

INŻ. EMIL BRATRO

Profesor Politechniki Lwowskiej

# BUDOWA I UTRZYMANIE DRÓG

PODRĘCZNIK  
DLA ŚREDNIEGO PERSONELU DROGOWEGO  
Z 195 RYCINAMI I DWOMA KOLOROWEMI TABLICAMI

WYDANIE DRUGIE



MCMXXXII

LWÓW — WARSZAWA

NAKŁADEM KSIĘGARNI POLSKIEJ BERNARDA POŁONIECKIEGO

BUDOWA I UTRZYMANIE DRÓG



69  
5.96

S.06

625.74



15895

## **Przedmowa do drugiego wydania**

Nowoczesny postęp we wszystkich dziedzinach technicznych jest tak olbrzymi, że w stosunkowo krótkim czasie wydane podręczniki, omawiające pewien dział techniczny stają się przestarzałe i wymagają bądź to dość znacznych uzupełnień, bądź też zupełnie nowego ujęcia.

Egzemplarycznym przykładem tego jest nauka o budowie dróg, która z chwilą masowego ukazania się nowego środka komunikacyjnego, samochodu, doznała we wszystkich swych działach tak znacznych zmian, przeistoczyła tak wiele dotychczasowych poglądów na sprawę drogową, że nie mogły się już pomieścić w ramach istniejących podręczników.

Z powyższego powodu okazało się również niezbędne zupełnie przerobienie I. wydania niniejszego podręcznika tak, że właściwie poza tytułem i jednolitym kręgiem zainteresowania, oba wydania nie wiele mają wspólnego.

Z natury rzeczy wynika, że zupełnie przeróbce ulec musiał w pierwszym rzędzie dział traktujący o nawierzchniach drogowych, których obecne konstrukcje są tworem zupełnie nowym, powstałym przeważnie w okresie powojennym.

Również zostały znacznie rozszerzone i inne działy, przyczem wytyczną myślą w układzie podręcznika było to, by kształcący się średni personal drogowy, dla którego jest on przeznaczony, był w nowoczesnej nauce o budowie dróg tak zorientowany, by stanowił dla inżyniera istotną pomoc i wyrykę.

Odnośnie do zajętego już obecnie w praktyce personalu nasuwa się jeszcze jedna uwaga.

Kiedy akademicko wykształcony inżynier jest zawsze w możności śledzenia rozwoju interesującej go gałęzi techniki przez studjum nowoczesnej światowej literatury, to w znacznie gor-

szem położeniu, w Polsce znajduje się średni personal techniczny, który przeważnie, z rozmaitych powodów, pozbawiony jest możliwości systematycznego uzupełniania swych braków. Wypełnienie tych luk u będących już w praktyce pracowników, którzy wiadomościami swemi pragnęliby się dostosować do warunków chwili, jest dalszem zadaniem niniejszego podręcznika.

Jeśli oba te zadania wypełnić on potrafi, natenczas cel, jaki mu został nakreślony, uważać można za osiągnięty.

*Autor*

Lwów, w lipcu 1931.

## Spis rzeczy

I. Wstęp	Str.
1. Pojęcie dróg kołowych . . . . .	1
2. Historyczny rozwój dróg . . . . .	2
3. Podział dróg . . . . .	7
4. Problem drogowy na tle ogólnej gospodarki społecznej . . . . .	9
II. Podstawy projektowania dróg	
5. Pojazdy drogowe . . . . .	14
6. Opory ruchu na drogach . . . . .	27
7. Praca zaprzęgu lub motoru . . . . .	34
8. Spadki drogowe . . . . .	37
9. Łuki drogowe . . . . .	46
10. Szerokość drogi . . . . .	52
11. Ukształtowanie przekroju poprzecznego . . . . .	55
12. Inne elementy drogowe . . . . .	60
III. Projektowanie i wytyczanie dróg	
13. Kilka słów o terenie . . . . .	67
14. Trasowanie dróg . . . . .	69
15. Rodzaje projektów drogowych . . . . .	74
16. Linja stałego spadku . . . . .	81
17. Obliczanie przekrojów poprzecznych . . . . .	88
18. Kształty przekrojów poprzecznych . . . . .	97
19. Obračowanie objętości robót ziemnych . . . . .	99
20. Wytyczenie i niwelacja osi drogi . . . . .	103
21. Wytyczenie przekrojów poprzecznych . . . . .	108
IV. Roboty ziemne	
22. Badania gruntu . . . . .	119
23. Właściwości materiałów ziemnych . . . . .	122
24. Wytrzymałość terenu . . . . .	124
25. Narzędzia pracy przy wzruszeniu ziemi . . . . .	127
26. Wybuchowe wzruszenie materiałów ziemnych . . . . .	130
27. Wykonanie przekopu . . . . .	141
28. Przewóz ziemi . . . . .	150
29. Koszta przewozu . . . . .	164
30. Wykonanie nasypu . . . . .	174
V. Ubezpieczenie dróg	
31. Uwagi ogólne . . . . .	187
32. Ubezpieczenia szkarp . . . . .	188
32. Rowy przydrożne . . . . .	192

	Str.
33. Mury oporowe i podporowe . . . . .	203
34. Ochrona drogi przed piaskiem, śniegiem, lawinom i t. p.	211
<b>VI. Osuszenie robót ziemnych</b>	
35. Oddziaływanie wody na roboty ziemne . . . . .	218
36. Osuszenie przekopów powierzchniowe i wgłębne . . . . .	221
37. Osuszenie nasypów . . . . .	229
<b>VII. Budowa nawierzchni.</b>	
38. Ogólne uwagi o nawierzchni . . . . .	232
39. Drogi ziemne . . . . .	234
40. Drogi gacone i faszynowe . . . . .	239
41. Fundament nawierzchni . . . . .	241
42. Nawierzchnie tłuczniowe i żwirowe . . . . .	246
43. Nawierzchnie z grubego tłucznia . . . . .	252
44. Nawierzchnia z bruku dzikiego . . . . .	254
45. Bruk drobny . . . . .	255
46. Bruk normalny . . . . .	261
47. Bruk ceglany i klinkierowy . . . . .	268
48. Bruk z kamienia sztucznego . . . . .	274
49. Bruk drewniany . . . . .	276
50. Nawierzchnia betonowa . . . . .	280
51. Nawierzchnia tłuczniowa związana zaprawą cementową .	311
52. Nawierzchnia krzemianowana . . . . .	314
53. Nawierzchnie maziowe . . . . .	319
54. Nawierzchnie asfaltowe . . . . .	345
<b>VIII. Kamień i wyrób tłucznia</b>	
55. Materiały kamienne w Polsce . . . . .	366
56. Wyrób tłucznia . . . . .	370
<b>IX. Urządzenia pomocnicze</b>	
57. Drzewa przydrożne . . . . .	377
58. Poręcze drogowe . . . . .	381
59. Znaki drogowe . . . . .	385
60. Miejsca składowe . . . . .	392
61. Budynki drogowe . . . . .	394
<b>X. Utrzymanie dróg</b>	
62. Utrzymanie dróg tłuczniowych . . . . .	397
63. Ilość materiału konserwacyjnego . . . . .	405
64. Zwalczanie pyłu drogowego . . . . .	408
<b>XI. Maszyny drogowe</b>	
65. Uwagi ogólne . . . . .	411
66. Wały drogowe . . . . .	412
67. Pługi żwirowe . . . . .	422



# I. Wstęp

## 1. Pojęcie dróg kołowych

Potrzeby gospodarcze oraz kulturalne powodują konieczność wzajemnego stykania się osób oraz wymiany towarów, co odbywa się od niepamiętnych czasów zapomocą środków komunikacyjnych. Środki komunikacyjne, pierwotnie bardzo prymitywne, uległy z biegiem czasu przekształceniom i udoskonaleniom, a dążność w tym kierunku do dzisiaj nie ustaje tem więcej, iż sprawa ta jest ściśle związaną z urządzeniami transportowymi, których rozwój postępuje wprost z dnia na dzień. Nowe wynalazki w dziedzinie urządzeń transportowych powodują konieczność dostosowania do tego środków komunikacyjnych, a niestety do dzisiaj jeszcze nie jesteśmy w możności rozwiązać niektórych zagadnień w tej dziedzinie. Dość wspomnieć, że np. nie potrafiliśmy do tej chwili zadowalniająco dostosować naszych dróg do masowego przewozu towaru, przewozu podobnego, jak to ma miejsce na kolejach żelaznych.

Środki komunikacyjne obejmują drogi wodne i naziemne.

Środkiem komunikacyjnym naziemnym nazywamy sztucznie wyrobione i odpowiednio ubezpieczone pasmo na powierzchni ziemi, z pomocą którego przewozimy na urządzeniach transportowych ludzi i towary. Dzielią się one na drogi kołowe, które w dalszym ciągu oznaczać będziemy słowem „drogi“, oraz na koleje żelazne.

Zasadniczą różnicą między drogą a koleją jest okoliczność, iż przy pierwszej pojazd poruszać się może po całej szerokości jezdni i nie jest krępowany pewnym torem; wskutek tego ruch na niej jest znacznie swobodniejszy niżli na kolejach, gdzie wymijanie się lub wyprzedzanie odbywać się może tylko w pewnych, specjalnie na ten cel przeznaczonych punktach i połączone jest z całym, kosztownym aparatem ostrzegawczym, dla umożliwienia bezpieczeństwa ruchu.

Przy drogach sprawa pod tym względem jest znacznie łatwiejszą, gdyż zwyczajnie szerokość jezdni oddanej ruchowi do dyspozycji jest znaczniejszą, a pojazd nie jest zmuszony do niedają-

cego się zmienić w czasie jazdy toru. Naturalnie, że i tutaj w czasie ruchu pojazdów muszą być przestrzegane pewne przepisy, którym woźnice i kierowcy poddać się muszą, by uniknąć możliwości nieszczęśliwych wypadków, a powtórę, by ułatwić sobie i ujednostajnić kierowanie pojazdem; sprawą tą zajmują się we wszystkich państwach t. zw. przepisy porządkowe na drogach publicznych.

Nadto istnieje jeszcze jeden charakterystyczny moment odróżniający drogę od kolei, a mianowicie ten, iż na drodze w odróżnieniu od kolei ruch jest niezależny od jej właściciela względnie zarządzającego nią, przy zachowaniu naturalnie postanowień porządkowych. Droga zatem, w zasadzie, nie jest nigdy pomyślaną jako przedsiębiorstwo eksploatacyjne, lecz ma charakter przedsiębiorstwa użyteczności publicznej. Pewne odstępstwa od tej ogólnej zasady wywołuje nowoczesny środek komunikacji drogowej, automobil, jest to jednak sprawa, której omówienie nie wchodzi w temat niniejszej książki.

Nadmienić wkońcu należy, że pod pojęcie drogi podpada nie tylko sama jezdnia przeznaczona dla ruchu, ale również i te wszystkie urządzenia wzdłuż i wpoprzek wspomnianego pasma, które pośrednio na dobroć jego i wygodę przejazdu wpływ swój wywierają.

## 2. Historyczny rozwój dróg

Droga jest tak dawną, jak panowanie człowieka na ziemi; w olbrzymich okresach lat rozwoju ludzkości zmieniły się tylko techniczne formy w jakich droga się uzewnętrzniała, dostosowana zawsze do istotnych potrzeb danego okresu.

Droga, którą stworzył pierwszy człowiek, była prawdopodobnie zwykłą ścieżką, sposobną do ruchu pieszego i jucznego. Nie ulega kwestji, iż wybór odpowiedniego kierunku tej ścieżki nie był przypadkowy, lecz musiał odpowiadać wymogom, odnoszącym się do krótkości połączenia, wygody spadków, ominięcia niebezpieczeństwa w jakiegokolwiek postaci i t. p. W pierwszych okresach szerokość ścieżki nie musiała być znaczną i dostosowaną była prawdopodobnie do przepuszczenia pieszego lub jucznego zwierzęcia; natomiast z chwilą rozpowszechnienia się wozów droga musiała przybrać inny kształt, tak co do szerokości jak i rodzaju nawierzchni. Odnośnie do tej ostatniej, musiało nastąpić wyrównanie i wygładzenie jezdni, wykarczowanie zawadzających ruchowi pni, rzucenie na potokach choćby najprymitywniejszych mostków, gdyż nie wszędzie można było przejechać w bród.

Wreszcie codzienna obserwacja często zawilgoconej drogi musiała doprowadzić do zrozumienia konieczności jej okopania.

Droga i pojazd stały zawsze, podobnie jak i dzisiaj w silnym, wzajemnym związku. Ponieważ o pierwszych pojazdach słyszymy już na 2.000—3.000 lat przed Chr., przeto nie ulega kwestji, że w tym okresie musiała już istnieć, do pewnego stopnia technicznie wykonana droga.

O drogach egipskich narazie wiemy niewiele, bezwątpienia jednak społeczeństwo, które wybudowało piramidy, potrafiło sobie dać również radę ze sprawą drogową tem więcej, iż drogi te były konieczne dla ekspansji handlowej. Wedle zapisków Herodota, wybudowano dla wykonania piramid drogę o szerokości 16—20 m.

Persowie posiadali już rozległą sieć drogową, która wynikała z potrzeby ruchu. Dość wspomnieć wybudowanie t. zw. drogi królewskiej ze Suzy przez Sardes do Efezu nad morzem Egejskiem o długości około 2.600 km. O skuteczności tej drogi świadczy fakt, iż kiedy poprzednio na przebycie drogi ze Suzy do Sardesu tracono 90 dni, to po jej wybudowaniu, przejazd przy użyciu konnych posłańców w biegu rozstawnym, pokonany być mógł już tylko w 10 dniach.

Również wysoko stała sprawa budowy dróg w Chinach. Zasłynęła tam w III w. przed Chr. budowa drogi w prowincji Sheusi, która na owe czasy miała być jednym z cudów techniki.

Indowie w zrozumieniu ważności posiadania dobrych dróg, utrzymanie ich wtłaczali w ramy przepisów religijnych.

Olbrzymie zasługi ponieśli w tej materji Fenicjanie, pierwsi wielcy kupcy ówczesnego świata, którzy mając cały szereg bogatych osiedli jak Sydon, Tyrus, Bibbus, Damaszek i t. p., musieli dbać o należyte połączenie ich szlakami handlowymi. Gdy nadto działalność Fenicjan rozciągała się prawie na cały znany ówczesnie świat, gdyż prowadzili oni żywy handel ze wszystkimi ludami, przeto pragnąc wydestać materiały na wybrzeże, celem przeprowadzenia go następnie wodą, byli zmuszeni nietylko u siebie, ale także w krajach kupiecko z niemi związanych, budować drogi. W ten sposób przeniosła się sztuka budowy dróg do Grecji.

Główny rozwój zawdzięcza w Grecji droga świątyniom. Do świątyń ciągnęły tłumy pobożnych, wożono ofiary, stąd też droga musiała być możliwie wygodną. Aby wysokie pojazdy, używane podczas uroczystości, ochronić od uszkodzeń, ryto w kamiennej jezdni odpowiednie wgłębienia przeznaczone dla kół. Jeszcze dzi-

siaj, tu i ówdzie napotyka się w Grecji drogi takie pochodzące z czasów starożytnych. Przeważnie budowano drogi jednotorowe, a w pewnych odstępach urządzano wymijanki w kształcie półkola, gdzie pojazdy jadące z przeciwnych stron, musiały na siebie czekać; dla wygody podróżnych urządzano przy tych wymijankach gospody i zajazdy. Dodać należy, że powyżej opisany typ drogi był możliwy tam, gdzie istniały skały, które jak wiadomo nadają główny charakter Grecji.

Do mistrzostwa doprowadzili budowę dróg Rzymianie. Nie tylko, iż ulepszyli techniczny typ nawierzchni, ale rozbudowali sieć drogową w sposób dotychczas niebywały, opasując nią cały znany ówczesnie świat. Za czasów Trajana (98—117 po Chr.), ogólna długość dróg rzymskich wynosiła około 80.000 km. Punktem wyjścia głównych dróg było ówczesne centrum świata „Forum romanum“, na którym umieszczony był kamień od którego mierzono odległość.

Niektóre z dróg ówczesnych utrzymały się do dzisiaj, a nawet są częściowo w użyciu jak np. wybudowana przez cenzora Appiusa Claudiusa (312 przed Chr.) droga „Via Appia“ łącząca Rzym z Kapuą, lub wykonana przez konsula Flaminiusza (187 przed Chr.) „Via Flaminia“. Ślady dróg rzymskich spotyka się wszędzie: w Niemczech, Szwajcarii, Francji, Austrii, Bośni i t. p., tylko typ drogi poza granicami półwyspu apenińskiego jest zupełnie inny, niżli w kraju macierzystym.

Rzymska trasa drogową nie stosowała się ani do terenu, ani też do względów gospodarczych, lecz miała głównie na celu wymogi wojskowe. Stąd wynikło użycie długich, prostych bez względu na trudności terenowe, wykonanie wysokich nasypów, unikanie wąskich dolin i przełęczy, chętnie użycie dla celów drogowych grzbietu terenu. Są to wszystko postulaty, które doniedawna jeszcze pokutowały w światopoglądzie wojskowym na najlepszą dla celów wojskowych drogę. Spadki dopuszczano bardzo znaczne, bo dochodzące do 10%.

Typ nawierzchni dróg w kraju macierzystym był niezmiernie silny i uwzględniając dzisiejsze stosunki nader kosztowny; budowa tego rodzaju była jednak możliwą w ówczesnych warunkach istnienia, gdy praca ludzka w formie jeńców nic lub bardzo niewiele kosztowała, gdy nadto ludy podbite obowiązywały do bezpłatnego przymusu drogowego. Ciekawem jest, iż szybkość ruchu na tych drogach była dość znaczną. Tak np. poczta przejeżdżała 50—70 km dziennie, natomiast bardzo pilne wiadomości przewożono z szybkością około 300 km na dobę.

Upadek państwa rzymskiego, około IV w. po Chr. wytwarza na jego gruzach nowe organizmy państwowe, wzajemnie się zwalczające, które mają najmniej czasu na załatwianie kwestyj z gospodarstwem społecznym związanych. Drogi rzymskie nieutrzymywane, zaczynają chylić się ku upadkowi i upadek ten daje się zauważyć przez cały okres t. zw. wieków średnich, jak również i początek czasów nowożytnych.

Dopiero druga połowa XVIII w. spowodowała poprawę sytuacji, a przoduje w tej mierze Francja. Sieć drogowa Europy zaczyna gęstnieć; w budowie nawierzchni, mając na oku wzory rzymskie, zastosowujemy typy oszczędniejsze z uwagi, iż już w tych okresach nie dysponujemy bezpłatną siłą roboczą. Ustalają się nowe poglądy na trasowanie, które w miarę rozwoju środków przewozowych ulegają ciągłej zmianie.

Olbrzymi postęp w budownictwie drogowym powoduje samochód, który przywracając drogom malejące już, wskutek rozbudowy sieci kolejowej znaczenie, stawia w odniesieniu do nich jednak wymagania, które niestety nie zawsze mogą być zaspokojone. W każdym razie nowy środek przewozowy wprowadza drogownictwo w okres odrodzenia, w okres bujnej rozbudowy, przyczem w uwzględnieniu szybkości ruchu, konieczną jest pewna korektura pojęć odnoszących się do przebiegu trasy, ukształtowania przekroju poprzecznego i t. p.

Jeżeli w podanym krótkim rzucie historycznym nie było miejsca dla Polski, to wynikało to z jednej strony z wielkiego niezrozumienia istotnej wartości sprawy drogowej przez społeczeństwo w okresie niepodległości, z drugiej zaś z politycznej nieobecności naszej na karcie Europy właśnie w tym czasie, gdy rozpoczął się największy postęp na polu budownictwa drogowego.

Nie można powiedzieć, by w okresie niepodległości ówczesne ciała ustawodawcze a więc Sejmy i Konfederacje nie pamiętały o sprawie drogowej. Przeciwnie, cały szereg uchwał poucza nas, że było odmiennie. Sprawami drogowymi, jak wogóle wszystkimi o charakterze technicznym zajmowała się Komisja Skarbowa Koronna i Litewska i jej to do wykonania przekazywały Sejmy cały szereg najrozmaitszych uchwał.

Tak np. Konfederacja Generalna Koronna z r. 1764 wyraźnie zabrania dziedzicom samowolnej zmiany traktów drogowych. Z tego samego roku uchwała Konfederacji Generalnej Litewskiej rozstrzyga sprawę utrzymania grobli i mostów, powierzając ją posiadaczom ziemskim. Sejm w r. 1768 zabezpiecza na naprawę dróg i mostów dość znaczną na owe czasy kwotę 200.000 złp.

a nawet istnieją uchwały o charakterze lokalnym, przeznaczające np. rokrocznie ze Skarbu Koronnego kwotę 40.000 złp. na bruki warszawskie. Jednym słowem z całego szeregu postanowień widzimy rzetelną troskę ustawodawców o zabezpieczenie należytej, a ówczesnym warunkom odpowiadającej komunikacji.

Pomimo to jednakże, sprawa drogowa w Polsce przedstawiała się wprost fatalnie z tego powodu, iż zapadłych uchwał nikt nie wykonywał, a państwowa administracja ówczesna, w swych najniższych instancjach prawie z reguły o charakterze obywatelskim i honorowym, o istotną pracę z małymi wyjątkami prawie zupełnie nie dbała. Polski most i polska droga stały się synonimem niedołęstwa i zacofania nawet wtedy, gdy w całej Europie zbyt dobrze w tym kierunku się nie działo.

Radykalnej poprawie uległy stosunki drogowe dopiero w okresie porozbiorowym, szczególnie na ziemiach b. zaboru niemieckiego i austriackiego. Rozpoczęto budowę całego szeregu dróg, przyczem naturalnie na pierwszy plan wybijał się wojskowy charakter wykonywanych ciągów komunikacyjnych, co było zresztą zrozumiałe dążności do militarnego opanowania kraju.

Również znacznym postępowaniem wyróżnił się okres autonomiczny b. Królestwa Kongresowego trwający do roku 1866, a wykonane w tym okresie drogi zaspakajały dostatecznie ówczesne wymagania gospodarcze.

Również doniosłą była na terenie b. zaboru austriackiego działalność b. Wydziału Krajowego w ostatnich dziesięciokilkuletnich latach ubiegłego stulecia.

Pomimo całego szeregu wysiłków, wzmagające się z roku na rok potrzeby ruchu nie doznawały jednak stosownego uwzględnienia tak, iż w chwili ponownego uzyskania niepodległości, Polska pozostała z siecią drogową bardzo rzadką, niejednostajnie w granicach państwa rozłożoną a co najważniejsze, w znacznej swej części prawie zupełnie przez działania wojenne i liczne przesuwania się armji zniszczoną. Ostatnie lata wskazują na wybitną poprawę w tym kierunku, budżety państwowe rok rocznie są coraz lepiej dotowane w wydatkach drogowych, należy przeto mieć nadzieję, iż zrozumienie ważności sprawy drogowej zaczyna coraz głębiej przenikać społeczeństwo oraz, iż w okresie najbliższych lat kilkadziesiątu nadrobimy zaniedbania i straty poniesione poprzednio.

### 3. Podział dróg

Podział dróg na pewne kategorie może być bardzo rozmaity, zależnie od tego, czy dzielimy je wedle pewnych pojęć prawnych, czy też za podstawę jego przyjmujemy względy natury technicznej.

Pierwszy wypadek zachodzi podówczas, gdy miarodajnym będzie rozważanie komu droga ma służyć, względnie kto ponosi kosztą budowy i utrzymania; drugi, gdy będziemy się zastanawiać, dla jakich celów i w jaki sposób droga ma być wykonaną.

Pod względem prawnym dzielą się drogi na dwie kategorie: publiczne i prywatne.

Drogami publicznymi nazywamy wszystkie drogi, jakiegokolwiek bądź typu, służące do publicznego ruchu bez żadnych ograniczeń z wyjątkiem zakazów o charakterze policyjno-drogowym. Zwyczajnie z pojęciem tem złączony jest fakt budowy lub utrzymania tych dróg przez państwo lub instytucje samorządowe, przyczem nie wykluczony jest pieniężny współdział czynników prywatnych, zależnie od ważności dla nich pewnej drogi i od przyjętych z tego powodu zobowiązań. Najczęstszym będzie może wypadek wspólnego ponoszenia kosztów równocześnie przez kilka z wymienionych czynników.

Drogi prywatne są budowane i utrzymywane przez jednostki w znaczeniu prawnem. One też mają prawo wyłącznego używania tych dróg, względnie drogi te mogą być oddane, opłatnie lub bezpłatnie, również osobom innym do dyspozycji, jednakże tylko za uzyskaniem zezwolenia ze strony właściciela.

Drogi publiczne podlegają podziałowi administracyjnemu zależnie od instytucji mającej pieczę nad nimi oraz od źródła funduszków, płynących na ich budowę względnie utrzymanie.

Będą się zatem dzielić na państwowe gdy zarządza nimi państwo, wojewódzkie gdy gospodarzem na nich jest samorząd wojewódzki, powiatowe gdy utrzymuje je powiat, wreszcie gminne gdy łoży na nie pojedyncza gmina lub miasto. Jest to typ podziału administracyjnego, ustalony u nas ustawą o budowie i utrzymaniu dróg publicznych z 10 grudnia 1920 (D. U. R. P. N.6/21 poz. 32); w innych państwach zasady podziału są mniej więcej te same, tylko nazwy dróg nieco odmienne.

Jak z natury rzeczy wynika, podziały administracyjne nie są bezwzględnie stałe, lecz mogą być w miarę potrzeby, przez powołane do tego czynniki zmieniane. W każdym razie nie należy wyobrażać sobie, by z podziałem administracyjnym musiał być

złączony równocześnie pewien techniczny typ drogi, obie te sprawy bowiem nie stoją ze sobą w żadnym przyczynowym związku.

Również bardzo różnorodny jest podział dróg pod względem technicznym. I tak w pierwszym rzędzie, uwzględniając wybitne różnice w technicznym typie drogi, dzielimy je na drogi między-  
dzymiastrkowe i miejskie, noszące w tym wypadku zwy-  
czajnie nazwę ulic. Słuszność każe jednakże zauważyć, że wobec zwiększającego się prawie z dnia na dzień ruchu samochodowego oraz wymogów, jakie w odniesieniu do dróg ruch ten stawia, podział ten w przyszłości prawdopodobnie zupełnie zaniknie. Narazie drogi międzymiastowe, łączące pewne oddalone punkta kraju, stanowią same dla siebie pewną zamkniętą całość, na której może być i zwykle jest stosowany jeden i ten sam typ budowy; drogi miejskie natomiast, pomijając już odrębność typu, uzależnione są od najrozmaitszych względów, z istotą drogi czasami tylko luźnie związanych, a więc od planu zabudowania miasta, siły i rodzaju ruchu w poszczególnych dzielnicach miejskich, wymogów kanalizacyjnych i asanacyjnych i t. p. tak, że same w sobie przedstawiają już dość znaczne różnice. Nie przeszkadza to jednak temu, że pewna część drogi międzymiastowej, przekraczając miasta i wchodząc w sieć dróg miejskich, musi się typem swoim do nich dostosować.

Następną podstawą podziału dróg jest teren, w jakim są one prowadzone. Pod tym względem dzielimy drogi na nizinne, podgórskie i górskie.

Innym punktem wyjścia przy podziale dróg może być cel dla którego zostały wybudowane. Tutaj rozróżniamy drogi auto-  
mobilowe, drogi dla cyklistów, promenadowe w parkach i t. p. Same nazwy tych dróg tłumaczą ich cel i przeznaczenie.

Wreszcie najbardziej charakterystyczną kategoryzację techniczną otrzymujemy przy uwzględnieniu jako podstawy nawierzchni drogowej. Będziemy zatem mieli drogi ziemne, żwirowane, brukowane, bitumiczne, betonowe i t. p., o których szczegółowo będzie mowa w rozdziale o nawierzchni drogowej. Każdy z wymienionych typów dróg wymaga innego sposobu budowy i utrzymania tak, że często zmiana jednego typu na drugi przy drodze już istniejącej jest bardzo trudną, już choćby z tego powodu, że przy rozmaitych systemach nawierzchni bardzo ważną rolę odgrywają spadki drogowe.

*dlaczego jednakże promieniste nawierzchnie nie są  
chropaczka.*



#### 4. Problem drogowy na tle ogólnej gospodarki społecznej

Znaczenie należyście rozbudowanej sieci drogowej w każdym kraju jest jasne i nie potrzebuje zbyt szerokiego uzasadnienia. W miarę wzrostu długości dróg i poprawy ich nawierzchni, staje się żywszą wymiana towarów, będąca podstawą życia gospodarczego, transport staje się tańszy, co odbija się na potaniu wszystkich artykułów, szczególnie pierwszej potrzeby; również zyskuje rozwój życia kulturalnego, które przy dobrych środkach komunikacyjnych nabiera żywszego tempa z korzyścią dla ogólnego rozwoju społecznego. Jeżeli sprawą tą pragnę zająć się nieco obszerniej, to powodują mną w tym kierunku dwa motywy: pierwszy upośledzenie Polski na polu rozbudowy drogowej i pewne niezrozumienie, wykazywane dotychczas dla tej materji ze strony społeczeństwa, i drugi, radykalna zmiana poglądów na całość zagadnienia drogowego, jakie wprowadził ze sobą szybko rozwijający się automobilizm.

Co do pierwszego momentu zaznaczyć należy, że podstawą oceny należyście rozbudowanej sieci drogowej jest stosunek długości dróg do powierzchni kraju. Otóż dla całej Rzeczypospolitej stosunek ten wyraża się cyfrą około 12 km długości na 100 km<sup>2</sup> powierzchni, przyczem przyjęto do obliczenia tylko drogi o pewnej, dość prymitywnie wykształconej nawierzchni.

Odnośne daty porównawcze dla innych państw są następujące: dla Francji 105 km, Anglii 82 km, Belgji 78 km, dla Niemiec w granicach przedwojennych 49 km, dla Austrii przedwojennej 33 km.

Na tle tych cyfr widzimy dopiero kolosalne upośledzenie Polski w rozbudowie drogowej, przyczem dodać należy, że poszczególne przestrzenie kraju wykazują w gęstości sieci drogowej znaczną różnorodność, leżącą w granicach pomiędzy najlepiej pod tym względem uposażonym b. zaborem niemieckim, mającym 30 km dróg bitych na 100 km<sup>2</sup>, a najgorzej usytuowanymi partjami wschodnimi państwa z 0,7 km analogicznej długości.

Nadto znaczna część tych dróg jest katastrofalnie zniszczona działaniami wojennymi tak, iż z ogólnej ilości około 45.000 km dróg z utrwaloną nawierzchnią, co najmniej około  $\frac{1}{3}$  wymaga zupełnej przebudowy.

Należyta rozbudowa sieci drogowej spowodować musi w rezultacie rozbudowę bardzo nikłego u nas przemysłu kamieniołomowego; równocześnie otworzywszy nowe pole zbytu dla naszego przemysłu cementowego i bitumicznego, nie wspominając już na-

wet o równoległe idącej akcji złączonej z opanowaniem chronicznego u nas bezrobocia.

Zainicjowanie szerokiego programu rozbudowy drogowej oraz poprawy obecnych dróg w rezultacie swoim, sprowadzić musi zwiększenie siły podatkowej społeczeństwa i zdolność jego do świadczeń na cele publiczne. Należy jeszcze oświetlić problem drogowy z punktu widzenia kosztów ruchu.

Droga, ażeby oddawała społeczeństwu rzetelną korzyść, musi być wybudowaną dobrze i ekonomicznie. Ekonomia budowy nie polega w jej bezwzględnej taniości, lecz w tem, by roczna suma kosztów oprocentowania kapitału wydanego na drogę wraz z jej amortyzacją, kosztów utrzymania drogi i kosztów ruchu, była możliwie najmniejszą. Widzimy z tego, że oprócz wydatków związanych z budową i utrzymaniem a pokrywanych bezpośrednio przez rząd lub instytucje samorządowe, występują tutaj jeszcze koszty ruchu, pokrywane przez wszystkich używających drogę, o których się zwyczajnie niewiele mówi, które to koszty jednakże są olbrzymiej wartości i doniosłości dla całości gospodarstwa społecznego. Im sieć drogowa będzie gęściejszą a sama nawierzchnia lepszą, tem mniejsze są koszty ruchu.

Na jedno z naczelnych zagadnień wysuwa się u nas sprawa drogowa na wypadek wojny. Wiemy z doświadczenia niedawnej przeszłości, że jakkolwiek olbrzymie zadanie przypada w tym momencie kolejom, to jednakże nie mniejsze mają do spełnienia arterje drogowe, które docierają tam, gdzie kolej już dotrzeć nie może, mianowicie na same kończyny frontu bojowego. Nadto w rozmaitych momentach operacyj wojennych pozostaje jako jedyny środek komunikacyjny tylko droga. Rozbudowa drogowa zatem, jak widzimy, podnosi obronność państwa, a moment ten wobec naszego położenia geograficznego i olbrzymiej suchej granicy od wschodu i zachodu posiada dominujące znaczenie.

Trzeba wskazać jeszcze na jeden czynnik przemawiający dobitnie za udoskonaleniem sieci drogowej, a tym są względy zdrowotne.

Wszakże wiemy doskonale z własnego doświadczenia, że te szybko mknące pojazdy samochodowe, które w innych warunkach stałyby się błogosławieństwem ruchu, oszczędzając czas ludzi pracujących, są u nas istotnem przekleństwem pasa przydrożnego, wzbudzając tumany pyłu drogowego z wszystkimi jego zarazkami chorobotwórczemi. Udoskonalenie nawierzchni, wymiana ich na takie, które praktycznie biorąc są bezpyłne, będzie dla warunków zdrowotnych rzeczą pierwszorzędnego zna-

czenia. Gdy dodamy przy tem jak ważną, z punktu widzenia zdrowotnego, rolę odgrywają dobre nawierzchnie drogowe w miastach i jeśli wskażemy, jak wiele na tem polu jest u nas jeszcze do zrobienia, dojdziemy do przekonania, iż moment zdrowotny przemawia bardzo silnie za dobrą siecią dróg jezdnych.

Drugim momentem, który jest tutaj do omówienia, to samochód, który opanowawszy sieć drogową w całym szeregu państw kulturalnych, wdziera się i w nasze życie gospodarcze z nieodpartą siłą i żąda od technika konieczności dostosowania konstrukcji drogowej do znacznie więcej skomplikowanych warunków, aniżeli to miało miejsce przy pojazdach konnych. Samochód przestał już dawno być zabawką luksusową a stał się przedmiotem codziennej potrzeby, z czem każde rozumne społeczeństwo liczyć się powinno. Najlepiej pouczy nas o rozwoju w tym kierunku poniżej podane zestawienie, odnoszące się do kilku państw, a podające stan parku samochodowego z dniem 1 stycznia 1928.

PAŃSTWO	R. 1928	
	Ilość samoch. osob. i ciężar. w 1.000 sztuk	Ilość mieszkańców wypadająca na 1 samochód
Stany Zjednoczone Ameryki Płnc.	23.386	4,5
Wielka Brytania	1.617	29
Francja	1.208	34
Kanada	957	9,4
Niemcy bez okręgu Saary	708	89
Włochy	233	176
Belgia	129	62
Szwecja	145	42
Hiszpanja	194	108
Danja	106	28
Szwajcaria	86	47

Z powyższego światowego zestawienia, obejmującego tylko najkulturalniejsze kraje wynika, jak olbrzymi kapitał jest inwestowany w ten nowoczesny środek transportowy, jak zatem pieczołowicie należy się zająć drogą, której stan oddziałuje, w za-

ležności od okoliczności, mniej lub więcej niszcząco, na uwięziony w samochodach majątek narodowy.

Polska nie nadażyła jeszcze w tej samej mierze rozwojowi samochodowemu jak państwa inne; niemniej jednak widzimy na tem polu dążność do nadrobienia zaległości i w najbliższych latach liczyć się musimy z coraz silniejszym wzrostem w tym kierunku. Stan pojazdów mechanicznych w Polsce z dniem 1 stycznia 1931 wyniósł 46.700 sztuk.

Ażeby sobie zdać sprawę zupełnie rzeczowo z postępu automobilizmu, musimy zwrócić uwagę, iż druga połowa ubiegłego stulecia wyeliminowała drogi, jako dalekobieżne arterje komunikacyjne w państwach kulturalnych, prawie zupełnie z użycia. Sieć kolejowa opanowała niepodzielnie ruch dalekobieżny tak w dziale osobowym jakoteż towarowym, pozostawiając drogom obsługę ruchu lokalnego i tworząc z nich podrzędne ciągi o charakterze dozowym do poszczególnych punktów kolejowych.

Wymieniony rozwój kolejnictwa osiągnął większe lub mniejsze granice, w zależności od warunków w jakich dane społeczeństwo się znajdowało, a sięgał gdzie niegdzie tak daleko, iż np. w Niemczech niema miejscowości, któraby była położoną dalej od toru kolejowego jak 18 km.

Tymczasem początek wieku XX wprowadził dla kolei, na arenę światową, konkurenta w postaci samochodu, który staje się tak poważnym czynnikiem gospodarstwa społecznego, że przechodzenie nad nim do porządku dziennego, jako nad środkiem masowej komunikacji, dowodziłoby zupełnego niezrozumienia ducha czasu.

Nie potrzeba tutaj zbyt szeroko zastanawiać się nad walorami, które w porównaniu z koleją wnosi samochód. Wymienimy tylko najważniejsze. W pierwszym rzędzie stosunkowo znacznie mniejszy kapitał zakładowy celem uruchomienia przedsiębiorstwa przewozowego. Następnie łatwa możność dostosowania ruchu do istotnych potrzeb gospodarczych, zwiększenia lub zmniejszenia przedsiębiorstwa w miarę rozwoju stosunków i przeniesienia bez wielkich strat pojedynczych obiektów przewozowych na tę lub inną linię transportową. Wreszcie moment niezmiernej wagi, możność przyjmowania towarów z pod dachu producenta i oddawania ich pod dach konsumenta bez żadnego kłopotu i straty czasu, z czem kolej tylko wyjątkowo konkurować może, o ile rozchodzi się o partje posiadające własne bocznicę dojazdowe.

Walory te sprawiły, iż samochód zaczyna sobie zdobywać coraz większe pole ekspansji we wszystkich krajach. W Polsce je-

steśmy świadkami olbrzymiej rozbudowy osobowego ruchu autobusowego i to nie tylko tam, gdzie niema linii kolejowych, ale również w przestrzeniach równoległych do toru kolejowego. Bliższe badania wykazują, iż przy naszym systemie taryf kolejowych ciężarowy ruch samochodowy w całym szeregu artykułów pierwszej potrzeby może z koleją konkurować do odległości około 300 km. Wszystkie podane momenty dowodzą powagi zagadnienia samochodowego a tem samem powagi sprawy drogowej.

Nie można naturalnie z powyższego wyciągać wniosków ujemnych co do rozbudowy kolejnictwa, można jednak już dzisiaj ustalić, iż przyszłość należy do obu środków transportowych, które ruch przejmą na siebie zgodnie, w myśl ekonomji pracy. Nastąpi podział transportów tak w odniesieniu do wysokości stawek przewozowych jak i co do innych momentów, jak szybkość przewozu i t. p., jednym słowem nie może być w przyszłości mowy o wzajemnej konkurencji lecz o zgodnej współpracy.

Podniesiony powyżej stan rzeczy domaga się jednak gwałtownie silniejszego zajęcia się w Polsce należytą i dostosowaną do warunków chwili rozbudową drogową. Rzecz ta jest tem bardziej piekącą, iż z uwagi, że samochód przy uwzględnieniu swoich chyżości zużywa drogi nadmiernie, cały szereg państw pociąga ruch samochodowy do specjalnych świadczeń drogowych, przy czem podstawa tych świadczeń w rozmaitych państwach jest różną. Również i w Polsce sprawa ta została uregulowaną przez ustawę o funduszu drogowym. W tych warunkach jednak samochód znajduje tem więcej argumentów do żądania ze strony społeczeństwa gorliwszego zajęcia się drogami, aniżeli to miało miejsce dotychczas.

Z uwagi, że samochód jest maszyną o dość dużym stopniu odczuwalności i reakcji na nieodpowiednie warunki komunikacyjne, zajdzie konieczność dostosowania nawierzchni nawet na istniejących już drogach do wymogów jego ruchu. Sprawa ta jest bardzo trudną do rozwiązania; o ile bowiem uznajemy zupełnie, że zła droga niszczy nadmiernie samochód, powodując znaczne wydatki nieproduktywne, które w dodatku w naszych warunkach, w braku rodzimego przemysłu samochodowego umykają za granicę w postaci wysokocennych walut, to z drugiej strony mamy do czynienia z tym faktem, że samochód w swoim rozwoju kroczy znacznie szybciej naprzód aniżeli droga, która poprostu temu rozwojowi nadażyć nie może. Zdaje się, iż jedynem rozwiązaniem będzie tutaj konieczność założenia przestrzeni próbnych i doświadczalnych, które dałyby nam daty nie tylko w odniesieniu do

dobroci nawierzchni, ale nadto i co do jej ekonomiczności. Tą drogą poszła już zagranica, wychodząc z założenia, iż pieniądze wydane na tego rodzaju urządzenia nigdy nie pójdą na marne. Oprócz samochodu zmusza nas do silniejszego zajęcia się sprawą drogową również rozwój miast, objaw ogólnie znany po wojnie. Ludność miejska nie znalazłszy w dzisiejszych trudnych warunkach możliwości zamieszkania w miastach, przesuwają się na ich obwód, często nawet dość odległy. Powoduje to jednak konieczność stworzenia odpowiednich ciągów komunikacyjnych, któreby to oddalenie mieszkania od miejsca pracy czyniły mniej dokuczliwym. W ten sposób zaczyna się przynajmniej w pobliżu miast zacierać coraz więcej różnica między drogą miejską a między-miastową i konieczność uwzględnienia tego faktu w projektach drogowych.

## II. Podstawy projektowania dróg

### 5. Pojazdy drogowe

Dla każdego zajmującego się budową, względnie utrzymaniem dróg jest konieczną znajomości konstrukcji pojazdów drogowych. Wynika to po pierwsze z tego faktu, iż budowa pojazdów wywiera silny wpływ na pewne elementy drogi, jak np. jej krzywizny, powtóre, że wszelki postęp w kierunku konstrukcji nowych środków lokomocyjnych wymaga bacznej uwagi ze strony nadzoru drogowego.

Zasadniczo rozróżniamy pojazdy zaprzęgowe i motorowe.

1. Do pojazdów zaprzęgowych zaliczamy sanie i wozy drogowe.

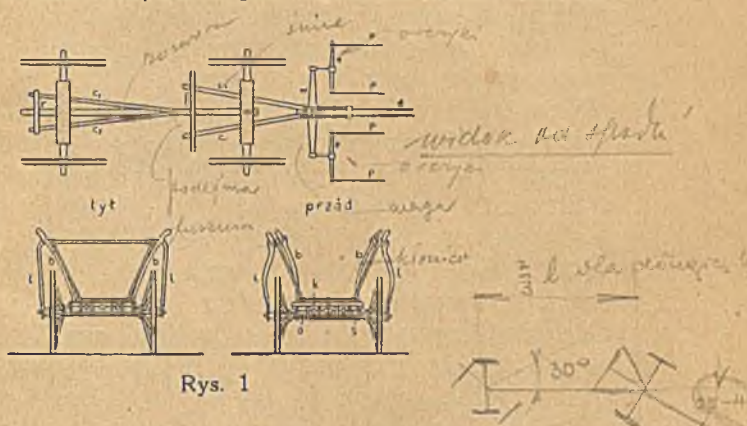
a) Sanie stanowią jeden z najpierwej używanych środków transportowych. Konstrukcja san, mających małe znaczenie tak dla masowego ruchu, jakoteż dla budowy dróg, jest tego rodzaju, iż składają się one z dwóch płóz, na których umieszczony jest odpowiedni pomost lub pudło dla przyjęcia ciężaru. Celem wzmocnienia płóz bywają one często okute gładkiem, płaskim żelazem.

Ze względu na to, że posuwanie się sani umożliwia jest tylko przez pokonanie oporu, jakie wywołuje tarcie pomiędzy płozami a powierzchnią drogi, używane być one mogą tylko tam, gdzie opór ten jest niewielki, a więc po śniegu, powierzchni lodu lub

też na silnych spadkach wdół, gdzie do pokonania oporu przychodzi w pomoc ciężar własny transportowanego materiału.

Przy przewozie wielkich i ciężkich transportów nie mogły wystarczać już sanie; pierwotny człowiek spostrzegł znacznie korzystniejsze warunki przewozu wtedy, gdy pod przewożony ciężar podkładał kłody drzew, co w rezultacie doprowadziło do wynalazku wozów drogowych, najpierw dwu- a potem czterokołowych.

b) Wozy czterokołowe stanowią już typ pojazdu, którego budowa wywiera wybitny wpływ na drogę. Jak wiemy z życia codziennego, rozróżniamy wozy ciężarowe, wozy dla lekkich towarów oraz do przewozu osób, znane pod najrozmaitszymi nazwami.



Rys. 1

W naszych warunkach używane są przeważnie wozy dwuosiowe, dlatego też tylko nimi zajmować się będziemy, tem więcej zaś, że wozy jednoosiowe wybitnego odmiennego wpływu na budowę drogi nie wywierają. Najbardziej charakterystycznym dla nas będzie zwyczajny wóz włościański.

Wóz ten składa się z podwozia oraz górnej części zwanej nacięciem.

Podwozie złożone jest z przedniej i tylnej części, połączonych ze sobą zapomocą rozwozy (*r*). Przednia część wozu skonstruowaną jest w ten sposób, że na oprawie (*o*) spoczywa siodełko (*s*). Na siodełku znajduje się kierownik (*k*), utwierdzony tam zapomocą żelaznego sworznia, pozwalającego na swobodny jego obrót. Przy zwyczajnych wozach wiejskiego typu umieszczone są stale w kierowniku obustronnie kłonicie (*b*), złączone u góry luźnie zapomocą postronków z luśniami (*l*), które u dołu są połączone z osiami i służą do utrzymania

bocznych ścian wozu w odpowiednim położeniu. Pomiedzy oprawą a siodełkiem umieszczone są w podwoziu dwie przednie śnice ( $c_1$ ), które zbiegają się ku przodowi, przytrzymując dyszel ( $d$ ), stale z nim połączoną wagę ( $w$ ) i luźno zawieszone orczyki ( $e$ ). Do orczyków przymocowane są postrońki lub pasy od zaprzęgu ( $p$ ). Tylny koniec śnic ( $c$ ) połączony jest wzajemnie podęmką ( $f$ ) umieszczoną pod rozworą, która w ten sposób jest przeciwwagą dla dyszla i utrzymuje go w stałym położeniu.

Zwrócić należy uwagę, iż rozwora nie jest do przedniej części stale przymocowaną, lecz zapomocą sworznia, wskutek czego z jednej strony możliwy jest skręt przedniej części od rozwory, z drugiej zaś przez wyjęcie sworznia umożliwione jest regulowanie długości wozu lub też, przy zupełnem wysunięciu, przewóz długich przedmiotów.

Tylna część wozu skonstruowaną jest podobnie jak przednia z tem, że brak tam zupełnie kierownika, oraz że rozwora jest stale przymocowaną, a prostopadły kierunek rozwory do tylnej osi utrzymują tylne śnice ( $c_2$ ).

Kąt skrętu przedniej osi względem rozwory zależy od konstrukcji naściłu, głównie od jego szerokości i waha się między  $25^\circ$  a  $45^\circ$ , przeciętnie około  $30^\circ$ .

Zachodzą często wypadki, że przy przewozie szczególnie długich materiałów, jak np. drzew masztowych, dochodzących do 30 m długości, na ostrych łukach nie wystarcza zużytkowanie tylko przedniego skrętu. Zauważyć tutaj należy, że przy tego rodzaju transportach rozwora odcepioną jest zupełnie od przedniej części wozu a tylna część wraz z nią umieszczoną w odległości mniej więcej  $\frac{2}{3}$  całej długości drzewa; w tym wypadku przymocowuje się rozworę do przewożonego drzewa sznurami lub łańcuchami. Dla ułatwienia przejazdu przez ostre łuki zużytkowuje woźnica również tylny skręt w ten sposób, że wywołuje go stosownem przesunięciem przedniej części rozwory. Skręt, jaki w ten sposób uzyskać można, dochodzi zwyczajnie do  $30^\circ$ .

Przy niektórych wozach ciężarowych specjalnych (wozy meblowe) umożliwiony jest skręt przedniej osi do  $90^\circ$ , wskutek czego wozy te mogą się skręcać na miejscu.

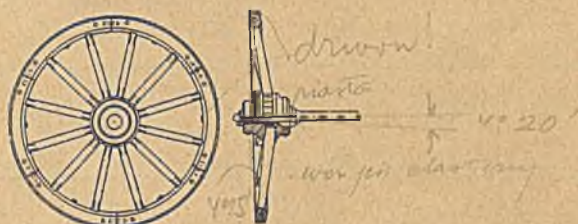
Najważniejszą dla nas częścią wozu są koła, któremi wóz styka się z nawierzchnią. Koła osadzone są przy wozach zaprzęgowych na stale utwierdzonych osiach, każde oddzielnie, co umożliwia wygodny przejazd w łukach bez dodatkowych oporów, al-



bowiem koło wewnętrzne ma możliwość odbycia drogi innej aniżeli zewnętrzne.

Koło składa się z 4 części: piasty, szprych, dzwona i obręczy.

Piasta zwyczajnie drewniana, okuta, zaopatrzona jest w smarownicę. W środku wyłożona jest metalową pochwą zwaną bukszą, z pomocą której opiera się o oś. Celem uniemożliwienia spadnięcia koła z osi, od wewnątrz znajduje się tarcza, od wewnątrz trzepień zwany lonikiem. Czasami zamiast lonika przychodzi przykrywa osadzona śrubowo. Ujęcie piasty jest na parę milimetrów luźne, co pozwala kołu na nierównych drogach na lekkie boczne odchylenia.



Rys. 2

Szprychy, zwyczajnie drewniane, osadzone są pomiędzy piastą a dzwonem, jednakże nie w płaszczyźnie koła lecz stożkowo, przy czem kąt pomiędzy płaszczyzną koła a szprychą wynosi około  $4-5^{\circ}$ . Zaznaczyć należy, iż oś wozu jest w miejscu osady koła przegiętą o kąt około  $4^{\circ}$  tak, iż płaszczyzna koła nie jest pionową lecz przechyloną. Pochylenie osi ma na celu dosuwanie koła ku środkowi wozu, tak aby na drogach nierównych uderzenia boczne nie zepchnęły koła z osi nazewnątrz. Nadto otrzymujemy w ten sposób możliwość powiększenia szerokości wozu u góry mniej więcej o 15 cm. Oprócz tego odpryskiwanie błota, idące w kierunku płaszczyzny koła, nie daje się jadącym na wozie tak dotkliwie odczuwać.

Celem stożkowego osadzenia szprych jest dążność, by szprycha, która w danej chwili jest najsilniej obciążoną, stała mniej więcej pionowo do drogi. Wozy ciężarowe specjalnej konstrukcji, mające koła małe o szerokich obręczach, nie mają szprych osadzonych stożkowo, lecz w płaszczyźnie koła; czasami wykonuje się koła w ten sposób, iż szprychy są naprzemian w jedną i drugą stronę pochylone.

Dzwona kół wyrabiane są z kilku części i ściągnięte na gorąco

RODZAJ POJAZDU	Średnica kół	Szerokość wieńca	Rozstaw osi	Rozstaw kół	Długość	Szerok.	Wysokość	Ciężar własny	Ładunek
					wozu				
					bez dyszla	zewnątrz			
					<i>m</i>	<i>m</i>			
<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>kg</i>	<i>t</i>	
Wozy wiejskie	0,92—1,17	6,5—7,0	2,4—3,5	1,10—1,15	4,0—5,0	1,75	1,60	600—1.000	2,0—2,5
Wozy osobowe	0,85—1,15	5,0	2,25	1,25	—	—	2,00	600—700	—
Wozy miejskie	0,75—0,90	7,0—8,0	2,5—3,0	1,10	4,0—4,5	1,7	1,40—1,50	1.000—1.300	2,5—4,0
Wozy meblowe	0,75—0,92	9,0—15,0	2,9	1,35	4,0—8,0	2,3	3,10	2.200—3.000	5,0—6,0
Wozy do przewozu długiego drzewa <i>l</i>	0,90—1,15	6,5—8,0	$\frac{2}{3} l$	1,15	<i>l</i>	—	—	800—1.200	do 4,0

obręczą żelazną, przymocowaną do nich bądź to gwoździami, bądź też śrubami wpuszczanymi.

Rozstaw kół, mierzony między środkami obręczy, wynosi 1,00 do 1,35 m.

Główne wymiary odnoszące się do wozów zaprzęgowych zawiera zestawienie podane na str. 18.

Średnica kół przednich jest zwyczajnie o około 20% mniejszą niżli tylnych, a to celem ułatwienia skrętu. *Wozy wójkowe mają 20% 20*

Szerokość obręczy musi stać w pewnym stosunku do wypadającego na koła ciężaru. Sprawa ta dość zawiła, gdyż powinna tu być uwzględniona średnica kół oraz rodzaj jezdni a wreszcie i rodzaj materiału obręczy, uregulowaną u nas została rozporządzeniem Min. Rob. Publ. i Spr. Wewn. z 26/4 1924 (*D. U. R. P. Nr. 61 poz. 611*) w ten sposób, iż szerokość ta winna być taką, aby ciśnienie kół nie przekraczało 150 kg na centymetr bieżący szerokości obręczy. W ten sposób otrzymujemy następujące zestawienie szerokości obręczy i dopuszczalnego ciężaru wozów:

Szerokość obręczy cm	Dopuszczalny ciężar wozu kg	Szerokość obręczy cm	Dopuszczalny ciężar wozu kg	Szerokość obręczy cm	Dopuszczalny ciężar wozu kg	Szerokość obręczy cm	Dopuszczalny ciężar wozu kg
3,5	2.100	6,5	3.900	9,5	5.700	12,5	7.500
4,0	2.400	7,0	4.200	10,0	6.000	13,0	7.800
4,5	2.700	7,5	4.500	10,5	6.300	13,5	8.100
5,0	3.000	8,0	4.800	11,0	6.600	14,0	8.400
5,5	3.300	8,5	5.100	11,5	6.900	15,0	9.000
6,0	3.600	9,0	5.400	12,0	7.200	16,0	9.600

Obręcz żelazna nigdy nie oddziaływa całą swoją szerokością ze względu na nierówność drogi; natomiast znacznie korzystniej ukształtują się stosunki przy obręczy gumowej, o której mówić będziemy przy pojazdach mechanicznych.

*x) jeżeli  $d \leq 1,00$  m. jeżeli  $d > 1,00$  m. to  $Q = 150 \text{ t/d.}$   
 min  $b = 6,0$  cm ciężar  $15$  cm.  $\Delta$  przed  $d$*

Niektóre wozy, szczególniej lżejsze, posiadają resory, dość rozmaicie skonstruowane, składające się z reguły z kilku leżących na sobie taśm stalowych, ku końcowi coraz cieńszych, złączonych z sobą żelaznemi strzemionami. Zaopatrzenie wozu w resory oddziaływa dobrze nietylko na nadwozie, ale również i na drogę, łagodząc uderzenia nadwozia o podwozie a temsamem o drogę.

Każdy wóz powinien być zaopatrzony w hamulec, umożliwiający mu zjechanie ze spadku bez obawy runięcia na konie. Hamulec powinien posiadać odpowiednią konstrukcję; jako taka, najlepszą okazała się poduszka przyciskana do obręczy koła, wskutek czego zmniejsza się możliwość obracania się koła, a tem samem chyżość przejazdu. Wszelkie urządzenia tego rodzaju, przy których wstrzymuje się zupełnie obrót koła, a więc trzewice żelazne, przytrzymywanie koła drągiem lub łańcuchem i t. p. są niedopuszczalne, albowiem niszczą i zdzierają nawierzchnię.

2. Początek bieżącego stulecia dał nam na drogach nowy środek lokomocyjny, samochód, który zdobywa coraz szersze pole działania i zaczyna wpływać bardzo wybitnie na technikę drogową. Z uwagi na specjalne walory, jakie ze sobą przynosi samochód, zajęły się tą sprawą ustawodawstwa wszystkich krajów kulturalnych, a w Polsce odnośnie do ruchu pojazdów mechanicznych obowiązuje obecnie rozporządzenie Min. Rob. Publ. z 29 stycznia 1928 (*D. U. R. P. Nr. 41 poz. 396*). Pojazdem mechanicznym w rozumieniu tego rozporządzenia jest taki pojazd, który poruszany jest przez umieszczony na nim silnik, a nadto pojazd ten nie biegnie na szynach.

Z uwagi na źródło siły rozróżniamy pojazdy mechaniczne parowe, elektryczne i spalinowe. Największe, zupełnie dominujące rozpowszechnienie osiągnął pojazd spalinowy, a to z powodu małego ciężaru, wielkich chyżości, oraz nieograniczonego prawie promienia działania ze względu na to, że materiał motoryczny, benzyna, jest prawie wszędzie do nabycia.

Pod względem technicznym ustawodawstwo nasze rozróżnia samochody ciężarowe, osobowe, autobusy oraz pociągi drogowe. Autobusem nazywa się pojazd przeznaczony do przewożenia 8 lub więcej osób. Za pociąg drogowy uważa się pojazd z jednym lub kilkoma przyczepionemi wozami, dwu- lub cztero-kołowe.

Pod względem prawnym rozróżnia się jeszcze pojazdy przeznaczone do użytku prywatnego oraz do zarobkowego

*Rozporządzenie 15. I 1928 o ruchu pojazd mechanicznych*

przewożenia osób lub towarów, które wtedy oznaczone są jako przeznaczone do użytku publicznego.

Kolebką rozrostu ruchu samochodowego są miasta lub ich najbliższa okolica; w miarę rozwoju stosunków gospodarczych zdobywa samochód również partje wiejskie, na których przeważnie albo nawet wyłącznie odbywał się tylko ruch konny. W najbliższej przyszłości liczyć się musimy z silnym wzrostem ruchu mechanicznego również na drogach międzymiastowych i dostosować je o ile możliwości do wymogów tego ruchu.

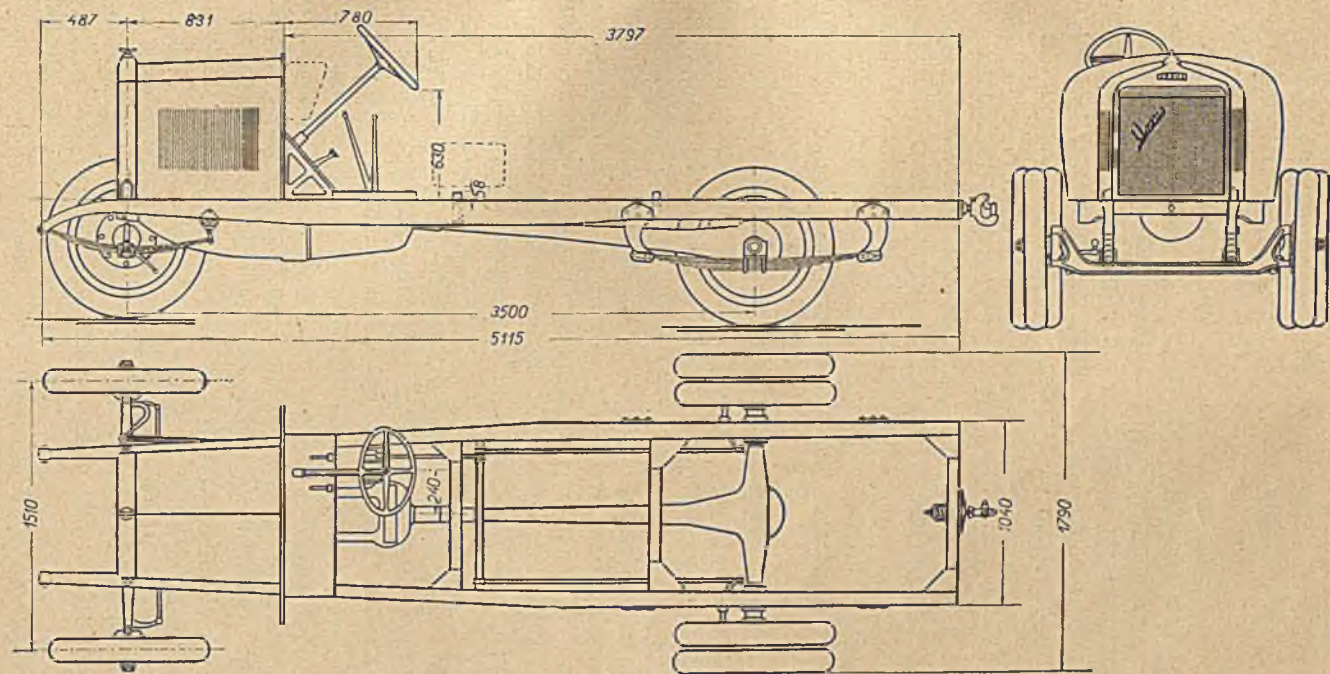
Samochód składa się z podwozia i nadwozia.

Główną częścią podwozia jest rama stalowa, rozmaicie, zależnie od systemu ukształtowana, która spoczywa zapomocą resorów na osiach. Oś przednia jest osią kierunkową, tylna — pędną, jakkolwiek obecnie ukazały się już samochody, mające napęd na obie osie. *Kompletując alle drogi.*

Napęd odbywa się zapomocą odpowiedniej przENOŚNI z m o t o r u. Koła na osi tylnej są bądź to stałe, bądź też luźno osadzone, posiadają jednakże zupełną niezależność obrotów jednego od drugiego. Jest to możliwe przez zastosowanie specjalnego urządzenia składającego się z systemu kół zębatych, który to przyrząd nosi nazwę przyrządu różnicowego względnie dyferencjału. Istnienie tego urządzenia umożliwia ruch pojazdu w krzywiznach, gdzie koło zewnętrzne robi drogę większą niżli wewnętrzne, bez szkodliwego poślizgu i związanej z tem straty siły pędnej.

Niezmiernie celowe jest urządzenie osi przedniej, kierunkowej. Oś ta nie mogła tu być urządzoną tak jak przy wozach zaprzęgowych ze względu na to, że skręcanie całej osi przy wjeździe w łuk, przy uwzględnieniu chyżości jaką samochód rozwija, byłoby dla bezpieczeństwa ruchu niedopuszczalne. Środkowa część osi przedniej jest zatem nieruchoma, natomiast na końcach posiada krótkie ramiona, skręcalne zapomocą szeregu dźwigni przez kierownicę. Koła przednie są osadzone wolno na tych ramionach, przyczem konstrukcja jest tego rodzaju, iż przedłużenia osi ramion przecinają się w punkcie A, położonym na przedłużeniu osi tylnej; kąt skrętu ramion jest różny, tak że oba koła przy skręcie zataczają łuki współśrodkowe. Kąt skrętu wynosi  $20^{\circ}$ — $30^{\circ}$ , maksymalnie  $40^{\circ}$ , przyczem skręt jest możliwy dla samochodów osobowych na promieniu około 5 m, dla ciężarowych około 10 m. Na zwykłych szerokościach dróg skręt samochodu jest możliwy przez wyzyskanie biegu wstecznego.

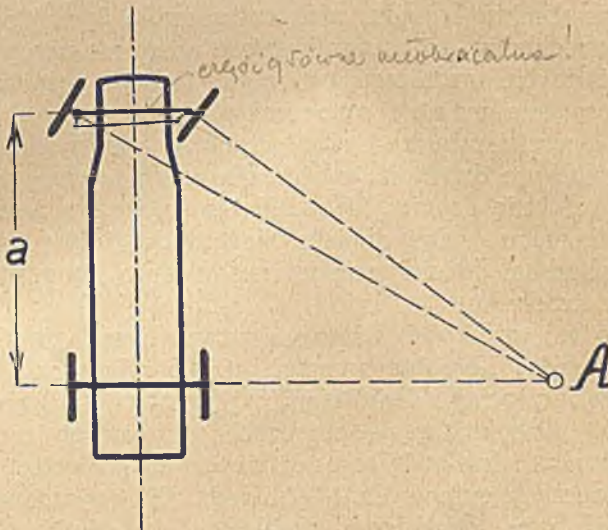
Koła przednie są nadto nieznacznie, o około  $3^{\circ}$  nachylone ku osi



Rys. 3. — Samochód ciężarowy typu „Ursus”

wozu, aby przez takie nastawienie zapobiec rozpychaniu ich nazewnątrz. Koła są drewniane lub stalowe, szprychy drewniane, druciane lub też koła pełne, wyciskane. O obręczach będzie mowa osobno.

Hamowanie odbywa się zapomocą taśm stalowych, trących o bębny. Przy samochodach ciężarowych istnieje t. zw. hamulec górski, umieszczony z tyłu w formie zapadki, który utrudnia stoczenie się wozu w tył.



Rys. 4

Motor posiada 2, 4 lub więcej cylindrów, w których następuje wybuch mieszanki benzyny z powietrzem. Z motoru przenosi się ruch na wał korbowy, następnie z pomocą sprzęgła i przekładni następuje przemiana ilości obrotu wału, a co zatem idzie i regulowanie chyżości samochodu.

Odnośnie do poszczególnych wymiarów samochodu, można zauważyć, iż jakkolwiek dążeniem producentów jest, by pudło nadwozia rozszerzyć dla powiększenia jego pojemności, to z drugiej strony miarodajnym być musi obecny stan szerokości dróg i produkcję musi się do tego dostosować. Z tego powodu maksymalna szerokość samochodu nie powinna przekraczać 2,30 m przy szerokości załadowania do 2,80 m. Pewne odstępstwa pod tym względem mogą być uczynione tylko dla pojazdów o specjalnym przeznaczeniu, przejeżdżających po drogach tylko wy-

jątkowo a nie mogących rozwinąć szybkości większej jak 10 km/godz. Pod tę kategorię podpadają wały drogowe mechaniczne, pługi motorowe i niektóre maszyny rolnicze.

Co do rozstawu kół to jest on dosyć rozmaity. Z punktu widzenia drogowego nie należałoby dążyć do jakiejś normalizacji w tym kierunku z tego powodu, że przy rozmaitym rozstawie następuje jednostajniejsze zużycie nawierzchni, aniżeli miałyby to miejsce po ustaleniu jednolitem odnośnych wymiarów.

100 Wysokość samochodów powinna być tego rodzaju, by do najwyższego punktu ładunku nie przekraczano 4 m. Co do obciążenia samochodów, to ustawodawstwo nasze nie przewiduje właściwie żadnych ograniczeń (wyjątek: mosty) poza tem, by ciśnienie wypadające na 1 cm szerokości obręczy nie przekraczało 150 kg. Szerokość ta ma być mierzona na obręczy nowej, w stanie normalnego działania, w miejscu zetknięcia się jej z twardą nawierzchnią drogi. W związku z tą sprawą jest jednakże szybkość ruchu, gdyż dopiero połączenie ciężaru samochodu z dynamicznem oddziaływaniem ruchu może się szkodliwie odbijać na drodze.

Co do tej szybkości ustawodawstwo nasze stawia pewne, zresztą bardzo liberalne wymogi. O ile mianowicie całkowity ciężar własny wraz z ładunkiem przekracza 3500 kg, natenczas szybkość samochodów na obręczach metalowych nie powinna przekraczać 15 km/godz., na masywach 25 km/godz., na drążonych obręczach gumowych 40 km/godz. Dla pojazdów lżejszych niema żadnych ograniczeń szybkości z wyjątkiem redukcji w miastach, na skrzyżowaniach, mostach itp., które to ograniczenia noszą już charakter policyjny, z uwagi na bezpieczeństwo ruchu.

Na stronie następnej podaje się zestawienie odnoszące się do wymiarów pojazdów mechanicznych.

Doniedawna panowało przekonanie, iż głównym powodem szybkiego niszczenia nawierzchni drogowej przy ruchu samochodowym jest jego chyżość oraz wynikające z niej ssące działanie kół, oraz przeświadczenie, że ograniczenie szybkości doprowadzi do zmniejszenia zniszczenia. Zapatrywanie to zostało zaatakowane w pierwszej linii przez wytwórców samochodowych, a przeprowadzony szereg badań praktycznych dowiódł, że istotna, najgłówniejsza przyczyna ujemnego oddziaływania samochodu na drogę leży w innych momentach aniżeli chyżość.

Rezultatem badań jest skonstatowanie tego faktu, iż niszczenie nawierzchni drogowej jest w wysokiej zależności od kon-



RODZAJ POJAZDU	Szerok. <i>m</i>	Długość <i>m</i>	Rozstaw osi <i>m</i>	Ciężar własny <i>kg</i>	Ciężar ruchomy <i>kg</i>	Średnica kół		Szerokość obręczy		Rozstaw kół	
						przedn.	tylnych	przedn.	tylnych	przedn.	tylnych
						<i>m</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
Osobowe	1,8	5,0	2,8—3,5	1.000—1.800	700	0,82—0,90	0,82—0,90	9,0—13,5	9,0—13,5	1,25—1,45	1,25—1,45
Autobusy	1,9—2,5	7,5—9,0	4,6—5,5	3.200	4.500	1,02	1,02	12,0—16,0	12,0—16,0	1,56	1,56
Ciężarowe dwuosiowe	2,10	6,0—9,0	4,0—6,0	3.000	6.000	0,85—1,05	0,93—1,05	14,0—22,5	14,0—22,5	1,70	1,58
Ciężarowe trzyosiowe	2,20	9,0	1—2 : 5,9 2—3 : 1,25	5.000	10.000	1,15	1,15	15,2	15,2	1,73	1,73

strukcji wozu, oraz że przez odpowiednie jej dostosowanie do warunków ruchu można w tym względzie wprowadzić znaczną poprawę.

W szczególności do złagodzenia zniszczeń drogowych doprowadzi: niskie położenie punktu ciężkości wozu, należyte jego uresorowanie, zastosowanie elastycznych obręczy, powiększenie ilości kół oraz ewentualna zamiana kół na przyrządy czołgowe.

Co do pierwszego punktu, to widzimy już w konstrukcji nowoczesnych samochodów dążność do niskiego usytuowania środka ciężkości; dzieje się to przez odpowiednie niskie rozmieszczenie pojedynczych części składowych, nadto przez stosowne wygięcie tylnej osi ku dołowi, co umożliwia obniżenie podłogi wozu.

Jest rzeczą łatwą zrozumiałą, iż odpowiednie uresorowanie jest momentem pierwszorzędного znaczenia z tego powodu, że nieelastyczne uderzenia samochodu o drogę powiększają siłę tych uderzeń, a co zatem idzie powiększają wielkość zniszczeń.

Szczególnie ważne jest zastosowanie przy samochodach elastycznych obręczy. Dzisiaj prawie z reguły używa się obręczy gumowych, i to przy samochodach ciężarowych pełnych (masywów), przy osobowych, pneumatycznych. Te ostatnie są znacznie korzystniejsze, tak iż coraz częściej widzi się tendencję do zastosowywania ich również przy samochodach ciężarowych.

Obręcz pneumatyczna zawiera powietrze ściśnione, w zależności od obciążenia i pory roku od 3 do 7 atmosfer. Tak przy obręczach pełnych jak i pneumatycznych są w użyciu rozmaite typy ich nakarbowywania, celem uniknięcia poślizgu kół w kierunku podłużnym i poprzecznym do jazdy.

Powiększenie ilości kół samochodowych wpływa bardzo dodatnio na rozkład ciśnienia wywieranego na drogę. Również znacznie dodatniejsze rezultaty, odnośnie do ciśnienia jednostkowego, otrzymujemy przy zastosowaniu czołgów, przy których przeniesienie ciężaru na drogę następuje za pośrednictwem łańcucha bez końca. Pojedyncze ogniwa tego łańcucha zaopatrzone są zwyczajnie w żeberka. Ciśnienie, wywierane tu na drogę, jest bardzo niewielkie wobec znacznych wymiarów płyt czołgowych. Ciśnienie to zależy jeszcze od rodzaju nawierzchni; przy nawierzchniach miękkich maleje, gdyż wchodzi tu w grę większe powierzchnie zetknięcia się, wynikłe z istnienia żeber.

Poza motorami spalinowymi istnieją jeszcze motory parowe i elektryczne, które jednak nie odgrywają przy ruchu drogowym w naszych warunkach prawie żadnej roli.



## 6. Opory ruchu na drogach

Pragnąc rozpatrzyć sprawę oporów ruchu na drogach będziemy oddzielnie traktowali pojazd zaprzęgowy w poziomie i na spadku, oddzielnie zaś opory ruchu pojazdów mechanicznych:

A) Opory ruchu pojazdów zaprzęgowych w poziomie na prostej.

Siła pociągowa, umożliwiająca ruch wozu w poziomie na prostej, pokonać musi szereg oporów.

Opory te są trojaki: w pierwszym rzędzie wewnętrzne, powstałe wskutek tarcia osi kół o piastę względnie o czoło piasty. Opór ten praktycznie znaczenia wielkiego nie posiada, raz z tego powodu, że jest wogóle niewielki, powtóre dlatego, że może być wydatnie zmniejszony bądź to przez specjalną konstrukcję łożysk (łożyska wałkowe i kulowe), bądź też przez smarowanie osi.

Następnym oporem, z którym się już poważnie liczyć musimy, jest opór zewnętrzny, powstały wskutek toczenia się koła po drodze oraz występujący wskutek nieuniknionej, nawet przy bardzo dobrem wykonaniu, nierówności drogi.

Trzecim oporem wreszcie jest opór powietrza, powstający przy szybkiej jeździe, który dla zwykłych wozów zaprzęgowych nie jest brany pod rozwagę, który jednak uwzględnimy przy omawianiu oporów ruchu pojazdów mechanicznych.

Narazie zajmiemy się oboma pierwszymi oporami.

Aby wóz mógł się w poziomie poruszać, musi być suma oporów  $O$  mniejszą lub co najmniej równą sile pociągowej  $P$ .

Doświadczenia wykonane przy rozmaitych rodzajach nawierzchni wykazały, że opór jest tem większy, im większy ciężar mamy do przewiezienia, oraz że stosunek oporu, względnie — co na jedno wyjdzie — siły pociągowej do przewożonego ciężaru jest dla pewnego rodzaju nawierzchni ilością mniej więcej stałą, wahającą się tylko w nieznacznych granicach. Jeżeli stosunek ten nazwiemy przez  $w$ , to wartość jego otrzymamy, dzieląc siłę pociągową  $P$  przez ciężar wozu  $W$ , czyli:

$$w = P : W = \frac{P}{W}.$$

Otrzymaoną w ten sposób wartość nazywamy współczynnikiem oporu danej nawierzchni.

Z podanego poniżej wzoru wynika, że

$$P = w \times W,$$

czyli że wielkość siły pociągowej otrzymamy, mnożąc współczynnik oporu przez całkowity ciężar wozu. Współczynniki oporu, jak już wspomnieliśmy, są dla różnych nawierzchni różne, a nawet dla jednej i tej samej wahają się w pewnych granicach, zależnie od stanu, stopnia dobroci i nawilgocenia tejże.

Naogół powiedzieć można, że im lepszą i gładszą będzie droga, tem współczynnik ten jest mniejszy czyli że tem mniejszej siły potrzeba będzie użyć do poruszenia jednego i tego samego ciężaru.

Współczynniki te zostały doświadczalnie wypośrodkowane i przedstawiają się następująco:

droga ziemna zła lub luźny piasek . . . . .	0,150
droga ziemna zwykła . . . . .	0,100
droga ziemna sucha, ubita . . . . .	0,050
droga pokryta ujeżdżonym śniegiem . . . . .	0,023
droga z tłucznia niewalowana . . . . .	0,120
droga z tłucznia średnio zużyta w porze mokrej . . . . .	0,050
droga z tłucznia gładka, sucha . . . . .	0,030
droga z tłucznia bardzo dobra (maziowana) . . . . .	0,020
droga brukowana kamieniem polnym . . . . .	0,040
droga brukowana mozaiką . . . . .	0,020
droga brukowana dobrym brukiem kam. . . . .	0,018
droga brukowana b. dobrym bruk. kam. lub klinkierem . . . . .	0,013
droga brukowana drzewem miękkim . . . . .	0,018
droga brukowana drzewem twardem . . . . .	0,013
droga z asfaltu ubijanego . . . . .	0,010
droga z asfaltu lanego . . . . .	0,018

Ponieważ wartości tego współczynnika, jak łatwo zrozumieć, mają wybitny wpływ na koszta przewozu, podaje się poniżej porównawcze wartości dla innych typów przewozowych:

kolejka robocza . . . . .	0,010
tramwaj . . . . .	0,005
kolej główna przy małych chyżościach . . . . .	0,0025
kanał spławny przy małych chyżościach . . . . .	0,0004

Podane wartości współczynnika oporu *w* zostały w przecięciu ustalone doświadczalnie przez pomiar dynamometrem (siłomierzem) wstawionym pomiędzy pojazdem a zaprzęgiem, dla pewnych przeciętnych warunków ruchu.

W warunkach szczególnych zajść mogą znaczne odstępstwa od podanych wartości, przyczem wpływ wywierają tutaj: szerokość obręczy kół, ich wymiar, podatność lub twardość nawierzchni, prędkość jazdy, uresorowanie itp. Co do wielkości średnicy kół

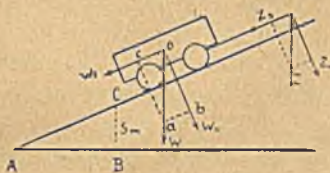
np., to jako ogólne prawidło przyjęć należy, że opór zmniejsza się przy wzroście średnicy; co do chyżości opór jest tem mniejszy, im chyżość z jaką jedziemy jest mniejsza.

Z przedstawionego powyżej zestawienia widać, że im lepiej zbudowaną jest nawierzchnia, tem mniejszej potrzeba siły do pokonania ciężaru czyli tem taniej wypadnie na niej przewóz. Tem się też tłumaczy w pierwszym rzędzie dążność do uzyskiwania dróg o coraz lepszym typie nawierzchni.

B) Opory ruchu pojazdów zaprzęgowych w krzywiznach i na spadkach.

W krzywiznach, które pojazd mija, istnieje bezsprzecznie pewien opór dodatkowy, wynikający ze skreću koła około pionowej, przechodzącej przez punkt zetknięcia się koła z drogą. Również następuje tu pewna strata siły pociągowej wskutek konieczności zmiany kierunku przez zaprzęg. Jak już wspomnieliśmy, konstrukcja wozu jest tego rodzaju iż długość piasty jest o parę mm większą niżli osi, co umożliwia bez wybitnego wysiłku skreć wozu na łuku.

Opór z tego powodu jest bardzo nieznaczny, najprawdopodobniej wprost proporcjonalny do chyżości jazdy, odwrotnie zaś do wielkości promienia krzywizny; z uwagi na jego znikomość możemy opór ten pominąć.



Rys. 5

Przy ruchu wozu w górę występuje oprócz poprzednio już poznanych oporów siła dodatkowa, usiłująca tak wóz jako też zaprzęg, na mocy ciężenia, cofnąć w kierunku spadku drogi. Siła ta musi być również pokonana zaprzęgiem.

Jeżeli nazwiemy ciężar wozu przez  $W$ , który — jak wiemy — działa pionowo, to na spadku ciężar ten rozkłada się na dwie siły, jedną prostopadłą do drogi  $W_1$  i drugą równoległą do niej  $W_2$ . Siła  $W_1$  wywołuje wspomniany już w ustępie A) opór, którego wielkość, wedle podanego tam wzoru, możemy łatwo obliczyć. Ponieważ spadki, jakie mamy przy drogach, są stosunkowo niewielkie, a rys. 5 jest tylko dla łatwiejszego zrozumienia rażąco pod tym względem przedstawiony, przeto zwyczajnie wielkość

siły  $W_1$  niewiele różni się od ciężaru wozu  $W$  i możemy przy obliczeniach przyjmować  $W$  zamiast  $W_1$ .

Druga siła  $W_2$ , działająca równolegle do drogi, usiłuje wóz posunąć w kierunku spadku. Znając ciężar wozu  $W$ , możemy łatwo obliczyć wielkość siły  $W_2$ . Jeżeli na pionowej ze środka ciężkości wozu  $O$  odetniemy w pewnej przedziałce wielkość ciężaru  $W = Oa$  i wyprowadzimy z punktu  $a$  linię równoległą i prostopadłą do drogi, natenczas odczytany w tej samej podziałce odcinek  $Oc = ab = W_2$ , zaś  $Ob = W_1$ .

Spadki drogi podajemy zwyczajnie przez wymienienie stosunku pomiędzy długością drogi a wypadającym na tę długość wzniesieniem, wyrażając tę cyfrę w procentach (%). Jeżeli np. wznoszenie się drogi na 100 m wynosi 3 m, czyli na 1 m 0,03 m, natenczas mówimy, iż droga ta ma spadek trzyprocentowy. Pod procentem spadku rozumiemy zatem wzniesienie lub spadek na długości 100 m.

Z rys. 5 widzimy, że narysowana droga wznosi się na długości  $AB$  o  $s$  m. Jeżeli przyjmiamo, że  $AB = 1$  m, natenczas wartość  $s$ , wyrażona w centymetrach, da nam odrazu spadek  $s$  %.

Z podobieństwa trójkątów  $Oab$  i  $ABC$  wynika, że

$$ab : Ob = BC : AB$$

Ponieważ zaś  $ab = W_2$ ,  $Ob = W_1$ ,  $BC = s$  i  $AB = 100$  m przeto:

$$W_2 : W_1 = s : 1$$

lub:

$$W_2 = W_1 \times s$$

Ponieważ, jak już powiedzieliśmy,  $W_1$  niewiele różni się od  $W$ , przeto z wielkiem przybliżeniem przyjąć możemy że:

$$W_2 = W \times s$$

Jeżeli zatem wóz np. o ciężarze 1.000 kg porusza się w górę na spadku 4%, natenczas siła usiłująca go zepchnąć w dół wyniesie  $W_2 = 1000 \times 0,04 = 40$  kg. Tę zatem siłę będzie miał dodatkowo do pokonania zaprzęg.

Zaprzęg, ciągnąc wóz pod górę, pokonać musi również poziomą składową swego własnego ciężaru, którą analogicznie do poprzedniego nazwiemy  $Z_2$ . Wielkość tej siły, podobnie jak przy wozie będzie:

$$Z_2 = Z \times s$$

W ten sposób całkowity opór, jaki przy jeździe w górę musi być pokonany, wynosi:

$$P_c = P + W_2 + Z_2 = wW + Ws + Zs$$

albo:

$$P_c = W (w + s) + Z \times s$$

Ze względu, że czynnik ostatni, przy uwzględnieniu niewielkiego stosunku ciężaru konia do całości ładunku, odgrywa tylko

nieznaczną rolę, możemy go opuścić, a wtedy wzór na wielkość siły pociągowej przedstawi się w formie:

$$P_c = W (w + s).$$

Ze wzoru tego widzimy, że jeżeli spadek na 1 m drogi wyrażony w metrach jest równy współczynnikowi oporu, tzn. gdy  $s = w$ , natenczas na tym spadku potrzeba zużycia dwa razy tak wielkiej siły pociągowej jak w poziomie, albowiem wtedy:

$$P_c = W (w + w) = 2 wW$$

Biorąc pod uwagę np. drogę z tłucznia, wałkowaną, przy której współczynnik oporu wynosi średnio  $w = 0,03$  widzimy, że dla tej drogi potrzeba podwójnej siły pociągowej na spadku 3%.

Ten sam wypadek zajdzie jednak przy bruku mozaikowym już przy spadku 2%, albowiem współczynnik oporu wynosi tutaj tylko 0,02, jakkolwiek bezwzględna wielkość siły pociągowej w pierwszym wypadku będzie większa niżli w drugim.

Ze wzoru tego wysnuć możemy jeszcze jedno prawo, mianowicie: że jeżeli ładunek ma zawsze jednakowo wyzyskiwać siłę pociagową, natenczas spadki muszą być tem mniejsze, im lepszą i gładszą zastosujemy nawierzchnię. Drogi zatem bardzo gładkie, jak np. asfaltowe, znoszą tylko niewielkie spadki.

Jeżeli wóz porusza się po spadku w dół, natenczas składowa z ciężaru równoległa do drogi działa w kierunku jazdy, zatem przeciwnie do oznaczanych pod A) oporów. Wzór zatem na obliczenie siły pociągowej przybierze formę:

$$P_c = W (w - s)$$

W wypadku zatem, gdy spadek jednostkowy równa się współczynnikowi oporu danej drogi, wielkość siły pociągowej  $P_c = 0$ , czyli wtedy wóz zjechać może swoim własnym ciężarem. Pozostając przy obranych przykładach, stanie się to na drodze wałkowanej przy spadku 3%, przy bruku mozaikowym na spadku 2% itp.

Jeżeli spadek jednostkowy jest większy niżli współczynnik oporu, natenczas wyrażenie na  $P_c$  przybierze znak ujemny czyli, że wtedy zaprzęg nie tylko wozu ciągnąć nie potrzebuje ale przeciwnie, wóz musi być powstrzymywany.

Ponieważ z reguły nie powinno się dopuszczać, by konie nie ciągnęły a były po prostu spychane, gdyż w tym wypadku jest niezmiernie łatwo o nieszczęśliwy wypadek, przeto zastosowujemy tutaj hamulec czyli sztucznie utrudniamy jazdę. *(przebiega)*

C) Opory ruchu pojazdów mechanicznych.

Zbadanie wszystkich momentów odnoszących się do oporów ruchu przy pojazdach mechanicznych jest rzeczą dość trudną

a to tem więcej, iż sprawa ta jest znacznie więcej skomplikowaną, aniżeli przy pojazdach zaprzęgowych. Z przeprowadzonych na specjalnych urządzeniach laboratoryjnych badań, okazuje się, że mechanizm przenośni ruchu powoduje stosunkowo nieznaczne straty siły; największe straty natomiast otrzymuje się na kołach pędnych, szczególnie przy wielkich chyżościach i wielkiej rozwiniętej sile. Straty siły przy kołach kierunkowych są znacznie mniejsze. Moc na obwodzie koła pędnego powinna być mniejszą aniżeli opory tarcia posuwistego; gdyby bowiem była większą, natenczas koło obracałoby się na miejscu nie powodując ruchu samochodu. Wynika z tego, że:

$$P \leq W_t w_1$$

jeżeli oznaczymy przez:  $W_t$  = ciężar samochodu wypadający na tylną oś, zaś przez  $w_1$  = współczynnik tarcia posuwistego.

W tym wypadku iloczyn  $W_t w_1$  przedstawia nam opór tarcia posuwistego; ażeby iloczyn ten był możliwie wielki, konstrukcja samochodu jest tego rodzaju, iż przy wozach ciężarowych wypada na oś tylną 64—75% całego ciężaru samochodu, przy osobowych 56—62%.

W momencie ruszania wozu nie zawsze istnieje równowaga pomiędzy siłą obwodową na tylnych kołach a oporem tarcia posuwistego. W wypadku gdy  $P$  jest większe od  $W_t w_1$ , następuje nietylko ruch wozu, ale również ślizganie się koła po drodze; innemi słowy droga którą przebiega wóz jest mniejszą od drogi, jaką wykonuje obracające się koło tylne.

Po ślizg ten zależy od wielkości siły pędnej, chyżości jazdy oraz typu i stanu nawierzchni i kół. Zwrócić na niego uwagę musimy z tego powodu, że niszczy on nietylko ogumienie, co nas narazie mniej obchodzi, ale równocześnie nawierzchnię. Normalnie dla samochodów osobowych poślizg ten wyraża się w cyfrze 2—3% ujechanej przestrzeni, jednakże skonstatowano również znaczne większe odchylenia dochodzące do 40%. Sprawa ta odnosi się tylko do kół pędnych, wolne natomiast od poślizgu są koła przednie jako popychane.

Zwrócić należy również uwagę na oddziaływanie pojazdu mechanicznego w kierunku wytwarzania pyłu, gdyż ma to związek z ruchem i siłą pojazdu.

Sprawa tworzenia się pyłu na drodze, wskutek ciągłego niszczenia nawierzchni nie wymaga żadnego specjalnego omówienia. Z chwilą ukazania się jednak na drodze samochodu, zaczęła ona być bardzo uciążliwą, gdyż szybko jadący wóz zaczął wywoływać wiry powietrzne, które plagę tę w silnym stopniu zwiększyły.



Przy jeździe samochodu bowiem tworzy się za wozem przestrzeń o rozrzedzonym powietrzu, w którą to partję usiłuje przedostać się powietrze o normalnem ciśnieniu. Rezultatem tego jest tworzenie się przy podatnych warunkach tumanów pyłu, które rozciągają się nietylko na przestrzeń tuż za wozem, ale ze względu na wywołane wiry skutek swój wywierają na dalsze partje. Oprócz tego, szybko obracające się koła wprowadzają w ruch wirowy otaczające je powietrze, które wciąga w ruch również pył leżący na drodze. Dalej przy poślizgu kół tylnych następuje odrywanie pojedynczych cząsteczek nawierzchni i odrzucanie ich w kierunku stycznym do koła. Cząstki te porywa ze sobą wir powietrzny, powiększając w ten sposób plagę pyłu. Do tego przyczynia się wreszcie ssące działanie kół samochodowych polegające na tem, iż w przestrzeń o rozrzedzonym powietrzu, powstałą za kołami samochodu, wpycha się powietrze z pod nawierzchni, porywając ze sobą cząstki jej lepszysza, powiększając pył i osłabiając równocześnie jezdnię. Ssące działanie kół jest tem większe, im bardziej gładkie są koła samochodu.

Z natury rzeczy wynika, że wszystkie wspomniane objawy występują najsilniej przy nawierzchniach z tłucznia lub żwiru, wskutek czego na nich najdotkliwiej daje się odczuwać plaga pyłu, drogowego.

Przeciwdziałanie pladze pyłu, poza środkami o których mowa będzie później, jest możliwa na dwóch drogach. Pierwsza, to odpowiednia konstrukcja wozu, któryby wywoływał najmniejsze prądy powietrza w czasie ruchu, co jest równoznaczne z formą wozu o najmniejszym oporze dla powietrza. Druga to budowa takich nawierzchni, które pyłu nie wytwarzają, zatem o ile możliwości monolitycznych.

Wielkość współczynnika  $w_1$  tarcia posuwistego jest zależną od rodzaju obręczy oraz rodzaju i stanu nawierzchni. Liczne badania w tym kierunku dały, jak łatwo zrozumieć, dość rozbieżne rezultaty. Tak np. dla obręczy żelaznych otrzymano następujące wartości:

dla suchego bruku drewnianego	0,20
„ mokrego bruku drewnianego	0,25
„ suchego bruku kamiennego	0,30
„ suchej żwirówki, zależnie od ciężaru wozu	0,25.—0,40
„ mokrej żwirówki	0,42

Daty odnoszące się do wielkości tego współczynnika przy obręczach gumowych są następujące:

RODZAJ NAWIERZCHNI	Samochód osob. z napinkami		Samochód osob. bez napinek		Samochód cięż. bez napinek	
	stan nawierzchni*					
	1	2	1	2	1	2
Żwirówka maziowana	0,50	0,45	0,56	0,50	0,62	0,57
Brak drewniany	0,44	0,34	0,60	0,30	0,62	0,22
Asfalt ubijany	0,39	0,32	0,53	0,27	0,60	0,25

\* 1 = nawierzchnia sucha, 2 = nawierzchnia mokra lub błoto.

Dla powiększenia adhezji zaopatrzone są często koła gumowe w żebra. Działanie tych żeber polega na tem, iż wskutek istnienia pomiędzy nimi miejsc pustych powiększa się ciężar wypadający na powierzchnię żeber o tyle, o ile właśnie nie działają poszczególne szpary pomiędzy nimi.

Przy ruchu samochodu liczyć się należy nadto z oporem powietrza. Opór ten zależy od wielu czynników a w pierwszym rzędzie od kształtu samochodu oraz chyżości jazdy. Dalszym czynnikiem, który tu będzie również miarodajny, jest gęstość powietrza w jakim ruch się odbywa (ciśnienie, wiatr).

Jeżeli opór ten nazwiemy przez  $O_p$  w kilogramach, powierzchnię przednią samochodu przez  $F$  w  $m^2$ , zaś chyżość przez  $V$  w  $km/godz.$ , natenczas w normalnych warunkach i przy chyżościach leżących w granicach 0,2—250  $m/s$  miarodajnym będzie przybliżony wzór:

$$O_p = 0,005 FV^2$$

Przy chyżości samochodu, o powierzchni czołowej  $2 m^2$  np.: 60  $km/g.$  wypadnie ten opór na 36  $kg$ , przy chyżości 100  $km/g.$  na 100  $kg$ .

Sprawa pewności tego wzoru dla samochodów dotychczas zadowalniająco nie jest zbadaną; w nowych konstrukcjach samochodów daje się zauważyć dążność w kierunku najodpowiedniejszego ukształtowania formy wozów do najmniejszego oporu powietrza (kształt kropłowy).

## 7. Praca zaprzęgu lub motoru

Jako zaprzęgu używamy w naszych warunkach prawie wyłącznie koni. Tu i ówdzie używane woły, stanowią tylko wyjątki

odstępujące od reguły, dlatego też o nich wiele mówić nie będziemy.

Siła pociągowa, jaką koń może ze siebie wydać, stoi, jak wykonane doświadczenia wykazały, w prostym stosunku do jego ciężaru i wynosi w przybliżeniu około  $\frac{1}{5}$  tego ciężaru.

Poniżej podajemy zestawienie siły pociągowej koni poszczególnych gatunków:

R O D Z A J	Ciężar własny kg	Siła pociągowa kg
Najsilniejsze konie	750	150
Bardzo silne konie	500	100
Silne konie	450	90
Przeciętne konie	350	75
Lekkie konie	250	60

Dla porównania podajemy również daty dla innych zwierząt a więc:

wół	wyказuje siłę pociągową	100 kg
muł		56 kg
osioł		35 kg.

Jako podstawę dalszych rozważań przyjmujemy typ przeciętnego konia z ustaloną siłą pociągową 75 kg. \*)

Jeżeli do wozu zaprzęgniemy dwa lub więcej koni, to wytworzona w ten sposób sumaryczna siła pociągowa nie będzie wielokrotnością liczby koni, lecz ukształtuje się niekorzystniej, co pochodzi z tego powodu, że konie razem z zaprzęgu użyte nie wydają ze siebie potrzebnej siły równocześnie oraz nie ściśle w jednym i tym samym kierunku, wskutek czego pewna jej część marnuje się bezpożytecznie.

Chcąc przedstawić procentowo wartość każdego konia z zaprzęgu, przyjmujemy za jednostkę siłę pojedynczego konia, a wtedy dla:

*konie spracowe z pasadru koniery wydają więcej!*

ilości koni	1	2	3	4	5	6	7	8
wynosi siła pociągowa 1 konia w %	100	98	87	80	73	64	55	49

czyli że np. 3 pary koni użyte w zaprzęgu wydadzą ze siebie zamiast 450 kg przeciętnie tylko  $0,64 \times 6 \times 75 = 288$  kg. Jeżeli przeprowadzimy ten sam rachunek dla 4 par koni, otrzymamy jako siłę pociągową 294 kg, z czego widzimy, że praktycznie biorąc, większa przyprzążka jak 3 pary koni nie posiada właściwie dla zwiększenia siły pociągowej żadnego znaczenia.

Wysokość zwyczajnego konia wynosi 1,10—1,40 m, długość zaś 1,30—1,60 m.

Co do chodu konia rozróżniamy: stęp z chyżością 0,6 do 1,6 m/s, kłus 3—6 m/s oraz galop 7—16 m/s.

Przy badaniu użytkowej wartości konia do przewozu ciężarów, najważniejszym dla nas jest stęp. Koń pracuje najekonomiczniej, gdy wydaje z siebie w pewnym średnim czasie, przy średniej chyżości, średnią siłę. Jak doświadczenia wykazały, średni czas pracy konia wynosi 8 godzin = 28800 sekund, zaś średnia chyżość 1,10 m/s; średnia siła zaś, jak już przedtem wspomnieliśmy, wynosi 75 kg. Iloczyn tych 3 czynników daje nam t. zw. normalny moment pracy, który możemy przedstawić w formie:

$$M = P v t$$

jeżeli przez  $P$  rozumiemy siłę, przez  $v$  chyżość, zaś przez  $t$  czas.

Podstawiając w ten wzór średnie wartości, otrzymamy:

$$M = 75 \times 1,10 \times 28800 = 2.376.000 \text{ kgm.}$$

przyczem nadmieniamy, że pracę mierzy się w jednostkach zwanych kilogrammetrami.

Każde odstępstwo jednego z tych czynników poza wartość przeciętną, powoduje przy zachowaniu tego samego momentu pracy zmniejszenie dwu innych czynników albo innymi słowy, zwiększenie chwilowe wielkości siły pociągowej spowodować musi zmniejszenie się chyżości, lub też zwiększenie chyżości na pewnej partji wywoła zmniejszenie siły pociągowej itp.

Tylko w warunkach zachowania stałego momentu pracy jest możliwe codzienne używanie konia, gdyż tylko wtedy jest on w stanie, bez uszczerbku dla siebie, pracować, z uwzględnieniem naturalnie normalnego wyżywienia.

Na krótkich przestrzeniach zachodzi czasami konieczność użycia pracy konia z momentem większym od normalnego. Ten chwilowy nadmierny wydatek siły możliwy jednakże tylko wtedy, gdy damy zwierzęciu odpowiedni czas odpoczynku, gdyż mo-

tor żywy tem się właśnie różni od martwego, że w chwili wypo-  
czynku nagromadza w sobie energję do dalszej pracy.

Zwrócić tutaj należy jednak uwagę, że praca konia z zaprzęgu  
składa się z 2 części, po pierwsze z t. zw. pracy nieużytecz-  
nej, koniecznej do poruszania jego własnego ciała, powtóre  
z pracy użytecznej, której efektem jest ruch wozu.  
Dla rozmaitych chyżości ruchu wzajemna wielkość tych prac  
jest różną; ogólnie powiedzieć możemy, że im chyżość ruchu jest  
większa, tem większa część pracy zużywa się na pokonanie  
własnego ciężaru. Wykonane doświadczenia wykazały, że nor-  
malna praca użyteczna w stępie wynosi około 54% całkowitej  
pracy, reszta zużytą zostaje na ruch własny. W klusie wypada  
na pracę użyteczną zaledwie 13—16%, z czego widzimy, że przy  
tym rodzaju jazdy koń może uciągnąć ciężary tylko bardzo nie-  
znaczne, dla przewozu masowego nie mające żadnego znaczenia.  
Omawianą powyżej siłę i pracę konia winniśmy uwzględnić przy  
jeździe w poziomie lub też pod górę. Jeżeli natomiast zachodzi  
wypadek tak silnego spadku, że koń zmuszony byłby aż wóz  
wstrzymać, nie możemy liczyć na tę samą wydajność pracy, gdyż  
zdolność konia w tym kierunku nie da się nawet w przybliżeniu  
ustalić i zależną jest raczej od przyzwyczajenia. Z tego też po-  
wodu jeszcze raz zwraca się uwagę na konieczność zastosowy-  
wania hamulców przy wozach. \*

Przy samochodach, pracę około poruszania wozu wykonuje  
umieszczony w podwoziu motor 2,4 lub 6 cylindrowy.

Efekt takiego motoru oblicza się empirycznie wedle wzoru:

$$M = 0,3 \times i \times d \times S$$

jeżeli przez  $i$  oznaczamy ilość cylindrów, przez  $d$  średnicę tłoka,  
zaś przez  $S$  skok tłoka, liczone w centymetrach.

Drugi używany wzór przedstawia się w formie:

$$M = \frac{F \times v \times p \times i}{4 \times 75} \text{ przyczem:}$$

$F$  oznacza powierzchnię tłoka w  $\text{cm}^2$ ,  $v$  chyżość tłoka w  $\text{m/s}$ .  
(zwyczajnie 5  $\text{m/s}$ ),  $p$  średnie ciśnienie tłoka w  $\text{kg/cm}^2$  (zwy-  
czajnie 4,5—6  $\text{kg/m}^2$ ), zaś  $i$  jak wyżej ilość tłoków. Motory sa-  
mochodowe budowane są o sile dochodzącej do 100 KP (koni pa-  
rowych), chyżość zaś przy wozach ciężarowych dochodzi do  
20  $\text{km/g.}$ , przy wozach osobowych 90  $\text{km/g.}$  i więcej.

## 8. Spadki drogowe

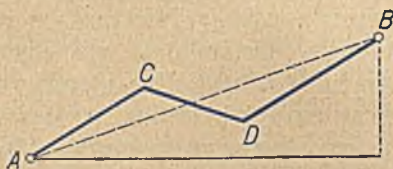
Spadek drogowy podłużny powstaje wtedy, gdy niweleta  
drogi jest do poziomu nachyloną pod pewnym kątem. Im kąt

*Badanie wpływu między chybami a spadkami*  
Francis Lechales | Na spadek  
Mieux Morel |  $P = W(p + s) + 16,7$

ten jest większy, tem z większym spadkiem mamy do czynienia.

Oznaczenie spadku może się odbywać dwojako, albo przez podanie kąta pochylenia, co jest jednakże niewygodne, albo też, co przyjęło się powszechnie, przez podanie wielkości wzniesienia na jednostkę długości. Jeżeli za jednostkę długości przyjmiemy 100 m, natenczas wielkość wzniesienia określać się będzie w procentach (%); w wypadku, gdy jednostką długości jest 1000 m, określenie spadku następuje w promillach ( $\text{‰}$ ). Z natury rzeczy wynika, że promille są dziesięciokrotnością procentów.

Z czasami oznacza się również spadki przez podanie jednostkowej wysokości do korespondującej z nią długości; np.  $\frac{1}{25}$  będzie



Rys. 6

równoznaczne z 4%, wyrażone zaś w cyfrze bezwzględnej jako 0,04.

Spadkiem granicznym nazywamy największy dopuszczalny spadek, którego na danej drodze przy jej projektowaniu przekroczyć nie wolno.

Droga łącząca dwa punkty końcowe A i B iść może w poziomie i w spadkach. Najwygodniej byłoby połączyć oba końcowe punkty spadkiem jednolitym, który byłby w tym wypadku spadkiem przeciętnym; warunki terenu zmuszają nas jednak do odstępstwa w spadku przeciętnego i połączenia punktów spadkami rozmaitemi, większymi lub mniejszymi od przeciętnego, byle tylko leżały w granicach spadku granicznego. Jeżeli droga w pewnym miejscu (C), pomimo ogólnej tendencji ku górze, z warunków terenowych musi spadać w dół, natenczas tę część spadku nazywamy spadkiem odwrotnym lub straconym. Punkt w którym następuje zmiana spadku nazywamy załomem spadku.

Jak już stwierdziliśmy poprzednio, omawiając sprawę oporów ruchu, istnieje pomiędzy ciężarem pojazdu a spadkiem, przy jeździe pod górę ścisły związek, dający się ująć w ogólne prawo,

im większy spadek, tem mniejszy ciężar może być pod górę przewieziony przy jednej i tej samej wartości siły pociągowej. Nie jest zatem obojętnem, w jakim spadku droga będzie prowadzoną, gdyż odbija się to na wielkości kosztów transportu. Z uwagi, iż na drogach naszych mamy do czynienia z ruchem mieszanym, zaprzęgowym i motorowym, przeto sprawa ta musi być oddzielnie omówioną dla każdego z tych typów ruchu.

Droga w ciągu swoim wykazuje spadki rozmaite, większe lub mniejsze. Jeżeli ciężar zaprzęgowego pojazdu brutto (wozu i ładunku) obliczony zostanie przy uwzględnieniu odpowiedniego współczynnika oporu wedle spadku największego, natenczas w partjach o spadkach mniejszych praca zaprzęgu nie zostanie należycie wyzyskaną, gdyż ładunek będzie wtedy za mały; innemi słowy transport przedstawia się drogo. Praktyka życiowa rozwiązała tę sprawę odmiennie; wóz załadowuje się ciężarem dostosowanym do pewnego średniego spadku dla całej drogi, który nie odbiega wiele od spadku przeciętnego, natomiast większe spadki pokonuje się trojako: bądź to przez przyprzążkę dodatkowej siły pociągowej, albo przez podzielenie ładunku i przewiezienie go na partji przykrej w kilku częściach lub wreszcie przez chwilowe nadmierne nateżenie zaprzęgu do wysokości podwójnej siły, przy równoczesnem zwolnieniu chyżości jazdy i daniu później koniom odpowiedniego odpoczynku.

Z trzech tych sposobów, dwa pierwsze są niewygodne i kłopotliwe; przyprzążki nie ma zawsze do dyspozycji, zaś dzielenie transportu na kilka części pochłania wiele czasu i pracy. Jako najlepszy zatem należy uznać sposób trzeci, chwilowego nadmierne nateżenia zaprzęgu.

Pytanie zachodzi jak wielki może być spadek drogi, przy którym może nastąpić wyzyskanie podwójnej siły konia? Pragnąc na to pytanie odpowiedzieć, będziemy traktowali oddzielnie drogę nizinną, oddzielnie zaś prowadzącą w terenie pagórkowatym lub górskim.

W terenie nizinnym naogół mamy do czynienia przeważnie z partjami poziomymi lub niewiele od poziomu odbiegającymi, dlatego też ciężar wozu normuje się tam w odniesieniu do partji poziomych, a wielkość średniej siły pociągowej, jak wiemy będzie:

$$P_s = W w$$

Jeżeli przez  $s_p$  nazwiemy ten spadek, na którym koń ciągnie jeszcze ciężar  $W$  z wydatkiem podwójnej siły, natenczas:

$$P = 2 P_s = (w + s_p) W + Z s_p \text{ lub}$$

$$P = (W + Z) s_p + W w$$

Wstawiając za  $P_s$  poprzednio podaną wartość, otrzymamy:

$$2 W w = (W + Z) s_p + W w \text{ lub:}$$

$$s_p = \frac{W \cdot w}{W + Z}$$

Robiąc pewne uproszczające założenie, a mianowicie pomijając w powyższym wzorze ciężar konia  $Z$ , otrzymamy:

$$s_p = w$$

Zatem spadek, na którym możemy podwoić pracę konia, nie może być większy od współczynnika oporu. Im zatem droga lepsza tzn. im ten współczynnik mniejszy, tem też wyjątkowy spadek musi być mniejszy, przyczem jednakże odrazu zauważyć należy, iż przy drogach o mniejszym  $w$ , możemy zasadniczo wóz więcej załadować, niżli na drodze gorszej.

Przy drogach nizinnych, na których jak powiedzieliśmy ciężar wozu stosuje się do partji poziomych, możemy zatem przy uwzględnieniu podwójnego, chwilowego wyzyskania pracy konia zastosować następujące spadki:

na drogach ziemnych      gdzie  $w = 0,05$  spadek 5%

na drogach żwirowanych    gdzie  $w = 0,03$  spadek 3%

na drogach brukowanych    gdzie  $w = 0,02$  spadek 2%

Z równania na wielkość siły pociągowej przy jeździe w dół:  $P = W \cdot w - (W + Z) s_p$  i przy pominięciu ciężaru konia wynika, że na tych największych spadkach, zjeżdżanie wdół odbywać się może bez hamowania, gdyż w tym wypadku  $P = 0$ . Praktycznie będzie lepiej wóz lekko przyhamować, by koń miał jeszcze nieco do ciągnięcia.

W terenach pagórkowatych, partja pozioma będzie tylko wyjątkową, regułą zaś będzie spadek. Na drogach takich na podstawie wiekowej praktyki, urabia się pewien typ ciężaru wozu na ogół mniejszy niżli przy drogach nizinnych.

Jeżeli ten ciężar nazwiemy przez  $W_s$  natenczas:

$$P_s = W_s w + (W_s + Z) \cdot s \text{ a stąd:}$$

$$s = \frac{P_s - W_s w}{W_s + Z}$$

Projektując zatem drogę w okolicy górskiej, powinniśmy się dobrze zorientować w odniesieniu do będących w użyciu ciężarów wozów, gdyż jak widzimy, wartość ta będzie podstawą do obrachowania spadku miarodajnego dla danej okolicy. Nie od rzeczy będzie uwaga, iż w pewnych okolicach może ruch idący zgóry na dół przeważać, pod górę być lżejszy (eksploatacja drzewa z góry w dolinę) zatem w tych wypadkach możemy projektować spadki większe. Ponieważ na krótkich przestrzeniach możemy



ilczyć na podwójną siłę konia, przeto wzór dla tych maksymalnych spadków będzie

$$s = \frac{2 P_s - W_s w}{W_s + Z}$$

Poniżej podane zestawienie obliczone na podstawie powyższego wzoru, przy uwzględnieniu średniej wagi konia 350 kg i średniej siły pociągowej 75 kg, uwidacznia nam największe dopuszczalne spadki dla trzech, najczęściej będących w użyciu typach nawierzchni.

$W_s$ ciężar brutto wozu na 1 konia kg	Drogi ziemne $w = 0,05$	Drogi żwirowane $w = 0,03$	Drogi brukowane $w = 0,02$
4.000	—	0,0069	0,0160
3.500	—	0,0117	0,0208
3.000	0,0000	0,0179	0,0259
2.500	0,0088	0,0208	0,0351
2.250	0,0144	0,0317	0,0404
2.000	0,0213	0,0383	0,0468
1.750	0,0298	0,0465	0,0548
1.500	0,0405	0,0568	0,0648
1.250	0,0547	0,0704	0,0781
1.000	0,0741	0,0888	0,0963
750	0,1022	0,1160	0,1227

Wykazuje ono, że praca konia jest pod silnym wpływem spadku i ukształtowanie się na nich bardzo niekorzystnie i nieekonomicznie.

Pod tym względem przedstawia się znacznie korzystniej samochód, posiadający w swoim motorze dostateczny zapas energii do pokonania nawet bardzo znacznych spadków, bez potrzeby zmniejszania swego załadunku pod założeniem, iż załadunek ten wogóle leży w granicach sprawności motoru.

Podstawą rozważań o wielkości spadków w odniesieniu do ruchu samochodowego są koszty tego ruchu. W pierwszym rzędzie zorientować się musimy co do kosztów ruchu samochodu w poziomie. Koszta te składają się:

1) z wydatków niezależnych od ruchu, a mianowicie opłata kie-

rowcy względnie także pomocnika, podatki, ubezpieczenie i utrzymanie samochodu;

2) z oprocentowania kapitału wydanego na zakupno wozu, garażu i wszelkich potrzebnych narzędzi; wydatki te są również od ruchu niezależne, wreszcie

3) z wydatków związanych z ruchem, zatem materiały pędne, smary, czyściwo i gumy.

Nad sprawą ustalenia tych kosztów robione były liczne doświadczenia tak w odniesieniu do samochodów osobowych jakoteż ciężarowych, z których daty wahają się w pewnych granicach w zależności od rodzaju pojazdu oraz przyjętych za podstawę warunków ruchu.

Poniżej przykładowo podajemy daty odnoszące się a) do samochodu osobowego 20-konnego o chyżości przeciętnej 60 km/g, oraz b) samochodu ciężarowego 5-tonnowego przy założeniu rocznej sprawności 20.000 km i przeciętnem załadowaniu  $\frac{2}{3}$  nośności, zastrzegając zgóry, że dat tych nie należy uważać za bezwzględne, albowiem jak już wyżej powiedziano, są one w wysokiej zależności od stosunków lokalnych.

	a	b
oprocentowanie kapitału	8 %	6,3%
podatki	8,7%	1,5%
ubezpieczenie	4,8%	2,8%
umorzenie	15,8%	16,2%
zagarażowanie	10,3%	2,9%
utrzymanie i naprawy	9,5%	8,4%
gumy	12,7%	9,9%
materiały pędne	11,1%	27,4%
smary, przędziwo, narzędzia	3,2%	7,0%
kierowca, czyszczenie	15,9%	17,6%
	100 %	100 %

Z podanych dat wynika, że koszt materiałów pędnych ze smarami wynosi tylko pewną zupełnie niedominującą część ogólnych kosztów ruchu, dalej, że przy samochodach osobowych koszt gum jest albo taki sam albo też nawet przewyższa koszt materiałów pędnych.

Przechodząc teraz do wydatków materiałów pędnych na spadkach, oprócz się trzeba również na czynionych w tej mierze doświadczeniach. Okazało się mianowicie, iż dla samochodu ciężarowego, którego zużycie benzolu w poziomie wahało się między 16 a 19 kg/100 km, były na rozmaitych spadkach następujące wydatki materiału pędnego na 100 km:

na spadku	12,5%	materiał pędny	24,7 kg
„ „	11 %	„ „	25,8 „
„ „	6 %	„ „	22,7 „
„ „	4 %	„ „	23,8 „
„ „	2 %	„ „	25,0 „

Okazuje się z tego, iż dodatkowa ilość materiałów pędnych z powodu spadków w stosunku do poziomu jest nieznaczna, a dalej, i co ważniejsze, że wpływ wielkości spadku jest wprost minimalny, gdyż różnice są tutaj bardzo nieznaczne.

Jeżeli nadto zwrócimy uwagę na fakt, że przy ruchu samochodów zużycie materiałów pędnych jest w wysokiej zależności od nastawienia zapalu, złego funkcjonowania gaźnika a szczególnie od rodzaju jazdy, czy odbywa się ona z przerwami czy też jednostajnie, albo też, czy następuje częsta zmiana chyżości i że w zależności od wymienionych okoliczności zużycie materiału pędnego powiększa się lub zmniejsza w granicach do 50%, dojsć musimy do wniosku, iż wpływ spadku w tym kierunku jest wprost minimalny i że obojętną do pewnego stopnia rzeczą jest dla samochodu, jakie spadki na drodze napotyka.

Jakkolwiek spadki, jak widzimy, odgrywają w stosunku do ruchu samochodowego stosunkowo niewielką rolę i tem też tłumaczy się, że amerykańskie linje drogowe nie zważają na nie wiele, przedkładając raczej prowadzenie trasy w kierunkach prostych bez względu na spadek, to jednak nie należy tutaj projektować spadków zanadto dużych. Wielkie spadki przy silnym ruchu samochodowym wykazują wielkie zniszczenie nawierzchni, co odbija się również niekorzystnie na samochodzie. Następnie na drodze kursują samochody o rozmaitej konstrukcji i sile; dla wozów słabszych mogłyby nadmiernie wielkie spadki być trudne a czasami nawet niemożliwe do przebycia. Oprócz tego w naszych warunkach klimatycznych, w okresie przymrozków, nawierzchnia mogłaby być zbyt gładką, by wóz mógł wyjechać pod górę.

Co do wielkości spadków istnieją w każdym państwie szczególne przepisy. W Polsce obowiązują w tym kierunku przepisy okólnika z 6 maja 1919 l. IV — 14 — 310, mocą którego ustalono następujące spadki maksymalne:

dla dróg	I kl.	II kl.
na równinach	3%	4%
w terenie pagórkowatym	4%	5%
w terenie górskim	5%	6%

Nadto za każdorazowem zezwoleniem Min. Rob. Publ. dopu-

szczalne jest w wyjątkowych wypadkach stosowanie w terenach górskich dla dróg II kl. spadku podłużnego do 7%. Odcinki o spadkach 3% lub większych, dłuższe ponad 1,0—0,5 km (zależnie od wielkości spadku), winny być przedzielane odcinkiem poziomym lub o spadku 1% długości 50—30 m.

Zaznaczyć należy, iż przepisy te uwzględniają wyłącznie dominujący u nas jeszcze ruch zaprzęgowy i wedle niego normują spadki maksymalne.

W związku ze sprawą spadków maksymalnych są spadki minimalne. Dróg wykonanych w poziomie, jakkolwiek pozornie najwygodniejszych, unika się obecnie nawet na równinach, albowiem w tych wypadkach utrudniony jest należyty odpływ wody, szczególnie gdy jezdnia jest zużyta i pokryta bruzdami i koleinami. Nadto w poziomie szczególnie w przekopach jest dość kłopotliwe rozwiązanie rowów przydrożnych, które zasadniczo muszą iść w spadku i przy niwelecie poziomej wypadają coraz głębsze.

W Polsce obowiązuje zasada odnosząca się do najmniejszego spadku, który na odcinkach dróg nie krótszych od 100 m dopuszczony jest w wielkości 0,5% ; jednakże nie wyklucza to założenia drogi w poziomie.

Najbardziej celowem jest założenie, w granicach możliwości, dla całej długości drogi spadku jednostajnego. Ponieważ nie jest to zawsze do przeprowadzenia, przeto drogę należy podzielić na pewne odcinki, tworzące całość same dla siebie i zachowanie dla nich zasady spadku jednostajnego. Odcinki te będą wynikały z charakteru terenu, względnie z charakteru ruchu odbywającego się na drodze. Połączenie bowiem dwóch punktów spadkami zmiennymi, choć nie odwrotnymi, powiększa kosztą ruchu i to tem bardziej, im spad jednostajny jest mniejszy. Wynika z tego, iż na równinach odstępstwa od spadku jednostajnego są dla ruchu niekorzystniejsze, niżli w terenach pagórkowatych.

Również jako niekorzystne należy uważać wstawianie pomiędzy spadki jednokierunkowe partji poziomych, które rzekomo mają służyć dla odpoczynku zaprzęgu po przebyciu spadku. Sprawa ta, szczególnie obecnie, przy rozwijającym się ruchu samochodowym jest dla ruchu tego bardzo niekorzystną, albowiem samochód doznaje tu pewnego uderzenia przy zjeżdżaniu wdół, zaś przez krótki moment przednie koła zawisają w powietrzu przy jeździe w górę. Nadto konieczność ciągłego hamowania i odhamowywania wozu w czasie jazdy wdół utrudnia ruch w wysokiej mierze. Należy również zwrócić uwagę, że partje poziome w terenie pagórkowatym przedłużają przeważnie drogę a nadto,

na co już zwrócono uwagę poprzednio, czynią trudniejszym odpływ wody z drogi.

Załamów spadków unikamy koło mostów o większej rozpiętości, a tam gdzie to jest niezbędne zakładamy pionową krzywiznę wyrównawczą. Również nie jest wskazaniem projektowanie załomu spadku w krzywiznie, gdyż szczególnie przy zastosowaniu małych promieni sprawa ta może być dla ruchu samochodowego bardzo niebezpieczną.

Specjalnego omówienia wymaga sprawa zaokrąglenia załamów spadków i to bez względu na to, czy załom jest wypukły, czy też wklęsły. Pozostawienie załomu spadku bez zaokrąglenia jest niedopuszczalne z dwóch powodów. Po pierwsze przejście z jednego spadku w drugi jest dla jazdy bardzo niemiłe, gdyż w tym miejscu następuje gwałtowne uderzenie, które szkodliwie oddziałują na pojazd. Szczególnie dotkliwie daje się ta rzecz odczuwać przy samochodach i może doprowadzić do pęknięcia osi lub resorów. Przejście wklęsłe jest niepożądane również dla pojazdów zaprzęgowych, albowiem przy uderzeniu następuje poderwanie dyszla, strata chyżości i zwiększenie wysiłku zaprzęgu. Przejście wypukłe, które jest mało szkodliwe dla pojazdu zaprzęgowego, odbija się bardzo niekorzystnie przy samochodzie, albowiem przez pewien krótki okres czasu przednie koła samochodu zawisają w powietrzu, a następnie opadając powodują silne uderzenie i to tem silniejsze, im szybszy ruch pojazdu. Powtóre, musimy się liczyć z tem, iż o ile nie wykonamy zaokrąglenia, to skutecznici to samoczynnie ruch; wtedy jednakże odbędzie się to kosztem nawierzchni, która w tem miejscu zostanie silnie zniszczoną a wykonanie zaokrąglenia będzie miało charakter prowizoryczny, połączony z osłabieniem nawierzchni.

Z uwagi, że ruch samochodowy na drogach ma wiele podobieństwa do ruchu kolejowego, należałoby przy zaokrągleniu spadków używać metod tam stosowanych.

Nie da się zaprzeczyć, iż im większy promień krzywizny wyrównawczej t. zn. im ta krzywizna będzie bardziej płaską, tem przyjemniejszy i wygodniejszy będzie wjazd na nią. Z tego powodu pożądanem będzie stosowanie dużych promieni, około 5.000 m dla dróg pierwszorzędnych, około 2.500 m dla dróg drugorzędnych. Drogi, na których niema ruchu samochodowego, mogą otrzymywać promienie mniejsze, jednakże w każdym razie powyżej 500 m.

W ostrych krzywiznach, szczególnie na zakolach powinny być spadki zmniejszone z tego powodu, iż istnienie silnego spadku

przy małym promieniu utrudnia w wysokiej mierze kierowanie pojazdem, a w rezultacie może być dla ruchu niebezpieczne.

W tego rodzaju ostrych krzywiznach zmniejsza się spadek do połowy, a nawet  $\frac{1}{3}$  spadków miarodajnych dla danej drogi. Istnieje empiryczny wzór na zmniejszenie tego spadku, nie mający jednak teoretycznego uzasadnienia, a mianowicie:

$$s_t = \frac{R}{R_0} s_p \text{ przyczem:}$$

$s_p$  jest spadkiem zmniejszonym na łuku,

$s_t$  jest spadkiem miarodajnym,

$R$  promieniem projektowanej krzywizny,

$R_0$  promieniem tej krzywizny, która nie potrzebuje już zmniejszenia spadku.

Jeżeli przyjmiemy np. iż na promieniu  $R_0 = 100$  m, obojętnym już będzie zmniejszenie spadku, natenczas dla promienia 40 m i spadku miarodajnego 6% otrzymamy spadek w krzywiznie:

$$s_t = \frac{40}{100} \times 0,06 = 0,024 = 2\frac{1}{2}\%$$

## 9. Łuki drogowe

Kierunek drogi, czyli jak mówimy jej trasa, doznaje często załamania, wywołanego warunkami lokalnymi. Załamanie to łączymy zapomocą krzywizn, które doniedawna były z reguły łukami kołowymi. Z chwilą ukazania się samochodu, ze względu na bezpieczeństwo jazdy, zaczęto zastosowywać oprócz łuków kołowych, również t. zw. krzywe przejściowe, których zadaniem jest łagodne i bez wstrząśnień sprowadzenie samochodu z prostej w łuk, lub odwrotnie.

Nadto okazuje się konieczność na niektórych drogach, na których ruch samochodowy zaczyna dominować, zastosowanie t. zw. przechyłki jezdni, celem zapobiegnięcia wyrzucenia wozu, przy przejazdach przez łuki, nazewnątrz. Jednym słowem droga pod tym względem upodabnia się coraz więcej do kolei.

Jakkolwiek zwyczajnie staramy się zastosowywać łuki łagodne, t. zn. o dość dużym promieniu, zachodzą często wypadki, wynikające bądź to z trudności lokalnych, bądź też terenowych, że musimy zejść tutaj do pewnej, praktycznie unormowanej najmniejszej granicy promienia. Granicę tę normują nam pojazdy po drodze jeżdżące, gdyż od ich budowy a w szczególności skłonności i rozstawu osi i kół zależy najmniejszy możliwy do zastosowania promień, przy pewnej, zgóry założonej szerokości drogi.

Naturalnie, że istnieje także zależność promienia od kąta pod jakim oba kierunki proste są do siebie nachylone, rozumiana w ten sposób, że im ten kąt jest mniejszy, tem zwyczajnie i promień krzywizny mniejszy być musi. Z wypadkami trudnemi do rozwiązania z tego powodu, spotykamy się czasami w terenach górskich, na stokach gór.

Racjonalnie wybudowana droga powinna być zasadniczo dwutorową, przyczem szerokość jezdni w łukach powinna być taką, by oba pojazdy, jadące w kierunkach przeciwnych, mogły się minąć bezpiecznie i wygodnie. Dla pojazdów zaprzęgowych nie wynikają z konieczności zastosowania małych promieni żadne nadzwyczajne trudności, odmiennie się jednak przedstawia sprawa przy przewozie drzewa długiego oraz dla ruchu pojazdów mechanicznych.

Transporty długiego drzewa<sup>\*)</sup> dochodzą do długości 30 m. W tych wypadkach zwyczajnie  $\frac{2}{3}$  długości spoczywa na wozie, reszta t. j. około 10 m zwisa na jego tylnej części. Ażeby w tych warunkach przejechać drogą, przy użyciu tylko przedniego skrętu, musi być wewnętrzny promień najmniej 40 m. Ze względu, że i ta wartość jest czasami trudną do zastosowania, pomagać sobie tutaj musimy użyciem skrętu tylnego, przyczem doprowadzić możemy promień łuku nawet poniżej 20 m. Ze względów praktycznych jednak, nie schodzimy nawet w trudnych warunkach nigdy poniżej 25 m. *(obrotowe 24.63m)*.

Dla bezpieczeństwa ruchu samochodowego wysuwa się przy łukach jeszcze jeden moment, mianowicie konieczność odpowiedniego rozszerzenia jezdni w łuku.

Jeżeli mianowicie weźmiemy pod uwagę konieczność minięcia się w łuku dwóch samochodów ciężarowych typu większego lub autobusów oraz przyjmiemy założenie, że dla bezpieczeństwa jazdy uwzględnić należy wzajemny odstęp skrajni wozów w wielkości 1,50 m, a nadto pozostawimy z obu stron pasy bezpieczeństwa o szerokości 0,50 m, natenczas dla drogi zasadniczo 6 m szerokiej otrzymamy w łukach o rozmaitych promieniach następujące minimalne szerokości:

dla $K = R$	10	15	20	25	30	40	50	60	90	120	150 m
szerokość	9,1	8,0	7,55	7,3	7,1	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,5 m

Jak widzimy z tego, nawet przy stosunkowo dużych promieniach, pragnąc zachować warunki należytego bezpieczeństwa ruchu, powinniśmy stosować odpowiednie rozszerzenie jezdni.

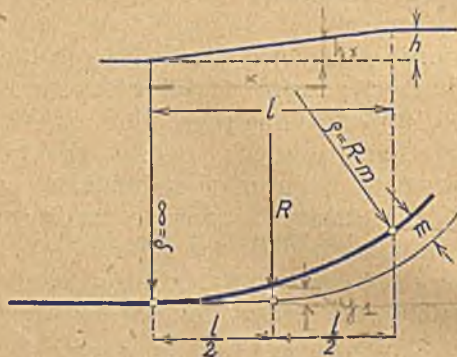
W Polsce obowiązują dotychczas dość ogólnikowo wydane przepisy, powołanego już okólnika, polecające używać jako najmniej-

\* Celem wypadki:

1. Ładunek musi być wozem: Ładunek musi być wozem, ad występi
2. Ładunek musi być wozem: Ładunek musi być wozem, ad występi

szych promieni dla dróg I kl. — 50 m, dla II kl. — 25 m. Wobec szybko rozwijającego się ruchu samochodowego, sprawa ta będzie musiała być bardziej szczegółowo rozwiązana.

Zastosowywanie zbyt wielkich promieni przy drogach nie jest wskazane z tego powodu, iż każdy przejazd w łuku wymaga ze strony kierowcy wytężonej uwagi; im zatem mamy większy promień, tem dłużej musi być skupioną uwaga kierowcy, tem większe z jego strony zmęczenie. Na pytanie, jakie powinny być największe dopuszczalne promienie, nie da się ogólnie odpowiedzieć, gdyż sprawa ta jest zależną również od chyżości jazdy a przy tem od okoliczności, czy na drodze przeważa ruch zaprzęgowy czy też motorowy.



Rys. 7

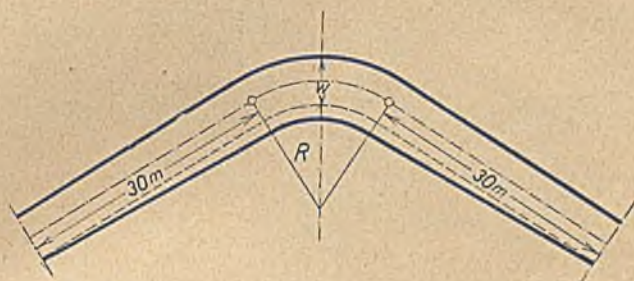
Pomiędzy pojedynczemi łukami powinniśmy stawiać prostą, albowiem wjazd z łuku w łuk jest dla pojazdów zaprzęgowych niewygodny, zaś dla samochodów niebezpieczny.

Pomiędzy krzywiznami tego samego kierunku powinna być wstawiona prosta co najmniej 10 m długa, lub też z uwagi na ruch samochodowy lepiej jest dwa blisko położone łuki tego samego kierunku połączyć trzecim, płaskim łukiem o większym promieniu. Krzywizny odwrotne powinny być łączone prostemi, co najmniej 30 m długimi, ażeby kierowca miał czas przystosować się do skrętu przeciwnego.

W nowszych czasach uwidacznia się coraz więcej dążność do zastosowywania przy łukach drogowych krzywych przejściowych. Pojazd mechaniczny, bo tylko ten wchodzi tutaj w rachubę, jadący ze znaczną szybkością z prostej w łuk, otrzymuje w momencie wjazdu na krzywiznę uderzenie boczne, wynikające z konieczności nagłego dostosowania się do promienia łuku.



Celem zabezpieczenia zatem w tym wypadku łagodnego wjazdu, okazuje się celowym włożenie pomiędzy łuk kołowy a prostą krzywą przejściową. Nie wchodząc bliżej w tę sprawę, zaznaczymy tylko, że krzywa taka odpowiada temu warunkowi, iż promień jej krzywizny jest w każdym jej punkcie inny i waha się w granicach od wartości  $R$  łuku kołowego do nieskończenie wielkiego. Długość na której zastosowujemy krzywą przejściową wynosi zwyczajnie tyle metrów, ile km w godzinie wynosi chyżość przeciętnego samochodu osobowego. Krzywą taką zakładamy



Rys. 8

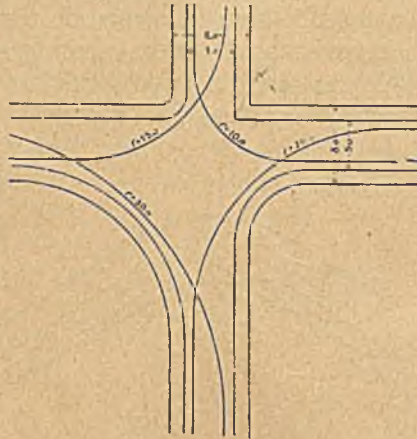
w połowie przed, zaś w połowie za początkowym punktem pierwotnego łuku, wynikiem zaś wskutek jej zastosowania przesunięcie łuku ku wnętrzu o wartość  $m$  oblicza się z relacji:

$$m = \frac{l^2}{24R}.$$

Omawiane już poprzednio rozszerzenie jezdni w łukach powinno być zastosowane również przy krzywej przejściowej, przy czym pełną wartość przybierać winno w miejscu zetknięcia się krzywej przejściowej z łukiem kołowym. Często zamiast zastosowywania krzywych przejściowych okazuje się praktycznym podane na rys. 8 rozwiązanie, w którym rozszerzenie jezdni rozpoczyna się w odległości  $30\text{ m}$  przed początkiem łuku i przebiega w linii prostej.

Do pewnego stopnia w związku z łukami są skrzyżowania drogowe. Na rys. 9 widzimy skrzyżowanie dwóch dróg o szerokości  $8,0\text{ m}$  a jezdni  $5,0\text{ m}$  pod kątem prostym, przy czym dla każdego naroża zetknięcia się podany jest odmienny sposób zaokrąglenia, wynikający z konieczności zastosowania mniejszych lub większych łuków przejazdu. W praktyce stosujemy jeden z tych typów, zależnie od tego, jakie pojazdy przez skrzyżowanie

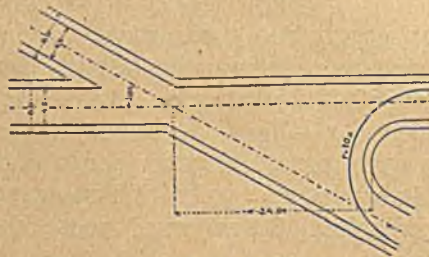
to przejeżdżać będą. W każdym razie zwrócić musimy uwagę na to, że pragnąc przepuścić długie drzewo jest koniecznym dość wydatne rozszerzenie naroża zbiegu obu dróg. Wypadek przedstawiony tutaj zachodzi dość często w miastach, wskutek



Rys. 9

czego zmuszeni jesteśmy, celem uzyskania większego promienia przejazdu, dozwalać na budowę domów narożnych tylko przy wydatnem ścięciu naroży.

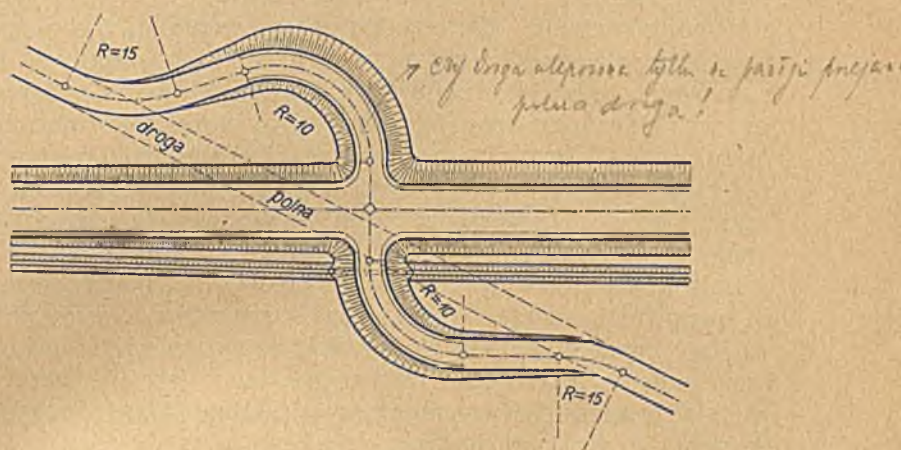
Gorzej przedstawia się sprawa przy częstem w terenie górskim skrzyżowaniu dwóch dróg pod kątem ostrym.



Rys. 10

Rys. 10 przedstawia nam skrzyżowanie tego rodzaju pod kątem  $30^\circ$  dwóch dróg 6,0 m szerokich o jezdni 4,5 m. Widzimy z niego, że umożliwienie przejazdu z jednej drogi na drugą o promieniu tylko 10 m powoduje przedłużenie się skrzyżowania do 49 m, pomijając nawet to, że łuk taki przejazdów dłuższych pojazdów nie dopuści.

W tym wypadku, o ile rozchodzi się o teren łatwiejszy, pomagamy sobie przełożeniem jednej z dróg i skierowaniem jej ku skrzyżowaniu pod kątem mniej więcej  $90^\circ$ . W terenach trudniejszych górskich, gdzie przełożenie takie jest niemożliwe, wy-



Rys. 11

konujemy t. zw. tarczę skrzyżowań, uwidoczną na rys. 12. Przejazd na takiej tarczy z jednej drogi na drugą umożliwiony jest przez objechanie po jej obwodzie.



Rys. 12

W każdym razie należy zauważyć, że urządzenia tego rodzaju są bardzo kosztowne i zastosowywane być winny tylko tam, gdzie innego, tańszego sposobu wyjścia nie znajdujemy.

Często bardzo, szczególnie w terenach górskich, napotykamy przy skrzyżowaniu na dość znaczne trudności z powodu znaczniejszych spadków krzyżujących się dróg. Nie jest tu miejsce na omawianie trafiających się w praktyce wypadków, ogólnie

zauważymy tylko, że ze względu, iż skrzyżowanie samo wymaga bądź to poziomu, bądź też tylko spadków nieznacznych, uciekać się tu będziemy do łagodzenia ich w stosownem miejscu lub też do przekładania jednej z dróg w miejsce, gdzie skrzyżowanie będzie łatwiejsze.

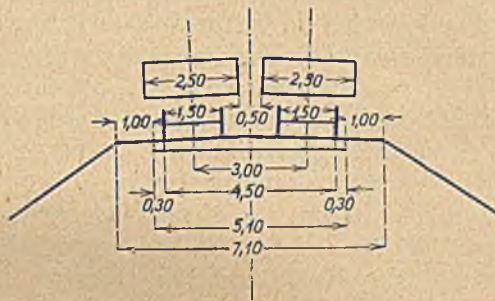
Typowe wypadki koniecznego zastosowania łuków o małych promieniach mamy przy t. zw. z a k o l a c h, zwanych także s e r p e n t y n a m i. Trafiają się w okolicach górskich wypadki, że zwrot kierunku drogi wykonany być może tylko niezmiernie ostro, tak że kierunek jazdy na jednej części drogi jest wprost przeciwny do kierunku w części drugiej. Założenie drogi przy takim zwrocie nazywamy zakolem. Ze względu, że zachodzi tutaj konieczność połączenia dwóch kierunków łukami o małych promieniach, wykonujemy zwyczajnie zakole o spadkach łagodnych, ze stosownem rozszerzeniem drogi z powodów, o których mówiliśmy poprzednio; jest to jednakże urządzenie kosztowne, złączone często z budowlami sztucznymi, tem więcej że szczególnie wielkiej przezorności wymaga przy nich obmyślenie odpowiedniego odwodnienia całej partji.

## 10. Szerokość drogi

Szerokość drogi unormowana jest szerokością przejeżdżających po niej pojazdów, przyczem drogi wykonujemy z reguły dla równoczesnego przejazdu 2 pojazdów, pozostawiając przytem pomiędzy nimi niewielki odstęp oraz odpowiednio szeroki pas dla pieszych. W wyjątkowych wypadkach, przy drogach bardzo podrzędnych, może przyjść do wykonania droga jednotorowa, przy której najmniejsza szerokość powinna być 2,50 m, a nawet o ile na takiej drodze dopuszczony będzie samochód 3,0 m. Ponieważ na tej szerokości pojazdy ani minąć się, ani też wyprzedzać nie mogą, przeto dla tych celów okazuje się konieczność urządzenia w y m i j a n e k. Wymijanki powinny być zakładane w odległościach 150—300 m, zatem 3—6 na km, tak jednak, by z jednej miało się odpowiedni przegląd na drugą, gdyż pojazdy nie mogą się spotkać na przestrzeni. Wyniknie z tego konieczność gęstszych wymijanek na łukach, które z natury rzeczy częściowo przysłaniają wolny przegląd przestrzeni. Długość wymijanek dostosować należy do potrzeb ruchu; w każdym razie wydaje się wskazanem dostosowanie ich do pomieszczenia co najmniej 3 pojazdów. Rozszerzenie drogi w tem miejscu doprowadzić należy do minimalnej szerokości 4,50 m.

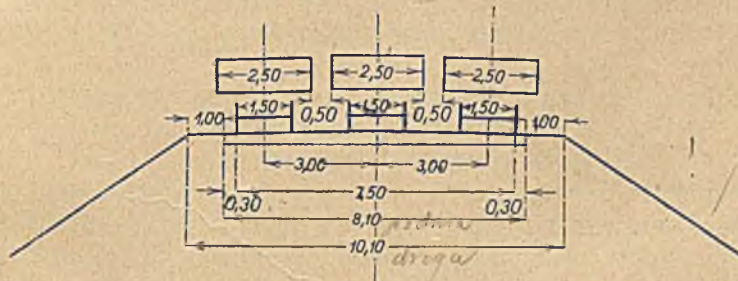
Regułą jednak jest założenie dróg dwutorowych; przy usta-

lanu szerokości tych dróg musimy dzisiaj za podstawę wziąć samochód. Przyjawszy zgodnie z rys. 13 a szerokość pojazdu na 2,50 m, odstęp pomiędzy nimi ze względu na wahania w ruchu 0,50 m, nadto nazewnątrz po 0,30 m na możliwe zejścia z normalnej drogi, otrzymujemy dla dróg dwutorowych minimalną



Rys. 13 a

szerokość jezdni 5,10 m. Do tego przychodzi jeszcze szerokość poboczy, która nie powinna być mniejszą z każdej strony jak 1,0 m, czyli że cała minimalna szerokość drogi dwutorowej powinna wynosić 7,10 m. Co do wymienionych poboczy, to wyko-



Rys. 13 b

nianie ich w szerokości mniejszej niż 1,0 m uważać należy za niewłaściwe, raz z tego powodu, że muszą one stanowić dostatecznie silną ramę dla nawierzchni, powtóre, że mają one również znaczenie komunikacyjne dla przyjęcia ruchu pieszego i rowerowego, a i względy administracyjne, o których będziemy mówili później, wymagają tej szerokości.

W pobliżu miast na wolnej przestrzeni w okolicach silnie przemysłowych budujemy czasami drogi trzytorowe. Przyjawszy

poprzednio podane wymiary dla pojazdów oraz te same odstępstwa bezpieczeństwa, otrzymujemy w tym wypadku minimalną szerokość jezdni 8,10, w czem zaś z pobocznymi 10,10 m. W podanych granicach ruch może się odbywać swobodnie i bezpiecznie.

Obecne nasze drogi w wielu wypadkach szerokością swoją wymogom powyżej podanym nie odpowiadają. Jest rzeczą zrozumiałą, iż przebudowa ich do wskazanych norm spowodowałaby wydatki, sięgające chwilowo daleko poza możliwość społeczeństwa; na nich zatem do czasu tolerować musimy stan, który właściwie ruchowi samochodowemu nie odpowiada, natomiast przy budowie nowych dróg powinniśmy dążyć do zastosowania powyżej podanych szerokości minimalnych.

W Polsce szerokość korony drogi normuje okólnik Min. Rob. Publ. z 6 maja 1919 Nr. IV-14-310, zaś szerokość jezdni ustalona została rozporządzeniem tegoż Ministerstwa z 29 października 1924 l. XII-792.

Zaznaczyć należy, iż pierwszym z wymienionych rozporządzeń zostały wszystkie drogi publiczne zaliczone do dwóch kategorii, a mianowicie:

drogi 1 kl. o znaczeniu ogólnopństwowym, strategicznym lub ekonomicznym, łączące ważniejsze środowiska administracyjne, handlowe i przemysłowe, oraz drogi 2 kl. o znaczeniu komunikacyjnym dla powiatów, łączące miasta, osady fabryczne lub zakłady przemysłowe, oraz drogi podjazdowe do dróg żelaznych i wodnych.

Otóż najmniejsza szerokość została ustalona następująco:

dla dróg 1 kl. na 8,00 m

dla dróg 2 kl. na 6,50 m.

Drugim rozporządzeniem ustalono, iż szerokość jezdni zwirowanej względnie brukowanej powinna wynosić minimalnie 4,50 m. Nadto późniejszym postanowieniem z 17 lipca 1926 l. XII-107 wyjaśniono, że stosowanie 5,00 m i większej jezdni kamiennej możliwe jest za każdorazowym zezwoleniem Min. Rob. Publ. jedynie tylko w odniesieniu do okolic obfitujących w kamień, którego dostawa na miejsce robót jest tania, lub w okolicach podmiejskich, gdzie istnieje wzmocniony ruch kołowy.

Szerokości te są nieco za szczupłe i usprawiedliwione być mogą względami natury materialnej.

Pamiętać przytem należy, iż normalne szerokości stosuje się tylko w przestrzeniach prostych i większych łukach, przy użyciu natomiast małych promieni i ostrzejszych krzywizn nie powinniśmy zapominać o stosownem rozszerzeniu drogi.

*czy to nie to samo?*

## 11. Ukształtowanie przekroju poprzecznego

Droga w przekroju poprzecznym nie może być pozioma, lecz powinna otrzymać pewien spadek, pozwalający na możliwie szybki, bez szkody dla nawierzchni, spływ wody.

Spadek poprzeczny jest z reguły dwustronny; w wyjątkowych tylko wypadkach, gdy droga prowadzona jest na silnym zboczu, odstępujemy od tego typu, dając spadek jednostronny. Powodem jest tutaj obawa, iż przy spadku w stronę doliny mógłby przy odpowiednich warunkach atmosferycznych nastąpić poślizg pojazdu i zesunięcie się z korony drogi.



Rys. 14

Przy drogach ze spadkiem poprzecznym dwustronnym stosowane są dla dróg międzymiastowych dwa typy: pierwszy, rzadszy, w formie płaskiego łuku, zwyczajnie kołowego; drugi, częstszy, daszkowy.

Pierwszy typ przedstawia tę niedogodność, iż jezdnia w każdym punkcie ma inne pochylenie do poziomu; nadto środek drogi, który jest najczęściej przez jadących używany, ma spadek bardzo nieznaczny. W naszych warunkach atmosferycznych liczyć się nadto musimy z możliwością poślizgu pojazdu w czasie zimy na stosunkowo dość silnie pochylonej, końcowej partji jezdni, co nie przyczynia się do bezpieczeństwa ruchu.

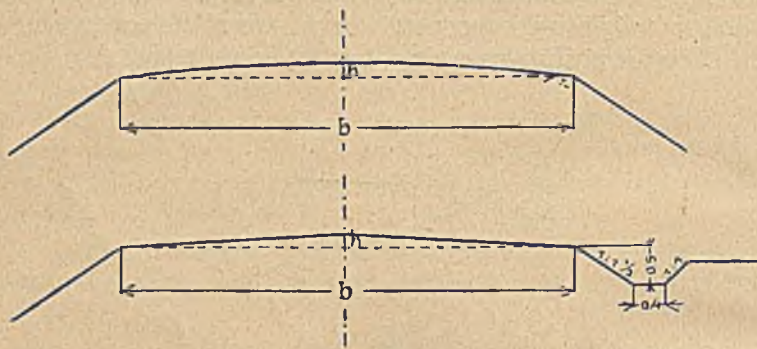
Z powyższych powodów należy uznać za racjonalniejszy typ daszkowy polegający na tem, iż przekrój jezdni jest linią prostą o pewnym stałym nachyleniu do poziomu. Ponieważ pozostawienie w osi drogi krawędzi wynikającej z przecięcia się dwu płaszczyzn byłoby niecelowe, przeto zwyczajnie zaokrągla się środek łukiem kołowym o niewielkim promieniu, tak by łukowa partja nie przekraczała 1,0 m.

Zaznaczyć należy, iż odnosi się to tylko do dróg międzymiastowych, natomiast ulice miejskie są pod tym względem odmiennie traktowane.

Zająć się teraz należy wielkością spadku poprzecznego, a tem samem i t. zw. strzałką jezdni.

Wielkość spadku poprzecznego zależy od dwóch czynników, mianowicie rodzaju jezdni i wielkości spadku podłużnego.

Odnosnie do czynnika pierwszego obowiązuje zasada, iż spadek poprzeczny jest tem mniejszy, im gładszą jest nawierzchnia. Co do drugiego, to im droga ma silniejsze pochylenie podłużne, tem również mniejszy powinien być spadek poprzeczny.



Rys. 15

Strzałką jezdni nazywamy różnicę wysokości pomiędzy osią drogi a jej krawędzią.

Polskie przepisy tymczasowe zalecają dla dróg obu klas następujące spadki poprzeczne w zależności od rodzaju kamienia użytego do nawierzchni żwirowanej i bruków:

dla bruków	3%
dla kamieni twardych (bazalt, granit i t. p.)	4%
dla kamieni miękkich (piaskowiec, wapień i t. p.)	5—6%

Przypomnieć należy, iż powyższe daty odnoszą się tylko do drogi prowadzonej w poziomie lub przy nieznacznym spadku podłużnym.

Wielkość strzałki obliczamy na podstawie wzoru:

$$f = \frac{b \cdot sp}{2}$$

przyczem:  $b$  jest szerokością jezdni, zaś  $sp$  jej spadkiem poprzecznym. W ten sposób dla jezdni 5,0 m szerokiej o spadku poprzecznym 5% otrzymamy wielkość strzałki:

$$f = \frac{5,00 \times 0,05}{2} = 0,125 \text{ m.}$$



Dla nawierzchni żwirowanych uwzględnienie spadku podłużnego, powodującego konieczność zmniejszenia spadku poprzecznego, nastąpić może wedle wzoru:

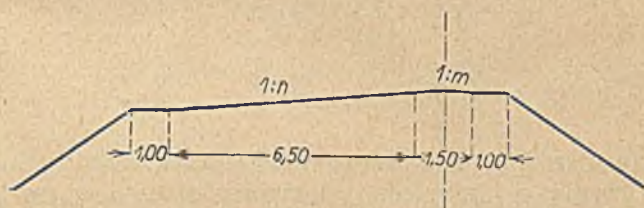
$$f = \frac{b(1-4s)}{40}$$

*Stany podwójne!*

przyczem  $b$  jest podobnie jak poprzednio szerokością jezdni, zaś  $s$  spadkiem podłużnym drogi. Zatem dla przykładu powyższego i założenia np. 4% spadku podłużnego, otrzymamy wielkość strzałki:

$$f = \frac{5,00 \times (1 - 4 \cdot 0,04)}{40} = 0,10 \text{ m.}$$

W krzywiznach, o ile na drodze odbywa się tylko ruch zaprzęgowy o małych chyżościach, niema żadnego powodu do zmiany kształtu poprzecznego. Odmiennie natomiast przedstawia się



Rys. 16

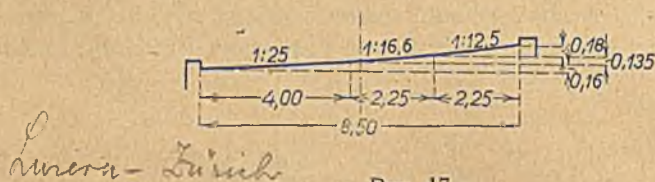
sprawa wtedy, gdy na drodze przeważa szybki ruch samochodowy. Jako przeciwdziałanie sile odśrodkowej, usiłującej wóz wyrzucić z toru drogowego, stosować powinniśmy odpowiednią prędkość toru. Najprostszym rozwiązaniem jest przesunięcie grzbietu daszka ku zewnętrznej stronie drogi i założenie dwóch spadków, przyczem przejście od symetrycznego przekroju w prostej do asymetrycznego w łuku powinno się odbyć na długości wspomnianej poprzednio krzywej przejściowej. Ujemną stroną tego rozwiązania jest jednostajne pochylenie jezdni, które jest niewystarczające dla rozmaitych chyżości przejazdu. Przekrój ten jest jednak dla mieszanego ruchu korzystny z uwagi, że dla pojazdów zaprzęgowych wytwarza mniej więcej normalne warunki jazdy.

O ile pragniemy dostosować jezdnię do szybkiego i zmiennego ruchu samochodowego, dajemy jej przekroje w linjach krzywych, obliczonych z zależności od szybkości jazdy i wielkości promie-

nia; jedną z takich nawierzchni wykonaną w Szwajcarii przedstawia rys. 17. Z natury rzeczy wynika, że przejścia pomiędzy poszczególnymi spadkami poprzecznymi nie są łamane, lecz w odpowiedni sposób zaokrąglone.

Drogi otrzymują ten sam kształt jezdni w przekopach jak i w nasypach; wyjątkowo zmniejsza się szerokość jezdni oraz jej kształt na większych obiektach, celem oszczędności w kosztach, albowiem konstrukcja mostowa jako węższa wypada wtedy taniej. Również na mostach stosujemy często chodniki dla pieszych, nawet w wypadkach, gdy nie znajdują się one na wolnej przestrzeni.

Omówić teraz należy podział przekroju poprzecznego drogi, albowiem w zależności od potrzeb ruchu całość korony drogi mu-



Rys. 17

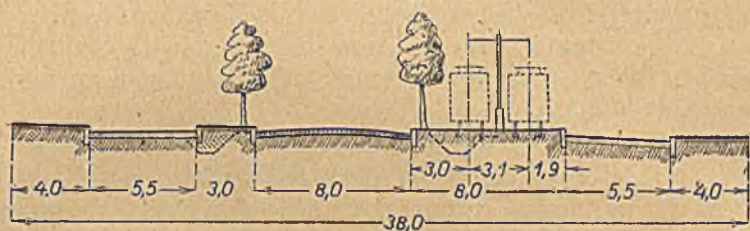
si być bardzo rozmaicie traktowaną. Oprócz potrzeb ruchu wpływają tu względy higieniczne, postulaty związane z rozbudową partji w pobliżu miast położonych, dalej rozbudowa szynowych środków komunikacyjnych (tramwaj) itp.

W pierwszym rzędzie należy zwrócić uwagę na t. zw. drogi letnie, zastosowane również u nas w niektórych partjach, które w czasie wielkiej wojny znajdowały się pod okupacją niemiecką. Droga letnia jest pasmem ziemnym, położonem tuż w sąsiedztwie jezdni żwirowanej, które służy do ruchu lekkiego względnie przy zaprzęgach niepodkutych. Jest ona przez tego rodzaju pojazdy chętnie używana, gdyż oszczędza konie. Wadą jej jest ciąga konieczność utrzymywania w porządku partji ziemnej, która, jako niezabezpieczona, szybko się deformuje i źle odwadnia. Równoległe idąca z nią jezdnia twarda, wykonana z reguły tylko na jeden pojazd, nosząca często nazwę drogi zimowej, służy do ruchu ciężkich pojazdów. Z powyższego rozdziału ruchu wynika konieczność urządzania w stosownych miejscach wymiłek.

Drogi letnie przy rozwijającym się ruchu samochodowym nie mają warunków rozwoju i raczej należy oczekiwać przebudowy ich na normalne jezdnie dwutorowe. Na niektórych przestrzeniach

uwzględniamy również potrzeby cyklistów, wykonując dla nich osobne pasmo, lekko żwirem ubezpieczone, o szerokości 1,50 do 2,00 m.

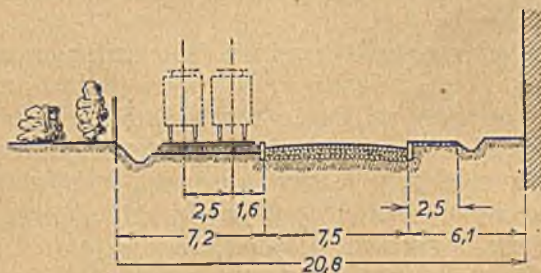
Pobocza dróg wykonane są bądź to niżej, bądź też wyżej niwelety. Na poboczu sadi się drzewa owocowe, które z jednej strony podnoszą wrażenie estetyczne, z drugiej zaś mogą dać również pewien dochód funduszowi drogowemu. Nie



Rys. 18

na ostatnim miejscu znajduje się również sprawa dydaktycznego oddziaływania na sąsiednią ludność w kierunku sadzenia drzew owocowych.

O ile pobocze jest położone wyżej niżli jezdnia, koniecznym jest wykonanie w pewnych odstępach, mniej więcej 20-metro-



Rys. 19

wych, bocznych rowków, celem odprowadzenia wody z jezdni drogowej. W tych wypadkach należy się jednak pogodzić z tem, iż pobocze nie może być używane na składowisko materiałów, oraz, że przedstawia ono pewne utrudnienie dla ruchu pieszego.

Nowoczesne wymogi ruchu stworzyły w niektórych partjach konieczność rozdziału jezdni na dwie, a nawet często na trzy

części, a mianowicie dla pojazdów zaprzęgowych, motorowych i kolejek drogowych. W pobliżu miast przyjdą jeszcze chodniki a czasami nawet pasma promenadowe.

Ukształtowanie przekroju poprzecznego i jego podział mogą być bardzo rozmaite w zależności od potrzeb ruchu i stosunków lokalnych.

Podane dwa rys. 18 i 19 przedstawiają sposoby rozwiązania tej sprawy przy drogach w sąsiedztwie miast. Odrazu jednak należy zauważyć, że są to rozwiązania bardzo kosztowne, gdyż wymagają zajęcia bardzo szerokiego pasma gruntów sąsiednich, pomijając nawet to, że często wskutek zabudowań gruntu takiego niema do dyspozycji.

## 12. Inne elementy drogowe

Obok wspomnianych już poprzednio elementów drogowych wywierających bezpośredni wpływ na ruch musimy się zaznaczyć również z elementami, które wprawdzie bezpośrednio na ruch drogowy nie wpływają, jednakże oddziałują nań pośrednio.

### a) Skrzyżowania drogi z koleją.

Skrzyżowanie drogi z koleją może być albo w jednym poziomie, albo też w różnych poziomach. Odnośnie do tych skrzyżowań obowiązują w Polsce dość szczegółowe przepisy wydane rozporządzeniem Min. Rob. Publ. i Kolei żel. z 2 lipca 1924 (*D. U. R. P. Nr. 65 poz. 641*).

Skrzyżowanie w jednym poziomie jest niedopuszczalne, jeżeli pierwszorzędna kolej żelazna o większym ruchu, przekraczającym 30 par pociągów na dobę, krzyżuje się z ulicą miejską lub drogą publiczną o znacznym ruchu kołowym przekraczającym 1000 pojazdów na dobę w jednym kierunku, oraz jeżeli droga publiczna przecina tory kolejowe w obrębie stacji kolei normalnotorowej między sygnałami wjazdowymi.

Kąt przecięcia się drogi z torem normalnotorowym powinien być nie mniejszy jak  $45^\circ$ , z torem kolei wąskotorowej nie mniejszy niż  $30^\circ$ . Jeżeli zachowanie tych najmniejszych kątów jest niemożliwe, natenczas należy zmienić odpowiedni kierunek drogi.

Szerokość przejazdu przez tor kolejowy mierzona prostopadle do osi drogi winna być nie mniejszą niż a) dla dróg gruntowych: dla drogi gminnej o słabym ruchu 3 m, o większym 4 m, dla drogi państwowej, wojewódzkiej i powiatowej 5 m; b) dla ulic miejskich i wogóle dróg publicznych o twardej nawierzchni

*Przejazd = część drogi między torami!*

nie mniejszą, niż rzeczywista szerokość jezdni; nie może jednak przekraczać 7,5 m.

Szerokość dojazdów w koronie jak i w jezdni ma być taka sama jak szerokość drogi, przyczem dla dróg państwowych i wojewódzkich szerokość dojazdów w koronie ma wynosić nie mniej niż 8 m, dla innych dróg nie mniej niż 6,5 m. Korony dojazdów w łukach o promieniu od 20—30 m należy rozszerzać o 1,0—0,5 m z odpowiedniemi rozszerzeniami jezdni. Jeżeli dojazdy mają być okolone żywopłotami, wymagane jest dotatkowe rozszerzenie ich korony o 0,30—0,50 m.

→ Przez dojazdy należy rozumieć części drogi publicznej, położone z obu stron toru kolejowego w granicach: od miejsca zmiany pierwotnego kierunku lub ustroju drogi spowodowanej budową skrzyżowania, do rogatki lub z braku rogatek do punktu w odległości 8,50 m od najbliższej szyny toru.

Droga na przestrzeni nie mniejszej niż 8,50 m od każdej skrajnej szyny winna być poziomą lub też w wyjątkowych wypadkach mieć pochylenie nie przekraczające  $2\frac{1}{2}\%$ . Gdy spad drogi ku przejazdowi przekracza 3%, poziomą na skrzyżowaniu należy przedłużyć od strony spadającej drogi o 5—15 m stosownie do spadu drogi. W wypadkach przecięcia drogi publicznej z koleją dwutorową w łuku, należy w celu złagodzenia przekroju podłużnego drogi doprowadzić szyny do osi międzytorza do jednego poziomu przez podniesienie toru zewnętrznego i opuszczenie toru wewnętrznego.

Spadki podłużne dojazdów nie powinny przekraczać na drogach:

	w terenach:		
	płaskich	pagórk.	górkich
1) państwowych i ulicach miej.	3%	4%	5%
2) wojewódzkich i powiatowych	4%	5%	6%
3) gminnych			
a) o większym ruchu	5%	6%	8%
b) o słabym ruchu	6%	8%	12%

Spad dojazdów na drogach wojewódzkich i powiatowych w terenach górskich może być w wyjątkowych wypadkach podniesiony do 7% za zgodą Min. Rob. Publ.

Łuki dojazdów nie mogą się rozpoczynać bliżej niż 8,5 m od skrajnej szyny. Najmniejszy promień osi łuku dojazdów winien być: na drogach państwowych 50 m, na drogach gminnych 20 m. Zastosowanie mniejszych promieni możliwe jest za każdorazową zgodą Min. Rob. Publ. Jeżeli na dojeździe wypadną łuki odwrotne, to odcinek prostej pomiędzy niemi nie może być mniejszy niż

10 m. Powierzchnia drogi na skrzyżowaniach w poziomie wierzchniej krawędzi szyn winna być płaską bez spadków poprzecznych i mieć na szerokości korony torowiska kolejowego pokrycie drewniane, kamienne lub inne trwałe. Pozostałe części przejazdu pomiędzy rogatkami, w braku zaś rogatek na przestrzeni nie mniejszej niż 8,5 m, od skrajnej szyny, winny mieć z każdej strony odpowiednio twardą nawierzchnię. Jeżeli droga przecinająca kolej posiada twardą jezdnię, winna być na całej długości dojazdów utrwaloną sposobem, nie ustępującym co do jakości jezdni na samej drodze.

Na gruntowych drogach państwowych, wojewódzkich, powiatowych i miejskich dojazdy do przejazdu, które mają pochyłość przekraczającą 4%, winny posiadać nawierzchnię twardą. Na poziomych odcinkach przejazdów i między rogatkami oraz na stromych (ponad 4%) odcinkach dojazdów gruntowych dróg gminnych utwalenie jezdni może być osiągnięte wyźwirowaniem.

Żłobek zabezpieczający przejście kół taboru przez wierzchnie pokrycie przejazdu winien mieć ustrój zabezpieczający przeciwko zaciskaniu się w żłobku kopyt i oceli podków zwierząt pociągowych. Szerokość żłobka w poziomie wierzchniej krawędzi szyn dla kolei normalnotorowej winna być nie mniejszą niż 67 mm z uwzględnieniem rozszerzenia w łukach. Głębokość żłobka winna być nie mniejszą niż 38 mm. Na kolei wąskotorowej normalna szerokość i głębokość żłobka ustala każdorazowo odnośna Dyrekcja Kolejowa.

Odpornice na skrzyżowaniach winny być stosowane w wypadkach przecięcia osi przejazdu i toru pod kątem mniejszym niż  $60^\circ$ . Odpornice mają być wykonane z szyn lub kątowników ułożonych na całej szerokości przejazdu równolegle do szyny. Końce odpornic winny być przedłużone poza szerokość przejazdu nie mniej niż na 300 mm i na tej długości odgięte pod kątem  $30^\circ$  do osi toru. Górne krawędzie szyn i odpornic mają być w jednym poziomie. Odpornice winny być umocowane sposobem zabezpieczającym niezmiennosć przepisanej szerokości żłobka.

Strzeżenie skrzyżowań winno być stosowane tam, gdzie tego wymaga zabezpieczenie ruchu kolejowego i drogowego. Rogatki winny być urządzone na wszystkich strzeżonych przejazdach. Rogatki te mają być ustawione na odległość nie mniej niż 8,5 m od skrajnej szyny i możliwie na początku dojazdu.

Odgrodzenie obustronne drogi publicznej słupkami lub żywopłotem winno być stosowane na nasypach dojazdów i całej długości drogi położonej w obrębie gruntu kolejowego w miejscach,

w których wysokość nasypu dojazdu lub drogi przekracza 1,0 m, oraz wzdłuż drogi z obu stron toru na przestrzeni między torem i rogatkami winno być dokonane w sposób uniemożliwiający dostęp do toru z ominięciem rogatek.

Przy wysokości nasypu przekraczającej 2 m zamiast słupków należy ustawiać poręcze. Wysokość poręczy winna być nie mniejsza niż 1 m, a słupków nie mniejsza niż 0,60 m.

Odwodnienie skrzyżowań w obrębie torowiska kolejowego winno być wykonane przez zastosowanie pod jezdnię przepuszczalnego dla wody podłoża, na całym zaś pasie drogi publicznej w obrębie gruntu kolejowego, przez urządzenie wzdłuż drogi rowów bocznych oraz przepustów pod dojazdami, wykonanych z kamienia, betonu lub żelbetu.

Droga publiczna, krzyżująca się z koleją, może być przeprowadzoną ponad torami mostem drogowym lub pod torami, przy czym w tym wypadku przechodzi pod mostem kolejowym.

Szerokość i wysokość otworów w świetle mostów drogowych położonych nad koleją żelazną winny odpowiadać przepisom dotyczącym skrajni toru kolejowego, a szerokość i wysokość otworów mostów kolejowych nad drogą publiczną winny odpowiadać odnośnym przepisom Min. Rob. Publ. Dolna krawędź ustroju mostu kolejowego winna wznosić się nad pobocznymi (chodnikami) drogi publicznej albo ulicy miejskiej nie mniej niż na 2,50 m oraz nad jezdnią drogi lub ulicy nie mniej niż 4,50 m. Wysokość ta może być na drodze podrzędnej zmniejszoną po porozumieniu się z odnośną Dyrekcją Rob. Publ., jednak nie więcej niż do 3,20 m.

Jeżeli dolna krawędź mostu położonego nad drogą jest krzywa lub łamana, a długość odcinka drogi pod mostem nie przekracza 16 m, to wskazana wysokość 4,5 m otworu w świetle winna być zachowaną na szerokości nie mniejszej niż 4 m i symetrycznie względem osi drogi. Dalsze zmniejszenie tej szerokości do 3 m dopuszczalne jest tylko dla otworu niższego niż 4,5 m, t. j. dla drogi podrzędnej. Długość odcinka drogi podrzędnej pod mostem w tym wypadku nie może być większą niż 25 m.

Mosty kolejowe nad ulicami miejskimi winny mieć ustrój jezdni, zabezpieczający przechodniów i pojazdy od zabrudzenia smarami, żużlem i innymi odpadkami z przebiegających pociągów, lub wody ściekającej z mostu. Dojazdy do mostów drogowych oraz do przejazdów pod mostami kolejowymi winny być zbudowane stosownie do poprzednio wyszczególnionych przepisów.

### b) Tor kolejowy na drodze.

Zdarza się czasami, iż na drodze zachodzi konieczność ułożenia toru kolejowego, bądź to normalnego, bądź też wąskiego. Należy zatem zastanowić się, jakie warunki muszą być wtedy zachowane dla zapewnienia bezpieczeństwa obustronnego ruchu oraz późniejszego utrzymania drogi.

Z punktu widzenia drogowego sprawa ta przedstawia się bardzo niekorzystnie. Połączenie ruchu drogowego z kolejowym w jednym pasmie odbija się zawsze na drodze, która pozornie jako ekonomicznie mniej ważna musi ustępować kolei, mającej wymogi inne, aniżeli droga.

Z ujemnych stron spowodowanych przez tego rodzaju sąsiedztwo należy wymienić następujące:

1. Zmniejsza się zwyczajnie użyteczną szerokość drogi, wskutek czego ruch drogowy koncentruje się na znacznie węższym pasmie, aniżeli normalnie. Zwężenie to jest jeszcze wskutek tego dokuczliwsze, iż odpada zwyczajnie również jedno poboczne w zupełności dla ruchu pieszego. Rezultatem zwężenia jest nadmierne zużywanie się jezdni, w dodatku bardzo niejednostajne, albowiem pojazdy drogowe usiłują przejeżdżać możliwie najdalej od toru kolejowego.

2. Wskutek ułożenia toru kolejowego na drodze pogarszają się znacznie stosunki odwodnienia poprzecznego. Jakkolwiek zwyczajnie zastrzega się w układzie pomiędzy zarządem drogowym a kolejowym, iż tor kolejowy powinien być tak ułożony, by górna krawędź szyn leżała w tej samej wysokości co przyległa partja jezdni drogowej, to jednak jak doświadczenie poucza, postulat ten pozostaje z reguły na papierze, szyny są ułożone wyżej aniżeli jezdnia drogowa, co w rezultacie doprowadza do uniemożliwienia spływu wody. Woda nie mogąc spływać bocznie, wyżłabia od strony toru kolejowego w jezdni drogowej rynnę, osłabiając w ten sposób nawierzchnię. Jeszcze gorzej przedstawiają się stosunki w łukach wskutek koniecznej przechyłki toru kolejowego.

3. Wszelkie naprawy toru kolejowego niszczą w rezultacie jezdnię drogową, utrudniając w czasie ich wykonywania i tak dość skrępowany ruch drogowy.

4. Przejazdy na drogi boczne są wskutek istnienia toru kolejowego bardzo przykre do przebywania, szczególnie w zimie saniami. Przy wykonywaniu takich przejazdów należy zawsze wymagać odpornic na całej szerokości przejazdu, nadto wybrukowania przestrzeni pomiędzy szynami.

5. Wielkie trudności przedstawia również sprawa obiektów



drogowych. Ruch drogowy i kolejowy ma tak odmienne warunki co do obciążeń, że nie powinno się nigdy dopuszczać do istnienia jednego obiektu obsługującego oba te ruchy. Obiekty powinny być wykonane zupełnie oddzielnie; występuje jednakże w tym wypadku pewna trudność w zetknięciu się obu konstrukcyj, albowiem powstająca w tym miejscu szpara może być bardzo niebezpieczną dla ruchu drogowego. Z tego powodu należy przy rozwiązywaniu projektu tych obiektów bardzo starannie przewidzieć odpowiednie zakrycie linii zetknięcia się.

6. O ile wogóle przy tego rodzaju niedobranem towarzystwie stosunki dla drogi są dość przykre na wolnej przestrzeni, to sprawa cała pogarsza się znacznie w miejscowościach zamkniętych, w których z obu stron drogi znajdują się domostwa. Pomijając już nawet obojętny tu moment pożaru, dalej niebezpieczeństwo dla dzieci i zwierząt, zwrócić należy uwagę na utrudnienia wynikające z niemożności należytego dostępu do realności położonych po stronie kolejowej, dalej na niemożność postojów pojazdów od strony kolei.

7. Wszystkie wymienione powyżej stosunki pogarszają się jeszcze więcej, gdy kolej używa raz jednego, raz zaś drugiego pobocza do swoich celów, oraz gdy oprócz zwyczajnego toru ułożone są jeszcze rozjazdy. Z tego powodu należy dopuszczać w razie udowodnionej konieczności użycie tylko jednej strony dla celów kolejowych, nie dopuszczać zaś bezwarunkowo do układania na drodze rozjazdów. O ile te są ze względu na ruch kolejowy potrzebne, tor cały winien być przesunięty na grunta leżące poza przekrojem drogi.

W czasie dochodzenia w sprawie mającej się wykonać kolei należy podać warunki, pod jakimi zarząd drogowy zgadza się na jej ułożenie na drodze, a co ważniejsze, należy później dopilnować, by warunki te istotnie zostały dochowane.

#### c) Przewody podziemne.

Pas drogowy jest również używany do układania najrozmaitszych przewodów podziemnych, a więc wodociągowych, ropnych, gazowych, elektrycznych i t. p. Istnienie tego rodzaju przewodów nie szkodzi wiele drodze, z warunkiem, iż będą one układane albo w rowie przydrożnym, albo tuż pod poboczem. Natomiast nie należy dopuszczać do układania przewodów pod jezdnią, albowiem każda naprawa i rewizja tych przewodów powoduje zniszczenie nawierzchni, która zwyczajnie nie może być później doprowadzoną do tego stanu, jaki jest niezbędny dla ruchu drogowego. Zezwolenia odnoszące się do układania przewodów na ciecze i gazy

powinny zawierać ten zasadniczy warunek, by w odpowiednich odstępach urządzone zostały zasuwy, pozwalające na wyłączenie pewnej partji przewodu. Jest to konieczne z tego powodu, że w razie pęknięcia przewodu można przez zamknięcie zasów zlokalizować wypadek na odpowiedniej partji i przeprowadzić naprawę bez żadnej szkody dla drogi.

Przy silniejszym skoncentrowaniu większej ilości przewodów na jednej drodze, należałoby wziąć pod uwagę zebranie wszystkich przewodów w jednym kanale betonowym, co wprawdzie pochłonęłoby pewne koszty, uporządkowałoby jednak często dość zabagnione stosunki i doprowadziło do znośnych warunków na drodze.

#### d) Przewody nadziemne.

Droga jest również używaną do wszelkiego rodzaju przewodów nadziemnych, jak np. przewody elektryczne o wysokim i niskim napięciu, kolejki wiszące, które drogę przekraczają przeważnie tylko poprzecznie i t. p. Dodać przytem należy, iż niektóre z nich, jak np. przewody telegraficzne i telefoniczne, mają prawo bezpłatnego używania do swoich celów pasa drogowego.

Co do przewodów o słabem napięciu, to te nie przedstawiają dla drogi żadnego niebezpieczeństwa z wyjątkiem słupów i przewodów, które powinny być odpowiedniej konstrukcji oraz z materiału zdrowego. Pewnych zabezpieczeń wymagać będzie umieszczenie słupów w łukach. Z uwagi, że w łukach z powodu napięcia przewodu istnieje tendencja przewrócenia słupów w kierunku środka krzywizny, należy słupy w łukach umieszczać o ile możności po stronie wewnętrznej tak, by ewentualny upadek słupa nie nastąpił na drogę. Nadto słupy w tych miejscach powinny być zaopatrzone w zastrzały.

Częste kłopoty ma zarząd drogowy z przewodami temi ze względu na konieczność podcinania gałęzi drzew przydrożnych, które przeszkadzają przewodom.

Co do przewodów o silnem napięciu, to zerwanie ich spowodować może nieszczęśliwe wypadki wskutek porażenia. Dawniej jako ochrony używano siatek ochronnych, umieszczanych pod przewodami, na które spadał przewód przerwany; obecnie zamiast tego używa się t. zw. drugostronnego zawieszenia, polegającego na dodatkowym połączeniu przewodów tuż obok słupów. Okazało się bowiem, że przerwanie przewodów następuje z reguły w pobliżu izolatorów a nie w środku, boczne zawieszenie przedstawia z tego powodu dostateczną ochronę. Przy przekraczaniu drogi kolejką wiszącą wykonuje się zwyczajnie ponad drogą odpowiednie kon-

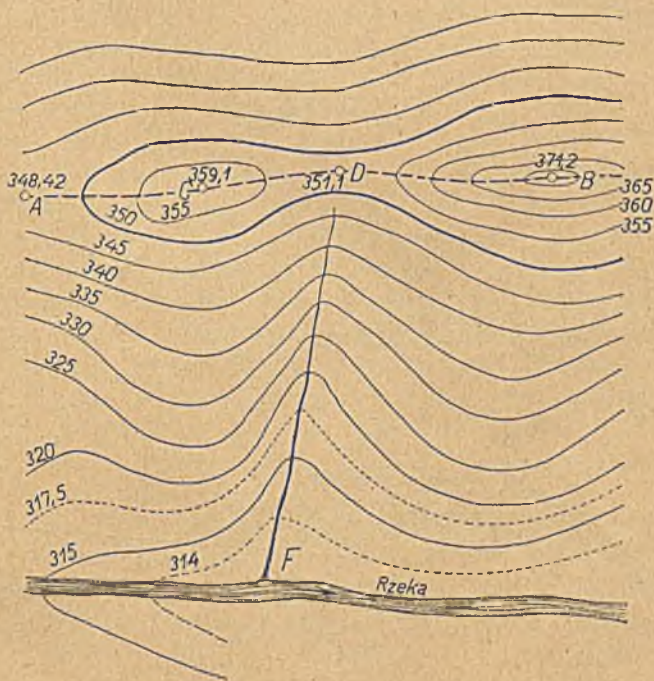


strukcje mostowe, przeważnie o charakterze prowizorycznym, których celem jest przyjęcie ewentualnie spadającego wózka i niedopuszczenie do upadku jego na drogę.

### III. Projektowanie i wytyczanie dróg

#### 13. Kilka słów o terenie

Droga prowadzona jest po powierzchni ziemi, którą nazywamy terenem. Nauka o terenie należy właściwie do miernictwa,



Rys. 20

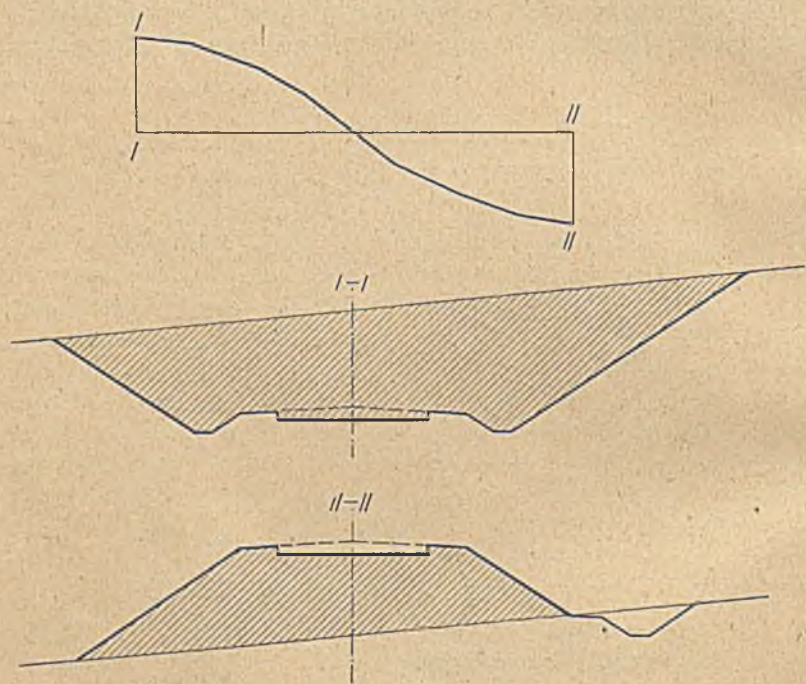
tutaj zająć się nim chwilę musimy ze względu na ścisłą łączność, jaki ma on z drogą.

Teren, w najogólniejszym znaczeniu, przedstawiać będzie szereg wyniosłości i wklęsłości, mniejszych lub większych w zależności od swego położenia geograficznego, przyczem będą one zawsze pewną przeszkodą dla drogi, które trzeba będzie albo ominąć, albo też pokonać.

Nie wyklucza to naturalnie wypadku, iż teren może być również płaszczyzną, której przekroczenie drogą nie wywoła żadnych trudności.

W każdym razie koniecznym jest zapoznanie się z najbardziej charakterystycznymi cechami terenu.

Teren przedstawiamy zawsze zapomocą krzywych równej wysokości, czyli t. zw. warstwicy. Plany te powinny być zasadniczo podstawą projektu drogowego.



Rys. 21

Rys. 20 przedstawia nam najbardziej charakterystyczne cechy terenu.

Połączenie najwyższych położonych punktów przegięć poszczególnych warstwicy da nam linię grzbietową, względnie linię działu wód. Wody opadowe spływać będą od powyższej linii grzbietowej w jednym lub drugim kierunku prostopadle do warstwicy. W zależności od okoliczności, czy wody te dostawać się będą do rozmaitych mórz, czy też do rozmaitych strumieni pierwszorzędnych, prowadzących do tego samego morza, względnie do

rzek bocznych jednego i tego samego strumienia głównego, dzielić będziemy działy wód na pierwszorzędne, drugorzędne, trzeciorzędne i t. p.

Na dziale wód rozróżniamy szczyty (*B i C*) i przełęcze (*D*).

Połączenie ku dołowi punktów przegięcia warstwic da nam dolinę, która w najniższych swych punktach będzie posiadała prawdopodobnie ściek wodny (*DF*), po którego obu stronach znajdować się będą stoki.

W zależności od położenia terenu ponad poziomem morza rozróżniamy teren nizinny do wysokości bezwzględnej 150 m, teren pagórkowaty do wysokości 300 m, oraz teren górzysty powyżej 300 m. Ten ostatni dzielić się będzie na podgórze do wysokości 500 m, teren górski do wysokości 1000 m i teren wysoko-górski powyżej 1000 m.

Teren o małych różnicach wysokości nazywamy równiną, przyczem równina mało wzniesiona ponad poziom morza będzie niziną lub żuławą, wysoko wzniesiona — wyżyną lub płaskowzgórzem. Oba te typy różnią się bardzo tak co do roślinności jak i pokładów geologicznych.

Poprowadzenie drogi w rzucie pionowym zupełnie równoległe do terenu jest często niemożliwe ze względu, że droga taka mogłaby być mało przydatną dla ruchu (za wielkie spadki). Musimy zatem teren odpowiednio wyrównać, a więc w pewnych miejscach znieść pagórki, a wtedy powstaje przekop (*I—I*), w innych zaś wyrównać zagłębienie, a wtedy mamy do czynienia z nasypem (*II—II*).

Tak przekop jak i nasyp mają w górnej części koronę, z boku zaś są odgraniczone szkarpami.

Całość robót musi być wykonaną w ten sposób, by zachowane zostały warunki równowagi ziemi i tem samem zabezpieczoną stałość budowli.

#### 14. Trasowanie dróg

Przez trasę drogi rozumiemy ślad jej, względnie jej osi w rzucie poziomym na terenie, w którym uwidocznione będą kierunki, w jakich drogę prowadzimy. Wybór najwłaściwszego kierunku, oraz naniesienie tego kierunku bądź to na papier, bądź też na teren będziemy nazywali *trasowaniem*. Jeżeli odpowiednią trasę drogi wypośrodkowaliśmy najpierw na planie a następnie dopiero przenosimy ją na teren, natenczas będzie się to zwało *wytyczeniem drogi*.

Trasowanie drogi jest czynnością niezmiernie ważną i wykonywane być powinno przez wyszkolonego w tym kierunku inżyniera.

Tutaj podamy tylko najważniejsze momenty, które są miarodajne dla należytego wytrasowania drogi w terenie.

Trasa drogi, w najogólniejszym tego słowa znaczeniu, jest zwykle znaną jeszcze przed przystąpieniem do istotnego trasowania technicznego, normując ją bowiem względy natury gospodarczej. Inżynier, przystępując do trasowania technicznego, wie już zawsze zgóry, które miejscowości mają być ze sobą drogą połączone, względnie jakich ważniejszych punktów droga musi dotykać. Ta część należy już do t. zw. *trasowania gospodarczego* lub *handlowego*, do którego trasa techniczna bezwzględnie dostosować się musi.

Połączenie jednakże poszczególnych miejscowości nastęrczy inżynierowi już szereg trudności i to tem większych, im bardziej rozwiniętą jest konfiguracja terenu, a więc największych w terenach górskich.

Tutaj projektujący drogę musi pogodzić czasami szereg sprzecznych warunków, by z jednej strony drogę do nich dostosować, z drugiej zaś nie spowodować nadmiernych kosztów, które z uwagi, że droga przeważnie nie jest pomyślana jako przedsięwzięcie dochodowe, odgrywają bardzo ważną rolę. Staraniem każdego projektującego jest, by wypadła ona przy uwzględnieniu wszystkich czynników ważnych z punktu widzenia technicznego, możliwie najtaniej, a jak już wspomnieliśmy taniłość drogi wynikać będzie z sumy rocznej wielkości oprocentowania kapitału wydanego na budowę, kosztów utrzymania i kosztów ruchu. Droga nie jest taną, gdy koszta budowy jej są niewielkie, ale zato koszta utrzymania i ruchu znaczne. Możemy wtedy tylko powiedzieć, że droga została wybudowana lichy. Często trasa droższa, lecz porządnie zaprojektowana i wykonana będzie tańszą, albowiem koszta utrzymania i ruchu będą przy niej niewielkie. Powinniśmy zatem zawsze zbadać, przy której trasie suma wymienionych trzech czynników jest najmniejszą i dopiero wedle tej sumy decydować o technicznym prowadzeniu drogi.

Wynika z tego jednakże ta okoliczność, iż łącząc drogą dwa punkty, nie możemy poprzestać na jednej trasie, lecz zaprojektować kilka *odmian*, czyli jak mówimy *wariant*, a wybrać dopiero najodpowiedniejszą.

Włożona w teren trasa tylko w wyjątkowych wypadkach będzie mogła dostosować się do spadków terenu, z reguły zaś niwe-

leta drogi czyli jej oś w rzucie pionowym będzie od terenu odbiegała, powodując konieczność robót ziemnych.

Najłatwiejszy typ prowadzenia trasy spotykamy przy drogach nizinnych, gdzie konfiguracja terenu jest płaską, nie przedstawiającą żadnych trudności. Tutaj przy wyborze kierunku będziemy krępowani zwyczajnie tylko przeszkodami lokalnymi jak domy, potoki, większe rzeki, skrzyżowania z drogami lub kolejami istniejącymi, wreszcie wytrzymałością terenu. Czasami odgrywać mogą rolę także ceny gruntów.

Naturalnie, że kosztowniejszych domów, kościołów, ementarzy, budowli publicznych i t. p. nie powinniśmy drogą naruszać i trasę jej do nich dostosować. Z drugiej strony, gdy na trasie swej, z innych względów najkorzystniejszej, napotkamy mało wartościowy budynek, to zwyczajnie taniej nam wypadnie wykupić go, aniżeli przekładać dla niego całą drogę. Przekroczenia rzek i potoków, o ile są konieczne, winny być dobrane z wielką ostrożnością i najlepiej w kierunku prostopadłym do biegu wody. Szczególniej przy większych rzekach baczyć winniśmy, by koryto w miejscu skrzyżowania się było możliwie zwarte, a rzeczą inżyniera będzie zaprojektować w tym miejscu most, któryby był w stanie i największą wodę bez szkody dla drogi i mostu przepuścić. Przy małych potokach, celem odpowiedniego przepuszczenia wody wpoprzek drogi, będziemy musieli wykonać często korekcję koryta, gdyż rzecz ta dla uniknięcia późniejszego podmulania drogi i złączonych z tem wydatków wypadnie najprawdopodobniej taniej.

Również ważny punkt stanowią skrzyżowania się z istniejącymi drogami lub kolejami. Skrzyżowanie z drogą wykonane być winno zasadniczo w poziomie. Wyjątek stanowią tutaj specjalne drogi samochodowe, których w kraju naszym dotychczas nie mamy i prędko mieć nie będziemy. Jeżeli z niwelety obu dróg wynika niemożność skrzyżowania w poziomie, natenczas zmuszeni jesteśmy przełożyć jedną z dróg w inne wygodniejsze miejsce lub też przy mniej ważnej drodze spadki na pewnej partji zmienić i częściowo ją przebudować. Mamy tu zatem wypadek podobny do korekcji potoków.

O skrzyżowaniach z kolejami mówiliśmy już poprzednio. Przy skrzyżowaniu się z kanałami spławnymi musi być droga odpowiednią do nich dostosowaną.

Na kierunek trasy, jak zaznaczyliśmy, ma również wpływ gatunek gruntu, po którym drogę prowadzimy; jeżeli zatem dany teren będzie niewytrzymały, jak np. moczary torfiaste, natenczas

musimy w tym miejscu zmienić trasę, albo też zastosować pewne ostrożności i roboty dodatkowe, któreby przejście drogi po gruncie tym umożliwiły.

Co do niwelety, to w terenach płaskich winna ona o ile możliwości iść małym nasypem, około 0,4 m ponad okolicznym terenem, do czego potrzebnego materiału dostarczą nam zwyczajnie obustronne rowy boczne.

Prowadzenie drogi długimi a płytkimi przekopami jest bezwarunkowo wadliwe z tego powodu, iż w czasie zimowym przekopy takie są często zawiewane, tworząc znaczne utrudnienie w komunikacji.

Terenów zalewowych należy starannie unikać; gdyby się jednak uniknąć ich nie dało, należy niweletę drogi ustalić w wysokości co najmniej 0,50 m ponad najwyższy znany stan wód. W ten sposób wypadają jednak zwiększone koszty budowy, których często przez stosowne przełożenie trasy będzie można ominąć. Jakkolwiek spadki w terenie nizinym, naogół wzięwszy, są stosunkowo niewielkie, to jednakże ominąć ich całkowicie nie będziemy mogli, bądź to przechodząc przez większe fale gruntowe, bądź też stosowując je przy przekraczaniu rzek i strumieni.

Każdy obiekt drogowy musi być tak zaprojektowany, by przepuszczał największe, trafiające się na tym strumieniu wody i aby od poziomu tej wielkiej wody do dolnej konstrukcji krawędzi mostowej była jeszcze gra około 0,6—1,0 m. Jeżeli zważymy nadto, że na samą konstrukcję trzeba przeznaczyć do poziomu jezdni mostowej mniej więcej 0,8—1,0 m, a często i więcej, natenczas zrozumiemy, że niweleta drogi musi leżeć przy moście od 1,5—2,0 m ponad wielką wodą. Przy przekraczaniu rzek spławnych i żeglownych wysokość ta jest znacznie większą, unormowaną koniecznością przepuszczenia pod mostem obiektów pływających. Możliwem to będzie przeważnie tylko wtedy, gdy drogę przed i za mostem zaprojektujemy w odpowiednim spadku.

Przy trasowaniu drogi w terenie górskim i podgórskim nie mamy już zwyczajnie tej dowolności prowadzenia drogi, gdyż tutaj będziemy musieli wykorzystywać istniejące doliny i z trasą do nich mniej lub więcej się dostosować. Konfiguracja dolin jest zwyczajnie tego rodzaju, iż idąc w górę doliny spotykamy z początku spadki terenu dość nieznaczne, które w miarę zbliżania się do działu wód rosną coraz więcej. Ekonomiczne założenie trasy wymaga o ile możliwości dostosowania się drogi do spadków terenu. W początku doliny będzie to prawdopodobnie możliwe, nie



będzie się można jednakże do tego tam dostosować, gdzie spadki terenu przekraczają granicę dopuszczalną dla typu budowanej drogi. Chcąc wtedy zachować spadek drogi mniejszy niżli terenu, będziemy się musieli z drogą naszą r o z w i n ą ć na stoku doliny, co zwyczajnie spowoduje zwiększenie się kosztów budowy.

W terenach tych należy drogę prowadzić zawsze stokiem słonecznym, gdyż w tym wypadku otrzymamy tor łatwo wysychający, podlegający zatem mniejszemu zniszczeniu; dalej trzymać się o ile możności raz obranego stoku, albowiem częste przerzucanie się na stok drugi, połączone z budową kosztownych mostów, jest nieekonomiczne. Przy wyborze stoku, po którym iść zamierzamy, należy wziąć pod uwagę okoliczność, czy nie posiada on zanadto wiele dolin poprzecznych i fałdów, które robotę utrudniają i podrażają. Jeżeli wreszcie musimy przyjęty stok opuścić, natenczas uczynić to trzeba w miejscu najkorzystniejszym, gdzie ściek ma koryto zwarte i brzegi dla przyjęcia przyczółków mostowych odpowiednie.

Najwygodniej i najtaniej możemy prowadzić drogę w tych trudnych terenach grzbietami gór, bądź też pod niemi; pochodzi to z tego powodu, że zastosować tu możemy objekty drogowe o wymiarach niewielkich, zatem niekosztowne. Tego rodzaju rozwiązania używano pierwiej dość często; obecnie unikamy go starannie z tego powodu, iż droga nie odpowiada wtedy swemu celowi, nie łączy bowiem bezpośrednio miejscowości położonych zwyczajnie w dolinie i utrudnia przystęp do nich. Wyjątkowe wypadki, w których tego ominąć nie możemy, stanowią konieczne przekroczenia działów wód.

Zwrócić należy także baczną uwagę na przekroczenia wspomnianych powyżej bocznych dolin i na wybranie ku temu celowi odpowiedniego miejsca. Doliny boczne mają zwyczajnie spadki bardziej strome od doliny głównej, a w czasie nawalnych deszczów prowadzą wielkie ilości rumowiska. Część rumowiska drobniejszego uchodzi w dolinę główną, znaczna jednakże część dla braku odpowiedniego spadku pozostaje w miejscu, gdzie łączą się obie doliny, tworząc t. zw. s t o ż k i u s y p o w e. Stożki te są terenem niezmiernie niebezpiecznym i dla przekroczenia doliny zupełnie nieodpowiednie, gdyż nie jesteśmy w możności ani należyście wybudować, a tem mniej utrzymać koniecznego w tem miejscu obiektu. Dlatego też w tych wypadkach jest rzeczą konieczną przesunąć się z trasą w ten sposób, by stożek usypowy ominąć, t. j. pójść głębiej w dolinę boczną i tam ją dopiero przekroczyć. Spowoduje to naturalnie chwilowe zwiększenie kosztów,

lecz doda bezpieczeństwa prowadzonej drodze i uwzględniając późniejsze utrzymanie i koszty z tem związane, wypadnie naogół taniej.

W terenach górskich, gdzie droga biegnie po stoku, możemy zakładać zwyczajnie tylko jeden rów od strony tego stoku. Ponieważ deszcze nawalne w takich partjach trafiają się częściej, wskutek czego rowy wypełniają się szybko, należy baczyć, by wodę można dość często wypuszczać na drugą stronę zapomocą przepustów lub rur betonowych. Ogólnej reguły ustalić tutaj nie można, w każdym razie takie lokalne, mniejsze objekty winny się znajdować w odległościach nie większych jak 500 m.

Tutaj spotykamy się także częściej niżli w terenach nizinnych z koniecznością wykonania murów oporowych i podporowych, o których mowa będzie później, a które często wypaść mogą znacznie taniej, aniżeli wykonanie wielkich nasypów lub przekopów, a to tem więcej, że materiał odpowiedni znajduje się zwyczajnie w okolicy i jest niedrogi. Zastosowania tuneli i wiaduktów omawiać nie potrzebujemy, albowiem przy drogach obiektów tych, jako zbyt kosztownych, staramy się z reguły unikać.

Wskazówki co do skrzyżowań z drogami i t. p. są tutaj również miarodajne, podobnie jak dla terenu nizinnego.

## 15. Rodzaje projektów drogowych

Projekt drogowy będzie wtedy sumiennie i celowo zaprojektowany, gdy rozpatrzone zostaną wszelkie możliwości danego zagadnienia i wybrane zostanie rozwiązanie najkorzystniejsze. Z przedstawionego już poprzednio stanu sprawy wynika, że do oceny projektu zaproszone zostaną nietylko sfery techniczne, ale również gospodarcze, które ze stosunkami w danej okolicy są dobrze obznajomione.

Ponieważ ostateczne wygotowanie projektu w postaci dla celów budowlanych odpowiedniej jest bądź co bądź rzeczą kosztowną, przeto dla zekonomizowania pracy, dla uniknięcia tego wypadku, iż już po kompletnem ukończeniu całości okazałoby się mogło, że projekt z jakichkolwiek bądź powodów jest wogóle niemożliwy, dzielimy całą pracę projektodawczą na trzy etapy, a temi są: projekt wstępny, projekt ogólny, oraz projekt szczegółowy.

Zadaniem projektu wstępnego jest rozpatrzenie kilku alternatyw danego rozwiązania, tak pod względem gospodarczym jak i technicznym.

Podstawą projektu wstępnego są mapy w małych podziałkach, zwyczajnie t. zw. sztabowe 1:100.000, 1:75.000 lub 1:25.000, w które wkreśla się oś projektowanej drogi i to, o ile mamy więcej warjant, rozmaitemi kolorami z podziałem kilometrowym każdej alternatywy.

Ponieważ zwyczajnie mapy te posiadają wkreślone linje warstwicowe, przeto istnieje tu możliwość generalnego opracowania również przekroju podłużnego, którego wartość naturalnie będzie tylko orientacyjną. Pożądanym jest przed wkreśleniem osi obchód trasy, gdyż na tej podstawie uzyskać możemy szereg cennych wskazówek i uzupełnień.

Dalszym załącznikiem projektu wstępnego będzie typ przekroju poprzecznego oraz sprawozdanie techniczne, ujęte krótko i zwięźle, poruszające jednak te wszystkie momenty, które dla danej budowy będą miarodajne. W sprawozdaniu tem zajmiemy się również i kosztami budowy, jakkolwiek opracowanie przybliżonego kosztorysu jest, szczególnie przy trudniejszym terenie, niełatwe.

Projekt wstępny poddaje się pod ocenę miarodajnych czynników, a temi będą władze i instytucje, które daną drogę mają budować i utrzymywać, zaś po zatwierdzeniu jednej z przedstawionych alternatyw przystępujemy do opracowania projektu ogólnego.

Projekt ogólny ma za zadanie dokładniejsze opracowanie wybranego rozwiązania pod względem technicznym oraz kosztów. Opracowuje się go na planach o podziałce dużej 1:5.000, 1:2.500, 1:2.000 lub w t. zw. skali katastralnej 1:2.880 (Małopolska), przyczem plan powinien posiadać również dane wysokościowe. Można tu wprawdzie poprzestać na podaniu wysokości poszczególnych punktów planu sytuacyjnego, lepiej jest jednakże posiadać dokładny plan warstwicowy. Naturalnie, że warstwice nie potrzebują się rozciągać na znaczny, projektem nie objęty obszar, lecz mogą się ograniczać do pasa terenu 200—300 m szerokiego, położonego mniej więcej symetrycznie z obu stron projektowanej osi.

W projekcie ogólnym wkreślona jest oś drogi z dokładnym podziałem kilometrowym oraz podaniem tych odległości, które są dla projektu ważne. Następnie wykonuje się przekrój podłużny, charakterystyczne przekroje poprzeczne, szkice projektowanych obiektów oraz sprawozdanie techniczne. Nadto dołącza się również kosztorys ogólny, który przy uwzględnieniu dużej po-

działki jest już znacznie dokładniejszy i daje miarę potrzebnych do zabezpieczenia budowy kredytów.

Projekt ten jest po zatwierdzeniu go przez władze nadzorcze podstawą do opracowania projektu szczegółowego.

Projekt szczegółowy musi być we wszystkich swoich częściach tak opracowany, by mógł stanowić podstawę budowy. Wykonujemy go w podziałkach wielkich, najchętniej 1:1.000, przyczem w sytuacji wrysowujemy nietylko oś, lecz również całość robót ziemnych, gdyż warunkują one potrzebę i wielkość wykupna potrzebnych gruntów. Dalszym załącznikiem będzie drobiazgowo opracowany przekrój podłużny, znaczna ilość przekrojów poprzecznych, które będą podstawą obliczenia robót ziemnych, wreszcie wykonane w podziale 1:100 projekty obiektów. O ile przy tych ostatnich rozchodzi się o konstrukcje żelazne, to podziałka musi być znacznie większą.

Wreszcie opracowujemy szczegółowy kosztorys oparty o analizę cen oraz sprawozdanie techniczne.

Gdy teren jest łatwy, a rozwiązanie zagadnienia nie nasuwa żadnych wątpliwości, opuszczamy opracowanie projektu wstępnego i ogólnego i przystępujemy odrazu do projektu szczegółowego.

Na podstawie projektu szczegółowego odbywa się obejście projektowanej trasy przy udziale wszystkich czynników i stron interesowanych, które oświadczają się co do ewentualnych zmian i zgłoszonych życzeń.

Z czynności tej spisuje się odpowiedni protokół, a w miarę możliwości uwzględnia się zgłoszone życzenia.

W związku z powyższą sprawą należy omówić zewnętrzną formę wykonania projektów.

Przedstawienie projektowanej drogi na papierze mogłoby, zasadniczo wzięwszy, nastąpić w sposób zupełnie indywidualny. Ze względu jednak, iż rozchodzi się o to, by projekt taki był przez wszystkich, mających z nim do czynienia łatwo i szybko zrozumiały, ustalono pewne zewnętrzne formy, od których przy sporządzaniu jego odstępować nie wolno.

Projekt winien być przedstawiony w formie płaskiej, nierolowanej, przyczem zwyczajnie zastosowujemy format normalnego arkusza papieru 21/34 cm, składając poszczególne arkusze złożone naprzemian w zewnętrznej formie książki. Pierwsza karta projektu powinna zawierać dokładny tytuł jego z szczegółowym oznaczeniem, co dany zeszyt zawiera. Zwyczajnie oddzielnie przedstawiamy sytuację a oddzielnie przekrój podłużny,

przekroje poprzeczne i projekty budowli sztucznych. Jeżeli nadto projekt wymaga pewnych objaśnień, które rysunkowo przedstawić się nie dadzą, a więc np. ocenę użytych materiałów, uzasadnienie potrzeby wykupna gruntów oraz przeprowadzone w tej sprawie dochodzenia, badanie terenu i t. p., dołączamy do projektu stosowne sprawozdanie techniczne. Nadto zawsze muszą być dołączone kosztorysy, oraz cenniki i analiza cen, na podstawie której nastąpiło obliczenie kosztów pojedynczych typów robót.

#### a) Sytuacja.

W sytuacji początek drogi należy zawsze przedstawiać od strony lewej ku prawej, a nie odwrotnie. Plan sytuacyjny winien być w ten sposób zorientowany, by górna krawędź wskazywała północ, z czego wyniknie odpowiednie położenie innych stron świata.

W projekcie szczegółowym ma być naniesioną w pierwszym rzędzie kolorem czerwonym oś drogi z dokładnym stacjonowaniem, t. zn. liczbowym oznaczeniem poszczególnych punktów na osi; do oznaczenia przychodzą w pierwszym rzędzie hektometry i kilometry uwidoczniające długość drogi, następnie początki i końce łuków oraz środki mniejszych, względnie początki i końce większych obiektów. Przy każdym oznaczonym punkcie ma być w kierunku poprzecznym do osi drogi podane liczbowo dokładne położenie punktu. Przy łukach podane być muszą promienie, odpowiadające łukowi kąty środkowe oraz długości stycznych, albowiem wszystkie te elementy służą do późniejszego dokładnego wytyczenia łuku na gruncie. Przy mostach należy w kierunku poprzecznym do osi oznaczyć krótko rodzaj obiektu oraz jego światło. Wszystkie powyżej podane daty wpisuje się w projekt kolorem czerwonym. Następnie już w kolorze czarnym narysowaną być winna, równoległe do osi idąca, korona drogi oraz granice przekopów, nasypów, brzegi rzek i strumieni, dalej jeśli możliwe, granice przylegających do drogi gruntów i domostw, krzyżujące się drogi i koleje oraz granice wsi i gmin. Wreszcie należy umieszczać tam te wszystkie dane w terenie, które projektujący uważa za ważne ze względu na późniejsze wytyczenie drogi, jako też te które jakkolwiek do samej drogi nie należą, projektem objęte być winny, jak place składowe na materiały i odkłady lub miejsca zajęte pod rezerwy przeznaczone do wybrania materiałów.

#### b) Przekrój podłużny.

Przekrój podłużny wykonuje się dla jasnego przeglądu w dwóch podziałkach, jednej dla długości, która powinna być

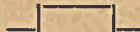
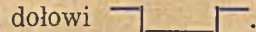
identyczną z podziałką sytuacji, drugiej dla wysokości zwyczajnie dziesięciokrotnie większej. Jeżeli zatem podziałkę długości przyjęliśmy np. 1:2.000, natenczas podziałka dla wysokości będzie 1:200. W ten sposób wielkość potrzebnych na drodze robót ziemnych przedstawia nam się zupełnie przejrzysto.

Co do oznaczeń na przekroju podłużnym należy nadmienić, że wszystko to, co odnosi się do projektu i z niego wynika, oznaczone być winno kolorem czerwonym, wszystkie zaś dane wynikające z terenu kolorem czarnym. Przekrój podłużny wykazywać musi w płaszczyźnie pionowej ślad linii terenu, z pomocą podania poszczególnych punktów z oznaczeniem ich rzędnych, t. zn. wysokości ponad poziom morza (wysokość bezwzględna), lub też wysokości ponad pewien punkt w okolicy (wysokość względna), przyczem pojedyncze punkty łączymy prostymi, które jakkolwiek nie odpowiadają zupełnie ściśle terenowi, to jednak odbiegają od niego niewiele.

Następnie wkreślamy ślad projektowanej korony drogi czyli t. zw. niweletę. Jeśli niweleta idzie nad linią terenu, natenczas mamy do czynienia z nasypem, w przeciwnym wypadku z przekopem. Często bardzo powierzchnie nasypów zamalowujemy kolorem blado-różowym, przekopów blado-żółtym.

Niweleta winna mieć podane dokładne rzędne załomów spadków oraz szereg rzędnych pośrednich w tych miejscach, gdzie chcemy uwidocznić przekroje poprzeczne. W miejscach przekrojów poprzecznych należy uwidocznić liczbowo wielkość potrzebnej w osi roboty ziemnej. W przekroju tym muszą być nadto uwidocznione projektowane mosty i przepusty z podaniem ich światła i ilości przeseł, jeśli jest ich więcej, oraz krótki opis rodzaju konstrukcji, podobnie jak w sytuacji.

Pożądanem jest również wrysowanie w przekrój dna obustronnych rowów, przyczem rów prawy przedstawiamy zwyczajnie linią ciągłą, lewy zaś przerywaną. Dla przekroju podłużnego przyjmujemy zwyczajnie pewien poziom porównawczy, od którego liczymy nasze rzędne. Wszystkie odległości powinny być oznaczone nie na przekroju, by go nie gmatwać, lecz u spodu pod przekrojem, w jednym rzędzie.

Następnie należy umieścić również na osobnej linii długości prostych i łuków oraz ich kierunki, przyczem proste oznaczamy jedną poziomą linią, zaś łuki idące w prawo klamerką ku górze , w lewo taką samą skierowaną ku dołowi . Załomy tej klamerki oznaczają nam dokładnie początki i końce łuków. Przy łukach podajemy w klamerce ich promień oraz dłu-

gość. Nie trzeba przytem dodawać, że wszystkie te daty muszą być zgodne z oznaczeniem na sytuacji. Przekrój podłużny winien również uwidocznić, w osobno na ten cel przeznaczonyj linii, długości poszczególnych poziomych lub spadków z podaniem ich wielkości.

Wreszcie na pionowych poprowadzonych od pojedynczych punktów przekroju winny być wpisane rzędne terenu i rzędne projektowanej niwelety.

Często oznaczamy również punkty skrzyżowania się projektu z istniejącymi drogami i kolejami przez umieszczenie w tem miejscu znaku chorągiewki lub tarczy i dokładny, krótki opis skrzyżowania. Wkońcu u górnej krawędzi rysunku w osobno na ten cel przeznaczonych liniach podajemy powiat, gminę i miejscowość przez którą droga przechodzi wraz z ich granicami.

Odczytanie w ten sposób sporządzonego przekroju nie przedstawia dla fachowca żadnych trudności a jednostajność wykonania pod tym względem uniemożliwi wszelkie omyłki.

#### c) Przekroje poprzeczne.

Przekroje poprzeczne mają nam przedstawić wielkość potrzebnych robót ziemnych; dlatego też winny do tego celu być dobrane stosowne przekroje, któreby z jednej strony dawały dobry przegląd tych robót, z drugiej zaś umożliwiały dokładne obliczenie. I tutaj teren nanosimy w kolorze czarnym, projekt zaś czerwono. Powierzchnie objęte temi dwoma elementami malujemy wyjątkowo różowo lub żółto, zależnie od tego, czy mamy do czynienia z nasypem lub przekopem. W przekrojach poprzecznych, wykonanych zwyczajnie w podziałce 1:100, należy umieścić rzędne osiowe terenu i projektu oraz podać obok wielkości powierzchni przekopu lub nasypu w m<sup>2</sup>. Muszą tam znaleźć miejsce również i projektowane mury oporowe i podporowe, gdyż mają one wpływ na wielkość robót ziemnych, a nadto jest to potrzebne ze względu na konieczność obliczenia objętości tych murów.

d) Projekty budowli sztucznych jak przepustów, mostów, galerji itp. mają być wykonane osobno, kolorem czarnym, w podziałce zależnej od rodzaju konstrukcji. Projekty sporządzone być winny w trzech rzutach, by można z nich odczytać dokładnie poszczególne wymiary, które zresztą w projekcie winny być ściśle oznaczone.

Konieczne są tam również wszystkie daty, które umożliwiają należyte wytyczenie budowli oraz zamówienie potrzebnych do wykonania materiałów.

#### e) Sprawozdanie techniczne zawierać ma wszyst-

kie daty nie dające się przedstawić rysunkowo, jako też jest tu miejsce na omówienie poszczególnych alternatyw, jeżeli było ich kilka, i wykazanie dodatnich i ujemnych stron każdej z nich, wraz z postawieniem odpowiedniego wniosku projektanta.

Również szczegółowo powinna być przedstawiona sprawa zbadania gruntów, po których idzie droga, a przy większych obiektach należy podać wynik i kolejność znalezionych przez sondowanie pokładów, by można stąd powziąć dane co do głębokości fundowania.

#### f) Przedmiar i kosztorys.

Do projektu winien być zawsze dołączony przedmiar i kosztorys robót w projekcie przewidzianych.

Przez przedmiar rozumiemy celowo zestawiony wykaz wszystkich potrzebnych robót, poparty należyte datami, które muszą stać w ścisłym związku z projektem tak, by kontrola przedmiaru była możliwą.

Przedmiar zestawia się zależnie od kategorii robót w miarach długości, powierzchni lub objętości, wreszcie w sztukach. Ze względu na ujednostajnienie wymaga się wszystkich dat w mierze metrycznej.

Zauważa się przytem, że zestawienie przedmiaru powinno być celowe a nie chaotyczne; w szczególności winien on być podzielony na pewne typy robót, a więc osobno roboty ziemne, pokładowe, murarskie, ciesielskie itp., przyczem kolejność uwidocznienia tych robót powinna iść równolegle z kolejnością ich wykonania w rzeczywistości.

Kosztorys robót opiera się na dwóch czynnikach, mianowicie na przedmiarze, wykazującym ilość roboty danej kategorii, oraz na cenie jednostkowej płaconej za te roboty.

Przy robotach drogowych przedmiar i kosztorys są złączone zwyczajnie w jedną całość; nie jest to jednakże koniecznym prawidłem i oba te działy mogą być również osobno ujęte.

Ażeby kosztorys był celowy, t. zn. aby należycie uwydatniał wielkość sumy pieniężnej przeznaczonej na budowę, konieczne jest należyte przestudjowanie cen materiałów, które do budowy mają być użyte, jak również cen robocizny. Sprawie tej należy poświęcić baczną uwagę, gdyż każde zaniedbanie w tym kierunku jest szkodliwe. Jeżeli bowiem projektujemy ceny za niskie, natenczas spotykamy się w czasie budowy z niemiłą niespodzianką, iż może nam zabraknąć środków na ukończenie rozpoczętej roboty; projektowanie zaś za wysokie jest ze szkodą dla właści-



ciela budowy, gdyż zabezpieczone na podstawie takiego kosztorysu kredyty uwięzione są w nadmiernej wysokości, często na dłuższy czas zupełnie bezużytecznie, podczas gdy w tym czasie mogłyby być z pożytkiem gdzie indziej użyte. Podnosimy tę sprawę z tym większym naciskiem, że właśnie w tej części projektu spotykamy się często z niedocenieniem ważności kosztorysu, powodując w ten sposób, niestety, często usprawiedliwioną niewiarę przy ocenie przygotowanych do zrealizowania projektów.

Ceny jednostkowe powinny się opierać na sumiennie sporządzonym cenniku materiałów i robotnika oraz na analizie cen robocizny. Ustalenie cennika nie jest rzeczą łatwą, dlatego też pożądanem jest, by był on opracowany w porozumieniu z wytwórcami materiałów oraz z organizacjami społecznymi jak gminy, które co do cen miejscowych robotnika są zwyczajnie najlepiej zorientowane. W ten sposób sporządzony cennik, potwierdzony tak przez projektującego, jako też przez wymienione czynniki, stanowi dla władzy wyższej należytą podstawę do oceny kosztów budowy.

Łatwiejszą rzeczą jest już sporządzenie, na podstawie cennika, jednostkowej analizy cen, a to z tego powodu, że istnieją podręczniki podające na podstawie przeprowadzonych doświadczeń, jakiego czasu ze strony robotnika wymaga wykonanie pewnej jednostki projektowanej roboty oraz jaka na to wychodzi ilość materiałów. Pamiętać przytem należy, że w analizie cen oprócz istotnej pracy, a zatem i zapłaty robotnika, znaleźć się muszą również koszta na sprawienie narzędzi oraz koszta zarządu względnie zysk, o ile robota prowadzoną jest w przedsiębiorstwie.

Tak cennik, jako też analiza cen powinny stanowić zawsze załączniki do przedkładanego kosztorysu.

## 16. Linja stałego spadku

O ile prowadzilibyśmy drogę o niwelecie poziomej, natenczas jest rzeczą zrozumiałą, iż trasa drogi musiałaby iść bądź to po warstwiczy, bądź też pomiędzy dwoma warstwicami w odległości od nich proporcjonalnej a wynikającej z rzędnej niwelety.

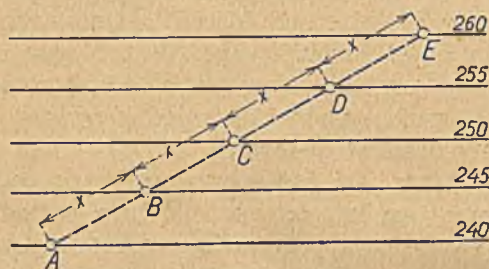
Droga ma jednak często niweletę położoną w pewnym spadku; w tym wypadku trasa drogi powinna iść linią tego spadku.

W rzeczywistości takie prowadzenie trasy byłoby niemożliwe już choćby z tego powodu, iż teren zmienia często gwałtownie swoje ukształtowanie, droga zaś takich gwałtownych zmian nie

znosi, wymagając bądź to kierunków prostych, bądź też pewnych ściśle określonych krzywizn. Będzie ona zatem odbiegała od linii spadku raz z jednej, raz z drugiej strony, niemniej jednakże wykreślona linja spadku stanowić będzie wytyczną dla kierunku prowadzenia drogi.

Jeżeli spadek przez nas pożądanym będzie jednostajny, natenczas linja ta będzie nosić nazwę linii stałego spadku. Pragnąc zaznajomić się ze sposobami kreślenia linii stałego spadku, rozpatrzmy sprawę od typów najprostszych.

Najprostszym wypadkiem będzie ten, gdy warstwy są linjami prostymi do siebie równoległymi i w jednakowym odstępnie. Wtedy teren przedstawia nam płaszczyznę pod pewnym kątem do poziomu nachyloną.



Rys. 22

Jeżeli chcemy z punktu początkowego  $A$  wykreślić linię stałego spadku  $s\%$ , natenczas obliczyć musimy długość odcinka  $x$ , który nas tym spadkiem doprowadzi z jednej warstwy na drugą. Jeżeli pionowy odstęp tych warstw nazwiemy przez  $w$ , natenczas:

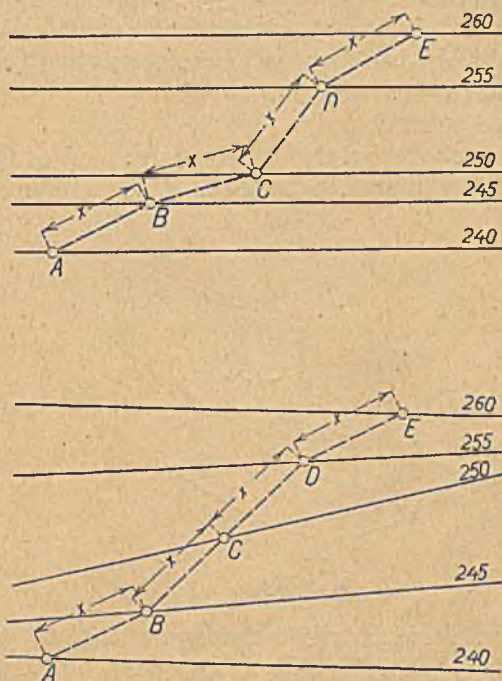
$$x = \frac{w}{s}.$$

Jeżeli dla wypadku przedstawionego na rys. 22 chcemy wykreślić linię 4% spadku, natenczas  $x = \frac{5,00}{0,04} = 125$  m.

Wziąwszy tę odległość w cyrkiel, przrzucamy ją wychodząc z punktu  $A$  z warstwy na warstwę i otrzymujemy w ten sposób linię stałego spadku, która w tym wypadku jest prostą. Jeżeli warstwy są linjami prostymi do siebie równoległymi lecz nie w jednakowym odstępnie lub też gdy warstwy są linjami prostymi nierównoległymi, natenczas wychodząc z pewnego punktu  $A$ , otrzymamy jako linię równego spadku linię łamaną.

Odrzuć jednak zaznaczyć należy, iż popełniamy tutaj pewien błąd wynikający z tego, iż teren pomiędzy sąsiednimi warstwami, szczególnie w wypadku drugim, nie jest płaszczyzną, lecz powierzchnią krzywą.

Z najogólniejszym wypadkiem będziemy mieli do czynienia wtedy, gdy warstwice są linjami krzywymi. Sposób postępowania celem otrzymania linii stałego spadku będzie ten sam



Rys. 23

co poprzednio, tylko otrzymamy tu błędy tem większe, im bardziej kręty jest przebieg warstwic. Otrzymana linja łamana  $ABCD$  nie będzie matematycznie dokładną linią stałego spadku.

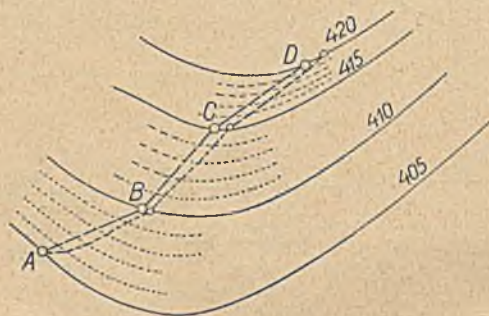
Jakkolwiek linja stałego spadku ma znaczenie tylko orientacyjne, niemniej powinniśmy się starać o doprowadzenie możliwości błędów do minimum. Osiąga się to przez wstawianie odpowiedniej ilości warstwic pośrednich czyli przez t. zw. interpolację i przerzucanie z jednej na drugą, w ten sposób otrzymanych warstwic, odległości zmniejszonej w stosunku do interpolowanych warstwic. Jeżeli w naszym przypadku (rys. 24) wsta-

wiliśmy 5 warstwicy pomiędzy poprzednimi, natenczas odległość przereztu cyrkla wynosić będzie  $\frac{x}{5}$ .

Po wkreśleniu linii stałego spadku przystępujemy do założenia trasy drogowej. Już poprzednio powiedzieliśmy, że oś drogi nie może iść ściśle zakrętami linii stałego spadku, lecz musi ją wyrównywać. Jak zobaczymy, włożenie projektu w tę linię wymaga pewnego doświadczenia, albowiem musi tu być zachowany cały szereg ostrożności, celem uniknięcia rozwiązań wpływających ujemnie bądź to na dobroć i bezpieczeństwo budowy, bądź też na wielkość robót ziemnych.

Zacznijmy od ostatnich.

Najmniejsze roboty byłyby wtedy, gdyby oś drogi kryła się w zupełności z linią stałego spadku. Każde odstępstwo od tej



Rys. 24

linji wywoła zwiększenie robót ziemnych bądź to w nasypach, bądź też w przekopach. Wynika z tego przesłanka, by oś drogi możliwie jak najmniej zbaczała od linii stałego spadku.

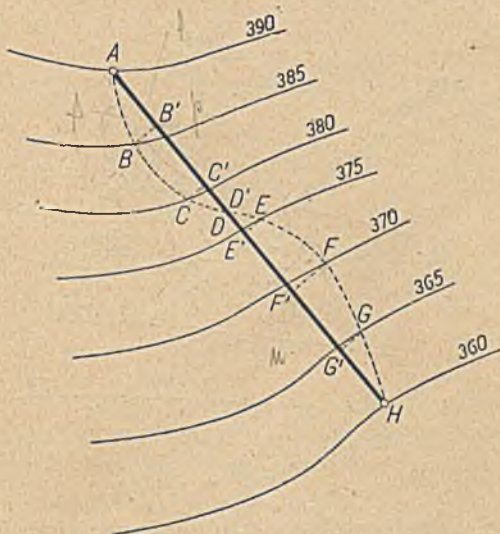
Od tej linii musimy jednak często bardzo znacznie odstąpić, jeżeli przekraczać będziemy ściek. Jest bowiem zrozumiałe, że w tym wypadku trasa drogi nie może leżeć w terenie, lecz musi być wzniesioną ponad teren, celem umożliwienia z jednej strony wykonania obiektu, z drugiej zaś usytuowania niwelety drogi ponad stan najwyższych wód.

Z reguły można powiedzieć, że oś drogi będzie krótszą od linii stałego spadku; wyjątkowy wypadek zajdzie przy zakolach, o których mówić będziemy osobno.

Punkt początkowy A (rys. 25) jest zarówno dla linii stałego spadku jak i projektu drogi identyczny, tak co do sytuacji jako też w wysokości. Jeżeli chwilowo założymy, że linja stałego spadku

i oś drogi leżą w tym samym spadku, natenczas korespondujące ze sobą punkty  $B$  i  $B'$ ,  $C$  i  $C'$ ,  $E$  i  $E'$  itd. nie będą leżeć na tej samej wysokości z tego prostego powodu, iż odległości  $AB$ ,  $AC$ ,  $AE$  itd. są inne, niżli  $AB'$ ,  $AC'$ ,  $AE'$  itp. Nawet punkty  $D$  i  $D'$ , w sytuacji leżące na sobie, nie będą identyczne co do wysokości. Różnice tych wysokości będą tem większe, im więcej różnią się od siebie odpowiednie długości.

Pomijając jednakże chwilowo tę różnicę, która zresztą zwyczajnie nie jest wielką, możemy odrazu z porównania wzajemnego obu linii wyciągnąć pewne wnioski co do istoty robót ziemnych na projektowanej drodze.



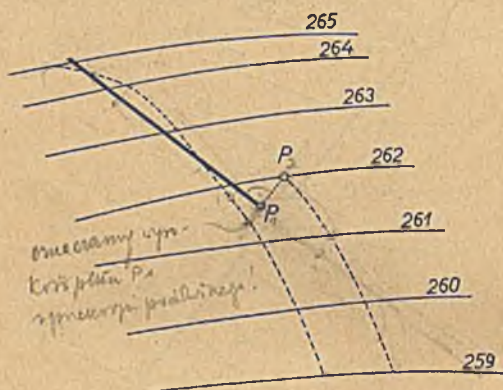
Rys. 25

Jeżeli bowiem punkt  $B$  leży na terenie, to korespondujący z nim punkt  $B'$  trasy drogowej, o ile ma mieć tę samą wysokość co punkt  $B$ , leżeć musi pod terenem. Podobnie oceniając wzajemne położenie punktów  $F$  i  $F'$ , dojdziemy do wniosku, że punkt  $F'$  leżeć będzie nad terenem. Okazuje się zatem, że wzajemne porównanie linii stałego spadku i osi projektu da nam możliwość skonstatowania, iż partja  $AD$  drogi leżeć będzie w przekopie, zaś  $DH$  w nasypie. Wynika z tego ogólne prawidło, że oś drogi leży wtedy w przekopie, gdy odstępkuje od linii stałego spadku ku stokowi, zaś w nasypie, gdy odchodzi od stoku.

Jeżeliby linja projektu odbiegała w całości od linii stałego spad-

ku w jedną lub drugą stronę, natenczas mielibyśmy wyłącznie przekopy lub nasypy. Projekt taki byłby wadliwy, gdyż przy samych przekopach musielibyśmy robić odkłady, a co zatem idzie, zakupywać specjalne grunta na złożenie tych odkładów; odwrotnie przy samych nasypach mielibyśmy dodatkowy koszt zakupna potrzebnej ziemi celem wykonania nasypu, nie wspominając już o kosztach dowozu, które często ukształtowałyby się mogły bardzo niekorzystnie.

Wynika zatem z tego konieczność takiego włożenia osi projektu w linię stałego spadku, by następowała kolejność przekopów i nasypów, albowiem wtedy materiałami otrzymanymi z przekopów pokryjemy nasypy.

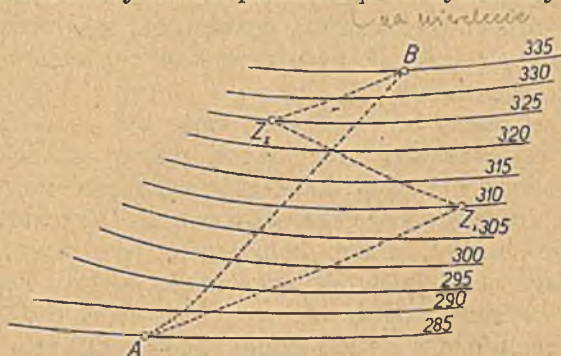


Rys. 26

Dalsze badania linii stałego spadku i projektu doprowadzą nas również do przybliżonej oceny wielkości robót ziemnych, jeżeli przez tę wielkość rozumiemy różnicę wysokości pomiędzy niweletą a terenem. Widzimy bowiem z rys. 25, że gdy np. wysokość punktu  $F$  jest 370, to punkt  $F'$  ma w terenie cechę 369,50. Zatem wielkość nasypu w osi drogi będzie tutaj w przybliżeniu 0,50 m. Różnice te będą tem większe, im bardziej obie linie od siebie odbiegają. Ponieważ w projektach drogowych, np. w terenie pagórkowatym, tak nasypy jak i przekopy nie powinny przekraczać mniej więcej 2 m, w terenie zaś górskim 5 m, przeto odrazu mamy możliwość sprawdzenia, czy ułożona przez nas trasa warunkom tym odpowiada.

W dotychczasowych rozważaniach przyjmowaliśmy, że różnice w wysokości korespondujących ze sobą punktów linii stałego

spadku oraz projektowanej osi drogi są nieznaczące. W wypadkach jednakże, gdy trasa jest dłuższa, a teren o wybitnej rzeźbie, różnice te, zależne jak wiadomo od różnicy długości obu wymienionych linii, wzrastają zbytnio i nieuwzględnienie ich doprowadziłyby mogło do fałszywych wniosków. Z tego powodu zmuszeni jesteśmy do czynienia pewnych poprawek, polegających na tem, iż doprowadzimy trasę do pewnego punktu  $P_1$ , obliczamy dokładnie z przekroju podłużnego jego wysokość a następnie na prostopadłej wystawionej w punkcie  $P_1$  do kierunku drogi szukamy na terenie punktu poprawionego  $P_2$ , który cechą swoją odpowiada wysokości punktu  $P_1$ . Otrzymawszy ten punkt,



Rys. 27

uważamy go za początek nowej linii stałego spadku i wyprowadzamy ją stamtąd podobnie, jak poprzednio opisano. W zależności od warunków poprawkę taką można wprowadzić kilkakrotnie.

Wskutek wprowadzenia powyższych poprawek punkty końcowe linii jednostajnego spadku i osi drogi nie będą leżały w tych samych miejscach. Ażeby i to uzgodnienie uzyskać, należy całkowitą linię stałego spadku, jako też jej poszczególne fragmenty kreślić w spadku nieco większym niżli przepisany. O ile to zwiększenie ma nastąpić, zależy to od pofałdowania terenu; im będzie ono wybitniejsze, tem znaczniejsze zwiększenie spadku. Zwyczajnie nie przekracza ono  $1\frac{1}{2}\%$ .

Zupełnie podobnie przedstawia się sprawa w tych ostrych zakrętach linii stałego spadku, które charakteryzują ją przy przekroczeniu ścieków a zatem przy przejściu z jednego stoku na drugi. Ponieważ, jak już wyżej powiedzieliśmy, droga w tem miejscu musi się znajdować stosunkowo wysoko ponad terenem dla umożliwienia postawienia obiektu, przeto najlepiej linię sta-

tego spadku doprowadzić do tego punktu, który wysokościowo będzie odpowiadał przyszłej niwelecie obiektu, wskreślić trasę drogi na przekroczeniu strumienia i wynaleźć na drugim stoku ten punkt, w którym trasa wpada w teren; stąd należy rozpocząć na nowo wykreślanie linii stałego spadku.

Kilka słów należy poświęcić t. zw. z a k o l o m. Jeżeli połączenie dwóch punktów  $A$  i  $B$  położonych na stoku, w sposób bezpośredni daje linię stałego spadku za stromą, natenczas rozwijamy się spadkami mniejszemi, a chcąc z  $A$  dojść do  $B$  musimy w linii spadku zaprojektować ostre zwroty w punktach  $Z_1$  i  $Z_2$ . Projekt, który, jak już powiedzieliśmy, stara się w granicach możliwości iść śladem linii stałego spadku, dozna tutaj gwałtownego skręcenia zapomocą zakola. Pojedyncze trakty tej łamanej linii nazywamy z a k o s a m i.

Ilość zakoli zależy od warunków, może być jedno lub więcej, przyczem przy większej ilości zakoli mamy stosunkowo dość znaczną swobodę wybrania do skrętu odpowiedniego punktu.

Ponieważ droga nie może skręcać z punktu tak gwałtownie jak linia stałego spadku, przeto koniecznem jest zaprojektowanie odpowiedniego obejścia punktu zwrotnego łukami. Powoduje to konieczność wykonania dość znacznej ilości robót ziemnych, nadto bardzo często okażą się konieczne budowle sztuczne jak mury oporowe i podporowe, a zawsze będzie tu do wykonania obiekt przepuszczający wodę. Z tego powodu miejsce skrętu musi być bardzo starannie dobrane; do tego celu nadają się łagodne miejsca w stokach, zatem tam, gdzie wzajemny odstęp warstwic jest lokalnie największy.

W zakolach mamy zwyczajnie brak miejsca na należyte rozprzeżnienie się ze względu na trudności terenowe. Z tego powodu jesteśmy zmuszeni projektować łuki o najmniejszych promieniach. Nadto z uwagi na ostrość używanych tu łuków pamiętać trzeba o konieczności zmniejszenia w nich spadków, o czem mowa była już poprzednio.

## 17. Obliczanie przekrojów poprzecznych

Pragnąc obliczyć kosztorysy projektowanych robót ziemnych, musimy znać ich objętość, do czego znowu konieczna jest znajomość przekrojów poprzecznych. Jak już jednak poprzednio zaznaczyliśmy, w wypadku projektu wstępnego lub ogólnego nie dysponujemy właściwie dostateczną ilością przekrojów poprzecznych i obliczamy te przekroje z dat uzyskanych z przekroju podłużnego; natomiast przy projektach szczegółowych opie-

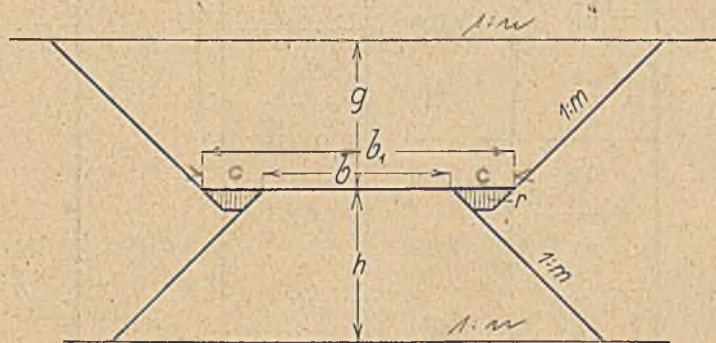


ramy obliczenie na bezpośrednim pomiarze przekrojów poprzecznych.

Z powyższych powodów musimy się zaznajomić z oboma sposobami obliczania przekrojów.

A) Obliczanie przekrojów poprzecznych z przekroju podłużnego.

W przekroju podłużnym jedyną daną, jaką pod tym względem mamy do dyspozycji, jest głębokość przekopu względnie wysokość nasypu. Oprócz tego posiadamy typowe przekroje poprzeczne, które ustalają nam szerokość korony drogi oraz pochylenie szkarpy.



Rys. 28

Ponieważ przekrój poprzeczny ograniczony jest u dołu lub u góry linią terenu, przeto rozdzielić musimy całość rozpatrywanej sprawy na dwie części, mianowicie na wypadek, gdy linia terenu jest pozioma, oraz drugi, gdy linia terenu jest do poziomu nachylona.

a) Linia terenu pozioma.  $n \geq g$

Przy obliczeniach poniżej przeprowadzonych przyjmujemy, że korona drogi o szerokości  $b$  ukształtowaną jest poziomo, zaś powierzchnia rowów w przekopie jest wielkością stałą  $r$ .

Jak z rysunku 28 wynika:

$$\text{powierzchnia nasypu} \quad P_n = bh + mh^2$$

$$\text{powierzchnia przekopu} \quad P_p = b_1g + mg^2 + 2r - bg + mg^2 + 2\sqrt{r^2 + g^2}$$

jeżeli nazwiemy przez  $h$  = wysokość nasypu,  $g$  = głębokość przekopu,  $m$  = pochylenie szkarpy.

W powyższych wzorach stałe wartości przedstawiają  $b$ ,  $b_1$ ,  $m$  i  $r$ , przekrój zatem zmieniać się będzie tylko w zależności od  $h$ , względnie  $g$ . Dla każdej zatem szerokości drogi i pochylenia

szkarp możemy łatwo sporządzić tabelaryczne zestawienie, podające nam odrazu powierzchnię przekroju w zależności od wysokości lub głębokości.

Przykład zestawienia dla obliczenia nasypów przy szerokości drogi 7,0 m i pochyleniu szkarp 1:1,5.

$h$	$P_n$	Różnica	Stała różnica
$m$	$m^2$	$m^2$	$m^2$
0,0	0,000		0,030
		0,715	
0,1	0,715		
		0,745	
0,2	1,460		
		0,775	
0,3	2,235		
		0,805	
0,4	3,040		
		0,835	
0,5	3,875		
		0,865	
0,6	4,740		

Zestawienie takie układa się niezmiernie szybko z uwagi, iż poszczególne powierzchnie rosną w pewien stały sposób, mianowicie tak, że różnice pomiędzy poszczególnymi różnicami przekrojów wzrastają o stałą wartość. W podanym przykładzie wzrost tych różnic ma stałą wartość 0,03 m<sup>2</sup>.

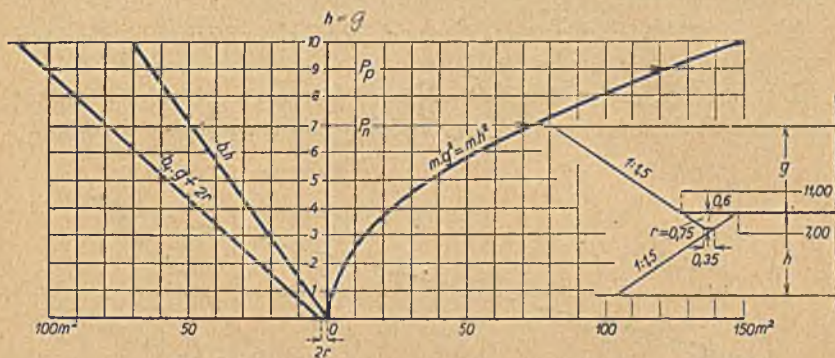
Naturalnie, że przy tabelarycznym zestawianiu powierzchni dla przekopów musi znajdować się jeszcze jedna rubryka odnosząca się do wielkości rowów.

Z powyższego wynika, że w rzeczywistości potrzebujemy obrać tylko dwa lub trzy przekroje dla pierwszych wysokości lub głębokości a następne otrzymamy już przez zwyczajne dodawanie.

Jeszcze wygodniej przedstawia się sprawa, gdy zamiast tabelarycznego zestawienia używamy wykresu.

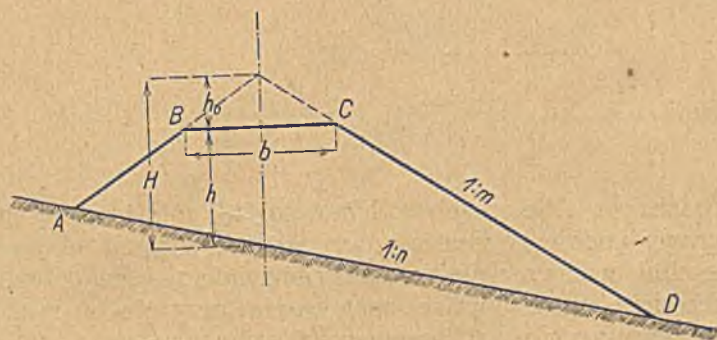
Wykres taki sporządza się następująco:

Przyjawszy dwie osi wzajemnie do siebie prostopadłe, odcinamy na osi pionowej od punktu 0 wysokości nasypów względnie głębokości przekopów w podziałce tej samej w jakiej sporządzono wysokości przekroju podłużnego. Na osi poziomej odcinamy



Rys. 29

po jednej stronie np. w prawo od punktu 0 wartości  $mh^2 = mg^2$ , po drugiej zaś wartości  $bh$  względnie  $b_1g + 2r$ . W ten sposób otrzymujemy po prawej stronie parabolę, po lewej dwie proste,



Rys. 30

z których pierwsza ( $bh$ ) przechodzi przez punkt przecięcia się osi, druga ( $b_1g + 2r$ ) jest od tego punktu przesunięta o wartość  $2r$ .

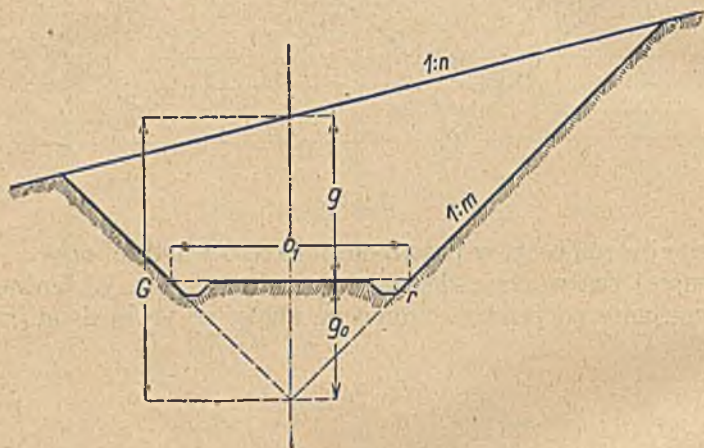
Poziomy odstęp pomiędzy prostą a parabolą, mierzony w danej wysokości  $h$  lub głębokości  $g$ , daje nam powierzchnię przekroju nasypu lub przekopu obliczoną w tej samej podziałce, w jakiej odcinaliśmy na osi poziomej powierzchnie.

Dla każdej szerokości korony i pochylenie szkarpy trzeba wykonać oddzielny wykres. W rys. 29 przyjęto  $b = 7,00$  m,  $b_1 = 11,00$  m,  $m = 1,5$ ,  $r = 0,75$  m<sup>2</sup>.

Sposobu powyższego używamy również dla terenu pochyłego, jednakże tylko do granicy pochylenia terenu 1:9. Powyżej tej granicy rezultaty posiadają już za duży błąd.

b) Linja terenu jest do poziomu jednostajnie pochyłona.

Dla obliczenia powierzchni, mając daną tylko wysokość względnie głębokość, szerokość korony, pochylenie szkarp i pochylenie



Rys. 31

terenu, istnieje wiele sposobów. Nie wchodząc w bliższe szczegóły tej sprawy podajemy poniżej najprostsze wzory na obliczenie powierzchni oddzielnie dla nasypu, oddzielnie zaś dla przekopu.

Mianowicie, uwzględniając znakowanie przyjęte w rys. 30, otrzymujemy wzór na obliczenie powierzchni nasypu:

$$P_n = H^2 \frac{m \cdot n^2}{n^2 - m^2} - \frac{b^2}{4m}$$

zaś uwzględniając znakowanie przyjęte w rys. 31, wzór na obliczenie powierzchni przekopu ma formę:

$$P_p = G^2 \frac{n^2 m}{n^2 - m^2} - \frac{b_1^2}{4m} + 2r$$

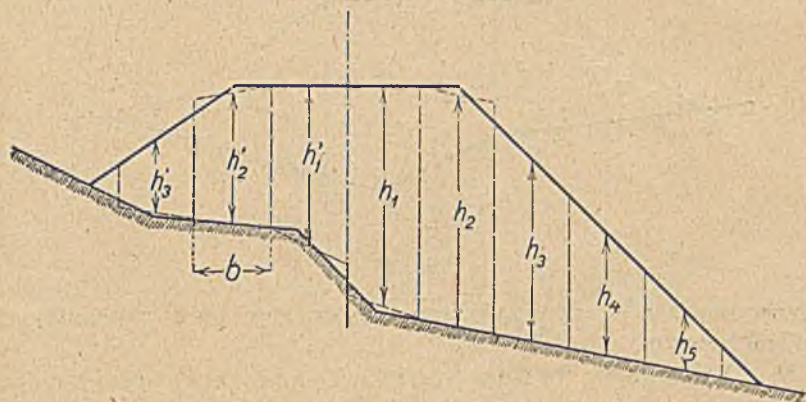
przyczem:  $H$  i  $G$  są wysokościami nasypów względnie głębokościami przekopów liczonemi od osiowego punktu terenu aż do przecięcia się obu szkarp,  $m$  jest pochyleniem szkarp,  $n$  pochylenie

niem terenu,  $b$  względnie  $b_1$  szerokościami korony nasypu względnie wykopu,  $r$  powierzchnią rowów.

B) Obliczenie przekroju poprzecznego z bezpośredniego pomiaru.

W projekcie szczegółowym metody powyżej podane już nie wystarczają (wyjąwszy teren zupełnie poziomy) i obliczenie przekrojów przeprowadzamy przez bezpośredni pomiar.

O ile różchodzi się o pomiar przekrojów poprzecznych z poziomą linią terenu, to sprawa nie przedstawia najmniejszej trud-



Rys. 32

ności i może tu być opuszczoną. Przy terenie jednak ukośnym lub łamanym rzecz jest nieco więcej skomplikowaną i ustalić tu możemy kilka metod.

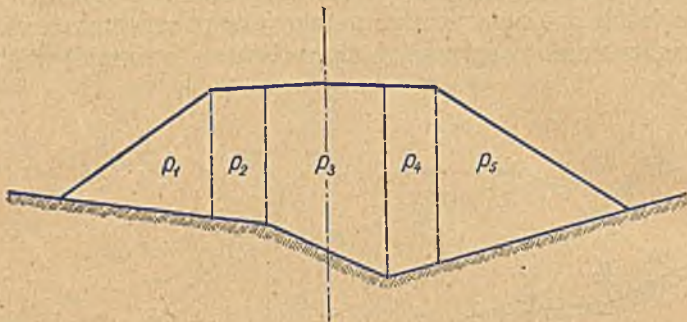
a) Pomiar przez rozłożenie przekroju na paski pionowe.

Dzielimy cały przekrój na paski pionowe o jednej i tej samej szerokości, którą przyjmujemy zwyczajnie w okrągłej ilości metrów np.  $b = 1,00$  lub lepiej  $b = 0,50$  m. Powstałe w ten sposób cząstkowe powierzchnie są przeważnie trapezami. O ile ten wypadek w niektórych paskach nie zachodzi, natenczas linię terenu wyrównujemy od oka tak, by powierzchnia odcięta była równą powierzchni dodanej. Następnie sumujemy za pomocą cyrkla poszczególne wysokości środków pasków  $h_1 + h_2 + h_3 \dots$  a mając w cyrklu tę sumę, odczytujemy ją wedle tej samej podziałki, w jakiej wykonany został przekrój poprzeczny i mnożymy tę sumę przez stałą, przyjętą przez nas odległość  $b$ . W ten sposób powierzchnia mierzona będzie:

$$P = (h_1 + h_2 + h_3 + \dots)b.$$

Końcowe trójkąty, które nie mają szerokości  $b$ , obliczamy osobno.

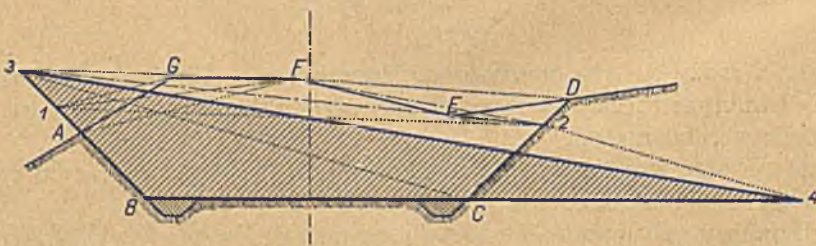
Szczególnie wygodny jest ten sposób przy użyciu pod przekroje papieru milimetrowego. Jeżeli przekroje rysujemy na papierze zwykłym, nie milimetrowym, natenczas pomiar najwygodniej



Rys. 33

przeprowadzać przez przyłożenie na przekrój kalki z podziałem milimetrowym.

b) Pomiar przez rozłożenie na trójkąty, trapezy i prostokąty.



Rys. 34

Rozkładamy cały przekrój poprzeczny, bądź to dowolnie, bądź też, co lepiej, pionowymi liniami na powierzchnie łatwo obliczalne, a więc trójkąty, trapezy i prostokąty, mierzymy każdą figurę z osobna, obrachowujemy powierzchnie sumując je następnie tak iż:

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$$

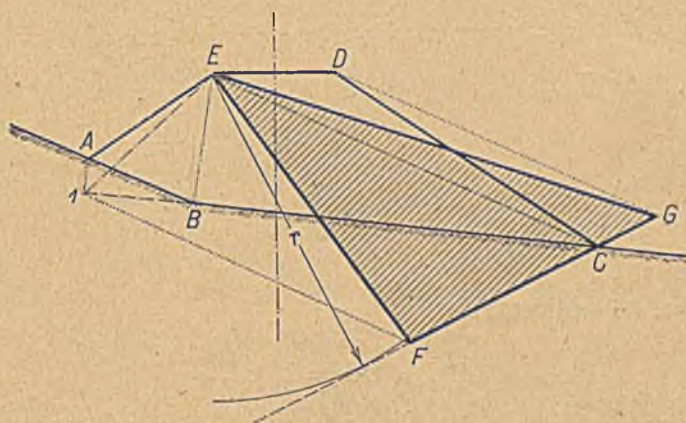
Sposób ten w praktyce dość uciążliwy, rzadko używany.

c) Pomiar przez przekształcenie przekroju na dowolny trójkąt.

Z pomocą zasad znanych z planimetrii przekształcamy wielobok nieumiarywy  $ABCDEFGA$  na trójkąt równoważnościowy  $B34$  i obliczamy powierzchnię tego trójkąta, dodając osobno powierzchnie obu rowów. Przy większej ilości wierzchołków wieloboku łatwa omyłka.

d) Pomiar przez przekształcenie na trójkąty o stałej wysokości.

Sposób ten analogiczny do poprzedniego, z tym jednak warunkiem, że przekrój zamieniamy na trójkąt o pewnej stałej wysokości  $r$ .



Rys. 35

Mianowicie z jednego wierzchołka np.  $E$  zakreślamy łuk promieniem przyjętym  $r$ . Z przeciwległego wierzchołka  $C$  wykreślamy styczną do powyższego łuku, na której będzie leżeć podstawa trójkąta. Następnie przeprowadzamy przekształcenie, usuwając pojedyncze wierzchołki, aż dochodzimy do trójkąta  $EFG$ , przyczem:

$$ABCDEA = EFG.$$

Sposób ten jest o tyle wygodny, że przyjmąwszy wysokość trójkąta  $r$  w pewnej dogodnej ilości metrów (np. 10 lub 20 m) otrzymujemy odrazu z pomiaru podstawy wielkość powierzchni.

e) Pomiar przez długość zastępczą.

Pomiar ten polega na tem, iż wykreślamy linię  $AC$ , zaś z punktu  $C$  rysujemy  $CE$  prostopadłą do  $AC$ . Na prostopadłej tej odcinamy  $CE = 10$  m.

Następnie od  $C$  na powyższej linii odcinamy  $CG = h_1 + h_2$ , przyczem  $h_1$  jest wysokością trójkąta  $ABC$ , zaś  $h_2$  wysokością





kowe. Sposób ten jest używany, gdy linja terenu jest bardzo nieregularną lub też gdy mamy do czynienia w jednym przekroju z rozmaitemi gatunkami ziemi, których wydobycie będzie rozmaicie płacone. Bok kwadratu należy przyjmować najkorzystniej w długości 1,00 m.

g) Pomiar za pomocą planimetru.

Istnieją również przyrządy zwane planimetrami, umożliwiające pomiar powierzchni. Opisywanie sposobu pracy planimetrami nie wchodzi jednak w niniejszy wykład.

## 18. Kształty przekrojów poprzecznych

Kształty przekrojów poprzecznych tak w nasypie, jako też w przekopie zależą od wysokości niwelety, konfiguracji terenu oraz gatunku ziemi z jaką mamy do czynienia. Wszystkie te czynniki są zgóry dane i do nich bezwarunkowo dostosować się musimy.

Rozmaite gatunki ziemi mają rozmaita spójność i posiadają pomiędzy poszczególnymi cząsteczkami rozmaite tarcie. Ogólnie co do spójności możemy to tylko powiedzieć, że jest ona znacznie większą w rodzimie ułożonych warstwach, natomiast zupełnie na nią liczyć nie powinniśmy przy materjale rozruszanym, w nasypach.

Tarcie jakie powstaje pomiędzy pojedynczemi ziarnami ziemi przyczynia się do tego, że materjał odnośny może być usypany wedle pewnej szkarpy. Jeżeli materjał jakiś sypać będziemy zupełnie luźnie, spostrzeżemy, że możemy przy nim dojść tylko do pewnej pochyłości szkarpy, poza którą przejść nie będziemy mogli, gdyż sypany dalej, będzie się już zsuwał.

To największe pochylenie, przy którym szkarpa danego materjału utrzymuje się jeszcze w równowadze, nazywamy *szkarpa naturalną*, a kąt pochylenia tej szkarpy — *kątem tarcia*.

Skonstatowano, że kąt tarcia jest często przy tych samych materjałach różny, zależnie od tego czy materjał jest suchy czy mokry. Z przyrostem bowiem wilgoci w materjale, kąt tarcia maleje.

Poniżej podajemy wielkości kąta tarcia dla różnych materjałów, a mianowicie:

dla piasku drobnego  $30^{\circ}$  —  $40^{\circ}$ , dla piasku mokrego t. zw. kurzawki  $10^{\circ}$ , dla piasku grubego  $32^{\circ}$  —  $38^{\circ}$ , dla gliny i łu  $40^{\circ}$  —  $45^{\circ}$ , dla otoczków  $34^{\circ}$  —  $42^{\circ}$ .

Przy wykonywaniu robót ziemnych, szczególnie przy nasy-

pach, gdzie na spójność materiału liczyć nie możemy, szkarpy powinny być łagodniej pochylone, niżli to wskazuje odnośny kąt tarcia. Zwyczajnie przyjmujemy przy nasypach następujące pochylenia szkarp: dla ziemi bardzo sypkich i przemoczonych 1 : 4, dla ziemi rodzimej, sypkiego piasku 1 : 2, dla zbitego piasku, suchej gliny 1:1½, dla łu lub nasypu kamienistego 1:1¼, dla marglu 1:1.

Dla skał w przekopach przyjmujemy pochylenie bardzo rozmaite, zależne od ich gatunku i kierunku warstw, od 1 : ¾ aż do całkiem pionowych ścian, a nawet czasami dochodzimy do ścian ku drodze przechylonych.



Rys. 37

Użycie odpowiedniej szkarpy w przekopie jest zależne jeszcze od wielu wpływów postronnych. Wielką rolę odgrywa tutaj spad warstw przekopem przecinanych; jeśli bowiem warstwy spadają ku drodze (rys. 37), natenczas szkarpa powinna być łagodniejszą, natomiast gdy spad warstw idzie od drogi, może być ona stromszą. Wielki wpływ ma tu również okoliczność, czy teren ponad szkarpa nie jest np. budynkami obciążony; w tym wypadku musimy również dać szkarpe łagodniejszą, względnie często wypadnie wtedy zastosować mury oporowe. Również jeżeli nacięta przekopem szkarpa wykazuje ślady wody, należy pochyłość jej zmniejszyć, gdyż wtedy rozluźnioną jest spójność materiału. W tych wypadkach zresztą będziemy musieli często pomyśleć o odpowiednim osuszeniu terenu, o czym mowa będzie później.

Przy nasypach wpływ na pochylenie szkarpy ma również sposób sypania, jak również pora w jakiej sypimy. Jeżeli bowiem sypać będziemy nie w warstwach poziomych lecz ukośnych, natenczas nasyp osiadając się w warstwach pochyłych, mniej więcej równoległych do przyszłej szkarpy, wytwarza powierzchnie poślizgowe, które pod wpływem wody mogą działać na nasyp

destruktywnie i powodować konieczność zastosowania łagodniejszych szkarp. Szczególniej dotkliwie będzie to występować tam, gdzie do nasypu będziemy zmuszeni używać gatunków ziemi nie-przepuszczalnych.

Doświadczenie poucza nas nadto, że im nasyp jest niższy, tem dla tego samego materiału szkarpa może być stromsza. Racjonalnem zatem byłoby wykonywanie nasypów o rozmaitem pochyleniu szkarp, zależnie od wysokości. Nie robimy tego jednak zwyczajnie dlatego, że w ten sposób utrudnialibyśmy sobie całą pracę, zyskując na tem stosunkowo niewiele. W każdym razie z własności tej skorzystać możemy w ten sposób, iż dla jednego i tego samego materiału, w miarę malenia wysokości nasypu, dawać będziemy szkarpy stromsze, zatem oszczędniejsze.

Jeżeli np. dla nasypów niskich do 2 m damy pochylenie szkarp 1:1, dla średnich dać musimy 1:5/4, dla wysokich 1:1½, zaś powyżej 10 m wysokości 1:2.

Powiedzieliśmy już poprzednio, że na kształt przekroju ma również wpływ pochylenie terenu. Zachodzą czasami wypadki, że teren jest bardzo stromo pochylony tak, że albo musielibyśmy szkarpę nasypu lub przekopu prowadzić bardzo daleko, albo też w razie, gdy pochylenie terenu jest stromsze niżli szkarpy, byłaby ona wręcz niemożliwą. W tych wypadkach odgraniczamy nasyp lub przekop murami podporowemi względnie oporowemi, co naturalnie przy obliczaniu odnośnej powierzchni przekroju musi być uwzględnione.

## 19. Obrachowanie objętości robót ziemnych

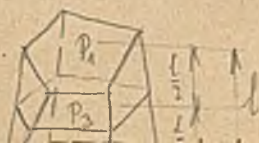
Na podstawie obliczonych poszczególnych przekrojów poprzecznych obrachowujemy objętość przekopu lub nasypu czyli objętość robót ziemnych. Dokładne wyznaczenie tej wartości jest możliwe, jednakże żmudne; z tego też powodu zadowolamy się zawsze sposobem przybliżonym, wedle którego objętość zawarta między dwoma przekrojami  $P_1$  i  $P_2$  równą jest połowie iloczynu z sumy tych przekrojów i wzajemnej ich odległości.

Jeżeli odległość tę nazwiemy przez  $l$ , natenczas objętość:

$$O = \frac{1}{2} (P_1 + P_2) l.$$

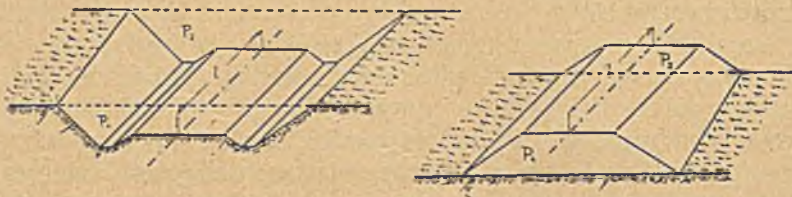
We wzorze tym popełniamy pewien błąd, uwzględniając jednakże niewielką wartość tego błędu i uzyskaną szybkość roboty, posługujemy się nim zawsze i chętnie. Powyższy sposób obliczenia zastosować naturalnie można tylko przy przekrojach równoznacznych, t. zn. przy czystych przekopach i nasypach.

W miejscu, gdzie przekop przechodzi w nasyp (rys. 39), jest



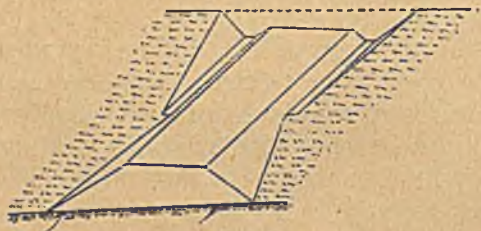
Wzrost objętości dla  
pryzmatoidu (Simpson + ...)  
 $V = \frac{1}{6} h (P_1 + P_2 + 4P_m)$

właściwie t. zw. zero robót ziemnych. Przy tem zerze będziemy zawsze kończyli obliczenia objętości jednego gatunku



Rys. 38

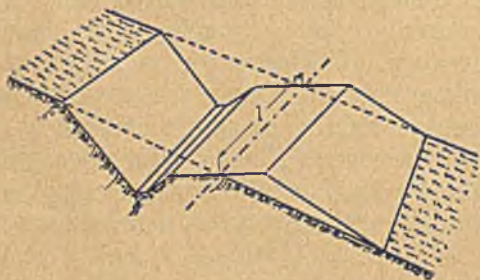
a rozpoczynali obliczenie objętości gatunku drugiego. Wynika z tego, że w tym wypadku długości  $l$  nie możemy brać bezkrytycznie, lecz wypadnie ją osobno obliczyć od ostatniego, będą-



Rys. 39

cego do dyspozycji przekroju do punktu zerowego i stamtąd ponownie ją rozpocząć.

Jeżeli w przekroju, co przy nasypach jest prawie regułą, tra-



Rys. 40

fiają się nasypy i przekopy, musimy obliczenie objętości przeprowadzić dla każdego gatunku oddzielnie i nie popełnić w tym względzie żadnej omyłki.

Również mamy do czynienia tak z przekopem jak i nasypem

w t. zw. przekrojach odcinkowych (rys. 40), które trafiają się bardzo często przy terenie pochyłym, gdy niweleta drogi nie odbiega wiele od wysokości terenu w osi drogi.

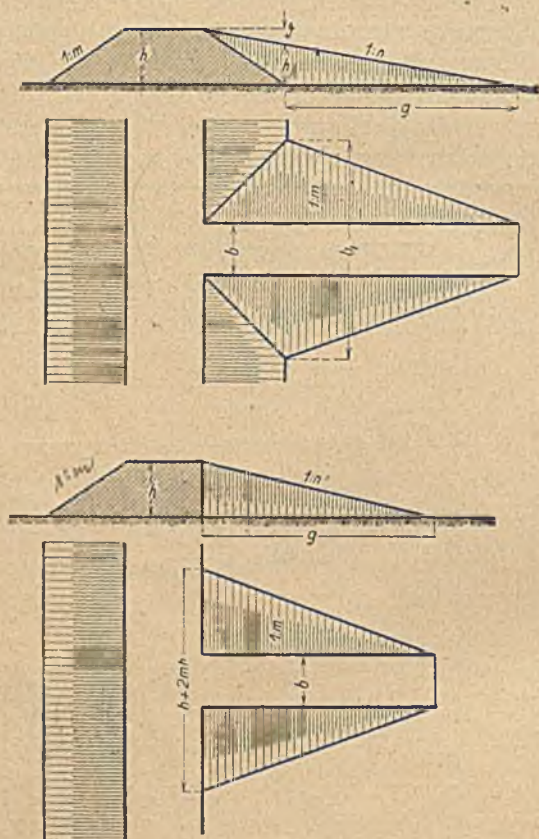
By obliczenie objętości robót ziemnych było możliwie dokładne, okazuje się konieczność znajomości przekrojów poprzecznych na załomach linii terenu oraz projektowanej niwelety, gdyż inaczej popełnilibyśmy za grube błędy, któreby nie dopuszczały do należytego ocenienia wielkości tych robót.

Ostateczny rezultat obliczenia objętości powinien być podany w sposób ścisły i przejrzysty, najlepiej w formie tabelarycznej:

L. p.	km	Odległość	Przekop			Nasyp			UWAGA
			Przekrój	Sredni przekrój	Objętość	Przekrój	Sredni przekrój	Objętość	
			m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	
1	1.245	15	62,4	53,1	796	—	—	—	Objętości podano bez uwzględnienia spulchnienia ziemi
	1.260		43,8			—			
2	1.285	25	32,9	32,9	822	—	—	—	
			22,0			—	—		
3	1.295	10	20,4	20,4	204	—	—	—	
			18,8			—	—		
4	1.300	5	17,5	17,5	82	—	—	—	
			16,2			0,0	—	—	
5	1.330	30	14,2	14,2	426	—	3,3	99	
			12,2			6,6	11,2	168	
6	1.345	15	8,6	8,6	77	15,8	—	—	
			6,4			55	21,2	530	
7	1.370	25	4,2	4,2	105	26,4	—	—	
			3,1			31	29,6	296	
8	1.380	10	2,0	2,0	20	32,8	—	—	
			1,9			38	34,7	694	
9	1.400	20	1,8	1,8	36	36,6	—	—	
			—			—	—	—	

Wzór takiej tabeli podaje się powyżej. Zauważyć tu przytem należy, iż w kolumnie „objętości“ wpisujemy tylko pełne m<sup>3</sup>, albowiem podawanie tam dat obliczonych na miejsca dziesiętne

byłoby wobec wskazanej poprzednio przybliżoności tego obliczenia zupełnie bezcelowe. Co do podanej w zestawieniu uwagi, odnoszącej się do nieuwzględnienia spulchnienia, rzecz ta będzie wyjaśnioną przy omówieniu robót ziemnych.



Rys. 41

Zwrócić należy jeszcze uwagę, iż przy budowie drogi, oprócz robót ziemnych związanych z wykonywaniem nasypu lub przekopu, mamy jeszcze inne drobniejsze roboty ziemne, które w ogólnym zestawieniu muszą być uwzględnione. Do tych robót należeć będą wykopy pod fundamenty obiektów drogowych, dalej ewentualne przełożenia potoków i dróg bocznych, wreszcie rampy drogowe służące do połączenia budowanej drogi z drogami bocznymi lub sąsiednimi gruntami.

Obliczenie objętości rampy drogowej w wypadku, gdy teren

jest poziomy, przedstawia się następująco w zależności, czy rampa przylega do normalnego nasypu, czy też do ściany pionowej.

Dla pierwszego wypadku:

$$O = \frac{gh}{2} \cdot \frac{2b + b_1}{3}$$

lub 
$$O = \frac{h^2(n-m)}{6n} [3bn + 2mh(n-m)]$$

Dla drugiego wypadku:

$$O = \frac{hg}{2} b + 2 \frac{mh^2}{2} \cdot \frac{g}{3}$$

lub 
$$O = \frac{nh^2}{6} (3b + 2mh)$$

Znaczenie odpowiednich znakowań wynika z rys. 41.

## 20. Wytyczenie i niwelacja osi drogi

Przystępując do omówienia wytyczenia drogi, zwrócić musimy uwagę, iż zająć tu mogą dwa wypadki. Albo wytycza się drogę na podstawie opracowanego w biurze projektu i ten typ robót stosowany jest zawsze przy drogach ważniejszych lub idących w terenach trudniejszych, albo też wytycza się jej oś bez poprzednio sporządzonego planu, po lokalnym zbadaniu terenu, co praktykuje się przy drogach podrzędniejszych, w partjach łatwych, nie nasuwających żadnych wątpliwości.

W tym wypadku, wytyczoną na gruncie drogę przenosi się dopiero na papier i po należytem rozpatrzeniu wprowadza pewne zmiany i poprawki, które powtórnie na gruncie muszą być wytyczone.

Racjonalnym sposobem jest tylko typ pierwszy, to znaczy najpierw wykonanie zdjęcia terenu, opracowanie na tej podstawie stosownego projektu, a dopiero później wytyczenie. Dodatnie strony tego przebiegu występują już w tem, że tylko wtedy jesteśmy w stanie projekt wykonać technicznie dobrze i najekonomiczniej, gdy mamy możność porównania kilku warjant i oceny, która z nich jest najkorzystniejszą. Nie ulega żadnej kwestji, że już w czasie wykonywania potrzebnych zdjęć terenu projektant na podstawie poprzedniego zbadania musi sobie z grubsza zdać sprawę, którą drogę zamierza poprowadzić, gdyż nie uświadomiwszy sobie tego, musiałby bezpożytecznie zdejmować czasami bardzo znaczne partje. Jednakże odpowiednie ułożenie trasy, nawet na stosunkowo niewielkim pasie zdjęcia, nastreczy rozmaite wątpliwości, które mogą być należycie rozwiązane tylko na podstawie planu terenowego.

Do drugiego sposobu wytyczenia, który nie daje tej możliwości należytej orjentacji i nie dopuszcza wprost do najekonomiczniejszego rozwiązania, uciekać się będziemy tylko w wypadkach wyjątkowych, wtedy mianowicie, gdy albo teren jest niezmiernie łatwy, albo też, gdy brak sił i czasu oraz konieczność szybkiego rozpoczęcia robót stoją temu na przeszkodzie.

Przez wytyczenie drogi rozumiemy wyznaczenie na gruncie kierunków jej osi, krawędzi pasa drogowego oraz ostatecznych krawędzi szkarp nasypów i przekopów.

Najważniejszym jest wytyczenie osi, gdyż mając ją na gruncie wyznajdziemy później łatwo wszystkie inne potrzebne dane. Szczegółów i sposobów wytyczenia omawiać nie będziemy, ponieważ stanowi to część osobnej nauki, miernictwa; zwrócimy tylko uwagę na te momenty, które przy wytyczaniu drogi są najważniejsze.

Droga, jak wiemy, składa się z szeregu prostych, połączonych zapomocą łuków. Najbardziej zasadniczą rzeczą będzie zatem osiowe wytyczenie tych prostych w całości, t. zn. tak, jakgdybyśmy narazie przypuszczali, że łuków na drodze niema.

Wychodząc zatem z punktu początkowego drogi, tyczymy pierwszą prostą w całości aż do miejsca, gdzie wedle projektu lub też z braku tegoż, przy bezpośredniem tyczeniu, wedle naszego przyjęcia przecina się ona z prostym kierunkiem następnym. Przy tej sposobności utrwalamy na gruncie potrzebne punkty zapomocą palików, które powinny być w grunt odpowiednio silnie wbite i nie wystawać nad powierzchnię terenu więcej jak parę centymetrów. Niezmiernie ważnem jest należyte oznaczenie palika, które powinno być zgodne z oznaczeniem odnośnego punktu w planie. Palik zatem pierwszy, z którego droga się rozpoczyna, będzie nosił cyfrę 0, dalsze zaś tę, która odpowiada jego odległości od początku drogi. Jeżeli wyraźne oznaczenie odległości na samym paliku jest z jakiegokolwiek bądź powodu niemożliwe, natenczas winniśmy obok niego wbić palik dodatkowy z tabliczką, lub gont względnie deszczułkę wąską, na której powinna być umieszczona numeracja. Od palika zerowego wychodząc, oznaczamy palikami również wszystkie setki, pisząc na nich kolejno 0,1, 0,2, 0,3 itd., następnie wszystkie punkty ważniejsze wynikające z terenu lub też punkty załamań spadku. Wreszcie oznaczamy dokładnie początek łuku, pisząc na odnośnym paliku *PŁ* wraz z numeracją odległościową. Pytanie zachodzi, w jaki sposób wynaleźć punkt początkowy łuku. Ściśle rzecz biorąc, możnaby to uczynić wychodząc z punktu początkowego i z dat



znajdujących się w planie. Tak jednak nie robimy z tego powodu, że pomimo całej ścisłości roboty zakradają się tutaj pewne błędy, które staramy się właśnie wyrównać na łuku. Błędy te, pomijając naturalnie niedokładność roboty, bo tę tutaj wykluczamy, pochodzą z tego powodu, iż przy niewielkich spadkach terenu (do 10%) odmierzamy na gruncie odległości poziome odczytane z planu, nie zwracając uwagi na to, że grunt nie jest poziomy, lecz pochylony. Innemi słowy, nanosimy na grunt daty nieco za małe.

Pozostając przy skrajnym wypadku 10% spadku terenu, na każde 100 m odmierzone na spadku przypada tylko 99,50 m w poziomie. Jak widzimy zatem, robimy tutaj przy pomiarze długości  $\frac{1}{2}\%$  błędu. Przy tego rodzaju spadkach godzimy się z musu na ten błąd, zaoszczędzając sobie w ten sposób pracy mierzenia poziomych długości. Przy spadkach większych, błąd ten będzie coraz większy, a ponieważ do tego dopuścić nie możemy, mierzymy wtedy długości w poziomie, albo też mając spadek terenu dodajemy odpowiednią poprawkę. Przy łukach fałszywe oznaczenie jego początku miałyby fatalne skutki przy dalszem wytyczeniu, dlatego też zwyczajnie punkt ten wytyczamy od punktu skrzyżowania się obu prostych, a potrzebną do tego celu datę otrzymujemy z planu, jako t. zw. długość styczną.

W ten sam sposób, wychodząc od powyższego punktu skrzyżowania się, oznaczamy na następnym kierunku drugi punkt łuku czyli jego koniec, który markujemy przez *KŁ*. Jeżeli obliczoną w planie długość łuku dodamy do odległości jego początku, otrzymujemy odległość końca łuku od punktu początkowego drogi.

Należytego wytyczenia łuku, które wykonane być musi przez fachowca, nie będziemy szczegółowo omawiać, nadmieniamy tylko, że istnieją do tego rozmaite metody i tablice ułatwiające tę pracę. W warunkach zwykłych najwygodniejszym będzie użycie t. zw. metody rzędnych i odciętych. W każdym razie zauważymy tylko, że łuk do dokładnego wytyczenia potrzebuje większej ilości palików i tem gęstsze ich ustawienia, im promień łuku jest mniejszy. Zwyczajnie staramy się w łuku zabijać paliki w odstępach 5—10 m, wskutek czego łuk taki zarysowuje się wyraźnie na terenie. Również ważnym punktem jest tutaj oznaczenie i wypalikowanie środka łuku, który oznaczamy przez *SŁ*.

Zdarzają się wypadki, że bądź to z powodu wielkości łuku, bądź to z powodu trudności i przeszkód terenowych punkt skrzyżowania się obu kierunków prostych albo nie da się osiągnąć,

albo też jest dla nas niedostępny. Przy łukach, przy których kąt środkowy będzie większy jak  $180^\circ$ , co często trafia się przy zakolach, wogóle nigdy takiego punktu uzyskać nie będziemy w stanie. W tych wypadkach tyczenie łuku staje się nieco trudniejsze i tutaj pomagać sobie musimy wstawianiem stycznych dodatkowych. Rzecz ta jednak, należąca ściśle do miernictwa, wybiega poza ramy tej pracy.

Przy wytyczaniu osi koniecznym jest nawiązanie ważniejszych jej punktów do pewnych stałych punktów w terenie, tak, aby nawet na wypadek przypadkowego lub, co się również trafia, złośliwego uszkodzenia wytyczenia zrekonstruowanie jego było możliwe. W szczególności należy nawiązywać punkty skrzyżowania się dwóch kierunków i punkty początkowe i końcowe łuków i nawiązanie to uwidaczniać w sposób jasny i zrozumiały w osobno na ten cel przeznaczonych szkicach. Zdarzają się również wypadki, że nie jesteśmy w stanie zabijać palików w projektowanej osi drogi. Trafia się to szczególnie tam, gdzie projektowana nowa droga idzie częściowo drogą starą, używaną, wskutek czego paliki mogą być łatwo rozjechane i zniszczone. W tych wypadkach wytyczamy nie oś drogi, ale prostą do niej równoległą (łuki wtedy opuszczamy) a położoną na terenie w miejscu, w którym uszkodzenie palików będzie niemożliwe. W prowadzonych przy wytyczeniu szkicach i notatkach zaznaczamy to wyraźnie z dokładnym podaniem, na jaką odległość poprzeczną odsunęliśmy wypalikowaną linię poprzeczną. W tym razie odnalezienie właściwej osi jest łatwe i nie wymaga osobnego omówienia.

Przy mierzeniu długości należy się ciągle tak w terenie, jako też na podstawie planu kontrolować, gdyż o pomyłkę tu nie trudno. W każdym razie po ukończeniu wytyczenia należy linię całą jeszcze raz przemierzyć i ewentualnie znalezione błędy poprawić.

W razie gdy tyczymy drogę bez sporządzenia poprzedniego projektu, samo tyczenie niewiele się będzie różnić od poprzedniego, z tem jednak, że tyczymy w tym wypadku tylko kierunki proste od jednego punktu skrzyżowania do drugiego, następnie mierzymy kąty zawarte pomiędzy oboma poszczególnymi kierunkami a mając je już obliczone, nanosimy na papier i projektujemy wtedy odpowiednie łuki. Po ukończeniu tej pracy, wytyczamy łuki na terenie i następnie przystępujemy do należytego pomiaru długości całej linii. Jak z tego postępowania widzimy, sposób ten stosowany być może tylko w wypadkach łatwych lub też tam, gdzie na ścisłym usytuowaniu linii nie bardzo nam zależy.

Z wytyczeniem osi drogi złączoną jest zwyczajnie ni w e l a

eja (poziomowanie) poszczególnych jej punktów. Pod niwelacją rozumiemy podanie wysokości każdego punktu bądź to nad poziom morza, bądź też ponad pewien punkt przez nas dowolnie obrany.

Wprawdzie już przy sporządzaniu zdjęcia pod projekt wykonujemy niwelację całej zdejmowanej partji i na jej podstawie wykreślamy krzywe jednakowej wysokości, jednakże nie uwolni nas to od przeniwelowania wytyczonej osi już z tego powodu, że wyznaczenie wysokości pewnego punktu z planu jest możliwe tylko z pewnem przybliżeniem. Ponieważ zaś do wykonania robót ziemnych musimy mieć daty zupełnie pewne, zadowalać się tedy przybliżeniem nie możemy.

Szczegółowego omówienia niwelacji nie mamy zamiaru przeprowadzać; raz, że jest to sprawa należąca do miernictwa i fachowcowi każdemu dobrze znana, powtóre, że z omówienia pobieżnego niewiele byłoby zysku. Ogólnie tylko zaznaczamy, iż niwelację pomiędzy dwoma punktami odbywa się w ten sposób, że instrument niwelacyjny lub też obecnie chętniej używany instrument uniwersalny ustawiamy zwyczajnie mniej więcej w pośrodku pomiędzy niwelowanymi punktami, poziomujemy go t. j. ustawiamy go do zupełnego poziomu, a następnie skierowawszy lunetę na znany już co do swej wysokości punkt, odczytujemy wysokość poziomu lunety na ustawionej na punkcie łacie z podziałem centymetrowym. To samo czynimy na punkcie, którego wysokość pragniemy otrzymać, a przez zwyczajne odjęcie otrzymanych w ten sposób odczytów na łacie otrzymujemy różnicę wysokości obu wymienionych punktów.

Niwelację powinniśmy przeprowadzać dwukrotnie, by uniknąć omyłki oraz móc poprawić uczynione błędy.

Oprócz tego należy niwelację osi nawiązywać do szeregu istniejących punktów stałych. Jako punkty stałe przyjmujemy zawsze tego rodzaju miejsca, które łatwej zmianie nie ulegają, jak np. krawędzie cokołów, figur przydrożnych, stopnie wchodowe, osobno na ten cel poczynione zaciosy na drzewach i t. p. Jeśli znalezienie odpowiedniego punktu stałego napotyka na trudności, tworzymy go sami, zakopując w miejscach, które przypuszczalnie na uszkodzenie nie są narażone, 1,50 — 2,00 m długie, 8 — 15 cm grube pale, zaopatrzone u dołu w jedną lub dwie poprzeczki, uniemożliwiające wyciągnięcie. Punkt taki winien leżeć bezwzględnie poza terenem robót ziemnych i ma wystawać ponad ziemię na 30 — 40 cm. Do głowy jego wbijamy gwóźdź z kulisto uformowaną główką, której wierzch stanowi właśnie sztucznie utworzony poziom kontrolny.

Ponieważ celem tych punktów jest z jednej strony kontrola robót, z drugiej zaś pomoc w razie zagubienia się lub wyrwania palików osiowych, przeto winny one być obrane dość gęsto, mniej więcej 3 — 4 na 1 km. Dodać tu należy, że wszystkie daty, umożliwiające łatwe odszukanie punktu stałego, winny być zanotowane i na budowie zawsze do użytku dostępne. Na palikach osiowych nie notujemy cechy niwelacyjnej, gdyż personal drogowy niełatwoby się w tem orjentował; natomiast po obliczeniu niwelacji, wiedząc już jaki na danym punkcie wypada nasyp lub przekop, zanotowujemy na nich t. zw. wielkość robót ziemnych, tj. miarę wskazującą, ile nad głową danego palika ma być nasypane lub ile pod nią wykopane. Przyjmujemy przytem dla nasypów i przekopów bądź to odmienne kolory napisów, bądź też znak + i —, by uniknąć możliwej omyłki.

Na tem kończy się właściwie istotna czynność pomiarowa inżyniera, gdyż dalsze t. zw. profilowanie poprzeczne wykonane być może zupełnie dobrze przez organy nadzorcze na budowie, podporządkowane inżynierowi, którego czynność przy tem ograniczyć się winna raczej do kontroli.

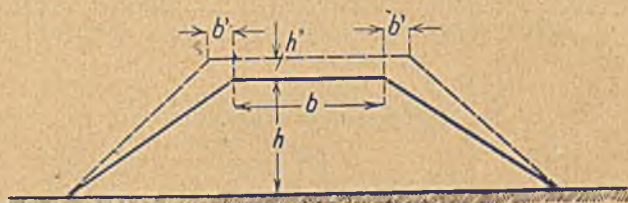
## 21. Wytyczenie przekrojów poprzecznych

Przed przystąpieniem do wykonania robót ziemnych uskutecznione być muszą wytyczenia przekrojów poprzecznych odnośnych robót czyli t. zw. profilowanie robót ziemnych.

Podstawą tego wytyczenia jest należyście wytyczona oś podłużna oraz projekt budowy. W zasadzie sprawa cała redukować się będzie do wyznaczenia na terenie śladów projektowanych szkarp oraz ich pochylenia, przyczem jako pośrednia data służyć będzie szerokość pasma komunikacyjnego. Szerokość pomiędzy oboma śladami szkarp otrzymujemy już w przekrojach poprzecznych projektu, jednakże daty te nie mogą być użyte jako podstawowe przy wytyczaniu, gdyż z reguły nie będą one ściśle odpowiadały rzeczywistości. Z tego też powodu po wytyczeniu osi podłużnej, przeprowadzamy dokładną niwelację punktów osiowych a dopiero po uzyskaniu dat, które mogą się w pewnych granicach różnić od dat projektu przez porównanie ich z rzędnymi niwelety, uzyskujemy wspomnianą już poprzednio wielkość roboty ziemnej. Nie trzeba dodawać, iż 1. koniecznym jest by przekrój poprzeczny był zawsze prostopadły do kierunku osi, 2. nieodzownym będzie dokładne wyznaczenie przekroju terenu w kierunku mającego się ustawić przekroju poprzecznego. Co do odstępów, w któ-

rych mają być ustawiane przekroje poprzeczne, to sprawa zależy od mniej lub więcej sfałdowanego terenu. W partjach, w których teren jest poziomy lub tylko nieznacznie od poziomu odchylony, wystarczą odstępy większe, dochodzące do 50 m; w partjach gdzie teren jest silnie sfałdowany, odstępy przekrojów poprzecznych muszą być mniejsze, dochodząc często do odległości 5 m. Również gęstszego ustawienia przekrojów poprzecznych wymagają łuki, przy których płaszczyzna przekroju musi leżeć w promieniu odnośnego punktu.

Przed przystąpieniem do omówienia sposobu profilowania, zając się musimy sprawą osiadania się nasypów, gdyż rzecz ta ma wysoki wpływ na ukształtowanie przekroju poprzecznego.



Rys. 42

Nasypy wykonujemy z materiału rozluźnionego i spulchnionego, który w nasypie przybiera większą objętość niżli miał w przekopie. Spulchnienie to z biegiem czasu maleje, albowiem nasyp się osiada. Osiadanie to trwa jednakże dość długo, często kilka lat. *(do 100 lat)*

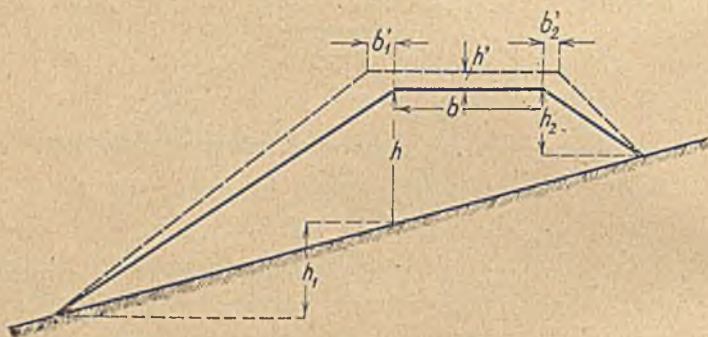
Zachodzi tu zatem ta trudność, iż w czasie budowy pragniemy wykonać żądany nasyp w formie nieco odmiennej, aniżeli ta, jaką będzie miał po osiądnięciu się materiału; w chwili zatem jego wykonywania musi on być u góry szerszy, a oprócz tego wyższy. Konieczne z tego powodu zwiększenie szerokości i wysokości nasypu  $b'$  i  $h'$  zależne jest od wysokości nasypu, rodzaju materiału z którego nasyp wykonujemy oraz od czasu w którym robota została zarządzona. Łatwo bowiem jest zrozumiałe, że nasypy wykonywane w porze, gdy materiał jest więcej stężony, a więc chłodnej, będą objętość swą powiększać pozornie silniej, niżli w normalnych warunkach. Oprócz wymienionych czynników, wpływ na wielkość osiadania będzie mieć również sposób sypania oraz narzędzia przewozowe. Najmniej osiadać się będą nasypy sypane warstwowo, taczkami.

Niezmiernie trudno jest określić wartość potrzebnych odnoś-

nych nadwyżek; najbardziej wskazaną rzeczą byłoby przeprowadzenie szeregu prób, gdyż daty stąd uzyskane byłyby najpewniejsze. Niestety prób takich, jako wymagających zbyt długiego okresu czasu, robić często nie możemy i poprzestajemy tu na danych porównawczych, zestawionych z już wykonanych budowli.

Otóż w terenie poziomym lub od poziomu nieznacznie odchylonym uwzględniamy odnośne elementy następująco:

	$b'$	$h'$
glina, il	$\frac{1}{8} h$	$\frac{1}{12} h$
ziemia rodzima	$\frac{1}{9} h$	$\frac{1}{14} h$
piasek	$\frac{1}{15} h$	$\frac{1}{23} h$
nasypy kamienne	$\frac{1}{40} h$	$\frac{1}{40} h$



Rys. 43

W terenach pochylonych będzie się odmiennie kształtowało  $b'_1$  oraz  $b'_2$ , w zależności od odnośnych wysokości nasypu. W tym wypadku wahają się rozszerzenia

$$b'_1 \text{ w granicach } \left( \frac{1}{8} - \frac{1}{40} \right) \left( h + \frac{h_2}{2} \right)$$

$$b'_2 \quad \quad \quad \left( \frac{1}{8} - \frac{1}{40} \right) h_2$$

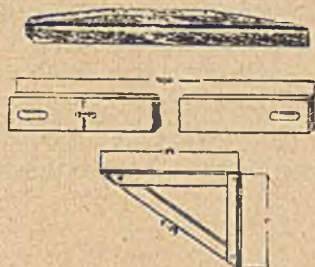
W ostatnim wypadku nie będzie również i podwyższenie korony równe z obu stron, lecz różne, większe od strony wyższej, mniejsze od niższej. Pamiętać o tem należy, że podane powyżej daty mają tylko wartość przybliżoną.

Oprócz wspomnianego powyżej rozszerzenia względnie podwyższenia nasypu, należy uwzględnić przed wykonaniem przekrojów poprzecznych również okoliczność, czy i w jaki sposób utrwalone

zostaną skarpy nasypów i przekopów. Jeżeli bowiem w projekcie przewidziano zabezpieczenie skarpy np. darniami lub brukiem, natenczas w nasypie ilość robót ziemnych się zmniejszy, w przekopie zaś powiększy.

Wytyczenie przekrojów poprzecznych uskutecznia się przyrządami bardzo prymitywnymi, a temi są: libela, łąta ważna i trójkąt szkarpiarski.

Libela jest to przyrząd służący do wykonania poziomowania. Składa się ona z rurki szklanej wewnątrz kolisto wytoczonej, która wypełniona jest na gorąco eterem lub mieszaniną eteru z alkoholem tak, że po oziębieniu powstaje wewnątrz bańka wypełniona parami eteru. Libela zaopatrzona jest stosownym podziałem w ten sposób, że punkt zerowy tego podziału przypada w najwyższe położenie wewnętrznego odcinka kolistego.

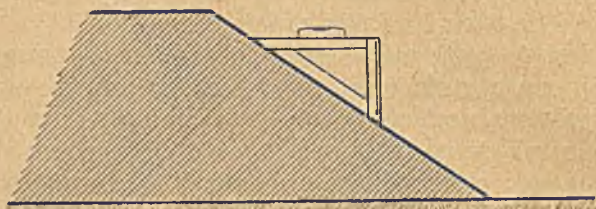


Rys. 44

Rurka ta osadzona jest zwyczajnie w oprawie drewnianej, przy czem położenie jej może być odpowiednio poprawione zapomocą stosownej, z boku umieszczonej śrubki. Jeżeli libela jest rzetelną, natenczas przy położeniu, w którym bańka znajduje się symetrycznie przy środkowej kresce podziału, otrzymujemy podstawę libeli poziomą. Sprawdzenie libeli odbywa się w ten sposób, iż ustawiamy ją na pewnej podstawie tak, by bańka przyszła w położenie środkowe; następnie przerzucamy ją na tej samej podstawie w położenie wprost odwrotne o  $180^{\circ}$ , a w razie gdy bańka nie ustawi się ponownie w środku, sprowadzamy ją zapomocą bocznej śrubki o połowę kreskę potrzebnych do przesunięcia jej ku środkowi w nowe położenie. Powtarzając kilkakrotnie to postępowanie, uzyskamy wkońcu, iż libela przy obustronnem położeniu wykaże nam jedno i to samo położenie bańki, czyli że będzie rzetelną.

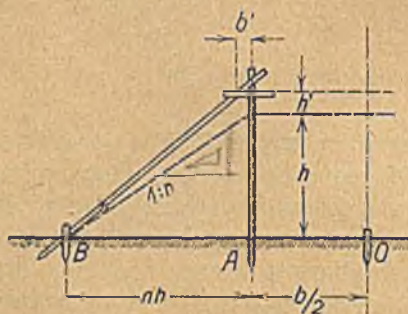
Łata ważna jest to łąta zwyczajnie 4—6 m długa, o przekro-

ju  $3/12 - 15$  cm, należy je oheblowana, przy której obie górne krawędzie muszą być prostymi do siebie równoległymi. Często przy końcu zaopatrzoną jest w dwa pochwyty. Drzewo użyte na łatę ważną winno być wyschnięte, by po wykonaniu już się nie spazczała i nie deformowała.



Rys. 45

Trójkąt szkarpiarski jest to trójkąt z łat drewnianych, prostokątny, należy go zbity i stężony, z krawędziami zupełnie prostymi, wykonany w ten sposób, że stosunek obu przyprostokątni odpowiada pochyleniu szkarpy. Często przy wierzchołku kąta prostego przymocowany jest krótki pionik, za pomocą którego możemy położenie trójkąta orjentować nawet bez użycia do tego celu libeli.



Rys. 46

Sposób użycia trójkąta szkarpiarskiego ilustruje nam należyte rys. 45.

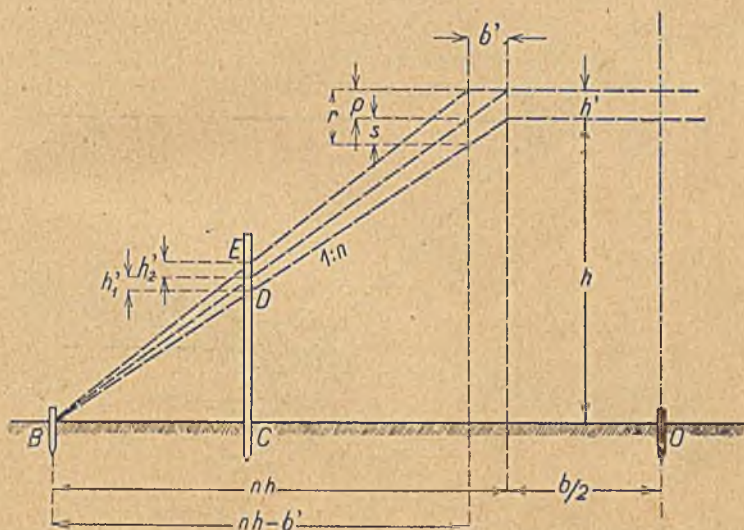
Wyprofilowanie przekroju poprzecznego uskutecznia się odmiennie dla terenu poziomego, odmiennie zaś dla terenu pochyłego.

#### A) Teren poziomy.

Przy nasypach mniej więcej do 2 m wysokości, staramy się zaznaczyć dokładnie cały przekrój. Od kołka  $O$  znajdującego się



w osi drogi, odmierzamy na obie strony w kierunku prostokątnym do jej osi podłużnej długość  $\frac{b}{2}$ , równą połowie szerokości drogi. W punktach  $A$  wbijamy pionowe łaty, których wysokość ponad terenem jest mniej więcej o 50 cm większą, aniżeli wysokość nasypu  $h$ . Na łatach tych odmierzamy wysokość  $h$  oraz nadwyżkę  $h'$  z powodu osiadania się, oznaczając je stosownymi kreskami. Do punktu końcowego o wysokości  $h+h'$  przybijamy krótkie poziome skrzydełka, na których z przeciwnej strony oznaczamy rozszerzenie  $b'$ . Przykładając teraz do punktu o wysokości  $h$



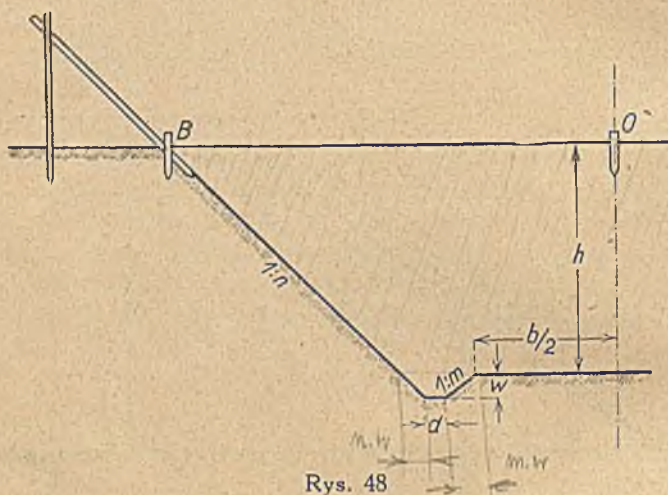
Rys. 47

ukośnie łatę i skierowując ją wedle trójkąta szkarpiarskiego i libeli, otrzymamy na terenie ślad punktu  $B$ , przy którym kończy się będzie szkarpa nasypu. W punkcie tym wbijamy palik, a następnie przybijamy łatę ukośną pomiędzy  $B$  a punktem o wysokości  $h+h'$  i rozszerzenia  $b'$ , która daje nam położenie szkarpy nasypu przy uwzględnieniu przewidzianego osiadania się materiału. Często dla wzmocnienia tej łaty wbijamy pionowo jeszcze palik dodatkowy, łącząc go z łatą gwoździem.

Jeżeli nasyp ma wysokość większą niżli 2 m, natenczas musimy odstąpić od wyprofilowania całego nasypu, gdyż wychodziłoby na ten cel za dużo materiału drzewnego, a nadto trudnoby było utrzymać profile przez dłuższy czas w jednym i tem samym po-

łożeniu. W tym wypadku zadowalamy się ustawieniem tylko jednej pionowej łąty w osi drogi  $O$  z oznaczeniem wysokości  $h+h'$  i skrzydełkiem poziomem, zaś ślad szkarpy  $B$  wyznaczamy rachunkowo wiedząc, że długość  $OB = \frac{b}{2} + nh$ .

W punkcie  $B$  wbijamy palik i od niego zapomożą trójkąta szkarpiarskiego ustawiamy łątę, dającą nam pochylenie  $1 : n$ , zaznaczając odnośny punkt  $D$  przyszłej szkarpy na pionowej łącie whitej w dowolnie obranym punkcie  $C$ . Rozchodzi się teraz



Rys. 48

o uwzględnienie podwyżki szkarpy z powodu osiadania się nasypu w wielkości  $DE$ , którą otrzymamy z proporcji:

$$ED : r = BC : (nh - b')$$

skąd:

$$ED = \frac{r \cdot BC}{nh - b'}$$

przyczem

$$r = h' + \frac{b'}{n},$$

zatem:

$$ED = \frac{\left(h' + \frac{b'}{n}\right) BC}{nh - b'}$$

Na pionowym paliku w punkcie  $C$  odcinamy od  $D$  wartość  $ED$  i przybijamy łątę ukośną pomiędzy punktem  $B$  i  $E$ , normującą nam położenie szkarpy budowlanej.

Przy przekopach w terenie poziomym możemy podać tylko ślad punktu  $B$ , odcinając od osi drogi  $O$  wielkość:

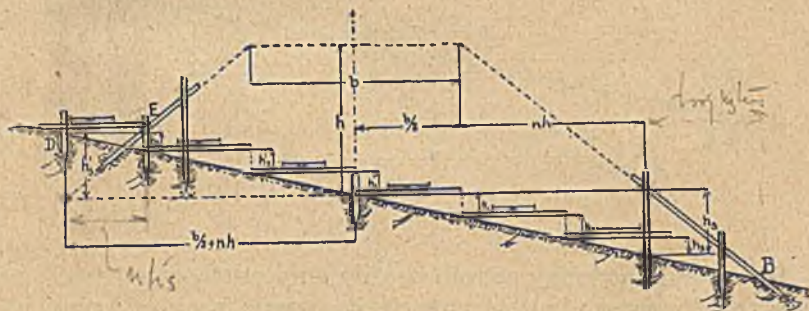
$$OB = \frac{b}{2} + mw + d + nw + nh,$$

który to wzór upraszcza się, gdy  $m = n$ .

W punkcie  $B$  wbijamy palik pionowy, do którego orientujemy zapomocą trójkąta szkarpiarskiego położenie przyszłej szkarpy, utrwalając je łąką ukośną, odpowiednio stężoną.

Przy płytkich przekopach wykonuje się czasami w punkcie  $O$  wgłębienie w ziemi, sięgające aż do niwelety roboty ziemnej, i odnośny poziom utrwała się palikiem.

Przy przekopach głębszych rzecz ta jest niemożliwą i koniecznym jest ciągły dozór ze strony personalu nadzorczego, by przypadkiem nie wykonano przekopu głębszego, aniżeli istotna potrzeba.



Rys. 49

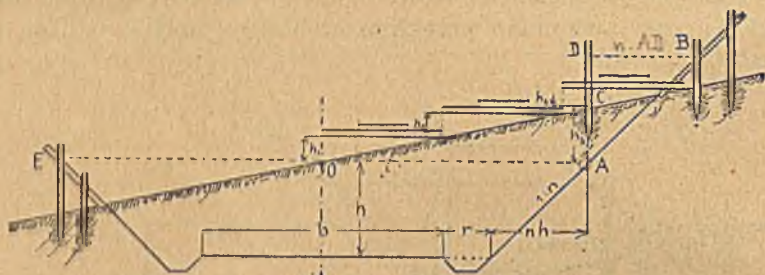
### B) Teren pochylony do poziomu.

Sprawa wytyczenia przekroju poprzecznego nasypu przedstawia się nieco odmiennie od strony doliny niżli góry. I tutaj przy wysokich nasypach poprzestajemy tylko na oznaczeniu osiowej wysokości nasypu oraz śladów szkarpy.

Chcąc wyznaczyć ślad szkarpy od strony doliny, odmierzamy zapomocą łąty ważnej i libeli od osi drogi  $O$  długość  $\frac{b}{2} + nh$  w sposób uwidoczony na rys. 49, poczem wbijamy w tem miejscu palik. Przez stosowny pomiar wysokości otrzymamy również spad terenu na tej długości, który wynosi:  $h_s = h_1 + h_2 + h_3 + \dots$ , przyczem wysokość tę odcinamy na odnośnym paliku, a przykładając w końcowy punkt trójkąt szkarpiarski orientujemy do niego łąkę ukośną i usztywniamy ją palikami pionowymi.

Przy wyznaczaniu drugiego śladu szkarpy od strony góry odmierzymy również długość  $\frac{b}{2} + nh$  i w punkcie  $D$  wbijamy prowizoryczny palik. Wysokość tego punktu ponad oś drogi wynosi  $h'_s = h'_1 + h'_2 + h'_3 + \dots$ , zaś tej wysokości odpowiada pozioma długość szkarpy  $DE = nh'_s$ . Od punktu zatem  $D$  odcinamy w poziomie długość  $DE$  wbijając w  $E$  palik, na którym poziom  $E$  musi być dokładnie oznaczony. Orientując w tym punkcie latę do trójkąta szkarpiarskiego i usztywniając ją odpowiednio, otrzymujemy dokładne położenie szkarpy.

Uwzględnienie osiadania się nasypu t. zn. stromszego wykonania szkarpy odbywa się w ten sam sposób jak poprzednio opisano.

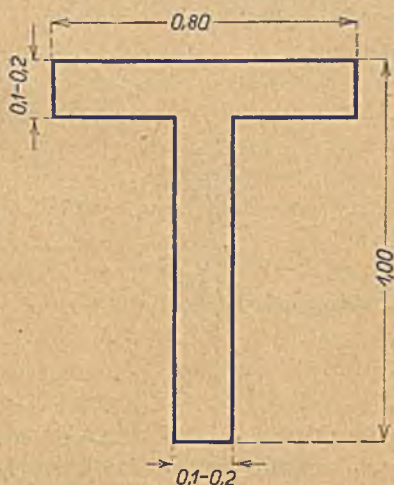


Rys. 50

W zupełnie podobny sposób profilujemy przekop w terenie pochyłym. Przystępując mianowicie do wyznaczenia szkarpy wykopu od strony góry, odcinamy od osi drogi zapomocą poziomego pomiaru schodkowego długość  $OA = \frac{b}{2} + r + nh$ , gdzie  $r$  oznacza poziomą szerokość zajmowaną przez rów. Wysokość punktu  $A$  ponad  $O$  będzie  $AC = h_1 + h_2 + h_3 + \dots$  i odmierzona być może zapomocą laty ważnej. W punkcie tym wbijamy prowizorycznie dość wysoki palik, u góry którego przyjmujemy dowolny, jednak tak położony punkt  $D$ , by przypuszczalnie pozioma wyprowadzona z niego trafiała teren poza śladem szkarpy przekopu. Do wysokości  $AC$  dodajemy przyjętą przez nas dowolnie i na paliku oznaczoną wysokość  $CD$ , tak że:  $AD = AC + CD$  i obliczamy długość poziomej, odpowiadającą przyjętej szkarpie, zatem  $DB = nAD$ . Zapomocą laty ważnej znajdujemy punkt  $B$ , gdzie wbijamy palik, na którym punkt ten oznaczamy. Stąd zapomocą trójkąta szkarpiarskiego otrzymujemy pochylenie szkarpy i odnośny ślad jej na gruncie.

Podstawową rzeczą jest, by punkt  $B$  wypadł nad terenem, ponieważ jednak położenie jego zależy tylko od przyjętej przez nas wysokości punktu  $D$ , przeto na żadne trudności w tym kierunku napotkać nie powinniśmy. Po stronie doliny znajdziemy również pomiarem schodkowym odległość  $OE = \frac{b}{2} + r + nh$  a zapomocą trójkąta szkarpiarskiego ustawimy stosownie łatę i uzyskamy ślad szkarpy na terenie.

Jeżeli przekroje profilowane znajdują się w odległościach znaczniejszych, natenczas trafia się często, że teren pomiędzy dwoma przez profilowanie otrzymanymi śladami szkarp nie bę-



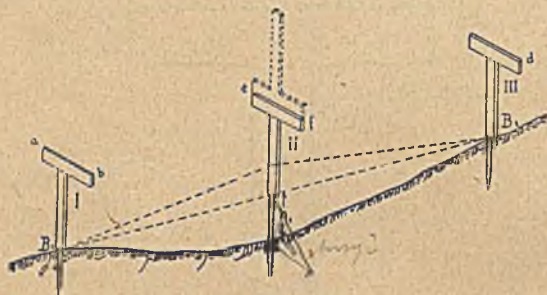
Rys. 51

dzie jedną linią prostą, lecz posiadać będzie wklęsłość lub wypukłość. Nie możemy w tym wypadku ani nasypywać, ani też wykopywać szkarpy w linii prostej, lecz musimy dostosować się odpowiednio do terenu.

Wyznaczanie pośrednich punktów uskuteczniamy wtedy zapomocą t. zw. krzyż z y ż y. Krzyż taki składa się z 2 łat połączonych ze sobą pod kątem prostym w formie litery T, o długości pionowej zwykle 1,00 m, poprzeczki około 0,80 m, i wykonany jest z drzewa suchego, oraz często pomalowany. Szerokość desek wynosi około 10 cm, grubość 2 cm.

Mając pomiędzy dwoma wyznaczonemi śladami szkarp  $B_1$  i  $B_2$  wklęsłość w terenie, ustawiamy na tych punktach dwa, zupełnie

co do wymiarów równe krzyże, trzeci zaś, również zupełnie taki sam, przesuwamy po prostej  $B_1 B_2$ , poprzednio wytyczonej i za pomocą sznurka ustalonej w punkcie, przy którym ślad szkarpy pragniemy znaleźć. Nadzorca patrzy przy krzyżu  $I$  ku krzyżowi  $III$  po wierzchu poprzeczek  $ab$ ,  $cd$  i poleca robotnikowi, trzymającemu krzyż  $II$  na żądanym punkcie, przesunąć go w kierunku pionowym tak długo, dopóki górna krawędź poprzeczki  $ef$  nie pokryje się z krawędziami  $ab$  i  $cd$ . Wtedy na wbitym poprzednio przy  $II$  paliku oznacza się spód krzyża, przyczem wysokość  $h_1$  podaje nam, o ile punkt ten leży głębiej linii  $B_1 B_2$ . Następnie od razu za pomocą trójkąta szkarpiarskiego ustalamy łatę wyznaczającą pochyłość szkarpy i odnośny jej ślad na terenie, w jeden z poprzednio opisanych sposobów.



Rys. 52

Jeżeli pomiędzy punktami  $B_1$  i  $B_2$  mamy zamiast wklęsłości wypukłość, natenczas możemy krzyż środkowy  $II$  albo odpowiednio w teren wkopać, albo też, co jest wygodniejsze, odwrócić go pionową częścią ku górze i również przesunąć go tak długo, dopóki poprzeczka jego nie padnie w linię obu poprzeczek skrajnych. Wtedy wysokość pomiędzy wierzchem poprzeczki, liczona od spodu, a terenem odjęta od całej wysokości krzyża da nam różnicę, o jaką badany punkt leży wyżej  $B_1 B_2$ . Wyznaczenie szkarpy i śladu jej na terenie uskutecznia się analogicznie jak wyżej.

Praca krzyżami jest bardzo wygodna i dla powyższych celów o wystarczającej dokładności. Szczególnie często korzysta się z nich przy wykończaniu robót ziemnych, kopaniu rowów i t. p., wogóle wszędzie tam, gdzie rozchodzi się o otrzymanie punktu pośredniego, leżącego w spadku obu punktów skrajnych.

Kończąc opis przebiegu profilowania przekrojów poprzecznych zwrócić należy uwagę, iż przy drogach na których panuje żywy

ruch samochodowy zachodzi w łukach potrzeba wykonania rozszerzenia i przechyłki toru. Podobny wypadek zajdzie przy drogach prowadzonych stokowo, gdzie dla uniknięcia wypadku zsunienia się pojazdu w czasie ślizgawicy ku dolinie, dajemy czasami jednostronny spadek jezdni. Przy tego rodzaju przekrojach należy uwzględnić to już przy wytyczaniu przekrojów poprzecznych, albowiem roboty ziemne muszą być do tego dostosowane.

## IV. Roboty ziemne

### 22. Badanie gruntu

Roboty ziemne stanowią przy każdej prawie budowli inżynierskiej pierwszy i niejako podstawowy element wykonania. Szczególną jednak wagę należy przypisać tym robotom przy drogach, gdyż stanowią one najważniejszą część budowli, od której dobroci zależy późniejsze bezpieczeństwo komunikacji.

Roboty ziemne wykonuje się bądź to nad powierzchnią terenu, bądź też poniżej tej powierzchni; z tego też powodu dokładne poznanie warunków, mających wpływ na stałość wykonanych przez nas robót, a więc poznanie uwarstwienia gruntu, jego wytrzymałości, stanu wody, którą pokłady te są przesiąknięte i t. p., jest rzeczą pierwszorzędną doniosłości. Wynika z tego konieczność przeprowadzenia jeszcze przed wykonaniem projektu stosownych badań gruntu.

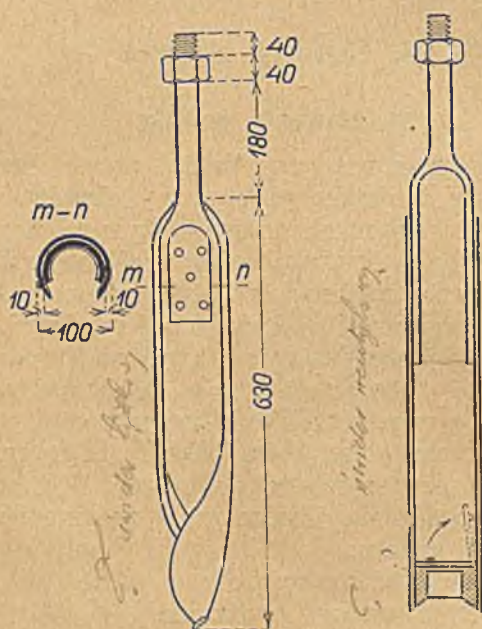
Badania te ograniczać się będą do:

1. geologicznych stosunków w terenie,
2. wytrzymałości pojedynczych pokładów na ciśnienie,
3. wytrzymałości ich na wpływy atmosferyczne a więc powietrza i wody,
4. zawartości wody w pokładach i związanej z tem sprawy równowagi w terenie po wykonaniu budowy.

Znajomość tych momentów umożliwi nam odpowiednie zaprojektowanie budowy.

Pewne dane co do terenu w którym zamierzamy budowę wykonać da nam już nawet powierzchowne jego zbadanie. Tak np. faliste ukształtowanie terenu, jego pęknięcia, pochyły w pewnym stałym kierunku porost drzew nasuwa nam przypuszczenia o pewnej ruchliwości terenu i ewentualnych usuwiskach. Gatunek porostu roślinności np. sitowie, mech, skrzyp, turzyca itp. wskazywać będzie na silne przewodnienie terenu; obserwacja

wielkości i ilości rumowiska pozwoli na wyciągnięcie pewnych wniosków w odniesieniu do wielkich wód przychodzących na danych strumieniach. Zewnętrzne zbadanie istniejących odkrywek w formie kamieniołomów, szkarp i zboczy naturalnych umożliwi nam również ocenę stosunków geologicznych; wszystko to jednak nie zwolni nas od potrzeby przeprowadzenia specjalnych badań, dokonywanych bądźto zapomocą wierceń lub też sztybów próbnych.



Rys. 53

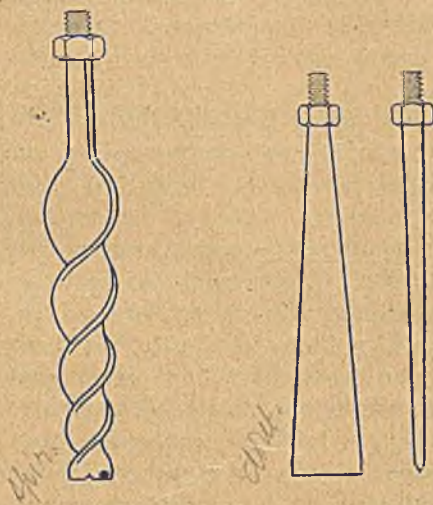
Rys. 54

Wiercenia wykonuje się zapomocą rozmaicie sformowanych świrdów, których konstrukcja dostosowaną jest do przypuszczalnego gatunku materiału. Przy pokładach lekkich używamy świrdów wkrętnych, przy skałach — świrdów udarowych. Jednym z często używanych świrdów jest świder łyżkowy (rysunek 53) o szerokości 5 — 15 cm, długości 40 — 80 cm. Po wkręceniu do wysokości płaszcza świder taki musi być wyciągnięty, zaś materiał wewnątrz płaszcza się znajdujący usunięty. Daje dobre rezultaty w glinie, ile, marglu.

W pokładach lekkich lub płynnych używamy świrda cylindrycznego, gdyż tylko w tym materiał jest w stanie się utrzy-



mać. Powstały przy wierceniu miał wybieramy zapomocą pompki zaopatrzonej u dołu w wentyl (rys. 54). Przez uderzenie pompki o dno otworu miał wchodzi do wnętrza. Szczególnie dobre rezultaty otrzymuje się tu wtedy, gdy w pokładzie mamy wodę. W pokładach zwięzłych pracujemy świdrami spiralnymi, tam zaś, gdzie już i ten nie wystarcza, używamy świdrów dłutowych (rys. 55), o których więcej powiemy, mówiąc o wierceniach dla celów wybuchowych.



Rys. 55

Przy głębokościach wiercenia niewielkich wspomniane powyżej świdry, z wyjątkiem świdra dłutowego, zaopatrzone są u góry w pochwyt umożliwiający skręcanie świdra. Pochwyt taki winien być osadzony mniej więcej 1,0 m nad terenem, celem umożliwienia wygodnej pracy robotnika.

Przy głębokościach większych ponad 8,00 m używamy do prowadzenia świdra trójnogu o wysokości około 3 m z krążkiem u wierzchołka, przez który przechodzi lina lub łańcuch utrzymujący pionowe położenie świdra, oraz całą aparaturę składającą się z kolanek, haczyków, widełek itp. Roboty wykonywane zapomocą trójnogu noszą już charakter wierceń górniczych.

Ażeby umożliwić sobie orientację zapomocą otworów wiertniczych odnośnie do położenia warstw ziemnych, koniecznym jest wykonanie całego szeregu wierceń, których celowe zestawienie da nam dopiero obraz geologicznego układu.

Wykonanie tych wierceń jest szczególnie ważne w przekopach, celem zorientowania się co do gatunków ziem z jakimi w czasie budowy będziemy mieli do czynienia, a co zatem idzie co do kosztów przekopów; niemniej koniecznym jest wykonanie tych wierceń w najniższych punktach późniejszych nasypów już choćby z tego powodu, iż w miejscach tych wypadnie nam prawdopodobnie założenie mostów lub przepustów, co do których wiedzieć musimy, w jakiej głębokości mają być fundowane.

Jeszcze lepszą orientację otrzymujemy zapomocą szybów próbnych, które jednakże przy drogach, ze względu na znaczne, połączone z tem koszta są rzadziej wykonywane.

### 23. Właściwości materiałów ziemnych

Różne materiały ziemne odróżniają się wzajemnie różnorodnymi własnościami i to w znaczeniu: a) chemicznym, b) fizycznym i c) technicznym.

Pod względem chemicznym podstawowym punktem wyjścia jest zawartość materij odżywczych dla porostu roślin.

Torfowiska dzielące się na torfy wyżynne i nizinne składają się zasadniczo z zamarłej roślinności i wody. Torfy wyżynne powstają na nieurodzajnym, przesiąkniętym wodą gruncie stepowym i posiadają wielką zawartość części odżywczych; torfy nizinne tworzą się na dobrym podglebiu o znacznej zawartości wapna.

2 Próchnica (humus) składa się z materiałów natury organicznej, które rozkładają się na bezwodnik węglowy oraz amonjak, zatem materiały wybitnie dodatnie dla pożywienia roślin.

3 Ziemia rodzima, zwana często ogrodową, posiada wielką zawartość próchnicy, należy zatem do najlepszych terenów rolnych.

4 Piasek, posiadający niewiele części pożywnych dla roślin, składa się przeważnie z kwarcu, łyszczyku, feldszpatu, blendy rogowej itp.

5 Grunta gliniaste występują bardzo rozmaicie i wykazują różnorodne domieszki żelaza, wapna, piasku itp. Przy większych zawartościach węglanu wapna przechodzą one w grunta marglowe.

Pod względem fizycznym grunta mogą być badane bardzo różnorodnie.

I tak wielkość ziarna jest bardzo różnaita w różnych gatunkach ziem; przy ile wynosi ona od 0,0001 do 0,005 mm, przy piasku od 0,05—2 mm, powiększając się znacznie przy żwirze. Rozróżniamy zatem gatunki ziem gruboziarnistych, drobnoziarnistych i pyłkowatych.

Struktura układów ziemnych odgrywa także ważną rolę pod względem fizycznym. Mogą tu zachodzić najrozmaitsze postacie, przyczem wielki wpływ swój wywiera tutaj woda.

Kurczenie się i pęcznienie jest również rozmaite dla poszczególnych gatunków. Występuje ono przy schnięciu względnie nawilgoceniu ziemi a objawia się najdobitniej przy iłach i torfach, najslabiej zaś przy piasku.

Dalszym momentem jest spoistość ziemi. Naogół możemy powiedzieć, że przy ile spoistość ta maleje w miarę przyrostu wody. Ziemia rodzima posiada największą spoistość przy średniej zawartości wody.

Przyczepność ziemi, która jest ważną w odniesieniu do narzędzi roboczych i przewozowych, wzrasta w zależności od wielkości ziarna. Im ziarno jest mniejsze, tem przyczepność większa. Przy niektórych gatunkach, jak np. piasek, przyczepność wzrasta w miarę zwiększania się zawartości wody.

Pod względem fizycznym ważne jest także zachowanie się ziemi w odniesieniu do wody. A więc większa lub mniejsza przepuszczalność terenu, dalej położenie terenu odnośnie do stron świata, przyczem partje północne są najbardziej mokre, południowe najsuchsze. W tym kierunku wywiera swój wpływ szata roślinności rosnącej na danym terenie, jak również stosunki klimatyczne i atmosferyczne.

Najważniejszym jest jednak dla nas podział materiałów ziemnych pod względem technicznym. Podstawę podziału, który jest zresztą dość różnorodny, stanowi z reguły narzędzie wydobywcze, a zatem mniejsza lub większa trudność przy wzruszeniu materiału.

Pod tym względem podzielimy ziemię na 6 kategorii:

1. ziemie sypkie albo płynne, jak suchy piasek, pulchna ziemia rodzima, żygawka, luźny żwir, do których wydobywania potrzebna będzie tylko łopata;

2. ziemie mało zwarte lub kopane, jak glina przemieszana z piaskiem, tęższa ziemia rodzima, pewne gatunki gliny, torf, żwiry, które wzruszone być muszą już ryskalem;

3. ziemie zwarte lub dzióbane, do których należą sucha twarda glina, zbity żwir, ily i t. p., które wzruszać będziemy cięższymi narzędziami jak kłof, oskard i motyka górnicza;

4. ziemie łupliwe jak ciężki margiel, miękkie piaszkowce w cienkich warstwach itp., do których rozdrobnienia potrzebny już będzie klin;

5. skały mało zwarte w rozmaitych postaciach, które rozluźnione być mogą tylko klinem lub materiałem wybuchowym;

6. skały zwięzłe najrozmaitszych gatunków, których rozdrobienie możliwe będzie tylko przy użyciu strzałki.

W związku z powyższą sprawą należy również zwrócić uwagę na wspomniany już poprzednio objaw spulchnienia ziemi po jej wydobyciu z rodzimego stanu. W miarę upływu czasu początkowe spulchnienie maleje, nigdy jednakże już nie spada objętość nasypu do tej, jaka była w przekopie. Z tego powodu rozróżniamy spulchnienie chwilowe i stałe.

Dla rozmaitych gatunków ziem przedstawia się spulchnienie dość rozmaicie. Poniżej umieszczona tabela daje nam pod tym względem daty przeciętne:

GATUNEK MATERJAŁU	Spulchnienie w ‰	
	chwilowe	stałe
Piasek i żwir	5 — 20	1 — 1,5
Gлина i lekkie gatunki ziem	20 — 25	3
Margiel, ił z piaskiem	25 — 30	4 — 6
Zbity ił	30 — 35	6 — 7
Skały	35 — 50	8 — 15

Znajomość spulchnienia chwilowego jest ważną o tyle, iż będzie ono miało wielki wpływ na objętość przewozu materiału, natomiast spulchnienie stałe będzie konieczne do uwzględnienia przy projektowaniu nasypów.

## 24. Wytrzymałość terenu

Znajomość wytrzymałości terenu na którym mamy budować jest rzeczą wielkiej wagi. Przez wytrzymałość terenu rozumiemy to najwyższe obciążenie na jednostkę powierzchni, które nie wywoła jeszcze ściskania się ziemi i związanego z tem nadmiernego a często niejednostajnego osiadania. Zwrócić przytem należy uwagę, że dopuszczalne natężenie na grunt jest tylko pewną częścią jego wytrzymałości, przyczem liczymy się zwyczajnie z 8 — 10-krotną pewnością.

Poniżej podajemy zestawienie odnoszące się do wytrzymałości poszczególnych gruntów i dopuszczalnego natężenia.

RODZAJ GRUNTU	Kategoria	Wytrzymałość kg/cm <sup>2</sup>	Dopuszczalne natężenie kg/cm <sup>2</sup>
Kurzawka, torf, próchnica	grunt zły	0	0
Aluwium, piasek przemieszany z gliną lub iłem	grunt średniej dobroci	8—15	1,0—1,5
Glina, ił		15—20	1,5—2,0
Suchy margiel		12—18	1,2—1,8
Suchy ił i glina w warstwach 3—4 m	grunt dobry	25—50	2,5—5,0
Zbity, równoziarnisty piasek w po- kładach do 3 m grubości		25—60	2,5—6,0
Zwięzłe skały o poziomem uwar- stwowaniu		150 i wyżej	15 i wyżej

Ocena powyższa jest tylko przybliżoną i odnośne daty powinny być bezpośrednio zbadane. Zaznacza się nadto, że granice wytrzymałości są również zależne od ilości wody znajdującej się w danym terenie.

Min. Rob. Publ. w wydanych rozporządzeniem z 9 listopada 1925 r. Nr. XIII-1386 przepisach o budowie i utrzymaniu mostów drogowych postanawia w § 80 odnośnie do gruntu budowlanego:

„1. Rodzaj i wytrzymałość gruntu należy zbadać przez sondowanie i próbne bicie pali a w razach ważniejszych także i przez odpowiednie próby obciążenia, aż do wartości spodziewanych największych ciśnień fundamentu na grunt.

2. Z reguły można dopuścić następujące najwyższe obciążenia jednostkowe:

Warstwy ziemne osadowe o zmiennej grubości, miążki piasek bardzo wilgotny lecz stały, zabezpieczony przeciw podmyciu do 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Glina, ił, piasek ilasty niezbyt wilgotny do 2,5 kg/cm<sup>2</sup>.

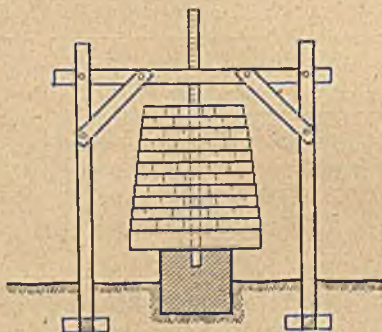
Ił zbity, suchy piasek ostry, zabezpieczony przeciw podmyciu do 6,00 kg/cm<sup>2</sup>.

skała miękka	do 5 kg/cm <sup>2</sup>	} jednak nie wyżej niż do połowy wytrzymałości kostkowej odpowiedniego materiału.
skała średnio twarda	do 10 kg/cm <sup>2</sup>	
skała bardzo twarda	do 30 kg/cm <sup>2</sup>	

Powyższe normy można zwiększyć w poszczególnych wypadkach w zależności od warunków miejscowych, uwzględniając głębokość fundowania itp.

3. Warstwy ziemne pod fundament budowli należy odsłonić w każdym razie poniżej głębokości zamarzania, aż do stałego gruntu rodzimego, po zdjęciu nasypów sztucznych i warstw zwietrzałych.

Oparcie fundamentu na najstarszych nawet nasypach sztucznych jest niedopuszczalne“.



Rys. 56

Wspomniane powyżej próbne obciążenie gruntu uskutecznia się przez wykonanie na danej warstwie bloku murowanego przy zagłębieniu go nieco w teren i obciążeniu tego bloku znanym ciężarem. Obok umieszczona jest łąta, osadzona w bloku z podziałem, na którym odczytujemy rezultaty wgłębienia się bloku w teren pod wpływem obciążenia. Odczytywanie to uskutecznić można bądźto zapomocą poziomej łąty utwierdzonej na stosownem, ku temu celowi wykonanem rusztowaniu, bądź też, co lepiej, przez odczyty instrumentu niwelacyjnego umieszczonego w takim oddaleniu od miejsca prób, by nie zachodziła obawa sprężystego oddziaływania obciążenia na sąsiedni teren.

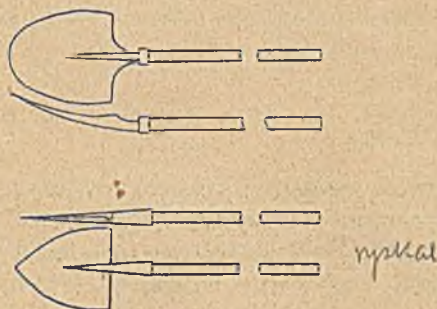
O ile próby przeprowadza się dla celów fundowania mostów, pożądanem jest wykonanie wspomnianego powyżej bloku w odpowiednim, wąskim wykopie ziemnym, a to z tego powodu, by upodobnić wykonywaną próbę do istotnych warunków, w jakich

później fundament się będzie znajdował. Jest bowiem rzeczą łatwo zrozumiałą, iż istnienie bocznych ścian wykopu wywrze również swój wpływ na przyszłą wielkość osiadania się gruntu budowlanego.

Pożądanem jest doprowadzenie do obciążenia próbnego, większego aniżeli projektem objęte, jednak wzrost obciążenia powinien być łagodny a odczyty robione kolejno przy uwzględnieniu najrozmaitszych obciążeń.

## 25. Narzędzia pracy przy wzruszaniu ziemi

Jak już powyżej wspomnieliśmy, narzędzie pracy przy wzruszaniu ziemi jest tem lepsze, im lepszy jest gatunek wzruszonego materiału.



Rys. 57

Do wzruszenia ziem sypkich wystarczy nam okrągło na końcu uformowana łopata. Łopata taka osadzona jest na grabowym stylisku około 1 m długości. Przy wydobywaniu materiałów płynnych, jak np. kurzawki, potrzebną będzie łopata o odpowiednio zakrzywionem obrzeżu, celem uniemożliwienia przelewania się materiału.

Przy ziemiach t. zw. kopanych nie wystarcza nam już sama łopata, lecz musimy do rozdrobnienia użyć rydli uformowanych na końcu albo śpiczasto, albo też tępo uciętych.

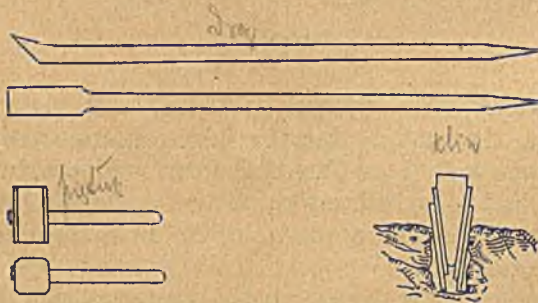
Wielką rolę w użyciu łopaty lub rydla odgrywa przyzwyczajenie się robotnika do pewnego typu narzędzia. Materiały o wielkiej spójności nie dadzą się już rozdrabniać rydlem, lecz musimy tu używać narzędzi cięższych. Do takich należą w pierwszym rzędzie *dzióbas* i *motyka górnicza*, z których pierwszy posiada koniec śpiczasty, drugi zaś płaski nastalony.

Jeszcze cięższym narzędziem jest *czakan* czyli oskard z rozmaicie uformowanymi ostrzami i noszący najrozmaitsze nazwy. Narzędzie to służy również do przecinania korzeni. Przy materiałach bardzo ciężkich używamy również kilofo, który z jednej strony posiada ostrze, z drugiej zaś młot.



Rys. 58

Przy ziemiach zwięzłych oraz skałach, a szczególnie wtedy, gdy rozchodzi się nam o otrzymanie odłamu w pewnej przepisanej postaci, jak np.: przy wydobywaniu ciosów do budowy filarów i przyczółków, używamy również klinów żelaznych



Rys. 59

i drągów stalowych. Kliny takie wstawiamy bądź to w istniejące szczeliny skalne, bądź też wykuwamy osobne dziury w odległościach 1,00 — 1,50 m wedle pewnej linii odłamu i wbijamy w nie kliny krótkim, około 4 kg ważącym młotkiem, zwanym piętukiem. Dla zmniejszenia tarcia osadzamy klin pomiędzy żelazne przykładki, które rozdzielają należycie ciśnienie boczne. Do podważania, w ten sposób wylamanych ele-

*Wykowanie = naszkarnie osad przez rozdanie, ułożenie kamieni w odłamanej części.*



mentów, używamy drągów stalowych, zakończonych z jednej strony śpiczasto, z drugiej zaś płasko. Drąg taki, o wadze dochodzącej nawet do 20 kg, służyć może również do wyrobienia dziur w materiale, w początkowym stadium wyłamywania. Przy normalnych robotach ziemnych używa się dzisiaj tych narzędzi już rzadziej, gdyż przy skałach, o ile nie rozchodzi się o wspomniane poprzednio otrzymywanie ciosów, znajdują szerokie zastosowanie materiały wybuchowe.

Praca przy wzruszaniu materiału jest z reguły połączona z załadowaniem go do naczynia przewozowego. Koszta ręcznego wzruszenia ziemi łącznie z kosztami załadowania materiału przedstawiają się dość rozmaicie w zależności od gatunku materiału, okolicy oraz sprawności robotnika. Poniżej umieszczone daty mają charakter przybliżony i informatywny.

GATUNEK MATERJAŁU	Przeciętna wydajność robotnika w godzinie $m^3$	1 $m^3$ ziemi wzruszyć i załadować wymaga godzin
Ziemie sypkie (łopata)	1,4	0,50—1,00
Ziemie mało zwięzłe (rydel)	0,8	1,00—1,60
Ziemie zwięzłe (motyka lub kilof)	0,6	1,60—2,40
Ziemie łupliwe (klin)	0,4	2,40—3,20

Zaznaczyć przytem należy, iż w powyższych danych uwzględnione jest załadowanie tylko na normalne wysokości i że wszelkie odstępstwa pod tym względem spowodują naturalny wzrost wydatków.

Objęte powyższą tabelą koszta nie uwzględniają narzędzi i doboru robót, na które przeznaczają się zwyczajnie około 10% robocizny.

Przy wykonywaniu wielkich robót ziemnych (przekopów), posługujemy się obecnie również urządzeniami mechanicznymi, noszącymi nazwę czerpaków lub bagrownic. Czerpaki te najrozmaitszych systemów poruszane są motorem parowym, elektrycznym, spalinowym, względnie obecnie używane są rów-

niez motory Diesla. Przesuwanie czerpaków do miejsca pracy odbywa się bądź to na torze szynowym, bądź też w nowszych czasach znalazły obszerne zastosowanie czerpaki osadzone na podwoziach gąsienicowych, co umożliwia szybki dostęp do miejsca pracy bez straty czasu na wyrównywanie terenu.

Praca czerpakami jest znacznie ekonomiczniejszą niżli ręczna, z warunkiem jednakże, iż do wzruszenia przychodzą wielkie masy ziemi. Ponieważ ten wypadek przy przekopach, wykonywanych dla celów drogowych, rzadko ma miejsce, przeto wspominamy o nich tylko mimochodem, celem zorientowania czytelnika również i o tego rodzaju urządzeniach.

## 26. Wybuchowe wzruszanie materiałów ziemnych

Przy konieczności wykonania przekopów w skale, podane poprzednio sposoby już zawodzą i wtedy przechodzimy do wybuchowego wzruszenia materiałów ziemnych.

Pracę przy tym typie roboty podzielić można na 3 części, mianowicie: 1) wykonanie otworów strzelniczych, 2) załadowanie otworów i 3) strzałkę.

Do wykonania otworów strzelniczych, które może być ręczne lub maszynowe, używa się stalowych świdrów. Przy maszynowym wierceniu, które przy budowie dróg prawie nigdy nie znajduje zastosowania, używa się t. zw. w i e r t a r e k, poruszanych elektrycznie, pneumatycznie lub wodą.

Obecnie będziemy mówili tylko o wierceniu ręcznym.

W zależności od głębokości otworu wiertniczego używamy świdrów dłutowych lub udarowych.

Świder dłutowy (rys. 60), służący do wykonywania otworów do 1,00 m głębokości, ma zwyczajnie przekrój ośmiokątny, przy czym ostrze dla miękkich skał uformowane jest wedle typu a), dla twardych zaś wedle typu b). Ostrze świdra złożone jest z dwóch płaszczyzn, przy czym kąt wzajemnego pochylenia dolnych płaszczyzn waha się pomiędzy  $60^{\circ}$  a  $90^{\circ}$ . Wskazówką wytyczną jest tutaj twardość skały. Im twardość ta jest większą, tem większym jest również wspomniany kąt.

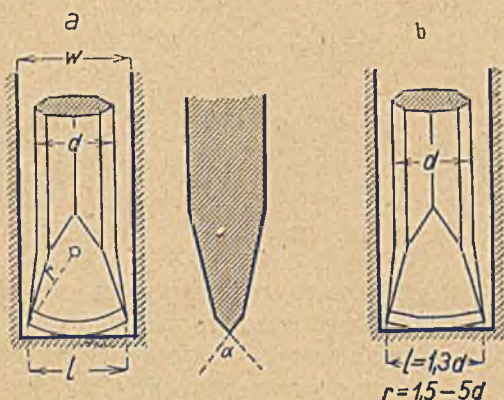
Oprócz świdra dłutowego używano również świdrów koronowych z większą ilością ostrzy, dalej świdrów krzyżowych; z uwagi jednak na trudność naostrzenia tego rodzaju świdrów, wychodzą one coraz więcej z użycia.

Praca świdrem dłutowym odbywa się przy krótkich świdrach w ten sposób, iż robotnik uporządkowuje w pierwszym rzędzie powierzchnię skały, mniej więcej prostopadle do zamierzonego

kierunku otworu, następnie zaś siedząco pobija świder krótkim, 2—3 kg wazącym młotem. Najważniejszym jest to, by równocześnie z pobiciem wykonywał lekki skręt świdra mniej więcej o  $\frac{1}{8}$  obrotu.

Przy świdrach dłuższych od 1,00 m praca jednego robotnika już nie wystarcza; wtedy jeden robotnik trzyma świder wykonując wspomniany poprzednio skręt, drugi zaś pobija świder młotem.

W miarę pogłębiania się otworu musi być miał, który się utworzył, wydobywany za pomocą t. zw. ł y ż k i.



Rys. 60

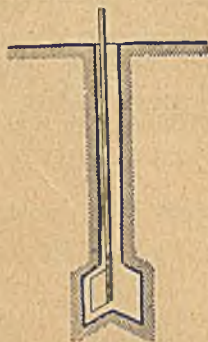
Przy wykonywaniu otworów 2,00—3,00 m używamy świdra udarowego, przy którym niepotrzebne jest już pobijanie, gdyż praca nad pogłębieniem otworu świdrowego odbywa się przez podnoszenie i gwałtowne opuszczanie świdra. Ażeby podnoszenie to i równoczesny skręt były możliwe, zaopatruje się świder w odpowiedni pochwyt.

W zależności od twardości skały musi być ostrze świdra ostrzone co 20—30 cm. Ważną rzeczą, szczególnie przy głębokich otworach, jest utrzymanie raz obranego kierunku, albowiem w przeciwnym razie może nastąpić zagwożdżenie otworu i cała praca będzie straconą.

Głębsze otwory powinny być kalibrowane, t. zn. niższą część otworu wykonuje się świdrem o 1—2 mm węższym.

Dla ochrony robotników przed wytwarzającym się pyłem, zlewa się otwór wodą; aby uniemożliwić zaś jej odbryzgiwanie przy uderzeniach świdra, zatyka się górną część otworu pakula-

mi itp. Dla powiększenia sprawności wybuchu wykonuje się czasami u spodu otworu wiertniczego t. zw. komorę ogniową (rys. 61), doświadczenie bowiem wykazało, że im większa jest wysokość naboju w stosunku do jego szerokości, tem więcej pozostaje prochu niespalonego w czasie eksplozji.



Rys. 61

Wywiercenie takiej komory ogniowej odbywa się albo zapomocą osobno do tego celu uformowanych świdrów, albo też przez wyżarcie dna przez kwas solny, co daje dobry rezultat w skałach wapiennych, lub wreszcie przez wrzucenie na dno małej kulki dynamitu i doprowadzenie jej do wybuchu.

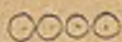
Koszta wiercenia 1 mb. otworu przedstawiają się następująco:

GATUNEK MATERJAŁU	Przy średnicy otworu w mm				Ostrzenie dłuta na 1 mb w godz. rob.
	20	30	40	50	
	Ilość godzin robotnika				
Łupek, miękki piaskowiec, wapień, kreda	2,0—2,6	4,5—6,0	8,0—10,5	12,0—16,0	0,3—0,4
Twardy piaskowiec i wapień	3,0—5,3	7,0—12,0	12,5—21,0	20,0—32,0	0,4—0,6
Gneis, granit, kwarcyt, sienit, porfir	6,0—10,5	14,0—23,8	25,0—42,0	39,0—65,5	0,6—0,8

Ważnym jest kierunek wierceń. Przy strzałce prochem utarły się w praktyce dwie zasady: pierwsza, że otwór nie powinien być wiercony w kierunku najslabszego wymiaru rozrywanej skały i druga, że najslabszy wymiar nie powinien być większy od



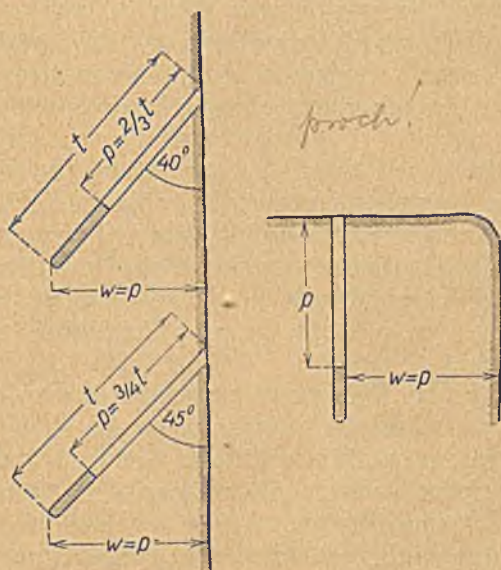
Obj. 105 m<sup>3</sup>



Ważną rolę odgrywa  
liczba wierceń i otworów  
strzałkowy i rowny

długości przybitki. Z uwzględnienia powyższych zasad wyniknie, że w ścianie pionowej wiercić należy pochyło (rys. 62), zaś kąt pochylenia zależy będzie od wysokości naboju. Gdy przybitka jest długości  $\frac{2}{3}$  całego otworu, natenczas kąt ten wypada  $40^\circ$ , przy długościach przybitki  $\frac{3}{4}$  długości otworu  $45^\circ$ .

Jeżeli odstrzelimy skałę dostępną od poziomu i pionu, natenczas otwór możemy wiercić pionowo pod tym warunkiem, by odległość otworu od ściany drugiej była równa długości przybitki.



Rys. 62

Przy strzelaniu dynamitem, pierwsza podana powyżej zasada jest nieobowiązującą i wtedy możemy wiercić pionowo do powierzchni kamienia, przyczem  $w = t$ .

Wzajemna odległość otworów od siebie waha się pomiędzy 1,5—2  $w$ . *aby zapewnić wystrzał.*

Głębokość wiercenia zależy od wysokości naboju, jakiej wymaga najsłabszy wymiar. Jako najmniejszą głębokość należy ustalić podwójną wysokość naboju, zaś największą 2  $w$ .

Stosunek wysokości ładunku do głębokości otworu ustalić można doświadczalnie obserwując, który ładunek daje największy efekt. W tym celu należy np. 3 otwory załadować różnie, jeden do połowy, drugi do  $\frac{1}{3}$ , a trzeci do  $\frac{1}{4}$  głębokości otworu i wybrać dla dalszych otworów ten typ, który okaże się najkorzystniejszy.

*wypadkami dynamitem jest 4 razy tyle!*

Średnica otworu strzelniczego zależy od wielkości naboju, dlatego też niewiele da się tutaj ogólnie powiedzieć. Doświadczalnie ustalono, iż dla prochu górna średnica otworu oblicza się wedle wzoru:

$$d = 2,34 + 0,02 t \text{ cm};$$

dla dynamitu wynik ten zmniejsza się o 20—25%. W ten sposób dla prochu przy długości otworu np. 60 cm wypadnie górna średnica  $2,34 + 0,02 \times 60 = 3,54$  cm, zatem okrągło 35 mm.

Materiałami wybuchowymi nazywamy te ciała, które przy spaleniu wywiązują gazy o wysokiej prężności, umożliwiającą rozerwanie względnie wyrzucenie materiału ziemnego. Środków wybuchowych mamy obecnie bardzo wiele; naogół dzielimy je na powoli i gwałtownie eksplodujące.

Od materiałów tych żądamy, by w normalnych warunkach były chemicznie stałe, dostatecznie odporne na wpływy zewnętrzne, wreszcie w postaci umożliwiającej wygodne ładowanie t. zn. sypkiej lub plastycznej, celem dobrego przylegania do ścian otworów strzelniczych. Nadto pożądana jest odpowiednia prężność gazów spalania, a także, by nie oddziaływały szkodliwie na organizm ludzki.

Środkiem wybuchowym powoli eksplodującym jest proch strzelniczy. Jest to mieszanina węgla drzewnego, siarki i saletry, przyczem ostatnia dostarcza tlenu do spalania; węgiel drzewny jest ciałem palącym się, zaś siarka ułatwia zapalenie się i wpływa na szybkość i równomierność spalania.

Stosunek mieszaniny wymienionych materiałów jest dość rozmaity, np.:

saletry	siarki	węgla	t y p
64	16	20	austrjacki
66	12,5	21,5	niemiecki
70	15	15	szybko eksplodujący
78,5	10	11,5	myśliwski

Normalny proch strzelniczy do rozsadzania powinien być ciemno-szary, o matowym połysku, wielkości ziarn od 0,5 do

10 mm, w dotyku nie barwiący. Ciężar gatunkowy 1,4. Temperatura zapłonu leży między 250° a 300° C, temperatura eksplozji około 2500° C. Proch nie powinien zawierać żadnego pyłu, gdyż w tych warunkach łatwo eksploduje. Prężność powstałych przy eksplozji gazów wynosi od 1.000 do 50.000 atmosfer. Zapalony powiększa swoją objętość 200 razy. Przechowany być musi w miejscach bezwzględnie suchych, albowiem w stanie wilgotnym nie wybuchą. Wybuch następuje przez zapalenie; w czasie wybuchu wywiązuje wiele dymu, którego ilość zależną jest od zawartej w nim siarki. Większa ilość siarki zmniejsza również sprawność roboczą prochu, wyeliminowaną ona jednak być nie może, w przeciwnym bowiem razie proch staje się trudno zapalny i pali się powoli.

Do tego samego typu należy saletra strzelnicza składająca się z 75 części saletry sodowej, 15 części węgla brunatnego i 10 siarki, a dalej petroklastyt, będący mieszaniną 69 części saletry sodowej, 5 części saletry potasowej, 10 części siarki, 15 części smoły węgla kamiennego i 1 części dwuchromianu potasu.

Tak saletra strzelnicza, jako też petroklastyt są mniej wrażliwe na uderzenia i bezpośredni płomień, aniżeli zwykły proch strzelniczy.

Przystępując do omówienia ładowania otworu strzelniczego prochem, zaznaczyć należy, iż w pierwszym rzędzie winien być otwór ten należycie osuszony. Odbywa się to rozmaicie, o ile przesączenie wody jest nieznaczne, natenczas osuszyć można przez wprowadzenie pakul, szmat, gąbki na patyku itp. W razie gdy napływ wody jest silniejszy, należy otwór wypełnić tłustym materiałem ziemnym np. ilem i to zupełnie szczelnie, a w plastycznej masie wykonać nowy otwór kilka milimetrów mniejszy, niżli średnica wywierconego otworu. Dobre rezultaty otrzymuje się również przez wprowadzenie do otworu kulki dynamitu i doprowadzenie jej do wybuchu; w tym wypadku wytwarza się w szczelinach doprowadzających wodę znaczna prężność, powstrzymująca na pewien czas dopływ wody.

Po wysuszeniu otworu wprowadza się do niego połowę ładunku prochu, który ubija się lekko drewnianym stemplem, by proch wypełnił dokładnie wyrobiony otwór.

Następnie spuszcza się do otworu t. zw. sznurek Bickforda, który wychodzi nazewnątrz, a wreszcie dosypuje się drugą połowę ładunku przy odpowiednim ubiciu. Wysokość ładunku

wynosi w przybliżeniu  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  głębokości otworu; przy szerokich otworach jeszcze mniej.

Na ładunek prochu przychodzi przybitka, składająca się z pakul, papieru, plastycznej gliny, na co daje się następnie miał i piasek tak, by wysokość przybitki wyniosła 1— $1\frac{1}{2}$  długości ładunku.

Wspomniany powyżej sznurek Bickforda jest to rurka lniana przepojona parafiną, grubości 3—6 mm, wypełniona wewnątrz specjalnym materiałem palnym składającym się z 256 części tartego prochu, 588 części saletry i 186 części siarki. Główną zaletą sznurków Bickforda jest ich jednostajne spalanie się; 1 mb takiego sznurka spala się zwykle w 50 sekundach. Wskutek tego dobierając odpowiednią długość sznurka, możemy z dość znacznym przybliżeniem przewidzieć czas wybuchu.

Ma to szczególne znaczenie przy równoczesnym zapaleniu szeregu otworów strzelniczych, raz z tego powodu, by umożliwić obsłudze zapalenie wszystkich otworów, powtóre, by o ile możności wywołać równoczesny wybuch, co powiększa w wysokim stopniu jego efekt.

W razie braku sznurka Bickforda można przy ściance otworu umieścić rurkę wypełnioną drobnym prochem, której dolny koniec opiera się o połowę ładunku. Długość rurki musi być naturalnie tego rodzaju, by umożliwić robotnikowi zapalającemu schronienie się w miejsce bezpieczne.

Następnym materiałem, należącym jednak już do środków gwałtownie eksplodujących, jest nitrogliceryna. Jest to płyn oleisty, o barwie żółtawej, przezroczysty, bez zapachu, o smaku słodkawym, trujący, nierozpuszczalny w wodzie, natomiast dający się rozpuszczać w alkoholu, eterze lub alkoholu metylowym. Punkt marznięcia nitrogliceryny między  $+8^{\circ}$  do  $+11^{\circ}$  C. Wybuch jej sprowadza się przez eksplozję zanurzonej w niej sponki.

Nitrogliceryna w płynnym stanie nie jest obecnie do rozsadzania skał używaną, albowiem jest trudną do transportów i przedstawia wielkie niebezpieczeństwo dla otoczenia.

Ważniejsze są jednak jej preparaty, a pierwszym z nich jest wynaleziony w r. 1867 przez Nobla dynamit.

Jest to ciastowata mieszanina nitrogliceryny z ziemią krzemkową i saletrowanymi trocinami.

W handlu przychodzi dynamit w 3 numerach: Nr. 1 zawierający 75% nitrogliceryny i 25% ziemi krzemkowej, używany do rozsadzania skał najtwardszych, Nr. 2 mający około 50% nitro-



gliceryny, 10% ziemi okrzemkowej i 40% trocin, służący do rozsadzania skał średniotwardych, oraz Nr. 3, składający się z około 35% nitrogliceryny, 5% ziemi okrzemkowej i 60% trocin, służący do skał mało zwięzłych i używany przeważnie w kopalnictwie.

Dynamit, przychodzący w handlu w formie wałków w opakowaniu pergaminowym o rozmaitej średnicy, ma w zależności od gatunku kolor żółtawy lub czerwony. W temperaturze  $+ 70^{\circ} \text{C}$  następuje rozkład, przy którym oddziela się nitrogliceryna; przy  $180^{\circ} \text{C}$  następuje gwałtowny rozkład i eksplozja. Jest znacznie wygodniejszym do transportu i operowania niżli materiał poprzedni, wymaga jednak również dosyć ostrożności. Jest do użycia również pod wodą, jednakże nie powinien się tam znajdować zbyt długo, gdyż w przeciwnym razie następuje wypłókanie istotnego elementu eksplozyjnego tj. nitrogliceryny.

Doprowadzenie dynamitu do wybuchu odbywa się nie zapomocą bezpośredniego zapalania, lecz eksplozji innego materiału np. piorunianu rtęci. Ciężar gatunkowy 1,5—1,6. Przy zamówieniu należy podać średnicę potrzebnych patronów. W stanie zmarzniętym nie nadaje się do użycia i powinien przedtem odtajać. Odtajanie to odbywa się albo przez ogrzanie patronu w kieszeni, co jednakże z innych względów praktykowane być nie powinno lub też, co lepiej, w skrzynkach blaszanych, które szczelnie zamknięte spuszcza się do drugiej skrzynki z wodą, ogrzaną do temperatury  $+ 30^{\circ} \text{C}$ . Wywiązujące się przy rozkładzie dynamitu gazy oddziałują szkodliwie na organizm ludzki, powodując trudności w oddychaniu, zawroty głowy, omdlenia. Mając to na uwadze, należy zabronić robotnikom noszenia patronów dynamitowych na ciele (za pazuchą), nadto miejsce składu powinno być dobrze przewietrzane.

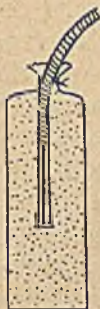
Jako środki zaradcze przeciw zatruciu używane są zimne okłady, polewanie głowy zimną wodą oraz picie czarnej kawy. Ponieważ dynamit atakuje również skórę ludzką, zaleca się jako środek zaradczy przemyć odnośnego miejsca czystym, rozcieńczonym ługiem wapiennym a następnie wodą.

Transportowanie dynamitu, tak kolejają jako też kołowo, wymaga szeregu środków ostrożności, tak np. dla przewozu choćby drobnej części są wymagane osobne i specjalnie oznaczone wozy kolejowe. Dynamit dobrze przechowany może leżeć na składzie przez przeciąg 4—5 lat bez obawy zepsucia się.

Ładowanie dynamitu odbywa się w ten sposób, iż patron mający średnicę nieco mniejszą od średnicy otworu, wsuwamy

w otwór, wciskając go na spód drewnianym stemplem przy odpowiednim ucisku tak, by wypełniał dokładnie przestrzeń otworu. Długość ładowania jest znacznie mniejsza od prochu i waha się od  $\frac{1}{16}$  do  $\frac{1}{4}$  długości otworu. Ostatni patron jest zwyczajnie mniejszy i przed spuszczeniem otwieramy go i wstawiamy weń sznurek Bickforda, zaopatrzony na końcu w kapslę (rys. 63). Dla uniemożliwienia wysunięcia się kapsli, przymocowujemy ją do sznurka przez lekkie ściśnięcie ścianek. Osadziwszy w ten sposób sznurek, wsuwamy ostrożnie patron w otwór.

Jeżeli pracujemy pod wodą, natenczas dla uniemożliwienia zamknięcia kapsli zalewamy ją do sznurka łojem lub parafiną.



Rys. 63

Na ładunek dynamitu przychodzi podobnie jak przy prochu przybitka, która jednak może tu być znacznie słabszą.

Z dalszych środków wybuchowych należy wspomnieć o e k r a z y c i e.

Ekrazyt należy do najlepszych środków wybuchowych i przedstawia w surowym stanie drobnoziarnisty proszek barwy jasnożółtej, bez połysku i bez zapachu, o smaku gorzkim. Do użytku przerabia się proszek ekrazytowy na zbitą twardą masę. Zwykle i niskie temperatury nie szkodzą ekrazytowi, jest nieczułym również na wpływy atmosferyczne i wilgoci. W wodzie rozpuszcza się, dlatego też w razie użycia go pod wodą winien być szczelnie zalutowany w blaszanych puszkach. Eksplozję wywołuje się podobnie jak przy dynamicie zapomocą kapsli.

Dalszemi materiałami wybuchowymi o charakterze miazdzącym są żelatyna strzelnicza, dynamit żelatinowy itp.

Oprócz powyższych materiałów znajdują się w handlu liczne t. zw. bezpieczne materiały wybuchowe.

Do rzędu tych należy d y n a m o n. Jest to połączenie am-

*Amsonit z 8 odmanas - bardzo bezpieczny*  
*Chloratyz - bezpieczny.*

nowe składające się z azotanu amonowego i z łatwo palnych ciał organicznych. Wyrabiany jest w kilku gatunkach o rozmaitej sile wybuchowej. Dynamon nie marznie w zimie, jest zupełnie nieczuły na tarcie, uderzenie i spala się w otwartym ogniu bez wybuchu. Wybuch dynamonu skutecznia się przy pomocy kapsli. Przy wybuchu nie wywiązują się gazy szkodliwe zdrowiu. Naboje dynamonowe zawinięte są w cynfolję i zapakowane w pudełka kartonowe owinięte parafiną. Przyciąga on chciwie wilgoć z powietrza, co przedstawia znaczną wadę. Sposób załadowania podobny jak przy dynamicie.

Oprócz wspomnianych środków znajduje również użycie damentit, luksyt, westfalit, sekuryt, miedziankit itp.

Przy większych robotach używa się do zapalu, zamiast wspomnianych poprzednio sznurków Bickforda, elektryczności. Forma użycia może być dwojaka, albo przez wywołanie iskry pomiędzy dwoma końcami przewodu zanurzonego w naboju względnie w kapsli, albo też przez doprowadzenie cienkiego drutu platynowego do stanu żarzenia. Zapalanie elektrycznością jest znacznie bezpieczniejsze od poprzedniego, albowiem wykonane być może ze znacznej odległości, przyczem istnieje większe prawdopodobieństwo równoczesności wybuchu aniżeli przy lontie. Jako wadę równoczesnego zapalania podnoszą niemożność porachowania strzałów, wskutek tego nieświadomość, czy wszystkie naboje wybuchły.

W razie gdy którykolwiek z naboarów nie wybuchnie, co zdarza się szczególnie przy zapalaniu lontem, należy przeczekać przez dłuższy czas, co najmniej 30 minut. Otworu, który nie wybuchł, nie należy bezwarunkowo naruszać, gdyż spowodować to może bardzo łatwo nieszczęśliwy wypadek. Pozostawia go się nienaruszonym, natomiast w najbliższem sąsiedztwie wierce się nowy otwór, który po załadowaniu doprowadza się do wybuchu. W tym wypadku eksploduje również i poprzednio załadowany otwór.

Splonki wybuchowe z cienkiej blaszki miedzianej wypełnione są chloranem potasowym oraz piorunianem rtęci. 75%  
Utwardzenie splonki na lontie odbywa się przez delikatne przecięcie płaszczki miedzianej.

W nowszych czasach zaczęto do rozsadzania skał używać również ciekłego tlenu; ze względu na znaczne koszty potrzebnych do tego celu inwestycji nie używa się dotychczas materiału tego przy budowie dróg.<sup>x)</sup>

Przy użyciu środków wybuchowych szczególną baczność na-

*1) baron wrony, le meta miedzi i rtęci; użycie do porachowania strzałów jest niedozwolone!*

leży położyć na sprawę należytego urządzenia składów tych materiałów.

Oдноśne magazyny powinny być, o ile możliwości, o konstrukcji lekkiej, tak by w razie wybuchu nie rozlatywały się wokół elementy ciężkie. Każdy magazyn powinien być otoczony wałem ziemnym, którego korona powinna sięgać co najmniej do okapu dachowego. Przy budowie magazynu należy unikać używania części żelaznych i zastąpić je miedzianami. Podłoga magazynu powinna być wyłożoną wołłokiem z tego powodu, by było możliwe dokładne jej oczyszczenie. Również robotnicy służący do obsługi magazynu powinni wchodzić tam w pantoflach filcowych. O ile zachodzi potrzeba ze względu na wielkość robót urządzenia kilku magazynów, natenczas powinny być one stawiane oddzielnie i każdy dla siebie powinien stanowić odrębną całość.

Ważne jest również, by dla rozmaitych materiałów urządzać oddzielne magazyny. Szczególną uwagę zwrócić na to, by nie składać z materiałami wybuchowemi spłonek, które powinny być oddzielnie przechowane.

Okna magazynów należy rozmieszczać w ten sposób, by promienie słoneczne na nie bezpośrednio nie padały, nadto oprócz szyb szklanych powinny otrzymać również osłonę z gęstej siatki drucianej, celem uniemożliwienia wrzucenia do magazynu jakiegokolwiek przedmiotu.

Magazyny powinny posiadać dobrze działające urządzenia wentylacyjne. Wewnątrz powinien się znajdować termometr a każdodzienna temperatura powinna być starannie, w osobno na ten cel przeznaczonej książce, notowana. Podniesienie się temperatury wewnątrz magazynu, nie usprawiedliwione wpływami zewnętrznymi, wskazuje na ewentualny rozkład materiałów a co zatem idzie na pewne niebezpieczeństwo.

Obrót materiałami wybuchowemi powinien być bardzo starannie notowany w księdze materiałowej, z dokładnem wyszczególnieniem daty oraz ilości przyjętych względnie wydanych materiałów.

Do obsługi używać należy tylko personelu wyszkolonego i zaufania godnego, przyczem robotnikom nie powinno się wydać większej ilości materiału wybuchowego, aniżeli tego wymaga istotna potrzeba jednorazowego wybuchu.

Zwrócić uwagę należy, że materiały wybuchowe są przedmiotem bardzo łakomym, bądź to z uwagi na ewentualną ich sprzedaż, bądź też przez użycie ich przez elementy społecznie niepewne. Wyjątek stanowią tu mogą ładunki przygotowane do

strzałki ciekłym tlenem, które same nie przedstawiają żadnego niebezpieczeństwa.

Również starannej baczności wymaga należyta organizacja strzałki. Wskazaniem jest tu, by strzałkę skuteczniczać tylko w ściśle oznaczonych porach dnia i to stale w tych samych, by robotnicy oraz ludność okoliczna była raz na zawsze zorientowaną, iż pewne pory dnia są szczególnie niebezpieczne.

Koniecznym jest staranne obmyślenie miejsca schronu robotników tak obranego, by odłamki nikogo uszkodzić nie mogły. Również po strzale należy przeczekać pewien okres czasu celem ulotnienia się gazów spalania, względnie przeczekania w razie t. zw. niedostrzałów. Cały obszar przypuszczalnego rozrzutu kamieni powinien być najlepiej czerwonymi chorągiewkami oznaczony, celem uwidocznienia powierzchni niebezpiecznej. Również z pożytkiem stosuje się słuchowe sygnały polegające na tem, iż od chwili rozpoczęcia zapalania aż do strzałki specjalnie ku temu celowi przeznaczony robotnik trąbi, oznajmiając w ten sposób o grożącym niebezpieczeństwie.

## 27. Wykonanie przekopu

Przystępując do wykonania przekopu, powinniśmy się w pierwszym rzędzie zorientować, czy do późniejszego ubezpieczenia szkarp nie zajdzie potrzeba użycia darni, względnie wierzchniej urodzajnej ziemi. Jeżeli wypadek ten zachodzi, natenczas należy w pierwszym rzędzie wyciąć darnie i złożyć je na boku, starając się przytem, by skład darni urządzony był odpowiednio, o czem mowa będzie później.

W razie późniejszego zapotrzebowania ziemi urodzajnej wskazanem jest również ziemię tę osobno zebrać i złożyć w miejscach składowych.

Organizacja pracy przekopowej, jak zobaczymy, może być bardzo rozmaitą i zależną od wielu czynników. W każdym razie pamiętać jednak należy o pewnych, ogólnie dla wszystkich systemów wiążących prawidłach, których dotrzymanie warunkuje dobroć budowy.

Zasady te dadzą się ująć w kilku punktach.

1. Należy pamiętać zawsze o konieczności odwodnienia przekopu tak z uwagi na opanowanie wody opadowej, jako też wody wgłębnej. Należytego postępu pracy można się spodziewać tylko przy terenach dostatecznie dobrze osuszonych. W uwzględnieniu powyższego momentu okaże się zawsze konieczność wykonania

rowów, zwyczajnie równoległych do osi podłużnej budowy, których zadanie polega na uchwyceniu i odprowadzeniu wody.

2. Ukończenie robót ziemnych połączone jest zwyczajnie z pewnym ściśle oznaczonym terminem. Dlatego też sprawę należy rozpatrzyć i pod tym kątem widzenia, ustalić, jakie objętości na poszczególnych przestrzeniach muszą być dziennie przerobione i w zależności od rezultatów tej kalkulacji rozpocząć robotę przekopową na możliwie wielkiej ilości punktów, przy użyciu dostatecznej ilości robotników.

3. System, wedle którego organizujemy prace przekopowe, jest w wysokiej zależności od rodzaju materiałów ziemnych, z którymi będziemy mieli do czynienia, dalej od mającego się użyć systemu przewozowego, wreszcie sprawa ta jest w związku z organizacją nasypów, o których będziemy mówili później. Jak widać z tego, nie może być organizacja przekopu traktowaną sama dla siebie, oderwaną od innych czynników, albowiem dopiero należyte uwzględnienie wszystkich poruszonych momentów da nam możliwość pracy ekonomicznej.

4. Organizacja przekopu winna być tego rodzaju z reguły, by naczynie przewozowe znajdowało się zawsze pod wykonywanym przekopem. W ten sposób zaoszczędzamy sobie kosztów podnoszenia materiału na wysokość naczynia przewozowego. W związku z tem będzie również wydanie tego rodzaju zarządzeń, które zapobiegają kilkakrotnemu przrzucaniu materiału. Pamiętać bowiem należy, że każde niepotrzebne nabranie materiału na łopatę powoduje zbyt duże koszty i podraża robotę.

5. Przekopy organizować powinniśmy w ten sposób, by ruch pełnego naczynia przewozowego odbywał się o ile możliwości ze spadkiem. Moment ten ma wpływ na rodzaj i konstrukcję torów przewozowych, co połączone jest z typem naczynia przewozowego.

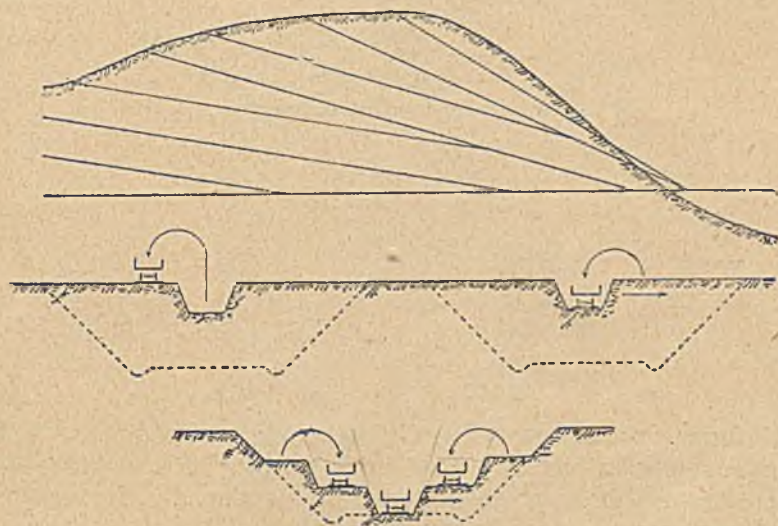
6. Wreszcie wysuwa się także sprawa bezpieczeństwa pracujących przy budowie robotników i to tem więcej, że mamy tu z reguły do czynienia z materiałem roboczym mało inteligentnym, nie zdającym sobie sprawy z niebezpieczeństwa na jakie może być narażony.

Poruszone momenty winny być starannie rozpatrzone, dlatego też wybór pewnego systemu jest rzeczą bardzo poważną.

Rozpatrzmy teraz poszczególne metody przekopowe, przy czem odrazu zaznaczyć należy, iż często spotyka się również typy kombinowane.

a) Przekop warstwowy wzdłuż osi podłużnej.

Przekop ten polega na podziale całej powierzchni przekopu na poszczególne warstwy o wysokości zależnej od gatunku materiału ziemnego i porządkowym wcinaniu się korytarzami równoległymi do osi podłużnej. W ten sposób powstaje cały szereg poszczególnych piątr budowy, na których układa się tory, dla przewozu materiału. Rys. 64 przedstawia postępowanie roboty. Pierwszy korytarz ma spadki największe, które w miarę postępu roboty maleją.



Rys. 64

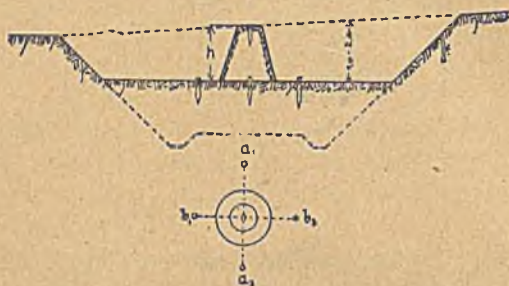
Wysokość poszczególnych piątr jest tem mniejszą, im mniej zwięzłym jest materiał ziemny; szerokość stopni zależy od rodzaju naczynia przewozowego. Jeżeli przewozimy ziemię taczkami, stopnie mogą być wąskie, natomiast przy użyciu kolejki roboczej szerokość ich wynosi 3—4 m.

Roboty ziemne przekopowe oddawane są z reguły akordowo; w tym wypadku należy umożliwić robotnikom kontrolę wysokości, szczególnie ważną wówczas, gdy teren nie jest poziomy.

Z tego też powodu pozostawia się zwyczajnie w osi drogi stożek ziemi rodzimej t. zw. świadek, który przy odbiorze roboty stanowi podstawę obliczenia wysokości. Ponieważ stożek taki utrzymuje się do wysokości około 2 m, przeto rozpoczynając dalszy głębszy przekop, musimy stożek ten rozebrać. Aby nie stra-

cię punktu osiowego, wbijamy na nowej podstawie dwa kołki  $a_1$  i  $a_2$  mniej więcej w osi drogi, oraz drugie dwa  $b_1$  i  $b_2$  poprzecznie do niej, które zapomocą libeli doprowadzamy do jednego poziomu, przyczem naturalnie kołki te otrzymują swoje położenie przez odrzutowanie zapomocą pionu sznurka rozpiętego nad kołkiem osiowym.

Po rozebraniu stożka, otrzymujemy przez rozpięcie sznura w linii  $a_1a_2$  i  $b_1b_2$  w miejscu skrzyżowania nowy punkt osiowy. Od czasu do czasu potrzebną jest kontrola w ten sposób otrzymanej osi zapomocą instrumentu.



Rys. 65

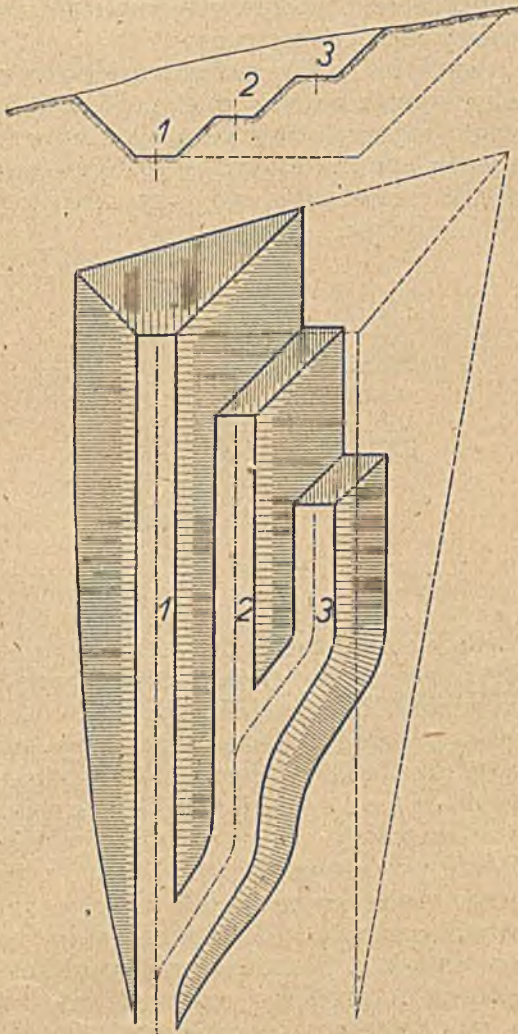
Metodę warstwowego zbierania materiału zastosowujemy przy ziemiach mało zwięzłych i przy krótkich odległościach przewozowych. Ze względu na początkowe znaczniejsze spadki, przewozimy przy rozpoczęciu roboty materiał taczkami.

Dodatnią stroną tej metody jest okoliczność, że pracujemy tu zwyczajnie ze spadkiem, ujemną konieczność ciągłego przekładania toru przewozowego.

b) Metoda uskokowa lub terasowa polega na tem, że z jednej strony przyszłego przekopu wcinamy się wąskim korytarzem aż do przyszłej niwelety budowli, w którym to poziomie układamy tor kolejki roboczej. Korytarz ten jest przedłużany od czoła dalej w głąb przekopu, zaś z boku w wysokościach od 1,5 do 3,0 m wykonujemy następne tory przewozowe, które częściowo pracują od czoła, częściowo zaś z boku. Również i przy tym systemie zachodzi konieczność przesuwania torów, jednakże odbywa się to już rzadziej. Nadto nie przeszkadza nam tutaj woda, która gromadzi się w najniższym korytarzu i może być stamtąd łatwo wyprowadzoną rowem ze spadkiem wzdłuż osi podłużnej.



Tory robocze uskoków wyższych sprowadzane są do toru głównego, przyczem należy im nadać spadki stosowne dla przyjętego naczynia przewozowego.



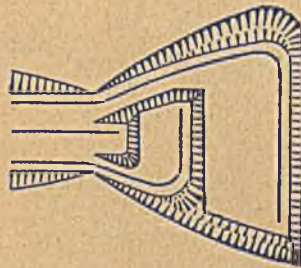
Rys. 66

Metody tej używa się przy ziemiach mało i średnio zwięzłych, przy znacznych długościach przekopów, gdyż tylko w tym wypadku możemy wyrobić dla torów uskokowych znośne spadki. Zaletą tej metody jest znaczna długość linii przewozowych, dłuższe

utrzymanie torów w jednej pozycji, aniżeli przy metodzie warstwowej, a wreszcie możliwość użycia rozmaitych typów przewozowych; ujemną jest prowadzenie jednostronne przekopu, przy którym nie mamy możliwości dysponowania materiałem na obie strony przekopywanej partji, do nasypów.

c) Przekop czołowy polega na wykonywaniu roboty odrazu w pełnym przekroju od czoła, przyczem dla pośpiechu w robocie utwarza się zwyczajnie kilka piątr roboczych.

Ładowanie materiału, które przy tej metodzie jest zasadniczo od czoła, zamienić można przez stosowny skręt toru przewozowego na ładowanie boczne.



Rys. 67

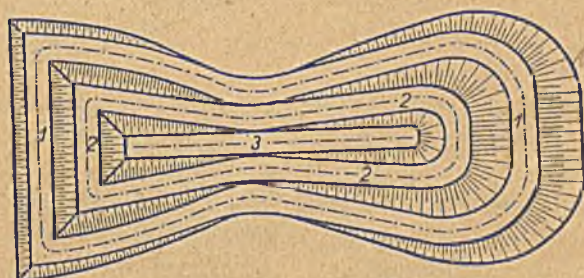
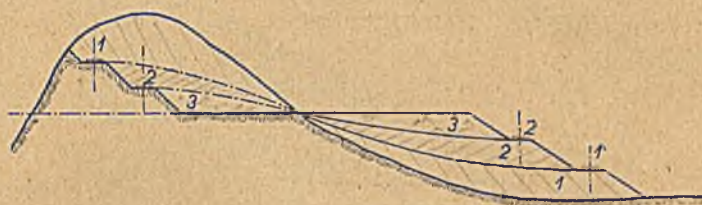
Metoda ta nadaje się doskonale dla krótkich i głębokich przekopów w skale. Zaletą jej jest łatwe i stosunkowo tanie ładowanie materiału, stałość znacznej długości torów przewozowych i łatwe odprowadzenie wody; ujemną stosunkowo niewielką ilość miejsc roboczych oraz brak połączenia z drugą stroną przekopu.

d) Metoda schodowa jest właściwie połączeniem metody czołowej z terasową a polega na utworzeniu łączących się z sobą stopni przy przekopach odrazu w całym przekroju. Sposób rozmieszczenia urobionego materiału w nasypie podaje rys. 68. Zaletą tej metody jest ciągłość linii przewozowych na pojedynczych stopniach tak, iż wózki po wypróżnieniu nie potrzebują być tą samą drogą do przekopu odprowadzane, lecz odbywają drogę okrężną, nie przeszkadzając sobie wzajemnie. Rozmieszczenie robotników jest korzystniejsze niżli przy dwóch poprzednich metodach; wygodne ładowanie. Natomiast dość częsta zmiana położenia toru roboczego, wskutek czego konieczność zastosowania lekkich i łatwo przesuwalnych torów.

Metoda ta nadaje się dobrze przy krótkim terminie roboczym, przy wielkich, długich i głębokich przekopach, przyczem rodzaj

materiału jest tu do pewnego stopnia obojętny. Zwrócić należy nadto uwagę na możliwość użycia rozmaitych torów przewozowych a co zatem idzie rozmaitych naczyń przewozowych, gdyż każde piętro pracuje tu oddzielnie dla siebie.

e) Przekopy boczne używane są przy większych robotach prowadzonych na zboczach. Zasada ich organizacji polega w tem, iż od strony doliny w pobliżu przekopu układamy tor kolejki roboczej (I), od którego odgałęziają się, zwyczajnie zapo-

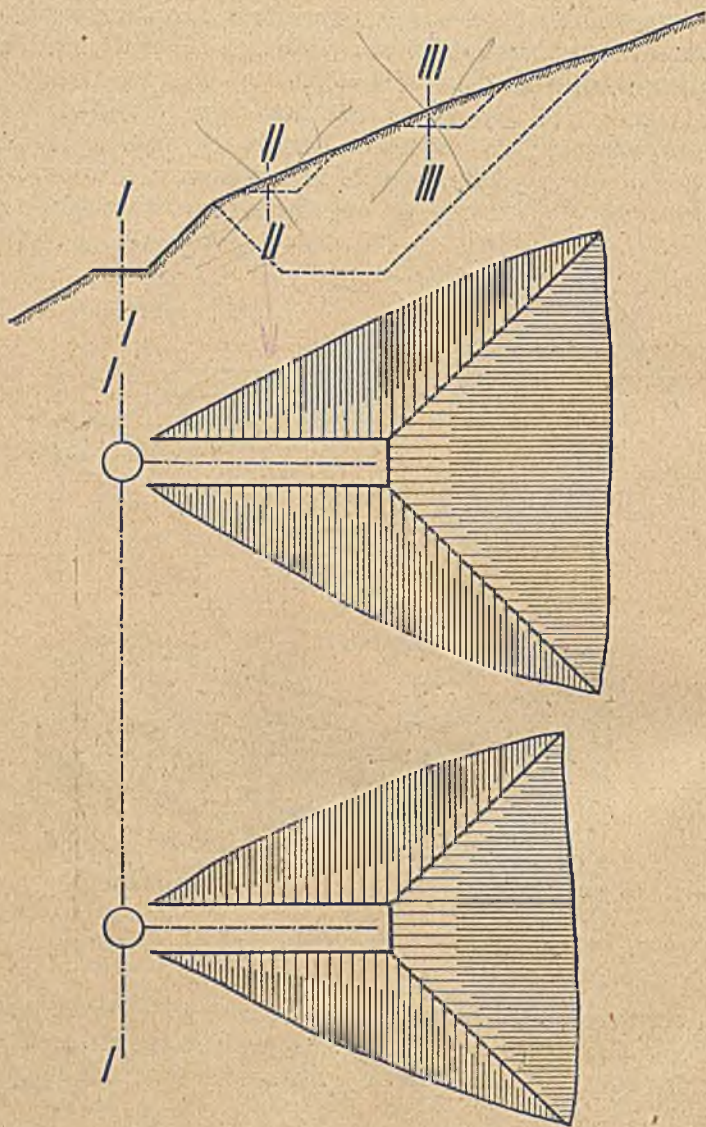


Rys. 68

mocą obrotnic, poprzeczne tory sięgające w głąb projektowanego przekopu. Przy torach tych pracują robotnicy systemem czołowym. W miarę uskuteczniania przekopu tory boczne muszą być ciągle przesuwane.

Przy większych robotach niema żadnej przeszkody przeciwko ułożeniu kilku torów głównych (II, III) w rozmaitych wysokościach.

Dobłą stroną tej metody jest możliwość ułożenia tylu torów bocznych, ile się zapragnie, zatem wytworzenia dowolnej ilości miejsc roboczych i zajęcia większej ilości robotników. Da się



Rys. 69

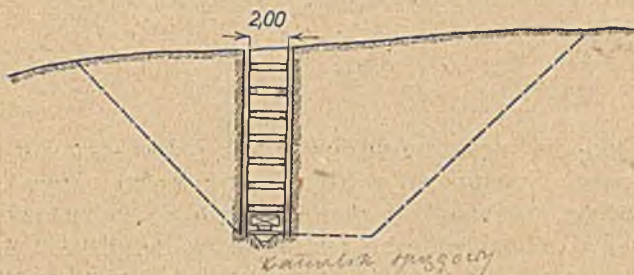
urządzić zawsze przewóz materiału ze spadkiem, nadto istnieją bardzo łatwe warunki dla należytego odprowadzenia wody. Tor główny (I) raz ułożony nie potrzebuje już przekładania. Oprócz

tego możliwość dysponowania materiałem na obie strony wykonywanego przekopu.

Niewygodną jest konieczność przekładania torów poprzecznych, związanie ich z terenem zapomocą obrotnic i strata czasu jaka powstaje na obrotnicach.

f) Metoda głębokiego wcięcia stosuje się przy krótkich, głębokich przekopach w materiale skalistym o znacznej zwięzłości.

Polega ona na wykonaniu z jednej strony przekopu głębokiego wcięcia terenu aż do przyszłej niwelety drogi, a następnie bocznego rozszerzania całego przekroju. Ściany wykonywanego wcięcia mają pochylenie bardzo strome, nawet zupełnie pionowe;



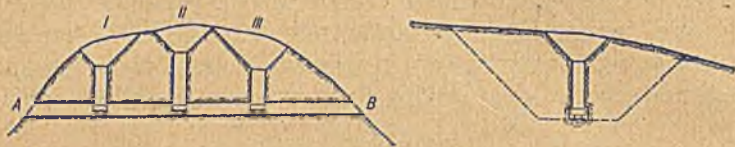
Rys. 70

z tego powodu okazuje się konieczność należytego opierzenia i rozparcia przekopu, które znika w miarę wykonywanej roboty. Celem umożliwienia należytego odwodnienia wykonuje się zwyczajnie pod torem kolejki roboczej, ułożonej na dnie wcięcia, rów odpływowy ze spadkiem podłużnym.

Ponieważ wykonanie wcięcia należy do robót kosztownych, gdyż użyte tu muszą być sposoby górnicze, przeto staramy się, by głębokość ich była możliwie najmniejszą. Z tej przyczyny wcięcia wykonujemy zawsze po stronie niższej terenu.

Metoda ta posiada wiele zalet. W pierwszym rzędzie szybkość pracy, przyczem ładowanie wypada tanio, gdyż materiał spada do wózków z góry i nie potrzebuje być podnoszony. Następnie raz ułożony tor nie jest co do swej wysokości naruszany; istnieje tylko konieczność bocznego przesuwania. Oprócz tego jest możliwość doskonałego odwodnienia całej partji tak, że pracuje się w materiale suchym. Jako dodatnią stronę należy zaznaczyć również możliwość dysponowania materiałem na obie strony. Istnieją również i wady, tkwiące głównie w znacznych kosztach wcięcia oraz w niebezpieczeństwie przysypania robotników.

g) Metoda podkopowa, zwana także angielską, polega na tem, iż w pierwszym rzędzie wykonujemy sztolnię o wymiarach 2,30/2,60 do 2,50/2,80 m, a następnie dowolną ilość szybów pionowych lub lekko od pionu odchylonych. Sztolnia wykonana jest w przyszłej niwelecie, przyczem celem należytego odwodnienia całego obszaru pod przekop zajętego posiada u spodu kanalik spągowy, odprowadzający wodę.



Rys. 71

Po wykonaniu powyższych elementów rozpoczyna się u góry szybów praca przekopowa w formie lejkowatej około każdego szybu z osobna, materiał zaś ziemny zsuwa się samoczynnie szybem na dół do podstawionych pod poszczególne otwory wózków. Metoda ta opłaca się dopiero w bardzo głębokich przekopach 10—20 m, zatem przy drogach nieużywana.

## 28. Przewóz ziemi

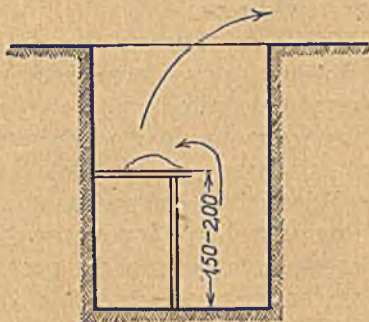
Z wykonaniem przekopu łączy się przewóz ziemi, która musi być z przekopu usunięta. Przewóz ten dostosowany być powinien do rozmaitych czynników, a więc do spadku jaki mamy do dyspozycji, następnie do odległości na jaką materiał przewożymy, wreszcie do wielkości masy materiału.

Dla każdego typu roboty używać będziemy stosownego do tego naczynia, które w danych warunkach da nam rezultat najekonomiczniejszy.

Najprymitywniejszym narzędziem w tym kierunku jest łopata, używana normalnie do ładowania materiału ziemnego do innych naczyń przewozowych. Transport materiału łopata odbywa się zapomocą przrzutu. Robotnik jest w stanie wykonać przrzut na odległość 3—5 m, przyczem w 8-godzinny dzień roboczy możliwe jest 3.000—4.000 przrzutów. Objętość nabierana na łopatę jest dosyć rozmaita, zależna od gatunku materiału oraz staranności robotnika i wynosi przeciętnie około 0,003 m<sup>3</sup>, wobec czego robotnik jest w stanie przrzucić dziennie

w kierunku poziomym około 7—11 m<sup>3</sup> poprzednio już wzruszonej ziemi.

W pewnych wypadkach transportujemy materiał łopata również w kierunku pionowym, jak np. przy wykopach niezbyt głębokich a wąskich z dołów fundamentowych (rys. 72). Wtedy wysokość przerzutu wynosi 1,5—2,0 m. Przy głębszych wykopach fundamentowych sposób ten się nie opłaca i używamy innych narzędzi jak kołowrotów, kubłów i t. p. Wyjątkowo przy robotach niewielkich używać będziemy podwójnego rzutu łopata, polegającego na tem, iż materiał raz już przerzucony, transportujemy



Rys. 72

w ten sam sposób na dalszą odległość po raz drugi. Użycie łopaty jako środka transportowego jest dosyć ograniczone i wyjątkowe; trafia się ono przy wykopach rowów, gdy materiał zostaje na miejscu użyty do nasypu, dalej przy wykonaniu niewielkich robót w przekrojach odcinkowych, gdzie równocześnie występuje przekop i nasyp.

Pierwszy rzut łopata liczy się robotnikowi zawsze jako przynależny do przekopu, dopiero następny jest osobno płatny.

Przy wspomnianych powyżej wykopach fundamentowych, materiał z dna wyrzucamy na podesty rusztowaniowe, ustawiane przekładnio w odstępach pionowych 1,50—1,80 m.

Drugim, już doskonalszym naczyniem przewozowym są taczki. Są one chętnie używane, gdyż posiadają bardzo wiele zalet.

W pierwszym rzędzie do ruchu swego potrzebują ze wszystkich naczyń przewozowych najmniej miejsca a urządzenie toru przewozowego jest możliwie prymitywne, gdyż wystarcza tu po-

łożony na ziemię brus o szerokości 25—30 cm, zwyczajnie okuty na końcach wstęgówką, celem ochrony czoła przed zgniataniem. Następnie są one bardzo skrętne; obrót nimi jest możliwy na miejscu, co również w pewnych wypadkach przedstawia bardzo dodatnią cechę. Wreszcie znoszą dość wielkie spadki, w każdym razie takie, które nie byłyby do pokonania innem naczyniem przewozowem. Spadek 10%, a więc już bardzo znaczny, nie należy przy taczkach do rzadkości. Z tego powodu, nawet w wypadkach, gdy z gospodarczego punktu widzenia, zasadniczo organizujemy przewóz ziemi naczyniami sprawniejszemi, to pierwsze przekopy, wykonane zwyczajnie przy silnych spadkach, organizujemy do przewozu taczkami.

Wkońcu należy dodać, o czem mowa zresztą będzie później, że taczki, posiadające objętość stosunkowo niewielką, muszą przejeżdżać często po nasypie, wskutek czego nasyp ten jest w trakcie roboty niejako samoczynnie ubijany. Faktem jest, że nasypy wykonane taczkami osiadają się najmniej i uważane są jako jedne z najlepszych. Również i ta okoliczność, że taczki są w porównaniu z innymi urządzeniami przewozowymi najtańsze, ma również ważne znaczenie, szczególnie dla początkujących i materialnie słabiej uposażonych przedsiębiorców.

Wadą taczek jest ich stosunkowo niewielka objętość, a w następstwie tego ograniczona tylko do niewielkich odległości zdolność konkurencyjna.

Pełna taczka jest z reguły pchaną przez robotnika; w powrocie, pustą, pcha ją przed sobą lub ciągnie za sobą. Przy pchaniu pełnej taczki część pracy robotnika pochłoniętą jest przez to, iż przy wszystkich używanych konstrukcjach dźwiga on również część obciążenia taczki. Próbowano konstruować taczki tego typu, by środek ciężkości pełnej taczki leżał pionowo nad osią kółka, okazało się jednak, iż jest to praktycznie niemożliwe, albowiem najmniejsza nierówność terenu doprowadza w tym wypadku natychmiast do bocznego przechylenia się taczki i wywrotu.

Na podstawie praktyki ustaliła się ta zasada, iż taczki wtedy są dobrze skonstruowane, gdy środek ciężkości pełnej taczki leży od osi kółka w odległości  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{2}{5}$  całej długości taczek, liczonej od osi do końca pochwyty.

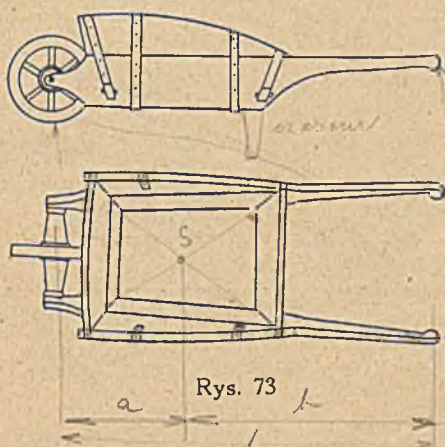
Ażeby robotnika uwolnić również od pracy złączonej z pochylaniem się dla uchwytu taczki, często bardzo osadza się je na nóżkach odpowiedniej wysokości.

Podnieść należy jeszcze jedno; zbyt szeroki rozstaw pochwyty, jaki mają np. taczki o typie rosyjskim, nie jest dla pracy



korzystny. W tym wypadku bowiem robotnik, przy szeroko rozstawionych rękach, nie jest w możności należytego użycia swej siły do pchania taczek. Użycie tych taczek jest możliwe tylko dla latami w tej pracy wyszkolonych robotników, przyczem ze względu na ich objętość występują znaczne trudności przy pracy pod spadek, pokonywane w ten sposób, iż drugi robotnik przyprzega się zapomocą pasa do przodu i ciągnie taczki, podobnie jak koń w zaprzęgu.

Typ podany na rys. 73 przedstawia taczki u nas bardzo rozpowszechnione o pojemności 0,03—0,05 m<sup>3</sup>. Wykonywane one są



*a:b = 1:4 do  
2:5*

Rys. 73

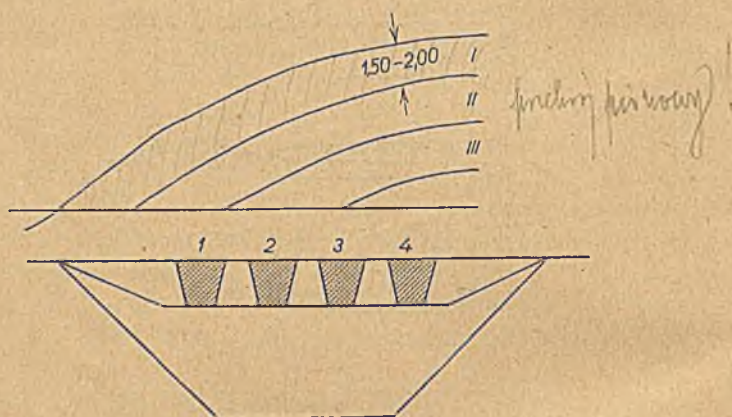
w dwóch rodzajach, jako taczki zwykle i nadsadzane, przy których objętość taczki powiększa się przez dodanie nadsadzonych boków pudła. Średnica kółek, które mogą być drewniane lub żelazne, wynosi zwyczajnie 40—50 cm.

Oprócz taczek czysto drewnianych, które muszą być okute, mamy w handlu taczki kombinowane, jak również całe wykonane z blachy żelaznej. Dla przewozu materiałów skupionych, jak pojedyncze bryły kamienia, używa się taczek platformowych, mogących pomieścić 0,05 do 0,07 m<sup>3</sup>.

Szczególłą baczność należy poświęcić na budowie sprawie należytej organizacji pracy wywozowej, która zresztą z reguły płacną jest w akordzie. Istnieją tutaj najrozmaitsze możliwości organizacji. Najprymitywniejsza będzie ta, iż robotnik przewożący sam materiał wznosi, ładuje i przewozi. Wyższy typ organizacji polegać będzie na tem, iż osobnych robotników przeznacza się do wykopu i ładowania, oddzielnych zaś do przewozu. W tych warunkach bardzo ekonomiczną jest praca na t. zw. taczki przekładnie,

polegająca na tem, iż taczek jest dwa razy tak wielka ilość jak przewożących, wskutek czego robotnik wracający do przekopu z tawką pustą znajduje naładowaną tawkę pełną, nie traci zatem czasu na czekanie na załadowanie.

Przy większych odległościach transportowych 120—150 m, które zresztą przy tawkach stanowią z uwagi na ekonomiczność przewozu ostateczną granicę odległości, oraz przy drogach przewozowych w spadku organizuje się pracę w ten sposób, iż dzieli się całą odległość przewozu na pojedyncze przestrzenie 30—40 m długości, na granicy których robotnik oddaje następnemu pełną tawkę, odbierając od niego wzamian pustą. W ten sposób utru-



Rys. 74

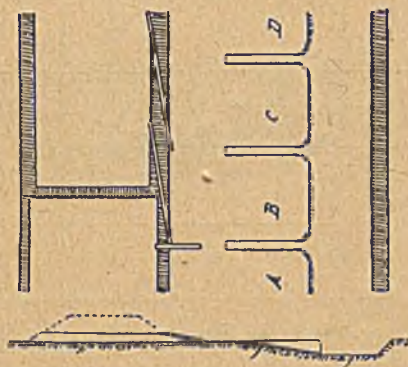
dzenie robotnika jest mniejsze, albowiem znajduje on częsty odpoczynek przy powrocie z tawką pustą. Nadmienić należy, że taczki pełne z reguły jeżdżą po torze sporządzonym z brusów, taczki puste po terenie.

W ostatnich czasach ukazały się w handlu taczki gąsienicowe z podwójnym kółkiem, obwiedzionem przyrządem czołgowym. Znaleźć one mogą zastosowanie w trudnych warunkach przejazdu, albowiem pokonują łatwo wszelkie przeszkody terenowe.

Praca przewozowa, jak już pierwej powiedzieliśmy, płaconą jest systemem akordowym, przyczem podstawą wynagrodzenia jest z reguły objętość w przekopie. W tym celu dzieli się przekop na poszczególne warstwy I, II, III i t. d., mniej więcej 1,50 do 2,50 m głębokie, pojedyncze zaś warstwy na części 1, 2, 3 i t. p., które oddaje się do wywozu utworzonym partjom robotniczym.

Tego rodzaju system zatrudnia silniej organy nadzorcze ze względu na konieczność częstych pomiarów wywiezionej objętości, jednakże w rezultacie jest sposobem najekonomiczniejszym.

Przy wykopie z t. zw. rezerwy, t. j. z miejsc specjalnie na pobór materiałów przeznaczonych a położonych z reguły w sąsiedztwie mającego się wykonać nasypu, organizuje się pracę wywozową w ten sposób, iż w pierwszym perjodzie budowy winni robotnicy wywozić ziemię z oddanych im części do bezpośrednio naprzeciw położonego nasypu. O ile rezerwa zostanie nieco pogłębiona, a nasyp przeciwny podwyższony, wytwarzają się już spadki trudne do pokonania przy przewozie. Wobec tego prze-



Rys. 75

łada się brusy ukośnie, powiększając w ten sposób drogę przewozową, by robotnicy przewozili materiał do dalej położonych przestrzeni nasypu, a więc nie prostopadłe, lecz naukos. Uzyskuje się w ten sposób złagodzenie spadku, umożliwiające przewóz.

W nowszych czasach używa się przy przewozie materiałów ziemnych przeważnie w óz k ó w poruszających się po t o r a c h r o b o c z y c h. Wózki te wprawiane są w ruch bądź to siłą ludzką, bądź też zwierzęcą, wreszcie motorami mechanicznymi. Tory robocze, pierwotnie wykonywane bardzo prymitywnie z drzewa, są obecnie z reguły żelazne i w urządzeniach swoich wykazują wielkie zbliżenie do normalnych torów kolejowych. Rozstaw szyn waha się w dość szerokich granicach od 500—1.000 mm; wyjątkowo przy wielkich budowach układane są również tory normalne. W zależności od ciężaru przejeżdżających po nich wózków, profile szyn są bardzo rozmaite a podane poniżej zestawienie uwidoczni nam najrozmaitsze pod tym względem typy:

Wyso- kość mm	Szerok. stopy mm	Szerok. główki mm	Grubość szyjki mm	Ciężar 1 mb kg
50	42	20	4,0	4,3
60	44	21	4,4	5,0
65	48	23	5,0	6,0
65	50	25	5,5	7,0
70	60	32	6,0	10,0
70	56	28	5,5	9,0
75	60	28	6,0	9,3
80	72	38	8,0	13,6
80	66	32	7,0	12,0
80	72	38	8,0	14,0
80	67	35	6,2	12,0
80	70	36	7,0	13,0
80	66	32	7,0	11,0
80	69	37	9,5	14,0

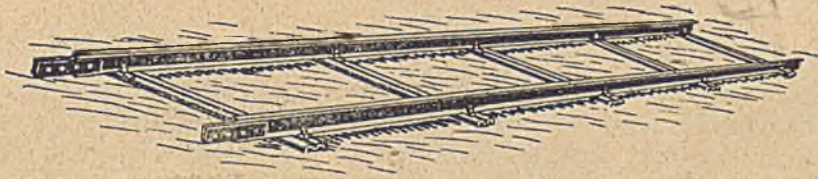
Zwyczajnie określamy typ użytej szyny przez podanie ciężaru 1 mb.

Szyny kolejki roboczej ułożone są na progach drewnianych lub obecnie częściej żelaznych. Progi drewniane z drzewa mięk-

kiego mają przekrój 12—15/5—10 cm i układane są w odstępach jednowymiarowych. Przy ruchu z pomocą ludzi lub zwierząt, progi układane są bezpośrednio na ziemi w sposób bardzo prowizoryczny; o ile natomiast mamy do czynienia z ruchem motorowym, natenczas powinny być podbite żwirem, podobnie jak ma to miejsce przy kolejach normalnych.

Przymocowanie szyn do progów drewnianych odbywa się za pomocą haków i śrub do drzewa, t. zw. wkretek.

Powszechnie dzisiaj będące w użyciu progi żelazne uformowane są z blachy stalowej wygiętej w przekrój trapezowy lub falisty. Utwierdzenie szyny do takiego progów odbywa się za pomocą specjalnych śrub i łapek.



Rys. 76

Połączenie pojedynczych szyn wykonuje się za pomocą styków międzyprogowych lub też na progach za pomocą nakładek i śrub.

Przy użyciu progów żelaznych przychodzą na budowę zwyczajnie gotowe przesła toru, zestawiane w rozmaitych długościach wahających się między 1,50 a 7,00 m. Dłuższe przesła są nieodpowiednie, albowiem za ciężkie do przenoszenia.

Celem umożliwienia skrętu kierunku jazdy, dostarczane są również przesła łukowe, skonstruowane zresztą tak samo jak proste.

Umożliwienie przejścia z toru na tor odbywa się za pomocą rozjazdów i obrotnic.

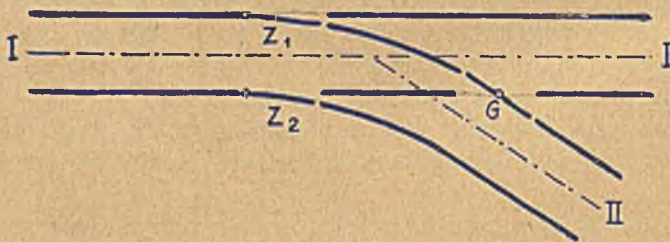
Używane są tutaj następujące rozjazdy: z zwrotnicą iglicową, przesuwową, oraz rozjazd nakładany.

Rozjazd z zwrotnicą iglicową (rys. 77) nie różni się w konstrukcji swojej od rozjazdu na kolei normalnej. Istota jego urządzenia polega na tem, iż zewnętrzne toki obu torów przechodzą nieprzerwanie, podczas gdy w wewnętrznych tokach umieszczoną jest krzyżownica oraz iglica, umożliwiająca przez odpowiednie jej nastawienie przejazd wózków z jednego toru na drugi. Rozjazd taki przychodzi również na budowę w stanie już zmontowanym, jako osobne przesło.



Rys. 77

Rozjazd z zwrotnicą przesuwową (rys. 78) przedstawia już urządzenie bardziej prowizoryczne. Przy niej mianowicie są wszystkie toki poprzerywane. Iglica i krzyżownica osadzone są w odpowiednich punktach obrotowo i przez odpowiednie skręcenie mogą przepuszczać wózki na oba tory. Niema jednak przeszkody, by krzyżownica nie mogła być urządzoną również w sposób stały poprzednio przedstawiony.



Rys. 78

Również bardzo prowizoryczny charakter posiada rozjazd nakładany. Polega on na tem, że tory wogóle ze sobą się nie stykają, ani przecinają; natomiast dla umożliwienia przejazdu z jednego toru na drugi, nakłada się na nie osobno skonstruowane przesło łukowe, dotykające na końcach obu torów stycznie a przytwierdzone do ułożonych torów zapomocą stosownych łapek stalowych.

Oprócz rozjazdów służą do przesunięcia wózków na odmienne tory również obrotnice. Konstrukcja ich jest bardzo roz-

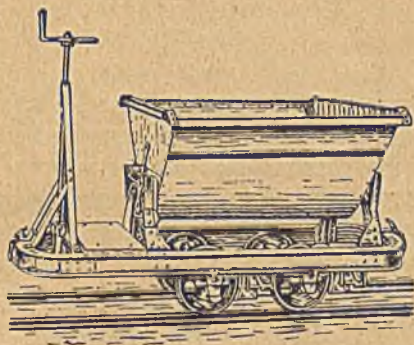
maita; naogół jest to żelazna płyta lana, osadzona bądź to na trzpieniu, bądź też podparta obwodowo zapomocą łożysk kulowych. Po wprowadzeniu wózka na obrotnicę następuje jej skręt do żądanego kierunku a następnie przesunięcie wózka na nowy tor. Zasadniczą różnicą pomiędzy rozjazdem a obrotnicą jest to, że przy rozjeździe umożliwiony jest przejazd kilku wózków odrazu,



Rys. 79

które mogą być ewentualnie złączone w pociąg, podczas gdy przy obrotnicy istnieje możliwość przesunięcia tylko jednego wózka i cała operacja ze skręcaniem obrotnicy musi być powtarzana tyle razy, ile wózków trzeba przesunąć.

Będące w użyciu wózki robocze wykonane są w najrozmaitszej konstrukcji oraz o rozmaitej pojemności. Najchę-



Rys. 80

niej używane są dzisiaj wózki kolebkowe (rys. 80), wykonane z blachy żelaznej 2—3 mm grubej oraz osadzone na żelaznym podwoziu.

Objętość takich wózków, które mogą być wykonane do wyrzucania materiału wzdłuż osi toru lub też poprzecznie do niego, waha się pomiędzy  $\frac{1}{3}$  a 2 m<sup>3</sup>. Główną rolę w ich konstrukcji odgrywa sposób zawieszenia kolebek na ramie, rozchodzi się bowiem o to, by kolebka z jednej strony była łatwo wywrotną,

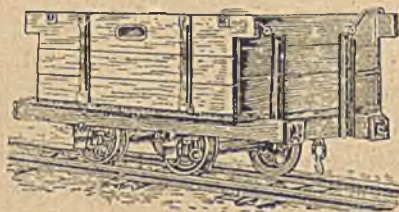
z drugiej zaś, by stateczność załadowanego wózka była odpowiednią, co ma tem większe znaczenie, że ruch ich odbywa się w warunkach dość prowizorycznych.

Wózki powinny być o ile możności zaopatrzone w hamulec; przy składaniu kilku wózków w jeden pociąg, przynajmniej co trzeci lub czwarty wózek powinien posiadać hamulec.

Koła wózków osadzone sztywno na osi są stalowe, używane zaś łożyska wałkowe najrozmaitszej konstrukcji.

Każdy wózek posiada haki sprzęgłowe oraz sprzęgła łańcuchowe, które umożliwiają łączenie kilku wózków ze sobą.

Oprócz wózków o pudle żelaznem używane są również wózki ze skrzyniami drewnianymi (rys. 81), urządzone również do wyrzutu podłużnego lub poprzecznego. Wyrzucenie



Rys. 81

ziemi odbywa się przy nich przez otwarcie jednej ściany skrzyni i przechylenie wózka zapomocą stosownego urządzenia.

Dla przewozu materiałów skupionych używa się również wózków platformowych, przy których na podwoziu spoczywa drewniana platforma. Wózek taki może być również użyty do przewozu ziemi przez ułożenie na platformie odpowiedniej ramy drewnianej i utworzenie w ten sposób pudła. Usunięcie ziemi odbywa się tu przez podważenie ramy, poczem robotnicy łopatomi materiał wyrzucają.

Przy ruchu motorowym używane są zwyczajnie lokomotywki polne dwuosiowe, lekkie, o ciężarze co najmniej 6 razy większym niżli potrzebna siła pociągowa. Używa się tu kotłów o wysokiem ciśnieniu do 14 atmosfer. Podparte są one w 3 punktach z niskiem położeniem środka ciężkości z uwagi na mniej staranne utrzymanie toru. Opalane są węglem, drzewem, torfem itp. Zaopatruje się je również w silnie działający hamulec. Siła waha się od 6—100 K. P., szybkość 1—20 km/godz. W pewnych wypadkach, szczególnie tam, gdzie nie jest pożądany dym, używa się lokomotyw pneumatycznych, elektrycznych, spalinowych itp.



Istotną cechą przewozu materiałów kolejkami roboczymi jest doprowadzone do możliwych granic zmniejszenie oporów ruchu i wynikająca stąd taniałość przewozu. Z drugiej strony odpowiednie zmniejszenie oporów ruchu uzależnione jest od dobroci wykonania toru oraz konstrukcji wózków, co z natury rzeczy pociąga za sobą dość znaczne koszty inwestycyjne oraz koszty utrzymania. Z tego powodu użycie tego rodzaju transportu opłaci się tam, gdzie mamy do czynienia z większymi odległościami przewozu oraz odpowiednio znaczną masą przewożonego materiału, gdyż tylko w tym wypadku uzyskujemy, z tytułu inwestycji i utrzymania, nieznaczne koszty przypadające na 1 m<sup>3</sup> przewożonej ziemi.

Transport ziemi po torze roboczym możemy zorganizować z popędem ludzkim, konnym i motorowym. Odnosnie do dwóch pierwszych popędów zaznaczyć należy, iż robotnik przy pchaniu wózka jest w stanie wydać ze siebie siłę około 12,5 kg; konia przyjmujemy z przeciętną wartością 75 kg. Motor mechaniczny może posiadać siłę taką, jaka jest nam potrzebna, a która wynosi około  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$  ciężaru własnego.

Z uwzględnienia powyżej wzmiankowanych kosztów inwestycyjnych okazało się, że użycie wózków poruszanych siłą ludzką opłaca się przy odległościach do 500 m i masie ziemnej co najmniej 10.000 m<sup>3</sup>, użycie konia od 500 do 1.500 m i masie co najmniej 20.000 m<sup>3</sup>, zaś motorów mechanicznych przy odległościach powyżej 500 m i masie większej niżli 50.000 m<sup>3</sup>.

Przewóz będzie tem trudniejszy, im z cięższymi jednostkami przewozowymi mamy do czynienia. Każda jednostka przewozowa ma pewien ciężar własny, który nazywamy ciężarem nie użytym, w odróżnieniu od ciężaru przewożonego materiału — użytecznego.

Co do tego ostatniego, który dla kosztów przewozu jest najbardziej miarodajny, to wagę 1 m<sup>3</sup> ziemi w stanie rozluźnionym przyjmujemy przeciętnie: dla kategorii 1. — 1.500 kg, 2. — 1.600 kg, 3. — 1.800 kg, 4. — 2.000 kg, 5. — 2.300 kg, 6. — 2.800 kg.

Dodać tutaj należy, iż każdy materiał posiada swój swoisty współczynnik załadowania, wynikający z wielkości spulchnienia przemijającego. Uwzględnienie tego współczynnika jest o tyle ważne, iż ma on doniosły wpływ na ukształtowanie się kosztów przewozu.

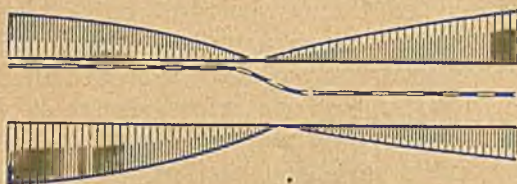
Współczynnik oporu przy torze roboczym waha się w granicach 0,006 do 0,008 a nawet 0,012 w zależności od utrzymania

toru; cyfry te dają nam możność obliczenia siły potrzebnej do pokonania przewożonego ciężaru.

Jeżeli np. wózek obejmuje 1 m<sup>3</sup> 4-tej kategorii o ciężarze jednostkowym 2.000 kg, a ciężar własny wózka jest 600 kg, natenczas w poziomie przy współczynniku oporu 0,01 wypadnie konieczna siła:

$$P = 0,01 \times 2600 = 26 \text{ kg,}$$

co spowoduje potrzebę użycia do ruchu wózka 2 ludzi. Ten sam wózek, o ile ma być wyciągnięty na spadek 2%, wymaga już siły:  $P = 2600 (0,01 + 0,02) = 78 \text{ kg}$ , czyli będziemy musieli użyć do pociągu 1 konia.



Rys. 82

Zaznaczyć należy, iż maksymalny spadek dla toru roboczego wynosi 3% i powyżej tego spadku toru nigdy nie układamy.

Sprawa chyżości ruchu będzie omawianą przy kosztach przewozu.

Należyte rozmieszczenie torów roboczych jest dla ekonomii pracy pierwszorzędnej doniosłości.

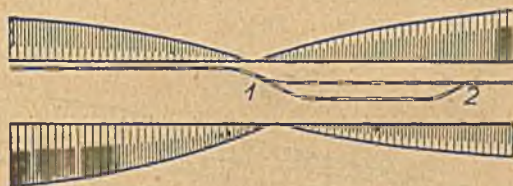
Najprostszym typem będzie urządzenie jednego toru prowadzącego z przekopu do nasypu (rys. 82), przyczem tor w przekopie dla ułatwienia ładowania leży wprost pod szarpą i w miarę postępu pracy jest przesuwany. Przesunięcie to, o ile ruch odbywa się w sposób ręczny lub siłą konia, wykonywa się prymitywnie, bez rozbierania toru, przez ustawienie szeregu robotników wewnątrz toru, którzy jednocześnie na dany przez przodownika sygnał przesuwają tor poprzecznie do jego osi, zapomocą drągów żelaznych.

O ile jednak do przewozu używamy motorów mechanicznych, natenczas urządzenie jednego toru już nie wystarcza i musimy wykonać tor boczny w postaci t. zw. w y m i j a n k i (rys. 83). W tym wypadku motor ciągnie wózki na tor główny w nasypie, następnie odczepiony od pociągu przechodzi przez zwrotnicę 2 na tor boczny oraz przez zwrotnicę 1 na tył pociągu i pcha dalej

wózki do nasypu, aż do miejsca zużytkowania materiału. W ten sposób motor, który jest znacznie cięższy od pojedynczych wózków, nie wchodzi na świeży nasyp, co przedstawiałoby dla motoru znaczne niebezpieczeństwo.

W drodze powrotnej odbywa się ponowne przesunięcie lokomotywy na miejsce dawne tak, iż pociąg jest do przekopu pchany z tyłu.

Oprócz tego, urządzenie wspomnianej wymijanki umożliwia obsługiwanie dwóch pociągów jedną lokomotywą.



Rys. 83

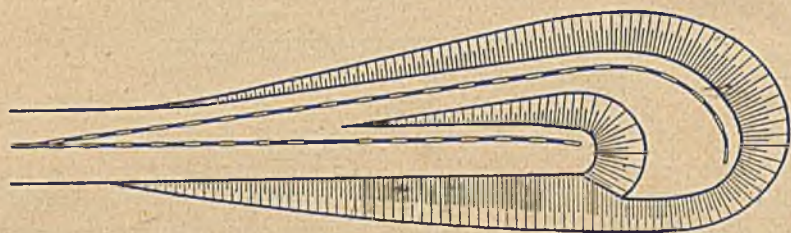
Przy robotach większych pracujemy z reguły w dwóch zespołach pociągowych tak, by w czasie gdy odejdzie pociąg pełny, dostawione mogły być wozy puste do przekopu celem ich załadowania. W tym wypadku maszyna, ciągnąca pusty pociąg do przekopu, wprowadza go przez zwrotnicę 2 na tor boczny i tam pozostawia. Przez zwrotnicę 1 wchodzi na tor główny, zabiera z przekopu pociąg pełny i prowadzi go po torze głównym, pozostawiając go pomiędzy rozjazdami obok pociągu pustego. Następnie przez zwrotnicę 2 maszyna wchodzi ponownie na tor boczny, wypycha pusty pociąg do przekopu, a pozostawiwszy go tam robotnikom do napełnienia, wraca do przystanku i pcha pełny pociąg na koniec nasypu. Zrozumiałe jest, że długość wymijanki musi być dostosowaną do długości pociągów.

Przez zastosowanie dwóch wymijanek możemy pracę zorganizować jeszcze korzystniej; w każdym razie należyte rozłożenie torów roboczych należy do bardzo ważnych prac organizacyjnych.

W pierwszym okresie budowy tor przewozowy musi być ułożony w spadku znacznie większym dochodzącym często do 30 ‰. W tych wypadkach organizujemy początkowo przewóz ręczny lub konny a dopiero, po uzyskaniu spadków mniejszych przechodzimy na trakcję mechaniczną.

Szczególnej ostrożności przy ruchu motorowym wymaga obniżanie toru, konieczne ze względu na postęp roboty, które o ile możliwości odbywać się powinno bez przerw w ruchu.

Należyta uwagę roztoczyć również należy nad urządzeniem torów roboczych w nasypie. Chodzi bowiem o to, by nasyp powstawał nie tylko po bokach, ale powiększał się również od czoła. O ile przy przewozie pojedynczych wózków, poruszanych ręcznie lub konno, mamy zawsze możliwość użycia naczyń przewozowych wyrzucających materiał naprzód, to przy przewozie w zespłacie pociągów pracę rzucania w przód wykonaćby mógł tylko pierwszy wózek. Z tego powodu dla powiększenia objętości tworzącego się czoła nasypu, układamy na jego końcach tor w zaokrągleniu w poprzek nasypu, czyli innymi słowy zamieniamy rzut boczny na czołowy (rys. 84).



Rys. 84

Znacznie rzadziej aniżeli taczki i wózki jeżdżące po torach bocznych używane są jeszcze inne urządzenia przewozowe jak: wózki dwukołowe ręczne i konne, zwykłe wozy czterokołowe, dalej równie pochyłe, kolejki wiszące itp. Są to urządzenia wyjątkowe, częściowo dość niedołążne, jak wózki dwu lub czterokołowe, częściowo zaś złączone ze specjalnymi warunkami terenowymi; dlatego też nie zajmujemy się nimi bliżej, niż przy budowie dróg znajdują one chyba tylko bardzo wyjątkowe zastosowanie.

## 29. Koszta przewozu

Koszta przewozu materiałów ziemnych obciążają w wysokim stopniu ogólny koszt budowy drogi, dlatego też musimy się tą sprawą zająć dość szczegółowo. Z uwagi na to, że — jak już powiedzieliśmy — z reguły oddajemy przewozy ziemne w akordzie, okazuje się koniecznym zapoznanie się z metodami, które umożliwią nam ocenę wartości tego akordu. Dodać przytem należy, iż oprócz rozwiązania ogólnego zająć się będziemy musieli rozwiązaniami szczegółowymi, złączonymi z rodzajem przewozu, jak

również z uwzględnieniem spadku, na którym praca przewozowa jest trudniejszą niżli w poziomie.

a) Przewóz materiałów na drodze poziomej.

Jeżeli przewozimy materiał jakimkolwiek naczyniem przewozowym na odległość  $X$ , natenczas przy średniej chyżości przewozu  $V$  potrzeba na przewiezienie i powrót z pustym naczyniem

czasu  $\frac{2X}{V}$ .

Oprócz tego tracimy pewien czas  $c$  na załadowanie i wyładowanie, nawracanie itp., tak że istotna łączna strata czasu wynosi

$$\frac{2X}{V} + c.$$

Jeżeli jednogodzinne koszta obsługi narzędzia, a więc np. przy taczkaach płaca robotnika, przy wózkach koszta popędu itd., na-

zwiemy przez  $Z$ , natenczas koszta przewozu w czasie  $\left(\frac{2X}{V} + c\right)$

będą wynosić:

$$Z \left( \frac{2X}{V} + c \right),$$

zaś koszta przewozu 1 m<sup>3</sup> materiału naczyniem przewozowym o pojemności czyli ładunku  $L$  wyniosą:

$$K = \frac{Z}{L} \left( \frac{2X}{V} + c \right).$$

Wzorem tym są objęte tylko czyste koszta przewozu, bez uwzględnienia kosztów narzędzi, utrzymania toru itp., co musi być uwzględnione osobno.

Przechodząc do szczegółowego omówienia tego wzoru, zwrócić musimy uwagę na poszczególne czynniki, gdyż bezkrytyczne ich zastosowanie mogłoby doprowadzić do fałszywych rezultatów.

Co do godzinnej płacy  $Z$  zaznaczyć należy, iż robotnik pracujący w akordzie z reguły, w rezultacie swej pracy, oczekuje wynagrodzenia wyższego, aniżeli to, które otrzymałby przy wynagrodzeniu czasowem. Z tego powodu należy na  $Z$  wstawiać wartość o 25—40% większą, niżli to miałyby miejsce przy godzinnem wynagrodzeniu robotnika w danej okolicy.

Również pewnej uwagi wymaga wartość  $L$ , przedstawiająca nam jednostkową objętość naczynia przewozowego. Ponieważ przewóz płacimy z reguły wedle objętości materiału w przekopie, a z drugiej strony wiemy już, iż każdy materiał ziemny po wy-

dobyciu go rozluźnia się i posiada pewien swoisty współczynnik załadowania, przeto chcąc otrzymać rzeczywistą wartość na  $\mathcal{L}$ , musimy istotną objętość naczynia przewozowego podzielić przez ten współczynnik. Innymi słowy: jednostkowa objętość jaką jednorazowo naczyniem przewożymy jest nieco mniejsza aniżeli objętość naczynia przewozowego.

Co do odległości przewozu  $X$ , to wstawiamy ją jako wartość przeciętną różnicy środków ciężkości bryły przekopu i wykonanego z niego nasypu.

Chyżość przewozu  $V$  jest dla rozmaitych typów przewozu różną i omówioną będzie szczegółowo później.

Co do straty czasu  $c$ , zużytego na załadowanie i wyładowanie, skręt itp. naczynia przewozowego, to dla taczek przyjmujemy ją zwyczajnie na  $1\frac{1}{2}$  minuty. Wyrażone w godzinach będzie:

$$c = \frac{1\frac{1}{2}}{60} = 0,025 \text{ godzin.}$$

Dla wozów zwykłych i wózków kolejki roboczej przyjmujemy zwyczajnie tę wartość w takiej ilości minut, ile razy pojemność taczki normalnej mieści się w pojemności danego naczynia przewozowego, dodając nadto każdorazowo 6 minut na zwłokę wynikłą z konieczności nawracania, zatrzymywania się itp. Najlepiej jednakże w każdym poszczególnym wypadku zbadać tę stratę przez przeprowadzenie kilku prób.

Ponieważ objętość normalnej nadsadzanej taczki wynosi przeciętnie  $0,05 \text{ m}^3$ , przeto dla większych naczyń przewozowych wartość na  $c$  przybierze formę:

$$c = \frac{\mathcal{L}}{0,05} + 6 = \frac{20\mathcal{L} + 6}{60} \text{ godzin.}$$

Omówiwszy powyższe momenty, przejdziemy teraz do specjalnych rodzajów przewozu ziemi.

### 1. Przewóz taczkami.

Chyżość przewozu przy taczkach jest niewielka i wynosi na godzinę przeciętnie 3.000 m. Objętość ich, przy taczkach nadsadzanych około  $0,05 \text{ m}^3$ , zatem koszt przewozu  $1 \text{ m}^3$  materiału będą:

$$K_i = \frac{Z}{0,05} \left( \frac{2X}{3.000} + 0,025 \right)$$

lub

$$K_i = 20Z (0,00067X + 0,025).$$

Wzór ten upraszcza się znacznie, o ile znamy wartość jednogodzinną pracy robotnika. Przyjmąwszy przykładowo, iż  $Z = 1$  zł otrzymamy:

$$K_t = 0,0134 X + 0,50.$$

Jeśli nadto uwzględnimy wymieniony poprzednio współczynnik załadowania, nazwawszy go przez  $q$ , natenczas otrzymamy wartość 1 m<sup>3</sup> przewozu w formie:

$$K_t = 20 Z q (0,00067 X + 0,025).$$

Koszta objęte tym wzorem przedstawiają nam czystą pracę przewozową, regulują zatem stosunek pomiędzy pracodawcą a robotnikiem. Pragnąc otrzymać jednakże istotny, dla budowy miarodajny koszt przewozu, musimy do tych kosztów doliczyć jeszcze koszt taczek oraz toru przewozowego, wypadający na 1 m<sup>3</sup> przewiezionej ziemi.

Zanim rozpatrzmy tę sprawę, musimy się zająć obliczeniem ilości robotników potrzebnych do wykonania pracy przewozowej.

Jeżeli z programu budowy wypadnie nam, iż godzinna ilość przewozu wynosi  $W$  m<sup>3</sup>, natenczas pragnąc ocenić ilość potrzebnych do tego robotników, która musi być zależną od długości przewozowej  $X$ , musimy zdać sobie sprawę z tej ilości materiału, którą jeden robotnik jest w stanie przewieźć w godzinie. Ponieważ czas przewozu jednej taczki wynosi

$$t = \left( \frac{2X}{V} + c \right) = \frac{2X + Vc}{V},$$

przeto ilość jazd w jednej godzinie będzie:

$$n = \frac{1}{t} = \frac{V}{2X + Vc}.$$

Podstawiając odpowiednie wartości otrzymamy:

$$n = \frac{3.000}{2X + 3.000 \cdot 0,025} = \frac{1.500}{X + 37,5}.$$

Objętość zaś jaką jeden robotnik jest w stanie przewieźć wynosi:

$$W_1 = \xi \cdot n = 0,05 \cdot \frac{1.500}{X + 37,5} = \frac{75}{X + 37,5} \text{ m}^3$$

lub uwzględniając współczynnik załadowania:

$$W_1 = \frac{1}{q} \cdot \frac{75}{X + 37,5} \text{ m}^3.$$

Ogólna ilość zatem potrzebnych do przewozu robotników będzie:

$$\frac{W}{W_1} = \frac{W(X + 37,5)}{75} q.$$

Co do ilości potrzebnych na budowie taczek, to z uwagi iż przewozy organizujemy zwyczajnie na taczki przekładnie, będzie ona podwójnie wielką, aniżeli ilość wozaczy z dodaniem mniej więcej 5% jako rezerwy na ewentualne uszkodzenia. W ten sposób ilość taczek będzie:

$$2 \cdot 1,05 \frac{W(X + 37,5)}{75} q.$$

Teraz musimy uwzględnić koszt taczek i toru przewozowego wypadający na 1 m<sup>3</sup> przewożonej ziemi.

Jeżeli przez  $T$  oznaczymy wartość taczki łącznie z konieczną rezerwą i przyjmiemy, że okres jej istnienia wynosi 100 dni roboczych, to koszt taczek wypadające na 1 godzinę pracy będą

$\frac{T}{100 \cdot 8}$ , zaś koszt taczek wypadające na przewóz 1 m<sup>3</sup> ziemi wyniosą:

$$K'_i = \frac{T}{100 \cdot 8} (0,0134 X + 0,50) q$$

*koszt na godzinę pracy 1 m<sup>3</sup>*

lub  $K'_i = 0,00125 (0,0134 X + 0,50) T q.$

Co do kosztów toru przewozowego, składającego się jak wiadomo z brusa, to czas jego trwania przyjmujemy w 50 dniach roboczych. Jeżeli zatem koszt 1 mb takiego brusa wyniesie  $B$  zł, natenczas koszt wypadające z tego tytułu na jedną godzinę pracy będą

$$\frac{BX}{50 \cdot 8} = 0,0025 BX.$$

Pamiętać jednak musimy, że po brusie tym jeździ nie jedna taczka, lecz cała ich kolumna. Przyjmując np. kolumnę  $r$  robotników, otrzymamy koszt godzinny brusa wypadający na jednego robotnika

$$\frac{1}{r} 0,0025 BX,$$

zaś koszt wypadający na 1 m<sup>3</sup> przewożonego materiału będzie:

$$K''_i = \frac{0,0025}{r} BX (0,0134 X + 0,50) q.$$

Całkowite zatem koszty przewozu 1 m<sup>3</sup> ziemi, miarodajne dla kosztorysu, względnie dla wykonawcy będą

$$K = K_i + K'_i + K''_i = \\ = (0,0134 X + 0,50) \left( Z + 0,00125 T + \frac{0,0025}{r} BX \right) q.$$

Pozostały tu jeszcze nieuwzględnione koszty utrzymania toru,



które przyjmujemy zwyczajnie na 1 m<sup>3</sup> przewiezionej ziemi w wysokości 0,5 K<sub>i</sub>'.

Przykład: Z programu budowy wynikało, iż musimy dziennie przewieźć 300 m<sup>3</sup> ziemi, ciężkiej gliny, której współczynnik załadowania  $q = 1,25$  na odległość 100 m. Pytamy się, jak się przedstawia wszystkie podane powyżej momenty przy tym przewozie?

Przyjmujemy, iż w danej okolicy godzinny koszt robotnika  $Z = 0,50$  zł, koszt taczki z rezerwą  $T = 25$  zł, 1 mb brusa  $B = 2$  zł, pojemność taczek  $L = 0,05$  m<sup>3</sup>.

Zatem:

Ilośćjazd w 1 godzinie dla jednego robotnika będzie:

$$n = \frac{1.500}{100 + 37,5} = 10,9 = \text{okrągło } 11.$$

Czas trwania jednej jazdy wyniesie:

$$t = \frac{1}{n} = \frac{1}{10,9} = 0,092 \text{ godzin} = 5'31''.$$

Godzinna sprawność przewozowa jednego robotnika:

$$W_1 = \frac{Ln}{q} = \frac{0,05 \cdot 10,9}{1,25} = 0,44 \text{ m}^3.$$

Ilość robotników potrzebnych dziennie do przewozu:

$$\frac{W}{W_1} = \frac{300}{8 \cdot 0,44} = 86.$$

Ilość potrzebnych taczek:

$$2(1 + 0,05) \cdot 86 = 180 \text{ sztuk.}$$

Czysty koszt przewozu 1 m<sup>3</sup> ziemi:

$$K_t = Z(0,0134X + 0,50)q = 0,50(0,0134 \cdot 100 + 0,50)1,25 = 1,15 \text{ zł.}$$

Koszt taczek wypadający na 1 m<sup>3</sup> przewiezionej ziemi:

$$K_t' = 0,00125(0,0134X + 0,50)Tq = 0,00125(0,0134 \cdot 100 + 0,50) \cdot 25 \cdot 1,25 = 0,07 \text{ zł.}$$

Koszt toru roboczego wypadający na 1 m<sup>3</sup> przewiezionej ziemi przy przyjęciu kolumny robotniczej  $r = 20$  ludzi:

$$K_t'' = \frac{0,0025}{r} BX(0,0134X + 0,50)q = \frac{0,0025}{20} \cdot 2 \cdot 100(0,0134 \cdot 100 + 0,50) \cdot 1,25 = 0,06 \text{ zł.}$$

Całkowity koszt przewozu 1 m<sup>3</sup> ziemi:

$$K = K_t + K_t' + K_t'' = 1,15 + 0,07 + 0,06 = 1,28 \text{ zł.}$$

Koszt utrzymania toru roboczego wypadający na 1 m<sup>3</sup> przewiezionej ziemi:

$$0,06 \cdot 0,5 = 0,03 \text{ zł.}$$

Obliczone koszty są kosztami budowlanymi bez uwzględnienia kosztów prowadzenia przedsiębiorstwa i ewentualnego zysku, na co zwyczajnie przeznaczamy 10—25% zależnie od warunków.

## 2. Przewóz kolejką roboczą.

Przewóz ten, odbywający się po torze gładkim, nie znosi mniejszych spadków i z reguły powinien być tak zorganizowany, by przewóz pełny odbywał się w dół, pusty zaś pod górę. Spadki, jakie są tutaj dopuszczalne, leżą w granicach określonych współczynnikiem oporu. Rozważania, odnoszące się do kosztów przewozu i kalkulacji z tym przewozem związanej, rozpatrywać będziemy osobno dla pracy ręcznej i konnej, opuszczając ruch motorowy, który przy budowie dróg przychodzi tylko bardzo wyjątkowo.

α) Przewóz siłą ludzką. Przewóz ten daje się z korzyścią zastosować przy objętościach powyżej 5.000 m<sup>3</sup> na odległość 75—150 m, przy objętościach powyżej 10.000 m<sup>3</sup> i odległościach do 250 m, a wreszcie przy objętościach powyżej 50.000 m<sup>3</sup> i odległościach do 400 m.

Wszelkie kalkulacje muszą jako punkt wyjścia obrać pojemność wózka, która waha się w granicach 0,50—1,00 m<sup>3</sup>; przyjmijmy zatem średnio 0,75 m<sup>3</sup> zaznaczając, iż przy innych pojemnościach wózków otrzymane poniżej wyniki muszą być odpowiednio zmienione.

Robimy przytem założenie, iż przewożący zastają w przekopie wózki już załadowane tak, że strata czasu potrzebnego do wywrotu i wypróżnienia wózka wyniesie 6 minut.

Chyżość przewozu przy pracy ręcznej jest różną w zależności od tego czy wózek jest pełny, czy też pusty, przeciętnie przyjmujemy ją na 60 m w minucie.

Wobec tego czas trwania przewozu jednego wózka na odległość  $X$  wyniesie:

$$t = \frac{2X}{60} + 6 \text{ minut lub } \frac{X + 180}{1.800} \text{ godzin.}$$

$$\text{Ilośćjazd w godzinie } n = \frac{1}{t} = \frac{1.800}{X + 180}.$$

Jednogodzinna sprawność wózka wyniesie zatem:

$$W_1 = 0,75 \cdot n = 0,75 \frac{1.800}{X + 180} = \frac{1.350}{X + 180},$$

zaś przy koniecznem uwzględnieniu spulchnienia ziemi:

$$W_1 = \frac{1.350}{X + 180} \cdot \frac{1}{q}.$$

Przechodząc do obliczenia kosztów przewozu zdać sobie musimy sprawę z odnośnej organizacji. Zwyczajnie wystarcza 2 ludzi do pchania wózka, nawet przy torach roboczych nieszczególnie utrzymanych. Jeżeli zatem, podobnie jak przy taczkach, zapłatę za 1 godzinę pracy robotnika nazwiemy przez  $Z$ , natenczas przy wózku godzinna zapłata siły motorycznej wyniesie  $2Z$ . Wobec powyższego koszt przewozu  $1 \text{ m}^3$  ziemi będzie:

$$K_w = \frac{X + 180}{1,350} q \cdot 2 \cdot Z = (0,0015 X + 0,27) q Z.$$

Uwzględnienie kosztów, wypadających na  $1 \text{ m}^3$  przewiezionej ziemi, a wynikłych z potrzeby zakupu względnie wypożyczenia wózków przedstawia się podobnie jak poprzednio. Jeżeli wartość wózka będzie  $T$  a roczny czynsz za jego wypożyczenie, łącznie z kosztami na utrzymanie i naprawę przyjmiemy w wysokości 40% ceny nabywczej, natenczas przy uwzględnieniu 200 dni roboczych w roku otrzymamy wartość wózka wypadającą na 1 godzinę pracy

$$\frac{0,4 T}{200 \cdot 8} = 0,00025 T \text{ zł},$$

zaś obliczoną na  $1 \text{ m}^3$  przewożonej ziemi, przy uwzględnieniu, iż poprzednio podany wzór na koszt przewozu obliczony jest dla 2 robotników:

$$K'_w = (0,0015 X + 0,27) q \frac{0,00025}{2} T.$$

Jeżeli wreszcie nazwiemy roczny koszt wypożyczenia 1 mb toru roboczego przez  $B$  i przyjmiemy, iż koszta dostawy tego toru, naprawy, uzupełnienia śrub itp. wyniosą drugi raz tyle, natenczas godzinny koszt toru będzie:

$$\frac{2 B X}{200 \cdot 8} = 0,00125 B X \text{ zł}.$$

Tor ten będzie używany przez cały szereg wózków w ilości  $r$ , zatem na jeden wózek wypadnie odnośny koszt na

$$\frac{0,00125}{r} B X \text{ zł},$$

zaś koszt toru wypadający na  $1 \text{ m}^3$  przewożonej ziemi będzie:

$$K''_w = \frac{0,00125}{r} B X (0,0015 X + 0,27) q \text{ zł}.$$

Zwrócić tutaj należy uwagę na pewną poprawkę, którą koniecznie zastosować musimy do wartości  $X$ . Przy taczkach wartość ta była zupełnie identyczną z długością przewozu. Nieco od-

mienniej przedstawia się sprawa przy torze kolejkowym, przy którym oprócz istotnej długości przewozu uwzględnić musimy jeszcze konieczne wymijanki i złączone z tem rozjazdy. Długość wymijanek zależną będzie od ilości mających się na niej utrzymywać wózków i od ich wymiarów. Jeżeli przyjmiemy np. że wózki są 2,60 m długie, a zatrzymywać się ich będzie na wymi-jance 20 sztuk, natenczas długość wymijanki wypadnie na  $20 \times 2,60 = 52$  m. Nadto zajmie pewną długość rozjazd, na który przyjmujemy 18 m. W ten sposób długość toru powiększy się nam jeszcze o  $52 + 18 = 70$  m. Nadto trzeba uwzględnić, iż koszt wypożyczenia rozjazdu jest znacznie wyższy niżli wolnego toru. Przyjmujemy zwyczajnie, iż koszt ten wyniesie o tyle więcej, co koszt 30 m toru. W ten sposób jak widzimy istotnie potrzebna długość przewozu  $X$  już przy jednej wymijance powiększy się nam rachunkowo do wartości  $X + 70 + 30 = (X + 100)$  m.

Jeżeli z programu wypadnie nam założenie większej ilości wymijanek, natenczas moment ten trzeba odpowiednio uwzględnić w rachunku.

Ponieważ jednogodzinna sprawność wywozowa jednego robotnika wynosi:

$$\frac{W_1}{2} = \frac{675}{X + 180} \frac{1}{q},$$

przeto potrzebna ilość robotników będzie:

$$\frac{W}{\frac{W_1}{2}} = \frac{W(X + 180)q}{675}.$$

β) Przewóz konny nie wymaga specjalnego omówienia, albowiem sposób obrachowania jest analogiczny do przewozu ręcznego z tem, iż objętości wózków mogą tu być większe, również większe chyżości przewozowe, a nadto odmienny zeskład naczyń przewozowych. W szczególności chyżość przewozu przyjmujemy tu na 72 m na minutę, stratę czasu przy wyładowaniu i obrocie na 10 minut, zaś całą pracę organizujemy w ten sposób, że jeden koń ciągnie 2 lub 3 wózki równocześnie.

B) Koszta przewozu na spadku.

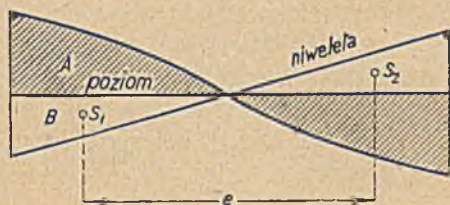
Wszystko to, cośmy dotychczas powiedzieli, odnosiło się do kosztów przewozu w poziomie.

Jeżeli jednak przewóz odbywa się po drodze wzniesionej, natenczas do pewnej granicy wzniesienie to ma mały wpływ na obniżenie wydajności pracy; gdy jednak tę granicę przekroczy-

my, przewóz jest utrudniony i wskutek tego musi być za tę pracę przyznane dodatkowe wynagrodzenie.

Sposób obliczania w tym wypadku jest ten, że za każdy 1% wzniesienia poza pewną granicą przyjmujemy stosowne przedłużenie odległości przewozowej.

Dla taczek i wozów dwukołowych jako skrajną granicę wzniesienia przyjmujemy 4%, przy użyciu kolejki roboczej jako graniczne wzniesienie przyjmuje się 1%. Do tej granicy wynagrodzenie przewozowe oblicza się tak samo jak w poziomie; natomiast po jej przekroczeniu dodajemy za każdy 1 m wzniosu następujące długości: dla taczek 12 m, dla dwukołowych wózków 25 m, dla toru z popędem ręcznym 80 m, dla toru z popędem konnym 120 m, dla toru z popędem mechanicznym 250 m.



Rys. 85

Jeżeli przeto mamy przewieźć materiał taczkami na długość 150 m o wzniesieniu 10%, natenczas całkowite wzniesienie będzie

$$\frac{150 \cdot 10}{100} = 15 \text{ m.}$$

Od tego odtrącamy skrajną wartość dla wzniesienia 4%, zatem

$$\frac{150 \cdot 4}{100} = 6 \text{ m,}$$

wobec czego pozostanie  $15 - 6 = 9$  m wzniesienia dodatkowego. Wobec powyżej podanej zasady powiększamy długość przewozu o  $9 \times 12 = 108$  m tak, iż rachunkowa odległość przewozu będzie  $150 + 108 = 258$  m. W ten sam sposób uwzględniamy zwiększenie długości przewozu, a co zatem idzie i kosztów, przy kolejce roboczej. Dodać tu jeszcze należy, że w wypadku, gdy niweleta się wznosi, nie płacimy dodatku za spadek, ale całej objętości A pomieszczonej między terenem a poziomem, natomiast uwzględniamy dodatek dla objętości B położonej pod poziomem, uzyskując potrzebny do tego celu spadek z różnicy położenia środków ciężkości przekopu pod poziomem i nasypu nad poziomem (rys. 85).

### 30. Wykonanie nasypu

Omawiać tu będziemy wykonanie nasypu li tylko na terenie wytrzymałym i odpowiednio suchym, pozostawiając sprawę ewentualnego osuszenia na później.

Przed rozpoczęciem nasypu przystępujemy do zdjęcia murawy, która może być nam potrzebną do późniejszego utrwalenia szkarpy. Gdy teren jest poziomy, a murawa w przyszłości zbyt dużą, usunięcie jej nie jest warunkiem koniecznym. Staje się to natomiast nieodzownym, gdy nasyp ma być wykonany na stoku, albowiem przy pozostawieniu murawy zachodziłoby niebezpieczeństwo przesunięcia się nasypu, przy sprzyjających warunkach wskutek poślizgu.

Przed rozpoczęciem nasypu na partjach leśnych, pożądane jest przy niewielkich wysokościach wykarczowanie pni, albowiem po zgniciu ich wystąpi w tych miejscach próżnia, wskutek której może być nasyp częściowo zniekształcony; o ile wysokość nasypu przekracza 5 m, karczowanie, zresztą dość kosztowne, staje się zbyt duże, albowiem wielkość późniejszych próżni w stosunku do masy nasypu nie gra wielkiej roli.



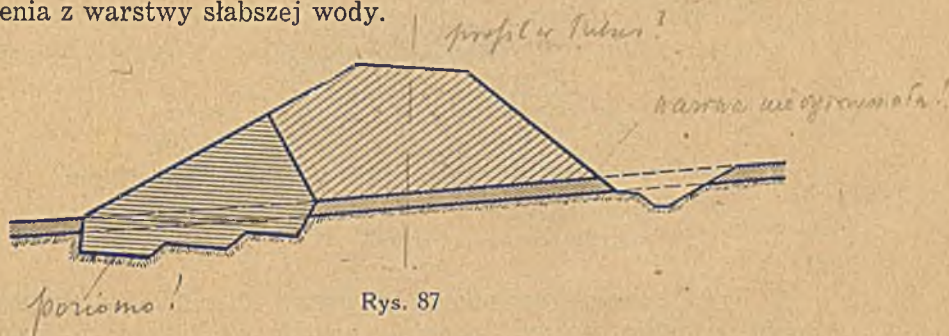
Rys. 86

Podobnie jak przy każdej budowli, tak i przy nasypie pożądaną jest pozioma podstawa fundamentu względnie niewielkie tylko odchylenie od poziomu. O ile teren nie przekracza w kierunku poprzecznym 10%, nie zachodzi potrzeba żadnych środków zapobiegawczych w tym kierunku; gdy natomiast spadek staje się stromszy, natenczas wykonujemy w terenie pod nasypem wycięcia w stopniach, przyczem stopniom tym dajemy lekki spadek 3—5% ku dolinie dla ułatwienia odpływu dostającej się tam wody. Stopnie takie powinny być dostatecznie szerokie, co najmniej 3 m; otrzymują one równocześnie pochylenie podłużne ku dolinie. W punktach najniższych terenu należy wodę odprowadzić nazewnątrz. Z tego powodu urządzamy często w murach przyczółkowych obiektów drogowych kanaliki odpływowe.

W wypadkach, gdy wierzchnia warstwa terenu jest niewytrzymała, a ma nieznaczną grubość, sypanie na niej nasypu w terenie

poziomym nie przedstawia żadnego niebezpieczeństwa, poza prawdopodobną koniecznością wykonania większej ilości tego nasypu wskutek ugniotu.

Gdy teren jednak jest pochyły, należy całą warstwę niewytrzymałą usunąć i wyciąć poprzednio wspomniane stopnie w materiale wytrzymałym. Zwyczajnie przestajemy na wykonaniu tej roboty w części podstawy od strony doliny, pozostawiając górną część nienaruszoną z uwagi na koszt. W partji wyciętych stopni sypiemy część nasypu z suchego materiału w cienkich warstwach, najlepiej taczkami, wytwarzając w ten sposób dobry opór dla całego nasypu. Od strony górnej należy wykonać rów sięgający dnem poniżej warstwy niewytrzymałej, celem uchwycenia z warstwy słabszej wody.



Rys. 87

Wielki wpływ na dobroć nasypu posiada z natury rzeczy materiał ziemny, z którego nasyp wykonujemy. Naogół wzięwszy, materiały te dzielić będziemy na przepuszczalne, bardzo dobre dla wytworzenia nasypu oraz nieprzepuszczalne, gorsze, których jednakże również używać musimy, zachowując przytem szereg ostrożności.

Do materiałów najlepszych należeć będą otoczaki i kamień łamany, są to bowiem materiały bardzo przepuszczalne, wskutek znacznej ilości miejsc pustych, oraz umożliwiające znacznie stromsze szkarpy aniżeli inne gatunki, co w rezultacie zmniejsza przekroje nasypów oraz przestrzeń gruntu zajętego pod nasyp. Ujemną ich stroną są znaczne koszty wykonania.

Dobrym materiałem do nasypu jest drobny żwir, piasek i ziemia piaszczysta, z warunkiem jednak, by piasek nie był w stanie płynnym. Piasek rozkłada doskonale ciśnienie na grunt, wymaga jednak na szkarpie odpowiedniej osłony; raz z tego powodu, by nie został przez wodę splókany lub przez wiatr rozwiany, powtóre, iż sam w sobie jest podłożem nieurodzajnym, na którym trawa porośnieć nie może. Z tego powodu nasypy piaszczyste lub

żwirowe pokrywamy warstwą ziemi urodzajnej, o czym mówić będziemy osobno.

Glina, il i margiel należą do materiałów nieprzepuszczalnych, które wchłaniając wodę rozmiękczają się przytem. Przy wysychaniu występują charakterystyczne spękania, które wytwarzając na szkarpie szczeliny są powodem niszczenia nasypu, albowiem woda opadowa pogłębia je coraz więcej, wchodząc sama w głąb nasypu. Natomiast glina piaszczysta uważaną jest za dobry materiał nasypowy, albowiem dodatek piasku czyni ją przepuszczalną. Dodać należy, że materiały te mają jeszcze jedną wadę, mianowicie bardzo długi okres osiadania się.



Rys. 88

W wyjątkowych wypadkach używamy do nasypów również torfu w stanie suchym, jednakże musimy wtedy szkarpy osłonić ziemią, celem przeciwdziałania obawie zapalenia się torfów. Torf jest pożądanym materiałem, gdy chodzi o nasyp lekki, a więc na bagnach i trzęsawiskach.

Jak już powyżej wspomniano, musimy i ze złego materiału wykonywać nasypy względnie dobre. Z tego też powodu należy przestrzegać kilku kardynalnych zasad.

W pierwszym rzędzie dopuszczać do nasypu tylko materiały suche a nadto dostatecznie (dobrze) rozdrobnione, gdyż inaczej nie możemy liczyć na należyte wiązanie się nasypu. Następnie należy materiał przepuszczalny umieszczać w niższych i zewnętrznych częściach nasypu, dla umożliwienia odpływu wody z materiału nieprzepuszczalnego, który również do nasypu musi być użyty. Wyniknie z powyższego, że materiały nieprzepuszczalne powinny stanowić wyższe i środkowe części nasypu.

Jedną z największych wad jest mieszanie różnych materiałów, przepuszczalnych z nieprzepuszczalnymi. Żwir lub piasek pomiędzy gliną gromadzi w sobie wodę opadową a nie mogąc jej z powodu otoczenia gliną odprowadzić, rozmiękcza cały nasyp, co w rezultacie spowoduje usuwanie się gliny po żwirze.



Mając w jednym przekroju rozmaite materiały do dyspozycji, rozkładamy je w nasypie w sposób na rys. 88 uwidoczniony.

Jedyny wyjątek co do mieszania materiałów stanowią kamień i żwir, które uzupełniają się zupełnie dobrze i mogą być razem z korzyścią użyte.

Olbrzymi wpływ na dobroć nasypu wywiera również naczynie przewozowe oraz zastosowany na budowie system przewozu. Wpływ ten objawia się w mniejszym lub większym osiadaniu się nasypu.

Jako zasadę należy ustalić, iż nasyp będzie tem lepiej wykonany, im mniejszym naczyniem przewozowym pracujemy, czyli innymi słowy, im częściej to naczynie przesuwac się będzie po wykonywanym nasypie. Jest bowiem rzeczą łatwo zrozumiałą, iż każdy przejazd naczynia przewozowego powoduje ubijanie się



Rys. 89

nasypu, zgęszczanie jego masy, a co zatem idzie zmniejszenie późniejszego osiadania się. Z tego powodu do najlepszych nasypów należą te, które zostały wykonane taczkami. Nięco gorsze rezultaty otrzymujemy z wózków, jednakże i przy nich jest możliwość zorganizowania pracy dodatniej przez sypanie warstwami z przesuwaniem torów roboczych, które również świeży nasyp ugniatają.

Bardzo często zachodzi konieczność częściowego wykonania nasypu z obok położonych rezerw, szczególnie wtedy, gdy nie znajdujemy pokrycia w przekopie lub też przekop jest tak bardzo oddalony, że nie oplaci się nam dowożenie ziemi z tak daleka (rys. 89). W tych wypadkach powinniśmy z uwagi, iż nasypy z rezerw wykonywane są z reguły taczkami, ułożyć je w przekroju tam, gdzie wymagać będziemy nasypu najlepszego, a więc w sposób na rys. 89 wskazany. Nasyp otrzyma wtedy dobrze wykonany fundament, dalsza zaś część może być już wykonaną w inny sposób.

Najgorszy nasyp otrzymamy wtedy, gdy ziemię usypywać będziemy w sposób bezkrytyczny na wielkie kupy, które później

uzupełniamy do żądanych kształtów szkarp. W tym wypadku otrzymujemy obok silnie zbitego jądra partje usypane zupełnie lekko, co w rezultacie doprowadzić może do wytworzenia się w przyszłości powierzchni usuwowych, zniekształcających nasyp. O tych wadliwościach wykonania, skutkach i środkach zaradczych mówić będziemy osobno.

Szczególnej staranności w wykonaniu wymagają nasypy w sąsiedztwie obiektów, które z natury rzeczy narażone są na ciśnienie mas ziemnych.

Każdy przyczółek lub mur, o który opiera się nasyp, jest obliczony na parcie ziemi, jednakże pod tym kątem widzenia, że podstawą obliczenia jest pochylenie szkarpy naturalnej dla każdego materiału ziemnego.

Przy wadliwym jednakże wykonaniu nasypu, którego zawartość stanowić może np. ziemia przesiąknięta wodą, podstawa naszych obliczeń nie zgadza się z rzeczywistością, albowiem przy materiale przemoczonym kąt tarcia maleje. Rezultatem tego



Rys. 90

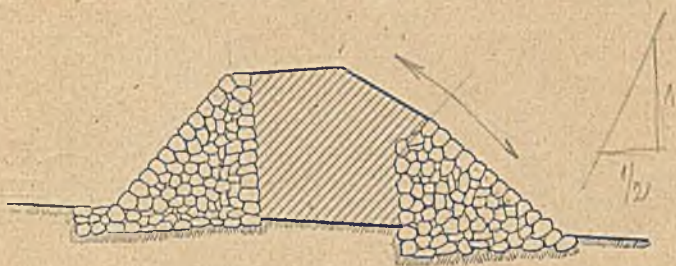
mogą być pęknięcia w murze, ewentualnie nawet zniszczenie obiektu. W tych wypadkach powinniśmy nasyp za przyczółkami wykonywać bardzo starannie, z reguły w warstwach poziomych nawet w tym wypadku, gdy dla całości nasypu przyjęliśmy odmienny typ sypania, a nadto równomiernie dla obu przyczółków.

Pewnego specjalnego omówienia wymagają, zresztą rzadko wykonywane, nasypy z kamienia łamanego lub otoczków. Wykonując tego rodzaju nasypy, powinniśmy pojedyncze elementy materiału układać uporządkowane tak, by ilość miejsc pustych była możliwie najmniejszą. Na utworzenie szkarpy należy użyć kamieni większych stosownie dobranych i ułożyć je w typie roboty brukarskiej. Nadto pojedyncze szwy pomiędzy kamieniami powinny przy szkarpie otrzymać pochylenie mniej więcej pro-

stopadłe do szkarpy, wewnątrz zaś nasypu zbliżać się swem pochyleniem do poziomu.

Jak z powyższego widoczne, nasypy takie, jakkolwiek dobre, używane są niechętnie ze względu na związane z tem koszta. Wykonujemy je wtedy, gdy mamy nadmiar kamienia lub gdy zmuszają nas do tego inne względy, jak np.: brak miejsca, albowiem szkarpy kamienne, ułożone starannie, mogą mieć pochylenia stromsze, dochodzące nawet do  $1 : 1\frac{1}{2}$ , w zależności od wytrzymałości kamienia na wpływy atmosferyczne.

Przy wykonywaniu nasypów pamiętać powinniśmy, podobnie jak w przekopach, iż największym szkodnikiem jest i tutaj wo-



Rys. 91

da. Z tego powodu, jeszcze przed rozpoczęciem nasypu należy założyć odpowiednie i stosunkom miejscowym odpowiadające rowy odpływowe tak, by wodę w czasie budowy do nasypu nie dopuścić.

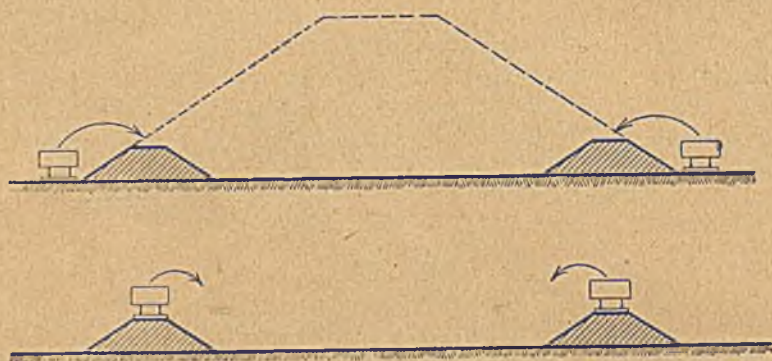
Rozróżniamy następujące metody sypania:

a) Nasypy warstwowe, które wykonuje się w pojedynczych warstwach o grubości, zależnej od narzędzia przewozowego. Przy użyciu taczek grubość poszczególnych warstw wynosi około 0,30 m, przy przewozie wózkami roboczymi 1,00—1,50 m. Każda warstwa obejmuje całą szerokość przekroju nasypu w danej wysokości i dopiero po jej ukończeniu przystępujemy do wykonania warstwy wyższej. Postęp roboty jest tego rodzaju, iż przy jej rozpoczęciu układamy tory przewozowe nazewnątrz przekroju nasypu z obu stron i sypiemy wały w wysokości warstwy równoległe do osi drogi, a tak szerokie, by mogły tworzyć podstawę pod nowy tor (rys. 92). Ukończywszy tę pracę, przekładamy tory na wykonane wały i zbliżając się coraz więcej ku środkowi przekroju uzupełniamy całą warstwę. W następnej warstwie wykonujemy również w pierwszym rzędzie najpierw

partje przy szkarpie, przyczem tor przewozowy znajduje się już nie na terenie, lecz na warstwie pierwszej.

Jeżeli z jakichkolwiek bądź powodów koniecznym jest stężenie nasypu (ubijanie lub wałowanie), natenczas warstwy nie powinny być grubsze jak 30—50 cm, gdyż większe grubości nie dają się należycie ubijać. Konieczność ubijania nasypu zajść może w partjach poza murami oporowymi lub przyczółkami mostów.

Jak z powyższego widzimy, system ten, jakkolwiek najlepszy, gdyż przejazd naczyń przewozowych należycie nasyp ugniata, wymaga częstego przekładania torów przewozowych, co w rezul-



Rys. 92

tacie podraża robotę. Z tego powodu nadaje się najlepiej przy użyciu do przewozu taczek, dla których przerzucenie toru jest rzeczą łatwą i niekosztowną.

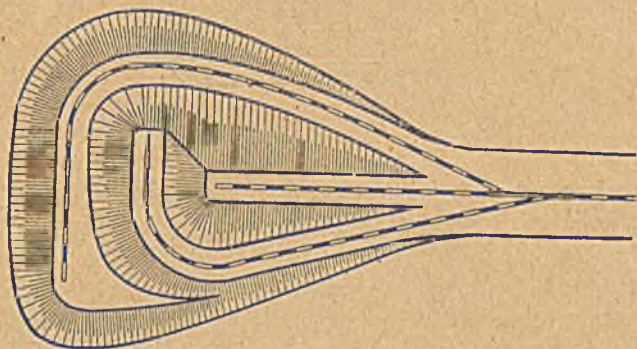
Nadmienić należy, iż typ ten nie nadaje się do sypania nasypów na stromych zboczach.

Zaletami tego sposobu są: doskonale wyschnięcie w czasie roboty materiału oraz ubicie go, co w wysokiej mierze zmniejsza późniejsze osiadanie się. Następnie mamy tu możliwość użycia długich pociągów z wózkami o przechyleniu bocznym, bez potrzeby używania wózków o wysypie czołowym. Nadto otrzymujemy natychmiastowe połączenie całego nasypu z obu stron. Również wygodną jest tutaj budowa znajdującego się zwyczajnie w najniższym punkcie nasypu obiektu a dowóz materiałów odbywa się w potrzebnej wysokości z wykonywanego nasypu. Ujemną stroną jest konieczność ciągłego przesuwania torów roboczych

oraz silne zużywanie się wózków, które zjeżdżając z reguły z pełnym ładunkiem w dół, muszą być energicznie hamowane.

Typu tego używa się przy długich i niskich nasypach, ziemi o małej spójności oraz w razie posiadania łatwo przesuwalnych torów roboczych. Początkowa praca, przy większych spadkach terenu, organizowaną jest zwyczajnie taczkami, dopiero po złagodzeniu spadków używamy kolejek.

b) Nasypy w stopniach polegają na równoczesnym wykonywaniu kilku warstw piętrowo, przyczem każda warstwa przedłuża się od czoła. Rysunek 68 podaje nam postępowanie tej roboty.



Rys. 93

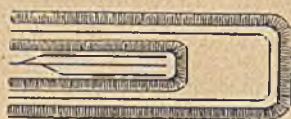
Z natury rzeczy wynika, iż w tym wypadku pojedyncze warstwy mają wysokość znacznie większą od 1,50—3,00 m i wykonane być muszą kolejką roboczą. Również i tu, aż do czasu złagodzenia spadków, rozpoczynamy pracę taczkami. Możliwym do wykonania jest również typ podany na rys. 93, jednakże jest tu już mniej korzystne ułożenie torów roboczych, które są torami ślepiemi z utrudnioną obsługą.

Wykonanie nasypu w stopniach wykazuje bardzo szybki postęp roboty, gdyż pracujemy równocześnie w kilku piętrach i kilkoma torami, od siebie niezależnymi. Podobnie jak w sposobie poprzednim pojedyncze warstwy, jakkolwiek grubsze, są i tutaj w czasie budowy ujeżdżane a zatem stężane. Nadto jako zaletę tego sposobu należy wymienić również możliwość użycia na poszczególnych piętrach rozmaitych narzędzi przewozowych.

Niedomaganiem tego systemu jest ciągle przekładanie torów roboczych oraz konieczność zakładania torów w ostrych łukach, co powoduje częste wyskakiwanie wózków i przerwy w robocie.

Używa się go przy długich i wysokich nasypach, gdy robota musi być szybko wykonaną oraz gdy mamy do dyspozycji rozmaite narzędzia przewozowe.

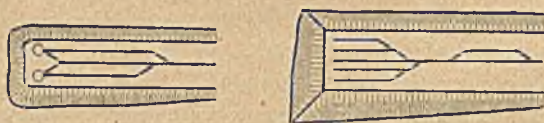
c) Nasyp czołowy wykonuje się równocześnie w całym przekroju, rozpoczynając go od punktu zerowego. Materiał wysypywany układa się samoczynnie wedle kąta tarcia i stężany jest dopiero w grubości całego wykonywanego nasypu. Często bardzo połączone jest sypanie czołowe z warstwowem, jak wskazuje rys. 94.



Rys. 94

Przy użyciu tego typu koniecznym jest, z uwagi na przeważający wywrót wózków od przodu, odpowiednie urządzenie torów roboczych. Przy nasypie czołowo-warstwowym rzecz ta jest łatwiej rozwiązalną, albowiem w pewnych warstwach można przez odpowiednie ułożenie torów zamienić sypanie czołowe na boczne.

W razie sypania w całej wysokości należy przy czole nasypu urządzić szereg torów równoległych, które przeprowadzać będą



Rys. 95

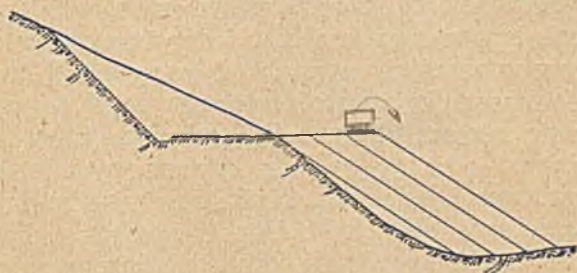
wózki do końca wykonywanego nasypu (rys. 95). Dla należytej manipulacji z wózkami będzie często wskazane ułożenie na końcach torów obrotnic, które w pierwszym rzędzie umożliwią używanie wózków tak do wyrzucania bocznego, jako też od czola, w drugim zaś powrót wózka pustego odbywać się może po osobnym torze, bez przeszkadzania ruchowi wózków pełnych.

Zaletą tego systemu jest stałe ułożenie torów roboczych, z wyjątkiem naturalnie samych kończyn, wadą natomiast słaby postęp roboty, który ograniczony jest w znacznej mierze przez konieczność przesuwania wózków. Używa się go przy krótkich a wy-

sokich nasypach oraz tam, gdzie nie zależy nam na szybkim ukończeniu roboty.

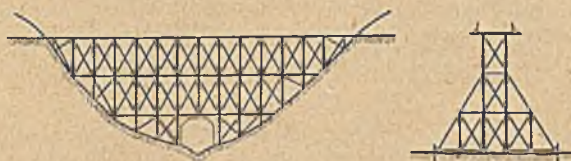
d) **Sypanie boczne** stosuje się przy wykonywaniu nasypu na stokach w przekrojach odcinkowych oraz gdy mamy do dyspozycji bardzo dobry materiał ziemny.

Polega ono na ułożeniu toru roboczego w przekopie, biegnącego mniej więcej równoległe do osi podłużnej nasypu, i uskutecznianiu



Rys. 96

nasypu w warstwach pochyłonych pod kątem tarcia w kierunku poprzecznym. Wobec powyższego widocznym jest, iż przy złych gatunkach ziemi (nieprzepuszczalnych) wykonywany w ten sposób nasyp nie można uważać za wzorowy, albowiem mogą utworzyć się tutaj płaszczyzny usuwowe, które wobec braku jakiegokolwiek oporu w kierunku poprzecznym doprowadzają do zniekształcenia przekroju.



Rys. 97

Przy tym typie mamy bardzo szybki postęp roboty, albowiem możemy użyć znacznej ilości robotników względnie narzędzi przewozowych, natomiast niewygodną jest konieczność ciągłego przesuwania torów, które ułożone być muszą zawsze przy bocznej krawędzi wykonywanego nasypu.

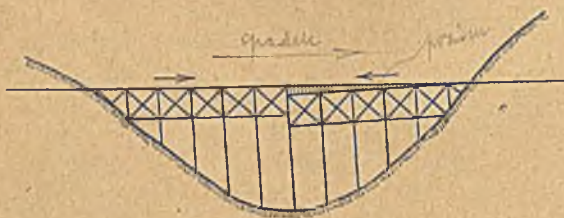
Użycie przeważnie przy przekrojach odcinkowych oraz przy rozszerzaniu wąskich, istniejących już poprzednio nasypów.

e) Nasypy rusztowaniowe wykonane być mogą w dwóch typach, mianowicie z rusztowań stałych i ruchomych.

Pragnąc wykonać nasyp w sposób pierwszy, stawiamy nad całą doliną, którą przebiegać ma nasyp, most drewniany o charakterze rusztowania, stężony należycie w obu kierunkach, na którym układamy tor kolejki roboczej. Konstrukcja rusztowania musi odpowiadać przejeżdżającym po niej ciężarom.

Sypanie materiału odbywa się w ten sposób, iż pojedyncze wózki przechylane są naprzemian w jedną i drugą stronę. Ponieważ z reguły w najniższych punktach nasypu znajduje się obiekt, przeto konstrukcja rusztowaniowa musi to uwzględnić i odpowiednie miejsce powinno być osłonięte, albowiem nasyp ten przy obiekcie nie może być sypany z rusztowania, lecz zawieszony w warstwach poziomych. Nadto należy uważać jeszcze na jedną rzecz. Mianowicie, jak z opisanego sposobu wykonania wynika, drzewo, z którego zostało wykonane rusztowanie, jest dla nas stracone z wyjątkiem górnych partyj. Dlatego też staramy się najsilniej stężyć górę, słabiej zaś spód, gdyż w ten sposób możemy ewentualnie uratować największą ilość drzewa do późniejszego użytku.

Rusztowanie urchadza się zwyczajnie tylko dla jednego toru. Jeżeli nasyp jest bardzo wysoki, a co zatem idzie, zajmie dużą przestrzeń w kierunku poprzecznym, natenczas może się opłacić wykonanie dwóch rusztowań idących do siebie równolegle.



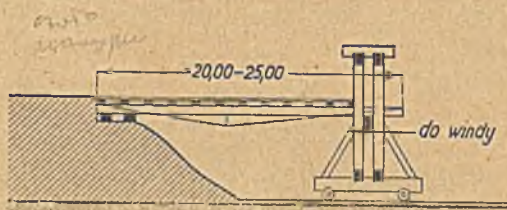
Rys. 98

Zaletą tego typu jest stałe ułożenie toru roboczego, połączenie obu stron nasypu już przy początku roboty, szybkość roboty wobec możliwości użycia całych pociągów. Liczyć się jednak musimy również i z kosztami rusztowań, które w zależności od okolicy są nieraz bardzo wysokie. Sposobu tego używa się przy wykonywaniu wysokich nasypów, gdy chodzi o wielką szybkość w robocie.



Gdy niweleta idzie w spadku, a nasyp ma być pokrywany częściowo z obu stron, natenczas konstrukcja rusztowania może być dwuczęściową; pierwsza, idąca w spadku niwelety aż do miejsca, gdzie jest granica odnośnego przewozu, oraz druga pozioma, dla uniknięcia potrzeby przewożenia całego materiału pod spadek. Pozostała część na rys. 98 pionowo zakreślona, która ułożoną będzie w spadku, może być nawieszoną osobno.

Drugi sposób rusztowań ruchomych polega na tem, iż wykonujemy dźwigary 20—25 m długości, które z jednej strony opieramy na wykonywanym nasypie, z drugiej zaś na specjalnie sporządzonym jarzmie, posuwajacem się zapomocą kół po torze. Na dźwigarze tym leżą progi poprzeczne oraz tor roboczy. Po



Rys. 99

ukończeniu pewnej partji nasypu przesuwa się jarzmo zapomocą windy naprzód, uskutecznia się nowe podparcie dźwigara na nasypie i robota postępuje dalej, po zabraniu naturalnie kosztownego toru dla przesuwania jarzma.

W stosunku do rusztowań stałych mamy tu mniejsze koszty urządzenia rusztowania ruchomego, natomiast znacznie słabszy postęp roboty oraz dodatkowe koszty związane z koniecznością przesuwania rusztowania.

Pewnego, szczególnego omówienia wymagają nasypy na bagnach i torfowiskach. Terenów takich, dla budowy niebezpiecznych, powinniśmy przy budowie drogi właściwie unikać. Niestety, nie zawsze jest to możliwe i czasami znajdujemy się w koniecznym położeniu przekroczenia bagna.

Najlepszym środkiem zaradczym będzie naturalnie osuszenie, które jednakże często okaże się bardzo trudne ze względu na to, iż nie może to być sprawa lokalnie rozwiązana, lecz obejmować musi z natury rzeczy często bardzo wielki obszar terenu i poprostu wkłady w to poczynione będą musiały być nieproporcjonalnie wielkie w stosunku do kosztów budowanej drogi. Okaże się zatem, iż taniej wypadnie przeprowadzić pewne lokalne środki za-

radcze, aniżeli zająć się sprawą odwodnienia całego obszaru. Nie będzie to naturalnie radykalne załatwienie sprawy; w danych jednakże warunkach okaże się najbardziej wskazanem.

Nasyp wykonany na bagnie zapada się rozmaicie w zależności od swego ciężaru. Silniej zapada się środek nasypu jako cięższy, słabiej boki. Zapadanie to wywołuje w następstwie zupełne zdeformowanie nasypu, pęknięcia i t. p. Ciśnienie zapadającego się nasypu powoduje wypychanie ku górze najbliższych położonych partij bagniska i w rezultacie, zależnie od warunków, może nasyp w bagnie zniknąć zupełnie.

Z powyższego wynika, iż projektowane na bagnach nasypy powinny być, o ile możności, jak najniższe, a nadto należy je wykonać z możliwie najlżejszego materiału. Materiałem takim będzie



Rys. 100

wysuszony i przekruszony torf, który wymaga jednak przykrycia warstwą ziemi około 30 cm grubą, celem uniknięcia zapalenia się.

Ażeby zapadanie się nasypu nie deformowało przekroju, powinno być jednostajne. Celem umożliwienia tej jednostajności wykonujemy często pod nasypem podsypkę piaskową około 0,50 m grubą.

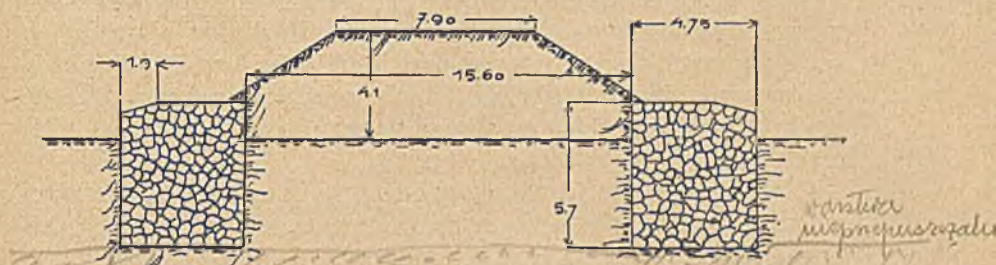
Oprócz tego staramy się nadać nasypowi możliwie łagodne szkarpy, by rozszerzyć w ten sposób podstawę nasypu.

O ile teren nieprzepuszczalny znajduje się w niewielkiej głębokości pod powierzchnią, natenczas dobre rezultaty uzyskać możemy przez wykopanie dwóch rowów u podnóża nasypu i wypełnienie ich kamieniami lub materiałem żwirowym starannie ubitym. Koniecznym warunkiem jednakże w tym wypadku jest dostanie się z dnem wykopywanych rowów aż do warstwy nieprzepuszczalnej.

W ten sposób przecinamy niejako ciągłość bagniska a zgnieceniu ulega tylko ta jego część, która znajduje się pomiędzy dwo-

ma narzutami kamieni. Jeżeli wymieniony środek jest za drogi lub wogóle niemożliwy do wykonania z powodu zbytnej głębokości warstwy nieprzepuszczalnej, zadowolamy się ciąglem podsypywaniem nasypu, aż do czasu gdy stosunki już się ustalą.

Oprócz tego wykonujemy często najrozmaitsze ubezpieczenia dna nasypu drzewem lub faszynami.



Rys. 101

Jest jeszcze jeden sposób utrwalenia gruntu bagnistego, a tym są t. zw. pale piaskowe. Mianowicie w niewielkich odstępach od siebie wbijamy pale 15—20 cm grube oraz około 2,50 m długie. Po wbiciu wyciąga się pal natychmiast, a powstały otwór zasypuje się piaskiem. Tak wbicie jak i wyciąganie pali idzie stosunkowo łatwo z uwagi na miękki i podatny teren.

W ten sposób otrzymujemy sieć wzmocnionych punktów, które stężają teren i umożliwiają utrzymanie nasypu. Dodać jednak należy, iż typu tego używamy stosunkowo bardzo rzadko ze względu na koszty, które są tu znaczne.

## V. Ubezpieczenie dróg

### 31. Uwagi ogólne

Wykonane roboty ziemne narażone są na najrozmaitsze wpływy zewnętrzne, których działanie może być mechaniczne lub chemiczne, a które w rezultacie prowadzą do uszkodzenia oraz zmian w równowadze budowli.

W pierwszym rzędzie będziemy tu mieli do czynienia ze szkodliwym oddziaływaniem wody, występującej w najrozmaitszych postaciach. Będzie to zatem albo woda opadowa, której spływ powoduje w budowlach ziemnych liczne uszkodzenia, albo też woda wglębna, która występuje pod rozmaitemi postaciami, a z którą

będziemy mieli do czynienia szczególnie w przekopach. Wcinając się bowiem w teren, przecinamy często warstwy wodonośne, a wskutek tego nie tylko że mamy do opanowania spływającą z tych warstw wodę, ale często niszczymy istniejącą równowagę w terenie i wytwarzamy nowe warunki stateczności całego obszaru.

W związku z działaniem wody jest wpływ mrozu na budowle ziemne. Jak wiadomo, w czasie mrozu woda znajdująca się w terenie zamarza do pewnej głębokości 1,00—1,50 m, a powiększając swoją objętość rozluźnia i rozkrusza pojedyncze cząsteczki materiałów ziemnych, powodując w rezultacie z chwilą odwilży często deformację wykonanej budowli.

Również ważnym jest wpływ powietrza i słońca sprowadzający wietrzenie materiału, jego rozdrobnienie a przy istniejących wiatrach jego zwianie. Wpływ ten może się dać odczuć szczególnie dotkliwie w terenach skalnych, w których zastosowujemy zwyczajnie stromsze szkarpy. Szkarpy te pod wpływem wietrzenia mogą się okazać za strome i wskutek tego wymagać będą pewnej ochrony.

W terenach lotnych piasków będziemy się musieli liczyć z przesuwaniem się fal piaszczystych w kierunku wiania wiatrów. Często bardzo wystarcza niezmiernie krótki okres czasu, by w miejscu, gdzie istniała droga, wytworzyły się zwały piasku, o ile nie przedsięwziemy pewnych środków zaradczych.

Droga powinna być dla użytkowników stale do dyspozycji. Ponieważ jednak u nas w okresach zimowych zawierają śniegi często olbrzymie przestrzenie, przeto i w tym kierunku będziemy zmuszeni wykonać szereg urządzeń ochronnych, by drogę uniezależnić od tego wpływu.

Wreszcie w terenach wysoko-górskich mamy do czynienia jeszcze z jednym niebezpieczeństwem, a tem są lawiny.

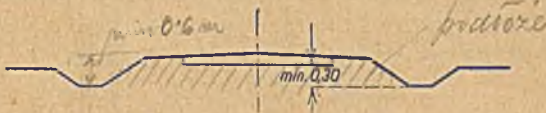
Wszystkie podane powyżej momenty zmuszają nas do przedsięwzięcia środków zaradczych, gdyż w razie ich pominięcia nawet najlepiej wykonana droga się nie utrzyma i zadaniu swemu sprostać nie będzie w stanie.

### 32. Rowy przydrożne

Rowy stanowią pierwszy podstawowy środek ochronny drogi. Zadanie ich tkwi w przyjęciu wody opadowej z powierzchni terenu i odprowadzeniu jej do naturalnego ścieku, następnie w należytem osuszeniu wykonanej roboty, a wreszcie jako zadanie pośrednie, mają odgraniczyć drogę od gruntów sąsiednich.

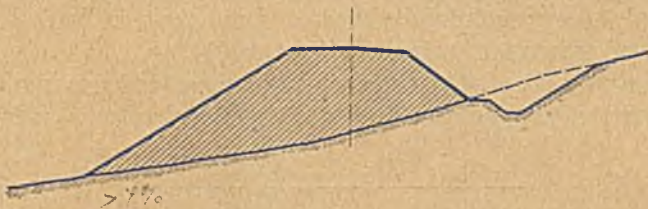
W zależności od zadania, które mają spełniać, dzielą się na rowy równoległe, zbiornicze czyli posiłkowe, oraz boczne lub szkarpowe.

Rowy równoległe bieżą u podnóża nasypów względnie przy spodzie szkarpy przekopów, przy czym wymiary ich powinny być dostosowane do ilości odprowadzanej wody z uwzględnieniem spadków. Ażeby rów mógł osuszyć podłoże nawierzchni drogo-



Rys. 102

wej, musi być jego dno położone poniżej podeszwy nawierzchni (rys. 102), przy czym robimy założenie, iż materiał ziemny jest przepuszczalny. W wypadku, gdy mamy do czynienia z materiałem nieprzepuszczalnym, będą musiały być wykonane dodatkowe urządzenia, o których mówić będziemy później. Co do szerokości dna, to zwyczajnie waha się ono w granicach 0,50—0,60 m; szkarpy zależne od materiału 1:1 do 1:1½.



Rys. 103

W przekopie z reguły znajdują się rowy obustronne, w nasypie natomiast, szczególnie gdy założony jest na silnie pochyłym terenie, urządza się często rowy jednostronne, gdyż od strony doliny nie potrzebujemy troszczyć się o odprowadzenie wody (rys. 103). Przy wyższych nasypach jest zwyczajnie rów oddzielony od nasypu ławeczką o szerokości 0,50—1,00 m. Ławeczka ta nietylko jest potrzebną ze względów konstrukcyjnych, jak raczej do obsługi szkarpy i rowu. Z biegiem czasu bowiem szkarpe trzeba będzie poprawiać, zaś rów zamulony wyczyszczać, pożądanym przeto jest, by robotnicy mogli to wygodnie uczynić nie niszcząc szkarp.

Ażeby rów mógł odpowiedzieć swemu zadaniu, musi posiadać spadek, który jednak leżeć musi w pewnych granicach. Jako najmniejszego spadku wymagamy zwyczajnie około 0,15%; rowy o spadku mniejszym zadaniu swemu nie odpowiadają, gdyż podówczas odpływ wody jest zbyt leniwy, a rów szybko się zamula. Górna granica spadku jest bardzo rozmaita w zależności od materiału w jakim rów wykonano; im ten materiał jest więcej spisty, tem większy spadek rowu może być zaprojektowany.

Jeżeli spadek przekracza pewną maksymalną granicę, natenczas dno i szkarpy rowu powinny być stosownie ubezpieczone;



Rys. 104

przy spadkach do 1% ubezpieczenie nastąpić może zapomocą darni, od 1—2% zapomocą suchego bruku, powyżej 2% brukiem na zaprawie lub betonem.

O sposobach ubezpieczenia szkarp będziemy mówili osobno, tu na ubocznym szkicu podajemy sposób zabrukowania rowu, przy czem należy szczególnie podnieść ten moment, iż bruk powinien spoczywać zawsze na podsypce (rys. 104).

Okoliczność, iż rów powinien posiadać pewien minimalny spadek, doprowadza, szczególnie w partjach o niwelecie poziomej do



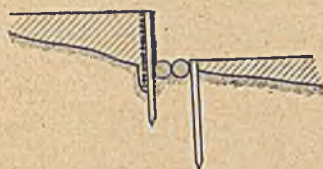
Rys. 105

coraz większych głębokości rowu; aby głębokość ta nie wypadła nadmierną, musimy w pewnych najniższych punktach terenu wypuszczać wodę z rowów do ścieków naturalnych (rys. 105). Sprawa należytego rozwiązania rowów nastęrcza często projektującemu dość znacznych trudności, szczególnie w terenie płaskim.

Przy spadkach rowów powyżej 4% nie bardzo pomaga już ubezpieczenie rowu nawet brukiem i podówczas przejść musimy do łagodzenia spadku przez zakładanie progów lub kaskad. Kaskady takie wykonujemy w formie poprzecznych przegród z faszyny, płotków, drzewa lub muru. Szczególną bacność poło-

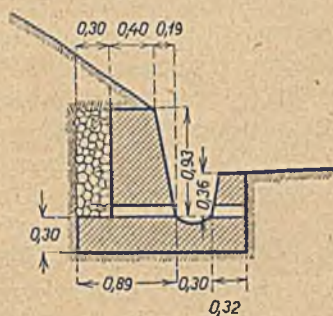
żyć wtedy należy na odpowiednie ubezpieczenie progu kaskady, ze względu na działającą w tym miejscu żywą siłę uderzenia wody, która na próg ten działa niszcząco.

Obok podany szkic (rys. 106) ilustruje sposób wykonania kaskady płotkowej, przy czym ubezpieczenie dna stanowi faszyna przytrzymana palami. Zresztą konstrukcje kaskad mogą być bardzo rozmaite w zależności od rodzaju użytego tu materiału, a więc murowane z kamieni lub betonu i t. p.



Rys. 106

W pewnych wypadkach, szczególnie wtedy, gdy rożchodzi się o zmniejszenie wielkości przekopu lub zapobiegnięcie wymulenienu dna i szkarpy, wykonujemy rowy na znacznych długościach z muru lub betonu, nadając często dnu przekrój kolisty (rysunek 107). Rowy takie są jednakże bardzo kosztowne, dlatego też wykonywane tylko w wyjątkowych warunkach.

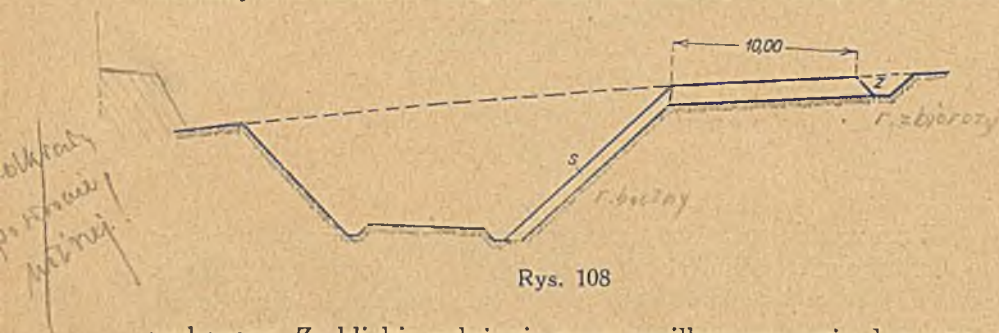


Rys. 107

Pewnego specjalnego ukształtowania będą wymagały rowy projektowane wzdłuż dróg przeznaczonych bądź to wyłącznie, bądź też przeważnie dla ruchu motorowego. Rzecz ta będzie jeszcze poruszona przy omawianiu poszczególnych typów nawierzchni z uwagi, iż rowy są w tych wypadkach bardzo ściśle z nawierzchnią połączone.

Rowy zbiorcze lub posiłkowe mają za zadanie uchwycenie wody opadowej z terenu położonego nad szkarpą przekopu lub pod szkarpą nasypu i niedopuszczenie by uszkadzała ona w jakikolwiek sposób szkarpę.

Rowy te zakładamy czasami również z tego powodu, że zachodzi obawa, iż rów równoległy mógłby zostać przepelniony. Kierunek ich jest mniej więcej równoległy do osi podłużnej drogi, a wymiary analogiczne jak przy rowach poprzednich. Odległość rowu posiłkowego od szkarpy przekopu powinna być wypośredkowaną w zależności od gatunku materiału, w którym jest on



Rys. 108

wykonany. Za bliskie położenie rowu posiłkowego może doprowadzić do zerwania partji ziemi pomiędzy nim a szkarpą, co w rezultacie tę ostatnią zupełnie zniszczy.

Rów boczny albo szkarpowy przechodzi na szkarpie poprzecznie do osi podłużnej drogi i ma za zadanie sprowadzenie wody z rowu posiłkowego do równoległego. Wykonuje się go z reguły jako rynnę murowaną, osadzoną starannie na fundamencie, albowiem spadki są tu zwyczajnie bardzo znaczne. Wymiary w zależności od ilości odprowadzanej wody, spadku i rodzaju materiału, z którego zostały wykonane.

### 32. Ubezpieczenie szkarp

Wykonane szkarpy wymagają często wzmocnienia, bądź z tego powodu, że są za strome dla danego gatunku materiału, bądź też dla ochrony ich przeciwko niszczącemu działaniu powietrza (zwietrzanie) lub wody.

Mówiąc o wodzie, zwrócić musimy uwagę, iż destruktywne jej działanie może występować dwojako. W pierwszym rzędzie spotkamy się ze splywem wody opadowej po szkarpie, który rujnuje ją bardzo dotkliwie, wytwarzając bruzdy i rowy, przyczem woda przedostaje się do środka nasypów. Następnie chronić drogę musimy od niszczącego działania wody płynącej u podnóża nasypów,



jeżeli idą one wzdłuż strumieni, przyczem zwyczajnie będziemy musieli w tych wypadkach wykonywać dla ochrony osobne budowle wodne.

W rozdziale niniejszym nie będziemy się zajmowali działaniem wody wypływającej z wnętrza pokładów ziemnych, gdyż sprawa ta omawiana będzie przy osuszaniu terenów.

Poniżej przejdziemy kolejno różne sposoby ubezpieczenia szkarp:

a) **Zamurawienie szkarpy przez zasiew.** — Rozmaite gatunki traw mają liczne i cienkie korzonki, które splatając się wzajemnie, przyczyniają się do stężenia terenu na którym rosną.

Najlepiej do ubezpieczenia szkarp nadają się produkowane na ten cel specjalne mieszanki, które nie sięgają zbyt głęboko i nie mają zanadto grubych korzeni. Do obsiania 1.000 m<sup>2</sup> szkarpy potrzeba około 8—10 kg nasienia, które dla wygody przy sianiu oraz dla jednostajności siewu mieszamy zwyczajnie z mniej więcej 10-krotną objętością suchego piasku.

Wzmocnienie szkarpy przez zasiew polega na tem, że woda nie splywa szybko po szkarpie i wskutek tego nie wymywa jej dotkliwie; dalej, że woda nie przedostaje się w głąb, gdyż korzonki trawy znaczną jej część pochłaniają; wreszcie, że szkarpa w czasie posuchy nie pęka i nie deformuje się, gdyż korzonki potrafią przez dłuższy czas utrzymać w sobie wilgoć.

Jeśli zgóry projektujemy, że szkarpy zostaną obsiane, natenczas o ile nie mamy do czynienia z ziemią rodzimą, musimy do tego roboty ziemne dostosować, t. zn. w nasypach wykonać je nieco mniejsze, w wykopach zaś nieco większe. Wielkość tej różnicy zależeć będzie od materiału, z jakim mamy do czynienia. Dla należytego porostu wymagają bowiem trawy ziemi urodzajnej, która na szkarpy nieurodzajne musi być przedtem nanieśiona. Grubość tej warstwy ziemi urodzajnej wynosi na glinie lub marglu 5 — 8 cm, na ile 10 — 15 cm, na czystym piasku i lupkach 15 — 30 cm, zaś na torfie 30 — 40 cm.

Przed przystąpieniem do obrzucenia szkarp ziemią urodzajną musi być szkarpa przedtem uregulowana, t. zn. wszystkie wyniosłości i wypukłości wyrównane, tak jednak, by pozostały małe nierówności idące w kierunku osi drogi, które służyłyby niejako za podstawę dla ziemi urodzajnej. Często na szkarpach gładkich, suchych, np. przy glinie, wyrzyna się osobne, uwidocznione na rys. 109 schodki, które do utrzymania ziemi rodzimej doskonale się nadają.

Po uregulowaniu szkarp nanosi się na nie ziemię urodzajną, którą następnie obsiewa się będąc do dyspozycji nasieniem. Po zasianiu wyrównywa się całą szkarpe grabiami, następnie zaś uklepuje się ją płaską deską, by wiatr nasienia nie uniósł, przy czem starać się należy, by wszystkie te roboty uskuteczniiano z dołu lub góry szkarpy, odpowiednio długimi narzędziami bez potrzeby wychodzenia na nią, gdyż inaczej uregulowaną już szkarpe uszkadza się ponownie.

Niektóre gatunki piasków i glin nie wymagają koniecznie ziemi urodzajnej i są w możności same trawę wyżywić; w tych wypadkach zatem obsianie może nastąpić bez potrzeby naniesienia warstwy urodzajnej.



Rys. 109

Obsiewanie odbywa się na wiosnę lub pod jesień; zasiew wiosenny daje szybszy rezultat, jednak ma tę wadę, że w razie posuchy nasienie zamiera.

Aby obsianie szkarp nie wypadło zbyt kosztownie, należy ziemię brać z miejsc najbliższych, najlepiej z warstwy wierzchniej, co w zwyczajnych warunkach na trudności napotkać nie powinno.

b) Darniowanie szkarp. — Jeżeli mamy do ubezpieczenia szkarpy bądźto strome, bądź też wilgotniejsze, na których ziemia urodzajna utrzymać się nie może, natenczas czynimy to zapomocą darni. Darninę otrzymujemy przez wycięcie skoszonej poprzednio murawy w tafelki kwadratowe, zwyczajnie o wymiarze 30/30 cm, grubości 10—15 cm. Do tego celu nadają się w pierwszym rzędzie te przestrzenie gruntów, które mają być pod nasyp lub wykop zajęte, które się zatem wpierw z darni obnaża, a potem dopiero dalsze roboty ziemne wykonuje.

Wyciętą darninę, o ile nie jest wprost na obłożenie szkarpy użyta, składa się w stopy parami trawę do trawy, gdzie bez istotnej szkody przeleżeć może do 2 miesięcy, przyczem zaleca się w tym czasie obfite jej polewanie.

Rozróżniamy trzy rodzaje darniowania, mianowicie napłask, krzyżowe, oraz rębem.

Darniowanie napłask odbywa się zapomocą układania wyciętych darni na szkarpie, bądź to ku górze, bądź też odwrotnie. Ten drugi sposób jest lepszy, gdyż wprawdzie otrzymujemy tu zieloność dopiero później, jest ona zato trwalszą i bujniejszą.



Rys. 110

Przy układaniu tafli darni, należy szwy poprzeczne w pojedynczych szeregach przestawiać, by zabezpieczyć je w ten sposób przed obsuwaniem się. Jeśli mamy szkarpe stromą, natenczas dla ubezpieczenia darni można pojedyncze tafle przybijać kołkami. Kołek taki nie powinien przyjmować się w ziemi, dlatego też trzeba go przedtem obdrzeć z kory.

Czasami układamy darnie na poprzedniej podsypce ziemi urodzajnej, jest to już jednak robota kosztowniejsza.

Zwrócić należy uwagę, że darniowanie rowów napłask uskutecznić można tylko wtedy, gdy spadek rowu nie przekracza 5% i gdy niema w nim wody stale. W przeciwnym wypadku darnie celowi swemu nie odpowiedzą i narażone będą na zniszczenie.

Jeśli darniowanie napłask całych przestrzeni bądźto ze względu na koszt, bądź też na brak darni jest niemożliwe, zastosujemy darniowanie krzyżowe przedstawione na rysunku 110. Sposób ten nie wymaga osobnego omówienia, dodać tylko należy, że pojedyncze kwadraty pomiędzy darniami wypełniamy do poziomu wierzchniego darni ziemią urodzajną i obsiewamy. Ważną rzeczą jest ułożenie, tak dołem, jako też górą szkarpy, odpowiednich pasów darniny, bądźto napłask lub rębem.

Trzeci sposób, mianowicie darniowanie rębem, zastosujemy tam, gdzie mamy do utrwalenia szkarpy strome a więc do gra-

nicy  $1: \frac{1}{2}$ , oraz tam gdzie szkarpa narażona jest na chwilowe działanie słabego prądu wody.

Darniowanie rębem polega na układaniu darni na szkarpie prostopadle do jej powierzchni, bądź to trawą skierowaną zawsze w jedną stronę, bądź też jak to często robią trawą do trawy. Otrzymujemy w ten sposób powierzchnię szkarpy niegładką, wystających brzegów tafelek darni nie należy jednak ucinać, gdyż czasami i tak same się pokruszą, a ucinanie ich wygładza szkarpe niepotrzebnie i podraża robotę. Roślinność przy tem darniowaniu pojawia się później, ale zato jest znacznie bujniejsza.

Z opisanych trzech sposobów darniowania ostatni jest najsilniejszy, jednakże jak łatwo pojąć i najkosztowniejszy. Z tego też powodu jest on dosyć rzadko używany.

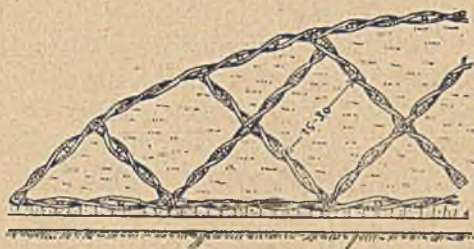
Darniowanie powinno być podobnie jak obsiewanie przeprowadzone na wiosnę lub jesienią, gdyż tylko w tych warunkach możemy darniom zabezpieczyć odpowiednią ilość wilgoci, której darnia dość wiele potrzebuje.

c) Płotki. — Płotki używane są na szkarpach w dwojakim celu; albo dla powstrzymania obsuwania się szkarpy i umożliwienia na niej zamurawienia, albo też dla wywołania vegetacji i wzmocnienia w ten sposób terenu, szczególnie tam gdzie ma się do czynienia z działaniem prądu wody.

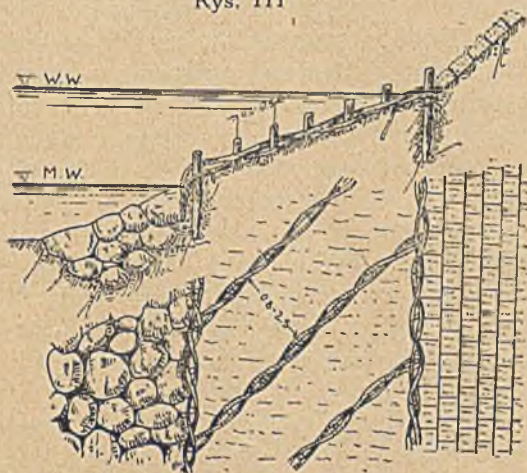
Płotki stawiane być mogą w liniach prostych lub ukośnych; w tym ostatnim wypadku daje się na szkarpach 2 rzędy płotków ukośnych, które tworzą w ten sposób szereg kwadratów (rysunek 111). Pojedyncze odległości rzędów wynoszą od 1,50—5,00 m. Przy prądzie wody u podnóża szkarp (rys. 112) odległości rzędów stawianych równoległe do biegu wody lub też ukośnie do niego wynoszą 0,80—2,50 m.

Wykonanie płotków polega na wbiciu w jeden szereg w odstępach 0,30—0,50 m kołków 4—8 cm grubych, 0,60—2,00 m długich, wystających nad ziemią na 20—30 cm, i zapleceniu ich bądź to łożyną, o ile rozchodzi się o wywołanie pędów, bądź też cienkimi gałązkami drzew twardych lub szpilkowych, gdy rozchodzi się tylko o czasowe utrwalenie szkarpy. Płotki szkarpowe winny być przesypane w całości ziemią urodzajną, którą się lekko ubija i obsiewa. Przy płotkach, które podlegają działaniu wody, wypełnia się przestrzeń pomiędzy niemi żwirem lub kulakami. Płotki te należy wykonywać bezwarunkowo z wierzbiny, albowiem celem ich jest wypuszczenie pędów i dalszy wzrost roślinności.

Ze względu na to, że na szkarpach o pędy nie chodzi, a cel ich leży tylko w czasowym utrwaleniu szkarpy i umożliwieniu zamur-



Rys. 111



Rys. 112

rawienia, powinno się tam stawiać płotki suche. Po udanem zamurawieniu cel jest już osiągnięty a dalsze istnienie płotków zbyteczne.

Czasami ustawiamy płotki poprzeczne w rowach przydrożnych dla złagodzenia spadków i przeciwdziałania wymuleniu rowów; środek ten jednak działa tylko czasowo i winien być używany na wypadek niemożności zastosowania innego sposobu ubezpieczenia.

d) Bruki i oskałowania. — Jeżeli z jakichkolwiek bądź powodów chcemy utrzymać stromą szarpę lub też zabezpieczyć ją od działania płynącej wody, natenczas używamy do ubezpieczenia bruków. W tym ostatnim wypadku dobrze wykonany bruk winien leżeć zawsze na 20—40 cm grubej podsypce, wykonanej z materiału nie dopuszczającego roślinności, a więc z piasku lub żwiru. Jeżeli bowiem materiał podsypki umożliwia roślinność, natenczas ta wypychając się przez szwy bruku nazewnątrz, działa szkodliwie i rozluźnia spoiwość bruku.

Bruk winien być wykonany o ile możności z wierzchnią powierzchnią gładką, nadto krawędzie boczne choćby nieregularne lecz dowolnie obrobione winny być tak dobrane, by pojedyncze kamienie przylegały do siebie możliwie ściśle. Czasami zalewają szwy bruków zaprawą cementową, pragnąc je w ten sposób stężyć. W naszym klimacie <sup>nie</sup> jest to do polecenia, albowiem w zimie woda, utrzymana pod brukiem, marznąc wypycha pojedyncze kamienie i załamuje w ten sposób wypełnienie szwów.

Bruki należy układać na szarpie, która już osiadaniu nie podlega, gdyż w przeciwnym razie załamują się i zniekształcają.

Szerokie zastosowanie znajdują bruki przy ubezpieczaniu rowów przydrożnych w razie gdy otrzymują one silniejsze spadki. Jeżeli chyżość przepływającej rowem wody dochodzi 0,8 m/sek., natenczas brukowanie rowu jest konieczne, w tym bowiem wypadku żadne inne ubezpieczenie nie uchroni rowu od zniszczenia. Największy spadek przy jakim bruki w rowach dajemy wynosi 5%. Jeśli spadki rowów wypadają jeszcze większe, natenczas i brukowanie na dłuższy czas nie pomoże i będziemy musieli założyć rów raczej w kaskadach, ubezpieczając te ostatnie należyte.

W przestrzeniach dróg przechodzących przez miasta daje się rowy brukowane nawet przy spadkach bardzo słabych a to z tego powodu, że spływ wody po wygładzonym korycie jest szybszy i oczyszczenie należyte takiego rowu, co w miastach ważne, jest znacznie ułatwione. Użyty tutaj bruk spełnia raczej zadanie zdrowotne i sprawia wrażenie estetyczne.

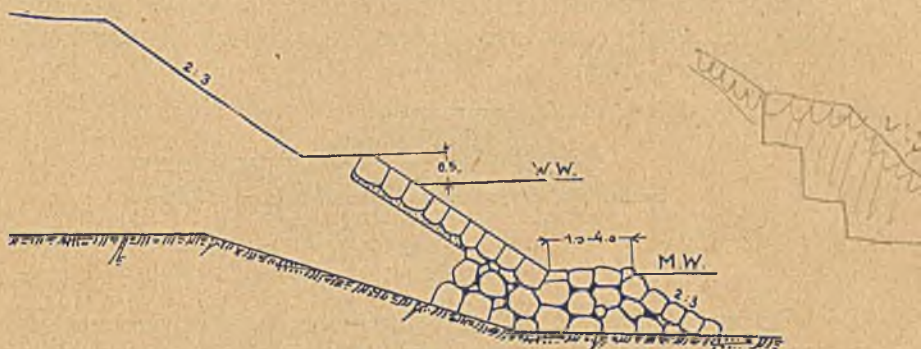
Jeżeli szkarpa nasypu narażoną jest bezpośrednio na niszczące działania płynącej wody, natenczas u podnóża jej wykonujemy oskałowanie.

Oskałowanie jest to narzut kamienny, wykonywany zwyczajnie pod wodą a mający na celu przyjęcie na siebie ujemnych stron podmywania wody.

Oskałowanie (rys. 113) wykonuje się zwyczajnie w formie ławeczki u góry 1,50—4,00 m szerokiej, ze szkarpą od strony wody

od 1:1½ do 1:3, przyczem wierzch ławeczki jest bądźto w poziomie małej wody, bądź też częściej wzniesiony nad nią o 30 do 50 cm.

Ponieważ oskałowanie chronić ma drogę od podmycia, przeto użyty do tego celu kamień powinien być takiej objętości, by go prąd wody wzruszyć nie mógł. Co do wielkości poszczególnych kamieni, ogólnej reguły ustawić się nie da, zaznaczając tylko, że zależną jest ona od chyżości wody w danym strumieniu. Im ta chyżość jest większą, tem większe bryły kamienia winny być na ten cel użyte.



Rys. 113

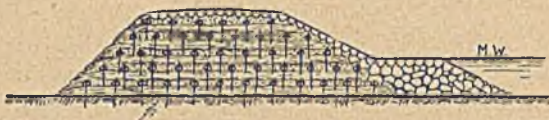
Kamień wrzucony do wody stawia jej opór; im powierzchnia tego kamienia będzie gładszą, tem łatwiej utrzyma się kamień przy danym prądzie wody; z tego też wynika, iż powierzchnie narzutów kamiennych powinny być o ile możności gładkie. Nie da się to naturalnie uskutecznić pod wodą, należy zatem wykonywać oskałowania przy możliwie małej wodzie a powierzchnie narzutu układać z kamieni obrobionych, wiążąc je ze sobą dobrze dostosowanymi szwami w sposób brukarski. Tak wykonane oskałowanie stanowi zwykle podstawę dla ułożonego na szkarpie drogi bruku.

Dla dobrego utrzymania oskałowania ważną jest rzeczą, by wszystkie zauważone uszkodzenia możliwie szybko naprawiano, gdyż często jeden przez wodę wyrwany kamień, nie uzupełniony w porę, jest powodem zrujnowania całego narzutu.

e) Tamy faszynowe, ściany drewniane. — Woda płynąca w pobliżu drogi jest elementem dla tej ostatniej nader niebezpiecznym, szczególnie w czasie perjodycznie występujących powodzi.

Obojętną jest tutaj rzeczą, czy rzeka płynie tuż obok drogi, czy też w pewnym od niej oddaleniu; ten drugi wypadek jest nawet czasami niebezpieczniejszy, szczególnie tam, gdzie w czasie wielkich wód koryto zmienia się i przybiera nieraz kierunek wprost prostopadły do osi drogi, powodując często zniszczenie jej i zupełną przerwę w komunikacji. Projektując zatem drogę w pobliżu takich miejsc niebezpiecznych, winniśmy od razu przewidzieć również i odpowiednie środki zaradcze.

Obecnie najwięcej używanem ubezpieczeniem brzegów od działania wody są tamy faszynowe. Faszyny są to wiązki bądź też łożyny, bądź też gałęzi drzew iglastych lub liściowych, zwyczajnie 3—4 m długie o średnicy 30 cm, wiązane zwykle trzykrotnie w odstępach 80 cm.



Rys. 114

Faszyny takie układa się w miejscu do ubezpieczenia przeznaczonym albo na gruncie (rys. 114), albo też chwilowo na wodzie, poczem przybija się je kiszkami, wykonanymi z tego samego materiału, zapomocą palików, wypełniając przestrzeń pomiędzy kiszkami żywirem. Na tak powstałą jedną warstwę faszynady układa się następną, rozścielając znowu faszyny i przybijając je kiszkami, oraz nadając przytem powstającej w ten sposób tamie żądany przekrój. Jeśli tama znajduje się na wodzie, natenczas pod działaniem obciążenia żywirem tonie aż do dna w miarę wzrostu budowli u góry. Wierzchnie warstwy wykonuje się zwyczajnie z łożyny, aby umożliwić porost tamy.

Bardzo często łączy się z tym typem ubezpieczenia, również i oskałowanie od strony wody.

Zaletą tych ubezpieczeń jest wielka ich podatność, umożliwiająca im dostosowanie się do każdorazowej zmiany podstawy gruntu, co ma szczególnie wielką wartość przy pogłębianiach się dna koryta.

Naturalnie wymagają one pilnej opieki i bacności, by w razie uszkodzenia naprawa mogła być natychmiast wykonaną.

Tamy faszynowe wykonane z kierunku płynącej wody noszą często nazwę opasek w odróżnieniu do t. zw. poprzeczek idących w głąb nurtu a mających na celu odwrócenie wody w żąda-



nym kierunku. Przy małych lokalnych ubezpieczeniach brzegu, wystarczy czasami w porę ułożone przy brzegu z prądem wody ścięte w całości wraz z gałęziami drzewo, przymocowane palem, przyczem prąd wody rozbija się około gałęzi drzewa, łagodząc wskutek tego swoją niszczącą siłę.

Jako dalsze ubezpieczenia brzegów używane bywają ściany z krąglaków (rys. 115), wykonane z pni nieobrobionych, układanych jeden na drugim a łączonych zapomocą dybli i kołków. Dla należytego utrzymania takiej ściany w żądanej płaszczyźnie należy co drugi lub trzeci rząd krąglaków w terenie należycie zakotwić.

Ściany takie mogą być wykonane albo pionowo, albo też ukośnie.

Ważnem jest wypełnienie przestrzeni poza ścianą od strony brzegu materiałem przepuszczalnym, a więc najlepiej kamieniami lub żwirem.

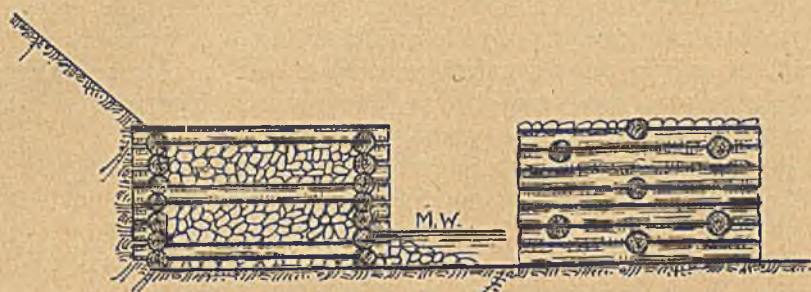


Rys. 115

Bardzo podobnym środkiem ubezpieczenia są ściany z brusów 6—10 cm grubych, które zakłada się poza poprzecznie wbite pale, ustawione w odstępach około 2 m. Brusy w ścianie należy spuścić możliwie głęboko pod powierzchnię wody, aby w ten sposób zapobiec możliwemu podmyciu ściany.

Roboty te ze względu na kosztowny materiał stosuje się obecnie tylko wyjątkowo.

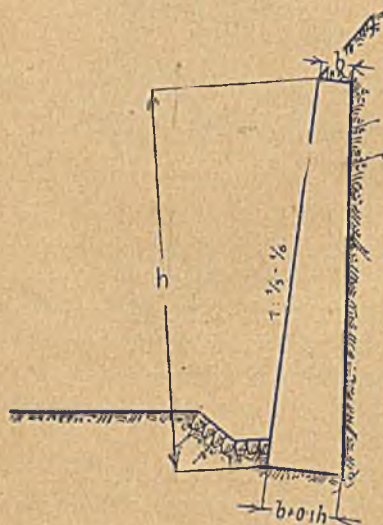
W związku ze ścianami drewnianymi wspomnieć należy, że w okolicach górskich urządzają często dla ochrony stopy nasypu t. zw. kaszyce (rys. 116). Są to skrzynie wykonane z krąglaków, kolkami należycie ze sobą złączonych i poprzecznymi krąglakami stężonych, czasami do 2 m wysokości, wypełnione wewnątrz narzutem kamiennym, zaś w górnej powierzchni wybrukowane. Kaszyce takie oddają usługę tam, gdzie drzewo jest tanie, a mają tę dodatnią stronę, że umożliwiają zupełnie gładki przepływ wody i nie zabierają wiele miejsca. Ujemną ich stroną jest psucie się drzewa w pasie narażonym na częste zmiany powietrza i wo-



Rys. 116

dy. Z tego powodu wymagają starannego nadzoru i natychmiastowej poprawy, w miarę spostrzeżonych uszkodzeń.

f) Mury okładzinowe. — Mury okładzinowe należą także do ubezpieczenia szkarp, albowiem nie przyjmują one na siebie żadnego parcia stoków bocznych, lecz mają tylko na celu osłonięcie szkarpy przed zwietrzeniem.



Rys. 117

Jeżeli bowiem wykonamy nasyp z kamienia lub też wykop w kamieniu, natenczas dajemy szkarpom zwyczajnie dość strome pochylenie. Z biegiem czasu jednak kamień zaczyna wietrzeć i zamieniać się w ziemię, glinę lub piasek, wskutek czego zaprojektowana szkarpa już nie wystarcza a materiał usuwając się zmusi nas do wykonania nowej szkarpy łagodniejszej.

Aby temu zapobiec, wykonujemy w tych wypadkach mury okładzinowe, które osłaniają szkarpe przeciwko zwierzchni. Mury takie (rys. 117) otrzymują pochylenie  $1:1/3$ — $1/6$ , szerokość u góry w koronie 0,40—0,60 m, u dołu zwyczajnie większą, zależną od wysokości wedle praktycznego wzoru  $b + 0,1 h$ , jeżeli przez  $b$  oznaczymy szerokość w koronie, zaś przez  $h$  wysokość muru.

Mury okładzinowe należy wykonywać na zaprawie z wypełnieniem szwów zaprawą cementową 1:3. Zamiast kamiennych murów okładzinowych, wypadnie czasem taniej wykonać okładzinę z betonu, która spełni swoje zadanie często lepiej niżli kamień.

### 33. Mury oporowe i podporowe

W wypadkach, gdy z jakiegokolwiek bądź powodu nie możemy wykonać normalnych szkarp nasypu lub przekopu, zastępujemy je murami, które przyjąć muszą na siebie parcie ziemi, a które w nasypach nazywamy murami oporowymi, w przekopach podporowymi.

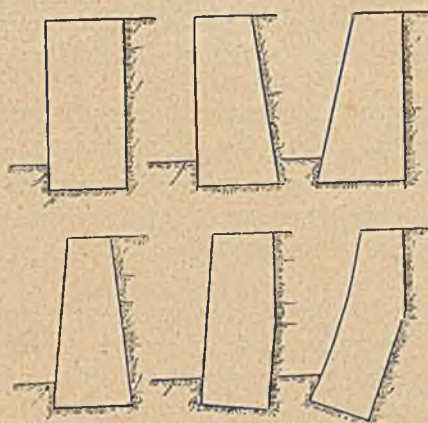
Wyjątkowo tylko użyjemy murów dla ochrony przeciwko ruchowi terenu z tej przyczyny, iż występują tu zwyczajnie tak olbrzymie siły, że wykonanie budowli dla ich opanowania byłoby właściwie z praktycznego punktu widzenia niemożliwe. Mury mogą dać tylko w tym wypadku pewną ochronę i zabezpieczenie, gdy ruchy terenu są zupełnie lokalne a występujące siły nieznaczne.

Jeżeli parcie ziemi na mur jest niewielkie, miejsca zaś dosyć na danie murowi odpowiedniego pochylenia, wogóle jeżeli warunki są łatwiejsze, wykonujemy mury suche; w warunkach trudniejszych, przy większem parciu ziemi i stromem pochyleniu ściany zewnętrznej mury na zaprawie, obecnie prawie zawsze cementowej.

Często także przy braku odpowiedniego materiału kamiennego będziemy mogli z korzyścią zastosować mury betonowe, tam zaś, jak to często ma miejsce w miastach, gdzie grubość murów ze względu na brak miejsca musi być niewielką, zastosujemy mury betonowe z wkładkami żelaznemi.

Przekrój poprzeczny murów oporowych i podporowych może być bardzo rozmaity i zależny jest od wielkości parcia ziemi na które jest narażony oraz od materiału z jakiego będziemy je wykonywali. Przy większych murach sprawa ta winna być przez inżyniera rozwiązana dla każdego poszczególnego wypadku z osobna. Tutaj podamy tylko najczęściej trafiające się kształty (rys. 118).

Mury mogą być wykonane 1) ze ścianą zewnętrzną i wewnętrzną pionową, 2) ze ścianą zewnętrzną prostopadłą, wewnętrzną zaś ukośną, 3) zewnętrzną ukośną a wewnętrzną pionową, 4) z oboma ścianami ukośnymi, 5) ze ścianą zewnętrzną ukośną, wewnętrzną zaś częściowo prostopadłą, częściowo zaś podciętą i 6) ze ścianami obustronnie łamanymi lub też wedle pewnej krzywej uformowanymi.



Rys. 118

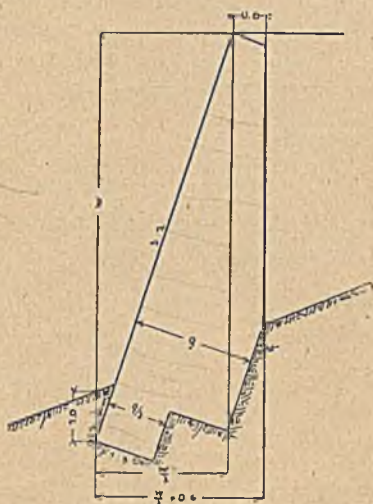
Z opisanych typów murów należy wybrać ten, który najlepiej odpowiada warunkom teoretycznym, oraz wymaga jak najmniej materiału. W ogólności można powiedzieć, że ekonomiczniejsze są mury trapezowe niżli prostokątne, lepsze znacznie mury z tylnymi ścianami podciętymi, najlepiej zaś teorji odpowiadają mury z powierzchniami łamanymi, gdyż mogą być one najściślej dostosowane do parcia ziemi i wymagają najmniej materiału, są jednak najtrudniejsze do wykonania.

Co do grubości murów, to będą one tem mniejsze, im mniejsze będzie parcie boczne oraz im gatunkowo cięższego użyjemy kamienia do budowy.

a) Mury suche. — Przy murach suchych, które wykonujemy z kamieni łamanych zgrubsza obrobionych, dajemy pochylenie ściany zewnętrznej zwyczajnie łagodniejsze 5:2 lub 3:1 (rysunek 119). Dolna i wierzchnia powierzchnia kamieni winny być obrobione w ten sposób, by układanie nastąpić mogło warstwowo. Ze względu na możliwe przesunięcia się warstw pod działaniem parcia ziemi, dajemy zwyczajnie kierunek ich nie poziomy, lecz

prostopadły do przedniej ściany muru. Z tego też powodu i podstawa fundamentu musi być odpowiednio przechylona.

Obierając podstawę fundamentu baczyć musimy, by była ona bezwzględnie stałą; w każdym razie nie może być ona obraną w materiale usuwistym, gdyż mur w tych warunkach postawiony nie dawałby pewności utrzymania się. W każdym razie z podstawą fundamentów winniśmy zejść najmniej 0,60—1,00 m poniżej terenu.



Rys. 119

Szwy murów suchych wypełniają często mchem lub gliną.

Murów tych używamy przeważnie jako oporowych w nasypach, w wykopach rzadziej z tego powodu, że zajmując więcej miejsca niżli mury na zaprawie, zmuszają nas do większych robót ziemnych, podczas gdy przeciwnie przy nasypach wielkość tych robót maleje. Mury te mają również i tę dobrą stronę, że wykonanie nasypu nie doznaje żadnej przerwy, owszem może być robione równocześnie z murem.

b) Mury na zaprawie. — Mury na zaprawie używane są zwyczajnie w formie podanej na rys. 120. Pochylenie ściany przedniej wynosi tu 5:1 do 10:1, przyczem wysokość podcięcia

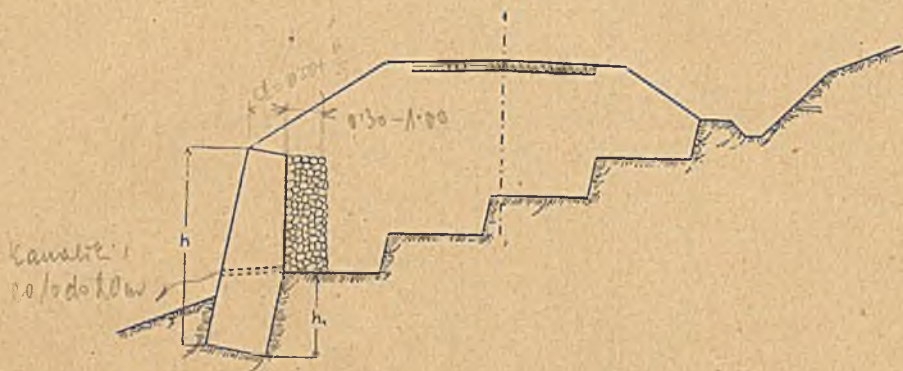
$$h_1 = 0,4 h,$$

zaś płaszczyzna podcięcia jest zwyczajnie równoległą do powierzchni zewnętrznej. Grubości murów zależne są od wysokości i parcia bocznego ziemi. Ogólnie da się tylko powiedzieć, że wa-

hają się one zwyczajnie w granicach pomiędzy  $\frac{2}{7} h$  —  $\frac{3}{7} h$ , jeśli przez  $h$  oznaczymy wysokość muru.

Wykonanie warstw może być już poziome, jednakże i tutaj chętniej zastosowujemy warstwy prostopadłe do ściany przedniej.

Ważną jest rzeczą dobre wypełnienie szwów murów, przyczem, jeśli to możliwe (przy nasypach zawsze), należy wypełniać zaprawą nie tylko szwy w powierzchni zewnętrznej, ale także wewnętrznej. Co do fundamentów zasady te same jak przy murach suchych.



Rys. 120

Często bardzo, bądź to dla braku miejsca, bądź też przy bardzo stromych stokach, będziemy dawali przednią ścianę muru pionową, przyczem mury takie wymagają zwyczajnie większej ilości materiału.

Mury wykonane być mogą na zaprawie wapiennej lub cementowej; w nowszych czasach używana jest przeważnie ta ostatnia, przyczem stosunek cementu do piasku jest zwyczajnie 1:3. Wypełnianie spójień odbywa się tylko zaprawą cementową.

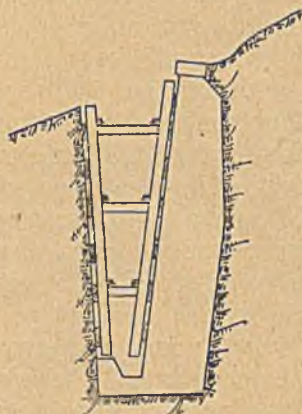
Bardzo ważną jest rzeczą, by mur wykonany na zaprawie był narażony na ciśnienie ziemi dopiero wtedy, gdy zaprawa należyście stężeje.

Przy nasypach nie przedstawia to zwyczajnie trudności, gdyż tutaj możemy w miarę potrzeby sypanie nasypu na odpowiednio długi okres czasu zatrzymać. Gorzej przedstawia się sprawa w wykopach. Tutaj często nie chcąc muru narażać na natychmiastowe parcie boczne, będziemy musieli wykonać stosowne sztuczne rozparcie podkopanej ziemi.

Jeśli zachodzi obawa wystąpienia silnego parcia, natenczas je-

szcze przed rozpoczęciem istotnego wykopu dla drogi, wykonamy w niewielkich partjach wykop dla muru, rozpierając go należycie w kierunku bocznym i wykonując następnie sam mur. Do czasu stężenia zaprawy należy mury takie utrzymać rozparte (rysunek 121), poczem dopiero rozpory rozebrać i przystąpić do wykonania właściwego wykopu drogi.

Każda budowa, choćby najlepiej wykonana, podlega późniejszemu osiadaniu się, które nie jest zupełnie niebezpieczne w razie gdy jest równomierne. Uzyskanie tej równomierności przy murach długich jest często niemożliwe, gdyż mogą zmieniać się pokłady, na których ułożoną jest podszwa fundamentu. W tych



Rys. 121

wypadkach dzielimy zwyczajnie dłuższe mury na partje około 20 m długości i wykonujemy je zupełnie oddzielnie, zapobiegając w ten sposób późniejszym pęknięciom murów, wskutek nierównomiernego osiadania się.

Dla murów, szczególnie na zaprawie, jest rzeczą niezmiernie ważną należyte odprowadzenie wody zbierającej się poza tylną powierzchnią. Z tego powodu dajemy zwyczajnie z tyłu na szerokość 0,30—1,00 m materiał łatwo przepuszczalny, najlepiej drobny kamień lub żwir (rys. 120), zebraną zaś w nim wodę wypuszczamy nazewnątrz bądźto zapomocą specjalnie wymurowanych kanalików, bądź też włożonemi w mur rurkami drenowymi lub żelazniami. W tym ostatnim wypadku średnica rur winna być co najmniej 5 cm. Odległość takich kanalików wynosi 10—20 m.

Wodę najlepiej wypuszczać wprost do rowu drogowego, jeżeli wogóle rów taki istnieje.

Górną powierzchnię muru pokrywa się zwyczajnie 10—15 cm grubymi płytami kamiennymi, ponad powierzchnię muru nieco wygzymsowanymi.

Mury przy drogach wykonuje się zwyczajnie z kamienia, znacznie rzadziej z cegły, gdyż ze względu na jej stosunkowo niewielki ciężar własny wypadałyby wymiary murów za grube.

Bardzo wygodne do wykonania są mury betonowe, przyczem zaznacza się, że wymiary ich mogą być nieco słabsze niżli murów z kamienia, albowiem beton może pracować również na niewielkie ciągnięcia. Często jednak błądzi się tutaj przy ostatecznym wykończaniu muru. Niedoświadczony pracownik pragnie uzyskać czystą powierzchnię muru przez jej wyprawę lub co gorsza, przez robienie sztucznych szwów, mających nadać murowi betonowemu charakter muru kamiennego. Sposób ten jest zupełnie wadliwy, wyprawa w krótkim czasie odskakuje, sztuczne szwy zaś robią wrażenie nieestetyczne i mijają się zupełnie z celem. Starannie wykonany mur betonowy nie potrzebuje żadnej wyprawy, względnie co najwyżej pewnego ogroszkowania. O ile rozchodzi się o wywołanie należytego wrażenia estetycznego i uniknięcia znużenia oka wskutek jednej wielkiej powierzchni muru, nateczas można to uzyskać przez stosowny podział płaszczyzn, a nigdy przez sztuczne fugowanie. Materiał powinien w budowlu występować jasno w zależności od swego typu i nie ukrywać się przez nieuzasadnioną dekorację.

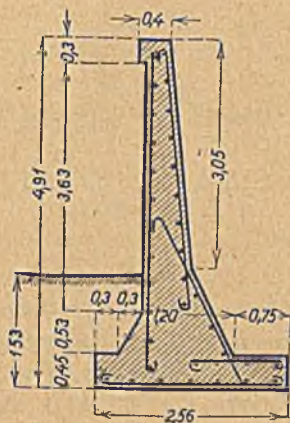
W szczególnych wypadkach, gdy trafimy na tereny mało wytrzymałe, lub też gdy zachodzi wielki brak miejsca, wykonujemy mury a względnie ściany żelbetowe. Zastosowywane tu przekroje mogą być bardzo rozmaite; z reguły prawie wykonujemy mury z wspornikami, gdyż w tym wypadku osiągamy tę korzyść, że ziemia spoczywająca na podeście poziomym powiększa stateczność ściany, której wymiary w ten sposób mogą być słabsze. Przy wysokich ścianach oporowych żelbetowych okaże się czasami konieczność wykonania kilku podestów poziomych; w tym wypadku zmniejszamy sobie również wielkość parcia ukośnego ziemi.

Ściany takie zaopatrzone są zwyczajnie również w przypory, wykonane w odległościach kilkumetrowych, które również dopomagają do stateczności całego układu. Często bardzo wykonuje się również podest poziomy przed ścianą oporową, otrzymując w ten sposób lepszy rozkład nateżeń na grunt. Uzbrojenie



takich ścian może być bardzo rozmaite, bądź to z wkładek o małych przekrojach, bądź też przy użyciu sztywnych wkładek do czego z korzyścią mogą być użyte stare szyny.

Wykonanie wypadła tutaj dość drogo, dlatego też mury tego rodzaju używane są tylko wyjątkowo. Co do wyglądu zewnętrznego, odnoszą się do nich te same uwagi o jakich mówiliśmy przy murach betonowych.



Rys. 122

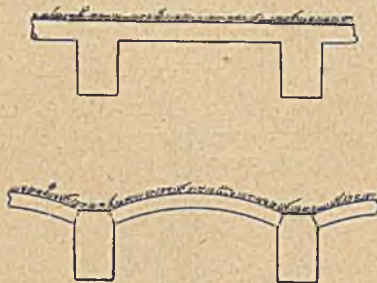
Ważną rzeczą jest również należyte zakończenie każdego muru oporowego lub podporowego. Szczególnie odnosi się to do tych pierwszych, w nasypach, które z natury rzeczy są często narażone na działanie płynącej wody. Trzeba bowiem pamiętać o tem, iż koniec muru oporowego, względnie jego początek, jest najbardziej narażony na uszkodzenie i że naruszenie budowli w tem miejscu spowoduje niechybnie zniszczenie całości.

Mury zakończamy podobnie jak przyczółki mostowe skrzydłami, które mogą być równoległe lub prostopadłe.

Przy skrzydłach równoległych, które biegną w tym samym kierunku co mur, złączenie z terenem, uzyskuje się albo przez stożek szkarpowy, albo też przez częściowe obniżenie muru aż do jej granicy, jaką dyktuje ukształtowanie terenu. Stożek szkarpowy winien być zwyczajnie obrukowany.

Skrzydła prostopadłe wpuszczone są w teren tak daleko, jak tego wymaga wysokość muru, przyczem i tu również pamiętać należy o odpowiednim uregulowaniu przylegającej skarpy.

Przy murach długich a wysokich uzyskujemy często znaczną oszczędność materiału przez wykonanie murów z zastrzałami (rys. 123). Polegają one na tem, iż wykonuje się pojedyncze filary o należytej wytrzymałości, pomiędzy którymi dajemy znacz-



Rys. 123

nie słabszy mur. Mur ten pomiędzy filarami może być wykonany jako płaski lub też jako sklepienie. Szczególnie dobrze nadaje się żelbet do wykonania muru między zastrzałami.

Jak widzimy z powyższej konstrukcji, myślą przewodnią jest tutaj założenie, iż ciśnienie ziemi koncentruje się na zastrzałach, a tylko nieznaczna jego część przejmowana jest przez mury.



Rys. 124

W pewnych, szczególnych warunkach terenowych, na stromych stokach, w terenie skalistym, wykonujemy zamiast pełnego muru t. zw. mury rozwinięte w arkadach (rysunek 124). Jest to właściwie rodzaj wiaduktu o specjalnem uformowaniu filarów i sklepień.

### 34. Ochrona drogi przed piaskiem, śniegiem, lawinami itp.

Oprócz wspomnianych już powyżej ubezpieczeń drogi przed niszczącym działaniem wody, musimy często ochronić ją przed niebezpieczeństwem zasypania piaskiem, śniegiem, lawinami itp., które poniżej w krótkości omówimy.

a) Ubezpieczenie przeciw zasypaniu piaskiem.

W okolicach, w których trafiają się lotne piaski, spotykamy się z objawem zasypywania dróg przez piasek, szczególnie po silnym wichrze. Wiatr porywa ze sobą ziarenka piasku i przenosi je w kierunku wiania, tworząc nieraz olbrzymie fale w miejscach gdzie przedtem była równina.

Walka z lotnymi piaskami jest niezmiernie trudną i uciążliwą a przytem rozłożyć ją trzeba zwyczajnie na długi szereg lat.

Jedynym środkiem, który tu ze skutkiem może być zastosowany jest zalesienie lotnego terenu, co wymaga jednakże zajęcia na ten cel dość znacznych obszarów, a często kilkoletnia praca i wysiłki są zniszczone w bardzo krótkim przeciągu czasu.

b) Ubezpieczenie przeciw zawiejom śnieżnym.

W naszych warunkach klimatycznych pamiętać musimy o niebezpieczeństwie dla ruchu grożącym z powodu zawieji śnieżnych. Zawieje te występują z reguły w czasie silnych wichrów, które porywają z sobą lekki śnieg i wytwarzają na drodze często olbrzymie zwały.

Charakterystyczną cechą zawieji śnieżnych jest ta okoliczność, iż powstają one perjodycznie w jednych i tych samych miejscach, które wynikają zwyczajnie z pewnego stałego kierunku wiatru oraz odpowiedniej konfiguracji terenu.

Zawiejom ulegają najsilniej:

1. Przekopy mniej więcej do 6 m głębokości w wypadkach, gdy kąt pomiędzy osią drogi a kierunkiem wiatru jest większy niżli  $20^{\circ}$ . Najbardziej narażone pod tym względem są przekopy płytke 2—3 m głębokości; natomiast przekopy powyżej 6 m są mniej narażone, albowiem przekroje ich są już dostatecznie wielkie, by pomieścić zwały śniegu bez zajęcia całkowitej przestrzeni.

2. Przekroje odcinkowe od strony przekopu w wypadkach, gdy wiatr wieje w kierunku stoku.

3. Przejazdy w poziomie oraz skrzyżowania dróg.

4. Niskie nasypy. *(głównie niskie nasypy z kompostu.)*

Z chwilą rozpoczęcia się zawiei pierwsze zwały śniegu pow-

stają na szkarpie od strony kierunku wiatru i przybierając najrozmaitsze formy posuwają się ku środkowi przekroju tak, iż często go w zupełności zamykają. Górna powierzchnia zawiei jest łagodniejszą od strony wicheru, stromszą po przeciwnej stronie. Pochylenie w pierwszym wypadku waha się między 1:5 a 1:12 (średnio 1:8), w drugim przeciętnie 1:6. Najpłytszy punkt zawiei leży bliżej szkarpy przeciwległej do kierunku wiania wiatru. Wielkość zwałów śnieżnych zależną jest od siły względnie chyżości wiatru, od rodzaju i ilości poprzednio spadłego śniegu, od wielkości opadu śnieżnego w czasie burzy oraz od ukształtowania terenu. Są to wszystko czynniki tak nieuchwytnie, iż jakiegokolwiek teoretyczne rozważania, nie doprowadzają do żadnego



Rys. 125

rezultatu. Jedynym sprawdzianem jest tu wyłącznie obserwacja.

Stałe urządzenia ochronne wykonujemy dopiero wtedy, gdy na podstawie dłuższych obserwacji ustaliliśmy wszystkie dane odnoszące się do tej sprawy; w okresie badań powinniśmy posilkować się tylko urządzeniami czasowymi.

Środki ochronne podzielić można na 2 typy; do pierwszego będą należały urządzenia mające na celu nieszkodliwe przesunięcie zawiei przez drogę, do drugiego zaś te, które będą miały za zadanie wytworzenie odkładów śnieżnych bez dopuszczenia ich w obręb przekroju drogi.

Przesunięcie śniegu poza drogę będzie możliwe tylko pod warunkiem założenia bardzo łagodnych szkarp przekroju w stosunku 1:6 do 1:10. W tym wypadku zwały śniegu nie zamkną nam przekroju, lecz pod wpływem wiatru będzie śnieg dalej przesuwany. Niestety, prawie z reguły na ten typ ubezpieczenia przejść nie możemy, chyba całkiem wyjątkowo, choćby z tego powodu, że musielibyśmy pod drogę zajmować olbrzymie przestrzenie gruntów, nie wspominając już nawet o konieczności wykonania wielkich robót ziemnych.

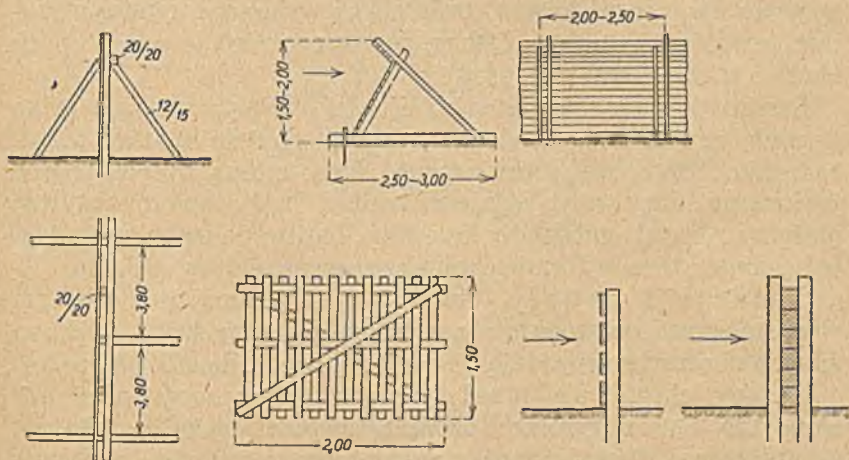
Z reguły prawie zastosujemy drugi środek tj. wały śnieżne,

ściany przeciwnięgowe, żywopłoty, mury ochronne, zalesienia, czasami nawet galerje i tunele.

Zasadniczym działaniem tych urządzeń (z wyjątkiem tuneli i galerji) jest powstrzymanie i niedopuszczenie śniegu do przekroju drogi i to w takiej odległości, by pod tym względem istniała bezwzględna pewność.

Jako osłonę wykonać można ochronny wał ziemny o wysokości 1,50—3,00 m, minimalnej szerokości korony 0,50 m z półtoracznym pochyleniem szkarp w odległości nie większej jak 20 m od krawędzi drogi. Tego typu ubezpieczenia używać będziemy w wypadku, gdy wykupno gruntów jest niekosztowne oraz gdy mamy dostateczną ilość ziemi na odkład.

Ściany ochronne względnie parkany śniegowe ustawiamy wzdłuż krawędzi szkarpy, bądź to prostopadłe do kierunku wiatru, bądź też pod pewnym kątem i to albo w sposób nieprzerwany, bądź też w typie kulisowym, przerywanym.



Rys. 126

Konstrukcja parkanów śniegowych może być bardzo różnaitą, kilka ich typów uwidoczniono w obok podanym szkicu (rys. 126). Wypełnienie pomiędzy poszczególnymi słupami, stawianymi w odległości około 2 m stanowić mogą deski, płyty wikłone, siatka druciana o oczkach 3, 6 do 9 mm. W razie użycia desek, niepotrzebują one bezpośrednio przylegać do siebie, lecz mogą być przybijane w odstępach 3—5 cm. W razie silniejszych wichrów parkany śniegowe wykonuje się z odpowiednimi stężeniami, zastrzałami, względnie w formie trójkątnych kozłów.

Odległość parkanu śniegowego od drogi nie powinna być mniejszą jak 2,5—6 krotna wysokość parkanu, przyczem o istotnej wielkości tej wartości, rozstrzyga najlepiej bezpośrednio spostrzeżenie.

Bardzo dobre rezultaty osiąga się przez kulisowe ustawienie ścian ochronnych, szczególnie wtedy, gdy kierunek wiatru z osią drogi zawiera kąt 20—45° lub też w łukach. Z natury rzeczy jednak tego rodzaju wykonanie powoduje większe koszty.

Z uwagi, że wspomniane powyżej ściany ochronne potrzebne są tylko w czasie zimowym, nie zachodzi zwykle potrzeba zakupu lub wywłaszczenia odpowiednich partji gruntów na ten cel. Właściciele gruntów zadowolają się zwyczajnie tylko pewnym odszkodowaniem za umieszczenie osłon na ich parcelach a to tem więcej, iż zwały śnieżne nie szkodzą prawie w zupełności kulturze rolnej.

Mury śniegowe ochronne są rzadko wykonywane ze względu na znaczne koszty; o ile się je wykonuje, muszą otrzymać grubość 45—60 cm. Dobrze jest zaopatrzyć je w odstępach około 5 m filarkami podporowemi.

Bardzo dobre usługi oddają żywopłoty, mające tylko tę wadę, że liczyć na nie możemy dopiero po 6 do 8 latach po zasadzeniu. Przez cały przedwstępny okres muszą być chronione parkanami śniegowymi, by nie zmarniały. Do żywopłotów używać możemy różnych gatunków krzewów; bardzo dobre usługi oddaje sośnina, która w formie choinek znakomicie drogę osłania.

Galerje i tunele, stanowiące radykalną osłonę od zawiei śnieżnych, wykonuje się czasami w partjach górskich na silnych zboczach; wypadają one jednak bardzo kosztownie.

Nasypy chroni się przed zawiejami zapomocą płotów około 1,5—2,0 m wysokich, stawianych prostopadle do szkarpy, na niej samej. Również możliwą jest ochrona przez zadrzewienie szkarpy nasypu, co jednakże przedstawia również ujemną stronę, albowiem jak już wspomniano, zadrzewienie szkarpy jest niekorzystne ze względu na możliwość rozchwiania jej i wytworzenia kanałów dla przesiąkania wody.

### c) Ubezpieczenia przeciw lawinom.

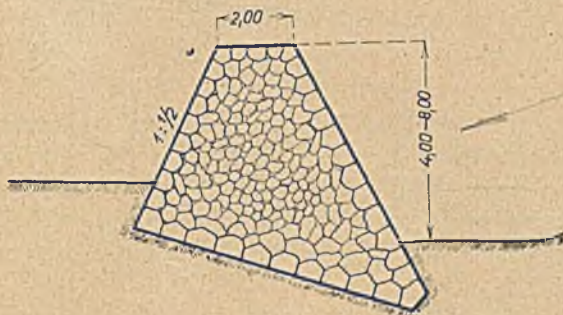
Lawinami nazywamy wielkie zwały śnieżne, które w terenach wysokogórskich nagle urywają się i staczają w dolinę. Tworzenie się lawiny jest zależne od pochylenia i ukształtowania zbocza, od stopnia szorstkości podłoża, wielkości poprzednio spadłych mas śnieżnych oraz od stanu pogody.

Pochody lawin są albo perjodyczne, powtarzające się rokrocz-

nie w jednych i tych samych korytach tak, że wytwarzają się nawet specjalne łożyska lawinowe, albo też wyjątkowe, powtarzające się tylko w znacznych odstępach czasu oraz przy szczególnie wielkich zwałach śnieżnych.

Przy każdej lawinie rozróżniamy obszar jej odłamu, drogę lawiny oraz miejsce jej osadzania się.

Stosownie do sposobu powstawania rozróżniamy: lawiny lodowcowe, przy których odłam znajduje się na lodowcu, lawiny powierzchniowe, przy których odłam powstaje w górnej części zwałów śnieżnych, lawiny denne, przy których odłam następuje u spodu a wreszcie lawiny puchowe, przy których zwały śnieżne składają się ze śniegu suchego i pylnego. Lawiny puchowe trafiają się w pierwszych miesiącach zimy, natomiast denne z końcem zimy lub początkiem wiosny.



Rys. 127

Co do objętości zwałów śnieżnych, to lawiny małe niosą do 2.000 m<sup>3</sup> śniegu, średnie do 20.000 m<sup>3</sup> zaś wielkie nawet do 200.000 m<sup>3</sup>.

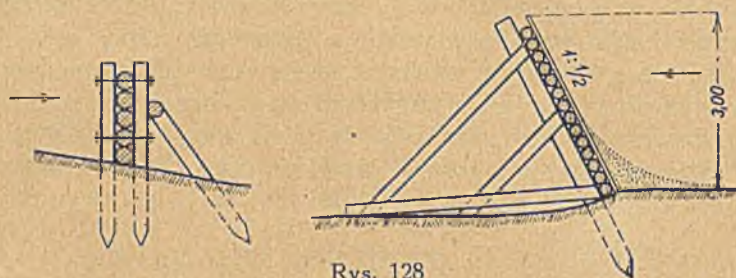
O ile nie możemy ominąć terenu lawinowego, względnie nie możemy przejść go tunelem lub wysokim objektem, natenczas wykonać musimy stosowne urządzenia ochronne, które mogą być zaprojektowane w obszarze odłamu, w korycie lawiny oraz częściowo w miejscu jej osadzania się.

Pierwszym środkiem ochronnym są wały i wykopy, których zadaniem jest powstrzymanie lawiny i zmuszenie jej do osiądnięcia (rys. 127). Wały takie wykonuje się często w kilkusetmetrowych długościach na drodze lawiny, starając się wytworzyć przed nimi odpowiednie wykopy, które służyć będą za miejsce składu śniegu.

Podobny skutek osiągamy, przeprowadzając w terenie lawi-

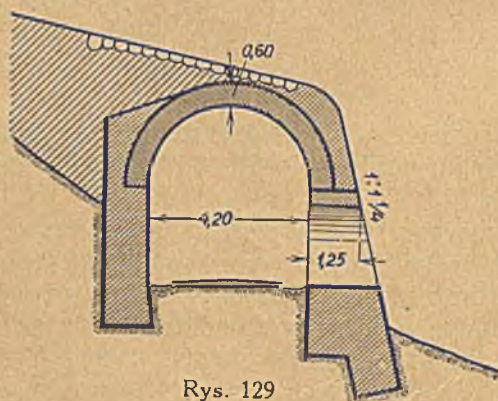
nowym drogę bardzo wysokim nasypem, gdyż w ten sposób wytwarzamy lawinom zaporę wraz z dostateczną ilością miejsca na odkład.

Innym typem środków ochronnych są kierownice lawinowe mające na celu nadanie lawinie takiego kierunku, by nie szła na chronioną drogę. Urządzenia te mogą być bardzo rozmaite. W pewnych wypadkach są to wielkie rowy, które kierunkiem swym sprowadzają lawinę w miejsce pożądane. Następnie



Rys. 128

z dobrym skutkiem mogą być użyte, opisane poprzednio, wały ziemne lub kamienne. Wreszcie wykonuje się również budowle drewniane o najrozmaitszych typach, które ustawione ukośnie do drogi lawiny mają za zadanie zepchnięcie jej w żądanym kierunku (rys. 128). Budowle takie nie powinny być nigdy usta-



Rys. 129

wione prostopadle do drogi lawiny, albowiem zadaniem ich nie jest jej schwytywanie; pochylenie osi kierownicy do kierunku lawiny waha się w granicach od  $20^{\circ}$ — $60^{\circ}$ . Otrzymują one bardzo strome pochylenia  $1:1\frac{1}{2}$  do  $1:1\frac{1}{3}$ , często nawet ustawiane są pionowo.



Radykalnym środkiem ochronnym są galerje lawinowe (rys. 129), używane podówczas, gdy droga idzie stokiem w przekopie lub w przekroju odcinkowym. W tych wypadkach cała część drogi, która na przejście lawiny jest narażona, pokrywa się galerją ochronną przykrytą sklepieniem lub dachem.

Budowle te otrzymują z boków zamykające ściany przyczółkowe, bardzo często zaopatrzone w boczne otwory, dopuszczające światło do wnętrza. Ustawiane zamiast sklepienia dachy muszą być dostatecznie silne, z reguły jednospadowe, przyczem spad ten powinien być bardzo starannie dostosowany do spadku drogi lawiny. W ten sposób przejście lawiny przez dach względnie sklepienie nie napotka na żadne trudności.

Zabudowanie terenów lawinowych ma na celu zatrzymanie śniegu tam gdzie on opadł i niedopuszczenie do tworzenia się lawiny. Obszar zabudowania zależny jest od pochylenia zbocza i stopnia jego gładkości. Podzielone ono musi być z natury rzeczy na 2 części, a mianowicie: zabudowanie przestrzeni poza granicą lasów oraz zadrzewienie poniżej tej granicy.

Powyżej granicy lasów, gdzie już roślinnością operować nie możemy, wykonujemy w najrozmaitszych, poprzednio już wspomnianych formach (wykopy, wały, ściany) chwytałki śniegu, przyczem staramy się by niweletę poszczególnych obiektów wykonać w całości w jednym poziomie z dostosowaniem jej do skrajnych cech terenu. Chwytałki takie ustawiane są na drodze lawiny amfiteatralnie tak, by luki w jednej wysokości kryte były budowlami w drugim rzędzie.

Poniżej linii lasów użyć możemy z wielką korzyścią zalesienia terenu, który to środek uważany był od najdawniejszych czasów za jeden z najlepszych w tym kierunku. Działa on zupełnie pewnie; jednakże tylko pod tym warunkiem, gdy zalesienie doprowadzone zostanie do miejsc odłamowych.

#### d) Ubezpieczenie przeciwko rumowisku.

Zdarzają się często wypadki, że droga przekraczając dolinę poprzeczną, natrafia na teren, w którym po większych deszczach i związanej z tem wielkiej wodzie, przesuwa się z góry naniesione rumowisko.

Tereny takie są nader niebezpieczne i jak już pierwej wspomnieliśmy, winny być o ile możliwości omijane. Ponieważ jednakże nie da się ominąć wszystkich, choćby najmniejszych dolin, przeto musimy wykonywać ubezpieczenia chroniące drogę i objekty, przeciwko zasypaniu.

Ochrona ta polega w pierwszym rzędzie na zabudowaniu po-

toków niosących rumowisko, czyli na złagodzeniu spadków, które ruch rumowiska umożliwiają. Dzieje się to zapomocą wykonania stosownych przegród dolin, poza którymi rumowisko się osadza a następnie przez wytworzenie łagodniejszego spadku, przy którym ruch rumowiska staje się niemożliwy.

Pomocnem w tym kierunku jest również zalesienie odnośnego obszaru, albowiem wtedy spływ wody nie odbywa się tak nagle i gwałtownie jak przy terenach z roślinności ogołoconych.

Naturalnie że przy strumieniach większych, roboty te przybierają znaczne rozmiary i są kosztowne, natomiast krótkie boczne parowy, które się często trafiają, mogą być stosunkowo łatwo zabudowane.

Zabudowanie to polega na wykonaniu bądź to z kamienia, bądź też z drzewa lub płotków i faszynady poprzecznych progów, które przepuszczając wodę zatrzymują rumowisko oraz zmniejszają spadki płynącej wody.

Dawniej często, zamiast wykonywać te objekty na drodze w tych miejscach gdzie toczy się rumowisko, wykonywano tam koryta brukowane, które dopuszczały rumowisko na drogę, poczem usuwano je stamtąd po przejściu wody. Dzisiaj przy rozwiniętym ruchu automobilowym, tego rodzaju muldy, wywołujące silne wstrząśnienia, pędzącego ze znaczną chyżością wozu, nie powinny być cierpiane i należy je zamieniać na przepusty oraz przewidzieć równocześnie w jaki sposób ruch rumowiska ustalić.

## VI. Osuszanie robót ziemnych

### 35. Oddziaływanie wody na roboty ziemne

Stateczność terenu względnie wykonywanych robót ziemnych wynika z równowagi sił na danym obszarze działających, którymi są: spoiistość materiału, międzycząstkowe tarcie oraz siła ciężkości. Jeżeli z jakichkolwiek bądź powodów siły te doznają pewnych zmian, natenczas mogą powstać niepożądane objawy ruchu terenu, względnie wykonywanych budowli.

Spoiistość materiałów ziemnych może być zmniejszoną np. przez silne wstrząśnienia, chemiczne zmiany materji oraz pojawienie się wody. Najważniejszym dla nas w danym wypadku jest wpływ wody, albowiem przesycenie terenu wodą wywołać musi w pierwszym rzędzie zmniejszenie tarcia międzycząstkowego jak również spoiowości rodzimej. Z natury rzeczy wynika,

że w tych warunkach zmniejsza się również kąt tarcia danego materiału; jeżeli zatem nawet obciążenie terenu lub drogi pozostało to samo, jakie było w warunkach suchości terenu, to przy terenie przemokniętym muszą nastąpić pewne odkształcenia.

Woda dostaje się do wnętrza ziemi wskutek przesiąkania; o ile napotka na materiały przepuszczalne opada coraz niżej, dostając się wreszcie na warstwy, które jej dalej przepuścić nie mogą. Na tych warstwach woda albo zatrzymuje się, albo też po nich spływa w zależności od upadu danej warstwy. W ten sposób powstają we wnętrzu ziemi bądź to mniejsze lub większe zbiorniki wody stojącej, bądź też strumienie wodne podlegające tym samym prawom, jakim podlega ruch wody na powierzchni ziemi z tą jednak zmianą, iż opory ruchu są tutaj zupełnie inne.

Jako objaw wtórny i bardzo niepożądany występuje przytem rozmięknienie górnej powierzchni pokładu nieprzepuszczalnego oraz wygładzenie go do granic, dla równowagi układu bardzo niebezpiecznych.

Jeżeli zatem na tego rodzaju terenie wykonamy np. większy nasyp, czyli innemi słowy, jeżeli teren silnie obciążymy, natenczas może nastąpić objaw zniszczenia chwilowo istniejącej równowagi i w następstwie ruch terenu w kierunku spadu warstwy wodonośnej. Podobnie wykonując w tych warunkach przekop t. zn. usuwając w pewnej partji większą lub mniejszą objętość ziemi, spowodować możemy również zaburzenia w istniejącej równowadze i w rezultacie ruchy terenu.

W podobnych warunkach powstają t. zw. usuwiska a powierzchnię po której następuje ruch całego układu nazywamy powierzchnią usuwową.

Nie należy sobie jednakże wyobrażać, że usuwiska powstać mogą dopiero po wykonaniu projektowanej drogi. Przeciwnie, usuwiska istnieją często w terenie zupełnie robotami sztucznymi naruszonym; będą to, rzec można, usuwiska rodzime, zależne od najrozmaitszych warunków. Opisane powyżej roboty wywołać mogą jednak nagle najniespodziewaniej, objawy usuwowe wtedy, gdy cały teren na którym pracę rozpoczęliśmy znajdował się w stanie równowagi chwiejnej i gdy najmniejsze naruszenie tego terenu równowagę tę zniszczyło.

Opanowanie usuwisk, których przyczyną, jak widzimy, jest prawie z reguły woda, jest rzeczą niezmiernie trudną, długo trwającą, a co najważniejsze, bardzo kosztowną. O ile zatem na podstawie poprzednich badań terenu dojdziemy do wniosku, iż znajdujemy się na partji usuwowej, natenczas najbardziej

wskazany jest teren ten opuścić i drogę przełożyć w miejsce, co do którego obaw takich żyć nie potrzebujemy.

Poznanie jednak terenu usuwowego nie jest rzeczą łatwą i wymaga wielkiego doświadczenia.

Opisane powyżej powody powstawania usuwisk przedstawiają nam typ elementarny; w rzeczywistości jednak sprawa komplikuje się często niezmiernie z powodu istnienia nie jednej lecz kilku powierzchni usuwowych, zaś na powierzchni ziemi widzimy dopiero wypadkową z tych wszystkich ruchów, jakim pokłady ziemne podlegają.

Istnieją pewne zewnętrzne objawy usuwiskowe, po których teren poznać możemy, jednakże będą one miały zawsze tylko wartość do pewnego stopnia pogładową. Objawami temi będą nienaturalne sfałdowania terenu, ukośny porost drzew w najróżnorodniejszych kierunkach, nadto ważną wskazówką będą pęknięcia terenu, powstałe wskutek odłamu pojedynczych przestrzeni, przyczem pęknięcia te ciągną się często całymi kilometrami. Niestety są one trudno spostrzegalne, gdyż zwyczajnie rokroczna orka i uprawa pól, zakrywa je prawie zupełnie.

Objawy usuwowe nie zależą wyłącznie od ilości wody w terenie, ale również od rodzaju pokładów. Np. twarde łupki, margiel i inne skały nawet przy małej ilości wody wygładzają się często nadzwyczajnie i już przy małych spadkach 2—3% mogą doprowadzić do uruchomienia terenu.

Wspomniane powyżej pęknięcia terenu pogarszają jeszcze sytuację o tyle, iż sięgać mogą aż do terenu wodonośnego a wtedy często występuje objaw ciśnienia hydrostatycznego działającego od spodu ku górze i zmniejszającego jeszcze bardziej tarcie w powierzchni usuwowej.

O ile mamy dostatecznie uzasadnione podejrzenia co do usuwowości danego terenu, którego z innych powodów ominąć nie możemy, natenczas nie powinniśmy poprzestawać tylko na skonstatowaniu tego faktu, lecz rozpocząć badania dokładne, polegające na wykonaniu dostatecznej ilości otworów wiertniczych względnie nawet czasami szybów. Otwory te powinny być doprowadzone aż do warstwy nieprzepuszczalnej a na podstawie osiągniętych w ten sposób dat możemy wykreślić dokładnie położenie warstwy nieprzepuszczalnej. Głębokość warstwy nieprzepuszczalnej będzie również miarodajną ze względu na wykonać się mające roboty ziemne. Jeżeli głębokość ta jest dość znaczną, natenczas przy niewielkich przekrojach projektowanej drogi nie zajdzie często obawa naruszenia równowagi a temsamem usuwiska.

Z uwagi, iż jak to powiedzieliśmy, główną przyczyną powstawania usuwiska jest woda, środek zaradczy będzie można znaleźć tylko w osuszeniu terenu. Sposoby osuszenia są bardzo różnorodne i muszą być specjalnie omówione, dlatego też temat ten podzielić należy na usuwiska w przekopie, usuwiska grunto-we pod nasypami oraz na usuwiska w samym nasypie, które z reguły powstają wskutek złego wykonania roboty.

### 36. Osuszenie przekopów powierzchniowe i wgłębne

Jak już powyżej wspomniano, przy przecięciu przekopem istniejących pokładów ziemnych mogą nastąpić objawy usuwiskowe wtedy, gdy teren jest silnie przepojony wodą. Środkiem zaradczym będzie tu osuszenie, które może być powierzchniowe lub wgłębne.



Rys. 130

a) Osuszenie powierzchniowe. Jeżeli w czasie wykonywania przekopu przetniemy warstwę wodonośną, natenczas zarysowuje się ślad powierzchni usuwowej na szkarpie od strony wyższej mniej lub więcej wyraźnie, zależnie od tego, czy wykonujemy robotę w okresie suchym, czy też wilgotnym. W pierwszym wypadku ślad ten będzie zaledwie dostrzegalny i z początku nie odczujemy żadnych przykrych następstw z powodu nadcięcia terenu. Gdy jednak rozpocznie się czas słotny, teren napa-wa się coraz więcej wodą, która spływając po warstwie wodonośnej zaczyna powoli niszczyć szkarpe. Zniszczenie to objawia się w pierwszym rzędzie wyżłobieniem szkarpy poniżej warstwy wodonośnej, powtórę obrywaniem się pojedynczych części szkarpy z partji ponad rzezoną warstwą.

Do tej ewentualności dopuścić nie powinniśmy a ubezpieczenie szkarpy należy wykonać zapomocą sączków.

Sączek jest to rów wykonany na szkarpie o szerokości 0,60 do 1,00 m, głębokości 0,80—1,20 m o ścianach bocznych pionowych,

wypełniony kamieniem oraz na powierzchni szkarpy należyce wybrukowany (rys. 130). Zadanie sączka tkwi w zebraniu spływającej po warstwie wodonośnej wody i odprowadzenie jej w sposób dla szkarpy nieszkodliwy do rowu przydrożnego. W tych wypadkach brukujemy zwyczajnie rowy, aby woda z nich nie dostawała się wgłąb ziemi.

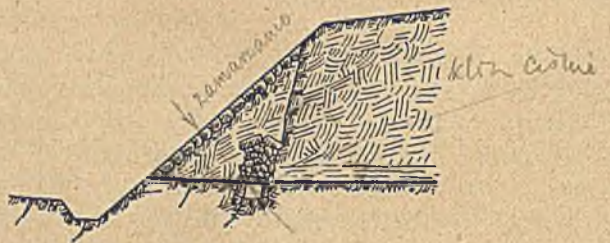
Sączek na szkarpie powinien być wyprowadzony tak daleko, jak daleko sięga warstwa wodonośna; przedłużanie sączka ponad nią jest już zbyteczne. Na powierzchni szkarpy ukształtowanie



Rys. 131

sączków może być bardzo rozmaite (rys. 131); główną wytyczną w tym kierunku jest to, by sączek opanował należyce całą powierzchnię szkarpy tak, by mógł ściągnąć wodę z jak największej powierzchni.

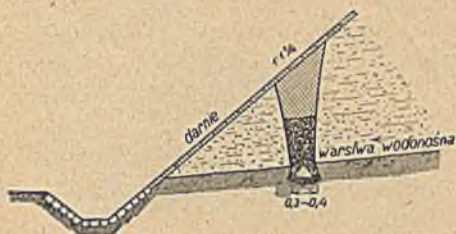
Jeżeli w pokładzie wodonośnym występuje woda stosunkowo grubą warstwą w znacznej ilości, natenczas wykonujemy na szkarpie strome wcięcie aż do warstwy wodonośnej (rys. 132),



Rys. 132

następnie zakładamy podłużną rynnę odpływową wciętą na kilkanaście cm w warstwę nieprzepuszczalną a wreszcie nad rynną wykonujemy na sucho kanalik o wymiarach dostosowanych do ilości mającej się odprowadzić wody. Kanalik ten otrzymuje spadek podłużny mniej więcej równoległy do osi drogi, przyczem pożądane jest użycie spadku co najmniej 1%. Spadek kanaliku może być w zależności od warunków jednostronny lub dwustronny a wyloty, umieszczone na zboczach terenu, powinny być odpowiednio zabezpieczone i odprowadzać wodę do naturalnego ścieku.

Po wykonaniu kanałiku zasypujemy wybraną przestrzeń o ile możliwości materiałem przepuszczalnym, zaś wierzch szkarpy okładamy darniną względnie nawet często brukujemy. Głębokość ułożenia kanałiku powinna być dość znaczną, w każdym razie taką, by nie zachodziła obawa jego zamarzania. Odpowiednio głębokie, a co zatem idzie również i odpowiednio odległe od szkarpy



Rys. 133

położenie kanałiku ma również znaczenie z tego powodu, iż na klin ziemi nad kanałikiem usypany wywiera ciśnienie z tyłu położona masa ziemi. Rozchodzi się zatem o to, by klin ten był dostatecznie silny, celem wytworzenia odporu przeciwko cisnącym na niego partjom ziemi.



Rys. 134

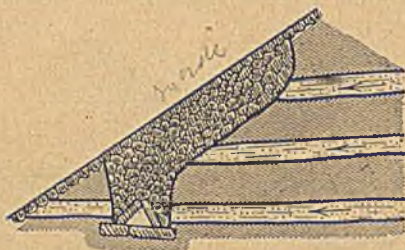
Wykonanie wykopu dla kanałiku rozpoczyna się od punktu najniższego dla umożliwienia wygodnego spływu wody; wykonanie zaś kanałiku w kierunku przeciwnym. Zasypanie wycięcia powinno być wykonane warstwowo i, o ile możliwości, z ubiciem. Dno ścieku powinno być wykonane starannie na zaprawie, aby bezwzględnie nie dopuścić do przesiąkania wody w głąb pokładów.

Podany powyżej kanałik może być również wykonany nieco odmiennie, w sposób na rys. 133 uwidoczony. Mianowicie zamiast usuwania całego klina ziemi jak poprzednio, wykonujemy stromy wykop, z ewentualnem rozparciem i opierzeniem ścian,

w którym układamy kanalik a następnie przysypujemy najpierw warstwą kamieni, następnie zaś ziemią.

Kanaliki mogą być bardzo rozmaicie wykonane, przy użyciu różnych materiałów, a więc kamienia, płyt cementowych, dachówek i t. p. (rys. 134).

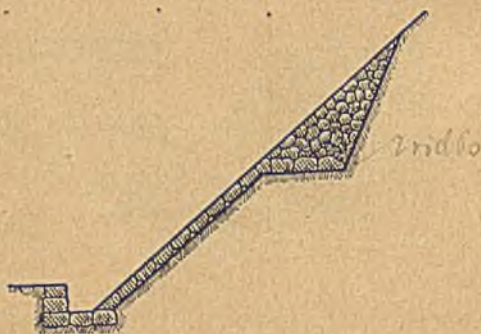
3a.



Rys. 135

W wypadku, gdy mamy do czynienia z kilkoma warstwami wodonośnemi, wykonujemy kanalik w połączeniu z wyprowadzeniem sączków, doprowadzających wodę do niego (rys. 135). Sączki w tym wypadku uchwytują wodę z wyżej położonych warstw wodonośnych i sprowadzają ją do kanaliku, wciętego w najniższą warstwę wodonośną.

1.



Rys. 136

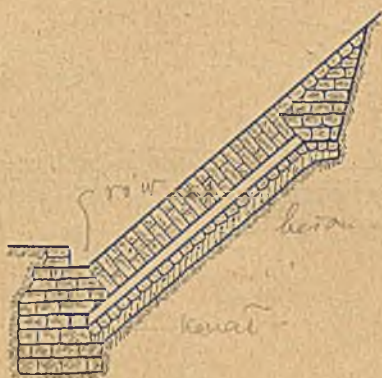
Zdarza się również, iż musimy na szkarpie uchwycić źródło. W tym wypadku sposób postępowania jest dwojaki w zależności od tego, czy chcemy odprowadzić wodę po powierzchni czy też kanałem krytym.

W obu wypadkach wykonujemy na szkarpie wcięcie jak poprzednio, które wypełniamy później murem na sucho. Jeżeli nie



obawiamy się zamarzania, odprowadzamy wodę z uchwyconego źródła otwartą rynną do rowu wymurowanego na cemencie (rysunek 136); gdy zaś ta obawa zachodzi, wykonujemy kryty ściek, o silnym spadku do krytego kanału położonego mniej więcej pod dnem rowu (rys. 137). Rynna szkarpowa musi być podówczas starannie wybrukowana, by woda z niej nie dostawała się do wnętrza pokładów.

b) Osuszenie wglębne. Dotychczas omawiane sposoby osuszenia miały na celu powstrzymanie ruchu szkarpy i były właściwie robotami dość drobnymi.



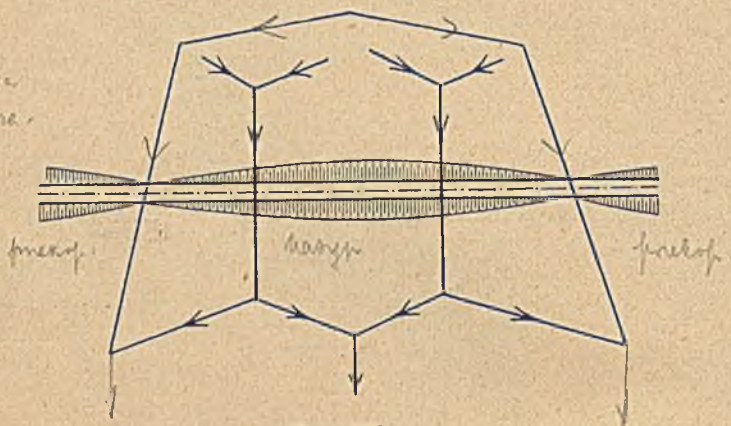
Rys. 137

Innych sposobów musimy użyć w wypadku, gdy znajdujemy się na usuwisku, przy którym występuje ruch całego, większego obszaru. Osuszenie szkarpy tu już nie pomoże tem więcej, iż powierzchnia usuwowa znajduje się często dość głęboko pod wykonywaną robotą.

Podstawą osuszenia wglębego będzie należyte sporządzenie planu warstwowego tak powierzchni terenu, jako też powierzchni wodonośnej. Ażeby mapę taką można sporządzić, koniecznym jest wykonanie całego szeregu wierceń, które dadzą nam w rezultacie kształt powierzchni usuwowej. Często będziemy zmuszeni wiercenia pogłębiać nawet poniżej terenu nieprzepuszczalnego, celem zbadania warstw dolnych, które w pewnych wypadkach mogą być warstwami chłonnymi dla wody płynącej po warstwie nieprzepuszczalnej.

Założenie osuszenia wglębego, które wykonuje się zapomocą

szpar kamiennych lub podkopów, ma wiele podobieństwa do zwykłego drenowania, przyczem jednak typy budowli są tu zupełnie inne. Na podstawie posiadanego planu warstwowego pokładu nieprzepuszczalnego projektujemy szereg ciągów położonych zawsze ze spadkiem tak, by objąć nimi cały teren dotknięty ruchem, a wreszcie wyszukujemy odpowiednie punkty wypustu wody nazewnątrz (rys. 138). Ciągi takie mogą być obwodowe lub wewnętrzne, przyczem projekt jest w wysokiej zależności od wielkości obszaru usuwowego, ukształtowania terenu i warstwy nieprzepuszczalnej a wreszcie od głębokości w jakiej ta warstwa znajduje się pod terenem.



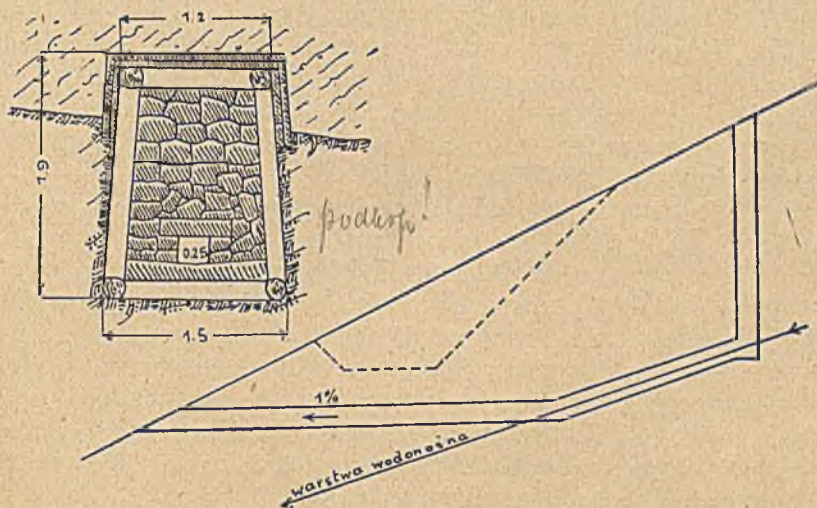
Rys. 138

Jeżeli osuszenie zamierzamy wykonać zapomocą szpar kamiennych, to pamiętać należy, iż każda szpara doprowadzona być musi do warstwy wodonośnej. Szpary kamienne uzyskujemy przez stromy, należycie opierzony i rozparty wykop, o głębokości unormowanej różnicą wysokości pomiędzy terenem a warstwą wodonośną. Wykop ten powinien u dołu posiadać szerokość około 1,00 m, u góry 1,00—2,00 m, tak by praca robotnika odbywała się o ile możności wygodnie. Szczególniej stężenie powinno być dobrze obmyślane ze względu, iż masy ziemne znajdują się w ruchu.

W odpowiedniej, projektem ustalonej głębokości zakładamy na dnie wykonu kanalik o wymiarach obliczonych wedle spadku i ilości wody, który następnie przykrywamy narzutem kamiennym. Przy płytszych szparach w czasie wykonywania wypełnienia kamieniami należy opierzenie usunąć, w głębszych można je pozostawić.

Wypełnienie kamieniem kończy się w głębokości 1,00—2,00 m pod terenem, następnie układa się na nie warstwę mchu lub darniny, a wreszcie ubija się w dalszej wysokości ziemię. W ten sposób powstaje olbrzymi sącdek, mający na celu zbieranie wody i odprowadzanie jej na światło dzienne. Praca wykopowa jest tu trudna i kosztowna, jeżeli zważy się, iż materiał musi być wydobywany zwyczajnie z pomocą podestów pośrednich lub też kufłów i wind.

Jeżeli warstwa wodonośna leży zbyt głęboko, natenczas szpary kamienne wypadają już za drogo a osuszenie podówczas wykonuje się zapomocą podkopów.



Rys. 139

Podkopy są to sztolnie idące w kierunku do poziomu bardzo zbliżonym, o szerokości 1,00—1,50 m, wysokości zaś takiej, by pomieścić mogły robotnika (rys. 139). Rozparcie ich jest bardzo różnorodne, w zależności od pokładów, w jakich są wykonywane. Podkop może odwieść tylko jedną warstwę wodonośną i w tem tkwi ich różnica w odniesieniu do szpar, które zbierać mogą wodę równocześnie z kilku warstw.

W podkopie takim umieszcza się murowany ściek, następnie zaś wypełnia się go możliwie ściśliwie kamieniami, tworząc z niego podziemny, potężny chodnik.

Najważniejszą częścią wykonania podkopu jest ciesiołka.

Obudowanie podkopu odbywa się zapomocą odrzwi, które mogą być puste, czyli niestężone u dołu lub też pełne czyli stężone. Poza odrzwiami, które stoją w odległościach 1,20—1,50 m, znajduje się oprawa zwana także opierzeniem, którą zwyczajnie dajemy tylko u stropu i w ścianach bocznych.

W zasadzie możnaby podkopy pozostawić bez wypełnienia kamieniem, obudowa jednakże w tym wypadku musiałaby być bardzo staranna i pod ciągłym nadzorem. Ponieważ na to nie zawsze liczyć możemy, przeto raczej decydujemy się na wypełnienie podkopu kamieniem.

Tak dla celów wentylacyjnych jak również celem umożliwienia wydobywania ze sztolni materiału ziemnego, wykonujemy równocześnie szereg szybów pionowych w rozmaitych punktach. Szyby te mają w przyszłości znaczenie kontrolne, albowiem ewentualne podnoszenie się w nich poziomu wody dowodzi, iż sztolnia w pewnym miejscu zatkała się i nie funkcjonuje. Przy większej ilości szybów mamy możność dokładnego ustalenia na jakiej przestrzeni zatkanie nastąpiło.

Przy mniejszych usuwiskach wykonujemy czasami dla powstrzymania ruchu mas ziemnych mury podporowe. Jest to jednakże środek zupełnie nieodpowiedni, raz z tego powodu, że wogóle nie znamy tutaj sił z jakimi mamy do czynienia, nie możemy zatem racjonalnie obliczyć przekroju muru, nadto i co ważniejsze, występują tu zwyczajnie tak olbrzymie siły, iż opanowanie ich murem jest rzeczą wprost nieosiągalną. Jeżeli z jakichkolwiek bądź ubocznych powodów decydujemy się na zastosowanie tego środka, natenczas pamiętać należy o konieczności usunięcia wody z przestrzeni poza murem.

Czasami obserwujemy w naturze t. zw. usuwiska suche, przy których woda nie odgrywa żadnej roli a powód ruchu mas ziemnych leży w miałości lub gładkości rodzimych materiałów. Usuwiska te są niezmiernie trudne do opanowania i raczej powinniśmy tego rodzajów terenów unikać. Jedyne wyjście z sytuacji będą tu mury podporowe, względnie inne opisane już poprzednio wzmocnienia szkarp przekopu, jednakże często wykonanie tych urządzeń daje rezultat wątpliwy.

Z opisanego stanu rzeczy wynika, że osuszenia wgłębne należą do jednych z najbardziej trudnych robót inżynierskich i pochłaniają często olbrzymie wprost koszty. Z tego powodu okaże się tańszem i lepszem opuszczenie terenu usuwowego i przerzucenie całej narażonej części drogi na inne, odpowiedniejsze miejsce.

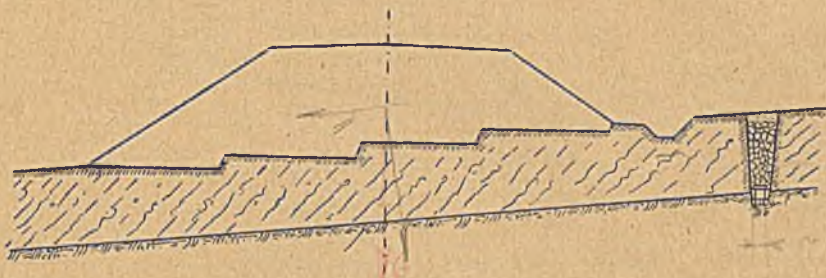
### 37. Osuszenie nasypów

Ruchy w nasypie mogą mieć swój powód albo w ruchu całego terenu na którym nasyp został wykonany, albo też tylko w ruchu materiału nasypowego, którego przyczyna leży z reguły w wadliwym wykonaniu nasypu.

Z tego też powodu sprawę należy dla obu tych wypadków oddzielnie omówić.

#### a) Usuwisko gruntu pod nasypem.

O ile nasyp wykonaliśmy na terenie, który sam w sobie jest usuwiskowym, to środki zaradcze są zupełnie te same jak przy przekopach, a polegają na osuszeniu i odwodnieniu całej partji bądźto zapomocą szpar kamiennych, bądź też podkopów.



Rys. 140

Objawy usuwowe terenu mogą się okazać dopiero po wykonaniu nasypu z tego powodu, iż teren ten mógł się znajdować w stanie równowagi chwiejnej, która zniszczona została wskutek obciążenia nasypu.

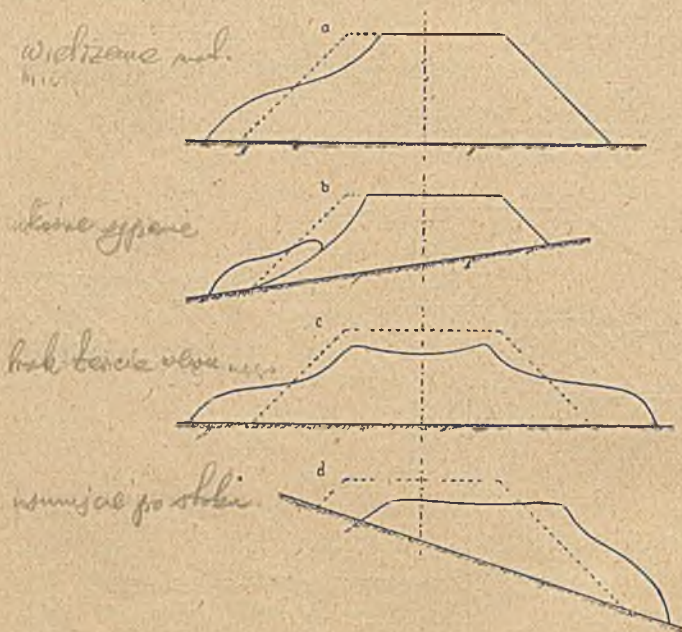
Jeżeli powierzchnia usuwowa leży w niewielkiej głębokości, natenczas dobre rezultaty osiągnąć możemy przez założenie w terenie powyżej nasypu rowu odwadniającego, doprowadzonego aż do warstwy wodonośnej, zaopatrzonego u spodu kanalikiem poprowadzonym w spadzie co najmniej 1% w kierunku mniej więcej równoległym do drogi i przykrytego narzutem kamiennym a następnie ubitą ziemią (rys. 140). Rów ten osuszy teren pod nasypem; szczególnie troskliwie należy wykonać wypusty wody do strumieni naturalnych.

Wymiary rowu są rozmaite, dostosowane do okoliczności; w każdym razie co do szerokości wahają się około 1,00 m.

#### b) Usuwiska w nasypie.

Wskutek złego wykonania nasypu lub wadliwego doboru ma-

terjału wytwarzamy często objawy usuwisk sztucznych (rysunek 141). Objawy i przyczyny ruchu, który ogranicza się tylko do przekroju nasypu, mogą tu być bardzo rozmaite. Jeżeli materiał, z którego nasyp wykonano, wietrzeje i ulega chemicznemu rozkładowi, natenczas często oddziela się u góry część nasypu i spada ku podstawie (a). Objaw ten właściwie z istotnem usuwiskiem niewiele ma wspólnego i wynika z destrukcyjnego działania wpływów atmosferycznych.



Rys. 141

Jeżeli wskutek nieodpowiedniego sypania w warstwach nie poziomych lecz mniej więcej równoległych do szkarpy powstała pewna powierzchnia usuwowa w nasypie, natenczas pod wpływem przesiąkającej z wierzchu wody część materiału może się oderwać i stoczyć ku dołowi (b).

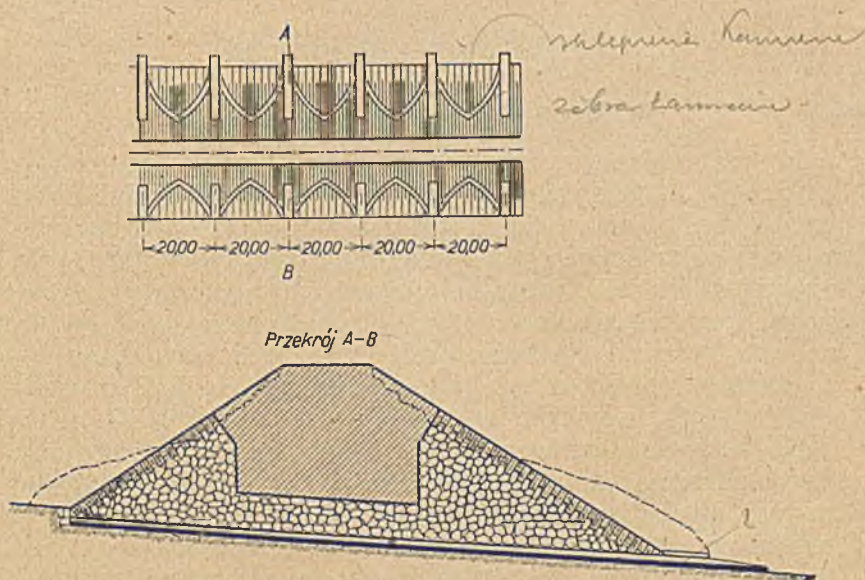
Również może nastąpić deformacja nasypu wskutek braku wewnętrznego tarcia w materiale, co trafia się szczególnie przy nasypach ilowych; wtedy nasyp pod wpływem przewilgocenia zaczyna się u góry zapadać a natomiast rozlewać na boki (c).

Wreszcie spotykamy się również z przesunięciem się nasypu po stromych stokach, przyczem następuje zwyczajnie zniszczenie

kształtu przekroju (*d*). Wypadek ten może zająć wówczas, gdy nie przewidzieliśmy wykonania poziomych, względnie do poziomiu zbliżonych stopni fundamentowych a nadto nie usunęliśmy z pod nasypu murawy, która później pod wpływem wilgoci wytworzyła poślizg.

Przy starannem wykonaniu budowli, objawów wyżej wymienionych właściwie być nie powinno; niemniej jednak w razie ich pojawienia się musimy zarządzić odpowiednie środki zaradcze.

Środki te będą rozmaite zależnie od okoliczności.



Rys. 142

W pierwszym rzędzie wspomniane już powyżej sączi ściągające wodę ze szkarp nasypów, przyczem w konstrukcji swej nie różnią się one zupełnie od sączi wykonanych w przekopie. Ukształtowanie sączi na szkarpie może być bardzo rozmaite i niekoniecznie umiarowe, lecz dostosowane do potrzeb w formie odpowiednich odgałęzień.

Innym sposobem osuszenia nasypu będzie wykonanie ż e b e r k a m i e n n y c h, przechodzących przez cały nasyp, a rozstawionych w odległościach mniej więcej 20 m. Dla podtrzymania szkarpy nasypu wykonuje się pomiędzy żebami sklepienia kamienne.

Jeżeli mamy do czynienia z objawem rozpyływania się nasypu, natenczas w pierwszym rzędzie należy zbadać, czy położony wewnątrz nasypu materiał jest suchy. O ile ten wypadek zachodzi, usuwamy materiał rozmoczony, wykonujemy poziome zacięcia w pozostałej części suchej i dosypujemy brakującą część materiałem nowym, zdrowym. W wypadku, gdy cały nasyp się rozlał, nie pozostanie nam nic innego jak usunięcie go w całości i wykonanie zupełnie nowego nasypu.

## VII. Budowa nawierzchni

### 38. Ogólne uwagi o nawierzchni

*o. dostadnie!*  
Nawierzchnią nazywamy górną utrwaloną część drogi, służącą do bezpośredniego przyjęcia ruchu. Nawierzchnia składać się będzie albo tylko z jezdni a więc partji przeznaczonej na ruch pojazdów, albo też z jezdni i chodników, które będą służyły dla celów ruchu pieszego. Pierwszy typ reprezentowany jest przez drogi międzymiastowe, gdzie poza jezdnią istnieją tylko pobocza spełniające równocześnie rolę chodników, drugi typ z wyraźnie i odrębnie wykształconą jezdnią i chodnikiem widzimy w ulicach miejskich.

Najpodrzedniejsze drogi, służące li tylko dla gospodarczego ruchu lokalnego a więc obsługi rolnictwa, nie posiadają często żadnej nawierzchni jako ziemne, nie mniej jednak i niemi zająć się musimy ze względu, iż jest ich w kraju stosunkowo dużo, a nadto, iż celowe zabiegi około tych dróg, pomimo braku istotnej nawierzchni, mogą znacznie polepszyć stan tych dróg a tem samem obniżyć kosztu transportu.

Nawierzchnia jest najważniejszą częścią drogi, gdyż styka się ona bezpośrednio z pojazdem; o ile z jednej strony cierpi ona wskutek wadliwej konstrukcji pojazdu, o tyle odwrotnie lepszy lub gorszy jej stan oddziaływa wybitnie na pojazd.

Zadania nawierzchni są następujące:

1. Winna ona przenosić skupiony ciężar koła na podtorze tak, by się to ostatnie nie ugięło i wskutek tego nie uszkodziło samej nawierzchni.

2. O ile możności powinna być nawierzchnia nieprzepuszczalna tak, by woda opadowa nie przedostawała się do podtorza. Idealem będzie tu nawierzchnia monolitowa o jednakowym stopniu gęstości i bez miejsc pustych. Nadto rodzaj i kształt na-



wierzchni powinien być taki, by woda możliwie łatwo i szybko splywała ku poboczom.

3. Nawierzchnia powinna być trwałą, by ruch na nią możliwie jak najmniej oddziaływał, a wreszcie:

4. Powinna być tania, gdyż przy znaczniejszej ilości dróg, jaka się w państwie znajduje, postulat ten jest pierwszorzędnej doniosłości. Taniłość powinna być pojęta rozumnie, tak by nie szła z nią w parze lichota budowy. Nadto, oceniając koszt nawierzchni, trzeba uwzględnić nie tylko budowę, ale również późniejsze utrzymanie.

Normalnie nawierzchnia dzielić się będzie na dwie części a to na warstwę wierzchnią, która przejmuje ruch, i na warstwę spodnią, której zadaniem jest (przenoszenie ciężarów na podtorze. Z podziału tego wynikną równocześnie odpowiednie wskazania dla urządzenia jednej i drugiej warstwy. Pierwsza będzie musiała mieć znaczną odporność na działające na nią, a poznane już poprzednio siły, a więc na uderzenia, tarcie potoczyste i posuwiste, dalej na wpływy atmosferyczne. Druga powinna być tak wykonana, by następował najkorzystniejszy rozdział ciśnień oraz by nie ulegała i nie niszczyła się pod wpływem bądź co bądź przedostającej się tam wody.

Część górna, zniszczona działaniami pojazdów, musi być perjodycznie, w zależności od nasilenia ruchu oraz swoistej konstrukcji odnawiana, część dolna teoretycznie odnowie właściwie podlegać nie powinna i okres jej trwania powinien być bardzo długi.

W okresach, gdy na drogach panował niepodzielnie pojazd za-przęgowy spotykało się stosunkowo niewiele typów nawierzchni. Była to nawierzchnia ziemna, często w sposób prymitywny wzmocniona, następnie nawierzchnia tłuczniowa, zwana także bitą, oraz jako najwyższy typ ukazywał się bruk w kilku postaciach.

Ukazanie się na drodze samochodu postawiło nawierzchnię przed nowymi zadaniami, do których przygotowaną nie była, albowiem zaistniała konieczność przyjęcia ruchu szybkiego, który z natury rzeczy zaczął na nią bardziej destruktywnie oddziaływać.

Konieczność dostosowania się do tego ruchu spowodowała:

a) konstrukcję całego szeregu nowych nawierzchni, przyczem coraz silniej uwidoczniają się korzyści nawierzchni monolitycznych,

b) objaw zanikania zasadniczych różnic pomiędzy nawierzchnią miejską a międzymiastową z uwagi, iż warunki ruchu, które pierwiej dla tych dwóch typów dróg były odmienne, obecnie zacinają się ukształtowywać zupełnie analogicznie.

a) cycle pavement

W Polsce, wedle statystyki z r. 1927, na ogólną ilość dróg państwowych, wojewódzkich i powiatowych 94.130 km mieliśmy dróg z twardą nawierzchnią tj. tłuczniowych, żwirowanych i brukowanych 45.519 km, zaś ziemnych, gruntowych 48.611 km. Z cyfr tych widzimy, jak wiele na tem polu jest jeszcze do zrobienia.

√ 58.356 km (Wroblew 1936)

### 39. Drogi ziemne

Dróg ziemnych posiadamy w kraju olbrzymią ilość; łącznie z drogami gminnymi, których powyżej nie uwzględniono, przybliżona ich długość jest około 240.000 km. Z uwagi zatem, iż aż do czasu, w którym nie nastąpi przynajmniej w znaczniejszej części zamiana ich na typy wyższe, a nastąpić to ewentualnie może, ze względu na ogrom wydatków, dopiero mniej więcej przez okres jednego wieku, zajmować się niemi musimy, należy przeto poświęcić im nieco uwagi.

Drogi ziemne istnieją we wszystkich krajach; różnica zachodzi tylko w tem, iż na Zachodzie są one typem dróg polnych, podczas gdy u nas stanowią one gdzieś tam pierwszorzędne arterje komunikacyjne, należące nawet do typu dróg państwowych (4.241 km).

Zasady jakimi kierować się musimy przy budowie i utrzymaniu tych dróg są następujące:

1. dokładne i szybkie usuwanie wód opadowych przez nadanie drodze odpowiedniego spadku poprzecznego i podłużnego w łączności z wykonaniem rowów,

2. należyte osuszenie korony drogi przez odprowadzenie wód zaskórnych przez dreny lub sączki.

3. jak najsilniejsze stężenie jezdni przez ubicie względnie uwalowanie,

4. stałe utrzymanie na drodze przekroju poprzecznego. Do tej ostatniej czynności zastosowujemy obecnie w szerokiej mierze maszyny.

Nie wszystkie tereny nadają się do wykonania ulepszonych dróg ziemnych; najlepiej nadają się do tego grunty żwirowe z domieszką gliny (15—20%), następnie zaś piaszczysto-gliniaste o zawartości 15—40% gliny, wreszcie tereny gliny dyluwalnej (löss). Znacznie gorzej przedstawia się sprawa tych dróg w glebach tłustych (czarnoziem), następnie w tłustych glinach i łąkach.

Zupełnie do tego celu nie nadają się skały, czyste piaski, grunta błotniste i torfy.

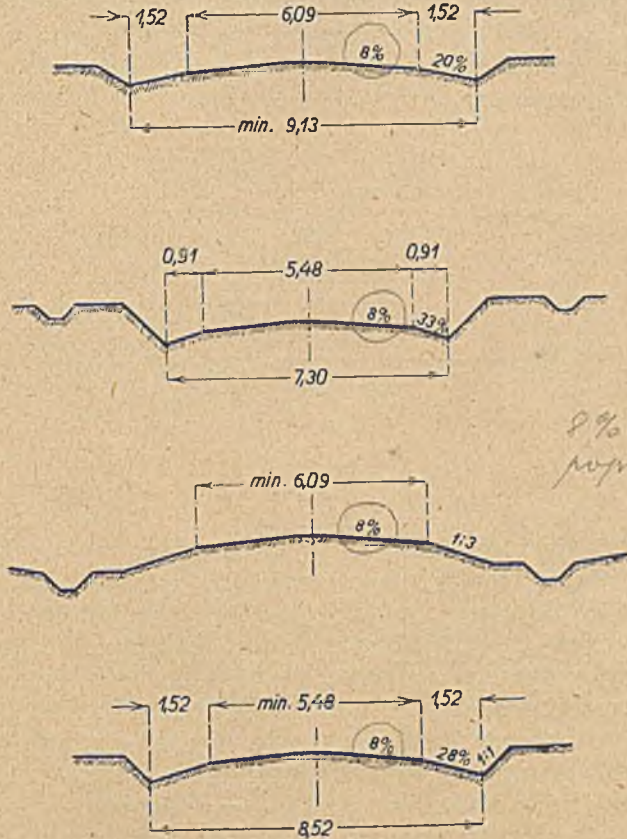
Naogół wzięwszy, drogi te nie będą zwyczajnie przeznaczone

dla ruchu samochodowego, jakkolwiek w okresach suchych jazda po nich samochodem jest nietylko możliwa ale i przyjemna.

Co do spadków podłużnych, jako największe należy uważać dla dróg:

	teren płaski, falisty, pagórk.		
ziemnych bez sztucznej nawierzchni	5%	6,5%	8%
ziemnych ze sztuczną nawierzchnią	4%	5,0%	7%

5-7%

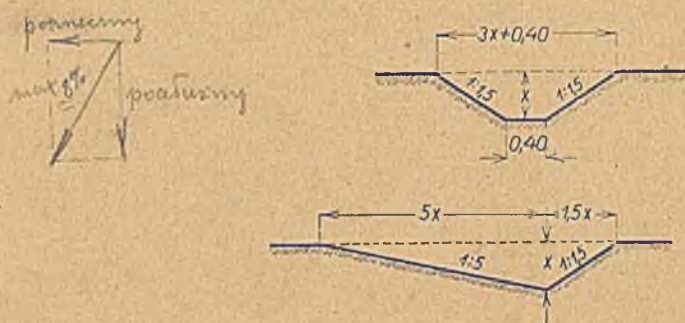


Rys. 143

Przechodząc do przekroju poprzecznego zaznaczyć należy, iż szerokość jezdni drogi gruntowej nie może być określona, podobnie jak przy innych typach przelotnością przekroju, gdyż musi być ona szerszą, by pojazdy nie jeździły stale temi samymi kolejami. Szerokość tę ustala się na podstawie praktyki, uważając jako minimalną szerokość dla drogi ze sztuczną nawierzchnią 6 m, bez sztucznej nawierzchni 8 m.

143. Zasadniczą cechą przekroju poprzecznego jest tu silna wypukłość, celem umożliwienia jak najłatwiejszego spływu wody ku rowom. Możliwe są do stosowania przekroje daszkowe i łukowe; praktyka wykazała wyższość pierwszych tak, iż obecnie stosują się one prawie wyłącznie (rys. 143).

O ile istnieje na drodze spadek podłużny, natenczas spadki poprzeczne muszą być mniejsze aniżeli te, które podano na szkicach. Orientować się przytem należy tem, by w tych wypadkach największy spadek, po którym spływa woda, posiadał wielkości na szkicach oznaczone.



Rys. 144

Rowy przydrożne mogą być trapezowe lub trójkątne. Rozważania teoretyczne odnoszące się do szybkości przepływu wody, co dla dróg ziemnych jest szczególnie ważne, przemawiają za rowem trójkątnym. Jedyną ujemną ich stroną jest konieczność szerszego wykupna gruntów aniżeli przy trapezowych. Ponieważ żądamy tu nieco większych szybkości przyplwu, niżli przy drogach o innych typach, przeto często wskazanem będzie odpowiednie ich ubezpieczenie bądźto płotkami, bądźto brusami drewnianymi. (co 10 m ramy drewniane w poprzek rowów)

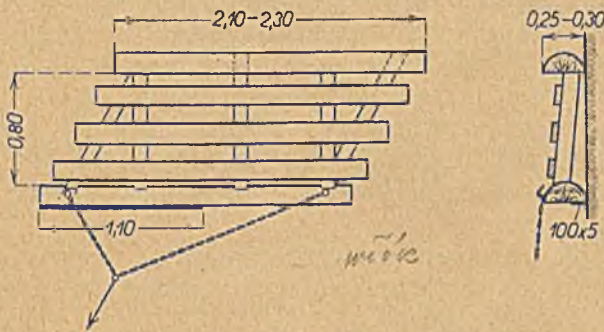
Przekrój poprzeczny nadaje się drodze bądźto pracą ręczną, bądź też, co coraz częściej jest stosowane, zapomocą równaczy ciągnionych końmi lub osadzonych na traktorach.

Praca równacza jest znacznie korzystniejszą od pracy ręcznej; przy odpowiednio ukwalifikowanej obsłudze może równacz średniej wielkości wyprofilować 1 km drogi o szerokości 9—10 m między ściekami, przy trakcji konnej w ciągu 7—10 dni, przy traktorze w ciągu 3—4 dni.

W celu należytego stężenia drogi pożądane jest wałowanie jej natychmiast po ukończeniu robót ziemnych wálkiem konnym lub

motorowym o ciężarze co najwyżej 8 tonn. Wałowanie powinno się wykonywać, gdy grunt jest umiarkowanie wilgotny, przy czym rozpoczyna się je od brzegu jezdni, przechodząc ku środkowi. Dla gruntów ilastych i gliniastych lepiej obrać moment gdy są suche, albowiem wałowanie przy tych typach ziem mokrych powoduje oblepianie się ziemią wałka i zdzieranie nawierzchni.

Raz wykonana droga ziemna wymaga ciągłego dozoru i systematycznego zarównywania tworzących się wybojów i kolein. Zarównywanie to wykonuje się z pomocą włoka z trącją konną lub motorową. Najprostszy typ włoka drewnianego podaje rysunek 145.



Rys. 145

Włok ciągnie się po drodze tak, aby płozy były pod  $45^{\circ}$  do kierunku ruchu. Pierwsze przejście zaczyna się od ścieku i stopniowo przechodzi się ku środkowi drogi. Woźnica zwyczajnie stoi na włoku i przez przesuwanie swego ciężaru wywołuje większe lub mniejsze wrzynanie się włoka w ziemię. Oprócz włoków drewnianych istnieją rozmaite typy wioków żelaznych; szczególną pomysłowością pod tym względem odznaczają się konstrukcje amerykańskie.

Naprawa dróg ziemnych odbywać się powinna podówczas gdy grunt jest wilgotny. Po wybudowaniu drogi, z początku, potrzeba wygładzać ją częściej w odstępach jedno lub dwutygodniowych, potem w miarę jej stężenia przez przejeżdżające pojazdy, można wykonywać to rzadziej, co 3—4 tygodni. Droga taka wymaga bardzo starannej opieki, gdyż opuszczona marnieje bardzo szybko. Doświadczenia wykazały, że przy drogach w ten sposób utrzymywanych współczynnik oporu maleje mniej więcej do połowy tego, jaki na danej drodze istnieje bez jej utrzymywa-

nia. Nie jest to konstrukcja idealna, na długi jednak. jeszcze okres czasu będzie musiała w naszych warunkach wystarczać dla dróg podrzędniejszych, o mniejszym znaczeniu gospodarczym.

1) Drogę ziemną można ulepszyć przez wyźwirowanie jej powierzchni twardym żwirem rzecznym lub kopanym, bez potrzeby przeczyszczania. Wielkość ziarn żwiru powinna być niewielką 3 — 4 cm. Koniecznym jest przytem, dla wytworzenia możliwie gładkiej nawierzchni, dostarczenie do żwiru lepiszcza jak gliny, marglu itp., które powinno wypełniać miejsca puste w żwirze. Jeżeli jest brak naturalnego lepiszcza, natenczas należy go dodać sztucznie. Przekroje poprzeczne zachowujemy tu takie same jak dla drogi poprzedniej z tem, iż żwir albo wysypujemy bez korytowania albo też z korytowaniem. Grubość warstwy żwirowej waha się między 15 — 30 cm. Koniecznym jest stężenie warstwy żwirowej przez wałowanie lub ubicie.

W terenach nieprzepuszczalnych, dla uniknięcia przełomów pożądaną jest ułożenie pod żwirem warstwy piaskowej sięgającej aż do rowu, celem odprowadzenia gromadzącej się pod spodem wody.

Utrzymanie ich polega na wyrównywaniu i zasypywaniu wybojów i kolein materiałem zapasowym, przyczem i tutaj używa się z korzyścią pracy włoka.

Jak z powyższego widać, konstrukcja ich zbliża się do zwykłych nawierzchni tłuczniowych, o których mówić będziemy później, jest tylko znacznie prymitywniejszą.

2) Innym typem wzmocnienia jezdni ziemnej są drogi z nawierzchnią piaskowo-glinową. Mianowicie drogi ziemne w materiałach piaskowych sypkich lub w gruntach tłusto-gliniastych wzmocnia się przez utworzenie na jezdni warstwy piaszczysto-gliniastej o grubości 20—40 cm w zależności od wielkości ruchu. Podstawą użycia tego sposobu jest tu myśl, by glina i drobny pył, który mieści się w piasku, wypełniły puste miejsca piasku i tworzyły dla niego niejako lepiszcze. Lepiszczka tego nie może być za dużo, gdyż w przeciwnym wypadku wystąpią ujemne strony drogi gliniastej. O ile zatem rozchodzi się o racjonalny dodatek gliny, okazuje się koniecznym zbadanie ilości miejsc pustych dla każdego piasku oddzielnie.<sup>1)</sup> Nadmienić przytem należy, że w zależności od gatunku, ilość miejsc pustych w piasku jest dosyć rozmaita i waha się w granicach 20—45% ogólnej jego objętości.

Dokładne wymieszanie piasku z gliną następuje stopniowo z biegiem czasu. Dodawaną ilość gliny, względnie przy drogach

*waru gliny: Do próbowań ze skały, użyjemy pewnej ilości  $W \text{ cm}^3$  wody. Do innej próbowań kalibrowanej ilości piasku  $P \text{ cm}^3$  (wzrost piasku). Wypuścimy przez*

gliniastych odwrotnie piasku, należy rozsypywać kilkoma warstwami przedzielonemi odpowiedniej grubości warstwami piasku, lub w drugim wypadku gliny. Oprócz tego używa się do należytego przemieszania bron rozmaitej konstrukcji, przyczem najlepsze rezultaty otrzymuje się przy użyciu bron talerzowych.

#### 40. Drogi gacone i faszynowe

Drogami gacone mi nazywamy te, które mają jezdnię wyłożoną krągłakami lub drzewem rzniętym.

Typ ten używany jest tylko w pewnych specjalnych warunkach, mianowicie tam gdzie drzewo z rozmaitych powodów jak np. trudności przewozowych, braku kolei i t. p., nie przedstawia wielkiej wartości, albo też gdy zachodzi nieodzowna konieczność szybkiego wykonania jezdni odpowiedniej dla ruchu ciężkiego.



Rys. 146

Nie da się bowiem zaprzeczyć, iż jest to typ jezdni, który wykonać można bardzo szybko, dlatego też był bardzo często używany w czasie ubiegłej wojny, co z natury rzeczy połączone było z olbrzymim zniszczeniem naszych lasów. (Carpaty, Anegowege)

Budowa tego rodzaju jezdni polega na tem, iż na wyrównanej ziemi układa się dwa lub więcej rzędów krągłaków fundamentowych, na co następnie przychodzą krągłaki poprzeczne, bezpośrednio do siebie przylegające.

Krągłaki winny być o ile możności utrzymane w kierunku prostopadłym do osi drogi; dlatego też na partjach prostych układa się je naprzemian, raz cieńszym, drugi raz grubszym końcem z jednej strony. W partjach krzywiznowych nie przekłada się krągłaków, które w ten sposób dobrze dostosowują się do łuku.

Ponieważ jazda po samem drzewie niszczyłaby je szybko, a ponadto nie byłaby zbyt miłą, często wypełnia się przestrzeń pomiędzy krawężnikami ziemią lub żwirem, o ile jest w pobliżu. Dodać należy, iż tak krągłaki fundamentowe, jakoteż krawężniki są do krągłaków poprzecznych przymocowane zapomocą kółków drewnianych.

O ile jest czas do dyspozycji, lepiej jest wykonać jezdnię z półcizn i ułożyć je płaską stroną ku górze, albowiem w pierwszym

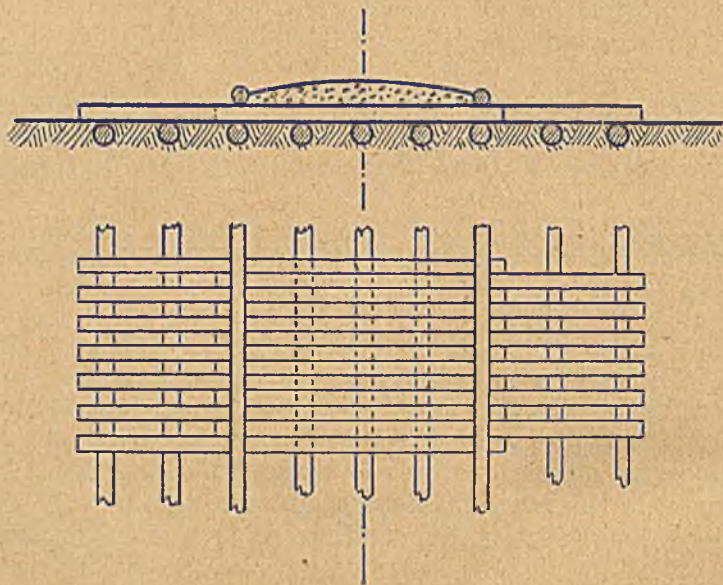
na wyprostnie odwrócić!

alla ricerca  
gouernor  
morte des  
opar moir  
(Arg Braty)  
krągłaki fundamentowe

rzędzie wychodzi na to znacznie mniej materiału, powtóre zaś jazda po takiej drodze jest znacznie gładszą i przyjemniejszą.

W czasie wojny układano również nawierzchnię z desek lub brusów, co jednakże jest już istotnem marnotrawstwem, i daje jezdnię o krótkim okresie trwania.

Na gruntach bagnistych i moczarowatych, dalej na torfowiskach wykonuje się czasami drogę na ruszcie pływającym, przedstawionym na ubocznym rysunku 147.



Rys. 147

Znacznie oszczędniejsze w wykonaniu będą drogi wymoszczone faszynami,\* zwyczajnie z drzew liściastych i iglastych czyli t. zw. lasowemi. Rzadziej do tego celu używa się faszyny wiklinowej, raz z tego powodu, że nie zawsze jest pod ręką, powtóre iż jest to materiał dosyć cenny.

Najprymitywniejszym sposobem będzie wymoszczenie drogi bezpośrednio gałęziami drzew z przyrzuceniem ich warstwą piasku lub jeszcze lepiej żwiru. Szczególnie dobre rezultaty można tu osiągnąć przy gruntach bagnistych, gdzie gałęzie z jednej strony stężają grunt, z drugiej zaś przenoszą ciśnienie pojazdu na grunt w sposób znacznie korzystniejszy aniżeli by się to działo na drodze ziemnej.

\* Faszyna - wieszka gałęzi np. sosny, św. lub iglastych o średnicy = 30 cm. i w. 3 m. wieszka - nych 3 krotki drutem lub witek.



Znacznie lepszym sposobem będzie szczelne ułożenie pojedynczo związanych faszyn obok siebie, przybicie końców ich kółkami i wypełnienie wierzchu żwirem (rys. 148).



Rys. 148

Jeszcze lepsze rezultaty otrzymuje się przy ułożeniu dwóch rzędów faszyn z przykryciem ich piaskiem lub żwirem. Drogi takie wytrzymują ruch nawet bardzo ciężki.

#### 41. Fundament nawierzchni

Poprzednio omówione prymitywne typy nawierzchni drogowej nie posiadały żadnego fundamentu, którego celem i zadaniem jest przeniesienie ciężarów na pokłady ziemne.

Przystępując do omówienia typów wyższych, stosowanych na drogach o wybitniejszym znaczeniu komunikacyjnym musimy w pierwszym rzędzie zaznaczyć, iż każda z tych nawierzchni posiada fundament zwany także pokładem dolnym lub spodnim. Dopiero na tym fundamencie ułożoną zostaje warstwa górna, różniąca się w konstrukcji bardzo znacznie, która styka się bezpośrednio z pojazdem.

Fundamenty nawierzchni mogą być wykonane z rozmaitych materiałów i w rozmaity sposób w zależności od wielkości przyszłego ruchu, rodzaju istotnej nawierzchni, stosunków lokalnych oraz będących do dyspozycji środków pieniężnych. Przejdziemy je kolejno zaznaczając, iż rozróżniamy pokłady piaskowe, żwirowe, kamienne i murowane.

##### a) pokłady piaskowe.

Pokład piaskowy wykonuje się z czystego, o ile możności gruboziarnistego piasku, rozpostartego na podłożu w grubości 15—25 cm. Zgęszczanie go możliwe przez polanie wodą. Używany na podłożach nieprzepuszczalnych, albowiem stanowi równocześnie warstwę dobrze odprowadzającą wodę, zbierającą się pod istotną nawierzchnią. W tym ostatnim wypadku, o ile pokład ten ma służyć również dla celów odprowadzenia wody, powinna warstwa cała sięgać aż do szkarpy drogi, skąd woda znachodzić będzie ujście do rowów.

O ile piasek ma być użyty tylko do celów odprowadzenia wody, natenczas układa się go pod istotnym fundamentem; jednakże w tym wypadku grubość tej warstwy jest mniejsza i waha się między 8—12 cm. Czasami używamy zamiast piasku zaprawy wapiennej lub cementowej, zwyczajnie dosyć lichej. W tych jednakże wypadkach wykonuje się właściwie nie fundament, lecz na innym fundamencie np. kamiennym lub betonowym układa się warstewkę powyższej zaprawy jako pokład pośredni i osadza na niej bruki. Stosunek mieszaniny przy zaprawie wapiennej 1:4, przy cementowej 1:8.

b) pokłady żwirowe *lub tłuczniowe.*

Materiałem, służącym do wykonania tych pokładów, jest żwir rzeczny we wszystkich formach i wielkościach, tłuczony, dalek gruz ceglany, żużel hutniczy i szlaka wysokopieczowa.

W terenach przepuszczalnych można go układać bezpośrednio na podłożu, w terenach nieprzepuszczalnych lepiej jest ułożyć przedtem cienką warstwę piasku. Grubość pokładów żwirowych jest rozmaita w zależności od warunków i waha się pomiędzy 10—25 cm. Pokład powinien być stężony i to przy żwirze zapomocą wałowania, przy gruncie ceglany i ewentualnie szlacie wysokopieczowej przez ubijanie dobniami drewnianymi lub żelaznymi. Zwrócić tu trzeba uwagę, iż na należyte stężenie zapomocą wałowania liczyć możemy tylko wtedy, gdy grubość warstwy wałowanej nie przekracza co najwyżej 15 cm. O ile zatem projektowany pokład jest grubszy, natenczas trzeba go przewałować w dwóch warstwach. Dodać należy, iż pokłady z tłuczni zawałowują się znacznie lepiej niżli ze żwiru rzecznoego lub kopanego, który mając powierzchnie zaokrąglone, zaciska się między sobą znacznie trudniej niżli ostrokrawędzisty tłuczeń.

Pokłady żwirowe nadają się pod nawierzchnie tłuczniowe lub brukowane kamieniem względnie klinkierem. Podłoże winno być suche i wytrzymałe.

Ważną rzeczą jest, by kamień użyty do pokładu był wytrzymały na działanie wody oraz na wpływy różnic temperatury, wytrzymałość jego na ciśnienie nie musi być natomiast zbyt wielką.

c) pokłady kamiennie.

Pokłady te, w naszych warunkach, stanowią jeden z najważniejszych typów, używane prawie zasadniczo jako fundamenty pod nawierzchnie tłuczniowe lub żwirowe.

Typ normalny tego pokładu polega na możliwie regularnem

ułożeniu pojedynczych kamieni z uzyskaniem możliwej szczelności.

Pokład taki może być wykonany tak z otoczaków jakoteż z kamienia łamanego, przyczem ten ostatni lepiej nadaje się do tego celu. Pojedyncze sztuki kamienia o wymiarach od 0,15—0,25 m powinny posiadać dolną powierzchnię z grubsza obrobioną i być tak układane, by spoczywały na podłożu, względnie warstwie piasku najszerszą powierzchnią. Układanie powinno być możliwie szczelne a więc przy użyciu młotka. Ponieważ jednak pojedyncze sztuki kamieni są nieregularne, przeto szczelność i spistość całego pokładu otrzymuje się przez wbijanie młotkiem w istniejące szczeliny mniejszych sztuk kamienia, czyli przez tak zwane *w y k l i n o w y w a n i e*. Pożądanem jest nadto układanie pokładu w rzędach mniej więcej prostopadłych do osi drogi. Zwyczajnie robota postępuje w ten sposób, iż w pierwszym rzędzie układa się obok pobocza większe kamienie jako t. zw. krawężniki a następnie dalsze ku środkowi. *Wzrost kamieni do krawężnika*

Szczególnie wielką baczność trzeba zwrócić na należyte i staranne wyklinowanie. Po ułożeniu w ten sposób pewnej partji robotnicy z pomocą młotków wyrównują górne powierzchnie pokładu przez przycięcie nadmiernie wystających kamieni a następnie przystępują do stężenia pokładu przez wałowanie. Wałowanie to nie ma na celu doprowadzenie powierzchni do gładkości; zadaniem jego jest utworzenie w całości możliwie zbitej i zwartej masy. Z uwagi na trudne warunki wałowania, użyty wał powinien być lekki 5—6 t.

Wytworzone w czasie wałowania zapadliny wyrównuje się materiałem kamiennym; szczególnie musi to mieć miejsce tam, gdzie wykończony pokład powinien posiadać dokładny profil, jak np. przy bruku. Przy pokładach pod nawierzchnię tłuczniową rzecz ta jest do pewnego stopnia obojętną.

Co do grubości pokładu kamiennego, dajemy go albo w jednostajnej grubości w całym przekroju, albo też zwiększamy grubość ku środkowi drogi o parę centymetrów. Usprawiedliwienie dla pewnego zwiększenia grubości w środku drogi wynika z tego, iż normalnie każda droga jest w partji środkowej najsilniej na ruch narażoną. *Całkowicie: do wyliczenia należy tych, ponieważ*

Pokłady kamienne znajdują szerokie zastosowanie gdyż nadają się doskonale pod nawierzchnie tłuczniowe, wszelkiego rodzaju bruki z wyjątkiem drewnianych, oraz pod nawierzchnie bitumiczne. Warunkiem jednak zasadniczym dla nich jest, by podłoże nie było zbyt słabe i mokre. Zaletą ich jest możliwość użycia tanich materiałów i niedrogiego, o małych kwalifikacjach robotnika.

→ która metoda do wyliczenia na dawce betonowej.

Kamień, użyty do pokładu, powinien być wytrzymały na wpływ wody i zmian temperatury oraz posiadać średnią wytrzymałość na ciśnienie.

d) pokłady m u r o w a n e.

Rozróżniamy tu kilka typów w zależności od materiału użytego do pokładu. Najważniejsze będą pokłady ceglane oraz betonowe.

1) Pokład ceglany wykonuje się z cegieł układanych re-  
bem na piasku, przyczem szwy pomiędzy cegłami wypełnia się zwyczajnie piaskiem. Czasami osadza się cegły na chudej zaprawie wapiennej 1:6, zachowując sposób wykonania taki sam jak poprzednio. Co do cegły, to powinna ona być silnie wypalona, formatu normalnego lub też mniejszego, podobnie jak klinkiery.

Z powyższego widzimy, że właściwie cegła spełnia tu rolę zastępczą kamienia tam, gdzie tego ostatniego dostać nie można.

Pokład ceglany użyty być może do tych samych typów nawierzchni jak poprzednio.

2) Znacznie od wymienionych typów odbiega pokład beto-  
nowy, tak co do sposobu wykonania jakoteż kosztów. W pierwszym rzędzie należy starannie rozpatrzyć przed wykonaniem pokładu betonowego sprawę odwodnienia podłoża, szczególnie w terenie nieprzepuszczalnym. Odwodnienie w razie potrzeby najlepiej przeprowadzić z pomocą drenów lub sączków ułożonych w odpowiednich spadach pod pokładem. Robota około odwodnienia musi być bardzo staranna, gdyż wszelkie późniejsze naprawy połączone są ze zniszczeniem pokładu, co nie może oddziaływać korzystnie na stan nawierzchni.

Beton użyty do pokładu składa się z mieszaniny cementu portlandzkiego wolno-wiążącego, piasku i żwiru lub tłuczni w stó-  
sunkach wahających się między 1:4:6 do 1:3:5. Grubość pokładu betonowego projektuje się w granicach od 0,10—0,30 cm w zależności od rodzaju gruntu i ciśnień na nawierzchnie. Wykonuje go się nie w całości lecz w pojedynczych partjach od 10 do 20 m długich; długość ta zależna jest od grubości; im płyta fundamentowa cieńsza, tem też i krótsza. Pojedyncze partje pokładu nie łączą się ze sobą; przeciwnie, koniecznem jest zachowanie pomiędzy nimi pewnego odstępu w formie szwu dylatacyjnego. Osiąga się to bądź to przez wstawienie w czasie wykonywania wąskich listewek drewnianych 2—4 cm szerokich, bądź to przez wstawienie pasków pilśni asfaltowej.

Wykonanie w częściach ma dwie zalety; pierwszą, iż osiadanie następuje w poszczególnych partjach a w ten sposób unika się

ewentualnych pęknięć pokładu, drugą, iż przy istnieniu szwu pomiędzy poszczególnymi częściami umożliwiające są ruchy pokładu wywołane zmianami temperatury bez szkody dla całości.

Pokład betonowy musi mieć górną powierzchnię wyrobioną ściśle do szablonu, w zależności od przekroju istotnej nawierzchni. Szablon wykonuje się z deski i to albo na połowę drogi przy typach szerszych, albo też, co lepiej, dla całego przekroju.

Z natury rzeczy wynika, że przed rozpoczęciem budowy pokładu należy przy obu jego krawędziach oraz w środku drogi założyć szereg palików kontrolnych, dokładnie przeniwelowanych i zaopatrzonych w odpowiednie oznaczenia tak, by robotnicy przy szablonie mieli punkty stałe, od których pomiar mają przeprowadzać.

Pokład betonowy może być wykonywany ręcznie przez ubijanie dobniami ręcznymi lub też pneumatycznymi, względnie maszynowo z pomocą urządzeń, o których mówić będziemy, przy nawierzchni betonowej.

Wierzchnia część pokładu jest mniej lub więcej starannie wykonywana, w zależności od rodzaju przyszłej nawierzchni. Jeżeli tą nawierzchnią będzie bruk kamienny w rozmaitej postaci, dalej bruk ceglany względnie beton, nie wymagamy zbyt gładkiego ukończenia. Natomiast przy nawierzchniach z kostek drewnianych oraz nawierzchniach asfaltowych musimy wierzch wykonać bardzo starannie i gładko.

1/ Ujemną stroną pokładu betonowego jest dość długi okres jego tężenia, wynoszący dla zwykłego cementu 28 dni. W okresie tym, pomijając już nawet konieczną ochronę jego przed działaniem słońca, któremu zapobiega się przez częste polewanie, dalej pominiawszy konieczność ochrony przed przypadkowym lub rozmyślnym uszkodzeniem, mamy dość długo trwającą przerwę w budowie, podrażającą naturalnie koszt wykonania a nadto bardzo niemiłą ze względu na wytwarzające się w tych wypadkach trudności komunikacyjne. Być może, że w najbliższym czasie ujemna ta strona zaniknie przez użycie do tego celu cementów wysokowartościowych, które zyskują coraz większe prawo obywatelstwa. *(Kontrolne narzędzie wykonuje się z cem. wyrobionym do w... lub rat...)*

Ujemna ta strona nie daje się i dzisiaj odczuwać w wypadku, gdy istotna nawierzchnia jest również betonową. Wtedy nie tylko, iż nie jest wskazaniem przetrzymywanie przez okres tężenia pokładu betonowego w nieobciążonym stanie, ale przeciwnie koniecznym jest bezpośrednio wykonanie górnej części. Rozchodzi się bowiem o jak najściślejsze związanie obu elementów ze sobą, by uniknąć tworzenia się pomiędzy nimi szczeliny, która mo- *licz x m 20-3*

głaby być powodem późniejszego odpryskiwania względnie łamania się górnej warstwy. Dalszemi ujemnymi stronami pokładu betonowego jest jego mała elastyczność oraz wysoka cena. Jest to jeden z najdroższych pokładów drogowych. Natomiast ma tę wielką zaletę, iż wstrząśnienia przy przejeździe są bardzo nieznaczne oraz nadaje się do wszystkich gatunków podłoża. <sup>x)</sup>

Naprawa pokładu betonowego w razie jakiegokolwiek uszkodzenia jest nieco uciążliwą zważywszy na długi okres tężenia, nadto nowo naprawiona część łączy się dość trudno z partją starą.

Beton znalazł również w niewielkich rozmiarach zastosowanie w pokładzie w formie bloków  $40 \times 40 \times 15$  cm jakoteż, szczególnie dla gruntów złych, w formie płyty uzbrojonej wkładkami żelaznymi. <sup>x) Beton nie nadaje się dla podłoża piaseczno-kauczukowego, wzdłuż szwów (szpar). Beton żąda się -</sup>

## 42. Nawierzchnia tłuczniowa i żwirowa

Nawierzchnia ta jest w naszych warunkach jedną z najważniejszych, albowiem na razie około 95% naszych dróg o utrwalonej jezdni jest w nią zaopatrzone. Nie ulega wprawdzie żadnej wątpliwości, że nawierzchnia ta nie jest w stanie odpowiedzieć wymogom nowoczesnego ruchu samochodowego, jednakże po pierwsze sprawę tę rozważyć trzeba pod kątem widzenia materialnym, który wobec względnej taniaści tego typu będzie jeszcze na bardzo długi okres czasu decydujący, powtóre zwrócić należy uwagę na usiłowania, mające na celu wzmocnienie i uodpornienie tego typu dla celów ruchu samochodowego w rozmaity sposób, przez dodatki bitumiczne, szkło wodne itp., o czym zresztą mówić będziemy oddzielnie.

Nawierzchnia ta posiada pewne zalety, które często decydują o jej zastosowaniu. W pierwszym rzędzie względna taniaść i możliwość użycia do budowy materiałów miejscowych lub niedaleko miejsca budowy się znajdujących, następnie możliwość zastosowania jej nawet na bardzo znacznych spadkach, na których inne, bardziej wykształcone typy istnieć już nie mogą ze względu na bezpieczeństwo ruchu.

Spadek poprzeczny jaki tej nawierzchni nadajemy waha się pomiędzy 4—6%. Pierwsza wartość odnosić się będzie do nawierzchni wykonywanej z twardych gatunków kamienia, druga do gatunków miększych.

Materiałem, który stanowi istotną nawierzchnię jest tu kamień w drobnych ziarnach. Najlepszym będzie tłuczeń z twardych i elastycznych gatunków kamienia, następnie żwiry rzeczne wreszcie szlaka wysokopieczowa. Rzeczą bardzo ważną jest

wielkość ziarna, <sup>i jego struktura</sup> które powinno się wahać dla gatunków twardych w granicach 3—4 cm, dla miękkich 4—6 cm.

Na ogół znacznie lepszą nawierzchnię otrzymuje się z tłuczni niżli ze żwiru z tego powodu, że ostre krawędzie tłuczni umożliwiają znacznie lepsze wzajemne zaklinowywanie się między sobą niżli gładko wytoczone przez wodę ziarna żwirów. Należy przy tem zwrócić uwagę, iż do wyrobu tłuczni, który może być ręczny lub maszynowy, znacznie lepiej używać kamieni o strukturze zbitej niżli warstwowej, albowiem przy użyciu kamieni warstwowych otrzymujemy pewną ilość ziarn o wygładzonej płaszczyźnie, która jest również przeszkodą w należytem związaniu się poszczególnych ziarn między sobą.

Nieźle rezultaty osiąga się również przez użycie szlaki.

Zwrócić należy uwagę, iż pod tą nazwą przychodzą dwa produkty. Pierwszy to pozostałość spalenia węgla tłustego o wysokiej zawartości gazów, czyli właściwie popiół. Ten materiał nie powinien znaleźć zastosowania przy budowie dróg. Drugim, cennym już dla nas produktem jest szlaka wysokopieczowa stanowiąca pozostałość po wytopieniu żelaza z rudy. Skład szlaki wysokopieczowej jest bardzo rozmaity i nie każda z nich nadaje się dla celów drogowych. Ogólnie charakteryzując jest to sprazona mieszanina żelaza, wapna, ilu, kwasu krzemowego oraz pozostałości materiału opałowego użytego do wytopienia żelaza. Z wysokich pieców otrzymuje się szlakę płynną, którą oziębia się albo przez wrzucenie do wody albo też przez składanie jej na hałdy. Pierwszy typ ostudzenia daje w rezultacie materiał zupełnie rozdrobniony t. zw. piasek szlakowy, który może być użyty do tych samych celów, do których się używa zwykłego piasku, drugi daje masę będącą często dobrym materiałem do budowy dróg, która wymaga rozdrobnienia na pojedyncze ziarna. *Skład szlaki*

Z naciskiem zaznaczyć należy, iż dobre wykonanie tej nawierzchni wymaga bezwarunkowo wspomnianego powyżej pokładu dolnego. U nas wykonywano w okresie przedwojennym znaczną ilość dróg bez takiego pokładu, niestety drogi te, przy wzmożonym ruchu w okresie wojny egzaminu nie zdały.

Jak już powyżej wspomniano, materiał użyty do nawierzchni powinien być twardy i elastyczny. Twardość materiału jest potrzebną z tego powodu, ażeby przy późniejszym stężeniu nawierzchni przez wałowanie, kamień nie ulegał zmiążdżeniu lecz, o ile możliwości, zachowywał swoją postać a wałowanie miało tylko na celu zmniejszenie ilości miejsc pustych i wzajemne zaklinowywanie się pojedynczych cząstek. Nadto wymagamy również

SiO<sub>2</sub> -  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -  
 FeO -  
 MnO -  
 CaO -  
 MgO -  
 CaS -  
 CuSO<sub>4</sub>

jednostajności materiału w odniesieniu do wielkości ziarna z tego powodu, ażeby o ile możności liczyć można na jednolite zużywanie się pojedynczych elementów znajdujących się w nawierzchni.

Tłuczeń otrzymuje się ręcznie lub maszynowo. Pierwszy typ polega na roztlukiwaniu kamienia albo młotkiem na krótkim stylisku o wadze około 3 kg przy siedzącej pozycji robotnika, albo też młotkiem lżejszym o wadze około  $\frac{1}{2}$ —1 kg osadzonym na długim, gibkim stylisku, przy stojącej pozycji robotnika. (*Moment pracy!*)

Do wyrobu maszynowego tłucznia służą łamaki, o których będziemy mówili oddzielnie. *Łamaki ręczne i wirowe.*

Odrzuć zaznaczyć jednak należy, iż tłuczeń ręczny daje materiał znacznie lepszy niżli maszynowy, przy którym z powodu zmiażdżenia go otrzymuje się dość znaczną ilość ziarna o kształtach płaskich, odbiegających od zwartej formy zbliżonej do kostki, a które dla celów drogowych nie są odpowiednie. Tłukaczy ręcznych jest niestety jednak coraz mniej tak, że z musu prosto zastosowywać musimy tłuczenie a względnie zmiażdżenie maszynowe. Przy tłuczeniu ręcznym odpowiednio wykwalifikowany robotnik potrafi w ciągu dnia roboczego wytłuc 0,6—1,0 m<sup>3</sup> kamienia twardego, zaś od 1,0—1,8 m<sup>3</sup> kamienia miękkiego, przyczem jednak z reguły oddaje się robotę w akordzie.

Pokład wierzchni usypujemy na podkładzie dolnym, który stanowi dla niego fundament, w dwóch lub jednej warstwie wedle żądanego profilu. Wysypany materiał powinien być czysty i wolny od mialu, piasku i tem podobnych zanieczyszczeń. Całkowita grubość wysypanej warstwy wynosi 6—15 cm, przyczem zwyczajnie ku środkowi jezdni grubość ta jest większą, ze względu na wspomnianą już poprzednio dążność pojazdów do używania środka jezdni i wynikające stąd zużycie.

Dla orientacji co do ilości potrzebnego tłucznia podaje się, iż z 1 m<sup>3</sup> ściślej masy kamiennej w kamieniołomie otrzymujemy około 1,8 m<sup>3</sup> przestrzennego, złożonego w pryzmy kamienia łamanego. Z 1 m<sup>3</sup> przestrzennego kamienia łamanego dostaje się około 1,10 m<sup>3</sup> tłucznia tak, iż jak z powyższych dat wynika ilość miejsc pustych w pryzmie tłucznia wynosi około 50%. Przy wałowaniu następuje stężenie całego pokładu, przyczem przeciętnie na 1 m<sup>3</sup> stężonego pokładu wypada około 1,5 m<sup>3</sup> przestrzennego tłucznia. *Wyższe 1 m<sup>3</sup> ściślej masy kamiennej masy 1,1 m<sup>3</sup> przestrzennego*

Po rozsypaniu pokładu wierzchniego następuje jego zawałowanie wałami konnemi lub motorowymi, o konstrukcji których mówić będziemy osobno. Wałowanie rozpoczynamy zawsze od po-



oczy drogi, celem wytworzenia w pierwszym rzędzie należytych ram dla całej nawierzchni, by materiał nie rozsuwał się na boki. Dopiero po wytworzeniu stężonych pasów bocznych posuwamy się ku środkowi drogi, uzupełniając dokładnie materiałem zapasowym wytworzone w czasie wałowania wklęsnięcia.

O ile dajemy nie jedną lecz dwie warstwy materiału tłuczonego, natenczas każdą z nich wałujemy oddzielnie.

Jak wspomniano, zadaniem wałowania jest doprowadzenie ilości miejsc pustych z nawierzchni do możliwego minimum. Najkorzystniej byłoby, gdyby wogóle żadnych miejsc pustych nie było a wszystko wypełniał kamień. Niestety do tej doskonałości doprowadzić nie jesteśmy w stanie, miejsca puste zatem muszą być wypełnione materiałem innym, który dostarczamy w postaci gruzu lub piasku na powierzchnię wałowanej drogi. Najlepszym będzie tutaj miał otrzymany z tego samego kamienia, którego używamy do nawierzchni. Przy wyrobie maszynowym tłucznia dysponujemy zwyczajnie dość znaczną ilością tego miału, gdyż wskutek miażdżenia kamienia, wytwarza go się znaczna ilość. Natomiast przy wyrobie ręcznym ilość miału jest stosunkowo niewielka i z musu posilkować się musimy piaskiem.

Wypełnienie miejsc pustych w nawierzchni nastąpić musi w odpowiedniej chwili i tu leży może najważniejsze zadanie organów nadzorczych, które często decyduje o dobrym wykonaniu roboty. Jeżeli przypomnimy, że dążnością naszą powinno być, by ilość miejsc pustych była jak najmniejszą oraz by w nawierzchni znajdowało się jak najwięcej kamienia, natenczas dodatek miału względnie piasku powinien nastąpić dopiero w okresie dostatecznego skompromowania nawierzchni. Wyniknie z tego zasada, że wałowanie rozpoczynamy bez dodatku jakichkolwiek materiałów drobnych, doprowadzamy je aż do chwili, gdy już nie spodziewamy się dalszego stężenia a następnie dopiero rozsypujemy na powierzchnię miał lub piasek i przewalowywujemy nawierzchnię ponownie. W tym momencie przychodzi miejsce na zwilżenie jezdni wodą, której zadanie tkwi w wytworzeniu siły motorycznej, porywającej miał i doprowadzającej go do miejsc pustych.

Przestrzec należy przed zawczesnem rozsypywaniem miału, kiedy jeszcze należyte stężenie nawierzchni nie nastąpiło, gdyż w tym wypadku pogarszamy sytuację, albowiem przez taki dodatek uniemożliwiamy dalsze zaklinowywanie się pojedynczych ziarn między sobą i wytwarzamy nawierzchnię, która będzie luźną i którą ruch zniszczy w krótkim czasie. Ziarna tłucznia będą

*max 15 cm jeżdż. pow. 10-50  
kustych.  
natorenic  
pit ~ 20  
pustych  
te mając  
ny woda.*

*rycie pro  
ogrami*

podówczas niejako plywać w miazdze miału lub piasku, nie będą jednakże posiadały wzajemnej spoiwości i mocy.

Wał przejeżdżając przez świeżo posypany materiał wytwarza przed sobą falę ruchomą, posuwającą się przed nim, która w miarę postępu pracy maleje coraz więcej. W chwili gdy tworzenie się fali przed wałem staje się dla oka niewidoczne uważamy nawierzchnię za dostatecznie stężoną. Koniec wałowania praktycy poznają również po tem, iż ziarno kamienia rzucone pod wał nie zagłębia się już więcej lecz ulega zmiażdżeniu (*dosi problematyczne!*)

Łość przetoczeń wału jest bardzo rozmaita w zależności od gatunku materiału użytego do nawierzchni oraz od rodzaju podłoża. Przy miękkich gatunkach kamieni wystarczy 30—40 przetoczeń, przy twardych dochodzimy do 120—150.

Wałowanie uskuteczniamy w a ł e m konnym lub motorowym. Przy wałach konnych, które ze względu na mały postęp pracy, niemożność użycia ich z dodatnim rezultatem na spadkach, dalej ze względu na słabszy ucisk, coraz więcej wychodzą z użycia, liczymy zwyczajnie 1 konia na 1 t. ciężaru, co w praktyce przy ciężarze wałów dochodzącym do 6 t. daje w rezultacie 2—3 par koni. Uciążliwość wielką stanowi tu strata czasu na przeprzęg koni z dyszlem; pragnąc tej trudności zaradzić skonstruowano wały o poziomym pierścieniu obracającym się naokoło osi pionowej razem z dyszlem. Przy pracy wałem konnym wałujemy odrazu dłuższą przestrzeń, dochodzącą do 700 m, podczas gdy wał motorowy umożliwi nam wykonanie roboty na partjach krótszych, maksymalnie 200—300 m.

Poszczególne pasma zawałowywania powinny się pokrywać w szerokości 20—30 cm.

Z uwagi na początkowe trudności ruchu ze względu na znacznie większe opory przy pierwszych przetoczeniach, które w miarę postępu pracy maleją, pożądaną jest rzeczą rozpoczynanie wałowania wałem lżejszym i przechodzenie później na cięższy. Możliwe jest to, bądź to przez wałowanie wałami o rozmaitych ciężarach, bądź też przez dodatkowe obciążanie wałów ciężarami.

Wydatność wałowania wałem konnym wynosi w godzinie pracy około 20—25 m<sup>2</sup> nawierzchni, albo też przy uwzględnieniu objętości wałowanego materiału 1,5—2,0 m<sup>3</sup> twardego lub 2,0—4,0 m<sup>3</sup> miękkiego tłuczni lub żwiru. Wydatność pracy wału motorowego można przyjmować w podwójnej wielkości. Chyżość ruchu wału motorowego wynosi około 1,70 m/s. (*~ 6 km/godz.*)

Grubość warstwy wałowanej nie powinna być większą jak 12 cm, albowiem przy grubszych warstwach nie nastąpi należyte stężenie.

Używanie, jak się to niestety często dzieje, zamiast piasku lub miazgi kamiennego, materiałów ziemnych lub gliny, nie powinno być tolerowane, albowiem tego rodzaju domieszka, będąc oczywiście sama w sobie nieprzepuszczalną, zatrzymuje przez dłuższy czas wilgoć na drodze, nadto w czasie posuchy jest powodem powiększania się plagi pyłu drogowego.

Ciśnienie wywierane przez wał na powierzchnię drogi jest zależne od ciężaru wału oraz od powierzchni zetknięcia się wału z drogą. Jeżeli przyjmiemy przeciętny ciężar wału na 8 t., szerokość 1,00 m, to powierzchnia zetknięcia się wału z drogą wynosi przy drodze twardej około  $10 \times 100 = 1.000 \text{ cm}^2$ , zaś przy drodze słabszej, luźniejszej około  $20 \times 100 = 2.000 \text{ cm}^2$ . Z dat tych otrzymamy, iż w pierwszym wypadku ciśnienie na  $1 \text{ cm}^2$  wypadnie 8 kg, w drugim 4 kg. Założenia te mają o tyle charakter teoretyczny, że przypuszczamy zupełnie jednostajny rozkład ciśnień. W rzeczywistości jednak tak nie jest z rozmaitych powodów. Przy przyjęciu, iż w środkowej części wału ciśnienie wzrasta dwukrotnie, otrzymujemy ucisk na  $1 \text{ cm}^2$  dla drogi mocniejszej 16 kg, dla słabszej 8 kg. Jeżeli porównamy teraz te daty z uciskiem jaki wywiera ładowny pojazd ciężarowy na drogę, przy stosunkowo dość wąskich obręczach kół, jeżeli nadto uwzględnimy, że oprócz ciśnienia pionowego mamy do czynienia jeszcze z siłami bocznymi, które ciśnienie to powiększają, dojdziemy do przekonania, iż normalne ciśnienia pojazdów są większe niżli ciśnienia wałów, skąd też pochodzi dość silne zużywanie się tego typu nawierzchni.

Szczególnie wielkiej opieki wymaga ta nawierzchnia w pierwszych okresach po jej wykonaniu, gdy jeszcze nie doznała silniejszego ucisku przez przejeżdżające pojazdy. W tym okresie, który trwać może w zależności od ruchu 2—3 tygodnie powinno się dla stałej obsługi wykonanej partji, postawić w tym czasie dostateczną ilość robotników, czuwających w pierwszych okresach nad stanem nawierzchni, których zadaniem będzie zbieranie luźnych kamieni, osadzanie ich w miejscach w których wypadły, uzupełnianie powstających wyboi jak również opieka nad pozostałą po wałowaniu warstewką ochronną w postaci miazgi lub piasku. Warstewka ta w grubości około 1 cm powinna w pierwszych okresach służyć do uszczelnienia pustych miejsc w przekroju nawierzchni, co umożliwione będzie wskutek wstrząśnień, jakie ruch pojazdów na drodze wywołuje. Pożądane przytem byłoby utrzymanie przez pierwszych parę dni jezdni w stanie wilgotnym, co jednakże ze względu na kosztą nie zawsze bywa stosowane. *Woda barrodroga.*



Wałowanie w czasie przymrozków nie doprowadza do żadnego rezultatu, dlatego też winno być unikane.

Uciążliwą rzeczą i połączoną z kosztami jest dostawa wody do wałowania, która niestety jest konieczną. Przy małych środkach pieniężnych staramy się wałować tylko w porze mokrej, aby uniknąć kosztów związanych z dostawą wody; rzecz ta jednakże jest dość trudna do wykonania, gdyż nie możemy tu dysponować należytem postępowaniem pracy. Normalnie musimy wodę do skrapiania dowozić. Wydatek na ten cel jest nie mały jeśli się zważy, iż przygotować się trzeba mniej więcej na dostawę 0,3—0,5 m<sup>3</sup> wody na każdy m<sup>3</sup> materiału kamiennego.

W wyjątkowych wypadkach, przy zupełnym braku środków materialnych, dalej wyłącznie na drogach, na których niema zupełnie ruchu samochodowego, pozostawiamy czasami nawierzchnię niewałowaną, przekazując tę pracę do wykonania przejeżdżającym pojazdom. Nie jest to dziś typ polecenia godny, jakkolwiek dawniej był w powszechnem użyciu. W tym razie konieczną jest, aż do czasu ujeżdżenia nawierzchni baczna nad nią opieka celem uzupełniania powstałych braków oraz wypełniania kolein, nadto skierowywanie ruchu na partje, które zajeżdżenia potrzebują.

Jednym z bardzo ważnych warunków dobrego utrzymania się tej nawierzchni jest suche położenie, albowiem w partjach wilgotnych i zaciemnionych niszczy się ona dość szybko. W związku z tem będzie sprawa obsadzenia drogi drzewami, które zatrzymując w swem pobliżu wilgoć nie oddziałują na suchość zbyt korzystnie, o czem jednak będziemy jeszcze mówić osobno.

### 43. Nawierzchnia z grubego tłucznia

Opisanej poprzednio nawierzchni tłuczniowej lub żwirowej robią często zarzut, iż celem wytworzenia dla niej odpowiedniego materiału musi się kamień z postaci większej i zbitej rozdrabniać, osłabiając przy tem jego wytrzymałość. Tendencja ta, iż do budowy nawierzchni powinno się używać elementów kamiennych o możliwie wielkiej objętości znalazła swój wyraz w wynalezionej w r. 1923 i opatentowanej przez Dra Deidesheimera nawierzchni z grubego tłucznia noszącej także nazwę „derieso”.

Elementy tłuczniowe, nawiasem powiedziawszy z kamieni pierwszorzędnych gatunków, mające wymiary nieregularne o wielkościach dwojakich 8—9 cm oraz 9—11 cm, osadzone są na podsypce z żwiru i grysiku ułożonej na fundamencie kamiennym lub na starej żwirówce. Bardzo ważne zadanie przypada tutaj podsypce, która zasadniczo nie powinna wykazywać miejsc

pustych, złożona powinna być zatem z ziarn o rozmaitej wielkości od 0—30 mm.

Ustosunkowanie objętościowe pojedynczych sortymentów ziarn tworzących podsypkę powinno być pod wymienionym kątem widzenia zbadane i dla rozmaitych materiałów będzie różne. Grubość podsypki wynosi 10 cm.

Przy pierwszych robotach tego rodzaju rzucono w podsypkę gruby tłuczeń i po pewnem uporządkowaniu go przewalowywano natychmiast, powodując w ten sposób, iż materiał podsypki pod działaniem ugniotu wału wciskał się od spodu ku górze pomiędzy szwy pojedynczych elementów i wypełniał je tak całkowicie i ściśle, że nawet ssące działanie kół samochodowych nie wiele szkody przynieść tu mogło. Dodać należy, iż nie zaobserwowano przy tem objawu wyrywania przez ruch pojedynczych ziarn kamienia, jak to ma często miejsce przy zwykłej nawierzchni tłuczniowej, co zresztą tłumaczy się dostatecznie wielkością pojedynczych elementów i ich ciężarem.

Z biegiem czasu okazało się jednak, że zupełnie luźne rzucenie tłucznia o tak wielkich wymiarach w podsypkę nie jest wskazane, ponieważ ze względu na różnorodność kształtów pojedynczych ziarn, rozmieszczają się one w podsypce dosyć różnorodnie i nieregularnie, co w rezultacie doprowadza w czasie ruchu do bardzo nierównomiernego osiadania się pojedynczych kamieni a wskutek tego do wielkiej chropowatości nawierzchni.

Obecnie odstępiono od tego sposobu i pojedyncze kamienie układa się w pewnym porządku obok siebie ręcznie, podobnie jak to ma miejsce przy brukowaniu, przyczem jednak odpada zupełnie jakiegokolwiek ubijanie lub obróbka kamieni. Po ułożeniu kamieni puszcza się natychmiast ciężki wał motorowy na jezdnię tak długo, by żwir i grysik tworzący podsypkę zaczął się wypychać na zewnątrz, co jest najlepszym sprawdzianem szczelności wewnętrznej. Po takim przewalowaniu grubość nawierzchni wynosi 10—12 cm.

W czasie wałowania, które idzie tu z łatwo zrozumiałych względów znacznie szybciej niżli przy zwykłej nawierzchni tłuczniowej, powinno się obficie skrapiać wodą.

Celem wzmocnienia nawierzchni oraz lepszego wiązania wytwarzającego się bądź co bądź z czasem, pod wpływem ruchu pyłu, stosuje się maziowanie powierzchniowe, do czego użyć można bądź to mazi preparowanej,<sup>x</sup> bądź też emulsji maziowych,<sup>xx</sup> o których będziemy jeszcze mówili. Maziowanie to chroni drogę przed przyjmowaniem wilgoci. *Emulsja - kolon lub magnum.*

<sup>x</sup>) Mazi preparowana: to mazi gwarantowana, przygotowana przez firmę, która gwarantuje jej jakość i trwałość. Jest to mazi, która jest przygotowana z wody.

Powierzchnia jezdni tego typu nie jest z natury rzeczy z początku równą, z czasem jednakże wygładza się pod wpływem ruchu, nie różniąc się wiele od bruku drobnego. Natomiast szorstkość jej czyni ją zdolną do użycia na bardzo silnych spadkach jakie nie będą już dopuszczalne dla innych, bardziej wykształconych i kosztowniejszych typów.

W porównaniu z nawierzchnią tłuczniową przedstawia ten typ przekrój bardziej zwarty, przyczem w razie maziowania pył na niej prawie że nie powstaje. Jakkolwiek upodobnia się ona do pewnego stopnia do bruku mozaikowego, to jednakże wypada znacznie taniej raz z tego powodu, że sam materiał jako nieobrobiony jest tańszy, powtóre nie wymaga uciążliwego ubijania.

Zaznaczyć tu należy, iż tłuczeń gruby pochodzić musi bezwzględnie z tłuczenia ręcznego a nigdy maszynowego, które dostarczałoby go w formach blaszkowatych, do celów tej nawierzchni zupełnie nieprzydatnych.

Spadek poprzeczny, jaki tej nawierzchni nadajemy, wynosi około  $2\frac{1}{2}\%$ . - *3% kierowana wybita ~ 5%*

Jak długo nawierzchnia tego typu wytrzyma, nie da się w tej chwili w stanowczy sposób rozstrzygnąć, ze względu na krótkość istnienia tego sposobu. Już dzisiaj jednakże da się jedno ustalić mianowicie, że nawierzchnia ta stosunkowo niedroga nie wymaga żadnych materiałów pochodzenia pozakrajowego, wskutek czego pod tym względem reprezentuje typ dodatni. *Do rozbi-*

*ci tej nawierzchni materiału nadaje się w samym*

#### 44. Nawierzchnia z bruku dzikiego

Brukiem dzikim nazywamy bruk z kamienia łamanego o postaci wielokątnej i nieumiarowej, względnie z ryniaków rzecznych i kamienia polnego. Bruk ten stanowi typ bardzo lichy i dla jazdy niemiły; jeżeli zajmujemy się nim, to pochodzi to stąd, iż znaczna część naszych miasteczek, szczególnie na ziemiach b. zaboru rosyjskiego, jest w bruk ten zaopatrzona.

Pojedyncze elementy do budowy użyte, powinny posiadać o ile możliwości surowo wyrobioną powierzchnię górną (przy otoczkach jest to niemożliwe) oraz dla zmniejszenia szerokości stosu grawędzie boczne mniej więcej do linii prostej przyciosane. Pożądanem jest, by najmniejsza długość krawędzi nie była poniżej 5 cm.

Bruk taki osadza się zawsze na dość grubej podсыpce piaskowej około 15 cm, która ułożoną jest bezpośrednio na gruncie.

Należy przytem uważać jeszcze na jeden moment, mianowicie, by użyte do brukowania kamienie były jednego i tego samego

2) O ile mańszość powierzchni muru posuniętego skutkuje, gatunku. Mieszanie różnych gatunków kamienia doprowadza do rezultacie do rozmaitego zużycia i pogarsza jeszcze, i tak już nieszczególny stan tej nawierzchni. *dywany*  
*sama*

Spadki poprzeczne jakie nadajemy przekrojowi są stosunkowo znaczne, gdyż wynoszą 4—5%.

Samo ułożenie bruku następuje przez osadzenie go w podsypce, następnie po wykonaniu znaczniejszej partji ubicie dobniami. Czasami celem lepszego osiadania się kamienia zlewa się powierzchnię wodą. Ułożenie jest zupełnie nieregularne, w mozaikę. Metr kwadratowy takiego bruku o grubości około 15 cm wymaga w przybliżeniu 0,20 m<sup>3</sup> przestrzennych kamienia. *15cm*  
*Spadki*  
*nie 5% d*

O ile wykonuje go się z otoczków lub kamienia polnego, należy dążyć do przepołowiania pojedynczych sztuk i układania ich na podsypce szerszą powierzchnią wyrównaną. Posiada jedynie tę zaletę, iż pojedyncze kamienie mogą być powtórnie w innym miejscu ułożone, nie następuje zatem strata materiału.

#### 45. Bruk drobny

W poszukiwaniu za nawierzchnią, która z jednej strony byłaby odporniejszą niżli tłuczniowa lub żwirowa, z drugiej zaś nie była co do ceny zbyt wygórowaną, wynalezioną zostaje w r. 1887 przez inż. Gravenhorsta nawierzchnia z bruku drobnego.

Podstawowym elementem tej nawierzchni jest kostka kamienia mniej więcej umiarowa, w długości i szerokości od 8—12 cm, w wysokości 9—11 cm. Zaznaczyć przytem wypada, iż do pewnego stopnia obojętną jest rzeczą wielkość rzutu poziomego pojedynczego elementu leżącego jednakże w podanych powyżej granicach, natomiast bardzo ważnym jest moment dochowania dla wszystkich kostek o ile możności jednakowej wysokości, lub też tylko bardzo niewielkie pod tym względem różnice. *10.10.10.*

Ważną jest także równoległość powierzchni górnej i dolnej, przyczem powierzchnia dolna nie powinna być mniejszą niżli  $\frac{3}{4}$  powierzchni górnej.

Kamień użyty do wyrobu kostki drobnej powinien być pierwszej jakości co do twardości oraz zdrowy. Wybór odpowiedniego gatunku kamienia, pomijając względy na warunki ruchu, ma silny wpływ na ukształtowanie spadku poprzecznego i podłużnego tej nawierzchni. Tak np. bazalt nadaje się do tego celu bardzo dobrze, jednakże z uwagi, że pod wpływem ruchu wygładza się silnie, nie może być użyty przy spadkach większych niżli 4%. Granit, szczególnie drobnoziarnisty jest materiałem idealnym dla tego typu i z powodu swej chropowatości możliwy do użycia

na spadkach do 6%. Porfir może być użyty jeszcze przy spadku 8%. Dobre rezultaty otrzymuje się również z diabazu, gabra i szarogłazu. Wymagać przytem należy, by materiały przeznaczone do budowy były nieprzeziąkliwe i wytrzymałe na mróz.

Wyrób kostek drobnych może być albo ręczny albo też maszynowy z pomocą odpowiednich maszyn udarowych. Wyrób maszynowy daje olbrzymią oszczędność czasu, albowiem praca przy nim idzie znacznie szybciej. *lepiej maszynowy!*

Przystępując do omówienia układania tej nawierzchni, kilka słów poświęcić należy fundamentom.

Od fundamentu wymagamy tu bezwzględnej stałości, przyczem powierzchnia jego musi być uformowaną ściśle wedle przyszłego profilu jezdni.

Dla dróg międzymiastowych bardzo dobry fundament uzyskujemy ze starej nawierzchni tłuczniowej, względnie o ile by się miało do czynienia z drogą zupełnie nową, z wykonania takiej nawierzchni. O ile dla celów fundamentu wyzyskujemy starą nawierzchnię, musimy ją do tego celu dostosować przez odpowiednie zrekonstruowanie wierzchniej warstwy tak w odniesieniu do spadków poprzecznych jak również co do równości i gładkości. Wykonuje się to zwyczajnie przez wzruszenie całej wierzchniej warstwy z pomocą pługów żwirowych, przeczyszczenie materiału, uzupełnienie go nowym o tym samym gatunku, a następnie wykonanie normalnej nawierzchni tłuczniowej.

Z uwagi, iż zasadniczym warunkiem jest to, by fundament był bezwzględnie pewny i nie podlegał w przyszłości żadnym ruchom, okaże się bardzo celowem po ukończeniu takiej nawierzchni tłuczniowej, oddanie jej na pewien krótki czas do ruchu, który wzmocze jej wewnętrzną spoiistość i tężyznę, powiększając w ten sposób wytrzymałość.

W miastach wykonujemy często fundament betonowy, ograniczając go jednakże do tych wypadków, gdy pod jezdnią nie znajdują się urządzenia tego rodzaju, które w przyszłości mogą wymagać częstego dostępu dla napraw i instalacji.

Bruku drobnego używamy również w miastach bardzo chętnie do pokrycia przejazdów chodnikowych do bram poszczególnych realności. W tych wypadkach jako fundamentu używamy płyt betonowych 30/30 cm powierzchni i 15 cm grubości, które dają się łatwo wyjmować bez zniszczenia. A rzecz ta jest tu o tyle ważna, że pod przejazdem chodnikowym ułożone są zwyczajnie wszelkie przewody łączące realność z urządzeniami miejskimi, wskutek czego okazuje się częsta konieczność dostępu do nich.



Grubość  
15 cm  
2  
20 cm 5-8  
Cement



Grubość  
15 cm  
2  
20 cm 5-8  
Cement

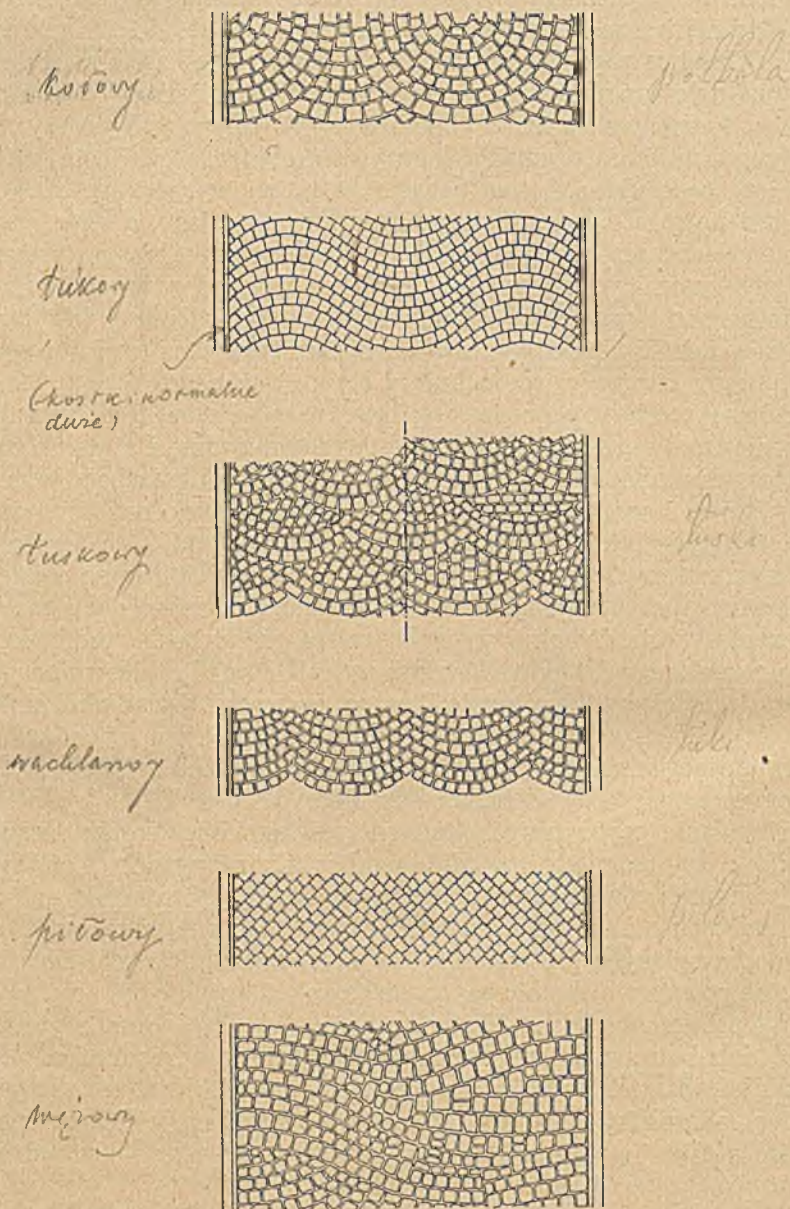


Bruk drobny spoczywa na fundamencie przedzielony od niego bardzo nieznaczną warstwą piasku wynoszącą 1—2 cm grubości. Wskutek tego koniecznym jest przed rozpoczęciem brukowania należyte przesortowanie dostarczonych kostek i podział ich pod względem wysokości. Dzieje się to zwyczajnie przez rozsegregowanie materiału na 3 typy co do wysokości. Kostki najwyższe będą układane w pasach najintensywniejszego ruchu, kostki najniższe tam, gdzie ruch jest najmniejszy, a więc przy krawężniach jezdni. Nadto z uwagi, że bruk ten wymaga pewnego uchwycenia w sztywne ramy, wykonujemy w pierwszym rzędzie po obu krawężniach pasy składające się z jednego lub dwu rzędów kostki normalnej, a dopiero pomiędzy temi rzędami wykonujemy istotną nawierzchnię z bruku drobnego.

Nawierzchnię wykonuje się odrazu w całej szerokości właśnie z tego powodu, by uzyskać należyte rozklinowanie i stężenie pomiędzy ramami. Sprawa ta jest łatwą do wykonania podówczas, gdy droga może być oddaną w całym przekroju do budowy, tam zatem, gdzie istnieje możliwość urządzenia objazdu. Gorzej się sprawa natomiast przedstawia gdy pracować musimy na jednej połowie, gdyż druga musi służyć w czasie budowy do przepuszczenia ruchu. W tym wypadku zaleca się ułożenie wzdłuż osi drogi żelaznego dźwigara (starej szyny i t. p.) lub drewnianego brusa z należytem usztywnieniem go do fundamentu i układanie bruku pomiędzy tym prowizorycznym krawężnikiem a poboczem, pamiętając jednak, że należy umożliwić połączenie drugiej części drogi zapomocą odpowiednich zazębień. (jak?)

Układanie pojedynczych kamieni powinno być bardzo ściśle tak, by szwy pomiędzy pojedynczymi sztukami wypadły możliwie najmniejsze, a w każdym razie nie większe jak 5 mm. Po ułożeniu następuje dwu lub trzykrotne ubicie kostek bądź to zapomocą dołni ręcznych lub też znacznie lepiej mechanicznych. Dołnie ręczne powinny być stalowe o wadze około 35 kg lub też drewniane wypełnione ołowiem. Nigdy do tego celu nie powinno się używać dołni drewnianych, które są zbyt lekkie a rezultatem tej lekkości jest ich wysokie podnoszenie przy ubijaniu, wskutek czego robotnik nie trafia w środek kostki lecz na jej krawędzie, przechylając ją w osadzie a nadto często krusząc krawędzie i naroża.

W nowszych czasach używa się do tego celu dołni mechanicznych, przeważnie systemu szwedzkiego inż. Hjalmara Carlssona, które dając około 70 uderzeń na minutę wykonują pracę bardzo szybko i jedna dołnia mechaniczna zastępuje około 8 robotni-



Rys. 149

ków, pomijając już nawet dobroć ubicia, która przy ruchu mechanicznym jest znacznie większa.

Kamienie układa się bardzo rozmaicie w sposób dziki, rzędowy, piłowy, łukowy, wężowy, wachlarzowy i t. p. w zależności od rodzaju kamienia i sprawności robotnika przyzwyczajonego do pewnego typu. Główną rzeczą jest dokładne przystawanie pojedynczych elementów do siebie.

Jeżeli różnice tak co do kształtów jakoteż szerokości pojedynczych kamieni są znaczne, układa się je w sposób dziki. Sposób ten używany dość rzadko, albowiem wygląd jego jest nieestetyczny. W wypadku wielkiej umiarowości kamieni układa się je rzędowo lub piłowo; w pierwszym wypadku rzędami prostopadłymi do osi drogi, w drugim z nachyleniem rzędów pod kątem. Sposób ten jest również rzadko używany, albowiem rzadkim jest wypadek takiej umiarowości pojedynczych kostek.

Bardzo często używa się typu łukowego, który daje rzuty poziome bardzo piękne a nadto pozwala na wyzyskanie wszystkich wymiarów kostek, jakie na danej budowie przychodzą. Praca przy tym typie wymaga od brukarza większej staranności, albowiem musi on pojedyncze sztuki sortować i dobierać tak, by największe przychodziły na środku łuku, mniejsze w partjach bocznych. Na drogach położonych w spadku projektujemy zawsze takie ułożenie łuku, by wypukłością szedł zawsze po stronie wyższej. Pokrewny temu typowi będzie układ w formie rybiej łuski, wężowy oraz wachlarzowy.

Powracając jeszcze do sprawy należytego ubijania kostek po ukończeniu układania, podnieść należy nader korzystną pracę dobni mechanicznych na spadkach.

Jeżeli na spadkach ubijanie następuje w sposób ręczny, natenczas wskutek pionowego trzymania przez robotnika dołni ręcznej, uderzenie pionowe skręca kostkę, która powinna leżeć nie pionowo lecz prostopadle do płaszczyzny drogi. Przy ubijaniu mechanicznem błędu tego unikamy, albowiem dołnia uderza nie pionowo lecz prostopadle do drogi. Z tego powodu użycie dołni mechanicznych, szczególnie na spadkach większych jest polecenia godne.

Oprócz układania bruku drobnego na piasku stosuje się również układanie go na zaprawie cementowej 1:4 do 1:8. Sposób wykonania jest tego rodzaju, iż piasek z cementem miesza się na sucho i mieszaninę tę używa się w suchym stanie jako podsypkę. Po wykonaniu pewnej partji bruku należy zwięzanej na krawędziach oraz po należytem ubiciu dołniami polewa się

bruk obficie wodą, następnie zaś mlekiem cementowym, by cement osiadł w szczelinach. Ujemną stroną tego zabiegu jest okoliczność, iż po zalaniu trzeba bruk pozostawić w spokoju przez okres około 4 tygodni, co w niektórych partjach, nie mających objazdu jest dla ruchu bardzo dokuczliwe.

Robione są również próby zalewania szwów materiałami bitumicznymi, dotychczas jednak bez możliwości ustalenia użyteczności tego sposobu. Wprawdzie zapobiega się ssącemu działaniu kół samochodowych i wynikającemu z tego wypróżnieniu szwów, z drugiej jednak strony zachodzi obawa wobec niewielkich rozmiarów elementu kamiennego, iz pojedyncze sztuki pomieszczone sa w masie plastycznej, wskutek czego bruk może się łatwo deformować.

W sąsiedztwie miast oraz na ulicach miejskich należy również uwzględnić pewne trudności wynikające z istnienia na drodze otworów wjazdowych, wlotów kanałowych, szyn tramwajowych i t. p. Otóż należyta obudowa tych obiektów nie może nastąpić brukiem drobnym, lecz musi być uskutecznią z pomocą bruku normalnego. Podraża to niezaprzeczenie kosztu wykonania a nadto jest kłopotliwe ze względu na konieczność zamawiania w małej ilości elementów kamiennych odmiennych jak dla całości nawierzchni, nie mniej jednak konieczne.

Postęp roboty przy budowie nawierzchni z bruku drobnego nie jest wielki, albowiem doświadczony brukarz może ułożyć w dniu roboczym najwyżej 13 m<sup>2</sup>. Odnośnie do postępu roboty bruk ten traci w porównaniu z nawierzchnią asfaltową lub betonową. Wzgląd ten okazał się zagranicą dość ważny tak, iż rozpoczęto tam próby z maszynowem układaniem bruku, otrzymując bardzo dobre rezultaty. Okazało się, że postęp roboty jest około 5 razy większy niżli przy układaniu ręcznem.

Przeprowadzone w ostatnich latach doświadczenia z tym brukiem na przestrzeni próbnej w Brunświku wykazały, że należy on do typów najczulszych ze względu na wstrząśnienia wywołane przejazdem ciężkich samochodów. Pomimo tego należy go uważać za nawierzchnię pierwszorzędną, mającą przy tem tę wielką zaletę, iż jest stosunkowo niedroga. Nadto materiał do tego celu potrzebny mamy w kraju, co również jest atutem pierwszorzędnej doniosłości.

Do celów bruku drobnego nadaje się w naszych warunkach dobrze bazalt wołyński (Berestowiec, Janowa Dolina), dalej granity wołyńskie i tatrzańskie wreszcie porfir miękiński. Nie należy nadto zapominać, że rozporządzamy jeszcze najrozmaitszemi

twardymi piaskowcami, które można użyć również z korzyścią. Pewne utrudnienia spotykamy na razie wskutek znikomego stosowania maszyn udarowych do cięcia kostki drobnej, nie ulega jednak żadnej wątpliwości, iż w miarę wzrostu rozbudowy drogowej przedsiębiorstwa kamieniołomowe dostosują się do wytworzonych warunków i przez szersze wprowadzenie ruchu maszynowego, dostarczać będą mogły nie tylko materiału lepszego ale, co również ważne, tańszego.

Okres trwania jezdni z bruku drobnego jest dość znaczny i wynosi w zależności od rodzaju kamienia i nasilenia ruchu 7—20 lat. Nie daje on w czasie swego istnienia wiele błota lub pyłu, roczny koszt utrzymania niewielki. Zauważyć należy, iż w pierwszych okresach jego istnienia, po ukończeniu budowy należy przykryć go cienką warstwą ostroziarnistego piasku, który służyć będzie w najkrytyczniejszym dla niego okresie, gdy jeszcze należycie się nie osiadł, jako ochrona przed ewentualnym zniszczeniem krawędzi nadto wypełni szwy, które po puszczeniu ruchu, wskutek wstrząśnień opróżniają się przez opadanie materiału wypełniającego ku dołowi.

Z praktycznych wskazówek wymienić należy iż z 1 m<sup>3</sup> przestrzennego otrzymujemy 10—11 m<sup>2</sup> bruku, zaś w wagonie 10-tonowym mieści się około 50—60 m<sup>2</sup> bruku.

Robione były również próby z zastosowaniem t. zw. bruku średniego, który stanowił przejście pomiędzy brukiem drobnym a normalnym, o krawędziach 12—14 cm. Próby te jednak nie wydały szczególnych rezultatów z tego powodu, że bruk średni nie wykazuje żadnych większych walorów jak drobny a nie posiada również wytrzymałości bruku normalnego, zbliżając się jednakże do niego z ceną.

#### 46. Bruk normalny

Elementem budowy jest tu kostka lub pieńek o formacie znacznie większym niżli przy bruku drobnym.

Co do wymiarów to zwyczajnie są one następujące:

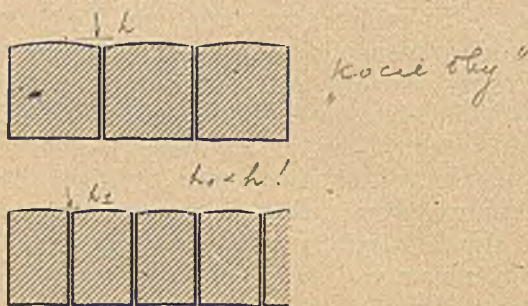
	szerokość	długość	wysokość
najmniej	8	12	11 cm
średnio	12	18—27	14 cm
najwięcej	16	30	20 cm

Do budowy chętnie są używane kamienie wąskie od 8—12 cm, które układane są węższą stroną w kierunku prostopadłym do jazdy, ponieważ jazda na takiej nawierzchni jest przyjemną i bez wstrząsów. Zużycie bowiem kostek i pieńków wskutek ru-



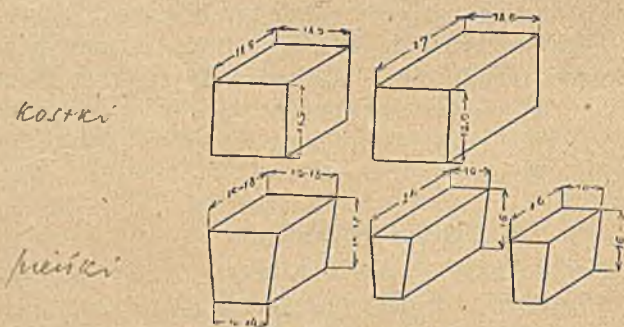
*dobrze!*

chu jest tego rodzaju, iż partje przykrawężne zużywają się silniej niżli środek. Wskutek tego po pewnym czasie powstają nierówności, które będą tem dotkliwsze dla jazdy, im większą będzie różnica w wysokości pomiędzy środkiem kostki a jej krawędzią. Przy elementach węższych różnica ta jest mniejsza niżli przy szerszych i tem też tłumaczy się chętnie używanie formatów węższych.



Rys. 150

Różnica między kostką a pieńkiem polega w tem, iż pierwsza jest elementem o ścianach wzajemnie do siebie prostopadłych i dostatecznie równo obrobionych, podczas gdy pieńek posiada



Rys. 151

tylko czysto wyrobioną ścianę wierzchnią, boczne zaś posiadają obrobienie bardzo surowe i są zbieżne. Pożądaną przy pieńkach jest jednak równoległość powierzchni górnej i dolnej.

Co do wysokości poszczególnych elementów, to jest ona zależna od dobroci fundamentu i kamienia oraz wielkości ruchu. Im fundament lepszy, ruch mniejszy a kamień twardszy, tem mniejszą wysokość można zastosować. W partjach, na których

drogą idzie kolej lub tramwaj, trzeba się zwyczajnie dostosować z wysokością bruku do wysokości szyny, gdyż wszelkie odstępstwa w jedną lub drugą stronę objawią się w późniejszym utrzymaniu niekorzystnie.

Do bruku tego powinno się używać możliwie najlepszych gatunków kamieni a zatem: granitu, diorytu, sienitu, andezytu, bazaltu, diabazu, porfiru, melafiru, kwarcytu, rzadziej pewnych twardych gatunków wapieni. Na ogół można uszeregować poszczególne skały do tego celu używane w tym porządku, iż najpierw idą skały pochodzenia wulkanicznego, następnie twarde piaskowce, a wkońcu twarde wapienie.

Klasyfikacja handlowa dzieli kostkę na 4 grupy w zależności od kształtów. Do I. klasy należą kamienie regularnie obrobione, przedstawiające zatem dokładnie sześciiany. Typ ten jest bardzo kosztowny i dzisiaj prawie nie używany. Punktem wyjścia przy ustalaniu tego typu była przesłanka, iż taką, zupełnie regularną kostkę użyć będzie można 6 razy. Praktyka wykazała jednak, iż ze względu na wspomniane powyżej zużywanie się kamienia na powierzchni, które nie następuje w płaszczyźnie lecz w powierzchni krzywej, możemy liczyć co najwyżej na dwukrotne przełożenie kostki. 6 scie

Do klasy II. należą sztuki przy których powierzchnia górna i dolna są do siebie równoległe, natomiast powierzchnie boczne wykazują taką zbieżność, iż dolna płaszczyzna stanowi co najmniej  $\frac{4}{5}$  płaszczyzny górnej. 1/5

Do klasy III. zaliczamy elementy odpowiadające ogólnie warunkom klasy II, przyczem jednak powierzchnia dolna stanowi co najmniej  $\frac{2}{3}$  pow. górnej. Wszelkie dalsze sztuki zalicza się do klasy IV. 2/3

Jak widzimy z tego, pojęciu kostki odpowiada właściwie tylko klasa I, dalsze zaś typy należą raczej do pieńków. W dzisiejszych warunkach najchętniej używane typy należą do klasy II i III.

Bruk normalny może być ułożony na fundamencie piaskowym, na nawierzchni tłuczniowej, względnie na ławie betonowej. Fundament piaskowy nie jest polecenia godny dla tego bądź co bądź kosztownego typu nawierzchni ze względu, iż poszczególne sztuki, pomimo starannego ubicia, zapadają się w piasek niejednostajnie i wytwarzają w ten sposób nierówną nawierzchnię. Wskutek wytworzonych nierówności woda zatrzymuje się w zagłębieniach i jest powodem dalszego niszczenia często dobrego materiału.

Bardzo chętnie natomiast używa się jako fundamentu nawierzchni tłuczniowej, przyczem naturalnie, musi być ona sta-

rannie do żądanego profilu wyrobiona, a co najważniejsze powinna być już dostatecznie zeszywniona.

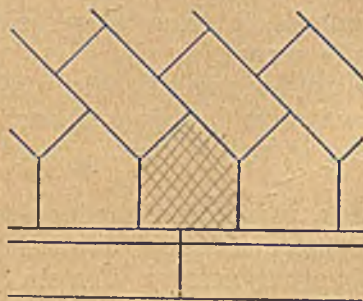
W miastach układają bruk normalny również na fundamencie betonowym.

W wypadku układania bruku na fundamencie piaskowym, grubość warstwy piasku wynosi około 6—8 cm, która naturalnie po ubiciu kamieni zmniejsza się do 4—5 cm.

W razie układania bruku na fundamencie z żwirówki lub betonu wystarczy jako podsypka grubość piasku 2—3 cm, pamiętać bowiem o tem należy, że podsypka ta ma właściwie służyć do wyrównania wysokości pojedynczych elementów, która to różnica nie powinna być zbyt wielka. W całości zatem otrzymuje ta nawierzchnia grubość od 30—70 cm w zależności od rodzaju fundamentu.

Bruk normalny znosi doskonale nawet największe stosowane na drogach spadki, przyczem na spadkach pożądanę jest stosowanie bruku wąskiego. Rozchodzi się bowiem o to, by szorstkość nawierzchni była w tych warunkach jak największą, co stanie się możliwem przy wielkiej ilości szwów.

Spadki poprzeczne jakie przy bruku normalnym stosujemy wahają się pomiędzy 2,5—3%, przyczem w miastach z reguły stosujemy przekrój o typie kolistym. *a nie klasycznym.*

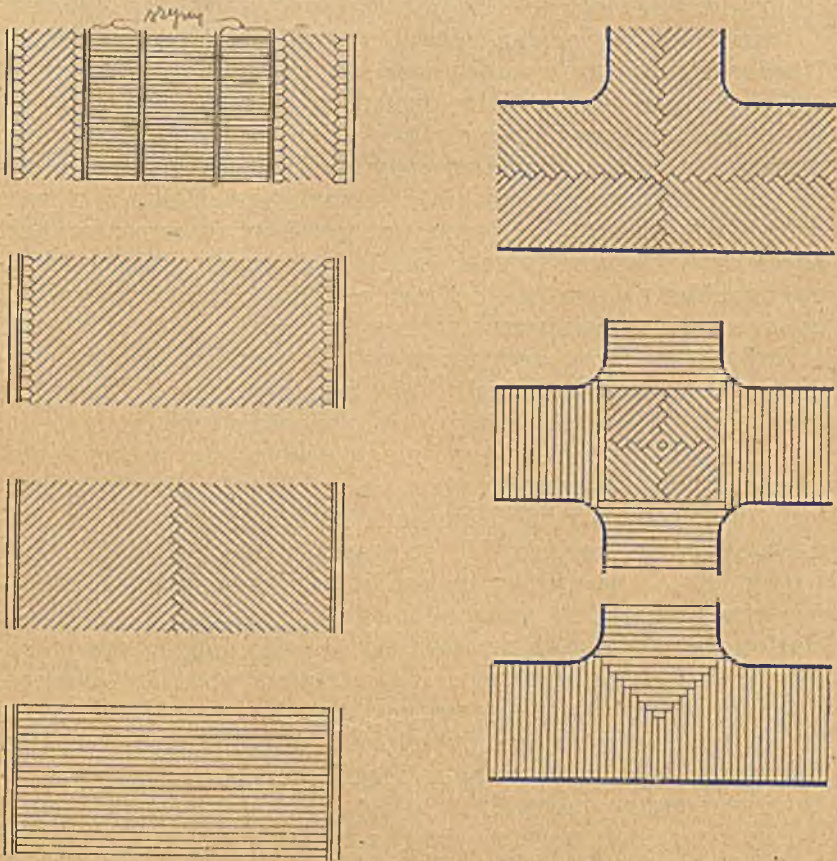


Rys. 152

Bruk normalny układa się w rzędach regularnych, przyczem najracjonalniejsze są rzędy prostopadłe do kierunku ruchu. Wykonują również rzędy nachylone do osi pod kątem  $45^{\circ}$  i przecinające się w środku drogi; w tym wypadku jednak zachodzi konieczność ułożenia na krawędzi jezdni kostek odpowiednio uformowanych, pięciokątnych t. zw. *m i t r*, które z natury rzeczy są droższe, niżli kostki normalne (rys. 152). Możliwoby użyć również



formatów o rzucie trójkątnym, czego jednakże należy unikać ze względu, iż sztuki te muszą mieć kąty ostre, co tak dla wykonania w kamieniu, jak i późniejszego utrzymania nie jest odpowiednie.



Rys. 153

Na pewne trudności w układaniu napotyka się przy skrzyżowaniach dwóch dróg, rozchodzi się bowiem o tego rodzaju rozwiązanie, by rzędy nie leżały w kierunku ruchu. W tym wypadku najlepiej będzie ułożyć bruk na skrzyżowaniach pod kątem  $45^{\circ}$ .

Różne typy ułożenia bruku podają powyżej umieszczone szkice.

Bruk normalny układa się mniej więcej 1—3 cm wyżej od przyszłej niwelety, poczem następuje ubijanie dobniami ręcznymi lub mechanicznymi.

Szwy powinny być o ile możności jak najwęższe, w każdym razie nie większe jak 1 cm. Wypełnienie szwów jest rozmaite. Najzwyczajniejsze będzie wypełnienie piaskiem, jednakże ten sposób przy nowoczesnym ruchu samochodowym nie jest polecenia godny ze względu na wysysanie szwów.

Drugi sposób polega na zalewaniu szwów zaprawą cementową. Ujemną stroną tego sposobu jest sztywność całej nawierzchni, wskutek czego przy ciężkim ruchu następuje pęknięcie szwów i tworzenie się szczelin niekorzystnych dla późniejszego, dobrego utrzymania nawierzchni. Sprawa ta jest zresztą w wysokiej zależności od dobroci wykonania i gatunku kamienia, z którego sporządzone są kostki. Ujemną stroną zalewania cementem jest nadto okoliczność, iż bruk nie może być bezpośrednio po ukończeniu oddany do ruchu, lecz musi upłynąć okres paru tygodni, celem umożliwienia stężenia zaprawy.

Najlepszym sposobem jest wypełnienie szwów ciałami bitumicznymi jak maź lub asfalt, które jednakże muszą odpowiadać pewnym warunkom. Rozchodzi się mianowicie o to, by materiał wypełniający szwy nie pękał i nie odłuskiwał się w czasie mrozów, natomiast w czasie upałów nie wypływał ze szwów. Ponieważ warunkom tym nie odpowiada właściwie żadne ciało bitumiczne, dlatego do tego celu sporządza się osobny t. zw. kit brukarski polegający na tem, iż do mieszaniny mazi i asfaltu dodaje się mielony materiał kamienny, tworząc w ten sposób ciastowatą masę, która zachowuje się bardzo dobrze przy znacznych różnicach temperatury. Kit brukarski powinien być sporządzony w ten sposób, by zawierał ciał bitumicznych nie mniej jak 30% a nie więcej jak 50%, punkt jego rozmięknienia leżał powyżej 28° C, zaś temperatura marznięcia poniżej —10° C. Dodatek mineralny stanowić tu może ił, margiel lub wapień zawierający bezwodnik węglowy, przyczem nacisk należy położyć na doskonałość zmielenia. *Bitum musi być rozmiękany na parze, aby nie*

W razie użycia kitu brukarskiego należy dokładnie wyczyścić szwy, co uskutecznić można przez zlewanie wodą pod ciśnieniem. Po dokładnym wysuszeniu nawierzchni następuje wypełnienie szwów bitumem; przestrzegać należy, by kitu nie dawać na mokre kostki albowiem robota wtedy się nie uda. Z tego powodu praca ta winna być wykonaną w ciepłe dnię letnie a nigdy bezpośrednio po deszczu.

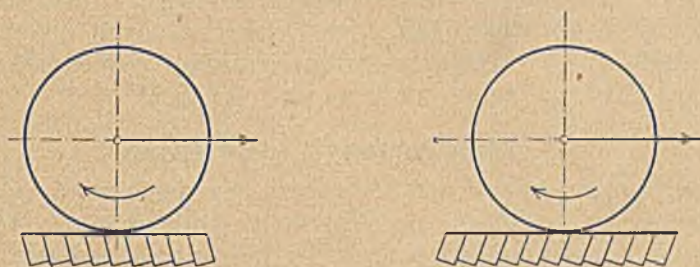
Wydatność pracy brukarskiej jest stosunkowo niewielka i wynosi na jednego brukarza około 12 m<sup>2</sup> w 8 godzinnym dniu roboczym.

*Bruc drobną 13m<sup>2</sup>*

W wagonie normalnym 10-tonowym mieści się 25—30 m<sup>2</sup> bruku w zależności od rodzaju kamienia i jego wymiarów co do wysokości.

Należy przy tem przestrzegać zasady, by do jednego brukowania nigdy nie używać kostek pochodzących z rozmaitych gatunków kamienia.

Dobrze wykonany bruk z kostek normalnych przedstawia jedną z najlepszych nawierzchni dla ruchu ciężkiego, mającą tylko tę wadę, iż jest dość głośna i droga. O okresie jego trwania trudno jest coś dokładnego powiedzieć z uwagi, że rzecz ta jest zależną od bardzo wielu czynników, z których najgłówniejsze są dobroć kamienia, wielkość ruchu, dobroć wykonania tak samego brukowania jakoteż podłoża. Przy należytem spełnieniu wszystkich warunków odnoszących się do dobroci, oczekiwać można przy normalnej i pieczołowitej konserwacji iż bruk ten wytrzyma 25—40 lat nawet przy ciężkim ruchu.



Rys. 154

Na drogach międzymiastowych wykonujemy go bądź to w pobliżu miast, gdzie jak wiadomo ruch silnie wzrasta, bądź też w partjach kraju silnie uprzemysłowionych, gdzie ruch jest ciężki i inna nawierzchnia zniosłaby go tylko z trudnością.

Koszta utrzymania takiego bruku są bardzo nieznaczne. Utrzymanie polega na usuwaniu pojedynczych zniszczonych kamieni, które uskutecznia się kleszczami oraz na dodatkowym zalewaniu pustych szwów. Wyjątkowo zdarzyć się mogą lokalne wklęsnięcia lub wybrzuszenia pewnych partji, co z reguły ma swój powód w źle wykonanym fundamencie. Wtedy należy całą partję dotkniętą tym objawem rozebrać, fundament poprawić i ponownie wybrukować.

Z biegiem czasu ukazywać się zaczyna falistość pojedynczych rzędów, co przypisać należy przesuwaniu się kostek pod wpły-

wem ruchu, oraz złączony z tem zwyczajnie objaw przechylenia się pojedynczych kostek, występujący szczególnie przy ruchu jednokierunkowym, a będący wynikiem przeskakiwania koła z jednego elementu na drugi i przesuwania w ten sposób kostek w kierunku przeciwnym do jazdy. Wskutek tego przechylenia się, kostki zużywają się nierównolegle do podstawy dolnej lecz ukośnie do niej. Po stwierdzeniu tego objawu pożądanem jest przebrukowanie jezdni tym samym materiałem, z ułożeniem jednak kostek w kierunku przeciwnym, aniżeli poprzednio leżały. W ten sposób z biegiem czasu bruk się wyrównuje i nawierzchnia przychodzi do normalnej postaci.

Ażeby przechyleniu temu zapobiegnać, pożądanem by było przy układaniu nowego bruku pierwsze uderzenia dobniami kierować nie pionowo, lecz pod małym kątem. Doprowadzi to jednak w rezultacie do bardzo ostrożnej i na obu połowach drogi odmienniej pracy, wymaga zatem inteligentnego robotnika.

Dotadnią cechą tego bruku jest to, że nawet po zużyciu się może służyć do brukowania mniej eksponowanych przestrzeni, ewentualnie do wykonania bruku drobnego względnie nawet tłucznia. Materiał zatem nie traci się w całości.

#### 47. Bruk ceglany i klinkierowy

W okolicach ubogich w dobre gatunki kamienia należy cegła względnie klinkier do jednego z najlepszych typów nawierzchni drogowej. Krajem, który pierwszy przed stu kilkudziesięciu laty wprowadził klinkier, była Holandia, wybudowawszy w r. 1809 z niego drogę z Amsterdamu do Haarlem. <sup>125 km</sup>

W polskiej nomenklaturze klinkier nosi również nazwę kamionki.

Nawierzchnia ceglana nie różni się od klinkierowej niczem z wyjątkiem materiału. Do wyrobu cegły drogowej używa się tego samego materiału, co do wyrobu cegieł murarskich, natomiast materiał służący do wyrobu klinkierów musi odpowiadać nieco odmiennym wymogom, o których poniżej parę słów wspomnimy.

Droga ceglana, z uwagi na materiał, może być wykonaną tylko przy ruchu średnim, podczas gdy klinkier znosi już ruch bardzo intenzywny. Wyrób cegły drogowej zanika coraz więcej tak, że omawiając ten typ, główną uwagę poświęcić należy tylko klinkierowi.

Do wyrobu klinkierów użytą być musi glina zajmująca pośrodkie miejsce między tłustą a chudą. Tłusta glina przy wysychaniu

tracąc wodę przez parowanie zmniejsza się znacznie co do objętości i w rezultacie kurczy się i pęka.

Celem uniknięcia tej ewentualności dodaje się do gliny tłustej materiału schudzającego, w szczególności piasku kwarcowego.

Glina chuda, zawierając domieszki w postaci twardych ciał jest więcej porowatą i prędzej wysycha. Wskutek jednak tej porowatości osłabia się związek pomiędzy poszczególnymi cząsteczkami a już nieznaczne natężenie wystarczy, by wywołać pęknięcie w glinie. Do gliny chudej dodaje się dla ułatwienia zeszklenia przymieszki żelazistej.

Glinę przerabia się z ciałami ułatwiającymi stopienie czyli t. zw. topnikami, do których należy tlenek żelaza, węglan wapna, sole potasowe i t. p. Jak z powyższego widzimy, glina użyta do wyrobu klinkierów musi być odpowiednio preparowaną i rzadko tylko spotyka się wypadki, iż glina rodzima do tego celu bezpośrednio się nadaje.

Ponieważ Polska posiada państwowe klinkiernie w Zamościu, Białopolu, Izbicy i Budach, z których materiał idzie dość daleko do użycia, przeto zapoznać się należy ze składem gliny używanej w polskich klinkiarniach.

Skład ten jest następujący:

	Zamość	Białopole	~ 80%
krzemionka	79,00%	80,11%	78,40%
glin	9,40%	8,70%	2,80%
tlenek żelaza	2,83%	3,04%	10,80%
magnezja	0,66%	0,21%	0,40%
wapno	0,83%	0,85%	2,70%
potas i sole sodowe	2,93%	—	—
woda	4,31%	6,20%	3,70%
inne	—	0,89%	1,20%

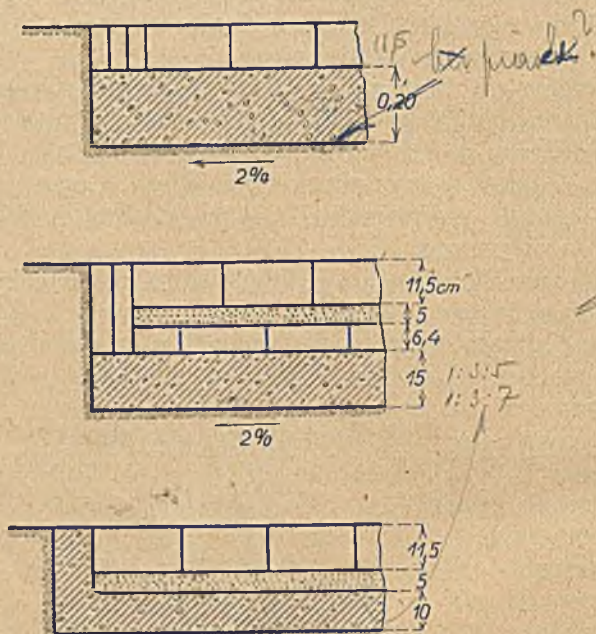
Gliny używane w polskich klinkiarniach państwowych wobec dużej zawartości w nich krzemu są na ogół trudno topliwe i wymagają wysokiej temperatury przy wypaleniu dochodzącej do 1800° C. Ilość tlenku żelaza wpływa na kolor klinkieru po wypaleniu, przyczem ciemniejsze kolory oznaczają większą ilość tlenku żelaza, jaśniejsze — mniejszą.

Przy wyprażaniu topniki wchodzące w skład gliny rozmiękczają się i spajają doskonale poszczególne cząsteczki ze sobą. W tym stanie klinkier przedstawia w złomie jednolitą całość; przy temperaturze 1500—1800° C klinkier otrzymuje największą gęstość, która jest dla niego pożądana i stan ten nazywa się stanem klinkierowym. Przypada on na początek procesu zeszklenia się całej masy; o ileby się natomiast powyższą temperaturę

przekroczyło, natenczas klinkier staje się nieprężny, porowaty i występuje zdeformowanie kształtów.

Jak z tego widzimy proces wypalania jest niezmiernie ważny, stanowi o dobroci materiału i dostosowany być musi do składu chemicznego gliny.

Proces wypalania trwa 36—48 godzin, poczem następuje ostygnięcie trwające 5—7 dni.



Rys. 155

Wymiary klinkierów otrzymywanych w państwowych polskich klinkierniach są  $222 \times 115 \times 64$  mm. Surówka wykonywana jest naturalnie w wymiarach nieco większych mianowicie  $234 \times 121 \times 70$  mm, gdyż, jak już powiedzieliśmy, po wypaleniu format traci nieco na swoich wymiarach.

Klinkier użyty do budowy nawierzchni powinien być dzwięczny, w przelomie ścisły i jednolity, przy uderzeniu stałą dawać iskry, nie powinien wchłaniać wody, formę musi mieć prawidłową bez skrzywień i wgnieceń oraz wykazywać wytrzymałość na ciśnienie nie mniejszą jak  $640 \text{ kg/cm}^2$ .

Bruk klinkierowy wymaga dobrego fundamentu a w szczegól-

ności starannego osuszenia podłoża. Jednym z najlepszych fundamentów będzie tutaj stara żwirówka odpowiednio naprawiona i dostosowana do spadku poprzecznego przyszłej nawierzchni klinkierowej.

Niestety wypadek ten jest w zastosowaniu dość rzadki z tej prostej przyczyny, że drogę klinkierową robimy tam, gdzie kamienia zupełnie niema. W tych warunkach zadowalać się często musimy fundamentem piaskowym z 20—25 cm grubej warstwy dobrze ubitego piasku, jednakże typ ten nie może być uważany za wzorowy, albowiem pod uderzeniami kopyt i kół klinkier osiada się nierównomiernie i wytwarza nierówności nawierzchni, będące powodem niszczenia bruku.

Lepszy jest ten typ, gdy na odwodnionem podłożu sypimy około 15 cm grubą warstwę piasku, na to układamy jedną warstwę klinkierów napłask, poczem przychodzi znowu cienka 5 cm grubości warstwa piasku, na której układa się już istotną nawierzchnię.

Najlepiej jest, gdy na to pozwalają środki materialne, wykonać fundament betonowy z mieszaniną 1:3:5 do 1:3:7 w grubości około 10—15 cm ułożony na należycie odwodnionem i uwalnianem podłożu, poczem przychodzi około 5 cm gruba warstwa piasku a na niej nawierzchnia. ~ 1:3

Podsypka piaskowa, na której układają się klinkiery, powinna być o ile możności cienka, by służyła tylko dla wyrównania, zresztą nieznacznych nierówności w pojedynczych sztukach. Obok poboczy nawierzchni układa się zwyczajnie jeden lub dwa rzędy klinkierów stojąco, które stanowią ramy dla nawierzchni. Następnie układa się klinkiery rębem, przyczem sposób układania odnośnie do rzędów jest zwyczajnie trojaki. Najczęściej wykonuje się rzędy prostopadle do kierunku ruchu, następnie pod kątem 45° do osi drogi, a wreszcie w t. zw. jednokę. Indukuje  
drewnia

Szwy pomiędzy poszczególnymi sztukami powinny być możliwie najwęższe i nie przekraczać 5 mm.

Pobijanie klinkierów młotkiem odbywa się za pośrednictwem deseczki przyłożonej do klinkiera, celem uniknięcia odłupywania krawędzi lub naroża; ubijanie późniejsze dobniami drewnianymi.

Szwy wypełnia się albo piaskiem, przyczem w tym wypadku już po oddaniu nawierzchni do ruchu powinna być wysypana warstewką piasku około 2 cm grubości, albo też zalewa się je zaprawą cementową lub materiałem bitumicznym.

Na dość znaczne trudności napotyka się przy układaniu klinkierów w ostrym łuku; wtedy mianowicie należyte dopasowanie

i ściśle ułożenie klinkierów staje się bardzo trudnym do wykonania. Na takich krzywiznach, o ile nie będzie zastosowane podłoże betonowe, a szwy nie będą wypełnione zaprawą cementową lub asfaltem, bruk klinkierowy nie rokuje nadziei na dobre utrzymanie się.

*rys. 1*



*rys. 2*



*rys. 3*



Rys. 156

Niektórzy praktycy idą tak daleko, iż radzą na ostrych skrętach stosowywać inny rodzaj nawierzchni, pomimo iż cała droga będzie wykonana z klinkierów. *kolobienie na spadkach > 3%*

Ułożenie bruku klinkierowego w łukach jest tego rodzaju, iż albo rzędy idą pod kątem 45°, albo też prostopadle do kierunku ruchu, przyczem co kilka rzędów wstawia się partje klinowe dla wyrównania łuku.

Układanie bruku rozpoczyna się zwyczajnie w krawędzi ku środkowi. Dobre rezultaty otrzymuje się przez uwałowanie wykonanej nawierzchni lekkim wałem 3—5 t.

Dla sprawdzenia równości i dobroci ułożenia przykłada się do wykonanej jezdni prawidłowo 3 m długości, którego dolna krawędź jest linią prostą. Na tej długości mierzone ewentualne wgłębienia nie powinny przy dobrej robocie przekraczać 6 mm.

Zalewanie szwów asfaltem odbywa się przy ogrzaniu go do 175° C i wcieraniu szczotkami gumowymi. Ponieważ okazało się



korzystnym zastosowywanie na krawędzi jezdni szwu dylatacyjnego o szerokości 12—25 mm w zależności od szerokości jezdni, przeto i te szwy powinny być również zalane asfaltem.

Co do spadków podłużnych, to bruk ten nie znosi ich zbyt wielkich a jako ostateczną granicę należy uważać 3,5%. Przy większych spadkach ruch zaprzęgowy na nawierzchni klinkierowej staje się podczas ślizgawicy niebezpieczny. O ileby na drodze klinkierowej z warunków topograficznych wynikała konieczność założenia w pewnej partji spadków większych, natenczas należałoby się zastanowić nad ewentualnością wykonania na tej partji nawierzchni innego typu.

Spadki poprzeczne nie powinny tu być większe jak 2—3%.

W ostatnich latach zrobiono w Ameryce próby budowy nawierzchni klinkierowej w sposób monolitowy. Polega on na tem, iż zamiast podsypki piaskowej daje się suchą mieszaninę piasku z cementem 1:4 w grubości około 4 cm, na której układa się bruk, zlewając następnie po ukończeniu całą nawierzchnię obficie wodą. Wyjątkowo stosowano również podsypkę z mokrej zaprawy cementowej. Sposób ten, co do którego dobroci niema dotychczas jeszcze pewnych dat, umożliwia stosowanie słabego fundamentu oraz klinkierów o formacie mniejszym aniżeli normalne.

Z polskich formatów wychodzi na 1 m<sup>2</sup> przy układaniu rębem 63 sztuk, napłask 36 sztuk klinkierów. Na normalny wagon 10 t. idzie około 3.000 sztuk.

Utrzymywanie bruku klinkierowego polega na rozsypaniu na nim cienkiej warstwy piasku będącej ochroną przed uderzeniami; jest to jednakże dokuczliwem przy większym ruchu samochodowym ze względu na pył.

Oprócz tego należy wymieniać uszkodzone sztuki a nadto roztoczyć opiekę nad dobrem wypełnieniem szwów.

Okres trwania takiego bruku zależy od wielkości ruchu waha się między 10—15 lat, jakkolwiek są wypadki i dłuższego istnienia.

W razie konieczności przebrukowania drogi istnieje możliwość częściowego zużycia starych klinkierów po przełożeniu ich na odwrotną stronę w granicach 30—50%.

W końcu zaznacza się, iż klinkierów używać można z dobrym rezultatem jako nawierzchni chodnikowej; nie wygląda ona wprawdzie ładnie lecz zadanie swoje spełnia dobrze. W razie wykonania z tego materiału chodników, układa się klinkiery napłask.

### 48. Bruk z kamienia sztucznego

Oprócz wymienionych dotychczas materiałów, znajdują tu i ówdzie zastosowanie również bruki z kamienia sztucznego, których fabrykacja jest zwyczajnie chronioną patentami a użycie ograniczone dotychczas właściwie do pewnych partij próbnych. Z uwagi jednak, iż w przyszłości produkty te mogą się i u nas pokazać, należy im parę słów poświęcić.

Dążność do użycia bruku z kamienia sztucznego wynika z dwóch przesłanek, mianowicie, iż w pewnych obszarach brak jest dobrego kamienia naturalnego, następnie wskutek równości i umiarowości tych elementów, otrzymuje się bruk stosunkowo dość cichy.

W użyciu są obecnie:

#### 1. Płyty keramitowe.

Jest to materiał produkowany przez Budapeszteńskie Towarzystwo Cegielniane, w formie elementów  $20 \times 10,5 \times 6$  i  $8$  cm. Surowcem jest specjalny gatunek gliny z odpowiednią zawartością wapna oraz dodatkami będącymi tajemnicą wyrobu tej firmy. W odróżnieniu do klinkierów bruk ten układany jest na płask. Fundament wykonany jest bądź to z betonu, bądź też z cegieł zwykłych ułożonych rębem, na co przychodzi 2—3 cm gruba warstwa piasku.

Co do spadków podłużnych i poprzecznych obowiązują te same daty co przy klinkierach.

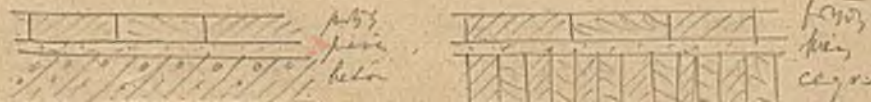
Wytrzymałość płyt keramitowych jest bardzo znaczna, wynosi bowiem  $5000 \text{ kg/cm}^2$  na ciśnienie. U nas nie używane.

2. W u l k a n o l ma dzisiaj raczej historyczne znaczenie, ponieważ fabrykacja jego została w czasie wojny zastanowioną. Produkt ten wyrabiany był z mielonych odpadków skał wybuchowych jak bazaltu, granitu, porfiru i t. p. z dodatkiem lepiszcza zawierającego glinę.

Masa cała mieszana była najpierw na sucho i prasowana w postaci płyt  $28 \times 21 \times 6$  i  $8$  cm pod wysokim ciśnieniem hydraulicznym, a następnie wypalana przy wysokiej temperaturze przez 12 godzin i bardzo powoli oziębianą.

Ułożenie płyt na płask następowało na ławie betonowej przy czem różnica w odniesieniu do innych typów była ta, iż płyty te na fundamencie były osadzane na zaprawie cementowej. Szwy zalewano również tą zaprawą, wskutek czego bruk ten przedstawiał się właściwie monolitowo.

#### 3. Bruk drobny z bazaltu topionego jest pro-



duktem otrzymywanym przez stopienie odpadków bazaltowych i formowanym pod ciśnieniem w elementy  $10 \times 10 \times 10$  cm. Jest to materiał zupełnie nowy, co do którego użyteczności niema na razie dokładnych dat. Sposób układania analogiczny, jak dla bruku drobnego.

#### 4. Bruk duży z żużli kruszczowych.

Od dłuższego już czasu (1880) produkowane są kostki z żużli kruszczowych i to tak z rudy żelaznej jakoteż miedzianej. Najlepiej zachowują się te ostatnie i znane są w handlu jako mannsfeldzki bruk żuźlowy. Przewaga ich nad kostkami z żużli żelaznych polega prawdopodobnie na tych domieszkach, które posiada w sobie ruda miedziowa.

Kostki te produkowane są w formacie  $16 \times 16 \times 16$  cm, przy czem dla wyrównania pojedynczych rzędów wyrabia się również połówki  $8 \times 16 \times 16$  cm oraz półtoraki  $24 \times 16 \times 16$  cm.

Jest to produkt zupełnie umiarowy o kolorze prawie czarnym. Sposób ułożenia w nawierzchni zupełnie analogiczny, jak dla kamiennego bruku normalnego.

Spadek podłużny nie powinien przekraczać 3%, poprzeczny 2—2,5%.

Znalazły one szczególnie w Niemczech szerokie zastosowanie jako materiał bardzo dobry, przyczem ze względu na swoją umiarowść używane są chętnie do brukowania pasów pomiędzy szynami tramwajowymi.

Pożądanem jest zalanie szwów materiałami bitumicznymi.

Zrobiono jednakże jedno ujemne spostrzeżenie, mianowicie chodniki wykonane z tego materiału wygładzają się z biegiem czasu tak znacznie, iż stanowią pewne niebezpieczeństwo dla ruchu.

Na jezdniach, na których do niedawna jeszcze panował ruch zaprzęgowy spostrzeżenia tego wprawdzie nie zrobiono, zachodzi jednakże obawa, że przy dominującym obecnie na niektórych przestrzeniach ruchu samochodowym, te same objawy okażą się i na jezdni.

#### 5. Prasowane płyty betonowe.

Od dość niedawna ukazały się w handlu t. zw. płyty „Ara“. Sposób produkcji pokryty dotychczas tajemnicą, o ile jednakże sądzić można wytworzone są one z mielonego kwarcytu z najlepszym cementem.

Płyty o wymiarze  $30 \times 30 \times 6,5$  cm produkowane są pod silnym ciśnieniem hydraulicznem. Osadza się je na fundamencie betonowym na zaprawie cementowej, przyczem szwy są również tą zaprawą zalane. Spadki podłużne i poprzeczne dopuszczalne w granicach do  $2\frac{1}{2}\%$ .

7. Kostka „durowska“

Beton z osadarkiem preparatu kremowa

z „durowskim“

Ze względu na krótkość istnienia tego bruku trudno jest dzisiaj wydać stanowczy osąd o jego użyteczności; zaznaczyć jednak należy, że koszta jego są nieco wyższe, niżli nawierzchni betonowej.

#### 49. Bruk drewniany

Bruk z kostek drewnianych używany jest naogół wzięwszy bardzo wyjątkowo, ze względu na stosunkowo znaczne koszta, wynikające z krótkości okresu jego trwania oraz niedostatecznej wytrzymałości na silyny ruch. Natomiast w pewnych warunkach jest on materiałem bardzo cennym; odnosi się to do użycia go z powodu lekkości i elastyczności jako pokładu mostowego, następnie tam, gdzie rozchodzi się o bruk cichy i higieniczny, a więc w zdrojowiskach, obok szpitali, szkół i tym podobnych gmachów publicznych, dla których cichość jezdni jest ważnym postulatem.

Zwrócić należy nadto uwagę, iż z powodu znacznej szorstkości układany być może nawet na bardzo znacznych spadkach.

W ostatnich czasach znalazł on zastosowanie jako znakomita nawierzchnia w krzywiznach dróg turystycznych. *(grasie)*

Materiałem do wyrobu kostek jest tak drzewo miękkie jakoteż twarde, którego miąższ powinien być jak najbardziej zbity. Początkowo używano do tego celu najrozmaitszych gatunków twardej drzew australijskich, które gatunkowo należały wszystkie do rodziny eukaliptusów. Gatunki te są tak zwięzłe i zbite, że ich ciężar gatunkowy leży powyżej jedności. Wskutek tej zbitości impregnacja ich jest prawie że niemożliwą, gdyż poprostu nie wciągają w siebie żadnego obcego ciała. Wynika z tego również ta dodatnia strona, iż nie wchłaniają wody, szczególnie w pierwszych okresach po ułożeniu, natomiast z biegiem czasu okazują tendencję do kurczenia się i z tą chwilą rozpoczyna się okres szybkiego niszczenia bruku. Pojedyncze elementy rozluźniają się, wskutek braku bocznego stężenia jest nadmiernie narażone podłoże. Objawy te doprowadziły w Europie do rezultatu, iż w naszych warunkach użycie drzew australijskich należy uważać jako niepożądane.

Okazało się natomiast, iż znacznie lepsze rezultaty otrzymać można z użycia do tego celu drzewa miękkiego mianowicie świerka, sosny lub modrzewiu z warunkiem jednakże ich napawania. Nie wszystkie gatunki drzew są do tego celu przydatne; jako najlepszy materiał uważana jest sosna szwedzka i modrzew sty-

ryjski, w ostatnich latach dobre rezultaty otrzymano również z sosny i modrzewiu krajowego.

Warunkiem dobroci drzew miękkich do celów bruku drewnianego jest ich zbitość, którą poznaje się po cienkości a gęstości słojów. Jeden z najlepszych materiałów, sosna szwedzka, hodowana na podglebiu skalistym rośnie bardzo powoli tak, iż drzewa mające zaledwie 30—35 cm średnicy wykazują wiek 150—200 lat, wskutek czego słoje roczne znajdują się bardzo blisko siebie. Zwyczajnie żąda się by na 1 cm szerokości wypadały co najmniej 3 słoje. *Anglia - 15 lat na 1 cal (254 mm)*

Wysokość bruku drewnianego, który układa się włóknami pionowo, waha się pomiędzy 10—13 cm. Obecnie, gdy umiemy drzewo do celów drogowych impregnować przeważa tendencja do używania niższej granicy wysokości.

Napawanie odbywa się z pomocą kreozotu lub mazi pogazowej. W ostatnich czasach kreozot wychodzi z użycia, albowiem okazało się, iż z biegiem czasu może być z drzewa wylókiwany, co przy mazi staje się niemożliwe.

Prymitywny typ napawania polega na zanurzeniu klocków w odpowiednim preparacie, natomiast nowsze metody pozwalają na należyte przesiąknięcie całego materiału drzewnego. Wedle metody angielskiej klocki drewniane wkłada się do kotła, z którego wypompowuje się powietrze, wskutek czego wyciąga się z nich wodę i powietrze. Następnie włącza się w klocki pod ciśnieniem 7—10 kg/cm<sup>2</sup> gorącą maż pogazową przez 6—7 godzin, przyczem jednakże zachodzi to niebezpieczeństwo, że drzewo może się mazią przesyć, co absolutnie nie jest pożądane. Przesylenie to może dojść do 300 kg mazi na 1 m<sup>3</sup> drzewa, co w rezultacie może doprowadzić przy wyższej temperaturze dnia do wypocenia mazi w nawierzchni. Normalne i korzystne tak dla klocków, jakoteż dla przyszłej nawierzchni nasycenie nie powinno przekraczać 140—160 kg mazi na 1 m<sup>3</sup> drzewa. *dmca*

Metoda niemiecka napawania polega na tem, iż klocki ułożone w kotle poddawane są ciśnieniu 2—3 kg/cm<sup>2</sup>, następnie zaś pod ciśnieniem 5—6 kg/cm<sup>2</sup> włącza się w nie gorącą maż, poczem zmniejsza się ciśnienie do 50—60 mm słupa rtęci, celem powrotnego wydobywania z włókien nadmiaru mazi, która przy tak słabem ciśnieniu uchodzi z bańkami powietrza z wewnątrz wysysanego. Metoda ta, przez uregulowanie nadmiaru i niedomiaru ciśnienia pozwala na pewne, ściśle określone nasycenie. Normalnem nasyceniem przy tej metodzie jest 110 kg mazi na 1 m<sup>3</sup> drzewa. *dmca*

Dodatnią stroną przesycenia jest niedopuszczenie do wchłania-

nia w przyszłości wody, ujemną wspomniane powyżej pocenie się kostek. Ujemną stroną metody niemieckiej natomiast jest późniejsze pęcznienie klocków przy nadmiarze wody.

Bruk drewniany cierpi na dwa niedomagania, mianowicie pęcznienie w okresach mokrych i ściągnięcie się w okresach suchych, co wkońcu doprowadza do wzruszenia bruku. Im drzewo jest gęstsze, tem objawy te mniej dokuczliwe. Dlatego też np. przepisy angielskie przewidują możliwość użycia dla celów drogowych tylko takiego drzewa, które wykazuje na 1 cal ang. 15 słojów. Użyte do wyrobu klocków drzewo musi być bez sęków.

Wymiary klocków co do długości wahają się między 12—30 cm (pożądane używanie długości powyżej 20 cm), co do szerokości 7—13 cm. Wysokość klocków zależy od materiału i ruchu i wynosi 10—12 cm.

Bruk drewniany osadza się wyłącznie na fundamencie betonowym, wykonanym z wielką starannością i wygładzonym ściśle do profilu, jaki ma być nadany przyszłej nawierzchni, przyczem podłoże winno być zupełnie pewne i doskonale odwodnione. Układanie bruku drewnianego w partjach, które mają teren niepewny lub np. w terenach kopalnianych, gdzie następują lokalne osiadania się gruntu jest wykluczone. Grubość ławy betonowej waha się pomiędzy 20—40 cm przyczem stosunek mieszanki powinien być 1: 6 lub 1:7. W obecnych czasach, przy wzmożonych ciężarach pojazdów mechanicznych, należy wykonywać grubsze fundamenty. Ława betonowa powinna być odrazu na powierzchni należycie wyrobioną, gdyż późniejsze jej wyprawienie doprowadza do wyłuskiwań, które są zabójcze dla całości nawierzchni. Bruk układany być może dopiero po upływie okresu tężenia ławy betonowej co trwa 4—6 tygodni, przy wilgotnem utrzymaniu przez ten czas betonu.

Układanie klocków drewnianych odbywa się przeważnie w rzędach prostopadłych do osi drogi, jakkolwiek tu i ówdzie wykonywano również rzędy pod kątem 45°. Rozpoczynając robotę układa się 2 lub 3 pasma klocków wzdłuż krawędzi jezdni, które stanowią niejako ramę dla całości, następnie zaś pomiędzy niemi rzędy prostopadłe do drogi. Klocki z drzewa miękkiego przed ułożeniem zanurza się w gorącej mieszance oleju antracenowego i smoły i układa się przeważnie zupełnie szczelnie, bezpośrednio na podłożu betonowym.

Celem umożliwienia pewnych ruchów nawierzchni z powodu różnic temperatury oraz pęcznienia względnie zsuchania się klocków, pozostawia się pomiędzy krawędzią jezdni a pierwszym po-

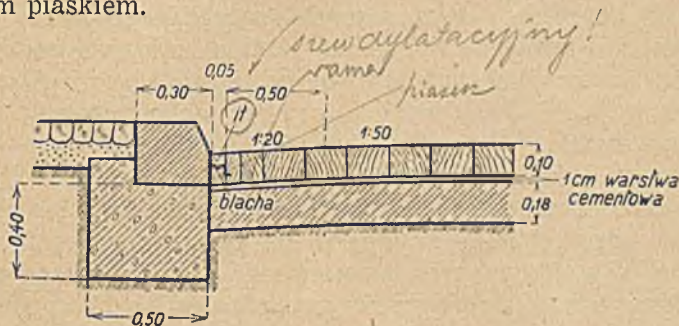
o) olej antracenyowy ewentualnie smółka z destylacją węglową i amoniaku; temperatura się z wariacją temperatury 270—360°.

dłużnem pasmem klocków szew dylatacyjny 3—5 cm szeroki, który od spodu wypełnia się piaskiem, od wierzchu zaś iłem lub gliną. Zwyczajnie wypełnienie tego szwu następuje dopiero w 2 lub 3 tygodnie po wykonaniu bruku.

Bruk z drzew twardych nie wymaga zanurzenia w mazi.

Pierwotnie układano pojedyncze rzędy w ten sposób, iż pomiędzy nimi pozostawiano szwy wąskie 5 mm, które następnie zalewano zaprawą cementową. Wobec jednakże pęcznienia i zsychnienia się drzewa, wypełnianie szwów zaprawą nie jest wskazane.

Po ułożeniu bruku maziuje się powierzchnię oraz przysypuje ostrym piaskiem.



Rys. 157

Układanie klocków powinno się odbywać w porze suchej, gdzieś przeprowadzają tę czynność przy użyciu ruchomych nmiotów, aby się uniezależnić od pogody.

Utrzymanie tego bruku polega na wymianie, o ile możności jak najszybszej, klocków zniszczonych względnie psujących się, dalej na przysypywaniu nawierzchni 2 lub 3 razy do roku ostrym piaskiem oraz dodatkowem maziowaniem powierzchniowem.

Piasek wskutek ruchu pojazdów wciska się do włókien drzewnych i w ten sposób wzmacnia powierzchnię. Wobec obecnego ruchu mechanicznego, celem uniknięcia tworzenia się pyłu, zaleca się najpierw wykonanie maziowania, a następnie przysypanie piaskiem, gdyż w ten sposób maź wiąże piasek nie dopuszczając do tworzenia się pyłu.

Wiek bruku drewnianego jest uzależniony od dobroci materiału, wielkości ruchu i mniej lub więcej pieczołowitej opieki. Przeciętnie wytrzymuje on przy ruchu ciężkim 6 lat, przy średnim 8—10 lat. Bywały jednak wypadki znacznie dłuższego okresu utrzymania się, który dochodził nawet do lat 20.

*Wskazywać na szew dylatacyjny na drogach turystycznych. (mrozcykl). Tenże typ bruku drewnianego: służy 8 lat temu stworzone wyjęte kryglami bruku do 15 cm ścian, okorowane, unieradane w war-*

Niepożądanym objawem jest zmiana objętości w zależności od nasycenia wilgocią; z tego powodu może się okazać korzystnym utrzymywanie tego bruku przez skrapianie wodą w stałym stanie nasycenia.

Ujemną stroną bruku drewnianego jest wysoka cena.

## 50. Nawierzchnia betonowa

### A) Uwagi ogólne.

Z historycznego punktu widzenia użycie cementu do nawierzchni drogowej jest już bardzo dawne, gdyż spotykamy się z nim już przy poprzednio wymienionych drogach rzymskich. Osadzano tam mianowicie pojedyncze, wielkie kamienie stanowiące istotną nawierzchnię na zaprawie wapiennej, do której dodawano ziemię puculanową, będącą popiołem wulkanicznym a posiadającą wszelkie własności cementu.

Pierwsze jednakże początki istotnej nawierzchni betonowej zaczynają się dopiero od r. 1872, w którym to czasie wykonano pierwsze drogi betonowe w Anglii, w Edynburgu.

Początki zrobione z tą nawierzchnią były nieszczęśliwe, co przypisać należy nieodpowiedniemu składowi betonu, nieznaności wzajemnego oddziaływania na siebie wchodzących w skład betonu elementów i t. p., jednym słowem nieumiejętnemu podówczas zastosowaniu materiału.

Z biegiem czasu jednakże stosunki pod tym względem bardzo się zmieniły a nawierzchnia betonowa, szczególnie w Ameryce zaczęła zdobywać coraz większe pole zastosowań. Szczególnie wybitnie rozpoczął się tam rozwój nawierzchni betonowej po zdobyciu przewagi w ruchu drogowym przez samochód, albowiem dla tego typu ruchu wniosła ze sobą ta nawierzchnia pierwszorzędne walory.

Jak każda nawierzchnia, tak i ta posiada strony dodatnie i ujemne. Z dodatnich należy wymienić:

1. szybki postęp robót przy użyciu zwyczajnego personelu roboczego,
2. przy zastosowaniu maszyn, stosunkowo dość znaczna taniość wykonania,
3. możliwość użycia wyłącznie materiału krajowego pochodzenia, co szczególnie dla nas jest bardzo cenną cechą tej nawierzchni,
4. wielka wytrzymałość dobrze wykonanego betonu na ścieranie,
5. łatwość czyszczenia i prawie że bezpylnosc,

*grupe (między przeszkicem, a brucem) i ważne  
 się widać. Grupa widać się między drewno! Na  
 wewnątrz się mażuje i przypływa przeszkicem,*



6. posiadanie dostatecznej szorstkości tak, iż w porze mokrej nie jest śliską,

7. przy ruchu samochodowym znaczną oszczędność na gumach i materiale pędym. *8. trwałość wykonania.*

Słuszność wymaga podniesienia również stron ujemnych, a temi są:

1. rysy i pęknięcia w nawierzchni, przyczem o powodach i środkach zaradczych będziemy później mówili,

2. trudność w wypadku konieczności dostania się pod nawierzchnię, co może być dotkliwym w miastach, gdzie często pod jezdnią znajdują się najrozmaitsze przewody, *(zawieszanie kablek)*

3. niedostosowanie tej nawierzchni do uderzeń kopyt końskich, pod których działaniem mogą nastąpić odłuszczenia,

4. niemożność zastosowania jej w terenie zawierającym składniki niszczące beton np. siarczany. *5) Stugi okres inkubacyjny*

Budowa tej nawierzchni złączona jest również silnie ze sprawą spadków na drodze oraz zastosowanych na nich krzywizn.

Co do spadków podłużnych, to jako najodpowiedniejsze oznaczyć należy spadki 2,5—3%. Nie mniej jednak wykonują tę nawierzchnię również na spadkach znacznie większych, przyczem jednakże zastosowane być powinny specjalne typy wykonania, w szczególności nadanie nawierzchni w sposób sztuczny większej szorstkości. Wykonuje się to w ten sposób, iż natychmiast po ukończeniu nawierzchni, przeciera się ją szczotkami z piasku w kierunku poprzecznym do drogi, wywołując w ten sposób powstawanie poprzecznych zmarszczek, które po należytem stężeniu utrzymują się bardzo długo. *do 7%*  
*14 kawał*  
*zasztywn*  
*całkow*  
*do 27%*  
*specjal*  
*konans szorstkości nam*

Drugim momentem, który musi być szczególnie uwzględniony, są krzywizny i złączona z tem sprawa przechyłki toru. Należy skonstatować, że tego rodzaju równa nawierzchnia wywołuje u kierującego samochodem dążność do rozwinięcia możliwie wielkiej szybkości, wobec czego staje się wprost nieodzownem dla bezpieczeństwa ruchu, w pierwszym rzędzie projektowanie stosunkowo dość znacznych promieni, następnie zaś przechyłki toru.

Jako minimalne promienie dla dróg o nawierzchni betonowej stosowane są w wielkości 200 m przyczem pożądaną rzeczą jest projektowanie możliwie długich prostych.

Przechyłka toru powinna być taką, by jazda z chyżością około 50 km/g. odbywać się mogła zupełnie bezpiecznie.

W naszych warunkach, gdzie panuje na drodze ruch mieszany, sprawa ta jest dość ciężką i w uwzględnieniu tego faktu, nie powinno się stosować przechyłek większych jak 7—8%, które je-

szcze dla ruchu konnego nie są niebezpieczne. Najlepszym rozwiązaniem będzie przeznaczenie partji środkowej drogi o odpowiedniej przechyłce dla ruchu samochodowego, bocznych zaś z obu stron, o spadkach normalnych dla ruchu konnego.

### B) Podłoże.

Nawierzchnia betonowa wymaga stałego i wytrzymałego podłoża, albowiem ewentualne późniejsze ruchy terenu wywołują pęknięcia nawierzchni podłużne i poprzeczne. Teren powinien być wytrzymały, nieruchliwy i co jest rzeczą bardzo ważną zupełnie jednostajny. Przy dobrym terenie jednakże niejednostajnym, mogą powstać również pęknięcia w nawierzchni wskutek różnicy w osiadaniu się.

Ponieważ nawierzchnia betonowa projektowana jest często na istniejącej już drodze, przeto należy rozpatrzyć możliwość ułożenia jej na poprzedniej nawierzchni tłuczniowej lub żwirowce. Odnosnie do tej sprawy zdania są podzielone. Amerykanie występują zasadniczo przeciwko użyciu nawierzchni tłuczniowej lub żwirowanej jako podłoża dla jezdni betonowej i w razie jej układania na starej drodze, decydują się raczej na zupełne usunięcie poprzedniej nawierzchni. Momentem, który ma tu być decydującym jest obawa, iż nawierzchnia ta posiada w różnych miejscach różną wytrzymałość, nie będzie zatem tej jednolitości podłoża, jaka tu jest niezbędna. Wynika z tego tendencja, iż raczej godzą się na mniejszą wytrzymałość, byle tylko jednostajną.

W przeciwieństwie do tego w Europie otrzymano dobre rezultaty przy użyciu jako podłoża istniejących nawierzchni tłuczniowych i żwirowych, zabezpieczając jednakże odpowiednią naprawę i wyrównanie starej jezdni; dodać należy, iż używano do tego celu nawierzchni zaopatrzonych w podkład dolny. Przypuszczać należy, iż właśnie ta okoliczność była powodem dobrego rezultatu w Europie, natomiast w Ameryce, gdzie przeważnie budowano drogi t. zw. makadamizowane, bez podłoża dolnego, rezultaty musiały być gorsze.

Na jedno przytem należy zwrócić uwagę. Zwyczajnie budowa nawierzchni betonowej na starej żwirowce złączoną jest z rozszerzeniem jezdni. Wyniknie z tego fakt, iż część nawierzchni betonowej opierałaby się na żwirowce, po bokach zaś leżałaby na terenie. Dopuszczyć do tego nie można, albowiem przy tego rodzaju typie roboty otrzymałoby się w krótkim czasie bezwarunkowo rysy podłużne w miejscu zetknięcia się żwirowki z terenem. Należy zatem w tych wypadkach również i pod rozszerzenia boczne

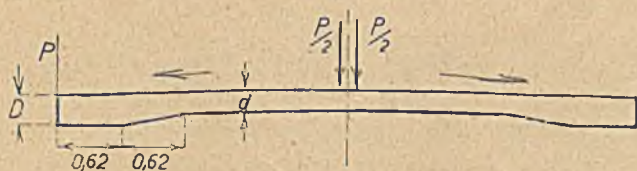
Europa!

przygotować taką samą podstawę, jaką będzie posiadała cała droga w przekroju poprzecznym.

O ile układamy nawierzchnię bezpośrednio na gruncie, który uznaliśmy za odpowiedni, należy go przedtem doskonale odwodnić oraz przewalować ciężkim wałem 10-tonnowym i to o ile możliwości tandemowym (o dwóch wałach).

Roboty ziemne, które konieczne są dla przygotowania podłoża muszą być bardzo starannie i pod umiejętnym dozorem wykonane, albowiem nie może tu zajść wypadek np. zagłębokiego wybrania ziemi i późniejszego dosypywania, gdyż wszystko to psuje jednolitość terenu, tak bardzo dla tej nawierzchni potrzebną. Nadto górna część podłoża powinna być możliwie wygładzoną, by umożliwić późniejsze ruchy nawierzchni betonowej, wynikłe wskutek wpływów temperatury. Jeżeli gładkości tej nie będzie, gdy będą istnieć nierówności z pomocą których zahaczać się będzie wzajemnie podłoże z dolną częścią nawierzchni betonowej, ruch tej ostatniej będzie utrudniony, co znowu w rezultacie doprowadzić może do pęknięć i rys.

Tendencja do wytworzenia jednolitości podłoża idzie nawet tak daleko, iż nie wolno na tej partji ani składać żadnych materiałów ani też dopuszczać do chodzenia robotników. Ażeby nadto uniknąć wchłaniania wody przez podłoże z nawiezionego w czasie roboty betonu, należy przed rozpoczęciem betonowania podłoże odpowiednio wodą nasycić, do czego zwyczajnie uważa się jako minimum 5 l wody na 1 m<sup>2</sup>.



Rys. 158

### C) Ukształtowanie poprzeczne nawierzchni.

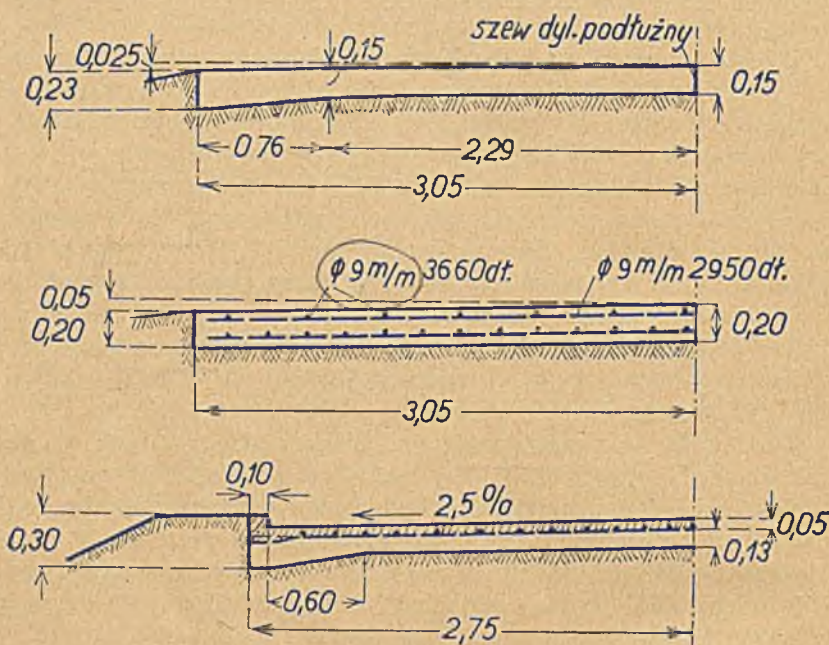
Jakkolwiek nawierzchnia betonowa, jak to już wyżej wspomnieliśmy jest dostatecznie szorstką, to jednak z uwagi, na bądź co bądź znaczniejsze chyżości na niej rozwijane przez samochody, spadki poprzeczne nie dajemy większe jak 2—2½% a to tem więcej, iż z nawierzchni tej woda opadowa splywa gładko i szybko. Co do samego ukształtowania nawierzchni, stosują tutaj zarówno formy daszkowe jakoteż łukowe, przyczem te ostatnie są albo łukami kołowymi albo też parabolicznymi. Przy wyko-

*knijwa paraboliczna tak się przyjta:  $y = x$*



naniu nawierzchni z osiowym szwem podłużnym stosuje się przeważnie kształt daszkowy.

Strzałka nawierzchni waha się naogół w granicach 1/50—1/100 szerokości.



Rys. 159

D) Kształt przekroju poprzecznego.

Na podstawie rozważań teoretycznych, pomiarów nateżeń w rozmaitych ustrojach przekrojów poprzecznych, dalej na podstawie doświadczeń przeprowadzonych na przestrzeniach próbnych ustalono, iż najlepiej swemu zadaniu odpowiada przekrój z wzmocnieniem krawężnym o typie na rys. 158 uwidocznionym, przyczem w przybliżeniu:

$$D = \sqrt{\frac{3P}{\sigma_b}} \text{ i } d = \tau_{10} D$$

jeżeli przez  $P$  nazwiemy nacisk koła zaś przez  $\sigma_b$  wytrzymałość betonu na zginanie.

Typy przekrojów poprzecznych są bardzo rozmaite przyczem obecnie z reguły stosuje się wzmocnienie krawężne. Szereg ubocznych szkiców podaje typy stosowane w Ameryce Północnej oraz w Niemczech (rys. 159).

Zwrócić należy nadto uwagę, iż stosuje się również wzmocnienia wkładkami żelaznymi, które mają na celu nietylko wzmocnienie przekroju ale nadto ubezpieczenie go przed tworzeniem się pęknięć i rys, względnie o ile takie już powstały, niedopuszczenie do ich powiększania się. Stosowane uzbrojenia są bardzo rozmaite, jednakże zaznaczyć należy odrazu, iż brak tutaj jakichkolwiek przesłanek teoretycznych, a wskazówki pewne daje raczej praktyka i próba. Z uwagi, że ciągnięcia w betonie, którym przeciwdziałać mają wkładki żelazne mogą powstać zarówno w górnej jak i dolnej partji płyty, zależnie od położenia ciężaru, spotykamy się z uzbrojeniami jedno lub dwustronnymi. Wielkość uzbrojenia waha się normalnie pomiędzy 2—3 kg/m<sup>2</sup>, są jednak wypadki zastosowania, przy bardzo ciężkim ruchu (doki londyńskie) uzbrojeń znacznie większych 6—9 kg/m<sup>2</sup>.

Co do samego rozłożenia wkładek żelaznych, zaznaczyć należy, iż lepsze rezultaty otrzymuje się przy użyciu małych przekroń gęściej ułożonych, niżli większych o rzadszem ułożeniu. Układają się je zwyczajnie 5 cm poniżej powierzchni przekroju a sposób ułożenia nie odbiega niczem od normalnych konstrukcyj żelbetowych.

Oprócz normalnych wkładek stosuje się również wkładki plecionkowe, siatkowe, z metalu ciągnionego, w ostatnich zaś czasach duże zużycie znalazły siatki spawane.

Na szczególne omówienie zasługuje sprawa jedno lub dwuwarstwowego wykonania przekroju. W praktyce utarły się dwa typy wykonania pod tym względem; albo cały przekrój wykonuje się z jednolitej mieszaniny, albo też część spodnią wykonuje się z betonu chudszego, część wierzchnią z betonu tłustszego. Ameryka zastosowuje przeważnie typ pierwszy, co zresztą znajduje swoje uzasadnienie w przewodzie ruchu samochodowego, który nie oddziałuje na tę nawierzchnię tak ujemnie jak ruch konny, względnie żelazne obręcze pojazdów zaprzęgowych. Zauważyć przytem należy, iż w Ameryce wykonuje się te nawierzchnie prawie wyłącznie w sposób mechaniczny, odpowiedniemi maszynami, gwarantującemi dobroć wykonania tak, iż przy tym typie roboty nie zachodzi potrzeba umieszczania na nawierzchni osobnej warstwy o wytrzymalszym charakterze. Natomiast ruch konny zużywa nawierzchnię silniej, to samo odnosi się do pojazdów z obręczami żelaznymi tak, iż jest rzeczą pożądaną, w tych wypadkach, gdzie ruch tego rodzaju przeważa, stosować w górnej partji nawierzchni masę betonową o wyborowym składzie.

Wskazać tu jednakże równocześnie należy na pewne niebezpieczeństwo zagrażające nawierzchniom dwuwarstwowym z tego powodu, iż może zająć wypadek, iż dolna warstwa nie będzie należycie związana z górną. Otóż warunkiem głównym tego typu jest równoczesna robota około obu warstw tak, by związanie to bezwarunkowo nastąpiło; różnica czasu pomiędzy ukończeniem dolnej warstwy a wykonaniem górnej nie powinna być większą jak 20—30 minut. Grubość górnej warstwy jest naogół niewielka i waha się pomiędzy 4 a 8 cm. ~ 5 cm.

Nawet starannie i w myśl powyższych wskazówek wykonana nawierzchnia dwuwarstwowa narażoną będzie na zniszczenie, jeżeli stosunki mieszaniny betonu w obu warstwach będą się od siebie zbyt różniły co do ilości cementu. Pamiętać bowiem trzeba o tem, iż różne mieszaniny betonu zachowują się odmiennie pod wpływem temperatury oraz z uwagi na objaw ściągania się. Tłusty, (czyli więcej cementu mający) beton skurcza się szybciej, niżli chudy i objaw ten może doprowadzić do rozerwania spójności pomiędzy obu warstwami a tem samem do ruiny nawierzchni.

Z szeregu doświadczeń okazało się, iż różnica obu mieszanin nie powinna być większą jak 10% objętościowej ilości cementu.<sup>x)</sup> Nie ulega przytem wątpliwości, iż odpowiednie uzbrojenie przekroju wkładkami żelaznymi musi przeciwdziałać tendencji odluszczenia się obu tych warstw.

W pewnych wypadkach, gdy spadki podłużne są znaczniejsze wykonuje się również z betonu rów przydrożny, którego rozmaite typy podaje rysunek 160. Wykonanie takiego rowu w przekopach pomniejsza robotę ziemną, natomiast zwyczajnie stwarza konieczność powiększenia szerokości jezdni. Rowy betonowe wykonuje się bądź to złączone z całością nawierzchni, bądź też oddzielone szwami.

#### E) Ukształtowanie szwów.

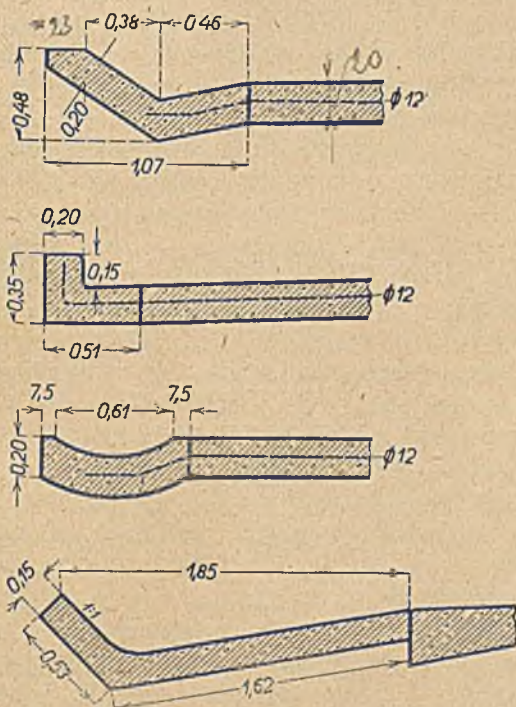
Początkowo wykonywano nawierzchnie betonowe bez szwów dylatacyjnych potrzebnych ze względu na ruch nawierzchni pod wpływem zmian temperatury i normalnego skurczu, rezultatem czego były pęknięcia płyty i zniszczenie jezdni. Na nawierzchnie bez szwów pozwolić sobie można tylko w pewnych specjalnych warunkach klimatycznych, gdy dzienne lub roczne różnice temperatur nie są wielkie; w naszych warunkach szwy są jednakże koniecznością.

W nawierzchni betonowej stosuje się zarówno szwy poprzeczne jako też podłużne i oba znajdują swoje uzasadnienie.

x) Do zawartości cementu ma wpływ na różnicę między betonem przy tym samym. Różnica nie powinna być więcej co do zawartości cementu

Zajmiemy się najpierw szwami poprzecznymi.

Doświadczenia na drogach amerykańskich wykazały, że w nawierzchniach nieuzbrojonych wkładkami żelaznymi, występowały rysy w odstępach 12—18 m. Nawet uzbrojenie podłużne nie opanowuje tego objawu; wynika z tego, iż szwy poprzeczne są



Rys. 160

konieczne, celem umożliwienia ruchu nawierzchni. Odstępy wzajemne szwów są dosyć rozmaite i na ogół wahają się w zależności od tego, czy nawierzchnia jest bez wkładek żelaznych czy też z wkładkami oraz od typu wkładek, w granicach 10—30 m. Przy skromnych uzbrojeniach około 2,5 kg/m<sup>2</sup> dobrze zachowuje się odstęp 9 metrowy, przy uzbrojeniach silniejszych 4—6 kg/m<sup>2</sup> można z długością pojedynczych tafli dojść nawet do 30 m. Przy nawierzchniach nieuzbrojonych odstęp szwów wynosi 5—9 m.

Niektóre drogi amerykańskie wykonano bez szwów poprzecznych, jednakże przerywano w odpowiednich odstępach uzbrojenia, mianowicie tam, gdzie chciano w przyszłości otrzymać szew

→ 15 cm = 225 kg / m<sup>2</sup> betonu. Maksymalnie  
 ilość cementu 400 kg / m<sup>2</sup> betonu.

ogólnie dla masy betonu: 200 - 270 kg / m<sup>3</sup> betonu

naturalny powstały wskutek pęknięcia. Rzecz ta nie jest polecenia godna, gdyż wiele tu pozostawia się przypadkowi, nadto powstały w ten sposób szew wykazuje nieregularności, które mogą być szkodliwe dla całej nawierzchni.

ry przypad-  
we.

Zwrócić nadto należy uwagę, iż na odstęp szwów mają wpływ również i inne czynniki, z konstrukcją właściwie niezwiązane jak np. przerwy w robocie. Szwy tego rodzaju noszą nazwę szwów roboczych, albowiem w tych miejscach, w których praca przy nawierzchni została przerwana, musi się bezwarunkowo urządzić szew poprzeczny. Wynika z tego czasami pewna nieprawidłowość w odstępach szwów pożądana zresztą dla jazdy, celem uniknięcia pewnej rytmiki wstrząsów w przejeżdżającym samochodzie.

Podobnie jak w kierunku poprzecznym, powstają również rysy w kierunku podłużnym, szczególnie w wypadkach, gdy nawierzchnia ma szerokość większą jak 6 m. Rysy te są znacznie niebezpieczniejsze niżli poprzeczne z tego powodu, że przy złym gruncie obie połowy przedzielone rysą wykazują zwyczajnie tendencję do wzajemnego rozsuwania się, wskutek czego rysa znacznie się powiększa z biegiem czasu. Pomijamy tu nawet okoliczność, iż przejeżdżające pojazdy niszczą znacznie więcej obrzeże rys podłużnych niżli poprzecznych. Konieczność wykonania szwu podłużnego wynika jeszcze z tej okoliczności, iż nawierzchnia często ze względów ruchowych może być wykonaną tylko po połowie jezdni, gdyż druga połowa dla braku objazdu musi być w czasie budowy ruchowi oddaną.

Szwy, tak poprzeczne jakoteż podłużne powinny być bezwarunkowo wykonane prostopadle do powierzchni jezdni, w razie bowiem ukośnego wykonania zachodzi niebezpieczeństwo, iż jedna partja może wykazywać tendencję do podnoszenia sąsiedniej. Nadto górne krawędzie szwu winny być wykonane bezwzględnie w tej samej wysokości, co próbuje się łątami 3 m długimi o zupełnie prostej dolnej krawędzi.

Szerokość szwu poprzecznego jest zależną od długości sąsiednich pól i da się obliczyć przy uwzględnieniu, iż rozszerzenie betonu na każdy metr długości i różnicę  $1^{\circ}$  C wynosi 0,00001 m. Zatem przy długości pojedynczych tafli np. 10 m oraz różnicy temperatury  $40^{\circ}$  C wypada szerokość szwu na 4 mm. Inna rzecz, że należy tu również uwzględnić temperaturę w dniu budowy nawierzchni. Szerokości szwów wahają się w zależności od warunków pomiędzy 6 a 12 mm, przyczem jednakże w poszczególnych wypadkach dochodzą do 25 mm. Szwy powyżej 12 mm szerokości nie są jeszcze dostatecznie zbadane; zachodzi przypu-



szczenie, że stanowiąc one będą dla ruchu za wielką przeszkodę, powodującą uderzenia kół a co zatem idzie i niszczenie nawierzchni.

Pierwotnie do ubezpieczenia szwów używano żelaza płaskiego względnie kątówek, które wtopione były w beton z odpowiednim zakotwieniem. Okazało się jednak, że jakkolwiek chroniły one samą krawędź szwu, to jednakże wskutek uderzeń kół niszczyły się jeszcze bardziej partje tuż za żelazną osłoną. Z tego powodu zerwano z tym typem ubezpieczenia zupełnie.

W łukach wykonuje się z reguły szwy poprzeczne na początku i na końcu łuku; o ile ze względu na długość konieczne są również w samej krzywiznie, to ustala się je w kierunku promienia.



Rys. 161

Wykonanie szwu poprzecznego następuje w ten sposób, iż ustawia się pionowo blachę żelazną lub przeznaczoną ku temu celowi deskę w miejscu przeznaczonym na szew, prostopadle do kierunku drogi. Następnie obok blachy wstawia się materiał, który ma służyć do wypełnienia szwu, a więc płytkę asfaltową lub pilśń asfaltową, przyczem szerokość paska tego materiału powinna być nieco większą niżli grubość nawierzchni. Po ukończeniu jednej tafli i rozpoczęciu następnej, wyciąga się ostrożnie ułożoną blachę lub deskę, wypełniając powstałe w ten sposób w szwie puste miejsce betonem. Następnie wyrównuje się dokładnie powierzchnię jezdni z obu stron szwu, zaokrąglając krawędzie łukiem o promieniu 3—6 mm. Po stężeniu betonu wtłacza się wystającą część materiału wypełniającego możliwie ściśle i dokładnie w szew tak jednak, by zbytnio ponad powierzchnią drogi nie wystawał.

W razie zalewania całego szwu płynnymi bitumami utrzymuje się deskę względnie blachę w szwie aż do zupełnego stężenia betonu. Konieczne jest przytem poprzednie naoliwienie odnośnego *na olej* prawidła (blachy lub deski), by nie spoiła się w czasie budowy z betonem.

Jak już wspomniano do wypełnienia szwów używać można pilśni asfaltowej, płytek asfaltowych względnie zalewać materiałami bitumicznymi, które nie mogą być absolutnie kruche. Będzie

tu możliwy do użycia asfalt, meksfalt z dodatkiem 30—50% (wagowo) mączki kamiennej doskonale zmielonej, a dobre doświadczenia zrobiono także z mieszaniną cementu, asbestu, piasku, wodorotlenku wapniowego i olejów mineralnych.

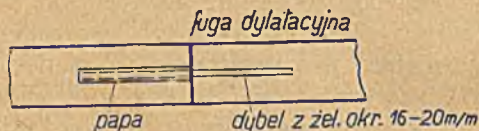
Po wylaniu szwu przysypuje się wierzch piaskiem, celem wzmocnienia.



Rys. 162

O ile płyta jest uzbrojona, natenczas uzbrojenie kończy się zwyczajnie przy krawędzi (rys. 162). Czasami wzmocnia się uzbrojenie przy krawędzi jak to wskazuje uboczny szkic.

Zaznaczyć przytem trzeba, iż podstawową cechą szwu jest zupełne rozdzielenie sąsiadujących z sobą tafli.

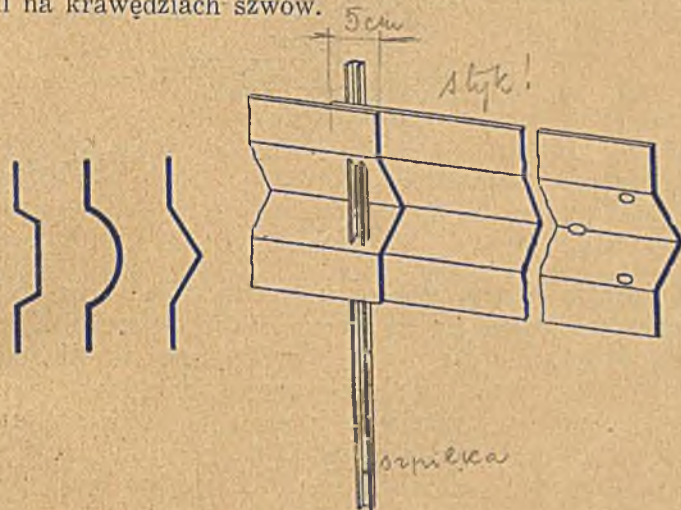


Rys. 163

Wyjątkowo, przy złych podłożach wstawia się czasami w krawędź jednej tafli dyble żelazne długości około 1,20 m o średnicy 12—20 mm. Dyble te tkwią sztywnie zabetonowane w jednej tafli, natomiast bezwarunkowo nie może nastąpić złączenie ich z betonem tafli sąsiedniej. Uskutecznia się to przez osłonięcie ich grubym papierem lub pilnią. Dyble umieszcza się w odstępach 0,60—0,90 m, a zadaniem ich jest utrzymanie nawet przy złym gruncie powierzchni jezdni w jednakowej wysokości, innymi słowy pomoc przy należyтым rozkładzie ciężarów. Naturalnie, iż w razie istnienia dyblów wspomniana poprzednio deska lub blacha żelazna, służąca do formowania szwów musi posiadać odpowiednie wyębienia.

Przy pewnych typach nawierzchni betonowej, wykazujących bardzo nieznaczny skurcz (Soliditit) nie wykonuje się specjalnych szwów poprzecznych w sposób poprzednio opisany, lecz za-

chowuje się odmienny typ postępowania. Mianowicie i w tym wypadku dzieli się całą długość na pewne partje od 8—25 m długości, lecz poszczególne pola wykonuje się naprzemian, a więc z przeskakiwaniem w wykonaniu jednego pola. Końce poszczególnych tafli otrzymują gładkie powierzchnie czołowe, pociągnięte zwyczajnie mlekiem glinowym i stykają się z sobą bezpośrednio. Typ ten nosi nazwę szwów prasowanych; mają one jednakże tę wadę, iż wskutek oddziaływania ruchu następują często odpryski na krawędziach szwów.



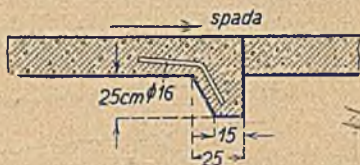
Rys. 164

Szwy podłużne dają się z reguły, o ile droga jest szerszą jak 6 m. W wypadku, gdy jezdnia ma znaczniejszą szerokość wykonuje się kilka szwów podłużnych, dzielących całą szerokość drogi na pojedyncze pasma o mniejszej szerokości.

Szwy podłużne wykonuje się albo w podobny sposób jak poprzeczne, przy zastosowaniu 4 mm grubej pilśni asfaltowej albo też, co przeważa obecnie w Ameryce, z pomocą specjalnie uformowanych blaszanych szwów o przekrojach wyżej podanych (rysunek 164). Przekroje tych wkładek stykowych mają wysokość nieco mniejszą niżli grubość płyty betonowej a uformowanie ich w postaci żłobu i wpustki ma na celu uniemożliwienie przesunięcia się jednej połowy jezdni wobec drugiej. Na stykach zachodzą blachy na siebie na długość 5 cm i są przymocowane do podłoża za pośrednictwem specjalnych szpilek. Nadto, w odległościach mniejszej 1,50 m posiadają otwory, przez które przewleka się żelazne

dyble o średnicy 12—20 mm idące do wnętrza nawierzchni na długość 1,20—1,50 m. Zaznaczyć przy tem należy, iż wspomniane wkładki są niższe niżli grubość nawierzchni o 12 mm, przy czem w czasie wykonania nasadza się na nie specjalnie żelazne prawidélka uniemożliwiające ewentualne zabetonowanie szwu z góry.

Krawędzie szwów podłużnych zaokrągla się podobnie jak poprzednio, a następnie po zdjęciu prawidełek, zalewa się szwy asfaltem lub innym materiałem bitumicznym.



Rys. 165

O ile droga idzie w spadku, natenczas pojedyncze płyty nawierzchni zaopatruje się od strony niższej w sporniki, którym daje się zwyczajnie uzbrojenie, a które mają na celu niedopuszczenie do wspierania się płyty górnej o dolną (rys. 165).

Szwy podłużne wyzyskane są również dla rozdziału jezdni ze względów ruchowych na dwie części i z tego powodu często oznaczone są barwnym pasem, by kierowca nie był w wątpliwości, gdzie kończy się przestrzeń do jazdy w danym kierunku przeznaczonej.

Oprócz wspomnianych szwów poprzecznych i podłużnych wykonuje się również szwy przy krawężnikach, wlotach kanałowych i t. p.

F) Materiały do nawierzchni betonowej.

Użyty przy budowie tej nawierzchni cement powinien być portlandzki wolnowiążący względnie wysokowartościowy. Użycie tego ostatniego materiału przyspiesza tężenie betonu a temsamem umożliwia szybsze oddanie drogi do ruchu.

Przy budowie nawierzchni dwuwarstwowej zachodzi jednak przy użyciu cementu wysokowartościowego to niebezpieczeństwo, iż dolna warstwa będzie już w okresie tężenia podówczas, gdy jeszcze górna nie została naniesioną, wskutek czego w rezultacie może nastąpić rozluźnienie się obu warstw. Ponieważ okoliczność ta dotychczas należycie zbadaną nie jest; pojawiły się tendencje tego rodzaju, by zasadniczo nawierzchnie wykony-

*nawierzchni  
warstw na  
i trawa  
gąsienic (20-30 min).*

wać ze zwykłego cementu, natomiast ostatnie odcinki z cementu wysokowartościowego. W ten sposób może nastąpić śpieszniejsze oddanie drogi do ruchu. Jest jednak bardzo wątpliwe, czy stosowanie do jednej budowy dwóch gatunków cementu może wydać dobre rezultaty.

Od cementu użytego do budowy nawierzchni należy nadto żądać, by wykazywał jak najmniejszy skurcz oraz jak największą wytrzymałość na ciągnięcie.

Jak przy wszystkich budowlach tak i tutaj należy zwrócić uwagę na dobroć kruszywa. *Ten beton dąży, który ma najmniejszą*

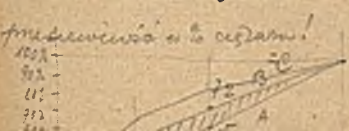
Jak wiemy należyty dobór piasku, pod które to pojęcie podpada kruszywo do wielkości ziarn 7 mm, odgrywa olbrzymią rolę w odniesieniu do wytrzymałości betonu, z której wzrostem powiększa się również wytrzymałość na ścieranie, gęstość betonu i t. p. Jako najlepszy stosunek piasku do tłuczni uważać należy (1:2) lub (2:3) przy określeniu wagowem. Dobranie odpowiedniego stosunku jest rzeczą bardzo ważną a zależy od zbadania wydatności grubego kruszywa. Niektórzy badacze radzą dobranie takiego stosunku, by w wypadku, gdy wielkość miejsc pustych w tłuczniu lub żwirze wynosi „a“ objętości, dobierano piasku „1,1 a“ również w objętościowym znaczeniu.

Szczególnie ważną jest t. zw. analiza przesiewowa suchej mieszanki cementu i piasku z tego względu, iż cement powinien, o ile możliwości, wypełniać puste miejsca w piasku, przyczem powinniśmy dążyć do otrzymania mieszanki jak najgęściejszej. *Analiza przesiewowa daje ciastę, jest wada materiału albo i więcej*

Bardzo odpowiednią jest mieszanka taka, przy której przez przepuszczenie jej przez sito o oczkach 0,24 mm przejdzie 25% materiału, przy oczkach 1 mm — 35%, przy oczkach 3 mm — 65%, zaś przy oczkach 7 mm — całość. Wszystkie %% liczone wedle ciężaru.

Dla materiału grubego pożądanem jest nieprzekraczanie ziarna 2—2½ cm, przyczem bardziej zalecania godne jest użycie tłuczni niżli żwiru. Przy budowie nawierzchni dwuwarstwowej postępują z uwagi na możliwe zmniejszenie kosztów w ten sposób, iż do warstwy dolnej używają tańszego żwiru, do górnej droższego i lepszego tłuczni.

Co do gatunku kamienia, to naturalnie powinny być użyte materiały trwałe, wytrzymałe na mrozy i wpływy atmosferyczne, o małej ścieralności, a jako pierwszorzędne należy uważać granit, dioryt, diabaz, gabro i porfir, gdyż występuje przy nich nie tylko ścisła łączność mechaniczna, ale z czasem również i ko-



*krzywa przesiewowa powinna być warstwy górnej trochę między krzywą a B.C. dolnej B.C.*

rzystne związki chemiczne. Co do bazaltu, który jest również używany, należy uważać go za materiał nieco gorszy, niżli poprzednio wymienione a to z tego powodu, iż ma on dążność do wytwarzania niepożądanych form blaszkowych przy tłuczeniu a nadto, w późniejszym użyciu nadmiernie się wygładza.

Co do wzajemnego ustosunkowania się cementu i kruszywa, to zależne jest ono od wydatności poszczególnych materiałów. Objętościowo wahają się te stosunki dla warstwy dolnej pomiędzy  $1:2\frac{1}{2}:5$  a  $1:3:6$  albo też  $1:6$  do  $1:8$ , zaś dla warstwy górnej  $1:3$ ,  $1:3\frac{1}{2}$ ,  $1:4$  lub też  $1:1\frac{1}{2}:2\frac{1}{2}$ ,  $1:1\frac{1}{2}:2\frac{3}{4}$  względnie  $1:2:3$ . Wedle wagi cementu daje to na  $1\text{ m}^3$  gotowego betonu dla warstwy dolnej 200—275 kg, dla górnej 350—450 kg.

Również należy uważać na bezwzględną czystość dostarczonych materiałów, w szczególności na zupełną nieobecność zanieczyszczeń organicznych; ilość ewentualnej gliny nie powinna przekraczać 3%.

Użyta do zarabiania betonu woda powinna być czystą i nie zawierać żadnych składników osłabiających wytrzymałość betonu, względnie opóźniających czas wiązania. Pierwszorzędnej doniosłości jest sprawa ilości wody, którą się beton zarabia, gdyż ilość ta ma wpływ na wytrzymałość betonu i na objawy późniejszej ruchliwości.

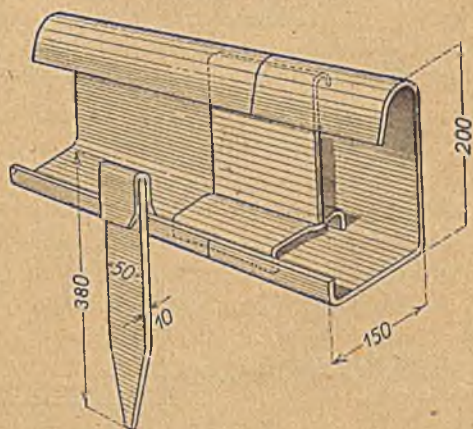
Jak wiadomo, wytrzymałość betonu rośnie w miarę malenia ilości dodawanej wody, przyczem jednakże istnieje pewna najkorzystniejsza granica tej ilości, uwarunkowana koniecznością należytego nawilgocenia poszczególnych ziarn. Widzimy z tego, że dodatek wody nie może być bezkrytyczny, lecz musi uwzględnić również uziarnowanie kruszywa. Im ziarna są większe, tem mniej wody będzie potrzeba do otoczenia ich powierzchni; odwrotnie przy znaczniejszej ilości drobnego materiału dodatek wody musi być większy. Doświadczenia wykonane w tym względzie wykazały, iż przy wadliwym dodatku wody, wytrzymałość betonu może spaść do  $\frac{2}{3}$  tej wytrzymałości, jaka dla danej mieszanki byłaby osiągalną. (prof. Abraham Chicago)

Odpowiednia ilość wody jest praktycznie do ustalenia zapomocą t. zw. próby osiadania. Próba ta polega na wypełnieniu zarobioną masą betonową ściętego stożka o wysokości 30 cm, dolnej średnicy 20 cm, górnej 10 cm, wraz z lekkim ubiciem. Natychmiast potem usuwa się formę pozostawiając stożek betonu na stałej podstawie. Ocena odpowiedniej ilości wody następuje przez obserwację osiadania się całej masy. Przy suchym betonie zmiana w wysokości jest niewielka, przy silnie zwilgoconym stożek



rozlewa się. W Ameryce przyjmują granicę osiadania się pomiędzy 2,5—5 cm jako najstosowniejszą dla nawierzchni betonowej. Praktycznie uważa się za odpowiedni beton o konsystencji mokrej ziemi dla warstwy dolnej, nieco suchszy zaś dla warstwy górnej.

Ścieralność nawierzchni zależy od wytrzymałości grubego materiału znajdującego się w betonie. Przy miękkich gatunkach jest ona znaczną nawet przy doborowym piasku i cemencie. Kamień użyty do betonu powinien z tego powodu wykazywać co najmniej siódmy stopień twardości.



Rys. 166



Żużel wysokopieczony nadaje się do nawierzchni betonowej podówczas, gdy jego ciężar objętościowy wynosi 1200 kg.

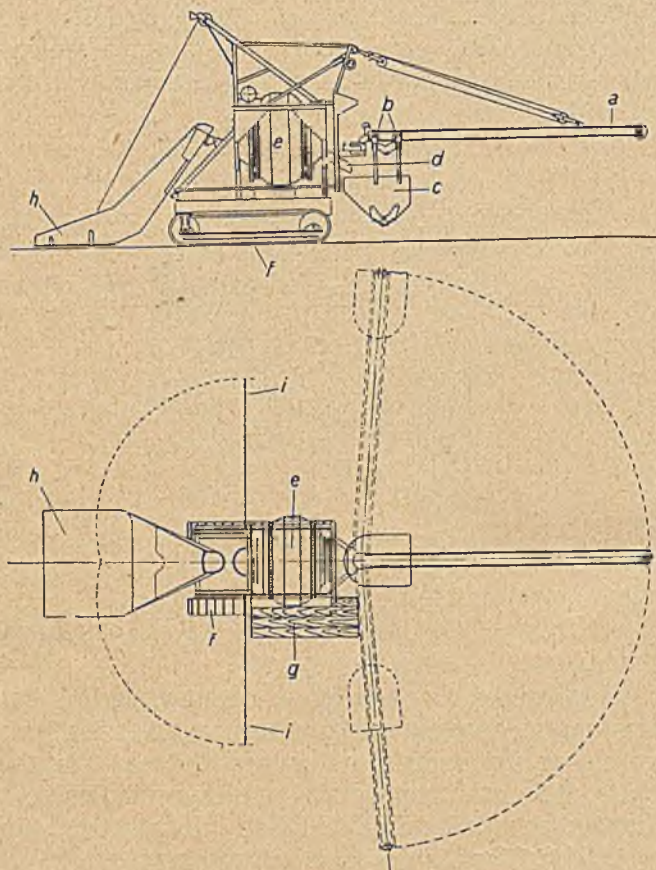
Gruby piasek jest bardziej wytrzymały na ścieralność jak drobny. Dodatek gaszonego wapna nie ma wpływu na ścieralność. Mieszanki z nadmiarem suchego lub mokrego betonu wykazują przy tych samych stosunkach większą stratę przy ścieraniu, niżli mieszanki o średniej zawartości wody.

#### G) Wykonanie nawierzchni betonowej.

Po należytem przygotowaniu podłoża, wykonać należy boczne oszalowanie jezdni, które musi być zupełnie sztywne. Pierwotnie szalowania te wykonywano z brusów drewnianych 4—5 cm grubych, które zapomocą pali były należycie usztywnione. Dzisiaj używa się do tego celu szalowania żelaznego z żelaza zlewne, które umożliwia bardzo dokładnie ustalenie wysokości krawędzi nawierzchni (rys. 166). Szalowanie to służy równocześnie przy

maszynowym wykonywaniu nawierzchni do prowadzenia kół odnośnego urządzenia mechanicznego.

Długość pojedynczych sztuk wynosi 3,60 m, połączenie wzajemnie uwidocznione na ubocznym szkicu. Przytwierdzenie szalowania do terenu wykonuje się z pomocą specjalnie uformowanych gwoździ tak, iż każda szyna uchwycona jest 3 gwoździami.



Rys. 167

Szalowania tego można używać również w łukach do 45 m promienia, natomiast poniżej tej granicy pojedyncze elementy powinny posiadać długość mniejszą około 1,50 m.

Przy układaniu szalowań zwrócić należy baczną uwagę na to, by górne ich krawędzie osadzone były ściśle w tych wysokościach jakie dla krawędzi nawierzchni są projektem wymagane, nadto,



by wzajemny odstęp obu oszalowań był jeden i ten sam, co szczególnie przy ruchu maszynowym jest rzeczą pierwszorzędną do-  
niosłości. O ile w łukach o niewielkich promieniach wykonuje się  
rozszerzenie jezdni, natenczas partje te mogą być wykonane tyl-  
ko ręcznie. Od strony wewnętrznej należy szalowanie naoliwić,  
najlepiej ropą.

Do zarabiania betonu używa się dzisiaj z reguły mieszarek me-  
chanicznych, zmontowanych na podwoziach o bardzo szerokich  
kołach lub też na czołgach gąsienicowych. Jest to jedyny element,  
który dopuszcza się w czasie budowy na podłożu.

Mieszarki używane są najrozmaitszych typów, przyczem cał-  
kowita czynność złączona z zarabianiem betonu jest zupełnie  
zmechanizowana. Tak załadowanie do niej materiałów, jakoteż  
mieszanie oraz oddanie zarobionego betonu do nawierzchni od-  
bywa się samoczynnie, przyczem materiał załadowywany jest  
z pobocza, gotowy zaś beton oddawany bezpośrednio na miejsce  
z użytkowania. *(nie gorzej 48 wprzeć)*


Następną czynnością jest wyrównanie dostarczonego z mie-  
szarki betonu, ubicie go i ostateczne wygładzenie. Czynności te  
wykonywane są albo ręcznie, albo też maszynowo.

Przy ręcznej obróbce nawierzchni następuje najpierw roz-  
przeźrzenie wysypanego betonu zapomocą odpowiedniego  
prawidła tak, by wierzch był około 2—3 cm wyżej położony, ani-  
żeli przyszła nawierzchnia.


Prawidło to wykonane z brusu drewnianego stosownie okutego  
ma dolną powierzchnię wyrobioną ściśle wedle formy przyszłej  
nawierzchni; długość jego powinna być o około 30 cm z każdej  
strony większą, niżli szerokość wykonywanej jezdni. Zwyczajnie  
strzałkę środkową prawidła daje się o 6 mm większą niżli strzał-  
ka nawierzchni ze względu, iż beton w późniejszym obrobieniu  
nieco się osadza. Prawidło w czasie roboty prowadzone jest na  
wspomnianych poprzednio szalowaniach bocznych i ma za zadanie  
wyrównanie wierzchu betonu do żądanej linii.

Bezpośrednio potem następuje ubijanie betonu zapomocą 5 do 8  
cm szerokiego brusa, posiadającego również dolną powierzchnię  
wykonaną analogicznie jak jezdni i obitego u spodu blachą. Ciężar  
jego powinien być taki, by pokonany mógł być przez dwóch  
ludzi. Ubijanie odbywa się przez szybkie jednostronne podnosze-  
nie brusa naprzemian i opuszczanie go. Po ukończeniu ubijania  
następuje uwałowanie nawierzchni wałkiem ręcznym, które  
w czasie ciepłym lub przy bardzo suchym betonie może nastąpić  
natychmiast po ubiciu, w porze zaś zimniejszej po 30—40 minu-





tach. Wałek taki, wykonany z blachy żelaznej o średnicy około 25 cm ma zwyczajnie szerokość 1,80 m a ciężar wypadający na 1 mb. — 18 kg. Poruszany jest albo z pomocą styliska albo też, przy większych szerokościach jezdni z pomocą, z dwóch stron przytrzymywanych sznurów. Wałowanie jezdni odbywa się w kierunku poprzecznym, przyczem robotnik (przy stylisku), względnie robotnicy (przy sznurach) pracują z poboczy i to w ten sposób, iż przy poprzecznym przeciąganiu wałka przez drogę, przesuwają go również w kierunku podłużnym, mniej więcej o 60 cm. W ten sposób wałowanie następuje właściwie w pasach nieco ukośnych do osi drogi. Wałowanie powtarza się w odstępach 15—30 minut aż do chwili, gdy woda już nie pokazuje się zupełnie na powierzchni betonu. Wałowanie ma na celu wyrównanie małych nierówności na powierzchni i usunięcie z betonu nadmiaru wody.



Po przewałowaniu następuje zbadanie z pomocą prawidełka, czy nawierzchnia nie posiada wgłębień lub garbów, które natychmiast są poprawiane z brusa, ułożonego w formie mostku w poprzek nawierzchni. Główną rzeczą przy tej robocie jest wykonanie jej jeszcze przed rozpoczęciem wiązania się betonu, gdyż tylko w tym wypadku można być pewnym iż np. nadłożona warstwa później nie odskoczy.

W końcu następuje gładzenie nawierzchni taśmą gumową, skórzaną lub parcianą o szerokości 25—30 cm.

Taśma taka jest o około 0,6—1,0 m dłuższa aniżeli szerokość jezdni i zaopatrzona na końcach w pochwyty. Używają również taśmy rozpiętej na deseczce topolowej w formie smyczka. Obsługa taśmy odbywa się z pomocą dwóch ludzi, którzy przesuwają ją poprzecznie do drogi. Gładzenie to wyrównuje zupełnie nawierzchnię, przyczem do czynności tej należy używać robotników ukwalifikowanych.

W końcu następuje oczyszczenie krawędzi bocznych oraz obrobienie szwów podłużnych i poprzecznych w sposób poprzednio wspomniany.

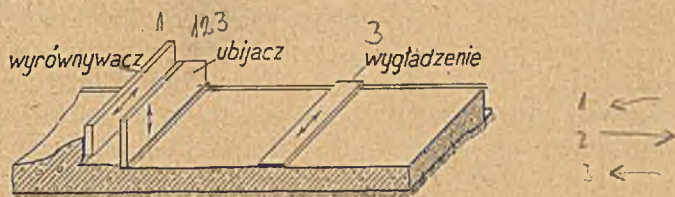
Przy wykonywaniu nawierzchni dwuwarstwowej należy robotę tak zorganizować, by wierzchnia warstwa mogła być nanieśioną najpóźniej z 20 minut po rozplanowaniu i ubiciu warstwy dolnej. (- 30 minut)

Praca ręczna jest jeszcze bardzo szeroko w użyciu, a prawie wyłącznie zastosowywana na silniejszych spadkach, przy których nawierzchnię wykonuje się od dołu ku górze. Dodać należy, iż przy silniejszych spadkach należy powierzchnię jezdni uczynić

więcej szorstką przez poprzeczne przeskrobanie jej szczotkami z piasawy, wskutek czego dostaje rodzaju zmarszczek.

Praca około nawierzchni betonowej wykonana być może również zapomocą odpowiednich maszyn, mianowicie mechanicznych ubijaczy i wykańczarek.

Nie wdając się w szczególne opisy tych urządzeń zaznaczyć należy, iż poruszają się one na podwoziu osadzonem na żelaznych szalowaniach, poprzednio już opisanych, a stanowiących w tym wypadku rodzaj szyn dla maszyny. Sam system tych maszyn jest dość rozmaity w zależności od poszczególnych firm.



Rys. 168

Wymienione urządzenia mechaniczne posiadają z reguły namontowany motor, który z jednej strony przez napęd na wszystkie cztery koła umożliwia posuwanie się maszyny w miarę postępu roboty, z drugiej zaś służy jako popęd do wykonywania tych wszystkich czynności, o których mowa była przy robocie ręcznej, a więc rozprzestrzeniania i wyrównywania betonu, oraz ubijania go i wygładzania.

Na rys. 168 przedstawiono w sposób szematyczny szkielet urządzenia wykańczarki systemu „Lakewood“, używanej w Ameryce z podaniem położenia i kierunku działania poszczególnych części tej maszyny. Przebieg pracy jest tego rodzaju, iż maszyna nad każdą partją wykonuje trzy ruchy. Pierwszy wpród, przy którym pracuje wyrównywacz i ubijacz, drugi wstecz, przy którym pracuje tylko ubijacz, trzeci wpród, przy którym pracuje ubijacz i wygładzarka.

Boczne ubezpieczenia mogą być usunięte w 24 godzin po ukończeniu betonowania, wskutek czego ilość tych elementów musi być co do długości dwa razy większą, niżli dzienny postęp pracy. Po wyjęciu należy je dokładnie oczyścić i naoliwić.

W ostatnich czasach stosuje się jeszcze przy wykonywaniu nawierzchni betonowej t. zw. zabieg wibracyjny mający na celu możliwe zagęszczenie betonu a wskutek tego nadanie mu większej wytrzymałości na ścieralność. Polega on na

tem, iż natychmiast po wyrównaniu betonu posypuje się powierzchnię jezdni tłuczniem z twardego kamienia o ziarnie 2,5—5 cm w ilości 15—30 kg/m<sup>2</sup> w zależności od spodziewanego ruchu a następnie z pomocą specjalnie skonstruowanego urządzenia t. zw. wibratora ubija się ten kamień zmuszając go do wciśnięcia się z już gotową nawierzchnią. Dodać przy tem należy, iż wibrator nie działa bezpośrednio, lecz za pośrednictwem drewnianej maty szczelowej ułożonej na jezdni. W razie potrzeby, po wgłębieniu się rozsypanych kamieni w nawierzchnię wygląda się ją jeszcze ponownie opisaną poprzednio taśmą.

Zasadnicza myśl w użyciu wibratora tkwi nie tylko w zagęszczaniu betonu, ale nadto w możliwości stosowania w betonie na ogół kamienia nie pierwszej jakości, który potrzebny jest tylko w partji górnej jezdni. W ten sposób często kształtują się koszty wykonania niżej, albowiem ilość dobrego a więc i kosztownego materiału, który zostanie wibratorem wciśnięty, jest stosunkowo nie wielka.

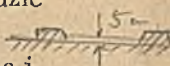
Chcąc otrzymać dobrą nawierzchnię betonową, nie można przestać li tylko na dobrem wykonaniu, musi się jeszcze nawierzchnię dobrze ochronić w okresie jej tężenia.

Jak doświadczenia wykazały, wytrzymałość na ciśnienie i ścieranie jezdni betonowej jest w wysokiej zależności od tego, czy nawierzchnia przez okres tężenia była utrzymana w stanie wilgotnym. Brak dostatecznej ilości wilgoci powoduje z jednej strony skurecz betonu, który doprowadza do tworzenia się rys, z drugiej zaś uniemożliwia procesy chemiczne, przyczyniające się do wzmocnienia wytrzymałości betonu.

Z tego powodu używa się rozmaitych sposobów celem zabezpieczenia nawierzchni odpowiedniej ilości wilgoci w okresie jej tężenia.

Natychmiast po ukończeniu jezdni rozpina się nad nią lub układa na niej płachty płócienne na przeciąg 24 godzin, które chronią ją przed działaniem promieni słonecznych względnie przed deszczem. Płachty te powinny być obficie wodą zwilżane zapomocą natrysku. Po 24 godzinach zdejmuje się płachty a nawierzchnię przykrywa się bądź to warstewką ziemi o grubości około 5 cm, bądź też słomą, sianem lub liśćmi, przyczem grubość przykrycia winna wynosić w tym wypadku około 15 cm. Każdy z tych rodzajów przykryć, które leżą na nawierzchni najmniej 20 dni, powinien być kilkakrotnie w dniu zwilżany. O ile używa się do przykrycia piasku, należy skrapianie częściej powtarzać, albowiem woda z niego dość silnie wyparowuje.

Używana jest również metoda zalewowa chronienia betonu polegająca na tem, iż całą drogę w kierunku podłużnym oraz z podziałem na pewne partje poprzeczne otacza się grobelkami z materiału gliniastego lub ilowego, wewnątrz których nupuszcza się wodę o grubości warstwy około 5 cm. Z metodą tą jednakże trzeba być ostrożnym, albowiem może ona doprowadzić do zawilgocenia podłoża w razie przesączania wody w spód.



#### H) Wzmocnianie nawierzchni betonowej.

Wzmocnianie nawierzchni betonowej wykonuje się albo przez dodanie do zwykłego cementu pewnych składników powiększających wytrzymałość betonu, albo też przez użycie specjalnych gatunków cementu.

Omówimy poniżej kilka najczęściej używanych sposobów wzmocnienia.

##### 1) Chlorek wapniowy. *Calc*

Jak wiadomo, należy chlorek wapniowy do grupy soli hygroskopijnych, wchłaniających chętnie wilgoć; wskutek tego utrzymuje on w betonie wodę, potrzebną do dobrego wiązania się, a co zatem idzie i do wzmocnienia jego wytrzymałości.

Z przeprowadzonych doświadczeń okazało się, iż chlorek wapniowy dodany w odpowiedniej ilości do betonu podnosi jego wytrzymałość, przyczem skonstatowano, iż np. dla betonu zarabianego w stosunku 1:5,2, najdodatniejszy wpływ osiąga się przy ciężarowym dodatku 2—4% chlorku. Wzrost wytrzymałości wynosił w tym wypadku w stosunku do betonu zwykłego po 2 dniach 170%, po 7 dniach 125% zaś po 28 dniach 110%.

Natomiast większa ilość chlorku wapna osłabiała w rezultacie wytrzymałość betonu. Jak widzimy z tego użycie chlorku wapnia musi być bardzo oględne i powinno być poprzednio odpowiedniami próbami co do ilości jego sprawdzone.

Wymieniona hygroskopijność tego materiału użytą została również dla celów ochrony nawierzchni przed wysechaniem w okresie tężenia. Zamiast bowiem nakrywać nawierzchnię ziemią, słomą i t. p. posypuje się ją sproszkowanym chlorkiem wapnia w ilości około 1,35 kg/m<sup>2</sup>. Większe ilości oddziałują szkodliwie na nawierzchnię, tworzą się bowiem na powierzchni bańki i odpryski. Przez pierwsze 12 godzin po rozsypaniu, nawierzchnia powinna być chroniona przed deszczem, późniejszy deszcz już jej nie szkodzi.

##### 2) Szkło wodne. *Wodnoscianowy*

Szkło wodne rozpostarte na nawierzchni betonowej oddziałuje na nią dwojako. W pierwszym rzędzie zamienia się ono w po-

łączeniu z bezwodnikiem węglowym powietrza w sodę, wskutek czego wytwarza się ciało chroniące beton przed nadmiernym wysychaniem, powtórę następuje w połączeniu z wapnem wytworzenie krzemianu wapniowego, który stęży nawierzchnię.

Użycie szkła wodnego jest stosunkowo niedawne, dlatego też nie ustalila się jeszcze forma jego używania. W Ameryce rozpościerają je na nawierzchni natychmiast po zdjęciu osłon, zabezpieczających przez pierwszych parę godzin jezdnię przed działaniem słońca i deszczu; w Europie używają je dopiero po 14—21 dniowem utrzymaniu nawierzchni w stanie wilgotnym.

Zwyczajnie używa się do tego celu zwykłego krzemianu sodowego w formie 33% roztworu sodowego. Odnośnie do większego lub mniejszego rozcieńczenia tego roztworu postępowanie nie jest jeszcze ostatecznie ustalone; jedni proponują użycie szkła wodnego w możliwie stężonym stanie, mianowicie na 4 części szkła wodnego najwyżej 1 część wody, inni przeciwnie, żądają silnego rozcieńczenia, na 1 część szkła wodnego 4 części wody.

W pierwszych 6 godzinach po skropieniu nawierzchni roztworem szkła wodnego należy ją chronić przed ewentualnym deszczem. Szkło wodne rozpościera się miotłami na powierzchni poprzednio starannie oczyszczonej, przyczem dostając się do wszystkich pór w jezdni zakleja je niejako tworząc w ten sposób nawierzchnię zupełnie nieprzepuszczalną.

W handlu znajduje się szkło wodne również w postaci proszku pod nazwą betonalu, który może być użyty jako domieszka do betonu.

### 3) Powłoki bitumiczne.

Od dość niedawna stosowane są na nawierzchni betonowej również powłoki bitumiczne o grubości 2—5 mm wykonywane z najrozmaitszych preparatów jak inertol, lithosat, sprameks, colas i t. p. Sprawa ich użyteczności nie jest jeszcze rozwiązana. Mają one służyć jako ochrona izolacyjna nawierzchni, uniemożliwiając dostęp wilgoci z zewnątrz, a wskutek tego jako środek zapobiegający tworzeniu się rys.

Przy nawierzchniach wykonanych z cementu zwykłego powłoka bitumiczna może być uskutecznioną natychmiast po zdjęciu placht ochronnych, albowiem dodana w czasie zarabiania betonu ilość wody jest zupełnie wystarczająca do należytego stężenia. Natomiast nawierzchnie wykonane z cementów wysokowartościowych, które wymagają obfitego zwilżania dla dobrego tężenia przez dłuższy okres czasu, powlekane są bitumami dopiero po upływie około 14 dni.

Jak już powyżej wspomniano celowość tych powłok nie została dotychczas należyście stwierdzoną; co do ich jednak stron ujemnych, można już dzisiaj zaznaczyć, iż nawierzchnia wskutek ciemnego zabarwienia wchłania większe ilości ciepła niżli przy jasnej barwie, z którego to powodu należy się liczyć z większym wydłużeniem przy wzroście temperatury. Nadto powłoka bitumiczna pozbawia beton naturalnej szorstkości czyniąc go śliskim. Zapobiegają temu przez dodanie na powłokę ostrego miazgu twardego kamieni. *Automobilistom chwalać to warunek.*

Z drugiej strony dodatnią cechą jest pozbawienie drogi nużącej oko jasnej barwy, nadto ochrona jezdni przed szybkim zużyciem oraz wiązanie pyłu.

Co do wyboru bitumu należy uważać, by był do betonu przyczepny. Np. sprameks nie może być użyty na beton bezpośrednio, gdyż nie chwyta go; wobec tego używając tego środka do ochrony nawierzchni należy drogę powlec najpierw mazią a dopiero następnie spramexem. *wypróbowano i sup. m. kawst.*

#### 4) Soliditit.

Omawiając powyższy materiał przechodzimy do tych typów wzmocnienia nawierzchni betonowej, które polegają na użyciu specjalnych cementów względnie domieszek do nich.

Szerokie uznanie znalazł w tym kierunku t. zw. cement soliditowy, chroniony we wszystkich państwach patentem. Jest to cement portlandzki z dodatkiem bogatej w kwas krzemowy mączki kamiennej z kwarcu, granitu albo diorytu, przy pewnym w tajemnicy trzymanem ustosunkowania wapna, kwasu krzemowego, glinki i innych domieszek.

W betonie wykonanym z tego cementu następuje nietylko mechaniczne spojenie poszczególnych części, ale nadto występuje pomiędzy kruszywem, którym tutaj jest wyłącznie bogaty w krzem granit, a cementem ścisły związek chemiczny, powiększający wytrzymałość betonu i zmniejszający jego ścieralność. Doświadczenia wykazały już po 4½ dniach wytrzymałość na ciśnienie 375 kg/cm<sup>2</sup> zaś po 28 dniach 575 kg/cm<sup>2</sup>.

Nadto beton ten wykazuje tak małe skurcze, iż nawierzchnia z niego może być wykonana bez szwów dylatacyjnych a tylko ze zwykłymi szwami roboczymi. *przebadano*

Wykonanie nawierzchni następuje w partjach 8—25 m długich na przekładnie pola, przylegające bezpośrednio do siebie, przy czem w szwie roboczym umieszcza się tylko naoliwiony papier lub czoło szwu pociąga się mlekiem glinowem.

Co do grubości nawierzchni, to zachodzą tu różnice, w za-

leżności czy układa się ją na starej żwirówce, czy też buduje się zupełnie nową drogę. W pierwszym wypadku nadrębuje się nieco starą żwirówkę a nierówności wypełnia do żądanego profilu 4—10 cm grubą warstwą mieszaniny zaprawy soliditowej i żwiru w stosunku 1: 8. Na to przychodzi istotna nawierzchnia z cementu soliditowego i granitu o grubości 6,5—8 cm.

Można również naprawić dokładnie starą żwirówkę przez przeoranie jej pługiem i zawałowanie a następnie ułożyć na tym fundamencie nawierzchnię soliditową w grubości 8 cm.

O ile buduje się drogę zupełnie nową, natenczas dolna warstwa betonowa powinna otrzymać grubość około 18 cm.

Nawierzchnie soliditowe wykonuje się przeważnie ręcznie, albowiem użycie maszyn przy bardzo suchym betonie, który tu jest wskazany, nie bardzo się nadaje. Do ubijania używa się dołbní pneumatycznych, celem osiągnięcia większej gęstości całej masy. Na górną warstwę używa się stosunków 1:3 — 1:4 przy wyłącznem użyciu granitu o takim uziarnowaniu, by ilość miejsc pustych była jak najmniejszą. Dobre rezultaty osiąga się przez następujący zeskład uziarnowania: ziarna 20—30 mm — 20%, 15—25 mm — 30%, 10—15 mm — 30% i piasku do 5 mm — 20%.

Wykonanie nawierzchni zupełnie analogiczne jak poprzednio opisane. Przy warstwach powyżej 4 cm grubości pożądanem jest ubijanie w dwóch warstwach. Po ubiciu następuje kontrola roboty, wyrównywanie niedokładności oraz przewalowanie wałkiem ręcznym 500 kg ciężaru.

Po 24 godzinach przykrywa się jezdnię warstwą piasku, który spoczywa na niej odpowiednio zwilżany przez dni 10, poczem jezdnia może być oddana do ruchu.

Stosowane jest tu również skrapianie nawierzchni szkłem wodnym w sposób identyczny jak poprzednio.

Wysoka cena tego typu wynika z użycia granitu; obecnie są czynione próby, by przynajmniej do dolnej warstwy używać tańszego kamienia miejscowego pochodzenia, co niewątpliwie przyczyni się do zmniejszenia kosztów.

##### 5) R h o u b e n i t.

Istota wynalazku nazwą tą objętego polega na tem, iż do zwykłego betonu dodaje się proszkowatą masę, składającą się z drobnych trocin, które poprzednio poddane są specjalnemu procesowi zmieszania ich z ciałami maziowemi i wyrób tej masy, zresztą patentowanej, stanowi tajemnicę wynalazku.

Przewodnia myśl tego typu tkwi w tem, iż zwyczajny beton



wykazuje zawsze mniejszą lub większą porowatość, niebezpieczną z tego powodu, iż w pory wsiąka woda opadowa, która szczególnie w czasie mrozów staje się dla betonu bardzo niebezpieczna. Jeżeli zatem do betonu doda się ciała tego rodzaju, które potrafi tę wodę wchłonąć, względnie później oddać, natenczas omija się szkodliwe skutki działania wody. Innemi słowy dodatek rhoubenitu daje betonowi większą nieprzepuszczalność oraz elastyczność, nie naruszając jednak równocześnie jego wytrzymałości.

Sposób postępowania jest tego rodzaju, iż do suchej mieszanki betonu dodaje się miazgi rhoubenitowej, następnie puszcza się ponownie mieszarkę w ruch a wreszcie dodaje się nieznaczną ilość wody tak, iż beton może być właściwie uważany za bardzo suchy.

Kamień użyty do tego betonu musi być pierwszej jakości z reguły tłuczony a więc bazalt, granit, porfir i t. p., przyczem uważać należy na odpowiedni dobór wielkości ziarn. Jako normalny stosunek przyjmują:

ziarna	20 — 40 mm	— 550 l
ziarna	5 — 20 mm	— 550 l
piasek		450 l
cement portlandzki		400 kg
miazga rhoubenitowa		60 kg.

Z tej ilości otrzymuje się około 1100—1150 kg betonu rhoubenitowego. W ostatnich czasach doprowadzono jednak ilość miazgi rhoubenitowej do 25 kg na 1 m<sup>3</sup> betonu.

Nawierzchnie rhoubenitowe wykonuje się ze szwami, przyczem jednakże mogą one leżeć w większych odstępach. Robiono nawet próby długości pojedynczych pól do 60—70 m, jednak przy tych długościach tworzyły się rysy tak, iż nie powinno się przekraczać odstępów szwów większego niżli 20—25 m.

O ile beton kładziony będzie na starej poprawionej żwirówce, natenczas grubość jego wystarczy około 10 cm. Ilość wody nieznaczna mniejwięcej na 1 m<sup>3</sup> mieszanki około 60—80 l.

Po przerobieniu betonu wyrzuca się go na drogę możliwie jednostajnie a następnie wyrównuje się do żądanego profilu z nadmiarem 2 cm. Beton tego nie ubija się, lecz przewaluje wałem o ciężarze 5—7 t. typu tandemowego. Z uwagi, że robota przy wałowaniu musi iść szybko i nieprzerwanie, dalej iż przy wałach parowych ewentualnie wysypujący się popiół i węgiel oddziałują na nawierzchnię bardzo szkodliwie, okazuje się wskazanem używanie wyłącznie wałów benzynowych.

Dla należytego uwałowania wystarcza zwyczajnie 6—10 przeczeń, przyczem praca wału rozpoczyna się, jak zwyczajnie, od poboczy ku środkowi. O ileby w czasie wałowania nie występowała na wierzch wyciśnięta woda z betonu, trzeba jezdnię skropić. Boczne przestrzenie partji wałowanej, gdzie wał nie może dojechać, muszą być ubijane ręcznie.

Po wałowaniu następuje ręczna poprawa nierówności i gładzenie.

Nawierzchnia rhoubenitowa wymaga wilgotnego utrzymania przez okres czasu 2—3 tygodni poczem może być do ruchu oddaną. Przykrycia płachtami względnie ziemią nawierzchnia ta nie potrzebuje.

#### 6) Beton stalowy. *(prof. Kleivalogel)*

Typ ten polega na tem, iż ze zwyczajnym cementem miesza się opilki i wióry żelazne i z mieszaniny tej wykonuje się w formie zaprawy cienką powłokę warstwy górnej, narażonej na ruch. Jak z powyższego okazuje się może tu być mowa raczej o zaprawie stalowej, gdyż charakterystyczną cechą tej metody jest zupełny brak materiału kamiennego grubszego, stanowiącego z reguły istotną zawartość betonu.

Beton stalowy wykazuje bardzo wielką wytrzymałość na ciśnienie, dochodzącą do 600—700 kg/cm<sup>2</sup>, znaczną wytrzymałość na ciągnięcie oraz na ścieralność. Grubość warstwy nanoszonej na zwyczajnej ławie betonowej wynosi 10—20 mm.

Dotychczas wykonywane mieszaniny tej zaprawy 1:1 okazały się za tłuste a rezultatem tego było odpryskiwanie wierzchniej warstwy od podłoża betonowego, wytłumaczalne odmiennym współczynnikiem rozszerzalności. Obecnie wykonuje się z dobrym skutkiem zaprawę w stosunku 1:2 a więc nieco chudszą.

Użycie betonu stalowego wymaga szwów w niewielkich odstępach, przyczem dla ich ochrony stosowane są specjalne kształtówki szwowe, w odróżnieniu do wszystkich innych typów jezdni betonowych. *Lwow ul. Krawiecka; kino Miras.*

Wskutek dodatku opilek i wiór żelaznych nawierzchnia ta jest dostatecznie szorstką i wykazuje małą ścieralność.

#### I) Uwagi końcowe.

O ile każda nawierzchnia wymaga wielkiej staranności w wykonaniu, to jeszcze w większej mierze staranność tę należy zastosować w nawierzchni betonowej.

Pomijając już konieczną dobroć materiałów, które powinny być pierwszoklasowe, zwrócić należy uwagę na ich bezwzględną czystość i niedopuszczenie do żadnych przypadkowych domieszek,

któreby na strukturę betonu oddziaływać mogły szkodliwie. Nadto w czasie wykonania nie należy dopuścić do chodzenia po niestężonej nawierzchni; w Ameryce sprawa ta jest tak rygorystycznie traktowana, iż robotnik, któryby zakaz ten przekroczył jest natychmiast z budowy zwalniany.

Betonowanie w czasie przymrozków jest niedopuszczalne. Jeżeli przy betonowaniu elementów o wielkich objętościach (filary, fundamenty i t. p.) dopuszczamy możliwość pracy przy temperaturze 0°, licząc na podwyższenie się ciepłoty wynikające z procesów chemicznych występujących w czasie wiązania, to w nawierzchni jest to niemożliwe ze względu na słabe wymiary co do grubości. Robotę należy tu już wstrzymać przy temperaturze + 2° C, albowiem przy tak niskiej ciepłocie zachodzi obawa użycia małej wytrzymałości.

Jeżeli przymrozek chwycił robotę natychmiast po jej ukończeniu, należy nawierzchnię przykryć słomą i płachtami, a nawet pożądanem jest ogrzewanie danej przestrzeni piecykami koksowymi przez okres najmniej 10-dniowy.

Ważną jest również sprawa należytej organizacji pracy, odpowiednich miejsc składowych dla poszczególnych materiałów, która ma tu znaczenie nie tylko ze względu na ekonomję budowy, ale również z uwagi na jej późniejszą wytrzymałość. W tym kierunku wielką uwagę należy położyć na odpowiednią dostawę wody, by robota z tego powodu nie doznawała opóźnień.  $\blacktriangle$

#### K) Utrzymanie nawierzchni betonowej.

Jakkolwiek dobrze wykonana nawierzchnia betonowa nie powinna wymagać zbyt wiele robót około swego utrzymania, to jednak i przy niej zachodzi konieczna potrzeba opieki nad jej stanem i bezzwłocznego usuwania nawet najmniejszych uszkodzeń, które mogłyby być przyczyną późniejszych dalszych zniszczeń.

Konieczne naprawy ograniczają się przeważnie do wypełnienia powstałych rys oraz poprawy wypełnienia istniejących szwów, następnie wykonania łatania utworzonych w nawierzchni wgłębień powstałych lokalnie i zupełnie wyjątkowo z powodu pewnych wad w materiale, użytym w danym miejscu.

Czasami zajdzie konieczność większych napraw usterek powstałych wskutek złego założenia szwów oraz poprawy większych partji betonu wskutek wyrębania go celem dostania się do podłoża. Ostatni wypadek zachodzi przeważnie w miastach, gdzie pod jezdnią znajdują się często rozmaitego rodzaju przewody.

Naprawy należy uskuteczniać na wiosnę lub pod jesień, albowiem gorące miesiące letnie nie bardzo się do tego nadają. Nie

*\*) 1 lip. Magazynu materiałów skoncentrowany w p. w. 10  
 Stacji, gdzie materiał dowożony, tam się materialu 20°  
 pniebia i wozu na budowę. Max. temp. 12° z podzi-  
 wu. (50-70 km). Ekonsunja, anyzori beton.*

wyklucza to naturalnie i tych miesięcy, jednakże muszą być jednocześnie zachowane pewne ostrożności odnośnie do ochrony nawierzchni przed nadmiernym wysechaniem.

Droga betonowa nie potrzebuje do swego utrzymania stałej służby drogowej, lecz raczej perjodycznego nadzoru parę razy do roku. Dla przeprowadzenia napraw powinna być stworzona niewielka grupa robotników odpowiednio wyćwiczonych, wyposażona w potrzebne narzędzia, która wykonuje wszelkie roboty i jest na danej drodze zajęta tylko w czasie przeprowadzanych napraw.

Mające być naprawionymi rysy i szwy muszą być wprawdzie dokładnie oczyszczone, ewentualnie dłutem do pionu przycięte a powstały miał zupełnie usunięty. Odbywa to się często przy użyciu pompki powietrznej, która drobny materiał z rysy wydmuchuje. Przed zalaniem mazią lub asfaltem należy zbadać, czy szpara jest zupełnie sucha, albowiem przy mokrych ściankach, niema mowy o złączeniu tych dwóch materiałów ze sobą.

Powstałe rysy wypełnia się z reguły gorącą mazią lub asfaltem, ewentualnie z dodaniem mączki kamiennej, przyczem bitum nie powinien być przegrzany, gdyż traci w tym wypadku pewną część pożytecznych substancyj, która to strata czyni go kruchym i łamliwym. Używa się także metody pracy na zimno, w tym jednakże wypadku zachodzi niebezpieczeństwo, iż bitum nie dostaje się do wszystkich szczelin, jak to ma miejsce przy pracy na gorąco. Bitumu należy używać oszczędnie, tylko w istotnej, koniecznej ilości, albowiem wszelki nadmiar jest tu niepożądany.

Wykonują również zalewanie pęknięć i rys zaprawą cementową, co jednak z uwagi, iż rysa przedstawia właściwie nowy szew w nawierzchni, nie zdaje się być polecenia godnem.

Po zalaniu rysy bitumem posypuje się wierzch ostrym piaskiem i nawierzchnia może być natychmiast do ruchu oddaną; natomiast przy zalewaniu zaprawą cementową należy odnośną partję wyłączyć z ruchu na okres około 14 dniowy, co również jest ujemną stroną tego rodzaju naprawy.

Płytkie wgłębienia w nawierzchni powstałe wskutek miejscowego użycia złych materiałów lub złego zamieszania, naprawia się również wypełnieniem bitumami. Wgłębienie wyczyszcza się jak najdokładniej, wysusza się powierzchnię, a następnie nakłada się cienką warstwę bitumu, przysypując ją po wierzchu piaskiem lub drobnym gruzem.

O ile uszkodzenie jest głębsze, mniej więcej do 2 cm, natenczas

po oczyszczeniu pokrywa się je warstewką bitumu, na który przychodzi mieszanina bitumu z piaskiem lub miałem w formie ciasta. Po dokładnem wyrównaniu naprawionej partji oraz ubiciu, pociąga się raz jeszcze odnośne miejsce bitumem i przysypuje piaskiem.

Głębsze dziury naprawiane są w ten sposób, iż partję niemi objętą nadrębuje się dłutem do głębokości około 10 cm, dokładnie oczyszcza, przyczem baczyć należy, by krawędzie były ostre celem umożliwienia należytego związania się. Następnie zwilża się wnętrze dziury i nakłada beton, złożony o ile możności z tych samych materiałów oraz w tym samym stosunku, co beton do całej nawierzchni użyty. Tłuczeń pobrany do naprawy powinien mieć ziarna co najwyżej dwukrotnie mniejsze niżli grubość łąty. Konsystencja betonu do naprawy użytego nie powinna różnić się od typu wilgotnej ziemi. Ważną rzeczą jest odpowiednie ubijanie, liczyć się bowiem trzeba z tem, iż beton w okresie stężania ściąga się i wskutek tego może nastąpić odprysnięcie łąty od całości. Z tego powodu w czasie tężenia należy ubijanie powtarzać kilkakrotnie, aby otrzymać odpowiednie złączenie łąty z nawierzchnią. Następnie wygładza się łątę i przysypuje ziemią lub piaskiem, które trzeba perjodycznie zwilżać.

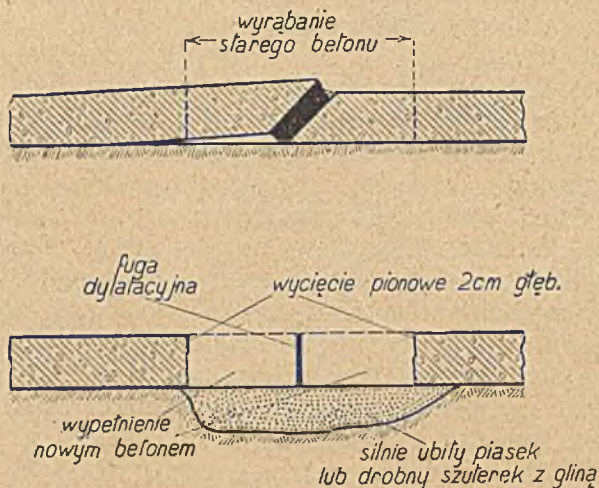
Z uwagi na konieczność szybkiego oddania jezdni do ruchu, używają do napraw cementu wysokowartościowego, względnie dodają do cementu chlorku wapniowego, który powiększa jego początkową wytrzymałość.

W ostatnich czasach przeprowadzono na drodze doświadczalnej w Brunświku próby z użyciem do naprawy preparatu „Sika“. Jest to preparat bitumiczny, znajdujący się w handlu w formie pasty lub płynu, który powoduje nader szybko wiązanie cementu w 1—5 minut, podnosząc również wytrzymałość betonu na ciśnienie oraz szczelność. Preparat ten używa się jako domieszki do wody służącej do zarobienia betonu. Ponieważ uzyskano z tym środkiem wprost znakomite rezultaty, przeto celowym będzie krótki opis naprawy tego typu.

Sporządzono mianowicie beton składający się z 1 części normalnego cementu portlandzkiego, 1,6 części ostrego piasku o ziarnie 0—5 mm oraz 2,4 części granitowego grysu 5—25 mm. Dodana woda składała się objętościowo z 1 części preparatu „Sika“ oraz 1,5 części wody. Wykonane z tego materiału kostki próbne wykazały po 48 godzinach średnią wytrzymałość na ciśnienie 105 kg/cm<sup>2</sup>. Wykonaną w ten sposób łątę poddano po upływie za-

ledwie 46 godzin przejazdowi około 5.000 tonn, przyczem nie skonstatowano żadnych uszkodzeń.

Zachodzą wypadki, iż wskutek niepionowego wykonania szwów jedna tafla przesuwa się po drugiej, wytwarzając próg (rys. 169). W tych wypadkach nie pozostaje nic innego do zrobienia, jak



Rys. 169

tylko wyrębanie dłutem całej sąsiadującej partji w jednej i drugiej tafli i ponowne wykonanie nawierzchni w tym miejscu. Założenie osobnych szwów zwyczajnie jest tu już niepotrzebne



Rys. 170

tak, iż naprawiona a względnie nowo wykonana partja może przylegać do starej bezpośrednio, byle tylko była od niej w jakikolwiek sposób izolowana.

Jeżeli przy złym szwie powstało wskutek niedozoru silniejsze wgłębienie (rys. 170), wtenczas wykonuje się naprawę w sposób

na szkicu wskazany, jednakże tylko podówczas, gdy potrzebne wycięcie nie przekracza 1 m. Pomiędzy nowym a starym betonem należy dać szew asfaltowy około 1 cm szeroki, nadto wskazanem jest uzbrojenie nowej wkładki betonowej. W wypadku, gdy długość koniecznej naprawy przekracza 1 m, po wyrąbaniu wykonuje się zupełnie nową, normalną taflę bez wspierania jej na osobnym fundamencie. \*)

### 51. Nawierzchnia tłuczniowa związana zaprawą cementową *surowat betonu*

Typ ten stosowany od dość niedawna stanowi przejście od nawierzchni tłuczniowej zwyczajnej do nawierzchni betonowej. Dozwala on na użycie każdego zdatnego dla celów drogowych kamienia, wymaga jednak bezwzględnie, tak w odniesieniu do tłuczni jakoteż piasku zupełnej czystości a szczególnie uwolnienia od domieszek gliniastych, humusowych oraz roślinnych. Najmniejsza grubość nawierzchni wynosi 8 cm. *zajmie 2 m rowna*

Bardzo wskazanem jest wykonanie stężenia bocznego, podobnie jak przy nawierzchni betonowej; uskutecznia się to przez wyrąbanie w starej nawierzchni obok poboczy rowków o szerokości około 50 cm i odpowiedniej grubości, które później stanowią oparcie i ramy dla budowanej nawierzchni. *podkreślenie*

Obecnie używa się do budowy prawie wyłącznie normalnego cementu portlandzkiego, albowiem próby wykonane z mniej wartościowemi materiałami wiążącemi jak wapno hydrauliczne i t. p. nie wydały dobrych rezultatów. Ważną przytem jest pora wykonania, najlepiej wiosna lub jesień; natomiast okres silnie deszczowy i ewentualnych przymrozków do budowy się nie nadaje. *6-15*

Dotychczas używane są zasadniczo trzy sposoby wykonania tej nawierzchni. *na fundamencie*

1) Przy pierwszym sposobie nanosi się tłuczeń w pełnej grubości na jezdnię, następnie zaś przywałowuje go się lekko. O ile jest nieczysty, należy go na parę dni przed rozsypaniem skropić obficie wodą. Następnie zarabia się w sposób maszynowy zaprawę cementową w stosunku 800—1.000 kg cementu na 1 m<sup>3</sup> piasku z dodatkiem wody, której ilość waha się w granicach 40—60% ciężaru cementu.

Zaprawę tę nanosi się na powierzchnię jezdni, wcierając ją miotłami, przyczem czynność tę należy uskutecznić szybko i jednostajnie. Natychmiast po rozrtaeniu przewalowuje się jezdnię aż do zupełnego jej stężenia, przyczem nadmiar zaprawy w pewnych miejscach musi być wtarty w innych, które tego potrzebu-

*na lub dwa razy do roku jedne kolumny  
kolobuiczy, która ma na samobledach  
odpowiednie umyślenie do użycia nawierzchni.*

ją. Po ukończeniu wałowania przykrywa się jezdnię  $\frac{1}{2}$  cm grubą warstwą piasku.

Na 1 m<sup>2</sup> jezdni wychodzi tutaj około 10 kg cementu oraz 19 l piasku.

2) Drugi sposób polega na użyciu suchej zaprawy. Mianowicie na lekko przywałowaną jezdnię rozsypuje się możliwie jednostajnie, szerokim rzutem łopaty suchą zaprawę cementową sporządzoną w stosunku 600—800 kg cementu na 1 m<sup>3</sup> piasku, którą również wmiata się w szczeliny a następnie silnie przewałowuje. Po zniknięciu zupełnem zaprawy w wnętrzu nawierzchni skrapia się ją średnio i dodatkowo wałuje aż do zupełnej stałości.

Zużycie cementu wynosi tu 7—8 kg, piasku 15 l na 1 m<sup>2</sup>.

3) Trzeci sposób polega na tem, iż na pokład dolny, odpowiednio zgęszczony nanosi się 4—5 cm gr. warstwę zaprawy cementowej, następnie przychodzi tłuczeń w pełnej grubości, który wałuje się tak długo, dopóki na powierzchni nie zacznie się ukazywać wydostająca się z wnętrza zaprawa. O ileby ten wypadek nie nastąpił, należy dodać zaprawy z wierzchu. Rozcieranie na powierzchni podobne jak poprzednio. Użyta tu zaprawa sporządzona jest o stosunku o około 400 kg cementu na 1 m<sup>3</sup> piasku. Wał nie powinien przekraczać wagi 10—12 t. \*)

Zużycie na 1 m<sup>2</sup> cementu 13 kg, piasku 12 l.

Z opisanych trzech metod najlepsze rezultaty osiągnięto z typu pierwszego, typ trzeci, który zbliża się do t. zw. metody „sandwich“, gdzie mokra zaprawa przychodzi w połowie grubości warstwy tłuczniowej, zostaje dzisiaj zaniechany.

Robota wykonuje się odrazu w całym przekroju, gdyż praca po połowie wykazała ujemne rezultaty w partji przyległej do osi drogi. Wynika z tego pewna niewygodna, tkwiąca w konieczności wyłączenia z ruchu budowanej partji na okres 10—14 dni. Najkrótszy okres wyłączenia osiąga się w typie pierwszym.

Reasumując dotychczas dokonane spostrzeżenia przy budowie tej nawierzchni można ustalić następujące ważne dla niej momenty:

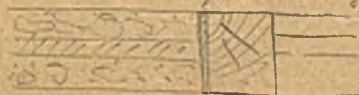
a) Fundament, którym bywa prawie z reguły zwykła nawierzchnia tłuczniowa lub żwirowa, powinien być przed rozpoczęciem istotnej jezdni odnośnie do przekroju poprzecznego należyście wyregulowany, poprawiony i uwałowany.

b) Naogół wzięwszy korzystniejsze rezultaty osiąga się przy użyciu wilgotnej zaprawy.

c) Użyty tłuczeń powinien mieć ziarno w dolnej części na-

\*) Tu ten tłuczeń powinien być 10—15 m.

nie miał namyślony! użyciu gąsienic i uwalniania z niego: w tym celu





wierzchni 4—6 cm grubej, w górnej 3—4 cm. Sumaryczna grubość warstwy tłuczniowej nie powinna być mniejszą od 8—10 cm.

d) Do wykonania zaprawy można używać bądź to zwykłego cementu portlandzkiego, bądź też cementu wysokowartościowego. Robiono również próby z użyciem domieszki cementu soliditowego. Stosunek mieszaniny waha się w granicach 1:2—1:3 licząc objętościowo. *500 - 450 kg cemu / m<sup>3</sup> zap.*

Ważnym jest odpowiedni dobór piasku; granica jego ziarn powinna leżeć między 3—10 mm.

e) Ciężar użytego wału jest czynnikiem bardzo ważnym. Najlepszymi okazują się wały tandemowe o wadze 8—10 tonn..

f) Rysy i pęknięcia powstają przy tej nawierzchni bardzo rzadko z uwagi na stosunkowo nieznaczną ilość cementu. Z tego powodu wykonanie szwów okazuje się zbędnym.

g) Jakkolwiek dobrze wykonana nawierzchnia nie wymaga już dalszych zabiegów, pożądanem jest, szczególnie w wypadkach użycia bardzo chudych zapraw lub też na drodze o ciężkim ruchu, pokrycie powierzchni powłoką bitumiczną. Często osiąga się dobre rezultaty przy pokryciu jezdni bitumem dopiero w rok po oddaniu jej do użytku.

Jakkolwiek opisana nawierzchnia nie zastąpi monolitowej jezdni cementowej, to jednakże dla ruchu średniego oddaje bardzo dobre usługi, a w każdym razie przy stosunkowo niewielkim wzroście kosztów w porównaniu ze zwykłą nawierzchnią tłuczniową, przeważa nad nią dominująco tak co do dobroci, jakoteż okresu trwania.

Pokrewną temu typowi jest metoda powierzchniowego lub w głębnego cementowania tłuczniowej nawierzchni pod ciśnieniem. Cementowanie to odbywa się z pomocą kompresorów umożliwiających wywołanie odpowiedniego ciśnienia. Zaprawa sporządzona jest w stosunku 2:1, zatem odmiennie niżli w metodzie poprzedniej.

Cementowanie powierzchniowe polega na tem, iż oczyszcza się w pierwszym rzędzie powierzchnię jezdni, która musi się znajdować w dobrym stanie, na głębokość około 15 mm, następnie zwilża się ją wodą a wreszcie rozlewa się pod ciśnieniem wspomnianą powyżej zaprawę cementową tak, by utworzony w ten sposób kobierzec cementowy występował mniej więcej na 15 mm ponad wysterczającymi z nawierzchni kamieniami. Wkońcu należy jezdnię lekko przewalować i przysypać cienką warstwą mokrego piasku.

Cementowanie wgłębne różni się tem od poprzedniego, iż wy-

konywane jest z reguły na nowo budowanej jezdni. Po częściowym dość silnym uwałowaniu, jednakże jeszcze przed jego definitywnym ukończeniem, należy nawierzchnię oczyścić dokładnie i przemyć tak, by poszczególne kamienie wolne były od mialu i piasku co najmniej na grubość  $1\frac{1}{2}$  cm. Następuje wylanie zaprawy cementowej pod ciśnieniem, przewalowanie końcowe a wreszcie rozsypanie warstewki mokrego piasku. Konsystencja wytryskiwanej zaprawy jest rzadszą z początku, gęściejszą ku końcowi wytrysku.

Podobnie jak przy nawierzchni poprzednio, musi się i tutaj pozostawić pewien dłuższy okres wolny od ruchu, celem umożliwienia należytego stężenia.

## 52. Nawierzchnia krzemianowana

Nawierzchnia ta jest stosunkowo typem nowym i sposób jej wykonania, jak również dobór odpowiednich materiałów dotychczas jeszcze definitywnie nie został ustalony, nie mniej jednak wykonane z nią próby, zachęcają do dalszego zajęcia się tą sprawą.

Zasadniczymi materiałami, które wchodzi tu w grę jest krzemian sodowy zwany potocznie szkłem wodnym oraz wapień, jakkolwiek w ostatnich czasach rozpoczęto również próby z zastosowaniem także innych gatunków kamienia.

Krzemian sodowy jest produktem stopienia krzemionki z sodą przy dodatku mialkiego węgla drzewnego. Otrzymany stop po zastygnięciu ma wygląd szkła, jest przezroczysty o lekkim zabarwieniu na kolor zielonawy lub brunatnawy, rozpuszczalny w wodzie. W handlu znajduje się zwyczajnie w formie roztworu o gęstości 33—66° Bé (areometru Baumé), co odpowiada ciężarowi gatunkowemu 1,29(41,84) nadto przychodzi również w postaci proszku pod nazwą betonalu.

Dla celów drogowych dostarczany jest tańszy krzemian sodowy, niefiltrowany o gęstości 35° Bé i o przeciętnej zawartości

$\text{SiO}_2$	krzemionki	około	24,5%
$\text{Na}_2\text{O}$	tlenku sodu	„	7,5%
$\text{H}_2\text{O}$	wody	„	65,0%
	domieszek	„	2—3%

Stosunek krzemionki do tlenku sodu waha się w granicach 3—3,7.

Wapień, będący drugim podstawowym materiałem w tej nawierzchni, musi posiadać pewne wymogi, odnoszące się do gęstości, porowatości, wytrzymałości na ciśnienie i szczelności. Po-

nieważ wszystkie powyższe własności badane być muszą laboratoryjnie, zaś praktyk wymaga pewnej szybkiej oceny przydatności kamienia do krzemianowania, przeto przybliżoną ocenę otrzymać można zbadaniem twardości wapienia. Określiwszy bowiem twardość, mamy temsamem ustalone już w pewnych, zresztą dość obszernych granicach, inne własności jak porowatość, wytrzymałość na ciśnienie, gęstość i t. p. Dla określenia twardości posługiwano się początkowo znaną skalą Mohsa, zauważono jednak już wkrótce potrzebę silniejszego różniczkowania, aniżeli to, które ta skala może dać dla celów badania wapienia. Utworzono w tym celu t. zw. skalę twardości *E. P. C.* (od instytucji która ją stworzyła „*Ecole des Ponts et Chaussées*“), polegającą na badaniu wapienia zapomocą płytek z rozmaitych metali, któremi daje się dany wapień zarysować. Skala ta składa się z 7 stopni, a mianowicie:

metal płytki	klasyfikacja twardości wapienia
a) ruda ołowiana	} bardzo miękki } miękki } półmiękki } półtwardy } twardy } bardzo twardy
b) ołów	
c) stop ołowiu z cyną	
d) cynk	
e) mosiądz	
f) bronz aluminiowy	
g) stal	

Na podstawie bardzo obszernej praktyki dotychczasowej we Francji ustalono, iż wapień bardzo miękki (*a—b*) i miękki (*b—c*) nie nadają się do krzemianowania, gdyż ich własna wytrzymałość na ciśnienie jest zbyt małą. Również nie nadają się do tego celu i wapień bardzo twarde (*f—g*) tak, iż właściwa użyteczność wapieni do krzemianowania leży w granicach klas (*c—f*).

Na ogół wzięwszy wapień możliwy do krzemianowania powinien posiadać: (*morua wywa kamien von helys*)  
wytrzymałość na ciśnienie 350—1.600 kg/cm<sup>2</sup>,  
ciężar gatunkowy 2,00—2,70,  
porowatość 250—30 l/m<sup>3</sup>.

Istota omawianej nawierzchni leży w działaniu krzemianu na wapień. Pierwotne przypuszczenia, iż pod działaniem krzemianu sodowego na wapień wytwarza się krzemian wapna okazało się niesłuszne, natomiast skonstatowano oddziaływanie w kierunku powiększenia ciężaru gatunkowego, zwiększenia wytrzymałości

na ciśnienie, zwiększenia spoiwości kamienia oraz zmniejszenia jego porowatości.

Krzemian sodowy po wsiąknięciu w wapień, wysycha bardzo szybko i pozostawiając w porach swoją substancję mineralną powiększa ciężar gatunkowy kamienia i zmniejsza porowatość i przepuszczalność. U wapieni miękkich i bardzo porowatych zwiększenie to jest procentowo znaczniejsze niżli u twardych.

Bardzo cenną własnością, a może nawet najcenniejszą jest to, iż krzemian sodowy spaja pojedyncze cząsteczki wapienia ze sobą tak, iż nawierzchnia wapienna odpowiednio krzemianem zwilżona i przewalowana, tworzy masę bardzo ścisłą, czasem nawet o charakterze monolitowym, którą możnaby nazwać betonem krzemowym, która nietylko, że nie przepuszcza wody, ale nadto wskutek swej monolitowości przedstawia znacznie zwiększoną wytrzymałość. Masa taka z wapienia mniej twardego tworzy jednolity przekrój, w którym nie rozpoznaje się zupełnie poszczególnych kamieni; z wapieni twardych odróżnia się oddzielne kamienie, są one jednak spojone w jedną całość.

Przechodząc do omówienia sposobu wykonania tej nawierzchni zaznaczyć należy, iż dotychczas istnieje ich cztery, a mianowicie:

1) Czysty tłuczeń zupełnie bez mialu rozpościera się na podłożu wedle żądanego przekroju. Następnie z osobno przygotowanego mialu wapiennego z dodatkiem krzemianu przygotowuje się zaprawę krzemowo-wapienną, którą pokrywa się rozpostartą warstwę tłucznia, następnie zaś całą masę miesza się, wyrównywa i wałuje.

Po częściowem przewalowaniu polewa się nawierzchnię wodą i dalej wałuje, aż cała nawierzchnia pokryje się miazgą wyciśniętą z wewnątrz a zawierającą mial, krzemian i wodę.

Ażeby podłoże zbytnio nie wchłaniało wody potrzebnej do nawierzchni, powinno się je przed rozpoczęciem roboty odpowiednio zwilżyć; również kamień użyty do budowy powinien być zwilżony.

Ponieważ mialowi przypada tu bardzo poważne zadanie, gdyż zaprawa będzie tem lepszem, które spoi poszczególne kamienie, przeto ilość jego jest stosunkowo znaczną i wynosi około 0,35 m<sup>3</sup> na 1 m<sup>3</sup> kamienia. Wielkość ziarn kamienia waha się, w zależności od jego gatunku między 4—6 cm. Na 1 m<sup>3</sup> tłucznia potrzeba 40—45 l krzemianu o gęstości 35<sup>o</sup> Bé.

Kłopotliwą często jest sprawa dostawy tak znacznej ilości mialu, szczególnie w tym wypadku, gdy tłuczeń produkowany jest

nie maszynowo lecz ręcznie. Należy podówczas zarządzić specjalne tłuczenie na miął.

(2) Przy drugim sposobie tłuczeń wraz z miiałem w stosunku poprzednio podanym rozściela się na podłożu, następnie polewa krzemianem i po przemieszaniu wałuje. Dodatek krzemianu jak poprzednio.

Niema zatem potrzeby osobnego składania czystego tłuczniia i miiału.

3) Trzeci sposób polega na rozsypaniu mieszaniny tłuczniia i miiału na drodze, następnie zaś wykonaniu wałowania. Po częściowem zgnieceniu i wyrównaniu jezdni polewa się ją krzemianem i wałuje dalej. Rozcieńczony krzemian ma 25—30° Bé w zależności od warunków atmosferycznych, przyczem w czasie posuchy rozcieńcza go się więcej, w porze mokrej mniej.

4) Czwarty sposób należy raczej do rodzaju powierzchniowego krzemianowania. Polega on na tem, iż z wapienia wykonuje się zwyczajną nawierzchnię tłuczniową z tą różnicą, iż przy wałowaniu jej dajemy zamiast piasku miiału wapiennego. Wykonaną nawierzchnię pozostawia się kilka dni, by należycie wyschła, poczem oczyszcza się ją dokładnie i polewa krzemianem o rozcieńczeniu 20—25° Bé. Skoro krzemian wsiąknie, należy polać go po raz wtóry i polewanie to powtarzać do czasu, gdy wsiąkanie niema już miejsca. Dzieje się to zwyczajnie już po trzeciem polewaniu.

Przed oddaniem do ruchu należy nawierzchnię przysypać cieniłą warstwą miiału. Sposób ten wymaga stosunkowo małych ilości krzemianu, mniej więcej 2—2,5 l/m<sup>2</sup>, co daje około 25—30 l/m<sup>3</sup>, jednakże krzemian oddziaływa tu zwyczajnie tylko na bardzo nieznaczną głębokość. Czy sposób ten się utrzyma, trudno chwilowo zdać sobie sprawę ze względu na krótkość czasu w jakim go dotychczas stosowano.

Z wymienionych czterech sposobów najczęściej używany jest sposób drugi. Ponieważ krzemianowanie w Polsce wykonywane jest na starych partjach dróg, przeto w pierwszym rzędzie okazywała się konieczność naprawy starej jezdni tłuczniowej, a w szczególności starannego wyrównania wszelkich wybojów i uwałowania drogi do żadanego profilu. Czynność ta, tkwiąca w dobrem przygotowaniu podtorza jest o tyle ważną, iż zależy od niej późniejsze zużywanie się nawierzchni krzemianowanej. Nawierzchnia ta wtedy będzie dobrą, gdy stężenie jej jest jednolite. W wypadku gdybyśmy wyboi nie wyrównali, lecz nałożyli na nie warstwę krzemianowaną, natenczas nie możemy liczyć na jednolite i dobre stężenie całej nawierzchni.

Po wykonaniu wymienionej naprawy i wytworzeniu w ten sposób niejako fundamentu, wyrabiamy obok poboczy z każdej strony po jednej bruździe  $10/15$  cm, która wypełniona będzie później materiałem krzemianowanym, tworząc skrajne stężenie nawierzchni. W tej konstrukcji, jak widzimy, istnieje pewna analogja do nawierzchni betonowej, otrzymującej również większą grubość na krawędziach jezdni.

Następnie rozpościeramy tłuczeń wraz z miałem na podłożu starej nawierzchni tłuczniowej, profilując przekrój z pewnym nadmiarem ze względu na późniejsze uwałowanie, zapomocą prawidła. Do tego celu najlepiej ustawić z obu stron oszalowanie boczne dokładnie przeniwelowane, po którym poprzecznie przeświata się szablon wyróżniony u spodu w żądanym profilu.

W okresie suchym należy po rozpostarciu skropić tłuczeń wodą w ilości 1—1,5 l/m<sup>2</sup>.

- W ślad za robotnikami, którzy rozsypują tłuczeń postępuje robotnik z konewką i polewa tłuczeń krzemianem sodowym w ilości połowy przewidzianej na ten cel objętości.

O ile konewka jest z sitem, powinno ono mieć otwory dość duże, albowiem tężejący płyn dość szybko je zasklepia. Lepiej jest używać konewki z lejem wachlarzowatym.

Następnie robotnicy przerzucają tłuczeń łopatami na drugą stronę tak, że warstwa spodnia, nieskropiona dostaje się na wierzch, wierzchnia zaś na spód. Po przerzuceniu należy całą warstwę ponownie wyrównać, do profilu doprowadzić a wreszcie rozlać drugą połowę przewidzianej porcji krzemianu.

Natychmiast po polaniu rozpoczyna się uwałowanie, przyczem po 20—30 przejściach wału polewa się jezdnię wodą 4—5 l/m<sup>2</sup> i ponawia uwałowanie tak długo aż na powierzchni zaczynają występować plamy, będące mieszaniną rozcieńczonego krzemianu i miału wapiennego. Mieszaninę tę należy rozprowadzać po całej jezdni, nie dopuszczając do ściekania jej ku poboczom, gdzie cenny ten materiał byłby zupełnie stracony. Skoro cała uwałowana powierzchnia będzie pokryta cieńką lecz ciągłą warstwą tej mieszaniny, uwałowanie może być ukończone, albowiem będzie to dowodem, iż odstępy pomiędzy poszczególnymi kamykami zostały zamknięte i że cała nawierzchnia stanowi jednolitą masę.

Po ukończeniu nawierzchni należy w okresach upalnych, w ciągu kilku następnych dni skrapiać lekko jezdnię wodą, w wypadku zaś, gdyby natychmiast po ukończeniu nawierzchni spadł silny deszcz, polecenia godnym jest skropić jezdnię roztworem krzemianu sodowego w stosunku 1:2.

Ilość krzemianu nie powinna przekraczać 40 — 45 l/m<sup>3</sup> gdyż próby robione z większą ilością, dochodzącą do 100 l/m<sup>3</sup> nie wykazały jakiegos wydatniejszego zwiększenia dobroci jezdni.

Spadki poprzeczne stosowane przy tym typie nie powinny przekraczać 3%. *nie pracować na deszczu, kiedy opadające płynie.*

Za granicą robiono również próby z użyciem tłuczni kwarcytowego, porfirowego i bazaltowego, zawsze z bardzo znacznym dodatkiem miazłu wapiennego, jednakże wydanie już dzisiaj osądu o możliwości użycia innych kamieni poza wapieniem jest jeszcze przedwczesne.

Dobrze wykonana nawierzchnia krzemianowana nie wymaga zazwyczaj w pierwszych latach żadnych napraw; jednakże w razie okazania się potrzeby tychże, należy je możliwie szybko przeprowadzić, by nie dopuścić do dalszych zniszczeń.

Do pewnego stopnia ujemną stroną tej nawierzchni jest okoliczność, iż na ogół wzięwszy może być ona zastosowaną tylko na drogach o średnim ruchu. W ostatnich czasach rozpoczynają się również próby z maziowaniem nawierzchni krzemianowanych. W każdym razie dopuszcza ta metoda do użycia kamień lichy, w który obfitują poszczególne okolice naszego kraju, a który właśnie dotychczas był dla celów drogowych prawie zupełnie bezużyteczny.

Nad nawierzchnią tą robione są prawie bezustannie najrozmaitsze doświadczenia mające na celu ustalenie niejasnych jeszcze punktów. Jak się okazuje np. silny wpływ na rozcieńczenie krzemianu sodowego ma porowatość użytego do budowy kamienia. Następnie zwrócono uwagę na wpływy atmosferyczne w czasie budowy, albowiem jak się okazało tężenie szkła wodnego jest w wysokiej zależności od wielkości parowania dostarczonej do nawierzchni wody. Jako najlepsza pora do roboty, uznany został czas suchy ale niezbyt gorący, by droga zbyt szybko nie wysychała.

### 53. Nawierzchnie maziowe

#### A) Materiały.

Przy nawierzchniach maziowanych oraz maziowych, występuje połączenie z sobą dwóch materiałów, mianowicie kamienia i mazi.

Mazią (terem), która znajduje zużycie w budowie dróg nazywamy sztucznie otrzymane produkty destylacji węgla kamiennego. W zależności od typu destylacji otrzymujemy maz pogazową, pokoksovą i wysokopieczową. Mazie otrzymywane przy de-

*W Małopolsce: maz węglowa  
b. Zab. rorypi: naw. amonowa.*

*Kamień: naturalny albo sztuczny (nielka)  
Kamień naturalny musi być elastyczny, szorstki*

stylacji drzewa, torfu, węgla brunatnego i t. p. nie nadają się do użycia w budowie dróg; o nich też mówić nie będziemy.

Maż z węgla kamiennego, której ilość przy gazowaniu węgla wynosi około 4—5% objętości węgla, składa się z najrozmaitszych olei oraz smoły o bardzo różnorodnym chemicznym składzie. Sprawa ta interesuje nas naturalnie tylko z punktu widzenia drogowego; nie wdając się zatem we własności chemiczne zaznaczyć należy, iż składniki mazi podzielić można w zależności od pewnych temperatur, przy których następuje ich ulatnianie na 5 grup a mianowicie:

- 1) oleje lekkowrzące przy temperaturze 170° C
- 2) oleje średniowrzące przy temperaturze 170—230° C
- 3) oleje ciężkowrzące przy temperaturze 230—270° C
- 4) oleje antracenowe przy temperaturze 270—360° C oraz
- 5) smoła jako ostatnia pozostałość.

Ilości poszczególnych olejów w mazi są bardzo rozmaite w zależności od rodzaju węgla kamiennego a nawet sposobu jego koksovania. Np. maż z węgla górnośląskiego wykazuje następujące daty: olejów lekkich 2,1%, średniowrzących 12,0%, ciężkowrzących 9,2%, antracenowych 18%, smoły 55,1%, wody 3%.

Szczególną uwagę zwrócić należy na różnice zachodzące między mazią otrzymaną w gazowniach a mazią pochodzącą z koksośni, albowiem muszą być one brane bardzo pod uwagę przy użyciu mazi dla celów drogowych.

Przykładowo podaje się poniżej odnośne zestawienie:

	maż pogazowa	maż pokoksowa
woda	2,90%	2,20%
oleje lekkie do 200° C	4,00%	3,40%
benzol	0,92%	1,10%
nafta	0,20%	0,32%
olej kreozotowy	8,60%	14,50%
naftalina	7,40%	6,70%
olej antracenowy	17,40%	27,30%
czysty antracen	0,60%	0,70%
smoła	58,40%	44,30%
czysty węgiel	15—25%	5—8%

Szczególną uwagę zwrócić należy na ostatnią datę odnoszącą się do zawartości węgla, który jest czynnikiem niepożądanym przy mazi, mającej służyć do celów drogowych.

Ciężar gatunkowy mazi, będącej płynem gęstym o barwie czarnej lub ciemno brunatnej waha się pomiędzy 1,10—1,28.

Pierwsze próby użycia mazi do celów drogowych odnosiły się do mazi surowej to jest takiej, jaką otrzymuje się po destylacji



węgla bez żadnej dalszej przeróbki. Wkrótce jednakże okazało się, iż jest to właściwie marnowanie cennego materiału, który wprawdzie chwilowo wiązał pył drogowy, jednakże już po krótkim czasie ulegał zmianom wskutek ulatniania się oleji lekkich i zamieniał na kruchą i twardą smołę, nie posiadającą w tym stanie żadnych własności dodatnich. Okazała się zatem konieczność przerobienia mazi, przy uwzględnieniu tych potrzeb, jakie pod tym względem posiada droga, czyli dostarczenia mazi preparowanej.

Warunki, jakie mazi preparowanej muszą być postawione są następujące:

a) maź musi być dostatecznie płynną, by mogła należycie wsiąkać w nawierzchnię przy maziowaniach powierzchniowych, zaś przy wymieszaniu jej z kamieniem by otoczyła dokładnie każdy element materiału kamiennego;

b) musi być dostatecznie wytrzymała na wszelkie wpływy temperatury oraz atmosferyczne, nadto na wpływy ruchu, z czego będzie wynikać konieczność posiadania elastyczności. Te własności muszą być zachowane przez dłuższy okres czasu a więc niezmiennosc swego składu chemicznego;

c) nie powinna oddziaływać szkodliwie na otoczenie a więc na ludzi, zwierzęta oraz roślinność, wreszcie

d) powinien to być produkt tani, by użycie go do drogi, z materialnego punktu widzenia było możliwe.

Preparacja mazi polega w pierwszym rzędzie na odwodnieniu jej przez destylację, następnie zaś na dodaniu jej w odpowiednich ilościach brakujących składników oleistych.

Przy preparacji mazi okazało się najpraktyczniejszym, oddestylowanie jej aż do otrzymania smoły o pewnej gęstości a następnie dodawanie do niej, przy oziębianiu smoły do granicy 100 — 150° C odpowiedniej ilości olejów średnio i ciężko wrzących oraz oleju antracenowego.

Zastosowanie mazi dla celów drogowych ma za sobą stosunkowo dość znaczny okres czasu. Pierwszy, który na tę myśl wpadł, był praktykujący w Monte Carlo lekarz Dr. Guglieminetti w roku 1901, który użył jej w stanie gorącym do wiązania pyłu na drogach na Rivierze. Pierwsze początki użycia mazi miały zatem raczej znaczenie higieniczne a nie konstruktywne. Ponieważ próby te wydały dobry rezultat, przeto zaczęto maź stosować w granicach znacznie szerszych, przyczem okazało się, że maź oddziałuje również w sposób dodatni na wytrzymałość nawierzchni.

Od tego czasu poczyniono szereg laboratoryjnych badań oraz

praktycznych prób w odniesieniu do składników dobrej i celowi odpowiadającej mazi drogowej a jak dotychczas do najbardziej skonkretyzowanych rezultatów doszła Anglja, która w r. 1911 wydała instrukcję o trzech sortach mazi nadającej się do użycia w budownictwie drogowym, a mianowicie mazi lekkiej Nr. 1 do maziowania powierzchniowego, mazi ciężkiej Nr. 2 do maziowania wgłębnego oraz preparatu smołowego do betonu maziowego.

Przepisy te zostały uzupełnione dodatkowymi postanowieniami pochodzącymi z r. 1925.

Ponieważ zostały one przyjęte przez cały świat kulturalny, przeto musimy się z nimi zaznajomić.

W pierwszym rzędzie postanawiają one, że maź preparowana otrzymaną być może wyłącznie z mazi surowej pochodzącej z węgla kamiennego; może jednak posiadać nie więcej jak 15% mazi otrzymywanej przy produkcji karboryzowanego gazu wodnego.

Co do ciężaru gatunkowego przy 15° C, to dla mazi Nr. 1 nie powinien on przekraczać 1.225, dla mazi Nr. 2 — 1.240. O ile maź wykazuje znaczniejsze ciężary gatunkowe należy przypuszczać, iż zawiera ona za wielką ilość wolnego węgla.

Wody czystej względnie amoniakalnej może zawierać maź Nr. 1 co najwyżej 1% ciężaru, zaś maź Nr. 2 co najwyżej 1/2%. Mazie o większej zawartości wody są o tyle niewłaściwe, iż nie będzie przy nich możliwości ogrzania ich do pożądanej dla celów drogowych temperatury 120—150° C, gdyż już przy 80° C będą się burzyć i wybiegać.

Olei lekkich t. j. takich, których punkt wrzenia leży przy 170° C nie powinna maź Nr. 1 mieć więcej jak 1%, maź Nr. 2 nie więcej jak 1/2% wedle ciężaru.

Ze względu na konieczność zachowania ciągliwości mazi, powinna ona zawierać odpowiednią ilość olejów średnio i ciężkowrzących. Przy mazi Nr. 1 ilość olejów średniowrzących powinna być 12—24%, przy mazi Nr. 2 10—18%. Olei ciężkowrzących powinna posiadać maź Nr. 1 — 4—12%, maź Nr. 2 — 6—12%, wszystko w odniesieniu do wagi.

Bardzo ważne są postanowienia odnoszące się do zawartości fenoli t. j. kwasów maziowych albowiem są one trujące i mogą oddziaływać bardzo szkodliwie na florę i faunę. Ilość fenoli nie powinna przy mazi Nr. 1 przekraczać 5%, przy mazi Nr. 2 4% objętościowo. W czasie deszczu fenole są z mazi wypłukiwane a dostając się do stawów i strumieni mogą przy znaczniejszych ilościach zniszczyć zarybienie tych wód.

Również ważną jest sprawa obecności w mazi naftaliny. Nadmierna ilość tego materiału powoduje obniżenie ciągliwości mazi oraz czyni ją porowatą. Z tego powodu nie powinna maź Nr. 1 posiadać więcej jak 8%, zaś maź Nr. 2 nie więcej jak 5% naftaliny, przyczem odnośne % odnoszą się do ciężaru.

Wolnego węgla nie powinna maź Nr. 1 zawierać więcej jak 22% ciężaru, zaś maź Nr. 2 nie więcej jak 24%, albowiem większe ilości zmniejszają wartość fabrykatu pod względem jego ciągliwości.

Wspomniana ciągliwość jest jedną z najważniejszych zalet mazi mającej być użyta do celów drogowych. Bada się je wedle przepisów angielskich na aparatach nurkowych Hutschinsona a określa przez podanie czasu zanurzania się pływaka w mazi pomiędzy dwoma ustabilizowanymi podziałkami. Otóż przy użyciu obciążenia pływaka Nr. 2 powinien ten czas dla mazi Nr. 1 leżeć pomiędzy 3 a 20 sekundami, przy mazi Nr. 2 pomiędzy 20 a 100 sekundami.

Zawartość smoły powinna przy mazi Nr. 1 wahać się w granicach 70—50%, przy mazi Nr. 2 — 75—60%. Temperatura rozplynniania się smoły powinna leżeć pomiędzy 60 a 75° C.

W końcu przewidują angielskie przepisy przeprowadzenie przez chemika prób z dostarczonym materiałem odnośnie do poprzednio podanych cech, przyczem zalecają by próbka do analizy wynosiła co najmniej  $\frac{1}{2}$  galona (2,27 l) i była pobieraną, co najmniej z 6 beczek.

Co do praktycznych wskazówek należy zaznaczyć wobec bardzo wielkiej różnorodności mazi nawet w granicach powyższych przepisów, iż pożądanem jest użycie do pierwszego maziowania powierzchniowego mazi lżejszej o zawartości 45—50% olei i 55—50% smoły, albowiem materiał ten łatwiej przeniknie nawierzchnię tłuczniową i głębiej się do niej dostanie. Przy powtórnym maziowaniu powierzchniowym względnie przy maziowaniach wgłębnych może być już użytą maź gęstsza o 30—35% zawartości olejów i 70—65% smoły.

Jakkolwiek w Polsce nie posiadamy dotychczas definitywnie obowiązujących norm dla mazi drogowej, to jednak opracowany już został projekt tych norm, który najprawdopodobniej zostanie ogólnie przyjęty.

Wedle tego projektu nazwą mazi drogowej\* oznaczone są mazie

\* W projekcie użyto nomenklatury „smoły drogowej“ zaś dla smoły przyjęto oznaczenie „pak“.

otrzymywane przy suchej destylacji węgla kamiennego w koksowniach lub gazowniach i odpowiednio przerobione.

W zastosowaniu do potrzeb drogowych uwzględniono w powyższych normach następujące materiały:

1. maź Nr. 1 do użytku powierzchniowego,
2. maź Nr. 2 do użytku wglębnego,
3. mazie stabilizowane z dodatkiem asfaltów naturalnych lub sztucznych, *max 15%*
4. emulsje maziowe. *(mieszanka mazi z masty!)*

Własności wymienionych pod 1 i 2 mazi drogowych powinny być następujące:

Lp.	Wyszczególnienie	Maź Nr. 1 do użytku powierzchniowego	Maź Nr. 2 do użytku wglębnego
1.	Gęstość przy 25° C do	1,220	1,240
2.	Woda wagowo do	0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
3.	Destylaty do 170° C (oleje lekkie wraz z wodą)	1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
4.	Destylaty 170—270° C wagowo (oleje średnie)	8—17 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	8—16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
5.	Destylaty 270—300° C wagowo (oleje ciężkie)	4—12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	6—12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
6.	Destylaty 300—350° C wagowo (oleje antracenowe)	14—27 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	12—26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
7.	Smola pozostała wagowo	55—65 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	60—70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
8.	Fenole objętościowo do	4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
9.	Naftalen wagowo do	4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
10.	Antracen surowy wagowo	3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
11.	Węgiel wolny wagowo	5—16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	5—18 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
12.	Wiskoza według Hutschinsona <u>sekund</u>	6—15 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	20—100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
13.	Popiół wagowo	0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Ważne są postanowienia co do pobierania próbek potrzebnych do badań laboratoryjnych. Otóż pobieranie próbek ma na celu uzyskanie pewnej ilości produktu o średnich własnościach całości dostarczonego materiału. Pobrane próbki nie powinny się stykać z ciałami obcymi i nie powinny być nimi zanieczyszczone. Dlatego też i naczynia przeznaczone do przechowywania próbek winny być suche i czyste.

Po pobraniu próbek, naczynia należy szczelnie zamykać i dla łatwego ustalenia pochodzenia próbki zaopatrzyć w etykiety.

Próbki, o ile to tylko jest możliwe, należy pobrać na miejscu fabrykacji, aby można je było zbadać przed wysłaniem transportu, w przeciwnym razie pobierać na miejscu przeznaczenia, przy odbiorze dostawy.

Próbki w ilości około 3 kg każda należy przechowywać i przesyłać w blaszankach o możliwie szerokich szybkach i szczelnem zamknięciu.

Pobierający powinien przechowywać u siebie próbkę identyczną z przesłaną do zbadania.

Naczynie służące do przesłania próbki winno być zaopatrzone w etykietę.

Po pobraniu próbki należy sporządzić protokół pobrania.

a) Pobieranie próbek z beczek.

Przy dostawie mazi w beczkach, próbki pobiera się postępując ściśle według niżej podanych punktów:

1) Beczkę należy kilkakrotnie przetoczyć w obu kierunkach, następnie obrócić ją na jedno, potem na drugie dno i ustawić czopem do góry.

2) Beczkę należy możliwie szybko odszypuntować.

3) Z otwartej beczki pobiera się próbkę przez powolne zanurzenie aż do dna rury zaopatrzonej zamknięciem według załączonego rysunku 171.

4) Pobraną próbkę należy zlać do odpowiedniego naczynia.

5) Przyrząd do pobierania próbek jak i naczynie winny być czyste i suche.

6) Przy dostawach wagonowych w beczkach pobiera się próbki z każdej dziesiątej beczki i zlewa do wspólnego dla każdego wagonu naczynia a po wymieszaniu odlewa próbkę 3 kg przeznaczoną do analizy, oraz drugą identyczną jako dowodową.

7) Naczynie służące do przesłania próbki, po pobraniu zamyka się szczelnie i plombuje lub pieczętuje. Przygotowaną w powyższy sposób próbkę zaopatruje się w etykietę z następującymi danymi: a) Nr. naczynia, b) adresat, c) Nr. wagonu, listu przewozowego i ewentualnie beczek, oraz ciężar przesyłki, d) miejsce i data pobrania.

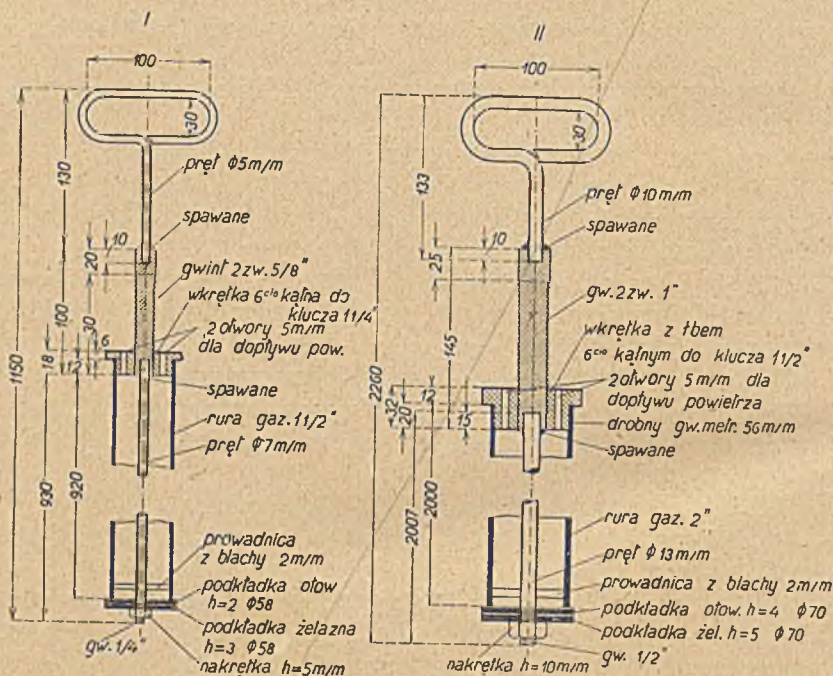
8) Po wzięciu próbki z danego wagonu sporządza się protokół pobrania w którym należy podać: a) Nr. naczynia, b) adresata, c) pochodzenie (firma), d) miejsce pobrania, e) Nr. wagonu, listu przewozowego i ewentualnie beczek, f) sposób pobrania, g) datę pobrania, h) nazwisko pobierającego i własnoręczne pod-

piszy pobierającego i świadków; protokół ten należy przesłać wraz z próbką. Odpis jego zachowuje u siebie adresat.

9) W razie deszczu lub wiatru z pyłem, należy zabezpieczyć przed nimi tak przyrząd jak i pobraną próbkę.

10) Po pobraniu próbki z jednego wagonu należy przyrząd do pobierania rozebrać, dokładnie wymyć i wysuszyć.

b) Pobieranie próbek ze zbiorników i cystern.



Rys. 171

Przy pobieraniu próbek z większych zbiorników i cystern postępuje się podobnie, jak przy pobieraniu próbek z beczek, odpada jedynie mieszanie mazi w zbiorniku (punkt 1). Do pobierania próbek używa się przyrządu analogicznego do opisanego w punkcie 3 — jedynie o większych wymiarach.

Przyrząd ma być tej długości, aby przy zanurzeniu sięgał do dna zbiornika.

Przygotowanie, wysyłanie pobranych próbek i sporządzanie protokołu jak pod a) punkt 7, 8.

c) Sposób użycia przyrządu do brania próbek mazi.

Aparat do brania próbek mazi, składa się z następujących części:

- 1) z rury żelaznej odpowiedniej długości,
- 2) z zamknięcia składającego się z płytki metalowej z uszczelką,
- 3) z pręta żelaznego z rękojeścią uruchamiającą zamknięcie.

Przy braniu próbek należy odkręcić śrubę o parę obrotów tak, aby po wsunięciu pręta żelaznego w głąb rury dolny koniec rury był otwarty. Przyrząd zanurza się powoli do beczki uważając, aby zanurzenie nie było szybsze, niż wypełnienie się rury pobieraną mazią. Gdy już koniec przyrządu dotknie dna rury, zakręca się śrubę zamykającą aż do końca i wyciąga aparat z beczki (lub zbiornika). Dolny koniec przyrządu wstawia się do odpowiedniego naczynia i otwiera powoli uważając, aby wypływająca maź ciekła bez przyskania do podstawionego naczynia.

Celem wyczyszczenia przyrządu odkręca się dolną śrubkę, zdejmując z pręta płytkę zamykającą i wysuwa pręt.

Dalsze przepisy odnoszą się już do mającej się przeprowadzić analizy.

Ciała koloidalne tego rodzaju jak maź (podobnie asfalt) przechodzą od punktu płynności do punktu krzepnięcia przez dość znaczną skalę temperatury, w której to granicy znajdują się w stanie t. zw. ugniatalnym. Jak się przekonano, najmniej odporne na działanie ruchu są materiały sztywne i nieelastyczne; dlatego też stan ugniatalny wydaje się najbardziej odpowiednim dla mającej się użyć mazi, albowiem w tym stanie należy się spodziewać najlepszego jej przeciwdziałania na uderzenia spowodowane ruchem.

Rozchodzi się zatem o to, by wyprodukować maź tego rodzaju któraby w odniesieniu do naszych warunków klimatycznych interwał temperatury stanu ugniatalnego miała możliwie największy; innymi słowy, by w tych różnicach temperatur, w jakich się u nas droga znajduje, maź była zawsze w stanie ugniatalnym.

Ponieważ te różnice temperatur są dla każdej szerokości geograficznej inne, wynika z tego konieczność dość specjalnego traktowania pod tym względem mazi a nie bezkrytycznego przyjmowania wzorów zupełnie stosownych ale dla odmiennych warunków klimatycznych. Przykładowo u nas droga narażona jest w lecie, w uwzględnieniu jej ciemnej barwy z powodu maziowa-

Bada  
Brett

nia, na temperaturę około  $+50^{\circ}\text{C}$ , natomiast w zimie mniej więcej na  $-20^{\circ}\text{C}$ . Powinniśmy zatem żądać, by maź znajdowała się w stanie ugniatalnym w dość obszernej granicy  $70^{\circ}\text{C}$ . Niestety do dzisiaj takiej mazi nie posiadamy, gdyż przy najrozmaitszych stosunkach olejów do smoły dochodzimy do interwału  $40 - 45^{\circ}\text{C}$  dla stanu ugniatalnego.

Jest to narazie zasadnicza wada materiałów maziowych w odróżnieniu np. do asfaltów, które stan ugniatalny posiadają w granicach  $70 - 75^{\circ}\text{C}$ , a która doprowadza do tego, iż w okresach upałów maź jest zbyt płynną, by przedstawić należy opór przy spojeniu pojedynczych cząsteczek kamienia, zaś w okresach zimowych staje się kruchą i łamliwą pod uderzeniami ruchu.

Nowsze doświadczenia z mazią idą też w tym kierunku, by bądź to na drodze fizycznej, bądź też przez mechaniczne dodawanie olejów lub asfaltów powiększyć granice ugniatalności mazi, z warunkiem jednakże, by nowy produkt był trwały i nieulegał rozkładowi.<sup>4)</sup>

Nowsze badania wykazują dobre rezultaty badania mazi pod względem jej wyciągalności w nitkę. Mianowicie materiały bitumiczne znajdujące się w stanie ugniatalnym, mają własność wyciągania się do pewnej granicy w cienkie niteczki, różne co do swej długości w zależności od rodzaju materiału i temperatury, w której robione są próby. Im wyciągalność materiału jest większa, tem większą jest również i przyczepność.  
tem lepiej też dany materiał nadaje się do celów drogowych. Okazało się, że o ile materiał wykazuje wyciągalność przy  $25^{\circ}\text{C}$  do 10 cm długości nitki, natenczas uważać go należy za mało przydatny, natomiast jako doskonały należy uważać materiał o 20 cm długości nitki. Dla mazi preparowanej o rozmaitej wartości smoły i olejów leży granica wyciągalności pomiędzy 10 a 13 cm długości nitki.

Maź jest ciałem koloidalnem, kleistem i własność ta czyni ją bardzo pożyteczną dla celów drogowych. Wynika z tego jednakże równocześnie, że powinna ona oblepiać pojedyncze cząsteczki kamienia tylko w warstewkach bardzo cienkich, gdyż naniesiona w warstwie grubszej, traci swoje własności sklejające. Ażeby zapobiec niemiłym skutkom większej grubości warstwy mazi, przeprowadzano próby mieszania jej z miąkką mączką kamienną; w tych warunkach bowiem i grubsza warstwa mazi spaja należycie pojedyncze elementy. Jednakże ilość tej mączki musi być starannie dobierana, by na jej korzyść nie została straconą

*Polimerizacja: jest to robienie mazi na celny, ale  
ciężka o tym samym swadzie chemicznym maź,  
mieć formę swad molekularny  
A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.*



cała własność kleistości mazi, któraby przy pewnym nadmiarze nie miała już siły wiązać należycie kamień.

Z tą sprawą idzie do pewnego stopnia równolegle sprawa posiadania przez maź większej lub mniejszej ilości wolnego węgla. Węgiel ten właściwie nie jest sam w sobie szkodliwy, ale nadmiar jego zużywa w rezultacie kleistość mazi i wywołuje efekt jej kruchości w nawierzchni. *MAX 5 - 11% 4 8 góra!*

Z tego też powodu przepisy, zajmują się również ilością dopuszczalnego wolnego węgla, której przekraczać nie wolno.

Powyżej podane momenty wskazują, iż jeszcze dalecy jesteśmy, od dokładnego poznania tych wszystkich czynników, które o dobroci mazi do celów drogowych decydują. Pochodzi to stąd, iż sam materiał został przez praktykę zastosowany znacznie wcześniej, niżli było to wskazane przez odnośne badania, które dopiero później się rozpoczęły. Z drugiej strony występują tu przy badaniach również bardzo poważne trudności wynikające z olbrzymiej różnorodności badanego materiału oraz z wielkiej ilości momentów odgrywających tu często bardzo ważną rolę.

Maź posiada dla naszych stosunków klimatycznych jedną bardzo dotkliwą wadę, mianowicie nie może być użyta na materiale kamiennym wilgotnym, względnie w mokrej porze, albowiem ztraca wtedy własności kleistości. Jest to wada bardzo wielka, jeśli uwzględnimy znaczną ilość dni wilgotnych w sezonie budowlanym, dalej okoliczność, iż deszcz może chwycić robotę w czasie jej wykonywania, psując późniejszy rezultat.

Jak wiadomo maź nie jest w wodzie rozpuszczalna, jednakże w drodze chemicznej lub mechanicznej istnieje możliwość wyprodukowania t. zw. zawiesin lub emulsji maziowych, które w istocie są mieszaniną mazi z wodą, przyczem drobne cząsteczki mazi są dookoła wodą otoczone. Pod wpływem powietrza z zawiesin takich oddziela się woda zaś maź pozostaje na drodze, oddając te same usługi, o jakich mowa była poprzednio. Od dobrej emulsji żąda się zwyczajnie dwóch własności po części sprzecznych ze sobą, mianowicie, by nie rozkładała się na maź i wodę w czasie przesyłki i magazynowania oraz, by rozlana na jezdni możliwie szybko wydzielala wodę oraz t. zw. emulgator t. j. materiał przy pomocy którego wyprodukowano zawiesiny w sposób chemiczny.

Emulsji maziowych istnieje obecnie w handlu bardzo wiele typów o najrozmaitszych nazwach. Są one zwyczajnie chronione patentami. I tak istnieje np. emulsja zwana „kiton“, która zawiera 50% mazi drogowej, 10% smoły ponaftowej, 10% iłu

jako emulgatora oraz 30% wody i znajduje się w handlu w postaci pasty, którą zarabia się z wodą w stosunku 1:1½—1:5. Po rozlaniu, woda wydziela się z niej dość szybko. Inną emulsją jest „magnon“ wyrabiany w dwóch odmianach, jako „magnon J“ zawierający normalną maź drogową, oraz „magnon O“ zawierający maź z dodatkiem ropy naftowej. Dalej istnieją preparaty pod nazwą „makadol“, „terrol“, „vialit“ i t. p.

B) Maziowanie powierzchniowe *nie przeszedł do t*

Prototypem maziowania powierzchniowego było skrapianie nawierzchni drogowej olejami dla celów wiązania pyłu drogowego. Wkrótce jednakże okazało się, że oprócz wiązania pyłu następuje tu również wzmocnienie nawierzchni tłuczniowej, tak w odniesieniu do niszczącego działania ruchu, jakoteż odnośnie do wpływów atmosferycznych. Z tego powodu maziowanie powierzchniowe traktowane jest obecnie jako osobny typ nawierzchni.

Nawierzchnia tłuczniowa, która ma być poddana maziowaniu powierzchniowemu musi być:

- 1) wykonaną z doskonałego materiału,
- 2) musi posiadać bezwzględną stałość a więc być dostatecznie mocną i zawsze z fundamentem kamiennym,
- 3) powinna być równą, mieć dobrze wykształcony profil poprzeczny i nie posiadać żadnych wgłębień, dziur lub kolein.

Co do gatunku kamienia użytego do warstwy wierzchniej, narazonej bezpośrednio na ruch, powinny być użyte pierwszorzędne co do twardości gatunki jak bazalt, granit, porfir i t. p. oraz twardy wapień, który pod względem przyczepności do mazi okazał się jednym z najlepszych materiałów. Przy użyciu granitu konieczną jest pewna ostrożność z tego powodu, że przy kruchych gatunkach następuje odpryskiwanie pojedynczych ziarn a co zatem idzie niszczenie spoiwości maziowanej nawierzchni. Należy zatem wybierać tylko materiały twarde, wgłębne, przy których odpryskiwanie takie nie istnieje.

Również nadają się do tego celu ciężkie, wytrzymałe na wpływy atmosferyczne gatunki żużli wysokopieczonych. Co do kształtu ziarn kamieni, jakie mają tu być użyte, wielką wagę położyć należy na zwartość zbliżoną do kostki a w każdym razie wykluczyć z budowy elementy płytowe lub muszlowe. Z tego powodu najlepszym materiałem będzie tutaj tłuczeń ręczny, z maszynowych zaś ten, który będzie produktem łamaków obrotowych a dopiero jako ostatni materiał otrzymany z łamaków szczękowych.

W praktyce zachodzi bardzo często wypadek, iż istniejące już poprzednio nawierzchnie tłuczniowe poddaje się maziowaniu po-

wierzchniowemu. W tych wypadkach konieczną jest należyta poprawa nawierzchni i to, o ile jezdnia jest dosyć zniszczoną, przez jej przeoranie, przeczyszczenie urobu, dodanie odpowiedniej ilości świeżego materiału i wykonanie w sposób już poprzednio opisany nowej nawierzchni; w wypadku zaś tylko lokalnych, niewielkich zniszczeń w postaci zagłębień, przez wypełnianie ich tłucznem lub miałem wymaziowanym i doskonale ubicie. Użycie piasku do wałowania należy ograniczyć do możliwego minimum.

O ile nawierzchnia została nowo wykonaną, względnie w całości na nowo naprawioną, należy ją przed maziowaniem oddać na pewien czas do ruchu, albowiem świeża nawierzchnia jest do pewnego stopnia pulchną, posiada dość znaczną ilość miejsc pustych, zaś pod wpływem ruchu tężeje i zacieśnia się. Znaczna ilość miejsc pustych doprowadza w rezultacie do zużycia bardzo znacznych ilości cennego produktu jakim jest maź, bez istotnej korzyści, a nawet ze stratą dla nawierzchni.

Jak już poprzednio powiedziano maź nie znosi wilgotnego materiału i na jej własności sklejaną w tym wypadku liczyć nie można. Z tego powodu nawierzchnia, która ma się poddać maziowaniu musi być bezwzględnie suchą co najmniej na tę głębokość, do jakiej przypuszczalnie maź się dostaje a więc na 2—3 cm. Oprócz tego wynika konieczność stosowania maziowania w porze cieplej i suchej, co jak już poprzednio podniesiono, jest pewną ujemną stroną tego typu.

Zauważyć przy tem należy, iż poddawanie maziowaniu przestrzeżeni nieprzewiewnych, gdzie dopływ słońca jest utrudniony, mokrych i t. p. jest z góry skazane na niepowodzenie, podobnie jak maziowanie wykonywane w czasie przymrozków.

Maziowanie powierzchniowe będzie wtedy udane, gdy maź dostanie się możliwie jak najgłębiej w nawierzchnię i otoczy poszczególne ziarna kamienia całkowicie. Z tego powodu warunkiem koniecznym jest dokładne oczyszczenie nawierzchni przed rozpoczęciem maziowania, które musi iść tak daleko, by pojedyncze kamyki na wierzchu widoczne były w formie mozaiki, bez zniszczenia jednak ich wzajemnej spójności. Czyszczenie odbywa się albo na sucho z pomocą szczotek stalowych lub też z piasawy, albo też na mokro. Czyszczenie na sucho wykonać można ręcznie lub maszynowo; w ostatnich czasach rozpoczęto używać do tego celu również ssaków mechanicznych, podobnych w konstrukcji do powszechnie znanych odkurzaczy pokojowych.

Czyszczenie na drodze mokrej może się odbywać zapomocą zle-

→ ilość maziowania  
naw. 1500  
~20%

wania jezdni wodą pod ciśnieniem; po wykonaniu tego rodzaju czyszczenia nawierzchnia musi być doskonale osuszoną.

Na oczyszczoną nawierzchnię przychodzi następnie maź a zużycie jej jest bardzo rozmaite. Pomijając nawet wspomniany poprzednio moment ewentualnego polewania mazią świeżo ukończonych jezdni (przy której wychodzi mazi za dużo), ilość mazi zużytej na 1 m<sup>2</sup> jest zależną od tego, czy maziowanie wykonuje się po raz pierwszy na danej drodze, czy też jest to już maziowanie następne. W pierwszym wypadku, wydatek mazi jest większy i waha się pomiędzy 1,5—(2,0) kg/m<sup>2</sup>, przy następnych, gdy nawierzchnia w spodzie jest już poprzednio nasyconą spada on do 0,7—(1,0) kg/m<sup>2</sup>.

Zaleca się przy tem wielką ostrożność w dozowaniu ilości mazi z tego powodu, iż wszelki jej nadmiar jest szkodliwy, z jednej strony bowiem nie przyczynia się on zupełnie do wzmocnienia kleistości materiału, z drugiej zaś zanieczyszcza drogę i czyni ją niepotrzebnie tłustą i brudną.

Do celów maziowania powierzchniowego nadaje się maź lżejsza o cechach podanych dla mazi Nr. 1.

Sprawa użycia odpowiedniej mazi jest jednak zależną od najrozmaitszych warunków, przyczem np. wpływ swój wywrze pora w jakiej maziowanie się wykonuje. W czasie chłodniejszym dobre usługi odda maź o zawartości 50% smoły i 50% olejów, podczas gdy w porze gorącej nada się do użycia maź o zawartości 75% smoły i 25% olejów. Również dobre rezultaty otrzymano przez dodatek do mazi asfaltów (maź stabilizowana).

Maź nanosi się na nawierzchnię w stanie ogrzanym, celem lepszej przesiąkliwości do wnętrza, przyczem jako najodpowiedniejszą temperaturę mazi należy uznać 120 — 150° C. Ogrzanie mazi odbywa się w kotłach przenośnych rozmaitej konstrukcji od niewielkich, ciągnionych ręcznie, do bardzo skomplikowanych, osadzonych na samochodach.

Przy pracy ręcznej używa się kociołków o pojemności 250 do 500 l. zaopatrzonych zawsze w termometr celem kontroli, by temperatura gotowania nie przekraczała wskazanych poprzednio granic. Maź wylewa się bądź to do konewek o pojemności około 12 l. a niemi na drogę, bądź też domontowuje się do kociołka urządzenia, umożliwiające bezpośrednie wylanie cieczy na drogę albo pod własnym, albo też pod sztucznym ciśnieniem. Przelewanie mazi do konewki oziębia ją, co jest rzeczą niepożądaną.

Godzinna wydajność takiego prymitywnego kociołka wynosi

150—300 m<sup>2</sup>. W razie wykonywania maziowania w większych rozmiarach, używa się do tego celu kotłów cysternowych osadzonych na wozach konnych, z pojemnością około 1500 l, lub też automobilowych, o pojemności 3000—4000 l pracujących pod ciśnieniem, których wydajność pracy dochodzi do 5.000 m<sup>2</sup> na godzinę. Po wylaniu mazi na nawierzchnię, rozciera się ją zapomocą szczotek, co często przy skrapianiu pod ciśnieniem jest zbyt ciężkie, następnie zaś, gdy maza już wsiąkła, przysypuje się jezdnię czystym, suchym miałem kamiennym w takiej warstwie, by na 100 m<sup>2</sup> spotrzebować około 0,60 — 0,75 m<sup>3</sup> miału. W ostateczności pewne, jakkolwiek nie równoważące zastępstwo miału stanowi może gruby piasek. Baczna uwagę należy zwrócić na to, by ani miaz ani też piasek nie posiadał przymieszek glinowych. Rozsypywanie miału skutecznia się przeważnie ręcznie, jakkolwiek już dzisiaj i do tego celu służą osobne urządzenia mechaniczne.

Po skutecznym przysypaniu nawierzchnia może być już do ruchu oddana; by jednak deszcz zbyt łatwo nie spłukał miału, polecenia godnym jest przewalowanie przestrzeni maziowanej lekkim wałem motorowym o wadze 3000—5000 kg.

Maziowanie powierzchniowe musi być w miarę warunków ruchu ponawiane mniej więcej w okresach rocznych. O ile dobrze wykonane maziowanie nie wytrzymuje jednego roku i w tym okresie wymaga już odnowy jest to dowodem, iż w danych warunkach ten typ nawierzchni już nie wystarcza i że trzeba się oglądać za czemś trwalszem.

Wyjątkowo tylko może się okazać w pierwszym roku potrzeba powtórnego maziowania. Spotrzebowuje ono zwykle od 0,70 do 1,00 l/m<sup>2</sup>. Przy wykonaniu jego obowiązują te same zasady, co przy maziowaniu pierwiastkowym, a więc naprawa jezdni i oczyszczenie, przyczem jednak użytą już być może maza gęściejsza odpowiadająca konsystencji i składowi mazi Nr. 2.

### C) Maziowanie wgłębne.

Maziowanie wgłębne stosowane bywa tam, gdzie już nie wystarcza powierzchniowe, a więc gdy ruch przekracza około 800 tonn dziennie na jeden tor.

Maziowanie to odnosić się już będzie z reguły do budowy nowej nawierzchni względnie przebudowy starej w tem znaczeniu, iż ze starej pozostanie tylko pokład dolny, natomiast pokład górny będzie w całości na nowo wykonany.

Polega ono na tem, iż na należycie uwałowanym pokładzie dolnym wysypuje się 10—12 cm grubą warstwę pokładu wierzchnie-

go z kamienia pierwszej jakości, którą następnie przewalowuje się wałem ciężkim 15—20 tonn o ile możliwości bez dodatku wody. Szczególnego omówienia wymaga tutaj sprawa grubości ziarn tłucznia.

Istotnem lepiszczem spajającym poszczególne kamienie między sobą oraz wypełniającem miejsca puste ma być tutaj maź. Z jednej strony obowiązuje zasada, by mazi tej nie było za wiele, gdyż zbytek mazi jest raczej szkodliwy i czyni nawierzchnię zbyt ruchliwą, z drugiej zaś nadmierne ilości mazi wprowadzone w nawierzchnię powodują znaczne podniesienie kosztów wykonania. Z powyższych powodów materiał tłuczniowy powinien być tak dobrany, by już przy wolnem, luźnem usypaniu wykazywał możliwie małą ilość miejsc pustych, które jeszcze zmniejszą się wskutek forsownego wałowania.

Normy pod tym względem są dosyć rozmaite; tak np. przepisy angielskie zalecają dobór tłucznia tego rodzaju by 60% posiadało ziarno 6,5 cm, 35% ziarno o średnicy 6,5—3,3 cm, zaś 5% miał o grubości 1—2 cm. W Saksonji otrzymano dobre rezultaty przy następującem ustosunkowaniu ziarn:

62% tłucznia	4—6	cm średnicy
15% „	2,5—4	cm „
12% „	0,5—2,5	cm „
11%	grysiku i piasku.	

Z punktu widzenia minimum miejsc pustych wydają się powyższe normy bardziej odpowiednie, niżli angielskie.

Po skutecznionem przewalowaniu, które poprzednio podaną warstwę zredukuje do 8—9 cm można w wypadku, gdy do wałowania nie była użyta woda, rozpocząć natychmiast maziowanie; przy użyciu wody do wałowania (tylko w minimalnych ilościach) należy przeczekać i maziowanie rozpoczynać dopiero po należytem wyschnięciu nawierzchni.

Maziowanie rozpocząć można tylko w okresie suchym i ciepłym mazią ogrzaną do 120—150° C o składzie odpowiadającym typowi Nr. 2, przyczem maź wsiąka dość intensywnie w głąb nawierzchni tak, iż liczyć się należy z wydatkiem mazi na 1 m<sup>2</sup> i 1 cm grubości nawierzchni około 1,5 l. Daje to około 10—12 l/m<sup>2</sup> w zależności od grubości. Samo rozlewanie mazi odbywa się analogicznie jak przy maziowaniu powierzchniowem tylko, że z powodu znaczniejszych ilości mazi, należy dla ochrony przed spływem jej wykonać przy poboczach niskie wałki ziemne wstrzymujące maź na nawierzchni.

Dobre rezultaty otrzymuje się przy mechanicznem zlewaniu nawierzchni pod ciśnieniem. Przy użyciu tego typu zlewania na-

leży uważać na opróżnianie się zbiornika z mazią, by przy końcu nie otrzymywać za mały wydatek mazi w stosunku do skrapianej powierzchni.

Na przepojoną mazią nawierzchnię wysypuje się 1,5—2 cm grubą warstewkę gruzu o średnicy 5—12 mm, którą przewalówuje się na sucho wałem 10-tonowym i ponownie maziuje się mazią gęstsza tak, iż wydatek drugiego maziowania wynosi około 2 kg/m<sup>2</sup>. Następnie raz jeszcze posypuje się cieniutką warstwą grysiku, mniej więcej 0,50—0,60 m<sup>3</sup> na 100 m<sup>2</sup> powierzchni, przewalówuje się ponownie i nawierzchnia może być już w parę dni później oddana do ruchu. Pożądanem jest w jakiś czas po oddaniu do ruchu przeprowadzić jeszcze maziowanie powierzchniowe.

Maziowanie wgłębne daje nawierzchnię bardzo mocną, wytrzymałą silne natężenie ruchu, posiada jednak zasadniczą wadę, tkwiącą w tem, iż wymaga koniecznie do swego wykonania idealnie ciepłej i suchej pory, o którą u nas w sezonie budowlanym jest na dłuższy przeciąg czasu zwyczajnie dość trudno.

W ostatnich czasach użycie jej zmniejsza się coraz więcej z uwagi, iż otrzymała konkurenta bezsprzecznie silniejszego w betonie maziowym. Używa się jej jeszcze tam, gdzie przerwy wywołane porą mokrą nie są dotkliwie dla ruchu, lub też gdzie można w czasie budowy skierować ruch na drogę objazdową.

#### D) Beton maziowy.

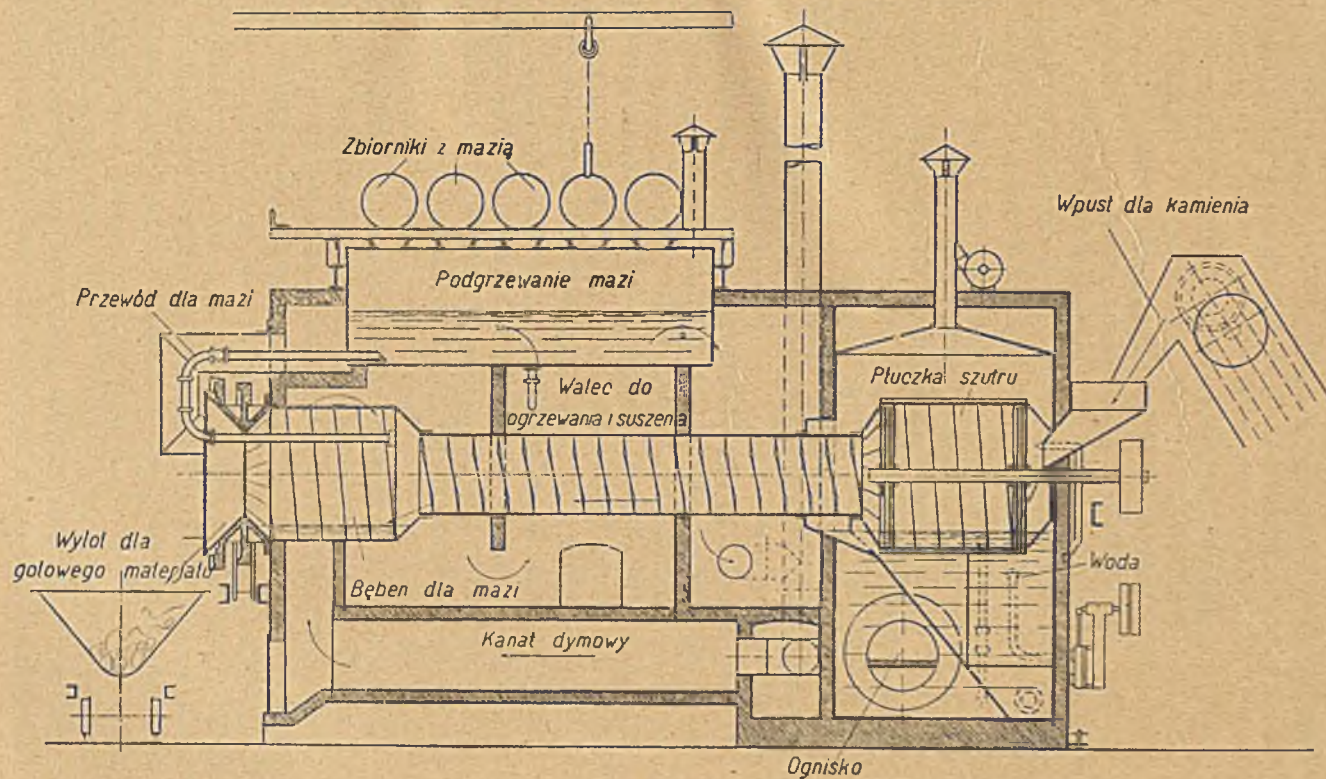
Jedną z najlepszych ale też i najdroższych nawierzchni maziowych jest beton maziowy zwany także termakadamedem.

Istota jego wykonania polega na otoczeniu poszczególnych elementów tłuczniowych mazią jeszcze przed ułożeniem materiału w nawierzchni a następnie intensywnem wałowaniu.

W praktyce istnieje cały szereg sposobów wykonania tego typu noszących najrozmaitsze nazwy i chronionych często patentami; zasadniczo jednak podzielić można wszystkie sposoby na dwie charakterystyczne grupy: pracy na gorąco i na zimno. Różnią się one tem, że w pierwszym wypadku materiał kamienny наносzony jest w nawierzchnię w stanie ogrzanym, gdy maż stanowi na nim jeszcze ciepłą i wilgotną warstewkę, w drugim, materiał przerobiony z mazią przechowywany jest przez czas dłuższy na składach, a użycie jego w nawierzchni odbywa się w stanie zimnym.

Specjalnych różnic co do przygotowania samego materiału przy obu sposobach właściwie niema, z tym jednak wyjątkiem, że urządzenia maszynowe w pierwszym wypadku są przenośne, w drugim zaś zwyczajnie stałe.

# Stałe urządzenie do maziowania łucznicia



Rys. 172



Maziowanie materiału kamiennego odbywa się z reguły maszynowo, przyczem urządzeń tych istnieje bardzo wiele typów, gdyż w każdym prawie kraju rozwinęły się specjalne konstrukcje. Jakkolwiek szczegóły konstrukcji tych maszyn są bardzo rozmaite, to jednakże składają się one wszystkie zasadniczo z dwóch części, pierwszej służącej do osuszenia, odpylenia i ogrzania kamienia i drugiej do jego maziowania. Wymieniony pierwszy zabieg uskuteczniany jest w bębnach obrotowych, do których z jednej strony wsypuje się materiał tłuczniowy, który w tym bębnie jest za pomocą ekshaustorów odkurzany i ocieplany, a za pomocą śrubowego przenośnika, przenoszony jest mechanicznie do drugiej części, w której następuje jego maziowanie.

Należyte wymaziowanie tłucznia polega na powleczeniu możliwie cienką warstewką mazi powierzchni każdego elementu; ponieważ jak wiemy, wszelki nadmiar mazi może oddziaływać tylko szkodliwie, przeto przez próby należy ustalić jaka ilość mazi jest nieodzownie potrzebna, by nastąpiło dokładne omaziowanie bez szkodliwego nadmiaru. Zwyczajnie na 1 t. tłucznia wychodzi 40—50 l mazi; ilość ta zatem jest automatycznie wpuszczaną do wspomnianej drugiej części urządzenia, która również znajduje się w ruchu obrotowym i w której następuje dokładne wymieszanie mazi z tłuczniem. Okres czasu potrzebny do dokładnego wymieszania powinien być również próbami ustalony i dla danego urządzenia i jednych i tychsamych materiałów winien zawsze obowiązywać. Zresztą istnieją urządzenia, które pozwalają na automatyczne opróżnienie mieszarki po upływie wspomnianego czasu. Dodać przy tem należy, iż wpuszczona do mieszarki maź jest również podgrzana do temperatury 120 — 130° C.

Cała manipulacja odbywać się musi przy ścisłym zachowaniu pewnej maksymalnej temperatury, przekroczenie której spowodować może przepalenie się mazi i utratę wskutek tego tych części składowych, które stanowią o jej kleistości.

Przy pracy na gorąco wymieniony materiał jest natychmiast układany w nawierzchni, wyrównywany do szablonu i wałowany.

Podobnie, jak na to zwrócono już uwagę przy maziowaniu wgłębnem, tak i tutaj koniecznym jest dobór materiału kamiennego w odniesieniu do wielkości ziarn wedle zasady najmniejszej próżni. Pod tym względem różnią się między sobą najrozmaitsze używane tu sposoby, przyczem różnice wykonania polegają również na tem, iż materiał albo jest rozłożony w jednej, jednostajnie co do różnorodności ziarn uformowanej warstwie albo

też warstw tych jest dwie lub trzy, przy użyciu dla każdej odmiennego uziarnowania.

Poniżej podaje się przykładowo wykonanie na gorąco nawierzchni systemem „Bitarmac“.

Nawierzchnia tego systemu wykonywana jest z 3 warstw.

Na warstwę dolną używa się tłucznia o składzie 3 części ziarn 3—5 cm średnicy oraz 2 części ziarn 1—3 cm średnicy, który to materiał przegrzewa się z mazią do temperatury 120—130° C w mieszarkach przez 10 minut. Dodatek mazi, składającej się z 60% smoły i 40% oleju antracenowego, wynosi 80 kg na 1 m<sup>3</sup> tłucznia. Mieszanie ta rozprawdza się w nawierzchni w grubości 5 cm.

Na powyższą warstwę przychodzi druga, środkowa o grubości około 1 cm, której materiał kamienny składa się z 3 części tłucznia o ziarnach 1—3 cm oraz 2 części mialu o średnicy 0—0,5 cm, zaś dodatek mazi wynosi 100 kg/m<sup>3</sup>. Również i tę mieszaninę przegrzewa się do temperatury 120—130° C, a czas mieszania również 10 minut.

Po ułożeniu tych dwóch warstw, pozostawia się je przez parę dni w spokoju, poczem następuje zawałowanie wałem parowym 12 t., przyczem doprowadza się do zmniejszenia poprzedniej grubości 6 cm do 4 cm.

Materiałem kamiennym trzeciej warstwy są 4 części piasku hałdowego, 2 części ostrego piasku kwarcowego oraz 1/2 części mączki wapiennej, dodatek zaś mazi wynosi 150 kg/m<sup>3</sup>. Lepiszczce składa się z 75% mazi takiej samej jak poprzednio oraz 25% meksykańskiego asfaltu o punkcie rozplynniania 50—60° C. Mieszanie, ogrzana do temperatury 130—140° C zostaje w gorącym stanie umieszczona na wspomnianej, uwałowanej drugiej warstwie, w grubości około 2,5 cm i warstewkę tę przewalowuje się natychmiast ogrzewanym od wnętrza wałkiem ręcznym 250 kg ciężaru. Po przewalowaniu grubość całej nawierzchni wynosi 6 cm.

Jest to jeden, z bardzo znacznego szeregu, sposób wykonania; prosto każda firma poważniejsza, pracująca w tym dziale, wyrabia sobie na podstawie długoletniego doświadczenia swój własny typ budowy. Różnice będą się odnosiły przeważnie do ustosunkowania wielkości ziarn i większego lub mniejszego wydatku mazi, o różnym składzie.

Maziowanie na zimno jest również reprezentowane przez szereg systemów, odróżniających się doбором ziarn tłucznia oraz ilością wykonywanych warstw; wspólną ich cechą jest

to, iż wymaziowana mieszanina kamienna nie jest natychmiast, jak to ma miejsce przy pracy na gorąco, użytą do nawierzchni, lecz idzie na skład, gdzie spoczywa przez dłuższy czas.

Typ ten pozwala na bardziej ekonomiczne zużycie maszyn, albowiem ruch ich nie jest złączony ściśle z budową drogi, która przy pracy na gorąco musi być często przerywaną wskutek nieodpowiedniej mokrej pory.

Nadto rezultatem leżenia materiału na składzie jest wskutek szeregu procesów chemicznych, pewne używiczenie, doprowadzające do lepszego wzajemnego wiązania się. Doświadczenie okazało, iż praca przy betonie maziowym na zimno, może być bez szkody dla roboty wykonaną również w czasie dżdżystym, a tylko wałowanie drobniejszych warstw powinno być uskuteczniane po należytem wyschnięciu materiału.

Ojcem roboty na zimno jest szwajcarski drogomistrz Aeberli *Mazka* w Zurychu, który pierwszy typ ten zastosował. Wedle jego metody ogrzany materiał kamienny miesza się z zimną mazią surową. Następnie wymieszany materiał składa się w hałdy, które przykrywa się szczelnie na okres 3—6 tygodni 20 cm grubą warstwą piasku. Po upływie wspomnianego czasu magazynowania, nanosi się materiał na podłoże w grubości około 10 cm, wałuje, a wreszcie maziuje powierzchniu. Do maziowania przy tym typie należy używać mazi o małej zawartości olei lekkich a znacznej ilości smoły. Pierwsze próby Aeberlego nie bardzo się udały, wskutek pominięcia przez niego koniecznego uziarnowania tłuczni, przy następnych, gdzie już zachowano pod tym względem dostateczną ostrożność, rezultaty były znacznie lepsze.

Beton maziowy znajduje obecnie szerokie zastosowanie w Anglii, gdzie też wydano bardzo szczegółowe przepisy odnoszące się do tego typu nawierzchni. I tak droga, która ma otrzymać beton maziowy musi posiadać doskonale podłoże. Grubość warstwy betonu maziowego musi być odpowiednią do ruchu i w stanie gotowym, zawałowanym, nie może być mniejszą niżli 3" (7,5 cm). Przy grubości większej niżli 3" należy nawierzchnię wykonać w 2 warstwach.

Jeżeli teren jest z natury wytrzymały a wskutek działania wód opadowych nie rozmiękcza się zbyt, natenczas całkowita grubość nawierzchni łącznie z fundamentem powinna być nie mniejsza jak 6" (15 cm). W wypadkach, gdy teren jest tak wytrzymały, że można na nim bez obawy układać istotną nawierzchnię, może być jej grubość zmniejszona do 4" (10 cm). Jeżeli teren

jest gliniasty albo mało wytrzymały, powinna sumaryczna grubość nawierzchni wynosić nie mniej jak 11" (28 cm).

Nawierzchnia powinna otrzymać spadek poprzeczny około 1 : 32 (~ 3%). Jeżeli stara jezdnia nie wykazuje w koronie drogi dostatecznej grubości, aby umożliwić zastosowanie tego spadku przy zachowaniu powyżej wymienionych grubości, należy pozostawić ją nienaruszoną a o tyle powiększyć grubość nowej nawierzchni z betonu maziowego. Gdy jednak stara jezdnia jest dostatecznie gruba dla tego celu, to spadek poprzeczny może być wyrobiony przez częściowe zerwanie na powierzchni, tak jednak, by materiał w ten sposób uzyskany, zużyty był do wzmocnienia partji bocznych. Materiał przeorany powinien być oczyszczony, a wszystkie elementy o wielkości ziarn mniejszej niżli  $\frac{1}{2}$ " (1,3 cm) odrzucone.

Materiał kamienny nowego betonu maziowego musi się składać z tłuczni z doskonałych kamieni naturalnych albo żużli wysokopieczowych o doskonałych właściwościach i musi zawierać: 60% ziarna 2" (5 cm), 30% o ziarnie  $1\frac{1}{2}$ " (3,8 cm) i 10% o ziarnie od  $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{2}$ " (1,9—1,3 cm). Elementy ostatniego typu powinny być użyte w czasie wałowania do wypełnienia przestrzeni pustych. Przy wykonaniu nawierzchni dwuwarstwowej, musi się warstwa dolna składać z kamieni o ziarnie 2" (5 cm), górna z kamieni o ziarnie  $1\frac{1}{2}$ " (3,8 cm). Mający się użyć do budowy kamień musi być przed maziowaniem doskonale osuszony. Do wykonywania betonu maziowego musi być użyta maź, odpowiadająca przepisom wydanym dla mazi Nr. 2. Maź powinna być ogrzana w kotle, mającym urządzenie do zapobiegania przegrzaniu. Przegrzanie jest do nieuniknięcia, gdy maź wykazuje choćby małą zawartość wody. Pożądana temperatura ogrzania powinna się wahać w granicach 260—280° F (124—138° C).

Do maziowania 1 t. kamienia należy używać w przybliżeniu 9—12 galonów (41—54 l) mazi w zależności od wymiarów kamienia, rodzaju mieszania i innych warunków.

Po ułożeniu betonu maziowego na podłożu i wyrównaniu go, musi on być wywałowany do równej powierzchni. Należy jednak unikać zbyt silnego wałowania. Wałowanie powinno być wykonywane w mniejszym stopniu, niżli to ma miejsce przy zwykłej nawierzchni tłuczniowej. W przeważnej ilości wypadków najodpowiedniejszym będzie tu wał 10-tonowy. Mogą być jednak osiągnięte dobre rezultaty, przy rozpoczęciu wałowania wałem 8 t. a ukończeniu wałem 10 t. Ażeby osiągnąć przy betonie maziowym jak najlepsze rezultaty, jest wskazanem powierzchnię, po

kilkutygodniowem oddaniu drogi do ruchu, jeszcze raz wymazować. Do tego maziowania należy zużyć co najmniej 1 galon mazi na 6 jardów kwadratowych powierzchni (4,5 l na 5 m<sup>2</sup>). Użyta maź ma odpowiadać przepisom dla mazi Nr. 2. Naniesioną być winna na drogę przy temperaturze 270° F (132° C). Do przykrycia jezdni należy używać miazła kamiennego lub grubego piasku, którego ziarna przechodzą przez sito o wielkości oczek 1/4" (6 mm).

Oprócz powyżej opisanych sposobów wykonania betonu maziowego, znajduje również zastosowanie typ t. zw. przykrycia kobiercowego polegający na tem, iż na starych nawierzchniach tłuczniowych względnie brukowych, po naprawieniu ich przez nadanie odpowiedniego przekroju, uwałowuje się cienką warstwą betonu maziowego 2—3 cm grubą, z mieszaniny miazła kamiennego i mazi o rozmaitych stosunkach, która to warstwa chroni istotną nawierzchnię od bezpośredniego zetknięcia się z ruchem i zużycia. Przed wykonaniem przykrycia kobiercowego, należy starą jezdnię wymazować, by umożliwić złączenie się przykrycia z całością nawierzchni.

E) Nawierzchnia komdrobitowa. *Comprimowane*

Odmiernym typem od poprzednio opisanych jest nawierzchnia komdrobitowa zwana także asfaltem esseńskim a będąca wynalazkiem Dr. Dammanna.

Odrzuć zaznaczyć należy, iż użycie dla tej nawierzchni nazwy asfaltu, spowodować może pewne błędne pojęcie, albowiem z asfaltem nie ma ona właściwie nic wspólnego. Zasadnicze różnice pomiędzy dotychczas opisanymi typami a tą nawierzchnią polegają na tem, iż musi tu być użyta znacznie rzadsza maź, następnie w znacznie mniejszych ilościach, a całość mieszaniny poddaną dłuższemu, dokładniejszemu przemieszaniu.

Opisując tę nawierzchnię podzielić trzeba przedmiot na 2 części, pierwszą odnoszącą się do wyrobu samego materiału i drugą obejmującą wykonanie nawierzchni.

Składnikami z jakich powstaje komdrobit jest materiał mineralny oraz maź. Jako składnik mineralny używaną jest szlaka wysokopieczowa, wapień, bazalt; w Polsce używa się do tego celu z bardzo dobrym skutkiem dolomitu.

Co do żuźla wysokopieczowego, to musi on być średnio-porowaty, wytrzymały na wpływy atmosferyczne i posiadać co najmniej 25% zawartości wapna. Wapień powinien być zbity i twardy, zaś bazalt nie powinien wykazywać objawów łuszczenia się.

Użyty do przeróbki materiał kamienny podlega poprzednio

zmieleniu, przyczem niezmiernie ważną jest dobroć zmielenia. Obecnie nie dopuszcza się ziarn większych jak 2 mm. Myśl przewodnia użycia drobnego materiału tkwi w tem, że im delikatniej materiał został zmielony, tem mniejsze zachodzi niebezpieczeństwo ewentualnego miażdżenia się pojedynczych cząstek w ułożonej nawierzchni pod wpływem przejeżdżających ciężarów.

Ziarno jednakże nie powinno być o jednakowej średnicy. Podana data odnosi się do największych wymiarów; natomiast pożądaną jest różnorodność ziarn w granicach zasady najmniejszej próżni. W mieszaniu powinien się znajdować pył mineralny, gdyż warunkuje on należyłą zbitość wykonanej nawierzchni; dodatek jego zależy od gatunku kamienia, od rodzaju użytych mieszarek i waha się w granicach 10—20% całej masy. Ponieważ wiele zależy na tem, by raz ustalony stosunek pojedynczych ziarn został stale dochowany, przeto zmielony materiał przepuszcza się przez sita, które ustalają dobroć zmielenia.

Ciężar gatunkowy rozluźnionego materiału powinien wynosić 1,5 — 1,6. Gdy ciężar ten wypada za niski a posiadane urządzenia nie dozwalają na zwiększenie dobroci zmielenia, należy dać stosowną ilość np. pyłu wapiennego.

Koniecznym warunkiem użycia miazgi kamiennej jest jej bezwzględna suchość. Z tego powodu dostarczony materiał kamienny, jeszcze przed zmieleniem, musi być sztucznie suszony.

Maź użyta przy tym typie jest destylowaną mazią koksową. Chemiczny skład poszczególnych mazi wydaje się być dla komdrobitu do pewnego stopnia obojętny, z wyjątkiem naturalnie zawartości wody; natomiast pewien stały procent zawartości wolnego węgla jest bardzo pożądanym. Oprócz tego wielką wagę należy poświęcić stosownej płynności mazi. Jeżeli bowiem użyta maź jest za rzadka, natenczas wykonywana w lecie nawierzchnia daje się stężyć tylko z wielką trudnością a oprócz tego zachodzi niebezpieczeństwo przy drogach o silnym lub jednokierunkowym ruchu, pewnych przesunięć w materiale. Odwrotnie, gdy maź jest za gęsta, natenczas pomijając już sprawę pewnych trudności wynikających z tego przy zimniejszej porze roku, może okazać się wykonana nawierzchnia przy silniejszym mrozie za kruchą i łamliwą. Robione są również próby dodania do mazi bitumów asfaltowych jak spramexu, bituroadu, flugsu i t. p.

Doświadczalnie ustalono, iż mazi powinno być około 5% ilości materiałów mineralnych. Cyfra ta może bez szkody wzrosnąć nieco przy dodatku bitumów asfaltowych, albowiem wykazują one większą przyczepność, co usuwa niebezpieczeństwo przesunięć.

Oba produkty, tak bitumiczny jak mineralny, muszą być przed zmieszaniem odpowiednio ogrzane. Ogrzanie to dochodzi przy użyciu mazi do  $60^{\circ}\text{C}$ , jest natomiast nieco większe przy dodatku bitumów asfaltowych, waha się bowiem pomiędzy  $70 - 100^{\circ}\text{C}$ . Czas mieszania jest w wysokiej zależności od mieszarek. Przy mieszarkach skrzydełkowych wynosi 10 minut, natomiast przy ugniotowych zmniejsza się do 8 a nawet 6 minut.

Wydobyta z mieszarki masa posiada kolor zupełnie ciemny i daje się doskonale ugniatać nawet w ręce. Przy ładowaniu na wagony jak również wyładowaniu z wagonów należy ile możliwości unikać przerzucania na dalszą odległość z tych samych powodów, jakie są miarodajne przy transporcie zarobionego betonu. Rozchodzi się bowiem o to, by konglomerat różnych ziarn rozłożony był w mieszaninie możliwie jednostajnie, czemu częste przerzucanie z większą siłą, stoi na przeszkodzie. Należy również starannie baczyć, by do gotowej już masy nie dostawały się żadne ciała obce, które będą szkodliwie oddziaływać na spoiwość nawierzchni.

Przechodząc do wykonania samej nawierzchni zaznaczyć należy, iż komdrobit daje się użyć w trojkiej formie: jako właściwa nawierzchnia maziowa, jako nawierzchnia tłuczniowo-maziowa i w formie powłoki kobiercowej.

1) Pierwsza forma, stanowiąca typ zasadniczy, wymaga, jak zresztą każda dobra nawierzchnia, starannego fundamentu. Fundamentem tym może być albo specjalnie ku temu celowi wykonana nawierzchnia żwirowa, albo też, co w praktyce częściej przychodzi, stara jezdnia tłuczniowa lub brukowana. W tym wypadku koniecznym jest jednakże staranne uformowanie fundamentu w żądanym spadku poprzecznym tak, by nie istniały żadne wgłębienia lub wyniosłości. Spadek poprzeczny nie powinien przekraczać 3%.

Niezmiernie ważną sprawą jest jednakże wykonanie bocznego obramienia w formie krawężników, które wytworzyć muszą sztuczne ramy, w których pomieści się istotna nawierzchnia. Krawężniki te, którymi mogą być jeden lub dwa rzędy kostek, powinny być tak ułożone, by nie występowały ponad późniejszy profil a odnośną wysokość łatwo wykombinować z dalszego opisu. Ta sama konieczność obramienia istnieje w kierunku poprzecznym do drogi w miejscach, gdzie stykać się ona będzie z nawierzchnią innego systemu.

Po wykonaniu fundamentu rozsypuje się równomiernie masę w żądanej grubości. Co do grubości tej pamiętać należy, że luźno rozsypany materiał po stężeniu traci połowę grubości. Ponie-

waż doświadczenia wykazały, że dla bardzo silnego ruchu pożądana jest grubość 4 — 4,5 cm gotowej nawierzchni, przeto w tym wypadku rozsypana warstwa powinna mieć grubości 8 — 9 cm. Dla słabszego ruchu wymagane jest skomprimowanie od 3,5 do 4 cm, dla chodników zaś 2 cm.

Ilość materiału potrzebnego do wykonania 1 m<sup>2</sup> nawierzchni przy normalnej grubości 4 — 4,5 cm wynosi 100 — 120 kg.

Po rozsypaniu następuje stężenie nawierzchni przez wałowanie, które odbywa się początkowo walcem ręcznym o wzrastającej w miarę postępu roboty wadze. Walek taki o średnicy około 1 m, szerokości płaszcza 40 — 50 cm posiada początkową wagę 200 kg, którą w trakcie roboty podwyższa się do 400 i 600 kg. Podobnie jak przy wszystkich wałowaniach, praca rozpoczyna się od poboczy ku środkowi. Po ukończeniu wałowania ręcznego należy puścić, celem lepszego stężenia, wał motorowy, przyczem pożądanę jest użycie początkowo wału lżejszego, przechodząc następnie z pomocą obciążników na typ cięższy. 6+ — 8+

Zwrócić w tem miejscu należy uwagę na konieczność specjalnego traktowania obrzeży oraz zetknięć nawierzchni z obiektami, w niej wbudowanymi, jak wloty kanałów i t. p. Partje te zwyczajnie nie dadzą się skomprimować ani walcem ręcznym ani motorowym, a ugniatanie tych miejsc następuje z pomocą dołbi oraz krótkich młotków. *czernych*

Po wykonaniu oddaje się natychmiast nawierzchnię do ruchu, przyczem przejeżdżające pojazdy wykonują dalszą pracę zagęszczania pokładu. W tym okresie konieczną jest pieczołowita opieka nad nawierzchnią, polegająca na tem, iż w pierwszym rzędzie należy ruch ciężkich pojazdów stosownie skierowywać, by nie używały ciągle tylko jednego toru, następnie pewne nierówności, które początkowo okazywać się mogą, winne być natychmiast z pomocą stosownego ubijania usuwane. <sup>1)</sup>Dobrze stężona nawierzchnia wykazuje zaledwie 3% miejsc pustych.

Celem należytego uszczelnienia jezdni następuje po jej wykonaniu, a jeszcze lepiej po pewnym czasie po oddaniu jej do ruchu, pociągnięcie nawierzchni jakąkolwiek emulsją asfaltową lub olejem. Do tego celu musi być nawierzchnia starannie oczyszczoną, a czas wybrany suchy, bezdeszczowy. Preparatami używanymi tu są: olej atracenowy, colas, bitumol, cowabit i t. p. Emulsji ma być niewiele, by nie rozmiękczała nawierzchni, około 0,1 do 0,2 kg/m<sup>2</sup>; rozlanie jej odbywa się w środku drogi, a zapomocą grac gumowych rozprowadza się ją po całej nawierzchni. W nowszych urządzeniach pracuje się skrapianiem pod ciśnieniem. Rów-

*Ważnym warunkiem jest mierzenie siły  
powłoka z nowo preparatem asfaltowym (Colas)  
przed użyciem skomprimowania. k. 111. 348*



niez dobre rezultaty otrzymuje się z użycia do tego celu spramexu lub taniego preparatu „magnon“. Konserwacja nawierzchni polega na wyrębaniu pękniętych lub uszkodzonych miejsc, uzupełnieniu nowym materiałem i ubiciu. Długość jej życia jeszcze nie ustalona. Najstarsze nawierzchnie wybudowane przed 12. laty trzymają się dotąd doskonale.

2) Drugim typem jest nawierzchnia tłuczniowo - komdrobitowa. Sposób jej wykonania dwójaki. Pierwszy nie różni się prawie zupełnie od wykonania zwykłej nawierzchni tłuczniowej, przyczem zachodzi tylko ta różnica, iż rolę piasku obejmuje tu komdrobit. Mianowicie po ułożeniu tłucznia rozsypuje się szerokokorutnie komdrobit, który następnie wmiata się silnie w puste miejsca pomiędzy poszczególnymi ziarnami kamienia tak, by je o ile możności starannie wypełnić.

Następuje wałowanie lekkim wałem motorowym, przyczem za wałem wmiata się ponownie niewgnięcioną jeszcze w szczeliny masę. Po tem następuje przewałowanie silniejsze, jednak nie do zupełnej sztywności, poczem rozlewa się ogrzaną maź o tym samym składzie jaka użyta była do wyrobu masy. Po rozlaniu rozsypuje się raz jeszcze komdrobit w cieniutkiej warstewce i dowałkuje ostatecznie najpierw lżejszym a później cięższym wałem. Wydatek komdrobitu wynosi około 60 kg/m<sup>2</sup>.

Drugi sposób polega na tem, że używa się drobnego tłucznia, który przed rozsypaniem przemieszany jest z komdrobitem w stosunku 3 : 2, następnie rozsypany i zawałowany. W tym wypadku pożądanę jest pociągnięcie powierzchni emulsją asfaltową, do czego doskonale nadaje się sprameks.

3) Trzeci typ, dla dróg o silniejszym ruchu mniej odpowiedni, stanowi wykonanie powłoki ochronnej. Polega on na tem, że na prawioną nawierzchnię tłuczniową lub brukową, pociąga się po dokładnem jej oczyszczeniu mazią lub sprameksem, zaś bezpośrednio po tem, układa się warstewkę komdrobitu 1—2 cm grubości, poczem stęża wálkiem ręcznym. Zachowane tu muszą być specjalne ostrożności, gdyż warstewka użyta w miejscach mokrych lub zupełnie stałych odskakuje od nawierzchni tłuczniowej.

## 54. Nawierzchnie asfaltowe.

### A) Materiał.

W budownictwie drogowem używamy dwa typy asfaltów, mianowicie: asfalt naturalny i sztuczny.

Asfalt naturalny występuje w dwóch postaciach, bądź to jako

materiał zupełnie samoistny, bądź też jako materiał wypełniająca pory kamieni rozmaitego gatunku.

Jako typowy przykład asfaltu naturalnego występującego w postaci samoistnej, wymienić należy asfalt wydobywany z jeziora na wyspie Trynidad, powstałego z krateru wygasłego wulkanu. Asfalt ten gromadzi się tam na dnie jeziora.

Co do powstawania asfaltu istnieją rozmaite hipotezy, najprawdopodobniej są one produktem ropy naftowej zmienionym przez utlenienie i polimeryzację w nową formę. <sup>1)</sup>

Asfalt trynidadzki nie występuje w formie czystej, lecz jest zmieszany z popiołem mineralnym oraz substancjami organicznymi. Skład jego mianowicie jest następujący:

bitумы rozpuszczalne w dwusiarczku węgla . . . . .	56,5%
zawartość mineralna . . . . .	38,5%
zawartość organiczna nierozpuszczalna . . . . .	5,0%

Zwrócić należy uwagę na znaczną zawartość części mineralnych występujących w postaci tak drobnego pyłu wulkanicznego, że przechodzi on nawet przez najdoskonalszą bibułę filtracyjną używaną w laboratorjach. Z punktu widzenia technicznego zawartości tego pyłu mineralnego przypisuje się bardzo dodatnie znaczenie z uwagi, iż wskutek tej zawartości asfalt jest więcej odporny na różnice temperatur.

Już przy omawianiu mazi zwrócono uwagę, iż materiały bitumiczne posiadają dla celów drogowych tem większą wartość, im szerszą jest skala odnosząca się do stanu ugniatanego. Otóż i pod tym względem, wskutek znacznej zawartości części mineralnych, wykazuje asfalt trynidadzki bardzo dobre rezultaty, znajdując się w stanie ugniatanym w granicach około 60° C.

Celem umożliwienia użycia asfaltu trynidadzkiego dla celów drogowych, koniecznym jest uczynienie go bardziej miękkim oraz nadanie mu wyższego stopnia przenikliwości. Miesza go się zatem z bitumem naftowym znanym pod nazwą „flux“u, który jest produktem po destylacji ropy meksykańskiej lub kalifornijskiej (o małej zawartości parafiny) przy podgrzaniu do temperatury 175° C i zmieszaniu z pomocą pomp powietrznych. Otrzymany w ten sposób produkt, noszący nazwę gudronu wykazuje następujący skład:

bitumów rozpuszczalnych w dwusiarczku węgla . . . . .	67,0%	uważa
składników mineralnych . . . . .	28,5%	zmales
składników organicznych . . . . .	4,5%	zmales
Ciężar gatunkowy przy 16° C — 1,27.		

Ponieważ badania laboratoryjne są dla praktyka drogowego

1) Polimerizacja: całego masyż celem, aby cięte o tym samym składzie chemicznym miały różny śred. molekularny.

utrudnione, istnieją pewne cechy badania powierzchniowego gudsonu. Cechami temi są, iż w wodzie w temperaturze 7—8° C gudson jest tak twardy, iż można go rozbijać młotem, zaś w rękach, w temperaturze normalnej daje się rozciągać w nitkę; zaś przy temperaturze 40—50° C staje się płynny.

Drugim typem asfaltu o samoistnej postaci jest t. zw. asfalt Bermudaz występujący u ujścia rzeki Guacano w zatoce Pavia w Wenezueli naprzeciw wyspy Trinidad. Asfalt ten w stanie surowym przed przeróbką wykazuje następujące zanieczyszczenia:

organicznych części nierozpuszczalnych . . . 0,62 — 6,45%  
 części mineralnych . . . . . 0,50 — 3,65%

Ciężar gatunkowy 1,005 — 1,075. Jest on bardzo miękki i jak z powyższych dat widać, zawiera w porównaniu z asfaltem trinidadzkim znacznie większą ilość czystego asfaltu.

Drugą formą występowania asfaltów naturalnych jest t. zw. asfalt ubijany. Istnieją mianowicie złoża mineralne, przeważnie wapienne, które przepojone są asfaltem. W Ameryce występuje ta forma dość rzadko i niema tam większego znaczenia, natomiast obfitą w nie jest Europa.

Poniżej podaje się skład poszczególnych typów tego asfaltu w Europie, nadmienając, że odnosi się on tylko do najbardziej znanych miejsc z uwagą, że i u nas na Podkarpaciu forma ta występuje, nie została jednakże dostatecznie dokładnie zbadaną.

SKŁADNIKI	<i>Val de Travers</i> Szwajcaria Neuchatel	<i>Seyssel</i> Francja Pyrimont	<i>Lobsann</i> Francja Alzacja	<i>Raguza</i> Włochy Sycylja	<i>Limmer</i> Niemcy Hannover	<i>Vorwohle</i> Niemcy Brunswik
Asfalt	10,15	8,15	12,32	8,92	14,30	8,50
Węglan wapna	88,40	91,30	71,45	88,21	67,03	80,01
Tlenki żelaza i aluminium	0,25	0,15	5,91	0,91	}	4,03
Siarka	—	—	5,18	—		
Węglan magnezji	0,30	0,10	0,31	0,95	17,52	0,55
Piasek	—	—	3,15	0,60	}	4,77
Inne materiały nierozpuszczalne w kwasach	0,45	0,10	—	—		
Strata (wilgoć, gazy)	0,45	0,20	1,70	0,40	1,18	2,11

Asfalty sztuczne otrzymujemy przez destylację ropy ziemnej po odprowadzeniu z niej produktów lotniejszych jak benzyny i olejów rozmaitego typu. Jest rzeczą do dzisiaj jeszcze definitywnie nie rozstrzygniętą, czy do budownictwa drogowego nadają się asfalty otrzymane w tej drodze ze wszystkich występujących na kuli ziemskiej rop, czy też tylko pewne z nich do tego celu są odpowiednie. Na razie przeważa zapatrywanie, iż większa zawartość parafiny, uniemożliwia użycie asfaltów dla celów drogowych. W ten sposób np. nasza ropa z zagłębia wschodniego nie nadawałaby się do tego celu. Z drugiej jednak strony zaznaczyć należy, iż szereg firm w Polsce jest odmiennego zapatrywania, a słuszność zdania tej lub innej strony wykażą dopiero doświadczenia. Państwowa Fabryka Olejów Mineralnych „Polmin“ rozpoczęła w tym kierunku w r. 1929 szereg prób, których rezultatów dotychczas ocenić nie można.

Znaczna zawartość parafiny jest o tyle szkodliwą, iż zmniejsza elastyczność asfaltu, co daje się ocenić przez długość nitki wyciągalnej z asfaltu zapomocą specjalnego przyrządu t. zw. duktilometru. Doskonale pod tym względem są ropy meksykańskie i kalifornijskie, mające zaledwie 0,5% parafiny.

W Polsce znalazły dość znaczne użycie produkty niemieckie, przychodzące w handlu pod nazwą meksfaltu i sprameksu. Znajduje się nadto szereg innych preparatów jak bitufalt, bituroad i t. p.

Podobnie jak przy mazi, wspomnieć należy i tutaj o emulsjach asfaltowych, które są produktem analogicznym do emulsji maziowych. Emulsji tych znajduje się w handlu bardzo wiele pod najrozmaitszymi nazwami. Jedną z najlepszych okazał się dość niedawno wprowadzony (1924) „colas“. Jest to emulsja powstała przez mieszanie kwasów tłuszczowych ze stopionym asfaltem z dodatkiem rozcieńczonego roztworu sody żrącej. Bliższe szczegóły fabrykacji są tajemnicą wynalazcy. Emulsja ta ma mniej więcej 50% wody, na powietrzu rozpada się bardzo szybko, co jest jej zaletą, pozostawiając czystą powłokę asfaltową, w pierwszym okresie bardzo lepłą.

#### (B) Asphalt ubijany.

Najstarszym typem nawierzchni asfaltowej jest asfalt ubijany, albowiem zastosowano go już w r. 1854 w Paryżu. W zasadzie każda nawierzchnia asfaltowa jest mieszaniną kamienia i piasku, których ziarna sklezione są asfaltem. Jak z poprzedniego ustępu widzieliśmy, istnieją już w naturze ciała mineralne przepojone asfaltem, przyczem zwyczajnie ma się tu do czynienia

1) meksfalt i sprameks - 2 preparaty z ropy meksykańskiej i kalifornijskiej.

2) Berlin ma 0,5 meksfaltu w 2 częściach asfaltu

z miękkim porowatym wapieniem. Wobec tego najprostszym typem wykonania nawierzchni asfaltowej był ten, który umożliwił użycie naturalnej mieszaniny kamienia z asfaltem.

Kamień taki przepojony asfaltem po wyłamaniu, kruszy się w łamakach na tłuczeń, następnie zaś miele go się na bardzo delikatny pył w młynach odrzutowych. Mielenie w gniotownikach wałkowych lub młynach kulowych jest niedopuszczalne, albowiem przy tych typach mielenia powstaje ciepło zmiękczejące asfalt w kamieniu i wskutek tego sklejające poszczególne ziarna. Po zmieleniu następuje sortowanie przez sito, przy czem ziarna większe od przepisyanych poddawane są mieleniu po raz wtóry.

Powstały w ten sposób proszek asfaltowy jest już gotowym materiałem do nawierzchni z asfaltu ubijanego.

Przed naniesieniem na drogę winien być ten proszek podgrzany do temperatury 100 — 150° C, w zależności od gatunku kamienia, co uskutecznia się na odpowiednio skonstruowanych suszarkach. Podgrzanie to usuwa z proszku ewentualnie znajdującą się tam wilgoć, następnie ulatniają się lotniejsze części; nadto potrzebne ono jest celem zmiękczenia znajdującego się w proszku asfaltu oraz wystąpienia jego na powierzchnię poszczególnych ziarenek. Przy tem podgrzewaniu należy uważać na utrzymanie odpowiedniej temperatury i nieprzekraczania jej, albowiem w przeciwnym razie może pod wpływem nadmiernego ciepła nastąpić wydzielenie cennych materji jak ciężkich olei a pozostawienie tylko smoły, co w rezultacie doprowadzi do kruchości nawierzchni.

Na budowie używa się z reguły suszarek przenośnych, niektóre jednakże miasta, wykonujące podobne nawierzchnie w szerokich granicach, mają tego rodzaju stałe urządzenia, skąd przegrzany proszek przewozi się do budowy. Jest to możliwe z tego powodu, że materiał ten jako zły przewodnik ciepła oziębia się stosunkowo bardzo powoli. Sposób ten posiada tę dodatnią stronę, że bądź co bądź nie miłej dla otoczenia, wskutek wydzielanej woni oraz dymu roboty, nie wykonuje się na miejscu budowy, lecz w osobno na ten cel urządzonej zakładzie.

Asfalt ubijany wymaga dobrego fundamentu. Fundamet ten wykonuje się zwyczajnie z betonu w stosunku 1 : 8, przy czem grubość płyty betonowej zależna jest od natężenia ruchu i waha się w granicach 15 — 30 cm. Wykonanie ławy betonowej uskutecznia się wedle tych samych zasad, o jakich mówiliśmy przy nawierzchni betonowej. Najczęściej używana grubość wynosi 20 cm.

olej  
170° C.

Po stężeniu betonu układa się na dokładnie wyrobionej wedle żądanego profilu jego powierzchni, ogrzany proszek asfaltowy, którego warstwę reguluje się dokładnie zapomocą prawidła. Ponieważ zwyczajna grubość powłoki asfaltowej jest 5 cm po jej ukończeniu, przeto warstwa wolno usypanego proszku, z uwagi na jej późniejsze ubicie i skomprimowanie powinna wynosić 8 cm. Całą długość drogi dzieli się listwami 8 cm wysokimi na odpowiednie pola i każde z tych pól wykonuje się oddzielnie. Po usypaniu i wyrównaniu proszku, ubija go się natychmiast 15 do 20 kg ciężkimi żelazniami, poprzednio ogrzanymi dobniami, a następnie wałuje żelazniami wałkami ręcznymi o ciężarze 50 do 100 kg, które również są od wnętrza koksem rozgrzane. Szczególną baczność poświęcić należy partjom przykrawężnym lub też sąsiedztwu szyn, włazów kanałowych i t. p., które zawałować należy się nie dadzą i ubijanie tam skutecznia się oddzielnie odpowiednio uformowanymi narzędziami żelazniami, dostatecznie ciężkimi i ogrzanymi.

Po przewalowaniu wałkiem lekkim następuje wałowanie ciężkimi wałkami ręcznymi o wadze 600 — 800 kg, poczem nawierzchnia jest właściwie gotowa do przyjęcia ruchu.

Wydatek proszku asfaltowego, przy podanej powyżej grubości wynosi około 100 kg/m<sup>2</sup>.

Dalszą pracę około komprimowania nawierzchni spełnia już ruch. W zależności od jego nasilenia następuje nieraz tak silne zgęszczenie całej nawierzchni, iż wykazuje ona zaledwie 0,5% próżni, co tem bardziej zasługuje na uwagę, gdyż np. nawet granit nie posiada takiej gęstości. \*)

Komprimowanie to doprowadza w rezultacie w miarę istnienia nawierzchni do wzrostu jej ciężaru gatunkowego, który z początkowej wartości 2,05 wzrasta do 2,25 — 2,35. Przy chudszych sortach kamieni asfaltowych, a więc wtedy gdy zawartość asfaltu w kamieniu leży poniżej 8 — 13%, należy dodać brakujący asfalt, co skutecznia się w ten sposób, iż do proszku ogrzanego do 60—90° C a umieszczonego w mieszarkach, dodaje się gudronu lub meksfaltu w brakującej ilości. Po przemieszaniu całej masy w mieszarkach ugniotowych przy temperaturze 160° C następuje ponowne zmielenie i produkt jest gotowy.

Zasadniczą cechą asfaltu ubijanego jest konieczność jego komprimowania, albowiem przy nienależytem zagęszczeniu, nawierzchnia jest porowata, dozwala na przesiąkanie wody, która z natury rzeczy ją niszczy. Z drugiej strony musimy sobie zdać

\*) Prof. Kerkhoff (Kolenker) twierdzi, że ubicie wielkie komprimowaniem tej nawierzchni nie ma sensu. To jest nieprawda. Stwierdził to w swoim podręczniku.

sprawę z tej okoliczności, iż sztucznie nie jesteśmy w stanie zagęścić nawierzchnię do dostatecznego stopnia i uczynić to musi z konieczności ruch. Wyniknie z tego zasadnicza przesłanka, że nawierzchnię z asfaltu ubijanego wykonywać można tylko na arterjach o spodziewanym silnym ruchu, gdzie samoczynne zagęszczanie będzie intensywne. Użycie tego typu na słabo frekwentowanych jezdniach, nie rokuje nawierzchni długiego życia.

Niektórzy autorzy są zapatrywania, iż doprowadzenie gęstości do pewnej granicy, powoduje kruchość nawierzchni i stanowi właściwie o jej końcu. Rzecz ta jednakże wydaje się być wątpliwą i doświadczeniem stwierdzoną nie została.

Jezdnia z asfaltu ubijanego nie wymaga prawie żadnej konserwacji, nadto ma tę dodatnią stronę, iż po jej zużyciu do pewnej granicy materiał ze starej nawierzchni może być po zmieleniu ponownie użyty do nowej, przyczem dodatek starego materiału nie powinien przekraczać mniej więcej 25 — 30% całości. Jest rzeczą ciekawą, iż doświadczalnie stwierdzono, iż dodatek starego materiału do nowej mieszaniny, przy niektórych gatunkach kamieni asfaltowych jak np. Val de Travers, polepsza jej dobroć.

Podnieść natomiast należy ujemną stronę, zresztą wszystkich nawierzchni asfaltowych, mianowicie brak jakiegokolwiek współudziału w przenoszeniu ciężarów na fundament. Przez ciekłą powłokę asfaltową ciężar zupełnie się nie rozkłada, lecz całość ciśnienia musi znieść fundament bez liczenia się z możliwością pewnego rozkładu. W tym kierunku robiono ciekawe doświadczenia w Ameryce, które wykazały, iż na jakiegokolwiek dodatnie oddziaływanie przykrywy asfaltowej liczyć absolutnie nie można.

Dopóki jezdnia jest gładką, sprawa ta do pewnego stopnia jest obojętną. Inaczej jednak rzecz się przedstawia w wypadku, gdy nawierzchnia z jakichkolwiek bądź powodów posiada wypukłości lub wklęsłości. Wyniknąć one mogą bądź to z powodu zranienia powłoki asfaltowej ruchem, bądź też z powodu wad podłoża. Wtedy, szczególnie przy ciężkim a szybkim ruchu samochodowym powstają oddziaływania dynamiczne, które jak sprawdzono przy wspomnianych powyżej doświadczeniach amerykańskich, doprowadzają nawet do 8,5-krotnego wzrostu, w porównaniu z ciśnieniem statycznym.

Ponieważ na jakiegokolwiek rozkład ciśnień przez powłokę asfaltową liczyć nie można, przeto okazuje się, iż ciśnienie to znieść musi fundament. Doprowadza to przy nowoczesnym ruchu samochodowym do konieczności stosowania znacznie grubszej płyty

betonowej, dochodzącej nawet do 35 cm, co z natury rzeczy w wysokiej mierze podraża koszt wykonania tej nawierzchni. Można wprawdzie zastosowywać i płytę betonową cieńszą przy odpowiednim uzbrojeniu jej wkładkami żelaznymi, jednakże i one podrażają koszt wykonania, a przytem w miastach, gdzie przeważnie nawierzchnie asfaltowe znalazły zastosowanie, wkładki żelazne utrudniają ewentualnie potrzebne przebijanie nawierzchni, celem dostania się do ułożonych pod nawierzchnią przewodów i kanałów. *(Kolejnie twardzi)*

O ile pragnie się zapobiec ujemnym skutkom uderzeń kół przejeżdżających pojazdów, należy roztoczyć baczność opiekę nad stanem nawierzchni asfaltowej, przyczem przyjęto zasadę, że ułożone w jakimkolwiek bądź kierunku prawidłowo na jezdni, którego dolna krawędź o długości 1 m jest linią prostą, nie powinno w żadnym miejscu wykazywać większej odchyłki od powierzchni drogi jak 15 mm.

Asfalt ubijany jest nawierzchnią stosunkowo dosyć śliską tak, iż może być użyty na drogach, przy spadkach conajwyżej 1,25%. Większe spadki są już przy tej nawierzchni trudne do pokonania. Istnieje możliwość zmniejszenia gładkości tej nawierzchni przez posypanie jej gruzem bazaltowym lub granitowym, przy równoczesnym ubiciu go w nawierzchnię. W tym wypadku jednak następuje pewne schudzenie materiału asfaltowego wskutek dodania części mineralnych, któremu zapobiegnać można przez powleczenie powierzchni jakąkolwiek emulsją asfaltową.

Pewne niedomagania wykazuje nawierzchnia asfaltowa wskutek układania jej na podłożu betonowym. Niedomagania te są dwojakiego rodzaju; w pierwszym rzędzie dość znaczne podniesienie kosztów wykonania, powtórne pęknięcia płyty betonowej, które odbijają się bardzo ujemnie na stanie nawierzchni asfaltowej. Z tego powodu, w ostatnich czasach zaczęły się próby z układaniem tej nawierzchni na tłuczniu i bruku, i to tak normalnym jak drobnym.

W ten sposób np. wykonane zostały znane drogi samochodowe w prowincji medjolańskiej przez firmę Puricelli. Jakkolwiek ostateczny osąd w tej sprawie dotychczas jeszcze wydany być nie może, to jednak koncepcja sama wydaje się być zdrową z uwagi, iż tak na nawierzchnię tłuczniową jakoteż brukową wpływy temperatury destruktywnie nie oddziałują, wskutek czego niema w razie ich użycia obawy pęknięć, jak to ma miejsce przy betonie. Równocześnie należy jednak zwrócić uwagę, iż użyte jako fundament nawierzchnie tłuczniowe muszą wykazywać bez-



względna stałość i brak wszelkich ruchów, z czego wyniknie możliwość użycia do tego celu tylko tych nawierzchni, które poprzednio były już oddane ruchowi, są dostatecznie stężone i nie zachodzi żadna obawa jakiegokolwiek ruchliwości fundamentu.

Nie ulega żadnej kwestji, iż nawierzchnię z asfaltu ubijanego należy uważać jako egzemplaryczny typ jezdni miejskiej. Zastosowaniu jej na drogach międzymiastowych, wyjąwszy specjalne drogi samochodowe, stoją na przeszkodzie wysokie koszty wykonania oraz mniejszy ruch aniżeli to ma miejsce w miastach, który jednak jest dla jej dobroci konieczny.

## 2 c) Asfalt lany. — *smarowany*

Asfalt lany, noszący także czasami nazwę asfaltu smarowanego jest mieszaniną wspomnianego poprzednio proszku asfaltowego z naturalnych kamieni bitumicznych, asfaltu naturalnego oraz drobnego tłuczni z skał tego rodzaju jak bazalt, granit, kwarcyt i t. p.

Mianowicie w handlu znajduje się t. zw. mastyks, będący mieszaniną proszku asfaltowego z asfaltem naturalnym w formie bochenków o wadze około 30 kg, przyczem zwyczajna zawartość mastyksu składa się z 15—17% asfaltu oraz 85—83% mialu wapiennego. Mastyks ten ogrzewa się w kotłach do temperatury nie mniejszej jak 150° C, a nie większej jak 170° C, następnie miesza się z drobnym tłuczniem, zwyczajnie przy użyciu mechanicznych mieszadeł a wreszcie wylewa na przygotowane poprzednio podłoże pomiędzy ustawione listwy, w pasach mniej więcej 1,00—1,50 m szerokich i rozprowadza się na powierzchni ściśle dożądanego profilu. Grubość tej powłoki asfaltowej waha się w granicach od 25—40 mm, przyczem w wypadku wykonywania nawierzchni w grubości powyżej 25 mm należy ją traktować w dwóch oddzielnych warstwach.

To oddzielne wykonywanie warstw jest konieczne z tego powodu, iż w bądź co bądź rzadkiej masie wylanej na jezdnię, istnieje tendencja do opadania cięższych elementów kamiennych na spód, pozostawiania zaś asfaltu jako lżejszego u góry. Ponieważ tego rodzaju rozgraniczenie materiałów jest niekorzystne, przeciwdziała się temu wykonywaniem cienkich warstw.

Po ostygnięciu masy, nawierzchnia jest gotową do użytku.

W ostatnich czasach zastosowano w Anglii przewalowywanie przed ostudzeniem nawierzchni lekkim wálkiem ręcznym, posiadającym na swej powierzchni wyżebrowania, które odbijając się negatywnie na powierzchni jezdni, czynią ją dla ruchu więcej szorstką.

W nawierzchni tej ważnym jest dobór tłucznia o odpowiedniemu uziarnowaniu z tego powodu, że jak z opisu jej wykonania widzimy, nie można tu liczyć na zmniejszenie ewentualnych miejsc pustych przez wałowanie. Również i późniejszy ruch nie przyczynia się do jakiegokolwiek koprymacji. Dobór ziarna, który naogół powinien być taki, by już w luźnej mieszance ilość miejsc pustych była jak najmniejsza, jest dość rozmaicie stosowany. Np. w Anglii obowiązują dla tej nawierzchni następujące daty:

bitumy rozpuszczalne w dwusiarczku węgla		10,8%
miał kamienny o wymiarze	№ 200	0,074 mm 22,1%
" " " "	" 100	0,14 mm 7,0%
" " " "	" 80	0,17 mm 2,8%
" " " "	" 50	0,29 mm 5,6%
" " " "	" 40	0,36 mm 2,6%
" " " "	" 30	0,50 mm 3,7%
" " " "	" 20	0,85 mm 2,3%
" " " "	" 10	2,01 mm 5,5%
miał w granicach	6—20 mm	37,6%

Przy ocenie potrzebnej zawartości asfaltu rozstrzygają stosunki klimatyczne, gdyż w okolicach ciepłych dodatek bitumu powinien być mniejszy, celem uniknięcia rozmiękniania się nawierzchni pod wpływem ciepła. W naszych warunkach, naogół wzięwszy powinien asfalt użyty do tej nawierzchni wykazywać punkt krzepnięcia około  $-5^{\circ}\text{C}$ , zaś punkt rozplynniania około  $38^{\circ}\text{C}$ .

Co do fundamentu, to winien on być wykonany podobnie jak dla asfaltu ubijanego. Z bardzo dobrym skutkiem używa się tutaj starej nawierzchni tłuczniowej lub też brukowanej, przyczem powłokę asfaltową wykonuje się w tym wypadku zawsze w dwóch warstwach, które mają nieco odmienny dodatek asfaltu. Asfalt użyty do warstwy dolnej, której zadaniem będzie wypełnienie pewnych istniejących nierówności oraz opanowanie pewnych możliwych ruchów, powinien mieć niższy punkt rozplynniania, być zatem rzadszy, natomiast w warstwie górnej należy używać gatunku tęższego.

Nawierzchnia z asfaltu lanego, wskutek dodatku tłucznia jest bardziej szorstką niżli z asfaltu ubijanego. Z tego powodu stosowany być może na spadkach większych, do 2%. Przy zastosowaniu twardych gatunków kamieni oraz twardego asfaltu można nawierzchnię tę układać nawet przy spadkach do 5%.

Dobrze wykonana nawierzchnia wykazuje ciężar gatunkowy 2,3 — 2,4. W Anglii używają ją również w partjach zamiejskich z uwagi, iż cena jej jest niższą niżli asfaltu ubijanego, wobec większej zawartości tańszego materiału kamiennego.

W ostatnich latach rozpoczęto próby powiększenia trwałości tej nawierzchni przez dodawanie rozmaitych materiałów do zwykłego asfaltu a w pierwszym rzędzie kauczuku. Jakkolwiek zdaje się nie ulegać żadnej wątpliwości, że dodatek kauczuku nadaje nawierzchni większą wytrzymałość i spoistość, to jednakże szersze zastosowanie go wydaje się być bardzo wątpliwe z uwagi na znaczny koszt kauczuku, nie stojący w żadnej proporcji do ewentualnie wynikających stąd zysków.

O ile wykonuje się nawierzchnię asfaltową w partjach po za miastem, konieczną jest pamięć o należytem bocznem stężeniu jezdni, podobnie jak to było omówione przy nawierzchni komdrobitowej. W ulicach miejskich ramą dla nawierzchni będzie zawsze krawężnik.

### 3. D) Płyty asfaltowe.

W wypadkach, gdy zależy na ułożeniu nawierzchni asfaltowej a robota jest albo niewielka, albo też, z jakichkolwiek bądź powodów nie pożądana jest praca na gorąco (niemila woń), używa się do wykonania nawierzchni płyt asfaltowych. Płyty takie otrzymuje się przez prasowanie w prasach hydraulicznych proszku asfaltowego pod ciśnieniem 125 kg/cm<sup>2</sup>. Wymiary płyt zwyczajnych są 25×25 cm o grubości 3—5 cm.

Ułożenie płyt na fundamencie betonowym następuje na warstwie cementowej grubości 1 cm, zaś pojedyncze szwy pomiędzy płytami wypełnia się cementem lub asfaltem.

Na bocznych krawędziach w czasie układania rozsmarowuje się jakikolwiek preparat bitumiczny jak gudron, shefalt, i t. p. celem lepszego ich związania.

Zaletą tej nawierzchni jest zupełna niezależność od stanu pogody w czasie jej budowy, ujemną stroną brak jednolitości nawierzchni wskutek wielkiej ilości szwów oraz mniejsza jej elastyczność.

Oprócz płyt asfaltowych używane są również bloki asfaltowe, które w praktyce okazały się jednak gorsze, albowiem kiedy przy płytach szwy zaklejają się, to przy blokach jest to trudne i często następuje wykruszenie na krawędziach.

Wymiary bloków są 30,5×12,7×5 cm; w długościach są dozwolone wahania do 6 mm, w szerokości i grubości do 3 mm.

Skład dość rozmaity.

#### 4) Asfaltowanie powierzchniowe.

Asfaltowanie powierzchniowe jest zabiegiem zupełnie analogicznym jak maziowanie powierzchniowe, przyczem zachodzi ta różnica, iż materiałem z którego się je wykonuje jest asfalt sztuczny a w naszych warunkach przeważnie sprameks. Sprameks jest znacznie twardszy od mazi, wymaga zatem dość silnego podgrzewania, conajmniej do 180° C. Odpowiednia płynność jest konieczna celem umożliwienia rozprowadzenia sprameksu w cienkiej warstwie po powierzchni drogi. Jezdnia przed polaniem sprameksem musi być, o ile możliwości, starannie oczyszczona, następnie zaś wylewa się sprameks ogrzany; lepiej będzie, gdy sprameks może być wyrzucony na jezdnię pod ciśnieniem.

Co do wydatku sprameksu, to wynosi on przy pierwszym asfaltowaniu około 2,5 kg/m<sup>2</sup>, przy następnych wystarcza już 1 kg/m<sup>2</sup>.

Sprameks ma jedną zasadniczą wadę, mianowicie małą przychepność do kamienia, z tego też powodu wskazanem jest wykonać najpierw maziowanie względnie zastosować emulsję asfaltową, a dopiero powtórnie użyć sprameksu. Zabieg powierzchniowego asfaltowania wykonuje się również mieszaniem asfaltu i mazi, z uwagi jednak, że w mieszaniu tej asfalt zajmuje zaledwie 20—30%, może być tu mowa raczej o maziowaniu.

Asfaltowanie powierzchniowe ma tę wyższość nad maziowaniem, iż asfalt jest bardziej wytrzymały na uderzenia ruchu i wpływy atmosferyczne aniżeli maza; z tego powodu nawierzchnia asfaltowana wytrzymuje zwykle czas dłuższy niżli maziowana. Ze względu na pewną gładkość, którą jej asfalt nadaje, nie powinno się asfaltowania powierzchniowego stosować na spadkach większych niżli 4%.

Sprameksem można również ochraniać nawierzchnię betonową, o czem była mowa już poprzednio.

#### 5) Asfaltowanie w głębie.

Punktem wyjścia dla nawierzchni tego rodzaju była obserwacja, która wykazała dobre utrzymywanie się nawierzchni wykonywanej z asfaltu ubijanego. Różnica polega tylko w tem, że kiedy przy asfalcie ubijanym używa się proszku będącego naturalną mieszaniną kamienia i asfaltu, to przy asfaltowaniach w głębszych stwarzamy sztucznie mieszaninę tych dwóch materiałów, przyczem w szerokiej mierze zastosowujemy tu asfalty sztuczne.

W zależności od wielkości ziarna kamienia, od sposobu zarobienia względnie zmieszania kamienia z asfaltem i tym podobnych względów, wyrobiły się pewne specjalne metody, które bę-

dziemy musieli osobno rozpatrywać. Naogół wzięwszy dadzą się dotychczasowe sposoby asfaltowania wgłębnego podzielić na 4 grupy, a mianowicie:

- a) makadam asfaltowany,
- b) tłuczeń asfaltowany,
- c) beton asfaltowy oraz
- d) asfalt piaskowy.

Wszystkie powyższe sposoby różniące się co do wykonania wymagają jednak jednych i tych samych własności w odniesieniu do podłoża, kamienia oraz asfaltu.

Co do podłoża, to winno ono być dostatecznie wytrzymałe, a w szczególności leżeć na terenie doskonale osuszonym. Podłoże to wykonuje się zupełnie analogicznie jak dla nawierzchni tłuczniowych, dlatego też specjalnego opisu nie potrzebuje. O ile wykonuje się drogę zupełnie nową powinno być to podłoże na rok przedtem użyte do ruchu aby nastąpiło dobre skomprimowanie i nie miało się do czynienia z jakimikolwiek ruchami po wykonaniu asfaltowania wgłębnego.

Doskonałym fundamentem jest tutaj stara nawierzchnia, bądź to tłuczniowa, bądź też brukowana z warunkiem należytego jej naprawienia, a co najważniejsze nadanie jej łagodniejszego spadku poprzecznego, aniżeli ten, jaki przy swoich typach posiadają. Dla wypełnienia zagłębień w starym podłożu dobrze jest używać tłuczni przemieszanego z asfaltem lub też pomaziowanego, po poprzednim dokładnem oczyszczeniu starej jezdni.

Kamień użyty do tych typów powinien być pierwszej jakości, wytrzymały na uderzenia i wpływy atmosferyczne oraz nie powinien wykazywać żadnych dążeń do łuszczenia się lub dzielenia. Nadto pierwszorzędnym warunkiem jest bezwzględna czystość użytego materiału, jak również i jednorodność. *co do funkcji*

Co do asfaltu mającego się użyć do budowy, to pożądane są następujące właściwości:

- ciężar gatunkowy przy 20° C nie poniżej 1,0,
- strata na wadze przy ogrzaniu do 165° C w czasie 5 godzin nie większa jak 3%,
- długość wyciągalnej nitki w stanie płynnym nie mniejsza jak 18 cm,
- punkt zapłnienia powyżej 200° C,
- punkt krzepnięcia pomiędzy —10 a —15° C,
- punkt rozplynniania rozmaity, w zależności od rodzaju nawierzchni a więc dla makadamu asfaltowanego 28—35° C, dla tłuczni asfaltowanego, betonu asfaltowego i asfaltu piaskowego 40—50° C.

Przenikliwość również rozmaita w zależności od sposobu wykonania, a mianowicie:

dla makadamu asfaltowanego	60—150
dla tłucznia asfaltowanego	50— 80
dla betonu asfaltowego	40— 70
dla asfaltu piaskowego	30— 60

Co do przenikliwości (penetracji) zaznacza się, iż jednostką jest tutaj 0,1 mm. Wielkość przenikliwości określa opadanie igły normalnej o średnicy 1 mm obciążonej ciężarem 100 g w ciągu 5 sekund przy temperaturze 25° C.

Przenikliwość asfaltu powinna być większą przy ruchu lekkim oraz dla okolic o <sup>wysokiej</sup> temperaturze, mniejsza zaś przy ruchu ciężkim i w okolicach zimniejszych. *cieplejszych -*

a) ~~G~~ Makadam asfaltowany. <sup>ciężki</sup>

Makadam asfaltowany jest typem swego wykonania zbliżony do maziowania głębokiego. Polega on na tem, iż warstwę tłuczni<sup>wa</sup> wałuje się na sucho, doprowadzając ją do pewnego stężenia a następnie rozlewa się gorący asfalt, który przesiąkając przez szczeliny winien je ile możności wypełnić.

W zależności od tego, czy wykonujemy wspomnianą warstwę w ten sposób, iż ziarna większe są na dole, mniejsze zaś na górze, czy też staramy się wykonać warstwę o jednostajnej mieszaninie różnych ziarn, utarły się w praktyce dwa sposoby wykonania. *ultrawymiaru nie różnicuje*

α) Wedle pierwszego typu wałujemy warstwę składającą się z ziarn 3—7,5 cm grubych, na którą wylewany pod ciśnieniem asfalt w ilości około 8 l/m<sup>2</sup>, poczem przykrywamy powierzchnię gruzem i wałujemy dalej. Wałowanie to musi być dosyć forsowne, by doprowadzić do jak największego stężenia. Następnie polewamy ponownie nawierzchnię asfaltem w ilości 2,0—2,5 l/m<sup>2</sup>, przysypujemy raz jeszcze gruzem lub grysikiem i wałujemy po raz trzeci.

Ważnym warunkiem przy tej robocie jest to, by odbywała się w czasie ciepłym i suchym.

Szczególną baczność należy zwrócić na jednostajność rozproszczenia asfaltu w całej nawierzchni i wtem też leży największa trudność tem więcej, iż właściwie brak jest możliwości należytego skontrolowania tej jednostajności we wnętrzu nawierzchni. Ponieważ asfalt ma tendencję do umiejscowiania się w górnych partjach nawierzchni, przeto z korzyścią używa się tu wylewania asfaltu pod ciśnieniem, które zmusza go do możliwie głębokiego przenikania nawierzchni.

*Wielkość przenikliwości zależy od rodzaju temp. i rodzaju podłoża*

120-150	90-110	80-90	propozycje
110-120	80-90	70-80	Autograf.

β) Wedle drugiego sposobu (mieszanka ziarn) wykonuje się nawierzchnię w sposób następujący: Na podłożu z naprawionej starej nawierzchni tłuczniowej układa się warstwę tłucznia 7—8 cm grubą z kamienia twardego o rozmaitem ziarnie, którą po przewalowaniu polewa się 12 kg/m<sup>2</sup> meksfaltu o temperaturze 180° C. Następnie przysypuje się nawierzchnię miałem kamiennym, który również przewalowuje się, rozlewając potem 2 kg/m<sup>2</sup> sprameksu również o temperaturze 180° C. Na to przychodzi grysik i walowanie.

W nowszych budowach starają się oszczędzać preparatów asfaltowych przez użycie kamienia poprzednio maziowanego.

Nawierzchnia ta jest dostatecznie szorstką tak, iż może być zastosowaną na spadkach do 6%.

b) H) Tłuczeń asfaltowany. *x) wymaga powłoki 0,5 cm.*  
Materiał do tej nawierzchni powstaje przez zmieszanie w mieszarkach konglomeratu tłucznia, miału i piasku ogrzanego do 170—200° C z asfaltem o tej samej temperaturze, ułożenia go na gorąco na drodze i uwalowania. Grubość takiej nawierzchni waha się między 4—8 cm.

Ustosunkowanie ziarn rozmaite n. p.:

I)	II)	III)
3,5—4,5 cm — 40%	3—4 cm — 40%	2—3 cm — 35%
2,5—3,5 cm — 33%	2—3 cm — 35%	1—2 cm — 35%
2,0—2,5 cm — 27%	0,5—2 cm — 25%	0,5—1 cm — 30%

Powstała z tych typów tłucznia mieszanka nie jest zupełnie szczelną i posiada miejsca puste, których nawet intensywne walowanie nie jest w stanie usunąć. Z tego powodu nosi ona często nazwę mieszanki luźnej lub otwartej. Następstwem powyższego stanu rzeczy jest to, że nawierzchnia tego typu wymaga bezwzględnie na wierzchu powłoki asfaltowej około 0,5 cm grubej, przysypania tej powłoki grysikiem i ponownie lekkiego przewalowania.

Ilość dodawanego do mieszanki kamienia asfaltu leży w granicach 5—7% ciężaru, nadto na powłokę wychodzi około 1—2,5 kg/m<sup>2</sup> asfaltu większego.

W Ameryce nawierzchnia tego typu uważana jest już za beton asfaltowy, o wolnej mieszance (z miejscami pustymi), a normy odnoszące się tam do wielkości ziarna materiału kamiennego są następujące:

95%	materiału ma przechodzić przez sito o oczkach	1"
85%	" " "	1/4"
25—75%	" " " " " "	3/4"

x) Prawdopodobnie

90-120 80-90 70-80

80-70 70-60 60-50

Trzeba przy tem zaznaczyć, że kiedy w Europie używa się tego typu jako samoistnej nawierzchni, szczególnie dla dróg między-miastowych, to w Ameryce znalazł on zastosowanie przeważnie jako podkład dla asfaltu piaskowego.

Należyte rozpostarcie całej masy wymaga wielkiej zręczności robotnika, nadto wszystkie narzędzia, będące tu w użyciu powinny być ogrzewane. Z tego powodu utrzymywane są one stale na ogniu koksowym i w miarę oziębienia się przy robocie ponownie podgrzewane.

Nawierzchnia ta w istocie stanowi przechodną formę do betonu asfaltowego tak, że trudne tu jest pociągnięcie pomiędzy temi dwoma typami wyraźnej granicy; już dodatek 20—30% piasku może wypełnić miejsca puste a wtedy nosić ona już będzie nazwę betonu asfaltowego.

#### c) Beton asfaltowy.

Jest to analogicznie jak poprzednio, mieszanina osuszonego, gorącego konglomeratu kamiennego z taką ilością asfaltu, by wszystkie miejsca puste zostały dokładnie asfaltem wypełnione. W temperaturze 150—170° C zostaje ona wyrzuconą na drogę, profilowaną i wałowaną.

Niezmiernie ważną rzeczą jest ustalenie odpowiedniej mieszanki ziarn odpowiadającej najmniejszej ilości miejsc pustych; pod tym względem spotyka się w rozmaitych krajach rozmaite przepisy.

Z uwagi, że nawierzchnia tego typu powinna być zupełnie szczelną, nie ma żadnego powodu do jakiegokolwiek powłoki asfaltowej po wierzchu. Zamiast niej po ukończeniu roboty przysypuje się nawierzchnię mąką wapienną lub cementem, ażeby związać ewentualnie wydobywający się z wnętrza jezdni asfalt.

Najbardziej wykształcił się ten typ w Ameryce, gdzie też przyjęto podział jego na 3 klasy. Do klasy 1-ej należy sposób oznaczony przez nas jako tłużeń asfaltowany, klasa 2-ga ma przewagę materiału, który zatrzymuje się na sicie o oczkach 2 mm, zaś w klasie 3-ciej przeważa materiał, który przechodzi przez to samo sito.

Nawierzchnia wedle typu klasy 3-ciej nosi w Ameryce nazwę „Topeka“ pochodzącą od miasta, w którym po raz pierwszy została zastosowaną.

Niemieckie przepisy przewidują następujące ustosunkowanie się ziarn:



dla klasy 2-giej:

Materiał	mm ziarna	0/0
tłuczeń	25,0 — 30,0	15—45 <sup>0/0</sup>
miał	12,0 — 25,0	8—20 <sup>0/0</sup>
grysik	2,0 — 12,0	7—20 <sup>0/0</sup>
piasek	0,6 — 2,0	7—11 <sup>0/0</sup>
piasek	0,2 — 0,6	12—18 <sup>0/0</sup>
piasek	0,085 — 0,2	5—7 <sup>0/0</sup>
mączka	0,0 — 0,085	4—6 <sup>0/0</sup>
asfalt		6—8 <sup>0/0</sup>

dla klasy 3-ciej:

Materiał	mm ziarna	0/0
grysik	2,0 — 12,0	20—40 <sup>0/0</sup>
piasek	0,6 — 2,0	8—20 <sup>0/0</sup>
piasek	0,2 — 0,6	12—38 <sup>0/0</sup>
piasek	0,085 — 0,2	8—22 <sup>0/0</sup>
mączka	0,0 — 0,085	7—11 <sup>0/0</sup>
asfalt		7—9 <sup>0/0</sup>

d) 5) Asfalt piaskowy. x)

Jak już sama nazwa wskazuje materiałem koniecznym jest tu piasek kwarcytowy naturalny oraz piasek wychodzący z gniotowników mieszany z mączką kamienną, stanowiącą materiał wypełniający miejsca puste w piasku.

Mieszanka ta jest najpierw starannie suszoną, następnie ogrzaną do temperatury 150—170<sup>0</sup> C, a wreszcie w mieszarkach przemieszana z taką ilością ogrzanego do tej samej temperatury asfaltu, by był on w stanie należycie wypełnić istniejące miejsca puste. Gorąca mieszanka jest wyrzucaną na podłoże lub też co lepiej, na poprzednio przygotowaną na podłożu warstwę pośrednią, wyrównywaną i wałowaną.

Podłoże dla asfaltu piaskowego może być rozmaite; używany tu jest beton, stare bruki wszelkiego typu oraz stara nawierzchnia tłuczniowa, o ile wykonaną była z pokładem dolnym i wykazuje należyłą stałość. W wypadku użycia na podłoże starej jezdni musi być ona należycie naprawioną i wyrównaną, co zwyczajnie odbywa się przez wypełnienie zagłębień tłuczniem asfaltowanym.

Asfalt piaskowy może być układany bezpośrednio na podłożu, lepiej jednakże jest, celem uzyskania dobrego złączenia się z całością, ułożyć na podłożu najpierw warstwę pośrednią z tłuczniem asfaltowanym, wykonaną w sposób poprzednio opisany w grubości około 4 cm, a dopiero na niej warstwę asfaltu piaskowego 5—7 cm grubości. W ten sposób uniknie się w przyszłości pewnych przesunięć, które byłyby możliwe, szczególnie przy podłożu

x) Przewidziano

mu. 10-10 - 50-60 - 40-50

treść

betonowem, nie dajacem się należycie wiązać z asfaltem piaskowym. Dodać należy, że nawierzchnia ta nie powinna być używaną na drogach nadmiernym ruchem objętych.

Jak z powyższego widać, sama zasada tej nawierzchni jest niezmiernie prosta; odrazu jednak zaznaczyć należy, że jest ona jedną z najtrudniejszych do wykonania z uwagi na odpowiedni dobór piasku, mączki i asfaltu, gdyż tylko przy zachowaniu pewnych ścisłych granic w tym kierunku, możemy liczyć na wykonanie odpowiedniej nawierzchni.

Najważniejszym jest dobre ustosunkowanie w masie kamiennej poszczególnych ziarn. Dla należytego określenia wielkości ziarn przyjęły się sita zastosowane w Ameryce i posiadające tam stosowaną numerację. Sita te są następujące:

Nr. sita	Ilość otworów w calu liniowym	Ilość otworów w calu <sup>2</sup>	Ilość otworów w cm <sup>2</sup>	Wielkość ziarn w m/m przechodzących przez sito
2	2	4	—	12
4	4	16	—	6
10	10	100	15	2,13
20	20	400	60	1
30	30	900	140	0,59
40	40	1.600	250	0,47
50	50	2.500	390	0,38
80	80	6.400	990	0,24
100	100	10.000	1.550	0,17
200	200	400.000	6.200	0,083

Grubość miedzianego drutu, z którego wykonane są sita ma naturalnie duży wpływ na ich gęstość. Nawet przy bardzo drobnych sitach wewnętrzny wymiar oczek powinien być większy od grubości drutu. W Ameryce posunięto się nawet tak daleko, iż sita te są przez specjalny urząd badane i tylko te, które jako dobre zostały ocechowane, mogą być do budowy użyte.

Otóż wedle przepisów amerykańskich piasek użyty do asfaltu piaskowego powinien posiadać następujące uziarnowanie materjału:

Przechodzi przez sito Nr.	Pozostaje na sicie Nr.	Dla ruchu ciężkiego w 0/0		Dla ruchu lekkiego w 0/0	
10	20	5	} 23	10	} 35
20	30	8		10	
30	40	10		15	
40	50	13	} 43	15	} 45
50	80	30		30	
80	100	17	} 34	10	} 20
100	200	17		10	
200	—	—		—	

Wszystkie % ustalone wedle wagi.

Ważne zadanie przypada również materiałowi wypełniającemu, który stanowi mączka kamienna, a którego celem jest wypełnienie próżni w piasku, aby cała masa była możliwie gęsta.

Dla tej mączki żądają przepisy amerykańskie takiej dobroci zmielenia, by cała ilość przeszła przez sito 0,5 mm, zaś 66% co najmniej przeszło również przez sito Nr. 200.

Jako materiału wypełniającego używa się bardzo często cementu, przyczem jednak zaznaczyć należy, iż wadą jego jest znaczna cena, co tem więcej daje się odczuwać, iż ilość materiału wypełniającego wynosi około 10% całego ciężaru. Zadaniem asfaltu jest spoić pojedyncze cząstki mineralne, ponieważ zaś wiemy, iż sklejające własności ciał koloidalnych występują tem silniej, im cieńszą będzie warstewka spoidła, przeto ilość asfaltu musi być do tej zasady dostosowana.

W razie użycia asfaltu trynidadskiego, musi jego ilość być większa w uwzględnieniu okoliczności, iż składa się on z 62% asfaltu i 38% części mineralnych.

Należy zwrócić również uwagę, iż większy dodatek mączki powoduje również większą ilość asfaltu z tego powodu, iż w tym wypadku jest znaczniejsza ilość powierzchni do otoczenia i sklejenia.

Miasta, używające w większych rozmiarach asfaltu piaskowego mają osobne, stałe urządzenia do przygotowywania potrzebnej masy, którą następnie w odpowiednio chronionych wozach, przewożą na miejsce budowy. Ochrona wozów polega w tem, by temperatura dowożonego materiału wynosiła 170° C.

Jeżeli nawierzchnia układa się nie bezpośrednio na podłożu, lecz na warstwie pośredniej, wykonanej z tłucznia asfaltowanego, natenczas pożądanem jest, by uskuteczniiano to podówczas, gdy warstwa pośrednia jest jeszcze ciepła, gdyż w ten sposób nie odciąga ona ciepłoty z asfaltu piaskowego i obie warstwy mogą się lepiej złączyć.

W wypadku, gdy nawierzchnię tę układa się na starej jezdni tłuczniowej, używa się warstwy pośredniej do złagodzenia spadku poprzecznego.

Asfalt piaskowy, podobnie jak każda nawierzchnia asfaltowa wymaga zamocowania bocznego. O ile, jako podłoże, użytą jest ława betonowa, natenczas zamocowanie boczne otrzymuje się przez odpowiednie podniesienie na krawędziach betonu. W razie użycia na podłoże starej jezdni tłuczniowej, należy na jej krawędziach ułożyć z obu stron dwa pasma betonu o szerokości po 0,60 m i wykonać również odpowiednie podwyższenie, dla bocznego schwycenia nawierzchni asfaltowej.

Na 1 m<sup>2</sup>, przy grubości nawierzchni 5 cm, potrzebuje się około 100 kg masy.

Wałowanie nawierzchni rozpoczyna się od krawędzi ku środkowi, przyczem pożądanem jest rozpoczynanie pracy wałkami ręcznymi, przechodząc następnie na cięższe, motorowe.

Przy użyciu wałów motorowych pierwszeństwo mają wały tandemowe, gdyż rozkładają ciśnienie równomierniej, nadto są znacznie zwrotniejsze niżli wały trzykołowe. Zwrotność zaś jest tutaj z tego powodu pożądaną, że rozchodzi się o to, by wałowanie nie odbywało się tylko w jednym kierunku, lecz ażeby wał jeździł również skośnie, a nawet, o ile to możliwe, poprzecznie do osi drogi. Tego rodzaju rozmaitość kierunków wałowania przystaje drobne nierówności, powstające przy wałowaniu tylko w kierunku podłużnym. W czasie wałowania powstają przy nawierzchni z asfaltu piaskowego na powierzchni fale, wskutek rytmicznego ruchu wału. Falowanie to jest bardzo niepożądane, a rozmaitość kierunków wałowania ma również przeciwdziałać tworzeniu się fal.

#### 6. ~~K~~ Inne typy nawierzchni asfaltowych.

Oprócz opisanych sposobów wykonania nawierzchni asfaltowych, istnieje cały szereg specjalnych typów, reprezentowanych przez rozmaite firmy i chronionych patentami. Szczegółowe ich opisywanie nie doprowadziłoby do celu; jako najwięcej znane należy wymienić: a) warrenit reprezentowany przez firmę Warren Brothers Company Boston; b) amiesite, będący asfaltowa-

niem na zimno, c) bitoslag, z żużli wysokopieczonych, d) bitosan, e) willite z zastosowaniem siarczynu miedzi itp. itp.

Dla nas typy te mają małe znaczenie, gdyż głównym warunkiem zastosowania u nas nawierzchni asfaltowych, powinna być możliwość użycia do tego celu asfaltów sztucznych pochodzenia krajowego. Znajdujemy się niestety dopiero w początkach tego rodzaju prób.

L) Utrzymanie nawierzchni asfaltowych.

Jedną z najbardziej charakterystycznych i dodatnich cech nawierzchni asfaltowych jest prostota ich utrzymania. Na ogół wzięwszy utrzymanie to polegać będzie na:

① wycięciu uszkodzonych partji w formie ostro krawężnej i uzupełnieniu ich nowym materiałem, przy równoczesnym ubiciu, względnie uwałowaniu łąty i

② ponowienie, względnie uzupełnienie pokrycia wierzchniego z przysypaniem miałem lub grysikiem.

Dobrze wykonana nawierzchnia asfaltowa zużywa się jednostajnie; niejednostajność zużycia występuje podówczas, gdy do materiału asfaltowego dostały się przez przeoczenie jakieś ciała obce. W tym wypadku nie pozostaje nic innego, jak tylko wycięcie uszkodzonych miejsc.

Co do sposobów utrzymania dróg asfaltowych pod względem administracyjnym, to ma się tu do czynienia z dwoma typami. Albo utrzymanie należy do tej firmy, która nawierzchnię wykonała i to zwykle na podstawie umowy przez pierwszych parę lat (3—5) bezpłatnie, później zaś za umówioną cenę od m<sup>2</sup> nawierzchni, albo też wykonuje to wszystko odnośny Zarząd Drogowy. Ten ostatni sposób stosowany jest w miastach, które mają znaczniejsze partje, kryte nawierzchnią asfaltową, wskutek czego posiadają na składzie odpowiedni materiał oraz dysponują wyewiczonym personelem.

M) Pokrywanie nawierzchni emulsjami.

Oprócz opisanych sposobów wykonania nawierzchni maziowanych lub asfaltowych znajduje w ostatnich czasach szerokie zastosowanie pokrywanie nawierzchni tłuczniowych i brukowanych, najrozmaitszemi w handel wprowadzonymi emulsjami jak: bitumuls, cowabit, eufalt, emulbit, dasagol i t. p., a szczególnie jedną z najlepszych emulcji asfaltowych, colasem.

Przy pokrywaniu powierzchniowem należy w pierwszym rzędzie nawierzchnię dobrze naprawić, zagłębienia wypełnić materiałem tłuczniowym wymieszanym z colasem, przy poprzednim

*zwany kruszowiec + asfalt + 10% + 50%*

nadrębaniu miejsc uszkodzonych i pociągnięciu ich emulsją. Naprawioną w ten sposób łatę należy ubić lub przewalować.

50%

Następnie oczyszcza się dokładnie całą nawierzchnię, przy czym nie jest konieczne pożądana bezwzględna suchość, albowiem colas posiada sam w sobie znaczną ilość wody. Po oczyszczeniu wylewa się na nawierzchnię colas w ilości 1,2—2,0 kg/m<sup>2</sup> i rozprowadza szczotkami; z powyższej ilości colasu pozostaje po wydzieleniu się wody około połowa t. j. 0,6—1,0 kg/m<sup>2</sup> czystego asfaltu na powierzchni.

Po colasowaniu posypuje się nawierzchnię cienką warstwą miazgi lub grysiku, którego ilość wynosi około 1 t. na 100 m<sup>2</sup> drogi. Dobrze jest miał ten przewalować. Jeżeli fundusze pozwalają, bardzo dobre rezultaty otrzymuje się przez powtórzenie colasowania po upływie około 14 dni.

Oprócz colasowania powierzchniowego stosuje się również wgłębne, którego sposób wykonania nie różni się od typów maziowania wgłębego, poprzednio opisanych.

## VIII. Kamień i wyrób tłucznia

### 55. Materiały kamienne w Polsce

Nawierzchnią najsilniej u nas reprezentowaną na drogach międzymiastowych jest tłuczniowa i długi jeszcze czas będzie ona typem dominującym. Z tego powodu należy się bliżej zapoznać z materiałem kamiennym występującym w Polsce, albowiem rok rocznie zużywamy tego materiału setki tysięcy m<sup>3</sup>.

Kamień używany w budownictwie drogowym powinien być wytrzymały na ciśnienie, uderzenie i ścieranie, powinien posiadać dostateczną elastyczność oraz przyczepność a nadto nie powinien niszczyć pod działaniem mrozów względnie wpływów atmosferycznych.

Skala wymogów, jakie stawiamy kamieniowi drogowemu, jak widzimy z powyższego jest bardzo obszerną i niewiele tylko gatunków jest w stanie jej odpowiedzieć.

Nie może być pominięty również względem taniości tego materiału, gdyż odgrywa on często niezmiernie ważną rolę ze względu, że przy tego rodzaju inwestycjach środki pieniężne, jakie mamy do dyspozycji są dość ograniczone. W granicach zatem tych środków będzie musiał personal drogowy oglądać się za materiałem najodpowiedniejszym, który jakkolwiek może nie speł-

ni wszystkich żądań i warunków, to jednakże w danych okolicznościach okaże się najwłaściwszym do budowy.

Najlepszych materiałów kamiennych do budowy dróg dostarczają nam skały wybuchowe. Niestety Polska pod tym względem nie jest przez naturę zbyt bogato wyposażoną i to nie tyle co do ilości, jak raczej co do położenia geograficznego. Materiały te skoncentrowane są na stosunkowo niewielkiej przestrzeni na dwóch przeciwległych krańcach Państwa, co w wysokim stopniu utrudnia możliwość ich użycia wobec wysokich cen dowozów kolejowych i kołowych.

Skały wybuchowe w Polsce istnieją w jednym skupieniu w południowo-zachodniej części Województwa Krakowskiego i Śląskiego oraz w drugim, we wschodniej części Województwa Wołyńskiego. Z niewielkimi ilościami mamy również do czynienia w Województwie Kieleckim oraz w południowo-wschodnich Karpatkach.

Nadto spotykamy t. zw. granity polne pochodzące z okresu dyluwialnego, naniesione przez lodowce skandynawskie w środkowej części Państwa. Materiał ten zwietrzały, o małych wartościach dla celów drogowych, nie może być brany pod uwagę przy poważniejszej eksploatacji.

Najpoważniejszym skupieniem granitu są Tatry. Stanowi on dla nich trzon krystaliczny, zaś powierzchnia na której się znajduje wynosi około 400 km<sup>2</sup>.

Jako główny składnik tych granitów występuje plagioklaz i kwarc, nadto liczne domieszki, jak ortoklaz, mikroklin, biotyt, muskowitz i t. p.

Struktura skały tatrzańskiej jest na ogół wzięwszy ziarnistą, stan jej zachowania stosunkowo dobry. Wytrzymałość na ciśnienie waha się w granicach 1253—1691 kg/cm<sup>2</sup>, ścieralność 3,66—8,64 cm<sup>3</sup>, współczynnik porowatości 2,00—2,44%.

Z zestawień z granitami obcemi wynika, że granit tatrzański ustępuje co do wytrzymałości granitowi szwedzkiemu oraz śląskiemu (Strzyglów), natomiast pod względem ścieralności przedstawia się korzystniej od śląskiego, pod względem zaś porowatości korzystniej od obydwu wymienionych.

Niestety z eksploatacją jego jest krucho. Istnieje wprawdzie przedsiębiorstwo eksploatacyjne „Kamieniołomy Tatrzańskie” w Zakopanem, działalność jego jednak napotyka ciągle na trudności stawiane przeważnie przez miłośników ochrony przyrody. Jeżeli zwycięży idea nienaruszalności Tatr z punktu widzenia wytworzenia rezerwatu górskiego, natenczas może się to odbić

bardzo przykro na budownictwie drogowym, albowiem olbrzymi magazyn tego materiału będzie niedostępny.

Śląsk cieszyński posiada złoża młodszej skały wybuchowej t. zw. ciężynitu, idące od Moraw aż po okolice Kalwarji Zebrzydowskiej. Składa się on z plagioklaz, amfibolu i augitu z domieszką zeolitu, kalcytu i chlorytu.

Wartość jego budowlano-drogowa stosunkowo nie wielka ze względu na zdolność do szybkiego i łatwego wietrzenia.

Ważne znaczenie w naszym budownictwie drogowym posiadają t. zw. lawy krakowskie, obejmujące około 200 km<sup>2</sup> w okolicy Krzeszowic a przychodzące w postaci porfiru, melafiru i diabazu hiperstenowego.

Porfir występuje na północ i na południe od Krzeszowic, w Miękini, Zalasiu, Frywaldzie i t. p. Odnacza się on barwą ciemno czerwoną, posiada w swoim składzie skałęń, biotyt, kwarc, ortoklaz i plagioklaz. Porfir w Zalasiu występuje również z barwą zielono-szarą.

Wytrzymałość porfiru na ciśnienie 2260 kg/cm<sup>2</sup>, ścieralność 10,97 cm<sup>3</sup>, porowatość 2,36%.

Produkcja rozbudowana, prowadzona przez „Kamieniołomy miast Małopolskich“, w których największy udział mają miasta Lwów i Kraków.

W Regulicach, Alwernji, Porębie, Niedźwiedziej Górze występują melafiry i diabazy. Kamieniołomy rozbudowane są w Niedźwiedziej Górze przez firmę „Inż. H. Kowarzyk i Inż. W. Braun“, przyczem diabaz ten w handlu znajduje się pod nazwą bazaltu.

Wytrzymałość diabazu z Niedźwiedziej Góry 2351 kg/cm<sup>2</sup>, ścieralność 9,5 g/cm<sup>2</sup>, diabazu z Tenczynka 2665 kg/cm<sup>2</sup>, melafiru z Regulic 1620 kg/cm<sup>2</sup>, ścieralność 23,4 g/cm<sup>2</sup>. Minerale te stanowią bardzo dobry materiał kamienny.

Andezyty występują w okolicy Pienin na przestrzeni około 18 km pomiędzy wsią Kluczkowicami na zachodzie a potokiem Krupianka na wschodzie.

Miejsce ich występowania podzielić można na 4 grupy: 1) grupa Wzaru w okolicy Czorsztyna, 2) grupa obnażeń w potokach prawego brzegu Dunajca pod Krościenkiem, 3) grupa Bryjarki w pobliżu Szczawnicy i 4) grupa Jarmuty. Pierwsza grupa najważniejsza obejmuje głównie odmianę andezytu augitowo-amfibolowego, dalsze grupy andezytu amfibolowego.

W pierwszej grupie Wzaru występują 3 gatunki andezytu, różniące się bardzo znacznie co do wytrzymałości na ciśnienie, mia-



nowicie Wżar I — 2719 kg/cm<sup>2</sup>, Wżar II — 1602 kg/cm<sup>2</sup> oraz Wżar III — 890 kg/cm<sup>2</sup>.

Wżar oddalony bardzo od kolei, wskutek tego chwilowo o małym znaczeniu dla dróg, eksploatowany jest przez firmę „Andezyt“ w Nowym Targu.

W r. 1919 znaleziony został bazalt w górach Świętokrzyskich w Kieleckiem, w miejscowości Bardo koło Widełek. Materiał ten o barwie czarnej, strukturze krystalicznej, ma być rzekomo dobrym materiałem drogowym; dotychczas jednak nie jest eksploatowany.

Niezmiernie cennym materiałem są głębinowe, krystaliczne skały Wołynia. Obszar ich występowania zawarty jest między granicą państwową na wschodzie i miejscowościami Hlinne, Kle-sowo, Ludwipol, Korzec, a obejmuje obszar około 1600 km<sup>2</sup>.

Skały wołyńskie przedstawiają dużą różnorodność pod względem struktury, zaś pod względem petrograficznym reprezentują cały szereg odmian.

Wytrzymałość na ciśnienie dla granitu 1160 — 1648 kg/cm<sup>2</sup>, dla mikrogranitu 1812 kg/cm<sup>2</sup>.

Na miejscu istnieje cały szereg przedsiębiorstw eksploatujących kamieniołomy jak „M. Fajnsztajn“, „Puchacz“, „Granit polski“, „Skała“ i t. p.

Oprócz granitów występują bazalty w dorzeczu Horynia, mianowicie w Berestowcu, Dolhem Polu, Janowej Dolinie i t. p. Jako bardzo charakterystyczną cechę podkreślić należy prawie idealny stan zachowania się skały, bez śladów zwiertzenia.

W Berestowcu eksploatuje kamieniołom „Towarzystwo Eksploatacji kamieniołomów“, które jest siostrzaną instytucją „Kamieniołomów miast Małopolskich“.

Wytrzymałość na ciśnienie bazaltu berestowieckiego 2810 kg/cm<sup>2</sup>.

W r. 1929 uruchomiono wielki kamieniołom państwowy w Janowej Dolinie.

Oprócz wymienionych skał pochodzenia wulkanicznego, posiadamy w Polsce dość liczne złoża piaskowców, które występują w bardzo wielu miejscach przeważnie na Podkarpaciu. Idąc od zachodu mamy piaskowiec z lepszczem kwarcytowym w Kozach, dający doskonały tłuczeń i eksploatowany przez organa państwowe.

Mioceński piaskowiec znajduje się w Suchodole i Wiszence, dotychczas eksploatowany bardzo słabo.

Dobre gatunki piaskowca kwarcytowego otrzymuje się w ka-

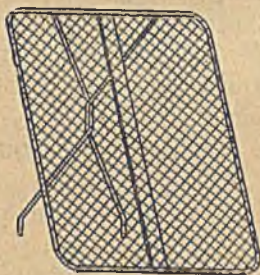
mieniołomie państwowym w Zagnańsku obok Kielc, dalej nad Prutem w okolicy Delatyna. Jakkolwiek miejsc poboru jest dużo, to jednakże z małymi wyjątkami nie są to kamieniołomy urządzone w postępowy sposób.

## 56. Wyrób tłucznia

Kamień potrzebny do budowy dróg otrzymujemy bądź to z rzek w postaci toczonego przez wodę rumowiska, bądź też z kamieniołomów. Występuje jeszcze jedna forma t. zw. żwiru kopanego, który stanowi złoża naniesione swego czasu przez wodę i występuje przeważnie w silnem przemieszaniu z piaskiem.

Rumowisko rzeczne, objętościowo jest bardzo rozmaite, w zależności od spadków strumieni. W górnych odcinkach strumieni spotykamy bryły dochodzące często do kilku m<sup>3</sup>, w miarę posuwania się w dół spadki maleją a znajdujące się rumowisko przybiera formy coraz drobniejsze.

Dla celów drogowych, zastrzegając z natury rzeczy dobroć kamienia, nadają się z rumowiska rzeczne otoczaki i żwir. Otoczaki objętościowo znaczniejsze, w każdym razie takie, by mogły być podniesione siłą jednego człowieka, o ile mają być użyte do budowy nawierzchni drogowej, muszą być w pierwszym rzędzie rozdrobnione; żwir rzeczny użyty jest często w postaci takiej, w jakiej przychodzi w strumieniu. Podobnie przedstawia się sprawa żwiru kopanego.



Rys. 173

Ponieważ z reguły żądamy, by kamienie użyte do nawierzchni były oczyszczone z obcych domieszek, przeto żwiry rzeczne i kopane czyścimy przez przepuszczenie ich przez t. zw. r a f y (rysunek 173). Rafy są to płaskie sita druciane o ramie drewnianej lub żelaznej, ustawione pochyło z pomocą odpowiednich podpórek, o oczkach, mających żądaną wielkość. Materiał zanieczyszczony,

rzucony na rafę pozostaje przed nią, natomiast zanieczyszczenie przedstawiające zwyczajnie część drobniejszą, przechodzi na drugą stronę rafy. Otoczaki jak również otrzymany w kamieniołomach kamień łamany muszą być przerobione przez rozdrobnienie na tłużeń.<sup>x)</sup>

Tłużeń wyrabiany jest ręcznie lub maszynowo.

Ręczne tłuczenie jest lepsze, daje bowiem materiał jednostajny co do rozmiarów i wielkości; nadto mamy tu najmniejszą stratę materiału w formie mąłu, piasku i pyłu. Tłuczenie ręczne odbywa się bądź to zapomocą krótkich młotków o wadze 3 — 4 kg, przyczem robotnik wykonuje tę pracę siedząco, bądź też zapomocą młotków lekkich o wadze około 1 kg osadzonych na długim i giętkim stylisku, przyczem robotnik w czasie pracy stoi. Praca tłuczenia wymaga wielkiej wprawy i z reguły oddawaną jest w akordzie wedle m<sup>3</sup>. Wprawny robotnik jest w stanie w 8-godzinnym dniu roboczym wytłuc 0,6 — 1,0 m<sup>3</sup> kamienia twardego, zaś do 1,5 m<sup>3</sup> kamienia miękkiego, o ziarnie o wymiarach 4 — 6 cm.

Tłuczenie odbywa się albo w kamieniołomie albo też na placach składowych położonych w pobliżu drogi lub też na samej drodze. Ostatni wypadek jest najmniej pożądanym z dwóch powodów; po pierwsze tłużeń przy rozbijaniu rozprzestrzenia się na większą partję drogi, zanieczyszczając ją i pod wpływem przejeżdżających pojazdów raniąc nawierzchnię, powtórne tłuczenie na drodze może być powodem zranienia przechodniów przez odpryski, co już niejednokrotnie miało miejsce. W województwie poznańskim wydano zarządzenie, które wydaje się być celowym, by w wypadku tłuczenia na drodze osłanianie odpowiednie miejsca rodzajem parawanu wykonanego w formie płotka. W tym wypadku obie ujemne strony są do pewnego stopnia opanowane.

Robotnicy powinni być w czasie tłuczenia zaopatrzeni dla ochrony oka w druciane okulary; zaznaczyć jednak należy, że ta zresztą zupełnie zrozumiała inowacja nie przyjmuje się u naszego robotnika.

Wytłuczony kamień powinien być w stanie czystym należycie spryzmowany.

Jakkolwiek forma tłucznia ręcznego jest najkorzystniejszą, coraz częściej w szerokich rozmiarach przechodzimy na tłuczenie maszynowe. Dzieje się to głównie z tego powodu, iż daje się odczuć większy brak wyszkolonego w tym kierunku robotnika. Jest to bowiem praca ciężka, a co odgrywa również niepoślednią

x) Podział pod względem

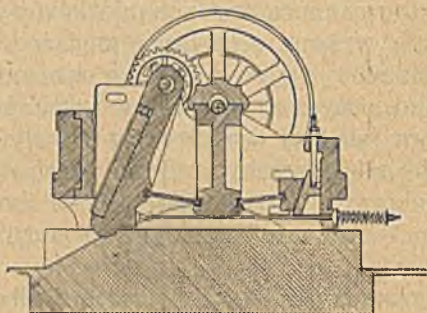
1) pełno profesjonalny

2) standardy pracy

rolę, praca do pewnego stopnia, wedle zapatrywań naszego ludu obelżywa.

Maszyny służące do wyrobu tłucznia noszą nazwę ł a m a k ó w i dzielą się na ł a m a k i s z c z ę k o w e i ł a m a k i w i r o w e.

Ogólna charakterystyka odnosząca się do łamaków jest ta, iż kamień nie jest w nich tłuczony lecz miazdzony, wskutek czego uziarnowanie jego nie jest już o tej jednostajności, jak przy tłuczeniu ręcznym; nadto otrzymujemy przy tłuczeniu maszynowym znacznie większe ilości mialu i pyłu.



Rys. 174

Łamaczek szczękowy, którego konstrukcja jest bardzo rozmaita, składa się zasadniczo z silnej ramy żelaznej, w której pomieszczone jest całe urządzenie. W jednej ze ścian osadzona jest szczęka nieruchoma, wykonana z twardej leżny stalowej, karbowana, z przeciwległej zaś strony zawieszona jest na wale część ruchoma, w której znajduje się osadzona druga, ruchoma szczęka, karbowana.

Przestrzeń pomiędzy obiema płytami szczękowymi stanowi paszczę.

Ruchoma część połączona jest z wahaczem, osadzonym na wale, poruszany z motoru zapomocą mimośrodów. Ruch mimośrodu powoduje zbliżanie i odchylenie się szczęki ruchomej do, względnie od stałej, a kamień rzucony w paszczę doznaje zgniatania.

Wielkość dolnego otworu pomiędzy płytami, od której zależną jest wielkość ziarna tłucznia, daje się nastawiać w żądanych granicach.

Jak każda maszyna robocza, tak i ta posiada cały szereg dodatkowych urządzeń normujących sprawne działanie, a systemów łamaków jest bardzo wiele. Na wale osadzone są zwyczajnie koła

zamachowe oraz transmisyjne, łączące łamak z motorem. Motor może być parowy, spalinowy, wybuchowy lub wodny. Próbowano również zastosowania kieratów, rezultaty jednak ze względu na występujące tu olbrzymie opory nie były szczególnie.

Łamaki szczękowe budowane są w rozmaitych wydajnościach od 1 do 27 m<sup>3</sup> tłucznia na godzinę oraz dostosowanej do tego mocy.

Jest rzeczą zrozumiałą, że tłużeń przedostający się przez dolną część paszczy, jest właściwie ograniczony tylko w jednym kierunku, poprzecznym do szczęk. Wynika z tego, że bardzo często przedostają się elementy posiadające odpowiednią grubość, natomiast ukształtowane płytkowo, a wskutek tego dla celów drogowych nie do użycia.

Z każdym łamakiem połączony jest sortownik, w formie lekko zbieżnego stożka blaszanego, zaopatrzonego na powierzchni w otwory o pewnej średnicy, przy czem zwyczajnie jest trzy wielkości średnic. Wypadający z łamaka kamień, spadając do sortownika, obracającego się naokoło swej osi, lekko ku poziomowi pochylonej i napotykać najpierw otwory o najmniejszej średnicy, wyrzucony jest najpierw w najmniejszym ziarnie; reszta materiału obraca się dalej w sortowniku, poruszając się ku otworom większym. Elementy przekraczające największy wymiar otworów wypadają na zewnątrz i muszą być raz jeszcze przez łamak przepuszczone.

W kamieniołomach osadzone są łamaki jako urządzenia stałe, pod dachem, przy czem ze względu na ekonomję pracy, należy je projektować w ten sposób, by dostawa kamienia i odwóz tłucznia odbywał się możliwie najwygodniej i najtaniej. W tym względzie nadają się do tego celu najlepiej zbrocza kamieniołomów.

Oprócz tego istnieją urządzenia przenośne, bądź to osobne same dla siebie, bądź też zmontowane na samochodach. Jako motor użyty tu być może wał parowy, względnie motor samochodowy.

Drugim typem są łamaki wirowe. Konstrukcja ich jest dość rozmaitego rodzaju, a zasadza się na tem, iż na wale pionowym znajduje się karbowany stożek ze stalowej leizny, który obraca się mimośrodkowo wewnątrz drugiego karbowanego stożka nieruchomego. Wskutek obrotu stożka następuje miażdżenie kamienia, który rozdrobniony, wylatuje spodem z pomocą otworu umieszczonego pod najwyższem miejscem pomiędzy oboma stożkami.

Łamaki te z reguły tylko stałe, pracują znacznie sprawniej niżli szczękowe z tego powodu, iż praca ich jest nieprzerwaną,



podczas gdy przy szczękowych praca następuje tylko w momencie zbliżania się szczęk do siebie.

Nadto wskutek tego, że ugniot kamienia następuje pomiędzy powierzchniami krzywymi, dają one naogół wziawszy ziarno znacznie jednostajniejsze, niżli łamaki szczękowe. Wykonywane są w rozmaitych wielkościach i dla rozmaitych sprawności od 2 do 220 m<sup>3</sup> na godzinę, przyczem moc ich wynosi od 4 do 150 K. P.



Rys. 175 a

Ważnem jest wzajemne ustosunkowanie się ziarn poszczególnych sort dostarczonych przez łamaki. Przy łamakach szczękowych otrzymujemy:

7% elementów za dużych, które muszą być raz jeszcze gniecione  
 29% „ „ o średnicy 4—6 cm  
 35% „ „ „ 2—3 cm  
 29% okruchów, miału i pyłu.

Przy łamakach wirowych otrzymujemy:

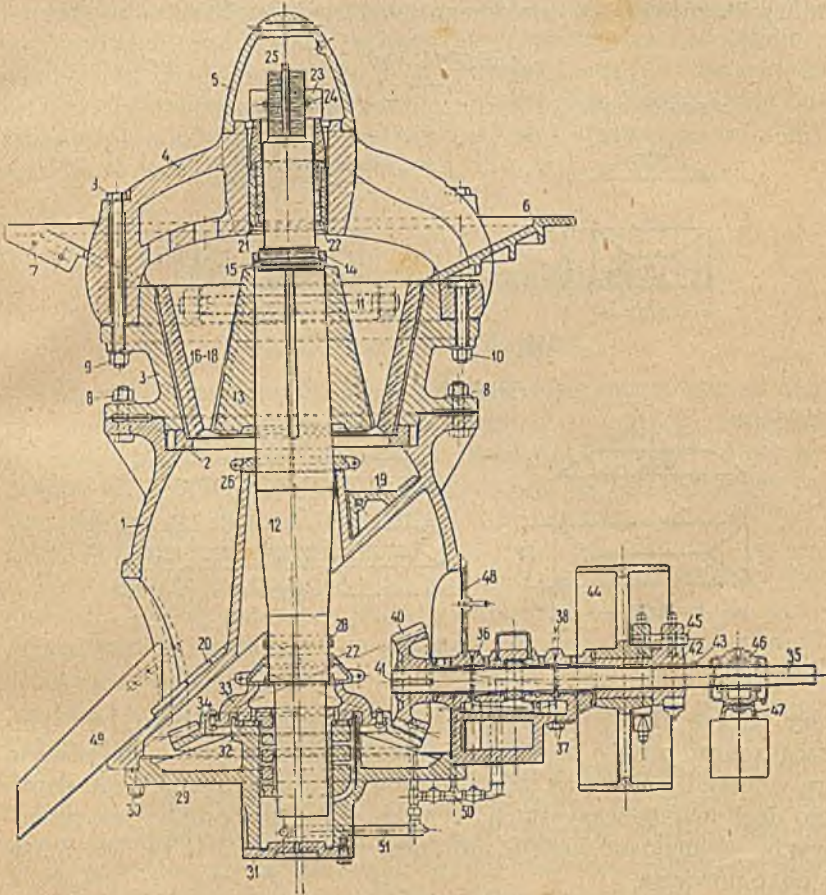
piasku	o średnicy	0 — 7 mm	około	9,5%
miału	„	7 — 15 mm	„	7,5%
okruchów	„	15 — 30 mm	„	15,0%
tłucznia drobnego	„	30 — 40 mm	„	36,0%
tłucznia grubego	„	40 — 60 mm	„	30,0%
tłucznia b. grubego	„	60 — 80 mm	„	6,0%
ponad 80 mm			„	0,5%

Konieczną jest również znajomość wzajemnego ustosunkowania się kamienia w rozmaitych jego formach. Poniżej podane zestawienie wskazuje nam odnośne daty.

1 m<sup>3</sup> rodzimej skały daje 1,40 m<sup>3</sup> kamienia ułożonego w stopy, 1,70 m<sup>3</sup> tłucznia wraz z miałem i pyłem oraz 1,30 m<sup>3</sup> tłucznia ułożonego w nawierzchni drogowej.

Kamień zakupywany bywa albo objętościowo, albo też, co odnosi się przeważnie do materiałów sprowadzanych koleją na wagę. Na drodze odbiór tłucznia z reguły objętościowo.

Tłuczeń dostawiany do utrzymania dróg układany bywa na drodze w przyzmach jedno lub dwumetrowych. Wymiary tych przyzm są dwójakie, w zależności od tego, czy droga jest szeroka czy też wąska.



Rys. 175 b

W każdym razie nie wolno dopuszczać do ustawiania przyzm dowolnych, lecz ściśle wedle jednolitego typu, gdyż inaczej jest w wysokim stopniu utrudniony odbiór.

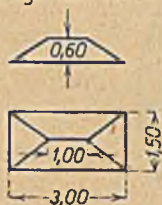
Rys. 176 przedstawia wymiary przyzm jedno i dwumetrowych na drogach szerokich i wąskich.

Przy budowie nowej drogi, względnie przy starej, o ile są do dyspozycji place składowe, układamy tłuczeń zwyczajnie w pry-

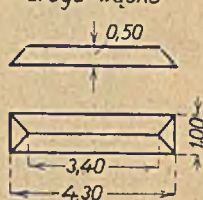
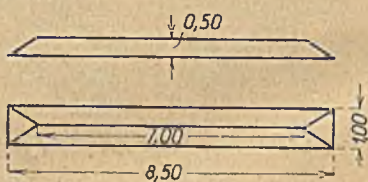
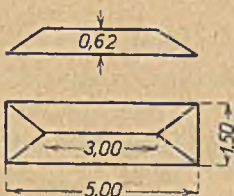
zmy regularne o wysokości 1 m a objętości znaczniejszej, przy-  
czem pomiar ich następuje przez wymnożenie średniej długości  
przez średnią szerokość. Popelniamy przy tym typie pomiaru  
pewien niewielki błąd na każdej przyzmy w stosunku do oblicze-  
nia dokładnego, godzimy się jednak na to ze względu na wielkie  
uproszczenie pracy. Tłuczeń dostawiany w przyzmach jedno lub  
dwumetrowych jest odbierany z pomocą krokiewek, których wy-  
miary stosuje się do odnośnego typu przyzmy. Przy odbiorze na-

PRYZMA  $1m^3$ 

droga szeroka



droga wąska

PRYZMA  $2m^3$ 

Rys. 176

leży baczyć na to, by pojedyncze powierzchnie przyzmy były płaszczyznami, gdyż o ile to będą powierzchnie krzywe z wklęsłością ku wnętrzu, natenczas przyzma jest t. zw. naciągana t. zn. pomimo dochowania wszystkich wymiarów tak poziomych jak pionowych, wykazywać będzie mniejszą objętość, niżli ta, którą posiadać powinna.

Jak już poprzednio widzieliśmy, niektóre nawierzchnie nowoczesne wymagają piasku o specjalnem uziarnowaniu, który często otrzymuje się przez zmielenie kamienia względnie otrzymanego z łamaków gruzu na gniotownikach i śrutownikach. Odnośne maszyny są zasadniczo tak skonstruowane, iż materiał kamienny dostaje się między dwa walce, obracające się w odwrotnych kierunkach, pomiędzy którymi następuje zgnicenie materiału. Jeden z tych walców jest stale na łożyskach osadzony, natomiast



drugi ma możliwość lekkiego przesuwania się z uwagi na to, by w razie natrafienia na bardzo znaczny opór, walce nie uległy zniszczeniu. Ta odchyłka walca ruchomego umożliwiona jest z pomocą spiralnej sprężyny, która ściska walce ze sobą. Materiał zgnieciony przechodzi następnie przez sortownik.

Produkcja mączki kamiennej, potrzebnej jako materiał wypełniający do niektórych nawierzchni asfaltowych, odbywa się w młynach odrzutowych zwanych także dezintegratorami lub też w młynach kulowych. Dezintegratory są używane szczególnie wtedy, gdy chodzi o produkcję mączki asfaltowej potrzebnej do asfaltu ubijanego, pracują bowiem na zasadzie działania siły odśrodkowej, wskutek czego materiał się nie rozgrzewa, co byłoby szkodliwe dla kamieni bitumicznych.

## IX. Urządzenia pomocnicze

### 57. Drzewa przydrożne

Sadzenie drzew przydrożnych podnosi estetyczny wygląd drogi i ma pewne znaczenie dla należytej orientacji jadącego w ciemną noc lub też w czasie silnych zawiei śnieżnych. Przy sadzeniu ich jednak należy brać pod uwagę, by nie był przez nie tamowany ruch normalny na drodze, ani też by nie były przyczyną zawilgocania drogi.

Ze wzrostem na drogach ruchu samochodowego czyniony jest drzewom wysokopiennym poważny zarzut, iż są one często przyczyną bardzo poważnych wypadków samochodowych, których ostateczny rezultat byłby znacznie łagodniejszy, gdyby nie uderzenie i rozbicie się samochodu o pień drzewa. Z tego powodu coraz częściej pojawiają się żądania zastąpienia drzew wysokopiennych rozmaitego gatunku krzewami, które zabezpieczając estetyczny wygląd drogi i stawiając również ewentualnemu uderzeniu samochodu dostateczny odpór, wskutek swej elastyczności nie będą powodem nieszczęśliwych wypadków. Specjalnie poważne zarzuty spotykają drzewa owocowe, które zrzucając w okresie dojrzewania owoc na drogę, czynią ją dla szybkobieżnego ruchu samochodowego bardzo niebezpieczną przez umożliwienie niespodziewanego poślizgu. Nadto plamisty cień jaki niektóre drzewa rzucają na drogę również dezorientuje kierowcę i nie przyczynia się do wygodnej i bezpiecznej jazdy.

Poruszona sprawa odnosić się będzie naturalnie w pierwszym

rzędzie do dróg o żywym ruchu samochodowym. W naszych warunkach należy przypuszczać, że jeszcze w długim okresie czasu wspomniane powyżej ujemne objawy nie dadzą się zbyt dotkliwie odczuć, dlatego też musimy się tą sprawą nieco obszerniej zająć.

Drzewa alejowe mogą być sadzone bądź to od strony drogi, jeżeli jest do dyspozycji dostateczna ku temu szerokość, bądź też za przeciwszkarpą rowu. O ile sadzimy drzewa w sposób pierwszy, natenczas odstęp wzajemny drzew winien wynosić 15 — 20 m, a obustronne ich ustawienie powinno być takie, by stały one naprzemian.

Najmniejszy odstęp od krawędzi drogi ma wynosić 30 cm, również ta sama odległość powinna być zachowaną od przeciwszkarpy rowu, w razie sadzenia drzew poza właściwym pasem drogowym. Ważnym jest odpowiedni dobór drzew a w szczególności przestrzeganie zasady, by unikać sadzenia drzew leśnych na terenach łąkowych i odwrotnie sadzenia drzew owocowych w partjach leśnych. Jednym słowem, chcąc mieć rezultat odpowiedni, należy stosować się do gatunków drzew, w danej okolicy rosnących.

Co do drzew nieowocowych, to w ziemiach żyznych należy sadzić: lipy, klony, dęby, wiązy i graby. Kasztany udają się dobrze, jednak pierwszeństwo należy dać gatunkom poprzednio wymienionym, jako pożyteczniejszym.

W ziemiach wapiennych i skalistych głównie na pochyłościach gór należy sadzić buki i dęby. W ziemiach lekkich akacje czyli grochowniki, a w piaskach brzozy. W ziemiach wilgotnych olszę błotną, dąb błotny, jesion i wierzby.

Topole udają się w każdej ziemi prócz głębokich piasków, jednakże rozciągając bardzo daleko korzenie niszczą pola. Dla celów drogowych najprzydatniejszą jest topola berlińska.

Przy drogach wąskich można sadzić drzewa mniejsze jak: jarzębinę, głóg i klon tatarski.

Drzewa iglaste sadi się tam, gdzie trzeba drogę bronić przed zasypaniem piaskiem lub śniegiem. Na ziemiach suchych idzie dobrze sosna czarna i smołowa, na ziemiach wilgotnych świerk zwykły, w lekkich i piaszczystych świerk kolący, w ziemiach skalistych jodła.

Drzewa owocowe sadić się winno, o ile możliwości, za rowem. Sadzone na drodze, muszą mieć koronę wzniesioną przynajmniej na 2,50 m od ziemi.

Grusze sadi się na gruntach żyznych, niezbyt wilgotnych i na piaszczystych, pod którymi nie głębiej niż na 1,5 m jest glina.

Jabłonie sadi się w ziemiach wilgotnych (nie mokrych), na madach i próchnicach nad rzekami i jeziorami, i wogóle tam, gdzie są bujne sady jabłoniowe.

Czereśnie sadi się na tych samych ziemiach, na których idą grusze.

Sliwy sadi się w gruntach wilgotnych, jednak niemokrych, wiśnie w lekkich i piaszczystych. Orzechy włoskie sadić można w ciepłych okolicach kraju na ziemiach wapiennych i skalistych.

Drzewa liściaste można sadić na samej koronie drogi o ile ma ona nie mniej jak 7 m szerokości. Wtedy sadi się je na 0,3 m od brzegu korony, zabezpieczając od uszkodzeń odpowiednimi odbojami. Drzewa takie powinny mieć pnie wysokie do korony na 2 m. Z czasem gdy się rozrosną i będą ruchowi na drogach przeszkadzały, należy podkrzesać ich korony jeszcze wyżej. *do 1,50 m.*

O ile droga jest węższa w koronie niż 7 m, powinny drzewa znaleźć się za rowami, na pasie przydrożnym. Jeżeli przy szerokiej drodze są pasy ziemi od strony sąsiednich pól najmniej na 3 m szerokie, można niezależnie od drzew przy brzegu korony posadzić drzewa na tych pasach w odległości 1,50 m od rowu, wybierając ku temu celowi drzewa mniejsze lub iglaste.

O ile wzdłuż dróg przechodzą linje telegraficzne, telefoniczne lub przewody o wysokiem napięciu należy dążyć do tego, aby, gdy droga posiada szerokość 7 m i więcej, linje przewodów umieszczone były poza rowami, a droga obsadzoną była drzewami na koronie; o ile droga ma szerokość mniejszą jak 7 m należy dążyć do tego, by linje przewodów przechodziły po brzegu a drzewa posadzone były za rowami.

Do sadzenia drzew wykopuje się doły na 0,75 m szerokie i głębokie (w ziemiach piaszczystych szersze, w wilgotnych płytsze). Wierzchnią ziemię żyzniejszą wyrzuca się na jedną stronę, jałową na drugą. Dół należy nieco użyźnić przez naniesienie bądź to zgarniętego z drogi błota, w piasku przez dodatek zwietrzalej gliny i próchnicy, następnie przez dodatek popiołu drzewnego, soli potasowej ( $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{2}$  kg na dół) i tomasyny ( $\frac{1}{2}$  — 1 kg) lub siarczanu amonu ( $\frac{1}{2}$  kg). Nawozy te powinny być przemieszane z ziemią.

Na tydzień przed sadzeniem zasypuje się doły ziemią użyźnioną na spód, jałową wyżej, pozostawiając jednak dołek o tyle obszerny, żeby się w nim korzenie wygodnie zmieściły. Wbija się też w środku dołka palik 10 cm średnicy dolnej, opalony na wysokości 0,5 m celem ochrony od gnicia, o długości takiej samej, jak pień drzewa nad ziemią.

Drzewa przydrożne liściaste winny mieć pnie proste, o wysokości przynajmniej 2 m od korony. Grubość pnia mierzona na wysokości 1 m nad ziemią powinna wynosić dla drzew owocowych i mniejszych dzikich 8 — 10 cm w obwodzie, dla drzew dzikich większych 10 — 20 cm w obwodzie. Drzewa szpilkowe powinny mieć przynajmniej 1,0 — 1,5 m wysokości (5 — 10 letnie).

Najlepszą porą sadzenia jest październik do połowy listopada. Akacje, brzozy, klony i drzewa iglaste sadi się jednak na wiosnę, wkrótce po zupełnym rozmarznięciu ziemi. Korzenie po zasadzeniu należy obsypać zaprawą, dół do reszty ziemią zapełnić, tworząc z niej naokoło drzewa kopczyk przy sadzeniu jesiennym, zaś miskę przy wiosennym. Ziemię pomiędzy korzeniami doskonale obcisnąć a na wiosnę po zasadzeniu zaraz obficie wodą podlać, a o ile wiosna sucha, podlanie to w połowie maja powtórzyć.

Po zasadzeniu należy przywiązać drzewko do palika u samej góry słomą a w początku czerwca, gdy osiadzie, witkami wierzbowymi raz w środku i raz u góry, nie w ósemkę lecz wprost, okręcając niemi drzewo i palik, przewiązanie ponowić. Paliki można usunąć po 2 — 3 latach.

Kopczyki usypane w jesieni należy na wiosnę rozrzucić i porobić około drzewa zagłębienia.

Żywopłaty sadi się przy drogach dla obrony pól od przechodniów oraz dla ochrony drogi od śniegów i zasypania piaskiem tam, gdzie to jest potrzebne. Zwraca się przy tem uwagę na wspomnianą poprzednio tendencję, stosowania w szerokich granicach żywopłatów przy drogach o silnym ruchu samochodowym.

Odpowiednie rośliny na ten cel są: grab, głóg, wiśniośliwa, akacja syberyjska, rokitnik, róża dzika, ligustr i inne. Z iglastych są do tego celu przydatne żywotniki w okolicach cieplejszych i ziemi nieco wilgotnej oraz świerk pospolity i świerk kołacy.

Żywopłaty można urządzać tylko za rowem. W tym celu należy przeregulować pasek ziemi 0,5 m szeroki na  $\frac{1}{2}$  m głęboko, a rośliny dwuletnie sadić na środkowej linii tego paska jednym rzędem, wczesną wiosną. Odległości w jakich sadi się poszczególne krzewy są rozmaite np. ligustr co 0,20 m, rokitnik co 0,30 m, głóg co 0,40 m, żywotnik co 0,8 — 1,0 m i t. p.

Od trzeciej wiosny po zasadzeniu przycina się krzewy z boku tak, by żywopłat miał szerokość od 0,5 — 1,0 m; wysokość odpowiednia będzie dla ligustru 1,0 — 1,5 m, dla głogu i rokitnika 1,8 — 2,0 m, dla żywotników 2,0 — 3,0 m.

Pożądanem jest zasilenie ziemi nawozami sztucznymi poprzed-

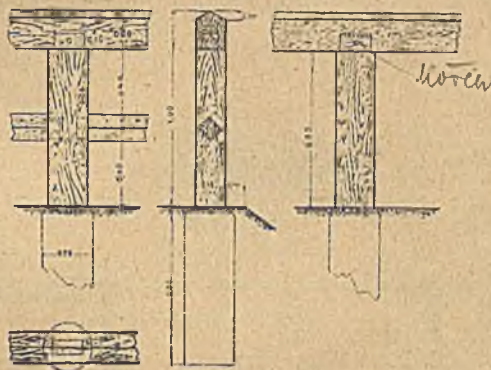
nie już wymienionymi, rozsypaniami z obu stron żywopłotu na wiosnę i przekopaniami z ziemią.

Z uwagi na nowoczesne warunki szybkobieżnego ruchu na drogach, nie jest pożądanym obsadzanie dróg na lukach, skrzyżowaniach oraz w sąsiedztwie skrzyżowań z koleją w poziomie. *widoczności*

Nie od rzeczy będzie również uwaga, iż na lukach gdzie znajdują się już dawniej posadzone drzewa, należy je bielić na zewnętrznej stronie łuku na wysokość mniej więcej 1,50 m, celem uwidocznienia ich dla jadącego samochodem w nocy.

### 58. Poręcze drogowe

Przy nasypach wyższych jak 1,5 m oraz w sąsiedztwie wody stojącej lub płynącej ustawiamy zwyczajnie dla ochrony przechodni i bydła *p o r ę c z e*. Zwrócić należy uwagę, że poręcze nie mogą mieć na celu powstrzymania rozpędzonych wozów lub sa-



Rys. 177

mochodów, gdyż w tym wypadku musiałyby być wykonywane specjalne budowle; celem ich jest ostrzeżenie przejeżdżającego, by miał się na baczności. Natomiast powinny one posiadać konstrukcję tego rodzaju, by przeciwstawiały dostateczny opór zwyczajnemu parciu, jakie wywiera szereg osób o poręcz opartych, a które wynosi 50 — 80 kg/mb.

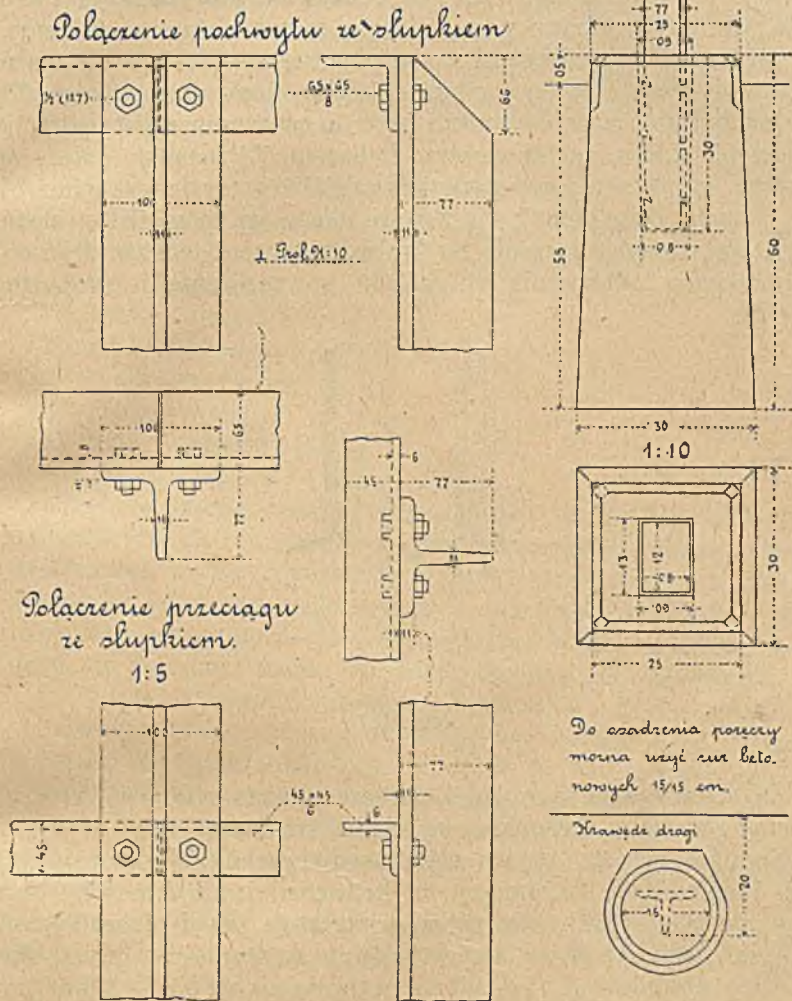
Poręcze o wysokości 0,80 — 1,00 m mogą być bez względu na materiał, wykonane jako przerywane lub ciągłe. W pierwszym wypadku przerwa pomiędzy poręczami nie powinna być większą niżli 0,30 m.

Poręcze drewniane mogą być wykonane w t. zw. sposób wiejski a więc nieobrobione lecz tylko okorowane oraz ociosane i oheblowane (rys. 177). Dla oszczędności materiału wykonuje się



często w poręczach przeciągi zwane także ryglami, które uniemożliwiają wypadnięcie pod poręczą.

W okolicach bogatych w kamień spotykamy często słupki kamienne, które są prosto wieczne.



Rys. 180

Często, szczególnie w partjach górskich, na murach oporowych i t. p. urządzamy zamiast poręczy murowane parapety, bądź to w całej wysokości, bądź też z otworami. Przy tego rodzaju opo-

ręczeniu należy zawsze przewidzieć należyty odpływ wody z powierzchni drogi.

Poręcze żelazne używane są na drogach w sposób jak najrozmaiciej skonstruowany. Do tego celu używa się najlepiej kształtówek (rys. 179), bądź też rur żelaznych, starych szyn i t. p. Na rys. 180 uwidocznione są sposoby łączenia słupków żelaznych z poręczami i przeciągami a nadto szczegół osadzenia słupka na poboczu drogi z pomocą odpowiedniego klocka betonowego. Dla zaoszczędzenia kosztów można użyć do osadzenia słupka rury betonowej, zalewając jej wnętrze betonem. W zasadzie należy się starać, by złączenia pojedynczych części żelaznych wykonane były na nity. Gdy jednak nie zawsze okaże się to możliwe, można wykonać również łączenie na śruby, przyczem jednak, dla uniemożliwienia odkręcenia ich, należy po zaciągnięciu śrub zbić gwinty.



Rys. 181

Zastosowywane są również poręcze żelazno-betonowe, których formy i sposoby wykonania są bardzo rozmaite.

Zamiast poręczy używa się czasami pachołków drewnianych lub kamiennych stawianych na krawędzi drogi, których celem jest nie tyle ochrona, ile raczej przestroga przed niebezpieczeństwem. Pachołki drewniane zwyczajnie w stanie okrągłym, okorowane, średnicy od 15 — 20 cm mają wysokość 0,8 — 1,0 m (rysunek 181); pachołki kamienne są niższe, do 40 cm wysokie tak, by oś koła mogła przejść ponad nimi swobodnie. Często bardzo dla uwidocznienia pachołków w nocy są one bielone.

Jeżeli rozchodzi się o to, by wozy nie wjeżdżały na pobocza, lecz pozostawały na torze do jazdy przeznaczonym dajemy pomiędzy poboczem a torem pachołki odbojowe, które mogą być dREW-



niane lub kamienne, stawiane w odstępach 5 — 15 m, zależnie od potrzeby.

Ponieważ w poręczach ulokowany jest bądź co bądź znaczny kapitał. przeto często zarządy drogowe starają się zastąpić je drzewami, do czego w naszych warunkach używana jest wierzba, szybko rosnąca i niewymagająca ani nadzwyczajnej troskliwości, ani też specjalnie dobrego gruntu. W każdym razie należy w tym wypadku baczyć, by drzewa nie zaciemniały drogę w sposób szkodliwy.

## 59. Znaki drogowe

Dla należytej orientacji jadących, jak również dla celów administracyjnych, ustawiamy przy drogach najrozmaitsze znaki drogowe. Będą to:

- a) znaki odległościowe,
- b) znaki mostowe,
- c) znaki graniczne,
- d) drogowskazy,
- e) znaki ostrzegawcze.

Ad a) znaki odległościowe.

Należyte przemierzenie drogi i ustawienie odnośnych znaków odległościowych ma bardzo wielkie znaczenie dla odpowiedniego utrzymania drogi, gdyż tylko w tym wypadku mamy możliwość dokładnej ewidencji wykonywanych na drodze robót i dostaw. Również i rozpoznanie miejsca uszkodzeń w razie pisemnego doniesienia jest przy należytem znakowaniu bardzo ułatwione.

W Polsce odnośnie do znaków odległościowych obowiązują postanowienia rozporządzenia Ministerstwa Robót Publ. i Spraw Wewn. z 26 czerwca 1924 (*D. U. R. P. N. 61, poz. 611*), wedle którego przewidziane są znaki kilometrowe i hektometrowe.

Znaki kilometrowe powinny być postawione na wszystkich drogach publicznych a znaki hektometrowe na drogach publicznych o twardej nawierzchni.

Zaznaczyć należy, iż wedle podziału administracyjnego posiadamy w Polsce drogi państwowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne.

Drogi państwowe dzielą się na trakty odśrodkowe, idące w kierunku od stolicy Warszawy do granic państwa i na trakty łącznikowe, znajdujące się w wycinkach pomiędzy sąsiednimi traktami odśrodkowymi. Wynika z tego podziału pewna porządkowa numeracja dróg państwowych, przyczem jako Nr. 1 oznaczona jest droga państwowa Warszawa — Gdańsk, dalsza zaś numera-

cja porządkowa idzie w kierunku ruchu wskazówek na zegarze. Ostatni Nr. 18 posiada droga państwowa odśrodkowa Gołąb — Toruń — Piła.

Oznakowanie dróg państwowych łącznikowych, łączących pojedyncze punkty poszczególnych dróg odśrodkowych następuje w formie ułamka, w którego liczniku podany jest najbliższy numer drogi odśrodkowej<sup>x</sup>, w mianowniku zaś liczba wskazująca porządkowość danej drogi w klinie pomiędzy dwoma traktami odśrodkowymi.

Numeracja dróg wojewódzkich jest bieżącą, zaczynając się od jedności; drogi powiatowe dotychczas nie są numerowane a oznaczenie ich następuje przez podanie miejscowości, które ze sobą łączą.

Za początek dróg państwowych odśrodkowych uważa się Warszawę, względnie pośredni punkt innego traktu odśrodkowego, od którego zaczyna się dany trakt odśrodkowy.

Za początek drogi państwowej łącznikowej przyjęty został krańcowy punkt tej drogi leżącej 1) przyłączeniu dwóch traktów odśrodkowych — na trakcie odśrodkowym posiadającym mniejszy numer porządkowy, 2) przyłączeniu traktu odśrodkowego z łącznikowym — krańcowy punkt drogi leżącej na pierwszym z nich i 3) przyłączeniu dwóch traktów łącznikowych — punkt na trakcie posiadającym mniejszy numer porządkowy.

Za początek drogi wojewódzkiej przyjmuje się ten punkt krańcowy skrzyżowania się z drogą państwową lub inną wojewódzką, który leży bliżej siedziby Województwa. Droga wojewódzka, zaczynająca się w jednym a kończąca się w drugim Województwie ma początek w punkcie krańcowym, leżącym bliżej Warszawy.

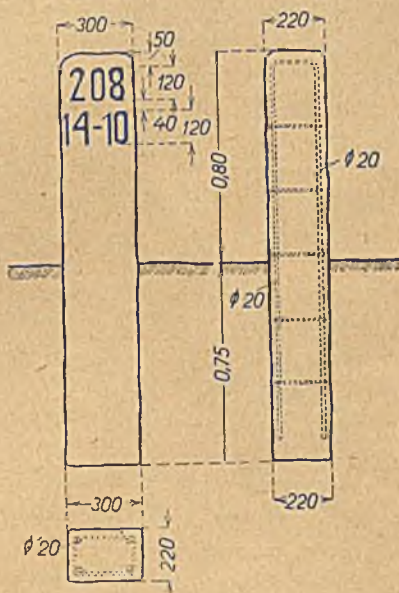
Za początek drogi powiatowej, znajdującej się w obrębie jednego powiatu, należy przyjmować punkt krańcowy skrzyżowania się z drogą państwową, wojewódzką lub powiatową, leżący bliżej siedziby powiatu. Jeżeli droga powiatowa znajduje się w obrębie dwóch powiatów, początek jej liczy się od tego punktu krańcowego, który leży bliżej siedziby Województwa. Początek dróg gminnych ustala właściwy Wydział Powiatowy.

Znaki kilometrowe i hektometrowe winny być ustawione na prawej krawędzi drogi, licząc od jej początku, przyczem powinno to nastąpić na podstawie pomiaru z granicą błędu, nie przekraczającą 0,75 m na 1 kilometr.

Na znakach kilometrowych powinny się znajdować następujące cyfry: a) na froncie słupa cyfra wskazująca odległość w km

*x) leżący po lewej stronie*

od początku drogi (kilometr bieżący), b) na każdej z bocznych powierzchni słupa cyfra, wskazująca odległość od najbliższego z jej strony miasta, miasteczka lub większej osady. Odległość winna być liczona od pewnego centralnego punktu, jako to rynku, kościoła i t. p.



Rys. 182

Wysokość cyfr na znakach kilometrowych 12 cm.

Znaki kilometrowe są w odróżnieniu do innych znaków odległościowych większe i poważniejsze; sposób wykonania bardzo różnorodny, w zależności od materiałów będących do dyspozycji, a więc kamienne, betonowe, drewniane lub żelazne. Te ostatnie zwyczajnie z żelaza lanego nie okazały się zbyt praktyczne.

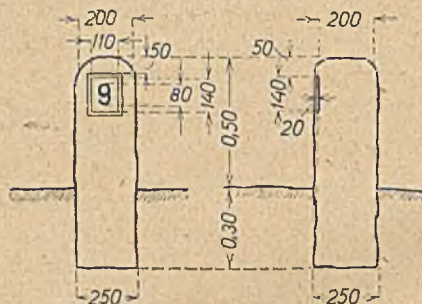
Wyżej umieszczony rys. 182 podaje jeden z typów ustalonych przez Ministerstwo Robót Publ.

Znaki hektometrowe (setkowe) powinny mieć numerację bieżącą od 1 — 9 w każdym poszczególnym kilometrze. Wysokość cyfr na znakach hektometrowych 8 cm (rys. 183). Materiałem do ich wyrobu używanym jest kamień, beton lub drzewo. O ile wykonano słupek z betonu natenczas dobrze jest zaopatrzyć krawędzie jego w żelazne kątowniki.

## Ad b) znaki mostowe.

Znaki mostowe, których forma jest bardzo rozmaita, powinny być stawiane na wszystkich drogach publicznych, przy przyczółku mostu lub przepustu, na lewym poboczu drogi, licząc od punktu początkowego.

Znaki mostowe powinny być opatrzone w cyfry w postaci ułamka, którego licznikiem jest kilometr bieżący danej drogi, w którym znajduje się most (środek mostu licząc między wewnętrznymi ścianami przyczółków), a mianownikiem liczba porządkowa danego obiektu, np. pierwszy most lub przepust w kilometrze 153 danej drogi będzie posiadał Nr. 153/1, a drugi obiekt w tym samym kilometrze Nr. 153/2. Znakowania tego nie można uważać za racjonalne, gdyż niemożliwą wedle niego jest orientacja, ile obiektów na danej drodze wogóle się znajduje.



Rys. 183

## Ad c) znaki graniczne.

Drogi, przedstawiające prawie z reguły dobro publiczne powinny być od sąsiednich parcel należycie odgraniczone, gdyż tylko w ten sposób ominąć można ciągłego zaorywania się wó własność drogową, jak to niestety często u nas ma miejsce. Pod tym względem mamy dotychczas wielkie zaległości, a sprawa ta w najbliższej przyszłości powinna być ostatecznie uregulowana.

Graniczniki o typie dowolnym, kamienne, betonowe lub z rury żelaznej wpuszczonej w beton i betonem wypełnionej, należy stawiać wszędzie tam, gdzie granica własności drogowej załamuje się lub też, jeżeli idzie w dłuższej linii prostej, w miejscach przecięcia się z sąsiednimi parcelami. Granicznik powinien być widoczny, zatem z gruntu wystawać na 15 — 30 cm.

## Ad d) drogowskazy.

Na skrzyżowaniach dróg państwowych i wojewódzkich z dro-

gami wszelkiej kategorii powinny być ustawione drogowskazy. Drogowskaz taki powinien być albo słupem o liczbie ramion (tablic) odpowiadającej liczbie rozchodzących się dróg, albo też znakiem kamiennym lub murowanym, z odpowiednimi napisami na bocznych powierzchniach, zwróconych w kierunku dróg. Napisy winny wskazywać najbliższą w danym kierunku miejscowość zamieszkałą i jej odległość w km, a ponadto położone przy drodze w danym kierunku miasto, miasteczko lub większą osadę, odległość od których jest oznaczoną na bocznej stronie najbliższego znaku kilometrowego danej drogi, również z podaniem odległości.

Ilość niezbędnych drogowskazów na każdym skrzyżowaniu dróg, jakoteż rozmieszczenie tych drogowskazów, winno mieć na względzie możliwość szybkiej orientacji przy jeździe w każdym kierunku.

Również i przy wyjeździe z miast, miasteczek i większych osiedli powinien być ustawiony po prawej krawędzi drogi, licząc w kierunku od osiedla, drogowskaz z oznaczeniem tego miasta, miasteczka lub większej osady, odległość od których jest oznaczoną na bocznej stronie znaków kilometrowych danej drogi.

Na drogach publicznych wszystkich kategorii przy wjeździe do osiedli powinny być ustawione na prawej krawędzi, licząc w kierunku do osiedla, tablice z oznaczeniem nazwy tej miejscowości. Tablice te mają mieć wymiar co najmniej 50 cm długości, 30 cm wysokości, zaś wysokość liter 8—10 cm.

Na przecięciu drogi publicznej z granicą Województwa i powiatu powinien być ustawiony odpowiedni znak z tablicą, zwróconą napisem do drogi, zawierającą nazwy graniczących jednostek administracyjnych, ewentualnie dwa znaki, jeżeli granicę stanowi droga lub rzeka.

Znaki graniczne powinny być ustawione na prawym brzegu kory drogi, licząc od jej początku, o ile warunki miejscowe nie wymagają odmiennego ich umieszczenia.

Ad e) znaki ostrzegawcze.

Wszelkie przeszkody na drodze publicznej powodujące przerwę w komunikacji powinny być oznaczone zapomocą odpowiedniej zapory, zmuszającej pojazd do zatrzymania się przed przeszkodą.

Urządzenia, ustawiane nie w miejscu przypadkowej przeszkody, lecz dla chwilowego wstrzymania ruchu w celu poboru myta drogowego, mostowego, miejskiego, załatwienia formalności granicznych itp. powinny być widoczne z oddali i w tym celu mają być malowane na biało lub pobielone.

*Znaki powi powo:*

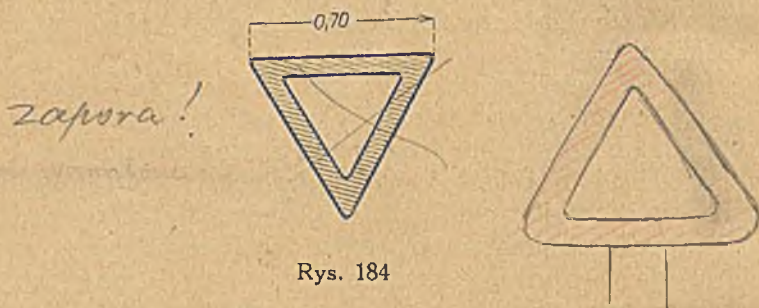
*1) na osiedlowe istotne trasy równoległe*

*2) na zakręty drog. uakazane kros*

*3) wzniesienie drogi drog. ewent.*

W celu uprzedzenia przejeżdżających o przeszkodach i o miejscach wymagających zwolnienia lub wstrzymania ruchu, należy ustawiać:

a) na drogach publicznych wszelkiego rodzaju w miejscach przerwy komunikacji oraz w miejscach wymagających obowiązkowego zatrzymania ruchu trójkątną tarczę (trójkąt równoboczny o długości boku 70 cm) wedle typu uwidocznionego na rys. 184 w kolorze czerwonym, na słupie wysokości 2,50 m umieszczoną, w razie przerwy w komunikacji na osi drogi przed zaporami, w innym wypadku na prawem poboczu, prostopadle do kierunku ruchu;



Rys. 184

b) na drogach publicznych o twardej nawierzchni trójkątne tarcze o długości boku 70 cm na słupach wysokich 2,50 m pomalowane na kolor ciemno-niebieski z wymalowanym białym kolorem znakiem, sygnalizującym w umówionej na zjeździe delegatów 31 państw, w czasie od 20 do 26 kwietnia 1926 r. w Paryżu formie następujące utrudnienia ruchu, wymagające zwolnienia jazdy (rys. 185):

1. wygórowane mostki, poprzeczne przez drogę ścieki i inne tego rodzaju stałe przeszkody,
2. ostre skrzyżowania dróg, niebezpieczne dla szybkiego ruchu samochodowego,
3. skrzyżowania dróg o twardej nawierzchni,
4. przejazdy kolejowe w jednym poziomie chronione zaporą,
5. przejazdy kolejowe w jednym poziomie t. zw. otwarte t. j. niezaostrzone w zaporę.

Znaki te powinny być ustawiane na prawem poboczu prostopadle do kierunku ruchu w odległości nie mniejszej jak 150 m, nie większej jak 250 m od sygnalizowanej przeszkody.

Znaków tych nie należy stawiać w obrębie zabudowanych miejscowości.

do dr. 2/1  
Znaki wskazujące



postój!



Szerokość  
miejsc  
uwaga na ścieżki



stacja ratunkowa



stacja ratunkowa  
w miejscach



1 1 znaki ostrzegawcze  
masyw  
szczyt



2 skrzyżowanie



3 Złoty



4 przed stacją



5 przed mostem

Rys. 185

przerw w komunikacji powinny być z na-  
trzone w światła czerwone.

źród powodujących przerwę w komunika-  
cie czasowego ograniczenia ruchu powin-  
najbliższych od przeszkody rozstajnych

niektóre klimatyczne nie pozwalają  
wyżej ominięcia z tymi tożsamość

drogach i, zależnie od miejscowych warunków, przy wyjeździe z najbliższego znaczniejszego osiedla, gdzie zachodzi możliwość zmiany kierunku jazdy, tablice ostrzegawcze z podaniem bliższych wskazówek co do możliwego objazdu („przejazd zamknięty na... km“ „objazd na prawo lub na lewo“) oraz główne miejscowości, przez które skierowuje się objazd.

W celu zwrócenia uwagi przejeżdżających, nad tablicą ostrzegawczą o przeszkodzie powinna być umieszczona tarcza pomalowana na kolor czerwony o średnicy 30 cm.

Dodać należy, iż znaki ostrzegawcze podane powyżej w rysunkach mają charakter międzynarodowy i ustalone zostały na międzynarodowej konferencji.

## 60. Miejsca składowe

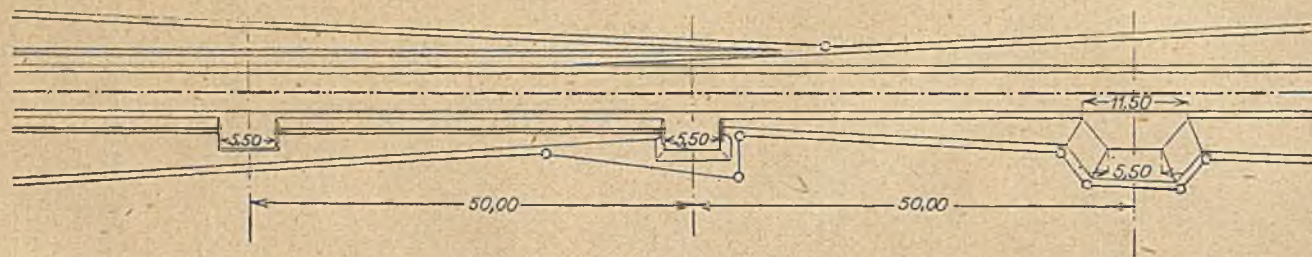
Przeważna ilość dróg u nas posiada nawierzchnię kamienną, wskutek czego już przy projekcie należy pamiętać o konieczności zamagazynowania kamienia potrzebnego w przyszłości do utrzymania drogi.

Dotychczas mamy trzy systemy magazynowania kamienia; pierwszy na samej drodze, o czym już mówiono, drugi na placach składowych poza obrębem drogi oraz trzeci na placach składowych w obrębie drogi.

Składanie materiałów kamiennych na poboczu drogi w pryzmach jedno lub dwumetrowych nie jest sposobem wzorowym i tolerowane jest raczej z konieczności. Występuje tu cały szereg niedogodności jak rozjeżdżanie i niszczenie złożonego tłucznia przez pojazdy, zwężenia przekroju poprzecznego drogi, tamowanie odpływu wody spływającej z nawierzchni ku rowom, strata wogóle jednego pobocza dla ruchu pieszego lub rowerowego itp. Korzyść jest tylko jedna, mianowicie ta, iż materiał znajduje się w pobliżu miejsca późniejszego jego zużycia, wskutek czego wypada tanio dostarczenie go do miejsca naprawy. Jednakże uwzględniając straty materiału przekonamy się, iż w istocie korzyść ta jest niewielka.

Drugi sposób składania materiałów kamiennych na placach składowych zupełnie po za obrębem drogi jest już korzystniejszy, gdyż materiał nie jest tam niszczone. Ujemną stroną tego typu jest konieczność urządzenia drogi dojazdowej, choćby nawet krótkiej, do miejsca składu, zawisłość od właściciela gruntu, gdyż place te są zwyczajnie dzierżawione, a co najważniejsze znaczniejsze koszta późniejszego dowozu tłucznia do miejsca zużycia. Place takie są zwyczajnie w dość znacznych odległościach





Rys. 186

rozstawione (mniej więcej jeden na km), gdyż operowanie dużą ilością placów położonych po za obrębem drogi jest zwyczajnie niemożliwe, albowiem nie ma odpowiednich gruntów do dyspozycji. Wynika z tego, że place te muszą być stosunkowo wielkie, by pomieściły większą ilość kamienia, potrzebnego na dłuższe partje.

Jest przy nich jedna jeszcze korzyść, mianowicie wtedy, gdy tłuczeń wyrabia się maszynowo, łamakami przewoźnemi. Wówczas opłaci się dla większej nagromadzonej tam ilości zainstalować łamak, gdyż koszta instalacji, wypadające na 1 m<sup>3</sup> są stosunkowo nie wielkie.

Trzeci sposób urządzenia placów składowych złączonych z drogą jest może najkorzystniejszy. Place takie z natury rzeczy nie mogą być zbyt duże, gdyż zwyczajnie nie ma na to potrzebnego miejsca, wobec czego muszą się znajdować gęsto. Dobrze jest, gdy można na każdej setce urządzić jeden plac składowy, na którym znajdzie pomieszczenie ta ilość kamienia, która jest potrzebna do konserwacji odnośnej przestrzeni. Mamy tu tę korzyść, iż materiał nie styka się z pojazdem, nie jest przeto niszczone, a znajdując się w pobliżu miejsca zużycia, nie powoduje z uwagi na późniejszy rozwój zbyt wielkich kosztów. Powierzchnia takich placów składowych jest niewielka, obejmuje zwyczajnie 10 — 25 m<sup>3</sup> tłucznia, a kształt jest bardzo rozmaity, w zależności od warunków.

Pamiętać trzeba o należytem przepuszczeniu wody albo rowem okólnym dookoła placu składowego, albo też pod placem składowym zapomocą rury betonowej. Bardzo dobrze nadają się na place składowe te miejsca, w których rowu zupełnie nie potrzeba, a więc w pobliżu przejścia z przekopu w nasyp. Place te powinny posiadać spadek, mniej więcej 3% ku drodze, skąd woda następnie dostanie się do rowu.

Projektanci zapominają często o jednym: powierzchnia placów składowych powinna być tak wielką, by obejmowała co najmniej dwuletnią objętość materiału kamiennego potrzebnego do utrzymania, albowiem dostawy na rok następny muszą być uskuteczniiane w czasie, gdy jeszcze materiał na dany rok nie został zużyty.

to!

## 61. Budynki drogowe

Z drogą złączony jest personal drogowy oraz narzędzia i naczynia, które muszą być pomieszczone pod dachem. Z tego powodu okazuje się konieczną pamięć o tem, przy projektowaniu drogi.

Najniższym organem drogowym jest droźnik, który sprawuje bezpośrednią opiekę nad przydzieloną mu przestrzenią. Droźnik jest nie tylko robotnikiem drogowym, ale spoczywają na nim również pewne obowiązki wynikające z ustawy o przepisach porządkowych na drogach publicznych. Nadto jest on obowiązany służyć pomocą i poradą w razie potrzeby przejeżdżającym. Okazuje się z tego, iż droźnik powinien mieszkać przy drodze i to, o ile możliwości w środku przydzielonej mu przestrzeni. Ponieważ z reguły trudno znaleźć by było robotnika, któryby pod względem mieszkania warunkowi temu odpowiadał, przeto zachodzi potrzeba budowy domków dla droźników. Posiadanie odpowiedniej ilości takich domków ma jeszcze tę dodatnią stronę, że przyciąga to ludzi sprawniejszych, nadto droźnik mający dach nad głową, stanowi element z drogą związany i o nią się starający. Dla podróżnych ma to nadto tę dodatnią stronę, iż w razie potrzeby pomocy droźnika, w porach poza jego dzienną służbą, porozumienie się z nim jest łatwe.

Domki dla droźników są budowane, w odniesieniu do sytuacji w dwojakim typie; albo dla każdego droźnika osobno a wtedy znajdować się powinny mniej więcej w środku przydzielonej mu przestrzeni, albo też jako t. zw. dwojaki, domy połączone jedną wspólną ścianą dla dwóch droźników, które w tym wypadku znajdować się powinny na granicy obu odcinków drożniczych.

Pierwszy typ jest bezwarunkowo lepszy, raz ze względu na centralne położenie, umożliwiające droźnikowi równomierny dostęp do obu części obsługiwanej przez niego przestrzeni, następnie z tego powodu, że często współlicie dwóch rodzin pod jednym dachem nie jest pożądane. Mała oszczędność przy dwojakach, wynikająca z jednej wspólnej ściany oraz ewentualnie wspólnej studni, jest wobec korzyści typu pierwszego wprost znikoma.

Zagroda dla droźnika, która swym charakterem architektonicznym powinna odpowiadać okolicy i używanemu w niej sposobowi budowy, powinna obejmować dom mieszkalny, składający się z kuchni i izby oraz komory, następnie skromnego budynku na pomieszczenie inwentarza i zbiorów a zawsze studni ze zdrową wodą do picia. Pożądanym jest przytem pewien kawałek gruntu pod ogródek jarzynowy.

Przed domem przy drodze powinna się znajdować tablica wskazująca mieszkanie droźnika oraz jego numer porządkowy.

Kontrolę nad droźnikami sprawuje drogomistrz zwany także nadzorcą drogowym. Siedzibą jego jest zwyczajnie większa osa-

da lub miasteczko. I tutaj polecenia godnem jest wykonanie w siedzibie t. zw. Sekcji drogowej domu dla drogomistrza, gdyż warunki bytowania w naszych miasteczkach a szczególnie znalezienie mieszkania nie są łatwe. Dom dla drogomistrza, również o ile możności przy drodze, powinien obejmować kuchnię i 2 pokoje; nadto z uwagi, że często nocować tam musi będący na kontroli inżynier, pożądanem jest istnienie jeszcze jednej ubikacji w formie t. zw. pokoju komisyjnego. Oprócz tego na parceli powinny się znajdować najpotrzebniejsze budynki gospodarcze oraz studnia. Podobnie jak przy domku dla droźnika, tak i tutaj konieczny jest kawałek gruntu na ogród warzywny.

Na składy zapasowych narzędzi drogowych, przyborów i narzędzi budowlanych jak windy, kafary, sznury, drabiny itp. potrzebne są drewniane magazyny, które bardzo często mieszczą się obok domu dla drogomistrza, który sprawuje nad nimi opiekę.

Dalej na pomieszczenie maszyn drogowych, jak wały motorowe, samochody, maszyny do asfaltowania itp. potrzebne są odpowiednie remizy tak obszerne, by w sezonie martwym można było w nich wykonywać mniejsze naprawy, jakie po każdej kampanji roboczej okażą się niezbędne. Projektowania tych obiektów szczegółowo omawiać nie będziemy; zaznaczyć tylko należy, iż powinny one posiadać zupełnie oddzielne przestrzenie na magazyny materiałów pędnych, których przechowywanie wspólnie z maszyną jest niedopuszczalne ze względu na bezpieczeństwo ogniowe.

Należy przytem pamiętać o odpowiedniem zaprojektowaniu wjazdu i wyjazdu z remizy, albowiem tego rodzaju maszyny jak wały parowe są mało skrętne i wymagają pod tym względem dość specjalnego traktowania.

Przy pomieszczeniu wałów parowych należy pamiętać o konieczności urządzenia nad stanowiskiem maszyny przewodów dymowych, pod nią zaś odpowiedniego popielnika.

Jak z powyższego wynika dobre zaprojektowanie remizy nie jest rzeczą łatwą i wymaga ze strony projektującego często dość znacznego wysiłku, by odpowiedzieć wszystkim żądanym wymaganiom.

Oprócz wspomnianych budynków okaże się jeszcze tu i ówdzie potrzeba ewentualnego zaprojektowania domów mytniczych, które założeniem swoim powinny odpowiadać celowi do jakiego są przeznaczone.

Wszystko to należy przewidzieć w projekcie, albowiem późniejsze dokupywanie gruntów na ten cel potrzebnych ukształtuje się zwyczajnie niekorzystnie dla zarządu drogowego.

## X. Utrzymanie dróg

### 62. Utrzymanie dróg tłuczniowych

O utrzymaniu dróg o nawierzchniach innego typu mówiliśmy już w trakcie omawiania sposobu ich budowy; obecnie musimy się zająć utrzymaniem dróg, których nawierzchnia wykonana jest z tłucznia lub żwiru, albowiem przeważna ilość naszych dróg należy do tego typu.

Droga wymaga ciągłej pieczołowitości i umiejętnego traktowania, w przeciwnym bowiem razie nawet dobrze wykonana w krótkim już czasie niszczeje i staje się dla ruchu uciążliwa.

Najważniejszą częścią drogi, której zniszczenie odrazu i najdotkliwiej odbija się na ruchu jest jezdnia. Dlatego też należyte utrzymanie toru jezdni jest głównym warunkiem dobrej drogi.

Tor drogowy zużywany jest przez przejeżdżające wozy mniej lub więcej zależnie od ruchu i gatunku użytego kamienia. Nadto pewien wpływ mają tutaj również i warunki atmosferyczne.

Rozróżniamy zasadniczo dwa typy utrzymania toru drogowego; pierwszy polega na t. zw. systemie łątania, drugi na systemie odnowy. Różnica pomiędzy obu tymi systemami jest ta, że przy systemie łątania, poszczególne nierówności powstające na torze wyrównuje się rokrocznie przez wypełnianie wgłębień żwirem lub tłuczniem i wygładza się nawierzchnię bądź to wałem, bądź też przez ubicie, natomiast przy systemie odnowy pozostawia się tor drogowy przez dłuższy okres czasu, zależnie od warunków ruchu bez naprawy, natomiast później uzupełnia się brakujący materiał na całej szerokości toru a drogę traktuje się tak samo, jak gdyby była na nowo budowana.

Wybór odpowiedniego systemu jest rzeczą zależną od wielu okoliczności a w pierwszym rzędzie od ruchu. Jeśli ruch na drodze jest ożywiony, natenczas zachodzi przy łątaniu, pomijając już pewną niewygodę jazdy, niebezpieczeństwo za wielkiej straty materiału, który przez koła pojazdów zostaje roznieciony. W tym wypadku zastosujemy prawdopodobnie system odnowy. Przy ruchu słabym, gdzie czynnikiem destrukcyjnym jest nie tylko on sam, jak raczej niekorzystne skutki wpływów atmosferycznych, system odnowy będzie prawdopodobnie za kosztowny i wtedy ratować się będziemy łątaniem.

Od wyboru systemu utrzymania drogi zależy wielkość placów składowych na materiał kamienny, które powinny się przy drodze znajdować. Przy systemie łatania roczne ilości kamienia są stosunkowo niewielkie, place składowe zatem mogą być mniejsze; zastosowując natomiast system odnowy, operujemy co parę lat objętościami znacznie większymi, do czego też muszą być dostosowane place składowe.

Przejdziemy kolejno poniżej oba sposoby utrzymania drogi, pozostawiając na końcu omówienie tych robót, które niezależnie od wyboru systemu na drodze wykonane być muszą.

#### a) System łatania.

Wszelkie wyboje i koleje wytworzone w torze drogowym winny być usuwane bądź to w czasie głównego rozścielania kamienia, bądź też w ciągu całego roku w miarę potrzeby.

Główne rozścielenie odbywać się powinno w porze wilgotnej, gdyż wówczas najłatwiej doprowadzamy do skomprimowania nawierzchni a nadto wykonane łąty najlepiej zwiążą się z całością jezdni. Najodpowiedniejszą porą do głównego rozścielania okazuje się jesień lub wiosna; ta ostatnia jednakże tylko z konieczności, o ile roboty z jakichkolwiek bądź powodów nie byliśmy w stanie w jesieni przeprowadzić.

Oprócz głównego rozścielania okazuje się również w ciągu roku konieczność wykonania tu i ówdzie najniezbędniejszych naprawek. W tym wypadku należy starać się o wykonanie tego w porze deszczowej, do czego w ciągu lata nadarzy się dosyć sposobności.

Rozścielenie tłucznia lub żwiru powinno na drodze rozpocząć się od położenia najwyższego, idąc w miarę postępu ku partjom niższym, które właśnie ze względu na swe usytuowanie wilgoć dłużej przetrzymują i z naprawą mogą poczekać.

Powierzchnia, na której mamy rozścielić materiał kamienny musi być najpierw dokładnie z błota oczyszczona, następnie zaś brzeży jej ostrokrawężnie ścięte, poczem dopiero może być żwir lub tłuczeń rozsypany w warstwie nie cieńszej jak 8 cm i to tak, by pojedyncze ziarna dobrze do siebie przylegały. Ze względu na późniejsze zgniecenie wałem, dajemy na wierzchu mały nadmiar materiału, naturalnie tylko o tyle, by nie było to przykrem dla jazdy.

Obie strony drogi powinny być pod tym względem równomiernie traktowane, gdyż tylko w ten sposób jesteśmy w stanie utrzymać mniej więcej normalny przekrój poprzeczny; wadliwe rozścielenie materiału, tylko po jednej stronie, prowadzi do nad-

miernego zużywania się nienaprawionej połówki i deformacji przekroju.

Ażeby droga mogła być przy systemie łatania należyte naprawiona, konieczna jest odpowiadająca zużyciu ilość żwiru lub tłucznia. O sprawie tej mówić będziemy jeszcze osobno. Obecnie należy w każdym razie zwrócić uwagę nato, że drodze należy dać tylko to, co jest jej istotnie potrzebne. Jeśli zatem przeznaczona do jednorocznego utrzymania ilość tłucznia lub żwiru jest za duża, nie należy jej w całości zużywać, lecz pozostałą resztę przekazać następnemu okresowi administracyjnemu.

Ponieważ oprócz głównego rozścielania wykonywać musimy i w ciągu roku pewne naprawy, przeto nie powinniśmy zużywać od razu całej ilości będącego do dyspozycji materiału, ale część jego, zwyczajnie około 10% pozostawić jako rezerwę.

Jeżeli utrzymanie toru ma być celowe, nie możemy wykonywać napraw pozostawić bez opieki, lecz w miarę potrzeby wyrównywać je aż do czasu zupełnego i dokładnego złączenia się naprawy z całością. Nie potrzeba dodawać, iż zawałowywane partje naprawione, powinny być przysypane drobnym miałem lub w ostateczności piaskiem, celem możliwie szczelnego wypełnienia miejsc pustych.

Używanie do tego celu, jak to niestety dotychczas czasami ma miejsce zwykłej ziemi lub błota jest tak karygodne, iż funkcjonariusz drogowy, który do tego dopuścił, powinien być jako nieudolny zwolniony ze służby.

Wyjątkowo, przy stronszych partjach, w terenach górskich, gdzie kopyta końskie rozsypany tłuczeń lub żwir rozluźniają a silniejsze deszcze wypłukują, można do utrwalenia naprawy jako środka wiążącego użyć piaszczystej gliny lub miału żwirowego przemieszanego z gliną.

Każda droga, nad którą roztoczona jest staranna opieka, powinna oprócz materiału kamiennego normalnie w roku potrzebnego, być zaopatrzoną również w materiał rezerwowy, który przez zwykłe utrzymanie drogi nie powinien być naruszony, a może być użyty tylko w przypadkach wyjątkowych, ustalonych przepisami.

W wypadkach takich bowiem np. w czasie wojny, jest droga nadmiernie na zniszczenie narażona, a zwyczajnie właśnie wtedy nie ma możliwości przeprowadzenia natychmiastowych dostaw. Wówczas wymieniona rezerwa, zwana często zapasem wojennym, odda przynajmniej w początkach należyte usługi z warunkiem, by ilość jej była dobrze do istotnych potrzeb dostosowaną. Co do

wielkości takiego zapasu wojennego, trudno jest coś ścisłego powiedzieć, doświadczenia poczynione jednak w ciągu ostatniej wojny wykazały, że zapasy te powinny być znaczniejsze, w przybliżeniu 3 do 5 razy tak wielkie, jak roczne zużycie materiału do utrzymania danej drogi.

Zapasy rezerwowe powinny znajdować się zawsze tylko na osobno na ten cel przeznaczonych placach składowych i to na każdy kilometr drogi oddzielnie.

Ze względu, że leżeć one powinny nieużywane czas często bardzo długi, a z drugiej strony materiał kamienny przy dłuższem leżeniu wietrzeje i zanika, należy co parę lat używać materiału zapasowego do normalnego utrzymania drogi a w miarę poboru stamtąd, natychmiast zapasy te świeżym materiałem uzupełnić.

Pierwszym warunkiem dobrego utrzymania drogi jest należyte odprowadzenie wody z toru. Przy dobrze utrzymanej jezdni spływ ten odbywa się samoczynnie, z czasem jednak wytwarzające się wyboje i koleje wstrzymują wodę opadową na torze, droga się rozmiękcza a zużycie jej jest znacznie silniejsze, niżli gdyby nawierzchnia znajdowała się w stanie suchym. Ponieważ z wyboji woda sama spłynąć nie jest w stanie, przeto w tych wypadkach należy celem odprowadzenia wody zarządzić wykonanie małych rynienek w poprzek toru drogowego, które natychmiast po spuszczeniu wody winny być zasypane drobnym materiałem kamiennym.

#### b) System odnowy.

System ten, jak już powiedzieliśmy, polega na odnowieniu jezdni w całości w okresie lat kilku, zależnie od wielkości ruchu i rodzaju materiału.

Naturalnie, że w tym wypadku nawierzchnia z początku bardzo dobra, zaczyna się z biegiem czasu psuć coraz więcej, tak, iż w końcu okresu swego istnienia może się stać dla jazdy, w razie braku należytego nadzoru, nawet bardzo niewygodną. Do tego dopuścić nie powinniśmy a głównem zadaniem będzie tutaj baczenie, by droga była w całości jednolicie zużyta.

Drobne uszkodzenia nawierzchni naprawiamy i tutaj w ciągu roku, na co przeznaczamy jednakże tylko bardzo nieznaczne ilości materiału wynoszące na 1 km 5—10 m<sup>3</sup>, przyczem na materiał drobny wypada około  $\frac{2}{3}$  tej objętości.

Wykonanie odnowy przeprowadza się w ten sposób, iż oczyszcza się najpierw starannie tor drogowy z błota, poczem zrywa się pokład wierzchni na całej szerokości do odnowy przeznaczonej bądź to ręcznie, bądź też z pomocą pługów drogowych czyli



t. zw. oskardników. Użycie do tego celu oskardników należy forsować jak najsilniej, albowiem szybkość i wydajność pracy jest tutaj znacznie większa niżli przy zrywaniu ręcznym. Przy należycie wyszkolonej służbie można w 1 godzinie zerwać około 300—400 m<sup>2</sup> pokładu drogowego na głębokość 6—8 cm, zatem wykonać pracę, która przy robocie ręcznej zajęłaby szereg dni.

Użycie oskardników powinno być oględne, ażeby nie naruszyć dolnego pokładu, jeżeli tenże wogóle się znajduje. Nastawianie noży nie może być zatem powierzzone pierwszemu lepszemu robotnikowi, lecz głębokość nastawienia powinna być dokładnie podaną przez organa do tego powołane, po należytem zbadaniu do-tychczasowego zużycia warstwy górnej.

Po zerwaniu pokładu w partjach 30—50 m długich należy otrzymany materiał dokładnie zapomocą raf przezczyścić i przesortować, wszelkie zanieczyszczenia na bok usunąć, następnie nowym materiałem otrzymaną ilość uzupełnić i ponownie na wyrobionym korycie rozścielić i przewalować, podobnie jak drogę nową.

Często bardzo ze względu na znaczne koszta nie jesteśmy w stanie zrywać starej nawierzchni na całej szerokości jezdni; w tych wypadkach zadowalamy się zatem pasem środkowym o pewnej szerokości, uzupełniając pasy boczne bez zrywania.

Wykonanie naprawy systemem odnowy daje nam odrazu nawierzchnię gładką i do odpowiedniego profilu dostosowaną. Przeprowadzone porównania na partjach o żywym ruchu obu wymienionych systemów wykazały nie tylko zalety techniczne tego sposobu ale nadto i znaczną oszczędność w materiale, która wynosi 30—35% w porównaniu z systemem łatania.

Ważną rzeczą jest, by naprawę drogi uskuteczniano częściami a nie na dłuższej partji odrazu, gdyż w tym wypadku stać się to może uciążliwe dla komunikacji. W pewnych razach będzie także korzystne wykonywanie naprawy odrębnie dla każdej połowy drogi; jaki typ roboty przyjąć, dyktują zwyczajnie warunki miejscowe. Przy użyciu oskardników konieczną jest praca wółka motorowego lub, co lepiej, ciągnika, gdyż tylko za pomocą tych motorów możemy pokonać wielkie opory przy zrywaniu.

c) Dalsze prace przy utrzymaniu drogi.

Do należytego utrzymania drogi należy także, oprócz uzupełnienia nawierzchni nowym materiałem również wiele innych robót.

W pierwszym rzędzie konieczne jest roztoczenie baczej uwagi nad ściąganiem pyłu i błota. Właściwie ściągany powinien być

pył a do utworzenia się błota, utrzymującego wilgoć na drodze, dopuszczać nie powinniśmy. Jest to jednakże rzecz nieunikniona a staraniem naszym powinno być jak najszybsze usuwanie wytworzonego błota. Usuwanie błota na drogach międzymiastowych odbywa się zwyczajnie ręcznie zapomocą kociub, przy lepszych jezdniach miejskich natomiast maszynowo.

Ściągnięte z drogi błoto nie powinno spoczywać, jak to ma często miejsce, przez dłuższy okres czasu na poboczu, lecz należy je jak najszybciej usuwać poza drogę. Jest to zwyczajnie tem łatwiejsze do przeprowadzenia, że jako przemieszane z odchodami zwierzęcemi, jest ono chętnie przez okolicznych właścicieli gruntów do nawożenia pól zabierane.

Szczególną uwagę przy jesiennem ściąganiu błota pod rozsypkę tłucznią zwrócić należy na to, by usunięte zostało ono jeszcze przed zimą; w przeciwnym bowiem razie zamrożone kupy błota leżącego przez dłuższy okres czasu na poboczach, narażone są na ponowne rozciąganie przez przejeżdżające pojazdy i z wiosną mamy ponownie niepotrzebną z niem robotę.

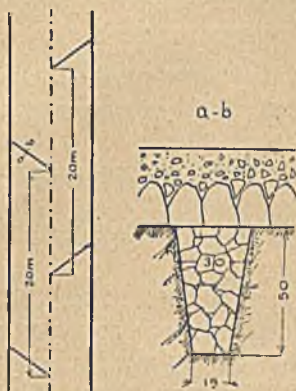
Wielką plagą drogową, o czem jeszcze osobno mówić będziemy, jest pył drogowy, wytworzony przez ścieranie się kamienia. Na partjach o żywym ruchu, gdzie plaga ta daje się bardzo dotkliwie odczuwać, należy pył usuwać zupełnie; na drogach słabiej uczęszczanych, gdzie działanie pyłu nie jest tak dotkliwe, lepiej jest pozostawić ciekłą warstwę pyłu, albowiem przyczynia się ona do ochrony toru drogowego. Ściąganie pyłu odbywa się również albo ręcznie zapomocą kociub, lub też maszynowo.

Wszelkie chwasty i trawy należy z toru drogowego usuwać, gdyż rozrost ich powoduje rozluźnienie się pokładu. Również i na poboczach drogi porost winien być tak przycinany, by nie tawał normalnego odpływu wody z nawierzchni do rowów przydrożnych. Koszenie trawy powinno być dokonywane przed wysypaniem się nasienia.

Przy drogach starych nieodpowiednio wykonanych, w szczególności tam, gdzie podłoże jest nieprzepuszczalne, pojawiają się z wiosną przełomy, wywołane tem, iż przez nawierzchnię dostaje się na podłoże woda, która marznąc w zimie i powiększając swoją objętość podnosi całą nawierzchnię. Jeżeli następnie mamy z wiosną szybką odwilż, pokazują się na wyschniętym zewnątrz pokładzie mokre plamy, poczem tor wydyma się i występuje woda a nawierzchnia przelamuje się i tonie w rozmokniętym materjale podłoża, czyniąc komunikację wprost niemożliwą.

Jedyny ratunek polega wówczas na osuszeniu drogi przez

wykonanie poprzecznych rowków idących od środka drogi ze spadkiem ku rowom, czyli wykonanie znanych nam już sączków, lub też na wykonanie odpowiedniego drenowania.



Rys. 187

Bardzo szkodliwie tak na samą jezdnię, jak również na tor drogowy oddziałują luźno na torze pozostawione kamienie; kamień taki bowiem dostając się pod koła przejeżdżającego pojazdu powoduje nadmierne ciśnienie na nawierzchnię i zagłębia ją lub zdziera. Z tego powodu należy starannie tor drogowy z kamieni takich czyścić i usuwać je w większych kupkach na poboczu, przyczem użyć je można następnie w miarę potrzeby do utrzymania toru. W każdym razie nie powinny być te kupki narażone na rozjeżdżanie.

Również szkodliwie na jazdę oddziałują pojedyncze kamienie wystające z toru drogowego; dlatego też należy je ścinać lub usuwać a dziury po nich pozostałe, wyklinowywać materiałem odpowiednio dobranym.

Baczną uwagę należy zwracać na pobocza drogowe. Z reguły winny być one położone niżej niżli niweleta drogi, by spływ wody nie doznawał przeszkody, nadto powinny być gładkie i równe, bez wyniosłości i dziur. W razie gdy pobocze przeznaczone jest na pewien specjalny cel, więc np. jako droga dla cyklistów, powinno się na niem rozsypywać drobny żwirek i ugniatać je walcem ręcznym. W wypadkach, gdy pobocze nie ma dla komunikacji żadnego znaczenia i jest nieco podwyższone, należy dla normalnego odpływu wody zakładać w niem rowki poprzeczne i dreny.

Uważać należy nadto, by zewnętrzne krawędzie pobocza były ostro do szkarpy przycięte i leżały w każdym przekroju poprzecznym w jednym poziomie. Wszelkie roboty z regulacją poboczy

złączone wykonuje się wówczas, gdy tor drogowy jest już uporządkowany, w przeciwnym bowiem razie przyczynimy niepotrzebnie roboty, albowiem każda czynność około toru drogowego niszczy poboczne mniej lub więcej.

Rowy przydrożne służyć powinny swojemu celowi, zatem szybko i skutecznie odprowadzać wodę, dostającą się tam bądź to z nawierzchni bądź też z przylegającego terenu. Aby zatem mogły temu odpowiedzieć, muszą być zawsze czysto utrzymane a więc oczyszczone z osiadłego namułu i porastających je bujnie chwastów. Czyszczenie to powinno się odbywać z zachowaniem przepisanego przekroju dla rowu a nigdy przez pionowe podcinanie szkarp.

Najlepiej w tym wypadku zaopatrzyć robotników w stosowny drewniany szablon, wedle którego robota winna być wykonywana. Przy tej sposobności należy uważać, by niepotrzebnie nie naruszyć utrwalonych już dawniej szkarp, gdyż te przyczyniają się w wysokiej mierze do ustalenia korpusu drogi. Czyszczenie rowów wykonywać należy z uwzględnieniem spadku rowu do czego pomocne są krzyże drewniane.

Namuł i ziemię otrzymaną z czyszczenia umieszcza się po stronie zewnętrznej, na przeznaczonych na ten cel skrawkach, a nigdy nie należy układać na poboczu. Czyszczenie rowów złączone jest zwyczajnie z regulacją poboczy.

W czasie zimowym należy starannie oczyszczać ze śniegu wszelkie znaki drogowe, następnie poręcze oraz otwory mniejszych obiektów. Znajdująca się na torze drogowym mała warstwa zlodowaciałego śniegu nie tylko nie oddziałują ujemnie ale owszem pomaga wiele do dobrego utrzymania toru, chroniąc go w czasie sanny od zniszczenia.

Większe zasypy śnieżne są dla komunikacji nader niebezpieczne i muszą być bezwarunkowo usuwane. Jest to praca, do której często użyć trzeba setek robotników; ze względu na ważność celu posiadają organa zarządów drogowych prawo przymusowego dostarczenia potrzebnej ilości ludzi do powyższej pracy.

Prawie nigdy nie wykonuje się przekopywania w całości zasp śnieżnych, lecz wykonuje się to tylko w granicach dla przejazdu najkonieczniejszych (około 4 m), przyczem dla późniejszego swobodnego spływu wody należy wykonać aż do dna rowów w pewnych odstępach przekopy na obie strony.

Przy stosunkowo niewysokich warstwach śniegu, praktykuje się także usuwanie go zapomocą pługa odśnieżnego lub też ugniatania z pomocą wałka drogowego. Śnieg powinien być uprzątnięty dopiero przy warstwie grubszej jak 20 cm.

Z powodu rozwijającego się ruchu samochodowego o charakterze przemysłowym (autobusy), okaże się prawdopodobnie w najbliższej przyszłości konieczność urządzania wzdłuż drogi zasłon śniegowych.

Ważną jest również rzeczą odrybywanie lodu przy zbliżającej się odwilży wokoło jarzm i filarów mostowych, a to w tym celu, by lody mogły spłynąć łatwo i bez uszkodzenia obiektów.

### 63. Ilość materiału konserwacyjnego

Należyte ustalenie odpowiedniej ilości potrzebnego w roku materiału konserwacyjnego, dla utrzymania nawierzchni tłuczniowej w stanie dobrym, jest rzeczą pierwszorzędnego znaczenia.

O ile roczna dostawa materiałów będzie mniejsza, aniżeli ta ilość, jaką przy uwzględnieniu ruchu droga potrzebuje, natenczas wystąpi objaw nadmiernego niszczenia drogi, zjadanie niejako jej kapitału zakładowego. Przeciwny wypadek dostawy za dużej, pomijając już nawet sprawę niepotrzebnego wydatku, doprowadza w rezultacie do pogrubienia nawierzchni bez żadnej korzyści, powodując nadto konieczność podnoszenia poboczy, albowiem w tym wypadku często występuje za silny spadek poprzeczny.

Ustalenie tej ilości nie jest rzeczą łatwą, albowiem jest ona zależna od wielu czynników, a w pierwszym rzędzie od wielkości i rodzaju ruchu, właściwości kamienia a nadto od wpływów atmosferycznych.

Dotychczas sprawa ta była załatwiana obserwacją personelu drogowego i polegała właściwie na większem lub mniejszem doświadczeniu organów nadzorczych; w ostatnich czasach pojawiają się próby pewnego teoretycznego ujęcia tej sprawy na podstawie przeprowadzonych doświadczeń i obserwacji, celem uniezależnienia się od indywidualnego traktowania tej sprawy. Próby te są dopiero zapoczątkowane, z uwagi zaś, że sprawa ta posiada bardzo doniosłe znaczenie, należy z metodami temi się zapoznać.

Przewodnią myślą w rozwiązaniu tej sprawy jest ustalenie pewnych empirycznych wzorów, któreby uwzględniły nasilenie ruchu na danej drodze, gatunek kamienia oraz wpływy atmosferyczne. Istnieją dotychczas w tym kierunku wzory wypróbowane w Badenji (inż. Funk) oraz w Saksonji (Saski zarząd drogowy), które wprawdzie nie mogą być w naszych stosunkach, ze względu na różnorodność warunków bezkrytycznie stosowane, jednakże mogą dać pewien punkt wyjścia dla dalszych rozważań.

Inż. Funk doszedł do wniosku, iż przy uwzględnieniu ruchu tyl-

ko konnego o małych chyżościach (około 6 km/g), da się roczna wielkość zużycia materiału kamiennego dla drogi o szerokości jezdni 5 m ustalić ogólnym wzorem: *na 1 km dróg.*

$$a + b\sqrt{x}$$

przyczem

$a$  jest współczynnikiem dla pewnego gatunku kamienia stałym, od ruchu niezależnym a wyrażającym zniszczenie materiału przez wpływy atmosferyczne,

$b$  jest współczynnikiem, również dla pewnego gatunku kamienia stałym, jednakże w związku z nasileniem ruchu,

$(x)$  jest wielkością rocznego ruchu wyrażoną w 1000 t.

Współczynniki  $a$  i  $b$  zmieniają się jednakże dla tego samego kamienia w zależności, czy mamy do czynienia z utrzymaniem drogi systemem odnowy czy też łatania. Na ogół wzięwszy, są one w pierwszym wypadku niższe, w drugim wyższe.

Przechodząc do szczególnych gatunków kamienia ustawia Funk następujące wzory dla jezdni 5 m szerokiej przy systemie odnowy:

dla dolerytu	$3,3 + 3 \sqrt{x}$
dla bazaltu	$4,0 + 4 \sqrt{x}$
dla porfiru	$4,7 + 4,7 \sqrt{x}$
dla dobr. wapienia	$8,0 + 4,7 \sqrt{x}$
dla śred. wapienia	$10,0 + 7 \sqrt{x}$

Różne inne gatunki kamieni wtłacza w jedną z powyżej podanych 5 grup w zależności od własności.

Wzory powyższe transformuje Funk na 1 mb szerokości jezdni, gdyż ta data jest więcej wskazana z uwagi na rozmaite szerokości dróg, otrzymując:

dla dolerytu	$0,66 + 1,34 \sqrt{x}$
dla bazaltu	$0,80 + 1,80 \sqrt{x}$
dla porfiru	$0,94 + 2,10 \sqrt{x}$
dla dobr. wapienia	$1,60 + 2,10 \sqrt{x}$
dla śred. wapienia	$2,00 + 3,13 \sqrt{x}$

jeżeli przez  $x$  nazwiemy wielkość rocznego ruchu wyrażoną w 1000 t. a wypadającą na 1 mb szerokości jezdni.

Na podstawie powyższych wzorów otrzymujemy następujące wartości ilości kamienia w zależności od wielkości ruchu i gatunku materiału:

Wielkość ruchu w roku w 1000 t na 1 mb <i>na średni</i>	Ilość materiału konserwacyjnego w m <sup>3</sup>				
	doleryt	bazalt	porfir	dobry wapień	średni wapień
10	4,89	6,49	7,58	8,24	11,61
20	6,65	8,85	10,33	10,99	15,99
30	8,00	10,60	12,45	13,11	19,15
40	9,13	12,18	14,21	14,87	21,78
50	10,13	13,53	15,79	16,45	24,13
60	11,05	14,75	17,22	17,88	26,26
70	11,88	15,87	18,52	19,18	28,20
80	12,64	16,89	19,71	20,31	29,98
90	13,38	17,88	20,87	21,53	31,70
100	14,06	18,80	21,94	22,60	33,30

Tabela ta, która dla stosunków badeńskich zgadza się dość dobrze z danymi doświadczalnymi, daje nam dobry przegląd na wartość rozmaitych materiałów dla celów drogowych. Można z niej również obliczyć, kiedy opłaca się z punktu widzenia ekonomicznego użycie kamienia słabszego; stanie to się mianowicie wtedy, gdy cena tego kamienia będzie odpowiednio niższa w stosunku, jaki porównanie odpowiednich cyfr dyktuje. Przy tem jednak należy uwzględnić również i wartość pracy związanej z rozpyką, która jest niezależną od dobroci kamienia.

Funk podaje również wzory przy zastosowaniu systemu łątnia, otrzymując w rezultacie wartości większe oraz wzory umożliwiające obrachowanie ilości materiału konserwacyjnego przy ruchu samochodowym. Dat tych się nie przytacza, albowiem nie zostały one jeszcze dostatecznie sprawdzone.

Na podobnej zasadzie oparte są również wzory do obliczania ilości materiału konserwacyjnego używane przez Saski zarząd drogowy. Roczne zużycie kamienia obliczone w m<sup>3</sup> na 1 km długości a wypadające na 1 mb szerokości jezdni wyraża się ogólnie wzorem:

$$a + b x$$

przyczem  $a$  i  $b$  są współczynnikami stałymi zależnymi od dobroci kamienia, zaś

$x$  jest wielkością 24 godzinowego ruchu wyrażoną w tonach.

*Ruch użył to drugie wzory, ale je też konserwuje, więc zależy to byi uśrednia-  
nie. Wzory są dobre. Funkcja...*

W zależności od gatunku kamienia wzory te mają następujące wartości:

dla granitu i sjenitu	4,8 + 0,02	x
dla dobrego gnejsu	3,4 + 0,02	x
dla śred.-twardego gnejsu	3,8 + 0,02	x
dla łupku amfibolowego	4,2 + 0,02	x
dla doskonałego kwarcu	4,0 + 0,02	x
dla śred.-twar. kwarcu	4,2 + 0,02	x
dla diabazu	3,0 + 0,016	x
dla twardego porfiru	3,4 + 0,02	x
dla śred.-twar. porfiru	4,0 + 0,02	x
dla doskonałego bazaltu	3,2 + 0,016	x
dla śred.-twar. bazaltu	3,6 + 0,02	x

Daty te mogą być z korzyścią użyte szczególnie w wypadkach, gdy rozchodzić się będzie o drogi, o słabym ruchu samochodowym.

Zaznaczyć wreszcie należy, iż porównanie obu przedstawionych typów wzorów nie da się uskuteczyć z tego powodu, iż powstały one w ten sposób, iż ciężary obliczano z ilości zwierząt pociągowych, które w pierwszym wypadku przyjmowane były z ilością na 1 konia 1 tonę ciężaru, w drugim 1,45 t.

#### 64. Zwalczanie pyłu drogowego

Zużywanie się nawierzchni drogowej powstałe przez miażdżenie i odrywanie pojedynczych cząstek materiału, z którego nawierzchnia została wykonana, powoduje tworzenie się pyłu drogowego. Pył ten oddziałuje szkodliwie na zdrowie okolicznej, mieszkającej przy drodze oraz przejeżdżającej drogą ludności, zanieczyszcza w wysokim stopniu plony gospodarcze oraz produkty przemysłowe, czyniąc pierwsze z nich często wprost niemożliwymi do użytku, obniża zatem rentę gruntową, a wreszcie przedstawia z uwagi na szybki ruch samochodowy dość znaczne niebezpieczeństwo, tak dla przejeżdżających jakoteż przechodniów. Tumany pyłu uniemożliwiają bowiem często orientację i przegląd drogi. Szczególnie dotkliwie daje się odczuwać plaga pyłu drogowego w zdrojowiskach i miejscach klimatycznych oraz w sąsiedztwie sanatorjów i szpitali, gdzie z natury rzeczy pożądaną i konieczną jest czystość powietrza.

Najdokuczliwiej występuje pył drogowy na nawierzchni tłuczniowej i żwirowej, znacznie mniej na rozmaitego rodzaju brukach; nawierzchnie monolitowe, w praktycznym tego słowa znaczeniu są prawie że wolne od plagi pyłu.

Już w okresach, gdy na drodze panował niepodzielnie ruch za-



przegowy, zwrócono uwagę na dokuczliwość pyłu; sprawa jednakże pogorszyła się znacznie z chwilą ukazania się na drodze szybkojeźdzących pojazdów mechanicznych. Przy szybkim ruchu samochodowym, wytwarza się z tyłu pod kołami samochodu chwilkowa próżnia, czego wynikiem jest ssanie pokładu, czyli wrywanie najmniej odpornych części, znajdujących się w pokładzie, zatem przy tłuczniu i żwirze części mialkich, tworzących lepiszcze dla pojedynczych ziarn kamienia. Pył ten porwany wytworzonym przez przejazd samochodu prądem powietrza zanieczyszcza całą okolicę drogi a wysysanie go z wnętrza nawierzchni, powoduje również rozluźnienie jej i związane z tem szybsze zużycie.

Z uwagi na znaczne koszty zwalczania pyłu drogowego, nie możemy stosować środków zaradczych na całej przestrzeni drogi, możemy jednak przez stosowny dobór materiałów do nawierzchni starać się o to, by pyłu wytwarzało się możliwie jak najmniej.

Najdawniejszym, ale zarazem dodać należy najprymitywniejszym środkiem zwalczania pyłu drogowego jest skrapianie nawierzchni w o d a. Środek ten skutkuje jednakże bardzo nieznacznie, a skrapianie musi być często, niekiedy kilka razy w dniu powtarzane, by wydało jaki taki rezultat. Nadto skrapianie wodą oddziaływa szkodliwie na drogę, która silnie zwilżana, osłabia się sama w sobie i zużywa się wskutek tego nadmiernie. Sposób ten jest również trudny do zastosowania na partjach międzymiastowych z tego powodu, że często brak jest w sąsiedztwie wody a sprowadzenie jej z dalszych partji powoduje nadmierne koszty.

Znacznie trwalsze rezultaty otrzymujemy przez zwilżanie nawierzchni s o l a m i h y g r o s k o p i j n e m i, względnie ich roztworami, które mają tę własność, że nie tylko utrzymują w sobie dość długo wilgoć, ale nadto przyciągają wilgoć atmosferyczną i w ten sposób działanie swoje na drogę samoczynnie przedłużają. Do takich środków należy chlorek wapniowy, chlorek magnezjowy i t. p. Są to przeważnie produkty uboczne, otrzymywane przy fabrykacji sody (chlorek wapniowy) lub potasu (chlorek magnezjowy). Chlorek wapniowy znajduje się w handlu w stanie stałym lub płynnym; stały zawiera 75% chlorku i 25% wody, płynny 40% chlorku i 60% wody.

Sposób użycia jest następujący: Po oczyszczeniu nawierzchni z pyłu skrapiamy ją 15—20% roztworem chlorku wapniowego z pomocą zwykłego beczkowitzu, przyczem na 1 m<sup>2</sup> nawierzchni wychodzi około 2 l płynu. W 8 dni po pierwszym skropieniu, skra-

piamy drogę ponownie takimsamym roztworem, poczem powtarzamy to w odstępach 5—8 tygodni ale już roztworem słabszym 8—10% i to tylko w miarę potrzeby, o ile zauważymy tworzenie się pyłu.

Jeśli pora jest bardzo sucha, gdy zatem jest małe prawdopodobieństwo chłonięcia wilgoci z powietrza, zaleca się lekkie skrapianie nawierzchni zwykłą wodą, aby chlorkowi dodać sztucznie wilgoci.

Dodatnią stroną tego sposobu jest bezwonność i czystość, wobec czego możemy go z korzyścią zastosowywać tam, gdzie czynniki te będą grały rolę pierwszorzędną a więc w miejscowościach klimatycznych i zdrojowych. Szkodliwie natomiast działa tu silniejszy deszcz, który wypłukuje sól z pokładu i powoduje konieczność ponownego skrapiania. W handlu znajduje się również szereg preparatów przychodzących pod różnymi nazwami jak: coeberit, dusterit itp., których działanie jest analogiczne z poprzednio opisanem. Niektóre z tych preparatów posiadają własności koloidalne, zatem oprócz wchłaniania wilgoci utrzymują całość w stanie kleistym (dusterit). Zwrócić należy nadto uwagę na okoliczność, iż wysokoprocentowe roztwory mogą czasami spowodować zbytnią gładkość nawierzchni. W tym wypadku najlepsze daty uzyskuje się na podstawie przeprowadzonych prób i doświadczeń.

Dalszym środkiem wiązania pyłu są emulsje czyli zawiesiny olejów w wodzie, które znajdują się w handlu w rozmaitych formach jako t. zw. westrumit, standutin, duralit itp. Są to wszystko preparaty sztuczne, w których główną rolę odgrywa ropa z dodatkiem alkalii i amoniaku, które powodując częściowe zmydlenie oleju, umożliwiają zmieszanie się emulsji z wodą.

Sposób użycia podobny jak poprzednio. Pierwsze zwilżenie dobrze oczyszczonej drogi odbywa się 5—10% roztworem; po wyschnięciu pierwszego zwilżenia, które następuje w 10—12 godzin, poddaje się nawierzchnię drugiemu zwilżeniu, następne zaś powtarzają się w znacznie dłuższych odstępach czasu, zależnie od potrzeby w 2—16 tygodni, przyczem używa się roztworu słabego 2½—5%.

Obecnie produkowane emulsje mają za zadanie nie tylko związanie pyłu, ale nadto wytworzenie na powierzchni drogi cienkiej przykrywy, chroniącej nawierzchnię przed uderzeniami kół pojazdów, wkraczają już zatem w oddzielne systemy budowy nawierzchni, o których mówiliśmy poprzednio.

Dalszym środkiem czasowego zwalczania pyłu są lekkie oleje i mazi, użyte bądź to w stanie naturalnym, bądź też w roztworach. Zwrócić należy uwagę, iż do tego celu nadają się tylko takie środki, które zawierają w sobie pewną ilość substancji wiążących, pozostających po ulotnieniu się ciał lotniejszych, na powierzchni drogi a przyczyniających się do zlepiania i stwardnienia wytwarzanego pyłu drogowego. Najlepszym i najtańszym jest użycie mazi gazu wodnego czyli karboryzowanego, zawierającej mało ciężkich substancji bitumicznych. Maź ta wsiąka w pokład łatwo, przyczem nie należy skrapiać zbyt obficie, gdyż wtedy tworzy się na powierzchni drogi oleisty, przyczepny szlam, nieprzyjemny dla przejazdu i przechodu. Zwyczajnie wystarcza na 1 m<sup>2</sup> nawierzchni około 1,5 kg mazi.

Ujemną stroną tego sposobu jest niemiła woń, która jednakże znika dość prędko; dodatnią zaś, że deszcz nie działa tu szkodliwie a droga w czasie deszczowym nie różni się wyglądem od stanu w czasie pogody. Wylewanie odbywa się zwykłemi beczkowozami na drogę poprzednio z pyłu oczyszczoną. Powtórne skrapianie w miarę zauważonej potrzeby.

Wkońcu dodać należy, iż badania nad związaniem pyłu drogowego doprowadziły w rezultacie do nowych typów nawierzchni, przy których środki wiążące spełniają również zadanie wzmacniania nawierzchni i że przyszłość należy właśnie do tego rodzaju środków. \*)

## XI. Maszyny drogowe

### 65. Uwagi ogólne

Oprócz powszechnie znanych narzędzi pracy ręcznej, w nowoczesnym budownictwie drogowym co raz szersze zastosowanie znajdują najrozmaitsze maszyny drogowe, których zadaniem jest:

1. doprowadzenie efektu technicznego do możliwej granicy, a więc powiększenie dobroci wykonania,
2. przyśpieszenie postępu roboty,
3. zmniejszenie kosztów wykonywanych robót w stosunku do pracy ręcznej.

Ilość typów używanych maszyn drogowych jest już dzisiaj wprost olbrzymia; o całym ich szeregu mówiliśmy już poprzednio. Należać tu zatem będą mechaniczne równacze do dróg

\*) *Tui Scheyerman (Witkader) jest autor i projektant ekono-  
micznego restorowania pierwszego draka wyznacze-  
go. Jest to słownik z Kono's - zakupiona za 10000*

ziemnych, pługi drogowe służące do wykonywania rowów przydrożnych, rozmaitego typu pługi żwirowe i odśnieżne.

Przy wykonywaniu nawierzchni bitumicznych posługujemy się dzisiaj znaczną ilością często bardzo skomplikowanych urządzeń mechanicznych służących do przegrzewania bitumów i materiału kamiennego, wzajemnego ich mieszania i nanoszenia na drogę.

Do wyrobu tłuczni i miału używamy w szerokiej mierze łamaków mechanicznych wraz z sortownikami.

Wykonanie nawierzchni betonowych złączone jest dzisiaj z odpowiednimi maszynami, które nie tylko zarabiają beton w sposób wzorowy, ale nadto wykonują mechanicznie całą pracę około samej jezdni.

Zrywanie starych pokładów uskutecznia się dzisiaj również urządzeniami mechanicznymi; przy nawierzchniach monolitycznych służą do tego celu wiertarki pneumatyczne, zwykle nawierzchnie tłuczniowe zrywane są za pomocą pługów żwirowych.

Ponieważ dla każdej nawierzchni rzeczą pierwszorzędną wagi jest jej należyte skompromowanie, przeto szerokie zastosowanie znajdują wały drogowe najrozmaitszej konstrukcji. Sprawę tę będziemy się starali poniżej nieco obszerniej omówić.

## 66. Wały drogowe

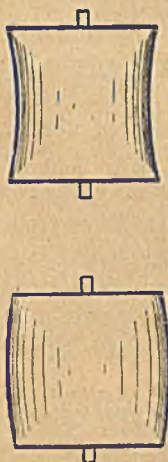
### A) Wały konne.

Wały konne mają za sobą już dość długi okres czasu. Pierwsze próby z ugniataniem sztucznym nawierzchni drogowej przeprowadzone bowiem były w r. 1834 przez francuskiego inżyniera Polonceau.

Konne wały drogowe składają się zasadniczo z lanego bębna żelaznego, bądź to otwartego, bądź też zamkniętego. Wałki z bębniem otwartym są same przez się lekkie, dlatego też mają zwyczajnie dodane obustronne skrzynie drewniane, które napełniane w miarę potrzeby kamieniami, ciężar ich powiększają. Jest tu zatem możliwość dość znacznego regulowania ciężaru, co jest bezsprzecznie dodatnią stroną tych wałków, albowiem możemy ciężar ich dostosować do gatunku kamienia. Ujemną stroną jest natomiast znaczne zwiększenie tarcia na czopach osi, gdyż ciężary umieszczone w skrzyniach oddziałują bezpośrednio na oś.

Im materiał na pokład użyty jest gorszy i miękniejszy, tem i ciężar wałka powinien być lżejszy, gdyż w przeciwnym wypadku

otrzymujemy w rezultacie za dużo błota i mialu. Również i rozpoczęcie wałowania, powinno odbywać się o ile możności najpierw wałkiem lżejszym a dopiero w miarę postępu roboty należy używać wałków cięższych; postęp ten uwarunkowany jest tem, iż po pierwsze zbyt ciężki wałek użyty na świeżo rozsypnym materiale, wskutek nadmiernego ucisku wywołuje tworzenie się większych fal, które powodując ruch w materiale, przeszkadzają wzajemnemu klinowaniu się kamieni; nadto współczynnik oporu na świeżo rozsypnym pokładzie jest znacznie większy niżli na drodze już częściowo wygładzonej czyli, im wałek z początku będzie lżejszy, tem mniejszej siły potrzebujemy do jego uruchomienia.



Rys. 188

Częściej używane są wały konne z bębnum zamkniętym, przy czem ciężar wałka może być zwiększany przez wypełnienie go wodą lub piaskiem. Wypełnienie wałka nie może być całkowite, lecz jest unormowane wysokością przeznaczonego ku temu celowi otworu.

Dodać należy, że wskutek niezupełnego wypełnienia wałka, materiał znajdujący się wewnątrz zmienia ciągle swoje położenie, co przedstawia dla siły pociągowej dodatkowy opór.

Konne wały drogowe mają średnice 1,20—1,60 m, szerokość 1,10—1,30 m oraz ciężar wypadający na 1 m szerokości dla lżejszego typu około 3 t.; dla cięższego około 5 t. Ciężar ten może być przy pewnych typach podniesiony o 1,5—2,0 tonn.

Pierwotnie konstruowano wałki z płaszczem mającym krzywiznę wygiętą ku wnętrzu, pragnąc w ten sposób dostosować się do kształtu przyszłej nawierzchni (rys. 188). Praktyka wykazała jednak, że racjonalniejsze jest nadanie wałkowi pewnego wybrzuszenia na zewnątrz, albowiem zużycie płaszcza objawia się najsilniej ku środkowi, wskutek czego drugi typ ma dłuższy okres trwania.

Grubość ścian wałka waha się w granicach 5—7,5 cm.

Odnosnie do wielkości zaprzęgu, liczymy zwyczajnie na każdą 1 t. wagi pełnego wałka jednego konia. Nawet w wypadku, gdy wałek jedzie niezupełnie obciążony, nie zmniejszamy ilości koni, gdyż dzieje się to zwyczajnie na drodze świeżej, przy rozsypałym materiale, gdzie współczynnik oporu jest znaczny. Praktyczna granica przyprzęgu dochodzi do 4 par koni.

Na wielkość siły pociągowej ma również znaczny wpływ spadek; przestrzenie powyżej 5% już nie są odpowiednie do wałowania wałem konnym, gdyż przekracza to praktyczną granicę możliwego zaprzęgu.

Szybkość ruchu od 0,50—0,75 m/s.

Konny wał uruchomiany jest w obu kierunkach przez przełożenie dyszla wraz z zaprzęgiem, co powoduje jednak kilkuminutową stratę czasu. Wskutek tego przestrzenie wałowane wałem konnym są zwyczajnie dłuższe 600—700 m a to z tego powodu, by o ile możności była najmniej dokuczliwą strata czasu na przeprężanie.

Konstruowane były również wałki z dyszlami obrotowymi, jednakże urządzenia te nie weszły w życie tem więcej, iż i tak z innych powodów wał konny jest właściwie już przeżytkiem.

Zastanówmy się bowiem nad ciśnieniem, jakie wałek konny wywiera na drogę. Jeżeli przyjmiemy wał już stosunkowo dosyć ciężki bo 6 t., to przy szerokości jego 1,10 m otrzymujemy ciśnienie na 1 cm szerokości wałka około 55 kg. Ciśnienie to, zależne od typu użytego wału waha się w praktyce w granicach 50—80 kg, jest ono zatem znacznie mniejsze od ciśnienia, jakie wywierają na nawierzchnię koła wozów ciężarowych.

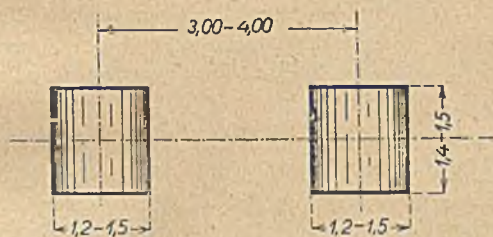
Z tego powodu droga wywałowana wałem konnym nie może stanowić nawierzchni należyście odpornej dla przejeżdżających pojazdów. Ponieważ zaś z drugiej strony nie jesteśmy w stanie podnieść ciężaru tych wałów, gdyż podówczas nie byłoby możliwości ich uruchomienia, przeto obecnie używamy do wałowania przeważnie wałów motorowych, które dają nam znacznie odpowiednie wyniki.

B) Wały motorowe.

Wały motorowe dzielą się na dwa typy, mianowicie parowe i spalinowe.

1. Wały parowe.

Jak już powyżej wspomniano, wały konne nie są w stanie podołać nowoczesnym wymaganiom. Wynika to, jak widzieliśmy z małego ucisku i trudności ich ruchu na spadkach. Dalszą ich wadą jest mała sprawność i nieznaczna szybkość; tam zatem, gdzie są do wykonania większe roboty około wałowania w krótkim czasie, zadaniu swemu sprostać nie są w stanie. Również wał konny nie nadaje się do robót drobnych, gdyż wówczas na przeprzążkę traci się zbyt wiele czasu a rzecz ta jest szczególnie ważna przy naprawkach nawierzchni.



Rys. 189

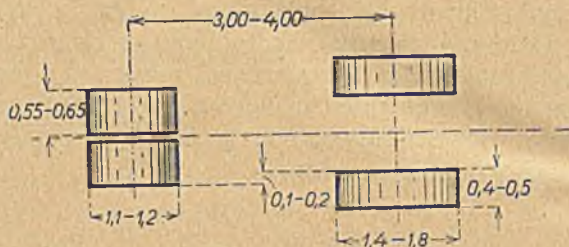
Z powyższych powodów wysunął się na plan pierwszy wał motorowy a w pierwszym rzędzie parowy.

Pierwsze wały parowe budowane były we Francji w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia a charakteryzowały się dwoma wałami o zupełnie identycznych wymiarach, przyczem szerokość wału wahała się w granicach 1,40—1,50 m, średnica 1,20—1,50 m, odstęp osi 3,0—4,0 m, zaś ciężar 17—24 tonn (rysunek 189).

Przy pierwszych wałach francuskich skrętny był wał tylny. Konstrukcja ta miała wiele stron ujemnych i poprawioną została przez Anglików.

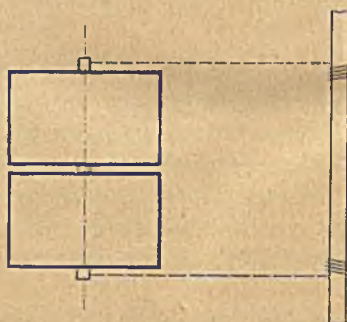
Typ angielski w budowie swej naśladuje prawie w zupełności lokomotywę drogową z tą różnicą, iż zamiast kół posiada ciężkie i odpowiednio szerokie wały cylindryczne. Charakteryzuje się on tem, iż posiada cztery wały. Dwa przednie ruchome, służące jako kierunkowe posiadają średnicę 1,10—1,20 m, szerokość 0,55—0,65 m, dwa tylne o średnicy 1,40—1,80 m i szerokości

0,40—0,50 m (rys. 190). W rzucie poziomym wały są usytuowane w ten sposób, iż ślady wałów przednich są częściowo przykryte śladami wałów tylnych a całkowita szerokość wałowanego pasu wynosi około 2 m. Odstęp osi wałów 3,00—4,00 m. Ciężar w granicach 10—20 t. rozłożony w ten sposób, iż  $\frac{2}{3}$  całkowitego ciężaru przypada na wały tylne,  $\frac{1}{3}$  na wały przednie.



Rys. 190

Wały przednie są kierunkowemi; nadanie pewnego kierunku wałowi, w rozmiarach zresztą dość ograniczonych odbywa się z pomocą łańcucha osadzonego z jednej strony na osi wałów, z drugiej zaś dającego się nawijać ze stanowiska maszynisty, na poziomy wał umieszczony pod kotłami (rys. 191).



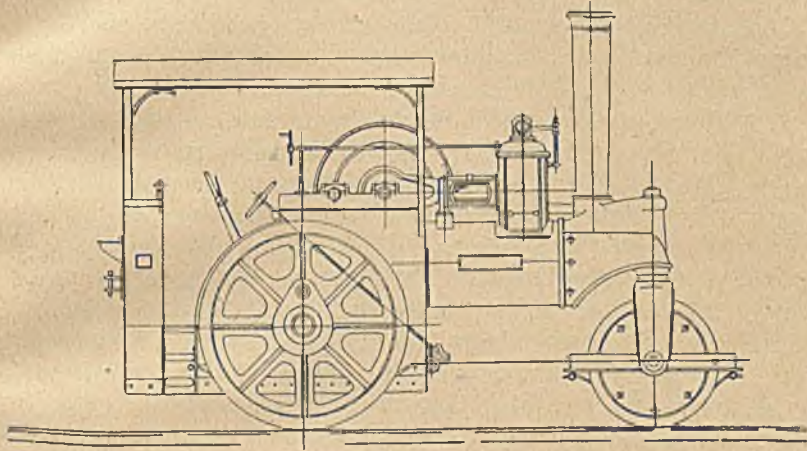
Rys. 191

Każdy wał zaopatrzony jest z reguły w skrobaczki, z pomocą których usuwany jest materiał, który w czasie wałowania do wałów się przylepia.

Charakterystyczną cechą dla wałów typu angielskiego jest różnica średnic wałów przednich i tylnych. Rzecz ta nie tylko, że nie ma żadnego naukowego uzasadnienia, a wynika raczej ze



względów konstrukcyjnych, ale właściwie jest nieodpowiednią. Z tego powodu powraca się w ostatnich czasach do typu francuskiego, wałów przednich i tylnych o równych średnicach, tworząc t. zw. typ tandemowy. Różnica wobec starego typu francuskiego polega jednakże w tem iż nowoczesny wał parowy ma usytuowany możliwie nisko środek ciężkości całej konstrukcji, nadto jest znacznie ruchliwszy, tak co do kierunku jakoteż szybkości. Niskie osadzenie konstrukcji jest wskazane z tego powodu, by ruch miał charakter stateczniejszy, zwiększenie zwrot-



Rys. 192

ności umożliwia pracę na ostrych krzywiznach, zaś powiększenie chyżości ruchu ma wielkie znaczenie, szczególnie dla nawierzchni bitumicznych, przy których rozchodzi się często o to, by wał w chwili zmiany kierunku jazdy, nie spoczywał zbyt długo na jednym miejscu i nie powodował wskutek tego silniejszego zagłębienia się w miejscu chwilowego, przymusowego postoju, doprowadzając w rozmaitych partjach nawierzchni do rozmaitego stopnia komprymacji.

Osadzenie kotła na podwoziu może być trojakiem. Najczęściej spotykamy się z tego rodzaju konstrukcją, iż kocioł jest leżący z osią swoją równoległą do osi podwozia. (rys. 192). Praca tym typem przedstawia na silniejszych spadkach pewne niebezpieczeństwo dla rurek płomiennych, które przy ukośnem położeniu wału nie są ze wszystkich stron otoczone wodą, wskutek czego dość szybko się przepalają. Z tego powodu konstruowane są również wały o stojącym kotle, przy których ukośne położenie wału nie

wpływa już ujemnie na stan rurek płomiennych. Oprócz tego spotykamy się również z dość rzadką konstrukcją usytuowania kotła leżącego, jednakże z osią swą, prostopadłą do osi podwozia.

Maszyna parowa dostosowana zwyczajnie do ciężaru wału ma siłę od 10—25 KP.

Przy wałach parowych możliwe jest również pewne zwiększenie ciężaru. Osiąga się to z pomocą namontowania na wałach od strony wewnętrznej specjalnie do tego celu odlanych żelaznych obciążników, które mogą ogólny ciężar powiększyć o około 4000 kg.

Obecnie prawie z reguły, celem ochrony personelu obsługującego wał od wpływów atmosferycznych, urządzony jest odpowiedni daszek nad stanowiskiem maszynisty.

Zwrócić należy uwagę, iż do dzisiaj budowane są wały typu angielskiego w ten sposób, iż tylne wały pędne mają płaszcz koniczny. Było to odpowiednie dla zwykłych nawierzchni tłuczniowych, przy których uwzględniano w ten sposób dość znaczny spadek poprzeczny. Nowoczesne nawierzchnie jednakże posiadają spadki poprzeczne bardzo nieznaczne, wobec czego koniczność tylnych wałów jest nie tylko niepożądana ale nawet szkodliwa. Również użycie tego rodzaju wałów na ostrych krzywiznach, gdzie stosuje się przy nowoczesnym ruchu samochodowym spadki jednostronne, jest nieodpowiedne. Z powyższych względów przechodzi się obecnie coraz częściej do stosowania płaszcza walcowego, który jest znacznie racjonalniejszy od poprzedniego.<sup>4)</sup>

Dla nowoczesnych nawierzchni żąda się również wałów ze spokojnym chodem, albowiem wszelkie szarpania i rzuty boczne odbijają się bardzo niekorzystnie na dość czułych nawierzchniach drogowych w okresie ich powstawania.

Nawierzchnie bitumiczne wymagają wałów lżejszych, albowiem gwałtowne komprymowanie nie jest tu wskazane. Chyżość ruchu wałów parowych waha się w granicach 3—6 km/g.

W Polsce wały parowe budowane są przez następujące firmy: H. Cegielski — Poznań, Warszawska Spółka Akcyjna Budowy Parowozów — Warszawa, oraz Pierwsza Fabryka Lokomotyw w Chrzanowie.

## 2. Wały spalinowe.

Wały parowe należą z natury rzeczy do wałów ciężkich. Jak już zwracaliśmy uwagę poprzednio, nowoczesne nawierzchnie drogowe wymagają w pierwszym rzędzie wałów lekkich i szybko-zwrotnych. Z tego powodu coraz szersze zastosowanie znajduje zaczyna wał z motorem wybuchowym, przyczem przynosi

*Talensias pumilus* *gonvalar* *per* *uzycie* *materyj*  
*mirtonydyegalenum* *n.p.* *draco* *exp.* *węgiel* *brunat*

on z sobą wiele dalszych cech dodatnich, mianowicie szybką gotowość do pracy, tańszą i łatwiejszą obsługę, a wreszcie i ten ważny moment, iż spotrzebowuje materiały pędne tylko w okresie pracy, w odróżnieniu od wału parowego, który nawet w okresie chwilowego spoczynku musi być trzymany pod parą.

Konstrukcyj będących obecnie w użyciu jest bardzo wiele. W najnowszych czasach szerokie zastosowanie znajduje tu również motor Diesla.

Materiałem pędnym może być benzyna, benzol, nafta, wreszcie ropa naftowa. Szybkością ruchu przewyższa często wał parowy.

Rozłożenie wałów bądźto wedle typu angielskiego, bądź też francuskiego; często używany typ tandemowy. Zwyczajnie ciężary tych wałów wahają się w granicach 5—8 t, przyczem możliwe jest dość rozmaite, w zależności od konstrukcji powiększenie ciężaru o 1—1,5 tonn przez balast wodny lub obciążniki.

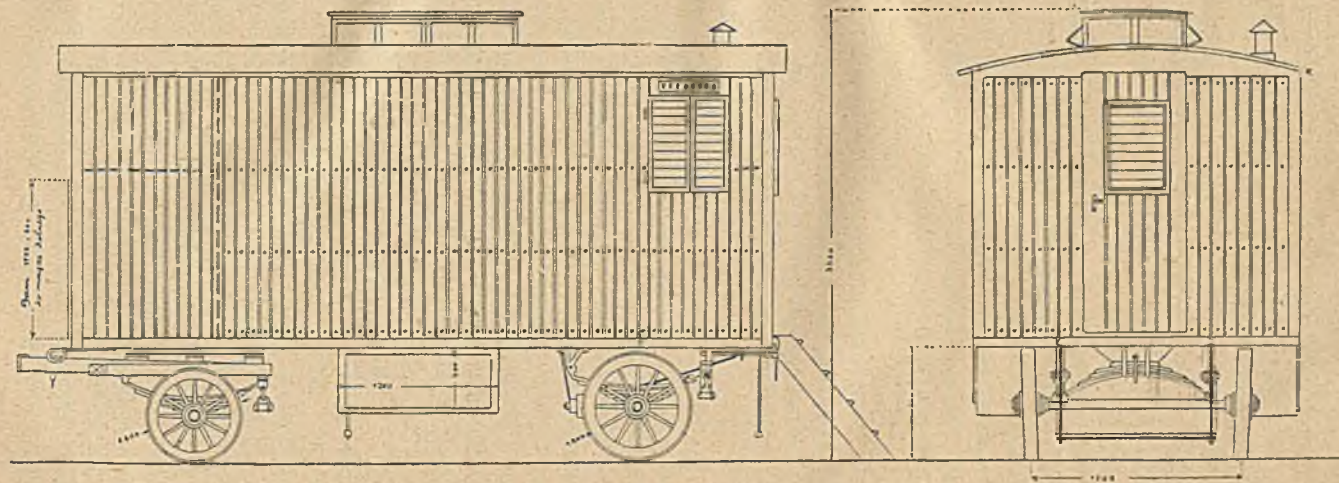
Dodatnimi cechami tych wałów są wspomniana już każdorazowa gotowość do pracy, niezależność od wody, łatwość obsługi, brak dymu i iskier. Posiadają one jednak i stronę ujemną, a tą jest okoliczność, iż motor musi być dostosowany do najsilniejszego obciążenia, które jednakże może być tylko wyjątkowo wykorzystane. Nadto okres trwania wału spalinowego jest krótszy niżli parowego.

### C) Porównanie wałów.

Waly konne przy nowoczesnem budownictwie drogowem zastosowania znaleźć już nie mogą ze względu na ich powolny ruch, trudność zwrotu oraz małą sprawność. Ruch niemi w obecnych czasach przedstawia się nadto w rozliczeniu na 1 m<sup>3</sup> zawałowywanego materiału dość drogo.

Porównanie wałów parowych i spalinowych nie może być bezwzględne lecz względne i to tem więcej, iż podczas gdy wał parowy, co do swej konstrukcji jest już skończony, to spalinowy znajduje się w ciągłym rozwoju i udoskonaleniu. Narazie da się tylko to powiedzieć, że dla nawierzchni lżejszego gatunku (mazowanie względnie asfaltowanie powierzchniowe), dalej przy naprawach, ekonomiczniejsem okazuje się wał z motorem spalinowym. Natomiast przy wielkich robotach drogowych okazuje wyższość wał parowy, którego praca w tych warunkach przedstawia się taniej.

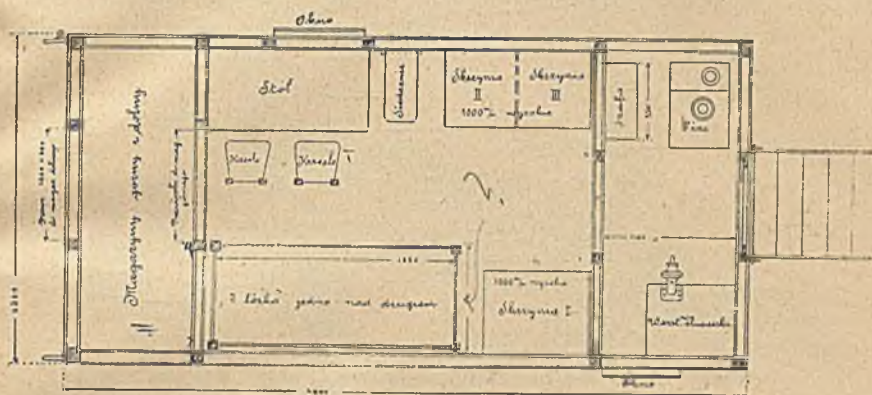
Co do samego rozłożenia wałów to do dzisiaj zwycięstwo leży po stronie typu angielskiego ze względu na stalsze podparcie kotła oraz większą skrętność. Wadą angielskiego typu jest ta okoliczność, iż budowane one mogą być tylko o dość znacznym



Rys. 193 a

ciężarze, tymczasem do nowoczesnych nawierzchni potrzebujemy typów lżejszych.

W ostatnich czasach okazuje się dążność do powrotu do typu francuskiego, przyczem nowsze konstrukcje wykazują niskie położenie środka ciężkości, a co zatem idzie i pewną stateczność ruchu, cenną dla nawierzchni bitumicznych oraz polepszenie warunków skrętności.



Rys. 193a

#### D) Urządzenia dodatkowe.

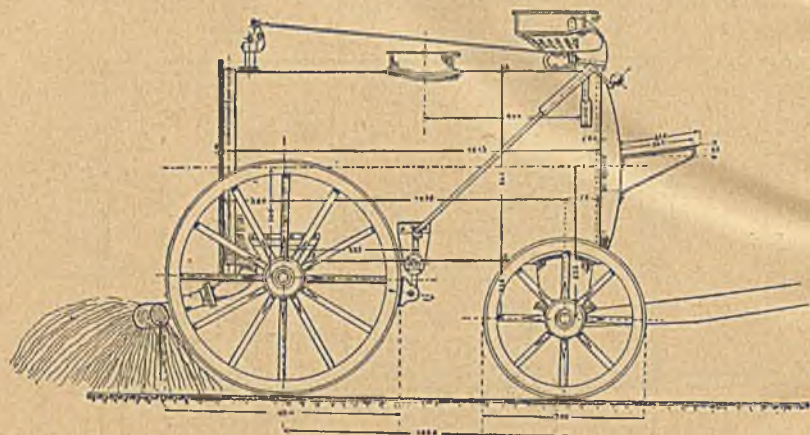
Wał motorowy podobnie jak każda maszyna potrzebuje częstych mniejszych napraw oraz specjalnego personelu. Ażeby mniejsze naprawy mogły być natychmiast wykonane, dalej, by w okolicy niezabudowanej mógł personal znaleźć na noc stosowne pomieszczenie, powinno się zawsze równocześnie z wałem sprawiać wóz mieszkalny i rekwizytowy. W wozie tym oprócz skromnego urządzenia dla pomieszczenia dwóch ludzi, znajdować się powinien również mały warsztat ślusarski z niezbędnymi narzędziami i kuźnią polową.

Nie należy zapominać również o sprawieniu stosownej windy, gdyż często przy przejeżdżaniu po drogach i mostach gorszych, zdarzają się wypadki osiadania się wałka, a w tych razach podnoszenie go zapomocą windy będzie niezbędne.

Wreszcie do garnituru wału parowego należy również wóz na węgiel oraz pompa potrzebna do zasilania kotła w wodę.

Do skrapiania wałowanego toru wodą używamy specjalnie na ten cel wykonanych beczkowozów. Beczkowóz taki składa się ze zbiornika żelaznego lub drewnianego, osadzonego na stosownym podwoziu, przyczem woda dostaje się na zewnątrz zapomocą z ty-

łu przytwierdzonej rury podziurkowanej w formie sita. Systemów takich beczkowozów jest bardzo wiele; różnią się one między sobą zwyczajnie sposobem osadzenia i kształtem rury sitowej. Od beczkowozu żądamy w każdym razie, by był zaopatrzony w odpowiedni mechanizm, umożliwiający skrapianie przez woźnicę. Korba wentylu powinna zatem znajdować się przy koźle.



Rys. 194

Beczkowozy wykonywane są dla bardzo rozmaitych objętości wody od 300 l do 1500 l przy zastosowaniu ruchu konnego.

Oprócz beczkowozów konnych znajdują zastosowanie w postępowym gospodarstwie drogowym również zbiorniki osadzone na samochodach o objętościach znacznie większych, które często urządzone są do wytrysku wody pod ciśnieniem.

## 67. Pługi żwirowe

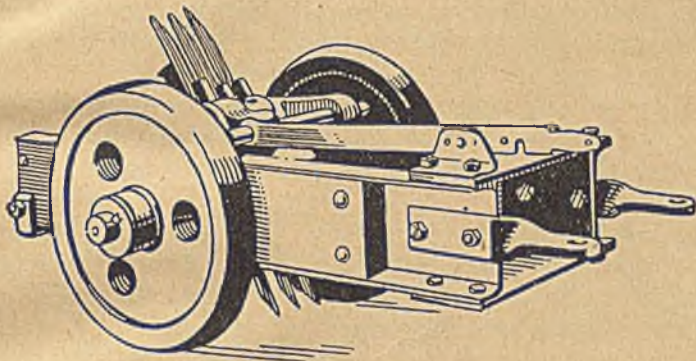
Utrzymanie nawierzchni tłuczniowych systemem odnowy wymaga w pierwszym rzędzie wzruszenia górnego pokładu, co skutecznie można ręcznie lub maszynowo.

Ręczne wzruszenie pokładu jest rzeczą niezmiernie uciążliwą i kosztowną jeśli się zważy, iż 1 robotnik nie jest w możności w godzinie wzruszyć więcej jak 15 — 20 m<sup>2</sup> jezdni. Wobec tego w nowoczesnej gospodarce drogowej przechodzi się na wzruszenie maszynowe, uskuteczniane zapomocą plugów żwirowych.

Rozróżniamy zasadniczo dwa systemy tych plugów; mianowicie takie, które są sztywno namontowane na wale drogowym oraz te, które stanowią same dla siebie odrębną całość a są tylko

w czasie ruchu luźno złączone z wałem. Niezależnie od tego trzeba zaznaczyć, iż dzisiaj każda fabryka posiada swój odrębny typ wykonania tych maszyn i że istnieje tu ogromna różnorodność.

Pierwszy system polega na tem, iż plug jest umieszczony na samym wale i przymocowany z jednej strony do jaszczyka wału, z drugiej zaś z pomocą odpowiednich strzemion do tylnej osi wału. W ten sposób usiłują konstruktorzy osiągnąć ten cel, by siła przejmowana była bezpośrednio przez oś pędną, zaś sam wał nie był narażony na wstrząśnienia.



Rys. 195

Plug zaopatrzony jest zwyczajnie w 3 ostrza stalowe, które mogą być płycej lub głębiej osadzone, nadto również już w czasie ruchu może być całość ostrzy zapomocą koła ręcznego złączonego z kołem zębatym przesuwana w miarę potrzeby ku dołowi lub ku górze tak, że regulowanie głębokości zrywania jest zupełnie zapewnione.

Samo urządzenie zaopatrzone jest w dwa garnitury ostrzy nachylonych do jezdni mniej więcej pod kątem  $45^{\circ}$  w kierunkach przeciwnych tak, iż plug pracuje tak przy ruchu postępowym jakoteż wstecznym wału. Naturalnie przy zmianie ruchu nastąpić musi równocześnie przestawienie odpowiedniego garnituru ostrzy.

Dodatnią stroną tych plugów jest stałe złączenie ich z wałem, co uniemożliwia wyskakiwanie ostrzy z pokładu w czasie roboty i dochowanie jednolitej głębokości wzruszenia. Z drugiej strony jednak, wszelkie opory i uderzenia, jakie są nieuniknione przy zrywaniu jezdni przenoszą się bezpośrednio na jaszczyk i kocioł

wału co w wysokiej mierze oddziaływa niekorzystnie na stan tych maszyn. Wprawdzie przerzucenie złączenia pługa z wału na oś pędną usiłuje zapobiec temu szkodliwemu oddziaływaniu, jednakże nie udało się jeszcze konstruktorom sprawy tej należycie rozwiązać.

Wedle drugiego systemu pług drogowy stanowi sam dla siebie zupełnie odrębną całość a jest tylko doczepiany do wału w czasie pracy.

Pługi takie składają się z bardzo ciężkiej ramy żelaznej prostokątnej, osadzonej na 2, 3 lub 4 kołach również o znacznym ciężarze. Pamiętać bowiem należy, iż dostatecznie wielki ciężar całej konstrukcji przeciwdziałać tu musi tendencji do ewentualnego podnoszenia się noży w czasie pracy.

W powyższej ramie osadzone są ukośnie przestawialne noże stalowe w ilości 3 — 4 sztuk, których końce znajdują się o tyle niżej od najniższego położenia kół, o ile głęboko pragniemy jeźdźnię wzruszyć.

Pługi jednoosiowe są nieco lżejsze, albowiem cały ich ciężar oddziaływa na noże, natomiast przy pługach dwuosiowych, tylko część ciężaru wypadająca na oś tylną wywiera ciśnienie na noże, wobec czego ciężar ich ogólny musi być większy.

Połączenie pługa z wałem może być luźne lub sztywne. To ostatnie wydaje się być korzystniejsze. W każdym razie jednak połączenie to powinno być przeniesione o ile możności bezpośrednio na oś tylną, by jak najwięcej oszczędzić konstrukcję wału.

Wydatność pracy pługa jest zależną od chyżości ruchu, który wynosi 300 — 1300 m/g i waha się w granicach 40 — 250 m<sup>2</sup>/g.

Ważną jest rzeczą, by robotnicy idący za pługiem odgartywali natychmiast wzruszony materiał na bok, tak, by wał w powrotnej drodze nie rozgniatał niepotrzebnie wzruszonego materiału.

Ponieważ wał przy sprzężeniu go z pługiem narażony jest na szybkie zniszczenie, przeto okazuje się celowszem i korzystniejszym stosowanie do ruchu pługa specjalnych ciągników.





# TECHNIKA

---

INŻYNIERJA  
TECHNOLOGJA  
BUDOWNICTWO  
RZEMIOSŁA

## KATALOG

WYDANY STARANIEM

KSIĘGARNI POLSKIEJ  
BERNARDA POŁONIECKIEGO  
WE LWOWIE



LISTOPAD 1931

# SKOROWIDZ DZIAŁÓW

<b>BUDOWNICTWO</b>	
a) budownictwo ogólne, statyka i architektura . . . . .	3
b) budowa dróg, mostów i tuneli . . . . .	6
c) budownictwo wodne i meljoracja . . . . .	7
d) kanalizacja i wodociągi . . . . .	8
e) żelbetnictwo . . . . .	8
<b>BUDOWA MASZYN</b>	
a) dzieła treści ogólnej . . . . .	9
b) rysunki techniczne . . . . .	9
c) części maszyn, maszynoznawstwo . . . . .	10
d) kotły parowe, generatory . . . . .	10
e) silniki . . . . .	10
f) termodynamika . . . . .	11
g) gospodarka energetyczna . . . . .	11
h) maszyny robocze . . . . .	11
i) ogrzewanie i wentylacja . . . . .	11
<b>ELEKTROTECHNIKA</b>	
a) dzieła treści ogólnej i elektr. prądów siln. . . . .	12
b) teletechnika (telegrafja, telefonja i radjotechnika) . . . . .	13
<b>GÓRNICTWO</b>	
<b>KOLEJNICTWO</b>	
a) budowa kolei . . . . .	15
b) tabor kolejowy i warsztaty . . . . .	16
c) eksploatacja kolei . . . . .	16
<b>LOTNICTWO</b>	
<b>MATEMATYKA</b>	
<b>MATERJAŁOZNAWSTWO</b>	
a) ogólne . . . . .	18
b) materiały budowlane . . . . .	19
c) paliwo . . . . .	19
d) inne materiały . . . . .	19
<b>MECHANIKA I WYTRZYMAŁOŚĆ MATERJAŁÓW</b>	
<b>METALOZNAWSTWO, METALOGRAFJA I HUTNICTWO</b>	
<b>MIERNICTWO</b>	
<b>NAUKI EKONOMICZNE</b>	
<b>NAUKI PRZYRODNICZE</b>	
a) chemja i technologia chemiczna . . . . .	23
b) fizyka . . . . .	24
c) inne nauki przyrodnicze . . . . .	24
<b>NORMALIZACJA</b>	
<b>ORGANIZACJA PRACY</b>	
a) ogólne . . . . .	25
b) psychotechnika . . . . .	26
c) kalkulacja . . . . .	26
<b>OBRÓBKA DRZEWA</b>	
<b>OBRÓBKA METALI</b>	
a) mechaniczna . . . . .	27
b) Obróbka cieplna i spawanie . . . . .	28
<b>PRZEMYSŁ I HANDEL</b>	
<b>ROLNICTWO</b>	
<b>SAMOCHOBY</b>	
<b>SŁOWNICTWO</b>	
<b>SZTUKA STOSOWANA</b>	
<b>TECHNIKA WOJSKOWA</b>	
<b>TECHNOLOGJA</b>	
a) technologia produktów rolnych . . . . .	34
b) garbarstwo . . . . .	35
c) ceramika . . . . .	35
d) włókiennictwo . . . . .	35
e) papiernictwo . . . . .	35
f) inne dziedziny . . . . .	35
<b>ŻEGLUGA</b>	
<b>KALENDARZE I PODRĘCZNIKI TECHNICZNE</b>	
<b>V A R I A</b>	

# 1. BUDOWNICTWO

## a) Budownictwo ogólne. Statyka i architektura

- Bałabuszyński A. Ogólne wiadomości budowlane. Materiały budowlane, konstrukcje i urządzenia wewnętrzne, plany i kosztorysy. Str. 276 z 267 rys. i 1 tabl. 12,—.
- Bastrzykowski A. Ks. Zabytki kościelne budownictwa drzewnego w diecezji sandomierskiej. 1930, str. 254 z 263 ilustr. 36,—.
- Beton w zastosowaniu do higieny. 1928, str. 46 z 38 rys. 1,—.
- Bobiński Ern., inż.-kom. Sto tablic do sporządzania kosztorysów robót budowlanych. str. 248, 1925 r. 15,—.
- Bochnak A. Ze studjów nad rzeźbą lwowską w epoce rokoka. 1931, str. 182 z 83 fotografjami. 12,—.
- Bogucki J., Bryła S., Pazirski S. i Thullie M. Statyka budowli. Str. 246, fig. 382. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Borawski Wl., Arch. Projektowanie budynków mieszkalnych. Str. 156. 1923 r. 4,50.
- Bronikowski M., Prof. Budownictwo przemysłowe. Część I. Str. 182. 1928 r. 15,—.
- Bryła S., prof. dr. Katastrofy budowlane. Str. 32. 1928 r. 2,40.
- Bryła S., prof. dr. Podręcznik budownictwa żelaznego. Str. 230. 1924 r. 10,—.
- Bryła S., prof. dr. Podręcznik inżynierski w zakresie inżynierji lądowej i wodnej. Tom I. Roboty ziemne. Drogi i ulice. Koleje żelazne. Miernictwo. Budownictwo wodne. Str. 750. 1927 r., w oprawie 60,—.
- Bryła S., prof. dr. Podręcznik inżynierski. Tom II. Mosty. Statyka budowli. Str. 751—1465. 1928 r. w oprawie 60,—. Tom III. wychodzi zeszytami.
- Bryła S., prof. dr. Podręcznik statyki budowli. Str. 320. 1925 r. 15,—.
- Bryła S., prof. dr. Przepisy dotyczące obliczeń statycznych w budownictwie lądowym, zatwierdzone przez M. R. Publ. rozp. Nr. VII. 693/27 z dnia 2 września 1927. Str. 57 z 37 figurami. 6,—.
- Bryła S., prof. dr. Wysokie domy amerykańskie t. zw. drapacze chmur. 1,—.
- Budowa pomieszczeń dla Korpusu Ochrony Pogranicza i domów dla urzędników państw. w Wojew. wschodn. Zeszyt II. 10,—.
- Budowa pomieszczeń dla Korpusu Ochrony Pogranicza i domów dla urzędników państw. w Wojew. wschodn. Zeszyt III. 22,—.
- Budownictwo mieszkaniowe magistratu m. st. Warszawy. 1924—1928. 9,—.
- Budownictwo mieszkań robotniczych. Str. 142. 1927 r. 2,—.
- Chomicz B. Odbudowa wsi polskiej. 1,90.
- Chrzanowski W. W. Budowla mieszaną wapna z piaskiem, oraz sposób robienia cegiel wapienno-piaskowych. 2,50.
- Chyrosz W. Statycznie obliczone dźwigary stropowe i stropy ceglano-betonowe (Kleina) dla różnych rozpiętości i obciążeń z uwzględnieniem przepisów Min. Rob. Pub. 1930, str. 24. 10,—.
- Ciesielski R., Inż. Asphalt. Str. 132. 1918 r. 6,—.
- Cieśla H. Historyczne style. Architektura, ornamentyka, rzemiosła. 1930, str. 113 z 240 rys. 3,80.
- Czechowski J. M., Inż. Grzyb domowy i walka z nim. 1927. Str. 79 z 65 rycinami. 1,—.
- Dobrowolski-Nałęcz M. Style Ludwików XVII i XVIII w 4,—.
- Dobrzycki J. Kościoły drewniane na Górnym Śląsku. 6,50.
- Domaniewski C. Plan i kosztorys czworaków dla służby folwarcznej. 7,50.
- Domaniewski C. i Wawrzeńczyk M. Rozróżnianie stylów w architekturze, dla poświęcających się sztuce stosowanej oraz do użytku ogółu. 1930, str. 24 z 200 rys. 3,80.
- Drexler Ign., prof. Odbudowanie wsi i miast na ziemi naszej. 100 rycin. II wydanie. 5,—.
- Drexler Ign., prof. Szerokość jezdni w ulicach miejskich. Str. 114. 1928 r. 7,20.
- Dyakowski B. O piasku i jego krewniakach. —,50.
- Fassbender E., Arch. Zasady nowoczesnej nauki o budowie miast. Str. 152. 1916 r. 3,50.
- Fedorowicz J., prof. Budownictwo ogólne. Str. 274. 1921-22 r. Lit. 9,60.
- Feliński R. Budowa miast. 5,—.
- Fundamenty betonowe pod małe budynki. 1929, str. 39. 1,—.
- Furuhjelm J., Inż. i Górski K. Mularstwo. Wydanie nowe. Str. 284. 5,—.
- Gnoiński K., Inż. Piorunochrony budynkowe. II. wydanie. Str. 49. 1925 r. 3,—.
- Gravier A., prof. i Pianko I. Informator-Kalendarz budowlany. 1928 r. 5,—.
- Gustawicz i Sroczyński. Malarz. Wyd. II. Str. 88. 1921 r. 3,—.
- Gustawicz, Cieśla. Wydanie II. Str. 141. 1920 r. 3,50.
- Haller K., Inż. Poradnik budowniczego. Str. 430. 1924 r. 12,—.
- Holewiński J. Jak zbudować chatę i urządź zagrodę włościańską, z 15 rysunkami. —,36.
- Hoppe I. A. Domek własny. Praktyczne wskazówki budowlane dla właścicieli działek podmiejskich. Projekty. Budowa.

- Kalkulacja. Koszta. 1929. Str. 143, z rycinami. 7,50.
- Hryhorowicz K. Wilgoć w budowlach. —, 50.
- Huber M. T., prof. inż. dr. Kryterja stałości równowagi. Akad. Nauk Techn. Zeszyt III. 1926 r. 4,—.
- Huber M. Sprężystość i wytrzymałość. Str. 107, figur 99. Patr: Bryła, Podr. Inż. Tom II.
- Huber M. Teorja płyt. Prostokątne różnokierunkowych wraz z technicznymi zastosowaniami do płyt betonowych, krat belkowych i t. p. 14,—.
- Instrukcje inżynierji M. S. Wojsk. Przepisy dla konserwacji budynków. Część I. Str. 72. 1923 r. 1,—.
- Kluz T. Momenty podporowe belki ciągłej. Praktyczna metoda wykreślenia bez użycia linii krzyżowych i punktów stałych. 3,50.
- Kłoś C. Dr.: Wytyczne do projektowania fundamentów pod turbogeneratory. — 1930, str. 11. —, 80.
- Kobak B. i Brudziana M. Nowe przepisy budowlane obowiązujące w gminach wiejskich w Małopolsce oraz na Spizu i Orawie, zestawione tudzież zaopatrzone uwagami i wzorami najważniejszych podań i załatwień w sprawach budowlanych. 1929, str. 237. 12,—.
- Koreywo B., Inż. Analiza robocizny. Str. 12. 1922 r. 2,—.
- Kozicki W. W obronie kościołów i cerkwi drewnianych. —, 25.
- Krzyckowski D., Inż. Budownictwo. Wykład popularny zasad konstrukcyj budowlanych dla budowniczych, majstrów, przedsiębiorców budowlanych i samouków. 400 rycin w tekście oraz 15 tablic. 1929. Str. 418, w oprawie 30,—.
- Kucharzewski F. Czasopiśmiennictwo techniczne polskie przed r. 1875. 4,—.
- Kucharzewski F. O początkach piśmiennictwa technicznego w Polsce. Odczyt. 2,—.
- Kucharzewski F. Piśmiennictwo techniczne polskie. Tom I-szy: I Architektura, II Inżynierja z Miern. Str. 326. 1911 r. 2,50.
- Kühnel A., Inż. Oczyszczanie miast. Str. 47. 1916 r. 1,—.
- Kunicki St., prof. Linje wpływowe. Str. 169. 1928 r. Lit. 6,20.
- Landau L. Ankieta o robotach budowlanych w latach 1927—1929. 1930, str. 13. 2,—.
- Magistrat m. st. Warszawy. Cennik normalny na roboty budowlane. Część I. Roboty ziemne. Str. 97. 1928 r. 20,—. Część II. Roboty mularskie. Str. 72. 1926 r. 25,—. Część III. Roboty ciesielskie. Str. 72. 1926 r. 25,—. Część IV. Krycie dachów. Str. 68. 1927 r. 20,—.
- Marzec W. Inż. Administracja i organizacja robót budowlanych. 1931, str. 251. 12,—.
- Miller S., prof. Statyka budowli. Str. 506. 1926 r. Lit. 10,—.
- Ministerstwo Robót Publicznych. Budowa pomieszczeń dla Korpusu Ochrony Pogranicza i domów dla urzędników państwowych w Woj. wsch. Zeszyt I. 16,—. Zeszyt II. 1925 r. 10,—. Zeszyt III. 1925 r. 22,—.
- Mokrzyński J. Inż.: Znaczenie chłodnictwa oraz zasady budowy lodowni i studni w mleczarni spółdzielczej. 1927, str. 38 z 24 ryc. 1,50.
- Mokrzyński J., Inż. Rzeźnię spółdzielcze. Str. 154. 1927 r. 4,50.
- Niemojewski L. Architektura i złudzenia optyczne. 1930, str. 80 z 40 ilustracjami 10,80.
- Niemojewski L. Wnętrza architektoniczne pałaców Stanisławowskich. Szkic syntetyczny. 1927. Str. 70 z 91 ilustracjami. 20,—.
- Niewiadomski E. Wiedza o sztuce na tle jej dziejów. Str. 464. 1923 r. 20,—.
- Niewierowicz M.: Poradnik wiejskiego budownictwa ogniotrwałego z gliny i drzewa lub betonu i drzewa. 1930, str. 115 z lic. ilustr. 4,—.
- Nishian L. H. i Steinman D. B. Wykreślna metoda obliczania belek ciągłych. 1930, str. 39 z 23 rys. 3,90
- Noakowski S. Zamki i pałace polskie. Fantazje architektoniczne. W teczce 12,—. Nowa ustawa budowlana. Str. 135. 1928 r. 3,—.
- Odbudowa wsi polskiej. Projekty zagród włościańskich. 3,—.
- Odbudowa wsi polskiej. Centr. Kom. Obyw. Koło arch. w Warszawie. 1925 r. 2,80.
- Olszański D. Podręcznik techniczny do kosztorysów i kalkulacji robót budowlanych. Str. 206. 1923 r. 7,—.
- Osmolski W., dr. ppłk. Budowa terenów i urzędzeń sportowych. Praca zbiorowa. Str. 566. 1928 r. Broszur. 35,—, w oprawie 43,—.
- Paszkowski W., prof. inż. Belki ciągłe w ramownicach płytowych. Str. 12. 1923 r. 1,—.
- Paszkowski W., prof. inż. Racjonalne wytwarzanie betonu. Str. 39. 1926 r. 3,60.
- Pohoski Jan. Nowa zagroda. Rozplanowanie i budowa. 3,—.
- Popielecki J., Walkiewicz B. i Balicki Z. Roboty ziemne. Str. 49, fig. 42. Patr: Bryła, Podr. Inż. Tom I.
- Poradnik techniczny dla samorządów miejskich. Pod redakcją J. Holewińskiego. Zeszyt I. Plan zabudowania miasta. Bruki, drogi i chodniki, wodociągi, kanalizacje, komunikacje miejskie. 1928. Str. 185, z 60 rycinami. 12,—.
- Prawo budowlane i zabudowanie osiedli. (Zbiór przepisów do r. 1931). 1931, str. 315. 10,—.
- Przepisy dotyczące obliczeń statycznych w budownictwie lądowym zatw. przez

- M. R. P. rozp. Nr. VII-693/27 z d. 2/IX. 1927. 1928 r. Str. 65. 1,50.
- Robotniczy Przegląd Gosp. Budownictwo mieszkają robotniczych. Str. 142. 1927 r. 2,—.
- Ruch budowlany. Zbiór art. o obecnym stanie, planach organ., techn. i statystyce ruchu budowl. w Polsce w zestaw. z rozważaniem takiegoż ruchu zagranicą. 2,50.
- Rudolf Z., Inż. Podstawowe zagadnienia zdrowotne wsi i miasteczek. Str. 67. 1927 r. 3,50.
- Skibiński K., Inż. Mury oporowe i podporowe. Przyczółki mostowe. Str. 65. 1922 r. 1,25.
- Skibiński K., Inż. Równowaga sypkich materiałów. Str. 120. 1922 r. 1,60.
- Skórewicz K. Zamek Królewski w Warszawie. Min. Roót Publ. Zeszyt I. 1924 r. 9,—.
- Skwarczyński W., Inż. Podręcznik budowlany z analizą cen. Wydanie III. Tom I. Podręcznik budowlany. Str. 786. 1928 r. w oprawie 50,—. Tom II. Analiza cen. Str. 617. 1928 r. w oprawie 50,—.
- Słomiński Z., Inż. Rozwój Warszawy. 1927. Str. 12, z 9 rysunkami. 7,20.
- Sprawozdanie z XLVIII-go kongresu Koła Architektów w Warszawie na odbudowę Kalisza. Str. 20. 1916 r. —,50.
- Sroczyński M. Murarz. Wyd. II. Str. 70. 1920 r. 3,—.
- Sroczyński M. Szklarz. Str. 74. 1920 r. 3,—.
- Srokowski K., Inż. Budowa tanich domów. Str. 56. 1927 r. 1,50.
- Srokowski K. Cennik budowlany. Analiza robocizny i materiałów. Kalkulacja cen do kosztorysów, rachunków, str. 210. 12,—.
- Starzyński J. i Walicki M. Rzeźba architektoniczna w Polsce wieków średnich. Z 1 barwną i 39 jednotonowymi ilustracjami, str. 42. 5,—.
- Starzyński J. i Walicki M. Malarstwo monumentalne w Polsce średniowiecznej. Z 4 barwnymi i 25 jednotonowymi ilustracjami. 5,—.
- Stryjeński T. Pałace wiejskie i dwory z czasów saskich, Stanisława Augusta i Ks. Warszawskiego w województwie poznańskim. Na podstawie podróży odbytej w lipcu 1926 r. 1929. Str. 81 z rycinami. 15,—.
- Szydłowski T. Pomniki architektury epoki piastowskiej we województwach krakowskim i kieleckim. 1928. Str. 192 z 186 ilustracjami i mapką orientacyjną. Broszur. 42,—, w oprawie 48,—.
- Szydłowski T. i Stryjeński T. O pałacach wiejskich i dworach z epoki po Stanisławie Augustie i budowniczym królewskim Jakóbie Kubickim. 10,—.
- Szyller S., Arch. Tradycja budownictwa ludowego w architekturze polskiej. Str. 80. 1917 r. 2,50.
- Szymkiewicz G. Prawo budowlane i zabudowanie osiedli. (Państwowa ustawa budowlana). T. I. Wyd. II. 1930, str. 456. 12,—.
- Szymkiewicz G. Prawo budowlane i zabudowanie osiedli. T. II. Rozporządzenia wykonawcze i okólniki. 1929. Str. 142. 9,50.
- Taube G., Inż. Racjonalna organizacja rozwoju wielkiej Warszawy. 1928 r. 1,—.
- Technik. Wydanie II. Tom I. Zeszyt 1. (Tabele i Matematyka). 6,—. Zeszyt 2. (Rachunek wektorowy i Statyka). 2,40. Zeszyt 3. (Kinematyka i Dynamika). 4,50. Zeszyt 4. Dynamika (dok.). 1,80. Zeszyt 5 i 6. Hydraulika á 1,80. Zeszyt 7. Aerodynamika 1,80.
- Thullie C., dr. inż. Formy stylowe zabytków polskiego budownictwa. 1927 r. Str. 8, z 63 rysunkami na VII tabl. 2,80.
- Thullie M., prof. dr. Rama prostokątna dwuprzegubowa. Str. 34. 1926 r. 1,—.
- Thullie M., prof. dr. Teoria ram. Str. 168. 1922 r. 4,—.
- Thullie M., prof. dr. Podręcznik statyki budowlanej. W. IV. Str. 591. 1923 r. 17,40.
- Tomkiewicz S. Style w architekturze kościelnej. 3,—.
- Tulizzkowski J., Inż. Podstawy budownictwa ogniotrwałego. Str. 293. 1927 r. 7,50.
- Turczynowicz S., Inż. Materiały budowlane i ich łączenie. Str. 144. 1925 r. 5,—.
- Turczynowicz S., Inż. Roboty ziemne. 1922. Str. 78. 2,—.
- Turczynowicz S. Budowle wiejskie. Budynki wiejskie, drogi mosty. 19,—.
- Turczynowicz S. Budownictwo wiejskie. Roboty ziemne. Materiały budowlane i ich łączenie. Budowle wiejskie. 26,—.
- Ustawa budownicza z d. 28 IV 1882 zawierająca przepisy budowlane dla 30 miast w Galicji. —,80.
- Ustawa budownicza z d. 4/IV 1889, dla znaczniejszych 131 miejscowości w Galicji. —,80.
- Ustawa budownicza dla wsi i pomniejszych miast i miasteczek z 13/X 1889 dla Galicji. —,80.
- Wierzbicki W. Mechanika budowli. 1929 r. Str. 603, z 506 rycinami. 40,—.
- Wierzbicki W., inż. dr. Rozkład naprężeń w murach szczelnych. Str. 21. 1927 r. 1,50.
- Zubrzycki-Sas J. Murarz polski. Zeszyty I, II, III i IV. 1916 r. 8,—.
- Zubrzycki-Sas J. Wzory kowalstwa polskiego. 12 tablic. 1925 r. 24,—.
- Żeńczykowski W., Inż. Wykresy do projektowania słupów obciążonych osiowo. Str. 5. 1928 r. 1,—.
- Żerebecki M. Analiza robocizny i materiałów budowlanych. Str. 260. 1922 r. 5,—.

## b) Budowa dróg, mostów i tuneli

- Abramowski W., pułk. inż. Współczesne drogi bite. Str. 36. 1927 r. 1,—.
- Betonowe mosty drogowe. 1930, str. 54 z 46 fot. 1,50.
- Bóbr W., Inż. Nowożytnie bruki asfaltowe. Str. 32. 1927 r. 1,50.
- Borowski L., Inż. Z praktyki budowy dróg gruntowych. Str. 30. 1921 r. 1,—.
- Bratro E. Budowa i utrzymanie dróg. Podręcznik dla średniego personelu drogowego, 195 ilustracji, 2 tablice kolorowe, w oprawie płóciennej 35,—.
- Bryła S. Mosty drewniane. Str. 21. Figur 45. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Bryła S. Mosty ruchome. Str. 9. Figur 17. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Bryła S. Mosty tymczasowe. Str. 10. Figur 33. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Bryła S. Zasady projektowania mostów. Str. 25. Figur 21. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Bryła S. Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie. Str. 50. 1927 r. 3,—.
- Bryła S. Największe momenty i siły poprzeczne mostów drogowych. Str. 29. 1927 r. 2,50.
- Bryła S. Polskie ustawodawstwo mostowe. Str. 15. 1927 r. 1,50.
- Cholewo I., Inż. Mosty kolejowe, budowa i utrzymanie. Str. 105. 1923 r. 2,50.
- Chróścielewski A. Montowanie mostów żelaznych. Str. 17. Figur 20. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Chróścielewski A. Podniesienie wykonawcze prześle mostowych. Str. 25. 1928 r. 2,—.
- Chróścielewski A. Wzmacnianie mostów żelaznych. Str. 7. Figur 9. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Ciszewski I., Inż. Choroby kesonowe i zapobieganie im. Str. 10. 1923 r. 1,50.
- Czajka E., inż. mjr. Odbudowa zburzonych mostów kolejowych. Str. 200, z atl. 29 tabl. 1923 r. 8,—.
- Dziakiewicz-Dolega W., plk. Mosty wojenne, obliczenie statyczne. Str. 112. 5,—.
- Głogowski W., inż. por. Mosty wojenne. T. II. Mosty na podporach pływających i przeprawy. Str. 59. 1920 r. —,35.
- Henrych J. Dane dotyczące projektowania mostów drogowych i kolejowych. Str. 120. 1925 r. Litogr. 4,40.
- Hryhorowicz Z. Bruki. Wykonanie techniczne ich znaczenie społeczne w zarysie. —,50.
- Hummel B., Inż. Mosty niewielkie. Wydanie II. Str. 419. 1926 r. Litogr. 14,—.
- Kerkhof B. I. Drogi asfaltowe i smolowe. Budowa dróg bitumicznych. Str. 132. 1928 r. 10,—.
- Koło Inżynierji Lądowej. Tablice do obliczania budowy nawierzchni dróg żelaznych. Str. 8. 1925 r. 1,—.
- Kucharzewski F. O pracach inż. R. Modjeskiego i wielkich mostach amerykańskich. Str. 7. 1924 r. 1,—.
- Kühnel A., inż. Drogi, projektowanie, budowa i utrzymanie. Str. 357. 1922 r. 15,—.
- Kühnel A., Inż. Ulice, projektowanie, budowa i utrzymanie. Str. 367. 1925 r. 15,—.
- Kühnel A. Drogi i ulice. 2,—.
- Kühnel A. Tunele. Str. 8. Figur 17. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Kühnel A. Ulice. Str. 19. Figur 37. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Kunicki St., prof. Linje wpływowe. Str. 169. 1928 r. Litogr. 6,20.
- Luft I., inż. Nomogramy dla wyznaczenia otworów mostów i przepustów. Str. 15. 1926 r. 3,—.
- Luft I. Podręcznik monografji. 1927 r. 4,—.
- Machlowski J. Mosty polowe i organizacja ich budowy. —,40.
- Marynowski I., inż. Podręcznik do obliczenia światła obiektów drogowych. Str. 263. 1927 r. 16,—.
- Ministerstwo Robót Publicznych. Przepisy o budowie i utrzymaniu mostów drogowych, obowiązujące od 1 stycznia 1926. Str. 48. 1926 r. 2,—.
- Moszyński J. Zarys budowy dróg gruntowych systemem amerykańskim. Str. 66. 1923 r. 3,—.
- Nestorowicz M. W. Inż.: Zbiór ustaw i rozporządzeń drogowych wydanych od dn. 1/IV. 1928 r. do dn. 1/I. 1930 r. — 1930, str. 598. 25,—.
- Nestorowicz M. Zbiór ustaw i rozporządzeń drogowych. Tom III. Str. 488. 14,—. T. IV str. 596. 25,—.
- Nestorowicz M. Sprawa drogowa w Polsce. Zagadnienia gospodarcze. Str. 194. 1,20.
- Nestorowicz M. Materiały do budowy i utrzymania dróg w Polsce. Str. 14. 1924 r. 1,50.
- Nestorowicz M. Budowa dróg i roboty ziemne. Część II. Ruch na drogach. Str. 80. 1922 r. Litogr. 1,60.
- Nestorowicz M. Drogi. Str. 27. Figur 37. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Nestorowicz Wl. Współczesna technika budowy i utrzymania dróg gruntowych. 94 rysunków. 2,—.
- Paton E. O., prof. Szkice mostów. Str. 254. Z atlasem, str. 68. 1928 r. Brosz. 22,—, w oprawie 25,—.
- Przaniecki A. Mosty żelazne. Str. 116. Figur 255. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Przepisy o ustalaniu dróg publicznych. 1,50.
- Przepisy o budowie i utrzymaniu mostów drogowych, obowiązujące od 1 stycznia 1926 r. 2,—.
- Pstrokoński inż. i Gantz inż. Obliczenie mostów kamiennych metodą Mörscha. Cz. I. Str. 52. Cz. II. Str. 54. 1923 r. 4,—.
- Pszenicki A., prof. Kurs budowy mostów. Cz. I. Dział ogólny, mosty drewniane. Str. 486. 1926 r. Litogr. 12,—.

- Różański B., inż. Krzemieniowanie nawierzchni dróg bitych we Francji. Str. 29. 1927 r. 1,50.
- Sekcja Inżynierów i Saperów M. S. Wojsk. Mosty wojenne. Cz. I. Mosty polowe. Str. 71. 1920 r. —,70.
- Thullie M. Mosty kamienne. Str. 23. Figur 48. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Thullie M. Mosty żelbetowe. Str. 25. Figur 50. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Thullie M. Przyczółki i filary kamienne. Str. 6. Figur 18. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.
- Thullie M. Mosty żelbetowe. Str. 100 z atlasem. 1921 r. 6,—.
- Thullie M. Mosty blaszane. Str. 184z atlasem. 1925 r. 15,—.
- Thullie M. Przyczółki i filary kamienne mostów drewnianych i żelaznych. Wydanie II. Str. 15. 1921 r. 4,—.
- Thullie M. Mosty kamienne. Wydanie II. Str. 179. 1908 r. 27,—.
- Thullie M. Rozkład ciężarów na belki mostów żelbetowych. 2,—.
- Thullie M. Podręcznik teorii mostów. Belki proste statycznie niewyznaczalne. Zeszyt I. Str. 64. 1892 r. 2,—.
- Thullie M. Podręcznik teorii mostów. Belki proste statycznie niewyznaczalne. Zeszyt II. Str. 121. 1892 r. 2,—.
- Thullie M. Podręcznik teorii mostów. Cz. I. Belki proste. Tom I. Belki statycznie wyznaczalne. Str. 195, z atlasem. 10,—.
- Thullie M. i Chmielowiec A. Naprężenia drugorzędne w belkach kratowych Str. 64 i 21 rysunków. 6,50.
- Tylbor L., Inż. Sprawa budowy dróg samochodowych na V Międzynarod. Kongresie Drogowym. Str. 23. 1927 r. 1,—.
- Wędrzigołski P., Inż. Mosty wojenne II A. Obliczenie mostów tymczasowych. Str. 149. 1920 r. —,70.
- Wółkow B.: Podręcznik praktyczny dla służby drogowej. Str. 95 ze 131 ryc. 4,—.

### c) Budownictwo wodne i meljoracje

- Bac S. Inż. Osiedla na torfowiskach. 1930, str. 109 z 50 rys. 3,—.
- Blauth J. Beton w torfie. —,60.
- Blauth J. Drenowanie. 1,50
- Blauth J. Dreny cementowe i gliniane. 1,—.
- Blauth J. Generatory do torfu. —80.
- Blauth J. O drenowaniu budynków i miast. 1,60.
- Blauth J. O torfie. 4,—.
- Bodaszewski L. J. Teoria ruchu wody na zasadzie ruchu falowego. Cz. I. 8,—.
- Ćwikiel I. S. Budowie wodne, stosowane przy regulacji Wisły i jej dopływów. Roboty faszynowe. Str. 96, z atlasem. 1925 r. 28,—.
- Drogi wodne w Polsce. Tom I. Złota księga budowy polskich kanałów żeglugi. Praca zbiorowa wydana staraniem i pod redakcją inż. Rafała Mierzyńskiego. 1927. Str. 174 z rycinami. 20,—.
- Drogi wodne w Polsce. Tom III. Złota księga budowy polskich kanałów żeglugi. Pod red. inż. R. Mierzyńskiego. 10,—.
- Gliński W., inż kpt. Zalewy. Str. 56. 2,50.
- Górnisiewicz Z. Spółki wodne. Prawo materialne i formalne. 1930, str. 200. 2,—.
- Hubicki S. Zabudowanie potoków górskich. Cz. I. Regulacja progowa na średnio wielką wodę. 3,60.
- Jakimowski W. Ochrona wód publicznych przed zanieczyszczeniem ropą. 1,50.
- Kornella A., Inż. O drenowaniu. Podręcznik dla wszystkich właścicieli rolnych, agronomów, dozorców meljorac. i spółek wodnych z dodatkiem zawierającym ważniejsze ustawy i rozporządzenia w sprawie meljoracji wodnych. Str. 160. 6,—.
- Krzepowski W. Kanał spławny San-Dniestr z odnogą do Brodów i projektem portu dla Lwowa. —,40.
- Łopuszański J. Zbiorniki i przegrody dolin. Str. 29. Figur 48. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Matakiewicz M. Budowa jazów. Str. 35. Figur 40. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Matakiewicz M. Pomiary wodne. Str. 39. Figur 17. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Matakiewicz M. Drogi wodne w Polsce. Str. 40. 1917 r. 3,—.
- Matakiewicz M. Hydrogiczna miara żegowności rzeki. 1,—.
- Matakiewicz M. Reguacja rzek. Str. 459. 1923 r. 7,20.
- Matakiewicz M. Światowe drogi wodne, a regulacja Wisły. Str. 77. 1921. 2,—.
- Matakiewicz M. Droga wodna Bałtyk — Morze Czarne. Str. 8. 1927 r. 1,—.
- Matakiewicz M. Regulacja Wisły. 1,—.
- Meljoracje w Polsce wraz z odnośnym ustawodawstwem oraz Ustawa wodna. 14,—.
- Myslakowski K. A. Tablice do obliczeń przy robotach ziemnych (w zastosowaniu do meljoracji). 1929. Str. 68. W oprawie 5,50.
- Nadolski O. Fundamenty. Str. 36. Figur 79. Patrz Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Nagórski B. Budownictwo morskie. Str. 15. Figur 23. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Neuman A.: Materialne i formalne prawo wodne. I. Zarys prawa wodnego. II. Tekst ustawy wodnej z komentarzami i wyrokami Najw. Trybunału Administracyjnego. III. Rozporządzenia ogłoszone w Dz. U. i M. P. IV. Okólniki Ministerstw i Województw. V. Wzory postępowania. 1930, str. 352. 7,50.
- Pareński A., dr inż. Stosunek odpływu do opadu. Str. 12. 1927 r. 2,25.

- Pawłowicz K. Drogi wodne Polski. 1,30.  
 Pawłowski S. Niektóre kanały spławne na ziemiach polskich. 1,50.  
 Pomianowski K. Kanały i przewody. Str. 5. Figur 10. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.  
 Pomianowski K. Zakłady o sile wodnej. Str. 25. Figur 23. Patrz: Bryła, Podr. Inż. Tom I.  
 Pomianowski K. Siły wodne w pobliżu Wilna. Str. 8. 1926 r. —,50.  
 Pomianowski K. Zakład wodny w Birsztanach. Str. 8. 1917 r. —,50.  
 Prokopowicz M., Inż. Meljoracje w Polsce wraz z odnośnym ustawodawstwem oraz Ustawa wodna. Str. 339. 1926 r. 14,—.  
 Rolnicki Z. Dr. Prawo wodne formalne. I. Postępowanie wodno-prawne. II. Tworzenie spółek wodnych. III. Obowiązujący tekst ustawy wodnej. 1930, str. 421. 10,70.  
 Różański A. Drogi wodne. Str. 43. Figur 35. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.  
 Różański A. Budowa dróg wodnych. Str. 544. Nowe wydanie. 1925 r. 14,—.  
 Różański A. Żegluga śródlądowa i drogi wodne. 1920 r. Str. 136. 6,—.  
 Rundo A. Instytucje hydrograficzne zagranicą, ich organizacja i działalność. 1923. Str. 41. 1,50.  
 Rybczyński M. Regulacja rzek. Str. 16. Figur 20. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.  
 Skotnicki Cz., prof. Drenowanie w zastosowaniu do celów rolniczych i technicznych. Str. 139. 1923 r. 4,40.  
 Skotnicki Cz., prof. Odwodnienie bagien Str. 155. 1918 r. 5,—.  
 i gruntów uprawnych. Rowy otwarte.  
 Skotnicki Cz., prof. Nauka meljoracji. Wodnictwo rolne. Str. 303. 1925 r. 16,—.  
 Skotnicki, Cz., prof. Meljoracje. Str. 15. Figur 13. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.  
 Turczynowicz S. Nawodnienie pól i łąk. Str. 78. 1922 r. 2,20.  
 Tuszek A. Inż. Mnichy betonowe i syfony. 1930, str. 8 z 6 ryc. 1,—.  
 Ustawa wodna z 19/IX 1922 obowiązująca na terenie Rz. P. wraz z odnośnymi rozporządzeniami ministerjalnymi zebrał Nowakowski J. 8,—.  
 Wojtkiewicz M., Inż. Uszlupnienie Wisły od Warszawy do Gdańska. Str. 11. 1924. 1,—.  
 Wojtkiewicz M., Inż. Drogi wodne w Polsce. T. II. Wisła Pomorska. Str. 53. 2,—.  
 Wojtkiewicz M., Inż. Drogi wodne w Polsce. T. IV. Warszawa — Bałtyk. Str. 72. 1926 r. 3,—.  
 Ziegler L. M. Meljoracje rolne i spółki wodne. Praktyczne wskazówki o prowadzeniu meljoracji rolnych, zakładaniu spółek rolnych, nadawaniu uprawnień wodnych, zakładaniu ksiąg wodnych i przeprowadzaniu postępowania wodnego wraz z wzorami i przykładami. 1928. Str. 272. 5,—.  
 Zubrzycki T. Letnia powódź na Wiśle. 1925. Str. 5. 1,—.

#### d) Kanalizacja i wodociągi

- Beton w zastosowaniu do higieny, 1928, str. z 38 rys. 1,—.  
 Biegeleisen B., Inż. Podręcznik dla instruktorów wodociągowych i kanalizacyjnych. Str. 106. 1925 r. 3,—.  
 Dobrowolski St. Wieża ciśnień czy wodociąg pneumatyczny. Str. 121. 1927. 1,40.  
 Dziakiewicz W. Roboty wodne i wodociągi. Str. 253. 1921 r. 4,—.  
 Dziakiewicz W. Roboty wodne II. Kanalizacja miast systemu spławowego. 4,—.  
 Lindley W., Inż. Projekt kanalizacji i wodociągów. Str. 168 i tablice. 1879. 50,—.  
 Pawłowski M. Ochrona wód w Europie. 3,—  
 Pawłowski M. Oczyszczanie i usuwanie wód ściekowych z cukrowni. 3,—.  
 Piotrowski I. Wodociągi i kanalizacja miast polskich. Str. 98. 1927. W oprawie 25,—, broszur. 20,—.  
 Przyłęcki H., Inż. O zastosowaniu rur cementowych w kanalizacji. Str. 16. 1,—.  
 Radziszewski I., prof. Wodociągi i kanalizacja. Obliczenie sieci kanalizacyjnej na wodę deszczową. Str. 23. 1925. Litogr. —,80.  
 Radziszewski I. Wodociągi i kanalizacja. Wykresy pomocnicze (nomogramy) do obliczania przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. 1929. Str. 47. Litogr. 2,—.  
 Rybczyński M. Studnie. Str. 36. 1916. 1,50.  
 Skrzywan S., Inż. Wodociągi i kanalizacja m. Łodzi. Str. 7. 1925. 1,—.  
 Sokal E. Budowa kanałów ulicznych. Poradnik dla techników, dozorców robót i robotników kanalizacyjnych. (Studniarzy i murarzy). 15,—.  
 Sziemliński S. Inż.: Podstawy projektowania nowoczesnych odcyszczalni ścieków kanałowych. 1931, str. 31 z 30 rys. 10,—.  
 Sznioł A., Inż. Desynfekcja wody. 1927. 2,—.  
 Sznioł A., Inż. Osad czynny. Str. 42. 1,50.  
 Wskazówki do projektowania wodociągów i kanalizacji. —,35.

#### e) Żelbetnictwo

- Beton i sposoby jego przyrządzania. — Betonowe mosty drogowe. 1930, str. 54  
 1928, str. 35 z 25 rys. 1,—.  
 z 46 fot. 1,50.



- Butenko P. Inż. Wykresy i tablice do obliczania płyt i belek żelbetowych. Wydanie II. 1928. Str. 24. 3,—.
- Cegła cementowa, jej wyrób i użycie. (Wskazówki dla używających cegłę cementową). 1930, str. 133 z 193 ryc. 2,—.
- Chmielowiec A. dr. inż. Uzbrojenie łuków żelbetowych o racjonalnym kształcie. Str. 19. 1,50.
- Czyż E. Inż. W sprawie obliczania zbiorników żelbetowych. Str. 11. 1927. 1,20.
- Deryng B., dr inż. Żelazo-Beton. Część I. Nomogramy. 1914. 4,—.
- Dziakiewicz W., inż. Żelazo-Beton. Konstrukcje. Str. 99. 4,—.
- Kalecki M. Obliczenie naprężeń lub ilości żelaza w prostokątnych przekrojach żelbetowych obciążonych mimośrodkowo. Str. 4. 1927. 1,20.
- Kłós Cz., dr. Wzory obliczeń zeskładów żelbetowych. Str. 139. 1924. 4,50.
- Kuryło A., prof. dr. Tablice do obliczania płyt żelbetowych. Tablic 5. 1925. 4,20.
- Kuryło A., prof. dr. Tablice wykreślne do obliczania ustrojów żelbetowych. Tablic 18. 1926. 8,—.
- Kuryło A., prof. dr. Żelbetnictwo. Część I. Teorja. Str. 282. 1925. 16,—.
- Lutosławski M. Warunki techniczne do projektowania i wykonania robót żelbetowych w budownictwie szkieletowym miejskiem. 2,70.
- Materiały budowlane z betonu. 1,—.
- Nechay J. Inż. Żelbet. Wiadomości podstawowe. 1931, str. 96 z 57 ryc. 2,—.
- Nechay J. Inż.: Beton, jego tworzenie i własności. Praktyczne wiadomości do użytku w szkole i na budowie. 1931, str. 246 z 117 ryc. w oprawie 15,—.
- Przyłęcki H. Inż.: Przesiakiliwość betonu i jego uodpornienie. 1930, str. 18. 1,20.
- Paszkowski W., inż. prof. Wykresy do wyznaczania naprężeń w belkach żelbetowych. Str. 4. 1926. 2,—.
- Paszkowski W., inż. prof. Racjonalne wytwarzanie betonu. Str. 39. 1926. 3,60.
- Paszkowski W., inż. prof. Żelbetnictwo. Część I. Wydanie II. Str. 224. 1921. Litogr. 4,—.
- Paszkowski W., inż. prof. Żelbetnictwo. Część II. Str. 96. 1925. Litogr. 4,—.
- Thullie M., dr inż. Słupy żelbetowe z wkładką z żelaza lanego. Str. 5. 1917. 1,—.
- Thullie M. i Chmielowiec A. Doświadczenia Menscha ze słupami owijanymi z wkładką żeliwną. 1,—.
- Zaus I., inż. Żelbet. (Żelazobeton). Str. 234. 1926. 9,—.

## 2. BUDOWA MASZYN

### a) Dzieła treści ogólnej

- Chranowski S., inż. Błędy przy pomiarach temperatury. Str. 15. 1925. —,50.
- Langer F. Nomogramy mechanika. 4,60.
- Mechanik. Podręcznik do obliczania i konstruowania dla inżynierów, techników i słuchaczy szkół technicznych. Tom I. Str. 560. 1927. 22,—.
- Schnetzler E. Młody konstruktor maszyn. Zasady budowy maszyn oraz podręcznik do budowy modeli. 370 rys. W oprawie. 9,—.
- Technik. Wydanie II. Tom I. Zeszyt 1. Tabele i matematyka. 1926 r. 6,—.
- Technik. Zeszyt 2. Rachunek wektorowy i Statyka. 1926 r. 2,40.
- Technik. Zeszyt 3. Kinematyka i dynamika. 4,50.
- Technik. Zeszyt 4. Dynamika (dok.). 1,80.
- Technik. Zeszyt 5. Hydraulika (w druku).
- Technik. Zeszyt 6. Aerodynamika (w druku). 1,80.
- Technik. Tom II. Zeszyt 1. Ciepło. 4,50.
- Tokarski F. Maszynoznawstwo ogólne w zakresie szkoły rzemieślniczo-przemysłowej dla metalowców. Część I. Wiadomości z mechaniki ogólnej i wytrzymałości materiałów. Podział maszyn, maszyny proste, części maszyn, pędnie, dźwigniki, własności dynamiczne cieczy i gazów, rurociągi, pompy, koła i turiny wodne, śruby pędne, wentylatory, dmuchawy, kompresory, silniki wiatrowe. 12,—.
- Wagner E., inż. Zadania inżyniera ruchu. Str. 36. 1923 r. —,75.
- Warszawskie Towarzystwo Politechniczne. Pięć wykładów wygłoszonych na kursach dla inżynierów. 1924 r. 4,—.

### b) Rysunki techniczne

- Andruchowicz T., Rolland E., inż. i Wrażaj W., inż. Rysunki maszynowe, ich wykonanie i czytanie, z przedmową prof. E. Geislera. Str. 156. 1925 r. 6,—.
- Polski Kom. Norm. Normy kreślenia technicznego. Tablice norm. á —,25.
- Rogiński A. Prof. Kreślenia techniczne opracowane na podstawie polskich norm. 1931, str. 87. 4,—.
- Tabulski S., Inż. Kreślenie techniczne. Podręcznik dla szkół technicznych, rzemieślniczych, dokszt. szkół przemysłowych i dla użytku w praktyce. Część I. Kreślenie wstępne. 1930. Str. 128. z 20 arkuszami rysunków. 10,—.
- Tematy do kreśleń technicznych. 3 tablice á —,50

### c) Części maszyn, maszynoznawstwo

- Łukasiewicz S., Inż. Maszynoznawstwo Cz. I. Str. 200. 1926 r. Litogr. 5,60.  
 Rzeszotarski B. Jak poznawać wadliwości działania maszyn tłokowych? 1,50.  
 Siadek W. Inż.: Gaźniki samochodowe, lotnicze, przemysłowe i motocyklowe. — 1930, str. 181 z 122 ryc. 9,—.
- Uzarowicz L. Inż. Noże tokarskie i szlifierka Gisholta. 1930, str. 52. 2,25  
 Witoszyński C., prof. Części maszyn. Wydanie II. Str. 459. 1922 r. Litogr. 5,60.  
 Wolański S. Obliczanie elementów maszyn. Część I. Kliny. 12 rysunków. —,70.

### d) Kotły parowe, generatory

- Bielski K. Turbiny parowe i ich zastosowanie do popędu statków oraz podstawowe wiadomości z termodynamiki. Str. 248. z 134 rysunkami i tablicami. 19,—.
- Blauth I., dr inż. Generatory do torfu. Str. 14. 1913 r. —,80.  
 Chromiński E., Inż. Kotły parowe i ich obsługa. Wydanie II. Str. 228, 1927. 7,30  
 Dawidowski R., Inż. Pochodzenie i wielkość strat przy dymnem spalaniu. Str. 6. 1924 r. 1,—.
- Elandt A. M. Słownik polsko - niemiecki i niemiecko-polski. Kotły parowe. W o-  
 prawie. 9,60.  
 Feszczenko-Czopiowski I., dr. prof. inż. Blachy kotłów parowych. Str. 71. 12,—.
- Franke J. N. Poradnik dla obsługi i nadzoru kotłów i maszyn parowych, tudzież motorów gazowych, benzynowych i naftowych. Wydanie IV z 83 rycinami. 6,—.
- Humiecki B., Inż. Zasady opalania kotłów parowych węglem. Str. 20 z 11 rysunkami. 1928 r. —,75.  
 Kocioł parowy (opłomkowy) systemu Guilleaume'a. Model rozkładany. 4,—.
- Kłoś C. Dr.: Wytyczne do projektowania fundamentów pod turbogeneratory. — 1930, str. 11. —,80.  
 Krzyżanowski W., Inż. Przepisy o opalaniu parowozów węglem kamiennym. Str. 63. 1920 r. 3,—.
- Marjański R. Praktyczny podręcznik dla palaczy kotłów parowych. Str. 253. 8,—.
- Mikulski Cz., Inż. Pył węglowy jako paliwo do parowozów. Str. 32. 1922 r. 1,50.  
 Modele. Kocioł parowy. 1925 r. 4,—.
- Ossowski J. O przyczynach i skutkach wybuchów kotłów parowych (eksplozjach) oraz środków zapobiegania temu. —,50.  
 Polek Z. Aparaty gazowe prof. Junkersa. Str. 42. 1926 r. 2,—.
- Proczkowski M. Uszkodzenia kotłów parowych i ich naprawa. —,50.  
 Skwara F. O kotłach parowych i ich obsłudze. —,25.
- Stowarzyszenie dozoru kotłów w Warszawie. Sprawozdanie za 1925 r. Str. 130. 1927 r. 7,50.  
 Tepicht M., Inż. Nowoczesne kotły parowe dla wielkich stacji centralnych. Str. 10. 1916 r. 1,—.
- Tołłoczko B. Kotły parowe. Część II. Str. 272 z atlasem. 1926 r. Litogr. 26,—.
- Tołłoczko B. Kotły parowe. Część III. Str. 312 z atlasem. 1927 r. Litogr. 20,—.
- III-ci kurs inżynierski. Wykłady z zakresu kotłów parowych. Str. 133. 1926 r. 7,50.  
 Wykłady o gospodarce cieplnej. 6,—.

### e) Silniki

- Biedrzycki S., prof. i Wysokiński A., inż. Rolnicze lokomobile parowe i młocarnie, obsługa, utrzymanie i naprawa. Str. 152. 1923 r. 3,20.  
 Chądzyński A., Inż. Smarowanie silników Dyzlowskich. Str. 35. 1923 r. 1,20.  
 Chrzanowski W., prof. inż. Cylindry silników spalinowych. Str. 107. Wydanie II. 1922 r. 1,50.
- Chrzanowski W., prof. inż. Turbiny parowe. Str. 159. Wydanie II. 1923 r. 9,—.
- Chrzanowski W., prof. inż. Stawidła maszyn parowych. Część I. Stawidła suwakowe. Str. 167. 1926 r. 9,—.
- Chrzanowski W. Oznaczenie skutku cylindra maszyn spalinowych. 1,—.
- Czubek A. Racjonalne stosowanie olejów, smarów, benzyny i nafty. 6 tablic rysunkowych. 3,—.
- Dąbrowski J. P., Inż. Nowy polski parowóz osobowy serji Os. 24. Str. 9. 1926. 1,60.  
 Eberman L., prof. dr. Silniki spalinowe. Str. 347. 1928 r. Litogr. 15,—.
- Gunther W. Motor elektryczny w drobnym przemyśle. 4,—.
- Kowalczewski T. S. O projektowaniu wirników turbin Francisa. Str. 110. 8,—.
- Modele. Silnik gazowy. 1925 r. 4,—.
- Modele. Silnik parowy. 1925 r. 4,—.
- Modele. Turbina parowa Person'a. 4,—.
- Modele. Lokomotywa. 4,—.
- Nowoczesne szybkoobrotowe silniki Diesel'a samochodowe i lotnicze. (Na podstawie źródeł zagranicznych) z 50 rysunkami i 3 tablicami. Pod redakcją kpt. J. Kuleszy. 1931, str. 78. 4,80.
- Piotrowicz P., por. Regulacja silnika Lorrain Diétrich 450 KM. Str. 22. 1,50  
 Piotrowicz P., por. Regulacja silnika Hispano Suiza. 150, 180 i 300 KM. Str. 32. 1927 r. 1,50.
- Piotrowicz P., por. Silniki lotnicze 1927 r. Str. 169. + 91 z 196 rysunkami. 10,—.
- Pluzański S., Inż. Silniki spalinowe. Część I. Str. 226. 1914 r. 8,—.
- Polanowski L., Inż. Czem i jak smarować? Str. 46. 1927 r. 1,—.

- Polski Komitet Energetyczny. Zasoby energii w Polsce i stan ich wyzyskania. Str. 15. 1927 r. 3,—.
- Rzeszotarski B., Inż. Jak poznawać wadliwości działania maszyn tłokowych. Str. 43. 1922 r. 1,50.
- Siadec W. Inż.: Gaźniki samochodowe, lotnicze, przemysłowe i motocyklowe. — 1930, str. 181 z 122 ryc. 9,—.
- Silnik samochodowy. Model rozkład. 4,50.
- W. C. B. L. Silnik „Lorraine Diétrich 400 KM. Str. 128. Tablic 17. 1925 r. 6,65.
- W. C. B. L. Silnik „Le Rhone 80“. Str. 48. Tablic 19. 1926 r. 5,35.
- W. C. B. L. Silnik „Renault“ 300 KM. Str. 47. Tablic 5. 1919 r. 2,—.
- Szydelski S. Gazowniki. Str. 115. —,50.
- Taylor K., prof. Silniki spalinowe. Część II z atlasem. Str. 346. 1924 r. Litogr. 19,60.
- Teodorowicz H. Silnik samochodowy. Model rozkładany. 4,50.
- Witkiewicz R., dr. Tarcie mechanizmu korbowego a dzielność mechaniczna. (Silniki spalinowe). Str. 19. 1918 r. 3,—.
- Zalewski B., Inż. Silniki lotnicze. Część I. Str. 128. 1927 r. 4,50.
- Zespół spalinowo-elektryczny C. W. S. O. 2 P. Str. 37 z 11 rysunkami. 3,20.
- Zwierzchowski S., prof. Silniki wodne. Str. 232. 1925 r. Litogr. 6,80.

### f) Termodynamika

- Marchis W. L. Termodynamika. Str. 316. 1918 r. 6,—.
- Patschke St. Zasady termodynamiki. Str. 173. 1912 r. 3,—.
- Stefanowski B., prof. Termodynamika techniczna. Str. 396. 1923 r. 12,—.
- Stefanowski B. Termodynamika techniczna. Część III. Zbiór zadań z rozwiązaniami. (Skrypt). 1,60.
- Wolke M., dr. Zasady teorii ciepła. Str. 120. 1924 r. 3,60.

### g) Gospodarka energetyczna

(Paliwo — patrz Materjałoznawstwo)

- II-gi Kurs inżynierski gosp. cieplnej. Literatura z zakresu oszczędnościowej gospodarki cieplnej. Str. 7. 1913 r. Litogr. —,50.
- Felsz S. Gospodarka cieplna na parowozie i w kotłowni. Podręcznik dla drużyn parowozowych i mechaników ruchu. 10,—.
- Polski Komitet Energetyczny. Zasoby energii w Polsce i stan ich wyzyskania. Str. 11 z mapą. 1924 r. 2,50.
- Kanały projektowane w Polsce pod względem komunikacyjnym i energetycznym. Str. 10. 1927 r. 2,50.
- Smoleński K., prof. O gospodarce cieplnej w cukrownictwie. Str. 40. 1922 r. 2,—.
- Stefanowski B., prof. Gospodarka cieplna. Str. 287. 1925 r. 12,—.
- Stowarzyszenie Dozoru Kotłów. Wykłady o gospodarce cieplnej. Str. 174. 6,—.
- Warczewski Z.: Gospodarka energetyczna elektrowni parowych i jej kontrola. — 1930, str. 35 z 52 ryc. 3,60.
- Witkiewicz R. Literatura zagraniczna z zakresu oszczędnościowej gospodarki cieplnej i palinowej. Część I. —,70.

### h) Maszyny robocze

- Humnicki A., Inż. Dźwignice. Str. 255. 1921 r. 4,—.
- Lukasiewicz S., prof. Dźwignice. Atlas. 1925 r. Litogr. 14,—.
- Miłkowski K. „Inż. Górnicze urządzenia wyciągowe. Część I. Str. 604. 1923 r. 14,—.
- Miłkowski K. Uboczne opory ruchu w wyciągach kopalnianych. 2,—.
- Sikawki. Budowa, obsługa i konserwacja Ks. podr. dla Straży pożarnych. 1,25.
- Stodółkiewicz A. J. Przenośnia hydrauliczna. 1930, str. 11 z tabl. 1,20.
- Suchowiak W. Dźwignice. Tekst i atlas. 34,—.
- Witoszyński C., prof. Silniki wodne i pompy. Str. 375. 1922 r. Litogr. 6,60.
- Zwierzchowski S., prof. Pompy. Str. 144. Litogr. 4,40.

### i) Ogrzewanie i wentylacja

- Dawidowski R. Inż. Tabele do obliczania rozmiarów pieców kaflowych i gazowych a zarazem tabele pomocnicze do obliczania centralnych ogrzewań. 1929, str. 80. 9,50.
- Hauswald E. Wady mieszkań pod względem ciepła. —,80.
- Dawidowski R. Inż.: Oszczędny opał wodnych centralnych ogrzewań koksem gazowniczym i gazem. 1931, str. 870 z 17 ryc. 6,—.
- Kruszewski S. Jak zaoszczędzać opał w gospodarstwie domowym? —,25.
- Nowakowski B., dr. Fizjologiczne podstawy wentylacji. Str. 18. 1927 r. 1,—.
- Wodne centralne ogrzewanie mieszkaniowe. Sposoby obliczania i stosowania. 1929. Str. 124 z rysunkami. 5,—.
- Wójcicki M., Inż. Ogrzewnictwo. Podręcznik dla budowniczych i budujących z licznymi rysunkami. Str. 114. 1930 r. 10,80.

### 3. ELEKTROTECHNIKA

#### a) Dzieła treści ogólnej i elektr. prądów siln.

- Altenberg M., Inż. O taryfach energii elektrycznej. Str. 15. 1926 r. —,90.
- Drewnowski K., inż. prof. Przepięcia i urządzenia przeciwprzepięciowe. Str. 63. 1922 r. 2,—.
- Drewnowski K., inż. prof., Fizyczne podstawy wytrzymałości elektrycznej materiałów izolacyjnych. Str. 26. 1921. —,50.
- Drewnowski K., inż. prof. Technika wysokich napięć. Część I. Wytrzymałość elektryczna. Izolatory. Str. 144. 1923. 2,40.
- Drewnowski K., inż. prof. Przyrządy i pomiary elektrotechniczne. Część I. Przyrządy pomiarowe. Str. 279. 1923. 5,20.
- Drewnowski K., inż. prof. Materiały i układy izolacyjne wysokiego napięcia. Str. 164. 1927 r. 8,—.
- Elektromierz. Model rozkład. Kolor. 4,—.
- Gerard E. Elektryczność w zadaniach. Str. 171. 1917 r. 4,—.
- Gimbut B. Techniczna ocena i badanie maszyn elektrycznych zapomocą prób i pomiarów. Poradnik przy wyborze maszyn. 1929. Str. 151 z 42 rysunkami. 6,—.
- Gimbut B. Uszkodzenia i niedokładności w maszynach elektrycznych prądu stałego i zmiennego. Str. 176. 1923 r. 3,40.
- Gnoiński Ks., inż. Akumulator. Str. 46. 1926 r. 1,20.
- Gnoiński Ks., inż. Oświetlenie elektryczne sklepów. Str. 24. 1928 r. 1,—.
- Gnoiński Ks., inż. Piorunochrony budynkowe. Str. 49. 3,—.
- Gnoiński Ks., inż. Urządzenia elektryczne Teatru Narodowego w Warszawie. Str. 6. 1924 r. —50.
- Gospodarka elektryczna w Polsce pod red. M. Kuźmińskiego. 1930. 22,—.
- Günther W. Motor elektryczny w drobnym przemyśle. 4,—.
- Gustawicz B. Podręcznik elektrotechniczny. 9,—.
- Harriman W. A. & Co., Inc. Memorjały w sprawie zarzutów przeciwko projektowi uprawnienia elektryfikacyjnego tej firmy. 2,—.
- Hensel G., prof. inż. O uzwojeniach maszyn elektrycznych prądu zmiennego. Str. 87. 1926 r. 5,—.
- Hensel G., prof. inż. O uzwojeniach maszyn elektrycznych prądu stałego. Str. 97. 1925 r. 5,—.
- Hensel G., prof. inż. Elektrotechnika w zadaniach: Prąd zmienny Część I. Str. 176. 1929 r. 6,—. Prąd zmienny Część II. Str. 161. 1929 r. 6,—. Prąd stały. Część I. Str. 149. Wydanie II. 1927 r. 5,—. Prąd stały. Część II. Str. 145. Wyd. II. 1928 r. 2,50.
- Kopczyński W.: Uzwojenia wirników oraz reperacja maszyn prądu stałego. — 1930, str. 128 z 142 rys. 9,—.
- Krakowski E., Inż. Akumulatory. Str. 95. 1920 r. —,50.
- Kuźmicki, Inż. Gospodarka elektryczna w Polsce. 1930 r. 22,—.
- Kuźmicki, Inż. Tajemnica państwowa o elektryfikacji Polski. Str. 81. 1927 r. 5,—.
- Licznik elektryczny (elektromierz). Model rozkładany. 4,—.
- Min. Robót Publicznych. Statystyka zakładów elektrycznych w Polsce do 1925 r. Str. 393. 1927 r. 20,—.
- Modele. Dynamomaszyna. 1918 r. 4,—.
- Modele. Prądnic. 1925 r. 4,—.
- Modele. Elektromierz. 1925 r. 4,—.
- Namysłowski S. Dr. Oleje izolacyjne do celów elektrotechnicznych. Str. 29 z ilustr. 2,—.
- Novák K. Inż. Uzwojenie tworników maszyn elektrycznych prądu stałego. Tłumaczył Inż. M. Nacholiński, zaopatrzył w przedmowę Prof. K. Żórawski. 1931, str. 176 z 123 rysunkami. 11,80.
- Ober F. Obliczenia elektrotechn. w przykładach i zadaniach na prąd stały. Część I. 1,50.
- Odrował-Wysocki S. Obliczanie przewodów elektrycznych. Str. 324. 20,—.
- Odrował-Wysocki S. Obliczanie słupów elektrycznych. Str. 146. 1927 r. 7,50.
- Odrował-Wysocki S. Przepisy i normy Zw. Elektrotechników niemieckich. Str. 363. 1924 r. W oprawie 6,—, broszur. 5,—.
- Odrował-Wysocki S. Urządzenia elektryczne do siły i światła. Str. 295. 1923. 4,50.
- Oswald H. Inż.: Tablice techniczne dla użytku monterów-elektryków. 1931, str. 88. 2,—.
- Perepeczko F. Przystępna elektrotechnika samochodowa dla kierowców. 1930, str. 252 z 78 rys. 7,60.
- Podoski R., Inż. Tramwaje i koleje elektr. Tom I i II. Str. 452. 1922 r. 24,—.
- Podoski R. Inż. Koleje elektryczne. Str. 56. 1923 r. 2,—.
- Polski Komitet Energetyczny. Zasoby energii w Polsce i stan ich wyzyskania. Str. 11. 1924 r. 2,50.
- Polski Komitet Elektrotechniczny. Znakownictwo najważniejszych wielkości i jednostek, używanych w elektrotechnice. Str. 11. 1925 r. —,30.
- Polski Komitet Elektrotechniczny. Znakownictwo (w postaci tablic). 1,—.
- Polski Komitet Elektrotechniczny. Biuletyn. Zeszyt 4, 5 i 6 a —,50.
- Polski Komitet Elektrotechniczny. Przepisy i normy. (Ark. 14). 1927 r. 6,50.
- Polski Komitet Elektrotechniczny. Symbole graficzne urządzeń elektrycznych prądu silnego. 1927 r. 2,—.
- Polski Komitet Elektrotechniczny. Wskazówki niesienia doraźnej pomocy w wy-

- padkach porażenia prądem elektrycznym. 1927 r. Tablica z listewnikiem metalowym. 3,—. Tablica z oblamowaniem płóciennem 2,—. Broszura. Str. 10. 1927 r. —,50.
- Polski Komitet elektrotechniczny. Przepisy techniczne urzędzeń kinematograficznych. Str. 13. 1,—.
- Polski Komitet Elektrotechniczny. Przepisy budowy i ruchu urzędzeń elektrycznych prądu silnego. Str. 108. 1928 r. 6,60.
- Pożaryski. Przystępna elektrotechnika prądów silnych. Wyd. III uzupełnione i poprawione. 1931, str. 447. 13,50.
- Pożaryski M. Teorja prądów szybkozmiennych. 1931, str. 238 z 103 rys. (litografowane). 12,—.
- Pożaryski M., prof. Krótkie wskazówki z elektrotechniki dla techników. Str. 50. 1903 r. —,80.
- Pożaryski M., prof. Naukowe podstawy elektrotechniki. Str. 375. 1927 r. 14,—.
- Pożaryski M., prof. Pomiary elektryczne w technice. Str. 158. 1928 r. 6,80.
- Pożaryski M., Krótki zarys elektrotechniki. Część I. zasadnicza. Str. 151. 1928. 3,—.
- Pożaryski M. Krótki zarys elektrotechniki. Podręcznik dla szkół zawodowych. Cz. II i III. 6,—.
- Pożaryski M.: Maszyny elektryczne i prostowniki. Zarys budowy i działania z 332 rys. i 6 tabl. 1930, str. 302. 22,60.
- Przepisy dotyczące zakładów elektrycznych wielkoprądnych, oraz ich wykonania i prawidła dotyczące oceny i sprawdzania prądnic, przetworników i t. p. opracowane przez Związek elektrotechników niemieckich. 1,50.
- Przepisy i normy Związku Elektrotechników niemieckich. Przetłómaczone za zgodą Związku E. N. Pod redakcją St. Odrowąż-Wysockiego. W oprawie 15,—, broszurow. 12,50.
- Rudnicka Z. Jakie pożytki mamy z elektryczności. 1,50.
- Ruśkiewicz T. Koszt światła elektrycznego w instalacjach prywatnych. 1,—.
- Ruśkiewicz T., Inż. Tramwaje i koleje elektryczne. Str. 65. 1901 r. 3,—.
- Rymniewicz St., Inż. Pplk. Zasady elektrotechniki. Wyd. II. Str. 323. 1924-25. Litogr. 12,—.
- Schnetzler-Samiec. Doświadczenia elektrotechniczne. W oprawie 12,—.
- Siwicki K., Inż. Elektryfikacja Polski. Zeszyt 1. Małopolska. Str. 83. 1921 r. 8,40. Zeszyt 2. Wielkopolska i Pomorze. Str. 142. 1923 r. 10,—. Zeszyt 3. Województwa centralne i wschodnie. Str. 276. 1915 r. 13,—.
- Siwicki K., Inż. Gospodarka elektryczna na Górnym Śląsku. Str. 15. 1923. —,50.
- Staniewicz B., prof. Podstawy elektrotechniki: Część I. Str. 293. Nowe wydanie. 1925 r. Litogr. 8,40. Część II. Str. 220. Nowe wydanie. 1925. Litogr. 6,—.
- Staniewicz B., prof. Teorja prądów zmiennych. Część II. Str. 182. 1928 r. Litogr. 5,60.
- Szapiro B. Bezpieczeństwo urzędzeń elektrycznych. Str. 64. 1924 r. 1,30.
- Szwencner R. Nauka o elektryczności. 6,—.
- Teyssier G. Słownik elektrotechniczny francusko-polski i polsko-francuski. Str. 75. 1925 r. 2,80.
- Umiński W. Oświetlenie współczesne. —,20.
- Wysocki. Urządzenia elektryczne (skrypt). 3,—.
- Związek Elektrowni Polskich. Statystyka Związku Elektrowni Polskich za r. 1926. Str. 15. 1927 r. 3,—.
- Żerański T., Inż. Słownik elektrotechniczny. Str. 118. 1921 r. 1,50.
- Żórawski K., prof. Maszyny elektryczne. Cz. II. Str. 247. 1923 r. Litogr. 4,—.
- Żórawski K., prof. Maszyny elektryczne. Cz. III. Str. 240. 1923 r. Litogr. 4,80.

## b) Teletechnika

(Telegrafja, telefonja i radjotechnika)

- Aparat jednolampowy radjoodbiornicy Man-  
czarskiego. 2,20.
- Aparat odbiornicy radjotelefoniczny. Model  
rozkładany. 6,—.
- Boguszewski R. 17 radjoodbiorników dla  
amatorów. Str. 46. 1926 r. 1,60.
- Burzyński S. Podstawy radjotechniki. Str.  
51. 1927 r. 1,60
- Burzyński S. Anteny. Str. 43. 1927 r. 1,60
- Burzyński S. Odbiorniki kryształkowe. Str  
30. 1927 r. 1,60.
- Burzyński S. Radjo Encyklopedia. Str. 212.  
1927 r. W oprawie 5,—, broszur. 4,—.
- Burzyński S. Cewki i kondensatory. Str. 36.  
1927 r. 1,60.
- Burzyński S. Mapa radjofoniczna. —,80.
- Burzyński S. Warsztat radioamatora. Str.  
37. 1927 r. 1,80.
- Burzyński S. Materjały i tabele. Str. 36.  
1927 r. 1,60.
- Danher J. Jak zbudować najprostszy od-  
biornik. 1,95.
- Detkowski I. i E. Kieruzalski. Wieczne ba-  
terje i prostowniki anodowe. 3,—.
- Dębicki S., Inż. Słownik elektrotechniki prą-  
dów słabych. Str. 48. 1922 r. 1,20.
- Dobroski K., inż. mjr. Telefonja. Str. 331.  
1925 r. Litogr. 12,—.
- Gadkowski L. Wieczne baterje i prostowniki  
anodowe. Str. 44. 1927 r. 3,—.
- Gnoiński K., Inż. Elektrotechnika prądów  
słabych: Zeszyt I. Źródła prądu, sygna-

- lizacja domowa i alarmowa. Str. 83. Wydanie II. 1919 r. 1,50. Zeszyt II. Telefonia. Str. 223. 1919 r. 2,70. Zeszyt III. Telegrafja, linje prądu słabego. Radjotechnika. Str. 379. 2,70. Zeszyt IV. Sygnalizacja kolejowa. Wydanie II. 1,50.
- Gnoiński K., Inż. Elektrotechnika prądów słabych. Str. 480. 1923 r. 7,50.
- Groszkowski L., Inż. Lampy katodowe. Str. 328. 1925 r. 14,—.
- Groszkowski J., Inż. Metoda kompensacyjna kontroli stałości fali. Str. 61 5,—.
- Henzel M. dr. Odbiornik ogniwoy. Str. 26. 1927 r. 1,60.
- Henzel M. Tani odbiornik wakacyjny podróży i wycieczkowy. Pięć aparatów w jednym. —,80.
- Jackowski K., Inż. Chlubna karta w rozwoju radjotechniki w Polsce. Str. 88. 1,85.
- Jankowski W. Podręcznik radioamatora. 6,80.
- Jenisz P. Sygnalizacja elektryczna domowa. Str. 100. 1927 r. 2,—.
- Jeżewski M., dr. Radjotelefonja i radjo'elegrafja. Str. 189. 1927 r. 7,50.
- Jeżewski M. i Janik A. Radjoodbiorniki lampowe. 5,—.
- Kapitaniak L. Podręcznik radioamatora. Radjotechnika praktyczna. Str. 126. 4,50.
- Klemczak L. 25 odbiorników radjowych. Schematy i objaśnienia. 1,95.
- Krulisz K., Inż. Poradnik dla radioamatorów. Str. 285. 1927 r. W oprawie 5,—. broszur. 3,50.
- Kwiatkowski E., Inż. 26 radjoodbiorników kryształkowych. Str. 64. 1928 r. 3,—.
- Machciewicz I., Inż. i Hubert T., Inż. Zasady radjotelegrafji i radjotelefonji. Wydanie II. Str. 229. 1929 r. 7,—.
- Malarski T. O radjotelegrafji. 1,—.
- Malarski T. Prądy termoelektryczne. (Lampy katodowe. Str. 84. 1924 r. 1,50.
- Manczarski S., Inż. Eliminatory radjofonicznych stacji, warszawskiej i innych. 1,20.
- Mapa radjofoniczna. 1,—.
- Maziński-Tarło W. Zasady radjotelegrafji. 98 rysunków. 1,60.
- Naimski H. i Starkiewicz B. Budowa linii stałych. Str. 144. 1925 r. Litogr. 8,—.
- Niemczyński W. Elementarz radioamatora. 1,50.
- Niemczyński W. Lampy elektronowe. Przystępny opis działania i zastosowania lamp. Str. 81. 3,50.
- Niemczyński W. Odbiornik refleksyjny jednolampowy. 1927. —,80.
- Niemczyński W. Radjotechnika dla wszystkich. Str. 232. 1927 r. 9,—.
- Niemczyński W. Źródła prądu. Str. 47. 1,60.
- Niemczyński W. Budowa radjoodbiorników. Str. 162. 1927 r. 6,60.
- Noworolski St., kpt. Radjokomunikacja kierunkowa i radjogoniometrja. Str. 116. 1924 r. 2,70.
- Noworolski St. kpt. Zasady radjofonji. Str. 452. 1928 r. 20,—.
- Olszewski Z. Podręcznik techniczny dla telegrafistów i telefonistów z rysunkami i szematami łączy. Str. 64 z rycinami. 3,50.
- Opis aparatów telegraficznych: morzowskiego, stukawki, juzowskiego. 24 ilustracyj, atlas i 46 tablic. Słownictwo przejr. Centralna Komisja Słownicza przy Stowarzyszeniu Elektrotechników w Warszawie. 10,—.
- Pożaryski M., prof. i Hensel G., Inż. Krótki zarys sygnalizacji, telefonji i budowy piorunochronów. Str. 69. 1922 r. 1,50.
- Radioamator, co każdy wiedzieć powinien. 1,25.
- Radjo-mapa Polski podająca wszystkie stacje nadawcze Polski z oznaczeniem odległości od nich. Mapa radjowa świata, wskazująca najważniejsze stacje radjofoniczne Ameryki, Azji, Afryki i Australji, długości fali i moc w kw. —,80.
- Radjotelefon. Model rozkładany. 6,—.
- Round H. J. Ekradyna i inne odbiorniki z lampą ekranową. 1928. Str. 87 z 60 rycinami i szematem. 6,—.
- Stamm E. Komunikacja radjotelegraficzna. 2,—.
- Stępowski W. Odbiornik członowy kombinowany. Str. 47. 1927 r. 3,—.
- Szapiro B. Uziemienia ochronne w urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia. Str. 49. 1923 r. 1,—.
- Szczęsny W. Ogniwa elektryczne. Samodzielna budowa najlepszych ogniw. Podręcznik dla samouków i radioamatorów. 1928. Str. 85 z 39 rysunkami. 4,—.
- Szczęsny W. Pierwsza książka radioamatora. 2,50.
- Szwachłowicz I. Telefonografja i radjotelefonografja. Str. 58. 1926 r. 1,80.
- Szydelski I. Radjotelegrafja (telegrafja falowa). Podr. do sporz. przyrząd. do radjotelegr. 1,50.
- Świderski K. Jak budować odbiorniki lampkowe. 1,95.
- Świderski K. Jak budować samemu wzmacniacze jedno i wielolampowe najnowszych typów. 1927 r. Str. 60 z 31 rysunkami. 1,95.
- Tołłoczko L., Inż. Zasady urządzenia poczt, telegrafów, telefonów i ich zastosowanie w Polsce. Str. 243. 1923 r. 6,—.
- Trechciński R. Inż. Obliczenie ilości organów połączeniowych. 1931, str. 46. 4,40.
- Trechciński R. Inż. Translacje telefoniczne, część I. Według wykładów dla sekcji prądów słabych politechniki warszawskiej. 1931, str. 64. 10,80.
- Trechciński R., Inż. Elektrotechnika prądów słabych. Str. 22. 1921-22 r. 1,—.
- Trechciński R., Inż. Telefonja. Str. 82. -1921-22 r. Litogr. 1,60.
- Trechciński R. Inż. Prof. Obwody niyustalone. Według wykładów dla sekcji prądów słabych Politechniki Warszawskiej. 1930, str. 19. 2,20

- Trechiński R., Inż. Schematy telefoniczne. Część I. Tabel 14. 1922-23 r. 3,—.
- Trechiński R., Inż. Schematy telefoniczne. Część II. Tabel 14. 1922-23 r. 3,20.
- Wątróbski A. i Gadowski L. Błędy w radjodiodionikach. Str. 118. 1927 r. 6,90.
- Wilkosz W., prof. dr. Fultograf, teczka montażowa. Schematy, plany budowy i szczegółowy opis działania. Str. 23. 5,—.
- Wodzinowski A. Radjo. Jak kupić, zbudować i co to jest? —,50.
- Wydział Wojsk Łączności. Aparaty radjotelegraficzne. Wzmacniacz trzylampowy francuskiego typu 3-ter .Str. 81. 1923 r. —,60.
- Wydział Wojsk Łączności. Stacja radjotelegraficzna odbiorcza typu AI. Str. 16. 1923 r. —,40.
- Wysocki S. Telefony i łącznice telefonowe. Str. 308. 1926 r. 12,—.
- Wysocki S. Uszkodzenia telefonów. 3,—.
- Ziembicki - Bass - Komarnicki. Przewodnik krótkofalowca. Praktyczny podręcznik krótkofalowy z 50 ilustracjami, do użytku amatorów. 1931, str. 137. 3,—.
- Zięciak M. i Leszczyński J. Teoretyczne i praktyczne wskazówki dla amatorów radjotechniki. 4,—.

## 4. GÓRNICTWO

- Czarnecki K. Mianownictwo w minerstwie podziemnem. Str. 15. 1924 r. 2,—.
- Czczott H., prof. Sortownictwo węgla kamiennych. Str. 36. 1927 r. 4,—.
- Gąsiorowski N. Górnictwo i lotnictwo w Królestwie Polskiem 1815—1830. 5,—.
- Geritz W. Gospodarka ropna na kopalni. 1929 r. Str. 155. 10,—.
- Jabłoński. Kopalnictwo nafty. 12,—.
- Jastrzębski J. Sprawdzanie pokładów węglowych w otworach świdrowych. 1,—.
- Jopek F., Inż. Rozwój techniki przyrządów ratowniczych w górnictwie. Str. 34. 4,—.
- Korytko St. Mapy naftowe. Podkarpacki pas naftowy 1:300.000 12,50. Borysławski obszar naftowy 1:15.000 15,—. Bitkowski obszar naftowy 1:10.000 10,—.
- Kuźniar C. Bogactwa kopalniane G. Śląska. Str. 15. 1921 r. —,50.
- Milkowski K., Inż. Górnictwo w urzędzeniu wyścigowe. Część I. Str. 604. 1923 r. 14,—.
- Milkowski K. Uboczne opory ruchu w wyścigach kopalnianych. 1917. Str. 51. 2,—.
- Oziębłowski W., Inż. Polski przemysł górniczy. Str. 20. 1927 r. 2,—.
- Piestrak E., Inż. Niemiecko-polski słownik górniczy. Str. 565. 1924. r. 30,—.
- Podsadzka plynna i jej zastosowanie w górnictwie. —,35.
- Praglowski S. Zarys mechaniki technicznej w zastosowaniu do wiertnictwa z atlasem. 3,—.
- Rosenberg A. Zarys urządzeń prawnych górnictwa w Polsce. 1,—.
- Stein A. Przemysł węglowy w Polsce. Str. 107 z mapką. 1928 r. 8,—.
- Stein A. Statystyka przemysłu węglowego w Państwie Polskiem. Str. 144. 15,—.
- Tołwiński K. Kopalnie nafty i gazów ziemnych w Polsce. Zeszyt III. Schodnica-Urycz-Opaka-Orów-Łopianka i Spas-Witwica-Pobuk-Synowódzko Wyzne Strzelbice. 1929. Str. 52 z 1 barwną mapą geologiczną i 12 rysunkami. 9,—.
- Ustawa górnicza i naftowa obowiązująca w Woj. krakowskiem, lwowskiem, stanisławowskiem i tarnopolskiem. 4,50.
- Windakiewicz E. Inż.: Solnictwo. Sole kamienne, potasowe i solanki, ich własności, fizjografja, górnictwo i warzelnictwo. Cz. IV. Poszukiwanie i wydobywanie soli kamiennej i potasowej. — Przeróbka mechaniczna i fabryczna. — Rafinowanie soli kamiennej. — Uzyskanie naturalnej i sposoby wytwarzania sztucznej solanki. — Wzbogacenie sonnek. Uzyskanie soli z jezior i morza. 1930, str. 650 z 271 ryc. 30,—.

## 5. KOLEJNICTWO

### a) Budowa kolei

- Bryła S., dr inż. Podręcznik inżynierski — patrz Budownictwo ogólne.
- Cholewo I., Inż. Mosty kolejowe, budowa i utrzymanie. Str. 105. 1923 r. 2,50.
- Czajka E., inż. mjr. Odbudowa zburzonych mostów kolejowych. Str. 200, tablic 29, z atlasem. 1923 r. 8,—.
- Głazek W., mjr. inż. Sposoby obliczania szyn krótkich i ich rozdział w łukach toru kolejowego. Str. 31. 1926 r. 1,—.
- Górka L., kpt. Kolejki linowe. Str. 71. 2,50.
- Instrukcja saperów kolejowych. Kolejki wąskotorowe. Część I. Budowa. Str. 142. 1927 r. 3,80.
- Koło Inżynierji Lądowej. Tablice do obliczania budowy wierzchniej dróg żelaznych. Str. 8. 1925 r. 1,—.
- Krüger A., Inż. Nawierzchnia dróg żelaznych. Str. 215. 1923 r. 6,—.
- Kühnel M., Inż. Nowe metody regulacji krzywizny istniejących łuków kolejowych. Str. 22. 1924 r. 1,80.

- Lenartowicz J. Koleje miejskie szybkie. Str. 9. Figur 11. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Lenartowicz J. Koleje nadrożne i tramwaje. Str. 18. Figur 37. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Miszke, Inż. Drogi żelazne. Cz. I. Str. 378, z atlasem. 1925 r. Litogr. 15,—.
- Niewiadomski R., Inż. Wzory matematyczne na projektowanie objazdów kolejowych. Str. 28. 1923 r. 2,—.
- Podoski R., Inż. Tramwaje i koleje elektr. T. I. Str. 452. T. II. Str. 440. 1922 r. za dwa tomy 24,—.
- Popielecki J. Koleje żelazne. Cz. III. Sygnały i urządzenia ochronne. Podręcznik dla szkół zawodowych (skrypt). 4,40.
- Rybicki A., Inż. Niemiecko-polski popularny słownik kolejowy. Str. 282. 1925 r. 12,50.
- Skibiński K., Inż. Tyczenie tras. Cz. I i II. 1922 r. 6,—.
- Skibiński K., O wytrzymałości toru kolejowego. Str. 32. 1921 r. 1,50.
- Sówiński. Podkłady kolejowe. Str. 48. 2,40.
- Swoboda M. Urządzenia ochronne na kolejach. Str. 19. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Swoboda M. Urządzenia ochronne na stacjach i liniach kolejowych. Str. 50. 2,80.
- Tablice do obliczania budowy wierzchniej dróg żelaznych. 1,—.
- Wasiutyński A., prof. Drogi żelazne. Str. 679. Wydanie II. 1925 r. 40,—.
- Wasiutyński A. Drogi żelazne. III. Sygnalizacja i urządzenia bezpieczeństwa. 12,—
- Wątołek K. Budowa i utrzymanie toru. Str. 29. Figur 35. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Wątołek K. Budowa kolei żelaznych. T. I. Str. 447. 1924 r. 33,—.
- Wątołek K. Budowa kolei żelaznych. T. II. Str. 425. 1924 r. 33,—.
- Wątołek K. Rozwój kolei żelaznych. Str. 136. 1924 r. 2,80.
- Wątołek K. Koleje strome. Str. 9. Figur 15. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Wątołek K. Połączenie torów. Str. 33. Figur 48. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Wątołek K. Trasowanie. Str. 9. Figur 15. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Wereszczyński A., inż. ppłk. Niwelacja, tachymetria, oraz sposoby tyczenia luków. Str. 70. 1921 r. —,55.
- Zipser K. Stacje. Str. 26. Figur 90. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Zbiorowe. Pięć wykładów, wygłoszonych na kursach dla inżynierów. 1924 r. 4,—.

### b) Tabor kolejowy i warsztaty

- Dąbrowski J. P., Inż. Nowy polski parowóz osobowy serji Os. 24. Str. 9. 1926 r. 1,60.
- Hamulce kolejowe oraz przepisy dla kierowników parowozów, palaczy, kierowników pociągów, konduktorów i służby przetokowej. Podręcznik dla egzaminów zawodowych z ryc. 3,—.
- Instrukcja Wojsk kolejowych. Przepisy dla obsługi wózków silnikowych. Str. 39. 1924 r. 1,40.
- Koło Griffina. Str. 4. 1922 r. —,50.
- Kruszewski S. Słowniczek wagonowy. Str. 63. 1927 r. 1,—.
- Krzyżanowski A., Inż. Hamulce Westinghouse'a. Str. 147. Wyd. II. 1924. 10,—.
- Krzyżanowski W. Przepisy o opalaniu parowozów węglem kamiennym. Str. 63. 1920 r. 3,—.
- Mikulski Cz., Inż. Pył węglowy jako paliwo do parowozów. Str. 32. 1922 r. 1,50.
- Mozer W. Budowa parowozów. Część ogólna. Str. 189. 1924 r. 9,—.
- Niegel P. Techniczny podręcznik dla kandydatów na kierowników parowozowych. Str. 57. 5,—.
- Rapaport I. Hamulce parowozowe i wagonowe. Str. 141. 1903 r. 20,—.
- Rybicki A. Parowóz. Podręcznik dla maszynistów. Ilustracyj 100, tablic 6. 1,60.
- Severin L., Feurgang M., Kern R. Parowóz. Podręcznik dla kierowników i palaczy. 2,—.
- Stadtmüller K., prof. Egzamin maszynisty. Str. 48. Wydanie 5. 1921 r. 1,60.
- Strausvogel I., Inż. Warsztaty kolejowe i praktyka warsztatowa. Str. 379. 16,—.
- Szpakewski M. Inż. Nowoczesne sposoby malowania taboru kolejowego. 1931, str. 47 z 38 rysunkami. 3,—.
- Teodorowicz H., Inż. Postępy w urządzeniu i użyciu parowozów. Str. 69. 1925. 2,50.
- Teodorowicz H., Inż. Konspekt do podręcznika „Parowóz“. Str. 81. 1924 r. 4,—.
- Wasiutyński A., prof. Drogi żelazne. Str. 679. Wydanie II. 1925 r. 40,—.
- Zbiorowe. Pięć wykładów, wygłoszonych na kursach dla inżynierów. 1924 r. 4,—.
- Zipser K. Pojazdy kolejowe. Str. 19. Figur 18. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.

### c) Eksploatacja kolei

- Bloch J. i Żuniak J.: Kolejowe prawo pracownicze. Przepisy o stosunku służbowym, czasie pracy, opiece lekarskiej i uprawnieniach emerytalnych pracowników przedsiębiorstwa „Polskie Koleje Państwowe“ wraz z rozporządzeniami uzupełniającymi, wykonawczymi i t. d. 1931, str. 784 w oprawie 40,—.
- Dobrzycki B. Rys historyczny przejęcia polskich kolei na Górnym Śląsku. 1,80.
- Feller B. Dr. Kodeks kolejowy T. II. Kolejowa ustawa emerytalna i rozp. Min. komunikacji o opiece lekarskiej. 1930. str. 150. 4,—.
- Gieysztor I. Eksploatacja handlowa kolei żelaznych. Str. 217. 1925 r. Litogr. 12,—.



- Gieysztor I. Dodatek I. Str. 31. Litogr. —,40  
 Gieysztor I. Dodatek II. Str. 66. Lit. 1,40.  
 Gieysztor I. O zasadach gospodarstwa handlowego na kolejach żelaznych. Str. 18. 1918 r. 2,—.
- Głazek W., mjr. inż. Przeladowanie węgla i rud systemem inż. Milkowskiego. Str. 20. 1926 r. 1,50.
- Grzesiowski F. Przepisy o autobusach i tramwajach. 1930, str. 20. —,60
- Hilchen S. Historia Drogi Żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej. (1835—1848—1898). Przyczynek do historii kolejn. w Królestwie Polskiem. Portretów 7, map 3. 2,50.
- Kamiński I. Kalendarz Poradnik Kolejowca Polskiego na 1927 r. Str. 286. 1927. 3,—.
- Kühn A., Inż. XX Kongres międzynarodowy w Barcelonie (10—16 październ. 1926 r.) w sprawach tramwajów, kolei dojazdowych i komunikacji autobusowej. 1927. Str. 51. 1,—.
- Langrod A., dr inż. Zasady ruchu parowozowego. Str. 590. 1928 r. 15,—.
- Lavalle ppłk. i Senegal ppłk. Zaopatrywanie i transport w czasie wojny. Str. 46. 1921 r. —,40.
- Łubkowski K. O zastosowaniu torfu i brykiet torfowych do opalania parowozów na drogach żelaznych niemieckich. —,60.
- Michoń F. Regulamin służbowy dla funkcjonariuszy kolei państwowych. Pragmatyka służbowa. 1,50.
- Pragmatyka służbowa i ustawa emerytalna dla pracowników polskich kolei państw. 1929. 2,—.
- Przepisy sygnalizacji na kolejach polskich. Str. 156. 1928 r. 3,—.
- Szczerbowski W. Inż.: Podręcznik do przepisów blokowych. (P. bl.). 1930, str. 101. 7,—.
- Szczerbowski Wł., Inż. Podręcznik do przepisów sygnalizacji na kolejach polskich. Str. 221. 1927 r. 11,—.
- Zipser K. Zasady ruchu. Str. 11. Figur 4. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.

## 6. LOTNICTWO

- Abzółtowski S. Czy potrzebne nam lotnictwo? 1,50.
- Abzółtowski S. Lotnictwo w wojnie współczesnej. Str. 121. 4,—.
- Abzółtowski S. Taktyka lotnictwa. 2,—.
- Czerwiński S., Inż. Jak można latać bez silnika? —,40.
- Czerwiński S., Inż. Ogólne wiadomości z lotnictwa. Str. 167. 1927 r. 1,50.
- Grzędziński J. O lotnictwie w ogólności. —,60.
- Huber M. T., prof. Statystyka lotnicza. Str. 173. 1930. Litogr. 7,20.
- Kluz T. Inż. Dr. Budowa lotnisk i dróg lotniczych. 1930, str. 157 z 84 rycinami. 10,—.
- Laskowski F. Zasady lotnictwa. Str. 148. 1911 r. 1,40.
- Makłowicz J. O lotnictwie i obronie przed gazami. (Wykład, przemówienie do młodzieży, deklamacje i pieśni). 1,20.
- Min. Spraw Wojsk. Ogólne warunki techniczne płatowców. Str. 44. 1921 r. —,30.
- Mises K. Podstawy lotnictwa. Str. 332 z rycinami. 1929 r. 8,50.
- Mokrzycki G., Inż. ABC lotnicze. Str. 30. 1920 r. 1,50.
- Mokrzycki G., Inż. Opis budowy płatowców. Str. 92. 1921 r. —,70.
- Mokrzycki G., Inż. Teoria i budowa samolotów. Tom I. Str. 272. Tom II. Str. 314 i Tom III. (Atlas). 1926 r. za 3 tomy 33,—.
- Mokrzycki G., Inż. Rzut oka na współczesne lotnictwo. Str. 32. 1922 r. —,40.
- Mokrzycki G. Lotnictwo zachodnie a nasze. —,55.
- Piotrowski P. Silniki lotnicze. 1927. Str. 169. 10,—.
- Płodowski Z., Inż. O budowie płatowców. Str. 131. 1925 r. 7,50.
- Prace Instytutu Aerodynamicznego w Warszawie. Zeszyt I. Str. 84. 1927. 10,—. Zeszyt II. Str. 72. 1928. 10,—.
- Sarnowski S. Żegluga powietrzna, rozwój jej techniki i naukowe zasady lotu. 3,50.
- Schneider F.: Lotnictwo. Cykl obejmujący całokształt lotnictwa. 1930, str. 304 ze 124 ryc. 5,—.
- Schneider F. Lotnictwo. Str. 300. 1928. 7,—.
- Siadek W. Model belkowy jednopłatowca W. S. I. —,40.
- Stadtmüller K., Inż. Słownik lotniczy niemiecko-polski. Str. 28. 1921 r. —,60.
- Szczudłowski M., dr. Zarys historii samolotów i balonów. —,80.
- Technik T. I. Zeszyt 6. Aerodynamika. 1,80.
- Tulacz P. Lot żaglowy i aparaty żaglowe. Str. 99. 1923. 1,70.
- Witoszyński C., prof. Aerodynamika. Str. 239. 1928 r. 25,—.
- Wygard I. Uwagi o lotnictwie komunikacyjnym. 2,—.
- Zalewski B., Inż. Silniki lotnicze. Część I. Str. 128. 1927 r. 4,50.

## 7. MATEMATYKA

- Bartel K., dr. prof. Geometria wykreślna. Str. 427. Wydanie II. 1922 r. 8,—.
- Bartel K. Dr. Rzuty cechowane. 1931, str. 87 z 71 rysunkami. 12,—.

- Białobrzęski C., prof. Wykłady o teorii Bóbr S. Dr. Geometria analityczna. Według wykładów wygłoszonych na wydziałach inżynierji ładowej, inżynierji wodnej i geodezyjnym Politechniki warszawsk. 1931, str. 591 ze 117 rysunkami. 13,60.
- Brodziński L.: Wzory matematyczne. Zawierają: algebra, geometria, dodatek. 1930, str. 93. 1,—.
- względności. Str. 103. 1923 r. 2,—.
- Bóbr S., dr. Badanie funkcji linjowej oraz trójmianu 2-go stopnia. Str. 115. 1,20.
- Czajkowski M., dr i Kuczer W., dr. Czterocyfrowe tablice logarytmów. Str. 72. Wydanie II. 1,—.
- Dybizbański J. 25 tablic mnożenia od i do  $250 \times 50$ . 1929, str. 27. 2,—
- Ernst M., dr. Astronomia sferyczna. Str. 606. 1928 r. 30,—.
- Garlicki S., prof. Geometria wykreslna. Str. 654. Wydanie II. 1925 r. Litogr. 11,60.
- Gauss K. F. Rozważania ogólne o powierzchniach krzywych. Str. 71. 1913 r. 3,—.
- Gologórski T. M., dr. Rachunek wyrównawczy. Str. 121. 1927 r. 5,40.
- Goursat E., prof. Kurs analizy matematycznej. T. I. Str. 494. 1923 r. Wydanie II. 4,—.
- Hardy G. H. Kurs analizy. Rachunek różniczkowy i całkowy. 1930. 35,—
- Hoborski A., dr. Wyższa matematyka. Cz. I. Wydanie II. Str. 490. 1928 r. 9,90.
- Hoborski A., dr. Wyższa matematyka. Cz. II. Str. 390. 1923 r. 6,20.
- Hobson E. W. Trygonometria płaska. Str. 413. 1917 r. 15,—.
- Hoene-Wroński J. M. Nasze rozważania metafizyki rachunku nieskonczonościowego. Str. 32. 1928 r. 2,—.
- Jachimowski St. Tablice tangensów. Str. 53. 1928 r. 6,—.
- Kaplański H. Wzory matematyczno-fizyczne. 1930, str. 204. 2,—.
- Klein F. Odczyty matematyczne. Str. 110. 1899 r. 2,60.
- Pascal E. Repetytorjum matematyki wyższej. T. II. Str. 728. 1900 r. 13,—.
- Pascal E. Ćwiczenia z rachunku różniczkowego i całkowego. Str. 226. 1909. 6,—.
- Plamitzer A., dr. Aksonometria prostokątna. Str. 208. 1925 r. 12,—.
- Pogorzelski W., dr. Zarys teorii wektorów. Str. 71. 1925 r. 4,80.
- Pogorzelski W., dr. Analiza matematyczna. Kurs II. Str. 196. 1925 r. Litogr. 5,60.
- Pogorzelski W., dr. Analiza matematyczna. Kurs III. Str. 143. 1924 r. Litogr. 4,20.
- Pogorzelski W., dr. Geometria analityczna na płaszczyźnie i w przestrzeni. Str. 518. 1928 r. 12,—.
- Poradnik dla samouków. T. III. Matematyka. Uzupełnienie do tomu I. Str. 188. 1923 r. 3,—.
- Rudnicki I., dr prof. Rachunek różniczkowy i całkowy. Cz. I. Str. 166. 1923 r. 4,—.
- Rudnicki I., dr prof. Rachunek różniczkowy i całkowy. Cz. II. Str. 379. 1924 r. 9,—.
- Rudnicki I., dr. prof. Geometria nieeuclidowska hiperboliczna. Str. 55. 1,50.
- Rudnicki I., dr prof. Geometria analityczna. Str. 248. 1924 r. Litogr. 4,—.
- Rudnicki I., dr prof. Analiza II. Wydanie III. Str. 393. 1922 r. Litogr. 3,60.
- Rudziński G. Zbiór ćwiczeń i zadań z rachunku różniczkowego i całkowego. Cz. I. Str. 552. 1928 r. Litogr. 14,—.
- Sierpiński W., dr. Teoria liczb. Str. 410. Wydanie II. 1925 r. 10,—.
- Sierpiński W.; dr. Funkcje przedstawialne analitycznie. Str. 104. 1925 r. 6,—.
- Sierpiński W., dr. T. I z C. I. Liczby rzeczywiste i zespolone. 1923 r. 3,50.
- Sierpiński W., dr. Analiza. T. I. Cz. II. Działania nieskonczone. Str. 278. 1925. 4,50.
- Sierpiński W., dr. Analiza. T. II. Cz. III. i IV. Funkcje elementarne i rachunek różniczkowy. Str. 262. 1925 r. 3,30.
- Sierpiński W., dr. Teoria liczb niewymiernych (Wstęp do analizy). Str. 122. 6,—.
- Śleszyński I., dr prof. Teoria dowodu. Opracował Zaremba S. Str. 190. 1925. 4,70.
- Smoluchowski M. O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw Fizyki, opartych na prawdopodobieństwie. Str. 26. 1923. 1,—
- Warchalowski E., inż. Rachunek wyrównania według metody najmniejszych kwadratów. Str. 188. 1923 r. 3,50.
- Weber H. Podręcznik algebry wyższej. Str. 581. 1925 r. 10,—.
- Weigel K., inż. dr. Rachunek wyrównawczy. Str. 336. 1923 r. 9,—.
- Weigel K., inż. dr. Badanie formuł empirycznych przy pomocy szeregów Taylora. Str. 16. 1,50.
- Włodarski F., dr. Geometria analityczna płaska. Cz. I. Str. 337. 1924 r. 8,—.
- Włodarski F., dr. Konstrukcje geometryczne. Str. 58. 1924 r. 3,—.
- Wolfke L., prof. dr. Geometria wykreslna. Str. 144. 1924 r. Litogr. 3,20.
- Wolfke L., prof. dr. Wykłady geometrii wykreslnej. T. I. Zasady teorii perspektyw. Str. 166. 1928 r. 9,20.
- Zaremba S., prof. Wstęp do analizy. Cz. II. Str. 288. 1918 r. 8,—.
- Zieniewski W. Teoria błędów. 5,—.

## 8. MATERJAŁOZNAWSTWO

### a) Ogólne

- Bolland A. Prof. Dr. Towaroznawstwo. Wydanie VII. 1929, str. 219. 12,50.
- Lepszy T. Wybór praktycznych doświadczeń towaroznawczych. 1931, str. 102. 3,50.

- Malczewski i Wójcik. Encyklopedia towarowa. Str. 172. 1923 r. 4,—.
- Ober F. Chemja zawodowa (nauka o materiałach). —,75.
- Obrebski A. Wiadomości o drewnie jako surowcu. Z 50 rycinami na 3 tablicach. 2,75.
- Orłowski M. Materiałoznawstwo i chemja.

### b) Materiały budowlane

- Beton i sposoby jego przyrządzania. — 1928, str. 35 z 25 rys. 1,—.
- Bóbr W., Inż. Nowożytnie bruki asfaltowe. Str. 32. 1927 r. 1,50.
- Cegła cementowa, jej wyrób i użycie. (Wskazówki dla używających cegłę cementową). 1930, str. 133 z 193 ryc. 2,—.
- Ciesielski R., Inż. Asfalt naturalny i sztuczny w budownictwie. Str. 132. 1918. 6,—.
- Ciesielski R., Inż. Papa. Str. 87. 1922. 3,80
- Ciesielski R., Inż. Cementy. Str. 106. 3,80
- Ciesielski R., Inż. Asfalt naturalny. Str. 19. 1922 r. 3,80
- Dołęga-Otociński W. Tablica orientacyjna drewna użytkowego. (Ułatwienie obliczeń i kalkulacji materiałów budowlanych. 2,50.
- Domaniewski C. Cegła normalna polska wymiarów 27×13×6 cm, obowiązująca

- Podręcznik dla szkół zawodowych do kształcących oraz przemysłowo-rzemieślniczych i do użytku praktycznego. 1930, str. 122 z 36 rys. i 1 tablicą produktów destylacji węgla. 3,50
- Otolski S. Surogaty. Str. 33. 1926 r. 1,50.
- Struszyński M. Inż. Analiza techniczna. 1930 str. 543 z rys. 28,—

- postanowieniem Prezydenta Rzp. Polskiej z dnia 15/VII 1927 r. Tablice ilości cegieł, zapraw i ich składników. — 1929, str. 23. 5,—
- Jabłoński W. i Wiśniowski T. Kamienie naturalne. Str. 6. Patr: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Materiały budowlane. Dział z 2-go tomu „Technika“. 1908 r. 3,50.
- Materiały budowlane z betonu. Str. 12 z 29 rysunkami. 1,—.
- Nestorowicz M., Inż. Materiały do budowy i utrzymania dróg w Polsce. 1924. 1,50.
- Szwarc A. Technologia drewna. Str. 383. 1928 r. 11,—.
- Turczynowicz S., Inż. Materiały budowlane i ich łączenie. Str. 144. 1925 r. 5,—.
- Żerebecki M., Inż. Wyrób gontów. Str. 19. 1921 r. —,50.

### c) Paliwo

- Audibert E. i Raineau A. Nowoczesne teorie budowy chemicznej paliw stałych. Str. 56. 2,—.
- Blauth J., dr. prof. O torfie. Str. 168. 4,—.
- Czeczott H., prof. Sortownictwo węgla kamiennych. Str. 36. 1927 r. 4,—.
- Doliński J. Gaz świetlny i produkty boczne. —,60.
- Dominikiewicz M. Materiały opałowe. Str. 92. 1920 r. 3,—.
- Geritz W. Gospodarka ropna na kopalni. 1929 r. Str. 155. 10,—.
- Kruszewski S., Inż. O węglach donieckich. Str. 28. 1915 r. 1,—.
- Łubkowski K. O zastosowaniu torfu i brykietów torfowych do opalania parowozów na drogach żelaznych niemieckich. —,60.
- Łubkowski K. Praktyczne wskazówki, dotyczące zaoszczędzania opału w piecach i kuchniach. Str. 16. 1914 r. —,10.

- Łubkowski K. Sposoby zaoszczędzania opału w piecach mieszkaniowych i kuchennych. Str. 29. 1914 r. —,10.
- Łubkowski K. Jedynie racjonalne określenie ceny torfów opał. Str. 54. —,80.
- Musiałowicz. Nafta. Str. 65. 1905 r. —,25.
- Produkty naftowe. Normy i metody badania. W sprawie 6,—.
- Rudnicka Z. Węgiel, jego odmiany, własności i pożytki. —,20.
- Pawlewski B. Technologia nafty i wosku ziemnego. Str. 304. 1891 r. 12,—.
- Turczynowicz S., Inż. Torf. Str. 112. 3,—.
- Umiński Wł. O węgla kamiennym. —,25.
- Wandycz D., Inż. O metodzie Bergiusa. Str. 20. 1926 r. 1,50.
- Wykłady z zakresu techniki naftowej (III. kursu inżynierskiego). 10,—.
- Zagadnienie paliwa spirytusowego w Polsce. 1929. 4,—.

### d) Inne materiały

- Boguski J. J., prof. Materiały wybuchowe i ich znaczenie gospodarcze. Str. 58. 1922 r. 1,20.
- Hopliński J. Farby i spoiwa. Str. 162. 6,—.
- Miller L. Inż. Własności i analiza mydeł oraz proszków mydlanych w 3 częściach 1931, str. 118. 7,—.
- Miller L. Inż. Własności i analiza tłuszczów 1929, str. 349. 11,—
- Namysłowski S. Dr. Oleje izolacyjne do celów elektrotechnicznych. Str. 29, z ilustracjami. 2, —

- Rudnicka Z. Saletra, jej własności i pożytki. —,20.
- Rudnicka Z. Siarka, jej własności, otrzymywanie i pożytki. —,20.
- Tokarski F., Inż. Materiałoznawstwo (nauka o materiałach) dla metalowców w zakresie szkoły rzemieślniczo-przemysłowej i do kształcącej. Wiadomości wstępne z fizyki i chemji. Powietrze. Woda. Paliwo. Smary. Tworzywa. (Żelazo. Inne metale. Stopy). Materiały szlifierskie. Szczeliwa. Materiały izola-

cyjne. Farby, lakiery, kity. 1929. Str. 119, z rycinami. 4,50.

Verola P., Inż. Materiały wybuchowe. Str. 224. 1924 r. 5,—.

W. C. B. L. (Warszawska Centrala Badań

Lotniczych). Warunki techniczne dla materiałów używanych w lotnictwie. Dział V. Płótno. Str. 53. 1925 r. 2,75. Dział VIII. Cellony i lakiery (oraz chemicjalne). Str. 75. 1925 r. 3,15. Dział IX. Amortyzacja (guma). Str. 48. 3,15.

## 9. MECHANIKA I WYTRZYMAŁOŚĆ MATERJAŁÓW

Belzecki S., dr. Równowaga sił sprężystości w belce przyrzątecznej. Str. 35. 2,50.

Bogucki J., Bryła S., Pazirski S. i Thullie M. Statyka budowli. Str. 246. Fig. 382. Patrz: Bryła, Podr. Inżyn. T. II.

Bouffał S. Nauka mechaniki. Str. 422. 3,—.

Bryła S., dr. Podręcznik statyki budowli. Str. 320. 1925 r. 15,—.

Burzyński W., Inż. Studium nad hipotezami wyteżenia. 1928 r. Str. 191 ze 104 rysunkami. 9,—.

Chmielowiec A. Inż. Dr. Mechanika cięgien rozpiętych i jej zastosowanie w elektrotechnice i miernictwie. 1931, str. 63 z 6 rysunkami. 3,—.

Chmielowiec A., Inż. Studja nad najkorzystniejszym kształtem wieszarów i luków. 1928 r. Str. 54. 4,50.

Chyrosz W. Statycznie obciążone dźwigary stropowe i stropy ceglano-betonowe (Kleina) dla różnych rozpiętości i obciążeń z uwzględnieniem przepisów Min. Rob. Pub. 1930, str. 24. 10,—.

Czopowski H. Mechanika teoretyczna. T. I. Statyka. Str. 252. Wyd. II. 1921. 6,—.

Czopowski H. Mechanika teoretyczna. T. II. Kinematyka. Str. 127. Wyd. II. 3,—.

Czopowski H. Mechanika teoretyczna. Tom III. Dynamika punktu materialnego. Str. 192. Wyd. II. 1921 r. 6,—.

Czopowski H. Mechanika teoretyczna. Tom IV. Dynamika układów. Str. 238. Wyd. II. 1922 r. 6,—.

Gawecki B., dr. Zasady mechaniki ogólnej. Str. 215. 1922 r. 3,30.

Huber M. Dr. Inż. Wybrane zagadnienia wytrzymałościowe w konstrukcjach lotniczych. 1930, str. 50. 5,—.

Huber M. Mechanika ogólna. Str. 70. Fig. 114. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.

Huber M. Sprężystość i wytrzymałość. Str. 107. Fig. 99. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. II.

Huber M. Wzór wytrzymałości dla rur żelaznych. Str. 3. —,50.

Huber M. Kryterja stałości równowagi. 3,50

Humnicki A., Inż. Zasady nauki o wytrzymałości materiałowej. Str. 334. 1922. 7,20.

Jewniewicz H., prof. Teoria sprężystości. Str. 296. 1910 r. 4,—.

Kłóś C., dr. inż. Materiały do projektowania i obliczania bezprzegubowych luków parabolicznych. Cz. I. Obciążenie stałe. Str. 43. 1923 r. 1,50.

Kłóś C., dr. inż. Cz. II. Obciążenie ruchome. 1923 r. 2,15.

Karasiński L. Wytrzymałość tworzyw. 6,—  
Kraśniński L. Wytrzymałość tworzyw. T. I. Wyd. III. 1930, str. 424. 34,80, w oprawie 39,60.

Krasuski S., Inż. Mechanika stosowana. Str. 156. Wyd. III. 1926 r. 4,80.

Krasuski S., Inż. Wytrzymałość materiałów. 1923. Str. 86. 3,80

Krasuski S. Inż. Wytrzymałość materiałów. Podręcznik dla szkół zawodowych i do użytku praktycznego. Wyd. III, 1930, str. 86, z ryc. 3,80

Kucharzewski F. Mechanika w swym rozwoju historycznym. Str. 226. 1924. 3,10.

Mesnager A., prof. Naprężenia ciał stałych w postaci wirtualnej. Str. 12. 1924. 2,50.

Mierzejewski H., prof. Podstawy mechaniki ciał plastycznych. Str. 108. 1927 r. 10,—

Miller S., prof. Statyka budowli. Str. 506. 1926 r. Litogr. 10,—.

Nishian L. H. i Steinmann D. B. Wykreślna metoda obliczania belek ciągliwych. 1930, str. 39 z 23 rys. 3,90

Paszkowski W., inż. prof. Wykresy do wyznaczania naprężeń w belkach żelbetowych. Str. 4. 1926 r. 2,—.

Paszkowski W., inż. prof. Belki ciągle w ramownicach piętrowych. Str. 12. 1,—.

Prace Instytutu Aerodynamicznego w Warszawie. Zeszyt I. Str. 84. 1927 r. 10,—.

Prace Instytutu Aerodynamicznego w Warszawie. Zeszyt II. Str. 72. 1928 r. 10,—.

Pragłowski S. Zarys mechaniki technicznej w zastosowaniu do wiertnictwa, z atlasem. 3,—.

Przeborski A. Dr. Wykłady mechaniki teoretycznej. T. I. Zasady teorii wektorów. Kinematyka punktu i ciał sztywnych. 1930, str. 376. 20,—.

Radziszewski I., prof. Statyka wykreślna. Str. 438. Wydanie II. 1923 r. Litogr. 6,—.

Radziszewski L., prof. Wykład Hydrauliki. Str. 550. 1927 r. Skr. Litogr. 16,—.

Routh E. I. Statyka teoretyczna. Str. 453. 1916 r. 7,50.

Straszewicz Z. Mechanika I. Statyka (skr.). 5,20.

Straszewicz Z. Zbiór zadań z mechaniki. (skrypt). —,80.

Straszewicz Z. Mechanika. 1,10.

Straszewicz Z. Rola przemysłu w niepodległej Polsce. —,20.

Straszewicz Z. Nauka o ruchu. Str. 354. Wydanie II. 1923 r. 7,60.

- Szelągowski F., Inż. W sprawie stateczności prętów o zmiennym momencie bezwładności. Str. 59. 1927 r. 3,—.
- Technik. Podręcznik dla inżynierów. T. I. Zeszyt 2. Rach. wekt. i Statyka. 2,40.
- Technik. Podręcznik dla inżynierów T. I. Zeszyt 3. Dynamika. 4,50.
- Technik. Podręcznik dla inżynierów T. I. Zeszyt 4. Dynamika (dok.). 1,80.
- Technik. Podręcznik dla inżynierów T. I. Zeszyt 5 i 6. Hydraulika a 1,80.
- Technik. Podręcznik dla inżynierów T. I. Zeszyt 7. Aerodynamika (w druku). 1,80
- Thullie M., dr. prof. Teorja ram. Str. 168. 1922 r. 4,—.
- Troskoleński A. Hydromechanika. Str. 276. 1925 r. 12,—.
- Troskoleński A. Najnowsze prądy w hydromechanicie. —,75.
- Wierzbicki W. Mechanika budowli. 1929 r. Str. 603. 40,—.
- Wierzbicki W. Teorja dźwigarów załamanych w planie. Str. 82. 1926 r. 5,—.
- Wierzbicki W. Rozkład naprężeń w murach szczelnych. Str. 21. 1927 r. 1,50.
- Windakiewicz M., Inż. Gen. Balistyka. Str. 140. 1923 r. 2,40.
- Witoszyński C., prof. Hydraulika. Str. 311. Wydanie III. 1924 r. Litogr. 5,60.
- Witoszyński C., prof. Aerodynamika. Str. 239. 1928 r. 25,—.

## 10. METALOZNAWSTWO

### Metalografja i hutnictwo

(obróbka metali, mechaniczna i termiczna patrz dział 17)

- Anczyc S., dr. prof. Badania metalograficzne w zastosowaniu fabrycznym. Wydanie II. Str. 86. 1926 r. 6,—.
- Anczyc S., dr. prof. Żelazo. Wydanie II. Str. 134. 1926. r. 12,—.
- Anczyc S., dr. prof. Techniczne stopy metali. 1928. Str. 134. 6,25.
- Broniewski W. Opór elektryczny i rozszerzalność metali. Str. 26. 1926 r. 3,—.
- Broniewski W., Inż. Ćwiczenia i prace z metalografji. 1929. Str. 109, z rycin. 15,—.
- Czochralski I. Metaloznawstwo w świetle zadań praktyki. Str. 31. 1926 r. 3,60.
- Feill A. Metale. Skóry i futra. Tkaniny. 1,80.
- Feszczenko-Czopiowski Inż. Dr. Metaloznawstwo. Cz. I. 1930, str. 420 z 192 rys. w oprawie 32,—
- Gierdziejewski K. Inż.: Kurs odlewnictwa. T. I. Topienie metalu w odlewniach. — 1930, str. 332 z 3 tabelami 157 rys. w oprawie 24,—.
- Gierdziejewski K., Inż. Kalkulacja kosztów własnych w odlewniach. Str. 5. 1,—.
- Gustawicz B. i Wyrobek E. Wiadomości o metalach. Str. 134. 1921 r. 3,80.
- Herzberg E. Zarys wiadomości o metalach. Do użytku pracowników przemysłu metalowego. 1928. Str. 52. 1,60.
- Kiskaziewicz T. Przemysł złotniczy. Podręcznik dla złotników i jubilerów i bronzowników. 16 tablic. 1,50.
- Krukowski-Korwin H. Wstęp do hutnictwa żelaza. Str. 254. Wydanie II. 1923. 7,—
- Kuczewski W., Inż. Budowa wielkiego pieca. Str. 19. 1923 r. 2,—.
- Kuczewski W., Inż. Opalanie pyłem węglowym pieców kuźniczych. Str. 19. 1,50.
- Kuśmierski Fr. Modelarstwo, podręcznik do użytku w szkołach i praktyce. Str. 227. 1919 r. 3,20.
- Paszkowski K. Krótki zarys odlewnictwa żeliwa. Str. 127. 1922 r. 4,80.
- Południowo-rosyjskie Tow. met. Opis huty Dnieprowskiej. Str. 135 z atlasem. 6,—.
- Tokarski F., Inż. Technologia metali. Materiały wyrobowe. Wydanie II. Str. 215. 1928 r. 6,80.
- Wrażej Wl., dr. inż. Metale w przemyśle. Str. 143. 1928. 5,25.
- Zientarski S., Inż. Odlewnictwo. Część I. z atlasem. Str. 290. 1923 r. 9,—.
- Zubko J., Inż. Stale konstrukcyjne. 45,—.
- Zubko J. Inż.: Mierzenie twardości w zastosowaniu do przemysłu metalowego. 1929, str. 60 z 16 rys. i tablicą. 3,—.

## 11. MIERNICTWO

- Barczewski W. Rzędne sferyczne i geograficzne w geodezji. 2,20.
- Biedrzycki S. Podręcznik miernictwa dla rolników (z uwzględnieniem niwelacji). Str. 96 z rycinami. 3,—.
- Czech M. Najprostsze sposoby mierzenia gruntów dla użytku gospodarzy roln. 2,—.
- Dziakiewicz W. Geodezja. 1927. Str. 312 z 203 rysunkami w tekście. 10,—.
- Domański. Jak niwelować. Str. 66. 2,50.
- Dziakiewicz W. Miernictwo. Wydanie III. Str. 195. 1920 r. 4,80.
- Dziakiewicz W. Pomiary większych obszarów i podział czyli parcelacja gruntów. 1,—.
- Ehrenfeucht W. Miernictwo. Wyd. III. 1930 str. 265 z 212 fig. 15,—
- Gauss F. G., prof. dr. Tablice przyrostów współrzędnych prostokątnych. 8,—.
- Gąsiewicz S. Terenoznawstwo, kartoznawstwo i zdjęcia terenu. Podręcznik dla

- oficerów i szkół oficerskich. 1931. Wydanie III. Str. 265 z rysunkami. 6,—.
- Instrukcja parcelacyjna. 1928. 5,—.
- Jachimowski St. Tablice tangensów. Str. 53. 1928 r. 6,—.
- Jakubiszyn D. Miernictwo. Część I. Str. 134. 1924 r. 2,50.
- Kluźniak S., Inż. Analiza poligonozy i techniki scaleniowej. Str. 64. 1924 r. 5,—.
- Kluźniak S., Inż. Geodezja. Str. 1142. 74,—.
- Kolanowski W. Rzuty kartograficzne. 10,—.
- Kucharzewski F. Piśmiennictwo techniczne polskie. T. I. Str. 326. 1911 r. 10,—.
- Maksys M., Inż. Zbiór ustaw, rozporządzeń i instrukcji mierniczych (w streszczeniu) obowiązujących na obszarach byłej Galicji. 1926. Str. 85. Litogr. 20,—.
- Matswański J., Inż. Tablice dla redukcji interwałów 24 m. do poziomu przy pomiarach przyrządem „Jäderina“. Str. 12. 1927 r. 4,20.
- Min. Reform Rolnych. Instrukcja techniczna do wykonywania robót mierniczych. 1926 r. 25,—.
- Min. Reform Rolnych. Przepisy o mierniczych przysięgłych. Str. 37. 1927. 4,40.
- Min. Reform Rolnych. Instrukcja parcelacyjna. Str. 121. 1928 r. 4,—.
- Niedzielski T., Inż. Tabele i wzory do obliczania spółrzędnych geogr. i prostok. wiernokątnych. Str. 40. 1924 r. 6,—.
- Niezbrzycki J. Nauka o terenie. Wykłady i ćwiczenia dla hufców szkolnych i oddziałów przysposobienia wojskowego. 1928. Wydanie II. Str. 164 z 72 rysunkami. 3,—.
- Normy opłat za prace i czynności miernicze. Str. 4. 1925 r. 2,—.
- Przepisy o scalaniu gruntów. Część I. Str. 66 i część II. Str. 104. 1926 r. 6,—.
- Przepisy o zniesieniu służebności gruntowych. Str. 78. 1927 r. 3,—.
- Przepisy pomiarowe metodą triangulacyjną i poligonową. Wydanie II. Zawiera Rozporz. M. R. P. z dn. 17/X 1928. Str. 195 z rysunkami. 28,—.
- Sienkiewicz J., Inż. Miernictwo. Część I. Str. 117. 8,—.
- Skibiński K., Inż. Tyczenie tras. Część I. i II. 1922 r. 6,—.
- Szczawiński L. Prawdzic. Narzędzia miernicze w obrocie publicznym. 1,—.
- Tabela zamiany powierzchni sążniowych na metryczne i odwrotnie. 1,20.
- Tabele przeliczenia miar i wag polskich i rosyjskich na metryczne i naodwrot do użytku praktycznego. 1930, str. 61. 3,—.
- Ustawa o mierniczych przysięgłych. Str. 8. 1925 r. 1,—.
- Warchałowski E., Inż. Niwelacja geometryczna. I Niwelacja topograficzna. II Niwelacja precyzyjna. Str. 324. 10,—.
- Weigel K. Miernictwo. Część II. Str. 56. Figur 45. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Weigel K., Inż. Dr. Nowa metoda wyrównania triangulacyjnych sieci wieńcowych. Str. 22. 2,—.
- Weigel K. O dostosowaniu tymczas. sieci triangulacyjnych do ostatecznej sieci triang. Państwa Pol. 2,—.
- Weigel K. Rachunek wyrównawczy. Str. 13. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Weigel K. Rachunek wyrównawczy. Str. 336. 1923 r. 9,—.
- Wereszczyński E., inż. pułk. Niwelacja, tachymetria, oraz sposoby tyczenia luków. Str. 70. 1921 r. —,55.
- Wilczkiewicz E. Inż.: Zasady zdjęć fotografometrycznych. 1930, str. 136 ze 120 ilustr. 14,—.
- Wojtan W. Miernictwo. Część I. Str. 61. Figur 79. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Wroński P. C. Rektyfikacja niwelatorów. 1927 r. 1,20.
- Wykaz obliczenia węzłowych azymutów. 1,20.
- Wykaz szkicowników polowych. —,5.
- Wykonanie prac agrarnych w Polsce i środki naprawy. Str. 79. 1926 r. 3,50.
- Zagórecki J. Geometra praktyczny. I. Przebieg zdjęcia polygonalnego i pomiaru taśmą. Z dodatkiem tablic, zamiany powierzchni sążniowych na metryczne i odwrotnie. 2,—.
- Zagórecki J. Geometra praktyczny. II. O pomiarach stołem mierniczym. 1,60.
- Zagórecki J. Formularz dla geometrów do obliczania ciągu polygonalnego z objaśnieniem użycia i przykładem. 1,20.
- Zdziarski-Gozdawa S. Scalanie gruntów (Komasacja) w świetle ustaw i rozporządzeń, obowiązujących na całym obszarze Rz. P. z wyjątkiem woj. Śląskie-go. 1930, str. 101. 4,—.

## 12. NAUKI EKONOMICZNE

- Bohm-Bawerk E. Teoria wycisku. Str. 55. 1922 r. 1,50.
- Bohm-Bawerk E. Kapitał i zysk z kapitału. Dział I. Str. 365. 6,70.
- Caro L.: Solidaryzm, jego zasady, dzieje i zastosowania. 1931, str. 423. 20,—.
- Gide K., prof. Pierwsze wiadomości z ekonomji politycznej. Str. 130. 1925 r. 3,—.
- Grabowski E. Ubezpieczenia społ. w państwach współczesnych. Wydanie II. Str. 285. 6,—.
- Grabski S. Prof. Ekonomia społeczna, Z. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8 po 3,—.
- Krzywicki L. Studja socjologiczne. 8,35.
- Lewiński I. S. Zasady ekonomji polit. 5,—.
- Loth I. Wykład geografji ekonom. ziem polskich. 3,80.
- Marshall A. Zasady ekonomiki. T. I. 8,—.

Miedzyblocki J. Dr.: Zdolność konkurencyjna samochodu ciężarowego w stosunku do kolei żelaznej ze szeregowej uwzględnieniem warunków szwajcarskich. Spolszczył inż. A. Brodzie-Lipiński. — 1930, str. 128. 5,—.

Ricardo D. Zasady ekonomji politycznej i podatowania. 3,35

Rybarski K. Wartość, kapitał i dochód. 4,30

Rybarski K. System ekonomji polit. 6,50

Straszewicz Z. Zarys ekonomji polit. 5,50.

Tuhan-Baranowski M., prof. Społeczne zasady kooperacji. Str. 439. 1923 r. 8,—.

Weigt H., dr. Geografia gospodarcza ziem Polskich. Wydanie III. Str. 88. 2,60

## 13. NAUKI PRZYRODNICZE

### a) Chemja i technologia chemiczna

Audibert E. i Raineau A. Nowoczesne teorie chemicznej budowy paliw stałych. Str. 56. 2,—.

Bielecki I., prof. Chemja związków tłuszczowych. Wydanie II. Str. 408. 1922. Litogr. 4,80

Bielecki I., prof. Chemja organiczna. Część II. Związki aromatyczne. Str. 448. 1922. Litogr. 5,—

Bielecki I., prof. Rzut oka na rozwój chemji w XIX stuleciu. Str. 41. 1901. 1,—.

Bolland, prof. dr. Mikrochemja. Str. 280. 1918 r. 6,60.

Browiński I. i Suchowiak Z. Przewodnik do ćwiczeń z zakresu analizy chemicznej. Str. 80. 1923 r. 1,30.

Bruner L. i Tołłoczko S. Chemja nieorganiczna. Str. 424. Wydanie VII. 13,—.

Chemiczny Instytut Badawczy. Str. 23. —,80.

Diels O., prof. Podręcznik chemji organicznej. Str. 360. 1926 r. 10,—.

Duchowicz B., prof. Analiza chemiczna. (Pojed. i złożona). Str. 52. 1905. 1,40.

Gałecki A., prof. dr. Świat atomów. Str. 30. 1923 r. —,80.

Gattermann L., dr. Preparatyka chemiczna organiczna. Str. 354. 1922 r. 5,—.

Harabaszewski I. Chemja przemysłowa nieorganiczna. Str. 162. 1922 r. 3,30.

Kopaczewski W. Doniosłość koloidów w biologji i medycynie. Str. 94. 1922 r. 3,30.

Korczyński A. Dr. Preparatyka organiczna. Metody utleniania i dehydrogenacji w chemji organicznej. Po śmierci autora do druku przygotował K. Hrynakowski. 1930, str. 172. 7,—.

Korczyński A., dr. prof. Kurs preparatyki chemicznej nieorganicznej i organicznej. Str. 112. 1922 r. 1,60.

Korczyński A., dr. prof. Synteza organiczna w pracowni chemicznej i w przyrodzie. Str. 27. 1923 r. —,60.

Kraszewski W. Podręcznik dla analizy chemiczno-technicznej. Książka dla studentów, inżynierów-chemików, lekarzy, laborat. fabryczn. 5,80.

Kwiatkowski E. Zagadnienia przemysłu chemicznego na tle wielkiej wojny. Str. 188. 1923 r. 3,—.

Lepape A. Nieciągłość i jedność materji. Str. 98. 1922 r. 2,—.

Małyżko N. Wojna chemiczna. 4,—

Marchlewski L. Chemja organiczna. 8,—

Micewicz S. Problem azotowy oraz jego gospodarce i wojenne. 1,—.

Micewicz S. Dr. Inż. Chemja materiałów wybuchowych. Str. 183, 1926 r. 2,50

Miller L. Inż. Własności i analiza tłuszczów. 1929, str. 349. 11,—

Mollwo-Perkin P. Dr. Krótka preparatyka nieorganiczna. Str. 251, 1917 r. 2,—

Moureu K. Chemja i wojna. Str. 303, 1928 r. 3,20

Moycho St. i Zienkowski F. Krótki zarys chemji. Str. 306. 1928 r. 8,—.

Olszewski S. Dr. Inż. Polskie nawozy sztuczne. Str. 94, 1924 r. 4,—

Orłow M. Materjałoznawstwo i chemja. — Podręcznik dla szkół zawodowych do kształcących oraz przemysłowo-rzemieślniczych i do użytku praktycznego. 1930, str. 122 z 36 rys. i 1 tablicą produktów destylacji węgla. 3,50

Ost H. Prof. Technologia chemiczna. Cz. I, str. 374, 1924 r. 10,—

Ost H. Prof. Technologia chemiczna. Cz. II, str. 307, 1922 r. 10,—

Ostwald W. Prof. Dr. Szkoła chemji. Str. 282, 1907 r. 6,—

Pawlewski B. Technologia nafty i wosku ziemnego. Str. 304, 1891 r. 12,—

Porczyński A. Dr. Kurs preparatyki chemji nieorganicznej i organicznej. Str. 112, 1922 r. 1,60

Porczyński A. Dr. Synteza organiczna. — Str. 27, 1923 r. —,60

Różański B. Inż. Technologia przemysłów podlegających podatkowi konsumcyjnym. Cz. I, str. 48, 1925 r. 2,—

Scheid K. Zbiór doświadczeń chemicznych. Str. 135, 1925 r. 1,20

Struszyński M. Inż. Analiza techniczna. — 1930, str. 543 z rys. 28,—

Szniolis A. Inż. Dezynfekcja wody. 1927 r. 2,—

Szperl L., Prof. Chemja ogólna. Str. 325, 1923 r. Lit. 4,—

Śliwiński T., Inż. Chemiczny przemysł w Polsce. Str. 121, 1923 r. 1,80

Świętoławski W., Dr. Chemja fizyczna. T. I, str. 278, 1923 r. 9,60

- Świętosławski W., Dr. Chemja fizyczna  
T. II, str. 432, 1923 r. 11,60
- Świętosławski W., Dr. Chemja fizyczna.  
T. III, str. 372, 1928 r. 24,—
- Verola P., Inż. Materiały wybuchowe. Str.  
224, 1924 r. 5,—
- Wandycz D., Inż. O metodzie Bergiusa. —  
Str. 20, 1906 r. 1,50

### b) Fizyka

- Białobrzeski Cz., Prof. Teorja elektronów.  
1928 r. Lit. 13,50
- Boutaric A. Życie atomów. Str. 252, 1927 r.  
4,50
- Chrzanowski S., Inż. Błędy przy pomiarach  
temperatur. Str. 15, 1925 r. —,50
- Einstein A. O szczególnej i ogólnej teorii  
względności. Str. 104, 1922 r. 1,65
- Fuchs Z. Przyczynek do teorii oporu przy  
ślizganiu i toczeniu się ciał stałych. 3,—
- Fuks Z., Inż. Dr. Budowa materji. Str. 32,  
1923 r. —,50
- Groszkowski J. Metoda kompensacyjna kontroli  
stałości fali. Str. 61. 5,—
- Grotowski M. Dr., Sadzewiczowa M., Werner  
W. Dr. i Ziemecki S. Dr.: Dzieje  
rozwoju fizyki w zarysach. 2 tomy. (Za  
całość) 70,—.
- Grotowski M. Prof. Fizyka II. Elektryczność  
i optyka. Str. 363, 1921 r. Lit.  
2,—
- Grotowski M., Prof. Fizyka II. Jony i elek-  
trony. Str. 194, 1922 r. Lit. 2,—
- Heilpern M. Krótki wykład fizyki tech-  
nicznej. Ilustr. 235. 3,35
- Iwanowski A. Podstawowe zagadnienia fi-  
zyki w filozoficznym określeniu. Str.  
128, 1922 r. 2,—
- Jablczyński K., Dr. Pierwiastki promienio-  
twórcze. Budowa atomu. Str. 52, 1923 r.  
2,40
- Lepape A. Nieciągłość i jedność materji.  
Str. 98, 1922 r. 2,—
- Lummer O. Nowe postępy optyki geome-  
trycznej. Str. 42, 1920 r. Lit. 2,10
- Natanson W., Dr. Nauka fizyki. T. I, str.  
174. 2,10
- Natanson W., Dr. Nauka fizyki. T. II, str.  
255. 2,90
- Natanson W., Dr. Nauka fizyki. Tom III,  
str 368. 10,—
- Poincaré H. Teorja Maxwella i fale Hertza.  
Str. 112, 1917 r. 3,—
- Polkie placówki badawcze. Nauki fizyczne.  
Technika, str. 135, 1925 r. 7,50
- Smoluchowski M., Prof. O pojęciu przypad-  
ku i pochodzeniu praw fizyki, opar-  
tych na prawdopodobieństwie. Str. 26.  
1923 r. 1,—
- Smoluchowski M., Prof. Kilka uwag o ana-  
logjach fizycznych. Str. 10. 1918 r.  
2,—
- Smoluchowski M., Prof. Pisma. T. I—III.  
Zł. 12+24+10). 46,—
- Witkowski A. Zarys fizyki. Str. 483, 1926 r.  
10,—
- Wolfke M., Dr. Zasady teorii ciepła, Str.  
120, 1924 r. 3,60
- Wolfke M., Dr. Fizyka. Rachunek wektor-  
owy, magnetyzm, elektryczność, zasady  
termodynamiki. Cz. I, II i III z doda-  
tkiem. Str. 458, 1923 r. Lit. 8,—

### c) Inne nauki przyrodnicze

- Brzeziński M. Z dziedziny przyrody i prze-  
mysłu. Cz. I i II. Z pośród zwierząt i ro-  
ślin. Str. 248, 1921 r. 2,50
- Brzeziński M. Z dziedziny przyrody i prze-  
mysłu. Cz. III i IV. Przyroda martwa.  
Str. 198, 1921 r. 2,50
- Cizancourt H. Złóża ropy w Polsce. Harklo-  
wa. 6,—
- Dobrowolski A. B. Historia naturalna lodu.  
Str. 940, 1923 r. 10,—
- Klein P. Meteorologia Ogólna. Str. 439.  
1915 r. 7,50
- Kopaczewski W. Doniosłość koloidów w bio-  
logji i medycynie. Str. 94. 1922 r. 3,30.
- Lewiński I., Prof. Podstawy mineralogji  
i geologji. Wyd. II, str. 208, 1924 r.  
5,—
- Merecki R. Klimatologja ziem polskich.  
Str. 313, 1915 r. 12,—
- Poradnik dla Samouków. Tom IV. Krystal-  
lografja. Str. 228, 1924 r. 4,50
- Poradnik dla samouków. Tom V. Mineralo-  
gja i petrografja. Str. 769, 1925 r. 10,—
- Rudzki M. P., Dr. Zasady meteorologji. Str.  
161, 1917 r. 6,—
- Siemiradzki I., Prof. Dr. Geologja ziem pol-  
skich. Tom I. Formacje starsze. Str.  
535, 1922 r. 8,50
- Szule K. Meteorologja. Str. 8. Patrz Bryła,  
Podr. Inż. T. I.
- Tokarski J. „Dr. Petrografja. 1928 r. 24,—
- Tolwiński K. Kopalnie nafty i gazów ziem-  
nych w Polsce. Z. III. Schodnica-Urycz-  
Opaka-Orów-Łopianka i Spas-Witwica-  
Pobuk-Synowódzko wyżne-Strzelbice. —  
1929, str 52, z 1 barwną mapą geolo-  
giczną i 12 ryc. 9,—
- Tolwiński K. Kopalnie nafty i gazów ziem-  
nych w Polsce. T. I. Brzeźne Karpaty  
wschodnie. 1929, str. 208 z 22 ryc. 2 ma-  
pami kolor. i 1 tablicą, w oprawie 30,—
- Weyberg Z. Krystalografja opisowa. Str.  
390, 1925 r. 18,—
- Wiśniewski T. Geologja inżynierska. Str.  
15. Patrz: Bryła, Podr. inż. T. I.
- Zuber R. Flisz i nafta. 28,—



## 14. NORMALIZACJA

Polski Komitet elektrotechniczny. Przepisy i normy, kompl. 6,50

Polski Komitet normalizacyjny. Polskie normy, kompl. z przesyłką 27,51

## 15. ORGANIZACJA PRACY

### a) Ogólne

- Biegeleisen B., dr. Poradnictwo zawodowe a szkoła. Str. 45. 1928 r. 1,50.
- Bogdanowicz i Tymowski. Bezpieczeństwo w zakładach przemysłowych. 1927. 2,—.
- Le Chatelier H., prof. Filozofia systemu Taylora. Str. 185. 1926 r. 6,20.
- Chodorowski J. Zastosowanie naukowej administracji w przedsiębiorstwie wydawniczo-graficznym. 1929, str. 87. 4,50.
- Claperede E., dr. Poradnictwo zawodowe. Str. 87. 1924 r. 3,50.
- Drecki J. Organizacja pracy, produkcji i zbytu. 1,60.
- Dąbrowski A., Inż. Główne wytyczne do organizacji komunikacji samochodowej. Str. 266. 1926 r. 8,50.
- Drzewiecki P., Inż. Ustrój administracji państwowej i samorządowej w świetle naukowej organizacji pracy. Str. 13. 1924 r. —,10.
- Drzewiecki P., Inż. Wpływ skrócenia czasu pracy na koszty wydobycia węgla. Str. 8. 1926 r. —,30.
- Emerson H. Dwanaście zasad wydajności. Wydanie II. Str. 344. 1926 r. 7,50.
- Fayol H. Administracja przemysłowa i ogólna. Str. 198. 1926 r. 7,80.
- Ford H. Moje życie i dzieło. Wydanie II. Str. 275. 1925 r. 5,50.
- Gehring K.: Amerykańska administracja przedsiębiorstw przemysłowych. Geneza podstawy stosowania w Polsce. 1930, str. XXVI i 638. 19,50.
- Hauswald E., prof. Przemysł. Str. 258. 15,—
- Hauswald C. Uwagi o administracji ogólnej i technicznej w Polsce. —,40.
- Hauszylid W. Wybór zawodu, organizacja i metoda badań. Str. 48. 1924. 2,—.
- Hauszylid W. Organizacja biura porady zawodowej. Str. 20. 1924 r. 1,50.
- Instytut doświadczalny w Polsce, założony 8 marca 1927 r. Str. 32. z rycinami. 2,—
- Inst. Nauk. Org. Siatki do wykresów Gantt'a NN. 1, 2, 3 i 4 a —,20.
- Inst. Nauk. Org. Instrukcja i nomogram dla wykresów Gantt'a. 1,—.
- Jabłoński K. Organizacja pracy biurowej. Str. 178. 1928 r. 10,—.
- Jankowski S. Inspekcja pracy. Rozp. Prez. Rz. P. z 14/VII 1927 (Dz. U. Nr. 67, poz. 590) 1930, str. 136. 4,—
- Jastrzębski W. Organizacja pracy fizycznej. Str. 168. 1926 r. 5,—.
- Jastrzębski W. Uwagi o organizacji użytkowania pracy fizycznej. Str. 10. —,70.
- Kent W. Badanie zakładu przemysłowego. Str. 103. 1925 r. 3,80.
- Komitet Federacji Stow. Inż. Amer. Mar-notrawstwo w przemyśle. Str. 392. 14,40.
- Krzyżanowski W. Organizacja zakładów Forda. Str. 48. 1926 r. 2,20.
- Langer O. Zasady ogłaszania. Str. 361. 1927 r. 9,20.
- Mokrzycki G. A. Przykład zastosowania Naukowej Organizacji. Str. 75. 7,—.
- Mokrzyński I., Inż. Zarys organizacji pracy. Str. 152. 1925 r. 4,50.
- Orłow M. Organizacja warsztatu pracy. — Wskazówki dla rzemieślników i uczniów szkół zawodowych. 1929, str. 29. 1,—
- Podgórski P. Inż.: Zabezpieczenie pracy przy szlifowaniu. 1931, str. 38 z 22 rys. i 2 tabl. 1,—.
- Projekty konwencji zalecenia przyjęte przez Międzynarodową Konferencję Pracy na dwunastu sesjach w latach 1919—1920. 1919, str. 262. 6,—.
- Simon O. O poradnictwie zawodowym. 1930 str. 207. 5,50
- Strausman I. Dr., Rottenstreichowa F. Dr.: Organizacja przedsiębiorstwa przemysłowego na tle obowiązującego ustawodawstwa w zarysie. 1930, str. 112. 3,30.
- Taylor W. Zasady organizacji naukowej zakładów przemysłowych. Str. 74. 1,50.
- Taylor W. Zarządzanie warsztatem wytwórczym. Str. 261. 1926 r. 6,—.
- Thompson C. B., Inż. System Taylora. Str. 99. 1925 r. 4,50.
- Tillinger T., Inż. Wydajność pracy. Str. 86. 1926 r. 2,—.
- Tillinger T., Inż. Podstawy psychologiczne wydajności pracy. Str. 89. 127 r. 2,20.
- Tomanek Fr., dr. Handel towarowy i pieniądze, oraz jego organizacja. 1926. 9,60
- Tomaszewicz S. Zarys zasad naukowej organizacji pracy oraz ich zastosowanie w biurowości. (System bezdziennikowy). 1930, str. 192 z ryc. 6,—
- Uzarowicz L. Inż. Metodyka i programy zajęć w warsztatach szkół technicznych. 1929, str. 30. 3,—
- Weitsch E. Technika pracy umysłowej. — Przewodnik w samokształceniu i oświacie. 1930, str. 47. 2,—
- Zieliński J. Higiena pracy. 1929. Str. 354. 9,—.

## b) Psychotechnika

- Dąbrowski Z. P. Punktowanie jako metoda badania zmęczenia umysłowego. Str. 124 1925 r. 4,—.
- Jaroszyński T., dr. Metody badań psychologicznych w szkole. Str. 198. 1925. 8,—.
- Jotejko F. Metoda testów umysłowych i jej wartość naukowa. Str. 272. 1924. 9,—.
- Lehmann E., dr. Wychowanie do pracy. Str. 84. 1923 r. 1,50.
- Myers S. K. Umysł i praca. Str. 100. 3,30.
- Porebski E., Inż. Wykłady psychotechniki. Str. 272. 1927 r. 9,—.
- Radziwiłłowicz R., dr. Podstawy psychologii. Str. 286. 1926 r. 8,—.
- Tillinger T., Inż. Podstawy psychologiczne wydajności pracy. Str. 89. 1927 r. W oprawie 3,70, broszur. 2,20.

## c) Kalkulacja

- Bobieński E., Inż. Sto tablic do sporządzenia kosztorysów robót budowlanych. Str. 248, 1925 r. 15,—.
- Dolega-Otociński K. Tablica orientacyjna drewna użytkowego (Ułatwienie obliczeń i kalkulacji materiałów budowlanych). 2,50.
- Geisler E. T., prof. Obliczanie czasu roboczego. Str. 60. 1926 r. 2,40.
- Hauswald E. Koszt wytwarzania w przemyśle. Z 20 rysunkami. 3,—.
- Hauswald E. Wpływ wydajności i stopnia zatrudnienia na rentowność przemysłu. 1,50.
- Hauswald E. Umarzanie i odnawianie kapitału wytwórczego w przemyśle. Str. 10. 1924 r. 1,50.
- Juras F. Dr. i Smarzewski W. Kalkulacja krawiecka. 1930, str. 72. 2,75.
- Kalkulacja w stolarstwie. 1,65.
- Krasuski St., Inż. Kalkulacja warsztatowa. Str. 77. 1927 r. 3,80.
- Kulakowski. Podręcznik kalkulacji kosztów wyrobu. Str. 57. 1925 r. 6,—.
- Okraszewski A. Kalkulacja rzemieślniczo-handlowa. Podręcznik dla szkół zawodowych. —,50.
- Padechowicz M. Kalkulacja w stolarstwie. Str. 101. 1928 r. 3,—.
- Preiss F. Inż.: Zasady nowoczesnej kalkulacji. Podręcznik dla samouków i szkół przemysłowych. 1927, str. 58. 1,50.
- Rothert A., prof. Jaki system płacy stosować w dzisiejszych warunkach. Str. 50. 1922 r. 1,—.
- Ruszkiewicz T. Koszt światła elektrycznego w instalacjach prywatnych. 1903. 1,—.
- Scheer M. Mgr.: Podręcznik rachunkowości warsztatowej dla rzemieślników. 1930, str. 25. 1,50.
- Skotnicki Cz. Koszt wytwarzania energii mechanicznej. 1,—.
- Sowiński S. Wydajność pracy i materiału przy wyrobce płyt klejonych. Str. 15. 1929 r. 1,—.
- Skowron S.: Kalkulacja rzemieślnicza. Wydanie II. 1931, str. 80. 4,—.
- Zieleniewski J. „Koszty własne“ uwagi o niektórych zagadnieniach związanych z kalkulacją przemysłową. Str. 32. 1,80.

## 16. OBRÓBKA DRZEWA

- Dominikiewicz M. Sucha destylacja drzewa. Str. 92. 1927 r. 3,—.
- Herzberg E., Inż. Zarys technologii drewna. Str. 239. 1924 r. 6,—.
- Jezienicki M. Inż. Praktyczne tabele do kubikowania drewna okrągłego. 1931. str. 70. 10,—.
- Kohlmann W. Tablice kubiczne do obliczania drzewa okrągłego i ciosanego. 1928. (Nr. 1—3). 8,30.
- Korman H. Tabele kubiczne na drzewo okrągłe, rznięte i ciosane. Str. 222. 6,—.
- Kuśmierski F. Kurs nauki stolarstwa. Wydanie III. Str. 231. 1924 r. 2,70.
- Kuśmierski F. Konstrukcje wyrobów drewnianych. Str. 55. 1928 r. 1,50.
- Leśnik Polski. Podręcznik dla leśników, pod red. Sokołowskiego S. i Szczygielskiego J. 10,—.
- Miklaszewski J. Lasy i leśnictwo w Polsce. T. I. Str. 629. 1928 r. 48,—.
- Nawratil A., Inż. O tracach i tartakach ze względu na ochronę życia i zdrowia pracowników. 3,—.
- Obrębski A. Wiadomości o drewnie jako surowcu. 1928. Str. 59 z 50 rycinami. 2,75.
- Padechowicz M.: Drewno w przemyśle, rękodziele i gospodarstwie domowym. Cz. I. Materiał. (Opis). 1929, str. 95. 3,50.
- Padechowicz M.: Drewno w przemyśle, rękodziele i gospodarstwie domowym. Cz. II. Wyd. II. (Próbki drzew). 1930. (Próbki drzew na 18 tablicach). 8,—.
- Padechowicz M. Kalkulacja w stolarstwie. Str. 101. 1928 r. 3,—.
- Przewalski Z. Najnowszy sposób konserwacji drewna metodą Kobra. Str. 39 z 32 rysunkami. 1927 r. 3,—.
- Schreiber M. Przewodnik stolarski. Str. 182. 1927 r. 5,—.
- Sowiński. Podkłady kolejowe. Str. 48. 2,40.
- Sowiński S. Sprzęg pił wraz z tabelą do obliczania szerokości desek wycieranych z kłoca. Str. 18. 1929 r. 2,50.
- Sowiński S. Wydajność pracy i materiału przy wyrobce płyt klejonych. Str. 15. 1929 r. 1,—.

- Sowiński S.: Parzenie lub gotowanie drewna przed wycinaniem z niego fornirów, lub gięciem. 1930, str. 14 z ryc. 1,50.
- Sowiński S. Kleje używane w przemyśle płyt klejonych. 1929, str. 15 z rys. 2,—
- Sowiński S. Płyty klejone (sklejki) forniry. 1930, str. 118 z 50 ryc. 6,—
- Stieber K. L. Inż.: Drewno do budowy statków powietrznych i wodnych. 1931, str. 20, z 3 ilustr. 3,—.
- Stieber K. L. Inż.: Materiały łupane i ciosane. 1930, str. 36 z 11 ilustr. 3,—.
- Stieber K. L. Inż. Fryzy i parkiety. 1930, str. 29 z 12 ryc. 3,—.
- Stieber K., Inż. Technologia drewna. Str. 209. 1922 r. 4,50.
- Szynger I. L., Inż. Przewodnik przemysłu drzewnego. Str. 209. 1922 r. 5,—.
- Szwarc A., prof. inż. Technologia drewna. (Techniczne własności drewna. Chemicz-na przeróbka drewna. Mechaniczna przeróbka drewna). Str. 383. 1928 r. 14,—.
- Szwarc A. Inż. Mechaniczna przeróbka i konserwowanie drewna. 1930, str. 180 z 21 ryc. 4,80
- Tabela do obliczania miąższości drzewa. 1,20
- Tabele do przeliczania drewna okrągłego i czworograniastego na setne części metra sześciennego. —,90.
- Tabela kubiczna miary metrycznej dla drzewa okrągłego. 1,—.
- W. C. B. L. (Warszawska Centrala Badań Lotniczych). Warunki techniczne dla materiałów używanych w lotnictwie. Dział IV. Drzewo. Str. 119. 1925. 5,30.
- Weiss T. Tablice metryczne do obliczania objętości drzewa okrągłego i tartego. Str. 330. 1922 r. 2,—.
- Zientarski S., Inż. Technologia drzewa. Str. 226. 1923 r. 2,40.

## 17. OBRÓBKA METALI

### a) Mechaniczna

- Automat jednowrzecionowy „Cleveland automatic Machine Co.” 1931, str. 17 z 1 tablicą. 2,—.
- Dębicki. Pomiarzy i narzędzia do pomiarów warsztatowych. 1925, str. 135. 5,—.
- Frangenheim H. Trasowanie. Str. 61. 3,80.
- Geisler E. Obrabiarki do metali. Cz. I i II. Skrawanie metali. Mechanizmy obrabiarek. Str. 208. 1923 r. 7,20.
- Geisler E. Obrabiarki do metali i praca na nich. Cz. III. Obrabiarki o ruchu roboczym obrotowym, pracujące narzędziami o małej liczbie ostrzy. 22,80.
- Geisler E. Uchwyty magnetyczne. Str. 72. 1923 r. 1,—.
- Geisler E. Obliczanie czasu roboczego. Str. 60. 1926 r. 2,40.
- Geislerowa J. Zastosowanie rewolwerówek. Str. 67. 1924 r. 1,—.
- Gołabowa M. Metaloplastyka. 1931, str. 21 z rysunkami. 1,50.
- Gustawicz W. Ślusarz. Wydanie III. Str. 114. 1924 r. 3,80.
- Gustawicz B. i Wyrobek E. Wiadomości o metalach. Str. 134. 1921 r. 3,80.
- Herzberg E., Inż. Obrabiarki i narzędzia do metali. Podręcznik dla szkół technicznych. T. I. 9,—.
- Ilustrowany słownik typowych obrabiarek. Biblioteka warsztatowa. Str. 12. Wydanie II. 1925 r. —,50.
- Karpowski R. Kowal. Praktyczne wiadomości dla pracowników zawodu kowalskiego. 3,80
- Kizakiewicz T. Przemysł złotniczy. Podręcznik dla złotników, jubilerów i bronzowników. 16 tablic. 1,50.
- Kozłowski A. Podręcznik dla tokarzy: T. I. Hartowanie stali. Wydanie II. Str. 163. 1922 r. 3,20. T. II. Tokarstwo. Wydanie II. Str. 312. 1922 r. 6,80. T. III. Nacinania gwintów i obliczanie kół zmianowych. Wydanie II. Str. 216. 1926. 6,80.
- Krasuski St., Inż. Kalkulacja warsztatowa. Str. 77. 1927 r. 3,80.
- Męcik S. Próba tokarki na wytrzymałość i wydajność. Str. 55. 1925 r. 2,—.
- Mierzejewski H., prof. Metrologia techniczna. Str. 204. 1924 r. 9,—.
- Modelski J. Podręcznik do powlekania metalami zapomocą elektryczności i do robienia odbitek. Galwanostegja i galwanoplastyka. Wydanie III. 1930. Str. 117 z 24 rycinami. 4,20.
- Moszyński W., Inż. Pasowania w przemyśle na tle układu polskiego. 6,—.
- Moszyński W., Inż. W sprawie pasowań zgrubnych. 1928 r. —,50.
- Pietraszkiewicz E. M., Inż. Frezarka uniwersalna i praca na niej. Str. 26. Tablic 5. 1927 r. 4,—.
- Pietrzykowski P. T. Nauczanie robót z metalu. Str. 120 ze 102 rysunkami i fotograf. 6,—.
- Piotrowski A. Praca na tokarkach stołowych. Str. 34. 1925 r. —,50.
- Piotrowski J., Inż. Wydajność obrabiarek i narzędzi do metali. Str. 110. 1923. 4,—.
- Porębski E. Maszyny i narzędzia poruszane powietrzem zgęszczonym. 3,—.
- Porębski E. Stal. Wydanie III. Str. 125. 3,60
- Radomski E. Podręcznik dla tokarzy. Str. 40. 5,50.
- Uzarowicz L. Inż. Noże tokarskie i szlifiereka Gisholta. 1930, str. 52. 2,25.
- Warszawska Spółka Akc. Budowy Parowozów. Obróbka metali. 14 tablic norm narzędzi do skraw. met. 5,—.

W. C. B. L. (Warszawska Centrala Badań Lotniczych). Warunki techniczne dla materiałów używanych w lotnictwie. Dział III. Metale lekkie. Str. 50. 1924 r.

2,75. Dział X. Miedź i stopy. Str. 39. 1925 r. 2,75.

Zubko J. Mierzenie twardości w zastosowaniu do przemysłu metalowego. 3,—.

### b) Obróbka cieplna (i spawanie)

Anczyc S., prof. Hartowanie stali. Str. 138. 1926 r. 4,50.

Anczyc S., prof. Techniczne stopy metali. Str. 138. 1928 r. 6,25.

Anczyc S. Wykład technologii metali. Cz. II. Przeróbka materiałów. 15,—.

Bruchnalski K. Obrazki i opowiadania z technologii żelaza i innych kruszców. W opowie 2,—.

Bryła St., prof. dr. inż. Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie. Str. 50. 1927 r. 3,—.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. Cementacja borem niklu i pewnych stali specjalnych. Str. 19. 1927 r. 2,—.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. Cementacja kobaltu borem i berylem. Str. 12. 2,50.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. Cementacja berylem niklu i stali specjalnych. Str. 14. 1927 r. 2,50.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. O cementacji borem i berylem żelaza, niklu, kobaltu i pewnych stali specjalnych. 10,—.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. Blachy kotłów parowych. Str. 71. 1927 r. 12,—.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. Trwałość miejsc spawanych aluminotermicznie. Str. 22. 1926 r. 2,50.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. Stale naberylowywane. Str. 14. 1927 r. 2,—.

Feszczenko-Czopiwski I., prof. Stale naberylowywane. Str. 23. 1927 r. 2,—.

Filasiewicz K. Stal narzędziowa i jej przeróbki. 1,50.

Gustawicz B. i Wyrobek E. Wiadomości o metalach. Str. 134. 1921 r. 3,80.

Kozłowski A. Podręcznik dla tokarzy. T. I. Hartowanie stali. Wydanie II. Str. 163. 1922 r. 3,20.

Krupkowski A., Inż. Badania nad stopami niklu z miedzią. Str. 88. 1928 r. 7,50.

Krupkowski A., Inż. Stal węglista i stopowa. Str. 80. 1927 r. 4,—.

Łoskiewicz W., Inż. Kadm. Str. 34. 3,75.

Porębski E., Inż. Łączenie metali, zgrzewanie, stapianie i lutowanie. Str. 239. 1,—.

Porębski E., Inż. Stal. Wyd. III. Str. 125. 3,60

Prace Zakładu metalurgicznego Politechniki Warszawskiej. T. I. Broniewski W. i Śliwowski L. O stopach antymonu z cyną i antymonu z ołowiem. Broniewski W. i B. Hackiewicz. O stopach miedzi z cyną. Bibliografia. Str. 108. 4,—.

Tokarski F., Inż. Technologia metali. Materiały wyrobowe. Wyd. II. Str. 216. 6,80.

Tułaż P., Inż. Spawanie i cięcie metali. Str. 207 ze 105 rycinami. 1928 r. 9,50.

Zubko J., Inż. Kontrola termicznej obróbki stali i żelaza. Str. 12. 1927 r. 1,25.

## 18. PRZEMYSŁ I HANDEL

Adamczewski I., dr. Wszechświatowa wojna przemysłowa, gospodarcza i jej skutki. Str. 60. 1917 r. 1,60.

Aktualne zagadnienia przemysłu naftowego. Zbiór referatów wygłoszonych na Zjeździe naftowym w Jaśle i Krośnie w r. 1928. 6,—.

Baranowski I. Przemysł polski w XVI w. Str. 194. 1919 r. 2,40.

Barański W., Inż. Kwestja drzewna w Polsce. Str. 196. 1928 r. 8,—.

Białkowski A. Pokłady rudy żelaznej w ziemi Radomskiej i północnej części ziemi Kieleckiej. Str. 21. 1928 r. 3,50.

Bosiacki B., Inż. Ruch towarowy i gospodarka na polskich drogach wodnych wschodnich w 1924 r. Str. 4. 1,—.

Czaplicki H. Kora dębu korkowego i przerób jej w Polsce. Projekt organizacji przemysłu korkowego. 1929. Str. 214. 25,—.

Dąbrowski J. Przemysł metalowo-maszynowy a ochrona celna. Str. 16. 1925. —,50.

Dąbrowski W., Dmochowski St. Przemysł spirytusowy I. 2,—.

Dobiecki A. i Ślaski R. Polska ustawa prze-

mysłowa. (Rozp. Prezydenta Rzeczypospolitej o prawie przemysł.). Z przepisami wykonawczymi i objaśnieniami. 1931, str. 742. 14,95.

Dębicki J. Żelazny przemysł hutn. w Polsce. 2,—.

Dębicki J. Przemysł cynkowy. Str. 99. 3,—.

Diamond W. O programie gospodarczym Polski. Str. 81. 1926 r. 2,50.

Drzewicki P., Inż. Drogi utrwalenia przemysłu w Polsce. Str. 13. 1925 r. —,20.

Dyrna F. Praktyczne tabele do obliczania procentów. 1917 r. 1,60.

Eksporтеры польsey. Str. 159. 10,—.

Encyklopedia handlowa podręczna. Wydawnictwo zbierowe pod redakcją Dra S. Waschki i B. Olszewicza. T. I. (A-Ko). 1931, str. 546 w oprawie. 90,—.

Fiedler R. K., Inż. Przemysł Wielkopolski. Str. 97. 1923 r. 2,50.

Gans S., Inż. Wyzyskanie czasopism technicznych w zakładach przemysłowych. Str. 7. 1925 r. —,50

Gazeta Cukrownicza. Książka ku upamiętnieniu stulecia cukrownictwa polskiego. Str. 158. 1927 r. 10,—.

- Glafey Hugo. Surowce przemysłu włókienniczego. Str. 106. 1917 r. 4,—.
- Gliwic H. Podstawy ekonomiki światowej. T. I. Surowce. Str. 346. 1926 r. 12,—.
- Gliwic H. Międzynarodowe porozumienia producentów. 1930, str. 185. 9,—.
- Godula F. Historia Handlu i Przemysłu Górnego Śląska. Str. 157. 1911 r. 3,—.
- Górski A., dr. Prawo wekslowe i czekowe. Str. 386. 1925 r. 6,—.
- Grabiański H. O programie gospodarczym Polski. Str. 35. 1927 r. 1,50.
- Grzybowski S. Z cukrowniczej wycieczki zagranicę w 1924 r. Str. 67. 1926 r. 5,—.
- Hauswald E., prof. Koszt wytwarzania w przemyśle. Str. 100. 1926 r. 3,—.
- Hauswald E., prof. Przemysł. Str. 258. 15,—.
- Hopfinger M. Przemysł naftowy w zarysie. 3,30.
- Janowicz L. Zarys rozwoju przemysłu w Królestwie Polskiem. —,60.
- Kaleta E. Krajowe kopalnictwo naftowe, a sposoby i środki jego popierania przez rząd. 1,30.
- Karafa-Korbut K., dr. prof. Przemysł a zdrowie. Str. 31. 1926 r. —,75.
- Karafa-Korbut K., dr. prof. Nieszczęśliwe wypadki w przemyśle. Str. 30. —,75.
- Karafa-Korbut K. Praca i odpoczynek. Str. 46 z 10 rycinami. 1929 r. 3,—.
- Kasprowicz B. Przemysł spirytusowy byłej dzielnicy pruskiej. Str. 128. 1922 r. 3,—.
- Kent W. Badanie zakładu przemysłowego. Str. 103. 1925 r. 3,80.
- Kielski A., dr. Trzy lata prób kartelu naftowego. Str. 15. 1927 r. 2,—.
- Komitet Federacji Stowarzyszenia Inżynierów Amerykańskich. Marnotrawstwo w przemyśle. Str. 292. 1926 r. 14,40.
- Kopczyński S. i Pukasiewicz S. Przemysł ludowy na tle stosunków gospodarczych powiatu włodawskiego. 1930, str. 287 z ilustracjami. 12,—.
- Korowicz H. Dr. Polityka handlowa. 1931, str. 287. 13,20.
- Korowicz H. prof. Polityka przemysłowa w zarysie. 1930, str. 112. 5,—.
- Korytko S. Mapa przemysłowo informacyjna obszaru naftowego Borysław-Mrażnica-Tustanowice-Bitków-Duba. Podkarpacki pas naftowy (1:8640). 45,—.
- Kossuth S. Rzemiosło. Zagadnienie dalszego rozwoju rzemiosła. —,60.
- Koszycki J. Koszty produkcji żelaza sztabowego. (Styczeń 1927 — luty 1929). 3,—.
- Krahelska H. Łódzki przemysł włókienniczy wobec ustawodawstwa pracy. 1,—.
- Krygowski T. Krótki zarys urzędzenia gospodarstwa lasowego. Str. 85. 1924. 1,50.
- Krzywicki W. Aktualne zagadnienia celne. Str. 80. 1928 r. 2,—.
- Krzyżanowski W. Lokalizacja przemysłu. Str. 184 z 4 rycinami. 1927 r. 3,—.
- Krzyżanowski W. Organizacja zakładów Forda. Str. 48. 1926 r. 2,20.
- Kwiatkowski E. Zagadnienie przemysłu chemicznego na tle Wielkiej Wojny. Str. 186. 1923 r. 3,—.
- Kwiatkowski E. Niemieckie kontynent. tow. w Dessau na terenie st. m. Warszawy. Str. 7. 1922 r. —,50.
- Kwiatkowski E. Postęp gospodarczy Polski. 1928 r. 5,—.
- Kwiatkowski E. Węgiel kamienny jako surowiec chemiczny. 2,50
- Mathia P. Podręcznik kalkulacji robót drukarskich. Str. 100. 1926 r. 10,—.
- Matula J. Zadania ekonomiczne na polu krajowego gospodarstwa wodnego i komunikacyjnego. Cz. I. Drogi wodne. 3,—.
- Micewicz S. Problem azotowy oraz jego znaczenie gospodarcze i wojenne. 1,—.
- Miklaszewski J. Lasy i leśnictwo w Polsce. T. I. Str. 629. 1928 r. 48,—.
- Ministerstwo Przemysłu i Handlu. Polityka gospodarcza. T. I. Zagadnienia administracji. Str. 477. 1928 r. 20,—.
- Ministerstwo Przemysłu i Handlu. Taryfa celna. Cz. I. Wydanie III. Str. 208. 13,—.
- Mokrzyński J. Inż.: Znaczenie chłodnictwa oraz zasady budowy lodowni i studni w mleczarni spółdzielczej. 1927, str. 38 z 24 ryc. 1,50.
- Mokrzyński J., Inż. Rzeźnia spółdzielcza. Str. 154. 1927 r. 4,50.
- Nafta. (Sprawozdanie Komisji ankietowej badania warunków kosztów produkcji oraz wymiany. T. XII). Str. 239. 7,—.
- Natanson W. Praktyczny poradnik wekslowy dla wszystkich, mających do czynienia z weksłami. Str. 62. 1,80.
- Naukowa Organizacja Pracy. Pierwszy Zjazd Polski. Str. 369. 1927 r. 9,—.
- Nawozy sztuczne. (Sprawozdanie Komisji ankietowej badania warunków i kosztów produkcji, oraz wymiany T. X). Str. 90. 1928 r. 3,—.
- Oziębowski W., Inż. Polski przemysł górniczy. Str. 20. 1927 r. 2,—.
- Padechowicz M. Kalkulacja w stolarstwie. Str. 24. 1920 r. —,80.
- Peretz A. O programie gospodarczym Polski. Str. 101. 1927 r. 2,50.
- Podkomorski L., dr. O właściwej formie monopolu spirytusowego w Polsce. Str. 15. 1926 r. —,70.
- Prohaska F. Zbiór przepisów celnych. Str. 126. 1925 r. 8,—.
- Przemysł odzieżowy i obuwiany w Polsce. 1,20.
- Przemysł i Handel. Album jubileuszowe. 1918—1928 r. Str. 1210. W oprawie 25,—.
- Przyrembel Z. Historia cukrownictwa w Polsce. T. I. Str. 307. 1927 r. 45,—.
- Reimann Wł. Informator dla płatników podatku przemysłowego. 3,—.
- Rose E. Bilans gospodarczy trzech lat niepodległości. Str. 218. 1922 r. 3,—.
- Rosenberg M. Międzynarodowa polityka naftowa. 2,—.

- Rostkowski F. Sześć lat polskiej polityki handlowo-morskiej. Str. 24. 1926. —,50.
- Rościszewski S. O programie gospodarczym Polski. Str. 81. 1926 r. 1,50.
- Rumel J. Gdynia port polski. Str. 213. 7,—.
- Siemiradzki L., dr. prof. Plody kopalniane Polski. 2,—.
- Skołyszewski W., Inż. Eksport drzewa na ziemiach Polski przed i po wojnie. Str. 29. 1921 r. —,80.
- Śliwiński T., Inż. Chemiczny przemysł w Polsce. Str. 121. 1923 r. 1,80.
- Sokołowski W. Powojenna eksploatacja lasów i odbudowa w Państwie Polskiem. Str. 115. 1920 r. 2,—.
- Spis cukrowni Rzeczypospolitej Polskiej. Str. 198. 1926 r. 25,—.
- Stein A. Przemysł węglowy w Polsce. Str. 107. 1928 r. 8,—.
- Stein A. Statystyka przemysłu węglowego w Państwie Polskiem za r. 1926. Str. 140. 1928 r. 15,—.
- Straszewicz Z., prof. Rola przemysłu w niepodległej Polsce. Str. 11. 1923 r. —,20.
- Szynger I. L., Inż. Przewodnik przemysłu drzewnego. Str. 209. 1922 r. 5,—.
- Szturm de Sztrem T. Walka o prace zarobkowe. Str. 49. 1922 r. 2,—.
- Szymorowski S. Ustawa o pracy w przemyśle. Str. 167. 1922 r. 2,50.
- Taryfa celna. Wyd. IV. popr. i uzupełnione według stanu z dn. 15 października 1930 wraz z dodatkiem. Zmiany nr. 1 według stanu z dn. 1 grudnia 1930. 21,—.
- Tomanek Fr., dr. Handel towarowy i pieniężny, oraz jego organizacja. 1926. 9,60
- Wąsowicz I. i Zierhoffer A. Polska w cyfrach. Str. 87. 1927 r. 4,—.
- Weinfeld. Atlas statystyczny Polski. Zeszyt I. Str. 40. 1924 r. 8,40.
- Weinfeld. Atlas statystyczny Polski. Zeszyt II. Str. 40. 1924 r. 11,60.
- Weinfeld. Tablice statystyczne Polski. Wydanie 5. Str. 103. 192 r. 10,—.
- Wyród I., dr. Zarys polskiej ustawy przemysłowej. Str. 248. 1927 r. 3,90.
- Zagłeniczny I. Cukrownictwo polskie w roku 1924. Str. 63. 6,—.
- Zaluski C. i Staniszewski W. Polski przemysł naftowy w 1926 r. 5,—.
- Zweig F., dr. O programie gospodarczym Polski. Str. 68. 1926 r. 2,50.
- Związek Elektrowni Polskich. Statystyka elektrowni polskich za r. 1926. Str. 75. 1927 r. 3,—.
- Związek Polskich Zrzeszeń Technicznych. Referaty i wnioski zgłoszone na II-gi Zjazd polskich techników zrzeszonych we Lwowie w 1927 r. 15,—.
- Żuraw. Jak my pracujemy. Szkic z naszego przemysłu. 2,—.

## 19. ROLNICTWO

- Blauth J. Ścieki polne. —,50.
- Biedrzycki S., Inż. Ciągówki. Str. 62. 1,40.
- Biedrzycki S., Inż. Maszyny i narzędzia służące do uprawy roli. Str. 165,4,—.
- Biedrzycki S., Inż. Maszyny i narzędzia do sprzętu ziemiopłodów. Str. 229. 6,—.
- Biedrzycki S., Inż. Nastaw siewnik. Str. 72. 1,—.
- Biedrzycki S., Inż. Nastaw plug. Str. 62. —,90.
- Biedrzycki i Wysokiński. Rolnicze lokomobile parowe i młocarnie. Str. 152. 3,20.
- Biedrzycki S., Inż. Uprawa odlogów. Str. 43. 1921 r. 1,—.
- Grzybowski St. Rafinowanie cukru. Str. 195. 1927 r. 20,—.
- Kalinowski K. Poradnik budowlany dla rolników. Str. 192 z rysunkami. 1929. 5,80.
- Kittel Z., Inż. O suszeniu wysłodków. Str. 22. 1924 r. 4,—.
- Kocent-Zieliński Wł. O narzędziach do uprawy roli. Str. 69. 1908 r. 2,20.
- Kubik W., dr. Uprawiajmy pola i ogrody podmiejskie. Str. 56. 1921 r. 1,—.
- Lubkowski K., Inż. Torfowiska nizinne. 2,—.
- Mokrzyński J. Przechowywanie ziarna w spichrzach i jego ocena. Str. 146. 1924 r. 4,40.
- Mokrzyński J. Organizacja piekarstwa spółdzielczego na wsi. Str. 171. 1925. 4,50.
- Nawozy sztuczne. (Sprawozdanie Komisji ankietowej badania warunków i kosztów produkcji oraz wymiany. T. X). Str. 90. 1928 r. 3,—.
- Olszewski Lis S., dr. inż. Polskie nawozy sztuczne. Str. 94. 1924 r. 4,—.
- Skotnicki Cz. Zasady techniki odwadniania bagien (rowy otwarte). Str. 155. 5,—.
- Skotnicki Cz. Nauka melioracji (wodnictwo rolne). Str. 30. 1925 r. 16,—.
- Stieber L., Inż. Urządzenia gospodarstwa leśnego. Str. 78. 1921 r. 3,20.
- Świeżawski T., dr. inż. Kołowe plugi motorowe zarazem sprawozdanie z porównawczych prób orki 6 plugami motorowymi na ziemiach zachodn. Polski w jesieni 1926 r. Str. 144×77. 10,—.
- Świeżawski T. Naprawa maszyn rolniczych. —,60.
- Turczynowicz S. Nawodnienie pól i łąk. Str. 78. 1922 r. 2,20.
- Turczynowicz S. Roboty ziemne. Str. 78.
- Turczynowicz S. Torf. Str. 112. 1922. 3,—.
- Wygoda B. O nawozach. Str. 64. 1922. 1,—. 1922 r. 2,—.

## 20. SAMOCHODY

- Auto przewodnik techniczno-handlowo-turystyczne na 1931 rok. Str. 312 w oprawie płóciennej. 5,—.
- Baranowski T. Najnowsze przepisy o ruchu pojazdów mechanicznych na drogach publicznych. 1929. 1,60.
- Bogatyrew Inż. i Morsztyn Inż. Informator automobilowy. Str. 311. 1923 r. 4,50.
- Bratro E., Inż. Ustawy i rozporządzenia odnoszące się do ruchu samochodowego w Polsce. Str. 125. 1929 r. 2,50
- Centralne Kursy Kierowców Samochodowych. Badania niedomagań samochodowych i ich usunięcie. 1925 r. 3,—.
- Continental Caotchou Co. Atlas Polski „Continental“ dla automobilistów. Map 20. 1927 r. 15,—.
- Fuchs K. i Sobota M. Przepisy policyjne o ruchu samochodowym. Egzamin kierowcy w pytaniach i odpowiedziach. — Nowe przepisy o autobusach. 1930, str. 73 z 20 rys. 2,50
- Furuhjelm I., Inż. i Tuszyński A. Inż. Przewodnik automobilisty. Str. 189. 1921 r. 6,—
- Garbowiecki T. Kontrolny egzamin kierowcy. Cz. I. Str. 32. 1927 r. 2,80.
- Gnoiński S., Inż. Akumulator samochodowy i jego obsługa. Str. 46. 1,65.
- Gościwicz A., Inż. Sztuka prowadzenia samochodu. Str. 80. 1924 r. 2,10.
- Gruell de W.: Samochód. Skróty z wykładów szkolnych. Wyd. II. 1930, str. 96 z ryc. 4,—.
- Grzesiowski F. Przepisy o autobusach i tramwajach. 1930, str. 20. —,60
- Grzesiowski F. Przepisy o automobilizmie. Przepisy dla rowerzystów. Wyd. IV. 1930, str. 110. 3,—
- Instrukcja w sprawie uregulowania ruchu pojazdów mechanicznych na drogach publicznych, wydana przez wojewodę lubelskiego wraz z odnośnym okólnikiem i rozporządzeniami. Str. 40. 1929. 1,—.
- Kapitaniak L. Zasady działania i obsługi samochodu. Silnik, karburator, instalacja elektryczna, mechanizm przenośny, mechanizm kierowniczy, hamulce, zawieszenie, uszkodzenia, wykrywanie uszkodzeń, jak prowadzić samochód. 1931, str. 318 z 235 rysunkami. 8,80.
- Kołodziejki Cz.: Inż. Vade-mecum szofera. Str. 159. 1925 r. 4,20
- Kulesza I. Podręcznik do nauki o samochodzie Ford. Cz. I. z atlasem. Str. 84. 4,—.
- Mapa samochodowa Polski 1:1,000,000 z planami dróg wyjazdowych Warszawy, Krakowa, Poznania, Lwowa i Łodzi. 13,80.
- Mapa samochodowa Rz. P. Komplet w tecze. 24,—.
- Mapy samochodowe Freytaga i Berndta w skali 1:300,000. Sekcje: Gdańsk, Po-
- znań, Warszawa, Kielce, Kraków, Tarnów, Lwów, Tarnopol, Marmarosz, Czerniowce, Lublin, po 4,—.
- Minchejmer, Inż. i Olechowicz. Nowe przepisy o ruchu samochodowym w Polsce. Str. 194. 1928 r. 5,80
- Nowa ustawa Automobilowa. Str. 112. 1928. 2,75
- Nowakowski B. Tablice samochodowe do szybkiego odnajdywania i usuwania uszkodzeń. 1930, str. 34. 2,50.
- Orłowicz M. Dr. i Morsztyn R. Inż. Przewodnik automobilowy po Polsce. 1930, str. 211 z ilustr. i mapami. W oprawie 25,—.
- Perepeczko F. Przystępna elektrotechnika samochodowa dla kierowców. 1930, str. 252 z 78 rys. 7,60.
- Poradnik motocyklisty. Porady i wskazówki przy kupnie i użytkowaniu motocykla, przegląd i opis najnowszych typów i modeli, przepisy ruchu kołowego, formalności przy uzyskiwaniu prawa jazdy. 1930, str. 34 z 38 rys. 3,—.
- Poradnik motocyklisty na r. 1930. Str. 34 z 36 ryc. 3,—
- Porębski E. Inż. Nowoczesne metody naprawy samochodów oraz silników używanych w plugach motorowych i traktorach. 1931, str. 338 z 250 ilustracjami w oprawie płóciennej 15,—.
- Porębski E., Inż. Samochód. Tom I. Silniki. Str. 153. Tom II. Podwozie. Str. 159. Tom III. Budowa i naprawa samochodów. Str. 225. 16,—
- Rocznik Automobilklubu Polski. 1923 (z Mapą automobilową Rz. P. w podz. 1:1,300,000) w oprawie. 5,—
- Siadek W. Inż.: Gaźniki samochodowe, lotnicze, przemysłowe i motocyklowe. 1930, str. 181 z 122 ryc. 9,—.
- Sidorak I., Inż. i Bojko D. Samochód w pytaniach i odpowiedziach. Str. 122. 1927: 4,—
- Silnik samochodowy. Model rozkładany. — 4,50
- Stadtmüller K., Inż. Egzamin szofera. Wyd. II. Str. 15. 1921 r. —,80
- Szandrak P.: Podręcznik egzaminacyjny dla kierowców. 1930, str. 106 z 14 rys. 3,60.
- Szydelski S. Badanie i ocena samochodów. Poradnik dla kupujących. 1,20
- Szydelski S. Nowoczesny motocykl. Podręcznik teorii, budowy, obsługi, rozbiorów, naprawy oraz jazdy motocyklem. Wyd. II poprawione i znacznie rozszerzone z 200 rysunkami. 1928. Str. 288. W oprawie płóciennej 16,—
- Szydelski S. Jak należy badać używany motocykl. 1926. Str. 12. 1,20
- Szydelski S., Por. Poradnik szofera. (Str. 160. 1921 r. 2,—

- Szydelski S., Por. Słownik techniczny dla automobilisty. Str. 128. 1921 r. 2,—  
 Szydelski S., Por. Gazowniki. Str. 115. 1920. 1,20  
 Tablic poglądowych 12 dla kierowców samochodowych. 10,—  
 Teodorowicz H. Silnik samochodowy. Model rozkładany. 4,50  
 Tuszyński A. Chory samochód. Utrzymanie i naprawa samochodu. Str. 307 z 59 rysunkami. 8,80.  
 Tuszyński A. Samochód nowoczesny. Podręcznik dla szkół zawodowych, kierow-

- ców i właścicieli samochodów. Przystępny wykład ustroju samochodu, praktyczne rady i wskazówki z 265 rys. Wyd. VIII. 1930, str. 342. 13,80.  
 Tuszyński A. Egzamin kierowcy. Str. 192. 1928 r. 6,80  
 Tuszyński A. Sztuka kierowania samochodem. Nauka jazdy dla zawodowców i amatorów. Z 49 rysunkami. Str. 143. 1930. 8,80  
 Ustawa o ruchu samochodowym i autobusowym w Polsce. Str. 91. 1930. 3,60  
 Wojsk. Inst. Geogr. Mapa samochodowa Rzplitej Pol., (art. 7). 1927 r. 2,70

## 21. SŁOWNICTWO

- Arct M. Słownik ilustrowany języka polskiego. 2 tomy, w oprawie. 72,—  
 Arct M. Słownik 31.000 wyrazów obcych. Str. 292. 1928 r. 12,—  
 Berson Z., Inż. Słowniczek kolejnictwa elektrycznego. Str. 36. 1924 r. 1,—  
 Centr. Zakł. Zaop. Saperskiego. Ilustrowane słownictwo narzędziowe. Cz. I. Narzędzia rzemieślnicze warsztatowe: Skorowidz. Str. 72. 1927 r. 1,25  
 Gr. I. Narzędzia pomiarowe warsztatowe i traserskie. Str. 40. 1927 r. 1,25  
 Gr. II. Narzędzia do obróbki drzewa. Str. 72. 1927 r. 1,25  
 Gr. III. Narzędzia ślusarskie. Str. 54. 1927 r. 1,25  
 Gr. IV. Narzędzia kowalskie. Gr. V. Narzędzia kotlarskie. Str. 50. 1927 r. 1,25  
 Gr. VI. Narzędzia blacharskie. Gr. VII. Narzędzia i przyrządy do spawania i lutowania. Str. 54. 1927 r. 1,25.  
 Gr. VIII. Narzędzia do maszynowej obróbki metali. Gr. IX. Narzędzia odlewnicze. Str. 54. 1927 r. 1,25  
 Gr. X. Narzędzia do robót precezyjnych. Gr. XI. Narzędzia elektrotechniczne. Str. 32. 1927 r. 1,25  
 Gr. XII. Narzędzia malarskie. Gr. XIII. Narzędzia i przyrządy powroźnicze. Gr. XIV. Narzędzia rymarsko-siodlarskie. Str. 38. 1927 r. 1,25.  
 Cały komplet 10,—

- Cichocki Wł. Słownictwo przemysłu papierniczego. Str. 6. 1902 r. —,50  
 Czarnecki K. Mianownictwo w minerstwie podziemnym. Str. 15. 1924 r. 2,—  
 Darowski W. i Kempniński J. Słownik techniczny kolejowy. 6,—  
 Elandt A. M. Słownik polsko-niemiecki i niemiecko-polski. Kotły parowe. W oprawie 9,60  
 Ilustrowany słowniczek typowych obrabiarek. Str. 12. 1925 r. 0,50  
 Jakubowicz S. Słownictwo przedzalnicze i tkackie. Str. 20. 1902 r. 1,—  
 Kamieński B. Wyrazy techniczne w walcownictwie żelaza używane. Str. 18. 1904 r. 1,—

- Kruszewski S., Inż. Słowniczek wagonowy. Str. 63. 1927 r. 1,—  
 Kucharzewski F. Słownictwo „Wykładów Hydrauliki“. Str. 11. 1902 r. —,50  
 Mikołasch-Świtkowski. Polskie słownictwo fotograficzne. 3,—  
 Piestrak E., Inż. Niemiecko-polski słownik górniczy. Str. 565. 1924 r. 3,—  
 Rybicki A., Inż. Niemiecko-polski popularny słownik kolejowy. Str. 282. 1925 r. 12,50  
 Słownictwo, skróty i oznaczenia schematowe elektrotechniki ogólnej, teletechniki i radjotechniki. 1926. Str. 127. (Skrypt). 2,30  
 Słowniczek typowych obrabiarek. Ilustrowany. —,50  
 Spis wyrazów z budownictwa przeznaczonych do II tomu „Technika“ I wydania. 1927 r. 3,—  
 Stadtmüller K., Inż. Słownictwo rzemieślnicze:  
 I Dział drzewny. Str. 32. 1921 r. —,55  
 II Dział metalowy. Str. 88. 1922 r. —,55  
 III Dział instalacyjny. Str. 48. 1922 r. —,50  
 IV Dział skórniczy. Str. 28. 1922 r. —,50  
 V Dział włókienniczy. Str. 24. 1922 r. —,50  
 VI i VII Dział zbożowy i ceramiczny. Str. 25. 1923 r. —,50  
 VIII i IX Dział graficzny i instrumentalny. Str. 23. 1923 r. —,50  
 X Dział Budowlany. 1923 r. —,50  
 XI Dział przemysłowo-rękodzielniczy. Str. 40. 1923 r. —,50  
 Stadtmüller K., Inż. Słownik okrętowy niemiecko-polski. Str. 70. 1921 r. 1,10  
 Stadtmüller K., Inż. Słownik lotniczy niemiecko-polski. Str. 28. 1921 r. —,60  
 Stadtmüller K., Inż. Słownik techniczny. Część niemiecko-polska. Tom I i II. 1923 r. za 2 tomy broszurowane 24,—  
 oprawne 34,—  
 Teyssier G. Słownik elektrotechniczny fr.-polsk. Str. 75. 1925 r. 2,80  
 Trojanowski A. Słownik przedzalniczy. Cz. II. Str. 112. 1910 r. 1,20



Trojanowski A. Słownik tkacko-wykończalniczy w 5-ciu językach. Str. 227. 1927 r. 5,60  
 Wysocki S. Odrowąż. Słownik elektrotechniczny polsko-czesko-rosyjsko-francusko-angielsko-niemiecki. 10,—

Zaruski M. Współczesna żegluga morska oraz słownik żeglarski. Ilustrowany. 2,—  
 Żerański I., Inż. Słownik elektrotechniczny. Str. 118. 1921 r. 1,50

## 22. SZTUKA STOSOWANA

Barabasz St. Sztuka ludowa na Podhalu. Cz. I i II. Spisz i Orawa. Str. 17, tablic 32. 12,—  
 Barabasz S. Sztuka ludowa na Podhalu. Cz. III. Witów. 24,—  
 Bayet C. Krótki zarys historii sztuki. 12,—  
 Cieśla H. Historyczne style. Architektura, ornamentyka, rzemiosła. 1930, str. 113. 3,80.  
 Dobrowolski T. Studja nad średniowiecznym malarstwem ściennym w Polsce. — 1927. Str. 166 z 30 fig. 25,—  
 Dobrowolski T. Śląska rzeźba ludowa w drzewie w świetle zbiorów Muzeum Śląskiego w Katowicach. 1930, str. 31 z XXII tabl. 13,—  
 Domaniewski C. i Wawrzeńczyk M. Rozróżnianie stylów w architekturze, dla poświęcających się sztuce stosowanej oraz do użytku ogółu. 1930, str. 24 z 200 rysunkami. 3,80  
 Drosig Alfr. Ołtarze gotyckie. 12,—  
 Dyakowski B. Szkło i wyroby szklane. 0,50  
 Gołębiowski - Lantos S. Niektóre uwagi o sztuce. Studja do teorii sztuki. 1930, str. 76. 2,50  
 Homolac K. Podręcznik do introligatorskiego zdobnictwa stylowego z uwzględnieniem technik swobodnych jak: haft, ścienne malarstwo patronowe i t. p. — 1927. Str. 105 z tabl. 5,—  
 Iwanicki K. Inż.: Katedra w Kamieńcu. 1930, str. 33 z liczn. ilustr. 18,—  
 Koronki polskich szkół zawodowych. 34 tablic. 36,—  
 Kryciński W., Prof. Nowe metody nauczania rysunków. Str. 140, tabel 178. 1926. 18,—  
 Kutrzebianka A. Budownictwo ludowe w Zawoi z 11 tablicami i 15 rycinami w tekście, str. 55. 7,—

Laszczka K. Ceramika artystyczna. Krótkie wiadomości techniczne do użytku szkół przemysłowych i artystów. 1,80  
 Malanowicz I., Inż. Kreślenie i zdobienie geometryczne. Wyd. III. Str. 120. 1920. 3,—  
 Nałęcz Dobrowolski M., Dr. Ceramika i szkło. Str. 59. 1914 r. 2,—  
 Niewiadomski E. Wiedza o sztuce na tle jej dziejów. Str. 464. 1923 r. 20,—  
 Przegląd historii sztuki. Rocznik I. z. 3. — 8,—  
 Sas-Zubrzycki, Dr. Prof. Wzory kowalstwa polskiego. 12 tablic. 1925 r. 24,—  
 Sas-Zubrzycki, Dr. Prof. Murarz polski. — Zeszyty I, II, III, IV i V. 1916 r. 8,—  
 Sas-Zubrzycki, Dr. Prof. Sklepienia polskie. 1926 r. 12,—  
 Sas-Zubrzycki, Dr. Prof. Arcydziela Wita Stwosza. Str. 174. 1924 r. 8,—  
 Stryjeński T. Inż.: O wnętrza Wawelu. Z powodu restauracji wnętrza wschodniego skrzydła Zamku Królewskiego na Wawelu. 1930, str. 16. —,80.  
 Szkoła sztuk pięknych w Warszawie. Cele i zadania. Str. 100 z ilustracjami. 6,—  
 Udziela S.: Ludowe stroje krakowskie i ich krój. Z 34 tablicami i 47 ryc. oraz 2 arkuszami krójów. Akwarelowe ilustr. wykonała M. Eljasz-Radzikowska. 1930, str. 60. 40,—  
 Udziela S. Polskie hafty ludowe. Cz. I. Krakowskie hafty białe. 1930, str. 9, XXII tablic z 67 wzorami oraz 14 tablicami konturowymi. 30,—  
 Wdowiszewski I. Sztuka w plakatach. Str. 36. 1898 r. 1,—  
 Wycinanki ludu polskiego. 14 tablic. 1925 r. 5,—

## 23. TECHNIKA WOJSKOWA

Biesiekierski K., por. Nowe idee w fortyfikacji stałej we Francji. Str. 56. 1923. 1,80  
 Bogucki J. J., Prof. Materiały wybuchowe i ich znaczenie gospodarcze. 1,20  
 Czarnecki K. Podziemne roboty fortyfikacyjne w gruntach ciężkich. Str. 133. — 1928 r. 7,—  
 Dworakowski, Inż. kpt. Wojenne mosty drewniane. Str. 402. 1926 r. 16,—

Dziakiewicz-Dołęga Wł. Mosty wojenne, obliczenia statyczne, Str. 112. 1925. 5,—  
 Głogowski W., Inż. por. Mosty wojenne. Tom II. Mosty na podporach pływających. 1920 r. —,35  
 Górka L., kpt. Kolejki linowe oraz ich praktyczne zastosowanie w armji. Str. 71. 1926 r. 2,50  
 Instrukcje inżynierji. Budowa, używanie i utrzymywanie strzelnic szkolnych. Str. 72. 1924 r. 2,—

- Instrukcja saperów kolejowych. Kolejki waskotorowe. Cz. I. Budowa. Str. 142. 1927 r. 3,80
- Jacyna J., gen. Nauka artylerji. — Cz. I. Balistyka, strzelanie, proch i gazy. — Str. 304. 1922 r. 2,80
- Johnson L. Uwagi o strzelaniu. Str. 87. 1928 r. 2,—
- Lavalle, ppulk i Senegal, ppnlk. Zaopatrywanie i transport w czasie wojny. Str. 46. 1921 r. —,40
- Małyszko., pulk. Wojna chemiczna. Wyd. II. Str. 145. 1924 r. 4,—
- Marjański W., gen. Sport strzelecki i jego trening. Str. 128. 1926 r. 3,—
- Moureu K. Chemja i wojna. Nauka i przeszłość. Str. 303. 1923 r. 3,20
- Niewiadomski pulk. inż. i Poliński Wl. kpt. Amunicja artyleryjska i działanie pocisku. Str. 128. Wyd. 1924 r. 8,—
- Normand R. Roboty polowe (użycie saperów). Str. 304. 1924 r. 7,—
- Pewowski I. Pistolet w sporcie i samoobronie. Str. 83. 1928 r. 2,—
- Podoski I., por. Karabinki małokalibrowe i ich użycie. Str. 131. 1926 r. 2,—
- Sekcja inż. i sap. Mosty wojenne. Cz. I. Mosty polowe. Str. 71. 1926 r. —,70
- Torpedy, torpedowce i łodzie podwodne. — Ilustrowane 1,—
- Verola P., Inż. Materiały wybuchowe. Str. 224. 1924 r. 5,—
- Windakiewicz M., Inż. gen. Balistyka. Str. 140. 1923 r. 2,70
- Wędziągowski P., Inż. Mosty wojenne II A. Obliczenie mostów tymczasowych. Str. 149. 1920 r. —,70
- Wolski St. i Żelazny Cz. Nauka o granatach. Str. 43. 1927 r. 1,—
- Żyrkiewicz L., por. Samochody pancerne. Str. 281. 1928. 10,—

## 24. TECHNOLOGJA

(Inne działy technologii chem. p. dział 13, technologii metali — działy 10 i 17, drzewa 8 i 16)

### a) Technologia produktów rolnych

- Bauté M. G. Podręcznik dla handlu i przemysłu. Produkcja preparatów spożywczych i wyrobów chemicznych. (Konservacja, wskazówki i recepty). 1926. Str. 112. 1,—
- Biegański J. Cukier, wino i miód, wyrób domowym sposobem. Wyd. III. 1,40
- Bielecki W. Inż. Przemysły ziemniaczane. Tom I. Krochmalnictwo i suszarnictwo. 12,—
- Bogatko F. Mechaniczne urządzenia w cukrowniach. Str. 190. 1925 r. 20,—
- Bogatko F. Piece wapienne i pompy gazowe w cukrowniach. Str. 57. 1924 r. 4,—
- Boroński K. Aparat kontrolno-mierniczy odmierzający ilość spirytusu i obliczający ilość zawartego w nim alkoholu, syst. Siemens. 9,—
- Bykowski J. Jaxa. Technologia zboża. Str. 108. 1907 r. 3,—
- Chrzaszcz T., Prof. Gorzelnictwo. Cz. II. Str. 417. 1921 r. 6,70
- Chybowski Z. Co to jest cukier i jak go się wytwarza. 1929, str. 12. —,50.
- Długoszewski i Horowski. Piekarstwo. 1911. 2,—
- Dominkiewicz S. Gorzelnictwo. Wyd. II. Str. 134. 1923 r. 4,—
- Dominkiewicz S. Wyrób piwa. Str. 117. 1923 r. 3,—
- Dzik A. Młynarstwo w Polsce. Str. 80. 4,50
- Gądzikiewicz W., Prof. Dr. Chleb i piekarstwo w oświetleniu higieny. 1928 r. — 8,—
- Grzybowski S. Z cukrowniczej wycieczki za granicę w 1924 r. Str. 67. 1926 r. 5,—
- Grzybowski S. Rafinowanie cukru. Str. 195. 1927 r. 20,—
- Hryniewicz K. Inż. Gorzelnictwo rolnicze. 1930, str. 231, z 71 ryc. 9,50.
- Kittel Z., Inż. O suszeniu wysłodków. Str. 22. 1924 r. 4,—
- Lampe T. Przewodnik młodego piwowara. 1928. Str. 241. 12,50
- Liciński H., Dr. W jaki sposób otrzymuje się cukier i jakie ma on znaczenie dla człowieka. Str. 31. 1926 r. 1,—
- Małyszczycy S. Młynarstwo zbożowe. T. I. z atl. Str. 728. 1890 r. 20,—
- Małyszczycy S. Młynoznawstwo. Str. 320. 1927 r. 10,50
- Małyszczycy S. i Apelkowski. Kalendarz młynarski na r. 1926-27. Str. 528. 1926. 10,—
- Małyszczycy S. Podręcznik przemysłu młynarskiego. 4,—
- Mokrzyński J., Inż. Organizacja piekarstwa spółdzielczego na wsi. Str. 171. 1925 r. 4,50
- Mokrzyński J., Inż. Rzeźnie spółdzielcze. Str. 154. 1927 r. 4,50
- Pawłowski M. Przerób buraków cukrowych. Podr. dla pracowników cukrowni i słuchaczy szkół technicznych. 10,—
- Polkowski Z. i Błażejowski J. Podręczna książka do użytku cukrowników. 5,—
- Rożański B., Inż. Technologia przemysłu podl. podatkom konsumcyjnym. Str. 48. 1925 r. 2,—
- Smoleński K., Prof. Technologia węglowo-

danów. Cz. I. Wstęp. Cukrownictwo: Burak, otrzymanie i oczyszczenie soku. Str. 664. 1923/28 r. 16,—  
 Sroczyński M. Piekarz. Str. 87. 1920 r. 2,50

Zagłeniczny J. Cukrownictwo polskie w r. 1924. Str. 63. 1924 r. 6,—  
 Spis cukrowni Rzplitej Polskiej. Str. 198. 1926 r. 25,—

### b) Garbarstwo

Borsuk S. Podręcznik garbarstwa. Str. 331. 1925 r. 16,—  
 Cieszyński J. Podręcznik dla zawodu szewskiego. Prakt. wskazówki dla uczeni, czeładników i mistrzów szewskich. 4,—  
 Dominikiewicz M. Garbarstwo. Wyd. II. Str. 136. 1920 r. 3,50  
 Guthke B., Inż. Cholewkarstwo i szewstwo. Str. 104. 1920 r. 5,50

Jarra W. O przemyśle skórniczym w Galicji. 1,40  
 Kurzyńska K. Skórnictwo polskie. Pierwszy polski zbiór wiadomości dotyczących wyprawy skór. 5,—  
 Marko S. i Keh M. Garbarstwo chromowe. Str. 263. 1924 r. 10,—  
 Zalewski W. Garbowanie futer. Łatwy przewodnik dla użytku praktyków i samouków. 1929, str. 31 z ryc. 3,40

### c) Ceramika

Cegła cementowa, jej wyrób i użycie. (Wskazówki dla używających cegłę cementową). 1930, str. 133 z 193 ryc. 2,—  
 Czechowski K. Garncarstwo. Str. 149. 1918. 4,—  
 Domaniewski C. Cegła normalna polska wymiarów 27×13×6 cm, obowiązująca z mocy postanowienia Prezydenta Rz. P. Polskiej, z dnia 15/VII r. 1927. Tablice ilości cegieł, zapraw i ich składników. 1929, str. 23. 5,—  
 Galer J. Jak budować cegielnie polowe. 1929. Str. 26 z 7 rysunkami. 2,50  
 Galer I., Prof. Nowoczesne cegielnictwo. Str. 448. 1927 r. 15,—

Laskowski W. S. Gips, jego odmiany, własności i pożytki. —,20  
 Lewandowski M. Podręcznik ceglarsko-naukowy (ilustrowany). 1930, str. 16. —,80.  
 Laszcza K. Ceramika artystyczna. Krótkie wiadomości techniczne. Do użytku szkół przemysłowych i artystów. 1,80  
 Modzelewski I., Inż. Ceramika. Str. 40. 1925. r. 10,—  
 Pawłowicz K. Cegielnictwo. Str. 238. 1923. 18,—  
 Wyrób cegły i wypalanie w piecu kopcowym. Do użytku gospodarstw wiejskich według referatu Z. Racięckiego, opracowane staraniem Wydziału budownictwa wiejskiego Centr. Tow. Organizacji i Kółek roln. 1929, str. 38 z 17 rys. 2,50.

### d) Włókiennictwo

Błotnicki T. Zarys historii ubiorów z uwzględnieniem historii haftów i tkanin. Ilustracje wykonano według rysunków art. malarza K. Puchały, oraz fotografii z oryginałów. 1930, str. 244. 12,—  
 Bolland A. i Wątorska W. Towaroznawstwo włókiennicze przemysłowych zawodów kobiecych. 1927. Str. 83. 4,—  
 Dominikiewicz M. Farbiarstwo. Str. 104. 1918 r. 3,50  
 Dominikiewicz M. Chemia przetworów przemysłu włókiennego. 20,—  
 Feill A. Metale. Skóry i futra. Tkaniny. 1,80  
 Gebotszrajber M. O czyszczeniu bawełny. 1,—  
 Gebotszrajber M. Przędzenie bawełny farbowanej i różnobarwnej 1,—  
 Głafey Hugo. Surowce przemysłu włókienniczego. Str. 106. 1917 4,—

Jakubowicz S. Samoprzędnica (Selfactor). Studium teoretyczno-praktyczne. 2,—  
 Kączkowski W., Inż. i Zambrzycki S. Technologia farbiarstwa. Cz. I. Str. 320. 1922 r. Lit. 4,—  
 Cz. II. Str. 321—872. 1922 r. Lit. 5,—  
 Kossuth S. Jak się przedzie len ręcznie, a jak na maszynach. —,20  
 Kossuth S. Włókno. Str. 198. 2,50  
 Lewiński J. Bielenie przędzy i tkanin lnianych. —,50  
 Lewiński J. Przewodnik dla tkaczy. T. I. Przędza. —,50  
 Rohn, Dr. Inż. Przędzalnictwo w ujęciu technologicznym. Str. 147. 1916 r. 6,—  
 Trojanowski A. Przędzenie bawełny farbowanej, jednolitej i wielobarwnej. Str. 63. 1925 r. 2,50  
 Trojanowski A. Bawełna. Str. 64. 1920 r. 3,—

### e) Papiernictwo

Cichoński W. Papiernictwo. Str. 62. 1922 r. 5,—

Jeziorański F. Papier i jego znaczenie. 1929, str. 43. 5,—

## f) Inne dziedziny

- Borkowski Z. Wyrób pasty, pomadki, szu-  
waksów i smarów do obuwia. Str. 61.  
1924 r. 2,50
- Borkowski Z. Mydlarstwo. Str. 128. 1922 r.  
3,—
- Ciesielski T. Miodosytnictwo. Sztuka prze-  
rabiania miodu i owoców na napoje. 2,50
- Dominikiewicz M. Wyrób mydeł. Wyd. II.  
Str. 155. 1922 r. 3,50
- Dominikiewicz M. Zastosowanie techniczne  
twarogu mlecznego. Str. 104. 1920 2,70
- Dominikiewicz M. Wyrób pokostów malar-  
skich i drukarskich. Str. 68. 1920. 2,70
- Dominikiewicz M. Tytoń, jego uprawa i wy-  
rób. Str. 104. 1926 r. 3,—
- Dominikiewicz M. Wyrób smarów. Str. 137.  
1925 r. 3,—
- Gustawicz B., Dyr. i Wyrobek E., Prof. —  
Fryzjer. Str. 106. 1921 r. 3,—
- Guthke B., Inż. Wyrób atramentów. Str.  
88. 1919 r. 3,—
- Janik L. A.: Skarbnica wiedzy. Nieocenio-  
ny podręcznik chemiczno-techniczny.  
3.000 przepisów do fabrykacji artyku-  
łów mających łatwy zbyt i stałe zapo-  
trzebowanie wśród szerokiego społec-  
zeństwa oraz porad dla każdego domu,  
kupa, rzemieślnika i rolnika. 1931, str.  
549/XXV. 29,—
- Lewinson J. Inż. Fabrykant domowy. Cz. I.  
Zbiór przepisów oraz praktyczne wska-  
zówki do domowego wyrobu artykułów  
techniczno-chemicznych. 1931, str. 237.  
5,—
- Namysłowski S. D. Oleje izolacyjne do ce-  
łów elektrotechnicznych. Str. 29, z ilu-  
stracjami. 2, —
- Pepliowski J., por. Technologia materiałów  
pędnych, smarów i gum. Str. 100. 1926.  
3,50
- Podlewski. Wyrób pasty. 1,—
- Produkty naftowe. Normy i metody bada-  
nia. W oprawie 6,—
- Pogorzelski L. Por. Technologia materia-  
łów używanych w przemyśle lotniczym  
i samochodowym. 130 rysunków. Pod-  
ręcznik praktyczny. Wyd. II. 1931, str.  
266. 10,80.
- Przemysł drobny: Wyrób cukru sposobem  
domowym. Wyrób atramentów. Prze-  
chowywanie jaj. Wyrób wyciągów won-  
nych, środków upiększających i mydeł.  
Jak skleić każdy materiał. 1,20
- Sowiński S. Kleje używane w przemyśle  
płyt klejonych. 1929, str. 15 z rys. 2,—
- Tokarz W. Wyrób win i miodów. Str. 128.  
1927 r. 6,—
- Trojanowski A. Wyrób waty opatrunkowej.  
1,—
- Tuleja J. Kleje i kity. 2,—
- Weber L. Wyrób win owocowych. 2,—

## 25. ŻEGLUGA

- Aleksandrowicz A. Z. Sport żeglarski. 1930  
str. 120, z ilustr. i V tabl. 7,—
- Angerman K. Sprawa kanałowa. —,50
- Bosiacki B., Inż. Rozwój żeglugi śródkowej  
w Niemczech i nasze zadania w tej dzie-  
dzinie gospodarki narodowej. Str. 12.  
1925 r. 1,50
- Bosiacki B., Inż. Ruch towarowy i gospo-  
darka na polskich drogach wodnych  
wschodn. w 1924 r. Str. 4. 1926 r. 1,—
- Brach I. O urządzeniach do przeladowania  
towarów w portach. Cz. I. Porty polskie.  
2,—
- Bublewski W. Kajakami na szlaku wodnym.  
Organizacja wycieczki. 1931, str. 57.  
1,50.
- Cuningham B. Ładunki portowe. Przegląd  
i rozpatrzenie zalet różnych systemów  
manipulacji ładunkowej w portach. 1928.  
Str. 154 z 119 fig. 12,—
- Dłuski St. Dewiacja. Praktyczny podręcz-  
nik dla szkół morskich. Str. 80. 1928 r.  
5,20
- Garnuszewski A., Inż. Budowa okrętu. Cz.  
I. Str. 59, 12 tablic. 1927 r. 4,55
- Garnuszewski A., Inż. Teoria okrętu. Str.  
96. 1928 r. 4,25
- Gdynia - port. 1929, str. 78 z ilustr. i pla-  
nem. 2,50.
- Ingarden R., Dr. Rzeki i kanały żeglowne  
w b. trzech zaborach i znaczenie ich gos-  
podarcze dla Polski. Str. 670. 1921 r.  
8,40
- Ingarden R., Dr. Drogi wodne. Regulacja  
Wisły i Sanu a kanał Wisła—Dniestr.  
Str. 115. 1917 r. 4,—
- Kanały projektowane w Polsce pod wzglę-  
dem komunikacyjnym i energetycznym.  
1927. Str. 12. 2,50
- Lenartowicz E. Inż. Podręcznik wioślarstwa  
regatowego. 1930, str. 102. 1,50.
- Lipawski M. Sport kajakowy. 1930, str. 107.  
2,80.
- Matakiewicz M., Dr. Prof. Drogi wodne  
w Polsce. Str. 40. 1927 r. 3,—
- Matakiewicz M., Dr. Prof. Droga wodna  
Bałtyk—Morze Czarne. Str. 8. 1927 r.  
1,—
- Matula J. Zadania ekonomiczne na polu  
krajowego gospodarstwa wodnego i ko-  
munikacyjnego. Cz. I. Drogi wodne. 3,—
- Pareński A. Dr. Zarys monografji rzeki  
Prypeci. 5,—
- Polski Komitet Energetyczny. Kanały pro-  
jektowane w Polsce pod względem ko-  
munikacyjnym i energetycznym. Str.  
10. 1927 r. 2,50

- Rada portu w Gdańsku. Port Gdański. Str. 48. 1926 r. 5,—
- Rożański A., Inż. Dr. Prof. Żegluga śródziemna i drogi wodne. Str. 136. 1920 r. 6,—
- Rybczyński M. Żegluga śródziemna i regulacja rzek w ustawodawstwie sejmów polskich. —,50
- Sadkowski A. Nasze przyszłe drogi wodne. Str. 195. 6,—
- Straszczony Kurs Morskiej Praktyki. Str. 170. 1922 r. 5,20
- Szweykowski L. Krótki podręcznik żeglarski. 1920, str. 68. 1,50.
- Tillinger T. Inż. Mapa polskich dróg wodnych z tablicami i tekstem objaśniającym. 1931. 15,—.
- Tillinger T. I. Koleje i kanały. Ich wzajemny stosunek i rola w rozbudowie polskiej sieci komunikacyjnej. II. Port morski w Tczewie. —,80
- Tillinger T. Inż. Warunki ogólne rozwoju dróg wodnych w Polsce. 1927. Str. 52 z mapą. 2,50
- Torpedy, torpedowce i łodzie podwodne. 1,—
- Turczynowicz S. i Tillinger T. Konieczność budowy drogi wodnej przez Polesie i osuszenie go, celem połączenia zachodnich centrów przemysłowych ze źródłami surowców środkowej i wschodniej Europy. 1,10
- Winia W. Kanał bydgoski. 1928. Str. 307 z 17 tablicami i 1 mapą. 20,—
- Winiarski B. Rzeki polskie ze stanowiska prawa międzynarodowego, 4,—
- Wojtkiewicz M., Inż. Drogi wodne w Polsce: Tom II. Wisła pomorska. Str. 53. 1926. 2,—
- Tom IV. Droga wodna Warszawa-Bałtyk. Str. 72. 1926 r. 3,—
- Wojtkiewicz M., Inż. Usplawnienie Wisły od Warszawy do Gdańska. Str. 11. 1924. 1,—
- Wojtkiewicz M. Żegluga śródlądowa w Polsce. 1,—
- Zajączkowski W. Wiedza okrętowa. Str. 530 1926 r. 30,90
- Zaruski M. Współczesna żegluga morska oraz słownik żeglarski. Ilustr. 2,—
- Zaruski M. Współczesna żegluga morska. Str. 159. 1920 r. 2,—

## 26. KALENDARZE I PODRĘCZNIKI TECHNICZNE

- Gravier A., Prof. i Pianko I. Informator — Kalendarz Budowlany na rok 1928. 5,—
- Haller K., Inż. Poradnik budowniczego. — Str. 430. 1924 r. 12,—
- Informator — Kalendarz Budowlany na r. 1929, pod red. A. Gravier, B. Pawlucia i I. Pianko. 10,—
- Informator — Kalendarz budowlany na r. 1927. 4,—
- Kamiński I. Kalendarz — Poradnik Kolejowca Polskiego na 1927 rok. Str. 286. 3,—
- Kalendarz dla kierowców samochodowych. 1929. Oprawy 4,50
- Kalendarz techniczno budowlany na r. 1929-1930. Cz. I. Str. 387, w oprawie. Cz. II. Str. 227. 15,—
- Kalendarz techniczno budowlany na rok 1930/1931 pod red. M. Popiela i H. Wąsowicza. Str. 546, w oprawie 15,—.
- Kalendarz techniczny mały. Podręcznik dla szkół zawodowych, techników, rzemieślników i osób pracujących w przemyśle. Oprac. i wydał Inż. S. Krasuski. 2,60
- Małyszczycy S. i Apelkowski K. Kalendarz — Poradnik Młynarski na r. 1926 i 1927. Str. 528. 1926 r. 10,—
- „Mechanik“, Podręcznik do obliczania i konstruowania dla inżynierów, techników i słuchaczy szkół technicznych. Tom I. Str. 560. 1927 r. 22,—
- Podręcznik Inżynierski pod redakcją Prof. A. Bryły. Tom I. Str. 750. 1927 r. i Tom II, str. 751—1465. 1928 r. po 60,—
- Polkowski Z. Błażejowski J. Technik polski ze specjalnym uwzględnieniem przemysłu cukrowniczego. 1929, str. 536 w oprawie 12,—.
- Sznyder I. Z., Inż. Przewodnik przemysłu drzewnego. Str. 209. 1922 r. 5,—
- „Technik“. Podręcznik dla inżynierów. — Wyd. II.
- T. I. Zeszyt 1, Matematyka. 6,—
- „ „ 2, Rach. wekt. i Statyka. 2,40
- Tom I. Zeszyt 3, Kinematyka i Dynamika 4,50
- „ „ 4, Dynamika (dok). 1,80
- „ „ 5 i 6, Hydraulika. 1,80
- „ „ 7, Aerodynamika. 1,80
- Tom II. Zeszyt 1, Ciepło. 4,50

## 27. VARIA

- Adamczewski L. Klucz do wymierzania podatku dochodowego. Str. 28. 1925 r. 4,50
- Arrhenius Svante. Jak powstają światy. Str. 167. 1925 r. 7,50
- Bajkowski A. Wynalazczość a Instytut doświadczalny w Polsce. 1930, str. 73 z ilustr. 3,20.
- Baliński W. Propaganda, jej metody i znaczenie. 1930. Str. 155. 6,—

- Bąkowski F. O zawodzie inżyniera. —,30
- Bergson H.: Materja i pamięć. Studjum nad stosunkiem ciała do ducha. Przetłumaczyła K. Bobrowska. Wyd. X. 1930, str. 225. 10,—
- Bernhardt W.: Przepisy o podatku dochodowym dotyczące przedsiębiorstw, prowadzących księgi handlowe. 1930, str. 40. 2,—
- Bibliografja polskich wydawnictw technicznych za pierwsze dziesięciolecie niepodległości 1918—1928. Technika — wytwórczość, organizacja, opracow. przez Komitet bibl. Stowarzyszenia Techników polskich w Warszawie, pod red. Ciechomskiego L., Rodowicza S., Glińskiego W., Zembrzuskiego M. 17,—
- Bloch J. Kodeks pracy. Dodatek. 1931, str. 144. 6,—
- Błahodir A. i Falimirski A. Fortepian, jego historia i budowa w zarysie. 1928. Z rysunkami. 5,—
- Bogdanowicz i Tymowski. Bezpieczeństwo pracy w zakładach przemysłowych. 1927 2,—
- Bojarski B. Technologia pracy ręcznej. — Podręcznik dla naucz. robót ręcznych. 3,—
- Bratro E., Inż. Ustawy i rozporządzenia tycz. ruchu samochodowego w Polsce. 2,40
- Brzeziński M. Maszyny parowe i koleje żelazne. Wyd. VI. 1,—
- Brzeziński M. Pogadanki z dziedziny przyrody i przemysłu: Cz. I i II. Str. 248. 1921 r. 2,50
- Cz. III i IV. Str. 198. 1921 r. 2,50
- Chmiel A. Godła rzemieślnicze i przemysłowe krakowskie od połowy XIV w. aż do XX w. Str. 28. 1922 r. 2,50
- Czarnecki K., Major. Zatory lodowe i zaspły śnieżne. Str. 121. 1927 r. 9,—
- Czerwiński S. Lot w próżni. Loty międzyplanetarne za pomocą siły rakiet. 1929. Str. 43 z rysunkami. 1,—
- Czerwiński W., Inż. O technicznym wyzyciopowski H. O studjach politechnicznych. Skotnicki C. Przyrodznawstwo a wykształcenie techniczne. 1931, str. 19. 1,—
- skaniu sił przyrody. 1929. Str. 76. 2,40
- Drzewiecki P., Inż. Przedłużenie życia. Str. 8. 1926 r. —,50
- Drzewiecki P., Inż. Podstawy prosperacji Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej. Str. 19. 1926 r. —,40
- Drzewiecki P., Inż. Konieczność reorganizacji Polskich Kas Chorych. Str. 11. 1926. —,30
- Drzewiecki P., Inż. Lekceważenie dobra ogółu. Str. 7. 1926 r. —,10
- Drzewiecki P., Inż. Czynniki bez których niema poprawy. Str. 7. 1926 r. —,20
- Drzewiecki P., inż. Dlaczego książka polska jest dziś tak droga. Str. 10. 1925. —,30
- Drzewiecki P., Inż. Wzmóżona praca polityczna orężem Państwa. Str. 8. 1926 r. —,30
- Drzewiecki P., Inż. 25-lecie Stowarzyszenia Techników w Warszawie. Str. 32. 1924. 1,—
- Drzewiecki P., Inż. Środki zapobieżenia klęsce mieszkaniowej i bezrobociu. Str. 16. 1927 r. —,40
- Dubrawski F. Introligatorstwo w szkole. Podręcznik metodyczno-praktyczny dla nauczania robót ręcznych. 2,—
- Dyrna F. Praktyczne tabele do obliczania procentów. 1917 r. 1,60
- Feill A. Metale. Skóry i futra. Tkaniny. 1,80
- Fenichel Z. Dr. Zarys polskiego prawa robotniczego z uwzględnieniem prawa zagranicznego oraz tekstem polskich ustaw. Str. 397. 10,—
- Ford H. Moje życie i dzieło. Wyd. II. Str. 275. 1925 r. 5,50
- Ford H. Moja filozofja powodzenia. 4,50
- Frankowska L. Ustawa o obowiązkowym ubezpieczeniu na wypadek choroby z dnia 19/V 1920. Wyd. III, 1930, str. 415 w oprawie 9,—
- Gans S., Inż. Wyzyskanie czasopism technicznych w zakładach przemysłowych. Str. 7. 1925 r. —,50
- Gnoiński K., Inż. Urządzenia elektryczne Teatru Narodowego w Warszawie. Str. 6. 1924 r. —,50
- Gnoiński K., Inż. Urządzenia elektryczne w nowym teatrze polskim w Warszawie. Str. 26. 1913 r. —,50
- Gnoiński K., Inż. Jak należy oświetlać mieszkanie. Str. 21. 1925 r. 1,30
- Gosiewski A. Fotografja i aerofotografja. 1927. Str. 550 z 250 rysunkami. 17,60
- Gottlieb Z. Fotochemigrafja. Tablic 20. — 10,—
- Górski K. Przedsiębiorstwa miejskie. 1,50
- Grabski Z.: Kryzys mieszkaniowy w Polsce. 1930, str. 125. 6,—
- Gustawicz B., Dyr. i Wyrobek E., Prof. — Księga wynalazków, przygód i podróży. Str. 482. 28,—
- Gwiazdowski A. Inż. Podręcznik dla rzemieślników I. 2,—
- Hauswald E., Prof. Wynalazki i patenty. 1,50
- Hauswald E. Zasady kształcenia techników. —,80
- Heilpern M. Szkoły zawodowe rzemieślnicze i niższe techniczne. —,45
- Hilarowicz H., Dr. Pierwsza pomoc w nagłych wypadkach. Str. 108. 1925 r. 2,40
- Hoover H. Nauka a naród. 1927 r. —,50
- Ippeldt J. i Zabiński A. Niemiecka korespondencja handlowa dla Polaków. Cz. I i II. 1931, str. 272. Cz. III. Słownik polsko-niemiecki frazeologii handlowej. 1931, str. 108. 12,50.
- Jankowski S. Inspekcja pracy. Rozp. Pr. Rz. P. z 14/VII 1927, (Dz. U. Nr. 67, poz. 590). 1930, str. 136. 4,—

- Joelson L. i Kowalewski R. Co wiedzieć powinien każdy wynalazca. Podr. dla wynalazcy. —,80
- Juras F. Dr. i Samarzewski W. Kalkulacja krawiecka. 1930, str. 72. 2,75.
- Juszczak K. W. Podręcznik do egzaminu czeladniczego, 1924, str. 79. 3,50.
- Kafliński J. Dr. Przepisy o państwowej służbie cywilnej. Materiał do nauki do egzaminu praktycznego dla kandydatów na stanowiska urzędnicze w służbie państwowej. 1930, str. 36. 1,50.
- Kamiński K. Inż. Pranie bielizny i pralnie nowoczesne. 1927. Str. 203 z 40 rysunkami w oprawie 5,—
- Karafa-Korbutt K., Dr. Prof. Przemysł a zdrowie. Str. 31. 1926 r. —,75
- Karafa-Korbutt K., Dr. Prof. Nieszczęśliwe wypadki w przemyśle. Str. 30. 1927 r. —,75
- Karaffa-Korbutt K. Dr. Praca i odpoczynek. 1929, str. 46 z 10 ryc. 1,—
- Kern M. Majster do wszystkiego. Przewodnik do robót amatorskich w wolnych chwilach, opracował K. Szydelski. 141 rysunków, 14 tablic. W oprawie 10,—
- Kiszakiewicz T. Przemysł zlotniczy. Podręcznik dla zlotników, jubilerów i bronzowników. 16 tablic. 1,50
- Kobak B. i Brudziana M. Nowe przepisy budowlane obow. w gminach wiejskich w Małopolsce oraz na Spiszu i Orawie, zestawione tudzież zaopatrzone uwagami i wzorami najważniejszych podań i załatwień w sprawach budowlanych. 1929, str. 237. 12,—
- Łossuth S. Zawody techniczne. 2,30
- Łotaniec S.: Szlachetne techniki w fotografii. Pigment — guma — olej. Podręcznik dla miłośników fotografii artystycznej z ilustracjami. 1930, str. 106. 5,80.
- Kotas J. Dr.: Jak należy rozwiązać sprawę budowy mieszkań w Woj. Śląskiem. (Jak to uczyniły Austria, Czechosłowacja i Rzesza niemiecka). 1931, str. 191. 6,—
- Kowalczevska Z. i Kasprowicz. System miar metrycznych. Str. 33. 1921 r. —,50
- Królikowski D. Książka dla młodzieży rzemieślniczej. Wyd. IV. 1927. Str. 182. 2,45
- Kucharzewski J. Bibliografia polska techniczno-przemysłowa. 3,—
- Kucharzewski F. Technicy i ich zespolenie. Str. 35. 1926 r. 2,—
- Kucharzewski F. Kiedy pojawili się technicy w Polsce i którym z poprzedników naszych pochwalic się możemy. Str. 42. 1913 r. —,50
- Kwieciński J. Miasto - park, rozwiązaniem kwestji mieszkaniowej. 1929, str. 56 z 2 planami. 2,50
- Lehmann E., Dr. Wychowanie do pracy. Str. 84. 1923 r. 1,50
- Leikert B. Poradnik dla warsztatów, szkół i kursów zawodowych. Praktyczne rozwiązanie 250 zagadnień technicznych. 1931, str. 70. 3,—
- Lembke T. Logika powszechna i architektura. Str. 35. 1902 r. 1,—
- Leparski A. Dr. Chłodnictwo w gospodarstwie narodowym Polski. (O pozytywny program gospodarczy). 1930, str. 127, z ilustr.
- Leśniewska M. Rozwój ochrony macierzyństwa robotnicy w przemyśle polskim. 1931, str. 141 z ilustracjami. 8,—
- Lewandowski H. Mikroskop i przyrządy pomocnicze. Str. 47. 1927 r. 3,—
- Libański E. Technika-kultura. a sztuka i natura. —,50
- Lipiński. Ustawodawstwo robotnicze. T. I. Str. 259. T. II. Str. 279, razem. 1925 r. 10,—
- Lisenfeld Z., Inż. Podręcznik do szybkiego obliczania czasu zarobków dziennie płatnych pracowników za 8-mio godzinny dzień pracy. Str. 189. 1920 r. 4,—
- Łastowski L. Jak ułożyć bilans bez pomocy inwentarza. Str. 84. 1923 r. 2,50
- Majewski S. O wszechenergji wobec materji i życia. Str. 349. 1925 r. 15,—
- Majewski S. Duch wśród materji. Str. 354. 1925 r. 8,—
- Maksym M. Zbiór ustaw, rozporządzeń i instrukcyj mierniczych (w streszczeniu) obowiązujących na obszarach byłej Galicji. 1926. Str. 85. (Litogr.) 20,—
- Malicki J. i Jaxa - Bykowski Z. Krótki zarys prawodawstwa pracy według wykładów i pod redakcją Dr. Prof. J. Huberta. 1930, str. III. 6,—
- Mathia R. Podręcznik dla składaczy ręcznych. Str. 160. 1923 r. 5,—
- Merkel W. Podręcznik dla składaczy maszynkowych. Str. 96. 1923 r. 5,—
- Mieroszewicz. E. S. Ustawa o ochronie wynalazków, wzorów i znaków towarowych. 3,—
- Mikolasch. H. Zarys fotografii. Str. 11, fig. 12. Patrz: Bryła, Podr. Inż. T. I.
- Mikolasch-Switkowski. Polskie słownictwo fotograficzne. 3,—
- Ministerstwo Robót Publ. Przepisy tymczasowe o oddawaniu państwowych dostaw i robót. Str. 25. 1926 r. —,75
- Molenda W. Kalendarz fotograficzny. 0,80
- Moszkowski A. Einstein. Rzut oka na świat jego myśli. Str. 205. 1922 r. W oprawie 9,50, broszurowana 6,—
- Natanson W. Umowy o pracę. Nowe przepisy prawne. 3,—
- Nawratil A., Inż. O traczach i tartakach ze względu na ochronę życia i zdrowia pracowników. 3,—
- Niemczyński W. Kinematografia. 6,—
- Niemczyński W. Podręcznik fotografii dla amatorów i zawodowców. Wyd. II. 12,80
- Niemczyński W. Wywoływanie płyt dobrze i źle naświetlonych. 1930, str. 111 z 30 ilustr. 5,80.

- Niemczyński W. Zbiór recept fotograficznych dla zawodowców i amatorów. — 1930, str. 259. 12,80.
- Niemczyński W. Czy trudno fotografować? Podręcznik dla początkujących, z 72 ilustracjami, str. 103, 1930. 4,80
- Niemczyński W. Tabela do naświetlania w fotografii. —,50
- Niewiadomski R., Inż. O wszechświecie, ziemi i ludziach. Str. 88. 1922 r. 2,—
- Nowowiejski H. Podręcznik do obliczania %% za dowolną ilość dni, w roku, przy każdej stopie procentowej. 1923, str. 24. 3,—
- O farbach i druku kolorowym. —,70
- Okolski J. S. Czy pragniesz zostać inżynierem mechanikiem. Poradnik przy wyborze zawodu. 3,—
- Padechowicz M. Wzory urządzeń mieszkaniowych, Z. 1, Wyd. II. 8,—
- Pastuszenko J. Koszykarstwo wiklinowe. 1928. Str. 86 z 67 rysunkami w tekście i 6 tablicami. 3,50
- Patyna R. Podręcznik dla maszynistów drukarskich. Cz. I. 1,—
- Patyna R. Układ tabelaryczny. 3,50
- Pawlak J. Cukrownia i rafinerja w Hermanowie 1838—1858. Studium z historii cukrownictwa. 1930, str. 69. 6,—
- Petryk L. Talbotypia i bromotypia. Dwa sposoby fotografii szybkiej (minutowej) retuszowanej, bez pomocy negatywu szklanego. 1927. Str. 16. —,50
- Pierwsza pomoc. Wskazówki i rady w nagłych wypadkach niemocy, nieszczęśliwych wypadkach, zatruciu. Poradnik dla turystów, automobilistów, harcerzy, drużyn W. F. i P. W., Stacyj ratunkowych, fabryk, dworów i gmin wiejskich. Str. 8 z tablicą. —,50
- Pitułko L. O potrzebie i zadaniach polskiej Akademii górniczo-hutniczej w Krakowie. —,50
- Placówki badawcze polskie. Nauki fizyczne. Technika. 5,50
- Podręcznik dla maszynistów drukarskich. Str. 47. 1927 r. 2,—
- Polskie prawo o spółkach akcyjnych. Ustawa i komentarz. Opracował J. Kaczkowski. 1931, str. 378. 14,80.
- Porębski E. Inż.: Cuda techniki. Cykl odczytów wygłoszonych częściowo przed mikrofonem Polskiego Radja w 1930 r. Rocznik III. 1931, str. 304 z ilustracjami. 10,—
- Porębski E. Inż. Cuda techniki. Rocznik II, 1930, str. 300. 10,—
- Pragierowa E., Dr. Zarys ustawodawstwa o osmiodzinnym dniu pracy za granicą i w Polsce. Str. 96. 1922 r. —,60
- Prohaska F. Zbiór przepisów celnych. Str. 126. 1925 r. 1,—
- Przewodnik Księgarski. Wspólny katalog nakładów polskich: Tom I. 1925 r. 15,— Tom II. 1926 r. 7,50
- Przybylska M. Podręcznik do trykotarstwa ręcznego. 6,—
- Radomczyk M. Domowa nauka oprawiania książek. Dla samouków. —,52
- Rajewska W. Introligatorstwo w domu i w szkole, z 24 rysunkami. —,80
- Rosenkranz A. Taryfa opłat stemplowych w układzie alfabetycznym. 1927. 5,—
- Rudnicka Z. Fosfor, jego własności otrzymywanie i pożytki. Odczyt. —,20
- Ruvido, Dr. Bank Polski. Str. 116. 1927 r. 3,—
- Schnetzler E. Technik domowy. Podręcznik dla amatorów rzemiosła. Tłumaczył N. Giszczykiewicz. 41 rysunków, w oprawie 9,—
- Seide M. Drukarstwo. Księga pomocnicza dla drukarzy. Praktyczne wskazówki dla wszystkich mających styczność z zawodem drukarskim. 1,50
- Seifert T. Dr. Polskie bilansoznawstwo. 1930, str. 235. 18,—
- Sikawki. Budowa, obsługa i konserwacja. Książka podręczna dla straży pożarnych 1,25
- Skotnicki C. Chcesz zostać inżynierem? Poradnik dla młodzieży przy wyborze zawodu. 1,—
- Skowron. Zarys wiadomości z prawoznawstwa rzemieślniczo-przemysłowego i Polski współczesnej. Podręcznik do nauczania w doksztalających szkołach przemysłowych i szkołach rzemieślniczych męskich i żeńskich oraz na kursach zawodowych dla czeladników i mistrzów. Str. 336. 8,40.
- Skrzywan S. Zasady księgowania w przedsiębiorstwach przemysłowych i bankach. 1931, str. 272. 8,—
- Skwara F. Zegarmistrzowstwo. —,20
- Smoleński T. Inż. Wagi wozowe i wagonowe. Źródła błędów. Metody sprawdzania. Przepisy legalizacyjne. str. 108. 7,—
- Sowa S. Roboty piłęckowe. 2,—
- Sprawa mieszkaniowa. Sprawozdanie z konferencji w Banku Gospodarstwa Krajowego w dniu 2 marca 1930 r., str. 66. 3,60.
- Srokowski K. „Inż. Drogi kołowe w Polsce współczesnej. Studium ekonomiczne. — 1924. Str. 47. 1,80
- Szalay S. Jak fotografować? 1,40
- Szawlewski M., Dr. Polska na tle gospodarki światowej. Str. 432. 1928 r. 12,—
- Świtkowski J. Zasady fotografii dla początkujących. 1,50
- Świtkowski J. Fotografia praktyczna. 12,—
- Tablice zamiany miar. Str. 92. 1927 r. 5,—
- Terlecki Wł., Dr. Jak urządzać wystawy sklepowe. Str. 96. 1927 r. 4,80
- Tokarski F. Szkoła rzemieślnicza jej ustrój i organizacja. 5,—



BG Politechniki Śląskiej

nr inw.: 11 - 13536



Dyr.1 15895