpotężniejszy wąwóz na ziemi, ponad 200 mil angielskich długi, na 5 do 12 mil szeroki, i aż do 2000 m głębokości werźnięty w otaczającą wyżynę, został wyłobiony przez Colorado w ciągu niezliczonych stuleci. Wprawdzie olbrzymia ta praca nie została wykonana podczas okresu dyluwialnego, lecz początek jej sięga według geologów amerykańskich aż do zarania pliocenu; bądź co bądź jest to przeszłość, mówiąc geologicznie, jeszcze bardzo niedawna, i tutaj więc możemy tylko przyznać, że musi chodzić o okresy takiej długości, o jakiej brak nam dokładnego wyobrażenia.

Nie trzeba już chyba dodawać ani jednego wyrazu więcej, aby uwydatnić, jak niezmiernie długi ciąg czasu przypada na całość systemów, zawierających skamieliny, jeśli już ostatnie ich ogniwa przedstawiają się nam tak potężnie. Dodajmy do tego jeszcze czas, w ciągu którego zostały utworzone osady archaiczne, a wzrok nasz zgubi się w tak odległej przeszłości, że, usiłując wytworzyć sobie o niej wyobrażenie, mimowolnie doznajemy uczucia człowieka, który z wysoko położonego punktu spoziera w głąb zawrotną, na której dnie napróżno stara się odróżnić pojedyncze przedmioty.

---



## II. GEOLOGIA TOPOGRAFICZNA.

### 9. Góry ziemi.

**TREŚĆ:** Rozprzestrzenienie młodych gór łańcuchowych na ziemi. — Położenie i związek łańcuchów południowo-europejskich. — Alpy. — Karpaty. — Zachodnio-europejska kraina płatów. — Płyta rosyjsko-skandynawska. — Afryka i półwysep Indyi przedgangesowych (Indoafryka). — Góry łańcuchowe Azji, Chiny i Australia. — Zarys budowy Eurazji. — Ameryka.

#### Rozprzestrzenienie młodych gór łańcuchowych na ziemi.

W wykładzie dotychczasowym prawie zupełnie nie potrącaliśmy o jeden z najważniejszych działów pola badań geologicznych: o przedstawienie istotnej budowy poszczególnych krain ziemi. Jest to zadanie geologii topograficznej, w której geologia styka się poniekąd z geografją. Z przeróżnych gałęzi naszej umiejętności niewątpliwie żadnej nie obdarzano tak wielką uwagą, w żadną tak wielkiej sumy pracy nie włożono, co w nią. Celom jej służą przedewszystkiem instytucje, zajmujące się z ramienia odpowiednich rządów układaniem map geologicznych różnych krajów. Zakłady takie z powodu praktycznej doniosłości sprawy istnieją obecnie we wszystkich państwach cywilizowanych, a nawet w większej części ich kolonii i są utrzymywane kosztem publicznym. W tym samym kierunku pracuje wielka liczba innych badaczy, stojących poza obrębem pomienionych zakładów. Dzięki temu wyniki tych prac są bardzo znaczne, ilość zgromadzonych obserwacji niesłychanie wielka. Nie możemy jednak tutaj wdawać się w jakiś dokładniejszy opis wszystkich krajów ziemi. Poprzestaniemy tylko na skreśleniu niektórych najważniejszych zarysów głównych; nieco obszerniej zaś pomówimy tylko o pojedynczych miejscowościach, wzbudzających osobliwsze zajęcie położeniem swoim albo też szczegółami swojej budowy.

Mieliśmy już dawniej sposobność (por. tom I, rozdział „O tworzeniu się gór“) zdobycia pierwszych ogólnych wiadomości o rozmaitych typach gór, rozróżnianych przez geologię. W łańcuchach sfałdowanych mogliśmy wyodrębnić góry, które pod względem postaci i budowy są w gruncie rzeczy wynikiem bocznych ruchów skorupy ziemskiej: wybitny rozwój podłużny, wyraźne sfałdowanie, występowanie linii tektonicznych na zewnętrznych stronach pasm górskich — oto ich cechy najistotniejsze. Góry fałdowe, które uległy działaniu przełamów na skalę tak wielką, że zarysy ich zależą już od biegu uskoków, a nie od kierunku fałd, nazywamy górami horstowemi, czyli kadłubowemi. Gdzie zaś miarodajne dla dane-

go kraju formacje leżą poziomo lub przynajmniej bardzo płasko, tam będziemy mieli do czynienia z krainami płytowymi. Typy te jednak—jak już poprzednio zaznaczyliśmy — nie są ściśle od siebie oddzielone. W niektórych górach łańcuchowych przełamy uwydatniają się tak znacznie, że wpływają na ograniczenie co najmniej chociaż jednej strony pasma. Inne góry łańcuchowe mniej lub więcej wyraźnie rozpadają się na pewną ilość horstów i dopiero najmłodsze utwory mogą jednolitą wstęgą opasać cały taki zawiły systemat gór. Albo też góry łańcuchowe otaczają wielkie płaszczyny, które ostały się w postaci płyt niesfałdowanych. W krainach płytowych znowu formacje niesfałdowane spoczywają zawsze na



Rys. 336. Rozprzestrzenienie młodych gór łańcuchowych.

sfałdowanym, chociaż uległym abrazyi i zupełnie wyrównanym cokół. Zdarza się wprawdzie nieraz, że wszystkie formacje—poczynając już od dewonu, a nawet od kambru — leżą zupełnie poziomo; jednakże nawet w takich przypadkach przynajmniej skały archaicznych formacji podstawowych bywają zawsze spiętrzone.

W przegłądzie gór możemy kierować się innym jeszcze, historycznym względem. Możemy bowiem obszary powierzchni ziemskiej, które jeszcze w epoce trzeciorzędowej na większą skalę podlegały fałdowaniu i ruchom górotwórczym w charakterze młodych geologicznie gór, przeciwstawić innym obszarom, w których od początku owej epoki żadne przesunięcie się poziome już nie miało miejsca. Okazuje się przytem, że te młode góry po największej części zbiegają się z łańcuchami sfałdowanymi, choć zbieżność ta nie jest zupełną. Tak np. Ural, Apalachy, łańcuchy sinijskie, Kuen-Lun tworzą prawdziwe łańcuchy sfałdowane, ale od upływu okresu paleozoicznego żadnym istotnym fałdowaniem już więcej nie ulegały.



Góry te zatem pod tym względem zachowują się tak, jak stare horstowe i masowe góry lub też jak płyty niesfałdowane.

Postaramy się poznać rozprzestrzenienie obszarów, które były widownią powstawania młodych łańcuchów górskich, kierując się przytem głównie badaniami Suessa (patrz mapę, rys. 336). Wielki pas główny zawiera w Europie góry północnych wybrzeży m. Śródziemnego, Alpy, Karpaty i góry półwyspu Bałkańskiego. Z południowych krain nadbrzeżnych należą tutaj tylko góry Atlasu, albowiem północne wybrzeże Afryki na wschód od Tunisu posiada charakter zupełnie odmienny, tworząc poziomo leżącą płytę. Dalej ku wschodowi pas ten obejmuje Krym, Kaukaz i Azyę Mniejszą, następnie wyżynę Irańską i Hindukusz. Dochodzimy teraz do najwspanialszych wyniosłości ziemskich. Z Pamiru, owego „dachu świata“, obszaru źródłowego Amu-Daryi (Oxusu) i rzek Kaszgaru i Jarkendy wybiega na północy potężna gałąź, ogromny Tian-Szan, tworzący północną granicę wielkiej pustyni mongolskiej.

Z olbrzymich mas Hindukuszu i Pamiru wybiega także główne przedłużenie wielkiego pasa gór łańcuchowych, otaczających z południa pustynię Gobi; przedłużenie to stanowią najwyższe wyniosłości ziemi: Himalaje, Karakorum, Kuen-Lun i cała wyżyna tybetańska. Tu kierunek gór ulega całkowitej zmianie, zwracając się ku południowi; następują rozciągające się z północy na południe łańcuchy Arakanu, Birmy, półwyspu malajskiego, do których następnie nieco dalej przyłączają się wyspy Sundajskie, Sumatra, Jawa i in. zbudowane również według typu łańcuchowego. Tutaj zachodzi raptowny zwrot ku północo-wschodowi: dalszy ciąg naszego pasa odnajdujemy w długim łańcuchu wysp girlandowych, które od Borneo aż do Kamezatkanii towarzyszą wschodniemu wybrzeżu Azji.

W dalszym przebiegu pas ów opuszcza tutaj świat stary, który wiąże się z Ameryką Północną sznurem wysp Aleuckich, przedstawiających po większej części szczyty gór podmorskich. W Ameryce Północnej równoległe do jej wybrzeża zachodniego ciągnie się szereg potężnych łańcuchów w kierunku południowo-wschodnim i południowym. Są to góry Kaskadowe, Sierra Nevada, Góry Skaliste i pasma górskie, biegnące pomiędzy nimi. Odnogi ich ciągną się przez Meksyk aż do północno-zachodniej części Ameryki środkowej, gdzie nagle zachodzi całkowita zmiana kierunku. Zamiast podążać za biegiem lądu stałego w kierunku Panamy, łańcuchy zawracają ku północo-wschodowi; dalszy ciąg ich znajdujemy w wielkim łuku wyspowym Antylów, który wyspą Trynidad przypiera do brzegów Ameryki Południowej. Tutaj łańcuchy Wenezueli i Kolumbii, biegnące zrazu ze wschodu na zachód, później zaś z północo-wschodu na południo-zachód, doprowadzają nas do olbrzymiej ściany południowo-amerykańskich Andów, rozpostartych na niezmiernej przestrzeni od samego równika aż do południowego cypla Ameryki, do chłostanych przez burze skał przylądka Hoorn.

Rzut oka na mapę szybko nas oswoi z całym tym zawiłym przebiegiem. Główne jego zarysy w niewielu słowach dadzą się tak przedstawić: pas główny gór łańcuchowych okala ocean Spokojny od wschodu, północy i zachodu, stamtąd zaś wsuwa się pomiędzy Indo-Afrykę z jednej strony, a główną masę Europy i Azji z drugiej strony, mniej więcej stosując się do przebiegu wschodniej połowy „centralnego morza śródziemnego“ epok jurajskiej i kredowej.

Skupienie większej części młodocianych sfałdowań i spiętrzeń w obrębie tego nieprawidłowo biegnącego pasa jest jednym z najbardziej godnych uwagi i najciekawszych zjawisk, z jakimi tylko zaznajamia nas geologia topograficzna. Z czasem będzie ono miało rozstrzygające znaczenie w sprawie wysświetlenia istoty tworzenia się gór. Jednakże przyczyny tego stosunku dotąd jeszcze nieznamy. Mapka (rys. 336) zamieszczona na str. 528 daje obraz całkiem gruby, niezupełny i trafny tylko w najogólniejszych zarysach. Już dzisiaj znacznie dokładniej, niż na niej podano, możemy wyjaśnić związek, zachodzący np. pomiędzy górami łańcuchowemi Azji środkowej i południowo-wschodniej, i ich stosunek do wysp Malajskich, głównie dzięki syntezom Suessa (ob. niżej rozdział „Eurazya“).

Przedewszystkiem jednak powinniśmy tutaj wspomnieć jeszcze o jednym bardzo ważnym i niezbędnym uzupełnieniu przedstawionego obrazu, które podać możemy z pewną dozą prawdopodobieństwa. Zachodnio-australijski ląd stały jest starożytną płytą, pod względem budowy do Indo-Afryki zbliżoną. Krawędzi wschodniej odpowiada długie pasmo fałd, którego ciąg dalszy znajdujemy w Tasmanii. Nowa Zelandya i Nowa Kaledonia przedstawiają kawałki fałd, z przodu leżących. Zwłaszcza Nowa Zelandya jest przykładem krainy górskiej, która niemylnie jeszcze w niedalekiej przeszłości ruchom ulegała. Ślady tej świeżej działalności sił wypiętrzających przejawiają się w mnóstwie jej wulkanów, gejzerów i źródeł gorących, należących do najciekawszych w tym rodzaju zjawisk na całej ziemi (por. tablicę: „Tarasy nawarowe źródła Tetarata“ t. I, str. 474). Rozważając na mapie kierunek archipelagu Bismarcka i wysp Salomońskich trudno nie wpaść na domysł, że i te wyspy tworzą także ciąg dalszy pasma nowozelandzkiego, którego częścią składową są również wysokie góry wschodnio-południowo-wschodniego półwyspu Nowej Gwinei.

Jakkolwiekbyż wyjaśnione zostaną w przyszłości niektóre wątpliwe punkty, pozostaje w każdym razie faktem, że sfałdowania młodsze ograniczają się tylko do pewnych związanych ze sobą obszarów, które odpowiadają głównie przybrzeżnym częściom zpradawna istniejących oceanów: oceanu Spokojnego i centralnego morza śródziemnego. Nie znaczy to bynajmniej, aby w pozostałych częściach powierzchni ziemskiej nowsze przesunięcia mas wcale nie zachodziły. Tylko ujawniają się one tutaj — o ile wogóle zachodzą — prawie wyłącznie w postaci prostych przesunięć pionowych, w zapadaniu się płatów na przełamach, czyli w postaci uskoków; ruchy fałdowe odbywają się jedynie w pojedynczych miejscach i to na drobną tylko miarę.

## **Położenie i związek łańcuchów południowo-europejskich.**

Zaznaczyliśmy już wyżej, że wielki pas młodocianych gór łańcuchowych nie mieści w sobie wyłącznie tylko samych młodych gór, do nich bowiem przyłączają się także rozległe pola zapadlinowe i potężne filary gór starych, nietknięte ruchem obszarów sąsiednich. Tak się rzeczy mają i w europejskiej części owego pasa; hiszpańskie góry środkowe, Sardynia, prawdopodobnie także Korsyka, dalej połać gór starych na Węgrzech południowych, w Chorwacyi i w krainach przyległych, na-



reszcie część Tracyi — wszystko to są masy stare, które się ostały jako horsty; morze Tyrreńskie, Adrytyk, archipelag grecki i morze Czarne, następnie zaś równina rzeki Po we Włoszech górnych i równina węgierska przedstawiają najgłówniejsze pola zapadlinowe, a obok pomienionych pierwiastków odstępnych w bardzo rozmaitych kierunkach ciągną się liczne według alpejskiego typu zbudowane łańcuchy.

Chcąc zrobić pobieżny przegląd owych łańcuchów, zwróćmy się przede wszystkim do zatoki genueńskiej. Zaczynają się tutaj tuż obok siebie dwa potężne pasma górskie, Alpy i Apeniny, do nich zaś kupi się na wschodnim boku zatoki Lugduńskiej trzeci łuk górski, pirenejsko-prowancki (rys. 337).



Rys. 337. Szkic tektoniczny gór Europy. (Według E. Suessa).

Zacznijmy od Pirenejów. Odosobnione położenie tego wysokiego, lecz wąskiego łańcucha oddawna zwracało na siebie uwagę; odpowiednie umieszczenie go w systemacie europejskich gór sfałdowanych zdawało się niepodobieństwem. Trudność ta i dziś jeszcze nie całkiem jest przewyżczona. Pireneje stanowią jeden z rzadkich przykładów gór symetrycznych: poszczególne pasy strony północnej powtarzają się na stronie południowej. Niezwykle są także i właściwości osadów. Formacja kredowa jest tutaj nadzwyczajnie rozwinięta i rozpowszechniona, a natomiast ubogo i jednostajnie wykształcone są jura i tryas, które gdzieindziej w górach łańcuchowych zwykle mocno przeważają. Swoiste piętno nadaje też Pirenejom wielka obfitość skał serpentynowych i ofitowych. Najmłodszą warstwą,

biorącą jeszcze udział w fałdowaniu się, jest pewien zlepieniec, którego tworzenie się trwało od górnego eocenu aż do dolnego oligocenu. Miocen spoczywa na nim w warstwach poziomych, gdy tymczasem np. na północnym skraju Alp i Karpatów i miocen jeszcze ulegał zaburzeniu, a gdzieindziej nawet osady plioceńskie występują na krawędziach gór w warstwach dosyć mocno pochylonych. Grzbiet główny Pirenejów ciągnie się we wschodnio-południowo-wschodnim kierunku do zatoki Lugduńskiej i tam nagle się urywa. Natomiast łańcuchy Małych Pirenejów i gór Corbières na północ od wschodniego końca grzbietu głównego zostały odchyłone ku północo-wschodowi i przyparte do południowej krawędzi środkowej wyżyny francuskiej (plateau central). W charakterze dalszego przedłużenia ciągną się sfałdowane łańcuchy dokoła południowej krawędzi środkowej wyżyny w kierunku północno-wschodnim aż do samego Rodanu i po drugiej stronie jego, w Prowancji, przeważnie w kierunku wschodnio-zachodnim aż do przedgórskich łańcuchów Alp. Niepodobniestwem jest wszakże aby i trzon główny Pirenejów, wznoszący się do potężnych wysokości tuż przy samej zatoce Lugduńskiej, mógł w tejże zatoce doszczętnie zniknąć; musi i on posiadać jakiś ciąg dalszy. Dopatrujemy się go obecnie w krystalicznych jądrach gór Hyeryjskich i Monts des Maures pomiędzy Tulonem a Fréjus.

Łańcuchy alpejskie u ich początku, na skraju Alp Nadmorskich, ulegały ruchom skierowanym z północy na południe i ze wschodu na zachód, a Monts des Maures (Esterel) i góry Hyeryjskie leżą naprzeciwko nich w ten sposób, że długo uważano je za stare góry masowe, na których miał się zatrzymać ruch łańcuchów alpejskich ku południowi i ku zachodowi. Badacze francuscy wykazali jednakże, iż Esterel i góry Hyeryjskie nie tylko są prawdziwymi łańcuchami fałdowymi, lecz ponadto, że tutaj właśnie ruch boczny przybrał rozmiary niezwykle. Tak, według M. Bertranda, łańcuch Saint-Baume na wschód od Marsylii na przestrzeni 15 *km* został całkowicie ku północy przesunięty. Pod Le Beausset część formacji tryasowej została nasunięta na kredę górną, przyczem ruch poziomy ma wynosić co najmniej 6 *km*. Pireneje urywają się na zachodniej stronie zatoki Lugduńskiej, a łańcuchy gór Hyeryjskich temuz losowi ulegają pod Tulonem i Marsylią na wschodniej stronie tejże zatoki; wszelako i te i tamte góry niegdyś były ze sobą połączone. Słusznie więc E. de Margerie przypisuje zatoce Lugduńskiej to samo znaczenie, jakie przypada w udziale zagłębieniu Wiedeńskiemu: jeżeli załamanie się tego zagłębienia w epoce miocenińskiej oddzieliło Alpy od Karpat, to załamanie kotlinowy zatoki Lugduńskiej w tym samym czasie rozerwał łączność między Pirenejami a górami prowansalskimi. Na wschodzie morze zostało później całkowicie wyparte; na zachodzie zaś przestrzeń zajęta przez morze zwiększyła się wskutek nowego, późniejszego załamu, który nastąpił podczas pliocenu w zagłębieniu Roussillońskim na stronie północnej Pirenejów, a nad Golfo de Rosas na południowym ich zboczu.

Tak stwierdzony został związek, który istniał ongi między Pirenejami a górami prowansalskimi. Tam, gdzie te ostatnie zbliżają się do Alp, łańcuchy ich tworzą szczególniejsze snopokształtne skupienia. Do biegnących mniej więcej w północno-południowym kierunku łańcuchów przedgórzy alpejskich ciskną się o wschodnio-zachodnim przebiegu, pofałdowane i częstokroć przełamowemi fałda-



mi przecięte łańcuchy prowansalskie: Alpines, Luberon, Montagnes de Vaucluse, Montagne de Lure, Ventoux.

Alpy niebawem przybierają kierunek północno-wschodni, utrzymujący się aż do samego jeziora Bodeńskiego. Stąd bieżną we wschodnio-zachodnim kierunku aż do swych wschodnich krańców, sięgających Wiednia i najbardziej wschodniej części Styryi. Tutaj rozmaite łańcuchy alpejskie rozgałęziają się i w postaci gór samoistnych promieniują w bardzo pomiędzy sobą różniących się kierunkach (porównaj t. I, str. 387). Dwa wielkie pasma górskie biorą tu początek, Karpaty na północo-wschodzie i łańcuchy dynarskie na południo-wschodzie, a pomiędzy obu temi pasmami mieszczą się dwa nieznaczne szeregi wyniosłości, węgierskie góry środkowe i góry Ivancica, któremi na razie nie będziemy się tu bliżej zajmowali.

Rzućmy okiem na Karpaty. Góry te, po odgałęzieniu się pod Wiedniem od północnego pasa Alp, otaczają potężnym łukiem całą nizinę węgierską od północo-zachodu, północy i północo-wschodu, następnie zaś wiją się dokoła północnego, wschodniego i południowego boku kotliny siedmiogrodzkiej. Na granicy pomiędzy Siedmiogrodem, Banatem i Rumunią dalszy ciąg pasma karpackiego, jak wykazał Suess, zakręca ku południowi. Wspaniałymi skalistymi wąwozami z mnóstwem bystrzów przerywa je tutaj Dunaj. W Serbii i w Bułgarii łańcuch górski kieruje się ku południo-wschodowi i wreszcie przechodzi w wydłużony potężny wschodnio-zachodni łańcuch Bałkanu, którego koniec wschodni urywa się nad morzem Czarnem na przylądku Emineh. Przedłużenie tego ostatniego łańcucha widzimy po tamtej stronie morza w nadbrzeżnych górach Krymu i w bardziej jeszcze odległym Kaukazie.

Niemal równie wielkie znaczenie posiada południowo-wschodnie, dynarskie przedłużenie Alp. Z najdalej na południo-wschód wysuniętych gałęzi Alp, w Krajinie i w okolicach sąsiednich, wyrastają nowe łańcuchy, do których należą Istrya, Dalmacya, zachodnia część Bośni i Hercegowiny, Czarnogórze i góry Albańskie. Jeszcze dalej na południu spostrzegamy 2 pasma główne, a z tych jedno, Pindus, biegnąc w północno-południowym kierunku, tworzy najpierw grzbiet graniczny pomiędzy Tessalią i Epirem a dalej Alpy Etolskie i Akarnańskie. Następuje przerwa utworzona przez zatokę Korynecką. Jednakże na południowej stronie tej zatoki odnajdujemy znowu ciąg dalszy w górach, przerywających Peloponez z północy na południe i docierających do morza Śródziemnego na przylądkach Matapan i Malea. Główne części składowe wyszczególnionych gór stanowią wapienie kredowe i eoceńskie, piaskowce fliszu i łupki. W południowo-wschodnim Peloponezie wyruszają się z pod tej pokrywy starsze „góry podstawowe“ w postaci łupku krystalicznego i marmuru. Jak wykazał A. Philippson, kierunek dynarski—w ogólności południowo-południowo-wschodni — skutkiem lokalnych zaburzeń staje się tutaj bardziej chwiejnym. Oprócz tego od głównego dynarskiego trzonu Pindusu ku wschodowi odgałęziają się drobniejsze łańcuchy. Tworzą one góry Beocyi, Attyki i Eubei, jako też przedłużenie ich, wyspy Cyklady, ciągnące się wpoprzek morza Egejskiego (Archipelagu greckiego) z Europy do Azji, a w końcu prawdopodobnie i te pasma górskie, które od zachodnich wybrzeży południowej Azji Mniejszej suną w głąb lądu, pod względem geologicznym jeszcze bardzo mało zna-

nego. Drugie wielkie pasmo główne, wybiegające z Albanii, stanowią owe góry potężne, które od wschodu oddzielają równinę tessalską od morza: Olimp, Ossa i Pelion aż do najbardziej południowo-wschodniego krańca półwyspu Magnezyjskiego. Różnorodność greckich pasm górskich jest przyczyną wielkiego urozmaicenia w ukształtowaniu kraju, spotęgowanego jeszcze przez wielkie zapadliny (jak zatoka Korynecka) i liczne linie przełamowe. Wzdłuż owych linii przełamowych duże połacie gór osunęły się wgląb; powodują one prawdziwe rozczłonkowanie kraju i ujawniają się wyraźnie w wystrzępionych jego zarysach (konturach) i w bogatej rzeźbie wybrzeży. Jakkolwiek załamy te początkiem swym sięgają już młodszej epoki trzeciorzędowej, to jednak całkowity spokój jeszcze dotychczas nie stał się udziałem greckiej krainy fałdowej, czego dowodem są liczne trzęsienia ziemi, nawiedzające ten obszar.

Widzimy zatem, że wszystkie góry łańcuchowe południowo-wschodniej Europy pozostają w ścisłym związku z Alpami. Wszystkie te góry możnaby uważać za odnogi Alp, albo też naodwrot w Alpach możnaby widzieć skupienie zachodnich końców wszystkich gór łańcuchowych południowo-wschodniej Europy. Na południo-zachodzie mniej więcej podobne znaczenie posiadają Apeniny, które początek swój biorą nad zatoką Genueską, tuż obok Alp. Zwracają się one później ku południo-wschodowi i ciągną się przez całą długość półwyspu aż do zatoki Tarenckiej i do Kalabrii. Tutaj góry te skręcają ku zachodowi, a przedłużenie ich, biegnące w zachodnio-wschodnim kierunku, odnajdujemy na Sycylii. Stąd wkracza ono do Afryki północnej, tworząc tu łańcuchy, przerywane Tunisi i Algierą. W Marokku następuje znowu zwrot ku północy; pasmo górskie, przekroczywszy cieśninę Gibraltarską, dostaje się do Hiszpanii, ponownie zmienia swój kierunek, zwracając się ku wschodowi, i tworzy tu wielkie góry andaluzyjskie, mianowicie góry Sierra Nevada.

Nie będziemy już mieli później sposobności powrócenia do gór tych, które E. Suess objął nazwą „łuku granicznego zachodniej części morza Śródziemnego“ (por. mapkę na str. 531). Dlatego też pozwolimy sobie zamieścić tutaj jeszcze kilka krótkich uwag o ich budowie i o ich składzie. Apeniny — tak samo jak Karpaty wschodnie — zwracają ku północo-wschodowi swoją sfałdowaną stronę zewnętrzną. Tutaj szeroki pas fliszu otacza „góry starsze“, które na południowo-zachodniej stronie wewnętrznej osunęły się wgląb w wielkich, zwykle kotlinowych zapadlinach (porównaj t. I, str. 386). Te ostatnie są tak rozległe, że starsze paleozoiczne i mezozoiczne łańcuchy sterczą już tylko w postaci pojedynczych pni górskich. Jeszcze podczas plejstocenu ubyło tutaj dużo ładu, którego szczątki zachowały się w postaci wysp Sardynii, Korsyki i Elby, przeważnie ze skał krystalicznych złożonych. Ale czy ów ład stały zachowywał się wobec młodych fałdowań jako masa stężała lub też, czy on sam w nich uczestniczył jako składowa część łańcuchów apenińskich — na pytania te brak odpowiedzi. Nad zatoką Tarencką fliszowy i wapienny pas Apeninów dochodzą do morza Jońskiego; tutaj pasy te urywają się i tylko pas archaiczny wraz z przekraczającymi płatami górnej jury i górnej kredy ciągnie się dalej przez Kalabrię do Sycylii. Po ostrym skręceniu ku zachodowi skały archaiczne wynurzają się w Sycylii na północnej krawędzi wyspy, jako jądro gór Pelorytańskich; a wtedy ponownie pojawiają się także pasy młodo-



paleozoiczne i mezozoiczne oraz skały fliszowe, które w miejscu skrętu — pomiędzy dolno-włoską prowincją Potenza (dawniej Bazylikata) a wschodnim brzegiem Sycylii — ukryte były pod wodami morza Jońskiego.

Podobnie jak w Grecyi, początek tworzenia się przełamów przypada tutaj na młodszy trzeciorząd. We Włoszech południowych proces ten zaszedł aż tak daleko, że góry rozpadły się na pojedyncze wyspy, które zostały otoczone przez morze. Jednakże później ląd znowu wynurzył się z wód, pokryty poziomymi osadami epoki miocenińskiej i pliocenińskiej, które, zupełnie tak samo jak w Grecyi, do znacznych wysokości osłaniają góry starsze. Ruchy młode, podyluwialne także mają tutaj to samo znaczenie, co i w łuku dynarskim. Dalszy ciąg osadów trzeciorzędowych odnajdujemy na Malcie, przedłużenie starszych gór sfałdowanych — w łańcuchach północno-afrykańskich. Powtórzenie budowy geologicznej Apeninów rozpoznajemy po tem, że tutaj pas łupków krystalicznych (przeważnie zburzony) pojawia się na przestrzeniach nadbrzeżnych, za nim idą skały paleozoiczne, a naostatek fałdy mezozoiczne poruszone ku południowi. Ale podczas gdy łańcuch północno-afrykański na zachodzie zwraca się ku północy, aby, uczyniwszy skręt ponowny, wkroczyć do Hiszpanii i utworzyć tutaj nadbrzeżne Kordyliery Batyjskie, Atlas Wielki wraz z Antiatlasem rozciągają się w kierunku zachodnio-południowo-zachodnim i, coraz bardziej odchylając się od łańcucha północnego, dochodzą na przylądku Ghir do wybrzeży oceanu Atlantyckiego. I w Kordylierach Batyjskich z godną uwagi prawidłowością powtarza się budowa apenińska. Stare góry łupkowe pojawiają się na stronie wewnętrznej w pasie biegnącym równoległe do wybrzeża. Następnie ciągną się pasy mezozoiczne, silnie sfałdowane oraz pocięte uskoki i przesunięciami blaszkowymi, w końcu zaś następują osady trzeciorzędowe, które na skraju północnym Kordylierów zostały jeszcze dotknięte przez fałdowanie. Zgodność rozciąga się nawet na położenie młodych ognisk wybuchowych. Jeżeli więc w Apeninach, gdzie te ostatnie, co prawda, najwspanialej są wykształcone, spotykaliśmy lawy i tufy na krawędzi wewnętrznej, na zapadlinach, to w Afryce północnej i w Hiszpanii ukazują się one również na załamach wewnętrznych. Albo też, odpowiednio do wygięć łańcuchów znajdujemy je tam w poszczególnych punktach na samej krawędzi północnej, tutaj zaś na skraju południowo-wschodnim od Cabo de Gata aż do Cabo de Palos. Ruch fałdowań zwrócony jest na zewnątrz: w Afryce północnej ku południowi, w Kordylierach Batyjskich ku północy. Tutaj ruch ów znalazł naturalną granicę w mesecie (płycie) iberyjskiej, tym wielkim płacie, który stanowi jądro półwyspu Iberyjskiego od Kordylierów Batyjskich aż do Pirenejów i pod każdym względem może być postawiony w jednym rzędzie ze starymi górami kadłubowymi Europy środkowej. Stara ta kraina, po raz ostatni w okresie węglowym sfałdowana, wykazuje (mianowicie w brzeżnych swych częściach) płaską, pełną przerw pokrywę utworów mezozoicznych i jest przecięta licznymi przełamaniami, które nawet stworzyły zarysy zewnętrzne większych mas górskich. Na tej stężalej bryle złamał się skierowany ku północy napór Kordylierów Batyjskich i Sierry Nevady. Skutkiem tego kierunek rozciągłości owego łańcucha uległ zboczeniu ku wschodnio-północnemu wschodowi w stronę Balearów, domniemanego przedłużenia Kordylierów.

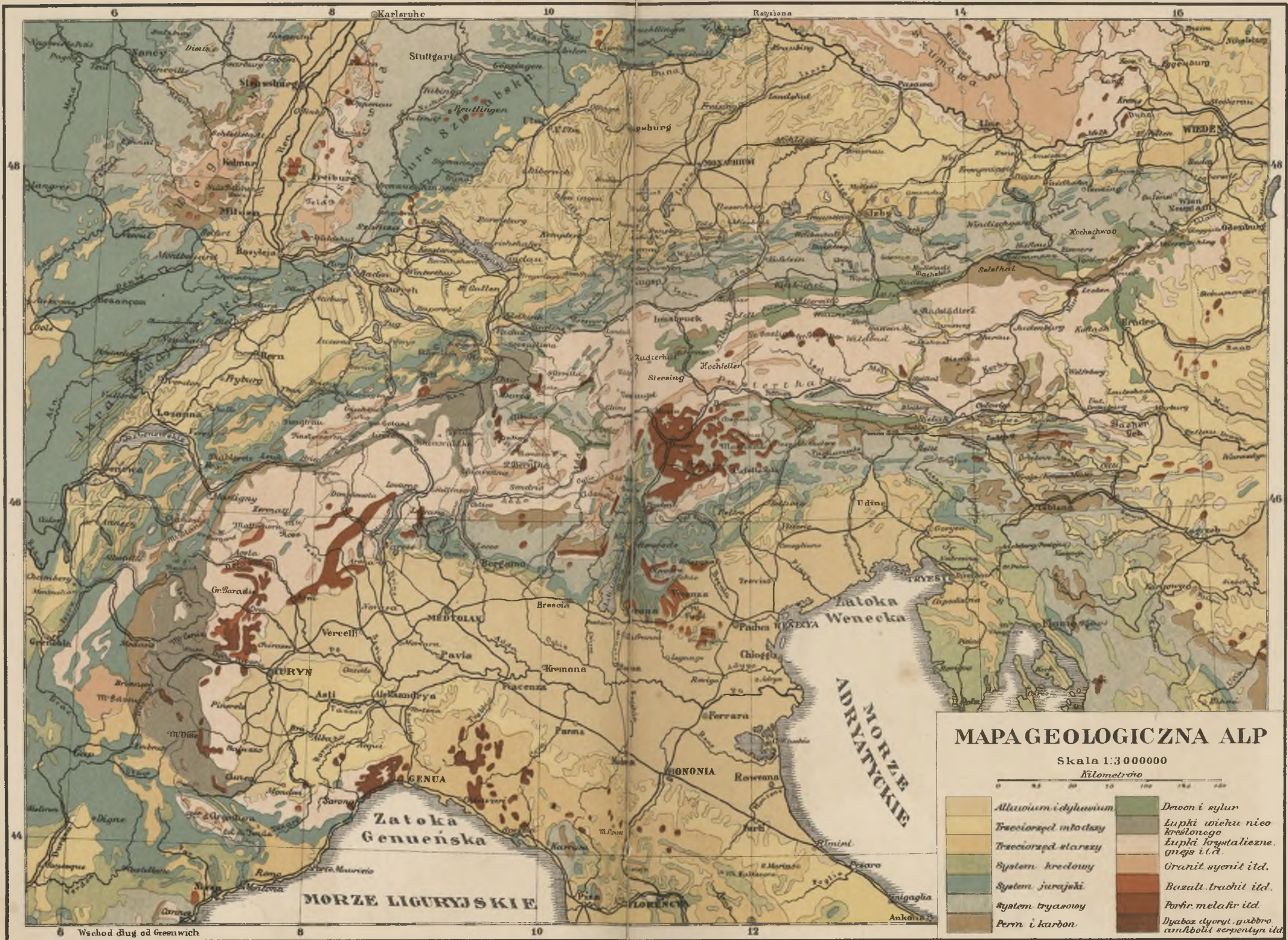
## A l p y.

Wyżej nakreśliśmy ogólny przebieg łańcucha Alpejskiego od zatoki Genuńskiej aż do okolic Wiednia i do Styrii. W pierwszym już tomie (str. 383) zdołaliśmy udzielić wiadomości o niektórych szczegółach budowy geologicznej i składu tych gór. Tak np. była tam mowa o zależności fałd najdalej na północ wysuniętych od położenia starych gór masowych (wyspa granitowa Dôle, Wogezy, Szwarzwald, masa Czeska), o wkraczaniu łańcuchów gór Jura na obszar zapadliny pomiędzy Szwarzwaldem a Wogezami, o oddziaływaniu masy Czeskiej nawet na wewnętrzne pasy Alp. Zaznaczono przeciwieństwo pomiędzy stroną zewnętrzną, sfałdowaną i zwykle na północ obaloną, a połamanym brzegiem wewnętrznym; wspomniano o składzie z poszczególnych pasów (molasa miocenska, pas fliszu, pas wapienny, krystaliczne pasy środkowe), wreszcie między innymi rzeczami potrącono nawet o geologiczny rozwój tych gór. Tutaj, trzymając się załączonej „Mapy geologicznej Alp“, musimy wejść bliżej w szczegóły tworzenia się łańcuchów.

W Alpach Zachodnich skały krystaliczne występują w dwóch wielkich współśrodkowo ułożonych pasach; w pasie wewnętrznym tworzą one smugę nieprzerwaną, w pasie zewnętrznym wynurzają się z pod sfałdowanej pokrywy systemów młodszych tylko w postaci odosobnionych, wyspowatych masywów centralnych. W pasie zewnętrznym, biorącym nazwę od g. Montblanc, obok odsłonięć mniejszych rozróżniamy głównie następujące jądra centralne: Alpy Nadmorskie, Pelvoux (masa Oisans), Belledonne, Grandes Rousses, Montblanc, Aiguilles Rouges, masyw Aarski, masyw Gotthardzki. Pas wewnętrzny, nazywany także pasem Monte Rosa albo pasem piemonckim, składa się z wielkiego, stosunkowo prosto zbudowanego, szeroko rozpiętego sklepienia skał krystalicznych, które na stronie wewnętrznej, ku równinie piemonckiej, urywa się ostro, a na stronie zewnętrznej opasane jest szeroką, energicznie sfałdowaną wstęgą utworów osadowych, wewnętrznym pasem osadowym Alp Zachodnich („drugim i trzecim pasem alpejskim“ Lorygo albo też „Briançonnais“ Dienera).

Wewnętrzny ten pas osadowy Alp Zachodnich pod trzema względami zasługuje na naszą uwagę: budowa geologiczna jest zawiła, zjawiska metamorfizmu są bardzo rozpowszechnione, a wykształcenie pewnych warstw zbliża się do wykształcenia wschodnio-alpejskiego. Typ ów — skądinąd obcy Alpom Zachodnim — najbardziej uderzająco ujawnia się w tryasowych wapieniach i dolomitach z gyroporellami. Oprócz skał pomienionych tryas Briançonnaisu reprezentują jeszcze kwarcyty, rogowce i łupki; znaczne rozprzestrzenienie posiadają skały formacji węglowej oraz skały formacji permskiej, zbliżone do t. zw. verrucano. Następnie lias i jura górna znane są w postaci wapieni; stwierdzono także występowanie kredy i zlepieńców eoceńskich. Działaniu metamorfizmu uległy mianowicie skały formacji węglowej, do której pomiędzy innymi zaliczane bywają także gnejsy chlorytowe i łupki mikowe, będące przedłużeniem łupków Casannajskich, wyodrębnionych nieco dalej ku wschodowi. Wszelako najosobliwszym utworem metamorficznym tego pasa są t. zw. łupki błyszczące (schistes lustrés), serycytowe, bogate w wapno łupki o napółkrystalicznych właściwościach. Na naturze tych łupków





### MAPA GEOLOGICZNA ALP

Skala 1:3000000

Kilometrów	
0 50 100 150 200	
Alluwium i dyluwium	Dracon i sylur
Trzeciorzęd młodszy	Łupki wieku nieo
Trzeciorzęd starszy	kresłonego
System kredowy	Łupki krystaliczne
System jurajski	gnęjs i t.d.
System tryasowy	Granit syenit itd.
Perm i karbon	Bazalt trachit itd.
	Porfir, melafir itd.
	Dyabaz, toryol, gabbro,
	amfibolit serpentyn itd.



długo nie umiano się poznać. Dopiero przez wykazanie występowania ich w rozmaitych systemach zdołano przynajmniej utworować drogę do jakiegoś wyjaśnienia. Masa główna łupków błyszczących należy zapewne do formacji paleozoicznych, a mianowicie do karbonu; ale i w tryasie ukazują się skały tego samego rodzaju. Rzecz godna uwagi, że ku wschodowi następuje stałe potęgowanie się właściwości metamorficznych środkowego pasa Briançonnais, utworzonego przez skały formacji węglowej. Środkowy ten pas formacji węglowej jest zarazem i dla budowy geologicznej wielce ważny: na wschód od niego fałdy ukośne chylą się w stronę wschodu, w kierunku Włoch, na zachód zaś od tego pasa wszystkie fałdy chylą się w stronę zachodu, w stronę Francji. W ten sposób wytwarza się struktura wachlarzowata, dominująca w całym Briançonnais. Ku południowi tektoniczne stanowisko środkowe w miejscu formacji węglowej zajmuje wstęga eocenu; ku północy szerokość pasa środkowego — według M. Bertranda — wzrasta do tego stopnia, że nawet masyw Monte Rosa zostaje w obręb jego wciągnięty.

W zewnętrznym pasie Montblanckim potężne ciśnienie boczne ujawnia się także w strukturze wachlarzowatej mas centralnych, występującej mianowicie w Pelvoux, w masywach Aarskim i Gotthardzkim i w samym Montblancu (ob. tom I, tablica profilów obok str. 370, u dołu). Osadowa wstęga pasa zewnętrznego (łańcuchy podalpejskie) została również energicznie sfałdowana. Powyżej już zaznaczyliśmy przebieg tej wstęgi na zewnętrznym skraju Alp Nadmorskich w miejscu skupiania się łańcuchów alpejskich i prowansalskich. Przypierająca z północo-zachodu szeroka masa Mont Pelvoux odsunęła łańcuchy podalpejskie daleko na zewnątrz, tak iż ciągną się one zrazu w kierunku wschodnio-zachodnim, potem zwracają się na północo-zachód, wreszcie zaś, zataczając łuk, kierują się ku północo-wschodowi i okalają rodzajem girlandy masę góry Pelvoux. Podczas gdy na północnym brzegu pasa Montblanckiego łańcuchy główne ciągną się bez żadnych przerw aż do swego wschodniego końca w Alpach Glarneńskich, pod Chambéry — z powstawaniem fleksur sygmoidalnych i wielokrotnych przesunięć blaszkowych ku północo-zachodowi — odłączają się pojedyncze łańcuchy i tworzą góry Jura (ob. t. I, str. 368 i 369). Dzięki temu pomiędzy odchyłoną gałęzią Jury a głównym trzonem Alp powstaje szeroka nizina krainy molasowej, zajęta przez zlepieńce, nagelfluh i inne utwory mioceńskie. Dalszy ciąg opisu tego najbardziej zewnętrznego pasa podalpejskiego i głównego trzonu Alp poprzedzimy tu jeszcze pobieżnym rzutem oka na Jurę.

Łańcuchy Jury oddawna bywają przytaczane jako szkolny przykład fałdowania prawidłowego (ob. t. I, tablica profilów obok str. 370, u góry) i całkiem słusznie. Normalne, wzdłuż wyciągnięte niecki („combes“) i antyklinalne zmieniają się tutaj w sposób nader prawidłowy. Ku południowi i południo-wschodowi, od strony krainy molasowej, Jura kończy się dosyć stromem urwiskiem, gdy tymczasem w kierunku zewnętrznym formy gór i fałdy stają się coraz bardziej płaskie, przechodzą stopniowo we fleksury, które w końcu znikają zupełnie i Jura Łańcuchowa rozpląszcza się na zewnątrz w Jurę Płytową. Jedno z najciekawszych zjawisk gór Jura tworzą nasunięcia, które powstały pod hamującym wpływem starych mas Szwarzewaldu i Wogezów. Już w t. I (str. 384) zaznaczyliśmy, że bezpośrednio u stóp starych jąder górskich rozpościerają się płasko uławiczone albo słabo ku południowi pochylone płyty Jury, które pod zabezpieczającym wpływem leżącej



pod nimi stężalej masy krystalicznej uchroniły się od sfałdowania. Powstawanie fałd stawało się możliwem dopiero dalej na południu, stosownie do położenia mas krystalicznych, w kierunku wschodnio-zachodnim. Najznacześniejszy z tych łańcuchów zaczyna się w Montagnes du Laumont, ciągnie się przez Mont Terrible pod Delemontem aż do łańcucha Lägerńskiego pod Badenem, na wschodnim końcu Jury Łańcuchowej. Wschodni odcinek tego łańcucha przez opór muru starych mas na północy został w głębi zahamowany, w górnej zaś swej części tak intensywnie sfałdowany, że rozmaitym zaburzeniom uległe pokłady tryasu zostały nasunięte na jurę i trzeciorzęd. Góry Jura są jeszcze pod innym względem ciekawe: jakkolwiek tektonicznie stanowią one część systemu Alp, to przecież osady ich tylko w nader drobnej części posiadają typ alpejski. W szczególności tyczy się to systemu tryasowego, obok tego jednak także i jury, zwłaszcza zaś utworów, leżących na jej górnej granicy.



Rys. 398. Glarneńska fałda podwójna. „die Mannen oder Apostel“. (Podług fotografii).

Powracamy do głównego trzonu Alp. W całym pasmie utworów osadowych na zewnętrznym brzegu pasa Montblanckiego panuje intensywna fałdźistość, która w sposób skrajny ujawnia się na masie Finsteraarhornu we wtłoczeniu w gnejs klinowatych fałd przeważnie wapiennych skał osadowych i odwrotnie, a także w przekształceniu wapienia na marmur (ob. rys., t. I, str. 373, 375). Na wschodnim przedłużeniu masy Finsteraarhornu leżą Alpy Glarneńskie: znowu teren, wyróżniający się isticie wspaniałemi zaburzeniami. Mocno sfałdowaną, szeroką nieckę eoceńskich skał łupkowych pokryła tutaj od strony południa powłoka skał starszych, a także samo pokrycie eocenu warstwami skał starszych zachodzi i od strony północy. Północną tę pokrywą tłumaczono również jako fałdę leżącą, przyczem ramię środkowe siodła północnego skutkiem potęgi ruchu miało uleść formalnemu wywalcowaniu i całkowitej redukcji. A zatem w tej fałdzie podwójnej geologicznie młode skały eoceńskie środkowej części niecki zarówno na północy jak na

południu zostałyby formalnie zawałone przez ukośne siodła, obalone w kierunkach wprost sobie przeciwnych. Wszakże odnośnie do skrzydła północnego, geologowie przechylają się obecnie na stronę innego, nieco odmiennego tłumaczenia: przypuszcza się, że łupki eoceńskie zostały całkowicie przykryte przez skały starsze, nasunięte na nie po płaskiej powierzchni, prawie 16 km szerokości mającej; i rzeczywiście nowsze spostrzeżenia w Alpach Glarneńskich (ob. rys. 338) zdają się poważnie popierać ten pogląd. Zresztą różnica pomiędzy oboma temi tłumaczeniami pod pewnym względem nie jest tak wielką, jakby się to zrazu wydawać mogło: w każdym razie zachodziły tutaj potężne ruchy zwierzchnich części skorupy, odbywające się mniej więcej w kierunku poziomym ale wprost do siebie przeciwnym, z jednej strony z południa na północ, z drugiej zaś z północy na południe.

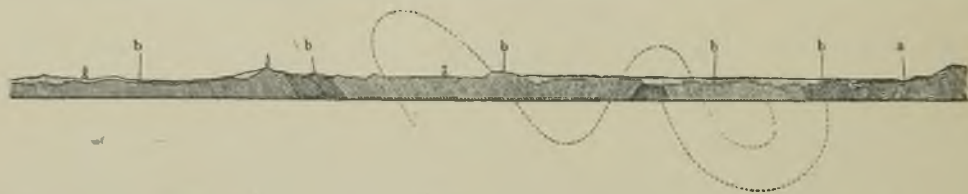
Pomiędzy krainą molasową na północy a wysoko-alpejską wstęgą osadową pasa Montblanckiego na południu w Alpach Zachodnich występuje samodzielny „przedalpejski“ pas górski, który zaczyna się nad Arwą, obejmuje Voirons, łańcuchy Chablais i Alp Fryburskich, i w coraz bardziej zmniejszającej się szerokości dochodzi stamtąd aż do samego Renu. Przedalpejski ten pas dzieli się na pasma romańskie, od Arwy do Aaru, i niemieckie, poczynające się od jeziora Tuńskiego. Istotny udział w składzie tego pasa biorą łupki fliszowe i piaskowce; szczególnie jednak uderza fakt, że osady mezozoiczne tego przedalpejskiego pasa inną wykazują fację niż we wstędze wysoko-alpejskiej. Pojedyncze pasma na północy tego przedalpejskiego pasa posiadają kształt łukowaty: wypukłą stroną krzywizny zwrócone są one na zewnątrz, ku północo-zachodowi; badając stosunki uławicenia, spostrzegamy, że tutaj na całej 120 km długiej przestrzeni, od Arwy aż do Renu, na staro-trzeciorzędowym fliszu spoczywają jużto dolomit tryasowy, jużto rath, lias albo jura. Skały mezozoiczne tworzą rodzaj splekanych sklepień, których strop został daleko na flisz nasunięty. W południowej części przedgórza Alp utwory fliszowe zdobywają przewagę; w pewnych okolicach utwory te zawierają wielkie ilości skał obcych, a mianowicie bądź jako części składowe piaskowca, bądź jako pojedyncze duże głazy, bądź też jako druzgoty. Niektóre z tych skał „egzotycznych“ są Alpom obce, zwłaszcza granity. Ponieważ przypuszczenie, przypisujące transport tych skał działalności lodu nie zdołało się utrzymać, przyjęto więc istnienie tu niegdyś wału skalnego, którego burzenie miało głazów dostarczać. Później we fliszu Sabaudzkim w Tanninges odkryte zostały duże wyspy granitowe, które można było uważać za szczątki owego wału skalnego („górn Windexkich“ według W. v. Gumbela), zniweczonego wskutek burzącego działania bijących wien fal morza trzeciorzędowego. Inne głazy tak dalece podobne są do skał mezozoicznych odsłoniętych w pobliżu, że zupełnie konsekwentnie wywnioskowano, iż skały te już w epoce staro-trzeciorzędowej tworzyły wyspy w morzu ówczesnym i dostarczały otoczków przybrzeżnych.

W pewnym związku z głazami egzotycznymi pozostaje jeszcze inne uwagi godne zjawisko tego pasa: prawie zupełnie zamknięty szereg skałek wieku mezozoicznego, wynurzających się z geologicznie młodszego fliszu, jak gdyby były szczytami gór starszych, które zapadły się i zostały okryte powłoką fliszu. W taki też sposób zwykle objaśniano te „skałki“ szwajcarskiego przedgórza Alp w łańcuchu Simmentalskim, w Giswyler Stöcken, w Stanzer i w Buochser Horn



i w okolicach Ibergu. Dzisiaj jednak większość geologów alpejskich widzi w skałkach resztki mas przesuniętych z południa na północ i pochodzących ze środkowego pasa alpejskiego. Są to zatem tylko zdenudowane płaszczowiny (porówn. t. I, str. 420), spoczywające na podkładzie młodszym, na którym „pływają“. Według tego poglądu, cały pas, otaczający Alpy wapienne, stanowi szczątki płaszczowiny, maskującej jego osady, które istotnie składały pierwszy pas zewnętrzny t. zw. Oberlandu (porówn. końcowy ustęp tego rozdziału).

Dochodzimy obecnie do krainy molasowej (porówn. str. 402) na północnej krawędzi Alp. W Szwajcaryi obok glin łupkowych i piaskowców ważną rolę grają tutaj szczególne zlepieńce, t. zw. „nagelfluh“, których grubość (miąższość) wzrasta tu do niezwykłych rozmiarów. Górno-oligocenkie i miocenkie te skały uległy również skierowanemu na północ naporowi alpejskich ruchów górotwórczych, powstały tutaj dwie albo trzy skośne fałdy, „antyklinala molasy“, a geologicznie starszy flisz i tutaj także znowu został nasunięty na północ na zapadłą molasę. Następstwem energicznego sfałdowania tego pasa pospołu ze znaczną miąż-



¶ [Rys. 339. Pas molasy na północ od Unterammergau (Bawaryja): a) flisz, b) molasa. (Według v. Gumbela).

szością molasy w Szwajcaryi było to, że tutaj mogły powstać bardzo poważnych rozmiarów góry, jak np. 1800 m wysoka Rigi i Speer. Jednakże dalej ku wschodowi zmniejsza się wysokość gór molasowych: w Alpach Wschodnich żaden szczyt górski tego pasa nie mógłby się wznieść powyżej 1000 m, ponieważ grubość skał i energia sfałdowania są tutaj mniejsze. W gruncie rzeczy jednak mamy tutaj przed sobą to samo zjawisko: i w Alpach Wschodnich gliny łupkowe, piaskowce i zlepieńce molasy są na skraju Alp sfałdowane, pokryte nasuniętym na nie fliszem, dalej zaś ku północy, w oddaleniu od brzegu gór, uławicenie ich stopniowo staje się bardziej płaskim (rys. 339). Choć mniejsza wysokość gór molasowych jakoteż potężna nieraz pokrywa żwirów plejstocenских rozmaitego rodzaju znacznie utrudniają obserwację antyklinali molasy w Alpach Wschodnich, to przecież żadnej wątpliwości nie ulega, że pas ten śledzić można bez żadnych przerw w postaci jednolitej wstęgi, ciągnącej się od Chambéry na zachodzie aż do okolic Wiednia.

Wspomniany już powyżej pas przedalpejski ciągnie się prawie bez żadnych przerw z zachodu na wschód, aż za Ren. Skały Sentisu przekraczają Ren i tworzą w Lesie Bregenckim góry zupełnie analogiczne do łańcuchów szwajcarskich, a złożone przeważnie z osadów formacji kredowej. Flisz, podzielony w Szwajcaryi na liczne smugi przez łańcuchy starsze, występuje tutaj w postaci pasa bardziej zwartego; dalej ku wschodowi wyspy starsze coraz bardziej znikają, aż wreszcie staro-trzeciorzędowy i górno-kredowy flisz, czyli piaskowiec wiedeński ciągnie się w postaci spójnej wstęgi aż do wschodniego końca Alp pod Wiedniem. W Alpach

Zachodnich następujące z kolei ku wewnątrz pasmo gór składa się z mas centralnych pasa Montblanckiego; pas ten kończy się na wschodzie masywami Finsteraarhornu i Gotthardu, znikając doszczętnie; dalej ku wschodowi niema nic takiego, coby za przedłużenie owego pasa uchodzić mogło lub zamiast niego brać się dało. Jakież tedy stosunek zachodzi między północnym pasem wapiennym i krystalicznym pasem centralnym Alp Wschodnich a pasmami górskimi Alp Zachodnich, i w jaki sposób w tej części gór odbywa się przejście z Alp Zachodnich do Alp Wschodnich?

Najbardziej uderzające zjawisko wschodnio-alpejskiego pasa wapiennego stanowią potężne masy tryasowych wapieni i dolomitów. Warunkują one istnienie rozległych wyniosłych wyżyn i tak znaczny wpływ wywierają na całe krajobrazowe i topograficzne ukształtowanie Alp, że granicę ich, linię Renu (z którą zresztą i inne zmiany geologiczne mniej więcej się schodzą) uważamy za główną granicę działową trzonu Alp i opieramy na niej — za przykładem Mojsisovicsa — podział Alp na Wschodnie i Zachodnie. Te wschodnio-alpejskie wapienie tryasowe pojawiają się najpierw na wschód od Renu w Recyi, a wschodnie ich przedłużenie przybiera w Alpach Lechtalskich prawidłową wschodnio-alpejską rozciągłość, skierowaną na wschód albo też na wschodnio-północny wschód. Natomiast w pobliżu linii Renu retyckie łańcuchy wapienne koło północno-zachodniego kąta masy Silvretta pod kątem prostym skręcają na południe. Duża załamowa kotlina Prättigauska kładzie tutaj tymczasowy kres dalszemu ich biegowi na południe; ale z tamtej strony tego wewnątrzalpejskiego terenu załamowego (zapadlinowego), wypełnionego utworami fliszowymi, łańcuchy wapienne napowrót wyłaniają się z południkowym mniej więcej kierunkiem rozciągłości i tworzą Alpy Oberhalbsteińskie. Krystaliczna masa Adula, do której przypierają te łańcuchy wapienne, biegnie tak samo jak one w prawie ściśle południkowym kierunku. System Aduli i Alpy Oberhalbsteińskie na obszarze Renu tylnego zbudowane są według jednego i tego samego planu. Równoległe linie zaburzeń dzielą góry na wąskie płyty, z których każdy po szczególe nasunięty jest na sąsiedni, przypierający do niego od zachodu. Tak system Aduli z dominującą w tektonice jego linią północno-południową graniczy w Val Blegno z Tesyńską masą Monte Rosy, rozciągającą się w kierunku prawie wschodnio-zachodnim. A jakkolwiek krystaliczna masa Aduli, zwracając się ku północo-wschodowi masy Silvretta i Livigno mogą być uważane za materialne przedłużenie masywu Tesyńskiego i pasa krystalicznego Monte Rosa, to jednak te biegnące w kierunku południkowym i północno-wschodnim łańcuchy tektonicznie są niezależne od Alp Zachodnich: tworzą one początek Alp Wschodnich. Podobnie ma się rzecz z wapieniami tryasowymi. Przecież i one także znajdują się w pewnym przestrzennym stosunku do wschodniego przedłużenia osadowego pasa Briançonnais, czyli wewnętrznego wysokoalpejskiego pasa osadowego. Tryasowe wapienie tej zachodnio-alpejskiej wstęgi górskiej są o wiele mocniej rozwinięte, niż dawniej przypuszczano, i wykazują najzupełniejszą zgodność z pewnymi wschodnio-alpejskimi tryasowymi wapieniami i dolomitami, w przeciwieństwie do utworów tryasowych na krawędzi pasa Montblanckiego, które przy swej nadzwyczaj skromnej miąższości rozwinęły się inaczej niż wschodnio-alpejskie. W tem znaczeniu we wschodnio-alpejskim pasie wapiennym



z jego potężnymi masami wapieni tryasowych, pomimo jego tektonicznej niezależności, możemy upatrywać przedłużenie Briançonnaisu.

Na południe od masywu Aduli w dolinie Tesynu dochodzimy do wąskiego pasa stromo ustawionych gnejsów amfibolowych i takich samych łupków, który, ciągnąc się w kierunku południowo-zachodnim, dociera pod Ivrea do równiny piemontkiej. Poczem ku południowi następuje znowu pas granitu, gnejsu i innych krystalicznych skał łupkowych: góry Jeziorowe, czyli masyw Czterech Jezior (Lago d'Orta, Lago Maggiore, Lago di Lugano, Lago di Como), i nareszcie południowy pas wapienny. Ponieważ zaś góry Jeziorowe bezpośrednio swe przedłużenie mają w krystalicznym pasie Veltlinu, a ten należy do Alp Wschodnich, ponieważ następnie łańcuch wapienny na południowym obrzeżeniu gór Jeziorowych tworzy początek wielkiego południowego pasa wapiennego Alp Wschodnich, przeto zachodnią granicę Alp Wschodnich, której przegląd zaczęty od północy doprowadziliśmy aż do masywu Aduli, możemy obecnie wraz z K. Dienerem przesunąć stamtąd aż do amfibolitowego pasma Ivrejskiego, wyraźnie oddzielającego masyw Czterech Jezior od zachodu, t. j. od krystalicznego pasa Monte Rosa.

A zatem krystaliczny trzon środkowy, czyli pas „gór pierwotnych“ Alp Wschodnich na początku swoim składa się z dwóch części głównych, z południowej wstęgi gór Jeziorowych i Veltlinu i ze znacznie potężniejszej wstęgi północnej, która sama znowu się na dwa pasy rozpada. Z tych jeden zaczyna bieg swój w masywie Adula od prawie południkowego kierunku rozciągłości, zawraca w towarzystwie pasm wapiennych ku północo-wschodowi i wreszcie w masywie Silvretta, jak wyżej już zaznaczyliśmy, przybiera kierunek bardziej wschodni. Pas drugi, składający się z masy Bernina, ciągnącej się w kierunku wschodnio-zachodnim, i z mniejszych jąder Alp Livignońskich, przypiera bezpośrednio od wschodu do masy Adula, w dalszym swym biegu również sunie ku północo-wschodowi i przechodzi w końcu w potężny masyw Alp Oetztaleskich. Oba te pasy zrazu bardzo zbliżone do siebie przylegają, lecz później rozchodzą się więcej. Utworzona wskutek tego niecka w Engadynie i w całej dolinie Innu aż powyżej Landecku została wypełniona utworami mezozoicznymi. Tryasowe i jurajskie to nawarstwienie składa się w kilka fałd, biegnących w kierunku północno-wschodnim, ale rozpościera się także w postaci szerokiej pokrywy w kierunku wschodnio-południowo-wschodnim aż do Ortleru, z drugiej zaś strony posuwa się i ku zachodowi koło południowej krawędzi masy Silvretta, gdzie łączy się z pasmami wapiennymi Alp Oberhalbsteińskich, mianowicie za pomocą wąskiej partii warstw retyckich i liasowych leżących na wysokości przełęczy Albuli. Oprócz tego na „górach pierwotnych“ pasów Silvretta i Bernina dochowało się jeszcze kilka mniejszych płatów wapieni mezozoicznych tam, gdzie, jak na Piz Alv, skały te, leżąc w nieckach albo załamach grabenowych, ostały się przed denudacją. Południowa taśma gór Jeziorowych i Veltlinu ciągnie się w kierunku zachodnio-wschodnim aż do intruzyjnego pnia tonalitowego gór Adamello, tutaj skręca ku północo-północo-wschodowi i za Meranem przybiera kierunek wschodnio-zachodni. A zatem cały pas „gór pierwotnych“ Alp Wschodnich, a wraz z nim północny i, jak zobaczymy później, także południowy pas wapienny, początkiem swoim świadczą o istnieniu sygmoidalnego po-

sunięcia ku północy. Na wschód od Brenneru pas „gór pierwotnych“ Alp Wschodnich ciągnie się jednolitą wstęgą w linii prostej ku wschodowi, staje się stopniowo coraz szerszym i zarazem coraz to niższym i wreszcie kończy się dwiema rozbieżnymi gałęziami, na północy górami Niedere Tauern (Nizkie Turnie) i Alpami Mürztalskimi, na południu zaś Alpami Noryckimi. W widłach obu tych gałęzi, na wschodniej krawędzi Alp, leży wielka sylurska i dewońska niecka zatoki Hradeckiej, której warstwy dewońskie wyróżniają się tem, iż licznymi szczegółami przypominają nadreński typ dewonu. Tutaj w kotlinie Kainachskiej do pasa środkowego docierają także i górnokredowe utwory Gosauskie, które gdzieindziej w występowaniu swem ograniczone są tylko do pasa wapiennego. Gałąź południowa na górach Eisenhut i Stangalpe posiada nawarstwienia karbońskie ze szczątkami roślin i pokładami antracytu.

W zachodnim odcinku łańcucha Tauern (Turnie) z kompleksu rozmaitych skał krystalicznych wydzielają się wyraźnie trzy grupy geologiczne: granitowe masy jądrowe otulone są płaszczem gnejsu i łupku mikowego, a do tego płaszczu z północy i z południa przylegają w części różnorodne fillity, w części zaś zmienny szereg skał łupkowych (łupek amfibolowy, talkowy, chlorytowy, wapienno-mikowy i t. p.; t. zw. „powłoka łupkowa“ Stura) z pokładami serpentynu i wapienia ziarnistego. Jużto granity są jądrem szeroko rozpiętych, kopułowatych antyklinali, jużto znów dochodzi tu do skierowanych na południe nasunięć całej masy. We wschodniej części pasma Tauern (Turnie) granitowe masy jądrowe nabierają cokolwiek łupkowych własności (gnejs centralny). Na granicy pomiędzy jądrami granitowymi a powłoką gnejsową, w tej ostatniej występują pojedyncze pokłady granitu lub nawet prawdziwe żyły granitowe; w jądrami tych widzimy lakkolitowe albo batolitowe intruzye.

Weźmiemy teraz pod rozwagę młodsze sfałdowane pasy na północ i na południe od pasa centralnego. O pasie molasowym z najbardziej zewnętrznej krawędzi północnej wtrąciliśmy już wyżej kilka uwag, na których tutaj poprzestać możemy. Dalej ku południowi następuje pas fliszowy. Fały kredowe tego pasa, rozciągające się ze Szwajcaryi ku wschodowi i przekraczające linię Renu, znikają w Lesie Bregenckim i na górze Grünten. Tutaj pas wapienny Alp wschodnich, występujący w coraz to większej szerokości, odpycha fałdy pasa fliszowego daleko na północ; tutaj także pod Hindelangiem, na granicy pasów wapiennego i fliszowego, zachodzi opisane przez Gumbela wylanianie się skał krystalicznych, będących odpowiednikiem granitu z Tanninges w Sabaudyi. Szerokość tamtejszego pasa fliszowego ulega tak mocnej redukcji, że pas ten nie tworzy już żadnego orograficznie samoistnego ogniwa górskiego. W spadziste fałdy zsunięte warstwy starotrzeciorzędowego i górnokredowego fliszu ku południowi zapadają stromo pod utwory pasa wapiennego, zwanego przez geologów austriackich także przedalpejskim, ale sama płaszczyzna kontaktowa (stykowa) jest wyborną płaszczyzną przełamu podłużnego, dającą się wysledzić na całej rozciągłości gór. Jak flisz ku północy nasunięty jest na molasę, tak samo też i fałdy wapienne nasunięte są na sfałdowany i na przełomie podłużnym opadły pas fliszowy. W okolicy Salzburga pas fliszowy zanurzył się całkowicie: rzadki przykład zapadliny na zewnętrznej krawędzi łańcucha sfałdowanego. Ale z tamtej strony Salzburga flisz rozpościera się na bardziej



rozległej płaszczyźnie; warstwy, które tutaj przeważnie do górnej kredy należą, zwracają się nieco więcej ku północo-wschodowi. Kierunek ten panuje aż do wschodniego końca Alp. Szerokość pasa fliszowego zwiększa się do 20 km; a pasma górskie, przeważnie gęsto zalesione, zaokrąglone i wysokość 1000 m rzadko przekraczające, tworzą teraz i pod względem orograficznym ważne ogniwo przedalpejskie. Linia graniczna od strony pasa wapiennego posiada i tutaj to samo znaczenie, co dalej na zachód. Różnica w budowie geologicznej istnieje tylko o tyle, o ile tutaj piaskowce i łupki w prawidłowym następstwie są pochylone prawie wyłącznie na południe i na południo-wschód. Objaśniane to bywa tem, że górnokredowo-starotrzeciorzędowy szereg warstw był jakoby zebrany w wielokrotne skośne fałdy, które w części rozbite zostały podłużnymi przełamaniami na pewną ilość równoległych smug, łusek, nasuniętych jedna na drugą.

W północnym pasie wapiennym Alp wschodnich osady tryasowe bezwarunkowo prym trzymają. Nad nimi w zgodnym, nieprzerwanym uławiceniu następują utwory jurajskie i dolno-kredowe; co do przestrzeni zaś, to pomimo wszelkich zmian, w kierunku fliszu przemagają głównie warstwy młodsze, a ku południowi—warstwy starsze. W Tyrolu północnym pas wapienny przedstawia się wogóle jako szereg niecek i siodła, który częstokroć przejęty bywa potężnymi przełamaniami podłużnymi, a także przełamaniami poprzecznymi i przesunięciami. Fałdom pojedynczym odpowiadają dziko poszarpane łańcuchy wapienne, jak łańcuch gór Miminger, Wettersztyn z górą Zugspitze, góry Karwandel i Kaiser. W porównaniu z Alpami zachodnimi energia fałdowania zmniejsza się już w Tyrolu, przełamy wysuwają się naprzód; ale jeszcze bardziej jest to widoczne we wschodnich częściach północno-alpejskiego pasa wapiennego. Zarazem w odcinku gór pomiędzy Salzachem a Innem, który przestronną swą doliną przecina całą szerokość pasa wapiennego, pas ten rozpada się na dwie smugi, północną i południową. W tej ostatniej panuje przeważnie uławicenie płaskie. W epoce tryasowej na rozległej powierzchni powstawały tu potężne, jużto uwarstwione, jużto masowe rafy natury wapienno-dolomitowej (por. str. 217), które jeszcze i w liasie, i w jurze tworzyły się dalej, przytem częstokroć tak jednostajnie, że wśród mas wapiennych nie zawsze możemy ściśle wytknąć granice tych formacji. Twarde te i nadzwyczaj grube wapienie rafowe mało tylko uległy działaniu fałdowania, a natomiast zostały przecięte potężnymi przełamaniami. Zamiast wydłużonych, zaostrzonych grzbietów północno-tyrolskich Alp wapiennych występują szerokie masy wyżyn wapiennych i wznoszą się stromemi ścianami nad werfeńskimi łupkami tryasu dolnego, wynurzającymi się w głębokich bródach, przeważnie na przełamach podłużnych. Łście krasowe pustynie kamienne, przerażające brakiem wszelkiego życia, tworzą powierzchnię tych olbrzymich kłoców wapiennych. Bez żadnej prawidłowości zmieniają się płaskie talerzowate niecki i niskie faliste wzniesienia. Tu i owdzie, jak na obszarach krasowych, powstają wąwozy i lejkowate gardziele. Wszystkie skały pokryte są żłobkami. Morze Kamienne, masyw Übergossene Alm, góry Hagen, góry Tennen, Dachsztyn, góry Martwe, Alpy wapienne doliny Ennsu stanowią najwięcej znane przykłady tych wyżyn wapiennych, przez które rzeki Salzach i Enns przerzynają się w głębokich a wązkich wąwozach, takich, jak Pass Lueg i Gesäuse; w leżących na południe od Wiednia wyżynach Raxalpe i Schneeberg

wapienne te utwory dosięgają wschodniego końca Alp. Chociaż w pasie tym nie ma wcale ostrego wypiętrzenia, to jednak w ogólności płyty wapienne upadają wyraźnie w stronę północy, t. j. od łańcucha centralnego ku krawędzi zewnętrznej. Południowa ta smuga północnego pasa wapiennego Alp wschodnich uderzająco przeciwstawia się tem smudze północnej, w której, tak samo jak w pasie fliszowym, za regułę uchodzi upad warstw ku południowi. I stosunki facyalne osadów tryasowych i jurajskich są też po części odmienne, a grubość warstw zmniejsza się. Według A. Bittnera, granica obu tych smug Alp wapiennych schodzi się ze znakomitą linią zaburzeń podłużnych: Buchberg — Mariazell — Windischgarsten; na linii tej najniższa część tryasu, łupki werfeńskie, wyłaniają się na powierzchnię w sposób taki, że tryasowe i jurajskie warstwy młodsze z północy i z południa zdają się zapadać pod starsze łupki werfeńskie linii zaburzeń. Jest to zatem linia największego podrzutotania formacji wapiennej. Dla dziejów fałd alpejskich ważną jest ta okoliczność, że cały szereg rozległych wychodni warstw gosauskich w obrębie tego pasa zaburzeń spoczywa bezpośrednio na łupkach werfeńskich: dowód, że utwór wapienny już w epoce górno-kredowej przybrał swoją dzisiejszą budowę tektoniczną.

I północny pas gór wapiennych także w bardzo znacznym stopniu uległ rozkawałkowaniu wskutek przełamów poprzecznych, a szczególnie podłużnych, i to w stopniu nawet tak znacznym, że pojedyncze smugi rzadko tylko tworzą fałdy zupełne, lecz przeważnie są tylko jednostronnymi szeregami warstw. Tam, gdzie te szeregi prawidłowo się powtarzają i w tym samym kierunku, ku południowi, upadają, powstaje struktura łuskowa; A. Bittner jasno ją wykazał w dolno-austriackich Alpach wapiennych, mianowicie tam, gdzie Alpy przybrały już północno-wschodni kierunek Karpat. Jednostronne te powtarzania się następstwa warstw uważane zwykle bywają za nasunięte na siebie skrzydła stropowe fałd skośnych albo leżących, których skrzydła spagowe uległy rozdarciu.

Na południu do pasa wapiennego przylega pas szarogłazowy, złożony z paleozoicznych łupków, piaskowców i szarogłazów z podrzędnymi pokładami wapienia i dolomitu; w przeciwieństwie do urwistego, zębatego charakteru Alp wapiennych uderza on swemi zaokrąglonemi i łagodnemi formami. Jakkolwiek w Styryi i w Salcburgu przy pomocy skamieniałości zdołano ustalić w tych warstwach wiele sylurskich, dewońskich i karbońskich poziomów, to jednak wobec nadzwyczajnej rzadkości tych skamielin jeszcze nam bardzo daleko do podziału gruntownego. Zresztą znaczna część osadów uległa tutaj krystalizacji: osady formacji węglowej przeobraziły się w gnejsy serycytowe, łupki mikowe i fillity, węgle — w grafit, czego z całą pewnością dowiodły szczątki roślinne, znalezione na Semmeringu, w okolicy miasteczka Bruck w Styryi górnej i na Steinacher Joch w Tyrolu. Ale i tam, gdzie jeszcze żadnych skamielin nie znaleziono, przypuszczać można, że fillity wapienne, fillity kwarcowe, łupki gliniaste, łupki gliniasto-mikowe i pokłady dolomitu, wchodzące do składu tego znakomitego obfitością kruszców pasa, należą głównie do formacji węglowej, w mniejszej zaś części nawet i do starszych formacji paleozoicznych. Tymczasowo wszakże ścisły podział na różniące się wiekiem piętra równie tu nie daje się przeprowadzić, jak w zachodnim przedłużeniu tych utworów, w łupkach bündeńskich Szwajcaryi wschodniej i w łup-



kach błyszczących Briançonnais. Ba, w tych zachodnio-alpejskich utworach różnicowanie podziałów jest bodaj jeszcze trudniejsze, gdyż tutaj i młodsze grupy warstw rozwinęły się całkiem podobnie: łupki błyszczące zawierają pewną część przypadającą na tryas, w łupkach bündenskich mieści się oprócz tego jeszcze cząstka, należąca do liasu. Oczywiście, z tej przyczyny trudne jest także i odcyfrowanie budowy geologicznej. Pomimo to zdołano rozpoznać, że warstwy złożone są w strome fałdy i że w ogólności wykazują tu upad, skierowany od pasa krystalicznego w stronę północy.

Przeciwieństwo między twardymi, odpornymi skałami pasa wapiennego a znacznie miększymi warstwami, na południe od niego biegnącymi, wyraża się nie tylko w formach gór, lecz daje także powód do swoistego rozmieszczenia koryt rzecznych i do charakterystycznego tworzenia się dolin. Prawie przez całe Alpy wschodnie przebiega szereg ze wschodu na zachód skierowanych, szerokich i głębokich dolin podłużnych, leżących w części na samej południowej granicy pasa wapiennego, w części zaś w bezpośrednim jej pobliżu: w Styrii dolina Mürzu, dolina Muru na przestrzeni od Bruck do Leoben i głęboka depresja ciągnąca się od doliny Muru do doliny Ennsu pod miasteczkiem Rottenmannem, wreszcie dolina Ennsu aż do Radstadtu. W podobny sposób południowej granicy pasa wapiennego ściśle towarzyszy i dolina Innu na długiej przestrzeni od Schwazu do Landecku, a w Alpach południowych to samo położenie zajmuje znaczna część doliny Puster. Skały formacji permskiej, najczęściej czerwone zlepienie, łupki i piaskowce, a w Tyrolu północnym także verrucano-kształtne brekcyje kwarcowo-serycytowe i fillity kwarcowo-serycytowe, leżą niezgodnie i przekraczająco na utworach pasa szarogłazowego, a natomiast wykazują zupełną zgodność z następującymi wyżej mezozoicznymi grupami warstw pasa wapiennego.

Występowanie osadów mezozoicznych nie zupełnie się zresztą ucina z południową granicą pasa wapiennego. W wielu miejscach większe lub mniejsze ich płaty leżą na krystalicznym trzonie centralnym i na krystalicznych łupkach paleozoicznych; doznały tu one zazwyczaj pewnej przemiany i posiadają więcej lub mniej uwydatnioną strukturę krystaliczną. Z płatów takich najważniejszy stanowią „utwory Taurów radstadzkich“, osady tryasowe mocno krystalicznej natury, miejscami ze śladami skamieniałości, pokrywające znaczną przestrzeń powierzchni na południe od Radstadtu. Inne, mniejsze płaty tryasowych i liasowych nawarstwień trafiają się w Alpach stubajskich na południe i na południo-zachód od Innsbrucku oraz w kilku innych punktach.

W Alpach zachodnich podobne płaty mezozoiczne (porówn. t. I, str. 389), leżące na pasach krystalicznych, odznaczają się swoim płaskim uławiceniem, co skłania nas do przypuszczania, jakoby w czasach pomezozoicznych nie miały już tam miejsca żadne ruchy fałdujące. Inaczej jest w lepiej dotychczas zbadanych wychodniach Alp wschodnich. Według G. Stachego i F. Tellera, wazki pasek dolomitu tryasowego pomiędzy Maulsem a Weissenbachem na południowej stronie przełęczy Brenner wfałdowany jest w paleozoiczny fillit kwarcowy w postaci skośnej niecki nasuniętej na południe; a na płatach tryasowych na południe od Innsbrucku F. Frech i F. Suess obserwowali znaczne nasunięcia, skierowane na północ. I tutaj wszakże można wykazać, że permsko-mezozoiczny szereg warstw leży

w przekraczającym ulawiceniu na formacjach starszych. Według F. Tellera, należy nawet przypuszczać, że ten młodszy szereg warstw w swoim rozpościeraniu się już od samego początku podlegał wpływowi starszych linii tektonicznych, przelamów podłużnych lub głębiej zanurzonych niecek fałdowych oraz że był zależny od poprzednio już utworzonej wypuklorzeźby tektonicznej. Późniejsze wfałdowania, przerzucenia i nasunięcia przekraczającego młodszego szeregu warstw odbywały się według tego samego planu zasadniczego, jak i fałdowania starsze.

Śledzenie mezozoicznych płatów wapiennych zwartego pasa centralnego zbliżyło nas do południowych Alp wapiennych. Występowanie szerokiego pasa mezozoicznych utworów wapiennych na południowej krawędzi „gór pierwotnych” stało się głównym powodem powstania nauki o symetrycznej budowie Alp wschodnich. Z nauką tą kojarzyło się wyobrażenie (porówn. t. I, str. 381), jakoby centralne masy Alp, wznosząc się z głębi ziemi, usunęły na obie strony utwory wapienne i złożyły je w fałdy. Z postępem nauki wyobrażenie to musiało zostać odrzucone i o tyle tylko utrzymuje się jeszcze, o ile pewne masy jądrowe Alp centralnych będą uważane za lakkolity. Aczkolwiek w sprawie istoty fałdowania górskiego doszliśmy obecnie do innych poglądów, to jednak kwestya budowy symetrycznej Alp wschodnich nie utraciła swojego interesu. Już pobieżny rzut oka na geologiczną mapę Alp (obok str. 536) pozostawia wrażenie, przemawiające na korzyść budowy symetrycznej, a rozważa bardziej szczegółowa wykrywa nawet analogie oczywiste. Jeżeli masy wapienne Alp północnych pochyłone są od skał pierwotnych ku północy, to na stronie południowej do skał owych przylegają podobne pokrywy wapienne ze słabym upadem warstw na południe. Skierowanym na północ nasunięciom i sfałdowaniom Alp północnych w południowych Alpach wapiennych odpowiadają także ruchy zwrócone na południe lub na południo-wschód. Co prawda, zjawiska te w Alpach południowych nie przez wszystkich obserwatorów bywają uznawane za fałdowania prawdziwe: właśnie jeden z najbardziej kompetentnych sędziów, E. Suess, chciałby w nich widzieć zapadliny, fleksury. „Oznaczam te zaburzenia”, powiada Suess, „mianem fleksur, chociaż one wszystkie różnią się dwoma znamionami od prostego typu fleksury schodokształtnej, a mianowicie tem, że skrzydło stropowe bywa przegięte albo przerzucone, oraz że spagowa część pochyłona jest, jakkolwiek słabo, w kierunku przeciwnym. Wskutek tego zaburzenia te otrzymują wygląd bardzo powierzchniowych fałd ukośnych, ale może każda fleksura musi doznać takiej zmiany, jeżeli razem z zapadaniem zachodzi ruch poziomy w kierunku zapadania”.

Choćby nawet natura owych południowo-alpejskich fałd była rzeczywiście zagadkowa, to zato żadnej już wątpliwości być nie może co do innych głęboko sięgających różnic między Alpami północnymi a południowymi. Tak w południowych Alpach wapiennych spośród utworów mezozoicznych wylaniają się wychodnie fillitu kwarcowego i innych skał napół-kryształicznych, należących do okresu paleozoicznego, jakie Alpom północnym zupełnie są obce. Wychodnia taka leży pomiędzy północnym końcem jeziora Iseo a jeziorem Idro; dalej następuje potężna, granitem przecięta wychodnia góry Cima d'Asta, na wschód od Trydentu, wyspa fillitu kwarcowego w głębi doliny Recoaro, drobniejsze wyspy w miejscowości Lorenzago pod Pieve di Cadore, w końcu zaś wydłużony grzbiet Karnijskiego łań-



ucha głównego i Karawanków. Drugim faktem ważnym jest różne rozmieszczenie skał wybuchowych, których na północy prawie całkiem brakuje, a które natomiast na południu prawie we wszystkich okresach wylewały się szeroko na powierzchnię albo też wtłaczane były w postaci lakkolitów. Ze staro-permskich czasów pochodzą: wielka pokrywa Bożeńskiego porfiru kwarcowego, wylewy porfirowe nad jeziorem Lugano i nad jeziorem Orta oraz niezliczone drobniejsze żyły porfiru, rozsiane po całym południowym pasie wapiennym. W tryasie, a może też i później zdarzały się głównie wylewy skał zasadowych, których ognisko zdołano rozpoznać w potężnym granitowym i diorytowym pniu erupcyjnym w miejscowości Predazzo (por. t. I, str. 296); wylewy te w postaci tufu i pokryw lawowych zostały wtrącone mianowicie w osady tryasowe Tyrolu południowo-wschodniego. Jeszcze wspanialszą jest całkiem analogiczna masa tonalitu (bogatej w kwarc odmiany diorytu) i granitu, która składa góry Ré di Castello, Adamello i Presanella, leżące między Val di Sole, Valle Camonica i Judikaryą; masa ta uległa zboczeniu w kierunku sygmoidalnego zgięcia Alp wschodnich, tam, gdzie się zaczyna zwrot ku północ-wschodowi. Wybuch tego potężnego pnia skał głębinowych nastąpił w czasach górno-tryasowych lub potryasowych, gdyż tam, gdzie na południowo-wschodniej granicy wapień tryasowy przebitý został przez tonalit, wapień ten na znacznej przestrzeni przeobraził się w marmur i zarazem wzbogacił się wszystkimi tymi minerałami krzemianowymi, które się ukazują w Predazzo albo też na blokach kontaktowych Sommy (por. t. I, str. 177), jako niemylny dowód wpływu wulkanicznego na osadową skałę sąsiednią. Świadczy to o względnie młodocianym wieku i o intruzyjnej naturze olbrzymiej tej masy. Prawdopodobnie tonalit nie dotarł aż do samej powierzchni, ale w postaci lakkolitu zastygł w skorupie: podczas gdy np. w okolicach pnia predazzońskiego, tak zresztą skądinąd podobnego, w wielkiej rozciągłości występują prawdziwe wulkaniczne skały wylewne, tufy, pokrywy lawowe, to z okolic daleko większego Adamella nic podobnego w tym rodzaju nie znamy. Otoczaki tonalitu także nigdy nie zostały znalezione w zlepieńcach przedplejstoceńskich.

Z utworów intruzyjnych należy dalej jeszcze wymienić: pasmo granitowe między Meranem a Brunneckiem, granit góry Cima d'Asta, diorytowe lakkolity Klausenu, otoczone bogatym w minerały pasem kontaktowym. Te ostatnie są starszego, przedpermskiego, wieku geologicznego, ponieważ otoczaki tego diorytu znajdują się w zlepieńcach permskich pod porfirem. Ale na znacznie młodszych skałach wybuchowych także nie zbywa. Z czasów trzeciorzędowych pochodzą wylewy bazaltowe okolic Vicenzy i trachity Euganejów (por. t. I, str. 291).

Ponieważ do tych ważnych różnic między północnymi a południowymi Alpami wapiennymi przylączają się jeszcze inne odstępstwa, wpływające na budowę w szczegółach, przeto nie może być żadnej mowy o ściśle symetrycznej budowie Alp wschodnich.

Południowy pas wapienny zaczyna się w postaci wąskiej wstęgi na południowym zboczu masywu Czterech jezior. Rozległe pokrywy porfirowe, zlepieńce i czerwone piaskowce formacji permskiej niezgodnie i przekraczająco rozpościerają się swymi płaskimi warstwami na zmytych czołach sfałdowanych warstw skalnych w górach Jeziorowych (licząc w to także karbońskie utwory Manno).

Na permie niczem nieprzerwaną koleją spoczywają osady mezozoiczne. Tworzą one płytę osadową, stopniowo rozszerzającą się ku wschodowi, a na budowę tej płyty aż do Val Sabbia głównie tylko przełamy wpływają; jedynie w częściach gór, zbliżonych do równiny, dają się zauważyć nasunięcia, skierowane ku południowi. Dopiero nad jeziorem Idro zmienia się budowa gór; pas wapienny w potężnym łuku wdziera się daleko na północo-północo-wschód. aby tutaj w zatoce Adygi na szerokiej powierzchni utworzyć połamaną, a w pewnych liniach może i po-fałdowaną krainę płatową. Pas wapienny zatem powtarza znane sygmoidalne wygięcie „gór pierwotnych“. Jednakże linii granicznej obu tych pasów nie wytyka poprostu samo tylko ich przyleganie. lecz jeden z najwspanialszych przełamów Alp, przełam judikaryjski. „Idąc od strony jeziora Idro ku północy, wchodzimy do doliny górnej Chiesy, Judikaryi, gdzie po lewej ręce widzimy potężne ciemne masy permskiego porfiru, tufu, łupku i piaskowca, po prawej zaś mamy wyblakłe wapienne ściany tryasu górnego. Zapadnięcie się gór po prawej stronie może z łatwością wynosić około 2000 m. Jest to ów potężny przełam, od którego zaczyna się zapadanie wszystkich gór, leżących ku wschodowi, w stronę Adygi. I pod miasteczkiem Storo istnieje to przeciwieństwo obu boków doliny. Może z 9 km dalej, w dolinie, skierowanej w prostej linii ku północo-północo-wschodowi, u wylotu Val di Daone, przełam ten przechodzi w wielką fleksurę. Te same ławice wapienia muszlowego, które dalej ku zachodowi, obciążone granatem i epidotem, w postaci pokładów białego marmuru zanurzają się na zachód pod granit, tutaj w postaci ciemnych, obfitujących w skamieliny ławic wielkimi łukowatymi płatami pochylają się na wschód ku dolinie, aby się ukryć pod wyższymi ławicami tryasu, które w płaskim uławiceniu tworzą wschodni bok Judikaryi“. (E. Suess).

Z doliny Judikaryi godny uwagi ten przełam ciągnie się w linii prostej ku północo-północo-wschodowi, dochodzi do Val Rendena, następnie przecina w poprzek góry i pod Malé krzyżuje się z Val di Sole, a na południe od Meranu z doliną Adygi. W północnej części tej 102 km długiej przestrzeni zachodni brzeg przełamu składa się z gnejsu i fillitu. Bezpośrednio przed wkroczeniem do doliny Adygi w przełomie wynurza się pień tonalitu; a i dalej ku wschodowi, tam, gdzie linia judikaryjska zwraca się ku północo-wschodowi, w końcu zaś ku wschodowi, a nawet wschodo-południo-wschodowi, przełamowi towarzyszy wydłużony pas granitowy, dochodzący aż do Brunneku. Na wschodnim końcu tego pasa, tylko nieco dalej na północ, ukazuje się inne lakkolitowe wtrącenie granitu, masa Antholcka; wszelako sama linia judikaryjska ciągnie się dalej pośród szeregu tryasowych raf dolomitowych oraz skał liasowych; F. Teller wyszedł ten szereg od Brunneku aż do Wimbachu nieopodal Sillianu i uznał go za nasuniętą na południe fałdę w fillicie paleozoicznym. Rify te wszakże tworzą tylko odrośle wydłużonych, sfałdowanych mezozoicznych gór wapiennych, które zaczynają się pod Abfaltersbachem w pobliżu Sillianu i, ciągnąc się w kierunku wschodnio-południowo-wschodnim między podłużnymi dolinami Drawy i Zili (Gailu), dochodzą aż do Villachu (Belaku). Zarówno na północy jak na południu góry te otoczone są przez fillit, w którym są one poniekąd pograżone; albowiem dwa potężne przełamy podłużne, przełam Drawy na północy i przełam Gitschu lub Gailu na południu, oddzielają mezo-



zoiczne fałdy wapienne od fillitu. Fałdowe te przełamy łączą się pod Abfalterbachem, a dalszym ich ciągiem jest linia judikaryjska. Stoimy tu wobec dyslokacyi, mającej około 330 *km* długości, która w swej wschodniej części wyraża się w fałdach górskich, gdy tymczasem na całej przestrzeni skierowanej ku północopółnocno-wschodowi, a stanowiącej linię Judikaryi w ścislejszem znaczeniu, przeważa charakter przełamowy.

Rzućmy teraz okiem na góry, objęte szerokim łukiem tej linii dyslokacyjnej. Uwydatnia się tutaj duża różnica między częścią wschodnią a częścią zachodnią. W tej ostatniej, odpowiednio do zwrotu pasa wapiennego ku północopółnocno-wschodowi, mezozoiczne utwory wapienne z obu stron Adygi zajmują szeroką przestrzeń i zwężają się stopniowo ku wschodowi. Natomiast tutaj, w Alpach Karnijskich, między linią naławiczenia permsko-mezozoicznego szeregu warstw a fillitem kwarcowym na południe od linii Gailu, występują intensywnie sfałdowane utwory paleozoiczne długiemi, prawie wschodnio-zachodniemi pasmem, które zaczyna się pod Sillianem, a na wschodnim końcu Alp Karnijskich przechodzi w Karawanki. Wyżej w rozmaitych miejscach (str. 125 i 169) zapoznaliśmy się już z tem tak zajmującym wykształceniem tego paleozoicznego szeregu warstw, obejmującego sylur, dewon i karbon. Aż do karbonu środkowego warstwy następują jedna za drugą bez żadnej przerwy. Wtenczas osady te uległy sfałdowaniu, a w karbonie górnym nastąpiła częściowa transgresya. Przeciwięstwo między energicznie sfałdowanym łańcuchem paleozoicznym a przypierającą doń z południa, płasko leżącą permsko-mezozoiczną krainą płatową z jej zapadlinami jest tak uderzające, że G. Stache i F. Frech właśnie tutaj z całą pewnością zdołali rozpoznać przedpermskie sfałdowanie pokładów.

Z permsko-mezozoicznych płatów w południowych Alpach wapiennych na wschód od Trydentu wznosi się wielka partya paleozoicznego fillitu kwarcowego, rozciągnięta z południo-zachodu ku północno-wschodowi; została ona przetrzęnięta przez granit Cima d'Asty. Niektórzy uważają tę partyę za wypiętrzone do góry sklepienie, podczas gdy E. Suess widzi w niej stojący bez zmian horst, wzdłuż którego cała kraina, leżąca na południo-wschodzie, zapadła się w głąb na licznych przełamach, a zwłaszcza na szczelinie doliny Sugańskiej. Prawo tektoniczne, któremu ta część Alp podlega, znajduje tutaj wspinały wyraz: granit Cima d'Asty nasuwa się na zapadły ku południowi wapień tryasowy, pod którym w odwrotnym porządku ukazują się z kolei jura, kreda i eocen.

Między starym płatem Cima d'Asta a okolicą Meranu, gdzie zaczyna się hakowate wygięcie linii judikaryjskiej, rozpościera się owa wielka, tarczowata pokrywa porfiru, o której już wyżej wzmiankowaliśmy pobieżnie (str. 548). Skutkiem tego góry wapienne rozpadają się na trzy części: południowa obejmuje obszar Sette Comuni aż do okolic miasta Belluno; część zachodnia, góry zatoki Adygi, dochodzi aż do linii judikaryjskiej; wreszcie część wschodnia tworzy ten obszar, który zwykle w sposób mało uzasadniony oznaczany bywa mianem „obszaru dolomitowego w południowo-wschodnim Tyrolu“. Kraina, leżąca na południe od Cima d'Asta, według E. Suessa, daje się przyrównać do wielkich zwróconych na południe schodów, których stopnie ku wschodowi stają się coraz szersze i coraz liczniejsze, ale zato coraz niższe. Linia doliny Sugańskiej wraz z jej podrzędniemi szczelinami daje

się śledzić na północo-wschód w stronę Pieve di Cadore i nawet dalej jeszcze poza tą miejscowością. Co najmniej na 2000 m oceniana bywa głębokość zapadnięcia się na tej linii, od której odgałęzia się linia belluńska i ciągnie się bardziej na wschód w stronę miasta Belluno. Dalszem przedłużeniem tej drugiej linii jest prawdopodobnie „frattura periadriatica“ Taramelliego; jest to linia przełamowa, która pod Gemoną krzyżuje się z rzeką Tagliamento i prawie aż do samej rzeki Isonzo tworzy granicę wyżej położonych wapieni tryasowych od strony zapadłych, a więc na południu leżących kredowych i trzeciorzędowych gór Wenecji.

Góry w zakręcie Adygi (Nonsberg, grupa Brenta oraz pasma górskie pomiędzy Adygą a jeziorami Idro i Garda) leżą obok biegnącej w kierunku północno-północno-wschodnim linii judikaryjskiej, na obszarze gwałtownych zaburzeń, ujawniających się występowaniem licznych spękań równoległych do linii judikaryjskiej, wzdłuż których warstwy zapadły się i przegięły ku wschodowi lub południo-wschodowi. Można tłumaczyć te zgięcia warstw jako fałdy, ale także jako fleksury nasunięte; wyżej (str. 547) scharakteryzowaliśmy je słowami E. Suessa. Niektóre z tych fałd lub fleksur w pobliżu doliny Adygi skręcają ku wschodowi. Dalszą komplikację powodują poszczególne północno-południowe przełamy, które na zachód od jeziora Garda, w okolicach Recoaro, rozchodzą się w kształcie wachlarza; należy do nich także wielki Schioski przełam krawędziowy, ograniczający od wschodu długą odnogę gór alpejskich, która wdziera się na równinę wenecką i dochodzi tu aż do Este.

Na wschód od wielkiej płyty porfirowej Bozenu w dolomitach Tyrolu południowego układ gór jest zupełnie inny. Osady permsko-mezozoiczne leżą tutaj tak, iż tworzą niejako rodzaj płytkiego półmiska. Dostyc jest spojrzeć na który z tych potężnych pni wapiennych, jak Drei Zinnen koło Schluderbachu (p. tabl. I, t. I, str. 13), aby rozpoznać prawie poziome uwarstwienie i przekonać się o braku prawdziwych zjawisk fałdowania. Natomiast cały ten obszar, tak słynny ze swojej krajo-brazowej piękności (porówn. str. 220), przecięty jest licznymi wielkimi przełamami. Najważniejszym wśród nich jest linia villnösska, która z kluazeńskiego fillitu kwarcowego wchodzi w utwory tryasowe, przecina góry Fanes i Monte Cristallo, a we wschodnim kierunku została wysledzona aż do Bladenu (Sappada). Warstwy permskie, stanowiące na północy podkład płaskich tych gór, leżący na fillicie kwarcowym, obnażają naokoło swe czoła, które należy uważać za brzeg denudacyjny. To samo sięga się jeszcze i do leżącej dalej na wschód a znacznie już węższej części mezozoicznej krainy płatowej w Comelico oraz na obszarze źródłowym rzeki Tagliamento.

Zupełnie inaczej jest we wschodnich Alpach Karnijskich i w Karawankach. Pasma wapienne odgranicza się tutaj od strony łańcucha paleozoicznego potężnym i zawikłanym wschodnio-zachodnim przełamem, któremu F. Frech nadał nazwę przełamu szczytowego (Hochwipfelbruch). Z drugiej strony do przełamu szczytowego podchodzi tu blisko przedłużenie linii doliny Sugańskiej, biegnące we wschodnio-zachodnim niemal kierunku. Stąd też pasmo wapienne rozpada się tutaj na pas północny, w wysokim stopniu zaburzeniom uległy, mieszczący się między przełamem szczytowym a linią Sugańsko-sawską, tudzież na pas południowy, Alpy Julijskie, który wykazuje uławicenie względnie spokojne. Kraina fałdowa i w Karawankach została rozłupana przez stromo w głąb spadające przełamy



podłużne na liczne, samoistne pasy, dające się śledzić daleko. Alpy Julijskie, które na południu linią Isonzo odcinają się od pasa kredowo-trzeciorzędowego, przechodzą w łańcuchy dynarskie, ciągnące się ku południo-wschodowi. Wiemy już wszakże, że te ostatnie na wewnątrz, w stronę Adryatyku, również zapadają się w głąb na wielkich liniach podłużnych. Tym sposobem krawędź Alp południowych spada w kształcie schodów w stronę równiny lombardzko-weneckiej i w stronę Adryatyku. E. Suess przypisuje osobliwsze znaczenie tym „periadryatyckim” przełomom i zapadlinom: nasunięte ku południowi fałdy albo fleksury południowych Alp wapiennych miały powstać skutkiem dążności do nasunięcia się na płat zapadły. A zatem pierwsze utworzenie się Adryatyku, o którego plejstocenijskim rozszerzeniu się kilkakrotnie już mówiliśmy (porów. t. I, str. 402; t. II, str. 442), byłoby zjawiskiem, które musiałyby nastąpić nieco wcześniej niż nasunięte fleksury lub fałdy. Wszelako tymczasowo wspaniały ten i jednolity pogląd na budowę gór południowo-alpejskich nie jest jeszcze ściśle udowodniony; przeciwnie, co się tyczy pomorza dalmackiego, G. Stache wypowiedział zdanie, że trzeciorzędowe fałdowanie się łańcuchów dynarskich powinno było zajść pierwiej niż załamanie się starego kontynentu adryatyckiego.

Wykład powyższy doprowadził nas do wschodniego końca głównego trzonu Alp, do tego obszaru, gdzie uwagę naszą przykuwają do siebie dwa ważne zjawiska: zawiły załam Alp od strony dwóch zagłębi miocenijskich, wiedeńskiego i węgiersko-styryjskiego, powtórne zaś wirgacze poszczególnych gałęzi alpejskich. Oba te zjawiska opisaliśmy już przedtem dość szczegółowo (t. I, str. 386 i 387). Nie pominęliśmy również i geologicznego rozwoju układu alpejskiego, kilkakrotnych fałdowań, którym on ulegał; rzeczy te były obszernie traktowane w tomie I na str. 388—391.

\* \* \*

Zanim opuścimy Alpy<sup>1)</sup>, wypada tu jeszcze zdać pokrótce sprawę z tych poglądów na ich budowę, które się wyłoniły w ostatnich kilku latach, głównie pod wpływem badań geologów szkoły francuskiej (porówn. t. I, str. 416—422), a które zdają się zyskiwać coraz to szersze koła zwolenników.

Dotychczas ogólnie mniemano, że fałdzistość stanowi znamioną cechę budowy systematu alpejskiego; fałdzistość tę brano przytem za skutek ciśnienia bocznego. Rozmieszczenie łańcuchów sfałdowanych zależy od oporu tych mas stałych, a mianowicie kadłubów i starodawnych masywów, które zmuszają nasuwające się na nie fale skorupy ziemskiej do zmiany pierwotnego kierunku. Najważniejszy wpływ na ukształtowanie się pasm alpejskich wywarły w tym względzie: centralna masa francuska na zachodzie, Wogezy i Szwarewald na północo-zachodzie, masyw czeski na północo-wschodzie a jeszcze dalej na wschodzie—płyta rosyjska (por. t. I, str. 391).

W przeciwstawieniu do tego, jak się zdawało, mocno ufundowanego poglądu, wysunięto ostatnimi laty ideę poziomego przesuwania się mas skorupy ziemskiej niezależnie od fałdowania się, ideę t. zw. płaszczowin — nappe de charriage — mogących ślizgać się poprzez czoła gór. Ideę tę najgłębiej uzasadnił znakomity ge-

<sup>1)</sup> Autorami tego ustępu są pp. prof. K. Bohdanowicz i dr. J. Grzybowski.

olog francuski Marcel Bertrand, stwarzając w r. 1900 swoją „mechaniczną teorię tworzenia się gór“ (Sprawozd. Ak. Par., t. CXXX). Według tej teorii głównym czynnikiem górotwórczości jest ruch poziomy, a fałdowanie się jest tylko procesem drugorzędym, towarzyszącym takiemu ślizganiu się mas skalnych.

Teorię swoją Bertrand opiera na zasadzie równowagi izostatycznej (por. t. I, str. 414 i 422), za pomocą której objaśnia zarazem zadziwiającą ruchomość skorupy ziemskiej, podlegającej prawom hydrostatyki, podobnie jak ciała ciekłe, tylko nie-skończenie powolniej. Izostaza wiąże się z ustalonymi prawami rozmieszczenia siły ciężkości, która nad oceanami wzrasta, nad lądami zaś maleje; według Bertranda, jest to możliwe tylko przy założeniu, że kotliny oceaniczne wciąż jeszcze zapadają się (t. j. zmniejsza się ich odległość od środka przyciągania), garby zaś kontynentów wciąż wznoszą się.

Rozumowanie to Bertrand stosuje do łańcuchów europejskich, które stopniowo narastały na krawędzi znacznej depresji, leżącej na południowej ich stronie. Bertrand odróżnia cztery istotne fazy orogeniczne tworzenia się gór sfałdowanych: 1) powstanie geosynklinali, w której nagromadzały się osady, wypełniające ją w miarę jej zanurzania się; 2) powstanie wypukłości (bourrelet) na południowej stronie geosynklinali; 3) nasuwanie się tej wypukłości w miarę jej tworzenia się i kształtowania na powierzchnię geosynklinali, którą ona pokrywa w postaci płaszczowiny (nappe de charriage), t. j. w postaci mas obalonych, nawzecznych; 4) wydzwignięcie się całego obszaru geosynklinali, dotkniętej takimi przekształceniami w głębi. Do tych czterech faz procesu górotwórczości dodać jeszcze należy następujące uwagi wyjaśniające.

Samo powstanie geosynklinali zawiera już w sobie założenie, że w tem miejscu istniał już nadmiar obciążenia. Tworzenie się osadów w geosynklinali pozostaje w prostym stosunku do prędkości zapadania się jej dna, tak, iż jest ona zawsze bliska wypełnienia. Obniżanie się geosynklinali możliwe jest jednak tylko wtedy, kiedy jednocześnie w głębi pod nią wypierana jest masa skalna objętości takiej samej, jaką posiada nowopowstały na niej osad. Postrzeżenia pouczają przytem, że geosynklinala posiada zwykle formę asymetryczną i jest pochylona ku południowi; stąd powstaje pozioma składowa ruchu skierowana ku południowi. Masy skalne, wypierane w głębi, zmuszane są do przesuwania się ku południowemu krańcowi geosynklinali, skutkiem czego wytwarza się tu wypukłość. Ta ostatnia odznacza się równowagą niestałą: zarówno pod wpływem własnego ciężaru, jak i napięć, powstających skutkiem ciągłego oziębiania się skorupy ziemi, wypukłość owa zaczyna przechylać się na powierzchnię geosynklinali, niejako płynąc po niej, skąd powstaje nappe de charriage — płaszczowina, przykrywająca geosynklinalę od południa ku północy.

Te poprzedzające ruchy w głębi i na powierzchni geosynklinali polegają więc na tem, że pewna objętość skał powierzchniowych, lżejszych zsuwa się na powierzchnię geosynklinali z owej kresowej wypukłości (bourrelet), a równocześnie także sama objętość skał gęstszych, w spodzie geosynklinali leżących, jest wypierana poza jej obręb. Skutek tego ruchu jest taki, że nadmiar obciążenia na obszarze geosynklinali z czasem musi się zamienić na jego niedobór; geosynklinala musi się zatem wydzwigać na mocy prawa izostazyi. Tym sposobem wznoszenie się gór następuje



dopiero po zjawisku szaryażu (charriage) i po ich sfałdowaniu, które to zjawiska właściwie wywołują ich powstawanie.

Proces szaryażu (tworzenia się płaszczowin) jest, według Bertranda, procesem najbardziej istotnym i znamionym w tworzeniu się pasma górskiego: dopóki nie dobiegnie on do swego końca, dopóty pasmo trwa w okresie swego tworzenia się. Zsuwanie się masy szaryującej albo zgoła nie pociąga za sobą zaburzeń w uwarstwieniu (skutkiem wielkiej miąższości), albo też towarzyszy mu energiczne fałdowanie.

Podczas tej trzeciej fazy górotwórczej mogą powstawać zatem fałdy zarówno w płaszczowinie jak w geosynklinali, lecz bez jednoczesnego wydźwignania się, a nawet bez wynurzania się przysłego pasma górskiego nad powierzchnię morza. Pasma górskie, jako pierwiastek geograficzny, powstaje dopiero podczas czwartej fazy, kiedy zebrana w fałdy masa wydyma się w postaci grzbietu na powierzchni ziemi, i od tej chwili zaczyna podlegać procesowi denudacji, rzeźbiącej zewnętrzne kształty łańcucha.

Jeżeli w czasie teraźniejszym pasmo górskie gdziekolwiek powstaje, to miejsca tego szukać należy pod oceanem, gdzie odbywa się, być może, praca powolna, niezmiernie zdradzająca się na powierzchni toni.

Taka jest w krótkim zarysie teoria mechaniczna Bertranda. Objasnia ona wiele zjawisk tektoniki górskiej w sposób prosty. Pod jej znakiem wykonano wiele poszukiwań geologicznych w Alpach, zwłaszcza zachodnich, dokonano rewizji spostrzeżeń dawniejszych.

To też budowa Alp w świetle nowych poglądów, których twórcami są przede wszystkim: Bertrand, Schardt, Termier, Lugeon, inaczej jest dziś pojmowana.

Kiedy budowa płaszczowinowa Alp zachodnich (porówn. t. I, str. 363 i nast.) z klasycznym przykładem Mont de Joly została rozwinięta przez Bertranda, i dla Alp zachodnich bez zastrzeżeń przyjęta, Lugeon pokusił się o zastosowanie teorii płaszczowinowej do Alp szwajcarskich. Teoria ta, której punktem wyjścia jest ruch jednostronny mas skalnych, natrafiła jednak na przeszkody, leżące w dotychczasowym pojmowaniu tektoniki Alp szwajcarskich, których pewne fenomeny były dotąd objaśniane dwustronnem ciśnieniem i ruchem. Takim szkopułem była przede wszystkim t. zw. podwójna fałda Glarneńska (rys. 338 i 340). Według Heima flisz w fałdzie tej leży w złobie mezozoiczno-permskim, a brzegi złoju skutkiem dwustronnego ciśnienia i parcia zbliżyły się do siebie, ku środkowi synklinali, przesuując w ten sposób mezozoicum i perm nad fliszem.

Lugeon pojął to zjawisko inaczej<sup>1)</sup>: antyklinala, złożona z werrukana w jądrze i mezozoicum po skrzydłach, wycisnęła się tu i położyła na fliszu, sunąc po nim ku północy, jako płaszczowina, przyczem leżące na fliszu skrzydło mezozoiczne zostało wygniecione i wyprasowane. W punkcie najwyższym płaszczowina ta, rozmyta i zdenudowana, tworzy okno geologiczne, przez które wyziera leżący pod płaszczowiną flisz. Ruch mas jest tu jednostronny, zwrócony ku północy (rys. 340, B).

<sup>1)</sup> M. Lugeon. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *Bullet. de la soc. geol. de France.* 1901.

Poparcia teorii tej dostarczyło również badanie skałek mezozoicznych w okolicy Szwyz i Brunnen nad jeziorem Czterech Kantonów. Synklinala, utworzona przez wapień kredowy, należąca do północnego pasa wapiennego, wypełniona jest tu trzeciorzędowym fliszem. We fliszu tym, właśnie na środku prawie synklinali sterczą wielkie masy skalne, tworzące malownicze strome szczyty małej i dużej Mythy, Rothfluh, odcinające się ostro od łagodnych zboczy fliszowych, a utworzone z wapieni tryasowych, jurajskich i kredowych. Litologicznie skały te są odmienne od najbliższych skał rówieśnych w północnym pasie wapiennym, stanowiąc element obcy tu, egzotyczny. Przypuszczano pierwotnie, że wystarczają one z głębi, przebijając powłokę fliszową i posiadając głębokie korzenie, jednakże studia w dolinie Sihl, obok grupy takich skałek w Ibergu, wykazały, że pod skałkami leżą miejscowe słabo sfałdowane osady łańcuchów wapiennych. Skałki więc pływają tu na fliszu, a ponieważ materiał ich jest odmienny od najbliższych osadów rówieśnych, wytłumaczyć je można jedynie jako oderwane części płaszczowiny, która nasuwała się z daleka ponad łańcuchami północnego pasa wapiennego.

Podstawową pracą Lugeona dla Alp szwajcarskich jest jego studium o pasie przedalpejskim i o Chablais.

Łańcuch ten górski, 120 km długi 30 km szeroki, tworzy brzeg zewnętrzny Alp na

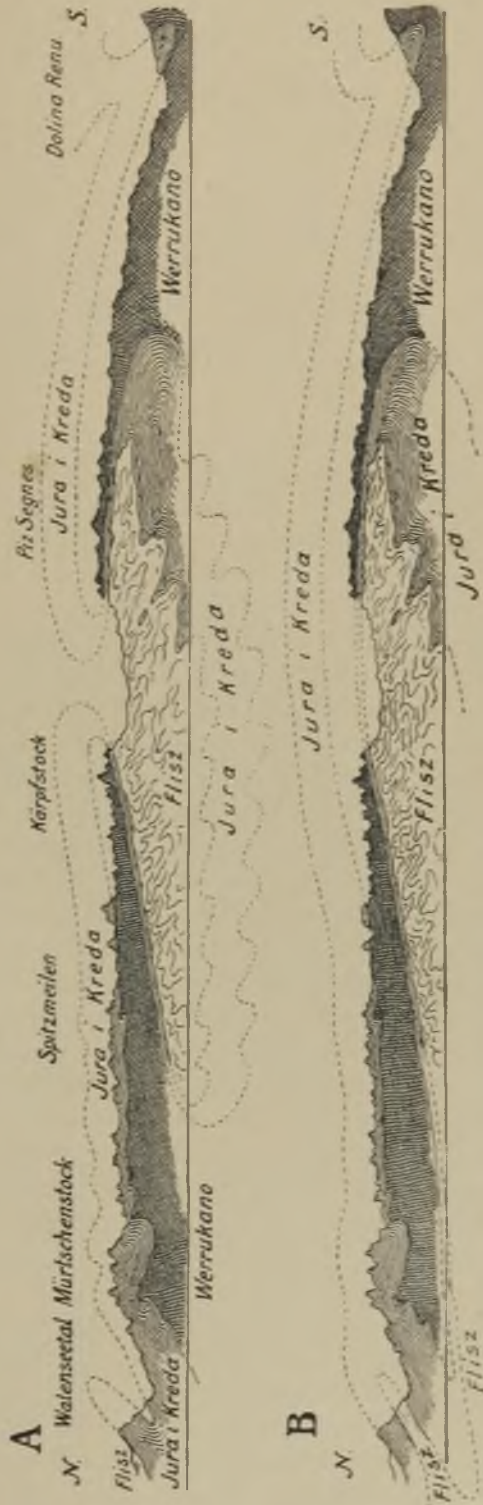


Fig. 340. Przekrój przez (larnoiński teren przemięci). (Według U. Steinmanna).  
A. Interpretacja dawniejsza Helveta (fałda podwójna). B. Interpretacja nowsza Lugeona (płaszczowina).



przestrzeni od jeziora Thun do doliny rz. Arve. Litologicznie składa się on z tych samych utworów co i skałki wspomniane z okolicy Brunnen, tu jednak osady te tworzą zwarte masy, sięgające do 2000 m wysokości nad poziom morza. Na północ-zachód łańcuch przedalpejski dotyka molasy, na południo-wschodzie graniczy z nimi północny pas Alp wapiennych, odmienny pod względem faun swych utworów mezozoicznych.

Łańcuch Alp wapiennych zanurza się pod pas przedalpejski. Tę nadległość wyraźną pasa przedalpejskiego skonstatowano najpierw w okolicy Diablerets i Dent du Midi, a na jej wytłumaczenie skonstruowano hipotezę, że Przedalpy stanowią resztkę zapadniętego później hipotetycznego pasma gór windelickich, i zostały nasunięte od północy na Alpy wapienne. I tu zatem musiano przyjąć z północy idący ruch mas, analogicznie do dawniejszego tłumaczenia podwójnej fałdy glarneńskiej.

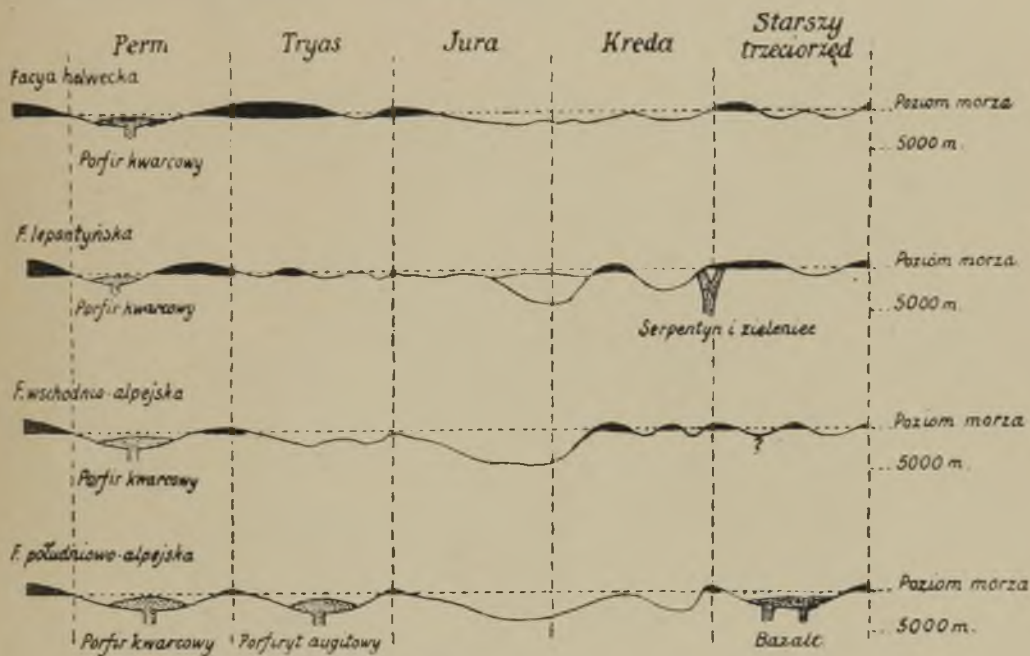
Dzięki bliższym studjom okazało się jednak, że w wewnętrznych łańcuchach przedalpejskich, w najwyższych niejednokrotnie ich regionach, występuje normalnie t. zw. wapień gruzowy (Trümmerkalk), rodzaj brekecyi tektonicznej, zawierającej między innymi odłamy starszych wapieni i dolomitów. Wiek tego wapienia stwierdzono jako jurajski, ale w podłożu jego, o ile to było widoczne, znaleziono nie warstwy starsze, lecz flisz trzeciorzędowy.

Tem samem została stwierdzona płaszczowinowa natura wapieni gruzowych, analogiczna do natury skałek. Gruzowe te wapienie poza pasem przedalpejskim znane są jedynie z południowej strony masywu Mont Blanc; w północnych Alpach wapiennych, ani w łańcuchach Jury niema ich śladu, stąd wniosek, że przewalić się one mogły na flisz tylko z południa, a nie z północy, jako płaszczowina, która przesuwiała się ponad łańcuchem Alp wapiennych. Przesunięcie zatem pasa przedalpejskiego na Alpy wapienne od północy zostało tem samem wykluczone, a za jedynie tłumaczącą zjawisko hipotezę uznano pojęcie „Przedalp“ jako odcięte przez erozyę od trzonu głównego czoło płaszczowiny, nasuniętej z południa.

Tak w Alpach zachodnich jak i szwajcarskich stwierdzono zatem jeden kierunek górotwórczych ruchów, kierunek ku zewnątrz łuku górskiego. Dążenie do ujednostajnienia poglądów na budowę całego łańcucha alpejskiego nurtowało ciągle wśród francuskich i szwajcarskich geologów, wywołując w pierwszym rzędzie krytykę dawniejszych idei tektonicznych i zbieranie dowodów na poglądy nowe, co do Alp zachodnich już przyjęte. Obok Termiera, Schardta, Lugeona występują, jako rzecznicy nowej teorii, Arnold Heim, a przede wszystkim Steinmann, który pierwszy wśród niemieckich geologów alpejskich budowę płaszczowinową rozciągnął i na Alpy wschodnie. Wysznuła przezeń treściwa synteza obejmuje już całe Alpy, i za nią też pójdziemy w poniższem przedstawieniu tego przedmiotu w świetle współczesnych poglądów.

Różnica pomiędzy Alpami zachodnimi a wschodnimi zaznacza się z jednej strony o wiele potężniejszym w tych ostatnich występowaniem wapieni i dolomitów, co wyraz swój znajduje już w krajobrazie. Pozatem jednak zasadnicza różnica leży w większej różnorodności facjalnej, w jakiej na obszarze Alp wschodnich występują mezozoiczne zwłaszcza formacje. Różnice te objawiają się tak w wykształceniu poszczególnych piętr mezozoicznych, jak i w ich cechach paleontologicznych.

Poznane dzięki badaniom przede wszystkim Suessa, Mojsisovicsa, Dienera facye te są wyrazem różnorodnych warunków fizycznych, jakie występowały w morzach mezozoicznych na różnych obszarach równocześnie. Ilustruje je wybornie Steinmann tabelką poniższą (rys. 341), w której uwzględnia cztery wyróżniające się facye: helwecką, lepontyńską, wschodnio-alpejską i południowo-alpejską. Historię ich uzmysławiają krzywe, oscylujące koło poziomych, przedstawiających zwierciadło mórz w czasie od permu do eocenu. Wznoszenie się krzywej nad poziomą odpowiada wynurzeniu się dna morskiego, a więc okresowi lądowemu, opadanie pod poziomą — zanurzeniu się i pogłębianiu dna, którego miarą jest wielkość odchylenia od poziomej. W związku z tem pozostaje naturalnie rozmieszczenie, miąższość, wykształcenie i charakter osadów rówieśnych.



Rys. 341. Schemat, przedstawiający stosunek czterech wielkich facyi alpejskich od permu do starszego trzeciorzędu, przed ruchem płaszczowinowym. (Według G. Steinmanna).

Linie faliste oznaczają głębokość morza; czarne zgrubienia oznaczają okres lądowy. Wybuchy mas wulkanicznych oznaczono punktami skupionymi.

Jeżeli przyjrzymy się teraz mapce (rys. 342), przedstawiającej rozprzestrzenienie tych różnych facyi na obszarze Alp, to uderzy nas zasadnicza różnica między Alpami zachodnimi a wschodnimi. Przede wszystkim facya wschodnio-alpejska występuje tylko wązkim pasem na wschodnim zboczu Alp zachodnich, podczas gdy w Alpach wschodnich odgrywa ona dominującą rolę. Facya południowo-alpejska (dynarska) nie bierze wcale udziału w budowie Alp zachodnich, wyklinowując się niejako ku zachodowi. Na odwrót, facya helwecka (północny pas wapienny) w Alpach wschodnich tworzy wązkie tylko obramowanie łańcucha Alpejskiego.

Facya lepontyńska, tworząca zwartą masę w Alpach zachodnich, tudzież odosobniony pas przedalpejski, na wschód od doliny Renu występuje w dwu izolowanych płatach wśród facyi wschodnio-alpejskiej, wyzieraając z pod tejeże w oknach









eze znacznie wcześniej, niż pas wapienny, albowiem urywa się już na górach Rosaliengebirge, położonych na południo-wschód od Wiener-Neustadt, i zanurza się pod młode utwory trzeciorzędowe zagłębia Wiedeńskiego.

Alpy nie zupełnie się tu urywają. Cały szereg pozostałych szczątków poucza nas, że Alpy północne, tudzież północna połowa łańcucha centralnego łączyły się niegdyś z Karpata mi. Najwyraźniej występuje to w pasie piaskowcowym. Pod Wiedniem do Lasu Wiedeńskiego z tamtej strony Dunaju przypiera góra Bisam oraz inne wyniosłości. Dalej, co prawda, następuje przestrzeń, mająca około 45 *km* długości, która jest pokryta utworami młodotrzeciorzędowymi i dyluwialnymi; ale za tą przestrzenią, nieco ku północo-wschodowi od Nikolsburga, w Morawii flisz znowu się pojawia w takim samym kierunku, a od tego miejsca ciągną się już dalej Karpaty daleko na wschód, aż do Bukowiny, Rumunii i Siedmiogrodu. Ale nawet w leżącej na południe od Nikolsburga przerwie, w której brak piaskowca, istnieją niemyślne oznaki owego związku w postaci pewnej liczby wielkich odosobnionych gór wapienia jurajskiego, które, w jedną linię ułożone, wsuwają się między północne a południowe partye piaskowcowe. Są to skałki, czyli góry wyspowe miejscowości Ernstbrunn, Staats, Falkenstein, Polau i Nikolsburg; swymi stromymi kształtami, jako też pokazną wysokością wśród łagodnej pagórkowatej okolicy tworzą one uderzający rys charakterystyczny krajobrazu.

W porównaniu z Alpami jedna z najbardziej uderzających różnic Karpat polega na szerokości pasa piaskowcowego i na miąższości jego skał. Podczas gdy szerokość pasa fliszowego Alp północno-wschodnich wyjątkowo tylko (pomiędzy Salzachem a Traunem oraz w Lesie Wiedeńskim) większa jest od 12 *km*, zazwyczaj zaś bywa o wiele mniejsza, to karpaccy pas piaskowcowy na znacznej części swej rozciągłości posiada szerokość 100 *km*, która miejscami zwiększa się aż do 120 *km*. Rozmaitość skał jest wybitnie większą, niż w Alpach.

Geologiczna budowa pasa piaskowcowego przedstawia prawidłowy system fałd, biegnących równolegle do zewnętrznej krawędzi gór; w zachodniej części gór fałdy te ciągną się z południa na północ, a później na północo-wschód, w środku mają kierunek wschodnio-zachodni, a na wschodzie skierowane są na południo-wschód, wreszcie na granicy siedmiogrodzko-rumuńskiej zwracają się na południe a następnie na zachód. W synklinalach panują przeważnie utwory młodsze, trzeciorzędowe, podczas gdy w antyklinalach wychodzą na jaw warstwy starsze, należące do systemu kredowego. W największej części antyklinal najstarsze z wynurzających się osadów należą do kredy dolnej, do neokomu, jednak nie bez wyjątku. Mianowicie na samej północy i na samem południu pasa piaskowcowego znajdują się dwie linie tego rodzaju, wzdłuż których wyłaniają się skały jeszcze starsze, bo należące do systemu jurajskiego; skały te wszakże nie występują w postaci wielkich nieprzerwanych mas warstwowych, rozpościerających się na rozległych przestrzeniach, a tylko w postaci niezliczonych raf wapiennych najrozmaitszej wielkości, od wielkiej góry, dochodzącej do kilkuset metrów wysokości względnej, aż do odosobnionej iglicy skalnej i do głazu, mierzącego tylko kilka metrów sześciennych objętości. Są to owe skałki i karpaccy, które należą do najszczególniejszych i najbardziej uderzających zjawisk geologicznych całej ziemi. Z dwóch linii tych skałek

jedna przebiega wzdłuż północnego brzegu pasa piaskowcowego, druga zaś w pobliżu południowej jego krawędzi. Linia północna nie rozciąga się daleko. Zaczyna się ona w Morawii nad rzeką Beczwą i ciągnie się stąd przez Śląsk austriacki do Galicyi zachodniej, gdzie kończy się na południo-zachód od Krakowa. Cała ta przestrzeń odznacza się mianowicie obfitem występowaniem utworów koralowo-rafowych, należących do najwyższego działu jury; należą tu przede wszystkim słynne ze swoich przepysznie zachowanych skamielin wapienie koralowe ze Stramberga pod Nowym Icznym w Morawii oraz takie wapienie z całego szeregu innych dobrze znanych miejscowości, jak Inwałd, Ignacowa góra i t. d. Do tej, tak bogatej w liczne skalki przestrzeni, od południo-zachodu przypiera okolica, gdzie one trafiają się tylko zrzadka; od Międzyrzecza ku południo-zachodowi aż do samej Morawy z piaskowca wyłaniają się tylko nieliczne skały wapienne, leżące ściśle na przedłużeniu owego bogatego w skalki pasa. Z tamtej strony Morawy, trzymając się dalej tegoż samego kierunku, znajdujemy jeszcze tylko jedną jedyną wychodnię wapienia jurajskiego pod Czetechowicami w górach Grzbietnych, na południo-zachód od Kromierzyża w Morawii: ku zachodowi ostatnia już skalka pasa północnego, która jeszcze sterczy z piaskowca. Jeżeli wszakże przez wiedeński załam kotlinowy przeprowadzimy linię, łączącą północny brzeg Alp pod Wiedniem z początkiem Karpat, czyli, innymi słowami, jeżeli na przestrzeni tego załamu uzupełnimy dawniejszą granicę gór, a następnie równoległe do tej linii przez pole zapadlinowe przedłużymy kierunek pasa skałek, to zauważymy, że kierunek ten jak najdokładniej trafia na szereg owych wyżej opisanych gór wyspowych z pod Nikolsburga, Staatzu, Ernstbrunnu i t. d., które w przerwie pomiędzy Alpami a Karpatami wystają z równiny albo też z płaskiej pagórkowatej krainy; wyspowe te góry przedstawiają rzeczywiście przedłużenie północnego szeregu skałek karpackich, który zatem dociera prawie aż do ostatnich odnóg alpejskiego pasa piaskowcowego.

Jeżeli północna linia skałek ważną jest z powodu tego, że świadczy o ścisłym związku między Alpami a Karpatami, jako też z powodu tego, że niektóre jej miejscowości wielce obfitują w skamieliny, to pas południowy jest stąd dla nas szczególnie interesujący, że tutaj zjawisko utworów skałkowych rozwinięte jest bez porównania pięknie. Zaczyna się on na Węgrzech w komitacie nitrzańskim (Nyitra) w pobliżu Nowego-miasta (Vág Ujhely, Waag-Neustadtl) i ciągnie się stąd łukiem przez górno-węgierskie komitaty trenczyński i orawski do Galicyi, gdzie zwłaszcza pod Nowym Targiem bardzo jest rozwinięty. W dalszym swym przebiegu wkracza on znowu na terytoryum węgierskie, ciągnie się tutaj przez północno-wschodni kąt Śpiżu i dochodzi prawie aż do środka komitatu szaryskiego (Sáros). Od tego miejsca południowe pasmo skałek nie tworzy już, co prawda, linii nieprzerwanej; ale cały szereg odosobnionych wychodni w komitatach ziemneńskim (Zemplin), unghvárskim i marmaroskim składa się na dalszy jego ciąg prawie aż do samej granicy siedmiogrodzkiej. Widzimy tu zatem olbrzymi łuk, którego długość wynosi około 550 km, a który otacza od północy prawie całe Węgry.

Nie możemy śledzić tego pasma skałek w całej jego rozciągłości; ale towarzyszące mu zjawiska są zbyt ciekawe, ażebyśmy nie mieli zastanowić się nieco bliżej nad rozwojem jego przynajmniej tam, gdzie fenomen ten dochodzi do swojego



szczytu. Pomiędzy Nowym Targiem w Galicyi a Pławcem (Palocsa) w komitacie szaryskim na Węgrzech, na przestrzeni mało co dłuższej od 100 km, skupia się przeszło 2000 skałek. Przytem szerokość pasma jest bardzo mała: wątpliwem jest, aby mogła ona gdziekolwiek przenosić 2 km, zazwyczaj jednak pozostaje ona znacznie w tyle poza tą miarą, tak iż na jeden kilometr kwadratowy przypada około 30 skałek. Ponieważ zaś w poniekórych częściach tej przestrzeni skałki takie są rzadkie, przeto w innych skupiają się one nadzwyczaj gęsto. Z pomiędzy tych 2000 z górą skałek niewielka tylko liczba tworzy pokaźne wyniosłości, a w liczbie tej przede wszystkim mieszczą się Pieniny z pod Szczawnicy w Galicyi, potężna góra, przepiłowana na dwie części przez rzekę Dunajec; od góry tej cały ten obszar skałek otrzymał nazwę pasma skałek pienińskich. Oprócz Pienin jeszcze kilka innych skałek posiada wielkość dostateczną, aby górować nad swoim otoczeniem; ale przecież jest to tylko drobna mniejszość. W ogólności zaś skałki jurajskie są zbyt małe, aby mogły wywierać jakiś większy wpływ na charakter krajobrazu. Najgłówniejsze rysy jego rzeźby zależą od właściwości i uławicenia otaczających skałki piaskowców; ale na ich łagodnie zaokrąglone wyniosłości oraz niecki nasadzone są niezliczone drobniejsze iglice, obeliski, stożki, piramidy albo zaokrąglone głowice wapienne, które tylko dlatego wystają ponad powierzchnią, ponieważ ich materiał jest twardszy i lepiej opiera się wietrzeniu, niż otaczające łupki i piaskowce. Jednak niektóre skałki jurajskie zbudowane są z materiału, łatwo wietrzejącego, nie tworzą przeto wcale żadnych wypukłości terenu i są „skałkami“ tylko w znaczeniu geologicznem, a nie w krajobrazowem.

Gdy w jakiej niezalesionej okolicy, pełnej niewielkich a licznych skałek, będziemy się przyglądać temu pasowi z jakiego sąsiedniego punktu wyniosłego, to zapewne przyznamy, że trudno jest wystawić sobie widok godniejszy uwagi: zdaje się, jak gdyby na bardzo zresztą łagodny krajobraz rzucona była wążka i chropawa wstęga, całkiem nastroszona skalistemi kopułami, blokami, iglicami i cyplami (por. tabl. VIII). Wszelako stosunki te przedstawiają się jeszcze bardziej uderzająco, gdy je rozpatrujemy ze stanowiska geologicznego i kusimy się o objaśnienie tego utworu. Przede wszystkim ważny jest przytem niezwykle brak wzajemnej zależności pomiędzy poszczególnymi partjami wapieni. Bardzo często dwie skały, bezpośrednio obok siebie położone, składają się ze zgoła różnego materiału, a nawet z odrębnych rozwojów facyalnych jednego i tego samego poziomu i wykazują całkowicie odmienny kierunek i upad. Z tego jednego już wynika, że bynajmniej nie wszystkie skałki są wierzchołkami wielkich mas, ciągnących się w głąb ziemi; albowiem, gdybyśmy je sobie wyobrazili rozszerzonymi w ten sposób ku dołowi, to wtedy przecinałyby się one we wszystkich kierunkach, co oczywiście jest niemożliwem. Wiele skałek, prawdopodobnie nawet większość ich, nie jest niczem więcej jak tylko potężnymi głazami, które ze wszystkich stron otoczone są młodszymi marglami i piaskowcami; w rzeczy samej, pewna liczba skałek została już doszczętnie wyrobiona przez kamieniołomy. Ale również pewną jest rzeczą, że wiele innych partji tego wapienia, mianowicie największe, rzeczywiście leżą na miejscu swego powstania, a u takich zwykle i kierunek rozciągłości jest bardziej prawidłowy i równoległy do podłużnego biegu pasa skałek. Zauważono również, że w tych większych skałkach warstwy w północnej części pasa ska-



Tabl. VIII. Skatki Czorsztyńskie. (Podług fotogr. Tow. Tatr.).



łek mają upad północny, w południowej zaś—południowy; prawdopodobnie zatem mamy do czynienia z fałdą antyklinalną, która jest mocno spękana i podruzgotana. Słuszności tego poglądu dowodzi ta okoliczność, że i otaczające piaskowce, pomimo wszelkiego zagmatwania i nieporządku swojego uławicenia w szczegółach i w bezpośrednim pobliżu skałek, przecież—uwazane w ogólności—tworzą tutaj również sklepienie.

Chociaż pogląd ten podaje istotę zjawiska w najogólniejszych zarysach, to jednak zachodzi pytanie, czemu to tutaj z fałdowaniem połączył się zgoła osobliwy fenomen tworzenia się skałek, podczas gdy w tysiącnych innych przypadkach nie podobnego nie daje się zauważyć. Próbowano rozmaitych objaśnień. Przypuszczano, że skałki już w takim samym charakterze sterzczały z morza kredowego, albo też, że tutaj nastąpił jakiś bardzo wielki uskoki; wszelako poglądy te przy bliższem ich zbadaniu nie dają się utrzymać. Prawdopodobnie mamy tu do czynienia z prostem tworzeniem się fałd, w którym tylko wskutek niezwykłych własności skał występują całkiem anormalne zjawiska następcze. Przedewszystkiem, działa tu zapewne znaczna różnica co do oporności i twardości pomiędzy nadzwyczaj mocnymi wapieniami jurajskimi a miękkimi leżącymi na nich łupkami neokomskimi i piaskowcami. Według wszelkiego prawdopodobieństwa, te ostatnie skały zostały zgięte całkiem bez przełamu, gdy tymczasem leżące pod nimi wapienie przez siłę ciśnienia zostały złamane i podruzgotane. Ale do tego przybywa jeszcze inny punkt. Właśnie na obszarze skałek następuje zetknięcie dwu całkiem od siebie różnych rodzajów wykształcenia jury, które graniczą ze sobą prawie bez żadnego przejścia; oba znacznie się różnią pomiędzy sobą swoją grubością, a prócz tego niewątpliwie utworzyły się w dosyć różnej głębokości morskiej. A zatem utwory jurajskie od samego początku przedstawiają nie jedną wielką, jednolitą, poziomą płytę wapienną, lecz dwie płyty nierównej grubości i w różnych poziomach położone, które graniczą na obszarze skałek i tutaj łączą się ze sobą ukośną częścią pośrednią, osadzoną na spadzistem dnie morskiem. Jeżeli pomyślimy teraz o tem potężnem ciśnieniu bocznem, które wywołało sfałdowanie całego systemu piaskowcowego, i wyobrazimy je sobie działającym na ten swoisty osad wapienny, to, naprzód, jest rzeczą jasną, że właśnie tutaj musiało nastąpić zaburzenie o sile nadzwyczajnej, największa i najbardziej intensywna fałda całego pasa piaskowcowego. Prócz tego wszakże, w miejscu stykania się owych płyt wapiennych nie mogła wcale powstać antyklinala normalna: część łącząca musiała całkowicie uleść zgruchotaniu, a czoła warstw obu płyt poziomych musiały być wsunięte jedne w drugie. Znaczne płyty były zupełnie na proch skruszony i podruzgotane, a miękkie skały neokomskie, które wówczas zapewne były jeszcze nieco plastyczne, zostały wgniecione między okruchy wapienne albo też te ostatnie zostały w pierwsze wcisnięte. Tylko w taki sposób możemy zdać sobie sprawę z tych tak niezmiernie szczególnych zjawisk, a i rozmaite szczegóły w występowaniu skałek wybornie zgadzają się z tem objaśnieniem.

Pas piaskowcowy, wewnątrz którego leżą linie skałek, tworzy najgłówniejszą i najbardziej stałą część składową Karpat; ba, w niektórych częściach swego biegu góry te składają się wyłącznie tylko z piaskowców, albo też do tych ostatnich ze skał innych domieszane są tylko jeszcze potężne masy trachitowych

utworów wybuchowych, które są znacznie młodsze od piaskowców. Taki przypadek zachodzi w znacznej połaci gór, która od linii Koszyce—Tarnów rozciąga się daleko na wschód aż do okolic Marmarosz-Szigetu, ponieważ wszystkie starsze masy krawędzi wewnętrznej zapadły się tu w głąb ziemi w potężnym uskoku, wzdłuż linii hernadzkiej, idącej za przebiegiem rzeki Hernadu na północ od Koszyc. Na wschód i na zachód od tej połaci istnieją wychodnie skał starszych, osadowych i krystalicznych, dające się porównywać z łańcuchem centralnym i z północnym pasem wapiennym Alp. Natomiast brak wszelkiego śladu południowego pasa wapiennego albo też południowego pasma fliszowego.

A zatem Karpaty przedstawiają prawdziwe góry niesymetryczne, co prawda, bardzo zawiłej budowy, której przyjrzymy się bliżej tylko w jej kilku rysach główniejszych. Podczas gdy w wielkim załame, oznaczającym wschodni koniec Alp, pas piaskowcowy w sposób wyżej opisany przechodzi pod Wiedniem przez Dunaj, od cypla Alp pod Wiener-Neustadtem oddzielają się ograniczone partje łupków krystalicznych i wapieni mezozoicznych i sterczą z równiny. Wśród tych ułamków zapadłego łańcucha Alp fragment najznakomitszy tworzą góry Litawskie, skierowane z południo-zachodu na północo-wschód a rozciągające się między Neustadtem a Bruckiem nadlitawskim. Dalej następują góry Hainburskie, leżące już nad Dunajem, których bezpośrednie przedłużenie z tamtej strony Dunaju tworzą Małe Karpaty; zaczynają się one pod Preszburgiem i rozciągają się stamtąd ku północo-wschodowi, gdzie niebawem zaczyna się daleko obfitszy rozwój skał starszych.

Jeżeli zwrócimy uwagę na środkową część Karpat, gdzie wszystkie ogniwa gór rozwinięte są w sposób najzupełniejszy, to uderzy nas tutaj układ mas, pod wieloma względami przypominający zjawiska, które poznaliśmy w Alpach zachodnich, w Szwajcaryi i we Francyi południowej. Występuje tam na południu potężny, nieprzerwany pas krystaliczny, a na północ albo na zachód od niego leżą pojedyncze wysunięte naprzód masy centralne Finsteraarhornu, Montblancu, Belledonne, Pelvoux i t. d., które jedne od drugich i od całego pasa oddzielone są osadami młodszymi. W centralnym obszarze Karpat przed główną grupą skał krystalicznych w ten sam sposób wysuniętych jest na północ kilka mas odosobnionych, a mianowicie Magóra na Węgrzech w komitatach trenczyńskim i orawskim, oraz Tatry, do których może jeszcze zaliczone być mogą małe góry Branisko pomiędzy Lewoczą a Preszowem (Eperies). Zarówno Tatry jak Magóra odznaczają się występowaniem potężnych mas granitu, do których w mniejszej ilości przyłączają się gnejsy, a przed temi masami granitu, mianowicie od północy, leżą mezozoiczne utwory wapienne.

Jak w Alpach zachodnich wysunięta przed nie grupa Montblancu wysokością swych szczytów przechodzi wewnętrzne części Alp, tak samo też i w Karpatach Tatry całym szeregiem potężnych szczytów przenoszą wszystkie pozostałe części wielkiego węgiersko-galicyskiego łuku górskiego. Tatry przedewszystkiem odznaczają się tem, że, jakkolwiek są składową częścią Karpat, to jednak wznoszą się prawie w zupełnem odosobnieniu. Na południu wsuwa się tu w góry szeroka płaszczczyzna, w znacznej części pokryta utworami dyluwialnymi, równina Śpiska i Lip-towska; na północy obszar piaskowcowy między brzegiem Tatr pod Zakopanem a górami na północ od Nowego Targu jest niską krainą pagórkową, a na wschodzie



i zachodzie Tatry również tak znacznie przewyższają swoje otoczenie, że z pośród niego wyrastają dość nagle. Wrażenie to otrzymujemy szczególnie wtedy, gdy zbliżamy się do Tatrów od południo-wschodu i widzimy, jak z równiny Spiskiej prawie bezpośrednio wznoszą się najwyższe i najbardziej strome szczyty tatrzańskie: Łomnica, Gałuch, Sławkowski szczyt, Łodowy i t. d. Właśnie na południowej stronie Tatr góry odznaczają się swymi niezmiernie stromymi, zębatymi, dziko poszarpanymi kształtami (por. t. I, tabl. IV), jakkolwiek składają się z granitu, który zwykle tworzy czuby zaokrąglone. Przyczyną tego jest ta okoliczność, że granity tatrzańskie nadzwyczajnie obfitują w kwarc, użyczający tej skale wybitnej oporności. Wreszcie trzeci osobliwy rys krajobrazu tatrzańskiego stanowią niezliczone, drobne jeziora, które są świadkami i produktami zlodowacenia Tatr w czasie epoki lodowej (p. t. I, tabl. XI, i t. II, rys. 318).

Jeżeli tedy Tatry same przez się tworzą mały świat geologiczny, góry w górach, to natomiast reszta Karpat pomimo wszelkiej różnorodności w szczegółach przedstawia całość spójną. Do rozmaitych jej właściwości należy przedewszystkiem występowanie niezmiernych mas skał wybuchowych z rodziny trachitów, które w Europie nigdzie już nie występują w tak olbrzymim jak tutaj rozwoju; np. masa trachitowa miast Szczawnicy i Kremnicy z jej słynnymi złożami kruszcówemi, dalej pasmo wybuchowe przeszło 100 *km* długie i bardzo szerokie, które na wschodzie towarzyszy wyżej wzmiankowanej linii przełamowej doliny Hernadu. Trachitowe te góry ciągną się mniej więcej w północno-południowym kierunku od Tokaju nad Cissą aż do okolic, leżących na północ od Preszowa (Eperies). Część północną oznaczamy mianem Koszycko-Preszowskiego pnia wybuchowego; połowa południowa znana jest pod nazwą Hegyallya, a na trachitowym jej gruncie dojrzewa najszlachetniejsze wino krainy węgierskiej. Następnie stamtąd pasmo trachitowe biegnie wzdłuż wewnętrznej krawędzi Karpat, tylko miejscami na krótkich przestrzeniach poprzerywane; ciągnie się ono przez Ungh, Beregh i Marmarosz do północnego Siedmiogrodu, a stąd wzdłuż wschodniej granicy tego kraju dochodzi aż do dziedzin, leżących o jakie 50 *km* na północ od Kronstadtu. Oprócz tego w zachodnich górach granicznych między Węgrami a Siedmiogrodem występują wielkie masy trachitów i tworzą tu w siedmiogrodzkich górach Kruszcowych skałę macierzystą kruszców złotych, wydobywanych w kopalniach Vöröspataku, Aranyospataku i in.

Na wewnętrznej stronie Karpat leży potężna zapadlina, w której się mieści prawie cały obszar, otoczony górami Karpackimi: jest to równina węgierska, która należy do Karpat tak, jak równina rzeki Po należy do Alp lub jak morze Tyrreńskie — do Apeninów. Co prawda, Węgry dolne, ta potężna płaszczyna, przetrzynięta Dunajem, Cissą oraz innemi wielkimi rzekami i zamulona ich napływami, nie tworzą bynajmniej równiny niczem zgoła nieprzerwanej; przeciwnie, sterczą z niej rozmaite drobniejsze grupy górskie i wyniosłości, jako to góry Pięciu Kościołów (Pecs) na południu, a przedewszystkiem węgierskie góry Środkowe, biegnące z południo-zachodu na północo-wschód. Pasma tych gór w podobny sposób tworzy przedłużenie najbardziej północnej części Alp południowych, jak karpacki pas piaskowcowy stanowi dalszy ciąg pasa fliszowego Alp. Mocno wzdłuż wyciągnięte, ale kilkakrotnie przerwane i nie rozwijające żadnych znaczniejszych szczytów, ciągnie się ono ukosem przez Węgry mimo północno-zachodnie-

go brzegu jeziora Balatońskiego w stronę kolana, w które zgięty jest Dunaj pod Wacowem (Waitzen); Las Bakoński, góry Vertes, góry Ostrzygomskie (Granergerbirge) i Ofeńskie należą wszystkie do tego pasma. W okolicy między Ostrzygomem a Budą przechodzi ono przez Dunaj, gdzie dalej przyłączają się doń góry Matra i góry Bück. Cały ten łańcuch, niezbyt co prawda wysoki, dzieli wielką nizinę węgierską na dwie nierówne części: równina górno-węgierska na północo-zachodzie z Komornem i Rabą jako miastami głównymi, oddzielona jest w ten sposób od Węgier dolnych, których okiem nieprzejrane płaszczyny zrasza swojemi wodami Cissa.

\* \* \*

Dzisiejszy stan naszej znajomości Karpat\*), aczkolwiek odbiegł daleko w jednym punkcie od czasu drugiego wydania dzieła Neumayrowego, wszelako nie doprowadził jeszcze do ostatecznego skryształizowania się pojęć. Ostatnie piętnastolecie było czasem bardzo intensywnych studyów nad Karpatami na całym ich obszarze. W Galicyi dokonano prawie w całości zdjęć geologicznych Karpat przy współudziale licznych pracowników, z których wymienić należy Niedźwiedzkiego, Zuberera, Dunikowskiego, Szajnochę, Grzybowskiego, Wiśniowskiego. Tatry i Pieniny z wielkim nakładem pracy i znaną sumiennością opracował Uhlig, pod którego kierunkiem zdjęto również mniejsze grupy zachodniej części łańcucha karpackiego (Małe Karpaty, góry Litawskie). Po stronie węgierskiej pracowali Szafarzik, Szadeczky, Kiss, w Rumunii Mrazec, Athanasiu, Simionescu, Bergeron, Munteanu-Murgoci, obok wielu innych. Prace tych badaczy przyniosły wiele nowych szczegółów z różnych prowincyi karpackich. Objął je syntetycznie Uhlig w dwu swoich podstawowych dziełach: *Die Geologie des Tatragebirges* (1897) i *Bau u. Bild der Karpathen* (1903).

Płaszczowinowa teoria górotwórcza wprowadzona zwycięzko do Alp nie mogła pozostać bez wpływu i na Karpaty, jako na ich wschodnie przedłużenie. Lugeon<sup>1)</sup> pierwszy interpretuje wzorowe zdjęcia i profile tatrzańskie Uhliga na modłę płaszczowinową. Limanowski dostarcza z Tatr kilku potwierdzających tę ideję obserwacyi. W Karpatach rumuńskich usiłuje wprowadzić nowe ideje Bergeron<sup>2)</sup> i Munteanu-Murgoci<sup>3)</sup>. Wreszcie Limanowski<sup>4)</sup> stawia pogląd na budowę płaszczowinową całych Karpat. Ostatecznie ujął te wszystkie hipotezy Uhlig<sup>5)</sup>, oświetlił krytycznie, zużytkowując bogaty materiał swej obserwacyi, i dał zarys płaszczowinowej budowy Karpat.

\*) Ustęp ten wyszedł z pod pióra p. d-ra J. Grzybowskiego.

<sup>1)</sup> M. Lugeon. Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes. Bulletin des laboratoires de l'université de Lausanne, 1903.

<sup>2)</sup> Bergeron. Les grandes nappes de charriage des Carpathes meridionales. Comptes rendus, 1905.

<sup>3)</sup> Munteanu-Murgoci. Observations relatifs à la structure de la haute vallée de Jalomitza Bull. de la soc. géol. de France. 4 serie, t. IV.

<sup>4)</sup> Limanowski. Rzut oka na architekturę Karpat. Kosmos. Lwów, 1905.

<sup>5)</sup> Uhlig. Ueber die Tektonik der Karpathen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 1907.



Zarys Uhliga dalekim jest od tego, aby mógł być uważanym za skończoną i zamkniętą syntezę. Przyznaje to sam autor mówiąc: „Potrzeba odwagi, aby pokusić się o ujęcie w całość elementów geotektonicznych gór, których znajomość przedstawia tak wielkie luki, jak Karpaty, a zwłaszcza w czasie tak wielkich i tak gwałtownych przewartościowań, jakie się odbywają obecnie, gdy rzecz można, każde nowsze detaliczne studium, na cokolwiek większą zakrojone miarę, może zmienić zarys niniejszy nawet w istotnych jego liniach. Do wypowiedzenia się prze jednak potrzeba zastosowania do Karpat i uwzględnienia tu tych doświadczeń, które towarzysze nasi poczynili w zachodnich Alpach, i z których połączonymi siłami zbudowali olbrzymi gmach wiedzy“.

Punktem wyjścia dla teorii płaszczowinowych w Karpatach jest, podobnie jak i w Alpach, występowanie tuż obok siebie lub nadległe utworów równoległych o odmiennej facyi. W Tatrach Uhlig wyróżnił w znanej swej pracy dwie facye wysokotatrzańską (górnnotatrzańską) i podtatrzańską (dolnotatrzańską), których wykształcenie i historia tworzących je osadów mezozoicznych dowodzą, że utworzyły się one w basenie rozleglejszym niż obecne ich rozprzestrzenienie.

N



Rys. 344. Przekrój schematyczny przez Tatry i pas skałek pienińskich, według dawniejszego poglądu Uhliga (z r. 1897).

Objaśnienie znaków: 1. Granit.—2. Kwarcyt permski i dolny tryas.—2'. Tryas środkowy i górny, dolomit wapienia muszlowego, kajper i ret (dolnotatrzańskie).—3. Jura, kreda dolna i środkowa.—4. Wapień rogowcowy skałek pienińskich.—5. Wapień skałkowy, facya obfita w skamieliny.—6. Płaszcz, otaczający skałki: kreda górna i eocen.—7. Wapień numulitowy i zlepienie środkowo-eoceńskie.—8. Łupki i piaskowce górno-eoceńskie i oligoceńskie na południu od pasa skałek.—8'. Łupki i piaskowce półn. pasa granicznego, staro-trzeciorzęd na Pn. od pasa skałek.—8''. Piaskowce magórskie na Pn. od pasa skałek. A<sub>1</sub>, antyklinala jądra środkowego (antkl. pierwsza).—A<sub>2</sub>, antyklinala górnnotatrzańska (antkl. druga).—A<sub>3</sub>, antyklinala trzecia (dolnotatrzańska).—A<sub>4</sub>, antyklinala czwarta (dolnotatrzańska).—S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, synklinale u—przesunięcie główne.

Obie facye poczynają się osadami permskimi czerwonych piaskowców. W facyi dolnotatrzańskiej w spągu ich występuje zlepienie z otoczków granitowych, w stropie—łupki, stanowiące przejście do tryasu. Różnica wybitna zaczyna się w tryasie. W facyi dolnotatrzańskiej mamy wyraźne trzy jego poziomy: warstwy werfeńskie, łączące się ku dołowi z permem; wapień muszlowy, zastąpiony przez wapień i dolomity do 300 m grube, i kajper, zastąpiony przez 100-metrowy osad łupków czerwonych z białymi i czerwonymi piaskowcami; wreszcie rath z fauną brachiopodową (Terebratula gregaria) w postaci cienkich wapieni i łupków. W facyi górnnotatrzańskiej albo brak zupełny tryasu, albo cała jego miąższość nie dochodzi 100 metrów, a wykształcenie jego jest piaskowcowe, o czerwonej barwie z podrzędnymi wtrąceniami dolomitu.

Lias facyi dolnotatrzańskiej zaczyna się ciemnymi łupkami ze skamielinami morskiego pochodzenia (Gryphaea), odpowiadającymi łupkom gresteńskim. Wszystkie wyższe piętra liasu, doggeru, malmu i neokomu reprezentowane są przez jednolitą seryę margli plamistych, obfitujących w rogowce pochodzenia radyolaryowego.

Najwyższe tylko piętra, zaliczane już do aptu i albu, wykształcone są jako białe margle lub dolomity (dolomit chocki).

W facyi górnotatrzańskiej lias zaczyna się warstwami gresteńskimi, lecz o charakterze więcej przybrzeżnym, piaszczystym (kwarcyt Pisanej), z resztkami roślin. Zresztą lias, dogger i malm wykształcone są w postaci wapieni, przypominających tryas alpejski, w których trudno wyznaczyć poziomy, lecz w których skamieliny, zazwyczaj trochę zdeformowane i rzadkie, dowodzą obecności wszystkich pięter jury a może i neokomu dolnego. Na tych transgredująco leżą margle górno-kredowe. W wewnętrznych łańcuchach (Tatry Niżne) występuje facya dolnotatrzańska o wybitnym charakterze wschodnio-alpejskim.

W pasie pienińskim widzimy również na bardzo wąskiej przestrzeni występujące dwie facye równowiekowe — jedną obfitą w skamieliny (Rogoźnik, Czorzstyn), drugą rogowcową, przypominającą margle plamiste Tatr.

We wschodnich Karpatach Bukowiny, Siedmiogrodu i Rumunii spotykamy również obie facye mezozoiczne.



Rys. 345. Przekrój przez Tatry i Karpaty. (Według M. Limanowskiego).

Objaśnienia cyfr: 1. Granit i gnejs Tatr Wysokich i Niżnych. — 2. Utwory permsko-mezozoiczne, górno-tatrzańskie. — 3. Dygitacye Czerwonych Wierchów. — 4. Utwory dolno-tatrzańskie. — 5. Eoceńsko-oligoceni flisz Liptowa i Podhala. — 6. Skałki. — 7. Górno-oligoceni flisz magórski (dynarski). — 8. Kreda śląska. — 9. Flisz przewrócony. — 10. Miocen. — 11. Mezozoiczne utwory przedgórza.

Również i we fliszu karpackim wyróżnia Uhlig dwie facye, beskidzką, reprezentowaną przez piaskowce magórskie, pstre iły i łupki z Białowieży, i podbeskidzką, reprezentowaną przez piaskowce ciężkowickie i łupki menilitowe. W beskidzkiej występują większe masy kredy śląskiej, tudzież skałek jurajskich (wapień stramberski); w podbeskidzkiej kreda śląska gra małą rolę i występuje w izolowanych drobnych płatach; skałki mają rozmiary niewielkie, nawet minimalne, a występują w nich utwory sudeckie<sup>1)</sup>.

Rozciągnęlibyśmy niepomniernie niniejszy dodatek, gdybyśmy chcieli przechodzić wszystkie momenty geotektoniczne, dowodzące płaszczwinowej budowy Karpat. W Tatrach mamy dziś liczne tego dowody; jeśli chodzi o szczegóły, wystarczy wspomnieć pływający na jurze płat granitowy Małolączniaka, będący porwakiem płaszczwinowym (lambeau de charriage). Na brzegu karpackim płaszczwinowej natury pasa fliszowego dowiodły wiercenia w Pogwizdowie i Paskowie; oba wiercenia, założone w kredzie śląskiej, przeszły w głębi do trzeciorzędu, znajdując w głębokościach 745 m, tudzież 400 m formację węglową.

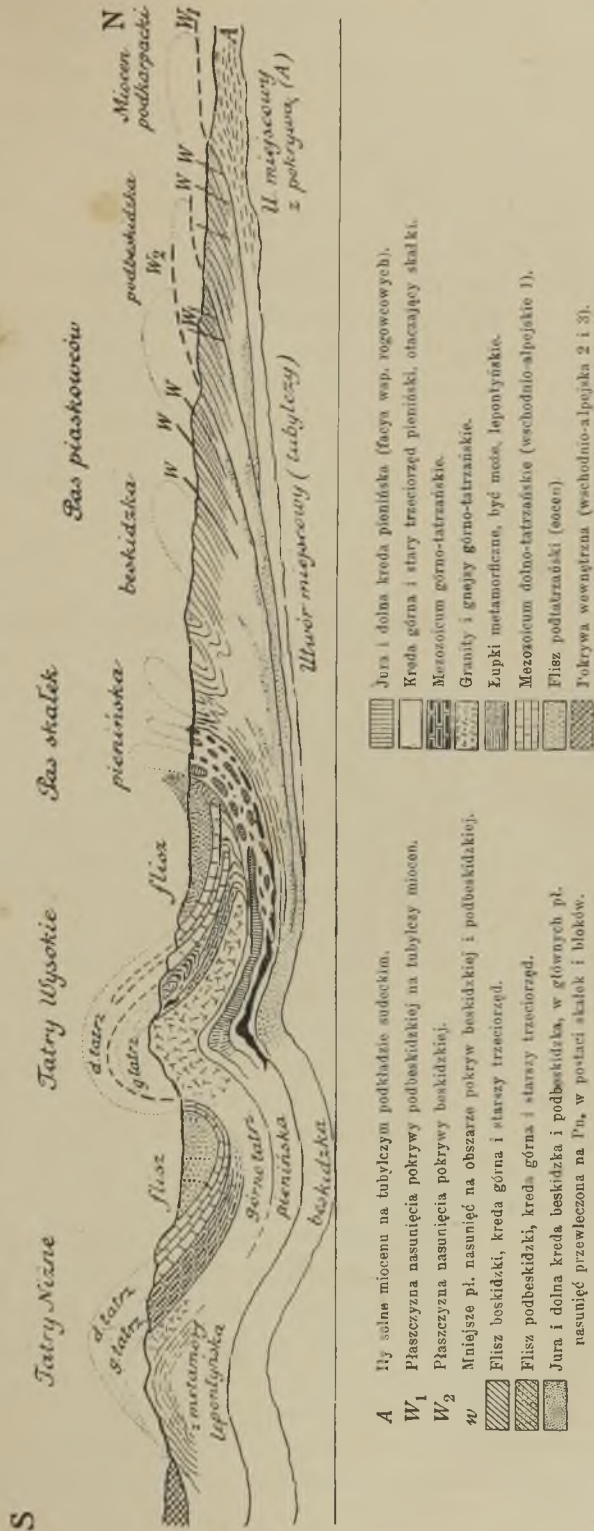
<sup>1)</sup> K. Wójcik. Exotica fliszowe Kruhela Wielkiego koło Przemyśla. Rozpr. Ak. Um. Kraków 1907.



Jeżeli zatem z jednej strony obecność płaszczowin w Karpatach nie ulega wątpliwości, to z drugiej strony jednak synteza całości jest jeszcze trudna z wielu względów, jak to słusznie podniósł Uhlig, a konstrukcye różnych autorów (Lugeon, Limanowski, Uhlig) wykazują różnice w pojmo-waniu przebiegu samychże płaszczowin. Przedstawimy tu w krótkich słowach naj-nowszą z nich podaną przez Uhliga w roku ubiegłym.

Łuk karpacki przewa-lił się seryą płaszczowin, na-suwających się od południa, na swe zapadnięte przedgó-rza: w zachodniej części za-tem na lekko sfałowane przedgórze sudeckie, we wschodniej—na płytę podol-ską, nałaząc na miejscową pokrywę tych utworów, re-prezentowaną przez solono-śny miocen.

Najbardziej na zew-nątrz wysunięta jest płasz-czowina podbeskidzka, uno-sząca przy swym dnie por-waki głównie utworów sudeckich, tudzież nasunię-ta na nią płaszczowina bes-kidzka, mająca na zachodzie na czole swem zwartą ma-sę bezkorzeniowej śląskiej kredy z bezkorzeniowymi również skałkami stram-berskimi. Obie te płaszczowiny okazują liczne drugo-rzędne fałdy i przesunięcia a odpowiadają alpejskiej płaszczowinie helweckiej.



Rys. 346. Schematyczny przekrój pokryw (płaszczowin) w Karpatach środkowych. (Według Uhliga, z r. 1907).

Na płaszczowiny beskidzkie, nie sięgając wszakże ich brzegu północnego, nasunęła się serya, którą Uhlig porównywa z lepontyńską, a złożona z 3 płatów płaszczowinowych: podpienińskiego (facya wapienna), pienińskiego (facya rogowcowa) i górno-tatrzańskie. Obie płaszczowiny pienińskie sięgają dalej ku północy niż górno-tatrzańska i występują na powierzchni z pod fliszu nakrywającej wszystko płaszczowiny dolnotatrzańskie w postaci porozrywanego czoła płaszczowinowego, jako Pieniny i pasmo skałkowe. Na górno-tatrzańskie spoczywa wreszcie dolnotatrzańskie płaszczowina, która z nadległymi płaszczowinami wewnętrznych pasm odpowiada wschodnio-alpejskiej płaszczowinie. Na wschodzie płaszczowinie górno-tatrzańskie odpowiada bukowińska, dolnotatrzańskie—siedmiogrodzka.

Oto według Uhliga naszkicowany zarys budowy Karpat, odpowiadający dzisiejszemu stanowi ich znajomości. Dotyczącą ewolucję pojęć, dokonaną w ostatnich czasach, uzmysłowi najlepiej przedstawienie schematycznych przekrojów, poprowadzonych przez Tatry i Pieniny, w chronologicznym porządku ich publikacji, a więc przekrój Uhliga z r. 1903 (rys. 344), przekrój Limanowskiego z r. 1903 (rys. 345) i ostatni Uhliga z r. 1907 (rys. 346).

## Zachodnio-europejska kraina płatów.

Obszar południowo-europejskich gór łańcuchowych wraz z należącymi do niego rejonami morza Śródziemnego i północno-afrykańskiej krainy górskiej Tunisu, Algierii i Marokka zarówno z północy jak z południa ograniczony jest rozległymi przestrzeniami, na których osady młode nie uległy wcale żadnemu godnemu wzmianki wypiętrzeniu. Ku południowi taki niezaburzony obszar tworzy jedną całość geologiczną: wielką afrykańską płytę pustyniową. Natomiast zupełnie inaczej jest na północy, gdzie ścielą się nadzwyczaj rozmaicie zbudowane góry, krainy schodowe, tudzież równiny środkowej i północnej Europy. Występują tutaj masy stare, jak francuzka wyżyna środkowa, Wogezy, Szwarzwald, Szumawa oraz góry środkowo-niemieckie, dalej schodowate płyty osadowe i zagłębienia, jak zagłębienie paryzkie, południowo i środkowo-niemieckie prowincje jurajskie i tryasowe, rozległe płaszczyny dyluwialne, gdzie osady starsze pojedynczo tylko się wynurzają, jak na równinie północno-niemieckiej i sarmacko-rosyjskiej. Krótko mówiąc, różnorodność jest tak wielka, że na pierwszy rzut oka trudno jest wyszukać rysy główne, które dominują nad wszystkimi tymi ogniwami, tak wielokrotnie rozkawałkowanymi i pozwalają oryentować się w ich tektonicznej współzależności.

Pomimo to jednak takie zjawiska przewodnie istnieją, a ich znaczenie podniósł Suess. Jeżeli będziemy rozpatrywać północne przedgórze Karpat, to w Galicyi wschodniej, na Podolu i na Bukowinie, gdzie rzeki głębokimi korytami wzięły się w równinę, znajdziemy pod dyluwium zupełnie poziome następstwo kolejne osadów trzeciorzędowych, górno-kredowych, niekiedy nawet górno-jurajskich; następuje potem ogromna przerwa, odpowiadająca jurze środkowej i dolnej, tryasowi, permowi i formacji węglowej, w końcu wszakże ukazują się warstwy dewońskie i sylurskie, wciąż jeszcze całkiem poziomo uławiczone.



Zupełnie inaczej jest na zachodzie. W Sudetach wypiętrzone są jeszcze warstwy systemów jurajskiego i kredowego, w Polsce w okolicach Krakowa i w górach Kieleckich wpływom fałdowania podlega jeszcze uławicenie warstw kredowych. A zatem w przedgórzu, leżącym naprzeciwko Karpat wschodnich, mamy krainę, która od czasów prastarych, prawdopodobnie od początku formacji kambryjskiej była zupełnie nieruchoma, podczas gdy na obszarach, położonych naprzeciwko Karpat zachodnich, przynajmniej niektóre ruchy fałdowe przetrwały aż do epoki kredowej.

Możemy więc tu na wielkich przestrzeniach wysledzić dwa odrębne typy. Jak na Podolu, tak samo też i w Rosyi, z wyjątkiem tylko Kaukazu, Krymu, Donieckiego zagłębia węglowego i Uralu, wszystkie utwory aż do samej podstawy formacji kambryjskiej leżą w postaci zupełnie niezaburzonych warstw poziomych. Zarówno nad Dnieprem jak nad Wołgą znajdujemy uławicenie tylko poziome, a w okolicach Petersburga i w prowincjach nadbaltyckich również widzimy płasko leżące gliny i piaski glaukonitowe formacji kambryjskiej oraz wapienie formacji sylurskiej. Finlandya jest niemal wyłącznie tylko potężnym pniem granitowym, nie wiemy przeto tutaj nic o uławiceniu warstw, zawierających skamieniałości; ale w Szwecyi i we wschodniej części Norwegii warstwy kambryjskie i sylurskie leżą znów zupełnie poziomo, i dopiero w Norwegii zachodniej spostrzegamy, że osady paleozoiczne są wszędzie energicznie sfałdowane i wypiętrzone.

Uławicenie poziome jest przeto regułą dla całej pozaalpejskiej Europy wschodniej. Natomiast w całym państwie niemieckiem i w Austrii na zachód od Lwowa, następnie zaś we Francyi i w Anglii nie znamy ani jednego kawałka ziemi, gdzie warstwy kambryjskie albo sylurskie występowałyby w położeniu niezaburzonym: stanowi to głęboką, zasadniczą różnicę między wschodem a zachodem, którą potęguje jeszcze ta okoliczność, że obszar zachodni przecięty został znacznie liczniejszymi i większymi przełamaniami niż obszar wschodni. Co prawda nie możemy ściśle wskazać granicy pomiędzy obu tymi różnymi typami. Wprawdzie w Skandynawii jest ona całkiem wyraźna, a i w Galicyi możemy przynajmniej w przybliżeniu oznaczyć jej położenie; ale na wielkiej przestrzeni, leżącej w środku między tymi krajami, ponad starymi skałami ściśle się niezmiernie gruba powłoka utworów młodych i najmłodszych i w ten sposób zakrywa linię, wzdłuż której stykają się ze sobą te dwa wielkie typy, mianowicie zachodnio-europejska kraina płatów oraz wielka płyta rosyjsko-skandynawska.

Przedewszystkiem rozpatrzmy obszary położone bezpośrednio przed Alpami. Na północ od sfałdowanej molasy, należącej jeszcze do gór Alpejskich, rozpościera się płaszczyna, tutaj szersza, ówdzie węższa, która istotnie składa się z poziomo uławiconych warstw młodszego trzeciorzędu oraz z potężnych nasypów dyluwialnych i alluwialnych otoczków, zlepieńców, piasków, glin i t. d. Wszystkie te skały do największego rozprzestrzenienia dochodzą w rozległych okręgach Bawaryi górnej i Szwabii górnej, na wyżynie naddunajskiej, pomiędzy zewnętrzną krawędzią gór a miejscami wynurzania się osadów jurajskich z pod powłoki utworów młodych. Budowa osadów starszych w podłożu całej tej płaszczyny jest całkowicie nieznana, a byłoby rzeczą wielce zajmującą, gdyby się udało zdobyć jakieś wiadomości co do tego przez wywiercenie na tym obszarze kilku głębokich otworów świdrowych. Przedsięwzięcie takie nawet pod względem prak-

tycznym mogłoby mieć bardzo doniosły wynik, gdyż pokłady brunatnego węgla, wydobywane wzdłuż krawędzi Alp pod Miesbachem, pod Pensbergiem, na Peissenbergu i t. d. zapewne w głębi rozpościerają się daleko w stronę północy i mogłyby być odkryte np. w bezpośrednim pobliżu Monachium.

Skały starsze, ukazujące się na północ od tych utworów młodszych, bywają rozmaitego rodzaju: częścią są to potężne masy prastarych skał archaicznych, które w postaci krępych pni górskich sterczą do góry ponad swem otoczeniem, częścią zaś występują tu osady mezozoiczne, a mianowicie jurajskie. Na przestrzeni między francuską wyżyną środkową a Szwarwaldem południowa część tych utworów mezozoicznych wraz z leżącym na niej trzeciorzędem jest tak samo jak Alpy sfałdowana i wypiętrzona: występuje tu opisana już przedtem (str. 537) Jura łańcuchowa, należąca do układu alpejskiego. Ku północo-zachodowi przechodzi ona w poziomo uławiconą płytową krainę warstw jurajskich, a ta ostatnia wyłącznie panuje na wschodzie, gdzie ukazuje się obszar płasko uławiconej „Jury wyżynowej“, jak tylko na wschód od Szwarwaldu znika już przeszkoda, wywołująca spiętrzenie się warstw.

Na rozległej przestrzeni między masami Szwarwaldu i bawarsko-czeskich gór granicznych z pod młodszych nasypów i napływów wynurzają się przede wszystkim osady górno-jurajskie; osady te wprawdzie nie są zupełnie płasko uławicone, lecz mają bardzo słaby upad na południe lub na południow-schód, który dla oka na krótką odległość nie jest dostrzegaluy. Dopiero śledząc warstwy na większych przestrzeniach, spostrzegamy, że jeden i ten sam poziom geologiczny ku północo-zachodowi i ku północy zajmuje coraz to wyższe położenie ponad zwierciadłem wód morskich. Co prawda, sporną jeszcze jest rzeczą, czy zapadanie się jury ku południowi pod utwory wyżyny naddunajskiej może być przypisywane wyłącznie tylko temu lekkiemu pochyłowowi warstw; zazwyczaj przypuszcza się, że tutaj i utwory mezozoiczne zapadły się wzdłuż szczeliny mniej więcej równoległej do biegu Dunaju.

Dziedzina jury górnej we Frankonii i Szwabii jest t. zw. Alba płonna (Rauhe Alb); jest to wyżyna nieurodzajna, uboga w wodę, skąpo trawą porośła, usiana licznymi nagimi czubami skalnymi, przecięta bezwodnymi dolinami i częstokroć poszczerbiona typowymi lejkami krasowymi<sup>1)</sup>, „dziurami wiatrowemi“; w ogólności cały ten obszar wykazuje charakter krasowy, który wprawdzie nie jest mocno wykształcony, ale jednak rozwinął się we wszystkich swoich rysach istotnych. W obrębie tej wyżyny górniejsze ogniwa jury, twarde, pieńkowate masy wapienne i dolomity, tworzą taras; a te same wapienie i dolomity otaczają pewną liczbę kotlin, w których osadziły się wapienie płytowe, stanowiące najwyższe ogniwo jury. Do kompleksu tych wapieni płytowych, które miejscami i normalnie także leżą ponad warstwami głębszemi, między innymi skałami należą też słynne łupki litograficzne, wydobywane ze wspaniałych kamieniołomów w okolicach Solnhofenu, Mörsheimu, Eichstättu na frankońskiej wyżynie jurajskiej. Poniżej tego pierwszego tarasu dobrze uwarstwione wapienie dolnej połowy jury górnej tworzą taras drugi, który następnie na swej krawędzi potężnym stromem urwiskiem oddziela się od niziny szwabsko-frankońskiej. Od południowo-wschodniego końca Szwar-

<sup>1)</sup> „dolinami“.



waldu stromy ten brzeg ciągnie się ku wschodo-północo-wschodowi przez cały Wirtemberg i Frankonię południową aż do okolic Berchingu nad Altmühlem; tutaj zniecka zakrzywia się on ostro ku północy i ciągnie się przez Szwajcaryę frankońską aż do okolic Koburga. O przyczynach, warunkujących powstanie tego urwistego zbocza i całej wypuklorzeźby szwabsko-frankońskiej krainy tarasowej, mówiliśmy już dawniej, jako o przykładzie kształtowania się powierzchni terenu pod wpływem erozyi; widzieliśmy przytem, że mamy tu do czynienia wyłącznie tylko z działaniem denudacyi, oraz, że wielkie różnice poziomów pochodzą jedynie od rozmaitej oporności skał (t. I, str. 547 i 563).

Jeżeli spuścimy się z górno-jurajskiego tarasu na nizinę, to niespodzianie zaskoczy nas nagła i rażąca zmiana całego charakteru krajobrazowego. Pochyłości górno-jurajskie są przeważnie gęsto zalesione; skoro tylko wyjdziemy z obrębu wapienia środkowo-jurajskiego, pochyłość stanie się słabszą. Warstwy głębsze tworzą bogatą krainę uprawną, zwłaszcza we Frankonii, gdy tymczasem w Szwabii w jurę środkową wtrącone są pokłady skał twardszych, bardziej opornych, a stąd zbocza są bardziej strome i wielokrotnie jeszcze lasem okryte, i dopiero lias tworzy tam krainę płasko-pagórkowatą, bardzo urodzajną, która „jak różnobarwny kobierzec ściela się u podnóża Alby“.

Kajper, najwyższe piętro systemu tryasowego, wyłaniające się obecnie z pod liasu, z powodu swych potężnych i dość twardych ławic piaskowcowych, tworzy znów teren wyższy, pagórkowaty. Margle jego dostarczają gleby żyznej, nadającej się doskonale do uprawy krzewu winnego i drzew owocowych; piaszczyste jego części stanowią dziedzinę najbardziej plennych chmielników niemieckich, ale miejscami dają także grunt jałowy, suchy, porośły karłowatą sośniną, jeżeli piasek zawiera zbyt małą domieszkę spoju gliniastego lub wapiennego. Wapień muszlowy, leżący nieco dalej, tak samo jak większość skał kajprowych, tworzy grunt żyzny, ponieważ wapień ten jest zwykle dość obfity w glinę; rozpościera się on w postaci płaszczyzny, słabo wogóle sfalowanej, pokrytej polami i licznymi osiedlami; rzeki wrzynają się w nią głębokimi dolinami, a rosnące na pochyłościach winnice wydają niektóre z najszlachetniejszych win niemieckich, jako to „Steinwein“ i „Leistenwein“, produkowane pod Würzburgiem, i in. W wielu punktach leżą bogate skarby mineralne w postaci soli kamiennej, zawartej w środkowym wapieniu muszlowym. Wreszcie szósty stopień południowo-niemieckiego krajobrazu tarasowego tworzy piaskowiec pstry, najniższe ogniwo tryasu; ogniwo to po największej części składa się z kłocowatych i bardzo wytrzymałych ławic i dlatego też tworzy krainę górską, która znacznie się wznosi ponad całą okolicą aż do samej granicy jury górnej i pod względem wysokości rywalizuje z krawędziami Jury a nawet przenosi je w poszczególnych swych czubach. Piaskowiec pstry tworzy znaczną część Szwarzwaldu i Wogezów, Hardtu, Odenwaldu, tudzież góry Spessart i Rhön, a jego szczyty pokryte są olbrzymimi lasami; jest on w Niemczech właściwą formacją leśną, ale do uprawy rolniczej mało się nadaje, miejscami sprzyja tworzeniu się bagnisk i dlatego też tylko skąpo jest zaludniony. Niegościnnie te okolice rozpościerają się właśnie w samym sercu Niemiec. Długotrwałą słabość związku między północną a południową częścią Niemiec w znacznej mierze należy przypisać tej okoliczności, że na granicy między obiema temi częściami rozciągają

się te góry leśne, będące tamą komunikacyi i wrogiem intensywnej uprawy ziemi; góry te zresztą nie są złożone z samego piaskowca pstrego, ale gra on w nich rolę najpoważniejszą.

Wielce swoisty jest stosunek Szwarcwaldu do przyległych części krainy tarasowej. Szwarcwald w głównej swej masie składa się ze starych skał archaicznych, z gnejsów i granitów, zwłaszcza w swych najwyższych południowych częściach; osady karbońskie i permskie rozwinięte są na małą tylko skalę, a natomiast piaskowiec pstry zajmuje znaczną przestrzeń. Przytem stosunek jego do skał starych bardzo jest zmienny. Na szczycie gór, na niektórych z najznacześniejszych wzniesień, np. na Hornisgrinde, piaskowiec pstry leży na gnejsie poziomo, na bokach gór przytyka on do gnejsu i granitu w uławiceniu przypierającym, w końcu leży on także u podnóża Szwarcwaldu, i wtedy jest tu przykryty w porządku kolejnym następującymi młodszymi utworami tryasowymi. Stosunki takie w zupełnie identyczny sposób występują także w Wogezach i dały powód do tłumaczenia, że utworzenie się najstarszej części piaskowców, „piaskowca wogezkiego“, odbyło się przed powstaniem gór. Po osadzeniu się tego poziomu miało jakoby nastąpić wzniesienie się w zupełnie pionowym kierunku, tak iż młodsze części piaskowca pstrego mogły się teraz osadzać tylko na bokach i u podnóża nowopowstałej wyspy górskiej. Badania nowsze wykazały całą błędność tego poglądu. Przedewszystkiem okazuje się, że masy piaskowca pstrego, które na wschodniej stronie Szwarcwaldu i na zachodniej Wogezów przypierają do gór i znajdują się u ich podnóża, bynajmniej nie są odsepami, które się tu niegdyś osadziły przy dawnym wybrzeżu, lecz że mamy tu do czynienia poprostu tylko z działaniem całego szeregu uskoków. W każdym z obu tych wałów górskich na stronie, odwróconej od Renu, znajduje się cały szereg uskoków równoległych, biegnących w północno-południowym kierunku, wzdłuż których skały osunęły się w dół: jest to jeden z najświetniejszych przykładów stojącego nieporuszenie starego kadłuba skorupy ziemskiej, horstu, który zdołał utrzymać się w swoim pierwotnym położeniu, podczas gdy wszystko dokoła niego opada w załamach, ułożonych w kształcie schodów. Stosunek ten musimy sobie wystawiać tak, że pierwotnie cały Szwarcwald oraz Wogezy były pokryte piaskowcem pstry, powyżej którego leżały wapień muszlowy, kajper i cała jura. W całej południowo-niemieckiej krainie tarasowej podłoże piaskowca pstrego musiało leżeć mniej więcej na tym samym poziomie, co w Szwarcwaldzie, a cały kompleks warstw, prawdopodobnie aż do najwyższej jury, rozpościerał się ku północy aż do samych gór Rhönu. Ale gdy powstał zawiły układ wielkich uskoków, dzisiejsza kraina tarasowa zaczęła osuwać się w głąb. Tam, gdzie zapadnięcie się było najgłębsze, mógł się zachować cały zespół warstw aż do jury górnej; natomiast im mniej jakiś płat osunął się w głąb, tem mocniej pracowała denudacya nad zniszczeniem jego warstw wyższych i, stosownie do położenia, w działaniu swem dochodziła na dół aż do jury środkowej, do liasu, kajpru, wapienia muszlowego albo piaskowca pstrego. A na starym kadłubie, t. j. na Szwarcwaldzie i na Wogezach, proces obnażania zdołał dotrzeć aż do prastarych skał krystalicznych. Rozważając stosunek Szwarcwaldu i Wogezów do otaczających, głębiej leżących płatów górskich, otrzymujemy w zupełności takie wrażenie, jak gdyby obie te masy nie były wcale od siebie oddzielone, ale tworzyły jeden



horst nieprzerwany: w tak dokładnej równomierności zapadają się załamy schodowe na zachód od Wogezów i na wschód od Szwarcwaldu. W istocie z dokładniejszego badania równiny nadreńskiej między Szwarcwaldem a Wogezami wynika, że tutaj w stosunkowo późnych czasach utworzyła się wielka zapadlina. Szwarcwald i Wogezy były pierwotnie masą jednolitą, a równina nadreńska między nimi powstała dopiero późno wskutek tego, że płat środkowy tej masy w świetnej zapadlinie grabenowej osunął się w głąb. Jeżeli z przestrzeni między Szwarcwaldem a Wogezami wysuniemy się na północ, to zauważymy, że i dalej jeszcze panują zupełnie takie same stosunki. Wapień muszlowy Kraichgawii w środkowym Badeniu, tudzież Odenwald ściśle tak samo odrzynają się na wschodzie od równiny nadreńskiej, a na zachodzie taki sam stosunek przedstawia Hardt i bardziej północne części Pfalzu. Musimy przypuszczać, że działały tutaj te same procesy, a całą równinę nadreńską, której szerokość od Bazylei aż do Frankfurtu jest dość jednakowa, możemy z zupełną pewnością uważać za jednolitą zapadlinę grabenową. Utwory młodsze wieku trzeciorzędowego, dyluwialnego i alluwialnego zasypały tę połać ziemi i wyrównały różnice wysokości; na ruinach zapadłego w głąb płatu środkowego owych niegdyś jednolitych gór ściele się dzisiaj jeden z najszcześniejszych zakątków Niemiec.

Jak podwójna masa Szwarcwaldu i Wogezów zamyka południowo-niemiecki krajobraz tarasowy od zachodu, tak od wschodu zamyka go masa czeska: jest to jeden z najosobliwszych obszarów Europy, indywidualność geologiczna wielkiej samoistności, we wszystkich kierunkach ostro odgraniczona i na każdej mapie geologicznej natychmiast rzucająca się w oczy. Na południu i na południo-zachodzie spotykamy przede wszystkim właściwą masę czeską, olbrzymi pień utworów starokrystalicznych, obejmujący Las Bawarski, Czechy południowe, przyległe części Austrii górnej i dolnej oraz Morawii (por. „Mapę geologiczną Alp“, umieszczoną obok str. 536, na której znajduje się południowa część masy czeskiej od Ratysbony do Znaima). Występują tutaj gnejsy, granity, łupki mikowe, praiłolupki, a wszystkie te skały niewątpliwie są starsze od najdawniejszych zawierających skamieliny osadów formacji kambryjskiej. Rozmieszczenie ich jest w ogólności tego rodzaju, że na południo-zachodzie ukazują się ogniwa najniższe, czerwone i pstre (boickie) gnejsy i podobne do nich granity; powyżej leżą szare (hercyńskie) gnejsy, następnie łupki mikowe i skały pokrewne, które z kolei znów są przykryte praiłolupkami albo filitami. Ku północy, na brzegu masy starej, te ostatnie skały ze swej strony zapadają się pod osady kambryjskie czeskiej fałdy paleozoicznej, t. zw. praskiego zagłębia sylurskiego.

Archaiczne te skały na obszarze bawarskim szczegółowo badał Gumbel, a na obszarze czeskim — Hochstetter; dochodzą one do zgoła niezwyklej miąższości, która według oceny ostatniego z wymienionych badaczy ma wynosić przeszło 33 000 m. Utwory młodsze od archaicznych tylko w niezmiernie podrzędnej mierze biorą udział w budowie tego masywu. Zupełnie brak całego szeregu warstw paleozoicznych i mezozoicznych; tylko kilka trzeciorzędowych osadów słodkowodnych oraz młode dyluwialne i alluwialne napływy leżą powierzchownie na prastarych gatunkach skalnych. Zarówno ku zachodowi jak ku wschodowi granice tego obszaru stanowią uskoki. A zatem i tutaj mamy do czynienia z kadłubem, który ostał się

nieporuszony, podczas gdy całe jego otoczenie osuwało się wgląd; z nastaniem ery paleozoicznej horst ten w całej swej rozciągłości prawdopodobnie nigdy już nie był powtórnie zalany przez morze.

Stąd wynika, że podczas niezmiernie długiego przeciągu czasu wszystkie siły niszczące miały sposobność działania na skały i w istocie też wywiązały się one w całej pełni ze swego zadania. W rozmieszczeniu wyniosłości, w kształtach gór nigdzie nie uwydatnia się wpływ uławicenia, biegu lub pochylenia warstw skalnych. Gdyby to ostatnie było miarodajne, wtedy musiałyby się tu wznosić bardzo wysokie góry alpejskie o wybitnym północno-zachodnio-południowo-wschodnim kierunku rozciągłości; w rzeczywistości zaś widzimy średniej wysokości krainę górską o zaokrąglonych kształtach gór i nieprawidłowo rozmieszczonych pasmach wyniosłości, albo też przed nami ściele się tylko słabo sfalowana wyżyna. Mówiąc krótko, mamy tu do czynienia z świetnym obszarem abrazyjnym, którego formę urobiły nie rozbijające się o brzegi fale posuwającego się naprzód morza, ale powolna i cicha działalność denudacyi subaeralnej.

Do potężnej, zwartej masy skał krystalicznych w Czechach południowych i ziemiach przyległych przypiera kolejno kilka innych systematów górskich, złożonych po największej części również ze starych osadów archaicznych i społem otaczających wielką kotlinę czeską. Ku północo-wschodowi granicę kotliny tej stanowi systemat górski Sudetów, ku północo-zachodowi — góry Kruszcowe, ku zachodowi jest ona otoczona odnogami gór Smreczyńskich, gór Karlsbadzkich oraz północno-zachodnią częścią Szumawy (Lasu Czeskiego), która od południowo-wschodniej części tychże gór oddzielona jest znacznym wgłębieniem. Chociaż kotlina czeska leży niżej od wieńca otaczających ją gór, to jednak od czasów pradawnych tworzyła ona wyżynę, która się wznosiła ponad przeciętny poziom największej części Europy i stąd też przeważnie nie bywała zalewana przez morze, podczas gdy krainy sąsiednie bywały przez nie pokrywane. Wielkie rozprzestrzenienie posiadają stare kambryjskie warstwy; są one zgodnie uławicone na łupkach krystalicznych okresu archaicznego i tworzą elipsę wyciągniętą z północo-wschodu na południo-zachód, w której środku leżą miasta Berun i Horzowice, gdy tymczasem Praga i Klatowy mieszczą się w pobliżu obu jej końców. Osady kambryjskie tworzą w ogólności wielką fałdę synklinalną, która została wparta pomiędzy skały archaiczne i dzięki temu uniknęła zniszczenia przez denudację; fałda ta ze swej strony znowu mieści w sobie niewielki teren-sylurski, słynący z niezmiernej obfitości swoich skamielin, oraz drobną wciśniętą fałdę dewonu dolnego. Mamy tu do czynienia z ostatnimi szczątkami denudacyi osadów szeroko niegdys rozprzestrzenionych, które prawdopodobnie sięgały poza obręb mas krystalicznych, tworzących Czechy południowe, tudzież północny brzeg Austrii górnej i dolnej, i rozciągały się aż do samych Alp, gdzie występują utwory pokrewne. Na dolnym dewonie w Czechach na długo przerywa się kolejne następstwo utworów morskich. Warstwy karbońskie z pokładami węgla rozpościerają się przekraczająco w uławiceniu poziomem ponad ścieżkami przez abrazyę czołami warstw utworów archaicznych, kambryjskich i sylurskich; bardzo wielką przestrzeń zajmuje czerwony spągowiec ze swoimi czerwonymi piaskowcami i zlepieńcami, z pokładami węgla, a tu i owdzie z ławicami wapienia. Ale w żadnym z tych osadów nigdy nie zdołano znaleźć skamielin morskich. Tryasu brak



całkowicie; z jury środkowej i górnej — występującej, co prawda, w morskim rozwoju — trafiają się tylko nadzwyczaj słabe ślady na najdalszym północo-wschodzie u stóp Sudetów; kredy dolnej brak; i dopiero wraz z górną kredą, która na tak rozległych przestrzeniach występuje przekraczając, morze znowu wdiera się do Czech. Z morza tego osiadają masy margli plenerskich i piaskowców kostkowych, które tutaj pokrywają obszar tak znaczny, a stąd, idąc za biegiem Elby (Łaby), ciągną się dalej do Saskiej Szwajcaryi. Wietrzejąc w formach dziwacznych, tworzą one godne uwagi grupy skał, towarzyszących biegowi Elby; ale w jeszcze bardziej



Rys. 347. Skały adersbachskie.

fantastycznej formie występują one na obszarze sudeckim w skałach weckelsdorfskich i adersbachskich (por. rys. 347). Z końcem formacji kredowej morze już więcej nie dociera do kotliny czeskiej. Wprawdzie, dużo się tu trafia utworów trzecieorzędowych, ale są to osady śródlądowe z potężnymi pokładami węgla brunatnego wieku oligoceńskiego i mioceneskiego, które w towarzystwie olbrzymich mas wybuchowych bazaltu ukazują się zwłaszcza na północo-zachodzie masywu, na południowej krawędzi gór Kruszcowych.

Szczególnie interesującym jest stosunek masy czeskiej i leżącego przed nią zagłębia do gór obrzeżnych na północy i na wschodzie, mianowicie do Sudetów i do gór Kruszcowych. Na wielkim masywie archaicznym, a nawet na czołach warstw leżącej wewnątrz Czech synklinali kambryjsko-sylurskiej spoczywa produkcyjna formacja węglowa w warstwach niemal zupełnie niezaburzonych; tem

bardziej tyczy się to osadów pleneru i piaskowca kostkowego. A zatem mamy tu do czynienia z płatem skorupy ziemskiej, który od niezmiernie długiego czasu nie brał już żadnego udziału w większych ruchach. Natomiast widzimy, że na krawędzi Sudetów i gór Kruszcowych warstwy kredowe są jeszcze zaburzone i wypiętrzone. Widocznie więc oba pasma tych gór obrzeżnych jeszcze w dość późnych czasach ulegały działaniu ruchów fałdujących; chociaż same przez się nie są one wcale młodemi górami łańcuchowemi, to jednak w zestawieniu z prastarą masą czeską przedstawiają obszar, który dopiero później zdołał się uspokoić i prawdopodobnie leżał dawniej na głębszym poziomie niż wewnętrzny obszar czeski. W stosunku do Sudetów słuszność tego przypuszczenia stąd już wynika, że tutaj kolejne następstwo osadów morskich jest znacznie zupełniejsze, niż wewnątrz Czech. Spotykamy tutaj środkowy i górny dewon, dolną część formacji węglowej, środkową i górną jurę, a wszystkie te utwory rozwinięte są w postaci osadów morskich; prawdopodobnie też nawet podczas jury górnej i kredy górnej obszar sudecki w całości lub przynajmniej w przeważnej swej części znajdował się pod wodą. Co prawda, w wyższych rejonach górskich naprózno byśmy szukali osadów tego wieku. Zostały one tutaj usunięte przez denudację, jak to wypływa z nader osobliwego uławicenia jury u południowego podnóża Karkonoszów (das Riesengebirge) oraz gór Izerskich w Czechach i Saksonii. Tutaj w pobliżu takich miejscowości, jak Hohnstein, Weinböhl, Kaa, Sternberg i kilka innych, trafiają się ograniczone wychodnie utworów jurajskich, które, rzecz szczególna, leżą pod granitem i są przezeń pokryte. Ważnem było wykazanie, że jura ze swej strony spoczywa na przewalonych warstwach kredy górnej: jest to zatem świetny przykład obalonego na wznak układu warstw. Można to sobie tylko tem tłumaczyć, że w jurze tej mamy do czynienia z ostatnimi szczątkami utworu, pozatem zresztą wszędzie już zniszczonego, z którego tylko skromne okruchy mogły tam ocaleć, gdzie były przykryte pokładami granitu i przez tę wytrzymałą pokrywą ochronione od zagłady. Tam, gdzie Sudety przypierają do kotliny czeskiej, granica ich jest względnie prosta. Ale bardziej zawile kształtują się stosunki dalej na południu, gdzie Sudety stykają się z archaicznymi skałami masy czeskiej. Tutaj kierunek granicy Sudetów z północno-zachodniego przechodzi powoli w północno-południowy. Archaiczne skały masy starej okolone są rąbkiem utworów czerwonego spągowca, i do tych utworów wzdłuż wielkiej linii przelamowej, z której wy dostały się masy syenitu berneńskiego, przypierają (podług Suessa) po kolei poszczególne pasy osadów sudeckich, rozmaite poziomy dewonu i kulmu. Na zewnątrz, ku wschodowi i północo-wschodowi, Sudety stają się coraz bardziej płaskie. Za przedłużenie i przedgórze ich mogą uchodzić wychodnie skał starszych na ziemiach Polski: na Śląsku, w okolicach Krakowa i w południowo-zachodniej części Kongresówki; za ostatnią gałąź Sudetów można uważać niewielkie pasmo Kielecko-Sandomierskie, składające się z utworów wszystkich niemal formacji paleozoicznych, tudzież osadów tryasowych i górno-jurajskich. Na podstawie badań nieodżałowanej pamięci Aleksandra Michalskiego i uogólnień Karpinskija, pasmo to tworzy bezpośredni ciąg dalszy dyslokacji północno-zachodniej, ujawniającej się na terytoryum Rosji w zagłębiu Donieckiem, na Mangiszłaku i dochodzącej do południowych brzegów jeziora Aralskiego (dyslokacja Polsko-Mangiszłacka). Dalej ku północo-wschodowi najstarsze osady Sudetów



znikają pod bardziej młodocianymi utworami równiny; a te, z którymi się znów na wschodzie spotykamy, przedstawiają zupełnie odmienny typ płyty rosyjskiej.

Obraz zgoła inny niż Sudety przedstawiają góry Kruszcowe, zamykające Czechy od północo-zachodu. Jeżeli w masie czeskiej i w Sudetach istotnie przemagającym był kierunek północo-zachodni, wzgl. południowo-wschodni, to tutaj natrafiamy na rozciągłość południowo-zachodnią, wzgl. północo-wschodnią; kierunek sudecki przechodzi tutaj w kierunek gór Kruszcowych, który potem w górach środkowo-niemieckich wszędzie już przemaga. Góry Kruszcowe przedstawiają wogóle utwór, mający kształt wyżyny o mocno abradowanych fałdach warstw archaicznych i staropaleozoicznych; w wielu miejscach ponad temi fałdami rozpostarły się przekraczająco osady oligoceńskich skał z węglem brunatnym. Rozwój szczytów jest w górach Kruszcowych bardzo ubogi, najznacniejsze wyniosłości względnie mało górują ponad swem otoczeniem. Zbocze gór od strony Saksonii jest dość łagodne i, stając się coraz bardziej płaskim, przechodzi powoli w zagłębienie saskie; natomiast od strony Czech góry Kruszcowe urywają się potężną stromą krzesanicą: przedłużenie ich w olbrzymim uskoku zapadło się tutaj w głąb ziemi. W polu zapadlinowem na południe od tego uskoku utworzyły się najznacniejsze w Czechach pokłady brunatno-węglowe, a wydobywane z nich paliwo kopalne daleko się z biegiem Elby rozchodzi, dociera bowiem aż do Hamburga. Na tym to właśnie obszarze przełamowym występują także potężne wybuchowe masy bazaltu, charakteryzujące czeskie góry środkowe; i z tej samej krawędzi, jako ostatnia pozostałość wróć tu ongi działalności wulkanicznej, tryskają liczne źródła gorące, owe szeroko w świecie słynące termy Karolowych Warów, Cieplic i innych kąpeli czeskich. Na południu z drugiej strony tej zapadliny naprzeciwko gór Kruszcowych leżą góry Karlsbadzkie, złożone również ze skał archaicznych; można zaś przypuszczać, że oba te pasma pierwotnie łączyły się ze sobą, a leżące pomiędzy niemi zagłębienie powstało dopiero później wskutek załamu: jest to zatem zapadlina grabenowa. Penck trafnie porównywa ją z doliną Renu, która utworzyła się przez zapadnięcie się płatu skorupy ziemskiej między obiema starami masami Wogezów i Szwarewaldu. Krańcowy zachodni narożnik obrzeżenia Czech tworzą góry Smreczyńskie (d. Fichtelgebirge), systemat górski niezmiernie zawięcej budowy, którego bliższą znajomość zawdzięczamy Gumbelowi; góry te wyróżniają się mianowicie tem, że w nich fałdy zachowują kierunek gór Kruszcowych, a uskoki — kierunek Lasu Bawarsko-Czeskiego. Góry Smreczyńskie wraz z krańcem zachodnim gór Kruszcowych tworzą nie tylko zachodni róg czworokąta czeskiego, lecz stanowią także punkt wyjścia innego ważnego ogniwa orograficznego, a mianowicie t. zw. środkowo-niemieckiego rygla górskiego, tego garbu lesistych pasm górskich, który oddziela niemiecką północ od południa.

Górski ten obszar, co prawda, wcale nie przedstawia gór jednolitych w znaczeniu geologicznem, ale przeciwnie złożony jest z nader różnorodnych ogniw. Środek jego, poczynając od wschodu, tworzą Las Frankoński i Las Turyngijski, stare horsty skierowane na północo-zachód. Na zachodzie masa główna składa się z Nadreńskich gór Łupkowych z ich licznymi ogniwami podrzędnymi, leżącymi po obu stronach Renu. Do gór pomienionych od strony południa przybywają wyniosłe odrosłe południowo-niemieckiej krainy schodowej, a przede wszystkim Rhön; w od-

roślach tych zwłaszcza piaskowiec pstry, a po nim dopiero wapień muszlowy, w towarzystwie potężnych wybuchów bazaltu, tworzą znaczne wyniosłości. Na północ od Lasu Turyngijskiego leży mniej wysoka część kraju, zajęta przez utwory tryasowe, a potem znów następują góry z warstwami zaburzonemi, przedewszystkiem zaś Harc z jego różnemi odnogami. Do Harcu przypiera podhercyńska kraina pagórkowata; jest to kompleks dosyć niskich grup górskich, biegnących z południo-południo-wschodu na północo-północo-zachód, do których należą przedgórza Harcu, a następnie Hils, Deister, Süntel, góry Wiehen i Las Teutoburski. Odgałęzienia tych wałów górskich, płaszcząc się coraz bardziej ku północy i ku wschodowi, giną nareszcie pod młodymi utworami wielkiej równiny. Las Turyngijski i Las Frankoński są horstami, które główną swą rozciągłość zawdzięczają układowi przełamów, przebiegających z obu ich stron w kierunku północno-zachodnim, podczas gdy pasy warstwowe tych gór biegną w kierunku północno-wschodnim. Najistotniejszy udział w budowie ich biorą łupki staro-krystaliczne, osady kambryjskie, sylurskie i dewońskie, rozległe utwory permskie i tryasowe, jako też porfiry i inne im pokrewne skały masowe; warstwy młodsze, mianowicie jurajskie, które tu przedtem niewątpliwie istniały, zostały przez denudację zniszczone i uniesione. Drugi potężny kadłub stanowi Harc, wznoszący się ostro z otaczającej go niższej krainy. Wprawdzie u podnóża jego nawet względnie jeszcze bardzo młode osady, mianowicie kreda najwyższa, są mocno spiętrzone; ba, według Beyricha bardzo osobliwe zaburzenia występują jeszcze nawet w piaskach, należących do oligoceńskich warstw brunatno-węglowych. Ale jakkolwiek odbywały się tu jeszcze młode ruchy fałdujące, to przecież nie są one wcale główną przyczyną wydzwignięcia się Harcu. Granity i osady, mianowicie należące do formacji dewońskiej i karbońskiej, tworzą właściwą jego masę, do której utwory młodsze tylko niewiele się przyczyniają. Wielce zawiłą jest budowa tych gór, którą w nowszych czasach badał bardzo dokładnie zwłaszcza Lossen. Osady starsze, łupki krystaliczne oraz formacje paleozoiczne, które tworzą główną masę Harcu, są w tenże sam sposób jak osady gór Kruszcowych i Lasu Turyngijskiego złożone w fałdy o kierunku północno-wschodnim; tymczasem wielkie linie przełamowe, które warunkują główną rozciągłość tych gór, skierowane są ku północo-zachodowi, tak samo jak młode fałdy u północno-wschodniego podnóża Harcu, dające się dostrzegać jeszcze w najmłodszych warstwach kredowych. To samo dotyczy przedłużenia ich ku północo-zachodowi, t. j. fałd, skierowanych na północo-zachód, a tworzących podhercyńską krainę pagórkowatą oraz pasma takich wyniosłości, jak Hils, Deister, Süntel, Las Teutoburski i in. Są to niskie, ale po części energicznym zaburzeniom uległe pasma górskie, gdzie przeważnie występują osady mezozoiczne, częściowo nawet z wielką obfitością skamielin, ale zwykle otulone utworami młodszymi i tak niedostatecznie odsłonięte, że ich badanie i odcyfrowanie natrafia na ogromne trudności. Do tego obszaru należą prawie wszystkie bardziej wydajne znaleziska skamielin jurajskich i dolno-kredowych oraz wiele stanowisk ze skamielinami górno-kredowymi, które dostarczyły nam fauny tych formacji w Niemczech północnych; Hils, Deister i niektóre inne z tych drobnych grup górskich stanowią pod tym względem klasyczne miejscowości. Krańcową północno-



zachodnią odrosłą całego tego obszaru jest łańcuch Weserski i Las Teutoburski. Ku północy i ku zachodowi osady mezozoiczne zanurzają się pod utwór dyluwialny równiny północno-niemieckiej, z południa zaś przypiera do nich westfalski teren kredowy, gdzie już panuje zupełnie inny porządek rzeczy.

W zachodniej części środkowo-niemieckiej krainy górskiej dostrzegamy stosunki pod wielu względami odmienne. Tutaj wszędzie przemaga wyłącznie kierunek północno-wschodni, z którym już spotkaliśmy się w starszych fałdach gór Kruszcowych, Smreczyńskich, Lasu Turyngijskiego, Harcu i in. Z obu stron Renu występuje rozległa kraina wyżynowa i górska, która ma wyłącznie północno-wschodni kierunek rozciągłości, i powinna być oznaczana nazwą nadreńskich gór Łupkowych w najobszerniejszym znaczeniu tego wyrazu. Na wybitnych górach i na ostrych liniach grzbietowych prawie całkowicie zhywa temu obszarowi, który był wystawiony na działanie denudacji od niezmiernie długich okresów czasu. Pomimo to wciąż jeszcze sterczy on ponad otaczającą go niziną, tak samo jak ongi przez całe szeregi wieków wznosił się w postaci wyspy z dookoła go oblewającego oceanu. Nadreńskie góry Łupkowe, które zwłaszcza od czasu badań H. v. Dechena dokładnie stały się znane, rozciągają się na znacznej szerokości po obu stronach Renu. Na lewym brzegu Renu graniczą one na południu z górami Pfalzu oraz z Saarbrückeńskim zagłębieniem węglowym, mającym wielką doniosłość pod względem technicznym i naukowym. Soonwald, Idarwald, Hunsrück, Hochwald, Eifel, Hohes Venn są tutaj najważniejszymi ogniwami tej górzyściej krainy, której bezpośrednie przedłużenie ku zachodowi tworzą w Belgii Ardenny, ciągnące się dalej aż do Francji. W obrębie prawobrzeżnej połaci tych gór, która ku północy zanurza się pod pokrywę młodych utworów kredowych, mieszczą się Taunus, Westerwald, Siegerland, Sauerland, tudzież westfalski okrąg węglowy. Prawobrzeżny ten obszar na południu, na przestrzeni od miasta Bingen aż może do okolic miasteczka Remagen, odgraniczony jest od obszaru lewobrzeżnego tylko wązkiem korytem erozyjnym doliny Renu. Natomiast na północy pomiędzy obie połowy gór Łupkowych wchodzi szeroka zatoka dolno-reńska, która jako rozległa, równa płaszczyzna ciągnie się od Eschweileru i Düsseldorfu aż do okolic, leżących powyżej Bonnu; zatoka ta jest odnogą wielkiej równiny północno-niemieckiej. Stanowczo największy udział w budowie gór Łupkowych biorą nadzwyczaj grube dewońskie szarogłazy, łupki i wapień, które właśnie tutaj przedstawiają najpiękniejszy typ rozwoju morskiego tej formacji. Z pomiędzy skał starszych należy wymienić zwłaszcza łupki krystaliczne Hohes Vennu, jako też kilka skromnych wychodni syluru w Ardennach. Z warstw młodszych ważnem jest przedewszystkiem występowanie produkcyjnej formacji węglowej, która mianowicie obejmuje leżące na północnym brzegu będących w mowie gór wielkie westfalskie zagłębienia węglowe, jako też karbon, występujący w okolicach Akwizgranu, i w końcu karbon belgijski. Z utworów jeszcze młodszych trzeba wymienić tryas, który w niektórych okolicach leży przekraczając na czołach warstw, ściętych skutkiem abrazyi gór Łupkowych. Ponad niższymi ich odnogami rozpościera się ciągnąca się z północy kreda górna, a na obszarze Westerwaldu występują rozległe partie trzeciorzędowych osadów śródlądowych w towarzystwie znacznych mas bazaltowych skał wybuchowych.

Młode produkty wybuchowe i pozatem zresztą obficie występują w obrębie nadreńskich gór Łupkowych i są rozsiane na niezliczonych miejscach; z pomiędzy nich szczególnie są ważne młode, do najnowszego okresu należące utwory Eiflu, okolice jeziora Laach i miasta Bonn (por. t. I, str. 229, 230).

Na północ od gór środkowo-niemieckich rozpościera się rozległa równina północno-niemiecka, której powierzchnia składa się głównie z całkiem młodych utworów dyluwialnych i aluwialnych. Już wyżej wyłuszczyliśmy dokładnie najważniejsze szczegóły z tego wszystkiego, co jest do powiedzenia o naturze tych osadów. Ale w wielu miejscach i z pod tej młodej pokrywy wystają utwory starsze, wśród których prym trzyma trzeciorzęd. Rozprzestrzeniona jest i kreda, mianowicie w pasie, stanowiącym północną granicę równiny od strony Bałtyku; jurę znaleziono na Pomorzu, w Meklenburgu i w Prusach wschodnich, podczas gdy wapień muszlowy występuje w słynnym płacie rüdersdorfskim, odsłoniętym przez olbrzymie kamieniołomy. Szlezwig, Jutlandya i wyspy duńskie pod względem geologicznym stanowią bezpośredni ciąg dalszy równiny północno-niemieckiej; nie przedstawiają one żadnych zgoła indywidualności samodzielnych. Dopiero w Szwecyi i Norwegii trafiamy na kraj zgoła odmienny i zupełnie inaczej zbudowany.

Jak od strony wschodniej do Szwarewaldu, tak od strony zachodniej do Wogezów przylegają załamy schodowe, wzdłuż których osady po obu zboczach zapadły się w głąb ziemi, tak iż młodsze utwory wapienia muszlowego, kajpru i jury leżą u stóp gór, złożonych ze skał starszych. Znajdujemy się tu na brzegu wielkiego zagłębia, w którego częściach zewnętrznych obnażają się ogniwa najstarsze, podczas gdy ku wnętrzu następują kolejno warstwy coraz to bardziej młode. Jest to zagłębie Paryskie, na którego ograniczenie zewnętrzne musimy najpierw zwrócić uwagę. Zasięg tego zagłębia wyznacza pewna liczba starych filarów; są one jedne od drugich przedzielone tylko względnie małymi przestrzeniami wolnemi, w obrębie których osady młodsze, leżące wewnątrz zagłębia, łączą się z takimiż osadami, leżącymi zewnątrz niego na południo-wschodzie i na południo-zachodzie. Na północo-wschodzie granicę tworzą Ardenny i nadreńskie góry Łupkowe; od strony wschodu przypierają Wogezy. Brzeg południowy tworzy największy ze wszystkich środkowo-europejskich kadłubów, środkowa wyżyna francuzka, oddzielona od Wogezów dosyć szerokim pasem osadów jurajskich i kredowych, stanowiących ogniwo łączne między utworami zagłębia paryskiego a rówieśnymi utworami gór Jurajskich i dorzecza Rodanu. Środkowa wyżyna francuzka składa się przeważnie z gnejsów i innych skał krystalicznych, pomiędzy które niejednokrotnie wcisnięte zostały szczątki denudacyjne utworów młodszych. Wśród tych szczątków bodaj największe znaczenie posiada kilka płatów karbońskich pod Saint-Etienne i w innych miejscowościach, które grają rolę główną pomiędzy nielicznymi znaczącymi pokładami węgla, występującymi we Francyi. Oprócz tego należy wymienić rozległe osady trzeciorzędowych warstw słodkowodnych, które miejscami kryją bogate skarby kości ssaków kopalnych. Ale przede wszystkim godne są uwagi skały wybuchowe. Widzieliśmy już przedtem, że tutaj występują wielkie masy trzeciorzędowych trachitów i bazaltów, jako też wiele młodych kraterów z ich dobrze zachowanymi potokami lawy i luźnymi (sypkimi) produktami wybu-



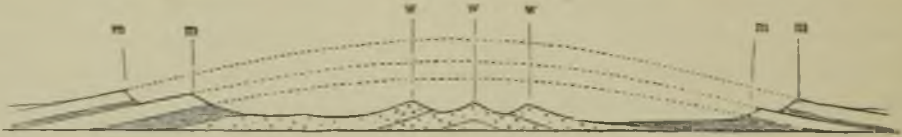
chowymi (por. t. I, str. 227—229). Na północo-zachód od wyżyny środkowej szerokim pasem ciągną się na południe warstwy jurajskie i kredowe, łącząc w ten sposób zagłębienie północno-francuzkie z dorzeczem Garonny w południowo-zachodniej Francyi. Ku zachodowi granicę zagłębienia paryzkiego tworzy znów wielki obszar skał archaicznych i starszych osadów paleozoicznych, masa armorykańska, która zbudowana jest z warstw, biegnących w kierunku zachodnim i północno-zachodnim; masa ta zajmuje znaczną część Francyi północno-zachodniej. Cała Bretania oraz zachodnie części Poitou, Anjou, Maine i Normandyi składają się z tych właśnie utworów, z których również zbudowane są oba północno-zachodnie półwyspy Francyi.

Zagłębienie Paryzkie jest wielką niecką; posuwając się w obręb niej od zewnątrz ku wnętrzu, dochodzimy wciąż do warstw coraz to bardziej młodszych. Bez względu na to, czy będziemy iść do środka tego zagłębienia od zachodu, południa, wschodu lub północo-wschodu, zawsze natrafimy zazwyczaj najpierw na lias, potem na jurę środkową i górną, na kredę dolną i górną, aż wreszcie w samym środku napotkamy osady eoceńskie i oligoceńskie, słynne z powodu mnóstwa swoich dobrze zachowanych szczątków kopalnych. Tutaj właśnie leżą te znalezione kości ssaków kopalnych, które dostarczyły materiału głównego dla epokowych badań Cuviera, jako też wciąż jeszcze niewyczerpane łóżyska owych niezliczonych gatunków małżów i ślimaków, które zostały opisane przez Lamareka i Deshayesa.

Na szczególne uwzględnienie zasługuje północna granica zagłębienia paryzkiego. Zamiast północno-wschodniego kierunku Ardennów i nadreńskich gór Łupkowych w południowo-zachodniej Belgii występuje bieg warstw północno-zachodni, który posiadają ścięte przez abrazyę fałdy utworów węglowych na pograniczu Francyi i który daje się wysledzić aż do Boulogne sur mer, gdzie na utworach starszych, biegnących w kierunku północno-zachodnim, spoczywa jura środkowa w uławiceniu przekraczającym. Tam, gdzie panuje ten północno-zachodni kierunek utworów starszych, zanika spółśrodkowo-skorupowa budowa zagłębienia paryzkiego, pozatem zresztą wszędzie mu właściwa; zdaje się bowiem, że młodsze osady zostały tu przerwane. Pod Boulogne grzbiet starszy dochodzi do morza, a od tego miejsca ku zachodowi warstwy trzeciorzędowe, kredowe i jurajskie rozciągają się aż do samego wybrzeża.

Anglia południowa pod względem budowy geologicznej stanowi dalszy ciąg Francyi północnej: poszczególne pasy osadów dają się wysledzić i za kanałem, a nawet pojedyncze linie zaburzeń powtarzają się z tamtej jego strony. W ogólności wążka odnoga morska kanału angielskiego przedstawia tylko nieznaczne płytkie wyżłobienie powierzchni ziemi i dość byłoby niewielkiej zmiany poziomu morza, aby wyspy Brytańskie połączyły się z lądem stałym. Następstwem obniżenia się zwierciadła wód morskich o 40 m byłoby już wynurzenie się z morza szerokiego półwyspu, wyrastającego z Holandyi w stronę Anglii wschodniej, w stronę Norfolku i Lincolnshireu, a dosyć byłoby opadnięcia morza o 80 m, aby całe wschodnie i południowe wybrzeże Anglii, poczynając od granicy szkockiej aż do Kornwalii, od Berwicku do Plymouthu, stało się lądem stałym, podczas gdy Irlandya tylko bardzo wązkim półwyspem łączyłaby się przytem z Anglią. Stara masa armorykańska, tworząca północno-zachodnie naroże Francyi, przedłuża się przedewszystkiem

w angielskie wyspy Kanałowe (channel islands) Jersey, Guernsey i in., a na ziemi angielskiej stare granity i utwory paleozoiczne Kornwalii są tylko przez morze oddzieloną częścią tegoż samego masywu. Leży tutaj przed nami teren wielkich złóż kruszców cynowych oraz obszar, od którego formacja dewońska wzięła swoją nazwę. Z tamtej strony kanału Brystolskiego dalszy ciąg starych utworów Kornwalii tworzą góry Walii i przyległych części Anglii. Nieznaczny tylko pas warstw młodszych, przeważnie tryasowych, które pod Liverpoolem rozpościerają się ku północy aż do morza, oddziela tę partycję od dalszego wielkiego obszaru osadów starych, które tworzą łańcuch gór Pennine oraz całą północno-zachodnią część Anglii, a na północ od ujścia rzeki Tees docierają także do wybrzeża wschodniego. Oba te paleozoiczne obszary Walii i Anglii północnej należą do okolic najbardziej interesujących pod względem geologicznym. Sedgwickowi, Murchisonowi i ich następcom Walia dostarczyła przepysznie rozwiniętych typów formacji kambryjskiej i sylurskiej; tutejsze utwory węglowe stały się punktem wyjścia do podziału całej formacji karbońskiej. A skarby mineralne, które w postaci paliwa kopalnego i rud żelaznych nagromadzone są w osadach karbońskich całego tego terenu, bardziej



Rys. 348. Weald w przekroju: m) kreda morska. w) utwory wealdeńskie. (Według Ramsaya).

niż jakabądź inna okoliczność zewnętrzna przyczyniły się do podniesienia Anglii na ten stopień potęgi i bogactwa, który ona dzisiaj zajmuje. Jak w zagłębiu Paryżkiem do masy armorykańskiej, tak w Anglii do tych utworów paleozoicznych osady młodsze wieku mezozoicznego i trzeciorzędowego przypierają w ten sposób, że w miarę tego, jak się oddalamy od krawędzi utworów starych, przecinamy po kolei tryas, jurę, kredę i trzeciorzęd. Tak więc widzimy, jak jura zaczyna się w Dorsetshire na wybrzeżu południowym i w postaci nieprzerwanego pasa ciągnie się na ukos przez całą wyspę aż do jej wybrzeża północno-wschodniego, do Yorkshire, gdzie formacja ta odznacza się mnóstwem naniesionych przez wodę roślin lądowych, trafiających się w rozmaitych jej poziomach. Dalej następuje szeroki pas kredy a potem trzeciorzęd, z którego w znacznej części składa się najbardziej południowo-wschodnia część kraju, przyczem najpierw występują warstwy eoceńskie i oligoceńskie, któreśmy dawniej już poznali, a powyżej nich młode plioceńskie utwory „cragu”. Co prawda, właśnie tutaj uławicenie bynajmniej nie jest tak prawidłowe jak w pozostałych częściach angielsko-francuzkiego zagłębia; przeciwnie znajdujemy tu znaczne zaburzenia, których charakter posiada większy, ogólny interes. Należałoby się spodziewać, że cała południowo-wschodnia część wyspy składa się z trzeciorzędu. Ale w rzeczywistości tak nie jest, gdyż wielkie ze wschodu na zachód przebiegające obniżenie warstw starszych, a mianowicie utworów kredowych i wealdeńskich, dzieli cały ten obszar trzeciorzędowy na dwie całkowicie wyodrębnione części, z których jedna leży na wybrzeżu południowym w Dorsetshire i Hampshire, podczas gdy druga część większa, w której środku mniej więcej mieści



się Londyn, z Suffolku i Essexu na wybrzeżu wschodniem ciągnie się daleko na zachód w głąb kraju. Budowa kraju jest tu bardzo prosta i łatwo zrozumiała. Na rys. 348 widzimy płaskie sklepienie, którego środek przez normalne siły niszczące został zdenudowany; w środku sklepienia wychodzą na jaw warstwy najstarsze, znane utwory wealdenkie, osady wód słodkich i słonawych (brakicznych), które reprezentują kredę najniższą i posiadają tutaj znaczną miąższość. Cały ten kompleks, bynajmniej nie odznaczający się dużą odpornością na czynniki niszczące, tworzy po części płaszczyznę, po części zaś krainę pagórkowatą dość niską i przeważnie piaszczystą; teren ten, w znacznej części pokryty wspaniałymi lasami, znany jest pod nazwą „wealdu” i nazwy tej udzielił piętru wealdenkiemu. Z obu stron wealdu wznoszą się znacznie mocniejsze i bardziej odporne czoła warstw kredy morskiej, które z trudnością ulegają wietrzeniu i dlatego też tworzą pasma wyniosłości, otaczających weald: South Downs na południu i North Downs na północy; utwory trzeciorzędowe, łatwiej poddające się zniszczeniu, występują oczywiście jeszcze w większej odległości od środka sklepienia. Występowanie takiego płaskiego sklepienia samo przez się nie budzi szczególniejszego zajęcia, a i zjawiska denudacyi, chociaż dość okazałe, bynajmniej nie są niezwykle; doniosłość wszystkich tych zjawisk tkwi zupełnie w czem innem. Weald wraz z otaczającemi go pasmami wyniosłości zaznaczony jest na południe od Londynu na każdej większej mapie Anglii; jeżeli więc będziemy go porównywali, co do położenia i kierunku, z utworami, występującymi na lądzie stałym, to dostrzeżemy, że przedstawia on bezpośredni ciąg dalszy tych zaburzeń, z którymi zapoznaliśmy się wyżej w południowo-zachodniej Belgii oraz w przyległych częściach Francyi. Dalej zaś znacznej głębokości studzienne otwory świdrowe, wywiercone w Londynie i jego najbliższej okolicy, wykazały, że tutaj przebiega grzbiet skał starszych, skierowany ku zachodowi, na którym, jak pod Boulogne sur mer, leży przekraczające jura środkowa (piętro batonkie). W ten sposób widzimy, jak ostatnie odrośle rozwiniętego na lądzie stałym systematu górskiego rozciągają się przez morze aż do Anglii, gdzie kresem ich są prawdopodobnie wzgórza Mendip i Cotswold w pobliżu Bristolu.

Dalszy ciąg starych osadów paleozoicznych Anglii północno-zachodniej odnajdujemy w Szkocyi, gdzie góry na południu tego kraju składają się głównie z warstw sylurskich i ze starego czerwonego piaskowca. Na północy leży nizina szkocka, której położenie na mapie określają miasta Edynburg i Glasgow; jest to teren, gdzie przeważa formacja węglowa i gdzie leżą okręgi węglowe Szkocyi. Dalej na północ następuje pas starego czerwonego piaskowca, a potem ogromna masa łupków krystalicznych i sylur dolny, które w połączeniu ze znaczną liczbą partyi granitowych tworzą górską krainę Szkocyi (Highlands). Wszelako w całej tej okolicy brak gnejsów normalnych, jakie zazwyczaj tworzą najstarsze części utworów archaicznych; gnejsy takie występują tylko dalej na zachodzie, na zewnętrznych wyspach Hebrydzkich, oraz na północy, na wyspach Szetlandzkich, podczas gdy w górskiej krainie Szkocyi (Highlands) dominują łupki mikowe i gnejsy o wejrzniu młodszym. Na północno-wschodnich krańcach Szkocyi występują znów na rozległej przestrzeni stare czerwone piaskowce, które także tworzą wyspy Orkadzkie; w tym to właśnie obszarze piaskowce te dostarczyły mnóstwa pięknych szczt-

ków ryb i eurypterydów. Z osadów młodszych napomkniemy o występowaniu kilku dość małych partyi utworów jurajskich i górno-kredowych, które na wschodnim wybrzeżu Szkocji północnej i na Hebrydach wewnętrznych wciśnięte są między skały stare lub między masy bazaltu, a ważne są dlatego, ponieważ przedstawiają tylko ostatnie resztki, pozostałe po denudacji osadów widocznie szeroko niegdyś rozprzestrzenionych, ale prawie zupełnie zniszczonych. W końcu ważne są jeszcze wielkie i rozległe masy bazaltów, które w Szkocji grają pewną rolę mianowicie nad brzegami Tweedu, na środkowym obszarze wapienia węglowego i formacji dewońskiej, dalej na wyspie Arran oraz na wewnętrznych Hebrydach: Mull i Skye.

Obraz istotnie odmienny, niż większa wyspa sąsiednia, przedstawia Irlandya, której budowa jest bardzo szczegółna. Prawie cały środek wyspy i, co najmniej, połowę jej powierzchni zajmuje morski wapień węglowy, podczas gdy węglonośne warstwy karbońskie występują na małą tylko skalę, co jest przyczyną znacznej niższości ekonomicznej Irlandyi w porównaniu z Anglią i Szkocją. Z wapienia węglowego wystaje kilka obnażeń utworów starszych, mianowicie starego czerwonego piaskowca, syluru i łupków krystalicznych, a oprócz tego wielka wewnętrzna płyta wapienia węglowego na wybrzeżach wyspy jest prawie ze wszystkich stron okolona rąbkami osadów starszych, mocniej spiętrzonych, przeważnie łupków krystalicznych, granitów, syluru i dewonu, które tworzą obszary górskie na północy, zachodzie, południu i południo-wschodzie wyspy; w środku między tymi mocno zaburzonymi i sfałdowanymi płacami wapienia węglowego, w głębi wyspy mało tylko poruszony, zachował się w postaci niziny. Tylko na kresach północnych występują także warstwy młodsze, wieku mezozoicznego, w kilku ograniczonych partyach: trochę tryasu, skąpe ślady jury i pewna liczba ułamków jednego poziomu kredowego. Wszystkie te warstwy, tak samo jak niektóre wychodnie jury w Szkocji, tylko dzięki temu zdołały uniknąć całkowitej denudacji, że ponad nimi rozpostarła się potężna pokrywa twardych bazaltów trzeciorzędowych, pod których osłoną zdołały one ująć zniszczenia. W Irlandyi, tak samo jak w Szkocji, występują rozległe masy i pokrywy bazaltu, które należą do młodszego trzeciorzędu i pozostają w związku z zawierającymi rośliny warstwami tegoż samego wieku. Nie są one wszakże ograniczone tylko do tego obszaru, lecz są szeroko rozpowszechnione w najbardziej północnej części oceanu Atlantyckiego; na północ od Szkocji pod 62 stopniem szerokości północnej leży znaczna grupa wysp Färöer, która w całości składa się z pokryw bazaltu oraz tufów z wtrąceniami węgla brunatnego i kopalnych roślin lądowych. I wielka wyspa Islandya także wcale nie jest nasypem nowoczesnym, lecz składa się głównie z należących może do środka epoki trzeciorzędowej mas wybuchowych i osadów brunatno-węglowych, surturbrandr, które na podstawie szczątków roślinnych powinnyby odpowiadać miocenowi. Utwory podobne występują też w wielu punktach zachodniego i wschodniego wybrzeża Grenlandyi, na krawędziach tego prastarego trzonu skał krystalicznych, który dzisiaj spoczywa pod pokrywą potężnych mas lodowych.

Z takiego rozprzestrzenienia blisko ze sobą spokrewnionych i mniej więcej rówieśnych mas skalnych z węglami brunatnymi i roślinami lądowymi wywnioskowano, że mamy tu do czynienia z pozostałościami starej masy lądowej, która



koło środka epoki trzeciorzędowej łączyła Europę północno-zachodnią z Grenlandją i północno-wschodnią Ameryką Północną; w istocie też (porówn. str. 452) i rozprzestrzenienie miocenijskich osadów morskich dostarcza również dowodów na poparcie tego poglądu. Całkiem inaczej zbudowany jest Szpicberg, który w czasach nowszych zwłaszcza skandynawskie ekspedycje badały szczegółowo. Spotykamy tutaj warstwy mocno wypiętrzone tudzież urwiste góry (rys. 349), w których występują stary czerwonny piaskowiec, formacja węglowa, warstwy permskie, tryas, jura z licznymi skamielinami, jako też trzeciorzęd.



Rys. 349. Góry Świątyniowe na Szpicbergu. (Podług oryginalnego rysunku prof. W. Kükenthala).

Pozostaje nam powiedzieć kilka słów jeszcze o jednym obszarze zachodnio-europejskiej krainy płatów, mianowicie o górach, które tworzą zachodni brzeg Norwegii. Tutaj nie tylko łupki archaiczne, ale także osady kambryjskie i sylurskie są mocno zaburzone, pofałdowane i wydźwignięte. Tu i owdzie osady, zawierające skamieliny, przybrały budowę całkiem krystaliczną, a zwłaszcza w okolicach miasta Bergen w łupkach mikowych, w gnejsach, kwarcytach i w marmurze krystalicznym występują trylobity sylurskie, ramienionogi, korale i t. p. (porówn. t. I, str. 722, 723). Stosunki takie właściwe są tylko zachodniej, górskiej krawędzi półwyspu skandynawskiego. Natomiast w bardziej wschodnich częściach jego wszędzie a wszędzie występują utwory archaiczne z poziomo na nich uławiconymi płatami wieku kambryjskiego, sylurskiego, a po części nawet jeszcze młodszego. Tutaj właśnie, jak Suess zaznacza, przechodzi granica między rozwojem gór zachodnio-

europęjskim a wschodnio-europejskim; wszystko, co ciągnie się dalej, mianowicie Norwegia wschodnia i Szwecya, należy już do obrębu tej wielkiej płyty, gdzie od początku okresu paleozoicznego nie zaszła już więcej żadna zmiana, o którejby warto było wzmiankować.

Zanim przystąpimy do mówienia o tym obszarze, musimy jeszcze raz rzucić okiem na całokształt zachodnio-europejskiej krainy płatów. Znaleźliśmy w niej oszałamiające wprost mnóstwo mas starych, płyt spadających tarasami, zapadlin i t. d., które na pozór najzupełniej bezładnie porozrzucane są jedne obok drugich, i musimy spróbować, czy w tym pozornym chaosie nie uda nam się odkryć jakiej nici przewodniej. W rzeczy samej, nic taką widzimy w tem, że w wielu oddzielonych od siebie połaciach górskich panuje zupełnie zgodny kierunek fałd starych. Skutkiem tego jesteśmy już bliżcy poglądu, że połacie owe należały pierwotnie do nieprzerwanych i jednolitych gór, które później, przez załamanie się znacznych ich części, rozpadły się na liczne horsty. W nowszych czasach przedmiot ten bardziej szczegółowo traktował Suess i starał się odtworzyć dawniejsze góry Europy; idąc za nim, i my postaramy się nakreślić obraz naszej części świata w owych dawno już ubiegłych czasach.

Jeżeli przedewszystkiem zwrócimy uwagę na wiek ruchów górskich, to będziemy mogli rozróżnić trzy grupy główne. Niewiele tylko części środkowo-europejskiej krainy płatów zostało sfałdowanych już pod koniec epoki sylurskiej i, jak się zdaje, nie uległo już odtąd więcej żadnemu widocznemu wypiętrzaniu: tyczy się to gór szkockich (Highlands) i Hebrydów, tudzież wielkiej płyty irlandzkiej, gdzie osady dewońskie bez żadnych zaburzeń leżą na czołach warstw skał archaicznych, kambryjskich i sylurskich. Drugi tego rodzaju obszar prastary tworzą Las Bawarski oraz Las Czeski (Szumawa), które bądź co bądź już przed początkiem formacji węglowej zostały wypiętrzone i w wysokim stopniu zdenudowane. Są to dwa ułamki prastarych gór, które, o ile wiemy, nie mają związku z żadnym innym obszarem, ale leżą obok młodszych płatów skorupy ziemskiej, jako coś odosobnionego i zupełnie obcego. Znacznie większej doniosłości jest drugi okres wypiętrzania, który przypada na ostatnie piętra formacji węglowej oraz na przejście jej do peryodu permskiego; okres ten, co do swego znaczenia, zdaje się stać na równi z okresem wypiętrzania alpejskich gór łańcuchowych, przypadającym mniej więcej na środek epoki trzeciorzędowej. Z wyjątkiem bawarsko-czeskich gór pogranicznych, należą tutaj wszystkie stare horsty Niemiec: przedewszystkiem góry Kruszcowe, Smreczyńskie (Fichtelgebirge), Las Turyngijski, Las Frankoński, Harc, nadreńskie góry Łupkowe i Ardenny, Szwarzewald i Wogezy. We wszystkich tych płatach górskich kierunek fałd starych biegnie w przybliżeniu z południo-zachodu na północo-wschód, co nawet tam zauważyć można, gdzie zarys zewnętrzny gór, zmieniony przez przełamy późniejsze, wykazuje inną rozciągłość podłużną, a taki właśnie przypadek zachodzi w Szwarzewaldzie, Wogezach, Harcu i Lesie Turyngijskim. Jeżeli następnie zwrócimy uwagę na położenie poszczególnych skał w tych horstach, to dostrzeżemy, że masa główna utworów archaicznych należy do południowo-wschodniej części całego pasa. Szwarzewald, Wogezy, góry Smreczyńskie, Karlsbadzkie, Kruszcowe wyróżniają się masami swoich prastarych gnejsów i granitów, podczas gdy rozwój główny względnie młodszych osadów pa-



lewozicznych przypada na północ-wschód, na nadreńskie góry Łupkowe, na Harz, Las Turyngijski i Frankoński.

Naprowadza to nas na myśl uwatania wszystkich tych dzisiaj odosobnionych mas za ulamki jednego potężnego pasma gór, zbudowanego niesymetrycznie, a rozciągającego się z południo-zachodu na północ-wschód: góry Kraszowe, Smreczyńskie, Szwarzwald i Wogery odpowiadają pasowi krystalicznemu tego łańcucha, podczas gdy nadreńskie góry Łupkowe, Harz, Las Turyngijski i t. d. należą do osadowego pasa zewnętrznego. Nie wyczerpuje to jednak całego zasięgu starych tych gór. Północno-wschodni kierunek utworów starych daje się wysledzić jeszcze i poza Wogezami aż do wschodnich części francuskiej wyżyny środkowej. Z drugiej zaś strony widzimy, że na północ-wschodzie, w Saksonii i w przyległych częściach Czech, kraniec gór Kraszowych wiąże się ściśle z górami Łużyckimi; zachodzi tu prosto wygięcie się w kierunku sudecki, Sudety tworzą zakrzywione na południo-wschód ramię tegoż samego wielkiego łuku górskiego. Musimy sobie zatem wystawić, że mniej więcej na początku formacji permskiej istniały potężne góry alpejskie, które ukształtowały się w środku Francyi, a stamtąd ogromnym łukiem ciągnęły się przez Niemcy środkowe i, jak się zdaje, kończyły się w Morawii i na Śląsku austriackim. W tych „górnach warysejskich”<sup>1)</sup> mamy Alpy epoki ówczesnej, która, co prawda, już w ciągu formacji permskiej zostały na potężną skalę zdenudowane i zniszczone, ponieważ już osady tryasowe leżą zarówno na szczytach Szwarzwaldu jak na śnieżnych przez abrazyę faldach nadreńskich gór Łupkowych. Południowo-i-środkowo-niemiecka kraina schodowa z jej tryasowymi i jurajskimi osadami przedstawia olbrzymi salam, w którym znaczny kawał gór warysejskich osunął się w głąb ziemi.

Stosunki podobne spotykamy i dalej na zachodzie. Prastare masy granitowe, tworzące zachodnią część francuskiej wyżyny środkowej, Bretanię i obszary przyległe, a w śladach trafiające się także w Anglii południowo-zachodniej, odpowiadają podobnież pasowi krystalicznemu należących do tegoż samego okresu gór alpejskich, których pasy osadowe zaznaczone są przez osady paleozoiczne Kornwalii i Devonshires, przez utwory paleozoiczne, wykazane w pobliżu Londynu i koło Boulogne, oraz przez zachodnią połowę utworów węglowych we Francyi północno-wschodniej i w Belgii. Pozostałe części tych gór ukryte są pod młodszymi warstwami zagłębia londyńskiego i paryskiego, tudzież pod Kanalem, podczas gdy dalsze ich przedłużenie ku zachodowi, jak się zdaje, zapadło się w głąbie oceanu Atlantyckiego. Te „góry amerykańskie”<sup>2)</sup> w kraniecowej, zachodniej części swego przebiega skierowane są z zachodo-południo-zachodu na wschodo-północ-wschód, następnie zwracają się na wschód i nareszcie w największej części swego ranego nam przebiega przybierają kierunek południowo-wschodni. Tak więc na linii, łączącej we Francyi okolice miasta Valenciennes ze źródłami rzeki Dordogne, spotykały się wówczas ze sobą prawie pod kątem prostym dwa potężne łuki gór-

<sup>1)</sup> Od germańskiego pokolenia waryków, którego śladby mieszczą się w pobliżu miasta Hof w Bawarii i w okolicach gór Smreczyńskich.

<sup>2)</sup> Od amerykańców, dawnych celtyckich mieszkańców Bretanii.

skie, waryscyjski i armorykański, w sposób podobny, choć mniej wspaniałe, jak dzisiaj schodzą się ze sobą systematy górskie Hindukuszu i Himalajów na obszarze wielkiego indyjskiego skupiania się gór (por. niżej str. 599). Rejon skorupy ziemskiej, na którym działały wówczas wielkie siły górotwórcze, leżał w Europie w pobliżu tego obszaru, gdzie w czasach znacznie późniejszych odbywały się najmłodsze wspaniałe fałdowania, wypiętrzające Alpy i Pireneje: widownia tworzenia się gór przeniosła się nieco bardziej na południe.

Wspominaliśmy już o tem, że zachodnie Hebrydy, cała Norwegia, Lofoty aż do Magerø i Nord-capu składają się ze starodawnych gnejsów. Jeżeli z wysp tych przeniesiemy się do północno-zachodniej Szkocyi, to przekonamy się, że na tych starych gnejsach leżą tu w porządku odwróconym osady wielkiej miąższości; osady te są reprezentowane przez piaskowiec „torridon“, rówieśny szwedzkiemu piaskowcowi „dal“ i odpowiadają piętom A i B Barranda w Czechach. Te paleozoiczne utwory świadczą, że mamy tu do czynienia z zewnętrzną krawędzią znacznego pasa sfałdowanego o fałdach obalonych na zachód-północ-zachód (por. t. I, str. 395—396). Kierunek warstw tego pasa jest północno-wschodni, a cechuje on znaczną część Irlandyi, Walii, oraz część Anglii, całą Szkocyę, tudzież zachodnie sfałdowane połacie Norwegii. Mocne sfałdowanie, wysoki stopień metamorfizacji osadów, spoczywających teraz niejednokrotnie na szczytach gór, dowodzi, że istniał tu kiedyś gruby pas fałdów górskich; dziś pozostały z nich tylko resztki, kruszone przez fale oceanu. Pas ten został przez Suessa nazwany górami kaledońskimi. Są to góry nadzwyczaj stare, albowiem już utwory sylurskie skurczyły się tu w fałdy, a warstwy dolnego dewonu leżą na nich poziomo, a więc fałdy kaledońskie powstały w czasach przeddewońskich. Fałdy armorykańskie przesunęły się względem kaledońskich na południe, podobnie jak alpejskie względem waryscyjsko-armorykańskich (por. t. I, str. 394, odsyłacz 1).

Ale powstanie gór waryscyjskich i armorykańskich w drugiej połowie epoki paleozoicznej nie przerywa bynajmniej tworzenia się fałd na obszarze środkowo-europejskiej krainy płatów. Sfałdowanie wealdu w Anglii, podhercyńskiej krainy pagórkowej, nasunięcie granitu na jurę i kredę górną w Sudetach należą do tych ruchów młodszych, które sięgają aż do trzeciorzędu, ale co do znaczenia pozostają daleko w tyle poza poprzednimi. Rzecz przytem uderzająca, że kierunek tych młodszych fałd podhercyńskiej krainy pagórkowej, która pod względem zasięgu należy do dziedziny gór waryscyjskich, zgodny jest z kierunkiem fałd armorykańskich. I taki sam kierunek wykazują w blizkim stosunku do fałd zostające linie przełamowe, które odgraniczają Harc, Las Turyngijski i Las Frankoński: robi to wrażenie, jak gdyby w czasach późniejszych fałdy o kierunku armorykańskim wtargnęły były w dziedzinę fałd o kierunku waryscyjskim.

### **Płyta rosyjsko-skandynawska.**

W norweskich górach nadbrzeżnych, jak widzieliśmy wyżej (str. 587), osady paleozoiczne są potężnie wypiętrzone i zaburzone. Dalej na wschód, w głębi kraju ustaje to zupełnie. Największą część gruntu tworzą prastare skały archaiczne, gra-



nity, gnejsy i t. d., na których wszystkie osady ze skamielinami spoczywają warstwami zupełnie poziomymi. Największe rozprzestrzenienie posiadają utwory kambryjskie i sylurskie, których naturę poznaliśmy już przedtem przy opisie starszych formacji paleozoicznych. Chociaż i dzisiaj zajmują one jeszcze pokazałą przestrzeń powierzchni, to jednak są nadzwyczajnie zdenudowane i przedstawiają tylko szczątki daleko znaczniejszego dawniej zasiągu. Osady młodsze najwyższego tryasu, jury i kredy są prawie całkowicie ograniczone do najbardziej południowych części Szwecyi. Finlandya składa się w całości ze starych skał krystalicznych, które stąd rozciągają się na północ aż do morza Lodowatego i Białego; skały te spoczywają częstokroć pod pokrywą gliny dyluwialnej, są oszlifowane przez ruch dyluwialnego lądolodu i pokryte są, zwłaszcza w samej Finlandyi, niezliczonymi, rozgałęzionymi jeziorami, które tworzą formalny labirynt i zajmują przestrzeń, mierzącą więcej niż 20.000 km<sup>2</sup>. Dopiero na południe od zatoki Fińskiej występują znów osady ze skamielinami, a mianowicie od strony północy najpierw utwory kambryjskie i sylurskie, które zwłaszcza w Estlandyi posiadają wielką rozległość i ciągną się stąd ku wschodowi przez Petersburg do południowych brzegów jeziora Ładogi, a stamtąd jeszcze trochę dalej na północ. Oprócz tej masy głównej, występują one jeszcze pojedynczymi, po części wielkimi płatami, np. w Kurlandyi, na południe od Mitawy. Nawet i wyspy, towarzyszące wybrzeżom kurońskim i estońskim, jak Ösel i Dagō, składają się również ze skał sylurskich, i zwłaszcza Ösel wyróżnia się obfitością szczątków ryb i wielkich skorupiaków z działu eurypterydów (por. wizerunek Eurypterus Fischeri na rys. 61). Te ostatnie wychodnie syluru swym zasięgiem zbliżają się znów do wysp, leżących koło wybrzeża szwedzkiego, a wyspami temi są: Gotland, wyróżniający się dziwną wprost obfitością skamielin w swoich górno sylurskich wapieniach koralowych, a następnie Öland. Wskutek tego jest rzeczą prawdopodobną, że wszystkie te dzisiaj odosobnione osady przedstawiają pozostałości zespołu warstw, pierwotnie nadzwyczaj rozległego, który z okolic jezior Wener i Wetter w Szwecyi przez Bałtyk i nadbrzeżne jego obszary sięgał aż do jeziora Ładogi, a prawdopodobnie jeszcze i dalej.

W oczach tego, co przywykł do środkowo-europejskich stosunków, osady sylurskie Rosyi charakteryzują się szczególnie swoim zupełnie prawidłowo poziomem uławiczeniem. Co prawda, uławiczenie takie w podobny sposób występuje już w Szwecyi, ale tutaj uderza nas ono z dwójakiego powodu: z jednej strony z powodu większej rozległości tych utworów, z drugiej zaś strony z powodu natury ich skał, która się znacznie oddala od tego wszystkiego, co pozatem zwykliśmy spotykać w innych formacjach starych. Obok mocnych wapieni w okolicach Petersburga są najbardziej rozprzestrzenione gliny plastyczne, które nie różnią się istotnie od glin trzeciorzędowych, następnie luźne piaski oraz mało spojone piaskowce; we wszystkich tych skałach ze zdumieniem zbieramy szczątki, pochodzące z czasów najstarszych, których życie organiczne wogóle bliżej znamy. Ku południowi warstwy sylurskie przykrywa dewon, który zajmuje nierównie większą jeszcze przestrzeń. Formacja ta tworzy jedną wielką, nieprzerwaną płytę w Inflantach, w Kurlandyi, oraz w guberniach rosyjskich, przylegających od wschodu; stamtąd zaś ciągną się dwa szerokie pasy, jeden na północo-wschód aż do morza Lodowa-

tego, drugi na południo-wschód, aż do Donu. Ku południowi utwory dewońskie zanurzają się pod potężną pokrywę osadów dyluwialnych, z których dalej tylko tu i ówdzie wyłaniają się płaty kredy górnej. Dopiero daleko na południu, w najbardziej wschodnich częściach Galicyi, w Bukowinie północnej oraz w przyległych częściach Podola, pod młodą pokrywą ukazują się znów skały stare. Tam, gdzie rzeki Dniestr, Prut i in. werznąły się swemi głębokimi łożyskami w równą płaszczyznę, pod dyluwium występuje kreda górna, niekiedy jura górna, a pod nią dewon: nieliczne osady ze znacznie od siebie oddalonych okresów, w których przekraczające morze zalewało tę płytę. Osady sylurskie z nad Dniestru rozwinięte są podobnie, jak także osady obszaru nadbałtyckiego; prawdopodobnie też pokrywa osadów staropaleozoicznych, zupełnie nieprzerwana albo tylko trochę przez denudację zaatakowaną, sięga od Bałtyku aż do brzegów Karpat. To samo potężne rozpostarcie gliny dyluwialnej sprawia, że i w tych okolicach Rosyi, które na mapach geologicznych oznaczane bywają zazwyczaj jako sylur, dewon, karbon, jura i t. d., starsze te formacje zajmują przeważnie tylko drobne przestrzenie. I tutaj bowiem powierzchnia ich pokryta jest utworami młodymi, gliną z północnymi gładzami narzutowymi, gdzieindziej czarnoziemem, a warstwy starsze występują tylko w zupełnie odosobnionych odsłonięciach, przeważnie tam, gdzie rzeki wrzynają się w nie głęboko.

Ku wschodowi, w głębi Rosyi, do osadów staropaleozoicznych przyłączają się nadzwyczaj rozległe osady formacji węglowej, których stosunki zostały już dawniej opisane (por. str. 168); najznaczniejsze ich obnażenia grupują się dokoła Moskwy, skąd odnoga tych utworów ciągnie się ku północy aż do morza Lodowatego. Ogromną przestrzeń między tem występowaniem karbonu na zachodzie a Uralem i górami Timańskimi na wschodzie zajmują margle pstre i wapienie morskie, tworzące Murchisonowski typ formacji permskiej. Ku dołowi spotykamy tu margle pstre i piaskowce, warstwujące się naprzemian z wapieniami, zawierającymi faunę cechsztynu; w poziomie wyższym następują osady pstre, zupełnie skamielin pozbawione, które, zdaniem wielu geologów, należą już do tryasu. Gdyby zdanie to nie potwierdziło się, to na całym olbrzymim obszarze Rosyi europejskiej formację tryasową reprezentowałyby wyłącznie tylko osady Wielkiego Bogdo, całkowicie odosobnionej góry, która sterczy z niezmiernego stepu astrachańskiego na wschód od dolnego biegu Wołgi. Na wschód od wielkiej płaszczyzny permskiej, na Uralu, formacje starsze, karbon, dewon i sylur, wynurzają się znów na jaw, ponieważ tutaj warstwy są wypiętrzone; możemy przeto wysnuć stąd wniosek, że formacje te w zgoła niezaburzonej ciągłości tworzą podłoże całego wewnętrznego obszaru Rosyi.

Ponad wszystkimi warstwami paleozoicznymi rozpościera się przekraczającą jurę górna i jak najściślej z nią złączona kreda dolna (neokom dolny, najwyższa część piętra nadwołżańskiego (por. str. 279 i 316). Zajmują one znaczną przestrzeń w środkowej i północno-wschodniej Rosyi, a licznymi, większymi i mniejszymi płatami ciągną się na południe aż do okolic Kijowa i Wołgi dolnej, a na zachód aż do Smoleńska. Widocznie jednak są to tylko szczątki denudacyjne osadu, który pierwotnie rozpościerał się ponad całym wewnętrznym obszarem Rosyi.



W bardziej południowych częściach Rosyi znaczny obszar zajmuje kreda górna, formacja, która na północy, jak się zdaje, nie jest rozprzestrzeniona. Następnie z Wołynia aż do brzegów morza Azowskiego ciągnie się szeroki pas starych skał krystalicznych, które Dniepr piłuje w swoich słynnych porohach; od północo-wschodu do pasa tego przypiera wzmiankowane już dawniej Donieckie zagłębienie węglowe (por. str. 168), które, co do swej budowy, przedstawia istotne odstępstwo od normalnych stosunków płyty rosyjskiej, gdyż osady są tu zaburzone i wypiętrzone. Całkiem już na południu, nad brzegami morza Czarnego, w północnej części Krymu, oraz daleko na północ od podnóża Kaukazu i od morza Kaspijskiego, rozpościera się rozległy obszar trzeciorzędowy, gdzie prym trzymają osady sarmackie i pontyjskie (por. str. 433), tudzież młode utwory typu kaspijskiego.

Wschodnią granicę rozległego obszaru rosyjskiego tworzy Ural; południowy jego początek leży na północ od jeziora Aralskiego w postaci łańcucha pagórków, zwanych Mugodżarami, niskiego podwójnego pasma skał staro-krystalicznych, na których kreda górna spoczywa przekraczając w poziomem uławiceniu. Dalej idzie z kolei Ural właściwy, niskie stare góry o budowie niesymetrycznej, rozciągające się na północ aż do morza Lodowatego, od których mniej więcej pod 62° szerokości półn. odgałęziają się w północno-zachodnim kierunku niskie góry Timanu. Na północy do systematu Uralu należy jeszcze podwójna wyspa Nowej Ziemi, dochodząca mniej więcej do 77 stopnia szer. półn. Tutaj właśnie leży kres całego tego potężnego systematu fałd. Na znacznie dalszej jeszcze północy, na północ od Nowej Ziemi, leży zlodowaciała Ziemia Franciszka Józefa, odkryta w r. 1874 przez śmiałych podróżników, Payera i Weyprechta. Potężne masy skalne otaczają niegościnnie wybrzeża tej ziemi, gdzie dolerytowe skały wybuchowe zdają się grać ważną rolę i skąd Leigh Smith przywiózł belemnity prawdopodobnie wieku jurajskiego. I na Nowej Ziemi występuje też jura. Tymczasowo jednak nie można jeszcze rozstrzygnąć lub choćby tylko przypuszczalnie orzec, czy między obu tymi obszarami istnieje jaki ściślejszy związek geologiczny.

Na wschód od Uralu ścielą się potężne obszary Syberyi, której charakterystykę znajdzie czytelnik w rozdziale, traktującym o Eurazyi.

## Afryka i półwysep Indyi przedgangesowych (Indoafryka).

Jeżeli zwrócimy się na południe, aby tu poznać sąsiednie obszary gór alpejskich, to przedewszystkiem stanie nam na zawadzie obecność wielkich powierzchni morskich. Co prawda, morze Śródziemne nie stanowi ściśle granicy między młodemi górami łańcuchowemi a krainą południową, na tyłach ich leżącą, lecz jest nią tylko na pewnej określonej przestrzeni, od Tunisu aż do wybrzeży syryjskich. Dalej na zachodzie morze wkracza bezpośrednio w dziedzinę alpejską i oddziela północno-afrykańskie góry nadbrzeżne Tunisu, Algieryi i Marokka od tak samo zbudowanych obszarów Europy, podczas gdy Adryatyk i archipelag grecki wrzynają się głęboko w rejon alpejski, a morze Czarne wdziera się nawet w obręb płyty rosyjskiej. Rozdziały, poświęcone geologii historycznej, dostarczyły nam całego szeregu ważnych danych do historii tych kotlin morskich.

Widzieliśmy, że od początku okresu mezozoicznego północna i południowa część oceanu Atlantyckiego zajęte były przez ląd, który łączył lub przynajmniej zbliżał nawzajem do siebie z jednej strony Amerykę Południową i Afrykę, z drugiej zaś strony Amerykę Północną i Skandynawię. Pomiędzy kontynentem północnym a kontynentem podrównikowym z okolic dzisiejszej Ameryki środkowej rozciągała się na wschód szeroka droga wodna, która dalej, w okolicy dzisiejszego ujścia Gangesu, łączyła się z oceanem Indyjskim, wówczas jeszcze znacznie mniejszym. To centralne morze śródziemne zdołało się utrzymać, jak się zdaje, przez cały okres mezozoiczny, tak samo, jak z obu stron jego leżące masy lądowe, chociaż w szczegółach zachodziły nadzwyczajnie duże wahania i przesunięcia. Ocean Atlantycki w znaczeniu dzisiejszym utworzył się, jak się zdaje, dopiero podczas pierwszej połowy epoki trzeciorzędowej. W oceanie tym rozplynęła się zachodnia połowa owego centralnego morza śródziemnego; natomiast co się tyczy wschodniej jego połowy, to po części stała się ona lądem, po części zaś resztę jej, co prawda mocno zmienioną, znajdujemy w naszym dzisiejszym morzu Śródziemnym. Wydarzeniem najważniejszym było tutaj zamknięcie tego morza od strony oceanu Indyjskiego, mniej więcej na początku epoki miocenkiej. Najmniejszy obszar posiadała kotlina śródziemnomorska (porówn. wyżej str. 453) podczas pierwszej części pliocenu. Potem wody znów zaczęły brać przewagę, morza tyrręnskie i adryatyckie powiększyły się, zapadł się w głąb ziemi wielki ląd, który łączył Sycylię z Afryką i tamował dopływ morza do dzisiejszego Egiptu; załamały się również pokryte wielkimi jeziorami lądy, które rozciągały się na miejscu dzisiejszego morza Egejskiego: morze Czarne zwiększyło się pokaźnie, a przez Bosfor i Dardanale otwarło się połączenie jego z leżącym ku południowi morzem Śródziemnym.

Na południe od morza Śródziemnego i od młodych gór łańcuchowych rozpościera się kraina pod względem geologicznym zbudowana bardzo jednostajnie; jest to wielka afrykańsko-arabska płyta pustyniowa, która poziomem uławiczeniem swoich nawet bardzo starych warstw wykazuje dużo podobieństwa do płyty rosyjskiej, pomimo wszelkich przeciwieństw krajobrazowych, które między obu temi płytami zachodzić mogą. Pustynia północno-afrykańska zaczyna się na południe od Atlasu na wybrzeżach oceanu Atlantyckiego i stamtąd, przerwana tylko wąską brózdą doliny Nilu, rozciąga się aż do morza Czerwonego, które oddziela obszar Sahary od Arabii. Podłoże całego tego obszaru tworzą stare osady archaiczne, które obnażają się na obu wybrzeżach morza Czerwonego na znacznych przestrzeniach. Dalej na południu pod Chartumem stare te skały panują wyłącznie i zdają się być bardzo rozprzestrzenione w najbardziej południowo-wschodniej części Sahary oraz na granicy jej od strony Sudanu. Wszelako na największej części obszaru pustyniowego najstarsze te skały są zakryte przez warstwy młodsze. Wprawdzie zbyt mało jeszcze znamy całą pustynię, aby mógł dać dokładny jej opis; jednakże przynajmniej niektóre główne rysy dadzą się już teraz rozpoznać. Najstarsze skały warstwowe do głównego swego rozprzestrzenienia dochodzą w południowo-zachodniej części Sahary. Overweg przywiózł stąd dewońskie skamieliny morskie i rośliny karbońskie, oznaczone przez Beyricha, a Lenz podczas swej podróży do Timbaktu zebrał skamieliny z wapienia węglowego, które zostały opisane przez Stachego. Natomiast z północy i ze wschodu Sahary niczego w tym rodzaju



nie znamy; dopiero na brzegu morza Czerwonego, zarówno na stronie afrykańskiej jak na półwyspie Synajskim dostrzeżono ograniczone wychodnie warstw paleozoicznych. Zdaje się, że po upływie epoki węglowej morze na długo opuściło obszar pustyni: ani perm, ani też tryas, jura czy kreda dolna nie pozostawiły tu żadnego śladu swojej bytności; dopiero kreda górna występuje i tutaj także przekraczając i zdaje się zajmować więcej niż połowę całego obszaru pustyni. Spoczywając w zgodnem uławiceniu na kredzie górnej, ukazują się na północo-wschodzie szeroko rozprzestrzenione osady warstw staro-trzeciorzędowych, mianowicie wapienia numulitowego, w najczęściej przez podróżników zwiedzanych częściach pustyni na brzegach doliny Nilu w Egipcie, gdzie miejscami grunt bywa pokryty całymi milionami skorupek numulitów. Młodsze warstwy trzeciorzędowe występują tylko w bardzo ograniczonej mierze. Wapienie koralowe, prawdopodobnie należące do pliocenu, w wielu miejscach tworzą obrzeżenie morza Czerwonego, osady piasków plioceńskich z fauną małżów i ślimaków, w której typy morza Czerwonego mieszają się z typami morza Śródziemnego, trafiają się na brzegach delty Nilowej, a dalej na zachodzie w niektórych punktach, zbliżonych do północnego brzegu pustyni, np. w oazie Ammona (Siwah), ukazują się mioceńskie warstwy morskie. Natomiast w głębi pustyni nie spotykają się nigdzie młode osady morskie, które powinny byłyby się tam znajdować, według poglądu zwolenników plioceńskiego i dyluwialnego morza Sahary. Pod względem krajobrazowym pustynia została już scharakteryzowana na innem miejscu (t. I, str. 628—639). Sahara przedstawia wyborny przykład krainy tarasowej, gdzie poszczególne warstwy lub ich grupy wznoszą się jedne ponad drugimi w postaci tarasów, których powstanie należy przypisać jedynie tylko erozyi; o większych uskokach niewiele wiadomo. Nawet wysokie góry Sahary w krainach Ahaggar i Tibesti mają wykazywać taką samą budowę tarasową (schodową), z tą tylko różnicą, że pojedyncze tarasy, blisko do siebie przyparte, piętrzą się tutaj wysoko jedne ponad drugimi. Stosownie do tego, należałoby, co prawda, przypuszczać, że warstwy najmłodsze zajmują poziom najwyższy, podczas gdy w rzeczywistości zdają się tu właśnie występować stare skały krystaliczne. Chodziłoby tu zatem o bardziej poważne zaburzenia; dlatego też właśnie w takich trudniejszych z natury rzeczy zagadnieniach, jak np. dotyczących się budowy, należałoby wogóle z wielką ostrożnością traktować opisy wielu podróżników, którym przecież w większości przypadków zbywa na wykszoleniu geologicznem. Nie można z całą pewnością wskazać, gdzie leży południowy kres tej potężnej płyty pustynnej, która obszarem swoim przewyższa zapewne całą Europę. Znamy wprawdzie dość dokładnie granicę pustyni od strony okrytego bogatą roślinnością Sudanu; ale graniczna ta linia, tak ważna dla charakteru krajobrazowego tych obszarów i roślinnej ich szaty, może wcale nie odpowiadać granicy geologicznej. Abissynia, pomimo swego odrębnego charakteru, zdaje się przynajmniej w pewnej mierze należeć jeszcze tutaj. Ale w południowej części tego kraju, według badań Blanforda, występują już zgoła inne stosunki: znajdują się tam morskie osady jurajskie, a budowa w niektórych ważnych punktach różni się od budowy na północy. W ogólności wszakże, przy dzisiejszym jeszcze niezmiernie niedostatecznym stanie znajomości naszej tych terenów, nie możemy ostro oddzielać północo-afrykańskiego obszaru pustyniowego od starego kontynentu Afryki środkowej i południowej.

Z właściwego rejonu etyopskiego, leżącego na południe od Sahary, zbadano nieco ściślej tylko kilka działów, a mianowicie część Ziemi Przylądkowej, tudzież obszarów, przylegających do niej bezpośrednio od strony północy; oprócz tego jeszcze kilka punktów przybrzeżnych zostało zwiedzonych przez geologów. Ale co się tyczy wnętrza, to posiadamy tylko nieliczne, przeważnie pobieżne notatki podróżników, którzy w czasie swych wypraw w niektórych miejscach zauważyli taką albo inną skałę. Bądź co bądź we wszystkich tych danych zgodnie się objawia dość wybitnie charakterystyczne piętno całego tego rejonu, tak iż przynajmniej w przybliżeniu możemy naszkicować jego obraz. Do zjawisk najważniejszych zaliczyć należy nadzwyczajne rozprzestrzenienie łupków krystalicznych oraz zupełny brak osadów morskich wewnątrz rejonu. Zdaje się, że paleozoiczne utwory morskie tylko na południu trafiają się w większej odległości od wybrzeży, i że młodsze warstwy morskie, wieku mezozoicznego lub trzeciorzędowego, tworzą dokoła nich tylko wązkie rąbek. Widocznie tedy mamy do czynienia z prastarym lądem, który od bardzo dawnego czasu nie był już więcej zalewany przez morze; na grzbiecie tego lądu zdają się bardzo szeroko rozpościerać piaskowce ze szczątkami roślin lądowych.

W najbardziej południowej części Afryki ponad łupkami krystalicznymi występują, tak samo jak one sfałdowane, paleozoiczne utwory morskie, które dostarczyły skamielin dewońskich, zwłaszcza zaś trylobitów z rodzaju *Homalonotus*. Rzecz godna uwagi, że osady te, co do swych skamielin, wykazują uderzającą zgodność z tymi osadami, które odkryto na wyspach Falklandzkich, na wschód od Ziemi Ognistej. Powyżej dewonu następują dawniej już wzmiankowane osady dolnej części formacji węglowej ze szczątkami lepidodendronów; są one jeszcze sfałdowane i wypiętrzone. Natomiast wszystkie warstwy młodsze nie wykazują żadnych zaburzeń i leżą poziomo, tworząc rozległe równie płytowe: są to już osady formacji „karroo“, złożonej ze znacznej miąższości piaskowców, glin łupkowych i zlepieńców. Najniższe ogniwo tej formacji stanowią warstwy *Ecca*, które, jak już wiemy, utworzyły się przy współdziałaniu lodu. Należą one do górnej części formacji węglowej, podczas gdy młodsze partye utworów „karroo“ odpowiadają permowi i tryasowi. Warstwy te zawierają ową swoistą florę, która wyróżnia się zwłaszcza występowaniem rodzaju *Glossopteris*, a rozpowszechniona jest także w Australii i w dolnych warstwach systemu Gondwana w Indjach. Do wyższych oddziałów tejże formacji karroo należą także liczne szczególne formy gadów z rzędu *anodontów*, o których była mowa wyżej (str. 206). Wprawdzie tylko z Afryki południowej posiadamy ściślejże wiadomości o tych osadach; ale liczne relacje podróżników o występowaniu piaskowców także i w okolicach bardziej północnych czynią prawdopodobnem przypuszczenie, że utwory, odpowiadające formacji karroo, są znacznie rozprzestrzenione w głębi tej części świata. Ponieważ młodsze utwory mezozoiczne występują na samych tylko krawędziach lądu afrykańskiego, przeto wody morskie nawet w czasie najwyższego swojego stanu zalewały tu zawsze zaledwie tylko boczne skrawki kontynentu. Ale chociaż te osady zajmują przestrzeń niewielką, to przecież z powodów, które poznamy niebawem, są one wielkiej doniosłości. Na wybrzeżu zachodniem znamy warstwy amonitowe, które wiekiem swoim odpowiadają mniej więcej środkowi formacji kredowej. Występują one w wielu



punktach; Lenz zebrał znaczną ilość amonitów na niskiej wyspie Elobi, tuż zaraz na północ od równika, a zdaje się, że stamtąd osady te rozpościerają się daleko na południe i dadzą się jeszcze wysledzić w pobliżu zatoki Wielorybiej. Na wybrzeżu wschodniem utwory mezozoiczne występują znacznie obficie i są bardziej urozmaicone. Daleko na południu, w pobliżu Portu Elzbiety, znajdują się t. zw. warstwy Uitenhaage, niezmiernie obfite w skamieliny osady kredy najniższej, których swoista fauna nie posiada ani jednego gatunku wspólnego Europie, a natomiast kilkoma szczegółami przypomina Indye południowe i Amerykę Południową. Nieco bardziej na północ występują bogate w amonity warstwy kredy górnej, również ściśle zbliżone do utworów Indyi południowych. Stosunek ten wszakże zmienia się, skoro tylko posuniemy się jeszcze dalej na północ. Wprawdzie z Mozambiku znany nam jest tylko jeden jedyny amonit z kredy najniższej, ale ten amonit należy do jednego z najbardziej rozprzestrzenionych w Europie gatunków przewodnich neokomu alpejskiego. A zbadane przez Beyricha górno-jurajskie amonity z Mombasy pod 5° szerokości południowej wykazują również największe podobieństwo do form, występujących w Europie, a jeszcze bardziej — do form północno-indyjskich. Widzieliśmy, że stosunki te w związku z pokrewieństwem dzisiejszych faun Afryki południowej, Madagaskaru i Indyi, oraz z dużą zgodnością gadów i roślin lądowych afrykańskiej formacji karroo z odpowiednimi szczątkami dolnych warstw Gondwany indyjskiej, świadczą o tem, że ongi między temi ziemiami, wpoprzek dzisiejszego oceanu Indyjskiego, rozciągał się pomost lądowy.

Półwysp Indyi bliższych (przedgangesowych), leżący na południe od rozległych równin Bengalii i Pandżabu, dopiero w czasach późniejszych połączył się z lądem azjatyckim, pierwotnie zaś pozostawał w związku z Afryką. I tutaj mamy do czynienia z kawałkiem prastarego lądu, na którego grzbiecie leżą tylko osady śródlądowe ze szczątkami roślin lądowych. Z tego rodzaju osadów przedewszystkiem wymienić należy niejednokrotnie już wspomniane warstwy gondwańskie, które zdają się obejmować całą przestrzeń czasu od środka formacji węglowej aż po koniec tryasu. Występują tu i młodsze (do jury zaliczane) warstwy ze szczątkami roślin, podczas gdy do kredy górnej zdają się należeć owe niezmiernie nagromadzenia bazaltowych skał wybuchowych, które są znane pod nazwą trapu dekańskiego, a pod względem wielkości zajmowanego terenu, nie mają chyba sobie równych na całej ziemi. W niektórych miejscach w towarzystwie tych trapów ukazują się wapienie słodkowodne z muszlami mięczaków śródlądowych. Osady morskie, jak w Afryce środkowej i południowej, i tutaj również trafiają się tylko na brzegach w postaci słabej transgresyi. Z pomiędzy nich najważniejsze są utwory jurajskie, występujące na północo-zachodzie, w Cutch nad ujściem Indu, których warstwy, nader obfite w skamieliny, wykazują rażącą wprost zgodność z odpowiednimi utworami Enropy. Niemal równej doniosłości są płyty kredy górnej, występujące na południu w okolicy Madrasu i Pondichery, które ze swojej strony ściśle są spokrewnione z kredą górną Afryki południowej, Japonii, kraju nadamurskiego i pacyficznych wybrzeży Ameryki Północnej, a nawet z powodu niezmiernej obfitości skamielin przedstawiają wprost typ pacyficznego rozwoju kredy górnej.

## Góry łańcuchowe Azji, Chiny i Australia.

Wielki rejon młodych gór łańcuchowych w dalszym swoim ciągu przechodzi z południowo-wschodniej Europy do Azji, obejmując tu przedewszystkiem obszar kaukazko-armeński i Azyę Mniejszą. Za dalszy ciąg Bałkanu mogą z dużem prawdopodobieństwem uchodzić góry południowo-wschodniej części Krymu, a następnie Kaukaz, który w postaci potężnej ściany górskiej, znacznie przenoszącej Alpy swoją wysokością, rozciąga się od ujścia morza Azowskiego aż do morza Kaspijskiego. Granity, gnejsy, łupki krystaliczne, z drugiej zaś strony bardzo rozwinięte osady jury, kredy i trzeciorzędu występują tu w towarzystwie ogromnych mas trachitowych skał wybuchowych, które między innymi tworzą oba najbardziej wyniosłe szczyty kaukazkie, Kazbek i Elbrus. Na południe od Kaukazu, oddzielona od niego dolinami Rionu i Kury, rozciąga się wyżyna armeńska, której budowę, tak samo jak budowę gór kaukazkich, odsłoniły nauce najpierw badania Abicha. Dochodzimy tu do obszaru, zostającego w związku z Azyą Mniejszą, która, pomimo rozmaitych podróży badawczych, nie jest jeszcze całkiem zrozumiała w swojej głównej masie. O ile tu wogóle można się teraz zorientować, za rzecz prawdopodobną uznąć należy, że do zachodniej części Azji Mniejszej przez morze Egejskie przechodzą niektóre z tych łańcuchów, które w Grecyi wschodniej przybierają kierunek wschodni, oraz że wyspy Archipelagu przedstawiają właśnie szczątki tych łączników. W obrębie Azji Mniejszej w górach tych panuje zrazu kierunek zachodni, a w budowie ich biorą udział skały krystaliczne po części bardzo młodocianego wieku, ogromne masy wapieni hipurytowych i skał górno-kredowych, podobnych do fliszu, oraz wapienie numulitowe; wielce rozprzestrzenione wapienie słodkowodne, rzadziej górno-trzeciorzędowe utwory morskie, wreszcie potężne masy trachitowych skał wybuchowych należą już do młodszej epoki tworzenia się tych gór.

W północnej części Azji Mniejszej kierunek wschodni utrzymuje się stale na znacznej przestrzeni. Ale później góry skręcają na północo-wschód i tworzą zachodnią część wyżyny armeńskiej; docierają one aż do doliny Rionu i tutaj raptownie się urywają wobec Kaukazu, który jest całkiem inaczej zorientowany i rozciąga się w kierunku południo-południo-wschodnim. Bardziej zawile kształtują się rzeczy w południowej części Azji Mniejszej, na obszarze Taurusu, który w łukowatych krzywiznach zdaje się wielokrotnie zmieniać swój kierunek, a zmiany te znajdują swój wyraz także w przebiegu wybrzeża Azji Mniejszej. Na wschodzie łańcuchy te skręcają także na północo-wschód, przyłączają się zaś do nich inne pasma górskie, które wyrastają z kąta między Azyą Mniejszą a Syryą, z zatoki Iskanderun i uważane bywają za dalszy ciąg północno-wschodniego górzystego odgałęzienia Cypru. Łańcuchy te ciągną się także w stronę wyżyny armeńskiej i biorą udział w jej budowie. Olbrzymie wulkany, wśród których Wielki Ararat jest stanowczo najznaczniejszy, oraz straszliwe trzęsienia ziemi nadają całemu temu rejonowi charakter pola młodej jeszcze działalności sił górotwórczych, które do dziś dnia nie zdołały się jeszcze uspokoić. Zwracano już uwagę na możliwość tego, że się tu przygotowuje wielki załam, podobny do tego, który w znacznej części powodował po-



wstanie morza Czarnego, oraz że przez tego rodzaju wydarzenie zagłębienie kaspijskie połączyłoby się kiedyś z zagłębieniem pontyjskim.

Mniej więcej w środku wyżyny armeńskiej następuje wielka zmiana w kierunku gór, który z północno-wschodniego przechodzi w południowo-wschodni. Jedno pasmo ciągnie się w stronę południowo-zachodniego końca morza Kaspijskiego i urywa się nad jego brzegami; nieco dalej na południe równoległe do pierwszego ciągnie się drugi łańcuch, którego przedłużeniem są góry Elburs, potężna ściana górską, która oddziela wyżynę perską od morza Kaspijskiego i uwieczniona jest sterczącym ponad nią olbrzymim stożkiem wulkanicznym Demawendu. Sama wyżyna perska, o której w czasach nowszych zwłaszcza Tietze dostarczył nam dużo wiadomości, z kolei znowu przerżnięta jest znacznymi łańcuchami. Ku południowozachodowi i południowi granicę obszaru irańskiego stanowi szeroka smuga pasm górskich, która się zaczyna nieco na południe od wyżyny armeńskiej w Kurdystanie i okala równinę mezopotamską i zatokę Perską od strony północ-wschodu. W pobliżu cieśniny Ormuzkiej kierunek ten zwraca się na wschód i takim pozostaje aż do Beludżystanu, gdzie w pobliżu granicy indyjskiej zachodzi raptownie szybki zwrot ku północ-wschodowi i ku północy, poczem łańcuchy ciągną się wzdłuż Indu w stronę wielkiego węzła górskiego Azji środkowej. Łańcuchy Iranu środkowego i Afganistanu przybierają także ten kierunek, a gęsto skupione przedłużenia wszystkich tych gór łączą się w potężny systemat Hindukuszu, rozciągający się w kierunku północno-wschodnim i stanowiący rodzaj olbrzymiego progu pomiędzy Turanem a Indyami.

Hindukusz ciągnie się na północ-wschód [prawie aż do 74 stopnia długości wschodniej (od Greenwich). Ale tutaj dobiega raptownie do kresu swojego, trafia bowiem na góry jeszcze potężniejsze, skierowane z południow-wschodu na północ-zachód: na ogromny systemat Himalajów i Kuenlunu. Oba systematy schodzą się tu ze sobą prawie pod kątem prostym, a dotychczas jeszcze nie zdołano wysledzić, czy w tem miejscu pojedyncze łańcuchy urywają się całkowicie, czy też w ostrem zgięciu przechodzą jedne w drugie; tak się mają rzeczy przynajmniej w południowej części tego potężnego skupienia łańcuchów, gdzie z Himalajami schodzi się właściwy Hindukusz. Dalej na północy nieco inaczej kształtują się stosunki; tutaj leży Pamir, „dach świata“, uważany dawniej za wyżynę położoną ogromnie wysoko. w rzeczywistości zaś, według badań Stoliczki i geologów rosyjskich, składający się z wielkiej liczby łańcuchów, blisko do siebie przypartych, które wszystkie ciągną się na wschodo-północ-wschód w kierunku Hindukuszu i tworzą wraz z nim jeden systemat górski. Od południow-wschodu do łańcuchów tych podchodzi zakrzywiony w tym właśnie kierunku koniec Kuenlunu, przylegającego tu ściśle do Himalajów; ale stosunek jego (Kuenlunu) do pasm północno-wschodnich jest zupełnie inny. Zamiast się wobec nich urwać albo też w ich kierunku zawrócić, krańcowe przedłużenie Kuenlunu, jako Kizil-Jart czyli góry Kaszgarskie, skręca na północ-północ-zachód i w końcu na północ, ciągnąc się mimo końcowych łańcuchów Pamiru, które się tu urywają. Raptem pasmo Kizil-Jartu podobnież się urywa, i teraz z kolei mimo jego północnego końca ciągną się góry Ałajskie, przypierające od północy do łańcuchów Pamiru. Zarazem jednak doszliśmy do początku całkiem nowego systematu górskiego, do potężnego Tianszanu, który

w ogromnej szerokości rozciąga się od brzegów Oksusu i Jaksartesu aż do samego serca Mongolii, a którego najbardziej południowym łańcuchem są właśnie góry Ałajskie. Nie możemy wdawać się tutaj w szczegółowy opis Tianszanu, z którym zaznajomiły nas badania geologów rosyjskich, mianowicie Muszkietowa i Romanowskija. Skąpe osady paleozoiczne, warstwy jurajskie ze szczątkami roślin, kilka odosobnionych wychodni jury morskiej, bogata w skamieliny kreda górna i trzeciorzęd dolny są tutaj najgłówniejszymi utworami osadowymi.

Zjawiska, występujące przy spotkaniu się dwóch tak potężnych systematów górskich, jak Hindukusz i Himalaje, przy skupianiu się tych olbrzymich łańcuchów, są stanowczo rzeczą najwspanialszą z tego wszystkiego, co w tym względzie na całej ziemi istnieje. Pierwsze, co prawda niezbyt znaczne, początki tego skupiania się leżą na południu w górnym Pandżabie, w górach Solnych, mniej więcej pod  $32\frac{1}{2}^{\circ}$  szerokości północnej; stamtąd zaś prawie aż do 40 stopnia, a więc na odległość niemal 850 *km*, możemy śledzić ważną tę linię geologiczną, wzdłuż której stykają się najpotężniejsze góry naszej planety i tworzą wspaniałą krainę górską z pojedynczymi szczytami, wznoszącymi się powyżej 8000 *m*.

Widzieliśmy, że potężne systematy Himalajów i Kuenlunu, ciągnąc się z południo-wschodu, biorą udział w wielkim indyjskim skupianiu się łańcuchów, musimy więc w krótkości zastanowić się nad temi najwyższymi górami ziemi. Himalaje wznoszą się dość szybko ponad równiną indyjską, ponad rozległemi krainami napływowemi Gangesu, Indusu i ich dopływów, możnaby więc być skłonny do porównywania tego stosunku ze stosunkiem Alp do niziny lombardzkiej. Wszelako ściślejsze badanie tych gór wykazało, że tak nie jest, lecz że tworzyły się one pod wpływem parcia od strony północy, że zatem południowa strona Himalajów przedstawia stronę zewnętrzną. Najzewnętrzniejszy skraj gór od strony równiny zajmują młodotrzeciorzędowe warstwy siwalickie, utwory słodkowodne niezwykle mięgkości, wynoszącej niekiedy kilka 1000 *m*, które pod wielu względami budzą duże zainteresowanie. Przedewszystkiem godna jest zaznaczenia występująca w nich bogata fauna ssaków z jej licznymi słoniami, mastodontami, nosorożcami, hipopotamami, z olbrzymiemi sivateriami, hydaspiteriami i całemi masami szczątków bydlęcego i t. d; fauna ta, o której przedstawicielach wspominaliśmy już wyżej (str. 384 i 447), w mniejszej swej części odpowiada miocenowi europejskiemu, w większej zaś—pliocenowi. Utwory te wszakże i pod czysto geologicznym względem godne są uwagi. Zastanawiająca jest już choćby niezwykła grubość tego osadu; niepodobna bowiem przypuszczać, aby kiedykolwiek istniało tak głębokie jezioro śródlądowe, iżby na jego dnie mogły powstać osady piasku i gliny 4000 *m* grube, ponadto zaś zgoła nie widzimy, gdzie mogłyby leżeć brzegi tego jeziora od strony zatoki Bengalskiej i morza Arabskiego. Trudności te, zaznaczone przez Blanforda, jako też charakter samego osadu, wykazującego nadzwyczajne podobieństwo do dzisiejszych osadów wielkich rzek indyjskich, naprowadzają nas na myśl, że mamy tu do czynienia z napływami rzek trzeciorzędowych, a myśl ta jest tem bardziej prawdopodobna, że można wykazać związek między położeniem dolin rzecznych, wybiegających z Himalajów, a naturą osadów. Bądź co bądź, i tak nawet jest jeszcze dość trudno wystawić sobie, w jaki sposób rzeki epoki trzeciorzędowej mogły w takiej grubości nagromadzić muł i piasek. Musimy przypuścić, że



podczas epoki miocenińskiej i pliocenińskiej obszar, zajęty dzisiaj przez wielką równinę północno-indyjską, przedstawiał zapadlinę, która osiadała wzdłuż linii przełamowych, podczas gdy jednocześnie spływające z gór rzeki znosiły żwir, piasek i muł w tej samej mierze, w jakiej teren ów zapadał się, tak iż pozostawał on statecznie mniej więcej na tym samym poziomie albo już co najmniej utrzymywał się zawsze powyżej zwierciadła wód morskich. Wskazuje nam to między innymi, w jak wolnym tempie postępuje tego rodzaju osuwanie się w głąb większych płyt skorupy ziemskiej, skoro namuliska rzeczne mogą na rozległych przestrzeniach pokrywać stratę wysokości, powstającą na tej drodze.



Bys. 350. Przełęcz Kiangurska w Himalajach. (Podług fotografii).

Podczas gdy warstwy siwalickie osadzały się w ten sposób, jako miocenijskie i pliocenijskie napływy wielkich rzek Himalajskich, fałdowanie się i wydzwiganie gór trwało bez przerwy. Widzimy tedy, że u stóp Himalajów i utworzy siwalickie są jeszcze mocno zaburzone i że nawet młode osady pliocenijskie ze szczątkami bydła rogatego i słoni złożone są w zawiły układ synklinali i antyklinali (rys. 350). Stąd wynika, że Himalaje są górami znacznie od Alp młodszymi, czyli, mówiąc dokładniej, że wypiętrzanie się ich trwało bez przerwy jeszcze w czasach znacznie młodszych: u podnóża Alp najmłodszym jeszcze wydzwigniętym ogniwem są starsze warstwy miocenijskie, podczas gdy w Himalajach prawdopodobnie cały pliocen ulegał jeszcze ruchowi górotwórczemu. Budowa Himalajów właściwych jest zawiła i zmienia się zależnie od miejscowości. Do

trzeciorzędowego pasa zewnętrznego przypierają przede wszystkim nie zawierające skamielin łupki krystaliczne, gnejsy i osady wieku paleozoicznego; dopiero dalej w głębi gór następują utwory, obfitujące w skamieliny, które od syluru ciągną się aż do eoceńskich wapieni numulitowych. Zasługują na uwagę potężne masy wapieni i dolomitów tryasowych, które po części zawierają mnóstwo amonitów albo także wielkich małżów z rodzajów *Megalodus* i *Dicerocardium*, a pod pewnymi względami żywo przypominają odpowiednie utwory Salzkammergutu (rys. 351). Jurę reprezentują czarne łupki „Spiti“, zawierające niezmiernie swo-



Rys. 351. Lilang w Kaszmirze, złożony z morskich wapieni tryasowych typu alpejskiego.

istą faunę amonitową. Większość trafiających się tu gatunków występowaniem swem ograniczona jest tylko do tej okolicy. W szczególności nie widać tu prawie żadnego pokrewieństwa z typami półwyspu indyjskiego; przeciwnie niektóre z form himalajskich przypominają te formy rozwoju północnego, które są najlepiej znane z Rosyi. Wszelako takie morskie utwory nie wszędzie występują w Himalajach. We wschodniej ich części wkraczają, przynajmniej w obręb zewnętrznych pasów górskich, osady śródlądowe ze szczątkami roślin, takie same, jakie panują na półwyspie indyjskim. A zatem tektoniczna granica gór nie odpowiada granicy między rozwojem morskim a śródlądowym osadów starszych. Ku północy za obfitującymi w skamieliny osadami następują znów olbrzymie masy gnejsów, tworzących najwyższe łańcuchy i szczyty tego systematu górskiego i wogóle całej ziemi: z centralnych gnejsów himalajskich złożone są Gaurisankar, Kanczindzinga i wszystkie



najwyższe wyniosłości. O tem wszystkim, co leży z tamtej strony tego najwyższego łańcucha, mamy wiadomości, odnoszące się do najbardziej zachodniej części tego obszaru; leży ona w pobliżu wielkiego skupienia łańcuchów, gdzie wszystkie pasy niezmiernie tracą na swej szerokości i są stłoczone; we wszystkich zaś pozostałych częściach, gdzie górską ta kraina rozrasta się do potężnej szerokości, nie udało się jeszcze geologom głębiej wnikać w ten świat górski. Tybet i Nepal ogromnie zazdrośnie zamykają swe granice przed każdym Europejczykiem, nie można więc było dotychczas uchylić tajemniczej zasłony, którą jest jeszcze okryta budowa geologiczna najwynioślejszej w świecie wyżyny. Najbardziej północnem ogniwem całego systematu górskiego jest Kuenlun, który stanowi granicę wielkiej pustyni mongolskiej od strony południa. W pobliżu Pamiru, jak widzieliśmy, góry Kaszgarskie, stanowiące ostatnie kresy Kuenlunu, zwrócone są na północo-zachód; ale w większem oddaleniu od miejsca skupiania się łańcuchów pasmo to przybiera kierunek prawie czysto wschodnio-zachodni. A zatem ku wschodowi oddala się ono coraz bardziej od łańcucha Himalajskiego, skierowanego na południo-wschód, a nawet na południo-południo-wschód, przez co między obu tymi łańcuchami wytwarza się przestrzeń dla potężnego rozwoju wyżyny tybetańskiej. W Kuenlunie występują łupki krystaliczne, wapienie tryasowe z megalodusami i dicerocardiami, następnie kreda górna, tu i owdzie z hipurytami. O budowie największej części tych obszarów zbyt mało nam wiadomo, aby warto było zatrzymywać się tu dłużej nad tym przedmiotem. Natomiast niezmiernie ważny jest stosunek wschodniego końca Himalajów do innych gór. Co prawda, do najmniej znanych części Azji należy właśnie ta okolica, w której systemat Himalajów styka się z innymi górami: obszar źródłowy Saluenu i Irawaddi, środkowy bieg Brahmaputry oraz rejony przyległe; ba, miarą naszej niewiadomości jest ta okoliczność, że i dzisiaj jeszcze nie jest rzecz pewna, czy potężna rzeka, wypływająca z wielkiej doliny podłużnej Tybetu południowego, stanowi rzeczywiście górny bieg Brahmaputry, jak to podają prawie wszystkie mapy. Z owego niezbadanego dotychczas obszaru ciągną się szerokie masy górskie na wschodo-południo-wschód, przez najbardziej północno-zachodnią część Indochin, w kierunku prowincyi Junnan w Chinach południowych. Góry te v. Richthofen oznacza nazwą systematu indochińskiego.

Nieco lepiej orientujemy się w innych łańcuchach, przypierających do wschodniego zakończenia Himalajów. Z Birmy północnej, od Brahmaputry i środkowego biegu Irawaddi, w zachodniej połowie półwyspu indochińskiego ciągnie się na południe kilka równoległych łańcuchów, po części oddzielonych nawzajem od siebie szerokimi i głębokimi zakłęsłościami. Najlepiej znanem jest pasmo najzewnętrzniejsze i najbardziej zachodnie, które się ciągnie od granicy Assamu wzdłuż wybrzeża a na zachód od dolnego biegu Irawaddi i w przyłдку Negrais urywa się nad morzem. Interesujący jest zwłaszcza skład tego pasma z powodu podobieństwa do stosunków europejskich. Mianowicie, obok utworów tryasowych typu alpejskiego występują tutaj potężne piaskowce i gliny łupkowe formacji kredowej, które, co do swego typu, zupełnie zgadzają się z tem, co się u nas nazywa zwykle fliszem albo macigno. Podobieństwo jest tem bardziej uderzające, że to indochińskie macigno, zupełnie tak samo jak macigno Włoch lub Grecyi, występuje w towa-

rzystwie potężnych mas serpentynu; prócz tego zaś, tak samo jak na półwyspie Bałkańskim, piaskowce i gliny łupkowe przechodzą w ten sposób w łupki krystaliczne, że rozdzielenie tych skał okazuje się niemożliwym, i jesteśmy skłonni uważać owe łupki za zmienione skały kredowe. Do utworów pomienionych przyłączają się jeszcze wapień numulitowe. Widzimy tedy, że nad brzegami zatoki Bengalskiej wznoszą się góry, które podług wszystkich opisów wykazują zdumiewające pokrewieństwo z górami Europy południowo-wschodniej.

Na przyłładku Negrais urywa się łańcuch Arakański i znika w morzu; nie bez tego jednakże, aby przynajmniej w pojedynczych ułamkach i dalej jeszcze nie wyrzwał się on ponad powierzchnię oceanu i nie zaznaczał w ten sposób przebiegu pierwotnego. Na przedłużeniu tegoż samego kierunku warstw występują w postaci lekko zgiętego łuku grupy wysp Andamańskich i Nikobarskich z tymiż samymi piaskowcami i glinami łupkowymi formacyi kredowej, które przechodzą w łupki krystaliczne i którym towarzyszą serpentyny. Południowy koniec wysp Nikobarskich nie jest już daleki od północno-zachodniego cypla Sumatry, która z wielkich wysp Sundajskich leży najbardziej na zewnątrz. Fałdy górskie zwracają się w tym samym kierunku; ponieważ zaś prócz tego i na Sumatrze występują podobne skały kredowe, to stąd wynika, że mamy tu do czynienia z przedłużeniem tegoż samego pasma. A zatem zewnętrzny łańcuch birmański przez Andamany i Nikobary przechodzi w wielką linię łukową, która się zaczyna od Sumatry, a stąd przez Jawę, Sumbawę, Flores i in. ciągnie się dalej na wschód.

Zanim jednakże przystąpimy do charakterystyki tej okolicy, musimy powrócić do łańcuchów birmańskich, z których poznaliśmy tylko zachodni, położony w Arakanie. Na wschód od niego rozpościera się przedewszystkiem szeroka nizina Irawaddi, głęboko wrzynająca się w górską tę krainę i prawdopodobnie odpowiadająca młodemu załamowi. Dalej na wschodzie występują nowe łańcuchy o biegu północno-południowym, które zdają się być starsze od łańcucha Arakańskiego i w których występują także gatunki skał starych, prawdopodobnie archaicznych. Pasma te, ku południowi przedłużające się, być może, w półwysep Malajski, pozostają na pewno w ścisłym stosunku do gór Arakańskich, jakkolwiek zostały od nich oddzielone zapadliną później powstałą; widocznie, zachodni łańcuch Arakański odpowiada zewnętrznemu pasowi fliszowemu gór alpejskich, a część bardziej wschodnia—ich partyom starszym.

Północno-zachodni koniec Sumatry, jak już przed chwilą napomknęliśmy, stanowi punkt narożny mocno wydłużonego szeregu wysp, młodych gór łańcuchowych, których wypiętrzone osady jednakże niezbyt wysoko wznoszą się ponad powierzchnię morza i w bardzo wielu razach osłonięte są młodo-trzeciorzędowymi utworami warstwowymi jako też wulkanicznymi produktami wybuchowymi. Najznaczniejsze szczyty tego obszaru nie należą do gór sfałdowanych, lecz są bez wyjątku młodymi, jeszcze czynnymi lub dopiero od niedawna wygasłymi wulkanami; dochodzimy przecież tutaj do tych okolic ziemi, gdzie działalność wulkaniczna rozwinęła się najwspanialej i gdzie na niewielkiej względnie przestrzeni stłoczyło się najwięcej czeluści ogniowych. Na samej tylko Jawie jest ich może ze 100, z których około 30 jest jeszcze czynnych; do tego rejonu należą trzy najstraszliwsze wulkany: Krakatau, Gunung Gelungung na Jawie i Tem-



boro na Sumbawie, z którymi na całej ziemi chyba tylko środkowo-amerykańska Consequina oraz islandzki Skaptar Jökull mogą się jeszcze mierzyć wściekłą zachłannością swoich wybuchów. Cały ten łańcuch, zaczynający się od Sumatry, da się śledzić z dość dużą pewnością przez Jawę, Bali, Lombok, Sumbawę, Flores i mnóstwo drobniejszych wysp aż do Timoru; od tego zaś miejsca wykazanie dalszego jego przebiegu staje się niepewnym. Ale prosty rzut oka na mapę geograficzną czyni prawdopodobnym przypuszczenie, że owego dalszego ciągu należy szukać w Nowej Gwinei i Nowej Kaledonii, podczas gdy Nowa Brytania (Nowa Pomerania), wyspy Salomona i Nowe Hebrydy tworzyłyby linię równoległą. Nową Zelandyę należałoby wtedy uważać za wielce odległy kraniec całego tego łańcucha. Nie możemy się tu wdawać w opis tych krain, które, z wyjątkiem Nowej Zelandyi, są jeszcze bardzo mało zbadane. Napomkniemy tylko o występowaniu morskich utworów tryasowych na Nowej Kaledonii, granitów amfibolowych i diabazów na wyspach Palaos i osadów starszych na Nowej Brytanii (Now. Pomeranii); z wysp Fidzi A. Wichmann opisał znaczną ilość skał masowych, łupków, piaskowców i wapieni; ba, nawet na wyspach Markizach, prawie w samym środku oceanu Spokojnego, leżą gnejsy i łupki mikowe. Bliżej znaną jest Nowa Zelandya, ułamek esowato zgiętych gór łańcuchowych, w których budowie biorą udział stare łupki krystaliczne jako też pięknie rozwinięte następstwo kolejne skał warstwowych; licznymi skamielinami wykazano tu sylur, karbon, tryas, jurę, kredę, rozmaite piętra trzeciorzędu. Wielkiego znaczenia są tu następnie wulkany, czynne i wygasłe, tudzież występujące nader licznie źródła gorące, które mieliśmy sposobność opisać już wyżej (por. t. I, str. 283—286 i 472—476).

Nie możemy jeszcze z pewnością wyrozumieć, jakie znaczenie posiadają niezliczone drobne wyspy, które leżą ze wewnątrz wielkiego łuku, kończącego się Nową Zelandyą, ku północy i ku wschodowi od niego, w rejonie polinezyjskim i mikronezyjskim. Z wyjątkiem wysp Fidzi i prawdopodobnie Markizów, składają się one całkowicie z młodych nasypów wulkanicznych albo też z budowli koralowych; ale częstokroć bardzo prawidłowe ich rozmieszczenie na liniach prostych albo też łukowatych rodzi domysł, że mamy tu do czynienia z ostatnimi śladami gór zatopionych. Nie możemy się bliżej zajmować tymi płacami, które same przez się małe mają znaczenie. Natomiast duże znaczenie posiada położona wewnątrz wielkiego łuku papuańsko-nowozelandzkiego potężna płyta warstwowa Australii oraz najściślej z nią pod względem geologicznym związanej Tasmanii, których budowa została jednak poznana tylko w drobniejszej części. Znamy już stąd liczne osady paleozoiczne (śród nich wyróżniają się utwory karbońskie nacechowane śladami lodowcowymi), jurę, kredę, rozmaite piętra trzeciorzędu; szczególniejsze zainteresowanie budzą młode napływy dyluwialne, które zawierają szczątki zaginionej fauny zwierząt workowatych o wymiarach po części olbrzymich.

Powróćmy do rejonu wysp Sundajskich, do którego dotarliśmy, śledząc łuk górski, ciągnący się z Birmy. Świat wielkich wysp, który tu otacza południowo-wschodni kraniec Azji, bynajmniej nie posiada budowy jednolitej i, jak się zdaje, nie wszystkie te wyspy ujawniają charakter młodszej górotwórczości łańcuchowej. Tyczy się to przedewszystkiem Bornea, które przedstawia masę starą z uławiconymi na niej płacami kredy górnej i starszego trzeciorzędu, podczas gdy

większość innych wysp zdaje się jakoś układać naksztalt ogniw łańcuchów górskich. Co prawda układ ten jest tak zawiły, a nasza znajomość owych okolic pod względem geologicznym jest tak mała, że nie możemy wyrobić sobie należytego wyobrażenia o budowie i biegu gór, jakkolwiek poszczególne linie łukowe jasno występują na mapie. Zjawisko to staje się wyraźniejszym już w Filipinach; ale w pełni rozwoju spotykamy je dopiero dalej ku północy na nieraz już wymienianych „wyspach girlandowych“, które jak łukowato zwieszające się wieńce kwiatów otaczają wschodnie wybrzeża Azji. Jest tu tyleż wygiętych łańcuchów górskich, bez wyjątku uposażonych wulkanami (por. mapę, t. I, str. 206), na których stronie wewnętrznej mieszczą się w przybliżeniu eliptyczne zapadliny, załamy kotlinowe; w załamach tych łańcuchów osunął się w głąb ziemi, a na jego miejscu znajdują się morza wewnętrzne: Wschodnio-chińskie i Ochockie. Najbardziej południowy z tych łuków górskich tworzą wyspy Liukiu wraz z południową częścią japońskiej wyspy Kiusiu; drugi łuk składa się z pozostałej Japonii (z wyłączeniem wschodniego Jeso) i z Sachalinu, trzeci — ze wschodniego Jeso, z wysp Kurylskich i z Kamczatki. Wreszcie czwarty łańcuch wysp tworzą Aleuty, które, zamiast biec na północo-wschód jak inne, przybierają kierunek wschodnio-zachodni; ciągną się one od Kamczatki w stronę odchodzącego od Ameryki Północnej półwyspu Alaski i w ten sposób wytwarzają łącznik między światem starym a nowym.

Wyspowe łuki Filipinów, Liukiu i Japonii odgradzają masę chińską od otwartego oceanu. Chiny, które tak długo były zamknięte przed Europejczykami i dopiero niedawno, zwłaszcza dzięki badaniom F. v. Richthofena, stały się otworem dla nauki, przedstawiają kontynent stary, prawie w całości złożony z utworów archaicznych i paleozoicznych. Łupki krystaliczne, osady kambryjskie, sylurskie, dewońskie, wapień węglowy z mnóstwem skamielin morskich są tu niezmiernie rozprzestrzenione. Ale rzeczą najważniejszą jest masowe występowanie produkcyjnej formacji węglowej z taką obfitością materiału palnego, która Chiny na równi z Ameryką Północną wysuwa na czoło krain węglodajnych. Utwory mezozoiczne mniejszego są znaczenia; zasługują na wzmiankę tylko osady śródlądowe formacji jurajskiej, również z pokładami węgla. Właściwością Chin północnych jest ogromny rozwój lössu dyluwialnego, który w „żółtej krainie“ występuje w tak znacznej miąższości i w tak szerokim rozprzestrzenieniu, jak nigdzie indziej na ziemi (por. t. I, str. 559—562).

## Zarys budowy Eurazji<sup>1)</sup>.

Europa stanowi nieznaczną tylko część kolosalnego łańcucha Eurazji, którą to nazwą, zapożyczoną od przyrodników amerykańskich, Suess oznacza część Starego Świata, przeciwstawiając ją drugiej jego części, Indoafryce.

<sup>1)</sup> Ustęp ten zawdzięcza wydawca prof. K. Bohdanowiczowi. Czytając go, należy mieć przed sobą dobrą mapę Azji.



Zespolone kontynenty Azji, Afryki i Europy przedstawiają obszary geologicznie różnorodne, których granice nie odpowiadają powszechnie przyjętym granicom tych części świata. Jeden z takich obszarów obejmuje Afrykę południową i znaczną część środkowej, Madagaskar oraz Indye. Wyniosłe płaskowzgórza tego obszaru od schyłku czasów paleozoicznych nigdy nie były zalewane przez morze; tylko u stóp ich tworzyły się osady, pozostawiane przez wody dzisiejszego oceanu Indyjskiego, w miarę wytwarzania się jego północnej części na miejscu zanurzającej się połąci tego kontynentu. Suess nazywa go kontynentem Gondwany odpowiednio do starej flory gondwańskiej Indyów (por. str. 175).

Kontynent Gondwany otaczają na północy inne wyżyny płaskie, które były zalane wodą w ciągu okresów mezozoicznych, a nawet częściowo i podczas trzeciorzędu: są to Sahara, Syrya i Arabia. Ten szereg pustyni, okalający Gondwanę, tworzy wraz z nią jedną olbrzymią całość, Indoafrykę, której cechą znamioną jest brak fałdowości od końca ery paleozoicznej. Na terytorium tego kontynentu można stwierdzić tylko szereg nowszych potężnych uskoków, które zamieniły go na obszar krain kadłubowych, będących dziś tylko kruchami dawnego ładu.

Drugi obszar Starego Świata, po odłączeniu Indoafryki, stanowi Eurazję. Cały południowy jej pas od strony Indoafryki oddziela się potężnym łańcuchem gór fałdowych. Fałdy ich układają się w postaci łuków kolejnych, zwierających się i obalonych ku południowi, w stronę gór kadłubowych Indoafryki. Powierzchnię tego obszaru zdeformowały fałdy najstarsze i najnowsze. Ślady pierwszych dadzą się odkryć w całej Eurazji, zarówno jak na całym obliczu ziemi, gdy fałdy najnowsze skupiają się coraz to bardziej na południowych kresach kontynentu.

Jakkolwiek rozmaite części Eurazji są zbadane bardzo nierównomiernie, a nawet istnieją jeszcze w Azji kraje, co do których charakteru geologicznego nic pewnego nie wiemy, to jednak nie może ulegać wątpliwości, że poznanie ogólnych stosunków całej Eurazji jest kluczem do dokładnego zrozumienia genezy i wzajemnej zależności systematów górskich Europy. Wychodząc z tego założenia, Suess w III-im tomie swego klasycznego dzieła („Das Antlitz der Erde“, 1901) daje nową próbę oznaczenia na obliczu ziemi, w granicach Eurazji, przez samą przyrodę nakreślonych przewodnich linii geotektonicznych.

W szkicu poniższym postaramy się streścić mistrzowski wykład Suessa i zaznajomić czytelnika z treścią jego nowych poglądów tektonicznych na Eurazję. Do wiadomości czytelnika polskiego podajemy przytem, że do świetnej syntezy Suessa w wysokim stopniu przyczyniły się prace naszych spółrodaków: Czekanowskiego, Czerskiego, Dybrowskiego, Bohdanowicza, Jaczewskiego, których imiona często są przez Suessa wspomniane w wielu ustępach, dotyczących budowy Syberii, Azji Środkowej i Wschodniej. Trzej pierwsi z nich zaczęli studia geologiczne na Syberii od katorgi, jako „występnicy” bojownicy za wolność swojego narodu.

**Północ Sybiru.** Nie trudno wystawić sobie ogromne różnice krajobrazowe Azji pomiędzy jej wybrzeżami podzwrotnikowemi a podbiegunową północą. „Kontrasty w budowie krain i gór Azji, mówi Suess, nie są mniejsze od kontrastów form zewnętrznych. U południowych stóp Himalajów leżą obalone warstwy młodotrzeciorzędowe; na północ od Bajkału aż do oceanu Lodowatego spotykamy niezaburzone osady kambryjskie. Istotnie, Bajkał leży w pobliżu ważnej granicy. Na

południe odcień leżą łukowato wygięte łańcuchy górskie, a ich kształt łukowaty zaznaczałby się w większości przypadków jeszcze o wiele wyraźniej, gdybyśmy zaniechali zwyczaju łączenia części rozmaitych gór pod starodawnymi nazwami Stanowoj, Sajan, Kuenłun. Na północ i zachód od Bajkału leży obszar mało zaburzonych warstw i odosobnionych gór płytowych. Jeszcze dalej ku północy następują jednak znów pasma łukowate. Mamy tu ich tylko dwa, mianowicie łuk Werchojański oraz bardzo niedostatecznie poznany wątpliwy łuk Tajmyrski. Tym sposobem wyłania się pierwszy wschodniej Eurazji podział na trzy obszary: 1) oba łuki arktyczne; 2) nizinę syberyjską; 3) wielki, łukowato sfałdowany pas zewnętrzny“.

Łuk werchojański na wschód od rz. Leny ostro odcina się od sąsiedniej niziny, a dolny bieg Leny stanowi granicę tego łańcucha gór. Nizina syberyjska dzieli się na dwie odmienne części: zachodnią płaską równinę Obu, przykrytą osadami młodocianymi, tudzież płytową krainę górską, położoną na wschód od Jeniseju. Południowe kresy niziny sybirskiej, mające postać łukowatego pasa gór, będącego jednocześnie zewnętrzną krawędzią Azji środkowej, odznaczają się nadzwyczajną różnorodnością form morfologicznych i budowy geologicznej. Na kresy te składają się: w dorzeczu górnego Jeniseju pasmo gór, nazywane Wschodnimi Sajanami albo Ergik-targak, przechodzące na zachodni brzeg Jeniseju pod Krasnojarskiem; góry Munko-Sardyk koło jeziora Kosogolskiego, t. zw. Alpy Tunkińskie i Kitajskie, tudzież obszar gór archaicznych pomiędzy Angarą a Podkamienną Tunguską, odcięty wzdłuż Jeniseju linią uskokową w kierunku północno-południowym. Południowa część wyżyny wschodnio-syberyjskiej, leżąca w dorzeczu Angary, Podkamiennej Tunguski, górnego biegu Niższej Tunguski i Leny, a ze wschodu otoczona Bajkałem, otrzymała od Suessa udatną nazwę „amfiteatru Irkuckiego“. Na południu amfiteatr ten otaczają łukowato wygięte łańcuchy wymienionych już gór, a na wschodzie — góry Zabajkalskie w granicach pomiędzy płaskowyżem Patomskim na północy, przez płaskowzgórze Witimskie, aż do stoków grzbietu Jabłonowego na wschodzie. Na zachodnim wybrzeżu Bajkału ciągnie się jeszcze wązki grzbiet Przymorski, który, ze względu na swoją budowę, należy do tychże gór Zabajkalskich, lecz odcina się od nich linią uskokową, biegnącą wzdłuż Bajkału w kierunku z południo-zachodu na północno-wschód.

Nizina zachodnio-syberyjska. Na zachód od Siemipałatinska, między Irtyszem a Iszymem i dalej ku zachodowi, roztaczają się t. zw. wschodnie stepy Kirgizkie, rozległa kraina górska o wyniosłościach, przechodzących 1200 m, która nazwę stepu otrzymała nie dla swych orograficznych właściwości, lecz z powodu natury swej roślinności oraz skąpych osadów atmosferycznych. Na zachodnich kresach tych stepów, wzdłuż wododziału pomiędzy Tobołem a Irgizem, do stóp południowego Uralu przylega wązka, lecz ważna „cieśnina Turgajska“, która już podczas wczesnych a wybitnych przekroczeń morza była łącznikiem pomiędzy wodami turańskimi a śródziemnomorskimi. Granicę zachodnią niziny stanowi Ural, wschodnią — wspomniana już powyżej krawędź uskokowa wzdłuż środkowego biegu Jeniseju, ku północy zaś nizina zachodnio-syberyjska szeroko rozwiera się aż do oceanu Lodowatego.

Na południo-zachodzie, wzdłuż Uralu występują poziome warstwy senonu o typie południowo-europejskim, tudzież eocenu i dolnego oligocenu, pokrywające



zaburzone pokłady starych utworów uralskich. Morza kredowe, eoceńskie i oligoceńskie łączyły się z europejskimi zapomocą cieśniny Turgajskiej. W środku, czy też pod koniec oligocenu łączność ta przerwała się; gliny morskie poczynają warstwować się z pokładami lignitu, a po części bursztynu. Podobnie jak w Rosyi południowej, nastał i tu czas lasów bursztynorodnych, miocenijskich osadów ilastych na dnie zamkniętych jezior słonych, tudzież miocenijskich i pliocenijskich osadów słodkowodnych. Na północy, koło Tobolska, ślady dawniejszych przekroczeń ujawniają się wyraźniej, niż na kresach południowo-zachodnich; odkryto tam mianowicie warstwy górnego piętra nadwołżańskiego i neokomu w facjach arktycznych, a jeszcze bardziej na północ, nad zatoką Obską znane są również ślady najnowszej, prawdopodobnie polodowcowej transgresyi arktycznej. Na całym tym obszarze nie masz ani śladu żadnych fałd nowszych; doszczętnie zabradowane starsze fałdy Uralu kryją się stopniowo pod powłoką osadów młodych, tak, iż niepodobna wskazać granicy, do której te stare fałdy mogłyby się rozciągać.

Wyżyna wschodnio-syberyjska wykazuje zgoła odmienną budowę w porównaniu z obszernem dorzeczem Obu. Na jej południu wznoszą się szerokie mało rozczłonkowane grzbiety górskie, zazwyczaj pokryte dziewiczym borem-tajgą; bardziej na północ, zwłaszcza na wododziale pomiędzy Jenisejem a Leną rozpierają się góry płytowe, nie wyższe nad 600—700 m, a jeszcze północniej przechodzi już granica lasów i rozpościerają się nieprzejrzone tundry.

W budowie wyżyny wschodnio-syberyjskiej biorą udział cztery pierwiastki geologiczne. Przedewszystkiem rozległa płyta kambryjska i paleozoiczna, ciągnąca się od południowych granic amfiteatru aż do dalekiej północy w postaci niemal poziomo uławiconych pokładów; im bliżej południowej granicy amfiteatru, tem silniej są owe pokłady zaburzone i wreszcie wypiętrzają się w mocne fałdy. Jako drugi pierwiastek, na tych utworach paleozoicznych spoczywają warstwy angarskie, będące osadami lądowymi ze szczątkami rozmaitych flor i występujące w rozmaitych punktach wyżyny. Warstwy te dowodzą, że w ciągu długiego czasu wyżyna nie obniżała się pod poziom wód morskich; rozwinięte są w postaci piaskowców, zlepieńców, rzadziej glin łupkowych, zawierających częstokroć pokłady węgla zdatne do odbudowy górniczej. Utwory angarskie zostały stwierdzone także daleko na południu, w Mongolii aż do południowych Chin i Japonii, a na zachodzie w Persyi. Ten kolosalny ląd mezozoiczny, który pozostawił owe utwory lądowe a od północy otaczał znany już nam ocean Tetydy (str. 283), otrzymał od Suessa nazwę kontynentu Angary. Naprzeciw niego na południu leżał kontynent Gondwany. Po ustąpieniu Tetydy lwia część kontynentu Angary, a zwłaszcza południowe kresy wyżyny wschodnio-syberyjskiej, nigdy już więcej nie zanurzyły się pod wodami morza. Dzięki zanikowi oceanu Tetydy i zlaniu się lądu Angarskiego z indyjskim odłamem kontynentu Gondwany powstała, mówi Suess, dzisiejsza Azja.

Trzecim pierwiastkiem geologicznym wyżyny wschodnio-syberyjskiej są ślady przekroczeń mezozoicznych morza na północy lądu Angarskiego. Osady te, na podobieństwo warstw angarskich, nie odgrywają żadnej roli w kształtowaniu się powierzchni Sybiru. Tryas gór Werchojańskich nie został dotychczas odkryty na płycie paleozoicznej, arktyczne zaś osady jury i kredy zostały przez Tolla znalezione

w wielu punktach tundry. Połodowcowa transgresya arktyczna pozostawiła ślady we wschodniej połaci Azji północnej.

Wreszcie czwarty pierwiastek stanowią rozległe wylewy skał wulkanicznych typu zasadowego. Pod mianem „trapu syberyjskiego“ skupiane bywają rozmaite, jak się okazuje, skały, bynajmniej sobie nie rówieśne, pozostające, być może, częściowo w łączności z lawami ziemi Franciszka Józefa i króla Karola oraz innych krain podbiegunowych. Wszystkie te skały zdają się jednak pochodzić z jednego ogniska magmatycznego.

Najzamienniejsza osobliwość tektoniczna wyżyny wschodnio-syberyjskiej — to fałdy kresowe (Randfalten) amfiteatru Irkuckiego. Można je oglądać w dolinie Leny, na zachodnim stoku gór Przymorskich na południe od Irkucka, jak również na południe od Niżne-Udinska. W kierunku Krasnojarska one zanikają, lecz dalej ku zachodowi i północy znów je mamy nad ujściami Angary, Podkamiennej i Niżnej Tunguski. Ku środkowi amfiteatru intensywność fałd słabnie. Sfałdowaniu uległy nie tylko warstwy starego paleozoicum, lecz miejscami i warstwy angarskie, które tworzą fałdy wygięte nakształt podkowy i objęte spóśrodkowo przez fałdy kresowe.

Fałdy kresowe nie tworzą żadnych gór samodzielnych, lecz tylko ograniczają rozległą starą wyżynę. W przeciwstawieniu do fałd pasa bardziej południowego chylą się one nie ku południowi, lecz na północ, a raczej ku środkowi wyżyny, jak gdyby cały amfiteatr ściągnał się następnie i pogiął. Miejscami z tych fałd kresowych wynurzają się młodsze pnie granitu. Pomiedzy wyżyną właściwą a fałdami kresowymi, tudzież fałdami seryi angarskiej żadnej granicy przeprowadzić niepodobna.

Wyniosłości skał archaicznych na wschodnim brzegu Jeniseju, pomiędzy Angarą a Podkamienną Tunguską, zgoła nie tworzą rozdziału wód, wyznaczają one tylko zachodni kres wyżyny i stanowią jej naturalną granicę od niziny zachodnio-syberyjskiej.

Z tych właściwości budowy wypływają cechy hydrograficzne rzek północnej Syberyi. Wszystkie one skierowują się ku północy. Ocean Lodowaty zasilany jest przez wody słodkie nie tylko niziny syberyjskiej, lecz także i przez znaczną część opadów wysokich gór na południu, które zbierają się w dorzeczu Jeniseju. Ob stanowi jedyną kolosalną arterję niziny zachodnio-syberyjskiej, zaś Jenisej i Lena względem wyżyny wschodniej ujawniają charakter kresowy: pierwszy dopływy swoje pobiera prawie wyłącznie ze strony prawej, druga — z lewej. Ob geologicznymi stosunkami swojego dorzecza przypomina Mississippi albo Nil, drenujące także rozległe równiny a ujścia swe mające tam, skąd kolejno przychodziły transgresye morza. Atoli w górnym biegu Obu zachodziły przez cieśninę Turgajską i inne przekroczenia morza, a cykl rozwojowy jego doliny był tu jeszcze złożońszy.

Jenisej jest rzeką górską, składającą się z części różnorodnych; Lena płynie w dolinie erozyjnej bardzo dawnego wieku i tylko w najdolniejszym biegu rozwój jej został skomplikowany przez fałdy łańcucha Chora-Ułach.

Wybitna różnica genetyczna pomiędzy Syberją zachodnią a wschodnią, czyli pomiędzy nizyną a wyżyną syberyjską, polega na kompletnym braku w nizinie czwartego, wymienionego powyżej pierwiastku, oraz na tem, że wyżyna nie wyka-



zuje od strony Europy żadnych śladów transgresji kredowej, eoceńskiej i oligoceńskiej.

Prastary szczyt Eurazji. Obszar gór, otaczających amfiteatr Irkucki, a więc góry Zabajkalskie z wyżynami Patomską (Patomskoje Nagorje) i Witimską aż do Wielkiego Chinganu, wszystkie góry, okalające Bajkał od południa z potężnym Munko-Sardykiem na czele, Sajany Wschodnie z ich przedłużeniem aż po Krasnojarsk, kadłub archaiczny wzdłuż Jeniseju oraz wyniosłości, ciągnące się nad Kanem i Jenisejem, cały ten obszar gór Suess nazwał północnym szczytem (Scheitel) najstarszego pasa fałd Eurazji.

Składa się on z utworów archaicznych, gdzieniegdzie przerwanych przez skały wybuchowe, tudzież z nielicznych młodszych osadów słodkowodnych, całkowicie jest natomiast pozbawiony osadów morskich ze skamieniałościami, wyjąwszy Minusińskie skały dewońskie na jego kresach.

Skały archaiczne szczytu zebrały się w fałdy jeszcze w czasie przedkambryjskim. Fałdy te, jak to wykazał Czerski, na wschodzie mają kierunek północno-wschodni, na zachodzie zaś—północno-zachodni; pierwszy z tych kierunków nazwał Czerski bajkalskim, drugi—sajańskim. Na zachodnim wybrzeżu Bajkału, w pasmie Przymorskiem, obydwa kierunki odchylają się coraz to bardziej ku północy, jak gdyby tu nastąpiło ściągnięcie obu skrzydeł amfiteatru ku jego środkowi; na południe od Bajkału obydwa układy fałd zlewają się w postaci łuku. W części obszaru wschodniej najstarszemu fałdowaniu się towarzyszą na wielką skalę rozwinięte zjawiska uskokowe, mianowicie uskoki podłużne i zapadliny, które na wschód od Bajkału oddzielają szereg horstów (kadłubów). Ze spękaniami wiążą się wybuchy porfirów, porfirytów, tufów i druzgotów, melafiru, bazaltu oraz law kwaśnych. Bajkał jest zapadliną, składającą się z dwu części, rozdzielonych kadłubem wyspy Olchonu, tudzież jej przedłużeniem, biegnącym przez półwysep Swia-toj Nos do Barguzina.

Utworzenie się zapadliny Bajkalskiej, a przynajmniej południowej jej części, nastąpiło po osadzeniu się warstw angarskich, lecz przed osadzeniem się trzeciorzędu; występujące na południowym brzegu porfiry zaliczają się już do starszej, t. zw. dyzjunktywnej dyzlokacji (uskoki, zapadliny). Fauna Bajkału zawiera pierwiastki, napotykanne w Europie tylko w osadach pontyjskich i sarmackich, a pod Tomskiem w warstwach piętra lewantyńskiego; oprócz tych form wody Bajkału kryją jeszcze mnóstwo innych. Jest to dowód, że fauna Bajkału dziedziczy pierwiastki rozmaitych obszarów.

Historia Bajkału wiąże się ściśle z dziejami całego lądu Angarskiego. Jak wiadomo, według mniemania Richthofena, dzisiejsze Gobi miało być morzem śródziemnym „Han-haj“, którego granice rozszerzały się na całą Azyę środkową, a którego osadami są zlepieńce czerwono-brunatne, żółte i czerwone piaskowce oraz czerwone gliny z gipsem i solą. Podróżnik węgierski, Lóczy, pierwszy wyraził powątpiewanie co do morskiego pochodzenia tych osadów, a Suess dowiódł w nich obecności szczątków nosorożca wieku środkowo-trzeciorzędowego na podstawie zbiorów rosyjskiego geologa, Obruczewa. Powierzchnię Azji środkowej pokrywało zatem w owe czasy nie morze, lecz obszerne jeziora słodkowodne i mniejsze jeziora bezodpływowe; gips, sól kamienna, a nawet kizeryt były tu produktami wysy-

chania takich jezior, obecność zaś szczątków wielkich roślinożerców w tych miejscowościach, które dziś należą do najstraszniejszych zakątów pustyni Gobi, dowodzi z drugiej strony pewnej lokalnej wilgotności i wegetacji roślinnej.

Powstanie zapadliny Bajkalskiej i możliwe przytem osiedlenie się w niej pierwszych elementów fauny trzeciorzędowej należy objaśniać zapomocą ruchów tektonicznych w końcu okresu trzeciorzędowego: były to spękania, które trzymały się częściowo przebiegu dawnych fałd a które zaszły w czasie przedsarmackim albo, co najmniej, przedpontyjskim.

Amfiteatr Irkucki — to tylko wcześniej zapadła część zachodniej połowy prastarego szczytu Eurazyi, w następstwie jeszcze bardziej ścieśniona. Fałdy kresowe amfiteatru składają się z warstw kambru i syluru, a więc powstały one już po sformowaniu się przedkambryjskich fałd szczytu pierwotnego. Sfałdowanie się warstw angarskich nastąpiło jeszcze później: mamy tu do czynienia z t. zw. fałdami opóźnionymi (posthume Falten), które zwięzają i ściągają powierzchnię amfiteatru niejako dodatkowo, już po utworzeniu się jego zarysów naczelnych.

Rozprzestrzenienie fałd prastarego szczytu sięga daleko: możemy je śledzić na południo-zachód, południe i południo-wschód na zewnątrz pasa właściwego.

Pomiędzy Jenisejem i amfiteatrem Irkuckim leży „obszar pośredni gór Minusińskich“; występują w nim osady dewońskie i dolno-karbońskie, spoczywające przekraczająco na utworach starszych i tworzące szereg fałd, wypukłością zwróconych ku południowi. Na zachód od Jeniseju obszar ten przybiera wygląd stepów falistych, jakby kawał „krajobrazu mongolskiego na gruncie syberyjskim“; jest on istotnie pośredni, albowiem rozdziela dwa różnorodne pierwiastki wyżyn azyatyckich: prastary szczyt wschodniej Eurazyi od zachodniego świata Altaju. Ponieważ kierunek fałd Minusińskich jest ten sam, co i wewnątrz amfiteatru Irkuckiego, możemy więc ten obszar pośredni zaliczać jeszcze do prastarego szczytu. W Sajanach zachodnich i w łańcuchu Tannu-ola mamy już kierunek fałd odmienny: wschodnio-zachodni lub wschodnio-północno-wschodni. Można by mniemać, że obszar Minusiński wykazuje analogie z amfiteatrem Irkuckim, a fałdy Minusińskie należą do „opóźnionych“, jakie widzieliśmy w obrębie amfiteatru; leży tu jakby samoistny „szczyt“ pomiędzy wschodnim Sajaniem a Kuźnieckim Ala-tau.

Pas fałd prastarych rozszerza się ku południowi i południo-wschodowi daleko wyraźniej. Szeroka smuga łupków i szarogłazów ciągnie się do Mongolii i na południo-zachód od Bajkału, do Changaju, którego budowa odpowiada pasowi kresowemu amfiteatru Irkuckiego, a który zatacza podobnyż wspaniały łuk, wygięty ku południowi. Bliżej ku środkowi pustyni Gobi leży obszar doliny jezior („Seental“), którego znaczenie polega na tem, że tworzy on szereg stopniowych zapadlin, zaczynając od południowych stóp Tannu-ola. Jeszcze dalej na południo-zachód — Altaj Gobijski, który nie jest dalszym ciągiem Altaju rosyjskiego; tylko obszar zapadlinowy jezior oddziela go od Changaju, tak, iż jest on w istocie odłamek kresowym prastarego szczytu Eurazyi: jest to kadłub, otoczony obszarem zapadlinowym doliny jezior i zapadliną Dżungarską.

Wschodnie kresy prastarego szczytu Eurazyi. Łańcuch Jabłonowy, ciągnący się pomiędzy rzekami Witimem a Karengą, jest częścią kadłubowych gór Małchanu. Dalej ku wschodowi wysunięte kadłuby i łańcuchy górskie



stanowią ogniwa rozwojowe prastarego szczytu, lecz nie tworzą bezpośrednio wododziału pomiędzy oceanem Lodowatym a Spokojnym, który dział nie wyodrębnia się tu morfologicznie. Kadłuby kryją się stopniowo pod poszyciem tajgi; między nimi, a nawet po ich rozmytych grzbietach płyną rzeki, z których należące do zlewiska oceanu Lodowatego sięgają daleko na południe, należące zaś do zlewiska oceanu Spokojnego — na północ. Położenie rozdziału wód zależy tu od warunków erozyi wstecznej. Za główną przyczynę przesunięcia wododziału w stronę oceanu południowego, a nie w stronę oceanu północnego, czegoby ze względu na warunki klimatyczne spodziewać się należało, uważa Richthofen zjawiska uskokowe na zewnętrznej, południowej stronie łańcuchów; takie położenie wododziału daje się w istocie zawsze zauważyć w górach o budowie schodowej. Podobnie stosunki spostrzegamy pomiędzy źródłiskami Jeniseju i Amuru, gdzie np. na wododziale Czykoja i Ingody wytworzył się istny labirynt rzek.

Wielki Chingan, przypierający od wschodu do systematu gór Jabłonowych, tworzy, według Richthofena, naogół, stopień pomiędzy obszarem wysokim na zachodzie a obniżonym na wschodzie. Na terenie wododziałowym pomiędzy oceanem Lodowatym a Spokojnym, w łańcuchu Tukuryngra i w północnem przedłużeniu W. Chinganu, wylania się jakby odmienny układ linii przewodnich, jakby odmienny zarys budowy. Atoli Suess wykazał, że rozległa przestrzeń pomiędzy ujściem Szyłki na zachodzie a wschodnimi brzegami Japonii stanowi jedną spójną całość. Twierdzi on, że północny Chingan, łańcuch Aldański, góry Tukuryngra i Bureińskie łącznie z Małym Chinganem, łańcuchy Mandżurskie z pasmem Sichota-Aliń, a dalej północne łańcuchy wielkiej wyspy japońskiej Hondo (Nippon) wraz z Hokkaido (na wyspie Jesso) i Sachalinem ujawniają zgodną jedność w przebiegu przewodnich linii tektonicznych, które pospołu biegną ku północy, ku brzegom morza Ochockiego, i, jako obszar zbudowany według wspólnego planu, przypierają do prastarego szczytu Eurazji.

Wyobraźmy, że peryferyczne kresy rozpatrywanego obszaru Eurazji zbyły się morza, a że występować poczną kolejne szeregi potężnych łańcuchów górskich: 1) Liu-kiu i południowa część Kiu-Sziu, 2) południowa Japonia, wyspy Czusan, 3) Japonia północna łącznie z Hokkaido, 4) środkowe Jesso i Sachalin, 5) wyspy Kurylskie wraz z ich przedłużeniem — zachodnią Kameczatką, 6) środkowa i wschodnia połać Kameczatki. Między oceanem Spokojnym a tymi girlandowymi łukami łańcuchów nie dostrzeżemy żadnej granicy: wszystkie one wylaniają się z prastarego szczytu fałd Eurazji. Nawet wyspy Bonińskie i Maryańskie zdają się należeć do tegoż pasa i tworzyć część podwodnych kordylierów tegoż szczytu Eurazji.

Zewnętrzne łuki tego olbrzymiego pasa dzielą się na poszczególne odłamy, które się ze sobą scierają lub wzajem skupiają. Południowo-zachodni koniec gór Aldańskich został cofnięty wstecz; toż samo dostrzegamy na północnym cyplu Sachalinu i na południowym końcu pasma Sichota-Aliń; zwięźenie się i zagięcie fałd na wyspie Hondo (Nippon), odpowiadające terenowi zapadlinowemu fossa magna, wypada zaliczyć do tejże kategorii zjawisk. I tutaj podłużnym uskokom towarzyszą wylewy skał wybuchowych (stoki wschodnie Aldanu, wybrzeże południowe morza Ochockiego, wschodni brzeg Sichota-Aliń); a także załamy uskokowe są czynnikami miarodajnym w tworzeniu się fałd opóźnionych, których czas powstania na obszarze oceanu Spokojnego przypada na okresy trzeciorzędowe.

Równiny nad górnym biegiem Amuru składają się z lądowych warstw Angarskich, tworzących fałdy o kierunku północno-wschodnim; osady trzeciorzędowe leżą tu w uławiceniu poziomem. Zbliżając się do wybrzeży oceanu Spokojnego, napotykamy mezozoiczne osady morskie: tryas w kraju Ussuryjskim i nad brzegami morza Ochockiego z *Pseudomonotis ochotica*, jurę środkową nad ujściem rz. Udy do m. Ochockiego, warstwy auclowe w dolinie Amuru. Wszystkie te obnażenia wraz ze śladami piętra nadwołżańskiego wskazują na łączność z północą. Na Sachalinie znane są nadto ślady transgresji środkowo-kredowej (por. str. 225 i 226).

Osady lądowe ze szczątkami roślin, z równin nadamurskich ciągnące się do Mandżuryi, oraz wymienione utwory morskie dowodzą, że tutaj przechodziła wschodnia granica kontynentu Angarskiego. Starodawny ten, przynajmniej od czasów karbońskich istniejący ląd rozrastał się ku wschodowi częściowo przez spiętrzanie się nowych gór fałdowych, w części zaś przez cofanie się morza, wywołane zapadaniem się rozległych terenów oceanicznych w innych miejscach.

Ta połać ziemi pozwala nam z wielkim prawdopodobieństwem wnioskować o stałości masywów kontynentalnych. Mamy tu jeden z rzadkich na powierzchni ziemi przypadków, w których fauna lądowa i słodkowodna znajdowała stałe schronisko, jakiego nigdy nie bywa pozbawiona fauna morska. Kontynent Angarski w ciągu całego szeregu okresów geologicznych był takim schroniskiem i żywicielem zwierząt lądowych i słodkowodnych: mogły zeń, jak z wyspy rajskiej Linneusza, wyłaniać się coraz to nowe zespoły organizmów<sup>1)</sup>.

Altaj i altaidy. Zjawiska fałdowania się prastarego szczytu Eurazyi w zestawieniu z poszczególnymi łańcuchami fałdowymi, jak Karpaty, Pireneje, Kaukaz, Appalachy i in., nie są zupełnie jednakie. Co do takich łańcuchów mogą powstawać kwestye, dotyczące ich symetryczności lub niesymetryczności, ich budowy, położenia przedgórza (przedmurza) i t. p. Łańcuchy prastarego szczytu swoje zewnętrzne kontury i swoją budowę zawdzięczają ogólnemu szerokiemu fałdowaniu się i dodatkowej dyzlokacji dyzjunktywnej. Samodzielność łańcuchów pojedynczych jest tu bardzo słaba. Mamy tu natomiast do czynienia ze zjawiskiem fałd opóźnionych, któreśmy poznali na obszarze amfiteatru Irkuckiego. Widzieliśmy także szerokie rozprzestrzenienie fałd na południo-zachodzie, południu i południowo-wschodzie na zewnątrz szczytu właściwego; podobnie fałdy dadzą się śledzić aż do najnowszych osadów gobijskich. Wobec takiej rozległości ruchów kwestya oznaczenia przewodnich linii tektonicznych winna się sprowadzać do odszukania terenu zaczątkowego, w którym się zrodziły i z którego się wyłoniły owe rozległe i długo-

<sup>1)</sup> Wytrawny znawca stosunków geologicznych Azji wschodniej, F. v. Richthofen, wysnuł odmienny od Suessowego pogląd na budowę gór wschodnio-azyatyckich. Według niego, cały wschód Azji składa się z olbrzymich tarasowatych załamów (zapadlin), coraz bardziej zniżających się ku oceanowi Spokojnemu. Główny kierunek tych załamów (Landsstaf-fel) jest północno-wschodni (sinijski). Załamy, w rozmaitych czasach powstałe, skupiały się następnie w łukowate szeregi—pasma górskie. Przyczynę tworzenia się załamów Richthofen upatruje w siłach rozrywających, działających ku wschodowi i południowi. Źródłem tych sił może być stopniowe, od czasów prastarych trwające obniżanie się dna oceanu Spokojnego, prawdopodobnie pod wpływem izostazy. (Geomorphologische Studien aus Ostasien. Sitzber. Akd. Berl., r. 1901, 1902 i 1903).



trwałe ruchy. O ile budowa prastarego szczytu Eurazji została dotąd poznana, terenem takim nie jest jakiś punkt pojedynczy lub linia prosta, lecz najprawdopodobniej obszar, wygięty łukowato ku południowi i łączący w sobie dwa odróżnione powyżej kierunki fałd: bajkalski i sajański.

Atoli w Azji środkowej spotykamy inne jeszcze łańcuchy górskie, wypiętrzone wysoko w dziedzinę śniegów, młodsze od prastarego szczytu i nieco inaczej zorientowane. Są to łańcuchy tak ściśnięte i skupione nieraz na dalekiej przestrzeni, że ich doliny nie spadają poniżej 4000 m; powstały tu kolosalne nieprzerwane nabrzmienia, na których poszczególne łańcuchy śnieżne wypiętrzają się już stosunkowo nieznacznie. Środkowy Kueń-łun, Pamir są przykładami takich olbrzymich garbów. Wszędzie, gdzie tylko głębokie doliny obnażają budowę takich masywów, ujawniają one fałdy skupione. Gdybyśmy środkowy Kueń-łun wyobrazili zabradowanym do poziomu morza, to wygląd jego nie różniłby się niczem istotnym od wyglądu prastarego szczytu Eurazji, t. j. przedstawiałby systemat mnogich fałd równoległych, tu i owdzie przerwanych wychodniami mięższych mas wybuchowych. Wygląd taki posiada rzeczywiście wschodnie Gobi — to morze fałd rozmytych.

Suess porównywa obrazowo stare fałdy z falami morza otwartego, fałdy zaś tak wysoce wyindywidualizowanych łańcuchów, jak Himalaje, Alpy, Kaukaz, — z łamaniem się fal u wybrzeży mas obcych o innym zarysie budowy.

Z tego punktu widzenia, opierając się na całokształcie poznanych dotąd faktów, Suess rozpatruje Altaj, jako teren zaczątkowy, jako samodzielny szczyt drugiego bardziej młodego pasa fałd, które nazywa altaidami. Altaj przypiera od zachodu do prastarego szczytu Bajkalskiego i do pośredniego obszaru Minusińska, jako nowe samodzielne i młodsze ognisko fałd. Wschodnia część zewnętrzna szczytu Altajskiego wygina się nakształt łuku, zachodnia ciągnie się za Irtysz w kierunku północno-zachodnim, a południowo-zachodnia granica szczytu nie jest oznaczona.

„Wyobrazmy sobie, powiada Suess, całą połąć Azji na południo-zachód od Altaju pod powłoką wody. Wyobrazmy pchnięcie mas od Irtysza lub gór Tarbagataju w kierunku południowo-zachodnim. Mnogie, długie fale spiętrzą się jedna za drugą; z początku będą one wygięte mniej lub więcej ku południo-zachodowi, jak to widać na odnogach Tiań-szanu. Rozszerzają się one, wydłużają i oddalają się od siebie, gdzie mają po temu dostateczną przestrzeń, jak to widzimy w dolinach Czu i Ili. Zbliżają się one, skupiają i piętrzą, gdzie przestrzeń jest węższa, jak w Nań-szanie. Zatrzymują się przed przeszkodami, jak w Tsiń-liń-szanie, usiłując znaleźć wyjście boczne; albo też gną się i odchylają pod wpływem tych przeszkód. Zachowują przytem ogólny, przeważający kierunek północno-zachodni lub zachodnio-północno-zachodni. Takie to fale, czyli fałdy będziemy rozumieć przez miano altaid“.

Rozległa pagórkowata równina Tomska, porosła bajorowatą tajgą, dla zrozumienia Altaju ma szczególniejszą doniosłość. Schodzą się tu trzy gór łańcuchy. Od południo-zachodu zbliża się łańcuch Koływański, wypełniając sobą północno-zachód i północ tego obszaru; od południo-wschodo-południa nasuwa się grzbiet Sałairski; na wschodzie leży prawie doń równoległy Kuźniecki Alatau. Łańcuch Koływański składa się ze stromych fałd osadów dewońskich; dalszy ciąg jego stanowią góry stepów Kirgizkich po lewym brzegu Irtysza. Grzbiet Sałairski, będący właściwie

przedłużeniem Ałtaju, zawiera w sobie warstwy dolno-dewońskie, którym towarzyszą dyabazy i granity. Kuźniecki Ałatau jest zbudowany ze skał dewonu, wapieniów karbońskich tudzież skał wybuchowych. Na północy, pomiędzy tymi trzema łańcuchami leży zagłębienie Kuźnieckie.

Kuźniecki Ałatau i Sałair tworzą łuki, wypukłością zwrócone ku wschodowi, na południu zbieżne. Nie mają one nic wspólnego z prastarym szczytem, do którego kresów zachodnich kierunek ich jest prawie poprzeczny. Ałtaj, zbudowany z utworów paleozoicznych, różni się wybitnie i od Ałtaju Gobijskiego, składającego się ze skał archaicznych.

Fałdy koływańskie tworzą tylko część rozległego układu fałd kirgizkich, wypełniających cały obszar pomiędzy Ałtajem, Uralem i Tian-szanem. Do systematu Ałtajskiego zalicza się i Tarbagataj z Dzungarskim Ałatauem, od którego na południo-zachód zaczyna się już systemat Tian-szanu.

Odnogi Tian-szanu skupiają się na wschodzie w potężny grzbiet górski, nie tracąc przez to swej indywidualności; ta ostatnia zachowałaby się w wyższym jeszcze stopniu, gdyby nie przypieranie tu i owdzie północno-wschodniego skrzydła jednego łuku do zachodnio-północno-zachodniego skrzydła łuku sąsiedniego i wytwarzana przez to łuskowata lub dachówkowa budowa. Są to—według porównania Suessa—jakby bardzo spłaszczone krople przyklepione do kuli ziemskiej i wyglądające jedna z za drugiej: Tak np. na południowym stoku Chan-tengri, będącego północno-wschodnim skrzydłem łuku Kokszańskiego (najpołudniejszego z łuków Tian-szańskich), zauważamy kąt wklęsły; na drugiej stronie tego kąta, na północ od przełęczy Muzart, zaczyna się kierunek zachodnio-północno-zachodni, znamionujący początek nowego łuku, który tu przypiera do łuku bardziej południowego.

Wschodnie konary Tian-szanu stanowią: łańcuch Aleksandrowski, Bej-szan, Boro-choro. W tych pasmach wschodnich znane są utwory angarskie, porfiry, łupki, granit, syenit i gnejs, bardziej tu rozprzestrzeniony, niż na zachodzie. Śród tych łańcuchów leży godna uwagi zapadlina „Przy-tian-szańska“, Lukeczuna.

Na południu od Tian-szanu odgałęzia się Bej-szan w postaci płaskich kadłubów, na które rozpadł się sfałdowany pierwotnie masyw. Pomimo nieznacznej wysokości i pomimo pustyniowego charakteru gór, różniących się kontrastowo od łańcuchów alpejskich Tian-szanu, Bej-szan należy do tegoż samego systematu. Odnogi Bej-szanu zlewają się prawdopodobnie pod piaskami pustynnego Ała-szanu z konarami gór, otaczających rzekę Hoang-ho. Dalszy ciąg fałd Tian-szanu da się wyśledzić aż do ich zetknięcia na południu z łukiem Jarkendu.

W skomplikowanym systemacie Nan-szanu i środkowego Kuen-łunu możemy odróżnić dwie grupy łańcuchów: jedna grupa o kierunku zachodnio-północno-zachodnim lub północno-zachodnim, druga o kierunku wschodnio-północno-wschodnim. Do pierwszej grupy należą: Lun-szan, wszystkie pasma Nan-szanu i południowego Tsajdamu, Marco-Polo i in. Drugą grupę tworzą łańcuchy: San-szan-tsy, Szybao-szan, Je-ma-szan, Anembar-uła, Ałtyn-tag, Dimnałyk, Tokuz-daban, Russkij chriebiet i in. Pierwsza grupa obejmuje ałtaidy i gubi się (na północo-zachodzie) w Tian-szanie i Bej-szanie. Druga grupa należy do zachodniego Kuen-łunu i tworzy część amfiteatru, otaczającego (z południa) dorzecze Jarkend-daryi.



Tak więc wyżyna mongolska Changaj, zbudowana ze skał archaicznych, stanowi południową część prastarego szczytu sfałdowanej Eurazji. Szeroki pas utworów paleozoicznych (szarogłazów) ciągnie się od Zabajkala przez Urgę do południowych kresów Changaju, gdzie zaczyna się już obszar zapadlinowy jezior mongolskich (dolina jezior), dzielący szczyt od Altaju Gobijskiego, który ujawnia tę samą co on budowę i do niego należy. Na północo-zachodzie, w dali od drugiego, nowszego szczytu Altajskiego, wylaniają się te mnogie fałdy—fale, które z początku noszą miano Tian-szanu, a dalej ku południo-wschodowi znane są pod nazwami Bej-szanu, Lun-szanu, Nan-szanu i środkowego Kuen-lunu.

„Koło An-si, niedaleko zachodniej granicy oazy Gan-su, wynurza się grzbiet gnejsowy San-szan-tsy o kierunku wschodnio-północno-wschodnim, przypierający pod kątem ostrym do gór Pustynnych, będących południowym cyplem Bej-szanu. Odtąd zaczyna się zmiana warunków: widzimy, że naprzód ciąg dalszy Lun-szanu, potem potężny łańcuch Richthofena, tudzież wszystkie pasma Nan-szanu, zachowujące dotąd północno-zachodni kierunek altaid, wyginają się nakształt kolan ku zachodo-południo-zachodowi, w kierunku Anembar-ułu i Altyn tagu, jak gdyby wszystkie te góry podległy tu jednocześnie drugiemu, równie mocnemu, a może nawet mocniejszemu sfałdowaniu się. Tak trwa to od zachodniej granicy oazy Gan-su do Tsaidamu i do alpejskich jezior Kum-kul, a przytem rosną na wysokość nie tylko łańcuchy górskie, lecz i doliny pną się coraz wyżej nad równiną dorzecza Jarkend-daryi. Tu spotykamy zachodnią granicę altaid“ (Suess).

Altaidy wschodnie. Dalszym wschodnim ciągiem altaid są góry, okalające kolano rzeki Hoang-ho, a dalej pas fałd, do którego należą wyspy archipelagu Sundajskiego, Nowa Gwinea, tudzież grupa wysp azjatycko-australijskich. Są to „altaidy wschodnie“, podczas gdy wyspy Japońskie tworzą wschodni, kresowy łuk prastarego szczytu Eurazji.

Na wschód od rozpatrzonych dotychczas łańcuchów altaid leży rozległy płat sinijski, składający się z niezaburzonych warstw kambru. Część jego zachodnia, przykryta pokładami górnego karbonu, tworzy płytę Ordosu, której kształt prawie prostokątny zaznacza się przez wygięcie rzeki Żółtej (Hoang-ho). Ten stary masyw Ordosu zmusił fałdy altaid do skrętu, pod którego wpływem nastąpiło tak potężne spiętrzenie się wszystkich altaid, że cały Tybet wschodni na znacznej przestrzeni nie spada poniżej 4,500 m. Łańcuchy Chora-naryn-uła, tudzież Ała szan, ciągnące się nad rz. Hoang-ho, są najbardziej wschodnimi konarami altaid, zapomocą których te ostatnie łączą się z pasmami Wielkiego Chinganu oraz peryferycznymi pasmami prastarego szczytu.

W dalszym ciągu swej analizy altaid Suess wykazuje, że potężny zespół fałd Tybetu wschodniego skręca coraz bardziej na południe. Łańcuch Tsin-ling-szan jest, podług niego, tylko odnogą tego zespołu, pod kątem prawie prostym odchylającą się od głównej grupy altaid wschodnich. Dalej ku południowi ta grupa altaid dzieli się na dwa konary: wschodni, junnański (Yunnan) i zachodni, podążający do Birmy. Te konary altaid zlewają się z nowym kresowym pasem fałd wielkich. Atoli nie trzeba mniemać, że to wzmożone fałdowanie się w czasach późniejszych obejmowało tylko kresy Eurazji. Na pograniczu amfiteatru Irkuckiego powstawa nie fałd ciągnęło się i odnawiało jeszcze podczas okresów rozwoju flory angarskiej.

Jednakże na kresach te ogólne ruchy wzmagają się, jak tego dowodzą zanurzające się w głąb oceanu Spokojnego od Kameczatki i półwyspu Malajskiego kordyliero-kształtne linie wyniosłości.

Zachodni z wymienionych tylko co konarów podąża przez Birmę do półwyspu Malajskiego, wschodni zaś ciągnie się przez Junnan i Tonkin, stopniowo się obniżając.

W konarze zachodnim najdłuższymi pasmami są pasma najbardziej zachodnie, mianowicie góry Patkoj i Naga, tworzące dalej zakręt Arrakański. Wśród poszczególnych gałęzi konaru Birmańskiego dają się zauważyć objawy załamów, zaczynające się od wulkanów w delcie Irawadi i ciągnące się do wysp Narkondamskich i Barreńskich (por. str. 604). Za ciąg dalszy tych zachodnich gałęzi konaru Birmańskiego można poczytywać prawdopodobnie góry na zachodnim wybrzeżu Sumatry, a, być może, także i góry Jawy oraz innych wysp Sundajskich aż do Timoru. Ale ta wygięta gałąź („Łuk Bandajski“) rozpada się coraz bardziej na poszczególne kawały, ulegając przewadze utworów wulkanicznych.

W konarze Junnańskim podobnie odgałęzieniami najdłuższymi są pasma zachodnie, tworzące kordyliery Annamskie, wygięte ku wschodowi i łączące się z łukiem wysp Filipińskich. Gałęzie wschodnie, składające się z gnejsu i starych łupków, stopniowo tracą na wysokości i kryją się pod sfałdowanymi wapieniakami paleo- i mezozoicznymi, tworzącymi zabradowane płaskowzgórza. Podobnie stosunki do młodszych wapieni zachodzą i na obszarze zachodnich odgałęzień konaru Birmańskiego, znikających pod krasową pokrywą płaskowyżu paleozoicznego.

Ałtaidy wschodnie kończą się, zginając się nakszałt łuku w morzu Malajskiem i gubiąc się wśród obcych im kadłubów Australii i Nowej Gwinei, które okalają najdłuższą ich gałąź, ciągnącą się do wysp morza Bandajskiego. Łąd australijski wywarł widocznie wpływ na przebieg tej najdłuższej gałęzi ałtaid. Oznacza ona szlak, którym ocean Tetydy przekroczył dzisiejszy ład azjatycki. Zakręt Ała-szanu pod wpływem Ordosu, tudzież łuk Bandajski, powstały za sprawą kontynentu Australijskiego, dostarczają wybitnych przykładów przemienności w skorupie ziemskiej płatów podatnych i opornych, z których ostatnie zawsze burzyły jednostajność zjawisk orogenicznych.

Łuk Jarkendu, Iran i Turan. Niezależnie od ałtaid, prawie w środku Azji wewnętrznej, przechodzi łuk Jarkendzki, czyli Kuen-łun zachodni. Tian-szan i Bej-szan stanowią cięciwę tego łuku. W dorzeczu Tarymu, czyli w zachodnim Gobi niema już śladów tych ściętych i zniesionych fałd, które oglądaliśmy w Gobi wschodnim i w Ała-szanie.

W łańcuchach łuku Jarkendzkiego na gnejsach i łupkach krystalicznych spoczywają osady, pozostawione przez transgresję wieku środkowo-dewońskiego (wapienie koralowe) i górno-karbońskiego. Na północnym jego stoku leżą płyty warstw seryi angarskiej ze szczątkami roślin, która serya dosięga tu, zdaje się, swej południowej granicy. Na południe od dewońskich i granitowych mas „Russkiego grzbietu“ pojawia się różnorodny pas mezozoicznych utworów morskich. Docieramy tu do kresów oceanu Tetydy. Te warstwy mezozoiczne, ujęte w potężne fałdy, dzielą łuk Jarkendu od Himalajów na zachodzie, krańcowe zaś pasma Kuen-łunu środkowego odgradzają łuk Jarkendzki od Himalajów na wschodzie. Łuk Jarkendu w za-



chodniem swem ramieniu, na obszarze skupiania się z pasmami Tian-szanu, zarówno jak w ramieniu wschodniem, skupiającem się z łańcuchami Nan-szanu, stanowił jakby hamulec dla długich, wyłaniających się z Altaju fałd skalnych, które pomimo to rozchodziły się dalej, jakby spływając wzdłuż tych skupień fałdzistych. W dziejach kontynentu azyatyckiego łuk Jarkendzki zajmuje po części jakby miejsce pośrednie pomiędzy czasem tworzenia się fałd prastarego szczytu a epoką rozwoju pasa łałtaid.

Utwory mezozoiczne Tetydy, zebrane w fałdy najpotężniejsze, stanowią kresowy pas fałd Himalajskich Eurazji.

Himalaje wydzwigały się przez szereg kolejnych ruchów tektonicznych, które trwały od czasów najdawniejszych, odpowiadających częściowo tworzeniu się prastarego szczytu, do czasów trzeciorzędowych, a, być może, nawet do czasów dzisiejszych. Ten mocarny, fałdzisty garb składa się z całego szeregu pasów. Najglówniejsze z nich są: 1) przedgórze trzeciorzędowe; 2) Pir Pandżał i Dhaubad-hār, utworzone z łupku i granitu; 3) górnopaleozoiczna i mezozoiczna niecka (mulda) Kaszmiru; 4) gnejsowy pas Zanskaru; 5) pas paleo- i mezozoiczny doliny Spiti; 6) pas eoceński i bazaltowy nad górnym Indusem; 7) pas syenitowy i gnejsowy Ladakhu; 8) resztki pasa górnopaleozoicznego i mezozoicznego, wciśniętego w łupki krystaliczne, w Braldu i w Baltistanie; 9) pas gnejsowy Mustagu i Baltistanu. Cały szereg ruchów, napiętrzających ten przeolbrzymi systemat górskich łańcuchów, odbywał się wedle jednego i tegoż samego planu, nachylając fałdy na południowozachód. Na podobieństwo stosunków zachodnio-alpejskich, w piątym z wymienionych pasów, w pasie Spiti, na granicy pomiędzy Kumaonem a Tybetem, znaleziono obce skałki—porwaki, będące resztkami miększej płaszczowiny skał mezozoicznych, przesuniętych tu, być może, od korzeni wciśniętych w łupki pasa Braldu.

Potężny grzbiet Mustag-ata na wschodnich kresach Pamiru, rozpostarty jakby na przedłużeniu łuku Jarkendzkiego, nie do niego jednak należy, lecz do pasa gnejsowego Baltistanu.

Ku zachodowi Himalaje przechodzą do Sewestanu (pasma nadkabalckie Sa-fed-koh, Siah-koh), a dalej do Persyi, gdzie wyodrębniają się w dwa samodzielne łańcuchy irańskie, wklęsłe, wklęsłościami zwrócone na północ: jeden odpowiada pustyni Registanu i dorzeczu Helmundu, drugi (Elburs), położony znacznie północniej, okala południowe wybrzeże morza Kaspijskiego.

Hindu-kusz, wyłaniający się z Pamiru, a konarami swymi sięgający morza Kaspijskiego i Kaukazu, znów prowadzi nas do fałd Tian-szanu. Fale Tian-szanu, które nadeiwały z północo-wschodu, nie były zatrzymywane przez północne odnogi Mustag-ata (t. j. Baltistanu) i przez łuk Jarkendu, lecz rozlewały się na Pamir, którego cały środek i zachód należy do tego fałd systematu. Hindu-kusz biegnie z początku równoległe z wymienionym łukiem wschodnim Iranu, ale stanowiące dalszy ciąg jego góry Kopet-dagh (na pograniczu Persyi i kraju Zakaspijskiego) zachowują swoją niezależność od południowo-kaspijskiego terenu zapadlinowego (a więc i od łuku Elbursu) i biegną w kierunku północno-zachodnim, cechującym zachodnie gałęzie łałtaid. Miasto Niszapur w Chorassanie leży prawie pośrodku obszaru, na którym od południowozachodu odnogi Elbursu przypierają do południowych odnóg Hindu-kuszu. Ten ostatni oraz szeroki pas fałd w dorzeczach Amu-

daryi i Syr-daryi („łuki pośrednie“ pomiędzy Hindu-kuszem a Tian-szanem) w szybkim tempie tracą na intensywności fałd w kierunku od wschodu ku zachodowi: tutaj zauważono wybitne zjawisko, polegające na tem, że tylko wolne antyklinalne mają dążność do znacznego wydłużania się. Obnażenia skał wybuchowych dowodzą, że w łukach Irańskich napięcie fałd na wschodzie i zachodzie było prawie jednakowe, wewnątrz zaś nich widzimy tylko najnowsze osady.

A zya dzisiejsza. Zanim zaczniemy szukać szlaków, którymi sfałdowane łańcuchy Azji przechodzą do Europy, warto zatrzymać się na historii geologicznej azyatyckiego wschodu. Azya dzisiejsza stanowi całość tak wyodrębnioną, zwłaszcza pod względem życia organicznego, że niejednokrotnie starano się tłumaczyć tę jednolitość jej charakteru. Humboldt usiłował oprzeć swe wyjaśnienie na rozkładzie systematów górskich, Richthofen — na położeniu równin. Suess dąży do tego celu metodą historyczną, wychodząc z uzasadnionych pojęć geologicznych.

Na starodawną masę kontynentu Azji składa się: łąd Gondwany w Indyach przedgangesowych, sinijski płat skorupy ziemskiej w Chinach zachodnich i północnych, tudzież łąd Angarski od źródeł Selengi do oceanu Lodowatego. Wszystkie te masy prastare mają doskonale rozwinięte sieci wodne i wolny spadek ku morzom; potężne rzeki wyżłobiły na tych obszarach koryta, które rozszerzają się jeszcze dzięki wstecznej pracy dopływów.

Obok pojęć o obszarach Azji „centralnych“ i „peryferycznych“, utworzonych przez Richthofena, można położyć dwa symbole — mianowicie: sól i węgiel. Sól, a zarazem gips, oznacza brak odpływu, czyli położenie środkowe, a węgiel, gdzie powstał on, jak w Azji, w obszernych zagłębiach słodkowodnych, oznacza wolny odpływ, gdyż bez niego żaden zbiornik wody nie mógłby zachować swych normalnych własności w ciągu dłuższego czasu.

Pokłady soli na indyjskim płacie kontynentu Gondwany oraz na łądzie Angarskim należą do starych systemów, od syluru do górnego dewonu. Od czasu ostatnich lepidodendronów na starym kontynencie nie spotykamy więcej osadów soli, lecz tylko pokłady węgla kamiennego, tudzież utwory wód słodkich. Wyjąwszy dzisiejszy bieg Obu, rzeki Sybiru, a także północnej Mongolii i półwyspu Indyi przedgangesowych, odznaczają się prastarym wiekiem.

Słowem, wszystkie stare masy kontynentalne cechują się dziś własnościami peryferycznymi. Wszędzie tu węgiel kamienny jest młodszy od soli. Osady słodkowodne seryi angarskiej ze szczątkami roślin ciągną się obecnie do obszarów, już pozbawionych odpływu, jak widzieliśmy to w południowej części łuku Jarkendzkiego, a więc na kresach dawnego oceanu Tetydy, oraz w zagłębiu Turańskim. Obszary te były ongi peryferyczne, teraz stały się one centralnymi. Docieramy tu do dziedziny, w których sól jest młodsza od węgla.

Na historię kontynentu azyatyckiego wywarły olbrzymi wpływ dwa wydarzenia geologiczne, a mianowicie: utworzenie się pasa altaid, a później znów przekroczenie morza (transgresya) z zachodu. To ostatnie jest najistotniejszą cechą zachodniej części kontynentu, która, według Richthofena, jest najgłówniejszym ogniwem przejściowem.

„Starodawne morze Tetydy dochodzi tu przez Turan i część Iranu do rozległego rozwoju, który w epoce liasu zaczyna chwiać się, lecz w połowie czasu środ-



kowo-jurajskiego Tetyda znów rozprzestrzenia się tak dalece, że wzdłuż zachodniego Uralu jedną swoją odnogą sięga dzisiejszego oceanu Lodowatego i łączy go poprzez całą Eurazję z oceanem Indyjskim. Transgresya środkowo-kredowa wrzyna się głęboko w obszar dzisiejszego Tian-szanu, a przez linię teraźniejszego zachodniego Hindukuszu zachodzi połączenie z Iranem. Jeszcze w czasie eocenu morze to rozciąga się aż do obszaru Jarkend-daryi, a morskie osady oligoceńskie przez Turgaj po wschodniej stronie Uralu sięgają dalekiej północy. W tym czasie cały zachód Azji, o ile go nie pokrywa morze, tworzy obszar peryferyczny. Później morze to zostało odcięte i wyschło“ (Sness).

Oznaczenie początku tego rozległego tworzenia się osadów solonośnych nie jest łatwe; atoli z przerwą, powstała skutkiem czasowego połączenia się z oceanem otwartym, pokłady solne tworzą się tu od początku drugiej połowy okresu trzeciorzędowego do czasów teraźniejszych.

W Azji środkowej i wschodniej osadów solonośnych takiego typu nie znamy. Utwory gipso- i solonośne w Gobi powstały nie skutkiem odcięcia się części oceanu, jak na zachodzie, lecz przez parowanie wewnętrznych, kontynentalnych jezior słodkowodnych. Znalezione tam szczątki ssaków wskazują na czas fauny siwalickiej późniejszy od sarmatu, a więc późniejszy także od czasu tworzenia się osadów solnych na zachodzie kontynentu. Na wschodzie naczelną rolę w życiu kontynentu azyatyckiego odegrał rozwój altaid, na zachodzie zaś decydujący wpływ wywarło przekroczenie morza oraz bardziej odległe zerwanie łączności z oceanem dla przyczyn prawdopodobnie tektonicznych.

W dziejach Azji dadzą się zatem odróżnić następujące momenty główne: najpierw wyodrębnienie się prastarego szczytu, sinijskiego płatu od Ordosu do Korei, tudzież indyjskiego odłamu Gondwany; następnie dźwignięcie się łuku Jarkendzkiego; później powstanie młodszego szczytu z altaidami, które skupiają się na wschodnim i zachodnim skrzydle łuku Jarkendzkiego, lecz tworzą się jednocześnie dalej, posuwając się na wschód aż do wysp Filipińskich i morza Bandajskiego, na zachodzie rozwijając się w fałdach Tian-szanu i sięgając kresów Europy, na południo-wschodzie zlewając się z łukiem Birmańskim, na południo-zachodzie łącząc się dość blisko z łukiem Irańskim. Pomiędzy obu przez kadłub Indyjski rozdzielonemi połączającymi, jako dalszy ciąg łuku Jarkendzkiego, poczęły się wraz z nim napiętrzać Himalaje.

Zarysy przekraczających oceanów za każdym razem odpowiadały rzeźbie powierzchni, która kształtowała się pod wpływem procesów orogenicznych, ogólnej denudacyi, erozyi i innych przyczyn.

**Tauryny i dynarydy.** W Europie wschodniej dalszy ciąg południowo-azyatyckiego pasa kresowego stanowią łańcuchy dynarsko-taurskie, góry Kaukazkie natomiast należą do systematu altaid, jako przedłużenie pasm Tian-szanu.

Od wyżyny Armeńskiej ciągnie się znaczny łuk fałd przez góry Taurus i Amanus do wyspy Cypru; jest to łuk Taurski. Drugi łuk biegnie od górnych Włoch przez łańcuchy Dynarskie do wyspy Krety; jest to łuk Dynarski (porówn. str. 533).

Do tauryd należą łańcuchy Azji Mniejszej na południowym wybrzeżu Pontu (m. Czarnego), a także góry zachodnio-pontyjskie, których część południowo-za-

chodnia (pas frygijski) przypiera do wewnętrznej strony trzeciego łuku, którym jest Taurus właściwy; łuk ten okala nizinę Likaońską i przechodzi na Krete.

Następny łukowato wygięty pas gór—Egejski—należy już do dynaryd. Te ostatnie ciągną się przez Tessalię i Macedonię, a w Dalmacyi i Istrii zlewają się z Alpami wschodnimi. Łuk dynarski odznacza się szerokością, przechodzi bowiem i przez morze Adryatyckie, tak iż zatoka Wenecka leży, bez wątpienia, pośród dynaryd, a nie śród odnóg Apeninów.

Dynarydy rozprzestrzeniają się wzdłuż południowego stoku Alp przez dolomity i Vicentyńskie Alpy do jeziora Garda. Tam dzieli je od Alp szeroki pas dyzlokacyjny, którego znamieniem są potężne intruzye tonalitu (Adamello, Bozen, porówn. rys. 342).

Ta teoretyczna granica Alp i dynaryd stanowi jednocześnie dział pomiędzy północno-alpejską a śródziemno-morską facją osadów permskich i tryasowych. W Alpach Gailtalskich i Karawankach występują już facye północno-alpejskie (porówn. rys. 342).

Góry Karnijskie obce są tak Alpom, jak dynarydom; mają one kierunek samodzielny a wiek waryscyjski; fałdy ich powstały na skutek ruchu ku północy, nie zaś ku południowi, jak w dynarydach; znaleziono je pod temi ostatnimi na południe od wzmiankowanego pasa dyzlokacyjnego.

Tak więc, łańcuchy dynarskie, przypierające od południa do Alp, okazują się jako przedłużenie jednej z odnóg południowego kresowego (himalajskiego) pasa azyatyckiego, Alpy zaś właściwe uważa Suess teraz za ogniwo zachodnie altaid azyatyckich; ta ich gałąź, na podobieństwo Bandajskiej na wschodzie, została zgnieciona przez obce jej kadłuby (horsty).

Europa północna. Obszar północny Europy dzieli się na trzy części: Ural, płytę rosyjską i kaledońsko-skandynawski pas dyzlokacyjny. Najstarszym elementem tego obszaru jest płyta rosyjska; jeden z jej płatów, t. zw. tarcza bałtycka, czyli Finno-skandya, w swej stromej krawędzi, zwanej „glintem“, wykazuje, że fałdy tej tarczy podlegały abrazyi już w czasach przed-kambryjskich. Płyta rosyjska, rozpościerająca się od oceanu Lodowatego do morza Azowskiego, ujęta jest w fałdy przed-kambryjskie, których bieg na południu jest przeważnie północno-zachodni, w Finlandyi i na północy — północno-zachodnio-północny, na Pomorskiem zaś wybrzeżu morza Białego zjawiają się fałdy o kierunku północno-wschodnio-północnym, a nawet północno-wschodnim.

Południowa część płyty, spękana na poszczególne płyty kadłubowe, ujawnia także fałdy bardziej młodociane, zorientowane inaczej niż fałdy archaiczne, a mianowicie biegnące na zachodo-północo-zachód, równoległe z Kaukazem. Kierunek samego Kaukazu i Krymu zależał, prawdopodobnie, od położenia tych kadłubów, a mianowicie azowskiego. Karpinskij udowodnił, że na obszarze Rosyi europejskiej prócz takiego kierunku równoleżnikowego (kaukazkiego), daje się zauważyć jeszcze kierunek południkowy (uralski). W kierunkach tych zachodziły lokalne obniżania się czy wygięcia, któremi rozszerzały się morskie transgresye, jak o tem świadczą ich kolejne osady w postaci warstw paleozoicznych, mezozoicznych i trzeciorzędowych.



Suess usiłuje teraz powiązać te linie tektoniczne Europy z takimiż liniami Azji.

Ural w swej południowej części tworzy szeroki pas fałd, które na jego wschodzie zostały całkowicie zabradowane i znikły pod niżem zachodnio-syberyjskim. Fałdy Uralu ciągną się na południe przez góry Guberlińskie i Mugodżary i, statecznie zniżając się, nikną pod wyniosłością Ust'-Urtu. Oznaki słabego sfałdowania wysledzono aż do miasta Irgiza, a dalej na południo-wschodzie wznoszą się już odnogi Kara-tau, należącego do systematu tian-szańskiego; linia, łącząca te fałdy uralskie z tian-szańskimi, zlewa się z rozdziałem wód pomiędzy Arałem a rz. Irgizem. Za oznaki fałd tian-szańskich w obrębie Uralu uważane są południowo-wschodnio-południowe kierunki niektórych łańcuchów południowego Uralu, a mianowicie Uj-taszu.

Jakież przyczyny powodują tak wybitny kontrast pomiędzy kierunkami Uralu i Kaukazu? Kontrast ten powtarza się i znacznie później, jak to widać z nowszych dyzlokacyi w kierunku południkowym na przestrzeni pomiędzy Uralem a Kaukazem (Jergeni, Dżeguli nad Wołgą). Suess dopatruje się przyczyny nagłego zwrotu Uralu w kierunku południkowym, między innymi, w hamującym wpływie „wyżyny Ufimskiej“, będącej, według Czernyszewa, obszerną wypukłością antyklinalną pod 55° szer. półn. Fałdy Uralu, które wylaniały się od wschodu ku zachodowi, były przez tę wyżynę hamowane, jak tego dowodzi wygięcie podnóża grzbietu dokoła wyżyny na przestrzeni około 3 stopni szerokości; niektóre zaś fałdy układają się wzdłuż stromej południowej krawędzi płaskowyżu, powlekając go od południa w kierunku równoleżnikowym; do fałd takich należą np. góry Kara-tau.

Na północy od Uralu odgałęziają się dwa pasma: Timan-Kanin oraz Pajchoj—Wajgacz—Nowa Ziemia. Suess uważa je za „parmę“ Uralu (parma—mała owalna tarcza rzymska). Przez nazwę tę Suess rozumie pasma równoległe z Uralem, będące świadectwem osłabienia się procesu fałdującego ku nizinie i towarzyszące takim tylko łańcuchom, przed którymi leżą pokrewne im połacie skorupy ziemskiej. Jeżeli na przodach łańcucha leży płat budowy odmiennej, parma nie tworzy się; niemasz np. parmy pomiędzy Alpami a masą Czeską i Szwarwaldem.

Fałdy Uralu, leżące na południu hamującej wyżyny Ufimskiej, sięgają daleko ku zachodowi, rozchodząc się stopniowo; na północy zaś powstają odnogi w postaci wspomnianych „parm“. Ale ani tu, ani tam niemasz ostrej granicy pomiędzy pasem sfałdowanym a przedgórzem. Fałdy Uralu, pomimo ich sprasowanie dokoła wyżyny Ufimskiej i częste obalanie się ku zachodowi, bynajmniej nie mają wyglądu pasm rozpierzchłych, zatrzymanych i pogiętych wpływami obcych kadłubów, jak to dzieje się np. w łukowatej gałęzi altaid, sięgającej morza Bandajskiego, lub jak to bywa w Alpach. Fałdy uralskie ciągną się niepostrzeżenie i na wschód, tak iż wszystko zdaje się wskazywać, że są one wynikiem jednolitego, rozległego i dawnego procesu. Położeniem swem i długością Ural przypomina fałdy peryferyczne Eurazji wschodniej, jak Dżug-dżur, Sichota-alin, Chingan Wielki. Przewodnie linie Uralu i jego „parm“ wykazują analogię z takimiż liniami wyspowych kresów Azji wschodniej.

Weźmy teraz za uwagę bieg archaicznych linii dyzlokacyjnych w północnej części płyty rosyjskiej, a przekonamy się, że najstarsze jej płaty ujawniają rozkład

linii przewodnich, podobny do rozkładu dyzlokacji Uralu, Timanu i Nowej Ziemi. Szczególnie zgodny jest kierunek Pomorskiego wybrzeża morza Białego oraz wygiętego ku zachodowi łuku Nowej Ziemi. Ural możemy tedy określić, jako utwór fałd „opóźnionych“, wydzwigniętych według tegoż samego dawnego planu.

Podnosiliśmy już poprzednio, że cała środkowa i północno-zachodnia Europa może być pojmowana, jako szereg mas sfałdowanych, kolejno obalanych ku północy, w ten mianowicie sposób, że pasy najbardziej północne są zarazem najstarsze, że wszystkie one uległy pokruszeniu, że załamom na południu odpowiadają nowe fałdy na północy i że każdy nowy łańcuch sfałdowany piętrzy się i obala około kadłubów, będących pozostałymi płatami fałd dawniejszych. Odróżniamy więc następujące pasy fałd: 1) pas kaledoński w obrębie gnejsów Hebrydzkich i Lofoteńskich, 2) pas armorykański i waryscyjski, 3) pas alpejski wraz z Karpatami, stykający się na zachodzie z pasem pirenejsko-prowsalskim, na wschodzie zaś z pasem dynarsko-taurskim.

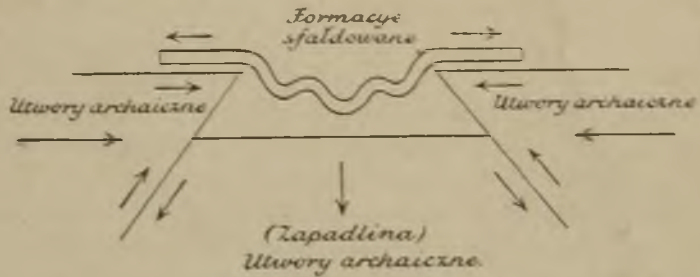
Wszystkie ruchy orogeniczne, zaczynając od najstarszych fałd kaledońskich do najmłodszych fałd alpejskich, odbywały się w kierunku od południa ku północy. Teraz wiemy już, że we wschodniej Eurazji ruchy te postępowały w kierunku odwrotnym, od północy ku południowi, a mówiąc dokładniej od północo-wschodu ku południo-zachodowi. O ile te ostatnie (ruchy azyatyckie) miały charakter ogólny i prosty, o tyle pierwsze (ruchy europejskie) odznaczały się charakterem skomplikowanym i zawikłanym.

Najnowsze badania geologów skandynawskich umożliwiają związaną obu tych ruchów. Na krawędzi oceanu Atlantyckiego leży prastary płat skorupy ziemskiej, obejmujący zachodnie Hebrydy, mianowicie wyspę Lewis, dalej niektóre przedgórze zachodniej Szkocji, tudzież niektóre wyspy pośrednie. Płat ten składa się z gnejsów oraz innych skał metamorficznych. Na nich spoczywa przesunięta poziomo masa (płaszczowina) obalonych fałd kaledońskich, t. j. odnoszących się do ruchu od południo-wschodu (ESE) na północo-zachód (WNW). Törnebohm dowiódł niedawno, że i w Norwegii środkowej występuje podobna pokrywa obalonych warstw paleozoicznych, leżąca na łupkach krystalicznych i w zupełności odpowiadająca, co do czasu ruchu, płaszczowinie szkockiej. To norweskie przesunięcie uderza swoją skalą, albowiem przenosi 100 km a widoczne jest na przestrzeni około 9 stopni szer. geogr. Ale nastąpiło ono ku południo-wschodowi (ESE), a więc w kierunku odwrotnym, niż przesunięcie szkockie, i niezgodnym z ogółem szerszych ruchów Eurazji zachodniej. Holmquist usiłuje objaśnić to przesuwanie się w dwie przeciwne strony przez utworzenie się szerokiej zapadliny (grabenu), której krawędź wschodnia leży w Skandynawii, zachodnia zaś — w Szkocji. Jeżeli zapadająca się bryła rozszerza się ku dółowi, to obniżając się, wywołuje nasuwanie się ku środkowi załamu obu krawędzi kadłubowych (horstowych), które znów powodują ruch leżących nad nimi pokładów w strony przeciwne, jak to podaje schematyczny rys. 352. Nie zatrzymując się dłużej nad mechanizmem tego zjawiska, zaznaczamy tylko, że ruch kaledoński na krawędzi tarczy bałtyckiej przywodzi nas do pierwszego ogniwa tego planu dynamiki ziemskiej, według którego rozwijała się budowa Europy zachodniej.



Płyta rosyjska swoim położeniem na północy Europy, swoim wiekiem przedkambryjskim, oraz przeważającym kierunkiem archaicznego sfałdowania (NW i NNW) przypomina nam sajańską część prastarej tarczy Eurazji. Rysy dawnego planu tektonicznego, ukryte pod powłoką niziny syberyjskiej, tu znów wychodzą na jaw. Ta godna uwagi stałość kierunku najdawniejszych dyzlokacji, dostrzeżona przez Czerskiego w krainie Nadbajkalskiej, przez Richthofena w Chinach, a przez Karpinskija w Rosji europejskiej, stanowi rażący kontrast z różnorodnością kierunków zaburzeń nowszych.

Zachodnia połać prastarego szczytu wogóle leży bardziej na północ, niż wschodnia. Na jej południowych kresach odnogi łałtaid wywołują zaburzenia lub zgoła maskują stary plan budowy. Nigdzie nie zdołaliśmy



Bys. 352. Schemat, przedstawiający przesunięcie skandynawskie (według Holmquist).

znaleźć jasnej łączności pomiędzy łałtaidami a fałdami prastarego szczytu, np. pomiędzy łańcuchami nad rzeką Hoang-ho a W. Chinganem lub między Uralem a Karatau (do Tian-szanu należącym). Stąd kwestya, czy odnogi łałtaid wracają do prastarego szczytu, pozostaje nierozwiązana. Ural w swoim całokształcie harmonizuje z prastarym szczytem, będąc jakby opóźnionem powtórzeniem jego fałd. Od Uralu po przez płytę rosyjską dochodzimy do tarczy skandynawskiej z jej płaszczowiną, przesuniętą ku wschodniemu południo-wschodowi (OSO). Suess rzuca śmiałą myśl, czy pod wschodnimi Karpatami nie ukrywa się ciąg dalszy prastarego szczytu? Płaszczowinowa budowa Alp i jej analogia ze Skandynawią nasuwa to przypuszczenie.

„W ten sposób przez zapadającą tarczę na północy a przez tonalitową bliźnę na południu ogranicza się przestrzeń, na której pokolei wydzwignęły się dwie końcowe gałęzie łałtaid, najpierw waryscyjsko-armorykańska, a później alpejska“.

Nie docieramy tu jednak do ostatecznych granic rozprzestrzenienia łałtaid na zachodzie, a więc i granic Eurazji; opuszczamy tylko krainy mało zbadane, w których wiele jeszcze jest do zrobienia, a powracamy do obszaru, wystudyowanego już wszechstronnie.

## A m e r y k a .

Dotychczas zapoznawaliśmy się z ładami starego świata i z obszarami wyspowymi oceanu Spokojnego; pozostaje nam jeszcze rozpatrzyć Amerykę, t. j. obie wielkie masy kontynentalne półkuli zachodniej, połączone wązkim przesmykiem środkowo-amerykańskim. Ameryka Południowa wznosi się całkiem bezpośrednio z oceanu, bez żadnego związku czy to ze wschodem czy z zachodem; Ameryka Północna w północno-zachodnim swym rogu łańcuchem wysp Aleuckich łą-

czy się z Azyą północno-wschodnią; bądź co bądź jednak, jest to tylko luźne połączenie. W ogólności obie Ameryki przedstawiają się jako indywidualności samoistne.

Ostre to wyodrębnienie się Ameryki jest wydarzeniem dość nowem. Liczne fakty, dotyczące się rozprzestrzenienia tworów żyjących i kopalnych, dowodzą, że podczas znacznej części epok trzeciorzędowej i dyluwalnej Ameryka łączyła się z Azyą północno-wschodnią nieprzerwanym pomostem lądowym; opisaliśmy to już bardziej szczegółowo, gdy była mowa o tych starszych utworach. Prócz tego rozprzestrzenienie w północnej części oceanu Atlantyckiego trzeciorzędowych utworów morskich oraz bazaltów i tufów bazaltowych z wtrąconemi między nie warstwami węgla brunatnego czyni prawdopodobnem przypuszczenie, że Ameryka Północna przynajmniej przez pewien czas była także połączona z Europą północną. W końcu przekonaliśmy się, że podczas epoki jurajskiej i kredowej, a nawet jeszcze w początkach trzeciorzędu przez całą szerokość terazniejszego Południowo-Atlantyckiego oceanu, od Afryki aż do Brazylii, rozciągał się kontynent, z którego ocalało jeszcze kilka ułamków w wyspach Azorskich, Kanaryjskich, a zwłaszcza w w. Zielonego Przylądka. Stąd też zlewisko atlantyckie jest utworem względnie młodym, podczas gdy ocean Spokojny jest prastarą zakłęśnością powierzchni ziemi, która wprawdzie, co do kształtu i co do rozmiarów swoich, podlegała niejakim wahaniom, ale której istota trwa niezmiennie, o ile w ogólności znamy dzieje geologiczne owych przestrzeni.

Oczywiście, byłoby rzeczą najodpowiedniejszą śledzić, jak łańcuch Aleucki przedłuża się do Ameryki północno-zachodniej i posuwa się stąd dalej na południe i na wschód. Ale, niestety, nasza znajomość budowy geologicznej tych północnych okolic jest jeszcze tak niedostateczna, że nie możemy obierać tego obszaru za punkt wyjścia. Dokładniej zbadano tylko większą część Stanów Zjednoczonych Am. Płn. i kilka przyległych obszarów brytańskiej Ameryki Płn. Na brzegach atlantyckich, na północo-wschodzie, w Nowej Szkocji i w Nowym Brunświku zaczynają się wielkie sfałdowane góry, które stąd równolegle do brzegu ciągną się daleko na południo-zachód, dochodząc aż do południowej części Stanów Zjednoczonych, do Alabamy i Georgii. Są to Apalachy, czyli Alegany, istny kręgosłup nadatlantyckiej Ameryki Północnej, góry stare, których fałdowanie zaczęło się już w epoce kambryjskiej, a może nawet w archaicznej; zdaje się zaś, że od końca epoki paleozoicznej nie nastąpił tu już żaden ruch znaczniejszy. Stosownie do tego Apalachom, jak wszystkim górcom starym, pomimo całej ich długości i znacznego rozwoju na szerokość, brak kształtów gór urwistych, ostrych grzbietów i stromo sterczących szczytów, choć w miejscach poszczególnych wznoszą się one powyżej 2000 m. W odległej jednak przeszłości, mniej więcej w początkach epoki mezozoicznej, Apalachy prawdopodobnie posiadały charakter alpejski i mogły tworzyć na wschodzie Ameryki równie imponujący łańcuch gór, jakim np. dzisiaj jest na zachodzie Sierra Nevada. Apalachy są budowy wybitnie niesymetrycznej. Ku południo-wschodowi leży wydłużony pas skał archaicznych; za nim następują po kolei osady paleozoiczne wieku sylurskiego, dewońskiego i karbońskiego, całość zaś złożona jest w systemat wydłużonych fałd i przecięta potężnymi przelamami podłużnymi. Ku północo-zachodowi fałdy stają się płytsze, położenie warstw jest bardziej płaskie



i z wolna przechodzi w uławicenie zupełnie poziome, które następnie ku zachodowi utrzymuje się stale na dalekiej przestrzeni i tylko nieznacznie przerwane jest jedną jedyną płytką falą. W najbardziej północno-wschodniej części łańcucha Apalachów przełamowa ich strona swymi osadami archaicznymi przypiera bezpośrednio do oceanu Atlantyckiego; niebawem jednak wciskają się między nie utwory młodsze: osady trzeciorzędowe, górnokredowe i tryasowe. Przedstawicielem tryasu jest tu czerwony „piaskowiec konnektikucki“, o którym już wzmiankowaliśmy na innym miejscu; piaskowiec ten z wyglądu podobny jest do niemieckiego piaskowca pstrego a wyróżnia się mnóstwem i różnorodnością tropów, pozostawionych przez zwierzęta, chodzące na dwóch nogach, prawdopodobnie dinozaury (porówn. str. 202, 203). Piaskowiec konnektikucki po większej części spoczywa w przekraczającym uławiceniu na zmytych czołach warstw archaicznego pasa Apalachów, ale brał jeszcze udział w ostatnich ruchach wypiętrzających: częściowo, zwłaszcza w południowym obszarze swego rozpościerania się, wsuwa się on pomiędzy łupki krystaliczne a osady młodsze. Trzeciorząd i kreda ukazują się najpierw na poszczególnych wyspach, towarzyszących wybrzeżu, na w. Nantucket, na Long Island na przeciwko New Yorku i t. d. Ale potem zajmują one coraz bardziej rozszerzającą się rąbek wybrzeża, który się ciągnie aż do południowo-wschodniego końca Stanów Zjednoczonych, zajmuje cały półwysep Florydy i przedłuża się stąd ku zachodowi aż do Meksyku; od tego szerokiego pasa utworów młodszych doliną rzeki Mississippi odchodzi na północ potężna odnoga, wciskająca się w postaci zatoki pomiędzy starsze warstwy paleozoiczne. Na całym tym obszarze kreda górna złożona jest całkowicie z osadów morskich, trzeciorząd zaś przynajmniej w znacznej części. Kreda całym swoim rozwojem zgadza się dobrze z kredą europejską; zwłaszcza w New Jersey, jak dowiódł Credner, jest ona uderzająco podobna do kredy Niemiec północnych. Trzeciorząd, zwłaszcza eocen i miocen, przypomina również pod wieloma względami stosunki europejskie; ale nie jesteśmy jeszcze w dostatecznej mierze obeznani z jego podziałem i fauną, aby mógł przeprowadzić bardziej szczegółowe porównanie.

Napomknęliśmy już, że fałdy Apalachów ku zachodowi rozplaszczają się coraz bardziej; ustala się z wolna poziome uławicenie wszystkich skał warstwowych, zaczynając od najmłodszych aż do skał formacji kambryjskiej. Cały ten obszar, zawarty między Apalachami na wschodzie a górami Skalistymi na zachodzie, ze względu na niczym niezaburzone ułożenie skał jego, można porównywać z potężną rosyjsko-skandynawską płytą Europy. W północnej części jego, w Kanadzie, występują przeważnie prastare, archaiczne gnejsy, granity, łupki mikowe, które stamtąd ciągną się aż do niegościnnych stron dalekiej północy, do t. zw. „barren grounds“ nad brzegami morza Lodowatego i tworzą główną masę wysp amerykańskiego archipelagu podbiegunowego. Obszary kanadyjskie dały okazję do podziału osadów archaicznych, który miał być odpowiednim nie tylko dla samej Ameryki, ale przez wielu geologów został przeniesiony także na osady innych okolic, w wielu zaś razach i dziś jeszcze gra w geologii Europy rolę dużą a niezbyt usprawiedliwioną. Potężne masy gnejsu, szeroko rozprzestrzenione w Ameryce Półn., zwłaszcza nad rzeką Św. Wawrzyńca i na północnym brzegu wielkich jezior, z których ona wypływa, zostały objęte nazwą „formacji laurentyjskiej“; a wkład-

ki wapienne w tym systemie miały zawierać najstarsze z pewnością dające się rozpoznać ślady kopalnych szczątków zwierzęcych, szczątki olbrzymiej otwornicy, oznaczonej mianem „eozoonu“ (p. rys., t. I, str. 718). Trafnem jest zapewne mniemanie, że gnejsowe te masy przedstawiają najstarsze osady Ameryki Północnej; ale uważanie ich za rówieśne z petrograficznie podobnymi skałami europejskimi nie jest pozytywnie uzasadnione, a i sam eozoon, owa mniemana skamieniałość przewodnia tej formacji, w oczach większej części paleontologów uchodzi obecnie za utwór nieorganiczny (porówn. t. I, str. 720, 721). Inne łupki krystaliczne, łupki mikowe, amfibolowe, chlorytowe, praiłolupki i t. d. noszą w Ameryce nazwę „formacji hurońskiej“, która ma spoczywać w niezgodnem uławiceniu na gnejsach laurentyjskich. Ale, zarówno co się tyczy tego ostatniego stosunku jak stosunku łupków hurońskich do łupków kambryjskich i sylurskich, tyle jest jeszcze szczegółów niewyjaśnionych, że znacznie mniej jeszcze mamy prawa do sądzenia według tego ostatniego wzoru o stosunkach w innych okolicach. Jakkolwiek się rzecz ma, skały archaiczne w każdym razie zajmują największą część borealnej Ameryki Płn. na wschód od gór Skalistych. Wszelako nie tylko one same jedne tworzą te olbrzymie przestrzenie, ale występują tu także płaty poziomo uławiconych skał warstwowych, które pojedynczo dochodzą aż do najwyższych szerokości północnych. Tutaj należą owe szczególne wychodnie osadów morskich wieku paleozoicznego z licznymi szczątkami mięczaków, ramienionogów i koralów, warstwy mezozoiczne ze szczątkami jaszczurów i amonitów oraz bogate w szczątki roślin pokłady trzeciorzędowe, które na Ziemi Grinnella docierają aż do 81 stopnia szerokości północnej.

Grenlandya zdaje się też przedstawiać głównie masę skał archaicznych, do których na jej zachodnim brzegu przylegają zawierające szczątki roślin warstwy kredowe i trzeciorzędowe, a na wschodzie trzeciorzęd ze szczątkami roślin i jura. Wnętrze Grenlandyi jest przeważnie pustynią lodowatą pokrytą lodowcem prawie do samego brzegu. Niektóre części archipelagu podbiegunowego posiadają też stały lądolód. Ale najznaczniejszą część borealnej Ameryki Półn. zajmują t. zw. „barren grounds“, przestrzenie jałowe, ogołoczone z gleby, a utworzone z zupełnie obnażonych, „łysych“ gnejsów. Oszlifowane przez lód i ukształtowane w postaci krągłych pagórków przedstawiają one niezmiernie monotonną falistą powierzchnię o rozpaczliwym wprost wyglądzie. Pełno tu licznych zbiorników wody; a i bardziej południowa, roślinnością pokryta część brytańskiej Ameryki Półn. usiana jest też mnóstwem jezior, z których niejedno posiada znaczną powierzchnię: znamię kraju, który podczas epoki dyluwialnej był mocno zlodowacony.

Podczas gdy we wschodniej części brytańskiej Ameryki Płn. przemagają łupki archaiczne, dalej ku południowi w Stanach Zjednoczonych w rejonie, leżącym na zachód od Apalachów, wspaniale są rozwinięte rozmaite ogniwa paleozoicznego szeregu warstw. Formacja sylurska, dewon, wapień węglowy wykazują taki potężny rozwój skał, takie bogate rozczłonkowanie i taką obfitość najpiękniejszych skamieniałości, jakie już w żadnej innej części świata nie zdają się spotykać. Produkcyjna formacja węglowa jest też tak silnie wykształcona, że wschodnia połowa Stanów Zjednoczonych obfitością węgla przewyższa wszystkie inne okolice ziemi lub, co



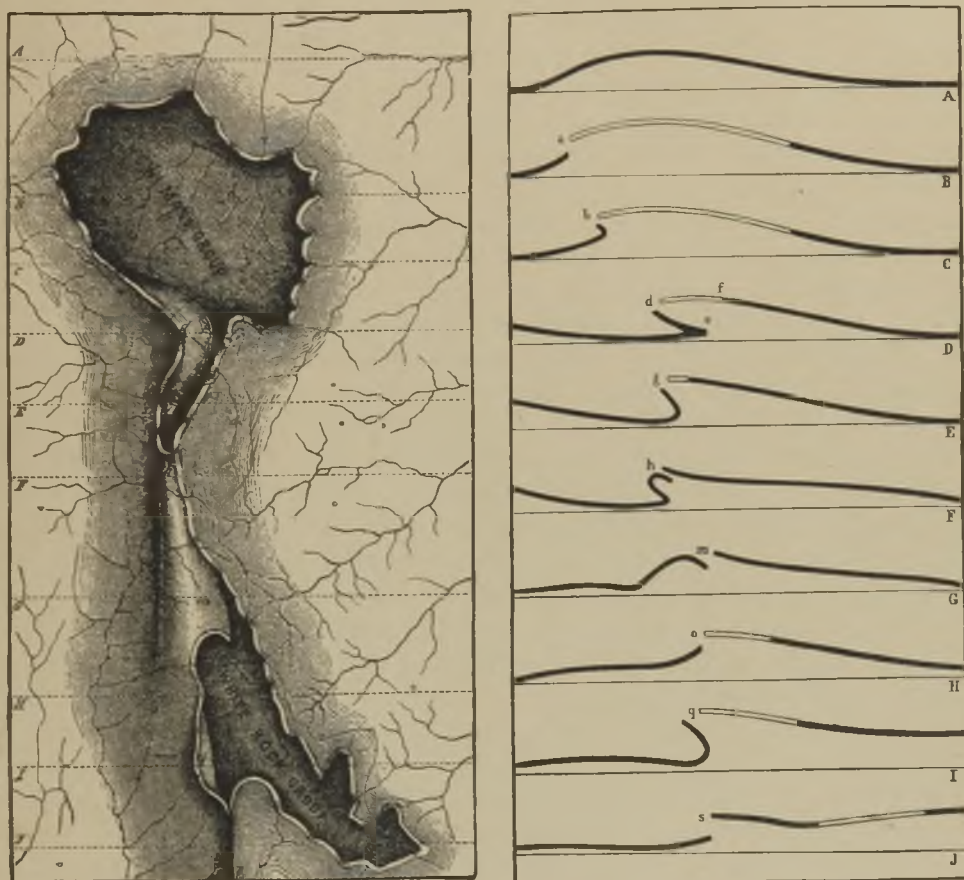
najwyżej, jedne tylko Chiny mogą z nią rywalizować. Na południo-zachodzie, w Teksasie, ponad osadami formacji węglowej leżą śródlądowe utwory tryasu. Ale potem ku zachodowi wszystkie te starsze utwory zapadają pod niezwykle szeroko rozpostartą pokrywę utworów kredowych, które zaczynają się nad zatoką Meksykańską i ciągną się szerokim pasem daleko na północ w mało znane obszary środkowej części Ameryki brytyjskiej; dochodzą one prawdopodobnie niemal aż do 60 stopnia szerokości północnej i zajmują największą przestrzeń pomiędzy wszystkimi osadowymi formacjami Ameryki Półn. Według dotychczasowych naszych wiadomości, kredy dolnej niema zupełnie na całym tym obszarze. Najstarszy oddział, który tu występuje, mianowicie grupa dakocka, należy już do kredy górnej i odpowiada prawdopodobnie w całości lub w części europejskiemu piętru cenomańskiemu. Grupa ta zawiera bogatą florę roślin lądowych, wśród których, jak w naszych utworach rówieśnych, dwuliścienne po raz pierwszy zdobywają przewagę; ale obok tych szczątków w niektórych pokładach grupy dakockiej ukazują się także wtrącenia morskie. W wyższych oddziałach formacji kredowej następuje wielokrotna zmiana osadów morskich i śródlądowych, te ostatnie zaś zawierają często węgiel i szczątki gadów. Piętro najwyższe zajmują warstwy „Laramie“, utwory graniczne względem trzeciorzędu, których fauna mięczaków należy przeważnie do wód słodkich; o interesujące stosunki tej fauny do europejskich skamielin kredowych i do żyjącej obecnie fauny jeziora Tanganyjka potrąciliśmy już wyżej na innym miejscu (str. 325). Oprócz tych mięczaków, z którymi zapoznały nas badania Whitea, występują jeszcze liczne szczątki dinosaurów, tudzież mnóstwo roślin lądowych, które z charakteru swego podobne są nie do rówieśnych flor Europy, lecz do jej miocenijskiego świata roślinnego. Jezioro śródlądowe, z którego osadziły się warstwy laramijskie, posiadało, jak się zdaje, rozmiary ogromne: osady jego dają się śledzić od Santa Fé w Nowym Meksyku aż do rzeki Saskaczewan w brytyjskiej Ameryce Półn., a więc prawie przez 20 stopni szerokości. Nieprzerwana masa warstw górno-kredowych tworzy płytę, zwolna wznoszącą się od wschodu ku zachodowi, do krawędzi gór Skalistych; wyniosłości płyty tej są nieliczne, głównie zaś przedstawia ona olbrzymią równinę o charakterze stepowym, która tu i owdzie na znacznych przestrzeniach przechodzi całkowicie w pustynię. Tutaj właśnie należy obszar wielkiej preryi, która dawniej była zamieszkała przez watahy jeźdźców indyjskich oraz przez niezliczone trzody bawołów, ale której pierwotni mieszkańcy znikają z przerażającą szybkością, ustępując miejsca nowemu porządkowi rzeczy. Tutaj należy także „wielka pustynia amerykańska“ u podnóża gór Skalistych, oraz leżące na południe od niej Llano estacado, płyta kamienista, beznadziejnie pusta i smutna, bez wody i bez roślinności, w której budowie, według Marcou, biorą też udział warstwy jurajskie i tryasowe. I pozatem zresztą nie cały w mowie będący obszar składa się wyłącznie tylko z kredy górnej. Odosobniona grupa góriska Black Hills w Dakocie przedstawia osobliwe eliptyczne odsłonięcie skał starszych, łupków archaicznych, warstw paleozoicznych i jury borealnej, a z drugiej strony rozległa przestrzeń powierzchni pokryta jest osadami trzeciorzędowymi. Oprócz kilku drobniejszych wychodni tych ostatnich osadów występuje tu potężny, nieprzerwany ich ciąg, który pokrywa przeważną część Nebraski oraz znaczne części Wyomingu, Dakoty, Kansasu i Colorada. Jak wszędzie w Ameryce Północnej,

z wyjątkiem pasa pomorskiego i zatoki Mississipi, i tutaj też trzeciorzęd reprezentowany jest tylko przez utwory słodkowodne, przeważnie przez warstwy wieku górno-oligoceńskiego i neogeńskiego. Ich margle i piaskowce tworzą po większej części teren pustynny, оголоzony z roślinności, którego powierzchnia sprawia najosobliwszy widok wskutek żywych, jaskrawych barw skał oraz ich skłonności do wietrzenia w najbardziej fantastycznych kształtach iglic, obelisków, wieżyc, ganków, utworów grzybokształtnych i t. d. Są to t. zw. „złe ziemie“ (mauvaises terres) kanadyjskich wędrowców leśnych (coureurs des bois) i traperów, które dla geologa i paleontologa szczególnie mają interes z powodu znajdujących tam niezliczonych szczątków kręgowców, zwłaszcza zaś ssaków. Szczególniej w pierwszych chwilach, gdy zbieranie szczątków kopalnych dopiero się tu rozpoczęło, a okazy od dawna przez wietrzenie wyosobnione ze skał leżały w mnóstwie dokoła, miejscowości te odznaczały się bezprzykładną wprost obfitością znajdującego tu materiału; one to głównie dostarczyły wątku do wypracowanego przez Leidyego i Copea opisu form górno-oligoceńskich i mioceńskich. Jak już wzmiankowaliśmy, powierzchnia preryi ku zachodowi, w stronę gór Skalistych, zwolna się wznosi, tak, iż u podnóża tych gór step leży już na wysokości mniej więcej 1600 m. Na krawędzi tego łańcucha warstwy kredowe zaginają się nagle do góry, a wtedy z pod nich wynurzają się starsze warstwy jury, tryasu i paleozoiczne, w końcu rozmaite gatunki skał archaicznych, które tworzą szczyty najwyższe.

Budowa gór Skalistych i pasm z nimi związanych, co do składu poszczególnych łańcuchów, jest w ogólnych zarysach prosta, a ponieważ prócz tego niema tu bujnie rozwiniętej roślinności, która gdzie indziej zasłania skały, przeto łatwo tu jest wyrobić sobie w tym kierunku pogląd ogólny. Ba, ledwie że jest jeszcze druga tego rodzaju okolica na ziemi, gdzie budowa potężnych gór i natura zaburzeń, któremi one są dotknięte, z taką jak tutaj występują jasnością; najpotężniejsze linie przełamowe i uskoki już z pewnej odległości przedstawiają się tak, jak gdyby kto delikatną piłą porozcinał masy warstw na części, poprzesuwał je względem siebie a potem znów troskliwie do siebie przypasował. Samo przez się rozumie się, że taka natura kraju nie tylko sprzyjała badaniu zjawisk poszczególnych, lecz także w wysokiej mierze musiała ożywczo oddziaływać na całe pojmowanie procesu tworzenia się gór. W rzeczy samej, właśnie prace geologów amerykańskich utorały drogę wielkim w tym kierunku postępom, a wyniki przez nich osiągnięte wywarły także istotny wpływ na nowsze poglądy badaczy europejskich. W dziełach amerykańskich pewną właściwość przedstawiania rzeczy tworzą rysunki gór w postaci ich modelów, które umożliwia wspaniale prosta budowa owych gór, a które ogromnie ułatwiają zrozumienie procesów górotwórczych. Zapoznaliśmy się już wyżej (porówn. t. I, str. 294) z tego rodzaju rysunkiem, przedstawiającym model „lakkolitu“ w górach Henry (Henry Mountains). Tutaj celem bliższego wyjaśnienia rzeczy rozpatrzmy rysunek, zapomoć którego Holmes przedstawia budowę i powstanie gór Elk (Elk mountains), łańcucha odgałęzionego od systemu gór Skalistych. Lewa połowa rys. 353 wyobraża góry Elk widziane „z lotu ptaka“, wszelako w ten sposób, że narysowane zostały tylko warstwy górno-kredowe, które w okolicy, otaczającej góry, tworzą powierzchnię i zarazem są najmłodszym ogniwem skał, które uległy jeszcze fałdowaniu. Starsze masy



i skały warstwowe, które w dwóch wielkich partjach sterczą z warstw kredowych, zostały zupełnie pominięte; zamiast nich widzimy ciemno zakreskowane wgłębienia. W rzeczywistości tutaj właśnie piętrzą się najwyższe z granitu utworzone wzniesienia gór Elk, mianowicie Snow Mass i White Rock, których nazwy zostały na rysunku umieszczone. Jeżeli teraz przypatrzymy się uławiceniu warstw kredowych, to nie będziemy mieli żadnej wątpliwości co do rodzaju procesu (przynaj-



Rys. 353. Rysunek modelowy gór Elk. Z lewej strony: fałda obalona; z prawej strony: szereg przekrojów fałdy obalonej. (Według Holmesa).

mniej w głównych jego zarysach), który tu zaszedł. Widocznie od prawej strony rysunku nastąpiło tutaj poziome ciśnienie, które rozerwało warstwy kredowe, miejscami nasunęło prawe skrzydło na lewe i spowodowało obalenie tego ostatniego. Prawa połowa rysunku przedstawia warstwy kredowe w dziesięciu schematycznych przekrojach; części, jeszcze istniejące, zaznaczone są linią grubą, czarną, części zaś zdenudowane — cieką linią podwójną. Na lewej połowie rysunku odpowiednie linie wskazują bieg przekrojów.

O ile jasna jest zazwyczaj budowa poszczególnych łańcuchów w systemacie gór Skalistych, o tyle zawile jest rozmieszczenie rozmaitych łańcuchów i ich roz-

gałęziach oraz zapadlin, między nimi leżących. Łańcuch główny leży na samym wschodzie i ma przebieg północno-południowy, a naprzeciwko niego, jako najbardziej zachodnie ogniwo całego systemu, występują góry Wahsatch, leżące nad brzegami Wielkiego jeziora Słonego w stanie Utah. W samym środku głównego trzonu gór Skalistych, w północno-zachodnim rogu stanu Wyoming, mieści się słynny „park narodowy Yellowstone“, tak bogaty w godne uwagi zjawiska natury (ob. załączoną tablicę kolorową: „Tarasy nawarowe gejzeru Mamuta“). Nieco na południe od niego ów trzon główny rozgałęzia się na różne łańcuchy, zwrócone na północ-zachód i ciągnące się w stronę gór Wahsatch. Nawet góry Uinta, które przebiegają z zachodu na wschód pod kątem prostym od gór Wahsatch do gór Skalistych, zdają się być tylko takim konarem gór ostatnio wymienionych. Góry Wahsatch od Słonego jeziora Utahu ciągną się na południe, lecz niezbyt daleko. Niebawem urywają się, a miejsce ich zajmuje potężna płyta wyżynowa rzeki Colorado, przetrzynięta mnóstwem zawilich uskoków; w płycie tej pomieniona rzeka wyżłobiła sobie olbrzymi wąwóz erozyjny, t. zw. Wielki kanion, który miejscami prawie aż do 2000 m głębokości wdarł się w tę przeważnie nagą i pustynną wyżynę (p. t. I, tabl. VII, str. 530). Na zachód od gór Wahsatch ściśle się już zupełnie inny obszar; jest to t. zw. wielkie zagłębienie amerykańskie (Great Basin), rozległy kraj bez odpływu wód do morza, z mnóstwem jezior słonych, stanowiących pozostałości zbiorników wód epoki dyluwialnej, które poznaliśmy w jeziorach Bonneville, Lahontan i innych (str. 506). Cały ten obszar ma charakter stepu i pustyni. Ziemia jest tu po większej części pokryta młodymi utworami, z których sterczy znaczna liczba pojedynczych łańcuchów samoistnych, ciągnących się z północy na południe a złożonych ze skał archaicznych i paleozoicznych. Całymi masami występują tu także młode skały wybuchowe. Szczególniej wszakże godny jest zaznaczenia rejon, przypierający do tego zagłębienia od strony północy w stanach Oregon, Washington i Idaho; w rejonie tym skały wulkaniczne pokrywają zwarty obszar takich rozmiarów, że na całej ziemi co najwyżej tylko „trapy“ półwyspu Indyi bliższych zajmują przestrzeń jeszcze bardziej rozległą. Jak na wschodzie granicę wielkiego zagłębienia wewnętrznego stanowią góry Wahsatch, tak na zachodzie stanowi ją potężny łańcuch Sierra Nevada. Łańcuch ten wysokością, rozległością i doniosłością znacznie przewyższa góry Wahsatch, uwieńczony jest całym szeregiem szczytów, wznoszących się powyżej 4500 m, i przedstawia wogóle góry alpejskie. Sierra Nevada przedłuża się na północ w postaci gór Kaskadowych, których konary dochodzą, jak się zdaje, aż do najdalszej północy lądu amerykańskiego. Na zachód od Sierra Nevada leży głęboka zapadlina, wielka kalifornijska dolina podłużna, przez którą płynie rzeka Sacramento. Następnie zaś nad wybrzeżem oceanu Spokojnego ciągną się góry Nadbrzeżne (Coast Range), złożone przeważnie ze skał podobnych do fliszu i z łupków krystalicznych, w ten sposób ze sobą spojonych, że oba utwory przechodzą jeden w drugi całkowicie i granicy pomiędzy nimi przeprowadzić prawie niepodobna; przedłużeniem gór Nadbrzeżnych ku południowi jest półwysp Kalifornii dolnej.

Byłaby rzecz ważna śledzić dalej przez Meksyk łańcuchy górskie, które poznaliśmy w zachodniej części Stanów Zjednoczonych; ale na nieszczęście znajomość nasza tego kraju pod względem geologicznym nie pozwala jeszcze na wy-



prowadzanie wniosków ogólniejszych. Bliższe wiadomości posiadamy o niezwykle tu rozwiniętych wulkanach: z jednej strony są one uszykowane w szereg podłużny towarzyszący brzegom pacyficznym, a do szeregu tego, jako drugie ogniwo, przyłącza się szereg poprzeczny, biegnący od Atlantyku do oceanu Spokojnego. Zaczyna się on na wschodzie wulkanem Tuxtla i ogromnym szczytem Orizaby, biegnie stąd do miasta Meksyku, gdzie piętrzą się Popocatepetl (por. t. I, tabl. III, str. 267), Iztaccihuatl oraz inne potężne góry ogniowe, i w szczycie Tanzitaro dociera do oceanu Spokojnego. Pewnem jest dalej, że łańcuchy górskie przeryniają ten kraj w całej jego długości i na południu wkraczają do rejonu środkowo-amerykańskiego. Tutaj jednak w Hondurasie i Nikaragui przybierają one kierunek wschodni i wschodnio-południowo-wschodni i ciągną się w stronę morza Karaibskiego, nad którym się urywają. W bardziej południowych częściach Ameryki środkowej, w Kostaryce i na przesmyku Panamskim spotykamy tylko wulkany i ich tufy, jako też młode osady trzeciorzędowe; łącznik ten pomiędzy Ameryką Północną a Południową, co do swego wieku, jest zupełnie młody.

Dalszy ciąg gór, urywających się w Hondurasie i Nikaragui, odnajdujemy w postaci ulamków z tamtej strony morza w Antyllach, które stanowią pogrążone w wodzie prawdziwe góry łańcuchowe dokoła zalama kotlinowego morza Karaibskiego. Bieg warstw na Antyllach tworzy zupełny zakręt. Na wyspie Trynidad, która z pośród nich najdalej jest na południe wysunięta, kierunek pokładów jest wschodnio-zachodni, a bezpośredni ciąg dalszy gór tej wyspy znajdujemy z tamtej strony wąskiego kanału morskiego w Kordylierach Wenezueli. Te ostatecznie zrazu ciągną się również na zachód, ale, przecinając Kolumbię, skręcają coraz to bardziej na południe i w ten sposób przechodzą stopniowo w olbrzymi trzon główny Andów południowo-amerykańskich, który, według utartego określenia, zaczyna się w Ekwadorze i ciągnie się stamtąd wzdłuż brzegów pacyficznym aż do Ziemi Ognistej i przylądka Hoorn (porówn. t. I, str. 272—276). Oprócz młodych wulkanów w budowie tych gór bierą udział stare lupki krystaliczne. Z kilku punktów posiadamy wiadomości o występowaniu osadów paleozoicznych ze skamielinami kambru, syluru, dewonu i wapienia węglowego; w pojedynczych miejscach wykazano także tryas. Większe rozprzestrzenienie posiadają wszakże utwory jurajskie i kredowe. Jura z mnogich punktów dostarczyła skamielin, mianowicie amonitów, które są uderzająco zgodne z amonitami Europy. Kreda także w godny uwagi sposób przypomina stosunki nasze; zdaje się, że do niej należą też potężne warstwy podobne do fliszu, które w wielu częściach Andów grają niejaką rolę. Interesujące jest wreszcie występowanie olbrzymich mas skał ogniowych, których czas wybuchu przypada na jurę i kredę. Skały masowe tego wieku są, jak wiadomo, szczególnie w Europie, nader mało reprezentowane, stąd też rozpowszechniało się pospolite mniemanie, że podczas osadzania się tych formacji na całej ziemi panował wogóle zastój w działalności wulkanicznej. Wobec stosunków, odkrytych w Andach południowo-amerykańskich, cały ten pogląd, jak zauważył Steinmann, zgoła nie może się ostać. Podczas gdy północne i zachodnie wybrzeża Ameryki Południowej w całej swej długości zajęte są przez olbrzymie góry łańcuchowe, to pozostała część tego lądu wykazuje budowę całkiem odrębną. Naj-

większą część powierzchni jego tworzy prastara masa brazylijska, potężny teren gnejsowy, na którym tylko tu i owdzie leżą młodsze osady śródlądowe i górna kreda morska i w który olbrzymie napływy Amazonki wdzierają się w postaci zatoki. Na południu, w rzeczypospolitej Argentyńskiej oraz w Patagonii, występują owe potężne trzeciorzędowe i dyluwialne osady (porówn. str. 512), które przedewszystkiem wyróżniają się swoją odrębną fauną olbrzymich ssaków, złożoną ze szczerbaczy, toksodontów, makrauchenii i gryzoniów.



## DOPEŁNIENIA.<sup>1)</sup>

Rozwój nauk geologicznych, jaki się dokonał w ostatnim dziesięcioleciu przez lepsze poznanie wielu okolic globu ziemskiego, zmienił niektóre dawniejsze zapatrywania, dotyczące kwestyi ogólnych, nie mówiąc już o wielu szczegółach podrzędniejszych, rozszerzających poznanie wszystkich prawie systemów.

Te same względy, które nie dozwoliły wydawcy drugiej edycji niemieckiej<sup>2)</sup> wprowadzać daleko idących zmian w tekście oryginalnym, kierowały i polskim wydawcą. Dlatego na tem miejscu przynajmniej krótkimi słowy pragnęlibyśmy zaznaczyć te choćby ostatnie zdobycze wiedzy, które wyszły już ze stanu hipotez, a które znajomość naszą dziejów ziemi posunęły naprzód w istotnych punktach.

\* \* \*

(Do str. 33).

### Grupa algonkiańska.

Wyraźna, nawet kilkakrotnie się powtarzająca niezgodność ułożenia pomiędzy najgłębszemi dostępnymi dla badań częściami skorupy ziemskiej, złożonej ze skał granitowych i gnejsowych, a nadległymi utworami, w których późniejsza metamorfizacja nie zdołała zupełnie zatrzeć śladów charakteru osadowego, zniewoliła geologów do wyodrębnienia w utworach przedkambryjskich grupy, łączonej dotąd z archaicum, która obejmuje bardzo mięszszą seryę skał, leżących między utworami niewątpliwie archaicznymi, a najstarszymi utworami z fauną prymordyalną. Utwory odnośne objęto nazwą „grupy algonkiańskiej“, a w przeciwstawieniu do grupy systemów późniejszych, paleozoicznych, zaproponowano dla nich również nazwę grupy proterozoicznej.

Już od dawna dawała się czuć potrzeba tego wyodrębnienia. Nazwa utworów prekambryjskich, jaką w części odpowiednio poziomy określano, wiąże je niejako z kambrem, a zatem i z paleozoicum, z którymi łącznie je traktowano. Pochodziło to stąd, że studyowano je zrazu przeważnie w obszarach silnie i wielokrotnie sfałdowanych, w których niezgodności ułożenia, zachodzące pomiędzy należącymi tu poziomami, zostały zamaskowane przez ruchy późniejsze.

Rozległa tarcza kanadyjska, z archaicum, tworzącem niejako pępek, w około którego wieńcem układają się względnie mało zdeformowane późniejsze systemy, przedstawia lepsze pole do studyowania tych utworów, i stamtąd też wyszła podstawowa ich znajomość i definitywne wyodrębnienie, jako samodzielnej grupy o olbrzymiej mięszności składających je skał; reprezentują one długą erę, w czasie której niejednokrotnie zachodziły zmiany w rozkładzie mórz i lądów.

<sup>1)</sup> Autorem tych uzupełnień jest p. Dr. J. Grzybowski. Nie mogliśmy ich umieścić z rozmaitych powodów w samym tekście i dlatego podajemy je tu osobno, poza tekstem właściwym.

<sup>2)</sup> Porównaj uwagę na str. 227 w odsyłaczu.

W spągu na skałach archaicznych spoczywa tu niezgodnie serya skał, objętych nazwą systemu hurońskiego, mająca średnią miąższość 2000 *m*, która wszakże lokalnie wzrasta do 6000 *m*. Składają się nań skały przeważnie osadowe, okruczowe i ich metamorficzne pochodne—wielkie masy żelaziaków; wapienie (dolomity) mają podrzędne tylko znaczenie, tworząc tu i owdzie cienkie wkładki. Wielkie masy utworów wybuchowych: dyorytów, dyabazów, tworzą rozległe pokrywy i intruzye. W okolicach, leżących po północnej stronie jeziora Hurońskiego, spotykamy najgrubszą seryę pokładów tego systemu. Niezgodnie na archaicum leżą tu: 1) szare kwarcyty do 160 *m* grube; 2) łupki chlorytowe, będące zmetamorfizowanymi utworami wulkanicznymi do 700 *m* grube; 3) białe kwarcyty (300 *m*); 4) dolne szarogłazy zlepieńcowe (450 *m*); 5) wapienie dolomitowe (100 *m*); 6) górne szarogłazy i zlepieńce (1000 *m*); 7) czerwony kwarcyt (800 *m*); 8) czerwony zlepieńiec jaspisowy (700 *m*); 9) biały kwarcyt (100 *m*); 10) żółty krzemionkowy wapień (70 *m*); 11) biały kwarcyt (150 *m*). Przytaczamy tu tę do 6000 *m* grubą seryę, ilustrującą najlepiej mnogość i różnorodność osadów, która jest wynikiem zmian w warunkach sedymentacji w ciągu trwania tego jednego systemu. Pod koniec okresu, odpowiadającego systemowi hurońskiemu, nastąpiło podniesienie się lądowego cokółu i równoczesne pofałdowanie się osadów hurońskich—co odpowiada okresowi lądowemu. Niezgodnie bowiem na pofałdowanych utworach hurońskich leżą osady następnego systemu, zwanego „animikean“, zaznaczające się zlepieńcami, w których skład wchodzi, obok otoczków skał archaicznych, także głazy, pochodzące z warstw systemu hurońskiego. Najlepszy to dowód, że w międzyczasie istniała faza lądowa z silnie działającą erozyą.

Utwory systemu animikeńskiego okazują, prócz osadów mechanicznych, wielką ilość osadów chemicznych, przeważnie żelazistych; miąższość ich wynosi 2—5 tysięcy metrów. Charakter utworów wogóle podobny do utworów systemu hurońskiego, wszakże zmienność lokalna osadów wskazuje na zmieniające się fizyczne warunki mórz. Na uwagę zasługują czarne osady ilaste, zmetamorfizowane na łupkę grafitowy. Obecność węgla w osadach mechanicznych wskazuje na mocno rozwinięte w tej epoce życie roślinne. Gospodarczo ważne są nadzwyczaj bogate złoża rud żelaznych, hematytów, syderytów, występujących w tym systemie, które są przedmiotem bardzo rozległej eksploatacji.

I znów niezgodnie na częściowo wydzwignionych utworach systemu animikeńskiego spoczywa najgrubsza serya grupy algonkiankiej: system Keweenawian. Maksymalną miąższość odnośnych utworów szacują na 15 000 *m*. W znacznej części tego systemu przeważają skały wybuchowe: gabbro, dyabazy, porfiry, obok lakkolitów granitowych. W górnej części przeważają osady mechaniczne: szarogłazy, zlepieńce, piaskowce, które w małej tylko mierze zostały zmetamorfizowane. Gospodarczo ważne jest występowanie w tym systemie kruszców miedzi, pozostających w związku genetycznym z wybuchami wulkanicznymi. Sole miedziowe dostały się jednak w roztworach przeważnie do górnych pięter osadowych tego systemu i tu zostały skoncentrowane w bogate i ciekawe złoża, będące zespołem miedzi metalicznej i krzemianów wodnych, osadzonych w melafirze. Złoża te są eksploatawalne na wielką skalę (półwysp Keweenaw nad jez. Wyższem).

Poza okolicą wielkich jezior i Kanadą, gdzie utwory algonkiankie największe mają rozprzestrzenienie, spotykamy je jeszcze i na zachodzie Ameryki Półn., w okolicy Wielkiego Kanionu, w Meksyku, tudzież na wschód od Apalachów, na przestrzeni między Pensylanią a Alabamą.

Podaliśmy nieco obszerniej rozwój algonkianu w Ameryce Półn., bo tutaj właściwie zostało ostatecznie sformułowane pojmowanie go jako samodzielnej ery, i tu też w dotyczących utworach znaleziono pierwsze skamieniałości. Są one wogóle nadzwyczaj rzadkie, występują w odosobnieniu, a stan zachowania ich nie zawsze pozwala na dokładne określenie. Są jednak reprezentowane robaki (*Arenicolites*), skorupiaki z grupy merostomatów (*Beltina*); znaleziono fragmenty trylobitów; zagadkowemi są ślady zwierząt morskich, opisane jako *Taonichnites* i *Ctenichnites*. Z pewnością oznaczony jest *Hyolithes*—skorupa mięczaka z grupy pokrewnej pteropodom.



Ślady to nadzwyczaj nikle zwłaszcza wobec potężnej miąższości osadów. W każdym razie dowodzą one, że zróżnicowanie form zwierząt bezkręgowych postąpiło w czasie algonkianu znacznie naprzód, wobec czego początków życia organicznego szukać należy w okresach daleko wcześniejszych.

Na obszarze Europy do algonkiańskiej ery odnieść się da wiele utworów w masywie bretońskim i wyżynie centralnej Francji. W Bretanii wyróżniają się wśród nich trzy systemy osadów o łącznej miąższości do 5000 m. Przeważna ilość utworów, tak tu, jak w Se-wennach i Pirenejach, jest zmetamorfizowaną. Algonkian północno-angielski i szkocki reprezentowany jest głównie przez szarogłazy i piaskowce czerwono zabarwione, tudzież przez silnie rozwinięte, do 3000 m grube arkozowe piaskowce i zlepieńce (system torridon). Olbrzymie głazy pochodzenia archaicznego, jakie znajdują się w tych zlepieńcach, wskazują na bliskość ładu arktycznego.

Utworom tym odpowiada w Skandynawii formacja sparagmitowa złożona z osadów piaskowcowych i zlepieńcowych. W południowej Szwecji można w algonkianie wydzielić system Dala (2000 m), złożony z piaskowców i kwarcytów, i górną część, system Almisakra i Visingsö (1000 m), złożoną z łupków i szarogłazów.

Północny pas algonkiański Europy zamykają wreszcie utwory finlandzkie. Tu zaznacza się wyraźna dyskordancja między częścią dolną, t. zw. systemem Jatulijskim, złożonym z kwarcytów i fillitów, leżącym bezpośrednio na archaicum i silnie sfałdowanym, a nadległym systemem Jotnijskim, który rozpoczyna się zlepieńcami, uławiconymi niezgodnie na osadach poprzednich. Niezgodność ta jest wyrazem fazy lądowej, dzielącej oba systemy. Spotykamy tu wiele skał wybuchowych, porfiryków, dyabazów. Analogię do łupków grafitowych północno-amerykańskich stanowią tu łupki, zawierające szungit, minerał o własnościach pośrednich, między grafitem a antracytem.

W Europie środkowej algonkiańskie utwory znalazły się na Harcu, w górach Smreczyńskich, w Czechach, gdzie je reprezentują szarogłazy przybramskie. W Alpach trudno je wyosobnić ze względu, że i nadległe paleozoiczne utwory zostały tu silnie zmetamorfizowane pod wpływem procesów górotwórczych. Z Europy południowej znamy algonkian w Portugalii, Hiszpanii i południowej Rosji. W tej ostatniej wśród kwarcytów, łupków fillitowych i arkoz występują bogate złoża rud żelaznych w okolicach Krzywego Rogu.

Poza Europą utwory algonkiańskie znane są z Chin, Japonii, Indyi, Afryki południowej i Brazylii.

Brak skamielin — bo kilka form dotąd znalezionych rozwiązuje wprawdzie kwestję obecności rozwiniętego życia zasadniczo, ale nie daje wcale, nawet w przybliżeniu jego obrazu ni stopnia rozwoju w poszczególnych piętrach — nie dozwala na dokładniejsze sparalelizowanie utworów algonkiańskich na znaczniejszych obszarach. Mają one jednak wiele zasadniczych cech wspólnych: od utworów kambryjskich oddziela je wyraźna wielokrotnie obserwowana niezgodność uławicenia, tudzież przeważnie metamorficzny charakter utworów; od archaicum zaś — obok stale występującej dyskordancji, wyraźnie osadowe pochodzenie przeważnej części skał.

Miąższość olbrzymia, a z drugiej strony wyraźna niezgodność ułożenia między poszczególnymi systemami, składającymi algonkian, świadczy o długotrwałości tej ery. Widzimy podczas niej niewątpliwie już daleko rozwinięte życie tak roślinne jak zwierzęce, zarysowały się wyraźnie łądy, o czym świadczy lądowe pochodzenie przeważnej części utworów algonkiańskich, zaznaczyła się wyraźnie działalność opadów atmosferycznych. Te wszystkie momenty zadecydowały o wyodrębnieniu algonkianu, jako samodzielnej ery.

---

(Do str. 170 i 176). **Epoka lodowa permska. Flora glossopterysowa.**

Postęp badań na południowej półkuli rozszerzył znacznie naszą znajomość młodopaleozoicznych utworów lodowcowych. Odkrycie w połud. Afryce, w okolicy Prieska, skał wypolerowanych w podłożu osadów morenowych rozstrzygnęło niezbitnie kwestię istnienia epoki lodowej przy końcu paleozoicum na półkuli południowej, jakkolwiek zagadnienie, do-

tyczące przyczyn ówczesnego zlodowacenia odnośnych części skorupy ziemskiej, pozostaje jeszcze otwarte. Równocześnie jednak bliższe studia porównawcze analogicznych utworów na różnych kontynentach południowych wykazały, że czas głównego zlodowacenia przypada na początek epoki permskiej, odpowiadający piętru artyńskiemu.

W Australii odnośne utwory, pełne bloków porysowanych, dochodzą 1500 m miąższości, tworząc potężny system osadów (Bachus Mars), spoczywający niezgodnie na dolnym karbonie, na nich zaś leżą osady węglonośne ze szczątkami flory glossopterysowej (system Newcastle), a zawarte w nich skamieliny (ryby) wskazują na górno-permski wiek osadu. W Hindostanie utwór morenowy nosi nazwę systemu „Talchir“ i stanowi spąg bardzo grubych osadów przeważnie śródlądowego pochodzenia, wyróżnionych pod nazwą systemu „Gondwany“. Najwyższe warstwy tego systemu odpowiadają górnemu tryasowi.

Podobnie ma się rzecz i w Afryce południowej. Jednolity, przeważnie z śródlądowych osadów utworzony system „Karoo“, równoważnik permu i tryasu, posiada w spągu utwory morenowe, t. zw. zlepieniec „Dwyka“. W Ameryce Południowej, nad rzeką Rio Grande do Sul, obserwowano również zlepieniec z porysowanych głazów, mające charakter utworu morenowego.

Tym śródlądowym utworom towarzyszy wszędzie flora glossopterysowa o swoistych rodzajach paproci, sagowców i drzew szpilkowych, podczas gdy w rówieśnych osadach półkuli północnej spotykamy jeszcze dalszy ciąg flory karbońskiej, a rodzaje, znamionujące perm półkuli południowej, zjawiają się w Europie dopiero w ciągu epoki tryasowej i jurajskiej.

Drogę, którą flora glossopterysowa dostała się do Europy, można już dziś odtworzyć w zarysie. Wielki południowy kontynent afrykańsko-australijski, z którego alpejskich łańcuchów spływały w niziny potężne lodowce, wysyłał ku północy półwysep, ciągnący się aż do Hindostanu—t. zw. łąd Gondwany. Na północnej półkuli rozpościerał się aż po południową część środkowej Syberii wielki kontynent Angary, sięgający początkiem swym starszych epok paleozoicznych. Pomiędzy obu łądami, na miejscu dzisiejszych Himalajów i Altaju, szumiały fale karbońskiej „Tetydy“, zacieśnionej tu nieco tymiż łądami i tworzącej niejako kanał mniej lub więcej szeroki, łączący część atlantycką Tetydy, rozszerzającą się wzdłuż Uralu, z częścią pacyficzną, pokrywającą obszary Chin. Zarysy poziome tego kanału musiały być chwiejne, oscylacje pionowe musiały w ciągu epoki permskiej zmieniać chwilowo zasięg łądowy na korzyść raz tego, drugi raz tamtego łądu, mogły pomiędzy oboma powstawać szeregi wysp, łączące się to z jednym, to z drugim łądem.

W Kaszmirze np. występują utwory morskie, odpowiadające dolnemu permowi (piętru artyńskiemu), zawierające ramienionoga *Productus indicus*. Bezpośrednio pod tymi pokładami znaleziono tufy dyabazowe i piaskowce, przechowujące szczątki roślin *Glossopteris* i *Gangamopteris*, oraz szczątki płaza *Archegosaurus*. Mamy tu niewątpliwy dowód, że łąd Gondwany w owym czasie sięgał daleko ku północy.

W permie środkowym, piętrze pandzabskim, znajdujemy ślady flory glossopterysowej dalej na północy, w Altaju, w okolicy Kuźniecka, gdzie w pokładach, zawierających węgiel, stwierdzono obecność *Salisburyi* i rodzaju *Phyllothea*, znanego z permu hindostańskiego. Okolice te leżą już jednak w obrębie łądowego cokołu angarskiego.

Dalszym etapem w tym pochodzie flory glossopterysowej ku północy są źródłiska Dzwiny północnej. Doniosłych odkryć dokonał tu Amalickij, odnajdując florę glossopterysową w pokładach górnego permu. W tychże samych pokładach odkrył on znaczną liczbę kości gadów z rodzajów *Gordonia*, *Elginia*, a między nimi także i *Pareiosaura*. Ten ostatni znany był dotychczas wyłącznie ze wspomnianej powyżej formacji Karroo w połud. Afryce. To odnalezienie szczątków zwierzęcia łądowego, należącego do fauny permu połud.-afrykańskiego, w faunie północnej Europy dowodzi niezbicie, że w ciągu formacji permskiej musiało istnieć choćby czasowe tylko połączenie południowego łądu afrykańsko-gondwańskiego z łądem arktycznym. Z połączenia tego skorzystała flora i fauna południowa i przeniosła się na półkulę północną, rozszerzając się wzdłuż brzegów permsko-uralskiego morza ku północy, gdzie dosięgła krańców Europy nad Dzwina. Wędrówka ta odbyła się w ciągu formacji permskiej. W na-



stępnym okresie flora glossopterysowa rozszerzyła się na lądzie europejskim dalej ku południowi, zajmując placówki, opuszczone tu przez wygasającą florę karbońską.

(Do str. 189).

### Pustynia permsko-tryasowa w Europie.

Cofanie się i zanikanie roślin typu północnolądowego, który wyłącznie panował na obszarze północnego lądu za czasów karbonu, szło, jak się zdaje, w parze ze zmianami fizycznymi i klimatycznymi, jakie pod koniec ery paleozoicznej na obszarach tych zachodziły. Morze otwarte, które istniało jeszcze w dolnym karbonie w Europie środkowej i Anglii, a w karbonie górnym ograniczało się do Europy wschodniej, cofało się dalej ku południowi i wschodowi. Ten regres morza musiał wpłynąć na stosunki klimatyczne północnego lądu, na którym w czasie permu widzimy wyłącznie osady lagunowe, a obok nich utwory, które dadzą się porównać tylko z eolskimi osadami pustyniowymi. Studya J. Walthera na obszarach pustynnych Afryki północnej i Azji, ujęte treściwie w dziele jego o „prawach tworzenia się pustyni“, wyjaśniają mechanizm tworzenia się osadów pustyniowych i wyznaczają przewodnie niejako formy morfologiczne obszarów pustynnych.

Przekątne, często krzyżujące się uwarstwienie piaskowców osadzonych na drodze eolskiej pod wpływem zmiennych kierunków wiatru, obecność w piaskowcach gałek ilowych, czerwona przeważnie barwa osadów, będąca skutkiem braku materii humusowych, działających redukująco na sole żelazowe, tudzież gorącego a suchego klimatu, dzięki któremu roztwory soli żelazowych wytwarzają naokoło każdego prawie ziarnka piasku cienką powłoczkę tlenku żelazowego — oto najbardziej typowe cechy utworów pustyniowych. Warstwy ilaste wśród piaskowców powstają na obszarach pustynnych z reguły po każdym gwałtowniejszym opadzie atmosferycznym, tworzącym w nieckowatych zagłębieniach płytkie jeziora. Trwanie tych jezior jest krótsze lub dłuższe, zależnie od obfitości opadu, większej lub mniejszej głębokości zbiornika. Rozwija się w nich zazwyczaj fauna drobnych skorupiaków, a ponieważ normalnie bywają one mniej lub więcej słone, przeto i przewleczone formy zwierząt morskich znajdują w nich odpowiednie warunki życiowe. Zazwyczaj jednak jeziora te wysychają, mniejsze całkowicie, większe częściowo, redukując znacznie swój obszar; zwierzęta czworonożne i ptaki, żyjące nad ich brzegami, brodząc po miękkim zrazu namule, zostawiają na nim odciski swych stóp; w miarę dalszego wysychania tworzą się spekania, które w końcu pokrywają namul siecią krzyżujących się szczelin. Wiatr z kolei zasypuje piaskiem zarówno tropy zwierząt jak te szczeliny. O ile teren jest nierówny, pagórkowaty, a pagórki złożone z utworów starszych, tworzą się specjalne formy wietrzenia pod wpływem insolacji i wiatru, powodujących rozkruszanie się skał i nagromadzanie gruzu w znacznych ilościach na stokach wzgórz. Gwałtowne ulewy, jakie rzadko, co prawda, nawiedzają okolice pustynne, splukują gruz ten i rwącymi potokami roznoszą go i rozpraszają na niższych, płaskich obszarach. Wiatr unoszonym przez się piaskiem poleruje kamienie, leżące na powierzchni, wytwarzając głązy krawędziowe (pierres facetées, Dreikanter).

Tego rodzaju właśnie osady spotykamy na znacznych obszarach Europy środkowej w dolnym tryasie, t. zw. piaskowcu pstrym, a że w niektórych okolicach pstręgo piaskowca niepodobna ściśle odzielić od bezpośrednio pod nim leżących osadów permskich, wnosić należy, że ten pustyniowy charakter północnego lądu zaczął się wytwarzać już z początkiem permu.

I tak, w czerwonym spągowcu mamy już osady śródlądowe, w których brak śladów zwierząt morskich. Tylko ryby, płazy, uboga fauna małży mogła się rozwijać w wodach śródlądowych. Cechsztyn posiada wprawdzie niewątpliwą faunę morską ramienionogów, mszywiolów, brak mu wszakże głowonogów, koralu, cechujących ocean otwarty, co wskazuje, że morze cechsztynu miało tylko ograniczone połączenie z wodami oceanu. Znamionuje je ubóstwo i jednorodność fauny, w której w niezliczonej niekiedy liczbie egzemplarzy wyróżnić można zaledwie kilka lub kilkanaście gatunków, jak to ma miejsce np. w dzisiejszym morzu Kaspijskim.

Ale i to morze cechsztynowe znikło z końcem permu, a w pozostałych wystadzających się coraz bardziej lagunach i jeziorach osadza się ta olbrzymia masa soli kamiennej, jaka znamionuje cechsztyń środkowo-europejski. Wyparowanie tych zbiorników wodnych staje się możliwe tylko dzięki rzadkości opadów, suchości klimatu, która już wyraźnie zaznaczyć się musiała z końcem permu, w dolnym tryasie doprowadziła do wytworzenia się ze środkowej Europy obszaru pustynnego z eolskimi osadami czerwonych piaskowców, brakiem prawie zupełnym zwierząt wodnych, nadzwyczaj szczupłymi śladami flory i z tą mnogością odcisków stóp zwierzęcych obok szczelin i spękań, która wyróżnia niektóre warstwy tego poziomu (piaskowce chiroteryowe, por. rys. 142, str. 192). Pod wpływem tych zmian klimatycznych, dawna flora karbońska Europy północnej marniała, cofała się, zanikała, a kiedy z środkowym tryasem morze znów wtargnęło na te obszary i klimat stał się wilgotniejszym, wstąpiły na nie nowe, daleką drogą przez Syberję i Europę półn. przybyłe zespoły roślinne.

(Do str. 484).

### Historja Bałtyku.

Od chwili, kiedy morze oligoceńskie, zostawiwszy na wybrzeżach Bałtyku swe burztynodajne osady, cofnęło się ku zachodowi, obszar ten pozostawał przez długie epoki łądem stałym. W czasie miocenu zatoka morska, od Atlantyku odbiegająca, sięgała zaledwie po Meklemburg. Potem i ona się cofa, a z pliocenu nie znamy śladów morza na obszarach, okalających Bałtyk; wreszcie powłoka lodowa przykrywa olbrzymim płaszczem cały ten obszar łądowy.

W tym samym prawie czasie na południu Europy powstają wielkie zapadliny Egejska i Tyrreńska. Przy odbłasku wybuchów wulkanicznych, wśród konwulsyjnych wstrząśnień, pochłonęło tu morze znaczne obszary łądowe. Na północy Europy, wśród martwej cisy, w tajemnicy, osłoniętej zimnym całunem lodu, odzyskało morze utraconą przed wiekami dziedzinę.

Co działo się pod pokrywą lodową? Czy zsuwający się z gór Skandynawii lodowiec wyźłobił wannę Bałtyku? Czy pod olbrzymim jego ciężarem powstała depresja bałtycka w cokóle łądowym? Nie można dziś odpowiedzieć na te pytania, choć interesują one nas bardzo, bo dotyczą najbliższych nas zmian, jakie zaszły w układzie poziomym.

A zmiany te były wielkie. Wśród licznych tarasów Skandynawii, których większa część, w różnych i znacznych wysokościach leżąca, zawdzięcza swe pochodzenie ruchom wód lodowcowych, zmieniających się zależnie od postępowego lub wstecznego ruchu lodowców, wyróżniają się na zboczach dolin norweskich tarasy utworzone ze źwirowisk, zawierających faunę małży morskich, a więc tarasy nadbrzeżne, znaczące nam położenie dawniejszych wybrzeży morskich. Jedne z tych tarasów dosięgają, na północy zwłaszcza, znacznej wysokości 168 m nad obecnym poziomem morza i te zawierają faunę mięczaków arktyczną (*Yoldia arctica*, *Pecten islandicus*, *Astarte borealis*); inne, z reguły niżej leżące, zawierają również faunę morską mięczaków, lecz brak w niej typów północnych, natomiast zjawiają się typy mórz umiarkowanych: *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, a nawet śródziemnomorskie (*Tapes decussata*).

Taraszy te pochodzą z epoki, która nastąpiła bezpośrednio po ustąpieniu wielkiego lodowca, są wyrazem dwóch różnych stacyonarnych okresów, w czasie których morze miało czas je wyźłobić. Kwestya, czy obecne ich położenie przypisać należy obniżeniu się poziomu mórz, czy podniesieniu się łądów, została rozstrzygnięta w myśl ostatniej hipotezy. T. Geer, porównując wysokości, w jakich występują tarasy z fauną arktyczną, dochodzi do wniosku, że podniesienie ich było skutkiem wyźwignięcia się łądu, intensywniejszego we wschodniej części półwyspu Skandynawskiego, niż w zachodniej. W bezpośrednio więc poprzedzającym okresie dotycząca część łądu miała położenie znacznie niższe, prawdopodobnie niższe od poziomu oceanicznego, tak iż z chwilą ustąpienia lodowca, przelały się ponad nią wody arktyczne, od strony morza Białego, przez Finlandję, przynosząc z sobą arktyczną





66108

100.00

BG Politechniki Śląskiej

nr inw.: 102 - 140593



**Dyr.1 140593**