

480 2308
* Inwentarz
WYDAWNICTWO
CENTRALNEGO TOWARZYSTWA ROLNICZEGO.
W KRÓLESTWIE POLSKIM.

(Z zasiłkiem od Ministerstwa spraw wewnętrznych).

INŻYNIER MELCHIOR WŁ. NESTOROWICZ.

Współczesna technika budowy i utrzymania dróg gruntowych.



Biuro Zjazdów
Samorządu Ziemi
w WARSZAWIE
Kopernika 30 m. 14 tel. 131-92

W A R S Z A W A .

Skład główny w Centralnem Towarzystwie Rolniczem Kopernika 30
i w księgarniach Gebethnera i Wolffa.

1919.

625.71.8 : 625.08

~~2134~~

~~632~~



nr. 4256



~~4578~~

WSTĘP.

Zdawałoby się, że technika komunikacyjna XX wieku powinna oprócz kolejom żelaznym dawać prawo obywatelstwa tylko drogom kołowym szosowanym lub brukowanym t. j. drogom kołowym z nawierzchnią z naturalnego lub sztucznego kamienia.

Tymczasem technika dróg kołowych w ostatnich czasach zaczęła się żywo i na wielką skalę zajmować budową i utrzymaniem dróg kołowych gruntowych, zbudowanych wyłącznie z tych gruntów, przez jakie przechodzi dana droga.

To zainteresowanie się drogami gruntowymi powstało w Stanach Zjednoczonych, stopniowo rozszerzyło się na południową Amerykę i na kilka lat przed wybuchem wojny ogólno-europejskiej w 1914 r. zaczęło przenikać do Europy.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej powstała nowa teoria budowy i konserwacji dróg gruntowych, oparta z jednej strony na właściwościach gleby, z drugiej strony na zastosowaniu do budowy dróg specjalnych maszyn.

W Stanach Zjednoczonych powstały całe szeregi konkurujących między sobą fabryk maszyn do budowy i utrzymania dróg gruntowych; fabryki te ciągle udoskonalały i urozmaicały narzędzia i maszyny drogowe, przyczyniając się znakomicie do postępu w technice dróg gruntowych.

Należy zaznaczyć, że dotychczas najczęściej zainteresowały się drogami kołowymi gruntowymi kraje, w których rozwój dróg kołowych z kamienną nawierzchnią jest utrudniony z powodu braku odpowiednich materiałów i które z tego powodu muszą się uciekać do innych sposobów rozwiązania tej ważnej sprawy.

Do większego zainteresowania się drogami gruntowymi zmusiła też państwa wojujące obecna wojna ogólno-europejska.

Ponieważ toczy się ona lub toczyła w wielu miejscowościach, gdzie dróg z kamienną nawierzchnią było mało lub nie było wcale,

armje więc z konieczności musiały korzystać z dróg gruntowych, tembardziej, że budowa dróg z kamienną nawierzchnią tylko w wyjątkowo sprzyjających warunkach mogła być uskuteczniata na terenie działań wojennych i to w zakresie dość ograniczonym, ponieważ nagromadzenie na miejscu budowy potrzebnej ilości materiałów wymagało długiego czasu i wielkiej ilości środków przewozowych.

Wobec powyższych uwag sądzimy, że na czasie będzie podanie krótkiego zarysu o budowie i utrzymaniu dróg gruntowych.

Ta część państwa Polskiego, której rządy rosyjskie pozostawiły śmiesznie małą sieć dróg bitych w porównaniu z sąsiednimi krajami i to dróg w opłakanym stanie, po wojnie znajdzie się wobec gwałtownej konieczności przyprowadzenia do porządku istniejącej sieci dróg bitych i rozbudowania jej do granic, jakich będą wymagały potrzeby ekonomiczne kraju.

Ponieważ z jednej strony należy się spodziewać, że stan ekonomiczny państwa nie pozwoli odrazu po wojnie na urzeczywistnienie takiej sieci dróg bitych lub brukowanych, jaka jest potrzebna dla kraju, a z drugiej strony budowa odrazu wielkiej ilości dróg szosowanych lub brukowanych nie będzie mogła być wykonana z powodu braku odpowiedniej ilości potrzebnych materiałów, przeto w tej części państwa należy zwrócić pilną uwagę na możliwość zastosowania przy odpowiednich warunkach miejscowych tych prostych i tanich sposobów budowy i utrzymania dróg gruntowych, jakie znalazły bardzo szerokie zastosowanie za oceanem i zaczęły rozpowszechniać się w Europie.

W końcu niniejszego zarysu podajemy krótki przegląd sposobów ulepszania i wzmacniania dróg gruntowych, jakie były stosowane dla potrzeb armij, które walczyły na wschodzie.

Warszawa, styczeń 1919 r.

Inżynier M. Nestorowicz.

ROZDZIAŁ I.

Podział i ogólna charakterystyka gruntów w stosunku do dróg kołowych.

1. Podział gruntów. Klasyfikacja gruntów może być przeprowadzona z różnych punktów widzenia: pochodzenia geologicznego, składu chemicznego, składu mechanicznego, właściwości fizycznych i t. p.

W zastosowaniu do techniki dróg kołowych najodpowiedniejsza jest klasyfikacja gruntów, oparta na ich fizycznych właściwościach a więc przeważnie na składzie mechanicznym.

Podług własności fizycznych grunty podzielić można na następujące główne kategorie:

A. *Grunty kamieniste.* Do nich należą skały wszelkiego rodzaju i pochodzenia oraz powstałe ze skał grubsze i drobniejsze okruszki i krupowce, stanowiące drobne cząstki skał macierzystych.

B. *Grunty piaszczyste.* Do nich należą żwiry grube i drobne, piasek gruby i drobny oraz wszelkie grunty piaszczyste.

C. *Grunty gliniasto-pyłowe.* Do tej kategorii zaliczone są wszelkie grunty pyłowe o ziarnie drobnym, a więc nie tylko właściwe gliny koloidalne, ale i wszelkie grunty pokrewne, jak ilaste, bielcowe, lössowe i nawet wapniowcowe. Zaliczenie do jednej kategorii gruntów bielcowych, ilów, glin, lössów i wapniowców z punktu widzenia gleboznawstwa nie jest racjonalne, jednak ze względu na zbliżone właściwości fizyczne tych gatunków gleb dopuszczamy ten podział pod ogólną nazwą gruntów gliniasto-pyłowych.

D. *Grunty próchnicowe.* Do nich należą: czarnoziem, torf, błotniste gleby i t. p.

2. Grunty kamieniste. Pod gruntem kamienistym rozumiemy grunty składające się ze skał-monolitów lub z okruszków skał macierzystych, powstałych drogą mechaniczną.

Nie będziemy się zatrzymywać nad pochodzeniem, składem mineralogicznym lub specjalnymi właściwościami różnych składowych po prostu przestaniemy tylko na bardzo ogólnych uwagach.

Przedewszystkiem zasadniczą właściwością gruntów skalistych jest ich *twardość*, niekiedy bardzo znaczna. Skala twardości skał

jest bardzo szeroka; tak na przykład dopuszczalne bezpieczne ciśnienie podług norm pruskich wynosi:

Dla bazaltu	75 kg/cm^2
„ granitu	45 „
„ wapienia twardego	25 „
„ marmuru	24 „
„ białego piaskowca	30 „
„ czerwonego piaskowca	15 „
„ tufu wulkanicznego	5 „

Pod względem budowy wszystkie skały dzielą się na dwie kategorie: 1) na skały pokładowe i 2) skały bryłowe.

Pierwsza kategoria ma mniej lub więcej wyraźne płaszczyzny podziału, podług których skały te łupią się; do skał pokładowych należą wszystkie *osadowe* skały, np. piaskowce, wapienie a także niektóre skały wulkanicznego pochodzenia, mające jednak strukturę pokładową, np. lupki krystaliczne.

Do drugiej kategorii należą te gatunki skał, które nie mają jasno wyrażonych płaszczyzn podziału i łupią się w dowolnym kierunku. Do tej kategorii zaliczają się granity, porfiry, sjenity, bazalty, trachity, serpentyny i t. d.

W zależności od wskazanych wyżej właściwości fizycznych skał następuje kruszenie się ich pod działaniem różnych czynników zewnętrznych: wód, mrozu, mechanicznych uderzeń, wstrząśnięć i t. p.: gdy skały pokładowe pękają podług płaszczyzn podziału, drugie pękają w dowolnych kierunkach mniej lub więcej przypadkowych.

Okruchowce są to okruchy skał, powstałe wskutek mechanicznego pokruszenia skał macierzystych; stanowią one czasami całe pokłady; charakterystyczną cechą okruchowców jest ich forma kanciasta, bez zaokrąglenia brzegów; skład mineralogiczny i chemiczny jest taki sam, jak skały macierzystej.

Drobniejsze okruchowce, mające również ostre kanty niekiedy nazywane są *krupowcami*.

Ponieważ okruchowce i krupowce nie były unoszone przez potoki, przeto w nich nie nastąpiła ta segregacja ziaren, jak w dalszych produktach rozpadu i rozkładu skał np. w żwirze, piasku, glinie i t. p.

3. Grunty piaszczyste. Są to produkty rozpadu skał wybuchowych, składające się przeważnie ze związków krzemianowych. Produkt ten zwykle przeniesiony został przez czynniki geologiczne (lodowce lub potoki), na dalszą odległość od miejsca powstania, dzięki czemu ziarna tych gruntów zostały rozsegregowane podług ciężaru gatunkowego i skład ich jest mniej lub więcej jednostajny.

Żwir jest najgrubszą odmianą gruntów piaszczystych. Składa się z okruchów skał macierzystych różnej wielkości, przeniesionych przez wodę daleko od miejsca powstania i dlatego w drodze zaokrąglonych.

Żwir w zależności od grubości ziarna bywa *gruboziarnisty*, gdy średnia grubość ziarna waha się od 2 m/m —do 1 m/m i *drobnoziarnisty* przy średniej grubości ziarna 1 m/m —0,5 m/m . Ziarna grubsze niż 2 m/m w średnicy są uważane za kamyki.

W rzeczywistości mamy zawsze do czynienia ze żwirem o różnej grubości ziarna; dopiero przez przesiewanie go otrzymuje się materiał jednolity pod względem wielkości ziarna.

Żwir zawsze spotyka się zmieszany z piaskiem i jeżeli nie jest czerpany z dna rzek, zawsze ma domieszkę gliny, która często stanowi „lepiszcze”, to jest materiał, związujący poszczególne ziarna żwiru pomiędzy sobą.

Żwir naturalny, posiadający w swoim składzie ziarna różnej grubości z domieszką piasku, a często i gliny, stanowi bardzo cenny materiał do budowy dróg kołowych; w b. Kongresówce znaczenie jego jest niedocenione i nie gra on takiej roli, jakaby mu się należała w budownictwie drogowym.

O własnościach żwiru, jako materiału budowlanego i jego zastosowaniu powiemy kilka słów w rozdziale V.

Piasek przedstawia również produkt rozpadu skał wybuchowych, uniesiony przez potoki na dalszą odległość od miejsca powstania, dzięki czemu ziarna jego przeważnie są zaokrąglone. Tylko piaski górskie i lodowcowe mają ziarna o kształtach kanciastych.

Produkt ten w Polsce spotyka się bardzo często. Prof. S. Miklaszewski twierdzi, że trzecia część ziem dawnej Polski ma glebę piaszczystą.

Przeważnie w Polsce spotykamy piaski kwarcowe, rzadko spotyka się wapienne czyli dolomitowe, których części składowe są rozpuszczalne w wodzie nasyconej kwasem węglowym i stanowią materiał wiążący czyli lepiszcze dla gruntów piaszczystych.

Oprócz kwarcu w piasku spotyka się domieszkę blaszek miki, szpatu polnego i t. p.

Względnie rzadko piasek bywa zupełnie czysty, częściej spotyka się go z domieszkami gruntów pyłowych, jak gliny, ilu, lössu, marglu, próchnicy.

Czysty piasek jest prawie zupełnie niehygroskopijny. Hygroskopijność zjawia się z domieszkami wspomnianymi wyżej.

Najważniejsze i najcharakterystyczniejsze właściwości czystych żwirów i piasków kwarcowych są: sypkość, mająca miejsce skutkiem braku wśród ziaren piasku lepiszcza, nierozpuszczalność w wodzie, wybitna przepuszczalność.

Są to właściwości, wręcz przeciwne właściwościom gruntów, nazywanych ogólnie gliniastymi.

Pod względem grubości ziarna rozróżniamy piaski:

gruboziarniste, o wielkości średniej ziarna	0,5 — 0,25 m/m
drobnoziarniste	0,25 — 0,10 m/m.

Piaski w stanie czystym napotykamy bardzo rzadko.

W piaskach znajdują się różnorodne domieszki, które zmieniają lub redukują jego charakterystyczne właściwości: np. domieszka gliny lub ilu redukuje przepuszczalność i sypkość; domieszka próchnicy daje możność zmniejszania objętości piasku z taką domieszką pod ciśnieniem.

Najczęściej spotykane są domieszki gliniasto-pyłowe.

Gleba, której średnica ziaren wynosi mniej niż 0,01 m/m ogólnie w rolnictwie nazywana jest gliną, chociaż właściwiej byłoby nazwać

ją gliniastym pyłem, gdyż składa się przeważnie z pyłu piaskowego przeważnie kwarcowego i gliny koloidalnej, nadającej tego rodzaju glebom charakter zwięzły.

Jeżeli domieszka pyłowo-gliniasta nie jest zbyt duża i stanowi nie więcej niż 5%, grunt taki ma przeważające własności piasku i nazywa się piaskiem lub żwirem.

Jeżeli domieszka wspomniana wyżej jest większa, a mianowicie stanowi 5—25%, grunt—nazywa się gruntem piaszczystym.

Takie grunty mają inne właściwości, niż grunty piaskowe: przepuszczalność ich jest względnie duża, wysychają względnie prędko, ale w stanie suchym są znacznie zwięzlejsze i nie są takie sypkie, jak czysto piaskowe grunty: ruch kołowy przeto nie jest na nich tak uciążliwy, jak na piaskach.

Grunty piaszczyste, posiadające domieszkę pyłowo-gliniastą większą niż 25%, nazywają się gruntami gliniastymi i o nich mowa będzie niżej.

4. Grunty pyłowo-gliniaste, zwane ogólnie gliniastymi. Gruntów tych jest bardzo wielka różnaitość.

Czysta glina stanowi produkt ostatecznego zwietrzenia szpatu polnego i pokrewnych mu minerałów, przyczem alkaliczno-glinowe krzemiany rozpadają się i lęgują, a pozostający krzemian glinu ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), zawierający wodę chemicznie związaną, tworzy właściwą glinę koloidalną.

Oprócz tego zasadniczego składnika glin spotykamy w nich domieszki, powstające z tych samych skał, z jakich utworzyła się glina, a mianowicie cząsteczki różnej wielkości aż do pyłu ($< 0,1 - 0,01 \text{ m/m}$ w średnicy) tej skały macierzystej, z której powstała glina.

W czasie przenoszenia gliny z miejsca na miejsce przez wodę, mogą być do niej domieszane bardzo różnorodne składniki, np. gips, wapno, organiczne cząstki, węgiel, tlenek żelaza i t. p.

W ogóle gliny dzielią się na dwa zasadnicze gatunki: *pierwotne* (kaoliny), które znajdujemy na miejscu ich powstania i które dla tego odznaczają się większą czystością i *gliny osadowe*, uniesione przez wodę i osadzone w innym miejscu.

Jedną z najcharakterystyczniejszych własności gliny jest ta, że glina będąc zmoczona pęcznieje, mięknie i tworzy plastyczną masę, przyjmującą taką formę, jaką się jej nada.

Plastyczność glin jest bardzo różnaita i zależy od jej domieszek.

Gdy plastyczność jest duża, takie gliny nazywamy *tlustymi*, gliny zaś z mniejszą plastycznością — *chudymi*.

Nie wszystkie gliny są plastyczne: np. gliny łupkowe nie są plastyczne i stanowią przejście do skał.

Przy zmoczeniu wodą glina znacznie powiększa swoją objętość. Sucha glina może wchłonać w siebie wody do 2½ swojej objętości.

Po nasyceniu wodą glina bywa używana do izolacji od wody.

Przy zamrożeniu mokrej gliny objętość jej się powiększa, co wywołuje przy odmarzaniu znane zjawisko *pęcznienia dróg*, bardzo niepożądane w skutkach dla ruchu kołowego.

Przy wysychaniu glina zmniejsza swoją objętość, a ponieważ wysychanie jest najsilniejsze przedewszystkiem na powierzchni, przeto powierzchnia gliny wysychającej pęka.

Po wyschnięciu glina ma własność trzymania się w kawałach, które dopiero po roztarciu rozpadają się na proszek. Ta zwięzłość gliny jest jedną z najcharakterystyczniejszych cech tego gruntu.

Przy wypalaniu glina traci chemicznie związaną wodę i tworzy cegłę lub klinkier.

W zależności od domieszek gliny bywają następujących gatunków:

a) *Gliny kaolinowe i szamotowe* należą do najczystszych i najcenniejszych dla celów przemysłowych, ale jednocześnie najniewdzięczniejszych w stanie surowym przy budowie dróg gruntowych lub bitych.

b) *Zwykłe gliny ceglane*, zawierające mniej gliny koloidalnej a zato więcej domieszek postronnych.

c) *Gliny marglowe*, zawierające duży procent (więcej niż 10%) węglanu wapnia; gliny te często mają charakter pokładu kamiennego i stanowią przejście do skał—wapieni i margli.

Gdy wapno stanowi domieszkę, wynoszącą 25 — 50%, nazywamy taki grunt zwykłym *marglem*; ma on tę własność, że w miejscu znajdowania się występuje w postaci skały, dość ściślej i twardej, na powietrzu szybko rozpada się na pył, łatwo unoszony przez wiatr. Gdy margiel rozetrzemy na proszek i nasycimy wodą, utworzy się lepkie błoto, bardzo trudno wysychające; kolor ma zwykle żółtawoszary często wskutek domieszek żelaza przechodzący w brązowy lub czerwony. Domieszki organicznego pochodzenia barwią go na ciemno.

Większość margli jest bardzo hygroskopijna i rozpuszczalna w wodzie; wskutek hygroskopijności bardzo łatwo rozsada je mróz.

Grunty gliniaste składają się z mieszaniny gliny koloidalnej, pyłów piaskowych (przeważnie kwarcowych) i piasku kwarcowego; oprócz tych głównych składowych części w gruntach gliniastych prawie zawsze znajduje się tlenek żelaza (od 7 do 10%) i węglan wapnia.

Grunty, uważane za grunty gliniaste, zawierają nie mniej niż 25% części gliniasto-pyłowych; o ile zawierają ich mniej, są uważane za grunty piaszczyste, ponieważ własności fizyczne mają więcej zbliżone do piasków.

Tlenek żelaza nadaje gruntom gliniastym barwę żółtawo-brązową do czerwono-brązowej, która często przez obecność organicznych utlenionych domieszek przechodzi w ciemno brązową i nawet czarną.

Grunty gliniaste nasycają się wodą tak jak gliny. Duża zawartość piasku znacznie ułatwia nasiąkanie gruntu gliniastego i wysychanie. Im większa jest zawartość piasku w gruntach gliniastych tem więcej są one sypkie i tem łatwiej podlegają wymywaniu przez wodę.

Grunty ilowate należą do rzędu gruntów gliniastych z tą tylko różnicą, że znajdujący się w nich piasek jest bardzo drobny (ziarna o średnicy $< \frac{1}{20} \text{ mm}$) i zawiera bardzo dużo pyłu kwarcowego.

Charakterystycznymi właściwościami gruntów ilowatych są: bardzo łatwa rozpuszczalność w wodzie i szybkie wysychanie. Z powodu łatwej rozpuszczalności w wodzie grunty ilowate są dla dróg bardzo uciążliwe.

W zależności od ilości gliny koloidalnej w gruntach ilowatych, przechodzą one stopniowo w piaski ilowate i piaski.

Grunty lössowe niekiedy nazywane nieprawidłowo „*żółtoziemem*”

są zwykle nazywane edmianą gliny lub „glinkami“, gdyż gliny właściwej czyli koloidalnej zawierają zwykle mało.

Powstanie tej formacji przypisują wiatrom, które w epoce lodowcowej miały przenieść ten drobny pył skalny i ułożyć w pokłady.

Löss jest to pył z moren lodowcowych, które obeschły podczas cofania się lodowca, pod wpływem wiatru, jaki od zimnego lodowca wskutek znacznej różnicy temperatury musiał wiać na południe.

Löss jest bardzo drobny, drobniejszy od gliny. Grubszych części piasku i żwiru, nie zawiera zwykle prawie wcale; prawie całkowicie składa się z pyłu proszkowego o średnicy 0,05—0,01 m/m i mniejszej niż 0,01 m/m.

W stanie suchym lössy są dość zwarte, mogą nawet tworzyć wysokie pionowe urwiska; pod wpływem wody miękną, tracą zwieźłość i łatwo żłobione są przez potoki w głębokie wąwozy (Wąwozy lubelskie).

Pokładów lössowych jest bardzo dużo w południowej części ziem polskich.

5. Grunty próchnicowe. Grunty te stanowią mieszaninę zasadniczych gruntów: gliny, gruntów gliniastych lub piaszczystych z resztkami przegniłej wegetacji roślinnej lub też wyłącznie składają się z resztek roślin.

Czarnoziem tworzy zwykle wierzchnie pokłady niezbyt grube; zależnie od składu, czarnoziem bywa piaszczysty, gliniasty, marglowy, lössowy lub wapienny. Przegniłe organiczne części stanowią do 5%. Czarnoziem tworzy się albo w rozlewiskach rzek i jezior, gdy na brzegach powstają ily i mady, które następnie przez powstającą na nich wegetację stopniowo zamieniają się na czarnoziem lub też w stepach, gdzie coroczna wegetacja obumiera na zimę i tworzy powoli z glebą miejscową czarnoziem.

Torf jest gruntem prawie wyłącznie powstałym z cząstek organicznych roślinnych, zwykle w wodach stojących lub płynących bardzo powoli.

Obumierające rośliny, opadając na dno wód, zwęglają się i powoli zatracają swoje charakterystyczne cechy włóknistości.

W młodych torfach duży procent stanowią jeszcze niezupełnie zwęglone włókna roślinne. Torf taki nawet mokry kopie się w kawałkach i nie rozsypuje się.

Stare torfy tracą włóknistą budowę i zjawiają się w formie szlamu, który twardnieje dopiero po wysuszeniu i sprasowaniu.

Świeży torf zawiera 70—90% wody i przy prasowaniu znacznie traci na objętości.

Grunty błotniste stanowią mieszaninę torfu z gruntem, jaki w miejscu powstawania torfu się znajduje; oczywiście skład ich może być bardzo rozmaity; zwykle pod gruntem błotnistym rozumie się grunt przesiąknięty wodą.

6. Opierając się na właściwościach fizycznych różnych gruntów, wszystkie grunty można usystematyzować podług podanej na str. 11 tablicy.

Oczywiście przy ułożeniu tej tablicy niektóre rzeczy zostały przyjęte dowolnie, jak np. określenie gruntów piaszczystych i gliniastych. W pierwszych dopuszcza się domieszkę gliny (do 25%) taką, przy

Tablica porównawcza gruntów spotykanych w Polsce.

Kategorie gruntów	WYSZCZEGÓLNIENIE GRUNTÓW	Średnia wielkość ziarna w m/m	Średni ciężar gatlukowy	Zwięzłość (zrzepność) w kg/cm^2	Domieszki ważniejsze
Grunt kamie- niste	Skaly i kamienie Okruchowce Krupowce	> 30 30 20 20— 1	1,8—2,9 1,6—2,3 1,3—1,9	1,0—160,0 0 — 0,13 0 — 0,015	gliniasto-pyłowe do 5%
Grunt piaszczyste	żwir { grubzy { drobny piasek { grubzy { drobny gleba piaszczysta	2—1 1—0,5 0,5 — 0,25 0,25—0,01 2,0 — 0,01	{ 1,5—2,2 1,5—2,0 1,3—1,8 1,5—2,0	0—0,02 { 0—0,02 0—0,07	gliniasto-pyłowe do 5% gliniasto-pyłowe do 5% gliniasto-pyłowe do 25%
Grunt gliniaste bielco- we, lössowe t. p.	{ kaolinowe, szamotowe . . . tłuste ceglarskie . . . chude ceglarskie . . . marglowe { ciężkie { średnie { lekkie gleby gliniaste gleby ilaste gleby lössowe	{ $\frac{1}{100}$ 2—0,01 0,05—0,01 0,05 0,01	1,5—2,2 1,6—2,2 1,5—2,0 1,5—2,0	0—0,10 0 0,05 0—0,04 0—0,05	piasku do 60% piasku 60—75% piasku do 75%
Grunt próchnicowe	czarnoziem { gliniasty { ilowaty { piaszczysty torf { młodej formacji { starej formacji grunt błotnisty	$< 0,01$ 0,05—0,01 2,0—0,05 . . 2,0—0,01	1,3—1,5 1,5—1,7 1,7—1,9 0,5—0,6 0,6—0,8 1,2—1,5	{ 0—0,05 } { 0—0,01 } { 0—0,01	nieorganicznych części do 90% próchnicy do 5%

której grunt nie nabiera wyraźnych właściwości gruntów gliniastych, w drugich dopuszcza się taką domieszkę piasku (do 75%), przy której grunt nie traci charakterystycznych właściwości glin.

Przy układaniu tej tablicy staraliśmy się ugrupować rozmaite gleby podług ich fizycznych właściwości, mających znaczenie dla dróg kołowych.

Badanie gruntów pod względem fizycznym ma wielkie znaczenie dla techniki dróg kołowych wogóle, a dla dróg gruntowych w szczególności.

Nie będziemy się tu zatrzymywać na metodach badań: jest to rzecz gleboznawstwa; tu poprzestaniemy tylko na opisie sposobu określenia wielkości ziaren danego gatunku i procentowej zawartości ich w danej glebie. W tym celu używa się znanego przyrządu „Schöne'go”, który zbudowany jest według następującej zasady:

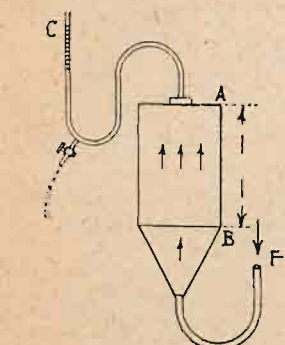


Fig. 1. Schemat przyrządu Schöne'go.

W cylindryczny szklany rezerwuar wrzuca się próbkę gleby określonej wagi i przez ten cylinder przepuszcza się wodę z pewną z początku bardzo małą szybkością w kierunku wskazanym strzałkami. Szybkość wody w cylindrze między poziomami B i A zależna jest od wielkości ciśnienia wody i regulować się daje przy pomocy *piezometru C* i kranu *D*.

Przy pewnej szybkości prądu są unoszone ziarna pewnej określonej średnicy.

Nadając pewną szybkość prądowi wody w cylindrze, możemy z wrzuconej do cylindra próbki wypłukać ziarna gleby określonej wielkości; po określeniu wagi tego, co się pozostanie w cylindrze, możemy określić procentową zawartość w danej próbce gleby ziaren danej wielkości.

Wrzuciwszy pozostałość z próbki gruntu znowu do cylindra i nadając większą szybkość prądowi wody, możemy określić sposobem poprzednim zawartość ziaren grubszych odpowiednio do nadanej szybkości.

Tablica *Stephenson'a*, umieszczona niżej, daje pojęcie o zależności wielkości wypłukiwanych z gruntu ziaren od szybkości prądu.

Tablica *Stephenson'a*.

Szybkość potoku <i>cm/sek</i>	Działanie potoku na grunt
7,5	prąd zaczyna unosić pył o średnicy ziaren $< \frac{1}{100}$ <i>m/m</i>
15	prąd unosi drobny piasek wielkości $\frac{1}{2} - \frac{1}{20}$ <i>m/m</i>
20	prąd unosi gruby piasek wielkości do 3 <i>m/m</i>
30	prąd unosi żwir wielkości 5–3 <i>m/m</i>
60	prąd porusza okruchy skal większe niż 15 <i>m/m</i>
90	prąd porusza okruchy skal wielkości 30–60 <i>m/m</i>

Tablica ta przedstawia w grubych zarysach zależność średnicy wypłukiwanych ziaren od szybkości prądu. Istnieją tablice bardziej dokładne; tutaj ograniczymy się na podanej wyżej.

ROZDZIAŁ II.

Zasady budowy i utrzymania dróg gruntowych sposobem amerykańskim.

7. Uwagi ogólne. System amerykański budowy i utrzymania dróg gruntowych polega na *ulepszeniu* dróg gruntowych i *stałym* utrzymywaniu ich w porządku.

Ulepszone tym sposobem drogi gruntowe nie mogą w zupełności zastąpić szosy lub bruku: są one słabsze niż te ostatnie i trudniej wytrzymują znaczniejszy ruch kołowy.

Jeżeli jednak drogi te są racjonalnie zbudowane i starannie utrzymywane w porządku, mogą w zupełności podoląć średniemu ruchowi kołowemu w szczególności, jeżeli grunty są odpowiednie dla dróg gruntowych; w tym ostatnim wypadku skutecznie mogą konkurować z szosami.

Jaki stosunek zachodzi pomiędzy gruntową drogą w stanie dzikim, a gruntową drogą w stanie ulepszonym, wskazuje umieszczona niżej tablica prof. *Doubelira*:

R O D Z A J D R O G I	Współczynnik oporu	
	na poziomym odcinku	na wzniesieniu 5%
Gruntowa zwykła [droga	0,10—0,15	0,15—0,20
Gruntowa droga ulepszona ameryk. sposobem . .	0,05—0,07	0,10—0,12
Droga brukowana	0,04—0,05	0,09—0,10
Droga szosowana	0,03—0,01	0,08—0,09

Z tablicy tej widzimy, że współczynnik oporu na drogach gruntowych, będących w stanie dzikim, w stosunku do takiegoż współczynnika dla dróg gruntowych ulepszonych jest *dwa razy większy* przy

ruchu na odcinkach drogi poziomych i półtora razy większy na 5% wzniesieniach; te dane są zupełnie przekonywające o celowości ulepszenia dróg gruntowych i mogą służyć za punkt wyjścia przy kalkulacjach, czy projektowane roboty się opłaca.

Dla całokształtu umieszczamy niżej tablicę *Herring'a* współczynników oporu (patrz tablicę na str. 15).

MóŜd przewozić przy jednakowej sile pociągowej po ulepszonych drogach gruntowych półtora raza większe ładunki, niŜ po drogach będących w stanie pierwotnym—jest juŜ znacznem ulepszeniem warunków komunikacyjnych, tembardziej, Ŝe po szosie przy wzniesieniu 5% można przewozić przy jednakowej sile pociągowej tylko dwa razy większe ładunki, niŜ po drodze gruntowej, znajdujĄcej się w stanie pierwotnym.

Amerykański sposób budowy i utrzymania dróg gruntowych polega:

a) *Na nadaniu drodze gruntowej takiego profilu poprzecznego i po-
długznego, któryby umoŝliwiał szybkie usuwanie wody z jezdni i na utrwa-
leniu tego profilu przez uwalcowanie jezdni. Nadanie ostatecznego
profilu drodze powinno następować po uprzednim wykonaniu robót
ziemnych, które nadałyby plantowi drogi spadki odpowiednie dla
przewidywanego ruchu.*

b) *Na urzĄdzeniu dokładnego i racjonalnego odprowadzenia wody
z plantu drogi przez system rowów otwartych, a gĄdzie trzeba przy
pomocy drenowania.*

c) *Na ciągłem utrzymywaniu drogi w porzĄdku.*

d) *Na zamianie wszęĄdzie, gĄdzie można, pracy ręcznej, pracĄ ma-
szynową.*

Wybudowane amerykańskim sposobem drogi gruntowe nadają się do zastosowania w następujących warunkach: przede wszystkim ruch kołowy na takich drogach nie może być zbyt intensywny wogóle, a w szczególności w okresie wczesnej wiosny lub późnej jesieni, kiedy jezdnia jest więcej namoknięta i łatwiej podlega odkształceniu i, co za tem idzie, zniszczeniu. Średni ruch kołowy, dopuszczalny dla dróg gruntowych amerykańskich, możnaby określić w cyfrach na 100—300 koni na dobę, przyczem pierwszą cyfrę naleŝałoby brać dla warunków nieprzyjajnych (np. gdy grunt jest nieodpowiedni dla dróg amerykańskich), drugą zaś dla warunków sprzyjajĄcych (grunt odpowiedni).

Co do warunków miejscowych, to za sprzyjajĄce naleŝy uwaŝać, jeŝeli glebę stanowią grunty piaszczyste mocne oraz gliniaste słabe i średnie; gorsze wyniki otrzymujemy przy gruntach lössowych, czarnoziemie i ilach; najmniej sprzyjajĄce warunki dla dróg amerykańskich gruntowych stanowią gleby: czyste piaski (lotne), słabe grunty, piaszczyste, tłuste gliny (duŝy procent gliny koloidalnej), torfy i ziemie błotniste. W tych ostatnich wypadkach budowa dróg sposobem amerykańskim nie jest wskazana i nawierzchnia drogi gruntowej musi być wzmacniana albo przy pomocy powłoki kamiennej, albo teŝ muszą tam być zastosowane inne sposoby wskazane w rozdziale V-tym.

W Polsce dla dróg gruntowych amerykańskich w bardzo wielu miejscach mamy sprzyjajĄce warunki, t. j. odpowiednie grunty; z dru-

**Tablica zależności siły pociągowej przy szybkości 5,5 *km/godz.*
od wagi wozu i nawierzchni drogi**

Rudolph'a Herring'a.

RODZAJ NAWIERZCHNI DROGI	Współczynnik oporu $q = \frac{\text{siła pociąg.}}{\text{waga wozu}} \times 100$	A U T O R
Sypki piasek	22,4%	Bevan
Sypki żwir (głęboki)	16%	"
Sypki żwir	11,1%	Morin
Zwykła droga żwirowa	7,3%	McNeill
Dobra droga żwirowa	4,4%	Rumford
Twarda walcowana droga żwirowa	3,7%	Minard
Zwykła błotnista droga	11,2%	Bevan
Twarda glina	6,0%	"
Twarda sucha gruntowa droga	4,5%	Morin
Szosa mało zużyta	7,0—4,8%	"
Szosa w złym stanie	8,0%	Gordon
Szosa w niezadowalniającym stanie	6,2%	Navier
Dobra szosa	3,2%	Peidonnet
Dobra szosa	3,7—2,1%	Morin
Najlepsza francuska szosa	2,2%	Navier
Bardzo twarda i gładka szosa	2,3%	McNeill
Najlepsza szosa	2,5%	Rumford
"	2,4—1,8%	Gordon
"	2,7—1,6%	Morin
Zwykły bruk	7%	Kossack
Dobry bruk	3,8%	"
Klinkier belgijski	2,8%	McNeill
Klinkier paryski	2,7—1,7%	Navier
" "	1,8%	Rumford
Klinkier paryski dobry	1,7%	McNeill
" " "	2,5—1,3%	Morin
Kostkowy bruk zwykły	4,5%	Minard
Kostkowy bruk dobry	2,2%	Rumford
Kostkowy bruk w Londynie	1,8%	Gordon
Asfaltowy bruk	0,8%	"
Kolej z płyt granitowych	0,6%	"
Szyny żelazne	0,5—0,4%	Lecount

giej strony zastosowanie tego sposobu wydaje się nam w wielu wypadkach wskazaniem na traktach o ruchu średnim z powodu braku w wielu miejscowościach szczególnie na południu, odpowiednich materiałów na powłokę kamienną.

8. Przytoczymy klasyczne przykłady pożytku, wypływającego z amerykańskiego sposobu budowy dróg gruntowych.

Na doświadczalnym odcinku drogi gruntowej długości około 3 *klm*, szerokości 8 — 9 *mtr* w stanie Arcansas (Stany Zjednoczone) po wybudowaniu drogi i po kilku miesiącach stałego wygładzania drogi „włókiem“ (opis tego przyrządu i sposób jego zastosowania będzie przytoczony niżej w rozdziale III-cim) para mułów lekko ciągnęła wóz naładowany 10—12 belami bawełny, gdy przedtem te same muły po tej samej drodze zaledwie mogły uciągnąć wóz z jedną belą*).

W Stanie Georgia (Stany Zjednoczone) w 1909 roku wybudowano 502 mile ang. żwirowanych dróg i 3421 mil dróg gruntowych, zaś w okresie 1909 — 1911 r. wybudowano **) 35 mil ang. szos, 235 niezwirowanych dróg i 4,007 mil dróg gruntowych. Przerzucenie się stanu *Georgia* prawie wyłącznie na budowę dróg gruntowych spowodowane zostało tem, że ten sposób okazał się bardzo celowym i praktycznym w zastosowaniu do wielu traktów o średnim ruchu.

W 1915 r. w gubernii Piotrogrodzkiej osiągnięto znakomity wynik na drodze podjazdowej od fabrycznej osady Antropszyno do stacji tej nazwy na kolei Moskiewsko-Windawo-Rybińskiej. Długość drogi około 3 *klm*; w czerwcu 1915 r. droga ta zupełnie zadowalniająco wytrzymała przewóz przeszło 125.000 pudów; średnio na dzień przechodziło po drodze 80 podwód, a bywały dni, że przechodziło i po 200 podwód; przeciętny ładunek jednej podwozy wynosił 60 pudów, największy—75 pudów. Przeciętna waga własna wozu wynosiła 25 pudów. Również bez trudności po tej drodze przewieziono ciężar ześrodkowany (motor elektryczny) wagi 850 pudów na zwykłych kołach przy pomocy 6 koni.

Bez względu na taki względnie silny ruch kołowy, stan tej drogi nie pozostawiał nic do życzenia; w czerwcu roboty przy utrzymaniu tej drogi polegały jedynie na przejściu „włókiem“ cztery razy po cztery kursa za każdym razem***).

9. Profil podłużny i poprzeczny.

Profil podłużny. Z natury konstrukcji amerykańskich dróg gruntowych wypływa dążenie, aby szły one możliwie w poziomie gruntu.

Jednakże nie zawsze można się trzymać tej zasady. Przy przecięciu, np., dolin i wąwozów napotykamy zwykle największe spadki i, aby je łagodzić, trzeba wykonywać wykopy lub nasypy, często nawet na dość znacznej długości.

Również zasady trzymania się poziomu gruntu trzeba się wyrzec, jeżeli powierzchnia ziemi ma spadek w kierunku poprzecznym do osi drogi, jak np. na fig. 2.

*) *I. Hewis.* „Repair and Maitenance of. Highways.” 1913.

**) Second and third Report on Public Roads of *Georgia* 1910—1912.

***) *N. S. Wietczykin.* „Uskorennyj sposob postrojki gruntowych dorog“ 1915.

W takich wypadkach zajdzie potrzeba wykonania mniejszych lub większych robót ziemnych.

Dla dróg gruntowych, które posiadają zwykle mniejsze znaczenie, niż drogi szosowe lub brukowane, można dawać większe spadki. W miejscowościach równinnych można dać 5—7% spadki, w miejscowościach wzniesionych 7—9%.

Nie należy jednak pozostawiać bez obniżenia takich wzniesień, które wpływają na zmniejszenie przeciętnego ładunku wozu na danej drodze, t. j. takich, które są wyjątkowo wielkie dla danej drogi. W takich razach należy obowiązkowo zmniejszyć te wyjątkowe wzniesienia, ponieważ wydatki na wykonanie robót ziemnych w danym miejscu zawsze się opłaca, wpłyną bowiem na zwiększenie przeciętnego ładunku podwó, przechodzących po tej drodze, i mogą się przydać na przyszłość, jeżeli zajdzie potrzeba zamiast drogi gruntowej wybudowania drogi z kamienną powłoką.

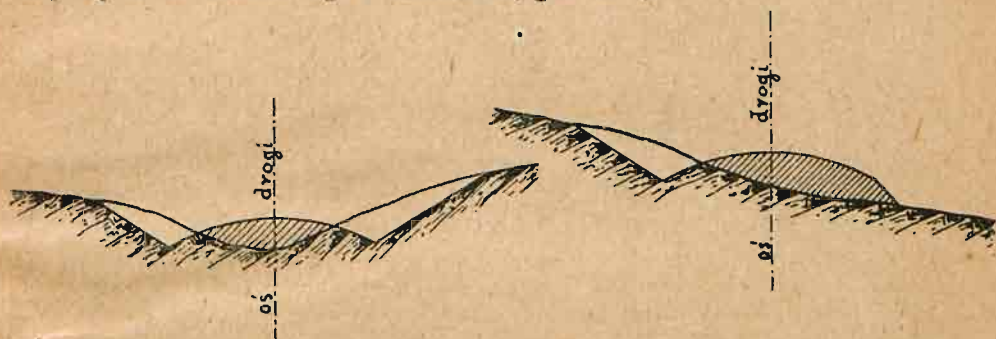


Fig. 2. Układ drogi gruntowej przy poprzecznym spadku gruntu.

Przy dłuższych spadkach należy zwrócić uwagę, aby w bocznych ściekach nie nagromadzała się znaczniejsza ilość wody po deszczu lub w czasie roztopów, gdyż przy większych ilościach wody może nastąpić rozmycie ścieku i nawet jezdni drogowej; aby uniknąć tego, należy spływające ściekami wody odprowadzać możliwie szybko w bok.

Profil poprzeczny dla dróg gruntowych amerykańskich ma znaczenie pierwszorzędne. Przy budowie i utrzymaniu dróg gruntowych najwięcej uwagi i starań zwrócono na nadanie drodze gruntowej należytego profilu poprzecznego i na staranne jego utrzymanie.

Poprzeczny profil dróg gruntowych konstruuje się tak, aby będąc bezpiecznym dla ruchu kołowego jednocześnie umożliwiał szybkie ściekanie wody z jezdni i szybkie jej osuszanie.

Gdy u nas dla dróg gruntowych przyjęto plany zupełnie płaski z obowiązkowymi głębokimi rowami bocznymi, Ameryka przyjęła powszechnie zupełnie inny typ profilu poprzecznego: profil poprzeczny jezdni przyjęto *wypukły* o znacznym spadku poprzecznym (od 4 do 8%) formy parabolicznej; przyczem z boków jezdni zamiast głębokich rowów znajdują się względnie płytkie ścieki.

Jezdnia przedstawia nasyp z gruntu, wyjętego ze ścieków i przesuniętego ku środkowi drogi przy pomocy maszyn. Nasyp ten wyrównywa się i uwalcowywa przy pomocy maszyn możliwie najstaranniej.

Spadek poprzeczny przy samych ściekach jest większy niż na jezdni: dochodzi do 14% i nawet do 33% w zależności od miejscowych warunków.

Poprzeczny spadek nadaje się jezdni w zależności od gruntu: im grunt jest słabszy, więcej piaszczysty, spadek może być mniejszy; im grunt jest mocniejszy spadek powinien być większy.

Zbyt wielkie poprzeczne spadki są niepożądane, gdyż skutkiem zbyt wielkiego nachylenia wszystkie podwoły będą starały się jechać pośrodku jedną koleją, dzięki czemu tę środkową część będzie trudno utrzymać w porządku, gdy bokiem nikt nie będzie jeździł.

Gdy się ma pewność, że utrzymanie drogi będzie staranne, można jezdnię zrobić więcej płaską; jeżeli tej pewności nie ma, spadek poprzeczny trzeba zrobić większy.

Wielkość poprzecznego spadku, jak już wspomnieliśmy wyżej, zależy od rodzaju gruntu.

Praktykowany w Ameryce i łatwy do zapamiętania spadek poprzeczny dla jezdni wynosi:

dla gruntów bardzo ciężkich $1\frac{1}{2}$ cala na 1 stopę ang. czyli 13%

dla gruntów średnich . . . 1 cal na 1 stopę ang. czyli 8%

dla gruntów lekkich . . . $\frac{1}{2}$ cala na 1 stopę ang. czyli 4%.

Co się tyczy spadków poprzecznych w ściekach, to nadaje się im w zależności od miejscowych warunków daleko silniejsze pochylenie 13–25% i nawet 33%. Zależy to jest od ilości wody, jaką mają ścieki pomieścić, względnie od długości i wielkości spadku podłużnego.

Jeżeli szybkość spływającej ściekiem wody będzie znaczna i może wywołać rozmycie tegoż, należy przedsięwziąć takie roboty, które zabezpiecząby ścieki od rozmycia.

Zabezpieczenie może być zrobione różnymi sposobami w zależności od materiałów, jakie się ma pod ręką.

Można co parę lub co kilkanaście metrów, zależnie od potrzeby, umocowywać kawałki desek przy pomocy kołków, jak wskazuje fig. 3, lub zabijać krótkie deseczki (fig. 4), lub wreszcie można urządzić poprzeczne płotki z plecionej wikliny zagłębione w ścieki, jak wskazuje fig. 5. W braku wspomnianych wyżej materiałów można wysypać ścieki grubym żwirem lub szabrem choćby nawet ceglanym i zleпка ubić.

Szerokość drogi. Z jednej strony większa szerokość jezdni zmniejsza destrukcyjną działalność ruchu kołowego, gdyż ruch kołowy rozkłada się

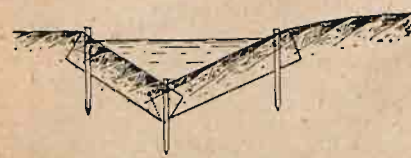


Fig. 3.



Fig. 4.

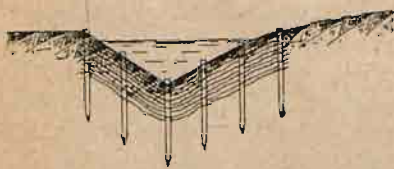


Fig. 5.

na większą szerokość, z drugiej strony zwiększanie szerokości utrudnia odwodnienie jezdni: aby spłynąć do ścieków, woda ma dłuższą drogę do przebycia, a zatem i osuszenie plantu postępuje powolniej.

Wybór zatem szerokości drogi zależy w pierwszym rzędzie od spodziewanego ruchu, a następnie od warunków miejscowych, rodzaju gruntu, wielkości spadków podłużnych i ich długości.

Przy słabym ruchu można ograniczyć się szerokością 8 mtr pomiędzy ściekami.

Taka szerokość nadaje się jednak tylko dla słabego ruchu, gdyż po odjęciu ścieków, w których z powodu większego poprzecznego spadku ruch kołowy nie może się odbywać, pozostanie użytkowa szerokość zaledwie 4—5 mtr; szerokość ta jest dostateczna dla dróg szosowych i brukowanych nawet przy dużym ruchu, ale jest niewystarczająca dla drogi gruntowej. Przy spodziewanym większym ruchu racjonalniej jest powiększyć szerokość pomiędzy ściekami do 10—12 mtr, aby jezdnia właściwa była szeroką na 6—8 mtr.

Należy zauważyć, że dalej w kierunku rozszerzania dróg gruntowych iść nie należy. Powagi amerykańskie uważają, że szerokości 10—12 mtr. nie należy przekraczać, ponieważ już przy takiej szerokości pośrodku drogi otrzymuje się dość znaczny

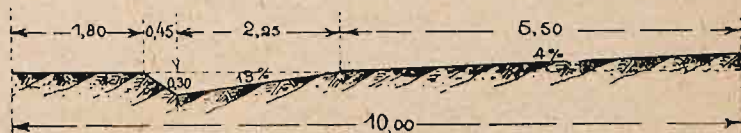


Fig. 6—Profil prof. I. O. Baker'a dla gruntów lekkich.

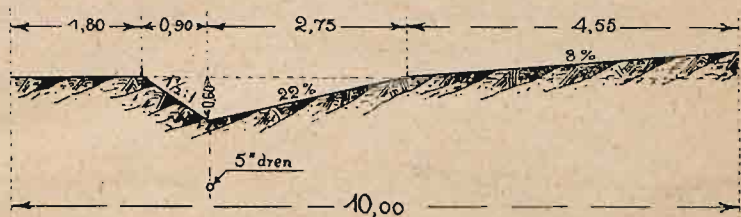


Fig. 7—Profil prof. I. O. Baker'a dla gruntów ciężkich.

nasyp, który potrzebuje dużo czasu i dużo pracy, aby należycie osiadł i znośił ruch kołowy.

Przy szerokości drogi 12 mtr dla gruntów ciężkich będziemy mieli około 75 cm wysokości środka drogi nad dnem ścieku. Z tej wysokości 40—60 cm wypada na świeży nasyp ziemi, przesuniętej ze ścieków ku środkowi drogi; nasyp takiej grubości będzie wymagał długiego czasu i dużej pracy dla ubicia.

Drugim czynnikiem, który powoduje ograniczenie szerokości gruntowych dróg amerykańskich, jest trudność szybkiego odprowadzenia wody; im droga jest szersza, odprowadzenie wody odbywa się wolniej i mniej dokładnie. Wobec powyższego przychodzimy do wniosku, że dla słabego ruchu najodpowiedniejsza szerokość amerykańskich dróg gruntowych powinna wynosić 8 mtr; przy silniejszym ruchu szerokość drogi można powiększyć do 12—16 mtr; jeżeli zachodzi potrzeba przekroczenia tej szerokości, należy przedsięwziąć odpowiednie środki w celu racjonalnego odprowadzenia wody; należy starannie uwalcować jezdnię, zwrócić uwagę na możliwość dokładnego i szybkiego osuszenia jezdni a w razie potrzeby założyć dreny.

Niżej przytaczamy kilka przykładów profilów poprzecznych dla dróg gruntowych.

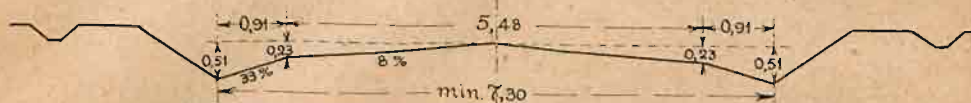
Fig. 6 i 7 przedstawiają profile opracowane przez prof. I. O. Baker'a, z których jeden przeznaczony jest dla gruntów lekkich i ma płytsze

ścieki, a drugi — dla gruntów ciężkich i ma głębsze ścieki. Dla ruchu pieszego są przewidziane chodniki zewnętrzne.

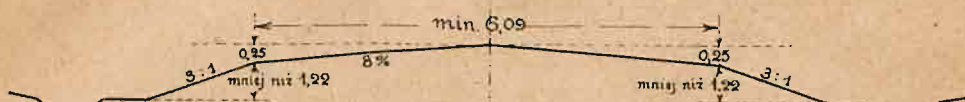
Fig. 8 przedstawia typy dróg gruntowych, opracowane i przyjęte przez komisję drogową stanu *Winconsin*.



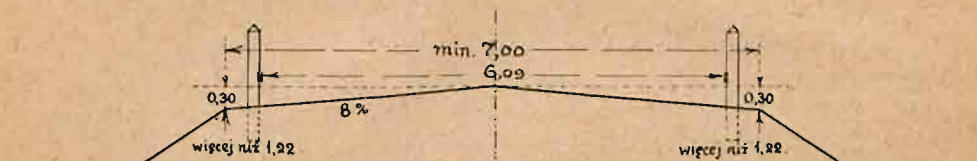
Nr 1. PROFIL POPRZECZNY DLA DRÓGI KOŁOWEJ W LEKKIM GRUNCIE.



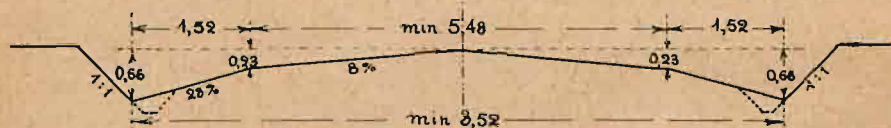
Nr 2 PROFIL POPRZECZNY DLA GRUNTÓW ŚREDNIO CIĘŻKICH W WYKOPIE.



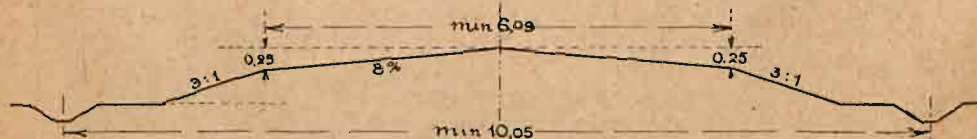
Nr 3. PROFIL POPRZECZNY DLA NASYPÓW NIŻSZYCH NIŻ 1,22 METR.



Nr 4. PROFIL POPRZECZNY DLA NASYPÓW WYŻSZYCH NIŻ 1,22 METR.



Nr 5 PROFIL POPRZECZNY DLA CIĘŻKIEJ GLINY.



Nr 6. PROFIL POPRZECZNY NA BŁOTACH.



Nr 7. PROFIL POPRZECZNY NA ZBOCZACH.

Fig. 8. Typy dróg gruntowych stanu *Winconsin*.

Gdy zajdzie potrzeba wywyższenia plantu ponad poziom gruntu może być zastosowany profil wskazany pod fig. 9.

Ustaliśmy tu ogólne zasady projektowania podłużnego i poprzecznego profilu.

Dla każdej drogi gruntowej wybór odpowiedniego profilu poprzecznego jest sprawą bardzo poważną i wymaga dużej inteligencji technicznej i sumiennego traktowania.

Profil poprzeczny na jednej i tej samej drodze może się zmieniać w zależności od miejscowych warunków gleby. Od wyboru poprzecznego profilu bardzo często zależy też i ostateczny rezultat.

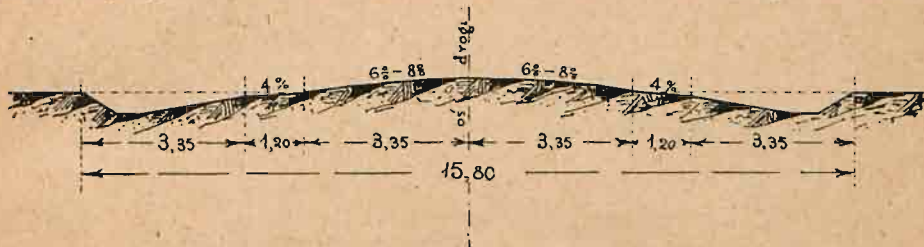


Fig. 9. Profil drogi gruntowej w nizinach.

Jak już wspominaliśmy wyżej, nadawanie drogom gruntowym poprzecznego profilu uskutecznia się przy pomocy specjalnych maszyn, które w dalszym ciągu będziemy nazywać „równaczami“ (po angielsku „Grader“). Opis tych maszyn znajduje się w rozdziale III-cim.

10. Odwadnianie dróg gruntowych.

Nie mniej ważną dla drogi gruntowej rzeczą, niż nadanie jej odpowiedniego profilu, jest odwodnienie plantu drogi gruntowej.

Odwodnienie drogi gruntowej ma na celu, po pierwsze, możliwie szybkie usunięcie opadowych wód z powierzchni jezdni, aby jaknajmniejsza ilość wody wsiąkała w plant drogi i przez to nie rozmięczała jezdni, i powtórnie, możliwie dokładne usunięcie wód gruntowych, które mogą powodować psucie się jezdni.



Fig. 10. Droga na zboczu.

W tym celu przede wszystkim należy zwrócić pilną uwagę na to, aby ścieki boczne miały prawidłowe spadki, aby woda nie mogła się w nich zatrzymywać; jeżeli miejscowe warunki pozwalają przypuszczać, że może nastąpić rozmycie ścieków, należy zabezpieczyć je przed rozmyciem; sposoby zabezpieczające podane zostały w punkcie 9-tym.

Często bywają takie miejscowe warunki topograficzne, że ścieki

nie wystarczają dla odprowadzenia wody; wtedy należy wodę odprowadzić w bok lub też wykopać równoległe do drogi rowy.

Gdy droga położona jest na zboczu, trzeba przez wykopanie równoległego do niej rowu przejąć wodę spływającą ze zbocza na drogę i odprowadzić ją w bok. Charakterystyczny ten wypadek przedstawiony jest na fig. 10.

Czasami zachodzi potrzeba przepuszczenia wody z jednej strony drogi na drugą. Jeżeli nie można tego zrobić za pomocą mostku lub przepustu ze względu na niewielką wysokość grzbietu drogi ponad dnem ścieku, można przepuścić wodę zapomocą płaskich otwartych poprzecznych ścieków.

Zdarza się, że najlepiej opracowane i wykonane odwodnienie za pomocą ścieków i rowów nie wystarcza; plant drogi gruntowej nie wysycha dość prędko lub z powodu wód gruntowych jest stale rozmoknięta. Zdarza się to szczególnie na gruntach ciężkich i saposowatych. Wtedy zachodzi potrzeba drenowania drogi. Szczególny wypadek potrzeby zdrenowania drogi zachodzi wtedy, jeżeli droga poło-

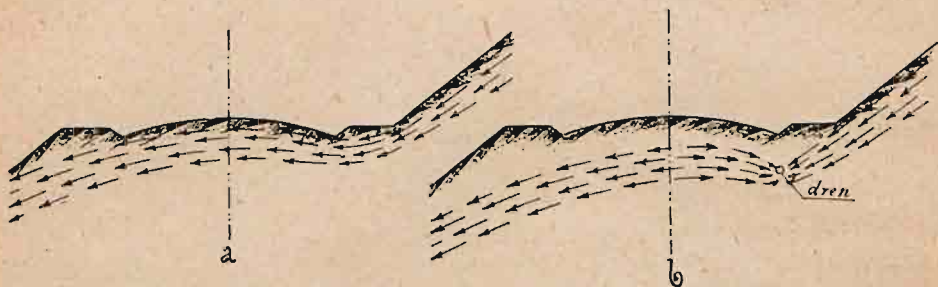


Fig. 11. a. Droga przed zdrenowaniem.

b. Droga po zdrenowaniu.

żona jest na zboczu wzgórza (fig. 11) i z górnej strony na drogę prześiakają wody gruntowe, które trzeba ująć w dreny i wyprowadzić. Również ta sama sytuacja może mieć miejsce, gdy droga przechodzi w wykopie (fig. 12).



Fig. 12. Droga w wykopie po zdrenowaniu.

Niekiedy natura gruntów wymaga zdrenowania drogi; bywa to w gruntach saposowatych, ciężkich i gliniastych. Można zakładać dwa lub jeden dren; działanie ich uwiódcznione jest na fig. 13.

Drenowanie dróg można wykonywać różnymi sposobami; można urzą-

dzać kanały zasypane szabrem lub faszyną i żwirem, ale *najpewniej* a w wielu wypadkach i najtaniej wypadnie drenowanie za pomocą zwykłych sączek ceglanych, używanych w meljoracjach rolnych.

Sączki cementowe mają nieco gorszą opinię, gdyż nie są tak trwałe, szczególnie w pewnych gruntach, które zawierają kwasy działające na cement i niszczące przez to sączki cementowe.

Sączki ceglane są układane jaknajszczelniej jedna do drugiej w tym celu, aby do środka nie dostawały się większe cząstki gleby i nie zatykały z czasem której z nich. Dla dobrego działania drenu dostateczną jest szpara węższa niż $\frac{1}{2}$ m/m.

Dla drenowania powinny być użyte sączki dobrego gatunku; zły gatunek nie gwarantuje dobrego działania drenów i może być przyczyną nawet pogorszenia stanu drogi.

Dobre dreny odpowiadać powinny dwom warunkom: powinny być trwałe i powinny mieć prawidłową formę.

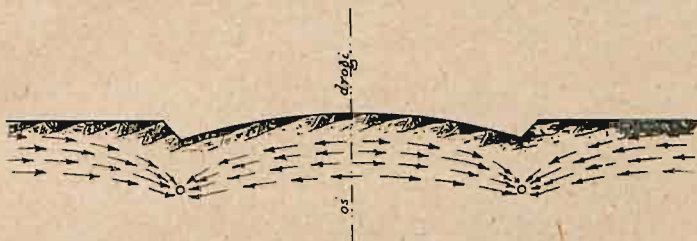


Fig. 13 a. Droga w ciężkim gruncie po zdrenowaniu przy pomocy dwóch drenów.

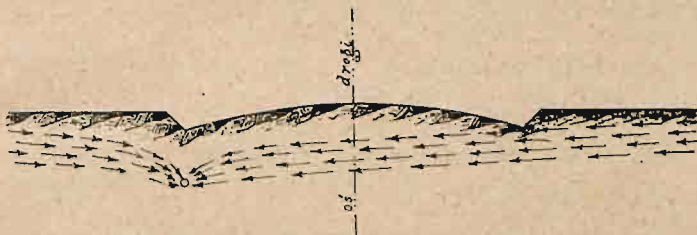


Fig. 13 b. Taką drogą po zdrenowaniu przy pomocy jednego drenu.

Dreny będą trwałe, jeżeli glina jest jednolita, dobrze wyrobiona, bez kamieni i marglu; wypalenie powinno być równomierne. Przy uderzeniu młotkiem lub jednej sączki o drugą dźwięk powinien być czysty, jeśli nawet przedtem sączki te leżały w wodzie.

Od sączki wymaga się, aby oś jej była prosta, przekrój był okrągły bez deformacji wewnątrz; końce sączek powinny być obcięte równo podług płaszczyzny prostopadłej do osi.

Rozmieszczenie drenów względem osi drogi zależy od miejscowych warunków.

Im grunt jest więcej przepuszczalny, tem na szerszy pas jego działają dreny, osuszając go i obniżając poziom wód gruntowych. Ale nawet grunty ciężkie, trudno osuszalne, mające 50 do 75% drobnego pyłu może jeden dren osuszyć i znacznie obniżyć poziom wód gruntowych w pasie gruntu szerokości po 6—8 mtr z każdej strony drenu. Dla tego też do osuszenia drogi o zwykłej szerokości 8—10 mtr w zupełności wystarcza jeden dren wzdłuż drogi, nawet jeżeli umieszczony jest z jednej strony drogi z boku pod ściekiem. (fig. 13 b.)

Umieszczać dren pod środkiem drogi nie było by rzeczą wskazaną ze względu na konieczność rozkopywania jezdni w razie potrze-

by przeprowadzenia robót konserwacyjnych; rozkopywanie jezdni wspulchnia ją i wywołuje potrzebę starannego uwalcowania.

Jeżeli droga przechodzi po zboczach góry, należy umieszczać dren od strony góry, aby uchwycić wszystkie wody gruntowe i nie dopuścić ich do jezdni (fig. 11b).

Głębokość założenia drenów pod powierzchnią ziemi warunkuje się przede wszystkim głębokością, do jakiej przemarać może grunt. Warunki klimatyczne Królestwa pozwalają na minimalną głębokość 1,0 mtr. od powierzchni gruntu.

Z drugiej strony nie zawsze dobrze zakładać dreny na minimalnej szerokości, gdyż wtedy działa on na węższy pas gruntu, niż dren założony głębiej.

Przy gruntach cięższych głęboko założone dreny wolniej je osuszają, niż gdyby były założone płycej; tę okoliczność należy mieć na względzie przy drenowaniu dróg, przy którym *szybkość* osuszenia jest rzeczą niezbędną.

Spadki drenów. Drenom nadaje się takie spadki, przy których drobne zawieszone cząsteczki pyłowe ($< 0,01 \text{ m/m}$) nie będą osiadały w rurach. Aby zjawisko to nie miało miejsca, szybkość wody w rurach drenowych nie powinna być mniejsza niż 0,15—0,20 mtr/sek., a w kurzawkach 0,30 mtr/sek.

Vogler *) podaje następujące normy spadków dopuszczalnych dla drenów:

RODZAJ GRUNTU		Średnica sączków w centymetrach				
		5	8	10	13	16
		Najmniejszy dopuszczalny spadek w %				
Zwykłe grunty	minim.	0,28	0,15	0,15	0,15	0,15
	lepiej	0,45	0,20	0,15	0,15	0,15
Kurzawki.		1,00	0,45	0,30	0,20	0,15

Bardzo małe spadki należy bardzo starannie wykonywać. Baker **) dopuszcza spadki nawet 0,05%.

Szczegółów wykonania drenowania nie będziemy tu przytaczali, ponieważ nie różnią się one od sposobów stosowanych przy zwykłym drenowaniu pól dla celów rolnych.

Zaznaczymy, że kopanie rowów dla drenów odbywa się przy pomocy kompletu łopat, zaczynając od zwykłych normalnych o szerokości 0,30 cm i przechodząc stopniowo w miarę zagłębiania się w ziemię na coraz węższe i dłuższe łopaty (fig. 14)

*) Grundlehren der Kulturtechnik, Berlin 1908.

**) Prof. I. O. Baker. Roads and Pavements 1907.

Kopanie rowów dla drenów zaczyna się od końca spadku i prowadzi się w górę.

Vogler *) podaje w metrach bieżących normy, które wykonać może jeden robotnik przy kopaniu rowów dla drenów.

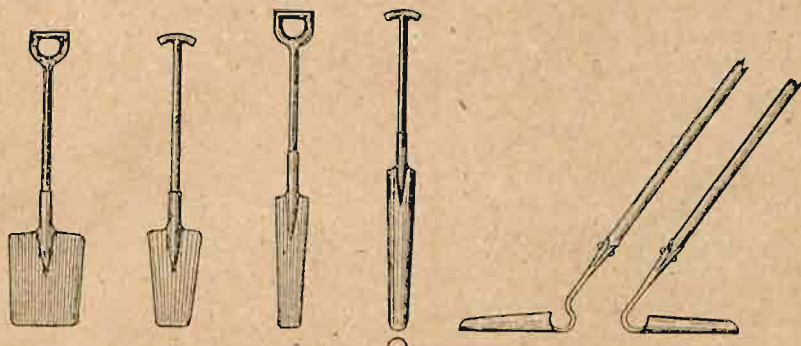


Fig. 14. Komplet łopat drenarskich.

G R U N T	Głębokość rowu w metrach				
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Lekki	42	32	20	14	10
Ciężki (robota częściowo przy pomocy kilofów)	24	20	12	9	7,5

Najodpowiedniejszą porą dla założenia drenów jest wczesna wiosna oraz jesień; jedynie dla kurzawki należy zalecić lato, jako porę najodpowiedniejszą dla wykonywania robót drenarskich, bo wtedy grunt jest znacznie suchszy i ścianki rowów drenarskich nie obsuwają się w takim stopniu, jak na wiosnę i w jesieni.



Fig. 15. Wylot drenu (rynna drewniana).

Jednym z najważniejszych szczegółów przy urządzeniu drenowania jest zabezpieczenie wylotu drena. Zabezpieczenie takie robi się w formie rynny drewnianej (fig. 15).

*) Grundlehren der Kulturtechnik, Berlin 1908.

Daleko racjonalniejszy jest wylot betonowy (fig. 16).

Koszt jednego kilometra drenu w chwili obecnej wobec nienormalnych warunków ekonomicznych nawet w przybliżeniu niepodobna obliczyć. Na koszt ten wpływ olbrzymi mają miejscowe warunki, a więc przede wszystkim cena sączeł na miejscu robót.

Na 1 kilometr drenu potrzeba 3500 szt. sączeł i 50—60 dni roboczych (specjaliści).

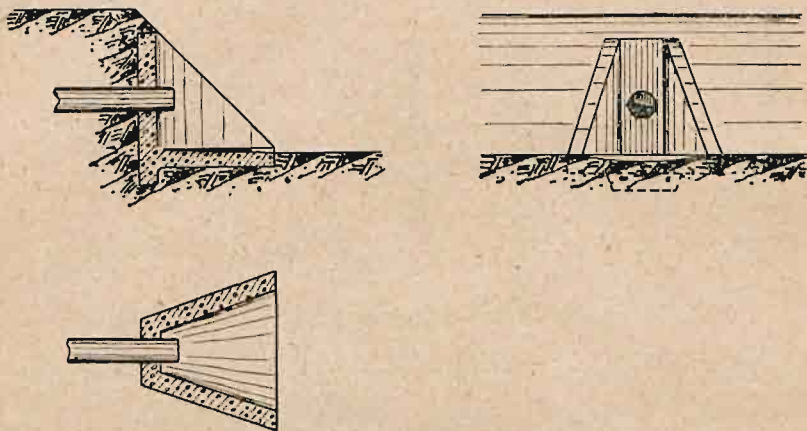


Fig. 16. Wylot drenu z betonu.

W każdym poszczególnym wypadku budowy dróg kołowych wogóle, a gruntowych w szczególności należy zbadać, czy nie zachodzi potrzeba drenowania niektórych odcinków drogi. W wielu wypadkach złe rezultaty były skutkiem tego, że nie zwrócono uwagi na potrzebę zdrenowania drogi.

11. Walcowanie dróg gruntowych.

Po zdrenowaniu drogi i nadaniu jej odpowiedniego podłużnego i poprzecznego profilu następną czynnością przy budowie dróg gruntowych jest walcowanie jezdni.

Jezdnię amerykańskiej drogi gruntowej otrzymuje się jako świeży nasyp mniej lub więcej gruby. Nawet jeżeli droga idzie zupełnie w poziomie gruntu, środkowa część drogi tworzy się z gruntu przesuniętego ze ścieków ku środkowi (fig. 17).

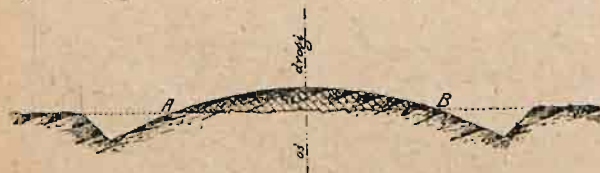


Fig. 17. Profil poprzeczny drogi gruntowej w poziomie gruntu.

Aby droga gruntowa nie była ciężka dla ruchu kołowego, jezdni jej powinna mieć grunt doprowadzony do możliwej ścisłości, t. j. należy usunąć przez walcowanie nie tylko spulchnienie ziemi, jakie powstało skutkiem przesunięcia jej ze ścieków ku środkowi drogi i dające do 10% zwiększenia objętości, ale ścisłość ziemi należy jeszcze powiększyć więcej niż w gruncie naturalnym, aby przez to zwiększyła się sprężystość gruntu.

Jeżeliby się pozostawilo jezdnię dróg gruntowych bez walcowania, koła wozów przechodząc po spulchnionej ziemi pozostawiałyby głębokie ślady nawet w czasie suchej pogody; podczas deszczów jezdnia niewalcowana mając pod spodem więcej ubite podłoże, a przez to i mniej przepuszczalne dla wody, pod wpływem ruchu kołowego zamieniałaby się na głębokie bagnisko i czyniłaby ruch kołowy bardzo ciężkim.

Widzimy więc, że ugniecenie gruntu poruszonego przy nadawaniu mu wypukłego profilu na drodze gruntowej i nadanie mu możliwej ścisłości jest konieczne.

Wobec wielkiej różnorodności gruntów, a zatem i różnych właściwości ich niepodobna jest podać ogólnych przepisów, jak i kiedy takie walcowanie jezdni należy wykonywać.

Podamy tu tylko ogólne wskazówki.

Walcowanie jezdni ma na celu doprowadzenie świeżo nasypanej warstwy ziemi do takiego stanu ścisłości i sprężystości, aby ruch kołowy na jej powierzchni pozostawiał minimalne pozostające odkształcenia.

Istniejące gleby nie dają idealnej ścisłości i zwięzłości po uwalcowaniu.

Największą ścisłość i zwięzłość po uwalcowaniu dają grunty żwirowe oraz ziemie mocne piaszczyste i słabe gliniaste; najslabsze wyniki dają czyste piaski i gliny.

Ziemie piaszczyste słabsze należy walcować wtedy gdy są dobrze mokre, po dużych deszczach lub wczesną wiosną.

Mocne ziemie piaszczyste i ziemie gliniaste należy walcować wtedy, gdy nie są za suche, ale mają w sobie tyle wilgoci, aby przy walcowaniu wilgotność gruntu ułatwiała ugniecenie nawierzchni drogi; należy jednak uważać aby walcowania nie wykonywać wtedy, gdy grunty te są bardzo nasiąkłe wodą, gdyż ziemia wtedy przylepia się do walca i uniemożliwia czynność.

Mocne gliniaste grunty jeszcze trudniej walcować: gdy są suche, do walców się nie przylepiają, ale są twarde i trudno się poddają walcowaniu; gdy są wilgotniejsze, przylepiają się do walca i uniemożliwiają robotę.

Do walcowania dróg używane są najrozmaitsze walce, których opis znajduje się w rozdziale następnym.

12. Utrzymywanie amerykańskich dróg gruntowych.

Nieustanna, ciągła konserwacja jest niezbędnym warunkiem dla utrzymania dróg gruntowych.

Jeżeli utrzymanie drogi nie będzie należycie zorganizowane, zamiast dobrej drogi otrzymamy drogę trudną do przebycia.

Konserwacja dróg gruntowych odbywa się przy pomocy różnych maszyn, które opiszemy w rozdziale następnym. Polega ona na systematycznym równaniu jezdni, pokolejonej przez ruch kołowy.

Takie równanie jezdni odbywa się z początku t. j. zaraz po wybudowaniu drogi, względnie często, do 2 razy na miesiąc.

Równanie dróg czyli wygładzanie najlepiej wykonywać po deszczu, kiedy powierzchnia drogi jest mokra i łatwo da możność ścięcia nierówności i kolei.

Drugą ważną czynnością przy konserwacji dróg jest oczyszczanie ścieków, które się zamulają skutkiem deszczów. To oczyszczanie ścieków uskutecznia się również przy pomocy maszyn. W razie jeżeli ścieki są rozmywane przez spływającą wodę, stosuje się środki zapobiegawcze przeciw temu niepożądanemu zjawisku, opisane w punkcie 9-tym.

Oto główne warunki, których trzeba się trzymać przy konserwacji dróg gruntowych. W jaki sposób wskazane roboty wykonywać, znajdziemy wskazówki przy opisie odpowiednich maszyn.
