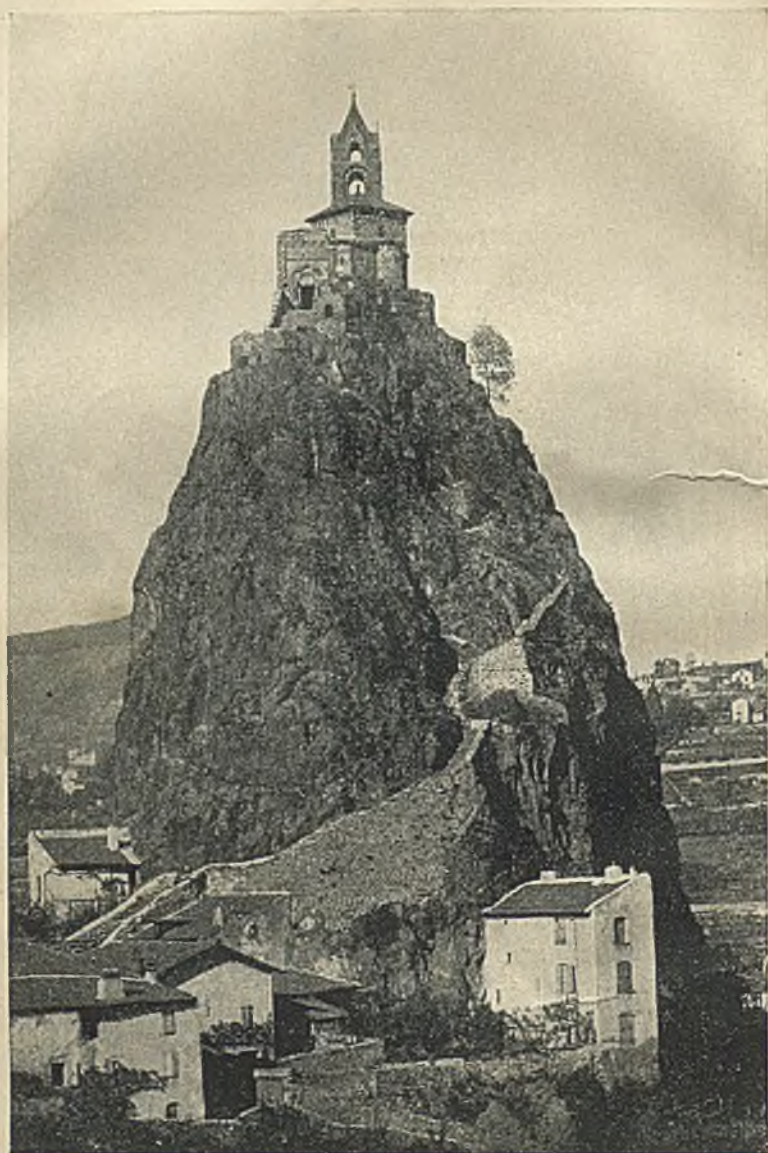


DZIWIY PRZYRODY

*Dar**Włodzimierza Olszewskiego**uwonia III klasy.*



Kaplica Św. Michała w Le Puy, Haute Loire, we Francji.
Kaplica stoi na słupie zastygłej lawy, która wypełniała niegdyś „komin” wulkanu.

11.5
BIBLIOTEKA WIEDZY TOM 15

ELLISON HAWKS

DZIWIY PRZYRODY

Z 38 RYS. ORAZ Z 109 ILUSTRACJAMI NA 48 TABLICACH

PRZEŁOŻYŁ
DR. FELIKS RUTKOWSKI

WYDANIE DRUGIE



BIBLIOTEKA
Państwowego Liceum Pedagogicznego
w GLIWICACH
Nr. 515



TRZASKA, EVERT i MICHAŁSKI S. A.
WARSZAWA, KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 13
GMACH HOTELU EUROPEJSKIEGO

TYTUŁ ORYGINAŁU:
THE BOOK OF NATURAL
WONDERS.



*Flaw
Dziwy
515*

55

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE



SN 18269



502/504

DRUKARNIA NARODOWA W KRAKOWIE

SPIS RZECZY

Rozdział	Str.
I. ZIEMIA JAKO PLANETA	1
1. Gwiazdy	1
2. Orbita ziemi	6
3. Glob ziemski	13
4. Pomiarzy ziemi	18
5. Szerokość i długość	21
6. Masa i gęstość ziemi	26
II. DZIWIY SKAŁ	30
1. Ciepłota ziemi	30
2. Wiek ziemi	35
3. Czego uczą nas skały	38
4. Pierwsze istoty żyjące	46
5. Zjawienie się człowieka	53
III. NATURA W ROLI NISZCZYCIELA	59
1. Denudacja atmosferyczna	59
2. Denudacja rzeczna	64
3. Denudacja lodowcowa, osuwiskowa i morska	70
IV. NAJWYŻSZE GÓRY	80
1. Wnętrze ziemi	80
2. Zdobywanie szczytów alpejskich	86
3. Himalaje i Mount Everest	96
4. Kilimandżaro	103
V. TRZESIENIA ZIEMI	107
1. Przyczyny trzęsień ziemi	107
2. Skutki trzęsień ziemi	110
3. Jak się notuje trzęsienia ziemi	113
4. Słynne trzęsienia ziemi	119

VI

Rozdział	Str.
VI. WULKANY CZYNNE I WYGASŁE	129
1. Słynne wulkany	129
2. Wezuwusz	139
3. Etna	147
4. Odkopywanie zasypanych miast	149
5. Wulkany Hawai	153
6. Krakatoa	159
7. Wybuch na Martynice	166
 VII. GORAŻE ŹRÓDŁA, GEJZERY I ZNIKAJĄCE WYSPY	 168
1. Gorące źródła	168
2. Gejzery	171
3. Jezioro Asfaltowe na Trinidadzie	176
4. Znikające wyspy	180
 VIII. PŁASKOWYZE, RÓWNINY I PRERJE	 187
1. Płaskowyże i równiny	187
2. Tundry i stepy	190
3. Czerwonoskórzy i bawoły	196
4. Osadnictwo na prerjach kanadyjskich	204
 IX. WIELKIE PUSTYNIE ŚWIATA	 207
1. Sahara	207
2. Pustynie arabskie	211
3. Dźwięczące piaski	218
4. Pustynia Gobi	224
5. Podbój Doliny Śmierci.	226
 X. KRATER METEORYCZNY W ARIZONIE	 231

PRZEDMOWA

W baśniach starożytności mówi się o ziemi jako o żywej, obdarzonej czuciem istotie. I chociaż w wiekach późniejszych poczęto uważać ją za „martwą“ i niepodlegającą zmianom, przyrodnik dzisiejszy wie doskonale, że starożytni byli bliżsi prawdy, i że ziemia jest niemal równie „ożywiona“, jak jakakolwiek roślina lub zwierzę.

Ziemia nigdy nie pozostaje w spokoju, lecz podlega zmianom ciągłym, tak jednak powolnym, że niemal niedostrzegalnym dla mieszkańca jej powierzchni. Każda okruszyna materji, z której składa się ziemia, istniała pierwotnie w innym stanie, niż ten, w którym znajduje się obecnie. To, co jest dzisiaj ciałem stałym, było niegdyś płynne. Gdzie dzisiaj znajduje się ląd, tam niegdyś było dno oceanu. Dawniejsze bujne lasy są dzisiaj pokładami węgla, zagrzebanemi niejednokrotnie na setki metrów pod powierzchnią ziemi. Łańcuchy górskie, wyższe od Alp dzisiejszych, zostały starte z powierzchni ziemi, a szczątki ich, zniesione do dalekich mórz, staną się jądrem gór przyszłości.

Nieustanna działalność natury ciągnie się poprzez wieki, i żaden wysiłek ludzi wstrzymać jej nie może. Ziemia, podobnie jak inne ciała niebieskie, a może nawet cały wszechświat, podlega procesom ewolucji. Badanie tych zmian i procesów stanowi przedmiot jednej z najpoważniejszych gałęzi wiedzy, której najogólniejsze wyniki starałem się przedstawić w niniejszej książce, opisując niektóre dziwy natury, dające się obserwować niemal wszędzie na powierzchni ziemi. W książce takich rozmia-

VIII

rów jak niniejsza można tylko pobieżnie dotknąć najbardziej rzucających się w oczy dziwów natury. Czynię to jednak w nadziei, że obudzę w ten sposób zainteresowanie czytelnika. Jeżeli mi się to uda, i zachęcę Go do dalszych studjów nad tym zajmującym przedmiotem, książka moja osiągnie cel, do którego dążyła.

Ellison Hawks

TABLICA I



A. Część Drogi Mlecznej w pobliżu gwiazdy Theta Ophiuchi.

Tu gwiazdy są tak gęsto skupione, że nie sposób odróżnić poszczególnych gwiazd.



B. Skupienie gwiazd w gwiazdozbiorze Herkulesa.

Ponieważ każda gwiazda jest słońcem, podobne skupienia stanowią inne wszechświaty.

TABLICA II



A. Brzeg cienia ziemi na księżycu w czasie jego zaćmienia.



B. Mgławica spiralna w Wielkiej Niedźwiedzicy (Ursa Major).

Na fotografii widać środkową owalną masę oraz długie odgałężenia materji mgławicowej. Są to zgęszczenia, stanowiące zapewne zaczątki gwiazd.

ZIEMIA JAKO PLANETA

1. Gwiazdy.

W ciemną, pogodną noc zimową niebo skrzy się gwiazdami o różnym stopniu blasku: poczynając od drobnych punkcików świetlnych aż do takich jarzących się słońc, jak Syrjusz, Kapella lub Aldebaran. Gdybyśmy spytali kogo, ile jest gwiazd widocznych na niebie, odpowiedziałby prawdopodobnie: „Och, zapewne miliony!“ Taka ocena byłaby jednak najzupełniej błędna, gdyż nawet osoba o ostrym wzroku bez pomocy przyrządów optycznych nie potrafi jednocześnie odróżnić więcej, niż tysiąc pięćset gwiazd. I to w pogodną, bezksiężycową noc, gdyż przy świetle księżyca, a nawet przy lekkim zamgleniu, ilość gwiazd widzialnych okiem nieuzbrojonym zmniejsza się do połowy.

Gwiazdy podzielono na wielkości na podstawie ich widocznego blasku, nie biorąc w rachubę ich wymiarów rzeczywistych. Zauważono, że ilość gwiazd zwiększa się w miarę zmniejszania się stopnia ich blasku, tak mianowicie, że ilość gwiazd każdej wielkości jest w przybliżeniu trzykrotnie większa od ilości gwiazd wielkości poprzedzającej. A więc na firmamencie znajduje się około dwudziestu gwiazd pierwszej wielkości, pięćdziesiąt dwie — drugiej, 190 — trzeciej, 530 — czwartej, 1620 — piątej, 4850 — szóstej i t. d. Osoba o dobrym wzroku widzi gwiazdy do piątej wielkości włącznie, dla wyjątkowo ostrego wzroku są widzialne i gwiazdy szóstej wielkości. Jest to jednak granica, której przekroczyć nie możemy bez posilkowania się narzędziami optycznymi.

Użycie lornetki umożliwia nam odróżnienie dwadzieścia pięć razy większej ilości gwiazd (t. j. około czterdziestu

tysięcy), niż okiem nieuzbrojonym, a nawet mała luneta, np. o średnicy 2,5 cala, pozwala widzieć gwiazdy jedenastej wielkości. Przy powiększaniu średnicy obiektywu lunety zwiększa się i ilość widzialnych przez nią gwiazd (tabl. I A). Przez jeden z najpotężniejszych instrumentów, czterdziestocalowy refraktor obserwatorium Yerkes w Stanach Zjednoczonych, widać 100.000.000 gwiazd, a przez 100-calową lunetę obserwatorium na Mount Wilson w Kalifornii można widzieć i fotografować ponad biljon gwiazd! Czy ten stały postęp w zwiększaniu się ilości gwiazd trwa i nadal, innemi słowy, czy wszechświat jest nieskończony, czy też nie, jest sprawą sporną, zajmującą obecnie umysły matematyków i uczniów słynnego Einsteina. Pozostawmy to zagadnienie tym naukowcom, gdyż umysł przeciętnego czytelnika, już i tak dostatecznie przeładowany, nie może podążać za wytrawnym myślicielem w te niezgłębione otchłanie.

Tak olbrzymia ilość gwiazd unoszących się w przestrzeni nasuwa z natury rzeczy pytanie, czy nie może nastąpić zderzenie pomiędzy pewnymi gwiazdami. Aczkolwiek, zasadniczo, możliwość zderzenia nie jest wyłączona, jednak, wobec bezkresności przestrzeni — wszak zapewne nie ma ona ani początku, ani końca — przypadek taki nie jest prawdopodobny. Nawet gdyby przestrzeń nie była nieskończona, to jednak jest ona tak olbrzymia, że trudno laikowi zdać sobie sprawę z jej ogromu i małego prawdopodobieństwa starcia się pomiędzy szybującymi w niej ciałami niebieskimi. Utrzymują, że gwiazdy są rozrzucone na tak wielkich przestrzeniach, iż możliwość starcia się dwóch gwiazd jest równie mała, jak możliwość kolizji między trzema muchami, odbywającymi ewolucje lotnicze na przestrzeni równej całemu lądowi europejskiemu. Szanse są istotnie nikłe.

Wydaje się nam, że gwiazdy jasne są bliższe, niż gwiazdy o słabym blasku, lecz rzecz się tak ma niezawsze. Niektóre ze świetniejszych gwiazd są większe lub posiadają blask

silniejszy, a znajdują się znacznie dalej niż inne, słabsze gwiazdy, zawdzięczające swój słaby blask nieznacznym wymiarom lub mniejszemu natężeniu światła. Naprzykład gwiazda Proxima jest dziesiątej wielkości i, wobec tego, niewidzialna gołym okiem. Jest ona jednak jedną z najbliższych nam gwiazd, gdy natomiast Syrjusz, najświetniejsza gwiazda na niebie, znajduje się dwa razy dalej. Pozory mylą, i przy ocenianiu odległości gwiazd możemy polegać tylko na ścisłym rachunku astronomicznym.

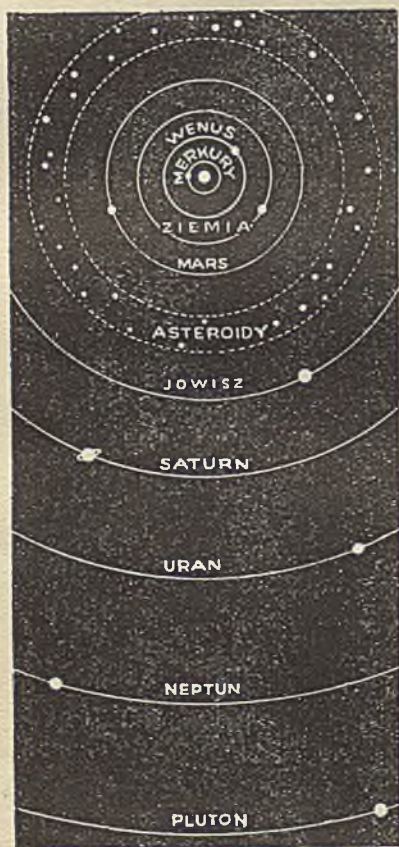
Wszystkie gwiazdy są słońcami lub potencjalnymi słońcami i, odwrotnie, nasze słońce jest gwiazdą. Z gwiazdy najbliższej ziemi¹ — słońce nasze wyglądałoby, jak jedna ze świetniejszych gwiazd, z innych — miałoby wygląd niepozorny i byłoby zagubione wśród tysięcy innych słońc na niebie. Tylko nasza stosunkowa bliskość od słońca czyni je tak wielkiem i znacznem dla nas, pomijając, oczywiście, to, że jest ono dla nas najważniejszem ze wszystkich ciał niebieskich, gdyż bez jego światła i ciepła nie byłoby życia na ziemi.

Jeszcze mniejszą rolę we wszechświecie odgrywa ten świat, na którym żyjemy. Jest to tylko planeta, i to jedna z mniejszych, krążąca naokoło słońca w towarzystwie ośmiu innych planet oraz pewnej ilości asteroidów, komet i meteorów. Ta rodzina niebieska, którą można porównać z drobnutką wyspą, zarzuconą wśród niezmiernego oceanu przestrzeni, nosi miano Układu Słonecznego.

Wszystkie planety krążą naokoło słońca po eliptycznych drogach czyli orbitach. Wszystkie orbity planet są mniej lub więcej ekscentryczne, nie przecinają się ze sobą i mają jedno ognisko wspólne, leżące w środku słońca. Odległości orbit planetarnych od słońca zwiększają się stopniowo

¹ Znajdującej się od nas w odległości wynoszącej około 272.000 jednostek astronomicznych (63.310 jednostek astronomicznych = 1 rokowi światła, t.j. odległości, którą przebywa w przeciągu roku światło, rozprzestrzeniające się z szybkością 300.000 km na sekundę. Odległość ta równa się 9.408.000.000.000 km).

w pewnym stosunku prawidłowym (rys. 1). Czas potrzebny na to, aby planeta uskuteczniła całkowity swój obieg, zależy



Rys. 1. — System słoneczny.

Na tym diagramie ani planety, ani ich orbity nie są wyobrażone w rzeczywistym stosunku.

od jej odległości od słońca. Ziemia, będąca trzecią z kolei planetą od słońca, potrzebuje $365\frac{1}{4}$ dni na dokonanie całkowitego obiegu, gdy natomiast obieg Merkurego, najbliższej słońcu planety, trwa tylko 88 dni, obieg zaś Plutona, najdalszej planety — 250 lat. Dość trudno uprzytomnić sobie, że ziemia: 1) biegnie w przestrzeni wraz z całym układem słonecznym z szybkością około 1.200 km na minutę, 2) jednocześnie obiega naokoło słońca z szybkością około 1600 km na minutę i wreszcie 3) obraca się naokoło swej osi z szybkością wynoszącą dla każdego punktu równika 1600 km na godzinę. W przeciwieństwie do słońca, które, jak widzieliśmy, jest gwiazdą, planety są światłami i nie wypromieniowują ani światła, ani ciepła. Nie wiemy, czy istnieją planety krążące naokoło innych gwiazd¹ i czy istnieje życie na

¹ Według obecnych poglądów tylko nieliczne gwiazdy posiadają krążące naokoło nich planety.

innych planetach, należących do układu słonecznego. Te interesujące zagadnienia nie zajmują nas w niniejszej książce, gdyż właściwie należą one do dziedziny astronomii.

Słońce jest największym ciałem w układzie słonecznym. Jego średnica wynosi 1.390.000 km, czyli jest 109.1 razy większa od średnicy ziemi. Ponieważ powierzchnia kuli wzrasta w stosunku prostym do kwadratu jej promienia, przeto powierzchnia słońca jest 109.1^2 razy większa od powierzchni ziemi, czyli powierzchnia słońca jest około 12000 razy większa od powierzchni ziemi.

Chcąc przedstawić ten stosunek na modelu, należałoby kulę reprezentującą słońce uczynić o średnicy dziewięciu stóp (2.74 m), a wtedy kulka wyobrażająca ziemię miałaby tylko jeden cal (25.4 mm) średnicy. Dla zachowania właściwych stosunków odległości, należałoby kulę wyobrażającą ziemię umieścić w odległości 297 m od kuli przedstawiającej słońce, co w danej skali odpowiadałoby odległości ziemi od słońca, wynoszącej około 149.000.000 km. Mówiąc nawiasem, na modelu w tejże skali najbliższa gwiazda byłaby oddalona o 80.000 km!

Słońce nieustannie wypromieniowuje swoją materję w postaci ciepła, światła, promieni chemicznych lub może, ponadto, w postaci innych form energii, dotychczas nam nieznanych. Ilość wypromieniowanej materji słonecznej szacują na 300.000.000.000 tonn dziennie. Kula słoneczna jest jednak tak olbrzymia, że, nawet przy tak silnem promieniowaniu, masa słońca jeszcze nie ulegnie widocznemu zmniejszeniu po upływie 3.000.000.000 lat! Słońce wysyła swą energję we wszystkich kierunkach i znaczna jej część pozornie ginie w przestrzeni. Tylko drobna część (około $1/1.980.000.000$) tych życiodajnych promieni pada na ziemię; a jednak stanowi ona o życiu zarówno roślin, jak i zwierząt naszej planety.

2. Orbita ziemi.

Ponieważ ziemia obiega naokoło słońca po drodze zlekka eliptycznej, odległość jej od słońca, w zależności od położenia na orbicie, waha się w granicach około 4.800.000 km. Średnia odległość ziemi od słońca wynosi 149.000.000 km. Pociąg pośpieszny, idący z szybkością 100 km na godzinę i biegnący nieustannie dzień i noc, potrzebowałby 175 lat na przebycie drogi, dzielącej ziemię od słońca. Pocisk armatni, wystrzelony z ziemi, dobiegłby do słońca po upływie $4\frac{1}{2}$ lat. Światło, rozprzestrzeniające się z szybkością 300.000 km na sekundę, dochodzi od słońca do ziemi dopiero po upływie 499 sekund. Rzecz ciekawa, że ziemia znajduje się najbliżej słońca w początku roku, najdalej zaś w lipcu. Odległość przeto ziemi od słońca nie ma nic wspólnego z porami roku, gdyż inaczej najcieplej byłoby u nas w styczniu, a najchłodniej w lipcu.

Starożytnym zdawało się, że słońce krąży naokoło ziemi, i dopiero Mikołaj Kopernik (1473—1543) udowodnił, że słońce jest ośrodkiem, naokoło którego krążą ziemia i inne planety. Teoria Kopernika, jak zwie się ona obecnie, znalazła gorliwego obrońcę i rzecznika w osobie słynnego Galileusza (1564—1642), którego pisma w tym przedmiocie zaprowadziły wreszcie w 1616 r. przed Trybunał Inkwizycji. Otrzymał on wtedy surową naganę i polecenie zaprzestania obrony i propagowania tezy o krążeniu ziemi naokoło słońca. Nie wolno mu było nawet pod grozą kary ciężkiego więzienia dyskutować na ten temat. Przez pewien czas wszystko było dobrze, lecz w 1633 r. Galileusz z powodu swoich pism popadł ponownie w zatarg ze Świętym Trybunałem. Stawiony przed Inkwizycję, musiał odwołać swoje twierdzenie o obiegu ziemi naokoło słońca i wyrokiem Trybunału był uwięziony ponownie. Atoli po upływie roku pozwolono Galileuszowi powrócić do swego domu w Arcetri, gdzie umarł w kilka lat później. Ruch ziemi naokoło słońca jest przyczyną zjawiska, że gwiazdy wscho-

dzą co noc o cztery minuty później — o okres czasu, odpowiadający łukowi, o który ziemia w ciągu doby przesunęła się po swej orbicie. W ciągu mniej więcej miesiąca ten ruch sprawia dostrzegalną zmianę w wyglądzie nieba



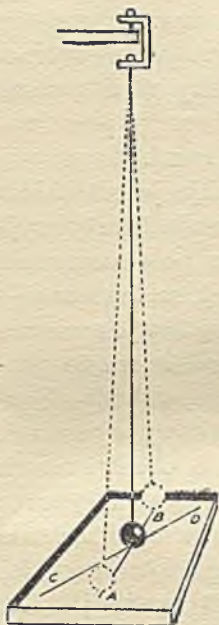
Rys. 2. Zodiak.

i powoduje zjawianie się innych gwiazdozbiorów w różnych porach roku. Właśnie przez obserwowanie ciągłych zmian w gwiazdozbiorach starożytni astronomowie mogli wykreślić pozorną drogę słońca pomiędzy gwiazdami. Ta droga, czyli raczej pas gwiazd, znana jest pod mianem Zodiaku, nazwy pochodzącej od greckiego wyrazu zodiakos (pas zwierząt), ponieważ niektóre z konstelacji, leżących w obrębie tego pasa, noszą nazwy zwierząt (rys. 2).

Wiemy obecnie, że wschód i zachód słońca są wywołane obrotem ziemi naokoło osi, i że samo słońce nie posuwa się po niebie, choć tak nam się wydaje. Ten dzienny ruch słońca był dla starożytnych nierozwiązalną zagadką. Niektórzy z nich przypuszczali, że gdy słońce zachodzi, to zanurza się ono w wody oceanu i siada do łodzi boga Wulkana, który poprzez ciemną północ przewozi je szybko na wschód, aby z nastaniem nowego dnia mogło znów rozpocząć swą codzienną wędrówkę po sklepieniu nieba. Grecy sądzili, że Heljos, bóg słońca, codziennie przejeżdża w złotym wozie przez niebo, w nocy zaś tę samą podróż odbywa w srebrnym wozie jego siostra Selene, bogini księżyca. Nawet później, gdy było już wiadomo, że ziemia nie jest płaska, lecz kulista, wyobrażano sobie, że jest ona ośrodkiem wszechświata, a gwiazdy są przymocowane do materialnego firmamentu. Posługując się wynalezioną przez siebie lunetą, Galileusz odkrył, że plamy słoneczne przesuwają się po tarczy słońca, co wskazuje na to, że słońce, podobnie jak ziemia, obraca się naokoło swej osi.

Zapomocą doświadczenia,¹ wykonanego po raz pierwszy w 1851 r. przez słynnego francuskiego fizyka, Leona Foucaulta, dzisiaj z łatwością możemy udowodnić, że ziemia obraca się naokoło osi. Foucault zawiesił pod kopułą Panteonu w Paryżu na drucie długości 67 metrów kulę żelazną wagi 28 kilogramów, opatrzoną u dołu ostrzem. Całość stanowiła olbrzymie wahadło, które, wprowadzone w ruch, znaczyło przy każdym wahnięciu ślad na piasku, którym była posypana posadzka (rys. 3). Po zawieszeniu wahadło odciągnięto nabok i przywiązano sznurem do jednej z kolumn gmachu. Gdy wahadło się uspokoiło, przepalono sznur, aby bez wstrząsu wprowadzić je w ruch. Każde wahnięcie tego olbrzymiego wahadła trwało osiem sekund. Już po kilku minutach można było spostrzec, że

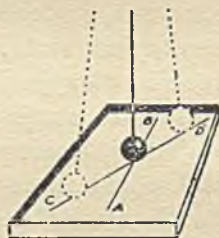
¹ Doświadczenie Foucaulta polega na wielokrotnie stwierdzonym fakcie, że płaszczyzna wahań wprowadzonego w ruch wahadła nie ulega zmianie (prz. tłum.).



Rys. 3. — Wahadło Foucaulta. Początkowy kierunek wahań, A—B.

kula znaczyła ślad na piasku w innym miejscu, niż poprzednio (rys. 4). Ponieważ płaszczyzna wahań wahadła nie uległa zmianie, zjawisko to mogło być spowodowane jedynie obrotem ziemi naokoło osi. Cała ziemia wraz z Panteonem obracała się w kierunku przeciwnym ruchowi skazówek zegara pod niezmieniącą płaszczyznę wahań wahadła.

Gdyby doświadczenie Foucaulta było wykonane na biegunie, pokryta piaskiem powierzchnia, na której kula znaczyła ślady, skuteczniałaby pod wahadłem całkowity obrót o 360° po upływie 23 godzin 56 minut i 4,091 sek., t. j.



Rys. 4. — Wahadło Foucaulta. Kierunek wahań po upływie pewnego czasu, C—D.

po upływie tak zwanej doby gwiazdowej¹ wahadło ponownie znaczyłoby ślad w tym samym miejscu, co i w chwili rozpoczęcia doświadczenia. Na biegunie północ-

¹ Są pewne podstawy do przypuszczenia, że ziemia obecnie obraca się naokoło swej osi wolniej niż niegdyś. Ponieważ to zwolnienie ruchu obrotowego ziemi wynosi mniej niż $\frac{1}{200}$ sekundy na stulecie, obserwacje muszą być prowadzone przez stosunkowo długi okres czasu, aby wykryć różnicę. Prowadzi się je w sposób następujący: Potężna stacja radiowa w Bordeaux wysyła sygnały czasu. Astronomowie w różnych częściach świata notują dokładny czas odebrania tych sygnałów, a różnica pomiędzy czasem Bordeaux i czasem miejscowym, zamieniona na stopnie, w stosunku 15 stopni na godzinę, powinna odpowiadać różnicy długości geograficznej. Gdyby z czasem, po powtórzeniu doświadczenia, okazały się jakieś niezgodności, byłyby to dowodem bądź zmian zaszłych w szybkości obrotu ziemi, bądź dowodem ruchów skorupy ziemskiej, powodujących zmiany długości geograficznej.

nym ruch odbywałby się w kierunku zgodnym z ruchem skazówek zegara, na biegunie zaś południowym — w przeciwnym. Na równiku wahadło znaczyłoby ślad zawsze w tem samym miejscu, gdyż tam niema obrotu w płaszczyźnie poziomej, jak w innych miejscach ziemi.

Oprócz doświadczenia Foucaulta istnieje jeszcze kilka innych dowodów obrotu ziemi. W obliczeniach artyleryjskich wypada uwzględniać fakt, że pocisk, po opuszczeniu lufy, zbacza na prawo na półkuli północnej, na lewo zaś — na południowej. Zjawisko to tłumaczy się tem, że ziemia obraca się pod płaszczyznę ruchu pocisku, która to płaszczyzna, podobnie jak płaszczyzna wahań wahadła Foucaulta, jest stała. Należy nadmienić, że ciekawy wynalazek busoli rotacyjnej oparty jest na zasadzie obrotu ziemi. Busola ta znajduje szerokie zastosowanie w marynarce wojennej, ponieważ nie ma na nią wpływu opancerzenie statku, tak silnie wpływające na igłę magnesową zwykłej busoli. Ponadto, ta busola rotacyjna jest bardziej czuła, i igła jej zwraca się swym końcem ku biegunowi geograficznemu, nie zaś magnetycznemu, jak to jest w zwykłych busolach.

Na ruchach ziemi oparto podział czasu. Przedewszystkiem należy tu doba, odpowiadająca okresowi czasu, którego potrzebuje ziemia na uskutecznienie jednego całkowitego obrotu naokoło swej osi. Czas upływający pomiędzy jednym południem a następnem nosi nazwę dnia słonecznego. Dzielimy go na dwadzieścia cztery godziny, każdą zaś godzinę na sześćdziesiąt minut. Przed wprowadzeniem zegarów godziny poznawano na zegarach słonecznych, czyli kompasach, na których chwilę południa znaczył cień, rzucany przez gnomon podczas najwyższego położenia słońca na sklepieniu nieba. Aczkolwiek zegary pomiędzy jednym południem a następnem wykazują również dwadzieścia cztery równe godziny, chwila południa, wskazywana na zegarze, nie zgadza się ściśle z południem, wskazywanem przez kompas słoneczny. Ta różnica pomiędzy wskazaniem

zegara a kompasu pochodzi stąd, że orbita ziemi jest eliptyczna, wskutek czego ziemia posuwa się po niej z różną szybkością w różnych miejscach. Gdyby droga ziemi była kołem, ziemia posuwałaby się po niej ruchem równomiernym, a wtedy wskazania zegarów i kompasu słonecznego byłyby w zupełnej zgodzie. Różnica pomiędzy czasem prawdziwym, wskazywanym przez kompas, a czasem słonecznym średnim, wskazywanym przez zegary, nosi nazwę równania czasu. Jest to pewna ilość minut, którą należy dodać lub odjąć od czasu wskazywanego przez kompas, aby otrzymać dokładny czas średni, wskazywany przez zegary.

Czas potrzebny na to, aby słońce ruchem pozornym przebiegło cały pas Zodiaku od jakiegokolwiek gwiazdy do tej samej zpowrotem, nazywa się rokiem gwiazdowym (lub prawdziwym). Długość jego wynosi w przybliżeniu¹ $365\frac{1}{4}$ dnia. Jest to właściwie czas, którego potrzebuje ziemia na uskuteczenie całkowitego obiegu naokoło słońca. Ponieważ ułamek ćwierci dnia powoduje liczne trudności w rachubie lat, w praktyce uważamy trzy kolejne lata za mające po 365 dni, a czwartemu rokowi, t. zw. przestępnemu, dajemy dni 366. Ten dzień nadwyżki w roku przestępnym powstaje, oczywiście, ze zbywających ćwiartek dni w latach poprzedzających. Za rok przestępny uważamy ten, którego liczba dzieli się przez cztery bez pozostałości.

¹ Ściśle: 365 dni, 6 godzin, 9 minut, 9.5 sekundy. Wskutek precesji czyli cofania się punktów równonocnych, spowodowanego powolnym kolistym ruchem osi ziemskiej, istnieje różnica pomiędzy rokiem gwiazdowym a rokiem zwrotnikowym, rozumiejąc przez rok zwrotnikowy okres czasu trwający pomiędzy dwoma kolejnymi przejściami słońca przez punkt równonocy wiosennej. Zjawisko precesji powoduje przesuwanie się punktów równonocnych ku zachodowi, przez co rok zwrotnikowy jest krótszy od gwiazdowego, wynosi bowiem 365 dni, 5 godzin, 48 minut i 46 sekund. Mówiąc o roku czy o latach, zawsze mamy na myśli rok zwrotnikowy, o ile to nie jest zastrzeżone specjalnie.

Tego sposobu postępowania trzyma się kalendarz juljański, zaprowadzony przez Juljusza Cezara, który, po dojściu do władzy, zastał istniejący do tego czasu kalendarz rzymski w stanie najzupełniejszego nieładu. Z polecenia Cezara nie tylko każdy czwarty rok miał liczyć 366 dni, lecz i początek roku, przypadający do tego czasu w marcu, został przeniesiony na pierwszy dzień stycznia. Ślad dawnej rachuby czasu pozostał dotychczas w wielu językach w nazwach niektórych miesięcy. Naprzykład, miesiąc wrzesień (September — od wyrazu łacińskiego septem — siedem) nie jest obecnie miesiącem siódmym, lecz dziewiątym. Piąty miesiąc rzymski nosił pierwotnie nazwę Quintilis, lecz Cezar nazwał go od swego imienia Julius (lipiec). August, następca Cezara, postąpił podobnie, dając miesiącowi szóstemu, Sextilis, swoje imię Augustus (sierpień).

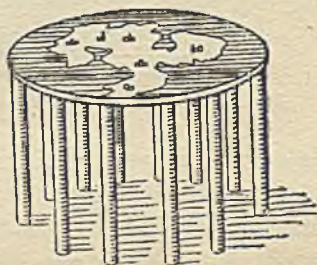
Ćwiartka dnia, odrzucana w trzech kolejnych latach, wynosi właściwie tylko 5 godzin 48 minut i 46 sekund. Jest to o $11\frac{1}{4}$ min. mniej, niż ćwierć dnia. W ten sposób, przyjmując pełne ćwierć dnia (t. j. 6 godzin), popełniamy błąd, który w ciągu 129 lat urasta do jednego dnia, a po upływie 400 lat — do trzech dni. Aby unieszkodliwić ten błąd, papież Grzegorz wydał rozporządzenie w 1582 roku, aby, poczynając od tej chwili, tylko te stulecia były uważane za przestępne, których liczba dzieli się przez 400. Dlatego też, chociaż liczba 1900 dzieli się przez cztery, rok 1900 nie był rokiem przestępnym, i pomiędzy 1896 a 1904 nie było ani jednego roku przestępnego.

Gdy papież Grzegorz zabierał się do naprawy kalendarza, z $11\frac{1}{4}$ minutowych nadwyżek utworzyło się już całych dziesięć dni. Dla usunięcia tego błędu postanowił on odrzucić z rachuby dziesięć dni w ten sposób, że dzień następujący po czwartym października 1582 miał być uważany nie za piąty, lecz za piętnasty. Kalendarz gregorjański został odrazu wprowadzony we wszystkich krajach katolickich, lecz kraje protestanckie i obrządku greckiego wzbraniały się przyjąć reformę papieską. W An-

glji dopiero w r. 1752 wprowadzono kalendarz gregorjański, czyniąc dzień następujący po 2 września nie 3, lecz 14. Również dopiero od 1752 r. zaczęto w Anglii za początek roku uważać pierwszy dzień stycznia, zamiast 25 marca, jak to dotychczas było we zwyczaju. Ta zmiana nie podobala się wielu i w różnych częściach kraju wynikły z tego powodu zamieszki. Ludność wołała: „Oddajcie nam dwa tygodnie“, sądząc, że ukradziono jej jedenaście dni, i że akt parlamentu, wprowadzający zmianę kalendarza, miał na celu wyciśnięcie z ludu drogą nielegalną procentów od kapitałów za te jedenaście dni, czynszu za mieszkania i t. p.

3. Glob ziemski.

Pierwotnemu człowiekowi wydawało się rzeczą nieulegającą żadnej wątpliwości, że ziemia jest płaska, a na niej spoczywa kopuła niebios, nakształt przewróconej miednicy, leżącej na stole. Hindusi wierzyli, że płaska ziemia opiera się na dwunastu słupach, utrzymujących się pionowo jedynie dzięki składaniu ofiar ludzkich bogom (rys. 5). Wyjaśnienie to pomijało milczeniem drażliwe pytanie, na czym, z kolei, spoczywają owe słupy, natomiast



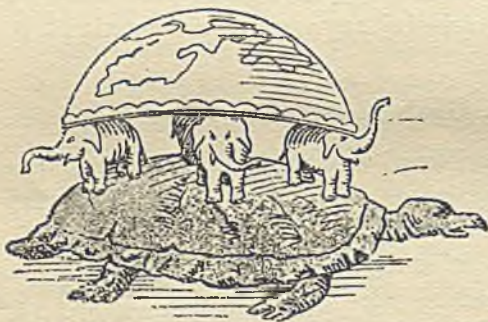
Rys. 5. — Dawne pojęcie o kształcie ziemi.

trzęsienia ziemi przypisywało zaniedbywaniu gorliwości religijnej i małej ilości ofiar. Według innego poglądu, ziemia jest półkulą, podtrzymywaną przez cztery słonie, stojące na grzbiecie żółwia; w tem tłumaczeniu również zapominano powiedzieć, na czym wspierał się żółw (rys. 6).

Gdy ludzie zaczęli odbywać dalsze podróże, przekonali się wprędce, że nie mogą dotrzeć do „końca świata“. Podobnie jak i do tęczy, nigdy do niego dojść nie mogli, niezależnie od długości przebytej przez nich drogi. Anaksy-

mander (610—546 przed Chr.) mniemał, że ziemia ma kształt bębna, którego tylko górna powierzchnia jest zaludniona, bęben zaś sam spoczywa na ściśnionem powietrzu. Wypowiadano przypuszczenia, że ziemia ma kształt sześcianu, jaja lub nawet trójkąta. Ogólny jednak pogląd był taki, że ziemia jest płaską równiną, otoczoną morzem, którego granice zakreśla linja horyzontu.

Dzisiaj każdemu wiadomo, że gdy okręt odpływa, stopniowo znika za horyzontem. Przy pomocy małej lunety



Rys. 6. — Inne dawne pojęcie o kształcie ziemi.

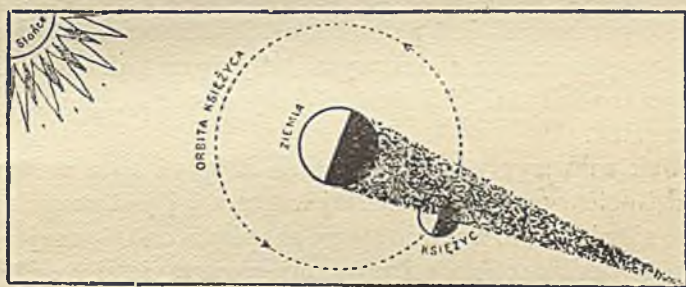
widzieć doskonale, że szczyty masztów okrętu jeszcze sterczą ponad linją horyzontu, gdy tymczasem kadłub okrętu już się skrył pod nią. Gdyby ziemia była płaska, jak sądzili starożytni, okręt znikałby w całości w od-

daleniu w miarę powiększania się odległości. Stopniowe zanurzanie się okrętu pod horyzont często niewłaściwie przytaczają jako dowód kulistości ziemi. Fakt ten dowodzi jedynie, że powierzchnia ziemi jest krzywa.

Dwa fakty, znane już starożytnym, świadczą niewątpliwie, że ziemia jest kulą. Gdy księżyc wchodzi w cień ziemi, ulega wtedy zaćmieniu (rys. 7). W chwili gdy brzeg cienia ziemi dotyka księżyc, ma on kształt koła (tabl. II A), a tylko kula rzuca cień, który ma zawsze kształt kolisty. Ponieważ starożytni wiedzieli, że zaćmienie księżycy jest spowodowane wejściem jego w cień ziemi, i ponieważ zauważyli, że zarys cienia na księżycu ma kształt koła, mieli niesporne dowody kulistości ziemi.¹

¹ W rzeczy samej, Arystoteles (384—322 p. Ch.) podawał ten fakt jako dowód kulistości ziemi.

Dalej, gdyby ziemia była płaska, pewne gwiazdy zachowywałyby stale swoją określoną wysokość nad poziomem, niezależnie od miejsca obserwacji. Jednak już oddawna żeglarzom wiadomo, że te same gwiazdy, obserwowane w różnych szerokościach, mają różne wysokości. Gdy posuwamy się ku południowi, gwiazdy tworzące gwiazdozbiór Wielkiej Niedźwiedzicy co noc jakby zbliżają się do horyzontu, aż wreszcie, poczynając od pewnej szerokości, gwiazdozbiór ten przestaje być widoczny, gdyż skrył się pod



Rys. 7. — Częściowe zaćmienie księżycy.

horyzontem. Równocześnie jednak zjawiają się na niebie inne gwiazdy, niewidoczne w naszych północnych szerokościach, i coraz wyżej wznoszą się na niebie w miarę naszego posuwania się ku południowi. W Australji Wielka Niedźwiedzica jest niewidoczna, natomiast widać gwiazdy tworzące Krzyż Południowy, którego nie widzimy zupełnie na półkuli północnej.

Gdyby ziemia była płaska, mieszkańcy wszystkich krajów świata oglądaliby wschód słońca o tej samej porze. Tak jednak nie jest, gdyż w Ameryce słońce wschodzi wtedy, gdy jest już południe w Anglii, w tej w samej zaś chwili zachodzi dla mieszkańców Indyj Wschodnich. Południe w Anglii jest chwilą północy dla Nowej Zelandji i odwrotnie.

Stopień krzywizny ziemi jest tak mały, że z trudem daje się spostrzec. Gdybyśmy mogli przyłożyć przy brzegu do powierzchni morza zupełnie poziomą, olbrzymią linię długości jednego kilometra, to drugi koniec linii byłby oddalony od powierzchni wody jedynie o 13 cm. Wyrażając się inaczej, możemy powiedzieć, że krzywizna ziemi wynosi 13 cm na kilometr.

Ziemia nie jest kulą regularną, lecz nieco spłaszczoną na biegunach. Średnica ziemi od bieguna do bieguna jest mniejsza od średnicy równika o prawie 43 km, co stanowi $1/297$ część.¹ Czasem ziemię porównują z pomarańczą, lecz to porównanie jest przesadzone. Spłaszczenie, odpowiadające spłaszczeniu ziemi, wyraziłoby się na kuli o średnicy 450 mm wielkością 1,5 mm. Byłoby ono zupełnie niedostrzegalne.

Jak zobaczymy później, ziemia niegdyś była w stanie ognisto-ciekłym i nawet dzisiaj wewnątrz jej jest rozpalone, choć niewiadomo, w jakim stanie skupienia ono się znajduje. Obrót ziemi naokoło osi powoduje powstanie siły odśrodkowej, dążącej do odrzucenia każdej cząstki ziemi (z wyjątkiem cząstek, leżących na osi) nazewnątrz, w kierunku prostopadłym do osi. Siła odśrodkowa jest najsilniejsza na równiku i zmniejsza się ku biegunom. Powoduje to wydęcie ziemi na równiku i spłaszczenie jej na biegunach. To spłaszczenie jest przyczyną różnic pomiędzy obserwacjami astronomicznymi, czynionymi w pobliżu biegunów, a takimiż obserwacjami — w pobliżu równika. Stopnie szerokości są o 1,2 km krótsze na równiku, niż na biegunach.² Tę różnicę należy mieć na uwadze przy pomiarach obwodu ziemi, gdyż, gdybyśmy opierali się jedynie na pomiarach, wyko-

¹ Z powodu innej nieregularności w budowie ziemi, jej średnica równikowa, mierzona od Sierra Leone do wysp Marszałkowskich na Pacyfiku, jest o 0.8 km dłuższa niż średnica przeprowadzona od Cejlonu do wysp Galapagos.

² Ściśle, stopnie szerokości mają na równiku 110,54 km, na biegunach 111,76 km.

nanych w pobliżu równika, otrzymalibyśmy rezultat mniejszy od istotnego.

Nie zawadzi wiedzieć, że nawet tak nieznaczne spłaszczenie ziemi może być stwierdzone za pomocą wahadła. Siłą wprowadzającą w ruch wahadło jest przyciąganie ziemi. Gdyby ziemia była regularną kulą, wahadło poruszałoby się wszędzie z jednakową szybkością. Ponieważ jednak nie jest ona doskonałą kulą, szybkość wahań wahadła jest różna, w zależności od miejsca, gdzie wahadło wprowadza się w ruch. Na biegunach wahania są szybsze, niż na równiku, i szybkość ruchu rośnie w miarę zbliżania się do biegunów. Zegar wahadłowy, wyregulowany na równiku, będzie się śpieszył o $3\frac{1}{2}$ minuty, jeżeli przewieziemy go na jeden z biegunów. Pochodzi to stąd, że natężenie przyciągania ziemi, wprowadzające w ruch wahadło, zależy od odległości tegoż od środka ziemi, a dzięki jej spłaszczeniu ta odległość jest mniejsza na biegunach, niż na równiku. W r. 1671—73 Jan Richer pojechał do Kajenny i tam przekonał się, że jego wahadło pewnej długości porusza się wolniej, niż w Paryżu. To odkrycie wzbudziło w nim podejrzenie, że ziemia nie jest dokładnie kulista. Galileusz, obserwując wahania wiszącej lampy w katedrze w Pizie, odkrył, że czas oscylacji zwykłego wahadła jest niezależny od rozpiętości wahań. Każdy ciężar, zawieszony na sznurku i wprowadzony w ruch wahadłowy, waha się prędzej lub wolniej, zależnie jedynie od długości sznurka. Zegar w Kajennie poruszał się o 2 minuty i 28 sekund na dobę wolniej, niż wypadło w porównaniu z czasem słonecznym, i trzeba było skrócić wahadło o 6 mm, aby wahało się ono z taką samą szybkością, jak w Paryżu. Jest przeto rzeczą jasną, że wahadło sekundowe w jednym kraju może niem nie być gdzie indziej. Czasy wahań mają się tak do siebie, jak pierwiastki kwadratowe długości wahadła. Jeżeli mamy trzy wahadła o długościach, pozostających w stosunku 1:4:9, i jeżeli pierwsze z nich odbywa jedno wahnięcie na sekundę, to drugie potrzebuje na skutecznienie wahnięcia



dwóch, a trzecie — trzech sekund, gdyż 1, 2, 3 są pierwiastkami kwadratowymi z liczb 1, 4, 9. Na szerokości Londynu wahadło, które ma wykonywać 60 oscylacyj na minutę, winno mieć 994.08 mm długości.

Można tu nadmienić, że przyczyną sprawiającą to, że nie spadamy z ziemi w przestrzeń, jest wzajemne przyciąganie cząstek składowych ziemi. W wyniku powstaje ogólna siła przyciągająca, skierowana ku środkowi ziemi. Niezależnie od tego, gdzie znajdujemy się na powierzchni ziemi, jesteśmy zawsze przyciągani do jej środka. Wiemy, że piłka, rzucona w powietrze, spada zpowrotem na ziemię. Ziemia jest zawieszona w przestrzeni bez żadnego oparcia, a ponieważ przestrzeń jest bezgraniczna — nie posiada długości, szerokości i głębokości — niema miejsca, na które ziemia mogłaby „spaść“. W przestrzeni niema „dołu“ lub „góry“, niema północy czy południa, niema żadnego „boku“, gdyż słowa te nie mają żadnego znaczenia tam, gdzie nie istnieje ani wierzch, ani dół, ani bok czegokolwiek. Podobnież niema tego, co ludzie nazywają czasem. W przestrzeni niema miejsca ani na zegary, ani na kalendarze, są to bowiem tylko pewne udogodnienia, wymyślone przez człowieka dla jego osobistych celów.

4. Pomiary ziemi.

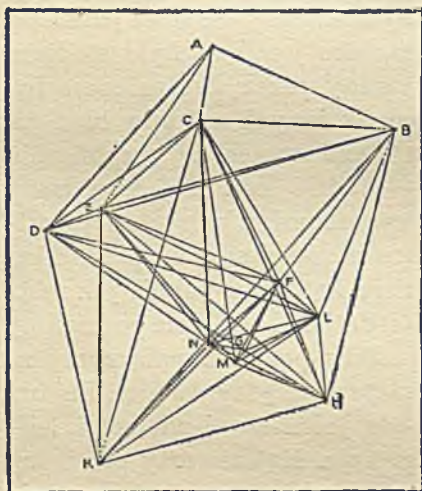
Pierwszą próbę pomiaru ziemi zawdzięczamy Eratostenesowi (276—195 r. przed Chr.). Wychodząc z założenia, że, jeżeli ziemia jest kulą, to krzywizna jej musi być jednakowa we wszystkich kierunkach, Eratostenes przyszedł do przekonania, że krzywiznę tę da się obliczyć przez zmierzenie wysokości słońca nad poziomem w jednym miejscu i porównanie z wysokością kątową słońca tegoż dnia w innym miejscu, leżącym na tym samym południku. Wtedy, twierdził, da się obliczyć obwód całego południka. Rozumowanie jego było następujące: W najdłuższym dniu w roku słońce znajduje się w zenicie w Syene;¹ mierząc tego dnia w Ale-

¹ Syene, obecnie Assuan w Egipcie, leży pod zwrotnikiem.

ksandrii kątową odległość słońca od zenitu, otrzymamy wielkość łuku południka pomiędzy temi dwiema miejscowościami. Znając wreszcie rzeczywistą odległość między Syene a Aleksandrią, można łatwo obliczyć obwód całego południka, czyli obwód ziemi. Pomiar Eratostenesa wykazał, że wielkość łuku południka pomiędzy Syene a Aleksandrią wynosi $\frac{1}{50}$ całego obwodu koła. Ponieważ zaś odległość między temi miastami była znana i równała się 5.000 stadjów, więc obwód południka jest $50 \times 5.000 = 250.000$ stadjów. Niestety, nie znamy dokładnej długości jednostki użytej miary, t. j. stadjum, lecz jeżeli to było stadjum olimpijskie, to wynik otrzymany przez Eratostenesa był za duży o 20%. Według jednak innych autorów błąd nie przewyższał 1%. Średnica ziemi wynosi w przybliżeniu 12.730 km, a obwód jej — 39.970 km. Średnicę ziemi można wyznaczyć różnemi sposobami, z których najprostszym jest dokonanie pomiaru długości stopnia południka. Stopień jest jednostką pomiaru kątów, podobnie jak metr jest jednostką miary długości. Jeżeli obwód koła podzielimy na 360 równych części i punkty podziału połączymy ze środkiem koła, to kąty zawarte pomiędzy dwiema linjami wychodzącymi ze środka będą jednakowej wielkości, niezależnie od wielkości samego koła. Kąt zawarty pomiędzy skazówkami wielkiego zegara wieżowego jest zupełnie taki sam, jak kąt między skazówkami zegarka kieszonkowego, wskazującego tę samą godzinę. W przeciągu godziny skazówka minutowa zegarka przebiega cały obwód koła, czyli 360° ; przechodząc od XII do VI, czyni połowę obwodu, czyli 180° ; od XII do III — ćwierć okręgu, czyli 90° . Każdy stopień dzielimy na sześćdziesiąt równych części, zwanych minutami, a każdą minutę na sześćdziesiąt sekund.¹ Niezależnie od metody stosowanej do pomiaru obwodu ziemi, nigdy nie możemy zmierzyć całego jej

¹ Należy zauważyć, że podziały koła zwane stopniami ($^\circ$), minutami ($'$) i sekundami ($''$) nie mają nic wspólnego z podziałem czasu na godziny, minuty i sekundy.

obwodu; zawsze musimy się zadowolić pomiarem tylko pewnej części obwodu, czyli pewnego łuku kola. Wystarcza to jednak najzupełniej, jeżeli wiemy jednocześnie, jakiemu kątowi odpowiada ten łuk, to jest, jaka jest wielkość kąta, zawartego pomiędzy linjami, przeprowadzonymi od końców zmierzonego łuku do środka ziemi. Przedewszystkiem zatem trzeba wyznaczyć odległość pomiędzy dwiema obranymi stacjami, oddalonymi od siebie o setki kilometrów,



Rys. 8. — Triangulacja.

lecz leżącymi na tym samym południku. Ta odległość stanowi tylko pewien ułamek obwodu ziemi, lecz, znając wielkość tego ułamka, możemy zapomocą zwykłego mnożenia łatwo obliczyć całość. Odległość między stacjami nie da się zmierzyć bezpośrednio, np. łańcuchem mierniczym, z wystarczającą dokładnością, trzeba uciec się do geodezyjnej triangulacji. W tym celu obiera się dwie główne stacje, a pomiędzy nimi szereg drugorzędnych, w ten sposób, że linje proste, przeprowadzone pomiędzy stacjami, tworzą sieć trójkątów (rys. 8). Każda stacja winna być dobrze widzialna przynajmniej z dwóch innych, kąty zaś pomiędzy stacjami mierzy się z możliwą dokładnością. Mając pomierzone wszystkie kąty trójkątów, wybieramy jakiegokolwiek dwie sąsiadujące stacje i najdokładniej mierzymy bezpośrednio odległość między nimi, czyli bok jednego z trójkątów. Znając wszystkie kąty trójkątów i jeden bok, mo-

lecz leżącymi na tym samym południku. Ta odległość stanowi tylko pewien ułamek obwodu ziemi, lecz, znając wielkość tego ułamka, możemy zapomocą zwykłego mnożenia łatwo obliczyć całość. Odległość między stacjami nie da się zmierzyć bezpośrednio, np. łańcuchem mierniczym, z wystarczającą dokładnością, trzeba uciec się do geodezyjnej triangulacji. W tym celu obiera się dwie główne stacje, a pomiędzy nimi szereg drugorzędnych, w ten sposób, że linje proste, przeprowadzone pomiędzy stacjami, tworzą sieć trójkątów (rys. 8). Każda stacja winna być dobrze widzialna przynajmniej z dwóch innych, kąty zaś pomiędzy stacjami mierzy się z możliwą dokładnością. Mając pomierzone wszystkie kąty trójkątów, wybieramy jakiegokolwiek dwie sąsiadujące stacje i najdokładniej mierzymy bezpośrednio odległość między nimi, czyli bok jednego z trójkątów. Znając wszystkie kąty trójkątów i jeden bok, mo-

żemy zapomocą rachunku trygonometrycznego obliczyć pozostałe boki, a później i odległość pomiędzy głównymi stacjami. Gdy ta została już ustalona, pozostaje oznaczyć różnicę szerokości geograficznej pomiędzy głównymi stacjami, t. j. kąt, jaki tworzą linie, przeprowadzone od tych stacyj do środka ziemi. Przypuśćmy, że kąt ten wynosi 6° , a odległość między stacjami głównymi — 666 km, 16 m, 66 cm. Ponieważ 6° stanowi $\frac{1}{60}$ obwodu koła (360°), więc odległość 666 km, 16 m, 66 cm jest $\frac{1}{60}$ całego obwodu ziemi (rys. 9). Przez pomnożenie otrzymujemy liczbę 39.969.996 km.

Średnicę ziemi łatwo możemy obliczyć, pamiętając, że obwód każdego koła jest 3,14 razy większy od jego średnicy. Ponieważ obwód ziemi obliczyliśmy na 39.970 km, więc średnica jej wyniesie 12.729 km. Powierzchnia

ziemi ma 512.000.000 km kwadratowych, z czego 135.000.000 km² przypada na ląd. Objętość ziemi wynosi 1.082.841.315.900 kilometrów sześciennych.



Rys. 9. — Łuk 6° na powierzchni ziemi.

5. Szerokość i długość.

Punkty przecięcia się powierzchni ziemi z osią jej obrotu nazywamy biegunami. Bieguny są dwa: północny i południowy. Wielkie koło, opasujące ziemię w równych odległościach od biegunów, nosi nazwę równika. Dzieli on ziemię na dwie półkule: północną i południową. Koła przeprowadzone na ziemi równoległe do równika i prostopadłe do osi ziemskiej zwą się równoleżnikami. Półkole prostopadłe do równika i przechodzące przez obydwa bieguny nazywają się południkami. Nazwa ta pochodzi stąd, że wszystkie miejscowości, leżące na tym samym południku, mają południe jednocześnie.

Położenie jakiegokolwiek punktu na kuli zostaje wyznaczone z najzupełniejszą dokładnością, jeżeli wiemy, na jakim południku i na jakim równoleżniku kuli leży ten punkt. Położenie drugiego punktu względem pierwszego określić możemy z łatwością, obrachowując, o ile stopni ku północy, licząc po południku, i o ile stopni ku wschodowi lub zachodowi, licząc po równoleżniku, punkt drugi jest oddalony od pierwszego. Za stały punkt, od którego liczymy południki, uważa się południk przechodzący przez obserwatorium w Greenwich (pod Londynem). Jest to południk 0° . Od niego liczą się południki ku wschodowi i ku zachodowi, tak, że południk oddalony od południka w Greenwich o kąt 180° i leżący dokładnie po drugiej stronie kuli ziemskiej, może być zwany bądź południkiem 180° wsch., bądź południkiem 180° zach. Na połowie odległości między południkiem Greenwich a południkiem 180° znajdują się południki 90° wsch. i 90° zach. Linje proste, przeprowadzone do środka ziemi od punktów przecięcia się tych dwóch południków z równikiem, tworzą kąty proste z podobną linią, przeprowadzoną do środka ziemi od przecięcia się z równikiem południka 0° .

Równik, będący największem kołem równoleżnikowem, uważa się za równoleżnik 0 . Ilość stopni, mierzona po południku ku północy lub południowi od równika, nazywa się szerokością północną lub południową, a ilość stopni, mierzona na jakimkolwiek równoleżniku od południka 0 ku wschodowi lub zachodowi, zwie się długością wschodnią lub zachodnią danego miejsca.

Szerokość miejsca można określić przez pomiar katowej odległości słońca od zenitu w dzień równonocy, gdy na równiku słońce jest dokładnie w zenicie. Można postąpić inaczej: zmierzyć w dzień równonocy katową odległość słońca od poziomu i odjąć otrzymaną liczbę od 90° . Wynik otrzymamy ten sam.

¹ Niewłaściwie często zwany południkiem pierwszym (przyp. tłum.).

W podobny sposób określa się położenie statku na morzu. Różnica polega na tem, że ponadto musimy znać dokładny czas danego miejsca, gdyż zależy on od długości geograficznej. Gdy jest południe w Londynie, w Berlinie jest godzina pierwsza po południu, w Adenie jest trzecia po poł., w Szanghaju ósma pp., a północ na wyspach Fidzi. Odbierając w Londynie telegram z Kalkuty, zauważymy, spojrzawszy w chwili doręczenia jego na zegar, że telegram został nadany w Kalkucie o godzinie późniejszej, niż ta, o której myśmy go otrzymali. Sygnał czasu, nadany w południe z Greenwich, zostanie w tejże chwili odebrany w Kalkucie, lecz zegar miejscowy będzie tam wskazywał godzinę szóstą po południu. Ten sam sygnał, odebrany zostanie w Nowym Orleanie o godzinie szóstej rano według czasu miejscowego. Mówiąc inaczej, gdy w Greenwich południe, w Nowym Orleanie jest wtedy godzina szósta rano.

Słońce na równiku jest w zenicie tylko dwa razy w roku: w południe dni równonocy (wiosennej i jesiennej). W pozostałych dniach roku słońce na równiku w południe znajduje się ku północy lub ku południowi od zenitu. Chcąc przeto określić szerokość z pomiaru wysokości kątownej słońca nad poziomem, musimy, o ile to nie jest dzień równonocy, wprowadzić pewną poprawkę. Polega ona na tem, że do obserwowanej wysokości słońca nad poziomem musimy dodać lub od niej odjąć pewien kąt, o który położenie słońca tego dnia różni się na równiku od położenia zenitalnego. Kąty te są obrachowane zgóry na każdy dzień roku i umieszczone w tablicach żeglarskich. Pomiar wysokości słońca nad poziomem zawsze uskutecznia się w południe, gdy słońce znajduje się w najwyższym punkcie swej pozornej drogi po niebie. Na kilka minut przed południem oficerowie statku z sekstantami w rękach zajmują miejsce na pokładzie dla wykonania obserwacji. Trzymając sekstant w prawej ręce, oficer patrzy jednym okiem przez lunetkę sekstantu i dotąd porusza instrumentem, do-

póki nie zobaczy linii horyzontu w środku pola widzenia. Wtedy przesuwam ramię sekstantu, na którym znajduje się małe zwierciadło, odbijające promienie światła, padające z góry, do drugiego zwierciadła. Od drugiego zwierciadła promienie światła przechodzą do lunety równolegle do promieni, idących od linii horyzontu. W ten sposób do oka patrzącego przez lunetę dostają się jednocześnie bezpośrednie promienie słońca i promienie odbite, idące od linii horyzontu. Aby te odbite mogły swobodnie przejść do lunety, drugie zwierciadło jest wysrebrzone tylko do połowy.

Sekstant skierowuje się w kierunku słońca i dotąd przesuwam jego ramię, dopóki obraz słońca, odbity od zwierciadeł, nie będzie widoczny w polu widzenia lunety. Linja horyzontu jest widoczna jednocześnie. Odczyt kąta wyniesienia uskutecznia się wtedy, gdy dolna część tarczy słonecznej dotyka w polu widzenia linii horyzontu. W chwilę później robi się drugą obserwację i znów odczytuje kąt, który powinien być już nieco większy, niż poprzednio, jeżeli obserwacja była dobrze wykonana. Czynność tę powtarza się kilkakrotnie, a mierzone kąty są coraz większe w miarę zbliżania się chwili południa. W pewnej chwili kąty zaczynają się zmniejszać. Znaczy to, że chwila południa minęła. Największy z kątów, odczytanych w czasie obserwacji, jest kątem wyniesienia słońca nad poziomem. Dla wyznaczenia szerokości pozostaje tylko wprowadzić z tablic poprawkę, o której była mowa powyżej.

Po wyznaczeniu w ten sposób szerokości, należy jeszcze wyznaczyć długość. Uskutecznia się to łatwo zapomocą chronometru. Jest to właściwie dokładny zegar, zawsze wskazujący czas Greenwich, różny — jak to wyjaśniliśmy powyżej — od czasu na jakimkolwiek innym południku. Różnica czasu zależy jedynie od długości miejsca. Z tego wynika, że, jeżeli gdziekolwiek znamy różnicę pomiędzy czasem miejscowym a czasem Greenwich, możemy z łatwością wyznaczyć długość tego miejsca. Różnica czasu

TABLICA III



A. Muł przedhistoryczny.

Przed milionami lat lupek kamieniołomów w Llanberis, przedstawionych na rysunku, został osadzony na dnie oceanu w postaci grubej warstwy mułu.



B. Wybitny przykład fałdowań skalnych w Alpach.

Pierwotnie te warstwy były ułożone poziomo.

TABLICA IV



A. Wapień krynoidowy z Richmond w Yorkshire.



B. Ryby kopalne z piaskowca Karroo w Afryce Południowej.



C. Skamieniałości morskie w wapieniu alpejskim.

Pomimo że wapień ten pochodzi z Alp, obecność w nim skamieniałych muszeł morskich świadczy o tem, iż utworzył się on na dnie morza.

o godzinę odpowiada różnicy w długości o 15° . Jeżeli czas miejscowy spóźnia się w stosunku do czasu Greenwich, będzie to długość zachodnia, jeżeli się śpieszy — wschodnia. Każdy stopień długości robi cztery minuty różnicy w czasie.

Sprawa wyznaczenia długości miejsca na morzu sprowadza się przeto jedynie do zaobserwowania czasu miejscowego i porównania go z czasem Greenwich. Czas miejscowy da nam sekstant, gdyż kiedy słońce jest najwyżej, musi być, oczywiście, w danym miejscu południe, a rzut oka na chronometr, wskazujący czas Greenwich, pozwoli nam obliczyć różnicę. Oznaczanie położenia statku na morzu zależy w dużej mierze od znajomości dokładnego czasu Greenwich. Pod tym względem sygnały radjowe oddają nieocenione usługi. Dzisiaj statki posiadają odbiorniki radjowe i mogą odbierać sygnały czasu, wysyłane przez wieżę Eiffla i inne stacje. Korzystają z nich dla sprawdzania i regulowania chronometrów.

Na powierzchni ziemi istnieją jeszcze dwie pary wyobraźalnych kół, o których wypada tu wspomnieć. Koła biegunowe są wyobraźalnemi kołami równoległemi do równika i oddalonymi o $23\frac{1}{2}^\circ$ od biegunów. Są dwa koła biegunowe: północne i południowe. Obszary zawarte wewnątrz tych kół nazywają się pasami zimnemi. Każda miejscowość, leżąca w obrębie tych pasów, posiada w roku przynajmniej jeden dwudziestoczerogodzinny dzień i przynajmniej jedną równą długości noc. Na biegunach zarówno dzień, jak i noc, trwają po 6 miesięcy.

Zwrotnikami nazywamy dwa wyobraźalne koła, równoległe do równika i oddalone od niego o $23\frac{1}{2}^\circ$ ku północy i południowi. Nazwa ich pochodzi od wyrazu „zwrot“, ponieważ są one pozornie zwrotnemi punktami na drodze słońca. Na półkuli północnej słońce w południe najdłuższego dnia roku znajduje się w zenicie na zwrotniku północnym. Tej doby słońce nie zachodzi wcale w obrębie całego północnego koła biegunowego. Zwrotnik północny

nazywa się zwrotnikiem Raka, odpowiadający zaś mu zwrotnik na półkuli południowej — zwrotnikiem Koziorożca. Gdy w południe najdłuższego dnia letniego słońce znajduje się w zenicie na zwrotniku Koziorożca, w obrębie całego południowego koła biegunowego trwa nieprzerwany, dwudziestoczworgodzinny dzień. Przeciwnie, w obrębie północnego koła biegunowego tej doby noc trwa dwadzieścia cztery godziny. Ponieważ koła biegunowe są oddalone o $23\frac{1}{2}^\circ$ od biegunów, a zwrotniki na taką samą ilość stopni od równika, odległość między zwrotnikami a kołami biegunowymi wynosi:

$$90^\circ - (2 \times 23\frac{1}{2}) = 90^\circ - 47^\circ = 43^\circ.$$

6. Masa i gęstość ziemi.

Masą pewnego ciała nazywamy ilość materji w niem zawartej. Wyrażamy ją w funtach, kilogramach i t. p. W pracowni łatwo możemy określić masę niewielkiego przedmiotu, ważąc go na wadze. Gdy mamy do czynienia z większą ilością materji, np. z materiałem skalnym, pochodzącym z wykopu kolejowego lub tunelu, uciekamy się do innego sposobu określania masy. Obrachowujemy wtedy objętość materiału i oznaczamy jego średnią gęstość. Przez pomnożenie otrzymanych liczb otrzymujemy poszukiwaną masę.

Do określenia masy ziemi żaden z tych sposobów nie da się zastosować. Natomiast zadanie daje się rozwiązać, jeżeli wiemy, jak wielkie jest przyciąganie, wywierane przez ziemię na pewne ciało, w porównaniu z przyciąganiem tego ciała przez inne, o znanej masie i ze znanej odległości. Jedną z najprostszych metod stosowania tej zasady do określenia masy ziemi była metoda von Jolly'ego, zastosowana po raz pierwszy w 1881 r. w Monachjum. Przy pomocy specjalnie zbudowanej wagi, oraz używając mas o znanem przyciąganiu, znalazł on, że masa ziemi wynosi 6.15×10^{27} gr. Ta wartość, jak się okazało później, była

o jakie 2% zbyt wielką. Obecnie przyjmujemy, że średnia masa ziemi wynosi: $(5.974 \pm 0.005) \times 10^{27}$ gr.

Pierwszą próbę określenia gęstości, a stąd i masy ziemi wykonał w 1753 r. Pierre Bouguer (1698—1758). Do pomiaru używał on teodolitu, lunety i pionu, lecz mimo wszystko udało mu się tylko udowodnić, że góra wywiera wpływ przyciągający na pion zawieszony w pobliżu. Bouguer wykonywał swe doświadczenie na górze Chimborazo w Andach, pracując na wysokości 6000 m. i znosząc niewypowiedziane cierpienia z powodu zimna. Jego wytrwałość i wysiłki, aczkolwiek nie były uwieńczone pożądanym wynikiem, uutorowały drogę Nevil Maskelyne'owi (1732—1811), który w 1772 r. przedstawił Królewskiemu Towarzystwu Astronomicznemu konieczność powtórzenia w Wielkiej Brytanji doświadczenia Bouguera z zastosowaniem możliwej dokładności badania.

Już w następnym roku wysłano Karola Masona z poleceniem objechania Szkocji i znalezienia góry nadającej się do przeprowadzenia doświadczenia. Miał on również polecenie zwrócić uwagę na najważniejsze wzgórza Anglji leżące na szlaku jego podróży. Ze spostrzeżeń Masona wynikało, że w Anglji:

„niema prawie ani jednego wzgórza nadającego się do tego celu... gdyż albo nie są one dostatecznie wysokie, albo nie są dostatecznie oddalone od innych wzgórz, albo, wreszcie, są wydłużone w nieodpowiednim kierunku, zbyt południkowym, zamiast równoleżnikowego, co jest konieczne, aby wzgórze danej wysokości wykazywało maximum przyciągania.“

Po dokładnem rozważeniu postanowiono doświadczenie wykonać:

na wzgórzu w Pertshire, prawie w środku Szkocji, zwanem przez... okolicznych mieszkańców Schiehallion, co znaczy Ciągła Burza.

Przedewszystkiem obrano dwie stacje położone—jedna na północ, a druga na południe od góry, i oznaczono sze-

rokość geograficzną obydwóch stacyj na podstawie obserwacji gwiazd. Następnie wykonano pomiar topograficzny wzgórza i znaleziono metodą trygonometryczną odległość między obiema stacjami. Pomiędzy szerokością otrzymaną na podstawie obserwacji astronomicznych a szerokością wynikającą z obliczeń triangulacyjnych powinna być pewna różnica, pochodząca stąd, że góra odciąga pion ku południowi, gdy obserwację czyni się na północnej stacji, i ku północy, gdy obserwacja jest dokonywana na południe od góry.

W wyniku obserwacji Maskelyne'a, wykonanych w 1774—5 r., okazało się, że odległość między stacjami wynosiła 1.329.909 m., co odpowiada łukowi południka 54.2 sek. Z obserwacji astronomicznych wynikało atoli, że łuk ten powinien wynosić tylko 42.94 sek. Różnica przeto 11.26 sek. przedstawia podwójną wartość kąta, o który pion odchyła się od położenia prostopadłego dzięki przyciąganiu masy góry. Całe doświadczenie polegało na bezpośrednim porównaniu siły przyciągania ziemi z siłą przyciągania góry. Ciężar ziemi można więc było obliczyć w stosunku do ciężaru góry, o ile ten był znany na podstawie pomiaru topograficznego.

Maskelyne nie czekał na wyniki dokładnych obliczeń masy góry, lecz przyjął, że gęstość materiału, z którego składa się góra, jest taka sama, jak przeciętna gęstość materiału na powierzchni ziemi. Przyjmując tę gęstość na 2.5, przyszedł on do wniosku, że:

„cała ilość materji składającej ziemię jest.. około pięciu razy większa, niż byłaby wtedy, gdyby ziemia składała się całkowicie z wody. Tak znaczna gęstość wnętrza ziemi, wynikająca z doświadczenia, przeczy poglądom niektórych uczonych utrzymujących, że ziemia składa się tylko z materjalnej powłoki nakształt sklepienia, wewnątrz której znajduje się olbrzymia pustka.“

Chociaż metoda Maskelyne'a nie dorównywa dokładnością późniejszym metodom laboratoryjnym, wyniki

zapomocą niej osiągnięte niewiele się różnią od wyników otrzymanych zapomocą najlepszych metod późniejszych czasów. Jak już nadmieniliśmy powyżej, masę ziemi obecnie określamy na $(5.974 \pm 0.005) \times 10^{27}$ grm.

Gęstością ciała nazywamy masę jednostki jego objętości. Porównywa się ją zwykle z jednostką objętości czystej wody o temperaturze 4° C. Ciężarem właściwym ciała nazywamy stosunek ciężaru tego ciała do ciężaru wody w tej samej objętości. Naprzykład, jeżeli kula z ołowiu waży 11.2 razy więcej niż taka sama kula z wody, to ciężar właściwy ołowiu wynosi 11.2. Ponieważ ziemia, jako całość, posiada masę prawie dwa razy mniejszą niż odpowiedniej wielkości kula ołowiana, więc jej ciężar właściwy wynosi 5.5; to jest masa ziemi jest 5.5 razy większa, niż byłaby masa równej wielkości kuli, napełnionej wodą.

Gdyby ziemia była olbrzymią kulą, składającą się z wody, waga jej wynosiłaby $4.107.000.000 \times 260.000.000.000$ tonn. Ale ziemia nie składa się z wody, więc żeby otrzymać jej ciężar rzeczywisty, musimy powyższą liczbę pomnożyć przez 5.5, ponieważ ziemia jest 5.5 razy cięższa. Otrzymujemy oszałamiającą liczbę sześciu tysięcy tryljonów tonn (cyfra 6 z dwudziestu jeden zerami). Ciężar wyrażony w tonnach nie ma jednak znaczenia dla celów astronomicznych, ponieważ tona jest jedynie miarą siły przyciągania ziemi na jej powierzchni. Astronom chce wiedzieć, jakie jest grawitacyjne przyciąganie masy ziemi w porównaniu z przyciąganiem innych ciał niebieskich, i to daje się obrachować bez zbytnich trudności.

DZIWIY SKAŁ

1. Ciepłota ziemi.

Oprócz milionów gwiazd, o czym pisaliśmy w poprzednim rozdziale, widać na niebie tysiące mgławic różnych kształtów i wielkości, znajdujących się na tak olbrzymich odległościach od nas, że nawet najmniejsza z tych mgławic musi przekraczać swoim ogromem wszelkie wyobrażenie. Kant i później Laplace wyrazili przypuszczenie, że nasz układ słoneczny powstał przez oziębienie i kurczenie się wielkiej spiralnej mgławicy. Wskutek szybkiego ruchu wirowego odrywały się od niej pierścienie, które zczasem rozpadły się na planety. Późniejsze odkrycia pozwalają przypuszczać, że układ słoneczny mógł również powstać z małej spiralnej mgławicy, naskutek potężnych przypływów, wywołanych w niej zbliżeniem się jakiejś gwiazdy, lub zderzeniem dwóch gwiazd.

Wiadomo nam jedynie, że, niezależnie od tego, w jaki sposób ziemia powstała, wyglądała ona w dalekiej przeszłości zupełnie inaczej niż obecnie. Z charakteru niektórych skał wchodzących w skład skorupy ziemskiej wnioskujemy, że utworzyły się one pod wpływem wysokiej temperatury, i w pewnym okresie istnienia ziemi znajdowały się w stanie płynnym. Być może, jeszcze dawniej skały te istniały w stanie gazowym, ale co do tego, to żadnych wskazówek nie posiadamy. Rozpalona masa ziemi ochładzała się, najwidoczniej, stopniowo, ze skroplonej zaś pary wodnej utworzyły się oceany.

Nawet dzisiaj niewiele wiemy o stanie wnętrza ziemi. Nasze obserwacje z musu ograniczają się tylko do jej zewnętrznej powłoki, a o wnętrzu ziemi wiemy bardzo mało. Najgłębszy otwór świdrowy (2365 m), wywiercony

dotychczas, w porównaniu z wymiarami ziemi, jest tylko jakby drobnem zadraśnięciem powłoki wielkiej piłki. Największa głębia oceanu (około 10 km) i najwyższy szczyt górski (około 9 km), wynoszące łącznie, powiedzmy, nawet 20 km, stanowią zaledwie drobny ułamek promienia ziemi, mającego przeszło sześć tysięcy kilometrów długości. Odpowiadałoby to wgłębieniu 12 mm na powierzchni piłki o średnicy ośmiu metrów.

Ciężar właściwy skał tworzących skorupę ziemską waha się od 1.8 (gлина) do 3.0 (bazalt). Średnia gęstość skał występujących na powierzchni ziemi nie przekracza 2.5—3-krotnej gęstości wody. W rozdziale poprzednim widzieliśmy jednak, że gęstość ziemi, branej jako całość, jest około 5.5 razy większa od gęstości wody. Wynika z tego, że jądro ziemi musi mieć znacznie większą gęstość, niż jej skorupa. Wnętrze ziemi musi być bądź bardziej ściśnięte, bądź składać się z cięższych materiałów, np. metali. Gęstość bowiem wszystkich znanych nam ciał zwiększa się pod wpływem ciśnienia, a że na głębokości 160 km ciśnienie wynosi już przeszło 300 tonn na cal kwadratowy, można przypuszczać, że na wielkich głębokościach ciśnienie jest przyczyną zwiększenia się gęstości. Obecnie jednak zarzucono teorię, głoszącą, że wewnątrz ziemi jest silnie ściśnięte. Przypuszczamy raczej, że wysoka gęstość jądra ziemi jest spowodowana obecnością w jej wnętrzu ciężkich metali, prawdopodobnie żelaza, lub żelaza i niklu. Badania seismograficzne wykazują, że ziemia składa się z zewnętrznej powłoki grubości około 30—40 kilometrów, głębiej zaś leży jednorodna warstwa znacznej grubości, prawdopodobnie do 3000 km, otaczająca właściwe jądro, znajdujące się zapewne w stanie plastycznym lub nawet płynnym (patrz str. 82).

Meteoryty, spadające na ziemię w olbrzymich ilościach, dają nam pewne wskazówki co do charakteru materiału istniejącego w przestrzeni. Meteoryty bywają dwóch rodzajów: 1° składające się z metalicznego żelaza,

zawierającego 7—10% niklu, oraz 2° składające się z krzemianów, jak oliwin lub bronzyt, spotykane w niektórych skałach skorupy ziemskiej. W żadnym z meteorytów nie znaleziono dotychczas pierwiastka, któryby nie znajdował się na ziemi. Jednakowy skład chemiczny wszystkich meteorytów pozwala przypuszczać, że są one szczątkami jakiegoś członka układu słonecznego, rozbitego na części skutkiem eksplozji. Jednak co do tego, to zupełnej pewności nie mamy. Zwraca uwagę fakt, że ilościowo meteoryty żelazne przeważają nad kamiennymi. Ogólna waga wszystkich meteorytów żelaznych znanych do 1932 r. wynosiła 263 tonn, wobec 12¼ tonn meteorytów kamiennych. Wydaje się przeto, że ciało, z którego rozbicia powstały meteoryty, składało się w przeważnej części z żelaza. Stąd zaś wniosek; że i w budowie ziemi żelazo gra dominującą rolę.

„Ponieważ ziemia ma w przybliżeniu kształt kulisty“, mówi prof. J. W. Gregory,

„możemy uważać ją za olbrzymi pocisk, pędzący z szaloną szybkością w przestrzeni. Pocisk ten składa się głównie ze skorupy żelaznej, hartowanej, jak to bywa we współczesnych pociskach artyleryjskich, pewną domieszką niklu. Możemy przeto uważać ziemię za olbrzymią kulę armatnią, jeśli nie za maszynę. Ziemia nie posiada samostnej kierującej i pędnej siły, jak torpeda, lecz może wypełniać swe główne zadanie zadowalania zmiennych potrzeb człowieka z tak zadziwiającą zdolnością przystosowania się, że niemal podpada pod definicję maszyny.“¹

Temperatura wnętrza ziemi musi być stosunkowo wysoka, lecz nie mamy dowodów na to, aby była ona wyższa od kilku, powiedzmy, dziewięciu tysięcy stopni. Taką temperaturę możemy otrzymać drogą sztuczną w laboratorium. Spuszczając się szybem kopalnianym w głąb ziemi, zauważamy, że temperatura wzrasta w miarę zwiększa-

¹ Siedemnasty odczyt Tomasza Hawksley'a, wygłoszony w Instytucie Inżynierów Mechaników 7 listopada 1930 r.

TABLICA V



A. Paproć kopalna.

Wyraźnie widać doskonale zachowane szczegóły budowy liści.



B. Odciski kropeł deszczowych na piaskowcu.



A. Kopalny szkielet ichtjozaura, czyli wielkiego „rybo-jaszczura”.
Niektóre z tych przedhistorycznych gadów morskich osiągały 12 metrów długości.



B. Tak wyglądał dypłodok.
Niektóre z tych olbrzymich stworzeń miały 25 metrów długości.

nia się głębokości. Znaczne gorąco, panujące na dnie głębszych kopalń, w dużym stopniu utrudnia pracę górników.

Kilka lat temu w poszukiwaniu węgla wykonano kosztem 400.000 zł. otwór wiertniczy w Schladebach, o 25 km od Lipska. W tym czasie był to najgłębszy otwór świdrowy na ziemi.¹ Wiercenie otworu rozpoczęło sześciocalową koronką diamentową, a później głębiono go stopniowo mniejszemi koronkami, tak, że średnica dna otworu wynosiła tylko pół cala. Otwór osiągnął głębokość 1748 m. W miarę pogłębiania otworu przyśrubowywano do narzędzia wiertniczego coraz to nowe żerdzie żelazne (t. zn. sztangi), aż przy końcu wiercenia waga łączna tych żerdzi sięgała 20 tonn. Wyciąganie narzędzia wiertniczego wraz z żerdziami po ukończeniu wiercenia trwało dziesięć godzin. Wiercenie tego otworu dało możliwość badania temperatury głębszych warstw skorupy ziemskiej. W tym celu opuszczano w otwór specjalnie zbudowany termometr i notowano temperaturę co 30 metrów. Okazało się, że temperatura wzrasta równomiernie o 1° C na każde 35.7 m.

Najgłębszą kopalnią świata jest kopalnia złota St. John del Rey w Brazylii. Dno tej kopalni, po stuletniej eksploatacji, leży obecnie na głębokości 2050 m pod powierzchnią.² Na tej głębokości temperatura jest nie do znie-

¹ W owym czasie, i doniedawna, najgłębszym otworem wiertniczym był otwór w Paruszowicach na Śląsku, który osiągnął głębokość przeszło 2.000 m. Obecnie prześcignęły go niektóre otwory amerykańskie (przyp. tłumacza).

² Pomimo tej głębokości dno kopalni St. John del Rey nie jest punktem najbliższym środka ziemi, osiągniętym przez człowieka. Kopalnia bowiem znajduje się w górach i wskutek tego szyb jej nie sięgnął tak głęboko pod poziom morza, jak szyb kopalni Calumet i Hekla w Stanie Michigan U. S. A. Aczkolwiek głębokość tych kopalń wynosi tylko 1830 m, schodzą one o jakie 1200 m pod poziom morza. Jak dotychczas, jest to najgłębszy punkt najbliższy środka ziemi, do którego człowiek dotarł.

sienia, i praca górników możliwa tylko dlatego, że bezustannie tłoczy się chłodne powietrze z powierzchni na dno szybu. Najgłębszym otworem wiertniczym wykonanym dotychczas jest otwór w Pensylwanji, niedaleko Ligonier. Otwór ten wiercono do głębokości 2365 m w poszukiwaniu ropy naftowej, ale bezskutecznie. Natomiast podobny otwór w Kalifornji natrafił na ropę na głębokości 2315 m. Jest to dotychczas najgłębszy otwór produkcyjny, i pomiar temperatury w tym otworze, wykonany podczas wiercenia, wykazał, że wzrasta ona średnio o blisko 1°C na każde 16 metrów. W Wyoming w Stanach Zjednoczonych temperatura wzrasta z głębokością tak szybko, że już na 1067 m osiągamy ciepłość wrzenia wody, t. j. 100°C . Słynny Yellowstone Park ze swemi gorącemi źródłami i gejzerami (patrz str. 170) leży w stanie Wyoming, nic przeto dziwnego, że spotykamy tu tak nienormalne stosunki, jak wzrost temperatury o 1°C na każde 12 m.

Zauważmy, jak niepozornie wyglądają głębokości naszych otworów świdrowych w porównaniu z naturalnemi przeciętnemi głębiami oceanów: Atlantyku o 3960 m głębokości lub Pacyfiku o 4570 m. Porównanie tych liczb uprzytamnia nam, że człowiek może jedynie lekko zadraśnąć powierzchnię ziemi.

Nie mamy zupełnie możności przekonania się, czy zaobserwowany na powierzchni wzrost temperatury z głębokością trwa dalej w głąb. Przy wzroście 1°C na 33 m już na głębokości 65 km temperatura byłaby dostatecznie wysoka, aby stopić wszelkie minerały. Gdyby temperatura wzrastała w tym stosunku, jak obserwujemy w głębokich kopalniach, ciepłota środka ziemi wynosiłaby około 200.000°C .¹ Nie mamy jednak na to żadnych dowodów. „Niema żadnego dowodu geologicznego“, mówi prof. Gre-

¹ W porównaniu z temperaturą gwiazd byłaby to temperatura stosunkowo niska, gdyż ciepłotę niektórych gwiazd oceniają na blisko $35.000.000^{\circ}\text{C}$.

gory, „aby jądro ziemi miało wyższą temperaturę niż kilka tysięcy stopni.“

2. Wiek ziemi.

Według arcybiskupa Usshera (1581—1656), który pierwszy próbował ustalić chronologję biblijną, świat został stworzony w 4004 roku przed Narodzeniem Chrystusa. Tak niedawna data stworzenia świata nie da się utrzymać wobec dzisiejszych zdobyczy wiedzy; wiemy przecie, że w tym mniej więcej czasie w Egipcie już od setek lat istniała cywilizacja.

Usiłowano oznaczyć wiek ziemi zapomocą metod astronomicznych, geologicznych i fizycznych. Najdawniejsze próby opierały się na określeniu szybkości ostygnięcia ziemi, lecz, z powodu braku dostatecznych danych, wyniki były niezadowolające. Próbowano wtedy rozwiązać problemat inaczej, a mianowicie określając wiek słońca. Lord Kelvin, wychodząc z założenia, że kurczenie się słońca podtrzymuje promieniowanie ciepła słonecznego, obliczył, że wiek słońca należy ocenić na 20.000.000 lat. Wiek ziemi byłby w przybliżeniu taki sam. Dla geologów jest to okres czasu zbyt krótki. Znacznie więcej musiało upłynąć czasu, aby mogły powstać niektóre skały, biorące udział w budowie skorupy ziemskiej. Metoda geologiczna polega na mierzeniu grubości formacyj skalnych i obliczaniu, ile czasu trzeba było na ich utworzenie, zakładając, że szybkość osadzania się tych skał była taka sama, jak podobnych skał, tworzących się obecnie. Okazało się, że gdyby szybkość osadzania się tych skał wynosiła około 30 cm na sto lat, to, przy grubości skał osadowych, wynoszącej co najmniej 100.000 metrów, należałoby ziemi przypisać wiek około 30.000.000 lat.

Trzeci sposób obliczenia jest oparty na pomiarze zawartości soli w morzach. Zanim ziemia ostygła w dostatecznym stopniu, aby umożliwić utworzenie się oceanów, była ona otoczona gęstą atmosferą, zawierającą w sobie

wszystką wodę w postaci pary. W miarę ostygnięcia ziemi ta para skraplała się w wodę, która wypełniła zagłębienia, tworząc oceany pierwotne, zawierające wodę słodką. Woda ta parowała, była przenoszona ponad lądy w postaci chmur i spadała na nie jako deszcz. Spływając po powierzchni lądów, rozpuszczała ona drobne ilości substancyj mineralnych, głównie soli kuchennej, i znosiła je do morza. Ten proces parowania i skraplania wody trwał miliony lat, wskutek czego zawartość soli w wodzie morskiej bezustannie zwiększała się. Droga obliczenia zawartości soli w dzisiejszych morzach oraz ilości soli znoszonej każdorocznie przez rzeki można ocenić wiek ziemi co najmniej na kilka milionów lat.

Astronomowie usiłowali rozwiązać problemat wieku ziemi zapomocą obliczeń współśrodkowości orbity planety Merkurego, a również na podstawie teorii przyływowej powstania księżyca.

W ostatnich latach przybyła pomoc ze strony fizyków, którzy obecnie mają w tej mierze daleko więcej do powiedzenia, niż przed powstaniem nauki o radioaktywności. Aczkolwiek na pierwszy rzut oka wydaje się, że promieniotwórczość radu jest trwała, dokładne pomiary wykazują, że rad rozkłada się i stopniowo przemienia w inne ciało z taką szybkością, że po upływie około 1.600 lat tylko połowa pierwotnej substancji jest radem, druga zaś połowa — produktem rozpadu, nieposiadającym już własności tego pierwiastka. Zapomocą dokładnych pomiarów można określić „wiek“ ciała, składającego się z radu i produktów jego przemiany. Są również i inne ciała, zachowujące się w podobny sposób i znane pod ogólną nazwą ciał radioaktywnych. „Okres półwartościowy“, to jest ilość czasu niezbędna na to, aby powstała mieszanina, składająca się w połowie z ciała radioaktywnego, a w połowie z produktów jego przemiany, waha się w szerokich granicach, w zależności od rodzaju ciała. Jednym z takich ciał jest uran, którego atomy wskutek rozpadu wkońcu przechodzą w ato-

my ołowiu. Uran w różnych skałach znajduje się zawsze w większej ilości, niż towarzyszące mu produkty przemiany, z czego wnosimy, że uran nie jest w tych skałach ponad — 4.500.000.000 lat. Stosunek ilości uranu do jego rozpadowych produktów przemawia za tem, że okres pobytu uranu w skałach trwał około 1.500.000.000 lat. Innem ciałem radjoaktywnem jest tor, z którego pomiarów otrzymujemy podobną liczbę. Z faktów tych wnioskujemy, że skorupa ziemi zestaliła się co najmniej 1.500.000.000 lat temu. Zanim jednak związki, tworzące skorupę ziemi, ostygły do tego stopnia, aby umożliwić zestalenie, musiał upłynąć długi okres czasu, który należy dodać do podanej powyżej liczby, aby uzyskać wiek ziemi. Skądinąd zaś, z badań prof. Rutherforda nad uranem i jego izotopem aktynowanem, wypływa, że wiek ziemi w żadnym razie nie przekracza 3.400.000.000 lat.

Z pomiarów zawartości ołowiu w pewnych minerałach również można określić wiek tych minerałów. Ołów, zawarty w blendzie smolistej z Morogoro w Afryce Wschodniej, należy całkowicie do typu ołowiu, powstającego jako ostateczny produkt rozpadu uranu. Zwykłego ołowiu ta blenda zupełnie nie zawiera. Szybkość przemiany uranu w ołów została oznaczona dokładnie, i okazało się, że trzeba było 700.000.000 lat, aby wytworzył się taki stosunek ilościowy ołowiu do uranu, jaki napotykamy w blendzie z Morogoro. Jeżeli przeto ruda ta zawierała pierwotnie tylko uran, co jest rzeczą prawdopodobną, wiek jej należałoby określić na 700.000.000 lat. W podobny sposób norweskiemu minerałowi — brogierytowi należałoby przypisać wiek 950.000.000 lat. Z dotychczas zbadanych minerałów „najmłodszy“ ma 320.000.000 lat, „najstarszy“ zaś, pewien minerał z Madagaskaru — 1.500.000.000 lat!

Przemianie uranu w rad G, jak nazywają ten rodzaj ołowiu pochodzący z rozpadu, towarzyszy wydzielanie się helu. Gaz ten całkowicie pozostaje w mineralu, z którego możemy go otrzymać przez rozdrobnienie i stopienie tego

minerału. Zdobywamy w ten sposób drugą metodę oznaczania wieku minerału, ponieważ z badań laboratoryjnych znana jest nam szybkość wydzielania się helu z uranu. Niestety, wyniki nie mogą być ściśle, gdyż jest rzeczą zupełnie możliwą, że pewna ilość helu ulotniła się w ciągu milionów lat istnienia minerału, a ponadto część helu mogła zniknąć podczas wydobywania minerału z ziemi, jego rozdrabniania i stapiania. Wiek minerałów, oznaczony tą metodą, waha się w granicach 8.000.000—700.000.000 lat, a, zważywszy na możliwe straty helu, musi być nawet większy. Musimy, pozatem, pamiętać, że minerały nie mogły powstać dotąd, dopóki powłoka ziemi, po oderwaniu się od słońca, nie ochłodziła się do tego stopnia, aby wytworzyć stałą skorupę.

Z powyższych wywodów wynika, że skorupa ziemi ma przynajmniej 1.500.000.000 lat, a ziemia, jako całość, musi być znacznie starsza. Ustalenie wzajemnych stosunków ilościowych uranu, toru i ołowiu w składzie skorupy ziemskiej otwiera nowe drogi badania. Prowadzą one do wniosku, że, jeżeli cała ilość istniejącego ołowiu powstała z uranu i toru, maksymalna liczba, jaką należałoby przypisać wiekowi ziemi, byłaby 8.000.000.000 lat.

3. Czego uczą nas skały.

Wśród różnych skał, tworzących skorupę ziemską, wyodrębniamy trzy główne rodzaje. Są to: 1) skały ogniove, 2) skały osadowe i 3) skały metamorficzne.

1) Skały ogniove, jak ich nazwa wskazuje, powstały z materiału znajdującego się pierwotnie w stanie ognistociekłym. Początkowo, oczywiście, wszystkie skały były pochodzenia ogniowego, stanowiąc produkty ostygnięcia roztopionej masy ziemi. Skały ogniove, zwykle mają budowę krystaliczną, ponieważ podczas ostygnięcia minerały, z których się one składają, przeważnie hornblenda, kwarc, skalenie i mika, krystalizowały się we właściwych sobie

postaciach. Gdy ostyganie odbywało się powoli, powstawały duże kryształy, w razie przeciwnym — małe. Najpospolitszym minerałem skał ogniowych jest kwarc. Obok skalenia i miki stanowi on główną składową część granitu.

Skały ogniowe dzielą się na plutoniczne i wulkaniczne. Skałami plutonicznymi, których nazwa pochodzi od Plutona, greckiego boga podziemi, nazywamy takie, które zastygły na znacznych głębokościach pod powierzchnią ziemi. Skały wulkaniczne, zawdzięczające swą nazwę Wulkanowi, bogowi ognia, utworzyły się w pobliżu powierzchni ziemi, bądź też pod działaniem sił wulkanicznych wylały się na nią przez otwór powstały w skorupie ziemskiej. Przykładem skał plutonicznych jest granit, skał zaś wulkanicznych — bazalt. To, że obecnie granit może się znajdować w pobliżu powierzchni ziemi (tabl. XVIII), nie świadczy bynajmniej o tem, że jest on młodszy od skał wulkanicznych. W takim wypadku powstał on w głębi przez ostyganie ciekłych mas, później zaś został wydźwignięty ruchami skorupy ziemskiej, wreszcie — odsłonięty na powierzchni przez zniszczenie i usunięcie innych skał, pokrywających go. Skały plutoniczne składają się niemal całkowicie z gęsto skupionych kryształów, ponieważ na znacznych głębokościach, gdzie powstawały, pierwotna roztopiona masa stygła powoli. Skały wulkaniczne składają się częściowo z kryształów, częściowo zaś z rodzaju szkła, gdyż przy szybkim ich ostyganii roztopiona masa nie zdążyła w całości się wykryształizować. W niektórych przypadkach masa ta ostygła tak szybko, że skały te niemal całkowicie składają się ze szkła.

2) Skały osadowe powstały z osadów, zniesionych z lądów przez wodę. Nazywamy te skały tak dlatego, że powstały one z cząstek, które osiadły na dnie mórz. Czasem zowią je również skałami uwarstwionymi, gdyż są ułożone warstwami. Te poziome warstwy skalne widać doskonale na tabl. XIV, XV A i na kilku innych rycinach tej książki.

Skały osadowe utworzyły się bądź ze zniesionych z lą-

dów okruchów skał istniejących poprzednio (tabl. III A), bądź ze szczątków istot żyjących, które opadły na dno oceanów, wytwarzając tam warstwę skalną. Czasem cząstki tworzące osad są spojone różnemi ciałami mineralnemi, które albo utworzyły się w tym samym czasie, albo zostały wprowadzone później krążeniem wód. Naprzykład obtoczone ziarna piasku w piaskowcach są spojone węglanem



Rys. 10. — Otwornic.

wapnia, tlenkami żelaza lub innemi podobnemi ciałami. Bywa, że własności chemiczne spajającej substancji (t. zw. lepiszcza) nadają określoną barwę skale. Stąd piaskowce bywają żółte, brunatne, czerwone, a nawet zielone.

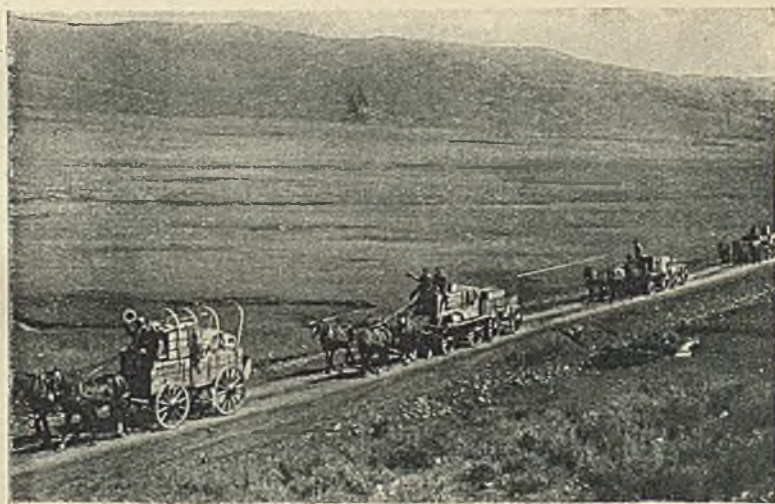
Nadmieniliśmy powyżej, że skały osadowe mogą powstać z nagromadzenia szczątków organizmów zwierzę-

cych lub roślinnych. Wapień powstał ze szczątków zwierząt, niegdyś żyjących w morzu. Pewna odmiana wapienia utworzyła się ze szczątków koralu. Duże kolonje drobnych osobników koralu przytwierdzają się do skał podwodnych i z ciał rozpuszczonych w wodzie morskiej wytwarzają twarde szkielety, które z kolei stają się później fundamentami, na których budują się inne koralce. Z biegiem czasu powstaje lita skała, czyli rafa koralowa, w której zarzysy poszczególnych szkieletów koralu ulegają zatarciu wskutek osadzania się węglanu wapnia z wody morskiej we wszystkich szczelinach. Kreda, będąca również odmianą wapienia, składa się przeważnie ze szczątków drobnych zwierząt, zwanych otwornicami (Foraminifera) (rys. 10). Najlepszym

TABLICA VII



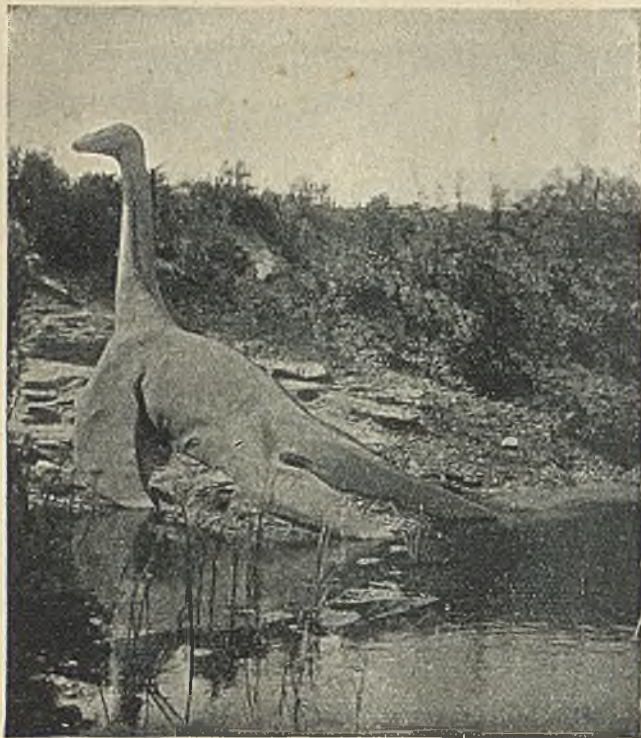
A. Olbrzymie kości dinozaura, jak je znaleziono w kamieniołomie w Utah U. S. A.



B. Część długiej karawany, przewożącej czterdzieści tonn kopalnych kości dinozaurów do Salt Lake City, U. S. A.

Zdjęcia: „Compressed Air Magazine“.

TABLICA VIII



A. Plezjozaur.

Ten gad przedhistoryczny czasem dochodził do 25 metrów długości.



B. Iguanodon.

W Europie znaleziono liczne szczątki tego przedhistorycznego zwierzęcia.

przykładem skały osadowej pochodzenia roślinnego jest węgiel, powstały ze szczątków niegdyś istniejących olbrzymich drzew.

3) Do trzeciej grupy skał, zwanych metamorficznymi, należą skały powstałe pod działaniem wysokiej temperatury i ciśnienia. Nazwa pochodzi od słów greckich *meta* (zmiana) i *morphe* (forma). Skały te pierwotnie były pochodzenia ogniowego lub osadowego, lecz następnie podległy działaniu tak wysokiej temperatury lub ciśnienia, że zatraciły swoiste cechy i uległy zupełnej zmianie. W ten sposób z granitu powstał gnejs, z piaskowca — kwarcyt, z wapienia — marmur, z łupków ilastych — łupki krystaliczne. Gnejsy i łupki krystaliczne wykazują uwarstwienie. Skały metamorficzne znane są w różnych miejscach świata. [W Polsce występują one w Tatrach, południowo-wschodnich Karpatach, na Wołyniu¹.]

Gdyby warstwy skalne, tworzące skorupę ziemi, nie ulegały później żadnym zaburzeniom, najstarsze skały znajdowałyby się na dole, najmłodsze zaś — na górze. Pierwotny jednak porządek ułożenia skał uległ zmianom wskutek ruchów skorupy ziemskiej, wskutek denudacji lub innych przyczyn. W wielu miejscach stare skały zostały wydzwignięte na powierzchnię ruchami tak wolnymi, że niedającymi się dostrzec. Ruchy te jednak w innych przypadkach mogły być nagłe i gwałtowne.

Niejednokrotnie ruchy te wychyliły skały osadowe z ich pierwotnego, poziomego ułożenia w ten sposób, że leżą one dzisiaj pod pewnym kątem do poziomu. Kąt ten, pod którym skała jest nachylona do poziomu, nosi nazwę „upadu“. Kiedy indziej ciśnienie, spowodowane ruchami skorupy ziemskiej, było tak znaczne, że skały zostały pogięte w fałdy, świadcząc tem o olbrzymiej sile ciśnienia (tabl.

¹ Ustępy w klamrach ([]) w całej książce są dodane przez tłumacza. Uwzględniają one stosunki i fakty, zachodzące w naszym kraju.

III B). W tych przypadkach wyniesione części fałd zowiemy siodłami lub antyklinami (z greckiego anti — przeciw i klino — opieram się), zagłębione zaś — nieckami lub synklinami (z greckiego syn — razem i klino — opieram się). Przykłady pofałdowanych skał można znaleźć w wielu miejscach różnych krajów. [W Polsce najwybitniej występują zjawiska fałdowania skał w Tatrach i Karpatach — górach fałdowych. Piękne i liczne przykłady siodła i niecki znajdujemy w górach Świętokrzyskich, stanowiących również stare góry fałdowe, w Zagłębiu Węglowem, w Krakowskiem i w wielu innych miejscach. Nawet pozornie zupełnie równe lub zlekka faliste części kraju są w rzeczywistości dawnymi siodłami i łękami, zniszczonemi i zrównanemi działalnością czynników niszczących: wody, powietrza i t. p.]

Jeżeli charakter skały nie pozwalał na fałdowanie się, pękała ona pod ciśnieniem ruchów skorupy ziemskiej. Te spękania noszą nazwę uskoków. [Uskoki również są polspolite i w Polsce znajdujemy je w wielu miejscach.]

Pomimo tych wszystkich zmian w ułożeniu skał, możemy zawsze wiedzieć, w jakim okresie one się wytworzyły, na podstawie zawartych w nich skamieniałości. Już Leonardo da Vinci (1452—1519) zdawał sobie sprawę z natury skamieniałości, lecz właściwie dopiero w końcu osiemnastego wieku zabrano się do studjów nad skamieniałościami i oceniono należycie ich znaczenie. Zauważono mianowicie, że każdej warstwie są właściwe pewne skamieniałości, że warstwy następują po sobie w pewnym określonym porządku, i że te same skamieniałości znajdują się w odpowiednich skałach w różnych miejscach świata. W ten sposób istnieje możność oznaczenia względnego wieku każdej skały na podstawie znalezionych w niej skamieniałości. Jeżeli te same skamieniałości znajdują się, na przykład, w pewnych wapieniach Anglii i Ameryki, a wapień te zajmują to samo położenie względem innych skał, to, najwidoczniej, istnieje pomiędzy temi wapieniami pewna więź, i można przypuścić, że te dwa osady wytworzyły się jeżeli nie jedno-

częściej, to w każdym razie w niezbyt oddalonych od siebie okresach czasu.

Dzięki temu odkryciu William Smith (1769—1839) wykazał, że skorupa ziemi jest zbudowana w znacznej części z szeregu warstw, osadzonych na dnie mórz i jezior. Jemu również zawdzięczamy spostrzeżenie, że warstwy te zajmują względem siebie zawsze to samo położenie, choć ich grubość w różnych miejscach świata może być różna.

Skamieniałości nie dają nam żadnych podstaw do oceny rzeczywistego wieku skał, przy ich pomocy możemy jedynie oceniać ich wiek względny.

Historję powszechną dzielimy na trzy okresy: starożytny, średniowieczny i nowożytny. Podobnie skały, składające skorupę ziemi, utworzyły się w czasie trwania sześciu wielkich t. zw. er historii ziemi, które z kolei dzielą się na mniejsze jednostki. Są to ery: I. azoiczna, II. eozoiczna, III. paleozoiczna, IV. mezozoiczna, V. cenozoiczna, VI. czwartorzędowa.¹

I. W najstarszych skałach nie znajdujemy ani śladu życia pod jakąkolwiek postacią. Dlatego też nazywamy te skały azoicznymi od greckich wyrazów *a* (nie) i *zoe* (życie). Era azoiczna trwała prawdopodobnie dłużej, niż wszystkie późniejsze ery razem wzięte.

II. W najstarszych skałach następnej ery — eozoicznej (greckie *eos* (zorca) i *zoe* (życie) — spotykamy dopiero ślady pierwszych istot żyjących.

III. W skałach paleozoicznych (greckie *palaios* — dawny), utworzonych w czasie trwania ery paleozoicznej, znajdujemy już obfite ślady wymarłych form roślinnych i zwierzęcych. Niewątpliwie, zarówno w tych, jak i w później utworzonych skałach, niezliczone ilości szczątków istot ży-

¹ Według ogólnie przyjętych zapatrywań epokę czwartorzędową uważamy nie za odrębną erę, lecz jedynie za okres ery cenozoicznej, która w ten sposób składa się z dwóch okresów: trzeciorzędowego i czwartorzędowego. Er zatem jest nie sześć, lecz pięć (przyp. tłum.).

jących uległy zniszczeniu przez olbrzymie ciśnienie, działające na nie w ciągu milionów lat. Szczątki kopalne, zachowane w skałach ery paleozoicznej, świadczą, jak można było oczekiwać, o tem, że pierwotne formy życia posiadały bardziej prostą budowę. Z tych stosunkowo prostych form rozwinęły się zczasem wszystkie wyższe organizmy, nie wyłączając człowieka.

Ere paleozoiczną dzielimy na sześć poddziałów, zwanych okresami, które noszą nazwy następujące:

1) Kambryjski. Nazwa pochodzi od Kambrii, dzisiejszej Walji, gdzie skały, należące do tego okresu, są odsłonięte na dużych przestrzeniach. [W Polsce skały okresu kambryjskiego znajdujemy w górach Świętokrzyskich.]

2) Ordowicki, nazwany tak od Ordowików, szczepu brytyjskiego, który niegdyś zamieszkiwał dzisiejszą północną Walję, w której skały tego wieku są doskonale rozwinięte.

3) Sylurski, nazwany tak na cześć Sylurów, dawnych mieszkańców południowo-wschodniej Walji. [W Polsce osady tego wieku spotykamy w górach Świętokrzyskich i na Podolu.]

4) Dewoński. Skały tego okresu w typowym swym rozwoju występują w hrabstwie Devonshire w południowej Anglii. [U nas osady wieku dewońskiego znamy na Podolu, w górach Świętokrzyskich, w Krakowskim i w Zagłębiu Węglowem.]

5) Węglowy. W okresie tym wytworzyły się główne złoża węgla (stąd nazwa). [Skały należące do tego okresu są w Polsce szeroko rozpostarte w polskim Zagłębiu Węglowem.]

6) Permski. Źródłem nazwy jest gubernja permska w Rosji, u stóp Uralu, gdzie osady tego wieku są wielce rozprzestrzenione. [Znamy je u nas w Zagłębiu Węglowem i w górach Świętokrzyskich.]

IV. W skałach, należących do ery mezozoicznej (od greckich wyrazów *mesos* — środkowy i *zoe* — życie), znajdujemy obok szczątków wygasłych zwierząt i roślin

również szczątki organizmów podobnych do żyjących dzisiaj. Era mezozoiczna była okresem rozkwitu wielkich gadów. Dzielimy ją na trzy poddziały:

1) Triasowy. W Niemczech, gdzie rozpoczęło się badanie skał tego okresu, wykazują one pewną trójdzielność, składając się u dołu z piaskowców, w środku z wapieni, u góry zaś z ilów i margli. Ta trójdzielność była powodem nadania temu okresowi nazwy triasowego. [W Polsce w Zagłębiu Węglowem i w górach Świętokrzyskich spotykamy osady triasowe, wykazujące takąż trójdzielność, jak i w Niemczech.]

2) Jurajski. Nazwa pochodzi od gór Jura. [U nas skały wieku jurajskiego spotykamy w licznych miejscach. Tak zwane pasmo krakowsko-wieluńskie składa się z wapieni wieku jurajskiego.]

3) Kredowy. Nazwany tak od kredy piszącej, której pokłady spotykają się w licznych miejscach wśród osadów tego okresu. [Osady kredowe pokrywają w Polsce duże przestrzenie, kredę zaś piszącą spotyka się w Lubelskiem.]

V. W skałach ery cenozoicznej (greckie kainos — nowy i zoe — życie) znajdujemy szczątki zwierząt bardzo podobnych pod względem budowy ciała do zwierząt żyjących obecnie. Erę tę dzielimy na cztery okresy:

1) Eoceński. W skałach tego okresu znajdujemy dopiero ślady nowych form życia.

2) Oligoceński. Ślady nowych organizmów są jeszcze nieliczne.

3) Mioceneński. Liczba szczątków organizmów, spotykanych w tych skałach i podobnych do form obecnie żyjących, już jest duża.

4) Plioceneński. Większość szczątków zwierząt i roślin, znajdujących się w tych skałach, jest podobna do form współczesnych.

VI. Era czwartorzędowa¹ dzieli się na:

¹ Patrz odsyłacz na str. 43.

1) Okres pleistoceniński, czyli lodowcowy. W czasie trwania tego okresu nastąpiło wielkie rozprzestrzenienie mas lodowych, które pokryły znaczną część ziemi. Fauna i flora tego okresu nie różniły się zbyt od obecnych.

2) Współczesny, czyli połodowcowy. Jest to okres, trwający obecnie.

4. Pierwsze istoty żyjące.

Skąły paleozoiczne, w których znajdujemy pierwsze ślady istot żyjących, powstały z piasku, mułu i żwiru, osadzonych na dnie morskim. Stąd też skamieniałości w skałach tych zawarte są przeważnie szczątkami mieszkańców morza (tab. IV). Na płaszczynach uwarstwienia niektórych najstarszych z tych skał czasem można zauważyć szczególne czarne smugi i pręgi. Są to szczątki polipów morskich, t. zw. graptolitów (od wyrazu greckiego *grapton* — pióro), nazwanych tak dlatego, że w ich wyglądzie dopatrzone się podobieństwa do chorągiewki pióra. Za życia graptolity tworzyły kolonie osobników, z których każdy zamieszkiwał oddzielną komórkę. W wielu przypadkach



Rys. 11. — Trylobit kambryjski. (*Paradoxides biohemicus*).

komórki te były uszeregowane po jednej lub dwóch stronach podtrzymującej je osi. W tych samych skałach znajdują się w obfitości skamieniałości koralów, liljowców (tab. IV A) i trylobitów (rys. 11). Te zwierzęta wyglądały nieco przypominały dzisiejsze kraby moluckie (*Limulus*). Większość ich miała od 6 do 150 mm długości, lecz niektóre z nich dochodziły do długości 600 mm, a nawet więcej. Owalne ciało trylobitów, podzielone na trzy odcinki (stąd nazwa), pokrywał pancerz rogowy, składający się z twardych, ruchomo ze sobą połączonych

pierścieni. Zwierzęta te mogły pływać i chodzić, a prócz tego posiadały zdolność zwijania się w kłębek w razie niebezpieczeństwa, zupełnie podobnie, jak to czyni jeź za zbliżeniem się wroga. Raki, przeważnie przypominające wyglądem dzisiejsze krewetki, również są reprezentowane w skałach tego okresu; najwidoczniej jednak nie były one tak liczne jak dzisiaj. Szczątki ryb, i to wątpliwe, trafiają się rzadko, dopiero nieco później ilość ryb zaczyna się stopniowo zwiększać.

Są to najwcześniejsze formy życia na ziemi. W skałach późniejszych liczniej znajdują się doskonale zachowane szczątki najróżniejszych zwierząt i roślin. Jest rzeczą podziwu godną, że szczątki wygasłych zwierząt, żyjących przed tyloma wiekami, tak cudownie bywają zachowane. Ziemia jest olbrzymią mogiłą, zawierającą zwłoki milionów stworzeń — ssaków, gadów, ptaków i ryb. Chociaż twarde części ciała, jak skorupy mięczaków i kości kręgowców, łatwiej się zachowują w stanie kopalnym niż części miękkie, jak np. liście lub owoce, to jednak nawet najdrobniejsze istoty trafiają się w stanie doskonałego zachowania. Na powierzchniach warstw skalnych znaleźć można wyborne odciski łusek rybich (tab. IV B), liści z wyraźnym zachowaniem żyłkowaniem (tab. V A), kwiatów, nasion a nawet oddzielnych płatków kwiatowych i ziarn pyłku. Szczególnie w skałach okresu węglowego znaleziono wiele doskonałych odcisków roślin, które niegdyś zostały pogrzebane w bagnach przedhistorycznych. Trafiają się nawet ślady fal na piaskach wybrzeża i odciski kropel dawnych deszczów (tabl. V B).

Pod nazwą skamieniałości rozumiemy nietylko istotne szczątki organizmów, lecz również odlewy tych szczątków, odciski i ślady (np. ślady stóp). Skamieniałości niema, oczywiście, w skałach ogniwych. Spotykają się one jedynie w skałach, utworzonych przez osadzenie się w wodzie ilu, piasku lub mułu wapiennego. Proces powstawania skamieniałości trwa i dzisiaj, co możemy obserwować

u ujścia większych rzek, niosących dużo mułu. Podczas odpływu na brzegu pozostają liczne trupy zwierząt i roślin, a następny przyływ pokrywa je warstwą mułu. Z każdym dniem grubieje warstwa pokrywająca te szczątki, aż wreszcie wytwarza się pokład ilu lub piasku grubości wielu metrów, w którym warstwami spoczywają pogrzebane zwłoki. Z biegiem czasu ład może obniżyć się i pod ciężarem nadległych, narastających warstw ilu dolne warstwy stwardnieją, stając się zbitym łupkiem. Gdy po niezliczonej ilości lat odwrotny ruch skorupy ziemskiej wydzwignie te osady zpowrotem na powierzchnię, w łomach założonych w tych łupkach znaleźć będzie można skamieniałe szczątki istot, niegdyś wyrzuconych na brzeg podczas odpływu.

Nie wiemy, skąd wzięło się życie na ziemi, to tylko pewne, że pierwsze istoty żyjące były drobnymi organizmami o nader prostej budowie. Życie powstało w morzu i stopniowo rozszerzyło się na lądy. Dlaczego istoty żyjące porzuciły morze dla lądu jest zagadką, lecz wiemy, że tak było.

Pierwsze formy życia przypominały z wyglądu dzisiejsze korale. Po nich zjawily się ryby i ziemnowodne płazy. W swoim czasie płazy były nader liczne, dziś one wymarły niemal zupełnie, poza małą ilością drobnych gatunków, jak żaby, ropuchy i salamandry. Po płazach zjawily się olbrzymie gady, należące do tej samej grupy zwierzęcej, co dzisiejsze aligatory, krokodyle i jaszczurki. Najpospolitszym gadem wygasłym był ichtjozaur (rybojaszczur, z greckiego *ichtys* — ryba, *sauros* — jaszczur), zwierzę olbrzymie, czasem dosięgające wielkości wieloryba, posiadające długi cienki ogon i cztery płetwy służące do pływania (rys. 12 i tab. VI A). Jego wydłużone, jak u aligatora, szczęki były uzbrojone w przeszło dwicście śpiczastych zębów, a oczy otaczały pierścienie z rogowych płytek. Czasem pomiędzy żebrami kopalnych ichtjozaurów znajdowano skamieniałe szczątki ich poży-

TABLICA IX

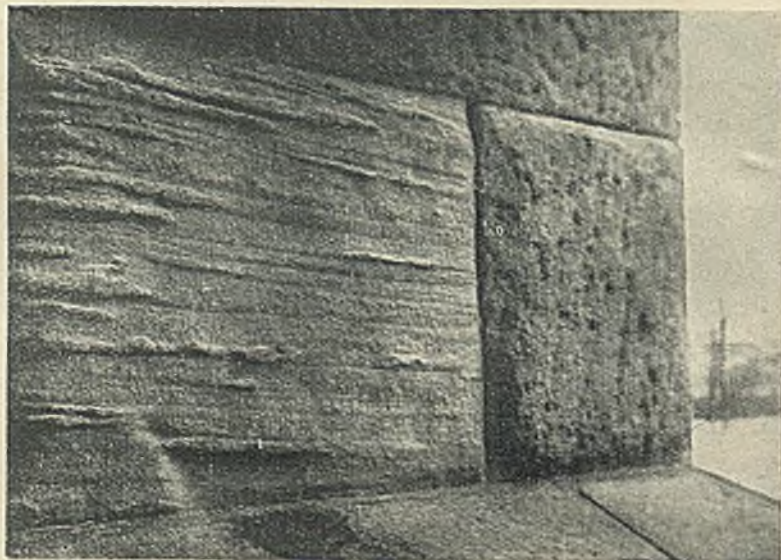


A. Ząb sieczny mamula znaleziony w gliniance w dolinie Tamizy.



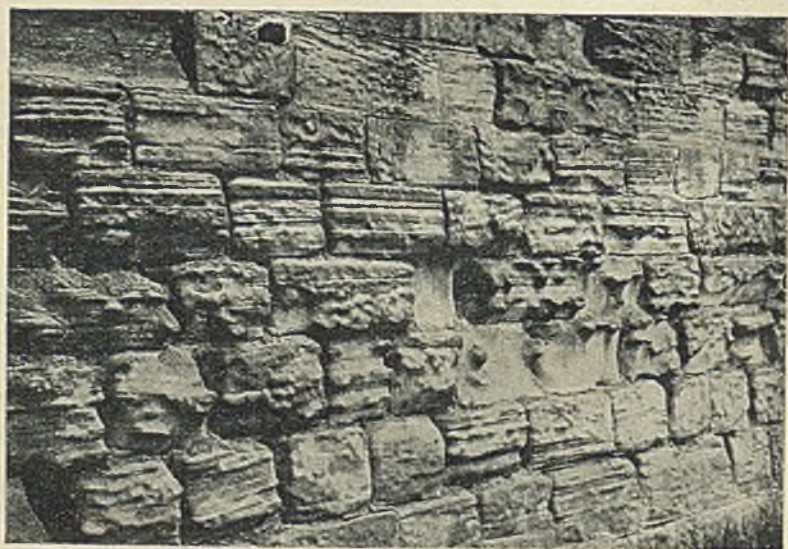
B. Land's End (przylądek w Kornwalji) ze skałami:
„The Armed Knight“ i „The Longship“.

TABLICA X



A. Wietrzenie piaskowca w filarze mostu.

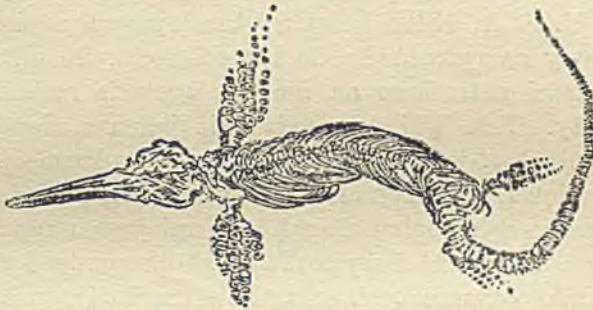
Filar ten istnieje zaledwie sześćdziesiąt lat, a już w znacznym stopniu został zniszczony przez czynniki atmosferyczne.



B. Silnie zwietrzałe kamienie w ścianie liczącej zaledwie sto lat.

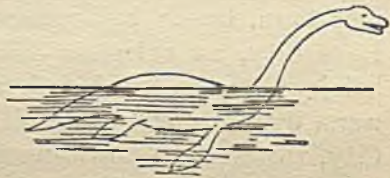
wienia. Wiemy stąd, że za pokarm służyły im ryby lub inne jaszczury.

Innym gadem tego samego typu był plezjozaur, posiadający ciało i ogon czworonoga oraz długą szyję, jak



Rys. 12. — Szkielet ichtjozaura.

u żyrafy (rys. 13 i tab. VIII A). Płetwy jego były większe niż ichtjozaura, lecz głowa mniejsza. Było to ruchliwe zwierzę drapieżne. Znamy dotychczas ponad pięćdziesiąt gatunków plezjozaurów. Największy z nich posiadał płetwy długości przeszło dwóch metrów, szczęki siedemdziesięciu centymetrów długości i prawie czterdziestocentymetrowe zęby. Liczne szczątki plezjozaurów znajdują się w łupkach Frankonji, Szwabji i Anglji.



Rys. 13. — Przepuszczalny wygląd plezjozaura pływającego po powierzchni wody.

Rozwój zarówno lądowych, jak i morskich form zwierzęcych trwał nadal bez przerwy, powodując w ciągu długich następnych stuleci powstanie nowych, odmiennej budowy organizmów. Z plezjozaurów, na przykład, rozwinęły się gady o większych głowach, większym mózgu, krótszych zaś szyjach, przypominające raczej wyglądem obecne żółwie. Pojawiły się nowe gady, zwane dynozau-

rami (greckie *deinos* — straszny i *sauros* — jaszczur), dosięgające dwudziestu pięciu metrów długości. Były to zwierzęta lądowe, częściowo mięso-, częściowo roślino-żerne.

Liczne kopalne dinozaury zostały znalezione w stanie Utah U. S. A. Kilka kości wysterczających z piaskowca posłużyły za wskazówkę do ich odkrycia. Po odkopaniu tych kości natrafiono na inne, a wreszcie na całkowite szkielety. Tab. VII A przedstawia jeden z nich w tem położeniu, w jakim znajdował się w kamieniołomie. Kość udowa, oznaczona na tablicy literą A, miała w naturze prawie dwa metry długości. W miejscachznaczonych literami B i C, widać wyraźnie kręgi olbrzymiego stworzenia. Odkopywanie tych szczątków trwało trzynaście lat, i w rezultacie wydobyto prawie dwadzieścia szkieletów dinozaurów. Po pewnej przerwie rozpoczęto pracę na nowo i znaleziono znów cztery szkielety. Postanowiono wydobyć je również i wysłać w skrzyniach do uniwersytetu stanu Utah, pod którego kierownictwem prowadzono ostatnie poszukiwania.

Cały wydobyty materiał, wazący przeszło czterdzieści pięć tonn, trzeba było przewieźć z kamieniołomu do Salt Lake City, na odległość 360 km, w czem tylko połowa koleją. Przewóz trwał siedem dni, i gdy wreszcie „kara-wana dinozaurów“ (tab. VII B) przybyła do Salt Lake City, została tam powitana przez policję i z monarszemi honorami odprowadzona do uniwersytetu. W 1929 r. znaleziono w innej części stanu Utah złożę dinozaurów, z którego wydobyto szczątki pół tuzina tych przedhistorycznych potworów. Podobno to drugie złożę przedstawia się bardziej obiecująco niż poprzednie.

Na kilka lat przed wielką wojną znaleziono w Tanganjce szczątki olbrzymiego gada, którego prowizorycznie nazwano gigantozauzem. Było to zwierzę przewyższające swemi wymiarami wszystkie znane dotychczas zwierzęta lądowe. Tablica VI B jest fotografią rekonstrukcji innego

wielkiego gada, dypłodoka, którą to rekonstrukcję, łącznie z kilkoma innymi, ustawiono w Ogrodzie Zoologicznym w Berlinie. Dypłodok był zwierzęciem dosięgającym dwudziestu pięciu metrów długości. Kość ramieniowa dużego dypłodoka miała metr długości, a taka sama kość gigantozaura była dwa razy dłuższa. Dotychczas nie wiemy, jaka była długość i waga tego olbrzymiego zwierzęcia.

Inny znów gad, złośliwy i straszny allozaur, przypominał wyglądem kangura o zębach krokodyla. Głowa jego była wielkości konia, a jednym pazurem mógłby objąć głowę człowieka. Chodził na tylnych nogach, opierając się w czasie spoczynku na ogromnym ogonie. Przednie jego kończyny były bardzo małe i służyły do chwytania zdobyczy, w którym to celu były wyposażone w zakrzywione, jak u kota, pazury długości 25 cm. Te straszne stworzenia żywiły się roślinożernymi dinozaurami, a ponieważ drapieżnością dorównywały tygrysom, prawdopodobnie wytępiły dinozaury doszczętnie, choć były od nich mniejsze. Drapieżny ceratozaur, czyli rogaty jaszczur, miał cztery metry wysokości i sześć metrów długości. Z czaszki, podobnie jak u nosorożca, wyrastał mu róg. Głowa jego była podobna do głowy aligatora, a szczęki mieściły sześćdziesiąt wielkich zębów.

Jednym z największych zwierząt, jakie żyły kiedykolwiek, był brontozaur (greckie brontes — olbrzym i sauros — jaszczur). Brontozaury miały 27 m długości i 4,5 m wysokości, a waga ich wynosiła około 40 tonn. Przy tak olbrzymiej postaci, przewyższającej ośmiokrotnie dzisiejszego słonia, posiadały niewiarogodnie małą głowę i mózg mało co większy od orzecha włoskiego. Kopalne szczątki brontozaurów znajdujemy niemal zawsze w skałach, uważanych za osady dawnych bagien, w których one najwidoczniej tonęły podczas poszukiwania roślin wodnych, służących im za pożywienie.

Innem wielkiem zwierzęciem był iguanodon, nazwany tak z powodu podobieństwa jego zębów do uzębienia iguana, drobnego zwierzęcia żyjącego w Ameryce Południowej. Pomimo wielkich wymiarów było to zwierzę stosunkowo nieszkodliwe, gdyż żywiło się pokarmem roślinnym. Po raz pierwszy szczątki tego zwierzęcia były znalezione przez



Rys. 14. — Przodek konia.

Zwierzę to posiadało po cztery palce na przednich kończynach i po trzy — na tylnych.

dr. Mantella w piaskowcach „wealdu“ w Sussex (Anglja). Iguanodon miał 18m długości i mógł przyjmować postawę pionową (tab. VIII B). Wszystkie te olbrzymie zwierzęta zjawiały się na ziemi w przybliżeniu 120.000.000 lat temu i po istnieniu, trwającym około 80.000.000 lat, wyginęły. Ich miejsce zajęły ssaki, które zapanowały w stosunkowo krótkim czasie. Jednak ssaki owych czasów znacznie różniły się od współczesnych. Naprzykład, przodek naszego konia był małym, czworopalcowym zwierzęciem, niewiele większym od foksterjera (rys. 14). Wieloryby były małymi, lądowymi ssakami; słonie, nieco większe od naszych świń, nie posiadały wielkich siekaczy, które nadają im dzisiaj charakterystyczny wygląd (rys. 15). Historia rozwoju ssaków, wiodących swój ród od tak skromnych przodków, jest bardzo zajmująca.



Rys. 15. — Czaszka paleomastodonta, dalekiego przodka słonia.

5. Zjawienie się człowieka.

Dużo dałoby się napisać o dziwnych ssakach oraz tysiącach innych stworzeń, żyjących przed człowiekiem. Dokładnie nie wiemy, od jak dawna człowiek istnieje na ziemi, z wszelką jednak pewnością, w porównaniu z wiekiem ziemi, nastąpiło to niedawno. Według jednych uczo-nych człowiek zjawił się przed 500.000 lat, według innych — przed 150.000 lat. Czasy to tak odległe, nawet przyjmując tę drugą, bliższą datę, że nie powinno nikogo dziwić ubóstwo naszych wiadomości o pierwotnych typach ludzkich. Wszak nasze wiadomości są skąpe nawet o starożytnych Egipcjanach, żyjących mniej niż 10.000 lat temu. Najstarszą datą historyczną świata jest 8.000 lat przed Chr.

Trudności zwiększają się jeszcze wskutek tego, że szczątki ludzi pierwotnych trafiają się rzadko. Według obecnego stanu wiedzy, najbardziej pierwotnym i najdawniejszym przedstawicielem rodziny ludzkiej był *Pithecanthropus erectus* (Małpocząłowiek wyniosły). Szczątki jednego z tych stworzeń zostały odkryte w 1891 i 1892 r. w miejscowości Trinil na Jawie przez prof. Eugenjusza Dubois, podówczas asystenta uniwersytetu w Amsterdamie. Prof. Dubois był tak głęboko przeświadczony o istnieniu w Indiach Wschodnich śladów przejściowej formy pomiędzy człowiekiem a zwierzęciem, że w r. 1887 wybrał się w fantastyczną, zdaniem jego przyjaciół, podróż na Jawę. Zdumiewającym wynikiem tej podróży było znalezienie szczątków *Pithecanthropusa*, żyjącego według prof. Dubois w okresie plioceńskim. Późniejsze badania wykazały, że stworzenie to raczej żyło w czasie plejstocenu, mniej więcej 500.000 lat temu. O ile można wnioskować, *Pithecanthropus* był formą przejściową pomiędzy orangutaniem a człowiekiem, stanowiąc owe „brakujące ogniwo“, o które chodziło prof. Dubois. Szczątki znalezione na Jawie składają się z czaszki oraz kości łydkowej (tibia), z której kształtu można wnioskować, że nie należała ona do zwie-

ręcia łączącego po drzewach, lecz najwidoczniej do takiego, które stało i chodziło na dwóch nogach. Przypuszczalnie *Pithecanthropus* umiał posługiwać się krzemieniami i kamieniami zgruba ociosanemi nakształt młotów i innych narzędzi. W 1929 r. w Chou Koutien, o 64 km ku południowozachodowi od Pekinu, znaleziono bardzo starożytną czaszkę, należącą do człowieka, nazwanego *Sinanthropus pekinensis*. Istota, do której należała ta czaszka, pomimo silniejszego rozwoju mózgu, żyła przypuszczalnie w tym samym czasie, co i *Pithecanthropus*. Dolna szczęka stworzenia, pochodzącego z tego samego okresu, została znaleziona w 1907 r. w Mauer pod Heidelbergiem (Niemcy).

Najdawniejszym szczątkiem człowieka pierwotnego znalezionym w Anglii jest czaszka wykopana w 1912 r. w Pildown (Sussex) przez p. C. Dawsona. Czaszkę tę przypisują pierwotnemu człowiekowi, żyjącemu w czasie wczesnego paleolitu, prawdopodobnie około 100.000 lat przed Chr.

O istnieniu późniejszych ras ludzkich świadczą szczątki, znalezione w 1859 r. w dolinie Neanderthal pod Düsseldorfem (Niemcy). Składają się one z czaszki i części szkieletu, należących do człowieka żyjącego zapewne około 50.000 lat przed Chr. W Spa w Belgji (w 1884 r.) oraz w Tabgha w Palestynie (w 1925 r.) odkryto szczątki ludzkie, należące do tego samego okresu. Podobnie w Brūx i Brnie na Morawach, w Galley Hilt Northfleet w Kent (Anglja, w 1895 r.) oraz w Combe Capelle Dordogne (Francja, w 1909 r.) poczyniono znaleziska kości ludzkich, najwidoczniej pogrzebanych i należących do ludzi późnopaleolitycznych, żyjących w czasie 35.000—15.000 lat przed Chr.

Zagadnienie ras ludzkich, zamieszkujących ziemię w czasach przedhistorycznych, wzbudza ogólne zaciekawienie. Niestety, wiadomości nasze pod tym względem są bardzo skąpe, gdyż opierają się przeważnie tylko na znaleziskach nielicznych kości lub narzędzi, spoczywających od szeregu wieków w warstwach ziemi. Te szczątki, znane z wielu krajów, zostają od czasu do czasu wydobywane na

światło dzienne przy robotach ziemnych, a każde takie znalezisko pomnaża nasze wiadomości o ludziach zamierzchłych wicków. Usiłowania odtworzenia życia ludzi z przed tysięcy lat zostały uwieńczone zadziwiającymi wynikami.

Większość naszych wiadomości o człowieku przedhistorycznym zawdzięczamy starannemu badaniu jego narzędzi i broni. Najdawniejsi ludzie mieszkali na drzewach i wogóle żadnych narzędzi i broni nie posiadali. Później dopiero człowiek nauczył się posługiwać prymitywną bronią, którą stanowiły drewniane maczugi i oszczepy zgruba ociosane do odpowiedniego kształtu. Po nich dopiero pojawiły się broń i narzędzia kamienne, początkowo bardzo prymitywne, później coraz lepiej wykonane, w miarę

jak człowiek nabierał wprawy w obróbkę kamienia. Wtedy już i ostrza były oszlifowane, i kamienie przymocowane rzemieniami do toporzysk, tworząc siekiery. Z krzemieni tak odłupanych, aby powstały ostre brzegi, wyrabiano skrobaczki (rys. 16), ostrza strzał i oszczepów oraz inne narzędzia.



Rys. 16. — Narzędzia krzemienne.

Wtedy już i ostrza były oszlifowane, i kamienie przymocowane rzemieniami do toporzysk, tworząc siekiery. Z krzemieni tak odłupanych, aby powstały ostre brzegi, wyrabiano skrobaczki (rys. 16), ostrza strzał i oszczepów oraz inne narzędzia.

Z powodu szerokiego stosowania kamienia przez ludzi owych czasów, całemu temu okresowi, o nieznanym zresztą czasie trwania, nadano miano wieku kamiennego. Ustalenie ścisłych dat początku i końca tego okresu jest trudne dlatego, że pod pewnym względem wiek kamienny trwa i dzisiaj: wszak dzikie plemiona, zamieszkujące Australję Środkową, i Eskimosi dalekiej północy nawet obecnie posilkują się podobnym materiałem kamiennym, co dawni mieszkańcy Europy. Wiemy tylko tyle, że wiek kamienny trwał długo, prawdopodobnie kilkaset tysięcy lat. Według niektórych powag naukowych okres ten trwał od 600.000

do 100.000 lat przed Chr. Po wieku kamiennym nastąpił wiek brązu, w którym narzędzia i broń wyrabiano zamiast z kamienia — z brązu. Wreszcie w następnym wieku żelaznym — kute żelazo zastąpiło brąz. Tyle już czasu



Rys. 17. — Mamut.
Według malowidła na ścianie jaskini.

upłynęło, odkąd ludzie wieku kamiennego panowali na ziemi, i tak mało zresztą o nich wiemy, że niejedni skłonni są uważać ich za dzikusów. Wątpliwe jednak, czy ci ludzie byli tak niecywilizowani, za jakich ich się uważa, ponieważ najwidoczniej posiadali dobrą organizację społeczną. Odkryto, ponadto, że w pewnych okolicach ludzie wieku kamiennego posiadali wysoko rozwinięty smak artystyczny i wykazywali wiele zdolności malarskich i rzeźbiarskich. Naturalnie, ich warunki pracy były ciężkie, materiał niepodatny, barwniki nieliczne. Zamiast dobrze oświetlonych pracowni współczesnych rozporządzali ciemnymi jaskiniami, których ściany zastępowały im płótno. Na tych ścianach ówcześni rzeźbiarze niezgrabnymi narzędziami z kości lub kamienia wykonywali płaskorzeźby, lub malarze przy pomocy ziemnych barwników pokrywali je malowidłami (rys. 17 i 18).



Rys. 18. — Bizon.

Dzięki umiejętności wyrabiania broni i narzędzi człowiek zwyciężył swoich zwierzęcych współzawodników.

Wielkie ssaki, pomimo swych wymiarów i siły, musiały wreszcie ustąpić w walce o posiadanie ziemi. Już w czasach przedhistorycznych słoń i żyrafa zniknęły z doliny Nilu, a wkrótce potem wyginał nosorożec włochaty i mamut w dolinie Tamizy. Tysiące kości mamuta znaleziono już dotychczas koło Londynu, a zapewne jeszcze dziesiątki tysięcy czekają na znalazcę (rys. 19, tabl. IX A).¹ Tam, gdzie dzisiaj znajdują się gwarne ulice Londynu, niegdyś przebiegały stada mamutów, udając się z lasów do wodopojów i ginąc niejednokrotnie w zdradliwych bagnach.



Rys. 19. — Ząb sieczny mamuta, znaleziony w Anglii.

I dzisiaj trwa nadal ta walka, lecz coraz wyraźniej widać, że w naturze siła rozumu znaczy więcej, niż siła mięśni. Mamut i inne wielkie ssaki walkę przegrały, ponieważ brakło im inteligencji, aby zwyciężyć w walce o byt. Widocznie mniejsze stworzenia umiały lepiej przystosować się do warunków. Obecnie do panowania nad ziemią pretendują nie słoń i hipopotam, lecz człowiek i owady. Obliczyć ilość owadów na ziemi jest zgoła niepodobieństwem: są one tak liczne, że zniszczenie kilku milionów osobników jakiegokolwiek gatunku nie ma widocznego wpływu. Znamy dzisiaj przeszło pół miliona gatunków owadów, a co rok odkrywa się tysiące nowych. Wydaje się, że w przyszłości

¹ Szczątki mamutów i nosorożców często bywają znajdowane w Polsce.

ziemia okaże się zbyt mała, aby pomieścić potomków ludzi i owadów. Gdyby człowiek osłabł lub uległ w walce z wrogimi owadami, prawdopodobnie zginąłby z głodu, gdyż chmury owadów pożarłyby każde ziarnko zboża i każdy owoc, służący nam i naszym zwierzętom domowym za pożywienie.

NATURA W ROLI NISZCZYCIELA

1. Denudacja atmosferyczna.

Chociaż góry nieraz zowią „wiecznymi“, geolog wie doskonale, że nie tylko góry nie trwają wiecznie, lecz, przeciwnie, ulegają ciągłym zmianom. Rozpiętość tych zmian jest tak wielka, że wysokie góry mogą zupełnie zniknąć, a doliny zostać wyniesione wzwyż, tak, jak powiedział Izajasz: „Każda dolina będzie wywyższona, a każda góra i wzgórze ponizone“. Można przytoczyć wiele przykładów podobnego działania sił natury. Tam, gdzie dzisiaj znajduje się Kanał Angielski, ciągnęło się niegdyś pasmo górskie, nieustępujące zapewne wysokością naszym dzisiejszym najwyższym górcom. Resztki południowego zbocza tego pasma widać w skalistych wybrzeżach Bretanii, gdy natomiast skały Dewonu, Kornwalji i południowej Irlandji odpowiadają jego zboczom północnym (tabl. IX B). Podobnie w środkowej Anglji, pomiędzy zachodnią częścią hrabstwa Yorkshire a północną — Lancashire, istniał ongi łańcuch górski, ciągnący się wzdłuż linii biegnącej na wschód od Skipton. W ciągu wieków zostało usunięte z tej okolicy działalnością sił natury około 4.500 m skały — grubość odpowiadająca wysokości Mont Blanc. Obecny Penelle Hill jest szczątkiem południowego zbocza tego zniszczonego łańcucha. W obszarze Lake District znajdujemy ślady najdawniejszych gór świata. Imponujące dzisiaj swą wysokością Himalaje i Andy są młodocianymi górami w porównaniu ze skromnymi wzniesieniami Cumberlandu, które w swoim czasie były wyższe od Alp dzisiejszych. Góry te zostały zniszczone przez denudację, a gdyby składały się z mniej opornych skał, nie pozostałoby po nich nawet śladu.

Trudno się dziwić turyście w Alpach czy innych wysokich górach, jak np. Andy lub Himalaje, że wydają mu się one niezmiennymi, gdyż istotnie sprawiają one swoim majestatem wrażenie „wiecznotrwałych“. A jednak wiemy, że chociaż Alpy istniały w swej obecnej postaci od zarania historii, powoli rozkruszają się one pod działaniem różnych sił natury. Okruchy te zostają znoszone do morza, w którym osiadają w postaci mułu i innych osadów. Corocznie Amazonka wynosi przeszło 600.000.000 tonn materiału, pochodzącego z Andów, a łączna ilość materiału wynoszonego przez inne rzeki, biorące początek w tem wielkiem pasmie górskiem, winna być nawet znacznie większa. Obliczono, iż ilość materiału wynoszonego co rok z Andów jest tak wielka, że te góry ulegną zupełnemu zniszczeniu za dziewięć milionów lat! Napozór okres ten wydaje się długi, lecz w rzeczywistości jest to drobny ułamek tych 1.500.000.000 lat, które upłynęły od chwili utworzenia się skorupy ziemskiej. Również inne rzeki świata bezustannie znoszą do mórz produkty denudacji. Przygodny obserwator zwykle tego nie spostrzega, lecz w czasie wylewów i po burzy łatwo zauważyć, że woda rzek i strumieni jest zabarwiona domieszką obcego materiału.

Zdolność rzeki przenoszenia tych materiałów zależy od szybkości jej prądu i zwiększa się w stosunku do szóstego stopnia tej szybkości. A zatem, gdy szybkość prądu zwiększa się dwukrotnie, siła nośna wzrasta 64-krotnie; gdy — trzykrotnie, siła nośna jest 729 razy większa. Podczas więc okresu deszczowego, gdy strumienie i rzeki wzbierają i szybkość prądu wody jest duża, wielkie ilości materiału zostają przenoszone do morza. W ciągu czterech deszczowych miesięcy Ganges przenosi około 16 m³ stałego materiału na sekundę na odległość 800 km od ujścia. Ilość ta wystarczyłaby, aby w przeciągu 144 lat podnieść powierzchnię całej Irlandji o 30 cm.

To bezustanne niszczenie powierzchni ziemi trafnie nazwano denudacją czyli obnażaniem, gdyż wynikiem dzia-

łałości procesów niszczących jest ciągle odsłanianie głębiej leżących skał. Wszystkie siły natury biorą udział w tej niszczycielskiej pracy, i z biegiem czasu ich łączne wysiłki sprowadzają poważne spustoszenia. Obliczono, że gdyby działalność czynników denudacyjnych była rozłożona równomiernie, to po upływie 18.000 lat cała powierzchnia ziemi zostałaby obniżona o 1 m. Zniszczenie powodowane denudacją musiało nawet być większe niegdyś, niż obecnie. Przed wiekami, gdy padały długie, ulewne deszcze, gdy zdarzały się okresy wielkiego zimna, natężenie czynników denudacyjnych musiało być większe, a co za tem idzie, i niszczenie silniejsze.

Zmiany temperatury są jednym z potężniejszych czynników denudacyjnych. Promienie słońca nagrzewają ład czterokrotnie silniej niż wodę. W ciągu dnia skały pod wpływem ciepła rozszerzają się, w nocy zaś, gdy temperatura spadnie, kurczą, i to szybciej, niż się rozszerzały. Przed wynalezieniem prochu przy łamaniu kamienia posługiwano się jedynie dłótami i kilofami. Już starożytni wiedzieli, że skały rozszerzają się przy nagrzewaniu, a kurczą przy ochładzaniu, i korzystali z tej własności dla ułatwienia sobie pracy. Gdy wypadało im odłupać wielką bryłę, rozpalali ogień na skale i, gdy nagrzała się dostatecznie, polewali ją zimną wodą. Wskutek nagłej zmiany temperatury skała kurczyła się i pękała. Natura pracuje w podobny sposób, gdyż codziennie skały zostają ogrzewane promieniami słońca i co noc stygną. W wyniku ciągłego rozszerzania się i kurczenia skały pękają i kruszeją. Granit stosunkowo łatwo rozkrusza się pod wpływem zmian temperatury, gdyż składa się on z trzech minerałów, rozszerzających się z różną szybkością.

Działanie mrozu jest podobne. Woda rozszerza się przy zamarzaniu (powoduje to zimą pękanie rur wodociągowych) i, gdy to następuje w szczelinach skalnych, skała zostaje rozsadzona na części. Z biegiem czasu nawet najoporniejsze skały ulegają temu niszczącemu działaniu.

Deszcz bierze również czynny udział w denudacji. Woda deszczowa przenika w szczeliny, spowodowane zmianami temperatury oraz działalnością mrozu, i przyspiesza przebieg procesu niszczenia. Działanie deszczu daje się zauważyć w kamieniołomach Kornwalji na głębokości 12 metrów, w Chinach zaś skały są zwietrzałe nawet na głębokości 60 m.

Woda deszczowa wywiera na skały działanie niszczące nie tylko mechaniczne, lecz i chemiczne, głównie wskutek zawartości dwutlenku węgla i innych gazów, które ona rozpuszcza z powietrza. Ślady chemicznego działania wody deszczowej często widzieć można na kamiennych budowlach naszych wielkich miast (tabl. X). Na pomnikach i rzeźbach, częściowo zagrzebanych w ziemi, można często zauważyć, że część znajdująca się w ziemi jest doskonale zachowana, gdy szczegóły części wystawionych na działanie powietrza uległy zatarciu. Woda deszczowa, nasycona dwutlenkiem węgla, rozpuszcza z powierzchni pomników marmurowych około 8 mm w ciągu stulecia. Niema skały, któraby się oparła niszczącemu działaniu dwutlenku węgla i innych bezwodników kwasowych, zawartych w atmosferze, nawet granit i inne twarde skały krystaliczne nie stanowią wyjątku. Jedne skały są więcej odporne, inne — mniej. Kreda, na przykład, rozpuszcza się znacznie łatwiej, niż krzemienie, które się w niej znajdują, gdyż te składają się z bardziej opornego materiału. Węglan wapnia stanowi około 96% skały kredowej, łatwo więc zostaje wylugowany, a krzemienie i gleba stanowią pozostałe, nierozpuszczalne 4%.

Denudacja atmosferyczna jest procesem ciągłym, lecz tak wolnym, że oko nasze nie może zauważyć żadnej zmiany w wyglądzie skał. Przypominamy, że kilka milionów lat posiada w naturze małe znaczenie.

Wiatr potęguje działanie denudacji, gdyż niesie pewne ilości piasku. Ostre ziarna piasku bezustannie uderzają o skały i z biegiem czasu niszczą je. Na wielkich pustyniach

południowej Kalifornji, które niegdyś stanowiły dno oceanu, można widzieć doskonale przykłady skał zdenudowanych przez działanie czynników atmosferycznych. Wieki działania wiatru nadały skałom dziwne i fantastyczne kształty, nie-raz tak realistyczne, jakby wyszły z pod dłota rzeźbiarza. W wielkim wąwozie, zwanym Red Rock Canyon, znajdującym się na krańcu gór Sierra Nevada, spotkać można liczne urwiska i skały o kształtach łudząco podobnych do różnych starożytnych i współczesnych budowli, a nawet zwierząt. Można tam zobaczyć słupy i kolumny, pilastry, kolumnady, arkady, balustrady, korytarze, świątynie, zamki, katedry, baszty, kopuły i wieże, wznoszące się jedno nad drugimi na przestrzeni wielu kilometrów (tabl. XI A).

Te dziwne kształty powstają wskutek tego, że wiatr łatwiej niszczy bardziej miękkie i mniej odporne części skał. W Anglii znajdujemy sporo przykładów skał wyrzeźbionych działaniem wiatru; do najlepiej znanych należą skały w Brimham w hrabstwie Yorkshire (tabl. XI C, XII A i XIII B). Czasem wskutek wietrzenia miękkie części skalne zostają usunięte w ten sposób, że cała masa skały spoczywa na małej podstawie lub wystającym narożu (tabl. XII A i B, XIII B). Zdarza się, że skały takie znajdują się w stanie niestąej równowagi i za lekkim dotknięciem zostają wprawione w ruch wahadłowy. Dobrym przykładem takich „bujających się kamieni“ jest skała zwana Logan Stone, ważąca około 60 tonn i znajdująca się w pobliżu przylądka Land's End w Kornwalji. Największy „bujający się kamień“ świata znajduje się w Tandil w Argentynie i waży przeszło siedemset tonn.

[W Polsce również nie brak doskonałych przykładów niszczenia skał skutkiem działalności czynników atmosferycznych. Tak zwane „piargi“ tatrzańskie i „gołoborza“ gór Świętokrzyskich, t. j. osypiska gruzu u stóp zboczy skalnych, powstały właśnie wskutek rozpadania się skał pod działaniem zmian temperatury, mrozu i t. p. I u nas

również wietrzenie często nadaje skałom fantastyczne kształty. W wapiennym pasmie wzgórz, ciągnącym się od Krakowa aż po Częstochowę, w wielu miejscach, jak np. w okolicach Krakowa, Ogrodzieńca, Złotego Potoku, spotykamy nader często dziwaczne skały, wyrzeźbione przez denudację powietrzną. W znanym, na przykład, z piękna krajobrazu Złotym Potoku w pobliżu Częstochowy skały wapienne pod wpływem wietrzenia przybrały kształty baszt, okien, mostów i t. p. W okolicach Krosna wznosi się grupa skał piaskowcowych, znanych pod nazwą „Prządek“, które również zawdzięczają swoje osobliwe kształty działalności czynników atmosferycznych.]

2. Denudacja rzeczna.

Strumienie i rzeki nie tylko niosą zwietrzały materiał do morza, lecz same biorą czynny udział w denudacji, niszcząc



Rys. 20. — Rozszerzanie koryta rzecznego.

cząc łąd i stopniowo pogłębiając doliny, w których płyną. Nawet spokojna rzeka, wolno płynąca w dolinie, bezustannie niszczy powierzchnię ziemi. Przebieg większości rzek jest kręty; taki, na przykład, Jordan wiję się tak znacznie, że na przestrzeni 110 km, dzielących jezioro Tyberjady od morza Martwego, długość jego koryta wynosi przeszło 320 km. Na każdym skrucie wijącej się rzeki prąd uderza o brzeg i stopniowo podmywa go (rys. 20), aż wreszcie, po upływie pewnej ilości miesięcy czy lat, brzeg ten odrywa się pod ciężarem zwisającej skały i wpada w rzekę. W ten

TABLICA XI



A. Ciekawe formy wietrzenia w Red Rock kanjonie, w pobliżu gór Sierra Nevada w południowej Kaliforniji.



B. „Skala Wielbłądzia“ w Red Rock kanjonie.
Wygląd tej skały sprawia wrażenie ruchu postępowego.



C. Dobre przykłady erozji wietrznej w Brimham, w Yorkshire.
Z lewej strony widać skalę „The Idol Rock“, z prawej — skalę „The Colossus“.

TABLICA XII



A. „The Idol Rock“ w Brimham,
w Yorkshire.

Denudacja usunęła wiele materiału z tej skały, a wiatr nadal jej obecną osobliwą formę.



B. Inny przykład denudacji „The Cheese-wring“ na Bodmin Moor, w Kornwalji.



C. „Głowa Orła“ w skamieniałym lesie Arizony.

Ciekawa forma wietrzeńca.

sposób na każdym zakręcie rzeki brzegi zewnętrzne są stopniowo podmywane, i gdybyśmy mogli prowadzić nasze obserwacje przez czas dłuższy, naprzykład kilkaset lat, zauważylibyśmy, że koryta wszystkich rzek ulegają ciągłym zmianom.

Rozmiary zniszczenia, spowodowanego żłobiącą działalnością rzek, szczególnie są dobrze widoczne w wąwozach rzecznych, gdzie wysoko na zboczach zachowały się jeszcze ślady dawnego koryta. Zwykle szerokość dawnego koryta rzecznoego była bezporównania większa niż obecnego, co wskazuje na to, że dawna rzeka niosła więcej wody i jej działalność niszczycielska była potężniejsza. Jako przykład może służyć okolica jeziora Lago Maggiore, gdzie najwyższa terasa rzeki Ticino leży o 3.600 m powyżej obecnego koryta, co daje miarę wielkości denudacji zaszłej w stosunkowo krótkim przeciągu czasu. W wąskiej dolinie Glen Roy w Invernesshire (Szkocja) znajdujemy trzy terasy, wznoszące się jedna nad drugą. Najniższa z tych teras leży o 263 m, a najwyższa — o 352 m powyżej obecnego poziomu doliny.

Jednym z najlepszych przykładów denudacji rzecznej jest Wielki Kanjon w północnej Arizonie (U. S. A.) (tabl. XIV A). Jest to najgłębszy, najszerszy i najdłuższy z całego szeregu kanjonów, któremi rzeka Kolorado przepływa na przestrzeni 800 km wyniosły obszar, znany pod nazwą wyżyny Kolorado. Chociaż wszystkie te kanjony są niezwykle strome i głębokie, stanowią one jedynie części doliny rzecznej i jako takie zostały wyżłobione przez rzekę. Są one wynikiem nie jakiegoś nagłego zaburzenia skorupy ziemskiej, lecz łącznej działalności wody bieżącej, deszczu, wiatru i innych czynników atmosferycznych, niszczących skały i nadających im charakterystyczne kształty.

Płaskowyż, w który wcięła się rzeka, składa się z prawie poziomo ułożonych warstw skalnych, ciągnących się na znacznych przestrzeniach. Jak to widać na zboczach kanjonu, skały te są piaskowcami, łupkami i wapieniami, które

w wielu miejscach zostały wyrzeźbione w najróżniejsze kształty. Zależnie od twardości tych skał erozja poczyniła w nich różne postępy, wskutek czego niemal wszędzie ściany kanjonu przedstawiają kolejne następstwo urwisk, stoków i występów, gdyż twarde skały tworzą urwiska, a miękkie — łagodniejsze stoki (tabl. XV A). Każdy występ powstał wskutek wietrzenia miękkiej warstwy, spoczywającej na bardziej odpornej, która wytworzyła urwisko. Im grubsza jest miękka warstwa, tem większa szerokość występu, czyli platformy. Płaskowyzę tworzące brzegi kanjonu są poprostu wielkimi terasami, powstałymi przez zmycie miękkich warstw, leżących na bardziej opornych. W miarę postępu erozji, boczne kanjony i rozpadliny, wcinając się wstecz, poszarpały brzegi płaskowyzu na szereg oddzielnych bloków, pokrytych czapami ocalałych twardych skał, stojących oddzielnie jak samotne bastjony¹ (tabl. XIV i XV B).

Znaczna wysokość płaskowyzu powoduje szybki bieg potoków wpadających do kanjonu. Wcinają się one głęboko w podłoże i rzeźbią skały w gigantyczne kształty. Praca erozyjna, wykonywana przez te strumienie, jest bardzo wydatna, pomimo swego okresowego charakteru, spowodowanego tem, że w klimacie suchym potoki płyną jedynie po ulewach. Ponieważ roślinność jest skąpa, zbocza w większości przypadków są nagie i pozbawione osłony. Jeden przeto ulewny deszcz może w tych warunkach spowodować większe zniszczenie, niż cały sezon deszczowy w kraju o klimacie wilgotnym. Suchość klimatu, utrudniając rozwój roślinności i tworzenia się gleby, jednocześnie konserwuje ostre zarysy skał, które w bardziej wilgotnym klimacie prędko uległyby zatarciu.

Wielki Kanjon Kolorado jest rezultatem wytężonej pracy erozji, trwającej w ciągu niezliczonych wieków.

¹ Takie płaskie, o stromych zboczach, oddzielnie stojące wzgórze noszą w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie nazwę „buttes“ (przyp. tłum.).

Trzeba jednak pamiętać, że ta praca erozji odbywa się i obecnie. Wszystkie siły, które w przeszłości pracowały nad wyrzeźbieniem kanjonu: burzliwe potoki i drobne strumienie, okresowe deszcze i ulewy, śnieg, mróz, wszystkie one prowadzą swą pracę i nadal nad tą cudowną rzeźbą natury.

Jedną z najbardziej uderzających właściwości Wielkiego Kanjonu jest to, że nic nie zdradza jego obecności, dopóki się nie stanie na jego krawędzi. Przed turystą, zbliżającym się koleją lub drogą, widok kanjonu otwiera się raptownie, zmuszając go do podziwiania wspaniałego dzieła natury w głębokim milczeniu. Odległość pomiędzy krawędziami kanjonu wynosi od sześciu do dwudziestu dziewięciu kilometrów. U północnej krawędzi głębokość kanjonu sięga 1.800 m, u południowej — przeciętnie o 300 m mniej.

Wygląd i piękno kanjonu zmieniają się z każdą godziną. Wczesnym porankiem, gdy ukośne promienie słońca padają z poza Malowanej Pustyni, wielkie turnie północnej krawędzi ostro odcinają się w złotawej poświacie, a głęboko, w dole, na zielonem tle krętego wąwozu, migocze złota wstęga połyskującej wody. W godzinę później wszystko się zmienia: ciemne turnie nabierają barwy i blasku; wody rzeki mętnieją, przeciwległe zbocze kanjonu znaczą występy i rozpadliny. Obraz zmienia się z godziny na godzinę, aż wreszcie w południe, gdy słońce stoi wysoko poza południową krawędzią, kanjon traci dużo na uroku: przeciwległe ściany stają się płaskie, przepastne głębie tracą podkreślające je cienie. Ze zbliżaniem się wieczora wracają wspaniałości poranka, dziwnie jednak zmienione. Jest to inny kanjon, ten sam niby, lecz zgoła odmienny. Tak obraz zmienia się po obrazie aż do zachodu słońca, gdy czerwień przechodzi w ciemny fiolet, a barwy zielone, szare i żółte nabierają błękitu, roztopiającego się powoli w mroku nocnym.

Do krawędzi kanjonu można podjechać samochodem, konno lub podejść pieszo, natomiast zjazd do dna wąwozu

i do rzeki winien być skutecznie na grzbiecie muła. Południowa krawędź kanjonu leży na wysokości 2.100 m nad poziomem morza i powrotne wspinanie się na tę wysokość jest nader uciążliwe. Niema niemal dnia, żeby nie trzeba było ratować zbyt ufających swym siłom „łazików“, posyłając po nich przewodników i muły. W czasie schodzenia podróżnik widzi wychodnie wszystkich skał, tworzących ściany kanjonu, oraz mija kolejno różne skupienia roślinne, odpowiadające kilku pasom klimatycznym. Tu, na małej przestrzeni, można obserwować zmiany flory, dla których zobaczenia należałoby na równinie przejechać setki kilometrów. W jednym miejscu, o 300 m poniżej krawędzi, znajduje się w piaskowcu szereg odcisków stóp zwierząt przedhistorycznych (tabl. XV B, w otoku).

Pierwsza wiadomość o rzece Kolorado pochodzi od podróżników hiszpańskich w 1540 r. W trzydzieści sześć lat później pewien ksiądz hiszpański odkrył w jednym miejscu przejście przez kanjon, znane do dziś dnia pod nazwą Vado de los Padres (Przejście Ojców). W ciągu całego następującego stulecia kanjon zwiedzali jedynie koczownicy indyjscy oraz traperzy i pasterze mormońscy. Zbadał wreszcie rzekę Kolorado major J. W. Powell, jednoręki weteran amerykańskiej wojny cywilnej, a później dyrektor Zakładu Geologicznego Stanów Zjednoczonych. Powell wyruszył w 1869 r. z dziewięciu ludźmi na czterech łodziach z Green River City w stanie Utah. Dwudziestego czwartego maja spuścił on łodzie na wodę, a trzydziestego sierpnia wylądował u ujścia Dziewiczej rzeki (Virgin river) o 1.600 km od miejsca wyruszenia. Jeden z ludzi Powella uciekł w początku podróży, trzej inni zdezerterowali później i zostali zabici przez Indjan. Podróż obfitowała w trudy i niebezpieczeństwa, i ci pięciu, którzy dotrwali do końca, musieli być ludźmi niezwyklej odwagi i wytrwałości. Codziennie, na każdym zakręcie rzeki, stawali oko w oko z nieznanem; bez wahania wypływali na prądowniny rzeczne, zdając sobie doskonale sprawę z tego,

że mogą one przejść w niebezpieczne porohy lub wielkie wodospady. Niezrażony trudami i niebezpieczeństwami tej wyprawy, Powell w ciągu następnych trzech lat ponawiał ekspedycje, aby ukończyć swe zadanie. Dzisiaj Wielki Kanjon jest w Stanach Zjednoczonych jednym z 21 wspinających parków narodowych, pokrywających ogółem powierzchnię 31.500 km². Jest on najciekawszy z nich wszystkich ze względu na swe groźne piękno krajobrazu. Obszar Parku Wielkiego Kanjonu wynosi 2.600 km², ciągnie się on na 88 kilometrów ku zachodowi od ujścia Marmurowego kanjonu (Marble Canyon), a rzeka Kolorado przepływa przez Park na długości 160 km.

[Na mniejszą skalę przykłady kanjonów znajdujemy i w Polsce. Do nich należy przedewszystkiem znana i często odwiedzana przez turystów dolina Ojcowska. Rzeka Prądnik przecina tu wąską doliną wyżynę Małopolską. Podobnie jak w Kolorado, strome, wapienne zbocza doliny porzeźbione są w fantastyczne iglice, słupy, kolumny, bramy, oraz są podziurawione licznymi otworami jaskiń. W niektórych miejscach części wyżyny, ocalałe od zniszczenia, wznoszą się w obrębie samej doliny w postaci oddzielnie stojących słupów, jak np. tak zwana Sokola Skala pod Pieskową Skalą lub podobna do niej iglica w Bentkowskiej dolinie, uchodzącej do doliny Prądnika.

Jeszcze wspanialej przedstawia się głęboka dolina Dunajca pomiędzy Czerwonym Klasztorem a Szczawnicą. Rzeka toczy tu swoje wody głęboką, krętą i nader malowniczą doliną przez pas wapiennych skałek, łączących w obrębie północnych stoków Karpat. Ściśle rzecz biorąc, dolina Dunajca kanjonem jednak nie jest. Zasadnicza różnica pomiędzy doliną Ojcowską (kanjonem) a doliną Dunajca polega na tem, że Prądnik w swym biegu przecina płaską wyżynę Małopolską, gdzie skały leżą prawie zupełnie poziomo (podobnie jak w Kolorado), gdy w Pieninach Dunajec przeciął część pasma górskiego. Przepływ Dunajca przez Pieniny jest doliną przełomową.]

3. Denudacja lodowcowa, osuwiskowa i morska.

Rzeki lodowe, czyli lodowce (tabl. XVI A), również niszczą góry, lecz przebieg ich działalności niszczącej obserwować trudno, można jedynie widzieć jej rezultaty w tych miejscach, skąd lodowce ustąpiły. W wielu okolicach Wielkiej Brytanji, a w szczególności w okręgu Jeziornym (Lake District) i w północnej Walji, znajdujemy rysy na skałach, spowodowane tarciem przedhistorycznych lodowców. [W Polsce, szczególnie w Tatrach, zachowało się dużo śladów dawniej tam istniejących lodowców. Znane Morskie Oko, Czarny Staw i wiele innych stawów tatrzańskich wypełniają zagłębienia skalne, wytworzone żłobiącą działalnością lodowców. W wielu dolinach tatrzańskich spotykamy skały wygładzone ruchem lodu. Gdzie niegdzie zachowały się również rysy na zboczach skalnych. Najlepiej obserwować je można w dolinie Pięciu Stawów nad Wielką Sikławą. Rysy te wytworzone zostały tarciem okruchów skalnych, niesionych przez lodowce.]

Lodowce znoszą w doliny wielkie ilości zwietrzałego materiału skalnego. Jeżeli powiemy, że znaczna część Niemiec jest właściwie Skandynawją, będzie to brzmiało jak nonsens geograficzny. A jednak. Trzykrotnie w historii ziemi lodowce, powstające w Skandynawji, posuwały się w kierunku Rosji, Polski, Niemiec i Holandji oraz przekraczały morze Północne. Te olbrzymie rzeki lodowe zdzierają głębie w Skandynawji, wyprzątały cały zwietrzały materiał skalny i przenosiły to wszystko do wymienionych powyżej krajów. W czasie jednego z tych nasunięć lodowych lód dotarł na południu do Harcu, niemal do gór Kruszcowych na pograniczu Czech, i do Karpat. Jak olbrzymia była ilość lodu, pokrywającego wówczas północ Europy, świadczyć może fakt, że w górach Harcu, a zatem na krańcu płaszczki lodowego, znaleziono ślady działalności lodu na wysokości 425 m nad poziomem morza. W Norwegji grubość warstwy lodu sięgała co najmniej 1.800 m; nie

przeło dziwnego, że taka kolosalna ilość materiału skalnego została przez lód zabrana ze Skandynawji. Górne warstwy ziemi w północnych Niemczech, w Polsce oraz w północno-zachodniej Rosji są utworzone z grubych na dziesiątki metrów osadów lodowcowych, zeszkrobanych działalnością lodu z gór Skandynawji.

Pewną pracę denudacyjną spełniają osuwiska, powstające wtedy, gdy dolne warstwy jakiegoś osadu, spoczywającego na skale nieprzepuszczalnej, zostaną silnie nasyczone wodą. Powoduje to podmycie przez wodę i osłabienie podstawy górnych warstw, w rezultacie zaś całość ześlizguje się po powierzchni podścielających skał nieprzepuszczalnych (tabl. XVI B). Jeżeli to nastąpi w pobliżu miasta lub wsi, osuwisko może wywołać katastrofę, jak to się zdarzyło 4-go września 1618 r. w dolinie Chiavenny na północ od jeziora Como. Osuwisko powstało na zboczu Monte Conto i spowodowało zasypanie dwóch miasteczek. Z ludności ich, wynoszącej 2.430 ludzi, ocalały tylko trzy osoby. W 1772 r. w okręgu Treviso zostały zasypane trzy wsie, a z ich mieszkańców nikt się nie uratował. Podobna katastrofa nawiedziła 2 września 1806 r. okolicę doliny Goldau w Szwajcarii, gdzie znikły cztery wsie. Przygodny świadek widział ze szczytu sąsiedniej góry Rigi, że lasy pokrywające zbocze górskie zaczęły się chwiać, a potem wraz z podłożem zsuwać w dolinę z wzrastającą szybkością. Tarcie zsuwających się skał było tak wielkie, że pokazały się płomienie i woda zamieniła się w parę. Kilka wsi zostało zasypanych i zginęło przeszło 800 ludzi.

Inne słynne osunięcie się zwałów górskich zdarzyło się 11 września 1881 r., grzebiąc część wsi Elm w kantonie Glarus. Elm jest najwyżej położoną wsią w dolinie Sernf, a zwał powstał wskutek założenia kamieniołomu w łupkach, tworzących podstawę Plattenberg Kopf, stromego szczytu, wznoszącego się nad wsią. Wydobywanie łupku rozpoczęło się już w 1868 r. i dużo go wydobyto, lecz nie były przedsięwzięte żadne środki ostrożności, mające na celu prze-

ciwdziałanie obrywaniu się skały. W dziesięć lat później, gdy wygasł termin dzierzawy kamieniołomu, stał się on własnością gminy i każdy wieśniak wydobywał dla siebie łupek w czasie wolnym od robót polnych. Po pewnym czasie strop kamieniołomu zaczął się zarywać i było nawet z tego powodu kilka nieszczęśliwych wypadków. Żadnych jednak środków ostrożności nie zastosowano i nadal prowadzono pracę w kamieniołomie przy użyciu środków wybuchowych, choć już w górze nad kamieniołomem można było zauważyć pewne niepokojące oznaki. W stropie kamieniołomu powstały stale rozszerzające się szczeliny, wskazujące na stan groźny.

W 1879 r. wytworzyła się wpoprzek góry wielka szczelina, powiększająca się z każdym dniem, tak, że w sierpniu 1881 r. miała już ona przeszło 3 metry szerokości. Miesiąc następny był bardzo dżdżysty i wielkie głązy zaczęły staczać się z góry. Jedenastego września olbrzymia masa skalna oderwała się od góry, zwała na strumień i rozsypała po dolinie. Nikt z mieszkańców wsi wtedy nie zginął, chociaż zwał sięgnął o kilkadziesiąt metrów od karczmy. W siedemnaście minut później zwała się zachodnia strona góry, pozbawiając samą górę oparcia. Ten drugi zwał zasypał karczmę oraz kilka domów, pozbawiając życia około 20 ludzi. Po nim nastąpił zwał trzeci, po którym ocalało tylko sześciu ludzi. Tym razem cała góra zsunęła się, wałąc się przez dolinę z niezwykłą szybkością i wytwarzając gęstą chmurę pyłu. W ciągu czterech minut 10 milionów m³ skały zwało się na wieś. Wicher nakształt trąby powietrznej pędził przed czołem staczającej się lawiny kamiennej, przewracał domy jak stogi na swej drodze i druzgotał drzewa na drzazgi. Naoczni świadkowie opowiadali, że domy były podnoszone w powietrze jak piórka, a następnie, jak zabawki gięły się one i rozpadały na kawałki. Stu piętnastu wieśniaków zginęło, a domy ich zostały pogrzebane pod 15 metrami gruzu skalnego.

Większe osuwisko wydarzyło się 6-go września 1893 r. w środkowych Himalajach. Tego dnia góra Maithana (3.353 m), stanowiąca występ wielkiego masywu górskiego, zwała się w leżącą poniżej dolinę. Podniosły się wtedy takie chmury pyłu, że na wiele kilometrów naokoło powierzchnia została pokryta białym kurzem, sprawiającym wrażenie świeżo spadłego śniegu. Przyczyną osuwiska było podmycie podstawy góry przez źródła, skutkiem czego masy skalne zostały pozbawione należytej podpory. Zwały się przeto wdół z taką siłą, że olbrzymie głazy dolomitów i wapieni, wagi od trzydziestu do pięćdziesięciu tonn, latały w powietrzu jak pociski. Niektóre z nich były przerzucane na odległość dwóch kilometrów i druzgotały drzewa na drugiej stronie doliny. Po pierwszej katastrofie nastąpił szereg mniejszych zwałów, które trwały z przerwami przez kilka dni. Obliczono, że podczas tej katastrofy zwało się około 800.000.000 tonn skał.

Osuwiska często zachodzą w Himalajach, które, z geologicznego punktu widzenia, są stosunkowo młodemi górami, jak o tem wspominaliśmy poprzednio. W starszych górach osuwiska na tak wielką skalę trafiają się rzadziej.

Czasem osuwiska nie powstają tak raptownie, jak to się zdarzyło w powyżej przytoczonych wypadkach. Niejednokrotnie zbocza górskie zsuwają się tak wolno, że ruch ten jest niedostrzegalny. Taką „spełzającą górą“ jest Monte Arbino (1.695 m), leżąca o pięć kilometrów ku wschodowi od Bellinzony, małego miasteczka w dolinie rzeki Ticino, i o kilka kilometrów powyżej Lago Maggiore. Pomiedzy 1888 a 1905 r. góra posunęła się o dwa metry, lecz później szybkość ruchu zwiększyła się do 10—15 cm na rok. W roku 1925 szybkość ruchu wzrosła do 25 cm, w roku 1926 — do 46 cm a w roku 1927 — do 265 cm. Szybkość ta zwiększała się stale, wynosząc 14 metrów w przeciągu pierwszych dziewięciu miesięcy 1928 r., a już pierwszego października tegoż roku góra posuwała się z szybkością 15 cm na godzinę. Na zboczach góry potwo-

rzyły się wielkie szczeliny, a częste obrywania się skał i mas ziemi pozwalały żywić obawę co do bezpieczeństwa nielicznych mieszkańców doliny. Władze, zdając sobie sprawę z tego, że nic nie można zrobić dla odwrócenia grożącego niebezpieczeństwa, nakazały ewakuację mieszkańców zagrożonej okolicy. Dlatego też nie było wypadków śmiertelnych, gdy drugiego października 1928 r. dwadzieścia kilka milionów metrów sześciennych skał zważyło się w dolinę, grzebiąc lasy, pola, domy i drogi. Korespondent angielskiej gazety „Times“, który 8-go października odwiedził miejsce katastrofy w czasie, gdy spadało jeszcze wiele materiału skalnego, pisze:

„Szczyt zsuwającej się góry zapadł się co najmniej o 45 metrów, a cała okolica wygląda jak pobojuwisko. Mniejsze głazy bezustannie staczają się w dolinę z łoskotem, przypominającym odgłos strzałów karabinu maszynowego. Chmury pyłu, wznoszące się w miejscach, gdzie uderzają te głazy i rozpryskują się na kawałki, żywo przypominają pękanie setek pocisków armatnich. Od czasu do czasu większy odłam skały zaczyna chwiać się na przeciwległym grzbiecie góry, a następnie stacza się, wykonywając dziwaczne skoki, wprawiając niepewny grunt w drżenie i wreszcie z grzmiącym hukiem rozpryskując się na dnie doliny“.

Osuwanie gór nie jest zjawiskiem nieznanym w Wielkiej Brytanji, a szczególnie w południowej Walji. Kilka lat temu podnóże góry Nantymynydd przesunęło się z powodu kilku wielkich osuwisk, wywołanych prawdopodobnie obfitymi deszczami. Być może, ruch ten będzie trwał i nadal, lecz nie grozi on takim niebezpieczeństwem, jak zwałenie się góry w Szwajcarii, o którym była mowa powyżej. Różnica ponadto polega i na tem, że ruch góry w Walji jest spowodowany wyłącznie osuwiskami, gdy natomiast w wywołaniu katastrofy Monte Arbinio współdziałały inne siły natury.

Niszcząca działalność słońca, mrozu, deszczu i wody bieżącej, chociaż bardzo znaczna, jest jednak niczem w po-

równaniu z nieprzerwanem pustoszeniem, sprawianem przez morze. Na całym świecie fale oceanu niszczą i podmywają brzegi, wskutek czego wielkie masy materiału skalnego wpadają do morza. Często fale niosą żwir i kamienie, któremi nieustannie bombardują brzegi, co nawet zyskało im miano „artylerji natury“. W rzeczywistości ten taran morski nie sprawia tak wielkich spustoszeń, jak się powszechnie sądzi, gdyż często skały nadbrzeżne, wystawione na działanie fal morskich, są pokryte bujną florą wodorostów, hamującą siłę uderzenia bałwanów. Daleko większe zniszczenie powodują strumienie wody i powietrza, wciskane w rozpadliny i szczeliny skał. Te kliny wodne i powietrzne rozsadzają skały z katastrofalnym dla nich skutkiem.

Siła fal jest olbrzymia; znane są wypadki, gdy fale podnosiły bloki skalne, ważące setki tonn. Na zachodnim brzegu Irlandji, wystawionym na burze Atlantyku, fale często wznoszą się do wysokości kilkudziesięciu metrów. W jednym przypadku zbiorniki wody latarni morskiej w Great Skellig, umieszczone o 115 m nad poziomem morza, zostały zmyte przez fale. Bryzgi wody morskiej bywają przerzucane przez wyspę Valentia i zalewają okna domów miasta Knightstown, chociaż skały nadbrzeżne na zachodnim wybrzeżu wyspy wznoszą się do wysokości 150—215 metrów.

Na wielu wybrzeżach Anglji odbywa się ciągła strata łądu na rzecz morza. Niedawno zapadł się w morze pomiędzy St. Margaret's Bay i Dover pas łądu długości czterystu metrów i ważący około 2.500 tonn. Podobnie pomiędzy Dover i Folkestone oderwały się wielkie ilości materiału od Skały Szekspira. W ostatnim czasie wpadły w morze domy w Walton-on-the-Naze, Blundellsands (tabl. XVII A) i gdzie indziej. W 1932 r. tysiące tonn ziemi wpadło w morze pod East Cliff, Whitby, Yorkshire, a ślady podobnych zniszczeń można widzieć wzdłuż całego brzegu tego hrabstwa. Pomiedzy Bridlington i Spurn, na przestrzeni około

60 km, morze wdziera się w ląd z szybkością około 2 metrów na rok. Wiele miasteczek i wsi, leżących na tym brzegu, padło pastwą morza i ruiny ich leżą obecnie pod wodą. W niektórych częściach hrabstw Norfolk i Suffolk morze niszczy brzeg jeszcze szybciej, gdyż corocznie pas wybrzeża o szerokości przeszło 4 metrów zostaje pochłaniany przez morze. Dwieście lat temu na południe od Lowestoft istniało miasto Easton Bavent, dzisiaj tę nazwę nosi wieś, która wówczas leżała 3 km w głąb lądu. W Suffolk co najmniej cztery miasteczka czy wsie zginęły w falach morskich. Doniedawna na wierzchołku skały, znajdującej się o osiem kilometrów na południe od Southwold, widać było kilka domków i strażnicę wybrzeża — wszystko, co pozostało z Dunwich, niegdyś stolicy rzymskiej i ważnego portu wschodniej Anglii. Dogodną przystań, mennicę, klasztor, pałac biskupi oraz pięćdziesiąt kościołów tego miasta pochłonęły fale morskie. W 1329 r. morze zabrało 400 domów i od tego czasu wkraczało coraz głębiej w ląd. W 1900 r. ruiny kościoła Wszystkich Świętych były oddalone o 30 m od nadbrzeżnego urwiska (tabl. XVII B i C), a w roku 1919 pozostała jedynie jedna ściana wieży kościelnej (tabl. XVII D). I ta wreszcie zwała się z wyjątkiem jednej skarpy, którą rozebrano i użyto do ogrodzenia obecnego cmentarza. W ciągu ubiegłych pięćdziesięciu lat morze zabierało na północ od Southwold co rok przeciętnie po 2,7 m brzegu.

Tych kilka przykładów daje nam pewne pojęcie o ogromie zniszczenia, powodowanego przez morze na wybrzeżach lądów świata. Oprócz tego prądy morskie prowadzą również pracę destrukcyjną na głębokościach niedostępnych dla oka. Wprawdzie w niektórych innych miejscach morze traci na rzecz lądu, lecz to nie pokrywa straty, gdyż ląd narasta powoli, niemal niedostrzegalnie.

Jak wspomnieliśmy powyżej, zwietrzały materiał skalny zostaje zmyty z powierzchni ziemi przez wody bieżące i osadzony wreszcie na dnie jezior i oceanów. W ten sposób w ciągu długich wieków tworzą się osady nadzwyczaj grube,

i stopniowo, pod ciśnieniem nadległych warstw, twardnieją w skały (patrz str. 39). Proces denudacji, łącznie z procesem tworzenia się skał na dnie morza, jest właściwie wielkim obiegiem. Ten cykl przemian odnawia się nieustannie,



Rys. 21. — Warstwy Wealdu przed wytworzeniem powierzchni denudacji morskiej A, Kreda. B, Gault i górny Greensand. C, dolny Greensand. D, gliny Weald. E, Warstwy Hastings.



Rys. 22. — Warstwy Wealdu po wytworzeniu powierzchni denudacji morskiej.



Rys. 23. — Dzisiejszy wygląd warstw Wealdu zdenudowanych działaniem atmosfery. Denudacja atmosferyczna i morska usunęły około 750 m skał z powierzchni Wealdu w Kent.

wskutek czego oblicze ziemi podlega ciągłym zmianom. Z Wealdu w hrabstwie Kent cała formacja kredowa, łącznie z podścielającymi ją glinami i piaskami, uległa morskiej denudacji (rys. 21—23). W pewnym okresie istniała tam wielka kopuła, łącząca obecne North i South Downs. W Crowborough Beacon, która to miejscowość leży przy-

puszczalnie na osi tej kopuły, około 750 m skał zostało usunięte przez denudację, i materiał ten zniesiony przez rzeki do morza. O olbrzymiej ilości zniszczonych wapieni kredowych dają pewne pojęcie wielkie złoża krzemieni, leżące w dolinie Tamizy, wzdłuż południowego wybrzeża i w innych miejscach, gdyż krzemienie stanowiły tylko 4% zdenudowanej skały. Alpy powoli kruszą się i rozpadają wskutek wietrzenia, wietrzeliska usuwa woda i, jeżeli nie nastąpi nowe ich wydźwignięcie, przyjdzie czas, gdy nie będą one wyższe od walijskich gór Snowdon i Helvellyn.



Rys. 24. — Powstanie góry Snowdon.

Już około 3.500 m³ skał zostało usunięte ze szczytu Mont Blanc i materiał ten spoczywa w niższych miejscach środkowej Szwajcarii, w postaci żwirów i piasków Renu, Rodanu, Dunaju i Po, na nizinach Lombardji, południowej Francji, Belgji i Holandji, dokąd został zniesiony działalnością deszczów i wody bieżącej.

Zainteresowanie, wzbudzone przez Alpy, a również i Himalaje, pochodzi stąd, że są to góry stosunkowo „młode“, gdyż zaledwie kilka milionów lat upłynęło od ich wydźwignięcia do obecnej wysokości. Siły natury jeszcze nie spowodowały w nich większych spustoszeń, nie unikną one jednak oczekującego je losu. Przed wiekami istniało wiele innych gór, niektóre z nich prawdopodobnie były nawet wyższe od Himalajów, lecz z biegiem czasu zostały one zniszczone do tego stopnia, że obecnie pozostały z nich tylko ślady. Dobrze znane wzgórza Killarney (w Walji) są szczątkami potężnego łańcucha górskiego z przed milionów lat, z którego dawno nieistniejące rzekiabrały i zniosły do morza tysiące metrów materiałów skalnych. Snowdon (najwyższa góra w Walji) jest ostatnim szczątkiem olbrzy-

miej fałdy skalnej, która niegdyś rozpościerała się w okolicy obecnej góry. Obecny szczyt góry był niegdyś dnem głębokiej na blisko 9.000 m doliny, ciągnącej się wśród dawno zniszczonych i usuniętych gór (rys. 24).

Poprzednio była mowa o tem, że skały plutoniczne powstają na znacznej głębokości pod powierzchnią ziemi. Granit należy do skał plutonicznych, a ponieważ wiadomo, że może się utworzyć jedynie pod wielkiem ciśnieniem, wynika stąd, że tam, gdzie obecnie znajdują się granity na powierzchni, wielkie ilości skał musiały być usunięte. Dartmoor właśnie jest olbrzymim blokiem granitowym o powierzchni 5.000 km², z nad którego denudacja usunęła wielkie ilości materiału (tabl. XVIII). Z nad granitów w Szkocji przypuszczalnie znikło około 20 km skał. Dopiero gdy uprzytomnimy sobie, ile czasu trzeba było na to, aby wiatr, deszcz i mróz mogły wykonać taką gigantyczną pracę, nabierzemy pewnego pojęcia o długości okresów geologicznych.

Najbardziej zdumiewa nas sposób, w jaki te zmiany się odbywają, i decydująca w nich rola wody. Niemal chemicznie czysta para wodna wznosi się z morza w powietrze, tam skrapla się, spada na ziemię w postaci deszczu, i jako woda obciążona materiałem wietrzelistkowym skał, po których płynęła, wraca do morza zpowrotem. Ten niewidoczny proces odbywa się codziennie, jak odbywał się od początku historii ziemi, powodując olbrzymie zmiany na powierzchni naszej planety. Jedna rzecz jest najzupełniej pewna: los, który spotkał najstarsze góry, oczekuje i dzisiejsze olbrzymy górskie.

NAJWYŻSZE GÓRY

1. Wnętrze ziemi

Mówiliśmy już poprzednio, że skały osadowe, znajdujące się obecnie na powierzchni ziemi w różnych częściach świata, utworzyły się na dnie przedhistorycznych mórz. O tem, że takie jest ich pochodzenie, wnioskujemy na podstawie znajdowania się w tych skałach ości rybich lub skorup drobnych zwierząt morskich. W kamieniołomach kredy często znajdujemy skamieniałe szczątki różnych stworzeń morskich: jeżowców, raków oraz czaszki i zęby ryb; gdzie indziej w wapieniach spotyka się skorupy ostryg. Skały wapienne, oczywiście, musiały osadzić się pod powierzchnią morza, gdyż powstały one ze szczątków drobnych stworzeń morskich, podobnie jak kreda utworzyła się z nagromadzenia skorupek małych otwornic, które ongi pływały w przedhistorycznych morzach.

W Alpach znajdujemy skamieniałości morskie na wysokości 3.000 m nad poziomem morza, a w Himalajach podobne skamieniałości spotykają się na wysokości 6.000 m. W skład obydwóch łańcuchów górskich wchodzi warstwy wapieni, utworzonych w przeważającej części ze skorupek w kształcie krążka z licznych zwojów spiralnych. Od kształtu przypominającego pieniążek (łac. nummulus), otrzymały te skamieniałości nazwę numulitów (tabl. IV C).¹ Gdy istoty zamieszkujące niegdyś te skorupki umierały, same

¹ Piramidy egipskie są zbudowane z tego samego wapienia numulitowego, występującego po obydwóch stronach morza Śródziemnego i ciągnącego się od Alp i Apeninów aż do wnętrza Azji. Piramidy przetrwały tysiące lat, ale, podobnie jak i znacznie starsze od nich góry, które dostarczyły im materiału budowlanego, podlegają powolnemu niszczeniu przez siły Natury.

skorupki opadały na dno morza i wchodziły w skład jego osadów. W miliony lat później dno morskie zostało wydźwignięte na powierzchnię i utworzyło wapienne góry. Obecnie ten wapień wietrzeje pod wpływem powietrza, lodu i deszczu, a materiał wietrzelistkowy zpowrotem wędruje do morza. Tu znowu stanie się on skałą, która, być może, w jakiejś odległej, przyszłej epoce znów wejdzie w skład innego, potężnego łańcucha górskiego — i tak wciąż trwa nigdy nie kończący się cykl przemian.

W poprzednim rozdziale była mowa o tem, że gór nie należy uważać za wiecznotrwałę. Można by jednak uważać je za takie, nadając słowu „wiecznotrwały“ nieco odmienne znaczenie i z tem zastrzeżeniem, że są one wiecznotrwałę, lecz w ciągu stuleci zmieniają swoje położenie! Jedne góry bezustannie przechodzą w inne góry, choć materiał, z którego one się składają, w okresach przejściowych spoczywa na nizinach, głównie zaś na dnie morza. Mamy wszelką pewność, że obecnie góry ulegają niszczeniu, rzadko natomiast dają się zauważyć oznaki powstawania nowych gór, wyjąwszy niektóre przypadki działalności wulkanicznej. W minionych jednak wiekach bywały okresy, gdy grzbiety górskie prędzej się dźwigały, niż ulegały zniszczeniu. W przyszłości może nastąpić zjawisko podobne i nowe łańcuchy górskie, współzawodniczące co do wysokości i majestatu z Alpami i Himalajami, wyłonią się z wód oceanu.

Z tego, co mówiliśmy w rozdziale poprzednim o denudacji, nietrudno zrozumieć, jak zwietrzały materiał dostaje się na dno morskie. Trudniej natomiast uprzytomnić sobie, w jaki sposób skały osadowe mogą być wydźwignięte ponad wody. Długo było to niestychanie trudną do rozwiązania zagadką. Wysunięto szereg teoryj, lecz w rezultacie wynika z nich jedynie to, że siły, powodujące wydźwignięcie niezliczonych milionów tonn skał na wysokość kilku kilometrów, musiały być niestychanie potężne.

Pewna interesująca teoria opiera się na fakcie, że promieniowanie ciepła, jedna z charakterystycznych własności ciał

radjoaktywnych, zostaje wywołane przez zmiany zachodzące wewnątrz atomów tych ciał. Ponieważ pewne części wnętrza ziemi są bardziej radjoaktywne niż warstwy powierzchniowe, muszą one rozgrzewać się coraz więcej. Wydaje się to dziwne, gdyż według dawnych zapatrywań ziemia stopniowo ostyga i powoli zbliża się czas, gdy wszystko zmarznie na ziemi i życie zginie. Możliwe, że taki będzie ostateczny koniec ziemi, lecz tymczasem mogą nastąpić okresy odmładzania. Może się zdarzyć, że Wielka Brytania znów stanie się krajem ciepłym, w którym będą bujnie rosnać olbrzymie palmy i inne rośliny podzwrotnikowe. Wiadomo przecie, że niegdyś nie tylko Wielka Brytania, lecz nawet Irlandja i Grenlandja posiadały klimat ciepły, ponieważ pokłady węgla, znajdujące się w tych krajach, są szczątkami bujnej roślinności, która rozwijała się w parnych bagnach dawnych okresów. W ścisłym związku ze złożami węgla, szerokim pasem, ciągnącym się od Ameryki Północnej do Chin, występują gleby bogate w żelazo i glin, tego typu, który obecnie znamy tylko z okolic podzwrotnikowych. Węgiel spotykamy również na Szpicbergu i na innych wyspach podbiegunowych. Obecnie pokrywa je śnieg, lecz niegdyś rosły tu podzwrotnikowe lasy.

Ta część ziemi, która przypuszczalnie rozgrzewa się coraz bardziej, składa się z ciężkiej skały, zwanej bazaltem. Tworzy on warstwę leżącą pomiędzy skorupą zewnętrzną, zbudowaną ze skał lżejszych, a wnętrzem, czyli jądrem ziemi. Ponieważ skały, tworzące skorupę ziemską, są złemi przewodnikami ciepła, ciepło radjoaktywne, powstające w skałach ciężkich, nie może łatwo uciec i skały te tak się rozgrzewają, że przechodzą w gęstą ciecz. Z tą chwilą skorupa zewnętrzna nie tworzy stałej i nieruchomej części ziemi, lecz pływa na podścielającej ją warstwie płynnego bazaltu. Brzmi to fantastycznie i nieprawdopodobnie, a jednak mamy już sporo dowodów na to, że kontynenty pływają na ciekłej wewnętrznej warstwie ziemi i nie tylko powoli zmieniały swe położenie w dawnych okresach geo-

logicznych, lecz nawet może i dzisiaj przesuwają się. Przekonywającym dowodem tego, że półwysep Hindostanu leżał niegdyś daleko ku południowi, może być fakt istnienia niegdyś w Indjach południowych grubego płaszcza lodu, podobnie jak to dzisiaj zdarza się w obszarach antarktycznych. Indie były pod lodem w tym mniej więcej czasie, gdy tworzyły się złoża węglowe Ameryki Północnej, Wielkiej Brytanji, kontynentu europejskiego i Chin. W tym samym również czasie gruba skorupa lodowa pokrywała część Ameryki Południowej, Afryki Południowej i Australji. Przypuszczalnie 200.000.000 lat temu Wielka Brytanja leżała w pobliżu równika, a Południowa Afryka i Indie znajdowały się blisko lub nawet wewnątrz południowego koła biegunowego. W takim więc razie kontynenty są jedynie olbrzymimi tratwami, ułamkami jednego kontynentu, do którego należy cały ląd, wyniesiony ponad poziom morza. Alpy zaś powstały wskutek tego, że lądy Afryki i Europy, zbliżając się ku sobie, zderzyły się i wypiętrzyły leżący w pasie zetknięcia materiał w kształt łańcucha górskiego.

Jednym ze sposobów sprawdzenia tej teorii jest określanie od czasu do czasu długości geograficznej punktów, leżących na różnych lądach, gdyż otrzymujemy w ten sposób kątową odległość tych punktów od Greenwich i pomiędzy nimi samymi. Jeżeli lądy istotnie przesuwają się, to oczywiście długość geograficzna tych punktów będzie ulegała zmianom. Spodziewamy się, że staranne i dokładne pomiary, prowadzone w ciągu dłuższego czasu, rzucą nieco światła na tę ciekawą hipotezę. Pomiary tego rodzaju są prowadzone obecnie na trzech stacjach: w Szanghaju, w Algerze i w San Diego w Kalifornji. Miejsca te wybrano dlatego, że leżą one na trzech odrębnych kontynentach i znajdują się daleko od siebie.

Na to, aby temperatura bazaltu podniosła się do tego stopnia, żeby powstała dająca się zauważyć zmiana w rozkładzie lądów, trzeba milionów lat. Nawet bowiem, jeżeli

kontynenty pływają, to pływa również cała skorupa ziemiska wraz ze skałami, tworzącymi dna oceanów i łączącymi poszczególne lądy. W tym czasie, gdy ziemia osiągnie najwyższy punkt rozgrzania, księżyc zacznie działać hamująco na pływającą skorupę. Będzie ona pozostawała w tyle poza szybciej wirującym jądrem, a rozgrzana ciecz, znajdująca się pomiędzy szybko wirującym wnętrzem ziemi a wolniej obracającą się skorupą zewnętrzną, musi ulec silnemu wzburzeniu. Ponadto każda część tej cieczy będzie wprowadzona w zetknięcie z cieńszymi częściami skorupy, tworzącymi dna oceanów, a to będzie powodowało ucieczkę ciepła w przestrzeń. Ten wpływ księżycy okaże się w wyniku korzystnym dla ziemi, gdyż inaczej rozgrzewałaby się ona coraz więcej, wskutek powolnej ucieczki ciepła z roztopionego bazaltu poprzez lądy, a to groziłoby jej zagładą od ognia, losem, przepowiadany już dawno przez niektórych proroków.

Aczkolwiek nie wydaje się prawdopodobne, aby ziemia spłonęła w olbrzymim wybuchu ognia, to jednak katastrofy podobnego rodzaju niewątpliwie nastąpią. Z pewnością będą straszne trzęsienia ziemi, gdyż z chwilą, gdy zniknie normalna, stała podstawa lądów, zaczną one giąć się i pękać. Nastąpią katastrofalne potopy, spowodowane zalewem przez wody oceanu wielkich nizinnych przestrzeni, gdy części lądów osiadną i zanurzą się głębiej w roztopiony bazalt. Wydarzą się katastrofy w rodzaju wybuchów wulkanicznych, zakrojonych na gigantyczną skalę, podczas których, pod ciśnieniem płynnego bazaltu, potworzą się szczeliny w słabszych miejscach skorupy ziemskiej i przez nie wyleje się roztopiona lava. Prawdopodobnie tego rodzaju zjawiska bywały i uprzednio. W zachodniej części Indyj, na przykład, znajdujemy zadziwiające ilości skał wulkanicznych, pokrywających przestrzeń przeszło 1.300.000 km². Taki wylew lawy nie mógł nastąpić ze zwykłego wulkanu. Gdybyśmy nawet połączyli w jeden strumień potoki lawowe wszystkich wulkanów świata, to

i wtedy nawet nie mógłby on pokryć grubszą warstwą tak wielkiej przestrzeni.

Pod hamującym działaniem księżyca uspokoją się wreszcie drgawki ziemi i planeta nasza zacznie stygnąć. Zkolei nastąpią ciekawe zjawiska, gdyż podczas tego okresu ostygnięcia rozpocznie się tworzenie gór. Stygnąc, ziemia zacznie się kurczyć, a wtedy jej skorupa będzie się fałdowała, aby przystosować się do malejącego jądra, podobnie jak fałduje się skórka na wysychającym jabłku. Zobaczmy, gdzie powstaną te fałdy. Łądy prawdopodobnie nie wygną się, gdyż grubość ich wynosi od 35 do 45 kilometrów. Podobnie nie ugną się i dna oceanów, ponieważ, będąc radjatorami ziemi, są one sztywne i grube dzięki ochładzaniu przez wodę. Najniższe miejsca będą się znajdować na brzegach oceanów, gdzie wiekami nagromadzają się osady, zniesione ze starych gór przez rzeki. Ponieważ są to skały stosunkowo miękkie, nie okażą one wielkiego oporu przeciw ciśnieniu poziomemu, powstającemu wskutek kurczenia się skorupy ziemskiej. Tu przeto nastąpią spękania i fałdowania. Sfałdowane warstwy osadowe wytworzą góry, jak to już było niejednokrotnie w minionej historii ziemi.

Jeżeli powyższe przypuszczenie jest trafne, należałoby sądzić, że i obecne łańcuchy górskie powstały na brzegach jakiegoś oceanu, i rzecz tak ma się w istocie. Góry Skaliste i Andy biegną równolegle do zachodnich brzegów Północnej i Południowej Ameryki, góry Australji ciągną się wzdłuż wschodniego brzegu tego lądu; śnieżne szczyty gór Skandynawskich zwrócone są ku północnemu Atlantykowi. Jedynie Himalaje i Alpy zdają się być wyjątkiem z tego prawa. Tłumaczy się to tem, że w czasie, gdy powstawały te góry, morze Śródziemne ciągnęło się o tysiące kilometrów dalej ku wschodowi. Obecnie morze Śródziemne jest tylko szczątkiem wielkiego oceanu, zwanego Tetydą, który niegdyś pokrywał pustynię Sahary i ciągnął się nawet do Pacyfiku. Otóż na północnych wybrzeżach tego morza osadziły się skały, z których powstały Alpy i Himalaje.

Zrozumiemy łatwo, w jaki sposób pogieęte i zmięte warstwy skalne zostały wydźwignięte wgórę, gdy przypomnimy sobie, że kiedy łódź wypływa ze słodkich wód rzeki na słone wody morza, to unosi się wyżej na wodzie. Podobne zjawisko zdarzało się zapewne w czasie ostygnięcia ziemi. Ze spadkiem temperatury płynny bazalt gęstniał, a łądy na nim pływające uniosły się wyżej, tworząc w ten sposób nowe grzbiety górskie. Trwało to dotąd, dopóki cała masa nie stężała, a wtedy rozpoczął się nowy cykl. Siły natury rozpoczęły swe dzieło zniszczenia i nowoutworzone góry poczęły wędrować do morza. Z biegiem czasu warstwa bazaltu pod łądami znów się rozgrzeje; znowu nastąpią wylewy law, i znowu rozpoczną się wydźwignięcia, dające początek nowym góróm. Ponieważ takie paroksyzmy zdarzają się co 40.000.000 lat, jest rzeczą wątpliwą, czy ludzkość będzie przeżywała następną światoburczą katastrofę.

Gdy skały osadowe zostają składane na dnie oceanu, spoczywają tam one poziomo. Gdy oglądamy je dzisiaj na powierzchni ziemi, łatwo zauważymy w nich zadziwiająco skomplikowane zgięcia i skręty (tabl. III B), świadczące o tem, że skały te po utworzeniu podlegały silnemu, bocz-nemu ciśnieniu. W pewnem doświadczeniu ułożono warstewki gliny na silnie rozciągniętym, gumowym podkładzie. Gdy później pozwolono gumie skurczyć się do jej normalnej długości, glina ułożyła się w fałdy zadziwiająco podobne do fałd skalnych w Alpach.

2. Zdobywanie szczytów alpejskich.

Prawdopodobnie najlepiej znanemi i najchętniej odwiedzanemi górami Europy są Alpy. Ich wpływ na wyobraźnię ludzką nic nie stracił na sile, pomimo że nawet najwyższe ich grzbiety już zostały zbadane. Góry te, dzięki różnorodności swego charakteru i obfitości pięknych widoków, zupełnie zasłużyły stały się ośrodkiem wycieczkowym Eu-

ropy. Corocznie tysiące turystów przybywa do Szwajcarii i Tyrolu, aby odżyć w orzeźwiającej atmosferze wysokogórskiej i nacieszyć się sportami zimowymi wśród śniegów i lodów.

Jednak nawet w Alpach turystyka górska jest sportem młodym, ponieważ człowiek pierwotny patrzył na góry z uczuciem grozy, i dlatego też nigdy się w nie nie zapuszczał. Wyobrażał on sobie, że szczyty górskie, często spowite w chmury, są siedzibą istot nadprzyrodzonych. Jeszcze w tysiące lat później Grecy wierzyli, że ich bogowie i boginie mieszkają na Olimpie, a Kreteńczycy z tego samego powodu czcili górę Ida. Nawet dzisiaj miliony Hindusów spogląda z głęboką czcią na Himalaje, wierząc, że ten potężny łańcuch górski jest opiekunem ich plemienia. Gdy starożytni pisarze wspominają o górach, w słowach ich daje się wyczuć przestrach. Wyjątek stanowią niektóre ustępy Starego Testamentu, których autorzy wyrażają się o górach raczej z szacunkiem. Dla Rzymian góry wogóle, a Alpy w szczególności, były niczem innym, jeno poważną przeszkodą w handlu i rozszerzaniu ich podbojów.

Rzecz zrozumiała, że niegdyś przebycie pasma górskiego było niełada wyprawą, i dzisiaj trudno nam docenić odwagę i wytrwałość tych, którzy pierwsi przekroczyli wielkie łańcuchy górskie świata. Historyczne przebycie Alp przez Hannibala było w owym czasie niebывałym wyczynem i trudności z nim związane musiały być olbrzymie. Hannibal w 218 roku przed Chr. wyruszył ze 100.000 ludzi z Kartaginy w Hiszpanji i przekroczył Pireneje. Posuwając się wzdłuż Rodanu, dotarł on do Alp i przeszedł je, przybywając do Italji po pięciomiesięcznej podróży. Armja Hannibala składała się z 90.000 piechoty i 20.000 konnicy. Liwjuż mówi, że zarówno Hannibal, jak i cała jego armja byli bardzo przygnębieni, gdy zdali sobie sprawę z wysokości gór. Trudności przemarszu były spotęgowane zażartymi atakami górali, którzy ze swych górskich kryjówek prowadzili wojnę podjazdową, wracając na noc do swoich

pieleszy. W trenie Hannibala znajdowało się trzydzieści siedem słoń, o których Liwjuusz pisze, że:

„ciągle padały na nos, a gdy śnieg stopniał po przejściu tyłu ludzi i zwierząt, chciały kłaść się na gołym lodzie lub błocie, powstałem z roztopionego śniegu“.

Każdemu żołnierzowi, z wyjątkiem może górali, przejście przez Alpy, nawet dzisiaj, wydałoby się niemożliwością, a przejście całej armji, ciężko zbrojnej, z bagażem, końmi i trenami, należy chyba nazwać epopeją. Niewiadomo, przez którą przełęcz przeszedł Hannibal, przypuszczalnie przez przełęcz Małego Św. Bernarda lub przez Mont Genève. Dojście do szczytu przełęczy zajęło mu dziewięć dni czasu, i gdy wreszcie, po szesnastodniowym marszu, niestrudzeni Kartagińczycy dotarli do Cyzalpińskiej Galji, okupili to stratą 34.000 ludzi i setek koni.

Aby ocenić wspaniałość majestatycznych śnieżnych szczytów, wznoszących się ku niebu, na to nie trzeba być góralem, gdyż, patrząc z doliny, możemy również ocenić w całości piękno gór. Właściwą jednak emocję odczuwa tylko ten, kto wspina się na góry. Niewątpliwie wielu czytelników odczuwało ten „zew gór“. Gdy żądza zdobywania gór raz kimś owładnie, nie opuści go już nigdy. Będzie on wracał w góry rok po roku, dopóki starczy mu sił.

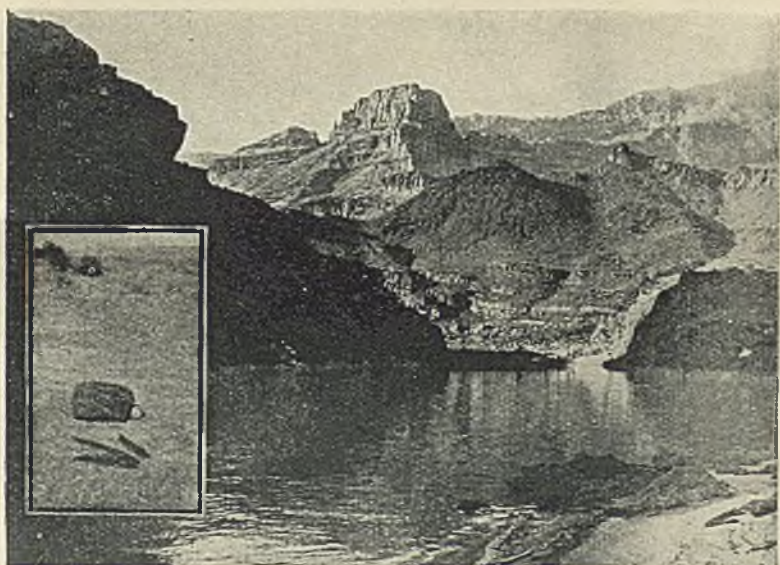
Wysokie szczyty Alp zostały jeden po drugim zdobyte kosztem niewiarogodnych wysiłków i straty wielu cennych istnień ludzkich. Pierwszym z ważniejszych szczytów zdobytych przez człowieka był Roche Melon niedaleko Susa (3.536 m). Dokonał tego w wiekach średnich rycerz Rotario z Asti. W 1335 r. poeta Petrarca wdarł się na Mont Ventoux (2.960 m) w Prowancji, i opis tego wejścia przechował się do naszych czasów w liście Petrarki. Wymienione wejścia nie obejmowały jednak szczytów pokrytych wiecznym śniegiem, i właściwy alpinizm rozpoczął się dopiero od wejścia na Titlis w 1739 r., choć przejścia przez śnieżne przełęcze były skuteczniane od najdawniejszych czasów.

TABLICA XV



A. Część Wielkiego Kanjonu widziana z brzegu.

Na rycinie widać, jak twardsze części skal opierają się działaniu czynników denudacyjnych.



B. Rzeka Kolorado na dnie kanjonu. W głębi doskonały przykład „Butte“.

W otoku odcisk stopy dynozaura w skale na dnie kanjonu.

TABLICA XVI



A. Lodowiec Gorner z Riffelhorn, Monte Rosa (4638 m).
Z lewej strony doskonale widać nierówną powierzchnię lodowca i tworzenie się
moreny środkowej.

Zdjęcie: E. Gygera, Adelboden.



B. Olbrzymia masa gliny, oderwana przez
osuwisko od urwiska w Spurn Head, w York-
shire.

Wejścia na Titlis dokonał pewien mnich z Engelberga. Odkrycie w 1741 r. słynnej doliny Chamonix stworzyło nową erę w alpinizmie. Kilku młodych Anglików, którzy się tam podówczas znajdowali w poszukiwaniu przygód, weszło na Montanvert, i opis tego wejścia zwrócił uwagę na powaby sportu górskiego. Najsłynniejszym szczytem alpejskim jest, naturalnie, Mont Blanc, wznoszący się do 4.785 m (tab. XIX A). W 1760 r. De Saussure przyrzekł nagrodę temu, kto znajdzie drogę na ten szczyt. Nastąpił szereg nieudanych prób, między niemi M. T. Bourrita z Genewy, który w 1784 r. wspiął się do wysokości 3.048 m, lecz musiał dalszego wejścia zaniechać z powodu choroby górskiej, na którą łatwo zapadał. Jego przewodnicy poszli jednak dalej i dotarli do wysokości 4.358 m. De Saussure, dowiedziawszy się o próbie Bourrita, sam przybył w roku następnym do Chamonix, aby próbować szczęścia. Bourrit z synem towarzyszyli mu, lecz z powodu głębokiego, świeżo spadłego śniegu musieli przerwać wejście i wrócić.

Właściwymi zdobywcami Mont Blanc byli: Jacques Balmat, syn chłopca ze wsi Pelerins, i miejscowy lekarz Michel Paccard. Zwykle uważają Balmata za „bohatera“ wejścia, choć, jak zobaczymy później, część zasługi należy przyznać również jego towarzyszowi. Dwudziestoczerolletni Balmat był dzielnym młodzieńcem, mogącym, według jego własnych słów, obywać się trzy dni bez kęsa pokarmu. Istotnie, pewnego razu dowiódł, że jest do tego zdolny, gdy zbłądził na Buet. Wejście na Mont Blanc było jego marzeniem od dziecka i nieraz później opowiadał, jak, patrząc na Mont Blanc, mawiał: „Gadaj, co chcesz, i rób, co chcesz, mój kochanku, lecz pewnego pięknego dnia wdrapię się na ciebie“. Podczas jednej z pierwszych prób dotarł on do Col du Géant, a w 1784 r. próbował wejścia z Courmayeur. W tym to wypadku wspinał się cały dzień i noc zaskoczyła go na wielkim polu śniegowym niedaleko Grand Plateau. Tu spędził samotnie noc na lodowcu w gęstej mgle górskiej, nierozpraszaającej się

w ciągu całej nocy. O świcie słońce nie przedarło się przez mgłę, a o 4-ej rano chmury tak zgęstniały, że było niemożliwością posuwać się dalej. Ten stan trwał cały dzień, spędził więc Balmat drugą noc na górze, tym razem na skałach Montagne de la Côte. Po ułożeniu planu dalszej drogi na szczyt zawrócił do domu.

Tuż pod Chamonix spotkał trzech przewodników, wyruszających w góry „na poszukiwanie kryształów“, jak mówili. Wygląd ich ekwipunku wzbudził w nim podejrzenie, że chcą go oni uprzedzić w upragnionym celu. Z zimną krwią postanowił towarzyszyć im, pomimo spędzenia już dwóch nocy i jednego dnia w górach. Po osuszeniu ubrania i spożyciu śniadania, ponownie wyruszył w góry. Wprędce dogonił tych ludzi, którzy tak byli niezadowoleni z jego towarzystwa, że nie chcieli z nim rozmawiać. Cała partja spędziła noc na górze, a następnego dnia przyłączyli się do nich jeszcze dwaj przewodnicy. Nie uszli jednak daleko, i wszyscy, z wyjątkiem Balmata, wrócili do Chamonix. Ten zadziwiający, o żelaznem zdrowiu, człowiek znowu spędził noc na śniegowem polu Grand Plateau, ale tym razem o 600 m wyżej, niż poprzednio, mając na lewo stok śnieżny, a na prawo przepaść. O 3000 m niżej widział światła Chamonix i myślał o przyjaciółach, siedzących przy kominkach lub spoczywających w wygodnych łóżkach. Było mu bardzo zimno i prawie zamarzł w zawiei śnieżnej. Wiedział doskonale, że jeżeli ulegnie pokusie zamknięcia oczu, nie otworzy ich już więcej. Aleksander Dumas starszy, w swoich „Impressions du Voyage“ podaje wywiad z Balmatem i przytacza opis jego przeżyć.

„Co chwilę słyszałem spadające lawiny, wydające łoskot grzmotu. Lodowce pękały i przy każdym pęknięciu czułem, że cała góra drży. Nie odczuwałem ani głodu, ani pragnienia, ale miałem niezwykle ból głowy, rozpoczynający się na ciemieniu i rozprzestrzeniający do powiek. Cały czas trwała gęsta mgła. Oddech mój zamarzał na chustce, śnieg nawskróś przemoczył moje ubranie, miałem wrażenie, że jestem zu-

pełnie nagi. Zdwoilem wtedy szybkość moich ruchów i zacząłem śpiewać, aby odpędzić szalone myśli, cisnące mi się do głowy. Głos mój ginął w śniegach, żadne echo mi nie odpowiadało, zamilkłem i owładnął mną strach.“

Gdy o świcie burza minęła, Balmat nie czuł się na siłach, aby ukończyć wejście, choć zdawał sobie sprawę z tego, że droga na szczyt wielkiej góry leży przed nim otworem.

Opowiadanie Balmata (tak, jak je podał Dumas) o przebiegu wejścia na Mont Blanc podano później w wątpliwość. Wątpliwość ta tyczyła się głównie szczegółów wejścia oraz roli, jaką w niem odegrali obydwaj uczestnicy. Dziennik Paccarda zaginął, a co się tyczy Balmata, to musimy polegać na tem, co napisał Aleksander Dumas, o którym wiadomo, że uważał za swój obowiązek ubarwić każde opowiadanie. Przyjmijmy, tymczasem, wersję Balmata i Dumasa.

Według Balmata, wrócił on do Chamonix i zasnął kamiennym snem. Po wypoczynku udał się do miejscowego lekarza, Michała Paccarda, aby wziąć go na świadka przy planowaniu wejściu. Lekarz dla większej pewności chciał wziąć ze sobą jeszcze kilku przewodników, lecz Balmat odparł: „Nie, albo pan pójdzie ze mną bez mówienia komukolwiek o tem, albo pan nie pójdzie wcale“. Wkońcu lekarz przyjął ten warunek i wyruszyli razem 8-go sierpnia 1786 roku.

Zdaniem Balmata, czcigodny lekarz odegrał niezbyt chwalebna rolę w tej wyprawie. Obydwaj uczestnicy wyruszyli o piątej rano, a noc przepędzili na szczycie Montagne de la Côte. Stąd udali się do lodowca de Taconnay, którego olbrzymie szczeliny bardzo przeraziły doktora. „Głębokość tych szczelin była niezmierna okiem, mosty lodowe trzeszczały pod stopami, grożąc zagładą w razie załamania się ich“. Stopniowo jednak doktor nabrał odwagi i łącznie z towarzyszem wszedł na Grands Mulets, mijając miejsce, gdzie Balmat spędził swą pierwszą noc na górze. Tu podmuch wiatru zerwał kapelusz doktora i obydwaj musieli

położyć się na ziemi, aby uniknąć furji wichru. Po pierwszym odpoczynku Balmat wstał, lecz doktor mógł jedynie wlec się na czworakach aż do miejsca, z którego widać było wieś. Tu doktor ze wstydu podniósł się i wtedy obydwoj uczestnicy spostrzegli, że są przez wieśniaków widziani i poznani, gdyż powiewali kapeluszami. W tem miejscu doktor zupełnie opadł z sił, więc Balmat zostawił mu butelkę wina i dalej poszedł sam. W miarę wspinania się w górę powietrze stawało się coraz rzadsze, musiał przeto co kilka kroków przystawać dla nabrania oddechu. Zimno było tak wielkie, że kilometr szedł godzinę. W tych warunkach, z oczami opuszczonemi ku ziemi, włókł się Balmat, aż wreszcie znalazł się w nieznanem sobie miejscu. Gdy podniósł oczy, zobaczył, że znajduje się wreszcie na szczycie Mont Blanc.

„Dotarłem do celu mej podróży, do miejsca, na którem nikt nie był dotychczas. Wspiąłem się tu sam, bez niczyjej pomocy, polegając jedynie na mych siłach i mem postanowieniu. Byłem królem Mont Blanc, byłem posągiem na tym olbrzymim piedestale i wszystko naokół wydawało się moją własnością. Gdy zwróciłem się ku Chamonix i powiewałem kapeluszem na końcu mego czekana, spostrzegłem, że na znaki moje odpowiedzieli moi przyjaciele w dole“.

Balmat, schodząc, zastał doktora pogrążonego we śnie, udało mu się jednak rozbudzić go i zaprowadzić na szczyt. Tu spędzili około pół godziny i o siódmej wieczorem rozpoczęli zejście. Według Balmata doktor był jak dziecko, bez energii i siły woli. „Musiałem go przeprowadzać przez łatwe miejsca i przenosić przez trudne“. Noc zapadała, gdy przekraczali szczelinę, a gdy dosięgli podnóża Grand Plateau, było już zupełnie ciemno. Co chwilę Paccard zatrzymywał się, mówiąc, że nie pójdzie dalej, i za każdym razem Balmat zmuszał go do dalszej drogi. O jedenastej wieczorem, gdy już minęli lody, Balmat zauważył, że Paccard nie posługuje się rękami. Po zdjęciu rękawic okazało się, że ręce doktora zbiały i zmartwiały skutkiem

odmrożenia. Doktor nie zwracał na to żadnej uwagi, pragnąc jedynie położyć się i zasnąć. Balmat roztarł mu dłonie śniegiem i przywrócił obieg krwi, poczem, zawiązawszy go w koc, położył się obok niego. Tak przepędzili noc. O szóstej rano Paccard obudził się ze słowami: „To dziwne, Balmat, że słyszę śpiew ptaków, lecz nic nie widzę, pewnie nie mogę otworzyć oczu“. Jednak oczy miał szeroko otwarte i Balmat powiedział mu, że się myli. Lecz doktor nie mylił się bynajmniej, a ponieważ nic nie widział, całą powrotną drogę musiał odbyć, trzymając się rzemienia plecaka Balmata. Po przyjeździe do domu Balmat nie mógł siebie poznać: oczy jego były zaczerwienione, twarz szerniała, a wargi były barwy sinej. Tak skończyła się wyprawa, dzięki której, według Balmata, została odkryta droga na szczyt Mont Blanc.

Z dochodzeń dr. Dübi, słynnego szwajcarskiego alpinisty, wynika, że opowieść Balmat-Dumasa niezupełnie odpowiada prawdzie. Okazało się, że znany niemiecki podróżnik śledził wejście przez lunetę i robił notatki. Notatki te, podpisane i zaświadczone, są przechowywane w Chamonix. Wynika z nich, że Balmat i Paccard przystawali co sto mniej więcej metrów, zamieniali się od czasu do czasu przewodnictwem i pierwszym, który dotarł do szczytu, był nie Balmat. Zwraca uwagę też i to, że De Saussure od początku uznał zasługę Paccarda w dokonaniu wejścia. Wydaje się w rzeczy samej, że Paccard dał plan całej wyprawy, a Balmat był jedynie płatnym przewodnikiem. W każdym razie zasługa wejścia na Mont Blanc winna być podzielona w równej mierze pomiędzy tymi dwoma dzielnymi pionierami.

De Saussure'owi, który dwa tygodnie przepędził na Col de Géant, udało się wejść na szczyt Mont Blanc w lipcu 1787 r. Balmat był później przewodnikiem i zarabiał na tem dobrze. Chcąc korzystnie ulokować swe oszczędności, uległ namowom dwóch cudzoziemców, udających bankierów, i powierzył im swój majątek. Nie trzeba dodawać, że

już nigdy nie zobaczył ani tych ludzi, ani swoich pieniędzy. Wkrótce potem opuścił Chamonix w poszukiwaniu złota w lodowcach doliny Sixt. Tam zginął tragiczną śmiercią, wpadłszy w szczelinę.

Po zdobyciu Mont Blanc, co było najważniejszym wydarzeniem w górskiej turystyce owego czasu, przysła stopniowo kolej i na inne szczyty. Jeden z pomniejszych wierzchołków Monte Rosa został zdobyty w 1811 r. przez dr. Pietra Giordaniego. Monte Rosa posiada dziesięć wierzchołków; na Dufour Spitze (4.638 m), najwyższy z nich, wdarto się na końcu, w 1855 r.

Matterhorn (4.480 m, tabl. XIX B) długo pozostawał niezdobyty, aż wreszcie wszedł na niego Edward Whymper z sześcioma towarzyszami. Wejście to skończyło się przerażającą swą nagłością katastrofą. Whymper kilkakrotnie próbował wejść na Matterhorn, lecz bezskutecznie. Latem 1865 r. podjął on ostatnią próbę. Wiadomość, że grupa Włochów wybiera się również na ten szczyt, przyspieszyła jego przygotowania. Trzynastego czerwca Whymper wyruszył z Zermatt w towarzystwie lorda Franciszka Douglasa, Karola Hudsona i p. Hadowa. W charakterze przewodników zabrali ze sobą słynnego Michała Croza i Piotra Taugwaldera z synem. Wszyscy oni byli doświadczonymi turystami z wyjątkiem Hadowa, młodego, dziewiętnastoletniego chłopca, który tylko co ukończył szkołę w Harrow. W czasie wejścia nie zaszło nic godnego specjalnej uwagi, od czasu do czasu trzeba było tylko pomagać Hadowowi w trudniejszych miejscach. Dotarto wreszcie do wierzchołka i Matterhorn został zdobyty.

Po krótkim wypoczynku partja rozpoczęła zejście. Wszyscy byli powiązani linami, lecz kolejność pochodu była niezwykła, gdyż na czele szedł Croz, gdy normalnie, będąc najbardziej doświadczonym uczestnikiem, powinien był iść na samym końcu. Za Crozem szli kolejno: Hadow, Hudson, Douglas, Piotr Taugwalder starszy i Piotr Taugwalder młodszy. Gdy partja zajmowała

miejsca, Whymper rysował, a później przywiązał się do młodego Taugwaldera i zamykał pochód. W chwilę później, za radą Douglasa, przywiązał się do starszego Taugwaldera. W ten sposób młody Taugwalder znalazł się na odpowiednim, ostatnim miejscu. W czasie schodzenia najwidoczniej Hadow poczuł się niedobrze, a wtedy Croz obrócił się i, aby mu pomóc, ujął jego stopy i umieścił je w odpowiednich miejscach. Po ułatwieniu mu w ten sposób przebycia niebezpiecznego miejsca, obrócił się, aby kontynuować zejście, i w tej samej chwili Hadow poślizgnął się. Whymper w ten sposób opisuje następujące wydarzenia:

„Usłyszałem okrzyk przestachu Croza i ujrzałem, jak on i p. Hadow spadają wdół; w następnej chwili został pociągnięty Hudson, a zaraz za nim i lord Franciszek Douglas. Wszystko to trwało mgnienie oka. Stary Piotr i ja, gdy tylko posłyszeliśmy okrzyk Croza, oparliśmy się nogami, jak tylko można było najmocniej, o skały; lina była naciągnięta między nami i odczuliśmy jednocześnie szarpnięcie. Utrzymaliśmy, lecz lina pękła pomiędzy Taugwalderem i lordem Douglasem. Widzieliśmy, jak przez kilka sekund nasi towarzysze zsuwają się na grzbiecie i, aby się ocalić, rozkładają ręce. Jeden po drugim zniknęli z naszych oczu i, spadając od przepaści do przepaści, upadli wreszcie na lodowiec Matterhorn, leżący o 1.200 m niżej. Z chwilą, gdy lina pękła, niepodobna już było ich ratować“.

Nagłość wypadku wprowadziła w osłupienie Whympera i dwóch przewodników. Przez pół godziny pozostawali oni bez ruchu; przewodnicy płakali, jak dzieci, i byli zupełnie rozstrojeni. Po jakimś czasie zdobyli się na nieco odwagi do dalszego zejścia, przybyli do Zermatt i zbudzili wieś. Partja poszukiwawcza wyruszyła natychmiast i dotarła do platformy u szczytu lodowca. Tam znaleziono ciała Croza, Hadowa i Hudsona, ale ciała lorda Douglasa nie znaleziono po dzień dzisiejszy.

Ta tragedia wywołała wiele komentarzy i dała pole do

licznych plotek. Wielu twierdziło, że lina nie pękła, lecz została przecięta przez Taugwaldera; niema jednak najmniejszych podstaw do takiego oskarżenia. W gruncie rzeczy, gdyby lina wytrzymała, spadek Croza i Hadowa byłby powstrzymany i tragedia z pewnością nie wydarzyłaby się. Whymper w swoim opisie wypadku notuje ciekawy fakt, że partja miała trzy liny, a ta, której użyto przy zejściu, była najslabsza ze wszystkich i miała być tylko zapasową. Trudno wytłumaczyć, dlaczego posiłkowano się właśnie tą liną.

3. Himalaje i Mount Everest.

Himalaje, będące najwyższym łańcuchem górskim świata, wznoszą się na północ od niziny Hindostanu, tam, gdzie skorupa ziemi została pomięta o brzeg wyżyny Tybetu w szereg fałdów skalnych. Góry te (tabl. XX) ciągną się na przestrzeni prawie 3.500 km, równającej się niemal odległości Irlandji od Kanady. Są one tak wysokie, że ich szczyty stale znajdują się ponad chmurami.

Łańcuch górski Himalajów składa się z kilku grzbietów, rozdzielonych głębokimi dolinami. W środku znajduje się grzbiet główny o najwyższych szczytach. Najwyższe góry Ameryki są prawie o 3 km niższe od tych himalajskich olbrzymów, które dopiero na wysokości prawie 5 km ponad poziomem morza zaczynają stromo wznosić się wzwyż. Na tych wysokościach powietrze jest zbyt rozrzedzone, aby mogły tam istnieć istoty żyjące, i temu głównie należy przypisać fakt, że dotychczas liczne szczyty Himalajów pozostały niezdobyte. Rozrzedzona atmosfera powoduje duże różnice temperatury pomiędzy dniem a nocą.

Atmosfera, otaczająca ziemię, działa jak osłona, co doskonale daje się zauważyć na szczytach gór, gdzie warstwa atmosfery jest cieńsza, a przeto jej działalność osłaniająca mniejsza. Bez atmosfery nie moglibyśmy znieść gorąca słonecznego w dzień, ani zimna w nocy. Dr. Bullock Workman tak mówi o swoich wrażeniach,

TABLICA XVII



A. Domy w Blundellsands w pobliżu Liverpoolu, zagrożone podmyciem przez morze.

Łąki i ogrody już zostały zmyte.



B. Kościół Wszystkich Świętych w Dunwich pod Southwold w Suffolk w 1900 r.

W tym roku resztkę wschodniej ściany była oddalona od nadbrzeżnego urwiska o 30 metrów.



C. Ten sam kościół w 1914 r.; widać, że znikło urwisko i część budowli.



D. Jedyna ściana pozostała po wieży kościelnej w 1919 r.

Dzisiaj niema już ani śladu budynku.

TABLICA XVIII



Haytor w Devon. olbrzymia masa granitu, odsłonięta przez denudację.

odniesionych z pobytu na lodowcach, spływających z Himalajów.

„W najwyżej położonych naszych obozach w ciągu pięciu nocy wszyscyśmy spali tylko dorywczo, a w ciągu czterech — właściwie wcale nie zmrzyliśmy oczu. Nie zapomnimy prędko tych nocy, w czasie których leżeliśmy bezsennie na śniegu w ciszy, mrozie i ciemności, chwytając z trudem oddech i licząc wlokące się godziny z uczuciem, że nie wytrzymamy do świtu“.

Tyczyło się to postojów na wysokości 5.800 m, ale w 1924 r. obozy heroicznym podróżnikom, dążących do zdobycia Mount Everest, były rozbijane na wysokościach o 1.500 m większych. Na tak znacznych wysokościach temperatura w nocy spadała do -29°C , w dzień zaś na słońcu wynosiła przeszło $+93^{\circ}\text{C}$. Dr. Workman notował nawet temperaturę $+99^{\circ}\text{C}$, czyli o stopień tylko niższą od temperatury wrzenia wody. Przypuszczalnie jest to najwyższa temperatura, kiedykolwiek notowana w słońcu na lodowcu, na wysokości 3.300 m nad poziomem morza. W tym samym czasie temperatura w cieniu wynosiła $+18^{\circ}\text{C}$.

Mount Everest¹ (tabl. XXI A), najwyższa góra świata, jest w istocie olbrzymem. Człowiek, gdy spogląda na szczyt Matterhornu lub Mont Blanc, odczuwa swoją małość, łatwo więc można zrozumieć uczucia podróżnika, który, po porannej przejażdżce z Darjeeling, patrzy na szczyt Mount Everest z wierzchołka Tiger Hill. Widok ten napawa go poczuciem ogromu tego łańcucha górskiego, w którym Mount Everest jest głównym szczytem. A jednak, porównując wysokość tych gór z wymiarami ziemi, zdajemy sobie sprawę z tego, że są one zaledwie drobnymi zmarszczkami na jej powierzchni. Wysokość Everestu (8.882 m) stanowi tylko nieco więcej, niż jedną dwutysięczną część średnicy ziemi.

¹ Nazwana tak na cześć sir George'a Everesta, który po raz pierwszy oznaczył wysokość tej góry oraz jej położenie, w czasie trygonometrycznego zdjęcia Himalajów w 1841 r.

Chcąc przedstawić w rzeczywistym stosunku wysokość Himalajów na zwykłym globusie szkolnym, należałoby nakleić na nim pasek papieru grubości zwykłej karty do gry! Wysokość największych gór jest przeto stosunkowo nieznaczna.

Wielu turystów odwiedza Darjeeling, aby podziwiać wschód słońca nad Himalajami i widok Everestu. Pewien turysta tak opisuje swoje wrażenia:

„Wyjazd był naznaczony na godz. 3 min. 30 rano. Gdy wyszedłem z hotelu w mrok poranka, zastałem oczekujących na nas około stu tybetańskich kulisów, wyglądających raczej na szajkę bandytów, niż na eskortę, oraz pewną ilość koni i dhandi. Dhandi jest to lektyka, w której czterej kulisi niosą na ramionach turystę. Pojazdy kołowe są najzupełniej wyłączone na stromych wzniesieniach, w które obfitują podobne wycieczki. Ja postanowiłem jechać konno, i gdy wszyscy się usadowili, ruszyliśmy w drogę. Gdy po stromej i krętej drodze odjechaliśmy na pewną odległość, spojrzałem wdół na Darjeeling. Jego światła mrugające w ciemności i chmury wypełniające obszerne doliny tworzyły czarodziejski obraz. W miarę trwania podróży całe towarzystwo rozproszyło się i zostałem sam. Ciemność jeszcze powiększyła się, gdyśmy odjechali dalej od Darjeeling. Nie znając zupełnie drogi, musiałem całkowicie polegać na orientacji mego konia. Droga była prawie zupełnie niewidoczna, ale sądząc, że koń mój odbył już ją niejednokrotnie, byłem pewien, że idzie we właściwym kierunku i przestałem nim powodować. Czasem szedł on tak blisko brzegu drogi, poza którą przeczuwałem przepaść, że instynktownie odczuwałem bliskość niebezpieczeństwa i było dla mnie wielką ulgą, gdy widziałem zbocza po obu stronach ścieżki.

Tiger Hill, szczyt, leżący o 300 m powyżej Darjeeling i odległy od niego o jednaście kilometrów, był tem obronem miejscem, z którego najlepiej było oglądać wschód słońca. Bez żadnego wypadku przed świtem przybyłem do miejsca przeznaczenia.

O świtaniu olbrzymie, śniegiem pokryte, góry zarysowały się nad chmurami. Pierwsza wynurzyła się Kinchinjunga, oddalona o 65 kilometrów (tabl. XXI B). Ta góra jest tylko o 300 m niższa od Mount Everest. Słońca jeszcze nie widzieliśmy, choć z poza innych gór oświetlało ono szczyt, wznoszący się nad chmurami, kłębiącymi się w dolinie. Poczem ukazały się inne góry i wreszcie stał się widoczny grzbiet Everestu, oddalony o 160 kilometrów. Nam szczęśliwie udało się zobaczyć go, gdyż często się zdarza, że chmury zasłaniają widok i sprawiają zawód tym, którzy odbyli tę wczesną wycieczkę. W chwilę później słońce ukazało się z poza chmur, osłaniających dolinę, i oczom naszym przedstawił się wspaniały widok. Jak okiem sięgnąć, była widoczna olbrzymia, słońcem oblana góra. Cześć, którą Hindusi oddają Himalajom, uważając je za dach świata, stała się dla nas najzupełniej zrozumiała.

Wracając do hotelu tą samą drogą, którą przybyłem, widziałem w świetle dziennym tę niebezpieczną ścieżkę, którą przebyłem w ciemnościach. Widok stromych, przepaścistych zboczy wyjaśnił przyczynę mego poprzedniego niepokoju i bardzo byłem wdzięczny Opatrzności, że żaden wypadek mnie nie spotkał¹.

Chociaż wysokość Everestu została oznaczona w połowie dziewiętnastego wieku przez zdjęcie trygonometryczne, nikt nie próbował wspiąć się na tego olbrzyma, dopóki nie otrzymano pozwolenia od Dalaj Lamy. Tybetańczycy bowiem zazdrośnie strzegą pustkowiec wokół podstawy tej góry. Po zdjęciu topograficznym dolnych zboczy, wykonanem w 1921 r., próbowano dwukrotnie wejść na tę górę. Zadaniem tych wejść było ułożenie mapy drogi i nawiązanie przyjacielskich stosunków z Tybetańczykami; były to niejako wejścia próbne, poprzedzające wejście właściwe, mające się odbyć w roku następnym. Organizacja tej wyprawy była olbrzymim przedsięwzięciem, niewiele ustępującem

¹ P. Frank Hornby w „Meccano Magazine“ (marzec 1928).

organizacji wypraw polarnych. Należało się liczyć ze strasz-
nem zimmem, zmęczeniem i niedogodnościami, wynikają-
cemi z niskiego ciśnienia barometrycznego, a w czasie
musonu wejście wogóle jest wyłączone. Wskutek tego
ma się do rozporządzenia tylko maj i początek czerwca,
czyli, że zadanie wymagające niesłychanych wysiłków na-
leży wykonać w krótkim przeciągu czasu. Ostateczny wy-
silek przypada w udziale nielicznym jednostkom, lecz praca
przygotowawcza wymaga współdziałania wielu osób, a po-
nadto trzeba przewieźć ogromne ilości zapasów po nader
trudnym terenie. W wyprawie 1922 r. użyto przeszło 350
sztuk zwierząt jucznych, oprócz wielkiej ilości tubylczych
tragarzy, których należało zaopatrzyć w pożywienie i odzież.
Obóz podstawowy założono na wysokości 5.030 m, trzy
zaś inne ulokowano na lodowcu East Rongbuk. Obóz Nr. 3,
najwyższy, na wysokości 6.400 m, był tym obozem wyj-
ściowym, z którego miano przypuścić atak do szczytu góry.

Norton, Somervell, Mallory i Morshead wyszli z tego
obozu i 19 maja rozbili inny obóz na wysokości 7.600 m,
o 600 m wyżej, niż to uczyniono kiedykolwiek do tego
czasu w historii turystyki górskiej.¹ Następnego dnia
Somervell, Norton i Mallory² wspięli się na wysokość
8.220 m, największą wysokość, jaką do tego czasu osią-
gnięto przy wspinaniu się. 25-go maja próbowali szczęścia
Finch i Bruce w towarzystwie Naik Tejbir Bura, podoficera
6-go pułku strzelców Gurków. Ta partja, posiłkując się
tlenem, obozowała na wysokości 7.770 m, lecz tu schwytał
ich huragan i przez dwie noce i dzień nie mogli opuścić
obozowiska. Gdy burza ucichła, wyruszyli dalej, ale o 500 m
wyżej Gurka musiał wrócić. Finck i Bruce doszli do wyso-
kości 8.310 m, lecz dalej nie mogli się posunąć i wrócili
do obozu Nr. 3, a stąd, wraz z innymi członkami wyprawy—

¹ Poprzednim rekordem był obóz wyprawy Meade'a na górze
Kamet, lecz obóz ten (7000 m) był tylko na jedną noc.

² Morshead był zupełnie wyczerpany i trzeba go było pozostawić w obozie.

do obozu podstawowego. Inna próba wejścia na szczyt, wykonana 3-go czerwca, również nie udała się. Całą partję, złożoną z siedemnastu ludzi, porwała lawina śnieżna, przy czem siedmiu krajowców postradało życie.

W 1924 r. druga wyprawa ponownie rozłożyła obozy pomiędzy dawnym obozem podstawowym a obozem Nr. 3, lecz szereg huraganów i niezwykle niska temperatura stworzyły nieoczekiwane trudności. W tych warunkach nieustraszeni podróżnicy znacznie opadli na siłach i byli tak wyczerpani, że musieli wrócić do obozu podstawowego dla wypoczynku. Gdy pogoda się polepszyła i ludzie odpoczęli, założono pierwszego czerwca obóz Nr. 4 i stąd ponownie usiłowano dokonać podboju góry. Mallory i Bruce rozbili obóz Nr. 5 na wysokości 7.600 m, lecz wyczerpanie zmusiło ich do powrotu. Trzeciego czerwca Norton i Somervell prześcignęli ich, zakładając obozowisko na wysokości 8.167 m. Do tej wysokości trzej tragarze nieśli ciężary bez tlenu. Stąd czwartego czerwca Norton i Somervell wspięli się aż do 8.534 m, wyczyn tem bardziej godny uwagi, że nie posiłkowali się tlenem (tabl. XXII A). Znajdowali się o niecałe 300 m poniżej wierzchołka Everestu, lecz warunki były straszne. Według doświadczeń, wykonanych w Ameryce, życie ludzkie na tej wysokości jest niemożliwe wskutek rozrzedzenia powietrza. Cały czas płuca walczą o tlen i Somervell mówił, że za każdym krokiem wykonywał szesnaście wdechów.

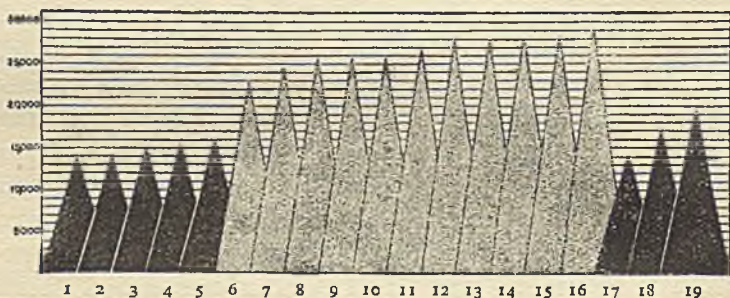
„Moją ambicją było uczynienie dwudziestu kolejnych kroków pod górę bez odpoczynku i ciężkiego dyszenia, siedząc z łokciem opartym o kolano; nie przypominam sobie, aby to mi się udało — trzynaście kroków najwyżej“.¹

Cierpiał również na gardło, podrażnione znaczną wysokością, i po dojściu do 8.542 m musiał się zatrzymać. Norton szedł dalej przez godzinę, lecz przez ten czas uszedł niedaleko — prawdopodobnie około 300 m na odle-

¹ „Fighting for Everest“.

głość i mniej niż 30 m na wysokość. Przy tak wolnem tempie posuwania się nie było już czasu na dotarcie do szczytu i powrót do obozu przed zapadnięciem nocy, wrócili więc razem z SomerVELLEM do obozu, obydwaj zupełnie wyczerpani. Norton oślepl i odzyskał wzrok dopiero po trzech dniach.

Szóstego czerwca George Malory i Andrew Irvine przypuścili ostateczny atak do góry. Opuścili oni obóz na 7.600 m, i w towarzystwie trzech tragarzy, którzy nieśli ich rzeczy, wspięli się o 600 m wyżej i tu założyli obóz Nr. 6.



Rys. 25. — Wysokości porównawcze szczytów Himalajów.

(Wysokość w stopach; stopa = 0,305 m).

1. Jungfrau 13,669. 2. Finsteraarhorn 14,128. 3. Matterhorn 14,700. 4. Monte Rosa 15,217. 5. Mont Blanc 15,700. 6. Khan Tengri 22,800. 7. Jonsong Peak 24,343. 8. Mount Kamet 25,481. 9. Tagharna 25,500. 10. Nanda Devi 25,600. 11. Dhaulagiri 26,800. 12. Makalu 27,790. 13. Kinchinjunga II 27,803. 14. Kinchinjunga I 28,140. 15. Godwin Austen 28,250. 16. Mount Everest 29,140. 17. Elgon 14,100. 18. Kenja 17,040. 19. Kilimandżaro 19,321.

Następnego dnia we dwóch zaczęli wspinać się wyżej. Odell, obserwując ich z obozu Nr. 6, widział, jak doszli do punktu odległego o 450 m od szczytu, skąd pozostawało im tylko 240 m do wspinania się, lecz tu zasłoniła ich mgła. Odell wrócił do obozu Nr. 4, aby oczekiwać ich powrotu, a gdy następnego rana nie zjawili się, poszedł do obozu Nr. 6, lecz i tam ich nie było. Dziesiątego czerwca po raz trzeci wdrapał się do obozu 7.600 m (już same te trzy wspięcia są olbrzymim i bezprzykładnym wyczynem), lecz i tu ich nie znalazł. Przyszedł przeto do wniosku, że spot-

kało ich jakieś nieszczęście i wrócił do obozu podstawowego. Chociaż nie wiemy, czy Mallory i Irvine dosięgli wierzchołka, gdyż nikt ich już nigdy nie zobaczył, przypuszczalnie dopięli celu, lecz zginęli w powrotnej drodze. Być może, jakaś przyszła wyprawa znajdzie niejakie dowody, jak np. pusty cylinder od tlenu — świadczące, że Mallory i Irvine istotnie są zdobywcami Everestu.

Cztery zkolei najwyższe szczyty świata również znajdują się w Himalajach (rys. 25). Są to: Godwin Austen (8.610 m), Kinchinjunga I (8.578 m)¹, Kinchinjunga II (8.474 m) i Makalu (8.470 m). Do innych wysokich szczytów świata zaliczają się: Dhaulagiri (8.167 m), Nanda Devi (7.803 m), Mount Kamet (7.767 m) i Jonsong (7.420 m) w Himalajach; Tagharma (7.772 m) w Pamirze (w Turkestanie) i Khan Tengri (6.949 m) w górach Tien-Szan w Chinach.

4. Kilimandżaro.

Najwyższą górą Afryki jest Kilimandżaro (tabl. XXI C), której nazwa pochodzi od słów: kilima (góra) i ndżaro, nazwa demona, jakoby wywołującego zimno. Góra leży w Tanganajce, w Afryce Wschodniej, w odległości około 280 km od brzegu morza. Dobrze jest ona znana wielu angielskim osadnikom, którzy po wielkiej wojnie osiedlili się w tych stronach. Posiada ona dwa szczyty główne: wyższy Kibo albo Barenj (5.889 m), wspaniałą kopułę o regularnych zarysach, i niższy Kimawenzi, ciemny i poszarpany. Obydwa szczyty znajdują się powyżej linii śnieżnej i obydwie są kraterami wulkanów. Obecność wiecznego śniegu pod równikiem wydaje się dziwną, tłumaczy się to jednak wysokością góry. Niezwykła różnorodność klimatów na szerokich stokach góry powoduje wiele osobliwości w faunie i florze.

¹ Podobno na Kinchinjunga nawet trudniej się wspiąć, niż na Everest, wskutek ostrych jak nóż grzbietów lodowych.

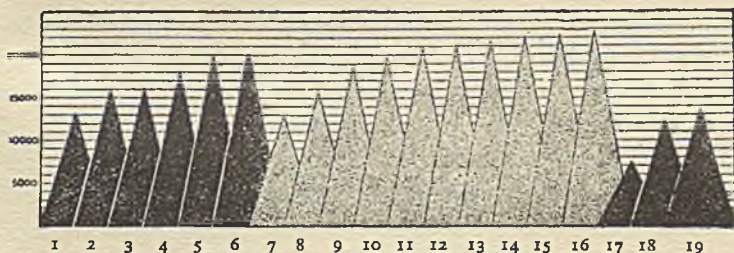
Kilimandżaro stoi zupełnie osobno od sąsiednich wyniosłości. Jest ona jedną z oddzielnych gór i masywów górskich, ciągnących się niemal nieprzerwanym łańcuchem od Abisynji na północy do Natalu na południu. O sto pięćdziesiąt kilometrów ku północy, poza szerokimi rozłogami nizin Kapte i Kikuju, leży Kenja (5.193 m); wprost na zachód w odległości 50—60 km wznosi się góra Meru. Góra Kilimandżaro jest zapewne wulkanicznego pochodzenia: była ona niegdyś głównym ujściem dla sił podziemnych Afryki Wschodniej.

Doniedawna krajowcy sądzili, że szczyt Kilimandżaro składa się ze srebra. Pozwala to przypuszczać, że w niej należy upatrywać ową Srebrną Górę, gdzie, według Arystotelesa, znajdują się źródła Nilu. Góra ta była znana w szesnastym wieku Portugalczykom, którzy przez blisko dwieście lat zajmowali Mombasę, odległą o 290 km. O niej to pisał wówczas hiszpański pisarz Enciso:

„Na zachód od tego portu (Mombasa) znajduje się bardzo wysoka góra — Olimp Etjopów, a dalej leżą góry Księżycowe, gdzie są źródła Nilu. W całym tym kraju złoto znajduje się w obfitości, a szarańcza pożera ludność“.

W nowszych czasach Kilimandżaro opisał Rebman z Church Missionary Society. Gdy jedenastego maja 1848 r. po raz pierwszy ujrzał Kibo, widok szczytu ubielonego śniegiem na tle błękitu nieba zrobił na nim takie wrażenie, że upadł na kolana i zaczął odmawiać psalm CXI. Po powrocie do wybrzeża zakomunikował o swem odkryciu dr. Krapfowi, który później urządził wyprawę, celem zbadania okolicy. Krapf odkrył górę Kenja, Kilimandżaro zaś widział tylko z odległości 65 kilometrów, ale w zupełności potwierdził opis tej góry, dany przez Rebmana. Początkowo wiadomości o tych odkryciach spotkały się z niedowierzaniem, a nawet zupełnie im zaprzeczono, głównie dlatego, że położenie tych gór było podane niedokładnie, na oko. Żaden z odkrywców nie doszedł do linii śnieżnej na tych górach i opowiadania o śniegu, leżącym tak blisko równika,

przypisano bujnej imaginacji. Mniej więcej w dziesięć lat później (w 1861 r.) baron von der Decken był na Kiliman-dżaro i potwierdził dawniejsze spostrzeżenia. Von der Decken jednak nie mógł wejść wyżej, niż 2.438 m, za następnym razem doszedł do 3.200 m, ale i wtedy był jeszcze daleko od linii śnieżnej. Pierwszym Europejczykiem, który dotarł do linii śnieżnej, był misjonarz Karol New. W 1871 roku osiągnął on wysokości 4.430 m i wyróżnił na górze sześć pasów roślinnych: pas najniższy — to obszar bananu i kukurydzy; pas drugi — dżungla; wyżej ciągnie się las



Rys. 26. — Wysokości porównawcze szczytów amerykańskich i innych.
(Wysokość w stopach).

1. Mt. Robson 12,972. 2. Mt. Brown 16,000. 3. Mt. Hooker 16,000. 4. Mt. St. Elias 18,000. 5. Mt. Logan 19,850. 6. Mt. Mc. Kinley 20,300. 7. Descabezado 12,756. 8. Tinguiririca 15,676. 9. Antisana 18,851. 10. Cotopaxi 19,612. 11. Chimborazo 20,700. 12. Illimani 21,030. 13. Illampu 21,490. 14. Huascarón 22,160. 15. Mercedario 22,315. 16. Aconcagua 22,868. 17. Kościuszko 7,328. 18. Mount Cook 12,349. 19. Kina Balu 13,455.

złożony z olbrzymich drzew i o gęstym podszyciu; jeszcze wyżej — trawy i koniczyna; dalej wrzosowiska; a wreszcie obszar nagich skał.

W Ameryce najwyższymi górami są Andy, wielki łańcuch górski, biegnący równolegle do zachodniego wybrzeża Ameryki. Przedłużeniem Andów w Ameryce Północnej są góry Skaliste, nie leżące jednak tak blisko Pacyfiku, jak Andy (rys. 26). Najwyższymi szczytami w Andach są: Illampu, znany też jako Sorata (6.550 m) w Boliwji; Illimani (6.410 m) i Aconcagua (6.969 m) — (tabl. XXII B) w Argentynie. Z innych szczytów należy wymienić: Mercedario (6.800 m) w Argentynie, Gualtiri i Huascarón (po

6.760 m każdy) w boliwijskich i peruańskich Andach. Cotopaxi (5.977 m), Antisana (5.746 m) i Chimborazo (6.310 m) są wulkanami, leżącymi w Andach Ekwadoru.

Droga żelazna Transandyjska przecina potężny łańcuch Andów. Przez tunel na wysokości 3.500 m łączy ona Buenos Aires z kolejami wybrzeża Pacyfiku. W okolicy tego tunelu Andy przedstawiają się w całej swej groźnej wspinałości. Wielkie, zębate szczyty wznoszą się ponad linią kolei, a nad nimi góruje olbrzymia Aconcagua. Przed zbudowaniem kolei przebycie Andów było tak trudne, że firma transportowa, która trudniła się przewozem przez góry, otrzymała wieczyste prawo pobierania cła od pewnych towarów, idących przez niektóre przelęcze poza Mendozą. Nawet obecnie w zimie, gdy linja często jest zasypana śniegiem, pasażerowie są zmuszeni przebywać góry na mułach. Gdy groziła wojna pomiędzy Chile i Argentyną, oba państwa zwróciły się do angielskiego króla Edwarda VII z prośbą o pośrednictwo. Po załagodzeniu zatargu przetopiono armaty obydwu państw na wielki posąg Chrystusa, który ustawiono na granicy Chile i Argentyny nad Mendozą (tabl. XXIII A). Na cokół posągu wyryto to piękne zdanie:

„Prędzej te góry rozsypią się w proch, nim ludy Argentyny i Chile złamią pokój, zaprzysiężony przez nie u stóp Chrystusa Odkupiciela“.

W Północnej Ameryce najwyższym szczytem jest góra Mc Kinley (6.187 m), leżąca w Alasce. Dwoma innymi olbrzymiami są: Mount Logan (6.050 m) i Mount St. Elias (5.486 m), obydwie w górach Skalistych. Do wysokich szczytów Ameryki Północnej należą również: Mount Hooker i Mount Brown, wznoszące się do 4.877 m. W górach Skalistych Kanady najwyższym szczytem jest Mount Robson (3.957 m) (tabl. XXIII B).

Najwyższą górą Australji jest Kościuszko (2.234 m) w pasmie Muniong; w Nowej Zelandji — Mount Cook (3.663 m) w Alpach Południowych; w Oceanji — Kina Balu (4.115 m) na północnem Borneo.

TRZĘSIENIA ZIEMI

I. Przyczyny trzęsień ziemi.

Trzęsienia ziemi, to jest nagłe wstrząsy lub drgania skorupy ziemskiej, nie są bynajmniej tak rzadkiem zjawiskiem, jak to niektórym się zdaje. W rzeczywistości ziemia rzadko kiedy jest wolna od drgań, są one jednak często tak słabe, że dają się wykryć jedynie przy pomocy specjalnych przyrządów. Silniejsze trzęsienia ziemi również nie są rzadkością, uchodzą jednak uwagi, jeżeli, jak to często bywa, zachodzą na dnie oceanów lub w miejscowościach niezamieszkanym. Zwracają na siebie uwagę dopiero wtedy, gdy zdarzają się w okolicach zaludnionych i sprowadzają straty materialne oraz zagładę istnień ludzkich.

Za miarę siły wstrząśnienia nie służy bynajmniej ilość zburzonych budynków, gdyż nawet względnie słaby wstrząs może spowodować zniszczenie całego miasta. Ziemia może się poruszać w niepokojącym stopniu, a intensywność ruchu może być stosunkowo niewielka. Małe ruchy mogą mieć, natomiast, wielkie natężenie, jak to na przykład zdarzyło się w 1747 r. w Rio Bamba, gdzie zboża zostały wyrzucone z gleby, lub w 1692 r. w Port Royal, gdzie siła uderzenia przerzuciła ludzi z rynku w morze. Wstrząśnienie w Nowej Zelandji w 1931 r., jako zaburzenie seismiczne, nie odznaczało się szczególnem natężeniem, na kilka miesięcy przedtem zdarzyły się daleko silniejsze wstrząsy podmorskie. Te jednak prawie nie zwróciły na siebie uwagi, chociaż jeden z nich w 1930 r. utworzył pod Newfoundlandem wielką rozpadlinę na dnie morza. Mimo wszystko, z czasów historycznych mamy wiadomości o przeszło siedmiu tysiącach trzęsień ziemi, które były wystarczająco niszczycielskie, aby pozostawić po sobie pamięć.

Według Anaksagorasa (435 przed Chr.), przyczyną trzęsień ziemi są wybuchy podziemnych chmur. Descartes przypuszczał, że pod powierzchnią ziemi znajdują się wielkie pieczary, komunikujące się ze sobą i częściowo wypełnione wodą, częściowo zaś gazami, powstającymi z saletry, bitumów, siarki i innych substancyj palnych, zawartych w ziemi. One to właśnie wywołują wstrząśnienia. Słynny Priestley przypisywał trzęsienia ziemi działaniu elektryczności. W rzeczywistości są różne powody trzęsień ziemi, lecz tylko w nielicznych przypadkach udało się wykryć istotną przyczynę. Niekiedy trzęsienia ziemi są wywołane przemieszczeniem się wielkich mas skalnych, skutkiem bądź zawałania się wielkich pustek podziemnych, bądź przesuwania się warstw. Zdaje się jednak, że przyczyna większości trzęsień ziemi jest nieznaną — prawdopodobnie przypisać ją należy niezbadanym jeszcze siłom.

Niewątpliwie istnieje związek pomiędzy lokalnymi trzęsieniami ziemi a wybuchami wulkanów, gdyż wybuchom prawie zawsze towarzyszą wstrząśnienia. Na przykład, rok 447 odznaczał się wzmożoną działalnością wulkaniczną, a równocześnie wielkie trzęsienia ziemi nawiedziły obszar zawarty między morzami Czarnym i Czerwonem. Również w 520 roku były liczne wybuchy wulkanów i silne trzęsienie ziemi zburzyło miasto Antjochę, grzebiąc pod gruzami przeszło 250.000 ludzi. Po wielkiem trzęsieniu ziemi w Lizbonie w 1755 r. nastąpiły jedne z najsilniejszych wybuchów wulkanicznych w czasach historycznych. W 1759 r. po trzęsieniach ziemi w Ameryce odbyły się gwałtowne wybuchy wulkanu Jorullo w Meksyku i Katla na Islandji. W trzydzieści dni po strasznem trzęsieniu ziemi rozpoczął swoją działalność wulkan St. Vincent, a w czasie jego wybuchu poruszyło ziemią trzęsienie, dające się odczuć na przestrzeni 16.000 km². Można przytoczyć wiele przykładów, świadczących o tem, że te dwie siły natury są często, choć niezawsze, ściśle ze sobą związane. Mylne jest jednak

czasem spotykane twierdzenie, że wulkany są przyczyną trzęsień ziemi.

Wypowiadano przypuszczenie, że Wielka Brytania dlatego jest wolna od trzęsień ziemi, że leży pośrodku między dwiema głównymi grupami wulkanów Europy: wulkanami Islandji i półwyspu Apenińskiego. Wulkany te służą jako klapy bezpieczeństwa. Gdyby którakolwiek z tych grup wulkanów zawiesiła swoją czynność wskutek jakichkolwiek przyczyn, wewnętrzne ciśnienie musiałoby się wyładować gdzie indziej, powodując fałdowania skorupy ziemskiej i trzęsienia ziemi. Na szczelinach powstałych skutkiem trzęsień ziemi usadowiłyby się znowu wulkany.

Niektóre trzęsienia ziemi są, być może, wywołane uderzeniami przyplływów, inne — zmianami ciśnienia atmosferycznego, wpływającymi na opór skorupy ziemskiej na ciśnienie wewnętrzne. Należy liczyć się również z tem, że nawet nienaturalna przyczyna, jak wybuch na powierzchni ziemi, może czasem wywołać trzęsienie. Gdy statek, naładowany prochem, wyleciał w powietrze w Eritho (w Kent), wstrząśnienie dało się odczuć aż w Cambridge; gdy w Moguncji wybuchło 5.000 kg prochu, wstrząśnienie rozprzestrzeniło się na 150 km naokoło. Łatwo można sobie wyobrazić, że pewne, głęboko leżące, skały znajdują się w stanie niestałej równowagi, z której wstrząs podobnej eksplozji może je łatwo wyprowadzić.

Prawdopodobnie przyczyną wielu trzęsień ziemi są zmiany zachodzące wewnątrz skorupy ziemskiej. Widzieliśmy poprzednio, że skorupa ziemi, o grubości około 65 km, otacza warstwę stałą, wewnątrz której znajduje się płynne lub plastyczne jądro. Co się dzieje pod zewnętrzną skorupą ziemi, tego dokładnie nie wiemy, lecz skorupa sama jest w ciągłym ruchu, przystosowując się do zmian, zachodzących we wnętrzu. Poznaliśmy ponadto powyżej, że wolne ruchy na wielką skalę zachodziły w przeszłości i że znaczna część obecnie zamieszkiwanego lądu była niegdyś dnem morza. Takie same ruchy odbywają się i dzisiaj i, podobnie

jak i niegdyś, olbrzymie ilości osadów nagromadzają się w morzach. Ponieważ lądy podlegają ciągłej denudacji, a materiał, stąd powstający, nagromadza się gdzie indziej, muszą zachodzić zmiany w rozłożeniu ciśnienia w skorupie ziemskiej. Powłoka zewnętrzna ziemi przystosowuje się do tych zmian stosunkowo szybkimi ruchami, powodującymi „osiadanie“, zwane przez nas trzęsieniami ziemi.

W czasie trwania tych ruchów powstają spękania i przesunięcia skał, wywołujące najbardziej niszczące trzęsienia ziemi. Spękanie może być dawniejsze, a trzęsienie ziemi może spowodować przesunięcie brzegów istniejącej szczeliny. Właściwą przyczyną wstrząśnienia jest najczęściej nie przesunięcie poziome warstw na powierzchni, lecz ruch falowy skorupy ziemskiej, wywołany wstrząsem, mającym swe siedlisko głęboko. Czasem przechodzi dość długi okres czasu, zanim brzegi spękania przyjmą położenie stałe, co świadczy o tem, że był długi szereg wstrząsów, wywołanych jednym przesunięciem. W roku 1839, na przykład, naliczono 143 wstrząsy w Comrie w Pertshire, a w ciągu dwu lat w Gifu w Japonji było niemniej, niż 3.365 podziemnych uderzeń. W niektórych przypadkach można śledzić linje spękania na znacznej przestrzeni. Spękanie, które wywołało trzęsienie ziemi w Kalifornji w 1906 r., burzące miasto San Francisco, daje się prześledzić na przestrzeni przeszło tysiąca kilometrów.

2. Skutki trzęsień ziemi.

Trzęsienie ziemi często poprzedza dziwny okres ciszy, po której następuje szmer, porównywany przez jednych z szelestem wiatru w gałęziach sosen, przez innych z odgłosem kropel padającego deszczu. Często niema żadnych zwiastunów zbliżającego się wstrząsu, co jeszcze jest straszniejsze, gdyż następuje on niespodzianie. Nagle ziemia zaczyna się poruszać, a obrazy i naczynia spadają. Szelest potężnieje i przechodzi w huk, przypominający czasem odgłos dalekiego grzmotu, lub głośne eksplozje,

podobne do wystrzałów ciężkiej artylerji. Różne przedmioty zaczynają spadać i, jeżeli trzęsienie jest gwałtowne, podłoga zaczyna chwiać się, jak łódź na wzburzonym morzu. Kominy przewracają się, a ściany domów pękają i rozpadają się. Poczem czasem następują faliste ruchy ziemi z boku na bok, naprzód i wstecz, jakby jakiś olbrzym rysował ósemkę na dolnej stronie skorupy ziemskiej. Wreszcie wstrząśnienia słabną i wszystko zpowrotem uspokaja się.

Chociaż poszczególne trzęsienia ziemi różnią się między sobą, ruchy podłoża dają się sprowadzić do czterech odrębnych typów. Są to ruchy: drgające, pionowe, poziome i obrotowe. Ruchy drgające wyrażają się w drzeniu skorupy ziemskiej; mogą one być krótkimi, pojedynczemi wibracjami lub składać się z szeregów drgań następujących po sobie. Ruchy pionowe przypominają wybuch miny. Powierzchnia ziemi wtedy pęka, a budynki i ludzie są wyrzucani prostopadle w powietrze. Ruchy poziome, typowe dla wielkich trzęsień ziemi, mają charakter fal, rozchodzących się po całej skorupie ziemskiej. Ruchy obrotowe zdarzają się rzadko. Gdy zachodzą, powodują one obrócenie budynków, ścian, płotów, bez zwalania ich i bez zmiany ich wzajemnego położenia. Czasem jakby wszystkie rodzaje ruchów powstawały jednocześnie; kiedy indziej następują jedne po drugich z wielką szybkością.

Pojedyncze trzęsienie ziemi, wyrażone w postaci słabych drgań, trwa w Anglii od czterech do ośmiu sekund, lecz w innych krajach może trwać i dłużej. Podwójne trzęsienia ziemi, składające się z dwóch pojedynczych uderzeń, następujących po sobie z przerwą dwóch lub trzech sekund, mogą ciągnąć się od siedmiu do piętnastu sekund, a nawet i dłużej. Trzęsienia ziemi w Charleston (1886) i w Mesynie (1908), należące do podwójnych, trwały przeszło minutę. W złożonych trzęsieniach ziemi wstrząsy trwają dłużej niż w pojedynczych lub podwójnych, czasem nawet trzy i cztery minuty.

Trzęsienie może nastąpić bez żadnych oznak ostrzegawczych (jak w 1908 r. w Mesynie), lub też główny wstrząs poprzedza lekkie drżenie (jak w 1886 r. w Charleston). Prawie zawsze po głównym wstrząsie następują inne. Czasem, szczególnie w przypadkach wielkich trzęsień ziemi, mogą się one ponawiać w ciągu kilku dni, miesięcy a nawet lat.

Gdy wszystkie miejsca, w których odczuto wstrząśnienia, oznaczymy na mapie, zobaczymy, że obszar dotknięty zaburzeniem ma kształt podłużny. W przypadku trzęsienia ziemi w Inverness (1901) wstrząsy dały się odczuć na obszarze, wynoszącym 20 na 11 kilometrów. W trzęsieniu w Derby (1903) obszar ten wynosił 79 na 13,5 km. Dwa trzęsienia ziemi w Wells obejmowały przestrzeń 89 na 15 oraz 18 na 8 km. Trzęsienie ziemi w Beludżystanie (1909 r.) rozprzestrzeniło się na obszarze 91 na 13 km, a w Konstantynopolu (1894) nawet — 175 na 32 km.

Rzecz znamienna, że w wielu przypadkach oś dłuższa dotkniętej trzęsieniem ziemi przestrzeni ciągnie się równoległe do sąsiedniego łańcucha górskiego. W Szwajcarii, na przykład, oś ta jest zwykle równoległa do Alp lub do gór Jura. W innych przypadkach oś jest równoległa do jakiegoś pobliskiego wielkiego uskoku, jak to było w trzęsieniu ziemi w Kalifornji w 1906 r. Trzęsienia ziemi na uskokach spotykają się najczęściej w okolicach, gdzie występują duże różnice pomiędzy wyniosłościami a zagłębieniami skorupy ziemskiej, na przykład w pobliżu pobraża oceanu Spokojnego, na południe od Alp lub na południe od Himalajów. W Japonji w 1891 r. skutkiem trzęsienia powierzchnia ziemi pękła na przestrzeni przeszło 115 km i wzdłuż całej tej linii został usypany wał z ziemi, miejscami do 7 m wysokości. Gdy takie zjawiska zachodzą na dnie morza, są one przedmiotem starannych studjów ze względu na kable podmorskie. Kabel w morzu Śródziemnem, łączący wyspy Liparyjskie z Sycylią, został zerwany przez trzęsienia ziemi pięć razy w tem samym miejscu. Trzęsienie ziemi zerwało



A. Łańcuch Mont Blanc.
Na przednim planie dolina Vallorcine.



B. Matterhorn widziany z Zermatt.



A. Na przełęczy Khyber.

Droga wije się po górach na północno-wschodniej granicy Indyj.



B. W sercu Himalajów.

Droga pod Lahoul nad rzeką Chandra rzadko schodzi poniżej 3.000 m nad poziomem morza.

w 1884 r. w Atlantyku trzy kable, oddalone od siebie o 16 kilometrów, a w 1930 r. wskutek tej samej przyczyny pękło pod Newfoundlandem jedenaście kabli.

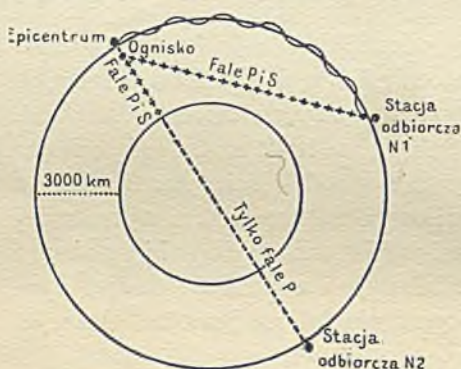
Trzęsienia ziemi są gwałtowniejsze w jednych krajach niż w innych. Zasadniczo wstrząśnienia w pobliżu wulkanów nie są tak pustoszące, jak te, które zachodzą w krajach niewulkanicznych. Oczywiście, od siły wstrząsu zależy wielkość obszaru dotkniętego trzęsieniem ziemi. W Wielkiej Brytanji wstrząsy są stosunkowo słabe i w większości przypadków nie dają się odczuć już o kilka kilometrów od miejsca uderzenia. Natomiast trzęsienie ziemi w Indjach w 1897 r. rozprzestrzeniło się na powierzchni 5.000.000 km². Trzęsienie ziemi w Gwadelupie w 1842 r. dało się odczuć na obszarze, rozciągającym się od ujścia Amazonki do brzegów południowej Kalifornji, na przestrzeni wynoszącej 5.000 km. Trzęsienie ziemi w Lizbonie (1755) objęło obszar 12.000.000 km², aż po Finlandję i zachodnie Indje. Spowodowało ono nawet powstanie fal na jeziorze Ontario.

3. Jak się notuje trzęsienia ziemi.

Kamień, wrzucony do stawu, wytwarza fale, rozchodzące się po powierzchni wody. Podobnie trzęsienie ziemi wywołuje powstanie fal w ziemi. Są one trzech typów, z których dwa, tak zwane fale pierwotne (P), dochodzące przedewszystkiem do miejsca obserwacji, i fale wtórne (S) rozprzestrzeniają się wewnątrz ziemi, a trzeci typ stanowią fale rozchodzące się po powierzchni. Wszystkie fale wychodzą z ogniska (rys. 27), czyli t. zw. seismicznego centrum. Drgania fal pierwotnych odbywają się w płaszczyźnie kierunku ich drogi, stąd też zowią je podłużnymi. Drgania fal wtórnych, rozchodzących się w tych samych kierunkach, co i fale P, odbywają się w płaszczyźnie prostopadłej do linii ich drogi, i dlatego też te fale nazywamy poprzecznymi.

Szybkość rozchodzenia się fal P i S zmienia się w zależności od odległości pomiędzy ogniskiem a miejscem obser-

wacji. Notując różnicę czasu pomiędzy przyjściem tych dwóch fal, można obliczyć odległość ogniska, a stąd określić w przybliżeniu, gdzie powstało trzęsienie. Naprzykład, w czasie trzęsienia ziemi w Tokio w 1923 r. różnica czasu pomiędzy odebraniem fal pierwotnych a wtórnych na stacji w West Bromwich, wyniosła 10 minut i 7 sekund. Stąd obliczono, że trzęsienie ziemi zaszło w odległości 8.800 km. Wiadomo, że fale pierwotne przechodzą 8.800 km w 12



Rys. 27. — Drogi fal seismicznych.
W rzeczywistości, wskutek refrakcji, drogi fal są linijami nie prostymi, lecz krzywymi.

minut 22 sek.; ponieważ zaś fale te były zanotowane w West Bromwich o godzinie 3, min. 11, sek. 16, więc trzęsienie ziemi wydarzyło się o godzinie 2, min. 58, sek. 54 po południu, t. j. w przybliżeniu o godz. 2 min. 59. Potwierdzenie tego nadeszło później, gdy dowiedziano się, że zegary w Tokio, które,

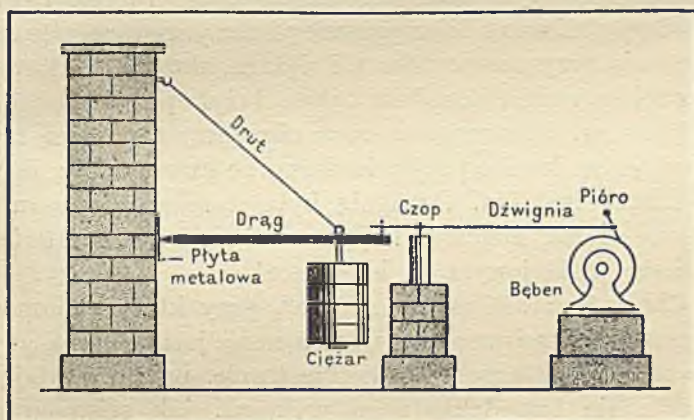
rzecz prosta, stanęły po pierwszym uderzeniu, wskazywały godzinę 11, min. 59 po poł., a wiadomo, że czas w Tokio jest wcześniejszy o dziewięć godzin.

Badanie odległych trzęsień rzuciło wiele światła na budowę wnętrza ziemi. Bardzo interesujące było spostrzeżenie, że, jeżeli odległość pomiędzy ogniskiem a stacją odbiorczą jest tak wielka, iż fale schodzą w głąb ziemi poniżej 3.000 km, to fale S do stacji odbiorczej nie dochodzą wcale (rys. 27).¹ Tłumaczy się to tem, że fale P (podłużne)

¹ Właściwie fale S wtedy nie dochodzą do stacji odbiorczej, gdy ona znajduje się w takiej odległości od ogniska, że łuk wielkiego koła, łączącego te dwa miejsca, odpowiada kątowi w środku ziemi większemu, niż 100°.

przechodzą przez ciała płynne lub plastyczne, fale zaś S (poprzeczne) przez takie ciała przejść nie mogą. Stąd wnioskujemy, że wewnątrz ziemi na tej głębokości jest w stanie płynnym lub półpłynnym.

Trzeci typ fal jest wytworzony przez fale P, dochodzące do powierzchni ziemi tuż ponad ogniskiem (miejsce to zwie się epicentrum) i wywołujące tu fale powierzchniowe, rozprzestrzeniające się z szybkością 3,5 km na sekundę.



Rys. 28. — Zasada seismografu.

Przy trzęsieniach ziemi właśnie te fale zrzadzają największe zniszczenia; dla celów badawczo-naukowych mają one mniejsze znaczenie.

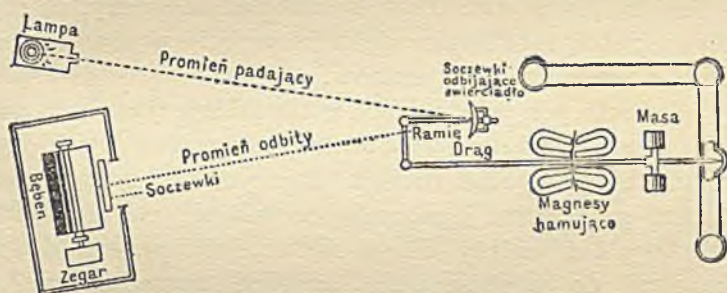
Zapisy fal seismicznych otrzymuje się zapomocą przyrządu, zwanego seismografem, składającego się w zasadzie z pióra, stykającego się z papierem, nawiniętym na obracający się bęben (rys. 28). Pióro jest przymocowane do dźwigni, osadzonej na czopie i połączonej z drażem, dźwigającym duży ciężar. Ciężar ten pozostaje w spokoju i stanowi punkt oparcia dla draża, gdy drgania ziemi wprawiają w ruch słup podtrzymujący przyrząd. Przy najmniejszym poruszeniu się słupa ruch zostaje przeniesiony przez draż

na dźwignię, a następnie na pióro, wprawiając je w znacznie większy ruch, niż wynosiło istotne poruszenie się ziemi. Drgania pióra znaczą na obracającym się bębnie zygzakowatą linię, zwaną seismogramem.

Nie należy przypuszczać, że seismograf musi być koniecznie skomplikowanym przyrządem. Pan J. J. Shaw z West Bromwich otrzymał doskonały wykres trzęsienia ziemi w Mesynie 28 grudnia 1908 r. zapomocą seismografu, składającego się ze stalowego pręta długości około 1,8 m, opartego poziomo o ścianę piwnicy i utrzymywanego w tem położeniu przy pomocy drutu i ciężaru, złożonego z kawałków żelaza wagi 40 kg. Jako bęben służyła pusta blaszanka od konserw, wprawiana w ruch obrotowy zapomocą nici, której jeden koniec przytwierdzono do blaszanki, a drugi do klucza budzika. Dźwignią była słomka, a piórem — szklane ostrze, znaczące linię na zaczernionym nad świecą papierze, naklejonym na blaszance!

Chociaż mówiliśmy o „piórze“, przy którego pomocy otrzymuje się seismogram, właściwie nie jest to pióro, gdyż powodowałoby ono zbyt wielkie tarcie, uniemożliwiające otrzymanie tak delikatnego wykresu, jak seismogram. W rzeczywistości jest to bądź ostrze, znaczące ślad na zaczernionym sadzami papierze, bądź promień światła, padający na uczulony papier lub błonę (tabl. XXV A). W tym drugim wypadku seismograf musi być ustawiony w ciemnym pomieszczeniu lub też muszą być przedsięwzięte jakieś środki, uniemożliwiające zaświecenie uczulonego papieru. Po otrzymaniu zapisu papier wywołuje się zupełnie tak samo, jak bromosrebrny papier, używany w fotografii. Papier nawija się na obracający się cylinder i, dopóki drąg przyrządu nie jest wprowadzony w ruch, promień światła znaczy na papierze (po wywołaniu) linię prostą. Najłżejsze jednak drgnięcie ziemi wprowadza w ruch drąg i punkt świetlny zaczyna się również poruszać, znacząc na papierze już nie linię prostą, lecz szereg linii falistych, których rozpiętość zależy od siły wstrząsów.

Jest kilka odmian seismografów, lecz wszystkie one składają się z trzech zasadniczych części: 1) „masy stałej“, którą na rys. 28 przedstawia ciężar; 2) z podpory podtrzymującej ową masę i 3) z przyrządu zapisującego. Profesor J. Milne opracował jeden z najmniejszych i najlżejszych seismografów, będący w użyciu od wielu lat. Przyrząd ten oparty jest na zasadzie t. zw. poziomego wahadła i składa się ze sztywnego pręta metalowego, opartego pionowo na murowanym słupie. Drąg jest prętem aluminiowym, mającym na końcu przysposobienie do rzucania promienia



Rys. 29. — Zasada seismografu Milne-Shaw.

światła na uczulony papier, nawinięty na bębnie. Ten typ seismografu został czasem zastąpiony przez seismograf Milne-Shaw (tabl. XXV C), zbudowany przez J. J. Shaw z West Bromwich i stanowiący obecnie wzorowy przyrząd Komitetu Seismologicznego Brytyjskiej Asocjacji. Głównymi ulepszeniami, wprowadzonymi przez p. Shaw, są: a) urządzenie hamujące wahadło, dzięki któremu zostaje ono zatrzymane po każdej oscylacji, zmniejszając przez to błędy w identyfikacji poszczególnych fal i b) znacznie większa zdolność powiększania ruchu, około 40 razy więcej, niż w przyrządzie Milne'a. W seismografie Milne-Shaw promień światła przechodzi przez pionową soczewkę cylindryczną i zostaje odbity za pomocą zwierciadła na soczewkę poziomą, która go skupia w trwały punkt, padający przez wycięcie na błonę fotograficzną (rys. 29).

Seismografy są tak czułe, że reagują na wszelkie wstrząśnienia, nie tylko spowodowane trzęsieniami ziemi. Wykazują one na przykład, że budynki, w których je umieszczono, chwieją się podczas wiatru, jak drzewa. Wykazują, że wybrzeża morskie uginają się na przestrzeni kilku kilometrów w głąb lądu podczas każdego przypływu. Wykazują nawet, że bałwany wprowadzają w ruch dno morskie i ruchy te rozprzestrzeniają się na tysiące kilometrów w głąb lądów. Te drobne fale skorupy ziemskiej noszą nazwę mikroseismicznych, gdyż są one nader małe, coś około $1/4000$ mm. Dzięki seismografom wiemy, że gdy człowiek stoi, robi swoim ciężarem wgłębienie w powierzchni ziemi o średnicy kilku metrów.

W niektórych przypadkach notowania przyrządów naukowych są utrudnione z powodu postronnych drgań, wywołanych na przykład ruchem ulicznym. Te drgania postronne są częstsze i znaczniejsze, niż się zwykle sądzi, i dlatego też należy liczyć się z nimi przy budowie pracowni do pomieszczenia czułych narzędzi naukowych.

Wybitnym tego przykładem może być fakt następujący: W gmachu uniwersytetu w Liverpoolu ustawiono czuły galwanometr, służący do mierzenia promieniowania ciepła zapomocą metody elektrycznej. Przyrząd ten składał się z małej cewki z drutu, zawieszony przy pomocy niesłychanie cienkiego włókna kwarcowego między biegunami elektromagnesu. Stopień odchylenia się cewki mierzył siłę prądu. Pawilon, w którym umieszczono przyrząd, był zbudowany na piaskowcu, przez który przechodziły dwa tunele kolejowe, prowadzące od stacji Lime Street. Przechodzenie pociągów przez te tunele i ruch uliczny sprawiały tyle wstrząśnień, że przyrząd ten był nie do użytku. Można było natomiast doskonale oznaczać czas wyjścia pociągów ze stacji oddalonyj o prawie kilometr, gdyż pierwszy ruch tłoków parowozu miał widoczny wpływ na zawieszoną cewkę.

4. Słynne trzęsienia ziemi.

Niejakie dane o trzęsieniach ziemi posiadamy już od 1606 roku przed Chrystusem. Do najwcześniejszych należy wiadomość o trzęsieniu ziemi w 425 r. przed Chr., które Eubeę uczyniło wyspą. Inne trzęsienie ziemi w 373 przed Chr. pochłonęło Helice i Bura na Peloponezie. W 345 r. przed Chr. miasto Duras w Grecji i dwanaście miast w Kampanji zostały zgładzone z powierzchni ziemi wraz z wszystkimi ich mieszkańcami. W 224 r. przed Chr. trzęsienie ziemi zniszczyło znany kolos rodyjski. Ta słynna statua bronzowa miała 32 m wysokości i wewnątrz zawierała kręcone schody, prowadzące na wierzch głowy, skąd roztaczał się wspaniały widok. Pomimo swej wielkiej wagi i potężnych fundamentów została ona podczas trzęsienia zwalona na ziemię. W 79 roku naszej ery wybuchowi Wezuwjusza, który zasywał Pompeję i Herkulanum (patrz str. 140 i nast.), towarzyszyło również silne trzęsienie ziemi. W 742 r. katastrofalne trzęsienia ziemi nawiedziły Syryję, Palestynę i Azję; przeszło 500 miast legło wtedy w gruzach i wielka ilość ludzi postradała życie. W 859 r. uległo zniszczeniu w Antjochji 15.000 domów, a były już tam poprzednio silne trzęsienia ziemi w latach 525, 528 i 557. W 893 r. przeszło 18.000 ludzi zostało w Indjach pogrzebanych pod ruinami domów, a w następnym roku 20.000 ludzi zginęło w pobliżu jeziora Erywań, niedaleko Georgji. W 1137 r. Katanja na Sycylji uległa zniszczeniu i 5.000 osób zginęło pod gruzami. W 1158 r. przeszło 20.000 ludzi zostało zabitych w Syryji, a w 1268 r. w Cylicji 60.000 ludzi postradało życie wskutek trzęsienia ziemi. Około 40.000 ludzi zginęło w Neapolu w 1456 r.; przeszło 30.000 — w 1531 r. w Lizbonie; zniszczeniu wtedy uległo 1.500 domów, a kilka sąsiednich miast pochłonęło morze. W 1693 r. katastrofalne trzęsienie ziemi wydarzyło się na Sycylji; zniszczyło ono 54 miasta i 300 wsi, strata w ludziach wyniosła 100.000 osób. Po Katanji, którą zamieszkiwało 13.000 ludzi, nie

pozostało ani śladu. Bardziej nawet pustoszące było trzęsienie ziemi w 1703 r. w Japonji, podczas którego zostało zniszczone miasto Jeddo i zginęło 200.000 ludzi. W 1731 r. trzęsienie ziemi w Pekinie zabiło przeszło 100.000 ludzi i zniszczyło znaczną część miasta.

Jednem z najstraszniejszych trzęsień ziemi w czasach historycznych w Europie była katastrofa, która w 1755 r. dotknęła Lizbonę. Pierwszego listopada o godz. 9 min. 40 rano nastąpiło silne wstrząśnięcie, które, chociaż trwało tylko pięć czy sześć sekund, zważyło w gruzy czwartą część domów mieszkalnych i wszystkie większe budynki publiczne. Niemal bezpośrednio po tem wstrząśnieniu nastąpiły dwa inne, a w południe znów nowe uderzenie, podczas którego widać było, jak ściany niektórych domów rozwierały się od góry do dołu, a potem zamykały zpowrotem bez pozostawienia śladów uszkodzenia. W tym czasie większość domów w mieście uległa zniszczeniu i całe ulice były zasypane gruzem. Podczas pierwszych uderzeń wody rzeki Tagu cofnęły się o kilometr, a potem posunęły naprzód w postaci olbrzymiej fali, wznoszącej się o 15 m ponad normalny poziom morza. Zginęło wtedy przeszło 50.000 osób. Wielu zginęło w swoich domach, lecz większość znalazła śmierć pod gruzami kościołów, gdyż był to dzień świąteczny, a wstrząśnienie nastąpiło w czasie mszy, gdy świątynie były natłoczone wiernymi. Ponieważ liczba kościołów była znaczna, i wszystkie posiadały wysokie wieże, mało kto ocalał od spadających kamieni. W więzieniu miejskiem zginęło 800 więźniów. To trzęsienie ziemi odczuto nie tylko w Portugalji i na całym półwyspie Iberyjskim, lecz w całej Europie, na północy Afryki i nawet w Indjach zachodnich. Miasto Fez w Maroku oraz część Mequinez w Berberji uległy zniszczeniu tego samego dnia i w obydwu miejscach zginęło po 10.000 ludzi. Wielkie fale morskie, które zalały nie tylko brzegi Portugalji, lecz i innych krajów, spowodowały utonięcie wielu ludzi, a morza w całej Europie zostały wzburzone.

TABLICA XXI



Szczyty Himalajów.

A. W środku górnej fotografii widać (1) Mount Everest (8.840 m); na lewo (2) Lhotse (8.500 m) i na prawo (3) Makalu (8.470 m).

B. W środku widać (1) bliźniacze szczyty Kinchinjunga (8.578 m 8.474 m); na lewo (2) Kobru (7.816 m) i (3) Mały Kabru (6.697 m) oraz na prawo (4) Pandrin (6.708 m).



C. Krater Kibo, jeden ze szczytów Kilimandżaro, widziany z wysokości 6096 m.

TABLICA XXII



A. O kilkaset stóp poniżej szczytu Everestu.

Jedna z nielicznych fotografii, zdjętych na tak znacznej wysokości.



B. Aconcagua w Andach, najwyższa góra w Ameryce, z ciekawym mostem naturalnym na przednim planie.

Trzęsienia ziemi często zdarzają się w Andach, i to zarówno w czasie działalności wulkanów, jak i podczas ich spokoju. Od 1520 r. rzadko w którym roku nie było trzęsienia ziemi, a wiele z nich zrzuciło poważne spustoszenia. Tylko w południowych Andach, pomiędzy południowym Peru a Ziemią Ognistą, zanotowano w czasie od 1520 r. do 1909 r. sto czternaście katastrofalnych trzęsień ziemi. Pomiędzy 1918 i 1924 r. było w tym samym obszarze nie mniej niż 75 poważniejszych trzęsień ziemi.

Liczne miasta podlegały wstrząśnieniom od czasu do czasu, a niejedno z nich było wielokrotnie niszczone. Santjago i Walparajzo od 1575 r. co najmniej jednaście razy ulegały trzęsieniom ziemi, a wstrząsy w latach 1822, 1906 i 1922 odznaczały się wyjątkową gwałtownością. Arequipa w południowym Peru była często nawiedzana przez trzęsienia ziemi i zalewy fal Pacyfiku, im towarzyszące. Concepcion i Valdivia, leżące na południe od Santjago, były kilkakrotnie pustoszone, a w 1737 r. silne wstrząśnienie zupełnie starło z powierzchni ziemi to drugie miasto. W kwietniu 1932 r. podczas wzmożonej działalności wulkanicznej w Andach (patrz str. 137) Mendoza wiele ucierpiała od silnych, podziemnych wstrząsów. To miasto już poprzednio co najmniej sześciokrotnie ulegało trzęsieniom ziemi, a w 1861 r. zostało prawie zupełnie zniszczone. Temu samemu losowi uległo w 1849 r. miasto San Luis. Góra La Serene, znajdująca się w pobliżu Coquimbo, gdzie leży ośrodek wielu chilijskich trzęsień ziemi, zadaje kłam swej nazwie, gdyż wielokrotnie podlegała trzęsieniom ziemi. Quito i sąsiednie miasta były w czasach historycznych rujnowane niejednokrotnie. Liczba śmiertelnych wypadków podczas trzęsienia ziemi w 1868 r. w Ekwadorze dochodziła 40.000. Stolice czterech czy pięciu republik Ameryki Środkowej były w różnych czasach niszczone przez trzęsienia ziemi. W 1797 r. cały obszar pomiędzy Santa Fé i Panamą był teatrem przerażających drgań ziemi; w przeciągu jednej sekundy zginęło tam 40.000 osób. Były liczne

trzęsienia ziemi w Limie, w Peru, w 1746 r.; trzy czwarte miasta uległo wtedy zniszczeniu i zginęło 120.000 ludzi; trzydziestego marca 1820 r. znowu została zniszczona część miasta, grzebiąc pod gruzami wiele osób.

Trzynastego sierpnia 1822 r. została zniszczona większa część Aleppo, w tym czasie trzeciego co do wielkości miasta w państwie ottomańskim. Chociaż domy były murowane, zostały zrujnowane w ciągu kilku sekund i około 30.000 mieszkańców straciło życie.

W czasach nowszych do większych trzęsień ziemi należą: trzęsienie ziemi w Assamie w 1897 r., które dało się odczuć na obszarze około 4.550.000 km² — równym połowie powierzchni Europy; trzęsienie w Walparajzo w 1906 r., które nastąpiło w kilka miesięcy po wstrząśnieniu na Alasce; na Jamajce w 1907 r., które spowodowało duże straty w ludziach i materjale. W kwietniu 1906 r. katastrofalne trzęsienie ziemi nawiedziło San Francisco.¹ Spowodowało ono zrujnowanie miasta, a dzieła zniszczenia dokończył pożar, który wybuchł w chwilę później. Trzęsienie ziemi w południowej Italji 28 grudnia 1908 r. było jednym z najbardziej niszczących w czasach obecnych. W ciągu krótkiego czasu trzydziestu siedmiu sekund zrujnowało ono zupełnie miasta Mesynę i Reggio, spustoszyło prowincję Kalabrię i przypawiło o śmierć tysiące ludzi. Zdaje się, że przyczyną tego trzęsienia było utworzenie się pęknięcia w skorupie ziemskiej pod cieśniną Mesyńską, gdyż dno cieśniny obniżyło się o 2 metry. Widocznie zachodził związek pomiędzy tem trzęsieniem ziemi a działalnością wulkaniczną, ponieważ pobliski wulkan Stromboli wybuchł w sześć dni później.

Inną wielką katastrofą było japońskie trzęsienie ziemi w 1923 r., po którym wybuchły wielkie pożary, zrządzające olbrzymie szkody.

¹ Od 1850 r. zanotowano przeszło 200 trzęsień ziemi na półwyspie Kalifornijskim. Przyczynę ich należy upatrywać w przesuwaniu się głębszych warstw skalnych.

Ostatnią katastrofą tego rodzaju było trzęsienie ziemi w Hawkes Bay na Nowej Zelandji trzeciego lutego 1934 r. Poranek tego dnia był piękny i pogodny, słońce świeciło na bezchmurnym błękitnie nieba i łagodny wietrzyk, wiejący z nad Pacyfiku, zapowiadał jeden z tych pięknych dni, z których słynie miasto Napier. Do godziny 10 min. 45 rano panował zupełny spokój, gdy, bez najmniejszego ostrzeżenia, o kilkanaście kilometrów od brzegu wyspy nastąpiło potężne uderzenie, które na wielkiej przestrzeni podniosło poziom lądu i wstrząsnęło z wielką gwałtownością miastem i okolicą. W ciągu pół minuty cała handlowa dzielnica miasta runęła w gruzy, setki osób postradało życie, a wielu odniosło rany. Podobnie jak w San Francisco, po kilku minutach wybuchły pożary, jednocześnie w różnych miejscach. Wobec braku wody do gaszenia, pożary te rozpostarły się po nowej dzielnicy miasta, zwiększając panikę i niosąc zniszczenie większości mieszkańców (tabl. XXVI A i B). Szybko posuwająca się fala ognia utrudniała pracę ratowniczą i w większości wypadków uniemożliwiała ocalenie inwentarza, ważnych dokumentów, pieniędzy i osobistych rzeczy. Wielu z tych, którzy weszli w tym celu do zagrożonych budynków, nie wyszło żywymi. Tylko ci, co przeżyli tę straszną dobę nieustannego niemal drżenia i chwiania się ziemi, mogą ocenić grozę położenia. Rodziny były w wielu wypadkach rozłączone: jedni członkowie byli w zajęciu, inni w szkole, inni znów w domu lub gdzie indziej; łatwo sobie przeto wyobrazić, jak bali się i niepokoiłi jedni o drugich.

W Napier dwa pierwsze wstrząsy były tak silne, że rozrzuciły ludzi na wszystkie strony. Ogromne, masywne budynki rozlatywały się jak domki z kart (tabl. XXVI i XXVII). W wielu miejscach ziemia popękała, tworząc głębokie, zięjące szczeliny na polach i drogach. Trzeba będzie całych lat na to, aby w pewnych częściach miasta naprawić kanalizację, gdyż poziom miasta uległ zmianom wskutek wydzwignięcia. Stwierdzono, że cały dotknięty

katastrofą obszar został wyniesiony wgórze przez olbrzymie ciśnienie zdołu na wysokość 3—5 metrów, a później osiadł do poziomu o 1—2 m wyższego, niż przed katastrofą. Zdziwiającą cechą tego trzęsienia ziemi było szybkie wydźwignięcie skorupy ziemskiej w początkach katastrofy, sprawiające na ludziach wrażenie podnoszenia się w windzie.

Domy w Napier były przeważnie zbudowane z drzewa, o dachach krytych blachą i z kominami z cegły, chociaż było sporo murowanych domów krytych dachówką. Pierwsze uderzenie zamieniło większość murowanych domów w stosy luźnych cegieł, a dachy spoczęły na ziemi. Domy drewniane chwiały się, strasznie trzeszczały i prawie wszystkie zostały rozerwane. Uszkodzenia tych domów były różne, poczynając od nieznacznego zsunięcia z fundamentów aż do zupełnego zrujnowania. Według przybliżonej oceny około siedmiu tysięcy domów zostało poważnie uszkodzonych, sprzęty, znajdujące się w domach, zostały rozrzucone na wszystkie strony. Wszystkie naczynia gliniane były rozbite na drobne kawałki, a ciężkie meble latały w powietrzu, jak zabawki. Dwie szkoły doznały tak poważnych uszkodzeń, że trzeba je było zburzyć. Dwupiętrowy, murowany budynek szkoły technicznej zawalił się i spadający dach przygniótł dwadzieścioro dzieci, z których jedna dziewczynka i ośmiu chłopców poniosło śmierć. Niektóre inne dzieci odniosły rany, lecz kilkoro wyszło bez szwanku, pomimo pozostawania pod gruzami przez dwa dni i noc. Piękny, trzypiętrowy, murowany budynek Nurses' Home¹ zawalił się w mgnieniu oka, bez ostrzeżenia, zabijając i raniąc wiele śpiących pielęgniarek nocnej zmiany (tabl. XXVII A i B). Wszystkie pawilony i budynki administracyjne szpitala uległy temu samemu losowi, zwiększając liczbę zabitych i rannych.

Oddziały piechoty morskiej z H. M. S. Veronica, które podówczas znajdowały się w porcie (tabl. XXVII C), wy-

¹ Dom Pielęgniarek.

lądowały natychmiast po katastrofie i rozpoczęły pracę odgrzebywania ofiar z pod ruin. Lekarze, pielęgniarki, pracownicy Czerwonego Krzyża i obywatele miasta, nie bacząc na osobiste tragedje i straty, pracowali bez wytchnienia nad ocaleniem ludzi i przyniesieniem ulgi ich cierpieniom. W krótkim czasie dostarczono drogą powietrzną zapasy lekarstw. Brak wody i światła elektrycznego utrudniał niewymownie pracę na stacjach opatrunkowych, lecz wkrótce przybyły pochodnie i zbiorniki z wodą. Komunikacja telegraficzna i telefoniczna została przerwana, a stacja radiowa uszkodzona. „Veronica“ i dwa okręty handlowe, stojące w zatoce, wyszły bez szwanku i one powiadomiły o katastrofie, która spotkała Napier. Z innych miast przybyli lekarze, pielęgniarki, ochotnicy, zapasy żywności, pościel, środki opatrunkowe z szybkością, na jaką tylko mogły pozwolić samochody. Szczęściem główna droga, prowadząca na południe, nie doznała znaczniejszych uszkodzeń. W wielu miejscach potworzyły się szerokie szczeliny i niebezpieczne zawałiska, lecz szybko zostały zasypane przez oddziały drogowe.

Przez kilka dni linja kolejowa w obrębie około 60 km od miasta była nie do użytku. Szyny zostały poskręcane w osobliwy sposób; w niektórych miejscach potworzyły się z nich jakby spirale, w innych — zawisły one w powietrzu wskutek osunięć się gruntu. Najbardziej zadziwiający był wpływ trzęsienia ziemi na morze, na wody wewnętrznej przystani i na kilka pobliskich słonych lagun. Po pierwszym uderzeniu, dźwigającym ląd w górę, morze odstąpiło na znaczną odległość, pozostawiając szeroki pas suchego gruntu wzdłuż całego wybrzeża zatoki. Laguny zostały osuszone, a w wewnętrznej przystani, będącej ramieniem morskiem wchodzącem w ląd, woda zupełnie zniknęła, odsłaniając setki hektarów dna. Tam, gdzie dotychczas unosiły się jachty i łodzie spacerowe, obecnie rozpostarły się błotniste niziny i można było suchą nogą iść całymi kilometrami w miejscu, gdzie poprzednio głębokość wody wynosiła od 2 do

12 metrów. Zginęło wówczas naogół 248 ludzi, straty zaś materialne wyniosły kilka milionów funtów.

Kraje środkowej i północnej Europy są stosunkowo wolne od trzęsień ziemi. Nie znaczy to bynajmniej, że trzęsienia ziemi nie zdarzają się tu wcale, lecz ilość ich jest mniejsza i przeważnie wstrząsy są tak słabe, że przechodzą niepostrzeżenie. Najczęściej są to trzęsienia ziemi tak nieznaczne, że dają się wykryć tylko zapomocą seismografów, lecz od czasu do czasu i w Europie środkowej i północnej zdarzają się trzęsienia, dające się odczuć bezpośrednio. W Anglii od 974 roku do chwili obecnej naliczono około 1.200 trzęsień ziemi, lecz z tej liczby tylko dwadzieścia dwa trzęsienia były dostatecznie silne, aby zrzucić straty materialne. Jeżeli zważymy, że na całym świecie zdarza się rocznie około 9.000 trzęsień ziemi, to liczba 1.200 trzęsień w przeciągu niemal tysiąca lat jest niewielka.

[W Polsce trzęsienia ziemi są również rzadkie, ale zupełnie wolna od nich, wbrew ogólnemu mniemaniu, ona bynajmniej nie jest. U naszych kronikarzy spotykamy dość często wzmianki o trzęsieniach ziemi w różnych, głównie południowych, częściach Polski. Najdawniejszem trzęsieniem ziemi w Polsce, o którem przechowała się wiadomość, było trzęsienie w 1000 r., wspomniane przez Długosza. Było to trzęsienie ziemi, które zapewne objęło całą Europę, gdyż wspominają o niem prawie wszystkie kroniki. Następne trzęsienia ziemi, według naszych kronikarzy, miały miejsce w latach 1016, 1034, 1170, 1196. Trzęsienie ziemi w 1201 r. (piątego maja) było tak silne, że zrujnowało wiele domów i wież. Z późniejszych trzęsień ziemi względną gwałtownością odznaczało się trzęsienie ziemi 1443 r. Długosz pisze, że wtedy w Polsce uległo zniszczeniu wiele domów i budynków publicznych. Rzeki gdzieś wyschły, w innych zaś miejscach wytrysnęły nowe źródła, a wielu ludzi ze strachu postradało zmysły. Trzęsienie to zaszło piątego czerwca i objęło Polskę, Węgry, Czechy i kraje sąsiednie. W 1680 r. trzęsienie ziemi zniszczyło

wiele domów w Warszawie i okolicy w promieniu pięciu mil. W 1786 r. były w Polsce trzy trzęsienia ziemi: 13-go lutego, 27-go lutego i 3-go grudnia. Drugie i trzecie odznaczały się, jak na naszestosunki, wyjątkową siłą. Siła wstrząsu wyrzucała śpiących z łóżek, domy chwiały się, jak statki na falującej wodzie, piece rozwierały się tak, że widać było ogień przez szczeliny, a potem zamykały się zpowrotem, dzwony kościelne same dzwoniły i liczne domy i kościoły wielce ucierpiały. Poziom wody na Wiśle podniósł się o cały łokieć. Trzęsieniu ziemi towarzyszyły huki podziemne, przypominające odgłos wozów, jadących szybko po mieście. Osobliwy szelest, często poprzedzający trzęsienia ziemi, dał się również słyszeć w Krakowie 27-go lutego. Trzęsienie ziemi 3-go grudnia było najsilniejsze w Krakowie i okolicy, lecz dało się odczuć również na Śląsku, w Piotrkowie i nawet w Kaliszu. Rzecz ciekawa, że trzęsienie ziemi 27-go lutego 1786 r. zostało najzupełniej ściśle przepowiedziane przez superintendenta Ziehena w broszurce, wydanej w 1780 r. i tłumaczonej na język polski i czeski.

Pomijając szereg wstrząśnień zaobserwowanych w Polsce w dziewiętnastym i dwudziestym stuleciu, wspomnimy o trzęsieniu ziemi w lutym 1932 r.

Trzęsienie ziemi 1932 r. dało się odczuć w licznych miejscach Polski. Pierwsze objawy zauważono w nocy z 5-go na 6-szy lutego na Podlasiu i w Kieleckiem. Po parodniowej przerwie 8-go i 9-go lutego rozpoczęła się na Podlasiu i w Płockiem druga serja drgań, które w nocy z 11-go na 12-szy dały się odczuć ponadto w Lubelskiem. Nowa serja wstrząśnień rozpoczęła się 21-go lutego, głównie w Płockiem. Trwały one z przerwami aż do 29-go lutego.

Uderzenia były naogół dość silne. Wywołały one spękania w licznych budynkach oraz potworzyły mnóstwo szczelinek w zmarzniętej ziemi, biegnących prostolinijnie przez pola i długich na kilka kilometrów. W wielu miejscach siłą uderzenia ludzie byli wyrzucani z łóżek, zegary stawały,

naczynia spadały z półek. Uderzeniom często towarzyszyły huki podziemne.]

Gdy trzęsienie ziemi zachodzi pod powierzchnią morza, towarzyszy zwykle wstrząsowi wielka fala, pędząca na brzeg. Niejednokrotnie takie fale, spowodowane niewątpliwie poruszeniem dna morskiego, dosięgają znacznej wysokości. Podczas trzęsienia ziemi w Mesynie w 1908 r. fale na sycylijskim brzegu cieśniny miały 8,5 m wysokości, a na przeciwległym brzegu — nawet 10,7 m. W czasie japońskiego trzęsienia ziemi w 1896 r. fale wzniosły się do wysokości przeszło 28 m. Czasem te fale posiadają taką siłę, że zrywają z kotwic okręty i przerzucają je w głąb lądu.

TABLICA XXIII



A. Posąg Chrystusa w Andach.

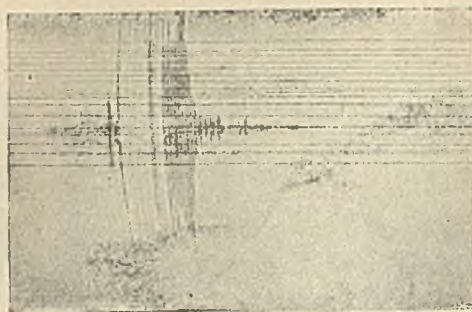
Ten posąg brązowy wzniesiono dla upamiętnienia zaprzestania działań wojennych pomiędzy Argentyną a Chile.



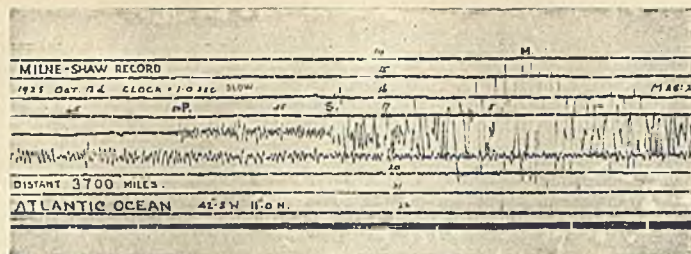
B. Góra Mount Robson w brytyjskiej Kolumbji (3953 m).

Jest to najwyższy szczyt w górach Skalistych Kanady.

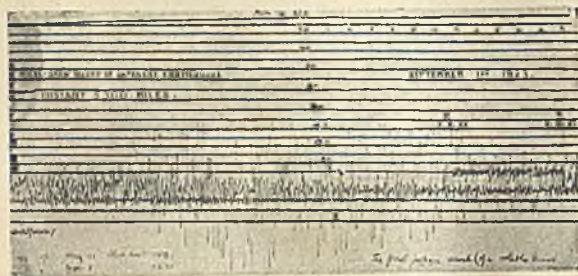
TABLICA XXIV



A. Wykres trzęsienia ziemi w Mesynie 28 grudnia 1908 r., otrzymany zapomocą blaszanki od konserw.

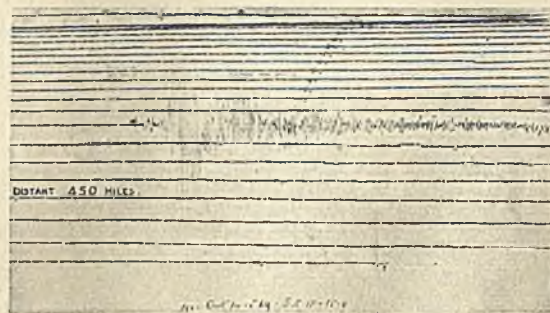


B. Charakterystyczny wykres, wykazujący fale pierwotne (P), wtórne (S) i maksymalne (M).
Z czasu, upływającego pomiędzy przybyciem fal pierwotnych a wtórnych, można obliczyć odległość zaburzenia.



C. Wykres dalekiego wstrząsu.

Wykres wydłuża się w miarę zwiększania się odległości od miejsca trzęsienia ziemi, wykazując w ten sposób dłuższy okres czasu, zachodzący pomiędzy przybyciem fal pierwotnych a wtórnych.



D. Wykres bliskiego trzęsienia ziemi, otrzymany z Hong-Kongu, wykazujący skrócenie seismogramu.

W tym wypadku odległość od miejsca wstrząsu wynosiła tylko 720 km (450 mil ang.).

WULKANY CZYNNE I WYGASŁE

1. Słynne wulkany.

Wulkany są otworami w skorupie ziemskiej, służącymi za „klapy bezpieczeństwa“ dla zawartych wewnątrz ziemi sił. Większość wybuchów wulkanicznych jest prawdopodobnie rezultatem eksplozji podziemnych. Są to zjawiska podobne do pęknięcia kotła i często nawet para wodna dostarcza części rozwijanej olbrzymiej energii. Gdy skorupa ziemska nie może już dłużej opierać się naporowi wewnętrznych sił, następuje wybuch i lava (czyli roztopione skały), popioły i para wodna zostają wyrzucone przez kanał, wydrążony w skorupie ziemskiej, zwany kominem. Z materiału spadającego naokoło ujścia komina usypuje się stożek, na szczycie którego znajduje się lejko- wate zagłębienie, zwane kraterem. Strumienie lawy mogą również spływać na okolicę wulkanu przez otwory, tworzące się na jego zboczach, gdy tymczasem przez krater wylatują na znaczną wysokość popioły i kamienie. Ponieważ sypkie produkty wybuchu spadają w kształcie pierścienia naokoło otworu, podobnie jak woda spada naokoło fontanny, nsypuje się z nich coraz wyższy stożek. Miasta, leżące w pobliżu wulkanu, mogą ulec zniszczeniu wskutek wybuchu, jak to się zdarzyło z Pompejami i Herkulanum, gdzie popioły spadły tak szybko i w tak wielkiej ilości, że ludność zginęła niemal natychmiastowo.

Odróżniamy trzy rodzaje wulkanów: 1) wygasłe, 2) czasowo nieczynne, czyli drzemiące i 3) czynne. Istnieje około tysiąca wulkanów, z których niemal trzysta pięćdziesiąt czynnych. Pomniejszych odmianami wulkanów są fumarole, czyli szczeliny, wydzielające parę wodną i gazy, oraz solfatary Italji, czyli wyziewy gazów siarkowych ze

szczelin ziemi. Salzy, czyli wulkany błotne, wyrzucają szlam zamiast lawy; znany je z Baku, na wschodnim krańcu Kaukazu, oraz z innych miejsc. W niektórych przypadkach są one zimnemi wulkanami, zawdzięczającemi swoją działalność wytryskom sprężonych gazów, powstających z rozkładu substancyj organicznych.

1) Wulkany wygasłe są pozostałościami ostatniej fazy tej potężnej działalności wulkanicznej wieków ubiegłych, w której wcześniejszych fazach powstawały skały ogniowe. W różnych częściach świata istnieje wiele wygasłych wulkanów (patrz tabl. tytułową), niektóre znajdują się nawet w Anglii. North Berwick Law, Edinburgh Castle Rock i Loudoun Hill są kominami, czyli lejkami, wygasłych wulkanów. Spore wygasłe wulkany napotykamy w Szkocji: w Arran i naokoło Firth of Forth. Na wyspie Mull są góry wysokości 900 m, które nie są niczem innem, jak szczątkami zniszczonego wulkanu, sięgającego niegdyś 3.600 m wysokości i 150 km obwodu. W Skye góry Red Mountains i Cuchullin Hills, sięgające dzisiaj tylko 900 m wysokości, są również szczątkami nawet większego wulkanu. Miłośnikom Lakelandu (w Anglii) dobrze są znane niskie, urwiste wzgórza Castle Head nad Derwentwater i malowniczy Friar's Crag pod Keswick: są to pnie wygasłych wulkanów. Mały wygasły wulkan widzieć można na wyspie Man między Castletown a Poolvast. W północnej Walji również znajdują się ślady działalności wulkanicznej: potoki lawy na Cader Idris, Carnedd Llewellyn i Moel Siabod oraz wulkaniczne dioryty na Snowdon, Moel Hebog i Y Glyderfawr. Podobnie Shropshire był w przeszłości widownią wytężonej działalności wulkanicznej.

Jeżeli wierzyć Annual Registerowi z 1773 r., to 31-go stycznia i 1-go lutego tego roku zdarzyły się słabe wybuchy wulkaniczne w pobliżu Mold, w północnej Walji. Oto opis tego zjawiska według powyżej wymienionej publikacji:

„Przedostatniej nocy słyhać było, że Moelfamma (bardzo wysoka góra w okolicy) wydawała jakby głuche jęki;

sąsiednie Hills drżały aż do podstaw. O godzinie jedenastej huk staczających się olbrzymich głazów przypominał odgłos dalekiego gromu. O dwunastej usłyszano głośny łoskot i w tejże samej chwili ze szczytu Hill wzniosły się duże ilości substancji palnej; rzeki ognia spływały pomiędzy stosami gruzów; wkońcu natura jakby uczyniła ostatni wysiłek i rozpruła jeden bok góry, składający się z litej skały, tworząc szczelinę o szerokości około 200 m. Szczyt wzgórza zawalił się w ten wielki otwór. Obecnie wszystko się uspokoiło“.

W Auvergne, nieco ku południowi od środka Francji, znajduje się duży płaskowyż o wysokości 700 m, usiany skałami wulkanicznymi i wygasłymi kraterami, często w doskonałym stanie zachowanymi. Nie wiemy dokładnie, kiedy te wulkany zaprzestały swej działalności, oczywistą jest jednak rzeczą, że pomiędzy pierwszymi a ostatnimi przejawami ich działalności musiały upłynąć wieki. Większość tych wzgórz wulkanicznych ma kształt uciętego stożka; najwyższy z nich zowie się Puy-de-Dôme. Gdyby obecne klapy bezpieczeństwa w Islandji i na pobrzeżach morza Śródziemnego popsuły się i przestały funkcjonować, może odżyłyby na nowo wulkany w Wielkiej Brytanji i we Francji.

Często kratery wygasłych wulkanów są wypełnione wodą, tworzącą jeziora, jak na przykład jezioro Laach w Nadrenji, jezioro Paven w Auvergne oraz kilka jezior w Italji, mianowicie: Albano, Agnano, Avernus, Bracciano, Bolsena i Nemi. Na wyspie Ischia jezioro kraterowe Bagno łączy się z morzem, tworząc doskonały naturalny port. W Oregon U. S. A. znajduje się jezioro kraterowe Crater Lake, mające 40 km obwodu i 600 m głębokości (tabl. XXVIII A).

[W Polsce nie znajdujemy nigdzie tak doskonale zachowanych dawnych wulkanów, jak w Italji, Francji lub Nadrenji. Kraj nasz nigdy nie był terenem ożywionej działalności wulkanicznej, lecz zupełnie pozbawiony wulkanów

nie był i ślady ich znajdujemy w kilku miejscach. Ówczesne stożki wulkaniczne dawno uległy zniszczeniu pod działaniem procesów denudacyjnych, tu i ówdzie przechowały się jedynie resztki dawnych potoków lawowych oraz towarzyszących im tufów wulkanicznych. W okolicy Krzeszowic (na zachód od Krakowa) spotykamy w dość licznych punktach odsłonięcia porfirów, melafirów i diabazów, skał ogniowych, stanowiących resztki dawnych potoków lawowych. Ponieważ są to skały twarde, eksploatują je w kilku miejscach (kamieniołomy w Miękini, pod Tenczynkiem, w Alwerni) na materiał drogowy. Ruiny zamku Tenczyńskiego wznoszą się na skale melafirowej. W tejże samej okolicy w licznych punktach znajdują się i tufy porfirowe i melafirowe, to jest sypkie produkty wybuchów tych samych wulkanów, działalnością wody zmienione w dość zwięzłą skałę. W okolicy Szczawnicy (góra Wżar) spotykamy inne skały ogniowe — andezyty, również będące produktem dawnych wybuchów wulkanicznych. Na Wołyniu, w dorzeczu Horynia, znajdują się w kilku miejscach odsłonięcia bazaltów, ciemnej skały wylewnej o charakterystycznym, sześciobocznym ciosie. Na dużą skałę są one eksploatowane w Berestowcu, koło Równego. Wspomnieć wreszcie należy i o t. zw. cieszynicie, również skale wylewnej, który występuje w licznych punktach na północnych stokach Zachodnich Karpat od granicy państwa na zachodzie aż po Kalwarję Zebrzydowską na wschodzie.]

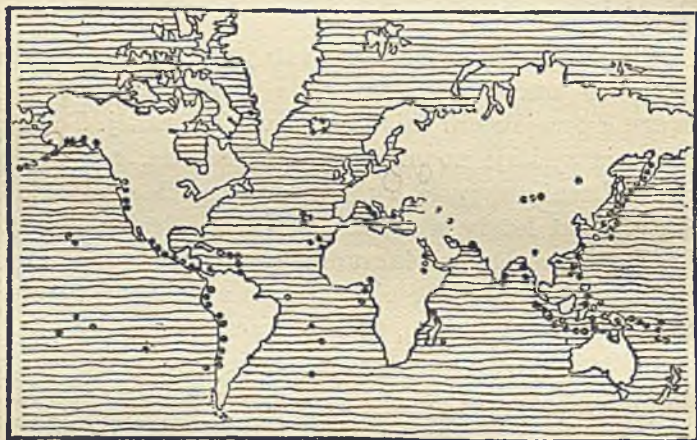
2) Drzemiącemi wulkanami nazywamy takie, które przejawiały swą działalność w stosunkowo niezbyt odległych czasach, lecz od szeregu lat znajdują się w stanie spokoju. Dobrym przykładem takich wulkanów jest Haleakala (3.300 m) na Hawai. Wezuwjusz jest właściwie wulkanem drzemiącym. Pomiedzy wielkim wybuchem 1872 r. a następnym, również wielkim, 1906 r. wykazywał on słabą działalność.

3) Wulkany czynne znajdują się prawie zawsze bądź na wyspach, wytworzonych przez nie same, bądź w bezpo-

średniem sąsiedztwie morza, bądź wreszcie w pobliżu jakiego jeziora (rys. 30). Wielkie wyspy, jak np. Australja, poza jednym czy dwoma wyjątkami, nie posiadają w głębi lądu czynnych wulkanów. Wulkany są naogół rozmieszczone na trzech linjach, biegnących z północy na południe, choć tu i ówdzie trafiają się samotne stożki wulkaniczne, pozornie niepozostające w związku z innymi górami, jak np. Etna lub Pik Teneryfy. Większość wulkanów znajduje się na lądzie, czasem jednak sadowią się one na dnie morza.

Bliskość wulkanów od mórz lub jezior dała naturalnie pochoop do mniemania, że woda pozostaje w ścisłym związku z przejawami działalności wulkanicznej. To przypuszczenie zyskuje na prawdopodobieństwie, gdy zważywszy, że obecnie wygasłe wulkany w czasach swej działalności również leżały w pobliżu oceanów i jezior. Na przykład, dawne wulkany Hauranu, na wschód od Jordanu, były czynne wtedy, gdy obecna dolina Jordanu tworzyła długie na 320 km jezioro, którego szczątkiem jest obecne morze Martwe. Innym przykładem jest wygasły wulkan Demawend (5.627 m) w Persji, leżący w pobliżu południowego brzegu jeziora Kaspijskiego. Z tego jednak nie wynika, aby bliskość wody była warunkiem koniecznym działalności wulkanicznej, gdyż wtedy nie byłoby czynnych wulkanów, nieleżących w pobliżu wody, a tak nie jest. Na przykład, Jorullo w Meksyku znajduje się w odległości 200 km od oceanu i chociaż z jednej strony wiąże go z Atlantykiem Tustla, a z drugiej — z Pacyfikiem Colima, leży on dalej od morza, niż jakikolwiek inny wulkan. Dalej, Cotopaxi w Ekwadorze leży niemal równie daleko od morza; Kilimandżaro i Kenja w Afryce Środkowej są oddalone o 240 km od jeziora Victoria Nyanza, a nawet jeszcze więcej od oceanu. Wynika z tego, że, chociaż bliskość wody jest może potrzebna do pewnych przejawów działalności wulkanicznej, nie jest ona, najwidoczniej, warunkiem zasadniczym samego istnienia wulkanu.

Liczne wulkany spotykamy wzdłuż łańcucha Andów, ciągnącego się od cieśniny Berynga aż do przylądka Horn (rys. 30). Wiele z nich dosięga znacznej wysokości, wznosząc się w postaci śnieżnych stożków ponad linię wiecznego śniegu. W Alasce przynajmniej trzydzieści wulkanów wybucha okresowo. W Kolumbji Brytańskiej istnieją liczne kratery przeważnie nieczynnych wulkanów. W górach Kaskadowych Stanów Zjednoczonych spotykamy inny rodzaj



Rys. 30. — Wulkaniczne obszary ziemi.

działalności wulkanicznej, a mianowicie gejzery i gorące źródła Parku Narodowego Yellowstone (patrz str. 170). W Kalifornji i w sąsiednich stanach są liczne szczątki stożków wulkanicznych. Meksyk posiada niemniej niż osiem czynnych wulkanów, wśród nich Popocateptl (5.451 m) i leżący w pobliżu niego wspaniały Ixtaccihuatl (4.981 m). Wszystkie państwa Ameryki Środkowej, z wyjątkiem Hondurasu i Panamy, posiadają czynne wulkany. Honduras leży pomiędzy Gwatemalą i San Salvadorem, liczącymi czternaście wulkanów, a ku południo-wschodowi od niego leżą Nicaragua i Costa Rica z dwunastoma wulkanami.

Chociaż w Panamie niema czynnych wulkanów, to jednak w pobliskich Kordyljerach, pomiędzy Kolumbją a Chile, jest ich przeszło czterdzieści.

Do najwyższych i najlepiej znanych wulkanów należą: Aconcagua (7.287 m), będący najwyższym szczytem lądu amerykańskiego (tabl. XXII B); Sahama (6.547 m) i Cotopaxi (5.977 m) w Andach; góra Św. Eljasza (5.479 m) w górach Skalistych; Sangay (5.322 m) w Andach Ekwadoru; Etna (3.279 m), Wezuwjusz (1.118 m) i Stromboli (921 m) w Europie; Pik Teneryfy (3.718 m) na wyspach Kanaryjskich, ku północo-zachodowi od Afryki; Erebus (3.962 m) i Terror (3.318 m) na lądzie antarktycznym; Hekla (1.557 m) na Islandji; Mauna Loa (4.168 m), Mauna Kea (4.207 m) i Hualalai (2.522 m) na Hawai; wreszcie Le Souffrier (1.483 m) i La Pelée (1.364 m) w Indjach zachodnich.

Brak miejsca pozwala nam omówić szczegółowiej tylko kilka lepiej znanych wulkanów.

Stromboli leży na wyspie tej samej nazwy, należącej do wysp Liparyjskich, położonych na północ od Sycylii. W skład ich wchodzi siedem wysp oraz dziesięć drobnych wysepek (niektóre z nich są tylko skałami), stanowiących szczątki wielkiego, obecnie zatopionego wulkanu. Stromboli wznosi się do wysokości 921 m, lecz jego krater, leżący na północno-zachodnim zboczu góry, ma zaledwie 732 m wysokości. Jest to eliptyczne zagłębienie, którego dłuższa oś ma 61 m długości. Stromboli jest jedynym bezustannie czynnym wulkanem¹ w Europie i takim już był za czasów

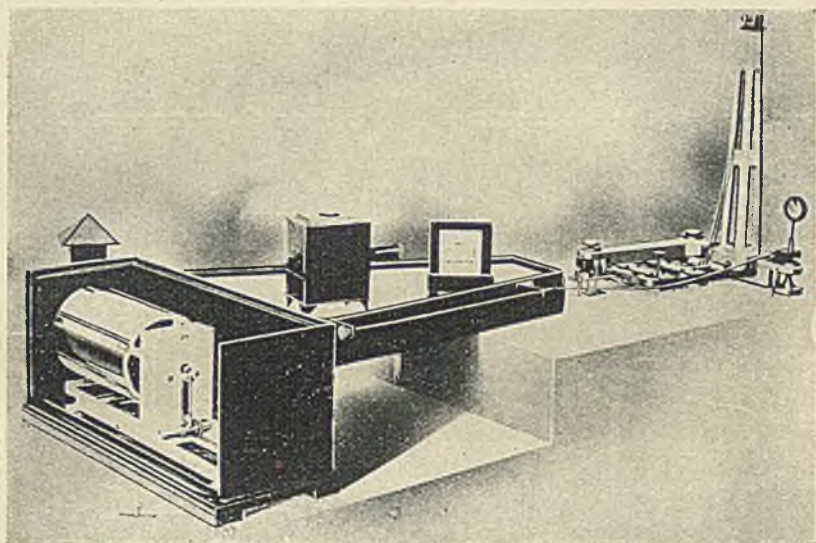
¹ Do czynnych bez przerwy wulkanów, znajdujących się w innych częściach świata, należą: Izalco w Salwadorze, w Ameryce Środkowej, który powstał w 1770 r. i odtąd jest w stanie nieprzerwanej działalności; Masaya w Nicaragua; oraz Tofoa na wyspach Przyjacielskich. Wulkany te można przyrównać do ujściowych klap kotłowych, przez które stale uchodzi para. Inne wulkany czynne mogą znajdować się w stanie spokoju w ciągu miesięcy, lat, a nawet stuleci, a potem wybuchnąć gwałtownie.

Homera (około 1100—900 r. przed Chr.). Widziany nocą zdaleka wygląda jak czerwona plamka na horyzoncie. Po zbliżeniu się można zauważyć słupy ognia i dymu, unoszące się nad potokami rozżarzonej do czerwoności lawy.

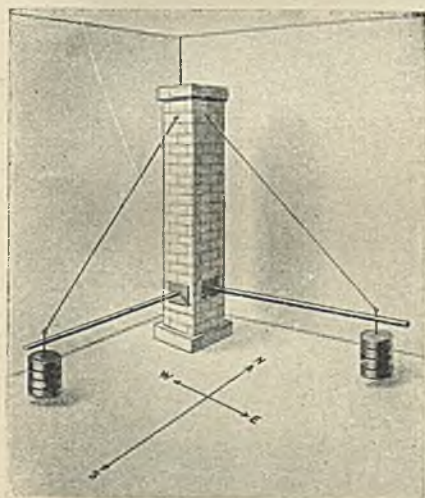
Pik Teneryfy znajduje się na wyspie Teneryfie, leżącej pomiędzy wyspami Gran Canaria i Gomera. Przez wyspę, mającą 100 km długości i 50 km szerokości, przebiega łańcuch górski. Pośrodku najszerszej części wyspy wznosi się ten słynny Pik, noszący miejscową nazwę Pico de Teyde. Pik ze swemi zboczami stanowi niemal dwie trzecie całej wyspy. Z wierzchołka roztacza się rozległy widok na wszystkie wyspy archipelagu. Jego najwyższy szczyt El Pitón (3.718 m) łączy się wąską granią z drugim szczytem Chahorra o wysokości 3.011 m. Ze znajdującego się tam krateru, o szerokości 1.219 m i głębokości 46 m, wydzielają się para i gazy siarkowe. Chociaż żaden z tych szczytów nie przekracza linii wiecznego śniegu, na El Pitón, na wysokości 3.368 m nad poziomem morza, znajduje się jaskinia, w której śnieg przechowuje się przez cały rok. Nie posiadamy żadnych danych historycznych o wybuchach zarówno El Pitón, jak i Chahorra, lecz w 1795 r. wypląnęło dużo lawy z trzech wylotów, leżących na wschodnim zboczu Pika. Z wylotu na północno-zachodnim zboczu góry lawa spływała do morza i omal nie zalała portu Garachico. Obecnie działalność wulkaniczna Pika wydaje się być słabą, ale bezustannie wydzielają się ze szczelin gazy siarkowe.

Jednym z najstłynniejszych wulkanów Ameryki jest Jorullo w Meksyku, którego kilkakrotnie ponawiane wybuchy w 1759 r. zupełnie zniszczyły wszelkie zwierzęce i roślinne życie w okolicy. Nie mamy żadnych wiadomości o poprzednich wybuchach tego wulkanu, ten zaś wybuch pokrył lawą i popiołami obszar przeszło 13 km² i spowodował powstanie szeregu nowych wulkanów. W ciągu wielu lat po wybuchu cały ten obszar był zupełnie bezpłodny, gdyż skały utrzymywały wysoką temperaturę w ciągu zadzi-

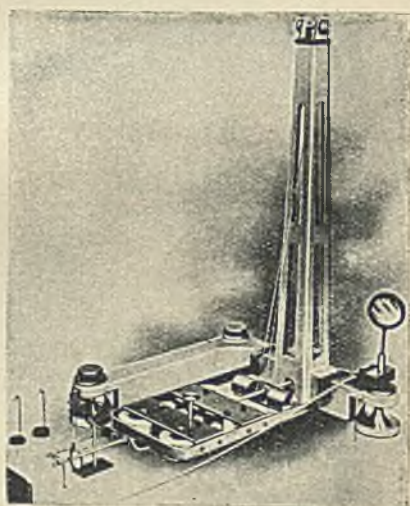
TABLICA XXV



A. Ogólny układ seismografu Milne-Shaw, na lewo bęben do uczulonego papieru.



B. Para poziomych wahadeł zapisujących północno - południowe i wschodnio - zachodnie fale podziemne.



C. Wahadło i zwierciadła optyczne seismografu Milne-Shaw.

TABLICA XXVI



A. Część handlowej dzielnicy m. Napier na Nowej Zelandji po trzęsieniu ziemi i pożarze 3 lutego 1931 r.



B. Ulica Hastings w Napier podczas pożaru po trzęsieniu ziemi.



C. Szpital dr. Moore'a w Napier po trzęsieniu ziemi.

wiająco długiego czasu; później jednak rośliny i zwierzęta objęły go zpowrotem w posiadanie.

W kwietniu 1932 r. przejawiała się w Ameryce Południowej ożywiona działalność wulkaniczna i seismiczna (głównie w związku z działalnością grupy wulkanów Descabezado), od której ucierpiały trzy stolice: Buenos Aires (Argentyna), Santjago (Chile) i Montewideo (Urugwaj). Dotknięty tą działalnością obszar rozpościerał się od Walparajzo w Chile aż po Patagonję i obejmował prawie połowę południowo-amerykańskiego lądu. Deszcz szarego pyłu wulkanicznego, wyrzucony przez osiem wulkanów, spadł na znacznej przestrzeni, a trzęsieniom ziemi towarzyszyły gwałtowne wybuchy. W obrębie 450 km od wulkanu Descabezado, leżącego na pograniczu Chile i Argentyny, powietrze niemal nie nadawało się do oddychania z powodu obecności w niem gazów siarkowych. Osiemdziesiąt tysięcy mieszkańców miasta Mendozy uciekło w popłochu, a rząd argentyński wysłał wojsko do ewakuowania ludności. Słupy popiołów były wyrzucane w powietrze na wysokość 8 km i, spadając, pokryły metrowej grubości warstwą obszar kraju równy wielkością Anglii. Ilość lawy, potrzebna do wytworzenia tak olbrzymiej ilości popiołu, nie jest tak wielka, jakby się mogło zdawać. Obliczono, że całej ilości pyłu spadłego podczas wybuchów 1932 r. w Argentynie i Chile mogły dostarczyć 4 km³ lawy. Lawa wznosi się w wulkanie dotąd, dopóki nie zbliży się do powierzchni, a tu zmniejszenie ciśnienia uwalnia gazy w niej rozpuszczone i nadaje jej budowę piankową. Gdy wreszcie lawa osiągnie powierzchnię, gazy wydzielają się z niej w postaci pęcherzy, porywając ze sobą drobne cząsteczki lawy, tworzące pył wulkaniczny. Ponieważ te cząsteczki posiadają dużą powierzchnię w stosunku do swej wagi, łatwo unoszą się w powietrzu i zostają przenoszone wiatrem na znaczne odległości.

Lotnicy, wysłani przez rządy Argentyny i Chile, wrócili z raportem, że nic nie mogli zobaczyć, z powodu gęstych chmur pyłu wulkanicznego. Jeden z chilijskich samolotów

z badał wulkany w Kordyljerach, lecz nie udało mu się, z powodu złej widzialności, zbliżyć do Tinguiririca bliżej, niż na 25 kilometrów. Wszyscy lotnicy oświadczyli, że widzieli olbrzymie płomienie i słyszeli ogłuszające wybuchy.

W Chile był wtedy czynny olbrzymi wulkan Tinguiririca oraz szereg mniejszych, wyrzucających wielkie ilości popiołów na okoliczne miasta. Częste wstrząsy podziemne wywołały panikę wśród mieszkańców Santjago i pociągi, pełne uciekających, odchodziły na południe. W Quillota wielu ludzi nie chciało udać się na spoczynek do domów, przekładając wspólne koczowanie na placach publicznych. Deszcz popiołów pokrył Santjago i jego wschodnie przedmieścia. Wielkie ilości popiołów i lapilli wulkanicznych spadły również na sąsiednie miasta Rancagua, Rengo i San Vincente, powodując ciemności w ciągu dwóch dni i nocy. Mieszkańcy Buenos Aires początkowo żartobliwie przyjęły spadanie popiołów na miasto, lecz bardzo zaniepokoił się, gdy popioły zaczęły sypać się coraz gęściej. Z powodu chmur pyłu miasto szybko objął mrok, a mieszkańcy byli zmuszeni zasłaniać usta i nosy szalami. Według przybliżonej oceny trzy tysiące tonn popiołów spadło na miasto; pokłady okrętów, stojących w porcie, i dachy samochodów zostały pokryte grubą warstwą delikatnego pyłu wulkanicznego.

W tym samym czasie, 14-go kwietnia 1932 r., wybuchł wulkan Las Zanzas, leżący w prowincji Salata i uchodzący do tego czasu za wygasły. Mieszkańców wsi Chicoana przeraził deszcz kamieni i podziemne grzmoty, po których ukazały się szczeliny w ziemi na przestrzeni kilku kilometrów kwadratowych. Wstrząsy i grzmoty podziemne dały się zauważyć również w Quilino, w prowincji Cordoba oraz w La Rioja.

Równocześnie z temi południowo-amerykańskimi zjawiskami wystąpiła działalność wulkaniczna na wyspie Swinoj, leżącej na morzu Kaspijskim, w odległości pięćdziesięciu kilometrów od Baku. Pierwsze wstrząśnienia odczuto tam 11-go kwietnia o godzinie 6.30 po poł., gdy już trzy

czwarte powierzchni wyspy pokryły popioły. Lawa wylała się w znacznej ilości i w ciągu około piętnastu minut z wulkanu wydobywał się słup ognia.

2. Wezuwjuż.

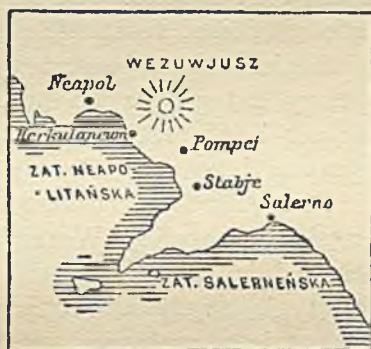
Najstłynniejszym wulkanem świata jest Wezuwjuż, (tabl. XXVIII B i XXIX A), leżący w odległości około 11 km od zatoki Neapolitańskiej w Italji (rys. 31).

Obecna wysokość Wezuwjuża wynosi 1.118 m; przed wybuchem 1906 r. wynosiła ona 1.280 m. Podobno w czasach przedhistorycznych wulkan ten był dwa razy wyższy, lecz wskutek gwałtownego wybuchu szczyt jego został zerwany. Obecny stożek, nieistniejący przed wybuchem 79 r., został usypany

naokoło ujścia, leżącego nieco ku południowi od środka dawnego krateru. Kolejka linowa (otwarta w 1880 r.) przewozi dzisiaj turystę od podstawy stożka aż do punktu, odległego o 130 m od brzegu krateru.

Krater jest zagłębieniem o płaskim dnie, mającym około 2 km obwodu i głębokiem na trzydzieści metrów. Słabsze wybuchy stale usypują mniejsze stożki, dopóki nie nastąpi wielki wybuch. Wtedy produkty wulkaniczne zostają wyrzucane na znaczną wysokość, lava wypływa ze szczeliny i główny stożek zawala się.

Od strony północnej stożek otacza wał półkolisty, wysokości 1.142 m n. p. m., znany pod nazwą Monte Somma¹,



Rys. 31. — Okolice Wezuwjuża.

¹ Mons Summanus starożytnych, który ozdabiała niegdyś świątynia Jowisza.

na którym znajduje się obserwatorium do studjów nad wulkanem. Wyniosłość ta stanowi północną część przedhistorycznego krateru. Przez szczybę w tym wale, posiłkując się splecionemi pędami dzikiego wina, wymknął się niegdyś słynny gladiator Spartakus, oblężony przez pretora Klaudjusza Pulchera.¹

Przez długi czas uważano Wezuwjusz za wulkan wygasły, gdyż w ciągu szeregu stuleci przed naszą erą nie wybuchł on ani razu. Chociaż już historykowi Strabonowi było wiadomo, że stożek Wezuwjusza jest pochodzenia wulkanicznego, mieszkańcy okoliczni nie zdawali sobie sprawy z tego, że dosłownie „mieszkali na wulkanie“. Na setki lat przed Chrystusem żyzne zbocza góry były uprawne i pokryte głównie winnicami.

Pomiędzy 63 a 79 rokiem naszej ery szereg gwałtownych trzęsień w okolicy Wezuwjusza zrzucił liczne szkody w sąsiednich miastach i posiał przestrasz w całej Kampanji. Świątynia Izydy w Pompejach,² leżących na południowschodzie od wulkanu, została wtedy zrujnowana do pod-

¹ Spartakus był pierwotnie pasterzem trackim, później został jednym z gladiatorów, trzymany w Kapui w domu Lentulusa. Z trzydziestu towarzyszami podniósł oręż przeciw Rzymianom, i wkrótce przyłączyło się do niego 10.000 ludzi, podobnie jak on zdecydowanych na wszystko. Spartakus spustoszył cały kraj naokoło, a gdy siły jego się zwiększyły, atakował nawet wodzów rzymskich, zadając im nieraz dotkliwe porażki. Wykazał on wielkie męstwo w ostatecznej bitwie, w której został pobity przez Krassusa (71 r. przed Chr.) i w której poległo 40.000 jego zwolenników. Będąc ranny w nogę, walczył dalej klęcząc, i gdy wreszcie padł ranny śmiertelnie, otaczał go wał z zabitych przez niego Rzymian.

² Pompeje istniały z wszelką pewnością na 500 lat przed Chr., gdyż najstarszy ich budynek, świątynia dorycka, nosi znamiona budowli szóstego wieku przed Chr. Miasto dostało się pod panowanie Rzymian około 300 r. przed Chr., a około 90 r. przed Chr. przystąpiło do italskiego związku przeciw Rzymowi. Mieszkańcy Pompejów zajmowali się wyrobem wina, rybołówstwem, sporządzaniem kamieni młyńskich z lawy i obróbką pumeksu.

staw. Odbudowano ją później sumptem jednego z obywateli. Ta serja trzęsień ziemi była tylko wstępem do paroksyzmu wulkanicznego, stanowiącego jedną z największych klęsk w historii.

Katastrofa rozpoczęła się gwałtownym wybuchem. Chmura pary i drobnego wulkanicznego pyłu zawisła nad wulkanem, a potem rozpostarła się nad okolicą, powodując zupełną ciemność, trwającą trzy dni. Szereg wybuchów odsłaniał żarzącą się powierzchnię lawy w gardzieli wulkanu i przy nieustających błyskawicach nawalał popiołów i kamyków wulkanicznych spadła na znacznym obszarze wokół góry. Wkrótce para unosząca się z wulkanu skropliła się i w połączeniu z pyłem wulkanicznym wytworzyła potoki mułu, spływające po zboczach góry i zalewające po drodze miasta i wsie.

Wczesnym wieczorem następnego dnia, 25-go sierpnia, Pompeje zostały pogrzebane pod potokami mułu, a dwa inne miasta: Herkulanum na zachodnim zboczu i Stabje dalej ku południowi, zostały zniszczone. Straty materialne były olbrzymie i przeszło 200.000 ludzi postradało życie.

Współczesne przedstawienie przebiegu katastrofy znajduje się w dwóch listach, pisanych przez Plinjusza Młodszego do historyka Tacyta.¹ Plinusz obserwował katastrofę ze swej willi w Misenum, na północnym przylądku zatoki, i w ten sposób uniknął śmierci. W pierwszym liście opisuje on śmierć swego wuja. Dwudziestego czwartego sierpnia, około godziny pierwszej po poł., matka jego zwróciła uwagę na pojawienie się chmury niezwyklego kształtu i niezwyklej wielkości: „chmura ta unosiła się nad jedną górą, lecz, patrząc zdaleka, nie byliśmy pewni, nad jaką. Później dowiedzieliśmy się, że tą górą był Wezuwjuusz. Sądzę, że pinja daje najlepsze pojęcie o kształcie i wyglądzie tej chmury. Wznosiła się ona ku górze na niezwyklej wysokości, jakby olbrzymi pień, a w górze rozpościerała się jakby na szereg

¹ Plinii Epp. Lib. VI, Ep. 16 i 20.

oddzielnych gałęzi. Przyczynę tego kształtu należy, mojem zdaniem, upatrywać w tem, że chmura była uniesiona wiatrem, a potem, gdy wiatr ustał, lub może wskutek własnego ciężaru, rozpostarła się na boki. W pewnej chwili chmura ta była biała, w następnej nabrała ciemnej barwy. Memu wujowi, prawdziwemu miłośnikowi wiedzy, zjawisko to wydało się interesującym i zasługującym na zbadanie zbliska...

Spuścił więc na morze swe wielkie galery¹ i na pokładzie jednej z nich udał się sam, aby nieść pomoc nietylko mieszkańcom Rectina, lecz wszystkim tym, których w tak dużej ilości przyciągnął powab tego pięknego wybrzeża. Pośpieszał w tym kierunku, skąd inni uciekali, sterując wprost do miejsca niebezpieczeństwa i wykazując taki brak obawy, że obserwował i notował dokładnie, o ile mogły widzieć jego oczy, wszystkie fazy i zmiany form tego straszego zjawiska.

Lecz już popioły zaczęły spadać na statek, coraz gęstsze i coraz w większej ilości w miarę tego, jak się zbliżali do lądu; spadały nawet kawałki pumeksu oraz innych skał szerniałych, spieczonych i popękanych od ognia. Nagle znaleźli się na płyciźnie przy brzegu, do którego dostęp tamowała ulewa popiołów zgóry. Wuj mój zawahał się. Czy wrócić? Lecz zaraz, zwracając się do sternika, który namawiał go do powrotu, zawołał: „Szczęście sprzyja śmiałym, naprzód, do Pomponianusa“.

Pomponianus mieszkał w Stabjach, oddalonych o połowę zatoki. Wiesz, że morze wchodzi tu łagodnym łukiem w głąb lądu. W Stabjach, w obliczu grożącego niebezpieczeństwa, które choć narazie dość dalekie, jednak można było oczekiwać, że zbliży się z pewnością, Pomponianus zebrał swoje rzeczy i przeniósł je na pokład statku, postanawiając odbić od brzegu, gdy tylko ucichnie przeciwny wiatr...“

¹ Plinjusz Starszy był wówczas dowódcą floty rzymskiej w Misenum (przyp. tłum.).

Wuj Plinjusza wrócił do domu, widząc, że Pomponianus nie potrzebuje jego pomocy.

„Przez cały ten czas języki płomieni i słupy ognia jarzyły się w wielu miejscach na Wezuwjuszu, a blask ich potęgowały ciemności nocne. Dla uspokojenia otoczenia mój wuj utrzymywał, że są to ogniska, pozostawione przez przerażonych wieśniaków, oraz pożary opuszczonych will. Później udał się na spoczynek i spał spokojnym snem...

Lecz wkrótce przedśionek, z którego było wejście do jego pokojów, został do tego stopnia zasypany popiołami i kawałkami pumeksu, że gdyby dłużej pozostał w swej sypialni, nie mógłby już wyjść. Gdy go zbudzono, wyszedł i przyłączył się do Pomponianusa i innych, którzy czuwali całą noc. Naradzali się nad tem, czy lepiej będzie pozostać w budynku, czy też wyjść na otwarte powietrze. Ściany domu drżały pod wpływem ciągłych silnych wstrząsów i, jakby oderwane od fundamentów, chwiały się naprzód i wstecz. Jednakowoż na otwartem powietrzu padały kawały pumeksu, napędzając dużo strachu, mimo swej nieznacznej wagi. Wybierając z dwojga złego, zdecydowano obrać drugą drogę postępowania. Dla mego wuja był to wynik chłodnej rozwagi, dla innych — wyboru między większym a mniejszym strachem. Położyli poduszki na głowy i przywiązali je kawałkami tkanin; w ten sposób spodziewali się zabezpieczyć od spadających kamieni.

Gdzie indziej był już wtedy dzień, tu panowała najciemniejsza i nieprzenikniona noc, oświetlona jedynie mnóstwem pochodni i wspaniałych odblasków. Postanowili udać się na brzeg i tam przekonać się, czy ze strony morza nie mogą oczekiwać jakiejś nadziei. Niestety, morze było wzburzone i groźne.

Tu mój wuj położył się na zużytym żaglu i wołał o zimną wodę; gdy mu ją przyniesiono, połknął jeden łyk. Płomienie oraz zwiastun płomieni, zapach siarki, zmusiły innych do ucieczki. Wuja zaś mego tylko podnieciły. Opierając się na dwóch niewolnikach, wstał, lecz gdy, jak sędzę, gęstnie-

jące gazy przeniknęły mu do słabego od urodzenia gardła i zaczęły go dławić, upadł natychmiast na ziemię.

Gdy nastał wreszcie dzień (trzeci od tego poranka, gdy wuj mój zamknął oczy), znaleziono jego ciało zupełnie nieuszkodzone, w ubraniu, które wówczas miał na sobie. Wyglądał raczej na pogrążonego we śnie, niż na zmarłego..“

Tacyt otrzymał powyższy list i prosił Plinjusza o niektóre szczegóły jego osobistych przeżyć w Misenum, w czasie wybuchu. Spełniając jego życzenie, Plinjusz pisze w swym drugim liście:

„...W ciągu kilku poprzedzających dni były wstrząśnienia ziemi, lecz nikt nie zwracał uwagi na nie, jako na zwykle zjawisko w Kampanji. Tej nocy jednak były one tak silne, że sprawiały wrażenie, iż wszystko się nie trzęsie, lecz przewraca do góry nogami.

Było wtedy około piątej rano, panowało słabe i niepewne światło poranka. Ponieważ ściany domu trzęsły się, zachodziła obawa, że zwałą się na nas, gdyż przedsionek, choć niepokryty dachem, był jednak wąski. Postanowiliśmy wobec tego opuścić miasto. Tłumy ludzi nieprzytomnych z przerażenia poszły za naszym przykładem, przekładając, jak to zwykle bywa w chwilach paniki, cudze przewodnictwo nad własny rozsądek. Szli gromadą za nami i zatłaczali przejście.

Po wyjściu za zabudowania zatrzymaliśmy się; tu liczne, dziwne zjawiska napęłniły nas przerażeniem. Powozy, które wysłaliśmy przodem, chociaż stały na zupełnie równym gruncie, toczyły się naprzód i wtył, i nawet nie pomagało podkładanie kamieni pod koła. Widzieliśmy, że morze jakby skurczyło się, odepchnięte od trzęsącego się lądu. Pas wybrzeża rozszerzył się kosztem morza, a liczne zwierzęta morskie zostały uwięzione na suchym piasku. W głębi lądu czarna, przerażająca chmura, pocięta zygzakami ognia, była przerywana olbrzymią smugą ognistą, podobną do błyskawicy, lecz w daleko większej skali.

Wkrótce ta chmura zaczęła spęłzać na ziemię i pokrywać

TABLICA XXVII



A. Dom pielęgniarek i biura szpitala w Napier przed trzęsieniem ziemi.



B. Te same budynki po trzęsieniu ziemi.
Słup telegraficzny widoczny na rys. A. jeszcze stoi.



C. H. M. S. „Veronica“ u zniszczonej przystani w Napier.



A. Jezioro kraterowe w Oregon.

Jezioro to ma 40 km obwodu i 609 m głębokości. Brzeg jego wznosi się do wysokości 603 m.



B. Wezuwjuż podczas działalności w 1927 r.

Na przednim planie nowy stożek, na tylnym — ściana krateru.

morze. Już otoczyła ona i zakryła Capri. Już zniknął za nią z przed naszych oczu przylądek Misenum. Zaczął padać deszcz popiołów, jeszcze dość rzadki. Spojrzałem poza siebie: nieprzenikniona ciemność ogarniała nas i, jak potok, szybko rozpościerała się nad całym lądem. „Skręcmy w bok“ — powiedziałem — „dopóki jeszcze coś widzimy, gdyż inaczej tłum przewróci nas na drogę i w ciemnościach zadepcze na śmierć“.

Ledwie zdążyliśmy usiąść, ogarnęła nas noc, nie ta ciemność bezksiężycowej lub chmurnej nocy, lecz noc bez światła w zamkniętym pomieszczeniu. Słysząc było krzyki kobiet, płacz dzieci, nawoływania mężczyzn. Jedni wołali rodziców, inni — dzieci, inni znów — żony. Jeden opłakiwał własny los, inny — swoich przyjaciół. Niektórzy tak bali się śmierci, że błagali o nią. Wielu wznosiło ręce do bogów. Większość jednak przyszła do przekonania, że już niema żadnych bogów i że nastąpiła ostatnia i nieskończona noc.

Nie brakło też i takich, którzy, siejąc fałszywe alarmy, powiększali trwogę. Ktoś wołał, że taka a taka część Misenum zapadła się, inny znów, że inna część stanęła w płomieniach, wiadomości fałszywe, lecz znajdujące posłuch. Nagle nieco rozjaśniło się. Nie wyglądało to na brzask dnia, lecz raczej na odbłask zbliżającego się ognia. I w samej rzeczy, był to ogień, lecz dość daleko, i znowu zapadły ciemności i zaczął się sypać gęsty deszcz popiołów. Co chwilę musieliśmy wstawać i otrząsać z siebie popioły, gdyż inaczej pogrzebałyby nas i przygniotły swoim ciężarem. Mogę się pochlubić, że wśród tych wszystkich niebezpieczeństw ani jęk, ani słowo zwątpienia nie wyszły z moich ust. Przekonanie, że ginę z całym światem, a cały świat ze mną, było dla mnie wielką, choć tragiczną pociechą.

Wreszcie ciemności zaczęły się przerzedzać i przeszły w coś nakształt dymu czy mgły. Wprędce nastął prawdziwy dzień, nawet zaświeciło słońce, posępne, jak w czasie zaćmienia. Nasze przerażone oczy ujrzwały wszystko zmienione,

pokryte jak śniegiem grubą powłoką popiołów. Wróciliśmy do Misenum, spożyliśmy, co się dało, i spędziliśmy całą noc w niepewności, pomiędzy strachem a nadzieją. Strach jednak przeważał; drgania ziemi trwały nadal, a wielu ludzi na podstawie przeżyć własnych i swoich sąsiadów stawiali najczarniejsze horoskopy na przyszłość. Nawet wtedy jednak, pomimo tylu przejść doznanych, a wielu oczekiwanych, nie przyszło nam do głowy oddać się bez otrzymania wiadomości o losie mego wuja“.

Po deszczu popiołów, o którym wspomina Plinusz, musiał nastąpić deszcz mułu, który przeniknął wszędzie, dokąd nie dostały się popioły. Aby uniknąć popiołów, ludzie najwidoczniej schronili się do piwnic i podziemi i tu dosięgnął ich muł, tamując wyjście. Nawet gdyby nie było mułu, zginęliby od uduszenia przez delikatny pył wulkaniczny lub z głodu, gdyż wyjście było uniemożliwione przez masy popiołów i mułu, które pokryły ich domy, czyniąc z nich groby.

Przez prawie 1.500 lat Wezuwjusz pozostawał w spokoju z wyjątkiem kilku słabych wybuchów. W 472 r. popioły Wezuwjusza spadły w Konstantynopolu; w 512 r. w Tripoli; pewna działalność wulkaniczna dała się zaobserwować w 1036 r., a później znów w 1500 r. Potwór był jednak tylko w uspieniu i 16-go grudnia 1631 r., po szeregu trzęsień ziemi, trwających przeszło sześć tygodni i stale wzmagających się na sile, znowu wybuchł gwałtownie. Potoki lawy wypłynęły z boków wulkanu i na zachodzie i południu doszły aż do morza. Wielkie ilości kamieni zostały wyrzuczone z krateru, a pył, uniesiony wysoko w powietrze, dotarł aż do Adryatyku i Konstantynopola. Para, unosząca się z wulkanu, skropliła się i w połączeniu z pyłem i popiołami wytworzyła muł, który, spadając na ziemię, spłynął potokami po równinie, sięgając nawet aż po Apeniny. Choć ludność została ostrzeżona wporę o zbliżającej się katastrofie trzęsieniami ziemi i drgawkami góry, podobno 18.000 ludzi postradało wówczas życie.

Od tego wybuchu Wezuwjusz wykazywał mniejszą lub większą działalność i z przerwami, trwającymi od kilku tygodni do kilku lat, wyrzucał parę, pył i kamyki wulkaniczne, przyczem często wypływała lawa. W 1793 r. potok lawy, grubości 12 metrów, przedarł się przez Torre del Greco i doszedł do morza, odległego o 6 km. Potok ten, mający tu szerokość 360 m i grubość 4,5 m, wszedł w morze na odległość 115 m od brzegu. W 1822 r. para i „dym“ (para z pyłem wulkanicznym) z krateru wzniosły się na wysokość 3.000 m, a potoki gorącego deszczu zalały wsie San Sebastiano i Massa. W 1885 r. zaszedł inny wielki wybuch, podczas którego lawa zniszczyła znaczną część żywnego kraju. Wypływy lawy zdarzyły się w latach 1861 i 1872, a w 1885 r. nagły wybuch zabił dwudziestu turystów, zwiedzających krater, zanim zdążyli uciec. W 1906 r. pył i popioły zasypały dwie wsie (Ottajano i San Giuseppe), a w Neapolu sypkie produkty wulkaniczne leżały warstwą grubości od 76 mm do 914 mm.

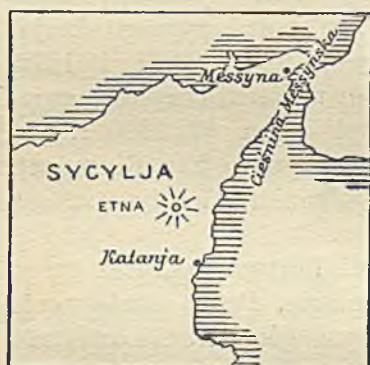
Wybuch ten zerwał krawędź krateru, wskutek czego wygląd góry uległ zupełnej zmianie. Przez zmniejszenie wysokości stożka i zmianę w zarysie góry straciła ona dużo ze swej pierwotnej piękności.

3. Etna.

Prawie równie słynna jak Wezuwjusz jest Etna na Sycylii (rys. 32), o szczycie zwykle pokrytym śniegiem (tabl. XXIX B i XXX), będąca najwyższym wulkanem w Europie. Wysokość Etny wynosi 3.310 m, zmienia się jednak w różnych okresach czasu, zależnie od wybuchów, które mogą powodować zmianę wysokości, sięgającą do 90 m. Główny stożek ma kształt dość regularny i zbocza pokryte roślinnością. Na zboczach góry są porozrzucane mniejsze stożki. Częste wzmianki o Etnie znajdujemy u klasycznych autorów, pośród nich i u Tucydidesa (471—391 r. przed Chr.), który w trzeciej księdze swego dzieła pisze,

że przed wojną peloponeską były trzy wybuchy Etny. Wiemy dziś, że zdarzyły się one w latach 734, 477 i 425 przed Chr. Wulkan był ponownie czynny w 396 r. przed Chr. i Diodorus Sikulus nadmienia, że w roku tym armja kartagińska podczas pochodu przeciw Syrakuzom została zatrzymana przez potok lawy. W 1169 r. nastąpił katastrofalny wybuch, który zniszczył miasto Katanję i przyprawił o śmierć 15.000 jej mieszkańców.

O Etnie wspominają Dante, Petrarca i inni pisarze wieków średnich. Podczas wielkiego wybuchu 1669 r.,



Rys. 32. — Okolice Etny.

jednego z największych wybuchów nowszych czasów, opisanego przez przyrodnika Borelliego, na zboczu góry utworzyła się wielka rozpadlina długości 20 km, z której wydobyły się płomienie i lawa. Około piętnastu wsi i miasteczek uległo wtedy zniszczeniu i dziesiątki tysięcy ludzi znalazły śmierć w potokach płynnej lawy, spływającej przez czterdzieści dni po okolicy.

Mury miasta Katanji miały 18 m wysokości, potok lawy był jednak tak głęboki, że przelał się przez nie i zniszczył część miasta. W tym samym czasie miasto Nicolosi, leżące o 30 km od Etny, uległo zniszczeniu przez trzęsienie ziemi. W ziemi wytworzyło się około dwustu otworów, z których wyleciało tyle popiołu i piasku wulkanicznego, że w ciągu trzech miesięcy usypał się stożek wysokości 137 m.

Następne wybuchy Etny odbyły się w latach 1766, 1787, 1809, 1811 i w 1830 r., gdy deszcz popiołów spadł niemal pod Rzymem. W dwa lata później uległo zniszczeniu miasto Bronte. Gwałtowne wybuchy zaszły w latach 1852,

1868, 1879, 1886, 1892 i 1923. Podczas ostatniego wybuchu potok lawy doszedł aż do przedmieścia miasta Linguaglossa. W listopadzie 1928 r. ponowiła się działalność wulkaniczna i strumienie lawy o szerokości 30 m spływały po zboczach góry z szybkością sześciu metrów na minutę. Miasto Mascati przestało istnieć, tor kolejowy z Mesyny do Katanji został zablokowany i straty sięgnęły wysokości 60.000.000 złotych.

W 1880 r. założono obserwatorium (tabl. XXX B) na południowym zboczu Etny, na wysokości 2.765 m nad poziomem morza. W ostatnich czasach dyrektor obserwatorium wyzyskał ciepło wulkanu do centralnego ogrzewania budynków zakładu. Niedaleko głównego krateru osadzono rury w szczelinach wydzielających parę i przeprowadzono ją do budynku obserwatorium, gdzie to naturalne ciepło wulkaniczne reguluje się. Ponieważ wielkość kotła nieco przekracza potrzeby budynku, prof. Ponte, dyrektor obserwatorium, zbudował skomplikowany system wylotów, klap bezpieczeństwa i gwizdków alarmowych, mających za zadanie sygnalizować chwilę, gdy Etna zaczyna zbyt dobrze spełniać swe zadanie ogrzewania! Podobno obecnie profesor studjuje możliwości dalszego wyzyskania energii pary wulkanu w celu zaopatrzenia wsi u podnóża góry w energję elektryczną, wytwarzaną w kraterze.

4. Odkopywanie zasypanych miast.

Prace odkopywania prowadzi się na miejscu zasypanych Pompejów i Herkulanum, gdyż archeologowie trafnie orzekli, że tu leżą pogrzebane cudowne świadectwa życia, zarówno publicznego, jak i prywatnego, z przed dwu tysięcy lat, i to w zakresie od ubogiej piekarni aż do wspaniałej świątyni. W żadnym innym zakątku starożytnego świata nie spotykamy tak doskonale zachowanych śladów starożytnej kultury, jak tu, pod pokrywą popiołów i mulu wulkanicznego.

W Pompejach rozpoczęto pracę odkopywania za Karola III Neapolitańskiego w 1748 r. i prowadzi się ją mniej więcej regularnie aż po dzień dzisiejszy. Znalaziono wiele ciekawych przedmiotów, jak np. dyby, na które natrafiono w koszarach wojskowych, z tkwiącemi w nich jeszcze kośćmi nóg, wymownie świadczącemi o tem, że w chwili wybuchu winowajcy siedzieli w tych dybach i ponieśli śmierć razem z innymi mieszkańcami miasta. W jednym załamie muru odkopano szkielet, trzymający dzidę w ręce — szczątki rzymskiego wartownika, który zginął na posterunku. W podmiejskiej willi Diomeda, odkopanej w 1775 r., natrafiono pod pokryciem pyłu wulkanicznego na szczątki dwudziestu trzech osób, przeważnie kobiet i dzieci, na których znajdowały się jeszcze różne ozdoby, jak bransolety i kolczyki. Sam Diomed, właściciel willi, poniósł śmierć wskutek swego skapstwa. Szkielet jego znalaziono w pobliżu furtki ogrodowej, w ręce ścisnął on klucz. W pobliżu leżał worek pełny monet, a nieco dalej niewolnik obok stosu srebrnych naczyń. Wynikałoby z tego, że Diomed zamierzał opuścić rodzinę i uciec z pieniędzmi i kosztownościami. Możemy sobie wystawić jego rozpacz, gdy uświadomił sobie straszną prawdę, że, zbierając swe skarby, stracił zbyt wiele czasu i że los jego jest przesądzony.

Już wiele budynków wydobyto dotąd na światło dzienne (tabl. XXXI A). Odkopano Forum¹; świątynie Jowisza i Apollina; ratusz; targ; trzy łaźnie publiczne z centralnem ogrzewaniem; dwa teatry i amfiteatr; koszary gladiatorów. Odkopano również wiele domów prywatnych. Obecnie przedmioty znalezione w odkopanych domach pozostawia się na miejscu.² To daje doskonałe pojęcie o domu rzymskim z przed dwóch tysięcy lat. Rzecz ciekawa, że większość

¹ Ośrodek życia miasta, coś w rodzaju rynku późniejszych miast i miasteczek.

² Doniedawna wszystkie przedmioty znalezione w domach pompejańskich gromadzono w Muzeum Narodowem w Neapolu (przyj. tłum.).

przedmiotów domowego użytku, sprzętów, ozdób i naczyń kuchennych w zasadzie jest zupełnie podobna do używanych obecnie (tabl. XXXI B i C).

W Herkulanum starożytne miasto powoli, lecz stale wynurza się z pod twardej powłoki stężałego mułu, w którym spoczywało od 79 r. Ponad starem miastem znajdują się obecnie dwa miasteczka Portici i Resina, stanowiące przedmieścia Neapolu. W 1706 r., przy pogłębianiu studni, natrafiono na ułamki mozaiki, a w 1738 r. rozpoczęto odkopywanie. Przekonano się, że budynkiem leżącym pod studnią, z której wydobyto poprzednio ułamki mozaiki, był starożytny teatr, mogący w swoim czasie pomieścić 8.000 osób. Tę budowlę odkopano całkowicie i znaleziono w niej kilka brązowych i marmurowych posągów. Później prace nad odkopywaniem szły w wolniejszym tempie, dopiero obecnie zabrano się energicznie do dzieła. W ciągu czterech lat 1928—1931 odsłonięto około 4.500 m², wywożąc przeszło 90.000 m³ stwardniałego mułu wulkanicznego. Wykonanie tej pracy było możliwe tylko dzięki stosowaniu świrdrów mechanicznych i innych współczesnych narzędzi, gdyż w stwardniałym mułu i wapieniu praca szła daleko oporniej, niż w stosunkowo kruchym materiale, kryjącym Pompeje. Ostatnio odsłonięto dwie „insulae“, leżące w środkowej dzielnicy miasta, i prace obecnie zbliżają się do „Decumanus Major“, głównej arterji starożytnego miasta, przy której leżało Forum i różne budowle publiczne. Odsłonięto również część łaźni, przeznaczoną dla kobiet, i rozpoczęto pracę nad odkopaniem łaźni męskiej. Spodziewają się, że później będzie można zabrać się do odkopania dzielnic podmiejskich, idąc śladem dróg, rozgałęziających się od bram miasta. Innem ważnym zadaniem będzie dokończenie prac nad odkopaniem słynnej willi Papirusów, budynku, w którym znaleziono już bezcenne skarby sztuki, łącznie z biblioteką, zawierającą prawie 2.000 papirusów, a który jeszcze zapewne kryje w sobie inne niespodzianki.

Prace odkopywawcze wykazały, że pomiędzy obydw-

ma miastami zachodziła zasadnicza różnica. Pompeje były najwidoczniej ruchliwym miastem handlowym, gdy Herkulanum było miastem spokojnym. Miało ono charakter raczej siedziby wycieczkowej magnatów handlu i możnych obywateli. Znajdowali oni zapewne dużo zadowolenia w siedzeniu na balkonach swych domów i podziwianiu widoku na zatokę Neapolitańską i stożek Wezuwjusza, wznoszący się nad ich głowami. Przy odkopywaniu odsłonięto nie tylko wielkie i wspaniałe wille, lecz również skromne domy średniej warstwy ludności. Sklepy i tabernae były w Herkulanum widocznie nieliczne, ulice musiały być ciche, o charakterze podmiejskim. Stanowiły one zupełne przeciwieństwo do ulic Pompejów, gwarnych i ruchliwych, jak to zwykle bywa w miastach handlowych. Zdaje się, że istnieje większa możność poczynienia ciekawych odkryć w Herkulanum niż w Pompejach, gdyż mieszkańcy pierwszego miasta uciekli w popłochu w chwili katastrofy, nie próbując nawet ocalenia czegokolwiek, gdy w Pompejach ci, co ocaleli, wrócili z powrotem, aby zabrać drogocенności, sprzęty i inne przedmioty. Wydaje się przeto, że w Herkulanum większość tego, co istniało w 79 r., dotąd spoczywa w ziemi. Profesor C. A. Maiuri, kierujący odkopywaniem, wypowiedział niedawno zdanie, że w podłożu dzisiejszego miasta Resina leżą nieprzeliczone klucze do zrozumienia architektury i kultury imperjum rzymskiego. Mówi on, że:

„W rzeczy samej, gdy w Pompejach znajdujemy właściwie ruiny w doskonałym stanie zachowania, w Herkulanum szereg domów zachował się w stanie nietkniętym z dwoma klasycznymi piętrami. Domy te zdradzają wiele nieznanych dotychczas tajemnic, dotyczących się budownictwa grecko-rzymskiego, które od czasów Vignoli aż do chwili obecnej nie przestaje pociągać specjalistów całego świata“¹

¹ The Times, listopad 6, 1931.

TABLICA XXIX



A. Stożek Wezuwjusza w 1931 r.



B. Stożek Etny spokojnie wyrzucający parę i gazy.

TABLICA XXX



A. Mieszkańcy Mascali przyglądający się potokowi lawy, posuwającemu się wzdłuż toru kolejowego podczas wybuchu Etny w 1928 r.



B. Obserwatorium na górze Etna.

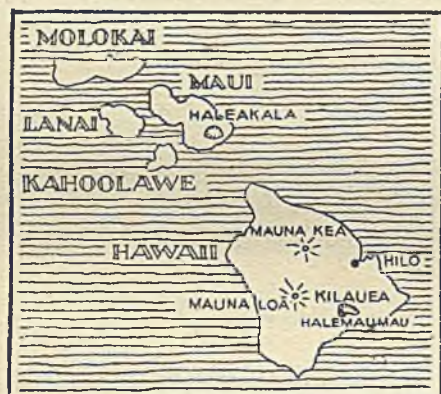
W Herkulanum, dzięki odmiennemu charakterowi skały, przykrywającej budynki, drewno znajduje się w stosunkowo doskonałym stanie zachowania, krokwie dachów i attyk, odrzwia, szafy, łóżka, schody, przepierzenia są na właściwych miejscach. Ważna jest możność badania górnych pięter domostw, zachowanych lepiej dzięki wyższemu położeniu miasta, gdyż w Pompejach górne piętra zachowały się jedynie w stanie ułamkowym. Przy ostatnich odkopywaniach wydobyto najaw domy o dwóch piętrach, a zdaje się, że jeden dom ma nawet trzy piętra. W innym domu widać belki, które podtrzymywały balkon. W środku perystylu znajduje się wodotrysk, naprawiono go, i obecnie zasila go woda z tych samych rur, co i niespełna 2.000 lat temu. W innym domu znaleziono szczątki dwóch łóżek i marmurowego stolika obok; w jednym sklepie znajduje się prasa, używana zapewne do zaprasowywania fałd togi.

5. Wulkany Hawai.

Prawie cała powierzchnia wyspy Hawai składa się ze zboczy gór wulkanicznych (rys. 33). Jeden z tych wulkanów Mauna Kea (4.207 m), będący wulkanem wygasłym, jest najwyższym szczytem na wyspach Pacyfiku. Na Hawai również leżą: Mauna Loa (4.168 m), czasem zwany „królem wulkanów“, najwyższy czynny wulkan świata; Mauna Hualalai (2.521 m) i Mauna Kohala (1.678 m). Mauna Loa, druga z kolei co do wysokości góra na wyspach, posiada dwa kratery, każdy o 12 km obwodu, i może wylewać niewiarogodne ilości lawy. Wyższy z tych kraterów nazywa się Mokuaweoweo i w czasie działalności przedstawia równie wspaniałe widowisko, jak wylewy Kilauea (o czym niżej), lecz w zupełnie innym rodzaju. Wytryski pary bezustannie wznoszą się z kotła krateru, mającego 5 km długości i 2,5 km szerokości. Poniżej znajdują się liczne rozpadliny, któremi dawniej wypływały potoki lawy. Pierwszy notowany wybuch zdarzył się w 1789 r., drugi zaś — w 1832 r., gdy

rzeka lawy długości 48 km wypłynęła z krateru. W 1840 r. otworzył się dolny krater, wylewając potok lawy szerokości 5 km i głębokości 61 m, który przepłynął w ciągu czterech dni 48 km. Dalsze wybuchy nastąpiły w 1851 i 1852 r. i znów odznaczający się wielką gwałtownością wybuch 1855 r. Wtedy potok lawy szerokości 5 km spłynął po stoku góry i zalał 800 km² milionami tonn materiału. Podczas wybuchu 1859 r., trwającego dwa miesiące, wypłynął

strumień lawy długości 80 km, szerokości 1,5—8 km i w niektórych miejscach głęboki na dziesiątki metrów. Potok ten płynął ku zachodniemu brzegowi wyspy w ciągu ośmiu dni, i dzisiaj jeszcze jest widoczna jego czarna i porowata powierzchnia. W czasie gwałtownego wybuchu 1868 r. wypłynął potok mułu 800 m



Rys. 33. — Wulkany wysp Hawaj.

szerokości i 6 m głębokości, który zniszczył obszar kraju wielkości 24 km². Cztery strumienie lawy, które wypłynęły ze szczeliny długiej na półtora kilometra, zalały szereg domów razem z ich mieszkańcami. Wybuchowi temu towarzyszyły trzęsienia ziemi, a jedno z nich spowodowało powstanie fali morskiej, wysokiej na 12 m, która uderzyła o brzeg, wyrządzając wielkie szkody i przyczyniając śmierć wielu ludziom. Wybuchom 1877, 1880, 1887, 1919 i 1926 r. również towarzyszyły wielkie wypływy law. W roku 1926 wypływ lawy ze szczeliny, znajdującej się o 1.524 m poniżej szczytu góry, trwał dwa tygodnie. Potok, mający szerokość 450 m i głębokość 9 m, spęzał po stoku góry nakształt olbrzymiej gąsienicy.

Podczas spływania lawy z góry do morza eksplozje pary w jej masie wyrzucały strumienie kamieni i chmury piasku wulkanicznego przy akompaniamencie ogłuszającego huku.

Kilauea (tabl. XXXII), wulkan odznaczający się tem, że posiada największy czynny krater świata,¹ leży na wschodniem zboczach Mauna Loa, na wysokości 1.213 m nad poziomem morza. Pomimo że krater Mauna Loa i Kilauea znajdują się w tak bliskim sąsiedztwie, są one od siebie niezależne, i niema widocznego związku pomiędzy ich wybuchami. Jeden nie jest kłapą bezpieczeństwa drugiego, gdyż kiedy Kilauea wybucha na zboczach Mauna Loa, lawa podnosi się w górnym kraterze i wylewa na wysokości o 3.000 m większej (tabl. XXXIII A). Od 1832 r. wszystkie znane wylewy lawy następowały z otworów, leżących na różnych wysokościach poniżej szczytu. Według tradycji krajowców w 1789 r. był wielki wybuch, podczas którego kamienie, piasek i inne produkty wulkaniczne zostały wyrzucone na znaczną wysokość w górę i, spadając, zrządziły wielkie szkody na przestrzeni wielu kilometrów. O piętnaście kilometrów od krateru znajdują się kamienie, czasem znacznych wymiarów, zagrzebane w ziemi na dziesięć metrów głęboko. Prawdopodobnie są to ułamki skał, pochodzące z głębszych części lejka wulkanu, wyrzucone wybuchem na znaczną odległość.

Pomimo że od czasu odkrycia Hawai przez kapitana Cooka w 1788 r. spora ilość Europejczyków odwiedziła tę wyspę, mało co było wiadomo o Kilauea aż do 1823 r. Dopiero od tego roku datują się dokładniejsze spostrzeżenia nad kraterem, dokonane przez podróżników i misjonarzy, oraz liczne barwne opisy widzianych zjawisk. Pierwszy wszedł na górę w 1834 r. p. D. Douglas i, patrząc z góry w głąb krateru Kilauea, zoczył o 366 m poniżej pustynną

¹ Największy wygasły krater znajduje się na sąsiedniej wyspie Maui, odległej o 125 km. Krater nosi nazwę Haleakala (Dom Słońca), ma około 50 km obwodu i 915 m głębokości. Mieści w sobie szesnaście kotłów dawnych wulkanów.

równinę, pokrytą lawą o powierzchni 9 km². Jest to wielki kocioł Halemaumau, „Dom Wiecznego Ognia“ (tabl. XXXIV), dziw natury, przyciągający podróżników ze wszystkich stron.

Podczas jednego z największych wybuchów Kilauea w styczniu 1843 r. na szczycie wulkanu w ciągu całego tygodnia błyszczało jaskrawe światło. Przez przeszło sześć tygodni lawa płynęła z otworu, położonego o 60 m poniżej szczytu, i długość potoku lawy przekroczyła 30 km. W 1852 roku znowu nastąpił wybuch. Lawa wtedy wytrysnęła nakształt fontanny na wysokość 60 m, wydając odgłos przypominający ryk Niagary. Strumień lawy, o głębokości w niektórych miejscach do 90 m, wypłynął z otworu 300-metrowej średnicy w zboczu góry i doszedł do morza po upływie ośmiu dni, będąc jeszcze na brzegu morza rozpalonym do czerwoności. Słychać było głośne eksplozje, a światło wychodzące z krateru było tak silne, że w nocy, w odległości 60 km, można było czytać drobny druk. W 1868 r. wybuchowi towarzyszyły gwałtowne trzęsienia ziemi, a w punkcie wypływu lawy olbrzymie głązy wagi przeszło stu tonn były wyrzucane w powietrze. W czasie wybuchu 1880 r. szybkość ruchu lawy była niezwykle duża, gdyż czasem dochodziła do 23 m na godzinę.

Dzisiaj niema wrącej lawy w olbrzymim kotle na dnie obszernego krateru, lecz sam widok tego kotła sprawia imponujące i przejmujące grozą wrażenie. Słupy pary wytryskują bezustannie z dna kotła o 400 m poniżej, a dymy siarkowe unoszą się z wielu szczelin w dnie krateru.

Godną uwagi właściwością tego krateru są ciągłe zmiany poziomu jego dna. Zwykle leży ono na 183—244 m poniżej krawędzi krateru. Raz opadło ono w ciągu kilku godzin o 122 m poniżej swego najwyższego położenia i znowu po upływie pięciu godzin wróciło do poprzedniej wysokości. Jesienią 1923 r. to jezioro ognia ustąpiło całkowicie, lecz później stopniowo wróciło, napęlniając kocioł kipiącą lawą, wyrzucającą z powierzchni fontanny rozżarzonej lawy,

wznoszące się do wysokości 45 m. Później znów jezioro znikło i masy skał zwały się w dymiący kocioł, zasypując ujścia, przez które uchodziły gazy wulkaniczne. Po upływie kilku miesięcy szereg strasznych eksplozji otworzył te ujścia na nowo, przyczem popioły zostały wyrzucone na kilka kilometrów wgórę. Te gwałtowne zaburzenia trwały trzy tygodnie, po których upływie kocioł powiększył się czterokrotnie, do 76 hektarów powierzchni, i poziom jego leżał na głębokości 365 m. W kilka tygodni później, w okresie zupełnego spokoju, z dna kotła z rykiem wytrysnął strumień lawy na wysokości 60 m i utworzył na dnie jezioro lawowe wielkości 4 hektarów. Po kilku tygodniach wytrysk lawy ustał i wulkan uspokoił się aż do 1927 r., w którym znowu zaszedł podobny wybuch.

Wybuch 1928 r. trwał tylko jedną noc; w 1929 r. wulkan ponownie zaczął okazywać działalność, która spowodowała podniesienie dna kotła o 17 m. W grudniu 1929 r. głębokość kotła wynosiła 320 m, a jego powierzchnia — 20 hektarów. Niewątpliwie zmiany poziomu dna kotła są powodowane podziemnym odpływem lawy, przez co górna stężała skorupa opada. Niezwykłość zjawiska polega na tem, że skorupa ta, tworząca dno kotła, podnosi się i opada równomiernie, co sprawia wrażenie, jakby była podtrzymywana przez jeden słup lawy.

Powyżej uczyniliśmy wzmiankę, że wulkany znajdują się zwykle w pobliżu morza i że woda prawdopodobnie odgrywa niejaką rolę w pewnych, aczkolwiek nie wszystkich, przejawach działalności wulkanicznej. W związku z tem należy zauważyć ciekawy fakt, że, o ile chodzi o wulkany Hawaj, to otwory świdrowe założone w pobliżu morza zwykle natrafiały na wodę słodką. W tym więc przypadku woda, będąca przyczyną wybuchów, pochodzi z topniejących śniegów i częstych deszczów. Zwraca uwagę, że wybuchy są częstsze w porze deszczowej roku, gdy woda nagromadza się w rozpadlinach i jaskiniach, w które obfitują te góry. Rzecz ma się inaczej w przypadku Wezuwjusza,

gdyż w jego lawach znaleziono sole, prawdopodobnie morskiego pochodzenia. Wskazywałyoby to na związek lawy z wodą morską.

Wybuchy Hawai w porównaniu z gwałtownymi wybuchami Wezuwjusza są stosunkowo spokojne. Pochodzi to od różnic w lepkości law, od różnic w wysokości i wytrzymałości stożków i od ilości wody, przesączającej się do podziemnych ognisk wulkanów. Lawy wulkanów hawajskich są płynne i szkliste, lawy Wezuwjusza — bardziej lepkie. Także kształt góry wulkanicznej i materiał, z którego ona się składa, ma pewien wpływ na charakter wybuchu. Góra o znacznej wytrzymałości stawia daleko większy opór siłom wewnętrznym, wskutek czego nagromadzają się one, i gdy wreszcie nastąpi wybuch, jest on bardzo gwałtowny. Gdy góra jest słaba i dlatego nie może oprzeć się naporowi wewnętrznych sił, łatwo powstają w niej szczeliny, działające jako klapy bezpieczeństwa. Większa lepkość law Wezuwjusza również przedstawia większy opór działaniu siły wybuchowej.

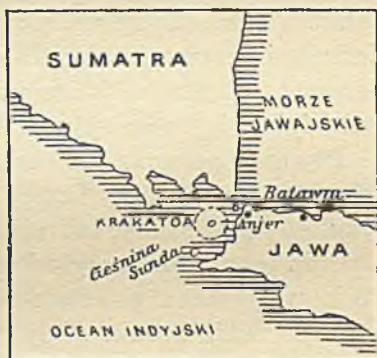
Wysokości, do których produkty wulkanicznego wybuchu są wyrzucane, mają pewien wpływ na charakter materiału spadającego na ziemię. Przy wybuchach Kilauea, na przykład, lawa rzadko zostaje wyrzucana wgórze na wysokość przekraczającą 15—18 m, to też spada ona jeszcze w stanie płynnym. Gdy w innych przypadkach lawa zostaje wyrzucona na większą wysokość, ochładza się ona, nim dosięgnie ziemi, i spada w postaci kamyków wulkanicznych, pyłu lub popiołów. Dość niezwykłym produktem są tak zwane „włosy Pele“. Są to szkliste nici, powstające wtedy, gdy wiatr zwiewa z grzbietów fal lawy pianę, która szybko krzepnie w powietrzu.

Czasem wylatują w powietrze podczas wybuchu t. zw. bomby wulkaniczne. Często znajdujemy je w pobliżu czynnych wulkanów (tabl. XXXIII B). Wielkość ich waha się od wielkości jabłka do wielkich brył o średnicy 2 m. Bywają one kuliste lub gruszkowatego kształtu. Powierzchnia ich

często jest chropawa i spękana, a z budowy wewnętrznej wnioskujemy, że w powietrze zostały wyrzucone w stanie płynnym i otrzymały swoisty kształt pod wpływem ruchu wirowego.

6. Krakatoa.

Najgwałtowniejszym wybuchem wulkanicznym na świecie był w r. 1883 wybuch Krakatoa („Milcząca Góra“), wulkanu leżącego na zachodniej stronie cieśniny Sunda. Ta cieśnina, szerokości 25 km, znajduje się pomiędzy południowym krańcem Sumatry a miastem Anjer na Jawie; oddziela ona Sumatrę od Jawy i łączy ocean Indyjski z morzem Jawajskim (rys. 34). Do 1883 r. mała wysepka Krakatoa była prawie nieznaną i zupełnie niezamieszkałą, czasem tylko odwiedzali ją krajowcy z Sumatry i Jawy. Leży ona na linii wysp wulkanicznych, ciągnących się od



Rys. 34. — Okolice Krakatoa.

Cheduba¹ poprzez brzeg Pegu,² przez Sumatrę, Jawę, Flores, Molukki i Filipiny do Japonji i Kamczatki, i tworzących najbardziej czynny „łańcuch“ wulkaniczny świata.

Do 1680 r. wulkan Krakatoa drzemał, lecz w tym roku nastąpił wybuch, który zupełnie zmienił wygląd wyspy. Później znów zaczęto uważać ten wulkan za wygasły, gdyż zbocza jego były porośnięte wspaniałą roślinnością podzwrotnikową. Na wiosnę 1883 r. dały się zauważyć pewne oznaki ostrzegawcze w postaci trzęsień ziemi i podziemnych

¹ Wyspa Cheduba leży w zatoce Bengalskiej u zachodniego brzegu półwyspu Malajskiego (przyp. tłum.).

² W Birmie, na północ od Rangoon (przyp. tłum.).

odgłosów, świadczące o tem, że wulkan znowu gotuje się do wybuchu. Mieszkańcy Batawji, oczekując ciekawego widowiska, wynajęli nawet statek i zamierzali urządzać piknik na wyspie, gdzie już z otworu szerokości 30 m wznosił się wielki słup pary przy akompaniamencie straszliwego huku. Z każdym dniem działalność wulkanu wzmagała się, aż wreszcie huk słyhać było z odległości 15 km., a później i 30 km. Olbrzymie ilości pyłu zostały wyrzucone w powietrze, a ponieważ pył nie mógł nadążyć rozproszyć się wobec ciągłego dowozu nowego materiału, powietrze zostało przesycone zawieszonymi w niem cząstkami stałymi. Powstała wskutek tego olbrzymia, ciemna chmura, wisząca nad sąsiednimi morzami tak, że na setki kilometrów naokoło panowała ciemność, jak w nocy. Wreszcie zwiastuny katastrofy dosięgły szczytu.

Pewnego poranka rozeszła się wiadomość, że całe ławice ryb znajdują się przy brzegu. Krajowcy zbiegli się tysiącami, aby łapać ryby, które, oczywiście, zostały wypędzone z głębin morza ku brzegowi przez rozgrzewającą się wodę. Po tem zjawisku powstało u Malajów przysłowie, które w tłumaczeniu brzmi: „Gdy ryba wychodzi na brzeg, Milcząca Góra ma przemówić“. W środku sierpnia mieszkańców okolicznych wysp opanowała panika. Dwudziestego szóstego ciągle błyskawice przelatwały nad wulkanem, grzmiące huki słyhać było na Jawie i w Batawji, odległej o 150 km, którą jednocześnie nawiedziło trzęsienie ziemi. Następnego dnia o 7-mej rano niebo tak się zachmurzyło, że nawet w Batawji trzeba było zaświecić lampy. Ciemności zapanowały również nad cieśniną i okolicznymi miastami, zaczął padać deszcz popiołów i nastąpiły powtarzające się wstrząsy podziemne. Według opisu kapitana statku angielskiego, znajdującego się w niedzielę po południu w odległości 15 km od wulkanu, wyspę pokrywała gęsta, czarna chmura. Co sekundę słyhać było huki, podobne do wystrzałów armatnich, oraz szczególne trzaski, prawdopodobnie wywołane ocieraniem się o siebie w powietrzu kamieni, wyrzuczanych

wgórę i spadających nadół. Pomiedzy piątą a szóstą duże kawały pumeksu spadały na pokład. Inny naoczny świadek, obserwujący wybuch z odległości 65 km, opisuje, że słup pary wysokości na oko około 30 km wznosił się wgórę i w wyższych warstwach atmosfery rozpostarł nakształt olbrzymiego baldachimu. Tę ogromną chmurę oświetlały od czasu do czasu zygzakowate błyskawice, a o zachodzie słońca wyglądała ona jak krwisto-czerwona zasłona.

Dwudziestego siódmego sierpnia o godz. 10 rano ustały te symptomy zbliżającej się katastrofy. Po dwóch czy trzech wybuchach nastąpiła straszliwa eksplozja, która oderwała dwie trzecie wyspy, wyrzucając kilka kilometrów sześciennych materiału w powietrze. Olbrzymie ilości popiołu i pumeksu pokryły znaczną przestrzeń, a w wielu miejscach tak grubą warstwą, że statki nie mogły się posuwać. Popioły i cząstki lawy spadały na pokłady okrętów na oceanie Indyjskim aż pod 80° długości, a 29-go sierpnia popioły spadły na statek „British Empire“, znajdujący się w odległości 2.500 km od Krakatoa.

Odgłos tej największej eksplozji na świecie słycać było prawie na jednej ósmej powierzchni ziemi. Poprzednie huki z dnia dwudziestego siódmego sierpnia słycać było nie tylko wszędzie na Sumatrze, na Jawie, na brzegach Borneo, lecz i na ogromnych odległościach. W Achean, porcie leżącym na północnym krańcu Sumatry i odległym o 1.700 km od Krakatoa, sądzono, że nieprzyjaciel zaatakował port i zarządzono pogotowie wojskowe dla jego obrony. W Singaporem, odległym o 835 km, przypuszczano, że to jakiś statek, będący w niebezpieczeństwie, strzela z dział, wzywając pomocy, i wysłano dwa parowce na ratunek. W północnym kierunku od Krakatoa huk było słycać w Bangkoku w Syjamie, w odległości 2.740 km. W kierunku południowym odgłosy podobne do strzałów armatnich słyszano w Perth, w zachodniej Australji, w odległości 1.747 km, oraz w południowej Australji, w odległości 3.200 km. Ku zachodowi huk słyszano na Cejlonie, w Dutch Bay,

w odległości 3.230 km i na wyspach Chagos, oddalonych o nie mniej niż 3.627 km. Na wyspie Rodriguez, odległej o 4.800 km od Krakatoa, usłyszano huk w cztery godziny po wybuchu, tyle czasu trzeba było, aby fala dźwiękowa przebyła dzielącą te miejscowości przestrzeń. Łatwiej uprzytomnimy sobie wielkość tych odległości, jeżeli weźmiemy przykład z naszej półkuli. Otóż, gdyby podobny wybuch nastąpił na wyspach Kanaryjskich (na północo-zachód od Afryki), to huk byłoby słyszać w Gibraltarze, Lizbonie, Cork i Liverpoolu. Gdyby wybuch miał miejsce na Hekli na Islandji, to huk słyszałoby się na zachodnich i północnych wybrzeżach Wielkiej Brytanji oraz w Holandji. Gdyby zaszedł na Wezuwjuszu, to usłyszano go w Londynie, Moskwie, Konstantynopolu, na biegunie północnym i u źródeł Nilu. Persja i Syberja znajdowałyby się w obrębie obszaru słyszalności tego huku, a także większość parowców znajdujących się na Atlantyku. To, że odgłos wybuchu słyszać było na tak olbrzymich przestrzeniach, tłumaczy się tem, że wybuch nastąpił na powierzchni morza, i że na drodze fal dźwiękowych nie było łańcuchów górskich oraz innych przeszkód naturalnych.

Atmosfera ziemi nie tylko przeprowadzała fale dźwiękowe, lecz cała drgała od impulsu szeregu fal kompletnie opasujących ziemię. Fale posuwały się w postaci kół, stopniowo rozszerzających się, dopóki nie doszły do 90° od Krakatoa. Stąd posuwały się one i nadal, tworząc jednak węzeł na przeciwległej od Krakatoa stronie ziemi w punkcie, leżącym w przybliżeniu pod 6° szer. półn. i 72° dług. zach. (ponad Kolumbją, około 280 km ku północo-zachodowi od Bogota i tuż na wschód od Andów). Stąd fale wracały do Krakatoa i po przybyciu do wulkanu znów zpowrotem wędrowały do węzła, na zmianę rozszerzając się i kurcząc.

To zjawisko powtórzyło się siedem razy ze słabnącą siłą. Prawdopodobnie powtórzyło się ono znacznie więcej razy, lecz fale już były zbyt słabe, aby mogły być zarejestrowane przez przyrządy.

Pył wulkaniczny, składający się z drobnych kryształków skaleni i innych minerałów, wznosił się wysoko w powietrze. Na wysokości 30 km porwał go potężny prąd powietrza, którego obecności dotychczas nie podejrzewano, i poniósł naokoło ziemi, skuteczniając całkowity obieg w ciągu trzynastu dni. Pył ten został zaniesiony do wschodnich i zachodnich brzegów Afryki, do Cejlonu i Indyj, do Trinidadu, Panamy i Hawai. Był on przyczyną osobliwych zjawisk na niebie: w pewnych miejscach słońce było niebieskie, w innych księżyc przybrał barwę zieloną; dały się zauważyć dziwne halo i inne niezwykle zjawiska, które należało przypisać obecności pyłu w atmosferze. Niezwykle piękne zachody słońca, które można było podziwiać przez kilka miesięcy, poczynając od końca września, spowodowane były obecnością w atmosferze drobnych, przezroczystych kryształków, tworzących baldachim w górnych warstwach atmosfery. Ten baldachim, rozszerzając się po obydwóch stronach równika, opasywał całą ziemię i załamywał oraz odbijał promienie zachodzącego słońca, rozszczepiając je na barwy zasadnicze i wywołując w ten sposób niezwykle piękne efekty świetlne. Dopiero po dwu latach opadły wszystkie cząstki pyłu, pochodzącego z wybuchu.

Wybuch wywołał wielkie fale na morzu. Największa z nich powstała przy Krakatoa dwudziestego siódmego sierpnia o godz. 10-tej rano, wzniosła się o 17 m ponad poziom morza przy brzegach cieśniny Sunda i obiegła połowę kuli ziemskiej. Na północy sięgła ona brzegów Anglii i Francji, na południu — brzegów Australji i Nowej Zelandji. Zauważono ją w Hawai i na zachodnich wybrzeżach Północnej Ameryki i Alaski. Gdyby ląd amerykański nie stał na przeszkodzie, fala ta niewątpliwie dotarłaby do wszystkich części świata. Sprawiała ona duże zniszczenie i stratę żyć ludzkich na pobrzeżach Sunda; wszystkie latarnie morskie, budynki i t. p. zostały przez nią zmyte. Z powodu wybuchu oraz fal morskich naogół 163 wsie uległy zu-

pełnemu, a 112 — częściowemu zniszczeniu i 36.380 ludzi straciło życie. Ponieważ było niepodobieństwem pogrzebać ich, tygrysy z dżungli pożerały pływające trupy. Przez wiele lat po wybuchu krajowcy nie jedli zupełnie większych ryb, gdyż chodziły słuchy, że we wnętrzu ich znajdowano bransolety i pierścionki kobiet.

Skutkiem wybuchu wynurzyły się z morza dwie nowe wyspy: Steers Island i Calmeyer Island, zewężając jeden z głównych kanałów morskich.¹

Wybuch Krakatoa różni się od innych natężeniem sił biorących w nim udział oraz odpowiednio wielką skalą zachodzących zjawisk. Jak wspomnieliśmy poprzednio, woda czasem odgrywa wybitną rolę w działalności wulkanicznej. Na Krakatoa niewyczerpane zasoby wody mogły łatwo przedostać się do płynnej lawy, ponieważ trzęsienia ziemi w początkach maja spowodowały zapewne powstanie wielu szczelin. W tym czasie był tylko jeden krater czynny, w następnym miesiącu zaczął działać drugi, trzeci zaś w sierpniu, tak, że nieprzerwana działalność wulkaniczna trwała aż do chwili wielkiego wybuchu 27-go sierpnia. Wtedy środek wyspy zapadł się w morze, a wody oceanu, zdobywając dostęp do wznoszącej się ku górze płynnej lawie, wytworzyły olbrzymie ilości pary i sprowadziły tak katastrofalne skutki.

Krakatoa, spokojny w ciągu wielu lat, zaczął w styczniu 1928 r. znowu okazywać oznaki działalności. Latem 1930 r. wynurzył się z morza nowy krater w pobliżu starego i wykazał dość znaczną działalność (tabl. XXXV). Granice tego zagłębienia wulkanicznego stanowią dziwacznie ukształtowane wierzchołki Krakatoa, Long Island i Lost Island. Tu płynna lawa przerywa się przez dno morskie, pomimo ciśnienia wody w głębokim na 200 m morzu. Z głębin morza powstaje nowa góra, dzień i noc bez przerwy powoli dźwigając się w górę. Jest to pewnym znakiem, że siły,

¹ Później fale morskie zmyły te wyspy.

które niegdyś działały na Krakatoa, nie drzemią, choć, jak dotychczas, uzewnętrzniają się tylko ciągłymi wybuchami.

Przyjaciel autora tak opisuje swoje odwiedziny w mo-
wie będącego obszaru:

„W czasie wycieczki przez North Bantam zatrzymałem się, aby zwiedzić słynny wulkan Krakatoa. Z Passvera, punktu brzegu leżącego niemal nawprost wulkanu, zobaczyliśmy „Milczącą Górę“ i przed nią, sięgający do połowy jej wysokości, nowy krater podmorski. Jest on nieustannie czynny i, patrząc na niego, mogliśmy odróżnić pięć wytryskujących blisko siebie fontann. Główny wytrysk jest widoczny z odległości 50 km. Błyszcząc jak srebro, wznosi się wgórę na wysokość 760 m. Srebrzysty połysk wytrysku pochodzi od odbijania się światła; w rzeczywistości ta niewinnie wyglądająca fontanna składa się z ciemno-brunatnej lawy, zmieszanej z mułem, kamieniami i wodą morską. Do chwili obecnej zanotowano niemniej, niż 11.500 wybuchów.

Najpiękniejszy widok Krakatoa przedstawia wieczorem. Wody cieśniny Sunda stają się ciemno-zielone, ciemna plama góry odcina się na horyzoncie, nieustannie pulsująca fontanna nowego krateru daje purpurowy odblask.

Na wyspie Krakatoa obserwatorzy ciągle notują działalność wulkanu. Wiedzą o tem dobrze, że gdyby zdarzyła się katastrofa, a może zdarzyć się ona każdej chwili lub nigdy, ucieczka byłaby dla nich niemożliwa, lecz prawdopodobnie udaloby się im powiadomić zapomocą radja okoliczne wioski o grożącym niebezpieczeństwie. Krajowcy, dzieci natury, mieszkają na wybrzeżu w ciągłym niebezpieczeństwie, lecz mają swoją filozofję. „Allah jest wielki. Niech się stanie Jego wola!“ — oto ich hasło. Człowiek Zachodu jest inny. Śledzi bezustannie działalność wulkanu, zna wszystkie oznaki niebezpieczeństwa i nigdy nie przestaje przeciwstawiać swego rozumu nieubłaganym siłom natury“.

7. Wybuch na Martynice.

Wybuch Mont Pelée (tabl. XXXVI) w maju 1902 r., podczas którego cały bok góry został zerwany, był nawet większą tragedją, niż wybuch Krakatoa. Mont Pelée leży na Martynice, jednej z najpiękniejszych wysp Indyj Zachodnich, której głównem miastem jest St. Pierre (rys. 35). W ciągu przeszło dwustu lat od odkrycia wyspy zauważono



Rys. 35. — Okolice Mont Pelée.

zaledwie kilka oznak działalności wulkanicznej. W r. 1792 był słaby wybuch i silne trzęsienie ziemi, w 1851 r. odczuwano w pobliżu góry zapach płonącej siarki, w 1889 r. nieco pary wychodziło z góry — żadna jednak z tych oznak nie była uważana za poważną. Na górę patrzano, jako na rodzaj cudu natury, a ponieważ szczyt jej pokrywała wspaniała

roślinność, była ona ulubionem miejscem wycieczkowcem. W 1902 r. zwiększyły się wydzielania pary i nastąpiło kilka trzęsień ziemi, tak silnych, że 22 kwietnia kabel do Gwadelupy został zerwany. Dwudziestego czwartego kwietnia słup pary i pyłu wznosił się o 600 metrów ponad górę, a następnego dnia pył zaczął spadać na okoliczne wioski. Co dwie lub trzy minuty zachodziły eksplozje w wulkanie, aż do dwudziestego szóstego, kiedy zapanowała względna cisza. Jednak nawet wtedy mieszkańcy nie obawiali się tych objawów, przeciwnie, urządzono wycieczkę na szczyt góry, gdzie miano zgodnie z zapowiedzią „o ile dopisze pogoda, spędzić dzień, który długo pozostanie w ich pamięci“. Wycieczka była wyznaczona na trzeciego maja, lecz na dwa dni przedtem zaszły bezustanne i tak silne trzęsienia

ziemi, że kable do Dominica i St. Lucia zostały zerwane. Popioły spadły na całą wyspę i nad górą unosił się całun dymu, w którym krzyżowały się błyskawice i huczały gromy. Piątego maja brzeg górskiego jeziora wyleciał w powietrze i wody jego, pędząc po zboczach góry, podmywając drzewa i skały, zniosły tak wielką ilość mułu, że zalały nim jedną z fabryk i przyprawiły o śmierć 30 ludzi. Lawina ta, wpadwszy do morza, wywołała falę, która zatopiła dwa jachty i zalała niżej położone ulice miasta St. Pierre.

Liczni mieszkańcy, wystraszeni teraz nie na żarty, zamierzali uciec do Fort de France. Ósmego maja, o godzinie 7 min. 50 rano, usłyszano straszne detonacje od strony góry i chmura dymu i silnie rozgrzanych gazów otuliła St. Pierre. Chmura ta została wyrzucona na miasto pod silnym ciśnieniem i pędziła z tak wielką szybkością (oceniają ją na przeszło 160 km na godzinę), że wyrwała z korzeniami wielkie drzewa i przewracała ciężkie działa. Działanie jej było niszczące, staczając się do morza, wszystko na swej drodze obracała w perzynę. Co ocalało od zniszczenia, zginęło w ogniu, który wybuchł następnie. Wkrótce całe miasto stanęło w płomieniach. Wszystko to nastąpiło tak nagle, że zanim zdano sobie sprawę z grożącej katastrofy, już przeszło trzydzieści tysięcy ludzi zginęło i najpiękniejsze miasto Indyj zachodnich stało się miastem umarłych (tabl. XXXVI B). Zniszczenie było tak gruntowne, że nie sposób było później określić, czy dane gruzowisko było ruiną sklepu, składu czy budynku publicznego. Po wybuchu spadły potoki deszczu i wkrótce St. Pierre stał się kupą dymiących gruzów, pokrytych grubą warstwą błota. Z całej ludności ocalał tylko jeden człowiek, murzyn zamknięty w więziennem podziemiu, którego znaleziono dopiero po upływie czterech dni. Następne wybuchy wzmagające się na sile zdarzyły się 20-go i 26-go maja oraz 9-go czerwca. Trzydziestego sierpnia wybuch przeszedł siłą wszystkie poprzedzające i chmura pyłu wysokości kilku kilometrów pogrzebała w popiołach połowę wyspy.

GORĄCE ŹRÓDŁA, GEJZERY I ZNIKAJĄCE
WYSPY

1. Gorące źródła.

Gorące źródła czyli termy zawdzięczają swe pochodzenie czynnikom wulkanicznym i zwykle znajdują się w sąsiedztwie czynnych wulkanów lub gór pochodzenia wulkanicznego. Spotykamy je na Islandji, szczególnie w okolicy Hekli, w pobliżu Etny i Wezuwjusza, w Tybecie, w Arkansas, Kalifornji, Newadzie, Brytyjskiej Kolumbji, Meksyku — słowem, prawie we wszystkich częściach świata.

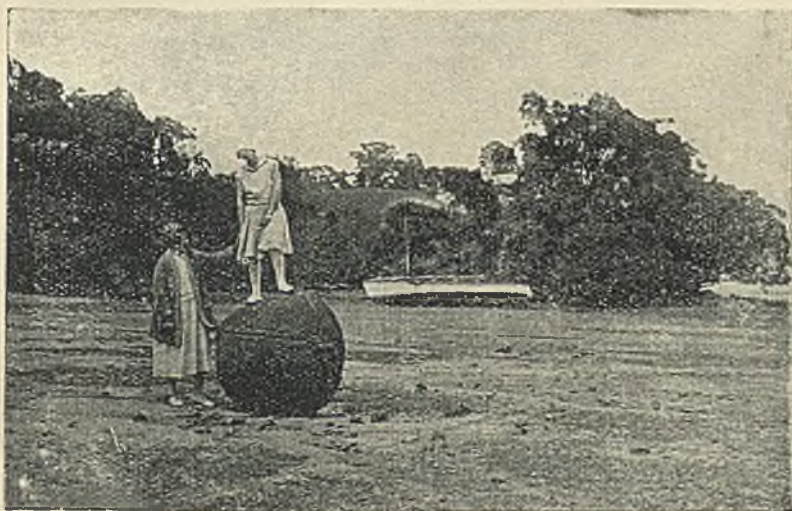
Na Nowej Zelandji gorące źródła grupują się wzdłuż termalnego pasa, ciągnącego się na długości około 250 km i szerokiego w przybliżeniu na 30 km od jeziora Taupo do White Island w zatoce Plenty. Według maoryjskiej legendy, ten pas termalny zawdzięcza swe istnienie Ruaimoko, bogowi wulkanów i wrzących źródeł, będącemu siódmym dzieckiem boskiej pary Rangi i Pop-tua-nuku (Niebo i Ziemia). Legenda maoryjska malowniczo przypisuje gorące źródła, gejzery, wulkany i ciepłe jeziora ognistemu oddechowi nozdrzy Ruaimoko. Dobre pojęcie o charakterze tego termalnego pasa daje część jego, leżąca na wielkiem płaskowzgórzu, wyniesionem około 300 m ponad poziom morza i znajdującem się niedaleko Narodowego Parku Tongariro. Tu w regularnych odstępach czasu dymi wulkan Mount Ngauruhoe (2.291 m) i cały obszar obfituje w ciekawe zjawiska, poczynając od gazowych źródeł aż do wulkanów błotnych, znanych pod miejscową nazwą: „Porridge Pots”.¹ Na tablicy XXXVII C widać, jak z powierzchni błota, wypełniającego jeden z tych wulkanów, unoszą się

¹ Garnki kleiku (przyp. tłum.).



A. Potok lawy z Mauna Loa, zbliżający się do wsi rybackiej Hoopulo
(kwiecień 1926 r.).

Później ta wieś została zupełnie zniszczona przez lawę, która w tem miejscu weszła w morze.



B. Bomba wulkaniczna w Whangarei na Nowej Zelandji.

TABLICA XXXIV



A. Kocioł Halemaumau podczas działalności, 25 listopada 1930 r.



B. Część kotła Kilauea nocą; widać strumień rozpalonej lawy.

pęcherze, przypominające wyglądem jaja, smażące się na patelni. W środku tych „jaj“ muł kipi, w regularnych odstępach czasu zostaje wyrzucany na kilka centymetrów wgórze i rozchodzi się po powierzchni. Znajdują się też tam jeziora o przedziwnie zabarwionej wodzie, kolorowe terasy i skały o wspaniałych barwach. Jedno wysokie wzgórze jest tak pięknie zabarwione przez naturę, że otrzymało nazwę Tęczowej Góry (Rainbow Mountain).

Różowe i Białe Terasy jeziora Rotomahana były ozdobą Nowej Zelandji i jedną z osobliwości świata. Powstały one z nawaru krzemionkowego, osadzonego przez wody spływające z dwóch jezior. Woda bowiem nigdy nie jest zupełnie czysta, gdyż, będąc silnym i najpospolitszym w przyrodzie rozpuszczalnikiem, zawsze zawiera w roztworze różne ciała. Woda gorąca rozpuszcza większe ilości ciał niż zimna, dlatego też ciepłe, a nawet czasem gorące wody źródeł podziemnych zawierają w roztworze duże ilości ciał. Gdy woda wydobywa się na powierzchnię i oziębia się, część substancyj w niej rozpuszczonych osadza się w postaci stałej. Te ciała rozpuszczone stanowią zanieczyszczenia wody, lecz nie wchodzi w skład samej wody, i mogą być w niej wykryte i z niej wydzielone zapomocą odpowiedniego postępowania chemicznego. Pod wpływem wielkiego ciśnienia, panującego w głębszych warstwach ziemi, gorące wody źródeł rozpuszczają krzemiany z granitów i innych skał, wynoszą je na powierzchnię i osadzają tu w postaci krzemionki.

Osady Różowych i Białych Teras były wspaniale zabarwione związkami żelaza i innych ciał, sprawiając przepiękny efekt. Białe Terasy miały około czterdziestu stopni wznoszących się do wysokości 46 m. Różowe zaś — pięćdziesiąt stopni. W czasie wybuchu wulkanu Mount Tarawera 10-go czerwca 1886 r., który spowodował wielkie zmiany w ciągu jednej nocy, te wspaniałe cuda natury zostały zniszczone. Jezioro Rotomahana miało przed wybuchem niecałe półtora kilometra długości i na jego po-

wierzchni znajdowało się kilka drobnych wysp. Następnego dnia jezioro znikło zupełnie, a na jego miejscu powstało wielkie zagłębienie, które zczasem stało się jeziorem długości 10 km. Dzisiaj powietrze tu jest duszne i wilgotne, a baldachim pary napoły skrywa skałę, u której stóp nieprzeliczone wytryski i fontanny wrzącej wody spływają parującymi kaskadami do jeziora. Turysta, pływając łodzią po falach jeziora, ma wrażenie, że pływa po wrzącej wodzie; i tak jest w istocie, gdyż ciągle się słyszy uderzenia o dno łodzi, spowodowane pęcherzami powietrza, wydzielającymi się z kipiącej wody.

Źródła termalne licznie występują w Parku Yellowstone w Stanach Zjednoczonych, w tym „parku cudów gór Skalistych“. Tutaj na obszarze równym obszarowi hrabstwa Yorkshire znajduje się przeszło 3.000 gorących źródeł, różnych wielkości i o różnej temperaturze. Znajdujemy tu również piękne barwne terasy, podobnie jak w Nowej Zelandji.

Mimochodem możemy wspomnieć o nowym, praktycznym użytku, czynionym ze źródeł gorących. Pewnego razu jednemu Rosjaninowi, który się osiedlił na Islandji, przyszło do głowy, że ziemia w sąsiedztwie źródeł gorących może być dostatecznie ciepła, aby mogły na niej rosnąć jarzyny i kwiaty. Kupił przeto kawałek ziemi, na którym było wiele drobnych źródeł gorących, i założył tu ogród. Niestety jednak jego jarzyny zbyt szybko wydawały nasiona, a kwiaty były zbyt wybujale. Rozumiejąc, że powstało to wskutek zbyt ciepłego gruntu w stosunku do temperatury powietrza, przeprowadził wodę gorących źródeł do szeregu rur ogrzewających inspekty. W cieplej atmosferze, wytworzonej w ten sposób, mógł z dobrym skutkiem pędzić jarzyny i kwiaty, znajdujące chętnych nabywców w Reykjavik.

Maorysi na Nowej Zelandji często używają gorących źródeł do gotowania pokarmów (tabl. XXXVIII B). We wsi Ohinemutu, niedaleko Rotorua, niema domu bez własnej

„Gorącej Dziury“. Pożywienie kładzie się do koszyka i zawieszają w otworze, który później przykrywa się workami. Jedzenie gotuje się samo. Ryby, mięso, ziemniaki, ciasto — wszystko to gotuje się w jednym koszyku.

2. Gejzery.

Gejzerami nazywamy otwory w skorupie ziemskiej, z których w pewnych odstępach czasu wytryskuje gorąca woda. Znajdują się one w Parku Yellowstone w Północnej Ameryce, na Nowej Zelandji i w kilku innych miejscowościach. Na południo-zachodzie Islandji znajdujemy na przestrzeni 5 km² przeszło sto gejzerów. Wydobywają się one poprzez warstwę lawy, a pomiędzy okresami ich działalności zachodzą przerwy, wahające się od dwóch do trzydziestu godzin.

Działalność gejzeru polega na tem, że woda nagromadza się w kanale, gdzie panuje temperatura powyżej punktu wrzenia i tu przechodzi ona w parę. Gdy coraz więcej wody napływa do kanału, ciśnienie pary wyrzuca ją w postaci fontanny. Proces ten powtarza się w regularnych odstępach czasu. Długość przerw pomiędzy dwoma kolejnymi wytryskami zależy od czasu potrzebnego na doprowadzenie napływającej wody do stanu pary.

Lord Dunraven tak opisuje działalność Castle Gejzeru w Parku Yellowstone:

„Głęboko w jego trzewiach odbywał się jakiś straszny ruch, słyszeliśmy wielki hałas, jakby grzechot tysięcy tonn kamieni, ocierających się o siebie, zsypujących i rozsypujących się, w połączeniu z miotaniem się wody, gdy podnosiła się w leju i opadała zpowrotem. Zamieszanie to wzrastało coraz bardziej, aż wreszcie gejzer nagle uspokoił się, wyrzucił kilka tonn wody i poczuł chwilową ulgę. Kilka ostrzegawczych wytrysków nakazało nam cofnąć się nieco, bo symptomy stawały się coraz groźniejsze. Zamęt i hałas wzrastały z każdą chwilą, bóle potwora stawały się coraz

gwałtowniejsze; ziemia drżała od jego wściekłości, wreszcie w potężnym spazmie wyrzucił w powietrze wielki słup wody. Sądzę, że słup ten dosięgnął w najwyższym swoim punkcie wysokości 75 m. Bryzgi wody i para wzniosły się jeszcze wyżej i w postaci gęstej chmury popłynęły w powietrzu. Wytrysk ten nie był ciągłym, lecz składał się z silnych, wyraźnych pulsacyj, najwyżej siedemdziesięciu na minutę, które stopniowo potęgowały się aż do chwili osiągnięcia największej siły, a potem stopniowo słabły. Lecz pulsacje te ani nie wzmagały się, ani nie słabły regularnie. Wytryski wznosiły się jeden po drugim, stając się coraz silniejszymi w ciągu dziesięciu lub dwunastu uderzeń, a wtedy następował największy wysilek w postaci trzech uderzeń niezwyklej siły. Ilość wyrzuconej wody musiała być olbrzymia; bryzgi wody w postaci ulewnego deszczu spadały na znacznej przestrzeni i potoki gorącej wody, głębokie na 15—20 centymetrów, spływały po pochyłej platformie“.¹

Niektóre gejzery można pobudzić do działalności, rzucając kamienie do ich kanału. Kamienie czasowo zatykają ujście, wskutek czego wzrasta ciśnienie w zbiorniku. Do takich gejzerów należy słynny islandzki gejzer Strokkur, wytryskujący do wysokości około 12 metrów. Ma on lejkowaty kanał, zagłębiający się na osiem metrów i posiadający 3-metrową średnicę na powierzchni i 25-centymetrową u podstawy. Przez rzucanie ziemi i kamieni do kanału można zmusić gejzer do wybuchu; zależnie od ilości wrzuczonego materiału gejzer wybucha prędzej lub później. Ten ciekawy fakt został raz wyzyskany przez komendanta Forbes'a do ugotowania obiadu dla siebie i swoich przyjaciół. Po wrzuceniu pewnej ilości kamieni, tak obliczonej, aby wybuch nastąpił po czterdziestu minutach, Forbes zawiązał kawał baraniny w koszulę, a w każdy z jej rękawów po cietrzewiu i wrzucił to wszystko do wrzącej wody

¹ The Great Divide.

w wylocie gejzeru. Po czterdziestu minutach koszula wraz z zawartością została wyrzucona wysoko w powietrze, a wyjęta z niej baranina i ptaki były ugotowane „w sam raz“.

Inny gejzer islandzki, Wielki Gejzer, z substancyj mineralnych rozpuszczonych w swojej wodzie wytworzył stożek wysokości przeszło dwunastu metrów. Wyrzuca on wodę na wysokość 24 m, a dawniej wyrzucał ją na dwa razy większą. Earl of Dufferin odwiedził ten gejzer w 1856 r. i w nagrodę trzydniowego oczekiwania był świadkiem wspaniałego widowiska, trwającego siedem czy osiem minut. Wysokość kolumny wyrzuconej wody wynosiła niemniej niż 18—21 m, a może sięgała nawet 30 m jako maximum. Podobno ten gejzer wytryskał jedenaście razy na dzień w 1770 r. i co sześć godzin w 1814 r. Wysokość kolumny wody wynosiła 110 m w 1770 r. i 30 m w 1814 r. W późniejszym czasie notowano wysokość kolumny wody 60 m. Zdaniem Earla of Dufferin wysokość kolumny dochodzącą do 90 m należy uważać za bajkę. Jeżeli wysokości wytrysków w 1770 r. i latach następnych były istotnie takie, jak podają, najwidoczniej ten potężny gejzer słabnie i można oczekiwać, że zczasem stanie się zwykłym bijącym źródłem. Wytrysk prawie zawsze poprzedzają głuchoe odgłosy, podobne do dalekich strzałów armatnich, a woda wytryska z każdą pulsacją coraz wyżej, aż do osiągnięcia maximum wzniesienia. Wylot kanału wyrzucającego wodę posiada 315 cm średnicy i ma do głębokości 20 m zupełnie regularny kształt cylindryczny. Poniżej, aż do głębokości 25 m, kształt kanału jest nieregularny, a co do głębszych części, to zupełnie brak pomiarów. Krzemionka i soda stanowią główne zanieczyszczenia wody gejzeru. Temperatura wody wynosi na powierzchni 86° C, a na głębokości 24 m — 107° C.

Największym gejzerem świata jest Pohutu w Whakarewarewa na północnej wyspie Nowej Zelandji. Znajduje się on wewnątrz jednego z kraterów, powstałych podczas wielkiego wybuchu 1886 r. Ten gejzer posiada kanał długości 24 m i wyrzuca mętną wodę do wysokości 150 m (tabl.

XL A). Często wysokość słupa wody jest większa, a raz doszła do rekordowej dla gejzerów wysokości 457 m. Działalność Pohutu podlega znacznym wahaniom: czasami nie wytryska on wcale, czasem działa całymi tygodniami bez przerwy.

Oprócz niego znajduje się na Nowej Zelandji wiele innych gejzerów. Wpobliżu Rotomahana wielki gejzer Waimangu wyrzucał wodę i muł na wysokość prawie 450 m. Dzisiaj ten potwór zachowuje się stosunkowo spokojnie, mrużąc jedynie i rycząc jakby z hamowaną wściekłością. Inny nowozelandzki gejzer, Wairoa, przez wiele lat był zupełnie nieczynny. Dawniej wytryskał on na 60 m, lecz później działał tylko wtedy, gdy wrzucono do jego kanału kawałek mydła! Kilka wspaniałych gejzerów posiada dolina Wairakei. Tu znajduje się gejzer Champagne Cauldron, wyrzucający co kilka minut duże ilości musującej wody na wysokość 3,5 metra (tabl. XXXIX A). W tej również dolinie Wielki Gejzer wytryska na 9 m co dziesięć minut z dokładnością zegarka. Gejzer Prince of Wales' Feathers wyrzuca pióropusze wrzącej wody na wysokość około 9 m. Gejzer Waterfall działa u szczytu czerwonych jak koral teras, z których woda spada kaskadami. Gejzer Crows' Nest regularnie co pół godziny wyrzuca słup wrzącej wody na 12 metrów.

Z fumaroli Karapiti (tabl. XXXIX B), stanowiącej jedną z ciekawych osobliwości doliny Wairakei, bezustannie uchodzą z szumem strumienie gazu. Przewodnicy mają zwyczaj wieczorem wkładać palący się papier do otworu, czyniąc w ten sposób gaz widzialnym przez nasycenie go dymem. Karapiti uważają za klępę bezpieczeństwa dla tego okręgu termalnego.

W Narodowym Parku w Yellowstone U. S. A. znajduje się przeszło sto gejzerów, z których najbardziej zasługujące na uwagę leżą w trzech blisko siebie położonych zagłębieniach (basenach) w pasie środkowo-zachodnim. Większość ich, łącznie z Old Faithful, Grand i Giantess, znajduje

się w Górnym Basenie. Najlepiej znanym gejzerem jest, zapewne, Old Faithful (Stary Sługa) (tabl. XL B i C), zwany tak dla niezwyklej regularności wybuchów. „Służy“ on już przeszło trzydzieści lat i co sześćdziesiąt do osiemdziesięciu minut wyrzuca słup wrzącej wody i pary na wysokość przeszło 38 m. Gejzer Lone Star, wyróżniający się pięknoscią swego stożka, tryska co czterdzieści minut strumieniem wysokości 18 m i wytrysk trwa dziesięć minut. Kilka innych godnych uwagi gejzerów podaje następująca tablica:

Nazwa	Położenie	Wysokość wytrysku w metrach	Trwanie wytrysku	Przerwy pomiędzy wytryskami
Valentine Fountain	Norris Basen Dolny Basen	18 23	15—60 min. 10 min.	Nieregularne „
Great Fountain	„ „	23—46	45—60 min.	8—12 godz.
New Geyser	„ „	24—46	4—7 godz.	10—14 godz.
Beehive	Górny Basen	61	6—8 min.	Nieregularne
Giant	„ „	61—76	1 godz.	„
Giantess	„ „	46—61	12—36 godz.	10—20 dni
Grand	„ „	61	15—30 min.	10—12 godz.
Lioness	„ „	24—30	10 min.	Nieregularne
Old Faithful	„ „	36—52	4 min.	60—80 min.
Riverside	„ „	24—30	15 min.	6—7 godz.

Niektóre gejzery wyrzucają olbrzymie ilości wody. Old Faithful za każdym wytryskiem wylewa przeszło 6.000.000 litrów wody, czyli około 1.500.000.000 litrów dziennie — ilość wystarczającą do zaopatrzenia w wodę miasta liczącego 300.000 ludności. Podczas jednego wytrysku Wielkiego Gejzera na Islandji w powietrze wylatuje w ciągu siedmiu i pół minut przeszło 6.000 tonn wody. Gejzer Giant (Olbrzym) w Parku Yellowstone wyrzuca słup wody o średnicy półtora metra na wysokość 76 m i zjawisko to trwa przeszło godzinę. Przeciwnieństwem tych olbrzymich wytrysków jest strumień wody gejzeru Miniature, wznoszący się zaledwie na wysokość 30 cm.

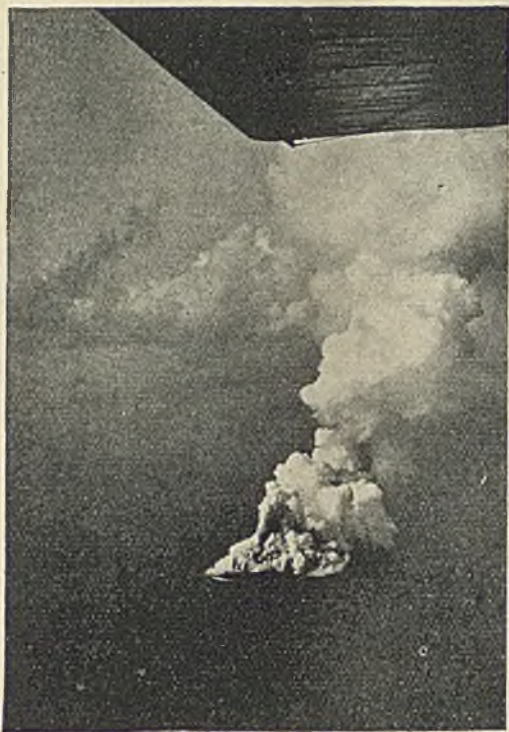
Nie wszystkie gejzery wyrzucają zwykłą wodę, jak to po-

wszechnie sądzą. W południowej Kalifornji znajduje się jezioro Salton Sea o powierzchni około 25.000 hektarów, które powstało w 1906 r. wskutek wylewu rzeki Kolorado. Na brzegu tego jeziora leży obszar wulkaniczny, w którym gejzery stale wyrzucają gęsty płyn, zastępujący doskonale farbę (tabl. XLII A). Tych „pigmentowych gejzerów“ jest ze dwadzieścia lub więcej. Są to osobliwe zagłębienia o średnicy jednego metra, które wyrzucają płyny o różnych zabarwieniach: od brudno-białego do ciemno-brunatnego. Dotychczas nikomu nie udało się wytłumaczyć, skąd się biorą te barwy i czy są podziemne strumienie tych płynów. Budowniczowie i nafciarze pobliskiej Imperial Valley, którzy badali te naturalne farby, twierdzą, że nie ustępują one w trwałości i barwie produktom fabrycznym, znajdującym się na rynku. Przedsięwzięto już kroki ku wyzyskaniu tych cennych produktów natury, które obecnie marnują się bezużytecznie.

3. Jezioro Asfaltowe na Trinidadzie

Innym znów dziwem natury, pozostającym w związku z siłami podziemnymi, jest jezioro Asfaltowe na Trinidadzie w Indjach zachodnich, gdzie na przestrzeni kilku hektarów natura wytwarza miliony tonn asfaltu. Nazywają tę przestrzeń jeziorem, gdyż powierzchnia jej jest mniej więcej ruchliwa, lecz dość jednak stała, aby nawet w najgorętszej porze roku ludzie mogli po niej chodzić. Jezioro znajduje się w południowo-zachodnim kącie wyspy, w odległości 45 km w prostym kierunku od Port of Spain, będącego stolicą tej wyspy. Dostać się do jeziora można koleją lub parowcem. Na pierwszy rzut oka doznajemy rozczarowania, widząc jedynie szaro-czarną przestrzeń, porośniętą tu i ówdzie roślinnością i pokrytą gdzie niegdzie kałużami wody. Później jednak kontrast pomiędzy tem „Martwym morzem“ a resztą pięknej wyspy sprawia dziwne i niezapomniane wrażenie.

TABLICA XXXV



A. Wybuch Anaku („Niemowlę“) Krakatoa
(21 stycznia 1928 r.).



B, C. Obłoki pary powstające wskutek przeniknięcia
wody morskiej do wulkanu.
Wyspa na tylnym planie była widownią słynnego wybuchu 1883 r.

TABLICA XXXVI



A. Mont Pelée na Martynice podczas wybuchu.



B. Koryto rzeki Roxelane wypełnione mułem oraz ruiny miasta St. Pierre pokryte popiołami w kilka tygodni po wybuchu.

Ciekawa jest legenda, tycząca się tego jeziora. Na setki lat przed przybyciem Hiszpanów do Nowego Świata wyspa Trinidad była „Ziemią Kolibra“, ptaka, czczonego przez Karaibów, mieszkańców tej wyspy. Na miejscu dzisiejszego jeziora Asfaltowego znajdowała się w żyznej dolinie indyjska wioska. Szczep, zamieszkujący tę wioskę, po pobiciu wszystkich swoich wrogów, święcił swój triumf, zabijając i zjadając święte kolibry. Ten postępek rozgniewał Wielkiego Ducha, który dla ukarania winnych rozkazał ziemi rozstąpić się i pochłonąć piękną zieloną dolinę i wioskę wraz z jej mieszkańcami. Na tem miejscu powstało ciemne jezioro, wypełnione czarną półpłynną cieczą. Nawet aż do chwili rozpoczęcia eksploatacji asfaltu święcie wierzono, że pod powierzchnią jeziora znajduje się owa wioska.

Niesposób wątpić, że to jezioro zwróciło na siebie uwagę już wczesnych zdobywców, a pomiędzy nimi i Krzysztofa Kolumba, który w 1498 r. odkrył tę wyspę i w imieniu Hiszpanji objął ją w posiadanie. Pierwsza jednak wzmianka o jeziorze pochodzi z 1595 r., gdy sir Walter Raleigh wylądował w tem miejscu wybrzeża, gdzie strumień asfaltu, wypływający z jeziora, dochodzi do morza (tabl. XLI). Sir Waltera przyciągnęły tu opowiadania o El Dorado, cudownem mieście złota, które miało znajdować się we wnętrzu Ameryki Południowej. Sądził on, że dotrze do tego miasta, płynąc w górę rzeki Orinoko, uchodzącej deltą do morza Karaibskiego, niemal nawprost Trinidadu. Raleigh wysłał przodem ekspedycję dla zebrania wiadomości o kraju, a sam z pięcioma okrętami wyruszył na zachód w 1595 r. Po wylądowaniu na wyspie napadł on na hiszpańskie osady, spalił główne miasto, a potem zabrał się do budowy statków, potrzebnych do wypłynięcia na Orinoko. Wtedy właśnie odkrył jezioro Asfaltowe i o odkryciu swem tak pisze:

„Oprócz naszych okrętów nie mieliśmy innych statków prócz małej barki, małej szalupy i galjoty, które śpiesznie zbudowaliśmy w tym celu w Trinidadzie. Te małe statki

otrzymały załogi, składające się z dziewięciu — dziesięciu ludzi, uzbrojonych i zaopatrzonych w żywność. Sam płynąłem w barce tuż wzdłuż brzegu i lądowałem w każdej zatoczce dla lepszego poznania wyspy; okręty tymczasem płynęły kanałem. Wolałem opuścić okręt i płynąć przy brzegu również dlatego, że chciałem porozumieć się z krajowcami i zbadać położenie rzek, źródeł i portów wyspy. Z Curipanu przybyłem do portu i osiedla indyjskiego, zwanego Parico. Stąd udałem się do innego portu, zwanego przez Indjan Piche, a przez Hiszpanów Tierra de Brea. W tem miejscu, zwanem Tierra de Brea lub Piche, znajduje się taka obfitość smoły ziemnej, że możnaby nią naładować wszystkie okręty całego świata. Wypróbowaliśmy tę smolę na naszych statkach i znaleźliśmy ją znakomitą, gdyż nie roztapia się na słońcu, jak smoła norweska, a przeto bardzo się nadaje do statków, udających się na południe“.

Chociaż Raleigh wypróbował tę smolę przy budowie statków, na których zamierzał zbadać Orinoko i jej dopływy, nie próbował, widocznie, zająć się jej eksploatacją. Przybył on do Ameryki po złoto i głównem zadaniem wszystkich jego wypraw było przedostanie się do południowo-amerykańskiej dżungli w poszukiwaniu mitycznego El Dorado.

W latach późniejszych mało było słyhać o jeziorze Asfaltowem i dopiero w drugiej połowie dziewiętnastego stulecia, gdy rozwój bicykli i samochodów wywołał potrzebę budowy gładkich dróg, zabrano się do przemysłowej jego eksploatacji. W 1851 dziesiąty Earl of Dundonald wydzierżawił na dwadzieścia lat dużą część jeziora i od tego czasu zaczęło ono odgrywać coraz większą rolę w dziejach wyspy. Gdy termin dzierżawy wygasł w 1871 r., zostały wydane specjalne prawa, dotyczące się eksploatacji smoły ziemnej, stanowiącej własność państwa. Obecnym posiadaczem koncesji na wydobywanie asfaltu jest towarzystwo Trinidad Lake Asphalt Co. Za każdą tonnę surowego asfaltu wydobytą z jeziora towarzystwo to płaci rządowi

brytańskiemu pewną opłatę, co w sumie wynosi obecnie wiele milionów funtów rocznie.

Ogólnie przyjmują, że jezioro Asphaltowe utworzyło się przed wielu tysiącami lat, naskutek ruchów skorupy ziemskiej, zaszłych w tej okolicy. Niektóre spękania powstałe przy tych ruchach doszły aż do wielkiego zbiornika ropy i gazu w głębi ziemi i umożliwiły wydobycie się tych produktów na powierzchnię. Strumień wychodzących gazów i ropy zczasem wyłobił wielkie zagłębienie, w którym zbierała się wypływająca w dużych ilościach ropa. Z biegiem czasu bardziej lotne części ropy wyparowały, a pozostałość stanowi obecny asfalt. Dopływ świeżej ropy z głębi ziemi uzupełnia stale straty parowania i zagłębienie jest zawsze wypełnione asfaltem aż po brzegi.

Złoże asfaltu znajduje się w wielkim okrągłym zagłębieniu o powierzchni około 45 hektarów. Cała masa asfaltu jest w ciągłym ruchu, wskutek wydzielania się gazu w środku zagłębienia i ciągłego dopływu świeżego materiału. Kierunek tego osobliwego ruchu wskazują kawałki drzewa, wynurzające się powoli z masy asfaltu w środku jeziora, stopniowo przesuujące się ku brzegom i tu znowu znikające w asfalcie. Powstawanie t. zw. wysp na jeziorze tłumaczy się tem, że niektóre krzewy rosną na asfalcie w tych miejscach, gdzie wiatr naniósł nieco liści lub innych szczątków roślinnych. Liście osłaniają młode rośliny w pierwszych okresach ich wzrostu, a później zapuszczają one korzenie w asfalt. W ten sposób wyrastają na asfalcie drzewka, dochodzące 4,5 m wysokości.

W czasach sir Waltera Raleigha dzungla otaczała jezioro, dzisiaj okolica ta stała się ruchliwym ośrodkiem przemysłowym. Wielka fabryka na brzegu jeziora jest dzień i noc w ruchu, oczyszczając wydobyty surowiec i przygotowując go do wysyłki na wszystkie strony świata. Fabryka jest wyposażona w ogrzewane parą zbiorniki, mogące wyprodukować w ciągu dwudziestu czterech godzin od osiemdziesięciu pięciu do dziewięćdziesięciu tonn

oczyszczonego materiału. Około tysiąca robotników znajduje zatrudnienie przy zbiornikach, rozlewniach, magazynach, opakowaniu, maszynach i na przystani, nie licząc dwustu czy trzystu ludzi, zajętych pracą kopalnianą. Praca rozpoczyna się o trzeciej rano i trwa do ósmej, potem druga zmiana robotników prowadzi pracę aż do napełnienia zbiorników. Pracę rozpoczyna się tak wcześnie dlatego, aby o ile tylko można uniknąć pracy w czasie upału, który trwa od południa do godziny czwartej po południu.

Łatwo zrozumieć, że bardzo trudno utrzymać na powierzchni jeziora tor kolejki w stanie prostym i codziennie trzeba przekładać szyny. W końcu każdego dnia pozostają na powierzchni jeziora duże jamy po wybranym asfalcie. Szybko jednak zapełniają się i w krótkim czasie nie pozostaje po nich śladu.

Cenną cechą asfaltu wydobywanego z jeziora jest zmienność jego gatunku. Własności materiału nie uległy żadnym zmianom w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat. Drugą ważną właściwością tego asfaltu jest zawartość w nim wulkanicznego pyłu, tak drobnego, że przechodzi on przez najgęstszą bibułę do filtrowania. Pył ten przy każdej temperaturze pozostaje w zawieszeniu w asfalcie. Nadaje on asfaltowi z Trinidadu większą moc, wiążącą kamienie i inne materiały brukowe, oraz większą trwałość na zmiany klimatyczne i zużycie. Dlatego też ten asfalt znajduje wielkie zastosowanie do krycia dróg szosowych i nawierzchni ulic w wielkich miastach świata.

4. Znikające wyspy.

Zrozumiałą jest rzeczą, że po wybuchu wulkanicznym mogą pozostawać pod skorupą ziemi wielkie próżnie, które powoli tu i ówdzie zawalają się. Rezultatem tego może być zanurzanie się lądu pod powierzchnię morza, gdy wskutek innych ruchów ziemi gdzie indziej może nastąpić

wynurzenie się lądu z fal morskich. Obydwa te rodzaje ruchów są w skutkach podobne do ruchów, o których mówiliśmy poprzednio (patrz str. 41), tylko że te ruchy odbywają się szybciej i na mniejszą skalę.

Znamy wiele przypadków nagłego pojawiania się wysp ponad powierzchnią morza; znamy też i takie, gdy wyspy, a nawet całe lądy, znikają tajemniczo. Rozpatrzmy naprzód wypadki legendarne. Do nich należą Sodoma i Gomora, które razem z miastami Admor, Zeboim i Zoar jakoby spoczywają na dnie morza Martwego (tabl. XLII B).¹

Następnie należy tu zaliczyć Atlantydę, wspomnianą w „Timeusie“ Platona. Według Platona, kapłani egipscy mówili Solonowi, że Atlantyda była krajem większym od Azji Mniejszej. Legenda mówi, że ląd Atlantydy zniknął pod morzem w bardzo odległych czasach. Kiedy to nastąpiło — nie wiemy, według Platona było to na 9.000 lat przed jego czasami. Ponieważ tradycja katastrofy była jeszcze bardzo żywa wśród Greków 2.500 lat temu, wydaje się prawdopodobne, że wydarzyła się ona nie tak znów dawno przed tym czasem.

Istnieją różne poglądy co do położenia tego zaginionego lądu. Według starej tradycji, leżał on gdzieś poza Słupami Herkulesa, dzisiejszą cieśniną Gibraltarską, i dlatego też umiejscawiają go zwykle na oceanie Atlantyckim. Ostatnio w tej mierze wysunięto inne przypuszczenia. Wiemy, że w okresie wieku brązowego na miejscu dzisiejszego morza Północnego znajdował się „pomost lądowy“, łączący Wielką Brytanię z lądem Europy. Jeden ze szwedzkich geologów przytacza szereg dowodów na korzyść przypuszczenia, że zapadnięcie tego połączenia i wtargnięcie morza na ten

¹ Morze Martwe leży w najgłębszym miejscu najgłębszej depresji świata, a mianowicie doliny Jordanu. Jego powierzchnia znajduje się o 396 m niżej powierzchni morza Śródziemnego. Jeżeli do tej cyfry dodamy głębokość morza Martwego (329 m), nabierzemy niejakiego pojęcia o olbrzymiej głębokości tego zapadliska.

obszar jest właśnie tą katastrofą, o której mówi legenda. Ślady zapadniętego lądu znajdujemy dziś na Dogger Bank, który wówczas był jednym z wyższych górskich grzbietów tego obszaru. Sieci rybackie wyciągają stąd często kości nosorożca włochatego i renifera. Tu, gdzie obecnie rybacy z Humber odbywają połowy ryb, rosły zapewne lasy pełne zwierza, w których ludzie wieku kamiennego mieszkali i polowali. Są jeszcze dowody i na to, że w przedhistorycznym wieku brązowym istniało połączenie pomiędzy Brytanią a półwyspem Skandynawskim. Według wszelkiego prawdopodobieństwa Tamiza uchodziła wówczas do Renu i wody połączonych tych dwóch rzek wpadały do oceanu na brzegu, łączącym dzisiejszą północną Szkocję z Norwegią.

Zalew przez morze tego starożytnego lądu musiał niewątpliwie sprawić wielkie wrażenie w północno-zachodniej Europie i wieść o tej katastrofie przedostała się do kupców śródziemnomorskich, przybywających do Brytanji po cynę i inne produkty. Wiemy, że istniały ścisłe stosunki handlowe pomiędzy Hiszpanją i Brytanią z jednej strony a Hiszpanją i wschodnią częścią morza Śródziemnego z drugiej. Naturalna droga do Brytanji wiodła przez cieśninę Gibraltarską oraz wzdłuż wybrzeży Hiszpanji i Francji. Mówiąc inaczej, dla starożytnych ludów, mieszkających na wschodzie morza Śródziemnego, Brytanja leżała za Słupami Herkulesa, i powyższe przypuszczenie co do położenia Atlantydę pozostaje w zupełnej zgodzie z tradycją.

Innym zaginionym, legendarnym lądem jest tak zwana Lemurja. Obecnie przypuszczają, że dzisiejsza wyspa Madagaskar stanowi pozostałość owego zaginionego lądu. Lemurja przypuszczalnie rozciągała się w poprzek południowej części oceanu Indyjskiego i w skład jej wchodziła Afryka, archipelag Malajski, Australja, Nowa Zelandja oraz może duża część Ameryki Południowej. Świat zwierzęcy Madagaskaru posiada wiele cech wspólnych ze światem zwierzęcym Afryki z jednej strony, a archipelagu Malajskiego a nawet Australji i Nowej Zelandji — z drugiej, chociaż

tysiące kilometrów morza dzielą obecnie te kraje. Wiele stworzeń obecnie zamieszkujących powyższe kraje prawdopodobnie pochodzi od wspólnych przodków.

Zniknięcie Lemurji, jeżeli nastąpiło nagle, było nie-
mniejszą katastrofą od zapadnięcia się Atlantydy. Trudno
przypuścić, aby tak olbrzymia połączona lądy została odrazu
zalana przez wody oceanu, prawdopodobnie Lemurja roz-
padła się na części skutkiem powolnych wznoszeń i opadań
skorupy ziemskiej, trwających miliony lat. Przyczyną
zniknięcia tego lądu było jego złe położenie. Jego dłuższa
oś biegła wzdłuż linii równoległej do równika, a lądy wy-
ciągnięte w tym kierunku nie zdają się odznaczać stałością.
Lądy wyciągnięte w kierunku południkowym są bardziej
stałe. Rzut oka na mapę poucza nas, że dłuższe osie więk-
szości lądów biegną równoległe do linii, łączących bieguny,
jak to doskonale widać na przykładzie obydwu Ameryk.
Obrót ziemi naokoło osi zapewne również współdziałał
w rozpadnięciu się Lemurji w czasie, gdy lądy pływały na
warstwie roztopionej lawy czy bazaltu pod powierzchnią
skorupy ziemskiej. Gęsta ciecz obracała się z jednakową
szybkością z jądrem ziemi, gdy skorupa, pod wpływem
przyciągania księżyca, pozostawała w tyle. Wskutek zaś
tego płynny bazalt uderzał o korzenie lądów i powodował
odrywanie się mas położonych w pobliżu ich wschod-
nich krańców. Zjawisko to ze szczególną siłą występowało
w pobliżu równika, gdyż bliżej biegunów ruch wirowy
ziemi był mniej szybki.

Znajdujemy i inne przykłady, świadczące na korzyść
przypuszczenia, że części lądów wskutek takiego ruchu
mogą być odsunięte ku wschodowi. Naprzykład górzysta
Nowa Zelandja może została oderwana od wschodnich
brzegów Australji. Wypowiedziano również przypuszczenie,
że Południowa Ameryka została przesunięta ku wschodowi
w stosunku do Ameryki Północnej. Nie jest to rzeczą nie-
możliwą, gdyż Andy są wyższe od gór Skalistych, a przeto
i ich korzenie sięgają głębiej w roztopiony bazalt.

Niektórzy są zdania, że przed wiekami zniknął pod wodami Pacyfiku inny wielki ląd, którego najwyższym szczytem była obecna wyspa Wielkanocna. Wyspę tę zobaczył po raz pierwszy Davis w 1687 r., lecz pierwszym Europejczykiem, który na niej wylądował, był holenderski admirał Roggeveen. Wylądowanie nastąpiło w niedzielę Wielkanocną 1722 r. i stąd też pochodzi nazwa wyspy. Wyspa ta znajduje się w odległości około 3.000 km od brzegów chilijskich i stanowi jedną z największych zagadek Pacyfiku. Jest to rodzaj cmentarza wyspiarskiego z szeregiem monumentalnych grobowców, ciągnących się wzdłuż jej skalistych brzegów. Dzisiaj wyspę zamieszkuje około 200 krajowców i nikt nie wie, kto projektował i stawiał te tajemnicze pomniki. Znajduje się tam około 260 olbrzymich grobów lub platform grzebalnych, zwanych ahu, z których niektóre posiadają 90 m długości i 4,5 m wysokości. Po całej wyspie znajduje się rozrzuconych przeszło 600 dziwacznych, poważnych posągów kolosalnych wymiarów. Największy z nich ma 11 m wysokości i waży przeszło 50 tonn (tabl. XLII C). Oczywiście, te olbrzymie pomniki nie znajdowały się zawsze w tem miejscu, w którym są obecnie, gdyż wyciosano je w kraterze Rano Raraku, jednego z trzech wygasłych wulkanów wyspy. Tam możemy zobaczyć dziewięćdziesiąt trzy posągi kamienne, z których czterdzieści zupełnie gotowych, a reszta w różnych stadjach wykończenia. Tam również znajduje się największy posąg na wyspie, o długości około 20 m, który nie był poruszony z miejsca.

Legenda również mówi o zniknięciu Vinety u brzegów Holsztynu; o pięknem mieście, znajdującem się pod wodami zatoki Douarnenez w Bretanii; o szczątkach miasta, dawnego portu Fenicjan, leżącego u brzegów wyspy Jerba w północnej Afryce; o ruinach Paleopolis, o którym wspomina historyk rzymski Liwjuusz, które leżało według podania w zatoce Neapolitańskiej, śladów jego jednak nigdy nie znaleziono. Większe i Mniejsze Antyle, wyspy należące

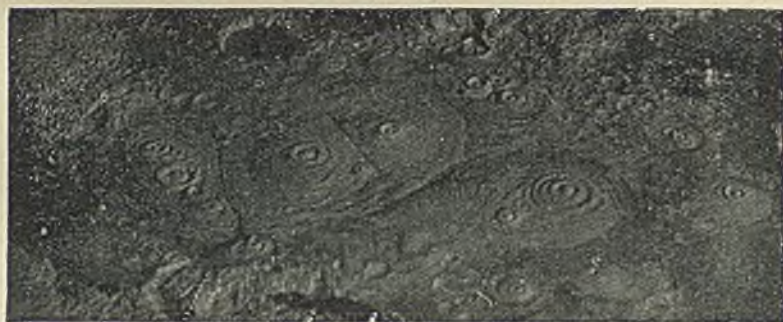
TABLICA XXXVII



A. Góra Ngauruhoe, jeden z trzech szczytów Tongariro w Parku Narodowym na Nowej Zelandji.



B. Źródło wrzące w Whakarewarewa, Rotorua na Nowej Zelandji.



C. Wypliw wrzącego błota w Whakarewarewa.

TABLICA XXXVIII



A. Część słynnych Białych i Różowych Teras na Nowej Zelandji przed ich zniszczeniem.



B. Maorysi gotujący jedzenie w otworze wydzielającym parę. Rotorua na Nowej Zelandji.

do archipelagu Indyj zachodnich, są podobno szczątkami dawnego łądu, znanego pod nazwą Antilla. Podobnie jak wiele innych, te wyspy są połączone podwodnymi mieliznami, co wzmacnia przypuszczenie, że stanowiły one niegdyś jedną całość. Plinjusz, pisząc o Vulcano, jednej z wysp Liparyjskich, mówi: „jest podanie, że wyłoniła się ona z morza“, i sądzi, że to stało się w 237 r. przed Chr. Plinjusz również pisze, że w 54 r. przed Chr. Stara Kaimeni, czyli Święta Wyspa, wychyliła się z wody, a w 19 r. po Chr. pojawiła się inna wyspa, którą nazwano Thice.

W nowszych czasach Moro podaje, że w 1707 r. wynurzyła się z głębin morza Śródziemnego nowa wyspa. Wielkość jej powiększała się szybko i w ciągu niespełna miesiąca doszła ona do 800 m obwodu i 7,5 m wysokości ponad poziom morza. W 1806 r. w grupie wysp Aleuckich, na północ od Kamczatki, zjawiała się nowa wyspa, posiadająca 6,5 km obwodu. W 1831 r. wyspa, nazwana Hotham lub Graham, wydzwignęła się w morzu Śródziemnym pomiędzy południowo-zachodnim brzegiem Sycylii a Afryką. Jan Corrao, kapitan sycylijskiego statku, przepływając tędy dziesiątego lipca, spostrzegł olbrzymi słup wody, wyrzucany do wysokości 18 m. W osiem dni później wracał on znów tą samą drogą i zauważył, że na tem miejscu utworzyła się mała wysepka. Wznosiła się ona o 3,5 m ponad poziom morza, a z krateru leżącego w jej środku wylatywały wielkie ilości pary wodnej i produktów wulkanicznych. Czwartego sierpnia wyspa wysterczała już o 60 m ponad poziom morza i miała 5 km obwodu, później jednak zaczęła się zmniejszać i trzeciego września wznosiła się tylko o 32 m i miała obwodu półtora kilometra. W końcu następnego miesiąca przedstawiała już tylko mały obszar piasku i popiołów wulkanicznych, a w następnym roku znikła zupełnie. Na miejscu tem pozostała rozległa mielizna, a w dwa lata później niebezpieczna rafa.

Wyspa Sokola (Falcon Island wpobliżu Tonga), gdy ją

sposzreżono po raz pierwszy w 1885 r., posiadała skaliste brzegi, wznoszące się co najmniej na 45 m. Ledwie zdążono ją oznaczyć na mapach, gdy zniknęła pod powierzchnią morza. Wynurzyła się ponownie w 1898 r. i później znów zniknęła.

Spora wyspa, zwana Bermeja, w zatoce Meksykańskiej, znana od wielu lat, najwidoczniej zniknęła w 1901 r., gdyż krążownik wysłany dla kartowania tych okolic nie znalazł nawet jej śladu.

W 1841 r. otrzymano wiadomość, że cały grzbiet długości 11 km i wznoszący się 90 m ponad poziom morza znajduje się pomiędzy Nową Zelandją a przylądkiem Horn. W dwadzieścia lat później znów opisywano ten wielki grzbiet. A jednak statek *Discovery* przepływał ponad tem właśnie miejscem i sondowanie wykazało głębię na prawie 4,5 km!

Inna znów wyspa, Metio na Pacyfiku, zniknęła tajemniczo w 1900 r. Na dwadzieścia lat przedtem była to wielka masa skalna o stromych brzegach, wznoszących się conajmniej na 45 m.

Przed trzydziestu laty na południe od Australji leżała grupa pięciu wysepek, zwanych Royal Company Islands. W 1900 r. parowiec *Matatua* przepłynął nad miejscem, gdzie były te wysepki, a obecnie nie są one nawet oznaczone na mapach admiralicji.

Wyspa Joanna Bogosłowa w morzu Berynga powiększyła się znacznie. Powstała ona przed 130 laty podczas zaburzeń wulkanicznych na dnie płytkiego morza i od tego czasu tajemniczo to zwiększała się, to zmniejszała. Kilka ekspedycyj odwiedziło tę wyspę i robiło jej mapy, lecz mapy te były już niedokładne, zanim wyszły z druku. W 1927 r. powstał na wyspie nowy szczyt i na fotografjach widać chmury pary, wychodzące ze szczelin góry i świadczące o trwającej działalności wulkanicznej. Mogą tu nastąpić dalsze zmiany, gdyż wyspa Joanna Bogosłowa leży na linii trzęsień ziemi, ciągnącej się od Japonji do Kalifornji.

PŁASKOWYZE, RÓWNINY I PRERJE

1. Płaskowyzę i równiny.

Równiny należą do ważnych cech fizycznych powierzchni ziemi i mają dla nas wielkie znaczenie ze względu na ich związek z geografją człowieka. Równiny niekoniecznie muszą posiadać równą powierzchnię na całej swej rozległości, wystarcza, aby powierzchnia ich nie wykazywała zbyt znacznych odchyłeń od wysokości średniej. Znajdują się one na różnych wyniesieniach ponad poziomem morza, te zaś, które leżą na wysokości 300 m lub więcej, noszą nazwę płaskowyżów.

Do najważniejszych płaskowyżów świata należą:

W Europie: Wyżyna Hiszpańska (Iberyjska) w środkowej Hiszpanji o wysokości 760 m. W środku tej wyżyny leży miasto Madryt.

W Azji: Szereg wyżyn ciągnących się od Azji Mniejszej do Korei i od Beludżystanu do Ochocka. Tu należą wyże Tybetu, Mongolji, Iranu, Arabji i Dekanu. W Syberji znajduje się rozległa wyżyna, rozpoczynająca się na południu u stóp Himalajów i ciągnąca się ku północno-wschodniemu krańcowi Azji. Na zachodzie graniczy z nią wyniosła wyżyna Pamiru i szereg mało znanych wyniosłości, leżących wzdłuż górnych biegów Hoang-ho i Jan-tse-kiangu. W swej najszerzej części ma ona 2.880 km, a wysokość jej waha się od 3.300 do 4.300 m. Obniża się ona ku północno-wschodowi i przeciętna jej wysokość w Mongolji wynosi tylko 1.200 m. Szerokość jej na wysokości Bajkału nie przekracza 1.100 km. Ten olbrzymi płaskowyż stanowi pozostałość rozległego i bardzo starego kontynentu. Kształtem przypomina odwróconą Amerykę Południową, wąskim

końcem, odpowiadającym przylądkowi Horn, skierowaną ku cieśninie Berynga.¹

W Afryce: Podobnie jak Azja, większa część Afryki składa się z szeregu wyżyn — Maroka, Algeru, Ugandy i Kaplandu. Większa część kraju położonego ku południowi od Sahary nosi nazwę Wielkiej Wyżyny Środkowej.

W Ameryce: Duże obszary wyżynne, leżące w pobliżu gór Skalistych. Przedewszystkiem należy tu wielka wyżyna Utah, pomiędzy górami Wasatek i łańcuchem Sierra Nevada. Dalej ku południowi ciągną się wyżyny Nowego Meksyku, Arizony, Chihua-hua oraz Sonory. W Ameryce Południowej jedynie wyżyna Boliwji zasługuje na miano płaskowyżu.

Zwykle na płaskowyżach opady są małe, czemu właściwie zawdzięczają one swój wygląd, gdyż obfite opady wywołałyby denudację i płaskowyż zostałby pocięty dolinami strumieni i rzek, podobnie jak pierwotny płaskowyż Norwegji został pocięty fiordami.

Płaskowyże posiadają duże znaczenie w ekonomji świata, gdyż powodują one zmiany klimatyczne i w wielu wypadkach czynią kraje podzwrotnikowe zdrowemi i nadającemi się do osiedlenia. Najwyższe formy cywilizacyjne znajdujemy w krajach umiarkowanych o klimacie równym i orzeźwiający. W krajach równikowych cywilizacja może osiągnąć wysoki stopień rozwoju tylko tam, gdzie znajdują się płaskowyże. Aztekowie, Inkasi i Toltekowie mogli wznieść się na wyższy szczebel cywilizacyjny dzięki temu, że zamieszkiwali płaskowyże Ameryki Południowej. Wszystkie wielkie miasta Meksyku, Peru, Ekwadoru i Kolumbji

¹ Zwróćmy uwagę na ciekawy fakt, że wielka wyżyna Ameryki Północnej również jest skierowana swym ostrym końcem ku cieśninie Berynga. Naprowadza to na myśl, że w jakimś odległym okresie dziejów świata lądy były zwrócone swemi ostremi końcami w stronę bieguna północnego, podobnie jak obecnie zwrócone są ku biegunowi południowemu.

leżą na wysokich płaskowyżach: Cuzco leży na wysokości 3.469 m; Santa Fè — 2.134 m; Quito — 2.902 m.

Niziny¹ zajmują większy obszar powierzchni lądu, niż góry i wyżyny. Są to najbardziej żyzne części powierzchni ziemi i nawadniają je długie, wijące się rzeki. Do głównych nizin należą: Wielka Nizina Europejska, Wielka Nizina Syberyjska, niziny Chin, Indyj i Mezopotamji w Azji; Wielka Środkowa, Północna i Atlantycka nizina w Ameryce Północnej oraz selwasy Amazonki w Ameryce Południowej.

W Holandji i Niemczech północnych na milionach hektarów rozpościerają się niziny porośnięte niemal jedynie wrzosem. Niziny Belgji i północno-wschodniej Francji są doskonałym przykładem równin, powstałych przez denudację, która z biegiem czasu może nawet skomplikowany system górski zniwelować do niziny. W Belgji i Francji niziny leżą na miejscu dawnych gór tak doszczętnie zniszczonych, że nie pozostało po nich ani śladu, świadczącego o dawnym ich majestacie.

Największą niziną świata jest nizina Eurazji. Ciągnie się ona poprzez Europę i Azję, od środka Anglji aż po wschód Syberji. Góry Uralskie dzielą ją na dwie części, są to jednak góry tak niskie, że można je przejechać samochodem prawie bez zmiany biegu. W Ameryce Północnej wielka nizina pokryta lasami i trawą rozpościera się po wschodniej stronie lądu. W skład jej wchodzi również dolina Missisipi. Dorzecze Amazonki w Ameryce Południowej jest też niziną, słynną ze wspaniałej roślinności podzwrotnikowej, lasów i stepów.

Można tu wspomnieć o wielkim wpływie klimatu na rozwój życia zarówno zwierzęcego, jak i roślinnego, jakiegokolwiek obszaru. Weźmy, jako przykład, pampasy Ameryki Południowej. Te niziny leżą na wschód od Andów i ciągną się od przylądka Horn na południu aż do 35° lub 40° sze-

¹ Za niziny przyjęto uważać równiny leżące poniżej 300 m nad poziomem morza (przyp. tłum.).

rokości na północy. Cały ten olbrzymi obszar można podzielić na trzy odrębne części. Pomimo że, biorąc naogół, kraj jest we wszystkich częściach ten sam, klimat sprawia wielkie różnice w formach życia, bytujących w poszczególnych częściach. Najbardziej wschodnia z tych części, leżąca wzdłuż oceanu Atlantyckiego, jest od czasu do czasu skrapiana deszczami od Atlantyku i porośnięta trawami, dającymi paszę niezliczonym stadom bydła. Sąsiadująca z tym obszarem od zachodu druga część otrzymuje mniej opadów atmosferycznych i dlatego też roślinność jest tu uboższa i część ta mniej nadaje się na pastwiska. Jeszcze dalej ku zachodowi, aż do Andów, znajduje się część trzecia, otrzymująca mało deszczów lub zupełnie ich pozbawiona i będąca skutkiem tego niemal pustynią.

Te trzy obszary kraju, odmienne co do położenia geograficznego, wpływającego na temperaturę i klimat, są typowymi przykładami wielu innych znajdujących się na każdym lądzie. Jedne nadają się do uprawy, inne zaś nie, zależy to niemal wyłącznie od temperatury i klimatu danej miejscowości. Obszary te mają różne nazwy w różnych krajach, lecz ich cechy charakterystyczne są podobne.

2. Tundry i stepy.

Ku południowi od lodów, pokrywających okolice bieguna północnego, w krajach polarnych Europy i Azji, w Kanadzie i na Alasce pomiędzy oceanem Lodowatym a leżącym dalej ku południowi pasem lasów, znajdują się obszerne przestrzenie pozbawione drzew i o bezpłodnej glebie. W północnej Rosji i Syberji nadają tym obszarom nazwę tundry. Ciągnie się ona od północnej Szwecji do cieśniny Berynga, a dalej wzdłuż północnego wybrzeża Alaski i archipelagu Arktycznego. Są to bezludne równiny, przemarzające zimą na głębokość kilku metrów, a latem będące prawie bagnem. Oprócz białych porostów, a w bardziej uprzywilejowanych miejscach krzaków jagodowych,

niemal nic na nich nie rośnie. Gdzie nieddzie rozwija się tam ponadto pewien gatunek mchu, służący za pokarm dla reniferów. Ta okoliczność umożliwia egzystencję szczepów koczowniczych na skraju tych pustkowi, gdyż renifer dostarcza im pożywienia i odzieży oraz jest głównym środkiem transportowym.

Od czasu do czasu trafiają się na tych pustkowiach szczątki mamuta, zwierzęcia wielkości słonia, które żyły w czasach przedhistorycznych. Odkrycie tych szczątków zawdzięczamy zwykle osuwiskom brzegów rzek. Czasem te szczątki znajdowane były w tak doskonałym stanie zachowania w tej „lodowni“ natury, że można było karmić nimi psy, towarzyszące ekspedycjom. W jednym wypadku, na północo-wschodzie Syberji, znaleziono tak dobrze zakonserwowane mięso mamuta, że jakucy i tungusy krajowcy jedli je. Prawdopodobnie mamut powstał jako gatunek około pół miliona lat temu i zamieszkiwał wielką część półkuli północnej. Zwierzęta te żyły nawet w okolicach dzisiejszego Londynu, gdyż liczne kości mamuta odkopano w Bloomsbury. Przeszło 8.000 kości mamuta znaleziono w zwirowiskach Predmostu na Morawach. Najwidoczniej człowiek przedhistoryczny wyparł mamuta na północo-zachód Europy, a wreszcie na północo-wschód Syberji, podobnie jak człowiek nowożytny wyparł bizona na północ Kanady. Niewątpliwie doskonałe zachowanie niektórych znalezionych szczątków zawdzięczamy temu, że zwierzęta te wpadały w jakąś szczelinę lub wąską rozpadlinę wypełnioną śniegiem. Ciężkie zwierzę, ważące kilka tonn, przebijało śnieg i, szamocąc się na dnie wytworzonej przez swój upadek dziury, powodowało zawalenie się śniegu, który pokrywał i konserwował zwłoki. Na korzyść prawdopodobieństwa powyższego tłumaczenia może świadczyć fakt, że rzadko znajdujemy zachowane w ten sposób szczątki nosorożca włochatego, współczesnego mamutowi. Prawdopodobnie nosorożec, będąc bardziej ruchliwym zwierzęciem, umiał wygrzebać się ze szczeliny.

[W Europie szczątki mamutów i nosorożców włochatych trafiają się często, nigdzie jednak nie znaleziono dotychczas całkowitych szkieletów tych zwierząt. Tem większą osobliwością jest znalezienie w Polsce dwóch trupów nosorożca o zachowanej skórze i części ciała.

W roku 1907 w Staruni (woj. stanisławowskie) przy kopaniu wosku ziemnego znaleziono niekompletny szkielet mamuta oraz łeb nosorożca wraz z przednią lewą nogą i płatem skóry z lewego boku. Szczątki tych zwierząt, znajdujące się obecnie w Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie, leżały na głębokości 12,5 m i natrafiono na nie przez szyb, który później otrzymał nazwę „Mamut“. Ponieważ przypuszczano, że reszta nosorożca jeszcze znajduje się w okolicy szybu, przedsięwzięto w lipcu 1929 r. dalsze poszukiwania. W tym celu wykopano szyb nowy, w odległości 15 m od szybu z 1907 r., i poprowadzono od niego kilka chodników. W chodniku założonym na głębokości 12,5 m znaleziono w sinych ilach dyluwjalnych nosorożca, leżącego na grzbiecie i zachowanego wraz ze skórą i mięśniami. Materiał ilasty, w którym znaleziono nosorożca, był przepelniony szczątkami roślin oraz owadami dyluwjalnymi lądowymi i wodnymi. Nad tym nosorożcem były widoczne żebra i części kręgosłupa innego nosorożca, pozbawione części miękkich.

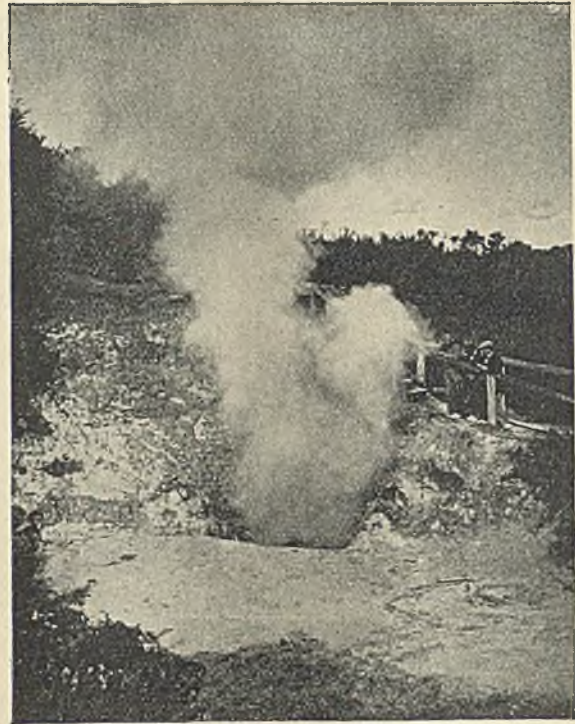
Iły, w których znajdował się nosorożec, stanowią osad dawnej tundry dyluwjalnej. Prawdopodobnie razem z innymi wielkimi kręgowcami, których szczątki znaleziono, zginął on pod wpływem jakiejś katastrofy żywiołowej, np. wylewu rzeki. Ponieważ il jest przesiąknięty solanką i ropą naftową, były one czynnikami konserwującymi części miękkie nosorożca. Wydobyte zwłoki zwierzęcia zostały przewiezione do Muzeum Fizjograficznego Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie, gdzie znajdują się obecnie. Jest to okaz młodej samicy o długości około 5.50 m.]

Ku południowi od tundr, w pasie umiarkowanym o obfitych deszczach i łagodniejszym klimacie, rozpoście-

TABLICA XXXIX



A. Champagne Cauldron (Kocioł Szampana),
Wairakei. Nowa Zelandja.



B. Fumarola Karapiti, Wairakei. Nowa Zelandja.



A. Gejzer Pohutu, Whakarewarewa.
Nowa Zelandja.



B, C. Gejzer „Stary Sługa“, Park Narodowy Yellowstone.

rają się wielkie lasy. W swej bardziej północnej części lasy te składają się z wytrzymałych na zimno drzew iglastych. Na południu przeważają drzewa o ulistnieniu nietrwałem, to jest opadającym na zimę i odrastającym z wiosną. Tam, gdzie klimat jest suchy, drzewa giną i wogóle roślinność staje się uboższą. Zamiast lasów znajdujemy tu wielkie obszary, pokryte trawą, tak zwane stepy. Są to bardzo żyzne równiny, zlekka faliste i pocięte licznymi wąwozami. Stosunkowo nieliczne drzewa rosną tu tylko w pobliżu rzek i strumieni, zasilających je wilgocią, o którą trudno gdzie indziej. Są to głównie dzikie wiśnie, dzikie morele oraz inne drzewa i krzewy o głęboko sięgających w ziemię korzeniach. Rosną one w zagłębieniach powierzchni oraz na zboczach wąwozów grupami, wyglądającymi jak oazy na pustyni.

Glebę stepów stanowi gruba warstwa czarnej ziemi (czarnoziemu), na której z wiosną rozwija się wspaniała roślinność. Pod wpływem palących promieni słońca i gorących wiatrów wschodnich roślinność ta szybko zostaje wypalona. Jak pod dotknięciem różdżki czarodziejskiej, soczysta zieleń stepów znika i ustępuje miejsca płowej barwie pustyni. W pobliżu obszarów, z których niedawno ustąpiło morze Kaspijskie, gdzie miast czarnoziemu znajdujemy słone gliny lub piaski, niema zupełnie roślinności. Jest to już pogranicze pustyni Kaspijskiej; stepy są tu tak bezplodne, że rosną na nich tylko karłowate krzaki.

Trawy są głównymi roślinami żyznych stepów i posiadają pierwszorzędną doniosłość dla człowieka. Są one podstawą naszego pożywienia, bądź bezpośrednio, bądź pośrednio w postaci pokarmu zwierząt, których mięso spożywamy. Bezpośrednio spożywamy zboża, czyli trawy o nasionach jadalnych, jak pszenica, jęczmień, owies i kukurydza.¹ W postaci pośredniej spożywamy trawy, jedząc

¹ Wielki „pas pszenicy“ leży głównie pomiędzy 40 a 52 stopniem szerokości, chociaż pszenica udaje się zarówno na północy, jak i na południu od tych granic. Jęczmień ma większy zasięg ku

mięso zabitego bydła. Błędem byłoby przypuszczać, że, jedząc wołowinę lub baraninę, uniezależniamy się od roślin. Należy bowiem pamiętać, że trawy są pokarmem bydła, a więc, jedząc mięso, pośrednio karmimy się pokarmem roślinnym.

W Rosji stepy pokrywają ogromne przestrzenie. Czarnoziemne stepy, na przykład, obejmują przestrzeń blisko 80.000.000 hektarów. Ciągną się one przez całą Rosję południową aż do morza Czarnego i podnóży Kaukazu, a stąd przez południową Syberję do Chin (tabl. XLIII A). Większa część tego obszaru jest porośnięta trawą, lecz spore przestrzenie są pod zbożem, gdyż gleba stepów jest żyzna i bardzo nadaje się do uprawy zbóż.

Podobne obszary trawiaste spotykamy i w innych krajach świata. W Hiszpanji znajdują się stepy w prowincjach Murcia i La Mancha oraz na wyżynie Guadix i Huescar w Granadzie. Rośnie na nich trawa esparto, bardzo ceniona przy wyrobie papieru. Step południowej Afryki noszą nazwę veldu; w Australji równiny porośnięte trawą napotykamy w zachodnim Queenslandzie i w Nowej Południowej Walji. Podobne równiny znane są w Ameryce Południowej pod różnymi nazwami. W Kolumbji i Wenezueli nazywają się one llanos, w Brazylii — campos. Zależnie od tego, czy panuje wilgotna czy sucha pora roku, są one bądź obszarami porośniętymi trawą, bądź pustyniami. W Argentynie, gdzie zowią się pampas, ciągną się one na przestrzeni przeszło 3.000 km pomiędzy Brazylią i Patagonją i zajmują powierzchnię co najmniej 1.300.000 km², co stanowi przeszło trzy czwarte powierzchni całego kraju. Gleba tych równin, tworząca się z rozkładu szczątków roślinnych, posiada 1—2 m grubości. Są to najlepsze i najobszerniejsze pastwiska świata, dostarczające paszy milionom głów bydła.

Odpowiednie równiny w Północnej Ameryce noszą na-

północy i południowi, niż pszenica. Owies udaje się dalej na północ niż pszenica, a kukurydza — dalej na południu.

zwę preryj, od francuskiego słowa „prairie“, oznaczającego łąkę. W Stanach Zjednoczonych są trzy rodzaje preryj: wrzosowe prerje Indiany, Illinois i Missouri, porośnięte małymi krzakami i posiadające źródła; suche prerje, przeważnie bezwodne, a zatem porośnięte tylko trawami, i wilgotne prerje o bogatej roślinności. Obszar preryj leży w dolinie Missisipi, a dalej ku zachodowi znajdują się również podobne obszary w północnej części gór Skalistych. Opady tu są obfite w ciągu całego roku, lecz lasów niema zupełnie, wyjąwszy grupy drzew rozrzucone tu i ówdzie.

Brak drzew tłumaczy się budową fizyczną gleby. Gleba składa się tu z tak drobnych cząsteczek, że powietrze nie ma dostępu do głębiej sięgających korzeni, i dlatego też może rozwijać się tylko roślinność powierzchniowa. Ta gleba jest zupełnie taka sama, jak czarnoziem Rosji południowej, który również odznacza się drobnem ziarnem.

Prerje stanowią jedną z charakterystycznych cech fizycznych Kanady. Rozpoczynają się one od rzeki Czerwonej (Red River), płynącej na północ ze Stanów Zjednoczonych do jeziora Winnipeg. Tu prerje są wąskie: szerokość ich nie przekracza 80—100 km. Ku zachodowi prerje rozszerzają się i u stóp gór Skalistych dochodzą do szerokości około 300 km. Ten obszar żyznego kraju jest równy lub zlekka pagórkowaty. Tu i ówdzie trafiają się wyniesienia, które możnaby nazwać niskimi górami, a rzeki płyną w głęboko wciętych dolinach. Glebę stanowi żyzna, piaszczysta glina, barwy czarnej lub czekoladowej, o grubości kilku metrów. Jest to jeden z najbogatszych pszennych i pasterkich obszarów świata.

Prerje w stanie naturalnym są przeważnie porośnięte bujną trawą, dającą doskonale siano i znakomicie nadającą się na paszę dla bydła i koni. Drzewa znajdują się tylko na wyniosłościach i wzdłuż rzek, osadnik przeto może orać bródz długości kilku kilometrów, nie napotykając na żadne przeszkody. Wiele rzek, z których główne są Red River, Assiniboine i Saskatchewan, odwadnia ten kraj. W wielu

miejscach wody powierzchniowe zbierają się w zagłębieniach bezodpływowych lub mających odpływ tylko podczas wysokiego stanu wód. Te małe jeziora, o powierzchni nieprzekraczającej kilku hektarów, stanowią cenne wodopoje dla bydła. Wylęgają się również na nich miliony dzikich kaczek i innego ptactwa wodnego.

3. Czerwonoskórzy i bawoły.

W ciągu długich wieków czerwonoskórzy Indianin błędził po swoim państwie stepowym, karmiąc się głównie mięsem licznych stad dzikich bawołów. Dzisiaj malowniczy czerwonoskórzy i bawoły wyginęli, przynajmniej zaś nie istnieją w stanie dzikim. Pozostało po nich mnóstwo opowiadań o przygodach dawnych osadników wśród bawołów oraz wśród różnych szczepów indyjskich, koczujących wówczas na prerjach. Zwierzę, o którym mowa, właściwie nie jest bawołem, lecz bizonem¹ a Indianie preryj nie mają nic wspólnego z Indianami, lecz przedmiot sam dużoby stracił na romantyczności, gdybyśmy użyli innych nazw. Nie do pomyślenia przecie, aby nazywać Williama F. Cody „Bison Bill“ zamiast „Buffalo Bill“! Przed przybyciem białego człowieka bawół pasł się w środkowej części Ameryki Północnej, od Missisipi do gór Skalistych, i od zatoki Meksykańskiej aż do Wielkiego Jeziora Niewolniczego w północnej Kanadzie. Żyją jeszcze ludzie, pamiętający te czasy, gdy bawoły istniały w takiej ilości, że wyprawy myśliwskie, przedsiębrane w celu zaopatrzenia się w mięso na zimę, nie napotykały trudności w znalezieniu zwierząt i zabiciu ich dowoli. Mięso krajano, suszono na słońcu i z dodatkiem tłuszczu przygotowywano z niego rodzaj ciasta. Często dla smaku dodawano kwaśne jagody i w rezultacie otrzymywano twardą, zbitą masę, zwaną pemmi-

¹ Monarcha preryj Zachodu posiada wielki garb, którego brak prawdziwemu bawołowi.

kanem, co w języku czerwonoskórych oznacza tłuste mięso. Mięso bawole w tej postaci było głównym pożywieniem ludzi, udających się w dalekie i niebezpieczne podróże przez puszcze i prerje, o których tak często mowa w powieściach podróżniczych. Nic przeto dziwnego, że chłopcy, biegli w wiedzy indyjskiej, gotowi są jeść ze smakiem nawet zimną, niesmaczną baraninę, o ile się nazywa pemmikanem! Pemmikan przechowuje się dobrze w ciągu całych lat, niezależnie nawet od pory roku, i wskutek tego jest w szerokim użyciu wśród podróżników, zmuszonych do przebywania zdala od punktów zaopatrywania w żywność. Własności odżywcze pemmikanu są bardzo wielkie, gdyż jeden funt pemmikanu odpowiada wartości odżywczej czterech funtów zwykłego mięsa.

Bawoły dostarczały nie tylko pożywienia, lecz i odzieży. W początkach ubiegłego stulecia sprzedawano tak wiele ubrań, sporządzonych ze skór bawołów, że dla dostarczenia ich trzeba było zabijać od dwóch do trzech milionów sztuk rocznie. Nawet jednak nie biorąc pod uwagę tej rzezi, ilość bawołów musiała się stale zmniejszać w miarę postępu osadnictwa, gdyż biali osadnicy, w przeciwieństwie do Indjan, osiadali na jednym miejscu i stopniowo zmniejszali w ten sposób obszar pastwisk. Ostatnim wreszcie ciosem było przeprowadzenie linii kolejowej na zachód, co ułatwiło przesyłkę skór do stanów wschodnich. Rozszerzenie rynku zbytu wywołało wyginiecie bawołów w ciągu kilku lat. Ostateczna rzeź rozpoczęła się około 1870 r., a w 1880 r. zwierzęta te wyginęły zupełnie. Pozostało tylko niewielkie, złożone z kilkuset sztuk stado bawołów w dzikich, niezamieszkałych okolicach Wielkiego Jeziora Niewolniczego, małe stado w Texas i także w Parku Yellowstone. To byłyby wszystkie bawoły, pozostałe w Ameryce Północnej.

Na szczęście oburzenie publiczne nie tylko ocaliło te wspaniałe zwierzęta od ostatecznej zagłady, lecz spowodowało zadziwiające powiększenie się ich liczby. W 1923 r. liczono już 11.389 bawołów w Ameryce Północnej, a od

tego czasu liczba ich wzrastała stale z taką szybkością, że zaszła konieczność zabicia pewnej ich ilości! Z wyjątkiem leśnych bawołów okolic Jeziora Niewolniczego, wszystkie pozostałe żyją w łagodnej niewoli (tabl. XLIII B). Podobnie jak Indjanie, ich dawni wrogowie, bawoły osadzone są w rezerwatach, znajdujących się w różnych częściach kraju. Tu chronią je przed nieprzyjaciółmi, a w razie potrzeby zaopatrują w żywność. Los dzisiejszych bawołów jest lepszy od losu ich przodków. Przed stu laty często zdarzało się, że duże połacie preryj ulegały zniszczeniu wskutek pożaru lub szarańczy, a wtedy bawoły bądź ginęły z głodu, bądź były zmuszone do odbywania dalekich i wyczerpujących wędrówek w poszukiwaniu świeżych pastwisk. Tego dzisiaj niema. Dla zwiększenia bezpieczeństwa istnieje wiele oddzielnych stad. Gdyby wybuchła jakaś epidemia, może ona dotknąć tylko małą ilość bawołów.

Do pewnego stopnia tylko czysty przypadek zrządził, że ocalał choć jeden bawół, aby położyć podwaliny pod obecnie istniejące stada. Według opowiadania najlepiej znane stado bawołów (w Wainwright w Kanadzie) zawdzięcza swe pochodzenie romansowi pomiędzy Indjaninem, ze szczepu Płaskogłowych z nad rzeki Kolumbja, a dziewczyną indyjską, należącą do szczepu Czarnonogich. Indjanin ten, noszący imię Chodzącego Kojota, przeszedł przez góry Skaliste do kraju Czarnonogich, spotkał tu indyjską dziewczynę, zakochał się w niej i ożenił z nią. Zbyt późno przypomniał sobie, że już przedtem był żonaty! Przypomniał sobie również, że zarówno pogwałcił prawo Płaskogłowych, żeniąc się z dziewczyną obcego szczepu, jako też — prawo misjonarzy, zabraniające posiadania więcej niż jednej żony. Drugiej pani Kojotowej przyszła jednak genialna myśl do głowy. Dlaczego by nie wziąć kilku cieląt bawolich (wtedy bawoły były liczne na północo-zachodzie) i nie zabrać ich ze sobą dla ulagodzenia misjonarzy, którzy widocznie byli tak potężni u Płaskogłowych, że

myśl o nich zamącała swobodę umysłu p. Kojota? Na pewno by się ucieszyli i przebaczyli im. Zabrali się przeto do przetransportowania czterech cieląt po wertepach gór Skalistych i szczęśliwie dostawili je na miejsce. P. Kojota nie spotkało jednak serdeczne powitanie i w nagrodę za przypędzenie dzikich i niespokojnych cieląt przez tyle kilometrów — jego współrodacy obili go w straszny sposób.

Cieleta dostały się w posiadanie Misji Św. Ignacego; wiodło im tam się dobrze i rozmnożyły się. W 1884 r. niejaki Pablo, hodowca z Montany, kupił od misji dziesięć bawołów. Aż do 1906 r. mógł dać pastwisko swemu ciągle zwiększającemu się stadu, lecz w tym roku rząd Stanów Zjednoczonych postanowił otworzyć rezerwat dla osadnictwa i Pablo został zmuszony do szukania innej fermy dla swoich bawołów. Z początku próbował sprzedać je rządowi Stanów Zjednoczonych, lecz gdy spotkała go odmowa, zwrócił się do władz kanadyjskich o przyznanie mu pastwisk. Rząd kanadyjski, zdając sobie sprawę z tego, że nadarza się doskonała okazja zachowania tych zwierząt dla Kanady, wszedł w układy z Pablo i, zanim opinja publiczna w Kanadzie i w Stanach Zjednoczonych zdążyła się zorjentować, nabycie stada Pablo przez Kanadę stało się faktem dokonanym.

Inne stada również zachowały się. Jeden człowiek w szczególności tak interesował się bawołami i skupywał je tak skrzętnie, że nadano mu nazwę Buffalo Jones. Więcej zasłużył on na to miano, niż lepiej znany od niego pułkownik Cody. Tego właśnie nazwano Buffalo Bill z powodu kolosalnych rzezi, jakie sprawiał wśród bezbronnych zwierząt celem dostarczenia mięsa dla robotników, budujących kolej transkontynentalną, gdy natomiast Buffalo Jones przysłużył się walnie do ocalenia tych zwierząt od zupełnego wytępienia.

W tym samym czasie trzydzieści sztuk bawołów w Parku Yellowstone rozmnożyło się, a również zwiększyła się ilość i dzikich, leśnych bawołów na północy Kanady,

przewyższających wielkością i siłą bawoły równin. Bawół leśny zamieszkuje gęsto zalesiony obszar ku zachodowi od rzeki Niewolniczej, stanowiący jego ojczyznę od niepamiętnych czasów, gdzie znajduje schronisko i odpowiedni pokarm w każdej porze roku. Kraj ten obfituje w łąki, bagna, jeziora oraz kilkohektarowe obszary piasków, nadające się doskonale do tarzania się, stanowiącego dla bawołów odpowiednik kąpieli. Lizawki słone też znajdują się tu w obfitości, bawoły bowiem, podobnie jak wiele innych dzikich zwierząt, czują potrzebę soli i zawsze trzymają się wpobliżu okolic o słonej glebie. Leśne bawoły tworzą dwa stada, znane pod nazwami północnego i południowego. Zwierzęta same dzielą swe pastwiska na letnie i zimowe. Aby dostać się do ostrej trawy, stanowiącej ich główne zimowe pożywienie, bawoły odrzucają śnieg pyskami i zjadają zieloną trawę przy korzeniach. Na wiosnę jedzą podobno mech reniferowy, pokazujący się z pod topniejącego śniegu.

Najpomysłniej rozwija się stado, pochodzące od cieląt owego Płaskogłowego Indjanina, Chodzącego Kojota. Rząd kanadyjski, zakupiwszy to stado, osadził je w parku w Wainwright w prowincji Alberta, na linii Kanadyjskiej Narodowej Drogi Żelaznej, o 200 km na wschód od Edmonton i 320 km na zachód od Saskatoon. Park ten obejmuje obszar 515 km², czyli w przybliżeniu 40.000 hektarów. Jest to największy rezerwat zwierzęcy i mieści w sobie największe stado bawołów na świecie. Cały obszar nadaje się znakomicie dla tych zwierząt i są dowody na to, że przebywały one na nim niegdyś, gdy w całej Ameryce Północnej istniały, jak mniemano wówczas, w niewyczerpanej ilości. Około 80% obszaru stanowi otwarta preria o falistej powierzchni, na niej znajduje się pewna ilość jezior, z których największe jest słonawe jezioro Jamieson. Resztę obszaru porastają krzaki i niskopienne laski topolowe. Ziemia naogół nie nadaje się do uprawy, tylko w południowo-wschodnim rogu rezerwatu ogrodzono kilka kilometrów kwadratowych przestrzeni i założono fermę dla zaopatrzenia

stada w paszę na zimę. Zimowe leże, na którym latem nie pozwalają bawołom przebywać, jest odgrodzone od całości rezerwatu. Jesienią wprowadza się w to ogrodzenie krowy z cielętami; tu mają one doskonale pastwisko, wystarczające na kilka miesięcy, poczem, gdy zima jest ostra, dokarmia się je sianem i słomą. We wrześniu 1914 r. przetransportowano do tego parku 748 bawołów. Z tej liczby 631 pochodziło ze stada Pablo. Z pozostałych, osiemdziesiąt siedem otrzymano z Narodowego Parku Gór Skalistych, Banff, Alberta, a trzydzieści przybyło z tak zwanego stada Conrada w Kalispel w Montanie.

Opieka roztoczona nad bawołami w parku zadziwiająco dobrze wpłynęła na powiększenie się stada i pomiędzy 1907 a 1919 r. ilość bawołów wzrosła do zgórá 6.000. Cyfra ta uważana jest za maksymalną w stosunku do wielkości pastwisk i dlatego w ostatnich latach postanowiono odstrzeliwać pewną ilość sztuk. Jednak stado wciąż się powiększało i w końcu 1923 r. dosięgło 9.000 sztuk. Zdecydowano wtedy zmniejszyć wydatnie tę liczbę przez zastosowanie bardziej drastycznych metod odstrzału. Decyzja ta przybrała ciekawy i nieoczekiwany obrót. Wielkie towarzystwo filmowe, nakręcające wówczas film z dziejów Dalekiego Zachodu, ucieszyło się niewymownie z takiego postanowienia. Nadarzała się wyjątkowa sposobność zdobycia niezwyklego filmu, więc rozpoczęto pertraktacje z rządem kanadyjskim. W wyniku tych pertraktacyj po raz może ostatni ujrzano paniczną ucieczkę olbrzymiego stada bawołów przed atakiem indyjskich wojowników, dosiadających rączych koni i uzbrojonych w łuki i strzały. Wszelkie okrucieństwo w postępowaniu było wyłączone. Indjanom wolno było używać tylko tak tępych strzał, aby nie mogły one przebić skóry zwierząt. Dla zwiększenia realizmu filmu trzeba było, aby pewna ilość bawołów była zabita. To uskutecznilo zapomocą strzałów karabinowych, zgodnie z pierwotnie przyjętą metodą usunięcia nadetatowych zwierząt.

Indjanie szczepu Cree, którzy mieli wziąć udział w tem widowisku, pomalowali się farbą wojenną, włożyli orle pióra i z ochotą zabrali się do odegrania swej roli. Nawet stary Grzechotnik, sześćdziesięcioośmioletni weteran, uparł się, aby z młodymi wojownikami wziąć udział w pięćdziesięciokilometrowym rajdzie, jadąc na kocu zamiast siodła. Po drodze do miejsca rozpoczęcia obławy jeden z wodzów indyjskich dał dowód zadziwiającej zręczności we władaniu łukiem, zabijając w pełnym galopie strzałą królika. Według ułożonego planu miano zapędzić bawoły do wąwozu szerokiego na 800 m w każdym końcu i zwężającego się ku środkowi do 100 metrów. W tem najwęższem miejscu ustawiono barykadę z pni drzewnych. Aby nadać jej naturalny wygląd, ukryto ją w drzewkach i tu umieszczono trzy aparaty kinematograficzne. Stado zostało spędzone przez cowboy'ów na kilka dni przedtem, i gdy wszystko było gotowe, zapalono dymne sygnały. Indjanie natychmiast rzucili się na stado i pognali je ku wąwózowi. Wkrótce zoczono ciemną masę 5.000 oszalałych bawołów, pędzących na barykadę, oraz czerwonoskórych, wrzeszczących i wyjących na jej bokach. Ziemia drżała pod ich ciężarem, a chmury pyłu zasłoniły słońce. Gdy stado dobiegło do barykady, rozdzieliło się, aby ją obejść, i tu się okazało, jak doskonale było obrane miejsce do umieszczenia aparatów. Inne aparaty, rozłokowane na zboczach wąwozu, również zdobyły doskonale zdjęcia wypadków, rozgrywających się na bokach stada. Czasem wyjący Indjanie byli narażeni na poważne niebezpieczeństwo. Od czasu do czasu wielkie byki atakowały swoich dręczycieli, a w jednym przypadku koń, uderzony rogami rozwścieczonego byka, zrzucił swego jeźdźca. Indjanin wskoczył na grzbiet byka i trzymał się mocno swego miotającego się wierzchowca, dopóki inny jeździec nie podjechał i nie zabrał go. Indjanie odegrali swoją rolę doskonale, a gdy robiono ostatnie zdjęcia, zauważono, że i stary Grzechotnik sprawiał się znakomicie. Po ukończeniu obławy Indjanie poćwiartowali

i upiekli kilka zabitych bawołów. Gdy siedzieli w kuczki naokoło ognisk, jedząc soczyste kawały mięsa, patrzącym żywo w pamięci stanęły te dawne, wielkie dni, gdy Indjanie i bawoły byli panami preryj.

Ocalenie bawołów od zagłady w Ameryce Północnej miało początkowo podkład czysto sentymentalny, lecz czasem może mieć ważne znaczenie ekonomiczne. Temperament bawołów jest naogół spokojny i poważny, a znoszą one niewolę lepiej, niż większość dzikich zwierząt. Bawół ma dobre mięso, choć jest ono twarde i łykowate. Skrzyżowanie bawoła z krową domową, tak zwany cattalo, przedstawia się obiecująco jako nabytek dla hodowców. Zwierzęta te tuczą się szybko i, podobnie jak bawół, zadowolają się stosunkowo ubogimi pastwiskami. W ciągu zimy wygrzebują one pokarm z pod śniegu i nawet podczas najostrzejszych zim nie wymagają dokarmiania, jak bydło domowe. Widać więc z tego, że szybko powiększające się stada bawołów mogą mieć wysoką wartość ekonomiczną.

O tężyznie narodowego stada w Wainwright może świadczyć fakt, że latem 1924 r. 1.634 sztuki nadetatowych zwierząt zostały przewiezione do rezerwatu bawołów na północy. Wybrano młode sztuki, oddzielono je od stada i umieszczono w oddzielnych corralach. Tam nacechowano je i przeprowadzono do innych corralów, skąd załadowano do wagonów i wysłano w 1.300-kilometrową podróż lądem i wodą do nowego miejsca pobytu. Z Edmonton pociąg szedł linją Alberta i Great Waterways aż do stacji Fort Mc. Murray, gdzie bawoły wylądowano. Tu czekały na nie specjalnie zbudowane płaskodenne łodzie, na które je władowano, spławiono wdół rzeki Clearwater do Atabasca, potem znów wdół tej rzeki, a następnie z biegiem rzek Rocher i Slave do miejsca przeznaczenia. Doświadczenie udało się doskonale i przybysze zadomowili się pod przewodnictwem starego leśnego bawoła. Powtórzono więc eksperyment w latach 1926 i 1927, w których ogółem osiedlono 2951 bawołów w północnym obszarze. Okazało się, że jest to najodpowied-

niejsza metoda zmniejszania ilości bawołów w Wainwright.

Później wynikła konieczność dalszej redukcji ilości bawołów i w 1926—27 roku odstrzelono 2.000 sztuk. Skóry, mięso, łby, oraz inne części sprzedano na rynku. Redukcje takie są przeprowadzane regularnie, a mimo to liczba bawołów w Wainwright wynosi obecnie około 6.000 sztuk. Zdaje się, że zupełnie minęła obawa, aby to charakterystyczne dla Północnej Ameryki zwierzę zaginęło.

Ilość bawołów w rezerwatach Kanady sięga obecnie cyfry jedenastu czy dwunastu tysięcy. Trzeba dodać, że w Wainwright oprócz bawołów znajdują się i inne zwierzęta, jak łosie, jelenie, antylopy i jaki. Jaki są to zwierzęta o długiej sierści, podobne do wołów, pochodzące z bezpłodnych wyżyn Azji Centralnej. Tem, że posiadają garby, przypominają bawoły, a właściwie mówiąc, bizony. Były czynione próby osiedlenia jaków na Alasce. Te różne zwierzęta są przedmiotem doświadczeń w Wainwright i można oczekiwać, że niektóre krzyżowania między nimi dostarczą cennego materiału hodowlanego.

4. Osadnictwo na prerjach kanadyjskich.

Wczesna historia białego osadnictwa na prerjach jest ściśle związana z towarzystwami North West Company i Hudson's Bay Company, sięgającymi swemi rozgałęzieniami przez całe prerje aż po odległe zakątki leżące za niemi. Rolnicze możliwości kraju zwróciły uwagę nawet handlarzy futer i już w początkach dziewiętnastego stulecia Earl of Selkirk próbował osiedlić kilka rodzin szkockich nad rzeką Czerwoną (Red). Lecz dopiero znacznie później osadnicy zaczęli licznie napływać do obszernych przestrzeni, leżących pomiędzy rzeką Czerwoną a górami Skalistemi, i to przeważnie hodowcy i pasterze. Rzecz zupełnie naturalna i nieunikniona, ponieważ uprawa pszenicy wymaga obecności środków komunikacyjnych, a hodowca może doskonale

prosperować o setki kilometrów od najbliższej stacji kolejowej. Liczni początkowi hodowcy pochodzili z angielskich, szkockich i francuskich rodzin. Często byli to ludzie młodzi, których przywiodła tu żądza przygód. Położyli oni trwale podwaliny pod poszanowanie prawa i własnych zobowiązań, co jeszcze dzisiaj korzystnie wyróżnia mieszkańców zachodniej Kanady.

Z wybudowaniem dróg żelaznych cały dotychczasowy ustrój gospodarczy prerjy kanadyjskich uległ gruntownej zmianie. Wielkie obszary, na których pasły się stada bydła i koni, stopniowo przemieniły się w szachownicę działek rolniczych, na których uprawa zbóż była głównym zajęciem. Często nawet rolnik szedł w głąb kraju przed koleją, a rozwój linji kolejowej odbywał się później w celu zaopatrzenia go w niezbędne artykuły i stworzenia możliwości transportowych. To pociągało za sobą wielkie wydatki i konieczność użycia wielkiej ilości rąk roboczych zupełnie niezależnie od robotnika rolnego. Polityka przyznawania bezpłatnych działek ziemi niewątpliwie wpłynęła korzystnie na szybki rozwój ludności rolniczej, powstało wiele ferm produkujących różne artykuły, chociaż w ciągu długiego czasu uprawa pszenicy była, a nawet jeszcze jest i dzisiaj, głównym zajęciem ludności.

Prerje uległy wielkim zmianom. Wielkie fermy hodowlane bydła i koni zniknęły zupełnie, z wyjątkiem niektórych miejscowości, nienadających się do rolnictwa. Nieprzerwana przestrzeń prerjy została pocięta drogami i ogrodzeniami z drutu. Co kilka kilometrów powstawały szkoły dla dzieci osadników; miasta wyrastały wzdłuż linij kolejowych. Samochody, telefony, poczta i radjo odebrały prerji dużo jej pierwotnej grozy, ale też i uroku.

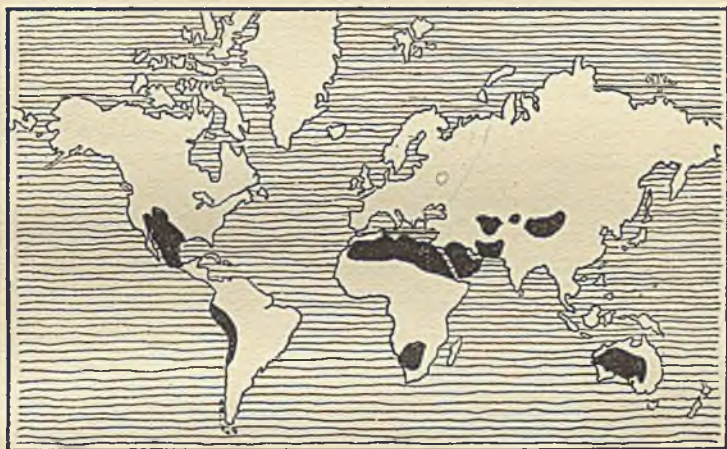
W metodach pracy zaszły podobnie wielkie zmiany, jak i w warunkach. Pierwotny osadnik orał dziewiczą glebę pługiem, zaprzężonym w parę koni lub jarzmo wołów, sam prowadząc pług. Potem zjawily się pługi zaprzężone w cztery i więcej koni, aż wreszcie zaczęto stosować traktory, przy

których pomocy można było zorać w ciągu dnia większą ilość pola, niż pierwotny osadnik mógł to uczynić w ciągu całego tygodnia. Sianie rzutem ustąpiło siewowi maszynami siewnemi, a nawet ręczne wiązanie w snopy zastąpiły żniwiarki i wiązalki, zmniejszając w ten sposób ilość sezonowego robotnika. Podobnie dawne chaty z bierwion drzewnych, a nawet lepianki, można znaleźć obecnie tylko w oddalonych zakątkach, gdyż rozwój budownictwa poczynił wielkie postępy. We wszystkich większych osadach wyrosły wygodne domy, obsadzone klonami i topolami, oraz otoczone warzywnemi i owocowemi ogrodami. Kraj preryj taki, jakim go znali pionierzy ubiegłego stulecia, przeszedł już do historii, a na jego miejscu powstał obszar rolniczy, mogący wyżywić znaczną część ludności świata, doskonale zaopatrzone w środki komunikacyjne i współczesne udogodnienia, i dręczony dzisiaj tylko jedną troską, a mianowicie, jak i gdzie zdobyć rynek zbytu dla płodów swej żyznej gleby.

WIELKIE PUSTYNIE ŚWIATA

1. Sahara.

Wielkie obszary pustynne świata (rys. 36) leżą po obydwóch stronach równika, pomiędzy 10 a 15 stopniem szerokości geograficznej. W tych dwóch pasach, odznaczających się małą ilością opadów, znajdują się na lądzie afry-



Rys. 36. — Pasy pustyń.

kańskim pustynie Sahara i Kalahari; w Azji — pustynie Arabji i Persji; w Ameryce — pustynie południowej Kalifornji, Peru i Chile i wreszcie pustynie australijskie.

Z nich wszystkich najsylniejsza jest niewątpliwie Sahara (tabl. XLIII C), rozpościerająca się w poprzek Afryki od Czerwonego morza do Atlantyku, na przestrzeni 5.000 km przy 1.000 km przeciętnej szerokości. Powierzchnia Sahary na zachód od doliny Nilu obejmuje obszar

przeszło 9.000.000 km², czyli prawie równy całej powierzchni Europy bez półwyspu Skandynawskiego i Islandji. Na całej tej przestrzeni niema zupełnie wód bieżących, a suchość atmosfery sprawia ubóstwo świata roślinnego i zwierzęcego lub nawet ich brak zupełny. Wskutek gorąca i suchości powietrza na Saharze żyją tylko skorpiony, jaszczurki, żmije i mrówki. Temperatura w cieniu waha się od -7° C do $+44^{\circ}$ C, i w większości miejsc pustyni bywają niekiedy mrozy. Wysokość powierzchni Sahary leży w granicach od 30 m poniżej powierzchni morza do 2.440 m powyżej. Na pustyni tej spotykamy wielkie obszary wydmy piaszczystych oraz liczne wyżyny, pokryte kamieniami i żwirem. Nie brak tu również grzbietów górskich oraz dolin, wyglądających tak, jakby niemi płynęły niegdyś wielkie rzeki. Pośrodku, pomiędzy Atlantykiem a doliną Nilu, wznosi się wielka górzysta wyżyna, zwana Ahaggar, zajmująca obszar równy obszarowi Alp. Ze środka tej wyżyny wysterczają dwa szczyty, Watellan i Hikena.

Wydmy piaszczyste, pokrywające około jednej dziesiątej powierzchni Sahary, mają często od 18 do 21 metrów wysokości, miejscami jednak wysokość ich dochodzi 100 metrów. Ziarnka piasku, tworzącego wydmy, odznaczają się niezwykłą regularnością kształtów. Każde oddzielne ziarnko piasku jest żółtawo-czerwonej barwy, pochodzącej od obecności związków żelaza, w masie jednak nabierają one głębokiego złotawego odcienia. Powierzchnia wydmy pod wpływem wiatru zmienia się nieustannie, lecz same wydmy są stałe co do swego położenia, i nawet większe z nich posiadają nazwy własne. Wiatr roznosi piasek po całej pustyni, szczególnie jednak w pobliżu Sahal, wysokiej grupy górskiej. Nawiewa on tu olbrzymie ilości piasku, które płyną nieprzerwanym strumieniem w kierunku z północo-wschodu na południo-zachód. Zczasem cała powierzchnia pustyni ulegnie obniżeniu, aż pod poziom morza, a wtedy morze wtargnie w pustynię i zatopi ją, zmieniając ukształtowanie i klimat północnej Afryki.



Sir Walter Raleigh oglądający kawał asfaltu po odkryciu jeziora Asfaltowego na Trinidadzie.



A. Burzące się źródła nad jeziorem Salton.

Płyn ma konsystencję gęstego błota i stanowi dobry środek zastępczy farby.



B. Morze Martwe widziane z gór pustyni Judei.

Morze Martwe, najgłębsza depresja na ziemi (396 m niżej poziomu morza), leży wóród bezludnej pustyni.



C. Niezwykle posagi na stokach Rano Raraku, na tajemniczej wyspie Wielkanocnej wśród Pacyfiku.

Sahara jest wynikiem dezintegracji, zakrojonej na olbrzymią skalę i spowodowanej prawdopodobnie łączną działalnością wód słodkich i atmosfery. Przypuszczalnie w pewnym okresie czasu na pustyni odbywało się powierzchniowe krążenie wody, powodujące proces dezintegracyjny. Brak wilgoci w powietrzu wywołuje szybkie zmiany w temperaturze dnia i nocy, co ułatwia rozpadanie się skał. Piasek, niesiony wiatrem, jest również potężnym czynnikiem dezintegracyjnym, i w wielu miejscach nierówne powierzchnie skalne wyszlifowuje jak lustro. Trudno określić, kiedy wody powierzchniowe zginęły na Saharze, lecz dawne pomniki świadczą, a Herodot i Plinjusz to potwierdzają, że słoń, nosorożec i krokodyl żyły w pewnym okresie w Afryce północnej. Wielbłąd natomiast jest, zdaje się, stosunkowo niedawnym przybyszem. Fakty te pozwalają przypuszczać, że jeszcze w czasach historycznych następowało rozszerzanie się i powiększanie pustyni.

Sahara żywi około dwóch i pół miliona zamieszkujących ją ludzi, fakt zastanawiający, zważywszy, że jest ona wszak pustkowiec piaszczystym, nienadającym się do osiedlania. Ludność Sahary składa się niemal wyłącznie z Berberów, różnych szczepów murzyńskich oraz Arabów. Berberowie zamieszkują obszary ku zachodowi od środkowej części Sahary oraz na północ od Maroka i Algeru; osiedla murzyńskich szczepów leżą we wschodniej części obszaru środkowego i ku północo-wschodowi od jeziora Czad; Arabowie zaś koczują po pozostałej części Sahary. Jest kilka znanych i ustalonych dróg, prowadzących przez pustynię. Główny z tych szlaków biegnie z Maroka do Kairu; korzystają z niego pielgrzymi z Afryki zachodniej, udający się do Mekki. Inne znane szlaki są następujące: z Kuka do Murzuk i Trypolisu; z Sudanu do Trypolisu; z Timbaktu do Trypolisu; z Timbaktu do Insala, a stąd do Algeru i Tunisu; wreszcie z Timbaktu do Maroka.

Głównym produktem pustyni są daktyle. Wydobywają tu również znaczne ilości soli, pochodzącej ze złóż soli

kamiennej Jufu i jezior Kurfara. Gdzie niegdzie, jak na przykład w Tegazza, te złoża soli kamiennej, białej jak śnieg, pokrywają znaczne przestrzenie. Tu i ówdzie na pustyni znajdujemy niewielkie żyzne kawałki ziemi, gdzie biją źródła i rozwija się roślinność. Woda, wydobywająca się z ziemi, stwarza plamę zieloności na piaszczystym pustkowiu. Te oazy są uszeregowane niemal w prostej linii, i dzięki ich obecności podróże karawanowe przez pustynie są możliwe. Są one pożądanymi miejscami odpoczynku dla podróżujących w pustyni, a, oprócz tego, niektóre z nich są zamieszkane przez dość liczną ludność. Jedna z największych oaz rozciąga się z północy na południe na przestrzeni 288 km. Na tym żyznym, wielkim obszarze znajdują się liczne wioski, których ludność uprawia jęczmień, ryż i pszenicę. W oazach rosną również palmy daktylowe. Daktyle są bardzo pożywnym owocem, i Arabowie, o ile tylko są dostatecznie zaopatrzeni w wodę do picia, mogą żyć samymi daktylami. W oazach rosną również inne drzewa i krzewy owocowe: morele, granaty, pomarańcze i krzew winny; ze zbóż spotykamy tu kukurydzę, pszenicę i jęczmień. Część spadającego deszczu szybko wsiąka w piaszczystą glebę i nagromadza się w pustkach podziemnych na niewielkiej głębokości. Arabowie z pomocą studzien otrzymują z tych podziemnych zbiorników niejednokrotnie duże ilości wody. Zaprowadzenie nawadniania pól znacznie powiększyłoby zbiory, a nic nie stoi na przeszkodzie wybiciu wielu studzien artezyjskich i powiększeniu w ten sposób powierzchni uprawnej. Że tak jest w istocie, świadczy fakt, iż Francuzi pomiędzy 1856 a 1876 r. wybili na pustyni w pobliżu Algeru 156 studzien artezyjskich i otrzymali z nich dostateczną ilość wody do uprawy 200.000 palm daktylowych.

Francja, specjalnie interesująca się Saharą ze względu na sąsiedztwo z jej kolonjami, stara się stworzyć komunikację przez pustynię na południe od Tunisu, aby połączyć się z kolonjami swymi w Senegalu. W tym celu zaprojekto-

wano wybudowanie drogi żelaznej przez Saharę oraz stworzenie wewnętrznego morza przez przekopanie kanału od morza Śródziemnego. Otworzyłoby to dostęp do obszaru, leżącego na południe od Algeru i Tunisu. Gdyby ten projekt został wprowadzony w czyn, owo wewnętrzne morze posiadałoby głębokość około 25 metrów i pokrywałoby powierzchnię przeszło 5.000 km². Budowniczy kanału Sueckiego De Lesseps rozpatrywał ten projekt w 1883 r. i orzekł, że wykonanie projektu trwałoby pięć lat i kosztowało 150.000.000 franków.

2. Pustynie arabskie.

Na wschód od Nilu rozpościera się Wielka Pustynia Arabska, tak podobna pod wieloma względami do Sahary, że niewątpliwie stanowi ona jej przedłużenie. Zarówno zaś Sahara, jak i pustynie arabskie, stanowią części wielkiego pasa pustynnego, ciągnącego się dalej ku wschodowi aż po pustynię Sindu. Wyzynny obszar Arabji Środkowej otacza ze wszystkich stron pierścień pustyń, który trzeba przebyć, aby się dostać do wnętrza kraju. Właśnie obecność tych pustyń była źródłem dawnego zapatrywania, że Arabja Środkowa jest jedynie olbrzymiem, nienadającym się do zamieszkania pustkowiem. Starożytni Grecy i Rzymianie nigdy nie zdołali przebyć tej pustyni, a nawet tylko nieliczni współcześni podróżnicy przecięli ją od krańca do krańca. Na północy i północ-wschodzie, gdzie pustynia dochodzi do Syrii i Hedżasu, stanowi ona kamienisty obszar, urozmaicony przestrzeniami piaszczystymi i rozrzuconemi tu i ówdzie kępami karłowatych krzaków i rzadkiej trawy. Na południu znajdują się obszary Hareeku, wznoszące się do wysokości około 600 m, a za nimi ściele się wielka pustynia Arabska, czyli tak zwana Czerwona Dahna. Piasek pokrywa tu przestrzeń 130.000 km², pozbawioną niemal zupełnie roślinności. Powierzchnia pustyni poorana jest olbrzymiami falami

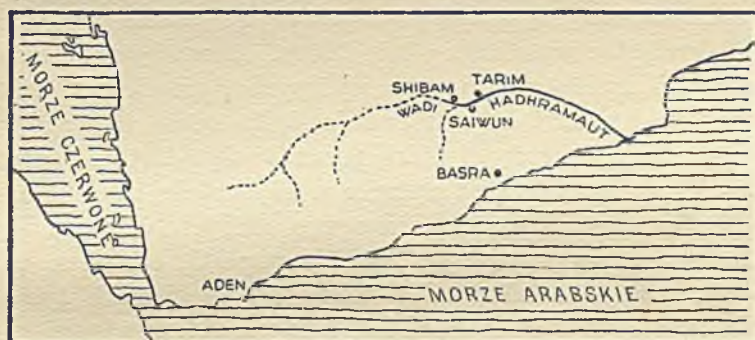
piasku, biegnącymi przeważnie z południa na północ, czyli pod prostym kątem do panujących wiatrów. Prawie aż do ostatnich czasów na mapach w środku tego obszaruznaczono białą plamę o powierzchni około 1.500 km² z pół tuzinem nazw na jej brzegach. Kapitan Bertram Thomas w 1930—31 r. pierwszy zbadał tę pustynię i przebył ją od morza Arabskiego do zatoki Perskiej. Będąc wezyrem sułtana w Muscat, kapitan Thomas w ciągu pięciu lat przygotowywał się do tej wyprawy i odbyciem tej podróży wpisał swe imię w poczet nieustraszonych badaczy „zabronionych krajów“.

Południowa część pustyni sięga na południo-zachodzie, południu i południo-wschodzie aż do Jemenu i Hadramaut, na wschodzie zaś — do Omanu. Ponieważ pustynia leży pod zwrotnikiem, panuje na niej dniem i nocą gorąco nie do zniesienia, tak, że nawet Beduini nigdy nie przebyli tej pustyni w jej najszerszym miejscu.

W tym kraju, w pobliżu południowo-wschodniego jego krańca, w tak odległym zakątku, że zaledwie garść białych ludzi widziała go kiedykolwiek, stoją w miastach „drapacze nieba“, które miały już setki lat za sobą, gdy odkrywano Amerykę, a zbudowane są one z mułu i belek drewnianych (tabl. XLIV i XLV). Co do czasu, kiedy zbudowano te domy, możemy jedynie snuć luźne przypuszczenia, wiemy tylko tyle, że Shibam (tabl. XLIV A), miasto posiadające takie „drapacze“, ma co najmniej 2.500 lat. Miasto to, narówni z kilkoma innymi, leży w długiej a wąskiej uprawnej dolinie, zwanej Wadi Hadramaut, przecinającej bezpłodną skalistą wyżynę (rys. 37). W dolinie tej według podania osiedlił się niejaki Hazarmaveth, prawnuk Noego, i stąd szły towary za czasów starożytnego państwa asyryjskiego.

Na zachodzie, północy i północo-wschodzie leży spieczona pustynia, na południu wznoszą się wysokie grzbiety górskie o tak wąskich przełęczach, że garść obrońców może tamować przejście całej armji. W ostatnich cza-

sach wojskowe samoloty angielskie przelatywały nad tą odciętą od świata doliną i poczyniły zdjęcia aerotopograficzne, którym zawdzięczamy nasze wiadomości o arabskich drapaczach nieba. R. A. Cochrane, dowódca eskadry powietrznej, nie tylko przywiózł do Londynu zdjęcia fotograficzne tych drapaczy nieba, lecz dał dokładny opis doliny, który został opublikowany przez Królewskie Towarzystwo Geograficzne. W swem sprawozdaniu Cochrane w następujący sposób opisuje swój lot:



Rys. 37. — Dolina Hadramaut.

„Zaraz w początku lotu trzeba było szybko wznieść się w górę do wysokości 1.830 m, aby przelecieć ponad łańcuchem gór nadbrzeżnych. Ten łańcuch stanowi przedłużenie wielkiej nadbrzeżnej ściany skalnej, stanowiącej tak charakterystyczną cechę protektoratu Adenu. Rzecz ciekawa, że zbocza skalne są tutaj zwrócone nie ku południowi, lecz ku wschodowi i północo-wschodowi i są przytem bardzo poszarpane. Okoliczność ta okazała się bardzo pomocną później, gdy mi wypadło oznaczać położenie miast we wschodnim Hadramaut, gdyż można było nawiązać do tych zboczy, przelatując nad doliną Hadramaut. Dwadzieścia pięć minut wystarczy, aby drogą powietrzną wznieść się do wysokości przełęczy górskiej, można przeto

współczuć Bentsom,¹ którzy musieli stracić cztery dni na dotarcie do przełęczy. W tem miejscu przechodzi dział wodny i kraj łagodnie pochyla się ku północy: od 1.830 m na szczycie do 730 m w okolicy Shibam.

Wyżyna ma niezwykle wygląd. Bentsowie opisują ją w sposób następujący: „Brak słów do opisanja pustki panującej na tej obszernej wyżynie, zwanej przez Arabów Akaba. Jest ona najzupełniej równa, usiana czarnymi głazami bazaltowemi, co sprawia wrażenie, jakby rozsypał się tu jakiś gigantyczny kosz z węglem. W niektórych miejscach wznoszą się ponad poziom wyżyny płaskie wzgórza lub grzbiety, wysokości około 25 m, stanowiące ostatnie szczątki szybko znikających wyższych wyniosłości“. Tak wygląda ten kraj, gdy obserwuje się go zdołu, lecz zgóry widać, że wzdłuż drogi, którą posuwali się państwo Bents, powierzchnia ziemi jest wyżarta w najbardziej skomplikowane desenie. Wyższe poziomy, o których wspominają Bentsowie, wyglądają jak płaskie pagórki, oddalone od siebie zwykle o kilka kilometrów, czasem jednak tylko o kilka metrów. Wygląda to tak, jakby kraj ten pokropiono jakimś gryzącym płynem, który po przegryzieniu górnej warstwy ochronnej głęboko wżarł się w dolne miękkie warstwy. W wyniku powstał labirynt wąskich kanjonów, czasem głębokich na 300 i więcej metrów, wijących się i krzyżujących wokół ocalałych od zniszczenia filarów. Dalej ku zachodowi zagłębienia stają się płytsze i szersze oraz zjawiają się poletka uprawne.

Sądzę, że gdyby komu chciano zadać wyjątkowo nieprzyjemną śmierć, to najlepiej byłoby wsadzić go w ten labirynt i niechby spróbował stąd się wydostać; niedługo trzebaby było czekać, zanim wpadłby w jakąś przepaść!

Taki krajobraz roztacza się na przestrzeni 135 km, aż wreszcie przybywa się do szczególnie szerokiego kanjonu,

¹ Mowa tu o panu i pani Bents, podróżnikach angielskich, którzy zwiedzili tę dolinę w 1894 r. i dali doskonały jej opis w swej książce „Southern Arabia“.

tak jednak głębokiego, że dopiero gdy się jest nad samym jego brzegiem, widać na dnie zarośla palm daktylowych oraz wioski, tulące się do podnóży skał. Jest to Wadi¹ Du-an, najżyźniejsze odgałęzienie doliny Hadramaut.

Główny trakt z Mukalla, którego trzymaliśmy się, znika w tej rozpadlinie i zjawia się znów na drugim jej brzegu. Litości godzien jest wędrowiec, który nagle uświadomił sobie, że wypada mu zejść o 300 m wdół do dna rozpadliny, przebyć ją i znów wydrapać się na górę. Wioski w Wadi zbudowane są z suszonych na słońcu cegieł, zupełnie tej samej barwy, co i otaczające skały. Gdyby nie cienie, rzucane przez okna i naroża ścian, możnaby z łatwością minąć nawet dużą wieś, nie zauważywszy jej“.

Ku północy od tego miejsca Wadi stopniowo się rozszerza, aż wreszcie zaczynają się rozpościerać obszary nawianych piasków, wśród których widać ruiny starożytnych miast. W czasach biblijnych ten obszar był prawdopodobnie ośrodkiem handlu kadzidłem i mirrą. Jeszcze i teraz, patrząc zgóry, dają się zauważyć ślady dawnego ożywienia. Wreszcie Wadi doprowadza do samej doliny Hadramaut, posiadającej w tym miejscu około 10 km szerokości. Od strony zachodniej tej doliny rozpościera się pustynia piaszczysta bez śladu jakiegokolwiek kultury, od wschodu jednak ścielą się pola zbóż i gaje palm daktylowych z rozrzuconymi tu i ówdzie wioskami. Lecąc ponad linią wiosek i pól uprawnych, przybywa się do Shibamu, stojącego na niewielkiem wzniesieniu i otoczonego murem. O mieście tem Cochrane pisze:

„Pierwszy rzut oka zdaleka wywołuje zdziwienie, po baczniejszym przyjrzeniu się przychodzimy do wniosku, że podobnie jak gdzie indziej wysoka cena placów, tak tutaj potrzeba bezpieczeństwa zmusza do dźwigania domów wzwyż. Podziwiać należy odwagę budowania siedmiopiętro-

¹ Nazwę Wadi Arabowie nadają korytom zupełnie lub prawie zupełnie wyschłych rzek.

wych domów głównie z mułu. Dla dania pojęcia o zamożności tych miast Bentsowie nadmienią w swej książce, że ojciec sułtana Shibamu pozostawił do podziału pomiędzy liczną rodzinę 11.000.000 rupij. Pałac obecnego sułtana jest pięknym budynkiem, stojącym wśród rozległych ogrodów daktylowych“.

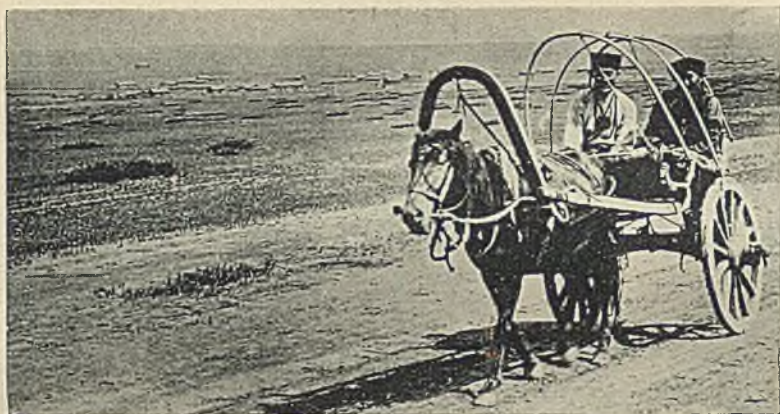
Podczas lotu wykonano zdjęcia i innych miast „drapaczy nieba“. Jedno z tych miast, Saiwun, jest otoczone murem, poza którym znajdują się liczne „przedmieścia“ (tabl. XLV A). Rezydencje bogaczy, otoczone gajami palm daktylowych, są rozrzucone na dużej przestrzeni po równinie. Dużem i widocznie zamożnym miastem jest Tarim, otoczone murem, wzmocnionym wieżami strażniczymi (tabl. XLV B). Mur ten był konieczny, gdyż cała dolina Hadramaut stanowiła widownię krwawych walk w ciągu całych stuleci. Cochrane wspomina o osobliwym zjawisku w tem arabskim mieście drapaczy nieba:

„Przed temi wielkimi domami często można zauważyć samochody, co wydaje się niezrozumiałe w kraju, w którym nigdy nie postąpiła noga Europejczyka. W ostatnich latach zapotrzebowanie na samochody wzrosło, i mówiono nam w Makalla (nadbrzeżnem mieście), że obecnie pięćdziesiąt czy sześćdziesiąt maszyn znajduje się w Hadramaucie. Rozbierają je na części w Makalla, przewożą na wielbłądach przez góry i po przybyciu na miejsce składają zpowrotem. Teren jest wprawdzie miękki, lecz, zdaje się, niema żadnych większych trudności do jazdy samochodowej w całym zamieszkałym Hadramaucie“.

Kończąc opis swego lotu, dodaje:

„Trudno mi ująć w całość me wrażenia z Hadramautu, gdyż oparte są one jedynie na kilku krótkotrwałych lotach ponad tym krajem i na późniejszym przestudjowaniu otrzymanych zdjęć. Niewątpliwie Hadramaut posiada swoisty urok; już samo to, że kraju tego nie oglądał dotąd żaden Europejczyk, świadczy o jego odosobnieniu. Pomimo to jest to kraj doskonale zorganizowany, sądząc

TABLICA XLIII



A. Typowy widok stepów we wschodniej Syberji.



B. Bawoły na rodzinnych prerjach w Parku Narodowym Bawołów w Ameryce Północnej.



C. Wydmy piaszczyste na pustyni Sahara.

TABLICA XLIV



A. Shibam.



B. Ukda.

Obydwa miasta znajdują się w dolinie Hadramaut w Arabji. Ich wielowiekowe „drapacze nieba” mają zadziwiająco współczesny wygląd.

według arabskiej miary. Sam fakt istnienia takiej doliny, zarzuconej wśród pustkowia, rodzi wiele pytań. Skąd tam, na przykład, bierze się woda? Czy skąpa ilość opadów na zboczach gór nadbrzeżnych wystarcza do zaspokojenia potrzeb ludności, czy też są oprócz tego inne źródła?

A dalej kształt Wadi. Chyba niewiele jest na świecie koryt rzecznych, któreby miały sześć kilometrów szerokości w pobliżu źródeł i stopniowo zwężały się do rozmiarów strumyków w pobliżu ujścia do morza? Patrząc zgóry, wydaje się, że te Wadi kiedyś płynęły w odwrotnym kierunku; może współczesna nauka znajdzie zadowalającą odpowiedź na to pytanie.

Nie ulega wątpliwości, że obecnie kraj ten stoi na wyższym poziomie cywilizacji, niż stał wtedy, gdy Bentsowie odbywali swą podróż w 1894 r. Chociaż jednak rozpowszechniły się w nim samochody, a miasta jego już obejrzano zgóry, dużo lat jeszcze upłynie, nim Hadramaut utraci swe odosobnienie i swoisty czar z niem związany“.

Wprawdzie niewielu Europejczyków widziało dotychczas Hadramaut, lecz wszyscy, którzy tam się dostali, byli dobrymi obserwatorami. W. H. Lee Warner w artykule, opublikowanym w *Geographical Journal*, zestawia wszystko to, co dotąd wiemy o mieszkańcach tego kraju. Zwraca on uwagę na to, że cywilizacja doliny datuje się już od czasów przedhistorycznych. Kadzidło i mirra tutejszego wyrobu już przed dwoma tysiącami lat szły do brzegów morza Śródziemnego, podobnie jak i miód z kwiatów palm daktylowych. Królowa Balkhis, która odwiedzała Salomona, pochodziła z okolic Hadramautu. W dolinie tej znajdowano monety, ozdoby i broń starożytnych Asyryjczyków i Greków, co świadczy o istnieniu stosunków handlowych pomiędzy tym odległym krajem a ośrodkami cywilizacji śródziemnomorskiej już na długo przed naszą erą. P. Lee Warner sądzi, że wprowadzenie religii muzułmańskiej miało mały wpływ na charakter ludności Hadramautu. Do 1929 r. tylko trzech Europejczyków przeniknęło do tej

doliny, a mianowicie: pan i pani Bent oraz podróżnik Leo Hirsch, który był tu na rok przed Bentsami.

Przy nawadnianiu „bezplodny“ Hadramaut daje dobre zbiory ryżu, prosa, pszenicy i daktyli. Deszcze padają nader rzadko i gdy np. Lee Warner był w Wadi Du'an, nie było ani kropli deszczu w przeciągu poprzedzających szesnastu miesięcy. Dla możliwie dobrego wyzyskania małych ilości deszczu, kopią tu wielkie systemy rowów, a w innych miejscach posiłkują się głębokimi studniami. Wodę wyciągają na powierzchnię wiadrami skórczanemi i ręcznie polewają nią zboża.

3. Dźwięczące piaski.

W pustyni Arabskiej napotykamy dobre przykłady „dźwięczących piasków“, sprawiających dziwne wrażenie i będących przyczyną powstania wielu zabobonów. Od tysiąca lat zgórą mówią o nich opowieści podróżników. Stosunkowo jednak niewielu białych ludzi słyszało te dźwięki, które wreszcie stały się przedmiotem wyczerpujących studjów, mających na celu wyjaśnienie tego zjawiska.

Dźwięki wydawane przez wydmy piaszczyste przerywają ciszę pustyni w pewnych odstępach czasu i często słyhać je na duże odległości. Muzyka piasków zmienia się, przechodząc od wysokich tonów harfy do warkotu dalekich bębnów. Według jednego podróżnika po Arabji dźwięk przypomina zamierający odgłos wielkiego dzwonu, według innego jest to dźwięk głośny i przeraźliwy, jakgdyby ktoś przeciągał zwilżonym palcem po brzegu szklanki.

Na półwyspie Synaj, na wschodnim brzegu morza Czerwonego, znajduje się słynny Dżebel Nakus, czyli Wzgórze Dzwonu. Ten wzgórek wydaje drgające dźwięki, porównywane z brzęczeniem wirującego bąka. Doktorowi Seetzenowi w 1810 r. dźwięk ten wydał się tak potężnym, że miał on wrażenie, iż ziemia drży pod jego stopami. Inny znów podróżnik mówi, że dźwięki te w chwili ich powstawania podobne były do: „cichych tonów harfy colskiej, zaczy-

nającej drgać pod wpływem wiatru. W czasie szybszego przesypywania się piasku dźwięk ten przypominał raczej odgłos powstający przy pociąganiu zwilżonym palcem po szkle. Gdy przesypujący się piasek doszedł wreszcie do podstawy wzgórka, drgające fale powietrzne sprawiały wrażenie odgłosu dalekich grzmotów, skała, na której siedzieliśmy, drżała, a nasze wielbłądy, niebędące płochliwymi zwierzętami, tak się wystraszyły, że przewodnicy z trudem mogli je powstrzymać¹.

W 1869 r. profesor E. H. Palmer odwiedził Dżebel Nakus i znalazł, że:

„Wzgórek składa się z białego, kruchego piaskowca. Na jego zachodnio-południowo-zachodnim zboczu znajduje się usypisko drobnego piasku, wysokości około 115 m, wypełniające spory wąwóz. Usypisko to ma u podstawy 75 m i stopniowo zwęża się ku górze, gdzie wąwóz rozgałęzia się na trzy czy cztery części. Powierzchnia piasku jest pochylona pod tak dużym kątem (około 30°) do poziomu, a sam piasek jest tak suchy i drobny, że bardzo łatwo można wprowadzić go w ruch w jakimkolwiek bądź miejscu; wystarcza nawet do tego usunąć nieco piasku u podstawy usypiska. Wtedy piasek zaczyna zsuwać się wolno i powstaje przytem dźwięk; z początku cichy, drżący jęk, przechodzący powoli w ryk grzmotu, który stopniowo ucicha, gdy piasek przestaje przesypywać się.

Według mnie, dźwięk ten jest podobny do szelestu sprawianego przez powietrze, wchodzące do otworu wielkiego metalowego naczynia. Na małą skalę udało mi się ten dźwięk naśladować, zwracając otwór mej manierki pod pewnym kątem do wiatru. Przekonaliśmy się, że powierzchnia nagrzana łatwiej wydaje dźwięk, niż leżące pod nią chłodne warstwy piasku, oraz że te części usypiska, które dawno nie były wyprowadzane ze stanu spoczynku, wydawały głośniejsze i bardziej długotrwałe dźwięki. Jest to

¹ Wellsted, Travels in Arabia, tom II, str. 23.

więc zjawisko czysto lokalne i powierzchniowe, powstające przez współdziałanie ciepła i tarcia. Można wywołać dźwięk, zgarniając piasek ręką, wywołuje to jednocześnie pewne uczucie drętwienia w ręce, zdające się wskazywać na to, że mamy tu do czynienia również z pewnymi wyładowaniami elektrycznymi. Gdy wprowadza się w ruch większe ilości piasku i dźwięki są głośnie, czuć silniejsze wstrząśnienia, i żdźbła słomy, wetknięte w piasek, silnie drżą, choć niema zupełnie wiatru.“

Arabowie twierdzą, że dźwięki słyhać tylko w piątki i niedziele, i opowiadają następującą legendę:

Pewien Arab, którego szczep obozował w zaroślach palmowych Abu Suweirah, przechadzał się samotnie po wybrzeżu morskiem. Gdy przyszedł do pewnego miejsca, które dotychczas uważał za zupełnie niezaludnione, zdziwiła go obecność na zboczu góry małego klasztoru i ładnego ogrodu. Zakonnicy przyjęli go uprzejmie i prosili go, aby podzielił z nimi ich posiłek, na co chętnie się zgodził, będąc strudzonym i głodnym. Gdy zamierzał odejść, na żądanie gospodarzy złożył uroczystą przysięgę, że nikomu nie zdradzi ich miejsca pobytu, ani nie wspomni o swoim z nimi spotkaniu. Dwaj mnisi odprowadzili go kawałek drogi, powtarzając zlecenie zachowania tajemnicy, poczem wrócili zpowrotem. Arab jednak, pod wpływem ciekawości czy innych motywów, w drodze powrotnej upuszczał pestki daktyli, które spożywał, aby w ten sposób móc znaleźć drogę powrotną do klasztoru. Po powrocie do namiotów swego szczepu natychmiast opowiedział swoją przygodę, nie bacząc ani na przysięgę, ani na święte prawa gościnności. Towarzysze nie chcieli mu wierzyć, a wtedy ofiarował się zaprowadzić ich do tego miejsca. Gdy jednak próbował to uczynić, przekonał się, że wszystkie pestki zniknęły. Udało mu się, co prawda, znaleźć górę, ale klasztor, ogrody i mnisi zniknęli bez śladu, i pozostał po nich tylko dźwięk dzwonu, rozlegający się pomiędzy górami i nawołujący do wieczornych modłów. Arab, który w ten sposób złamał święte

prawa gościnności, stracił szacunek u swoich, spotykały go nieszczęścia po nieszczęściach, aż wreszcie nędznie zginął, jako wyrzutek ludzkości.¹

Dźwięczące piaski spotykają się również i gdzie indziej w Arabji oraz w wielu innych miejscach świata, i oddawna są znane podróżnikom. Marco Polo, opisując swą podróż przez wielką pustynię Gobi, mówi: „Czasem usłyszycie dźwięki instrumentów muzycznych, a jeszcze częściej dźwięki bębnów“. Prawdopodobnie słowa jego tyczą się słynnego dźwięczącego wzgórza w pobliżu Jaskiń Tysiąca Buddów w Tunyangu, o którym wspominają dawni pisarze chińscy, twierdząc, że wydaje ono tak głośny odgłos, jak grzmot.

W Kalah-i-Kah, w Afganistanie, znajduje się dźwięczące wzgórze, znane oddawna geografom arabskim. Mukadessi, pisarz z końca dziesiątego wieku, mówi o tem zjawisku, że „jest to mruczący odgłos, który strach słyszeć“. W późniejszych czasach porównywano ten dźwięk z warczeniem bębnów.

Na drodze pomiędzy Medyną a Mekką znajduje się Dżebel-ut-Tabul, czyli Wzgórze Bębnów, które często nocami wydaje dźwięki, przypominające warkot bębnów.

W. J. H. King, podróżując w 1909 r. na zachód od doliny Nilu, słyszał dźwięczące piaski w pustyni Libijskiej.

„Można było wyraźnie odróżnić dwa rodzaje dźwięków: jeden przypominał nieco szelest wiatru w drutach telegraficznych, drugi zaś był głębokim, drgającym dźwiękiem, który bardzo podobny był do końcowych akordów Big Bena.² Był to dźwięk wyraźnie muzyczny, a nie zwykły hałas“.³

Dźwięczące piaski znajdują się też i w zachodniej Saharze, pomiędzy Timbaktu i Marokiem.

¹ Palmer, *The Desert of the Exodus*. Część I, str. 217.

² Wielki dzwon katedry Westminsterskiej w Londynie (przyp. tłum.).

³ *Geographical Journal* vol. XXXIX, str. 133.

„W tem odludziu słyszy się niespodzianie przeciągły głuchy ton, podobny do dźwięku trąby, wychodzący z wnętrza wydmy piaszczystej. Trwa on kilka sekund, potem ucicha, aby po krótkiej chwili znów zabrzmieć z innego miejsca. Czyni to niesamowite wrażenie w tej martwej ciszy niezamieszkałego pustkowia...“¹

W południowej Afryce dźwięczące piaski znajdują się na zachód od góry Langberg w zachodnim Griqualand.

W Chile jest Góra Grzmiąca, „stanowiąca przedmiot zaciekawienia dla podróżnika, dla Indjan zaś raczej przedmiot obawy. Dźwięki zwykle dają się słyszeć o wschodzie słońca. Wzgórek znajduje się na pustynnej równinie. W ciągu dnia okolica wystawiona jest na silne działanie słońca, w nocy zaś temperatura znacznie spada. Pochodzi to stąd, że gorący wiatr południowy ochładza się na wschodzie w Andach i wieje w ciągu nocy ku morzu. O wschodzie słońca powietrze rozgrzewa się i rozszerza, powstają szybkie prądy powietrzne, które uderzają o zbocza gór i wprowadzają piasek w ruch, co prawdopodobnie jest przyczyną tych grzmiących dźwięków“.²

W hrabstwie Churchill, w Newadzie U. S. A., znajduje się wydma piaszczysta długości 6 km, wydająca dźwięki porównywane z szumem drutów telegraficznych. Dźwięczące wydmy w południowej Kalifornji dały pochoop do powstania legendy meksykańskiej o pogrzebanym pod piaskami lotnemi klasztorze, którego dzwony, bijące na Anioł Pański, słyszą krajowcy.

Na Kanai, jednej z wysp hawajskich, znajdują się osobiwe, szczekające piaski, odkryte w 1850 r.

„Stanowi je szereg nawianych wzgórków piaszczystych, długości około kilometra, ciągnących się wzdłuż brzegu w Nahili. Wysokość tego wału wynosi blisko 18 m, i pod wpływem wiatru posuwa się on nieustannie ku lądowi.

¹ Timbuktu: Reise durch Marokko, die Sahara und den Sudan, tom II, str. 53.

² Journal of the Royal Geographical Society, tom XXI, str. 104.

Ściana przednia jest bardzo stroma. Biały piasek, składający się z ułamków koralu i muszel oraz cząstek lawy, posiada w stanie suchym ciekawą własność wydawania dźwięku, gdy potrzeć jedną przygarścią tego piasku o drugą. Osobom o bujnej wyobraźni ten dźwięk przypomina szczekanie psa. Gdy koń galopuje wdół po zboczu wzgórza, powstaje dziwny dźwięk, podobny do podziemnego grzmotu. Siła dźwięku zależy od stopnia rozgrzania piasku, jego suchości i wielkości tarcia. Waha się ona od słabego szelestu do głębokiego grzmotu. Dotychczasowe usiłowania wyjaśnienia tego rzadkiego i ciekawego zjawiska pozostawiają jeszcze wiele do życzenia. Niewątpliwie jednak suchość piasku ma znaczenie zasadnicze, gdyż gdy piasek jest wilgotny, zjawiska tego nie ma. Nie bez znaczenia jest również fakt, że „szczekające piaski“ spotyka się tylko w kilku najsuchszych miejscach, chociaż takie same piaski, powstałe ze zniszczenia raf koralowych, spotyka się na dużej rozciągłości wybrzeża Kanai¹.

Główną przyczyną wszystkich tych niezwykłych zjawisk jest ruch ziarn piasku, spowodowany wiatrem lub innymi czynnikami. Markiz Curzon, który poświęcił wiele czasu studjom nad „dźwięczącymi piaskami“, pisze:

„Gdy powierzchnia zostanie zaburzona, piasek ześlizguje się girlandami. Muzyka wzmaga się w miarę rozprzestrzeniania się fal piasku i w miarę tego, jak ziarna zaczynają ocierać się i uderzać o siebie. Ruch ziarn piasku wytwarza równe fale dźwiękowe o ilości drgań przekraczającej czterdzieści na sekundę. Może wydawać się dziwne, że słaby szelest, wywołany zderzeniem się ziarn piasku, może urosnąć do dźwięku trąby lub odgłosu grzmotu, lecz należy pamiętać o tem, że podobnie, jak to się zdarza w lawinach, drobne przyczyny mogą wywołać kolosalne skutki“².

Przyczyną, dlaczego nie wszystkie piaski „dźwięczą“,

¹ W. A. Bryan, *Natural History of Hawaii*, str. 108.

² Curzon, *Tales of Travel*, str. 323.

jest zapewne to, że zwykle piaski nie posiadają jakiejś określonej własności. Doświadczenia wykazały, że tylko te piaski „wydają dźwięk“, których ziarna posiadają pewną określoną wielkość i kształt.

4. Pustynia Gobi.

Poza Arabją pas pustyni ciągnie się nieprzerwanie przez Afganistan i Beludżystan do Chin i Syberji. Pomiedzy Syberją a Chinami znajduje się wielka pustynia Gobi, zwana również Szamo, czyli Piaszczystą Pustynią i Han-hai (Suche morze). Rozpościera się ona na przestrzeni 3.000 km (tabl. XLVI). Wielkością ustępuje tylko Saharze, lecz w przeciwieństwie do Sahary jest bardzo zimna, będąc odsloniętą dla wiatrów polarnych. To piaszczyste pustkowię jest dnem przedhistorycznego morza wielkości równej w przybliżeniu morzu Śródziemnemu. Ciągnie się ono od Pamiru do Wielkiego Chinganu na granicy Mandżurji, oraz od gór Altajskich, Sajańskich i Jabłonowych na północy do najdalej na północ wysuniętych łańcuchów gór Kuen-Lun na południu. Duża część Mongolji znajduje się w obrębie tej pustyni. Powierzchnia jej wznosi się od 900 do 1.500 m ponad poziom morza i na całej prawie przestrzeni jest piaszczysta lub kamienista, bez roślinności i wody. Piaski znajdują się w ciągłym ruchu i zasypały już duże przestrzenie uprawnego kraju, jak o tem świadczą odkrycia pogrzebanych przez nie miast i wsi. Liczne szlaki karawanowe, niektóre z nich znajdujące się od tysięcy lat w użyciu, przecinają tę pustynię.

Słynny odkrywca Marco Polo był pierwszym Europejczykiem, który dał dokładny opis pustyni Gobi. Mówi on, jak po opuszczeniu Charchanu (obecnego Charchenu według Yule'a):

„Jedzie się około pięciu dni po piaskach, nie znajdując innej wody prócz złej i gorzkiej; potem przybywa się do miasta Lop, leżącego na skraju pustyni... Długość pustyni

jest tak wielka, że trzebaby roku lub więcej, żeby przejechać ją od końca do końca. Cała pustynia składa się z wzgórków i dolin piaszczystych“.

W dalszym ciągu Marco Polo opowiada o duchach nawiedzających pustynię i wymawiających imiona ludzi; o dziwnych dźwiękach, przypominających gwar i tętent wielkich kawalkad; o dźwięku bębnów i wielu innych instrumentów. Zdaje się, że Polo jechał z Khotonu do Lopu, później dalej na wschód ku południowemu brzegowi pustyni, a wreszcie w ciągu czterdziestu dni przebywał pustynię ku północy, do Karakorum.

Opisywano tę pustynię i później, lecz dopiero od zeszłego wieku posiadamy o niej dokładniejsze dane, szczególnie zaś o jej części wschodniej. Podróżnik Sven Hedin tak opisuje ryzykowną podróż przez pustynię w swej książce: „My life as an explorer“:

„Krajobraz był podobnie martwy jak powierzchni księżyca. Ani liścia gonionego wiatrem, ani tropu zwierzęcia. Nigdy tu nie było istot ludzkich. Szedłem na przedzie. Teren stawał się coraz trudniejszy. Piaski zwiększały się, a zagłębienia bayir stawały się coraz mniejsze. Z jednego z nich wydrapałem się na wzniesienie, które wydawało mi się nie mieć końca. Wreszcie dotarłem do wierzchołka i z jego szczytu zobaczyłem głęboko w dole, pomiędzy wysokimi wydrami, następny bayir, to już szesnasty, wyglądający jak czarna, ziejąca, piekielna dziura, otoczona białym wieńcem soli. Zsunąłem się po sypkim piasku i u dołu oczekiwałem na karawanę. Ludzie byli przygnębieni. Sądzili oni, że nasze trudności zwiększą się jeszcze dalej w pustyni. Rozbiliśmy obóz. Żaden anioł nie odwiedził nas w ten wieczór wigilijny. Posiadaliśmy zapas wody, wystarczający na piętnaście dni i drzewa na jedenaste. Dla oszczędności jednak zawinęliśmy się w nasze futra i zasnęli. Nazajutrz rano, w pierwszy dzień Bożego Narodzenia, obudziła nas wielka burza. Ze szczytów wszystkich wydram unosił się piasek nakształt żółtych pióropuszy.

Szara pomroka otaczała nas i nic nie było widać. Wszystko naokół było nasycone lotnym piaskiem. Po podróży, trwającej dwadzieścia dni, przybyliśmy szczęśliwie do celu, tracąc tylko jednego wielbłąda“.

Sven Hedin napotkał w pustyni Gobi ruiny domów z przed 1.500 lat:

„Przyrzekłem znaczną nagrodę temu, kto znajdzie jakiegokolwiek pismo ludzkie. Lecz znaleźli jedynie strzępy kołder, kawałki czerwonego sukna, ciemne włosy ludzkie, podeszwy butów, części szkieletów zwierząt domowych, kawałki powrozów, kolczyk, monety chińskie, skorupy naczyń glinianych i różne inne śmiecie. Prawie wszystkie domy były zbudowane z drzewa, ze ścianami z łożyny, pokrytej gliną. W trzech miejscach znalazłem stojące na miejscu odrzwia. Jedne drzwi były otwarte naosiecz, tak, jak je zostawił przed przeszło półtora tysiącem lat ostatni mieszkaniec tego miasta. Natrafiliśmy tam na ruiny świątyni buddyjskiej, która w swoim czasie musiała przedstawiać malowniczy widok. Początkowo miasto stało nad brzegiem dawnego jeziora Lop-nor, które później przesunęło się ku południowi wskutek zmiany biegu rzeki Kuruk-darja. Niewątpliwie świątynia wznosiła się wśród parku, a szerokie rozlewisko wód ciągnęło się ku południowi. Wszędzie naokół wówczas były domy, wieże, mury, ogrody, drogi, karawany oraz tłumy przechodniów. Obecnie jest to przybytek milczenia i śmierci. Łupem naszych poszukiwań ziemnych stała się oprawa stojącego posągu Buddy, wysokości przeszło metra, poziomy fryz z siedzącymi Buddami, pionowe drewniane słupy z artystycznie wyrzeźbionymi stojącymi Buddami, lotosy i inne ornamenty kwiatów oraz doskonale zachowane, rzeźbione w drzewie ułamki parapetu“.

5. Podbój Doliny Śmierci.

W Północnej Ameryce znajduje się kilka pustyni. Jedną z najlepiej znanych jest pustynia Utah — znaczny obszar zeschłej gliny, często pokrytej wykwitami soli, i pozbawiony

rzek i źródeł. Podczas kalifornijskiej gorączki złota zginęły tu z pragnienia tysiące poszukiwaczy tego metalu. Z pustyni Ameryki Południowej największą jest Atacama, leżąca pomiędzy Andami a Pacyfikiem. Wydobywają tu sól kuchenną, saletrę oraz guano. W słonej pustyni Tamarugal, leżącej również pomiędzy Andami a Pacyfikiem, sól jest tak pospolita, że z bloków soli budują baraki dla robotników, zajętych wydobywaniem saletry, której otrzymują tu miliony tonn.

Warunki pustynne nie stanowią przeszkody dla przedsiębiorstw handlowych i, chociażby wody było mało, lub nawet wcale jej nie było, zawsze znajdują się chętni do pracy i zniosą wszystko dla kawałka chleba.

Jaką odwagę i pomysłowość pod tym względem wykazują ludzie, wymownie świadczy podbój Doliny Śmierci, pustynnego zapadliska w Kalifornji, które zostało tak nazwane na pamiątkę śmierci partji emigrantów w 1849 r. Dolina Śmierci, leżąca około 100 m poniżej poziomu morza, ma w przybliżeniu 240 km długości i od 15 do 56 km szerokości. Jest ona jednocześnie pustynią i bagnem, obszarem, gdzie dna jezior leżą na szczytach gór, gdzie panują tak straszne burze piaskowe, że nikt nie może długo się im oprzeć. Droga do wzgórz, zamykających tę dolinę, prowadzi przez najzupełniej opustoszały obszar, sama zaś dolina jest jednym z najbardziej zdradzieckich i niegościnnych miejsc na ziemi. Utrzymują, że jest to najgorętsze miejsce na powierzchni ziemi, i w istocie panuje tu temperatura, jak w rozpalonym piecu, sięgająca aż 71° C. Latem temperatura 60° C należy do zjawisk zwykłych, a nawet o północy termometr wskazuje 49° C. W sierpniu skały są tak rozgrzane, że przy dotknięciu parzą rękę, jak żarzące się węgle.

Z tego pustynnego obszaru wydobywają dzisiaj zapomocą najnowszych metod naukowych boraks, pomimo trudności transportowych i kwaterunkowych. Zagadnienie transportu wydobytej kopaliny poprzez rozpalone alkaiczne równiny rozwiązano przez wybudowanie kolei, trud-

ność zaś ulokowania robotników — przez wzniesienie olbrzymiego budynku mieszkalnego, niemającego, zapewne, sobie równego.

Złoża boraksu znajdowano w pustyniach Kalifornji i Newady już w 1865 r., lecz dopiero w 1880 r. odkryto tę kopalinę w Dolinie Śmierci. W dolinie zwanej Ash Meadows, leżącej ku wschodowi od Doliny Śmierci, mieszkał niejaki Aaron Winters wraz z swą żoną Rosie. Zamieszkiwali oni jednoizbową chatę, stojącą w oddaleniu 300 km od najbliższej osady. Winters należał do tego rodzaju ludzi, którzy starają się uciec jak najdalej od osiedli ludzkich. Chatę jego odwiedzali tylko zbłąkani Indianie szczepu Piute lub zrzadka trafiający tu poszukiwacze kruszców. Właśnie jeden z takich wspomniał przypadkiem Wintersowi o boraksie. Powiedział mu, że boraks zawsze łatwo rozpoznać po błękitnej barwie płomienia, który wydaje, gdy go się zmiesza z pewnymi odczynnikami i zapali. Winters, który widział jakieś białe wykwitły w sąsiedniej dolinie, postanowił zbadać je na zawartość boraksu. Zabrał ze sobą żonę i odbył 650 km podróży, aby zapatrzeć się w odczynniki, o których mówił mu ów poszukiwacz. Po powrocie oboje Wintersowie udali się do Doliny Śmierci, zebrali tam nieco białego wykwitły z powierzchni, polali go chemikaljami i przytknęli zapałkę. W chwilę później okolicznych kojotów przeraził okrzyk Wintersa: „Pali się niebiesko, na Boga, pali się niebiesko!“ W niecały miesiąc później Winters otrzymał 5.000 dolarów za swe badanie, a wkrótce potem założono w dolinie kopalnię boraksu.

Więść o tem, że w Dolinie Śmierci eksploatują z powodzeniem boraks, rozbiegła się szybko. Poszukiwacze pośpieszyli zewsząd i od tego czasu wielu ludzi wywiozło wielkie majątki z tego niegościnnego kraju, gdzie śmierć ciągle zagląda ludziom w oczy. Dzisiaj zбочa doliny usiane są szybami i chatami górników oraz młynami do mielenia boraksu. Głównymi kopalniami są: Amargosa Borax Deposit i Mone Blance Mine. Podobno te dwie kopalnie

mogą zaopatrzyć cały świat w boraks na niedający się obliczyć okres czasu.

Jak widać z powyższego opisu Doliny Śmierci, żywot górników w niej nie należy do łatwych. Nieco wody znajdowało się koło Furnace Creek i tu powstała mała oaza, lecz pozatem cała okolica była białą zmorą. Proszę sobie wyobrazić miejsce, gdzie, aby uniknąć strasznej gorąca, ludzie sypiają w wodzie bieżącej z głowami wspartymi na kamieniach! Tylko nieliczni mogli w tych warunkach wytrzymać dłużej niż miesiąc lub dwa. Jedni zmarli od gorąca w swych łóżkach, inni zaś zostali zabici w bójkach, wywołanych stanem „nerwów“ w tym strasznym upale. Wielu zginęło z powodu braku wody lub dostało pomieszania zmysłów. Trąby piaskowe niemal codziennie zasypywały ludzi transportujących wydobyty produkt, lecz mimo cierpień ludzi i zwierząt praca trwała.

Wielu woźniców, po przyzwyczajeniu się do życia w tych warunkach, całymi latami wlokło się tam i zpowrotem w chmurach oślepiającego, białego pyłu. Dla większości jednak życie w tem niesamowitem milczeniu pomiędzy Funeral Range i Panamints równało się śmierci. Niektórzy z tych starych woźniców żyją jeszcze, gdyż klimat tutejszy jest nadzwyczaj zdrowy — dla tych, którzy do niego przywykną.

Na skraju tej strasznej doliny, w samym sercu pustyni, powstała później niezwykła osada, zwana Death Valley Junction. Mięso dla mieszkańców tej osady przywożą z fermy w Furnace Creek, jedyne miejsce, gdzie dawni poszukiwacze znaleźli wodę. Tutejsze źródło ma temperaturę 23° C, i obecnie nawadnia kilka hektarów ziemi. Z tego kawałka gruntu otrzymuje się około 200 tonn trawy alfalfa, którą karmią bydło, przeznaczone na mięso dla osady. Ta ferma, zarzucona wśród pustyni, z pióropuszcami palm, niedługo będzie wyglądała jak wschodnia oaza.

Bohaterem Doliny Śmierci jest p. R. J. Fairbanks, czyli tak zwany „Tata“. Przez dwadzieścia sześć lat uważał

on za swój obowiązek poszukiwać zbłąkanych wędrowców i górników, którzy wpadli w niemilosierne szpony pustyni. Jest on dowodem, że klimat tutejszy jest zdrowy dla tych, którzy mogą go znieść.

Fairbanks mieszka w małej osadzie handlowej Shoshone, znajdującej się na kalifornijskim brzegu pustyni. Zna on każdą ścieżkę, każdy kanjon, górę i źródło na obszarze tego strasznego zapadliska. Widział on już, jak ludzie i zwierzęta, nawet ptaki, próbując przebyć Dolinę Śmierci, padali trupem, gdyż palące promienie wypijały z nich życie. Zdarzało mu się ocalać ludzi, którzy zupełnie nago, z wysuniętymi, spuchniętymi językami kręcili się wkółko, a słońce dosłownie paliło im skórę. Zna on te dziwne miraże, pod których wpływem spragnionym wędrowcom zdaje się, że brodzą w głębokiej wodzie, a są one tak złudne, że raz zdarzyło się, iż ludzie trzymali ubrania nad głowami, aby ich nie zamoczyć. Czasem ci nieszczęśliwi ostrzegają go, aby nie utonął, i chwytają go za szyję, jak to zwykle czynią tonący. Pewnego dnia spotkał on człowieka, który starannie przesiewał piasek między palcami i śmiał się wesoło. Na zapytanie, co czyni, odpowiedział, że odcedza wodę od nieczystości, aby się jej napić! W godzinę później już nie żył.

Ziemia na powierzchni doliny ma szaro-żółtą barwę i zawiera 10—90% boraksu, pomieszanego z piaskiem i popiołem wulkanicznym. Czasem trafiają się grube na 60 cm kryształy boraksu, wypełnione w środku płynem, zawierającym funt boraksu na 4 litry płynu. Operacje górnicze polegają na otrzymywaniu boranu wapnia, znajdującego się w skałach. Produkcja Doliny Śmierci wynosi obecnie około 3.000 tonn rocznie. Jakie znaczenie posiada Dolina Śmierci, widać z wielkiej wartości i znaczenia boraksu do różnych celów technicznych. Zarówno boraks, jak i kwas borny, znajdują zastosowanie przynajmniej w dwudziestu gałęziach przemysłu.

KRATER METEORYCZNY W ARIZONIE

Ku południo-wschodowi od opisanego już (p. str. 65) Wielkiego Kanjonu Arizony leży olbrzymia połać kraju, będąca właściwie pustynią. Pustynia ta zajmuje poważne miejsce w historii Ameryki, gdyż rozgrywały się na niej krwawe walki pomiędzy Apaszami i innymi Indianami a białymi, dążącymi szlakiem Santa Fé do bogatych wybrzeży Pacyfiku. Dzisiaj Indianie Arizony, zarówno jak i wszystkich stanów zachodnich, przyjęli osiadły tryb życia pod zwierzchnictwem białych ludzi. Wskutek rozwoju linii kolejowych słynny stary szlak został zarzucony, a wielkie wykonane prace irygacyjne obficie zaopatrują w wodę obszary, które niegdyś były pustynne i bezpłodne. Pomimo jednak, że olbrzymie zapory i zbiorniki wodne zmieniły nie do poznania wygląd pewnych części Arizony, wielka część tego stanu do dziś dnia zachowała swój pierwotny charakter. W wielu miejscach nagie skały wychodzą bezpośrednio na powierzchnię i czerwona oraz fioletowa barwa tutejszych piaskowców zyskała temu obszarowi miano Malowanej Pustyni. Gdzie niegdzie wytwarza się na niej warstwa gleby, lecz tak cienka, że roślinność jest nader uboga i składa się jedynie z rzadkich krzaków i karłowatych drzewek.

Taki charakter ma znaczna część północnej Arizony. W środku tej monotonnej, skalistej równiny, o kilka kilometrów od dawnego szlaku, znajduje się osobliwe, okrągłe wzgórze, zwane dawniej Coon Butte. Wzgórek ten, wznoszący się o czterdzieści metrów ponad poziom otaczającej go pustyni, jest pod pewnym względem jedną z najciekawszych na świecie osobliwości natury. Gdy podróżnik wejdzie na zbocze tego wzgórzka, ze zdumieniem spostrzeże, że stoi

na brzegu wielkiego zagłębienia, a to, co poprzednio uważał za zbocza płaskiego wzniesienia, jest w istocie kolistym wałem, oddzielającym owo zagłębienie od pustyni (tabl. XLVII). Dno zagłębienia znajduje się obecnie o 134 m poniżej powierzchni pustyni, lecz gdy owo zagłębienie powstawało, dno musiało leżeć jeszcze głębiej. Wskutek wietrzenia skały, tworzące krawędź zagłębienia, osypały się do środka, tworząc strome stoki i zasypując kamieniami dno; z danych otworów świdrowych wiemy, że w środkowej części zagłębienia grubość gruzowiska wynosi około 245 m. Niedgdyś jezioro wypełniało zagłębienie i grubość osadów jeziornych wynosi 27 m. Obecnie zagłębienie ma wygląd olbrzymiego stadjonu sportowego, na którym możnaby rozgrywać jednocześnie kilkadziesiąt partyj piłki nożnej, a na stokach mogłyby się pomieścić miliony widzów, gdyż zagłębienie ma przeszło kilometr średnicy.

Nigdzie na świecie nie znajdujemy niczego podobnego do tego olbrzymiego zagłębienia i pytanie, jak ono powstało, zaprzętało umysły w ciągu wielu lat. Wśród tutejszych Indjan, nielicznych potomków dawnych panów prerji, przechowała się tradycja, że zagłębienie to powstało wtedy, gdy jeden z ich bogów zstąpił na ziemię w ognistej chmurze, aby pogrzebać się w tem miejscu. Naogół legendy tego rodzaju mają małe znaczenie dla wyjaśnienia istoty rzeczy, w danym jednak przypadku w tradycji tej kryje się ziarno prawdy — może nawet ta legenda jest wypaczonym przedstawieniem istotnego sposobu powstania Coon Butte.

Gdy biali ludzie zobaczyli po raz pierwszy to dziwne zagłębienie, pierwszą ich myślą było, że jest ono pochodzenia wulkanicznego. W podobnem przypuszczeniu nic nie było dziwnego, ponieważ cała okolica w promieniu kilkunastu kilometrów istotnie była niegdyś widownią działalności wulkanicznej, a w górach San Francisco, odległych o 80 kilometrów, znajduje się wiele kraterów wygasłych wulkanów. Ale ani w zagłębieniu Coon Butte, ani w jego pobliżu niema śladu lawy i siarki, które zwykle spotyka się

koło miejsc wybuchów wulkanicznych, wszystkie zaś okoliczne skały są pochodzenia osadowego. Niewątpliwie przeto pochodzenia zagłębienia nie da się wytłumaczyć wybuchem lawy lub choćby nawet eksplozją pary.

Przez lata cała sprawa pochodzenia Coon Butte była zagadką, którą dopiero udało się rozwiązać geologowi, p. Danielowi Moreau Barringerowi. P. Barringera zaciekał kawałek meteorycznego żelaza, znaleziony w pobliżu Coon Butte. Przyszło mu na myśl, że może to wielkie zagłębienie powstało wskutek spadnięcia olbrzymiego meteorytu. Aby dokładnie zrozumieć istotę tego zjawiska, musimy na chwilę odbiec od tematu i zająć się niem z astronomicznego punktu widzenia.

Wszystkim pewno są znane tak zwane gwiazdy spadające, rozświetlające niebo ognistymi błyskami i ginące tak cicho i nagle, jak się zjawily. Tym, którzy nie rozumieją istoty zjawiska, wydaje się, że to gwiazdy odrywają się od niebios. Wrażenie to jest tak pełne realizmu, że istotnie trudno nam przychodzi uwierzyć w to, że zjawisko to jest czemś innem. Zachodzi ono jednak w atmosferze ziemskiej, a zatem stosunkowo niedaleko od nas.

Istnieje mnóstwo drobnych ciał niebieskich, krążących w przestrzeni. Od czasu do czasu ciała te zbliżają się do ziemi. Gdy którekolwiek z nich wejdzie w obręb naszej atmosfery, wskutek szybkiego biegu (biegną one kilkaset razy szybciej od kuli karabinowej) rozgrzewa się ono od tarcia do białości, i widzimy je wtedy, jako świetlaną smugę na ciemnym tle nieba. Ten pył meteoryczny, który często można zebrać zapomocą magnesu, oglądany pod mikroskopem, składa się z drobnych, zaokrąglonych cząstek w przeciwieństwie do nieregularnych ziarn piasku (rys. 38).

W pewne noce roku widać więcej meteorów, niż zwykle, ponieważ ciała te wędrują gromadami naokoło słońca, a ziemia na swej drodze przechodzi w ciągu tych nocy przez jedną z tych gromad. Wiadomo dokładnie, kiedy ziemia przecho-

dzi przez różne gromady meteorów; na półkuli północnej najświetniejsze roje gwiazd spadających dają się obserwować 9 do 11 sierpnia i 13 listopada. Wtedy owe „niebieskie fajerwerki“ przedstawiają się najokazalej. Roje meteoryczne powstają wskutek rozpadu na części jakiejś komety. Po bliższe szczegóły, dotyczące się tych zjawisk, czytelnik winien zwrócić się do podręczników astronomji, gdzie przedmiot ten traktowany jest bardziej wyczerpująco.



Rys. 33. — Pyl meteoryczny i ziarna piasku.

Po nabyciu krateru p. Barringer postanowił zbadać go dokładnie, powodowany chęcią rozwiązania zagadki jego niewyjaśnionego pochodzenia. Był ponadto względem inny. Kawalki meteorytów, znalezione około Coon Butte, były metaliczne, a przeto można było spodziewać się, że, jeżeli meteor znaj-

duje się w ziemi, to jest on przedstawiającym wysoką wartość meteoritem metalicznym, składającym się z żelaza i niklu. P. Barringer rozłożył się obozem na krawędzi zagłębienia i po upływie niewielu miesięcy zdobył dostateczne dowody na to, że jego przypuszczenie jest słuszne. Górne warstwy skalne w otaczającej Coon Butte pustyni spoczywały poziomo, w położeniu nienaruszonym, natomiast wewnątrz zagłębienia skały były potrzaskane i ułamki ich rozrzucone na wszystkie strony. Warstwa miękkiego, białego piaskowca była niemal zmielona na mąkę. Tysiące ułamków piaskowca i wapienia, tworzących górne warstwy skalne, znaleziono wyrzucone nazewnątrz krateru. Leżały one niedaleko krawędzi i najwidoczniej pochodziły z dna zagłębienia. Pomieszane z nimi kawałki żelaza meteorycznego leżały w tak wielkiej ilości, że z rów-

niny, otaczającej Coon Butte, zebrano więcej meteorytów, niż z całej pozostałej powierzchni ziemi! Ułamki skał i żelaza były tak ze sobą zmieszane, że nie było żadnej wątpliwości, iż zostały one wyrzucone jednocześnie.

Co się tyczy natury meteoru, który zrzucił takie spustoszenie, to można było przypuszczać, że nie był to jeden olbrzymi meteor, lecz raczej rój meteorytów ściśle skupionych obok siebie w chwili, gdy zetknęły się z powierzchnią ziemi. Wielkość wybitej dziury i potrzaskanie skał przemawiały za tem, że to niezwykle gość z przestrzeni zakończył swą wędrówkę na pustyni północnej Arizony, ponieważ żaden ze znanych dotychczas meteorytów nie zagłębił się w powierzchnię ziemi więcej, niż na 3—4 metry. Rzadko trafiają się dostatecznie wielkie meteoryty, aby przy spadku nie rozpaść się na części wskutek tarcia o atmosferę. Duże meteoryty spadają przeto nieczęsto na ziemię, zdarza się to jednak czasem, jak o tem świadczy olbrzymi meteoryt, leżący pod Grootfontein w południowo-zachodniej Afryce. Gdy olbrzym ten, mający wymiary $3 \times 3 \times 1,2$ m i ważący 70 tonn, spadł na ziemię, uderzenie musiało być nadzwyczaj silne, a jednak dziura wybita w wapieniu, na który spadł ten meteoryt, nie miała więcej, niż półtora metra głębokości. Jakaż przeto musiała być wielkość meteoru Arizony, jeżeli zagłębienie uczynione w ziemi jego spadnięciem jest sto razy większe i obwód jego wynosi 1,2 km! Z doświadczeń, czynionych nad siłą przenikającą pocisków ciężkiej artylerji wynika, że aby wytworzyć w ziemi zagłębienie wielkości Coon Butte, pocisk musiałby ważyć około 10.000.000 tonn. Prawdopodobnie też taka masa znajduje się gdzieś pod powierzchnią Coon Butte. Zagłębienie, o którym mowa, nosi obecnie nazwę Krateru Meteorycznego, a olbrzymi pocisk, który je wytworzył, a który nie może być niczem innym, niż głową komety, nazwano na cześć jego odkrywcy Meteoritem Barringera. Masa metalu, znajdującego się przypuszczalnie pod powierzchnią ziemi, musi posiadać znaczną wartość, gdyż obok zawartości niklu zawiera ona

prawdopodobnie ponadto takąż samą procentową zawartość rzadkich metali: platyny i irydu. Jeżeli skład Meteorytu Barringera jest taki sam, jak meteorytu z Grootfontein, stanowi on znakomity materiał do wyrobu płyt pancernych. Meteoryt południowo-afrykański zawiera 6% niklu i jest tak twardy, że pewien turysta stracił dwie godziny i zepsuł tuzin pił, zanim udało mu się odpiłować kawałek meteorytu wielkości pudełka zapalek.

Po nabraniu przeświadczenia, że krater powstał skutkiem spadku meteorytu, p. Barringer wraz z towarzyszącymi zabrał się do pracy, aby dostać się do cennego metalu. Niewiadomo było, jak głęboko meteoryt jest zagrzebany, lecz zapewne nie leżał on głębiej, niż 427 metrów, ponieważ na tej głębokości rozpoczynał się twardy, czerwony piaskowiec, którego kawałków nie znaleziono pomiędzy ułamkami wyrzuconymi z krateru. Ustawiono tedy maszyny i rozpoczęto głębienie szybu. Napotkano na pewne trudności z powodu wody, i wreszcie trzeba było pracę przerwać, gdyż zmielona skała w połączeniu z wodą wytworzyła rodzaj kurzawki, uniemożliwiającej dalszą pracę. Po tem pierwszym niepowodzeniu zdecydowano się wiercić otwory w różnych miejscach zagłębienia, aby znaleźć położenie meteorytu i najdogodniejsze miejsce do wykopania nowego szybu. Wywiercono naogół 29 otworów i zdobyto nader ciekawe wyniki. Aż do pewnej, dość znacznej, głębokości wszystkie otwory przechodziły przez mieszaninę, składającą się z ułamków skał i kawałków meteorycznego żelaza. Wśród prób wydobytych przy wierceniu znaleziono kawałki piaskowców stopionych na szkło oraz podobnych piaskowców zamienionych ciśnieniem w rodzaj łupku. Stopione piaskowce świadczą, że w pewnej chwili temperatura w tem miejscu była dostatecznie wysoka, aby zamienić je w rodzaj szkła. Najwidoczniej te piaskowce były wilgotne w chwili stapiania; nagle podwyższenie temperatury zamieniło wodę w parę i spowodowało powstanie pęcherzyków w stopionej masie.

Wskutek tego ten szklisty piaskowiec ma wygląd pumeksu i jak korek pływa po wodzie!

Te ciekawe odkrycia potwierdziły przypuszczenie, że meteor spadł na ziemię w tym miejscu. Jedna tylko ciemna strona była w całej tej sprawie: nie można było znaleźć meteoru! A przecie nie tak to łatwo gubi się, czy zarzuca masa metalu, ważąca miliony tonn. Dowody istnienia meteorytu były niezaprzeczalne, i pomimo doznanego rozczarowania p. Barringer trwał w przekonaniu, że gdzieś pod powierzchnią ziemi spoczywa olbrzymia masa metalu, którą wkońcu miał nadzieję odszukać pod gruzowiskiem dna krateru.

Klucz do tej tajemnicy znaleziono przypadkiem nieco później. P. Barringer czynił doświadczenia w celu przekonania się, w jaki sposób powstają zagłębienia skutkiem uderzenia. Udało mu się otrzymywać zagłębienia kształtu podobnego do krateru, strzelając kulami w błoto. Pewnego razu zauważył, że gdy kula uderzała w błoto pod pewnym kątem, to powstały otwór był tak okrągły, jak wtedy, gdy strzelał pionowo. To odkrycie naprowadziło go na nową drogę rozumowania. Wnioskując na podstawie kształtu zagłębienia, poprzednio przypuszczał, że meteor spadł na powierzchnię pustyni pionowo. Obecnie przyszła mu do głowy myśl, że meteor mógł uderzyć o powierzchnię ziemi pod pewnym kątem. W takim zaś razie nie znajduje się on tam, gdzie go szukano, t. j. pod środkiem zagłębienia, lecz spoczywa pod krawędzią krateru po stronie przeciwległej tej, od której wszedł (rys. 39).

Zbadano na nowo krawędź krateru, aby zobaczyć, czy układ warstw skalnych pozostaje w zgodzie z tem nowem przypuszczeniem, i przekonano się, że tak jest w istocie. Na północnej stronie krateru poziome warstwy wapienia były tylko zlekka zaburzone i po tej stronie było mało ułamków skał rozrzuconych za krawędzią. Na zachodniej i wschodniej stronie warstwy skalne były pochylone i strzaskane oraz

dużo ułamków zostało wyrzuconych. Na południowej stronie było najwięcej rozrzuconego materiału z krateru, i skały, tworzące tę stronę krawędzi, były wydzwignięte o 30 m ponad położenie normalne. Z tego wynika, że meteor przybył z północy i leży pod krawędzią południową, co wywołało podniesienie krawędzi z tej strony. Obchodząc krater naokoło, zdobyto też inne dowody, przemawiające za powyższem przypuszczeniem. Idąc od północnego krańca zagłębienia ku południowi, można było zauważyć, że warstwy skalne stopniowo coraz bardziej pochylają się. Najbardziej są one



Rys. 39. — Przypuszczalne położenie Meteorytu Barringera.

pochylone w pobliżu południowego krańca: tu stoją one prawie pionowo. Rzecz zrozumiała, gdyż meteor, zbliżający się z północy, początkowo zaledwie musnął powierzchnię ziemi, a największe zaburzenie wywołał nieco dalej ku południowi, gdzie zagłębił się pod powierzchnię.

Z powodu braku środków początkowo nie można było przystąpić do sprawdzenia tego przypuszczenia, i dopiero w 1920 r. na nowo podjęto prace górnicze. Wywiercono otwór świdrowy na południowym brzegu zagłębienia, w środku podniesienia krawędzi, spowodowanego zanurzeniem się meteoritu pod powierzchnię. Otwór doszedł do 419 m, lecz na tej głębokości dół złamało się w otworze i trzeba było wierzenie przerwać. Zanim jednak to nastąpiło, przekonano się, że meteoryt niewątpliwie istnieje w głębi, ponieważ, poczynając od głębokości 365 m, wydobywano

na powierzchnię łałmki piaskowca, pomieszane z żelazem meteorycznym. W miarę zagłębiania się ilość żelaza zwiększała się, i na głębokości, na której przerwano wiercenie, próba wydobyta składała się w trzech czwartych z utlenionego żelaza pochodzenia meteorycznego. Niesposób, aby taka ilość dostała się na głębokość 400 m pod powierzchnię ziemi, o ile nie stanowiła ona części olbrzymiej masy. Z wszelką pewnością ten otwór świdrowy doszedł już do meteorytu.

Obecnie nowa spółka usiłuje dostać się do meteorytu inną drogą. Głębić szyb w miejscu ostatniego otworu p. Barringera byłoby rzeczą trudną i kosztowną, ponieważ miałyby się do czynienia z nader potrzaskanymi skałami. Dlatego też zdecydowano wybić szyb o przeszło 300 m ku południowi od miejsca otworu i po pogłębieniu go do poziomu, na którym przypuszczalnie leży meteoryt, przeprowadzić z dna szybu ku północy chodnik aż do napotkania masy metalu. Do 200 m praca szła bez przeszkód, lecz na tej głębokości napotkano nieoczekiwane trudności, a mianowicie tak silny dopływ wody z drobnym piaskiem, że pompy nie mogły go przewyciężyć. Ponieważ w kraju pustynnym nie spodziewano się takiej obfitości wód podziemnych, rozporządzano tylko słabymi pompami. Ta nieoczekiwana ilość wody tłumaczy się zapewne tem, że okolica krateru stanowiła rodzaj zbiornika, w którym nagromadzała się woda podziemna w przeciągu długich okresów czasu.

Dla zatamowania dopływu wody do szybu obecnie projektują chwycić się środka, wypróbowanego już dawniej w podobnych okolicznościach. Z dna szybu mają być wiercone otwory w otaczające skały i w otwory te pompowany pod dużym ciśnieniem płynny cement. Spodziewają się, że cement rozejdzie się po skałach, a gdy później zastygnie, utworzy warstwę ochronną, przez którą woda nie będzie mogła się przedrzeć.

Niewiadomo, od jak dawna olbrzymi meteor spoczywa

pod południową krawędzią zagłębienia Coon Butte. Z pewnością leży tam przynajmniej od siedmiuset lat, gdyż krawędzie zagłębienia porosły cedrami, których pierścienie roczne na ten wiek wskazują. Skądinąd nie leży on dawniej, niż pięć tysięcy lat, ponieważ ułamki wapienia nie wykazują większych zmian, spowodowanych chemiczną działalnością atmosfery. Według wszelkiego prawdopodobieństwa Meteoryt Barringera 1.000—2.000 lat temu załusnął na niebie i zanurzył się pod powierzchnię ziemi na głębokość przeszło 300 m. Zjawisko to do tego stopnia przeraziło Indian, że do dnia dzisiejszego ich potomkowie opowiadają o niem legendy.

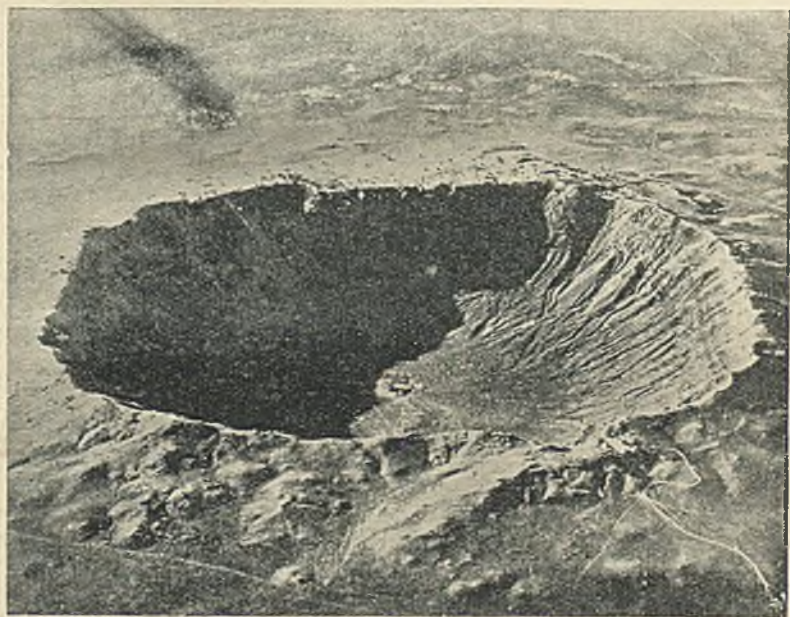
Spadnięcie na ziemię tak wielkich mas metalu jest zjawiskiem rzadkiem, lecz nie odosobnionem; gdyż w 1908 r. rój olbrzymich meteorytów spadł w pobliżu Kańska, w północnej Syberji (pod 61° szerokości północnej). Tu obszar, mający kilkanaście kilometrów średnicy, uległ zbombardowaniu, spłonęły miliony drzew, a w powierzchni ziemi powtórzyły się płytkie kratery, mające 45 m średnicy i 3—4 m głębokości. Zjawisko to dało się zauważyć na obszarze przynajmniej 650 km, gdyż na tej odległości pracownicy kolci transsyberyjskiej słyszeli grzmiący odgłos i odczuli falę powietrzną, rozchodzącą się od miejsca upadku meteorytu. Tę samą falę powietrzną zanotowano w Cambridge i gdzieindziej w Anglii, nie zdając sobie narazie sprawy z jej przyczyny. Prawdopodobnie coś podobnego zaszło i wtedy, gdy Meteoryt Barringera spadł na ziemię. Różnica polegała tylko na tem, że ten stanowił bądź jedno ciało, bądź składał się z gromady blisko skupionych meteorytów, gdy na Syberji spadł rój meteorytów bardziej rozproszonych.

Możliwe, że w powierzchni ziemi, w ciągu milionów lat jej istnienia, powstało wiele takich kraterów, jak w Arizonie, lecz mróz, deszcz i inne czynniki denudacyjne usunęły wszelkie ślady ich dawnej obecności. Podobne kratery znajdują się na księżycu. Tysiące zagłębień, pokrywających po-

TABLICA XLVII



A. Wnętrze Krateru Meteorycznego, patrząc z północopółnocno-zachodu.



B. Krater Meteoryczny, widziany z góry.

wierzchnię księżyca, wykazują tyle podobieństwa do Meteorycznego Krateru Arizony, że niewątpliwie liczne z nich, jeśli nie wszystkie, powstały w podobny sposób. Kratery księżycowe mają takie same podniesione krawędzie, podwyższone jeszcze przez nagromadzenie gruzu skalnego, wyrzuconego z krateru, jak zagłębienie Arizony, i tak samo rozchodzą się od nich nazewnątrz promieniste smugi, które można porównać z pasami „mąki skalnej“, dającymi się obserwować w Meteorycznym Kraterze. W wielu przypadkach widać, że większa część materiału została wyrzucona w jednym kierunku, co wyraźnie wskazuje na to, z której strony uderzyło o powierzchnię księżyca ciało, powodujące utworzenie krateru.

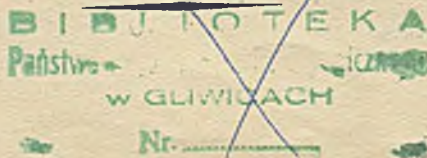
Osobliwą cechą wielu kraterów księżycowych jest obecność w ich środku niewielkiego wzgórka, utworzonego, jak ogólnie sądzą, wskutek działalności wulkanicznej. Nie zdaje się jednak, aby te wzgórki były szczytami dawnych, olbrzymich wulkanów, gdyż na księżycu niema wody, z której powstaje para, odgrywająca tak wielką rolę przy wybuchach wulkanicznych na ziemi. W każdym bądź razie te środkowe wzgórki są zbyt małe, aby mogły być czynnymi stożkami wulkanicznymi wewnątrz kraterów. Można dać bardziej zadowalające wytłumaczenie istoty tych wzgórek. Jeżeli wrzucimy kamień w wodę, tworzy się z początku na jej powierzchni niewielkie zagłębienie, od którego fale rozchodzą się na wszystkie strony. Gdy fale rozejdą się, woda w środku wznosi się w postaci wzgórka.

Krater Meteoryczny Arizony na pierwszy rzut oka nie posiada centralnego wzgórza, i dno jego jest niemal zupełnie płaskie, lecz otwory świdrowe, założone przy poszukiwaniu meteoru, wykazały, że takie wzgórze w środku krateru istnieje. Maskuje je tylko gruzowisko skalne, powstałe przez wietrzenie krawędzi krateru, oraz piasek i muł stanowiące pozostałość dawnego jeziora.

Większość kraterów księżycowych dla zrozumiałych powodów znacznie przewyższa rozmiarami krater Arizony.

Przedewszystkiem, oczywiście, meteory, które wytworzyły kratery na księżycu, były bezporównania większe od tego, który spadł w Arizonie. Gdyby Krater Meteoryczny znajdował się tak daleko od nas, jak księżyc, moglibyśmy go dostrzec tylko przez teleskop o średnicy 24 cali (61 cm). Na fotografii zdjętej zapomocą największego obecnie teleskopu na świecie, stucalowego (254 cm) instrumentu obserwatorjum na Mount Wilson, jeden z kraterów księżyca, zwany Kopernikiem, o średnicy 88 km, ma na zdjęciu 12,7 mm średnicy. Gdybyśmy w tych samych warunkach sfotografowali Malowaną Pustynię, krater Arizony miałby na niej tylko 0,175 mm średnicy, czyli zaledwie byłby dostrzegalny! Ponadto kratery księżycowe są tak wielkie dlatego, że na księżycu niema atmosfery, stawiającej opór spadającym metcorom. Wskutek tego uderzają one o powierzchnię księżyca z daleko większą siłą, niż meteory, spadające na ziemię. Pozatem siła ciężkości na powierzchni księżyca jest mniejsza, niż na naszej planecie. Człowiek, który na ziemi skacze na wysokość 1,8 m, na księżycu bez trudności przeskoczyłby przeszkodę wysokości na 13,8 m. Z tego wynika, że ułamki, wyrzucone z krateru na księżycu w chwili jego powstawania, odlatują na większą odległość, niż na ziemi. Nic przeto dziwnego, że smugi promieniste, rozchodzące się od niektórych większych kraterów księżycowych, ciągną się na wiele setek kilometrów.

Od czasu wypowiedzenia przypuszczenia, że kratery księżyca zawdzięczają swoje powstanie spadkowi meteorytów na jego powierzchnię, upłynęło już wiele lat. Tej teorii „lejów“, powstałych skutkiem bombardowania księżyca ogniem artylerji niebieskiej, przeciwstawia się inna, dawniejsza teoria, upatrująca w kraterach księżycowych przejaw działalności wulkanicznej. Wydaje się dziwne, a jednak jest to rzecz zwykła w badaniach naukowych, że do wyjaśnienia pochodzenia kraterów na księżycu przyczyniły się spostrzeżenia, poczynione nad dziwami natury na ziemi.





BIBLIOTEKA WIEDZY

- 1 CLARENCE AUGUST CHANT
CUDA WSZECHŚWIATA
łatwy wstęp do poznania nieba, z 132 ilustr.
Opr. 13'—, brosz. 10'—
- 2 LASSAR-COHN
**CHEMIA W ŻYCIU
C O D Z I E N N Y M**
z 28 rysunkami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 3 SIR JAMES JEANS
NOWY ŚWIAT FIZYKI
z 7 ilustracjami. Opr. 12'—, brosz. 9'—
- 4 PAWEŁ DE KRUIF
ŁOWCY MIKROBÓW
z 18 ilustracjami. Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 5 WILLIAM BEEBE
W GŁĘBINACH OCEANU
Wydanie drugie z 50 ilustr.
Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 6 SIR WILLIAM BRAGG
TAJEMNICE ATOMU
z 57 figurami i 32 tabl. zawierającymi 74 ryciny.
Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 7 W. BUDDENBROCK
ŚWIAT Z MYŚLÓW
z 59 rysunkami. Opr. 12'—, brosz. 9'—
- 8 Inż. E. PORĘBSKI
WIELCY TWÓRCY NAUKI
z 58 portretami. Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 9 Prof. JAN CZEKANOWSKI
**CZŁOWIEK
W CZASIE I PRZESTRZENI**
z licznymi ilustracjami i mapami.
Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 10 W. H. BOULTON
**WIECZNOŚĆ PIRAMID
I TRAGEDIA POMPEI**
(z nowych badań archeologii).
Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 11 PAWEŁ DE KRUIF
autor „Łowców mikrobów”
**WALKA NAUKI
ZE ŚMIERCIĄ**
z licznymi portretami. Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 12 J. WEYSSENHOFF, C. BIAŁOBRZESKI,
L. WERTENSTEIN, S. SZCZENIOWSKI
**O D G W I A Z D Y
D O A T O M U**
wydanie drugie z 46 ilustracjami.
Opr. 10'—, brosz. 7'—
- 13 JAMES KENDALL
**N O W O C Z E S N A
A L C H E M I A**
z 62 ilustracjami i 18 tablicami.
Opr. 15'—, brosz. 12'—

- 14 H. G. WELLS
HISTORIA ŚWIATA
z 40 ilustracjami i 10 mapami.
Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 15 E. HAWKS
DZIWIWY PRZYRODY
z 108 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 16 K. FRISCH
ŻYCIE PSZCZÓŁ
z 96 ilustracjami. Opr. 9'—, brosz. 6'—
- 17 H. i M. VOWLES
CZŁOWIEK
I SIŁY PRZYRODY
z 25 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 18 Dr. ARTUR HAAS
ZASADY FIZYKI
Światło — Elektryczność — Ciepło — Materia
z 76 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 19 E. HAWKS
DZIWIWY POWIETRZA
I WODY
z 83 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 20 WILLIAM BEEBE
923 METRY W GŁĄB
OCEANU
z 95 ilustracjami. Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 21 Dr. LUDWIK GROSS
LUDZKOŚĆ W WALCE
O ZDROWIE
z 7 portretami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 22 E. DIMNET
SZTUKA MYŚLENIA
Opr. 10'—, brosz. 7'—
- 23 WILLIAM BEEBE
KRAJNA WÓD
NONSUCH
z 55 ilustracjami. Opr. 14'—, brosz. 11'—
- 24 H. W. VAN LOON
GEOGRAFIA
W KALEJDOSKOPIE
z 16 barwnymi tablicami i 59 rysunkami
Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 25 Prof. Dr. R. GOLDSCHMIDT
WSTĘP DO NAUKI
O ŻYCIU
z 161 ilustracjami. Opr. 15'—, brosz. 12'—
- 26 A. ZISCHKA
JAPONIA
z 25 ilustracjami i 2 mapami
Opr. 18'—, brosz. 15'—
- 27 HENRI DE VIBRAYE
ŻYCIE NA OLIMPIE
(MITOLOGIA)
z licznymi ilustracjami
- 28 RITCHIE CALDER
NARODZINY
PRZYSZŁOŚCI
W RETORCIE UCZONYCH
z 8 ilustracjami
- DALSZE TOMY W DRUKU

1993-01- 奥書

11. 03. 1999

2011-09- 12

2009-09- 02

2013-09- 10

STUDIUM NAUCZYCIELSKIE
w GLIWICACH

K. 18269