

---

# WIADOMOŚCI DROGOWE

## ORGAN STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH KONGRESÓW DROGOWYCH

---

INŻ. HENRYK RIESS.

### POWODY POWSTAWANIA PRZEŁOMÓW DROGOWYCH ORAZ ŚRODKI ZARADCZE.

#### I. Własności gruntów nieprzepuszczalnych.

Znane są występujące z wiosną wypadki poddawania się jezdni pod naporem ruchu, wywierające wrażenie jazdy po sprężynach, przyczem powstają początkowo na nawierzchni pęknięcia albo siatki pęknięć, następnie pęcznienia jezdni i koleiny, a w końcu trzęsawiska nie do przebycia i to tak poważne, że droga musi być częstokroć zamkniętą dla ruchu pojazdów.

Objawy powyższe noszące nazwę przełomów, pojawiają się zwykle po mroźnej bezśnieżnej zimie, wczesną wiosną, na jezdniach o podłożach zawilgoconych, nieprzepuszczalnych, w specjalnie niekorzystnych warunkach terenowych i atmosferycznych. Widzimy je nie tylko na nowo zbudowanych odcinkach dróg, o ile nie zastosowano odpowiednich środków zaradczych, lecz także na starych szlakach, na których nie notowano dotąd podobnych zaburzeń w podłożu.

Niema dotychczas konstrukcji jezdni, któraby się mogła przeciwstawić potężnym siłom, powstającym w takim podłożu, które posiada warunki odpowiednie do wywołania przełomów.

Powierzchniowe smołowania niszczyją wskutek przemieszania ich powłoki rozmokłą gliną podchodzącą ku górze (cięższego typu), nawierzchnie bitumiczne i betonowe — wskutek pęknięć i wyrzuseń jezdni wywołanych ruchem podłoża — nawet bruki o silnym fundamencie nie są w stanie przeciwstawić się siłom działającym od strony podłoża.

Przy przełomach zachodzi zatem bez wątpienia poważny problem techniczny o wielkiem znaczeniu ekonomicznem, którego racjonalne rozwiązanie chroni zarządy drogowe przed znacznymi kosztami, złączonemi z rekonstrukcją arterji drogo-

wych. Niejedna zima przeszła mroźna i bezśnieżna, a mimo tego katastrofy przełomów drogowych nie było, nagle ulega droga z dawien dawna używana i za trwałą uznana, bez żadnego pozornie powodu zupełnemu przełamaniu i zniszczeniu. Użyto określenia „bez żadnego pozornie powodu”, gdyż rzeczywiście na oko zdawać się może, że każda bezśnieżna zima podobną jest u swego schyłku, a zatem bardzo wczesną wiosną, do zim poprzednich. W rzeczywistości jednak obserwując ją ściśle przy pomocy ombrometru i termometru, zauważymy bardzo poważne różnice atmosferyczne, które prócz niekorzystnych warunków terenowych, są jednym z głównych powodów katastrofalnego zniszczenia jezdni.

Przed wyjaśnieniem łączności jaka istnieje między warunkami geologicznymi, terenowymi i atmosferycznymi — a tworzeniem się przełomów, zapoznamy się wpierw z rolą, jaką odgrywa w podłożu woda cząsteczkowa i wolna, oraz grunt nieprzepuszczalny.

### *1. Rodzaj zawilgocenia oraz nasiąkliwość gruntu.*

Pod zawilgoceniem gruntu rozumieć należy całą zawartość wody, która się mieści w warstwie ziemi położonej ponad żyłą wodonośną. Zawilgocenie to dzieli się na dwie zasadnicze grupy, t. j. zawierającą w sobie wodę cząsteczkową i wodę wolną.

Pod wodą cząsteczkową rozumieć będziemy tę wilgoć, która przytrzymana działaniem większej siły niż przyciąganie ziemi, nie spływa w głębsze warstwy — pod wodą wolną natomiast, tę nadwyżkę wody w gruncie, która ulegając sile ciężkości, przesiąka w głębsze warstwy i łączy się z wodą gruntową.

Woda cząsteczkowa może być dwojaka, t. j. hygroskopijna lub podciągnięta na zasadzie włoskowatości względnie spójności czyli kohezji.

Hygroskopijną jest ta, którą cząsteczki koloidalne gruntu (ił, glina, humus) po zupełnem wysuszeniu wchłaniają w siebie i przetrzymują odbierając nawet powietrzu zawartą w niem wilgoć. Stopień zawilgocenia gruntu wilgocią hygroskopijną, zależy od procentowej zawartości w nim cząsteczek koloidalnych średnicy od 0,0001 — 0,002 mm, od temperatury powietrza oraz stopnia nasycenia parą wodną. W gruntach zwirowych i piaszczystych, które nie posiadają cząsteczek koloidalnych,

chyba jako zanieczyszczenia, będzie stopień wilgoci higroskopijnej równy zeru względnie minimalny, w gruntach ilastych może jej zawartość dochodzić do 10%, a torfiastych nawet do 20% ich objętości. Woda podciągana na zasadzie włoskowatości wzgl. kohezyjnie, utrzymuje się w swem położeniu wskutek przyczepności oraz spójności. Celem bliższego określenia obu objawów, ustalmy wpieryw różnicę jaka zachodzi między kohezją a włoskowatością. Kohezją czyli spójnością nazywamy siłę wzajemnego przyciągania pomiędzy cząsteczkami tej samej materji, występującą n. p. przy nałożeniu na siebie dwu wypolerowanych płytek metalowych lub przy zetknięciu cząsteczek dwu jednakowych płynów.

Pod adhezją czyli przyleganiem rozumiemy siłę występującą między cząsteczkami dwu rozmaitych materji na ich powierzchniach zetknięcia. Włoskowate zatem podchodzenie wilgoci polegać będzie na adhezji, gdy cząsteczki wody przylegają w przewodach włoskowatych utworzonych z próżni między suchymi ziarnami, do ich ścian. Kohezyjne zaś podchodzenie wilgoci polegać będzie na wzajemnem przyciąganiu pomiędzy cząsteczkami wody, gdy przyjmiemy, że każde najdrobniejsze nawet ziarno gruntu krystaloidalne czy koloidalne, powleczone jest warstewką wody. Doświadczalnie stwierdzono, że w obu wypadkach intensywność podchodzenia zależną jest od przekroju włoskowatego i temperatury. Im mniejszym jest przekrój włoskowaty i niższa temperatura, tem silniej wystąpią zjawiska włoskowatości w pierwszym wypadku, a kohezji w drugim.

Co się tyczy stopnia przesiąkania wody wolnej w podłoże, to zależy ono od bardzo wielu warunków, tak geologicznych jak też i technicznych, przyczem przyjąc można za podstawę, że tem mniej wody wchłania i odsąca dane podłoże, im drobniejszym jest jego ziarno. Sumaryczną zawartość wody higroskopijnie związanej i włoskowatej względnie kohezyjnej, którą zatrzymuje w sobie dany grunt i nie odsąca jej, nazywamy jego nasiąkliwością. Nasiąkliwość wzrasta z natury rzeczy w miarę zmniejszania się uziarnienia podłoża, tak iż grunty o ziarnie ponad 2 mm nie posiadają jej wcale, natomiast w ilach o znacznej zawartości cząsteczek koloidalnych dochodzi nesiąkliwość do 50% ich objętości.



Ziarna o średn. 1 mm	wykazują w odnies. do swej objętości	4%	nasiąkliwości
" " " 0,2	" " " " " " " "	5%	"
" " " 0,1	" " " " " " " "	6%	"
" " " 0,01	" " " " " " " "	35%	"

Nasiąkliwość podłoża określona w powyższy sposób, jest jednak w rzeczywistości znacznie wyższą, gdyż oprócz wilgoci cząsteczkowej występuje zazwyczaj równocześnie pewna zawartość wody wolnej, która znajduje się w trakcie przesączania.

Stopień zawilgocenia podłoża, ulega wahaniom zależnym od pory roku. W okresie n. p. letnim jest zawartość wilgoci w podłożu mniejszem mimo intensywne opadów deszczowych, niż w porze zimowej, gdyż część jej pochłaniają rośliny a część odparowuje. W okresie około września lub października osiąga nasiąkliwość gruntu swoje minimum, poczem wzrasta stale aż do lutego względnie marca.

## 2. Parowanie i włoskowate podciąganie wilgoci.

Przepuszczalność jest tem większą, im więcej dany grunt posiada między swemi ziarnami próżni, oraz im te próżnie są większe. W konsekwencji tego, zawartość drobnych ziarn a szczególnie cząsteczek koloidalnych pęczniejących pod działaniem wody, przeistacza grunt drobnoziarnisty w nieprzepuszczalny.

Odparowywalność wilgoci znajdującej się pod powierzchnią ziemi, zależną jest od temperatury ziemi, zawartości pary wodnej w powietrzu i przewodności. Najbardziej osuszają powłokę ziemi ciepłe suche wiatry w okresie letnim, powodując odparowywanie wilgoci z górnych jej warstw.

W gruntach o drobnem ziarnie a zatem nieprzepuszczalnych, odparowuje więcej wody wskutek znacznej ich nasiąkliwości i przetrzymywania wilgoci, niż w gruntach nieprzepuszczalnych, które wyzbywają się wilgoci przesączając wodę bardzo rychło w głębsze warstwy i łącząc ją z wodą gruntową. W naszym klimacie jest odparowywalność z górnej warstwy gruntu w lecie większą, niż przesiąkanie w głąb, tem samem odparowująca wilgoć cząsteczkowa zmniejsza również stopień zawilgocenia gruntu, względnie wysusza go do pewnej głębokości. Jeżeli w górnych warstwach odparowuje wilgoć, wówczas celem utworzenia równowagi następuje z natury rzeczy tendencja podciągnięcia jej

drogą włoskowatości ze źródeł lub dolnych wodonośnych warstw ku górnym. Ze stanowiska budownictwa drogowego ważne są przy włoskowatem czy też kohezyjnym podchodzeniu wody, dwa momenty:

Wosokosc, do której wskutek włoskowatości wilgoć podchodzi, oraz ilość podciąganej wody, względnie szybkość z jaką się to podchodzenie odbywa. Wysokość włoskowatego podchodzenia zależy głównie od średnicy próżni tworzących między ziarnami podłoża rodzaj włoskowatych przewodów rurkowych.

Grunt o ziarnie ponad 2 mm. posiada znaczny przekrój próżni tem samem nie wykazuje właściwości włoskowatych, ziarna o średnicy 0,2—0,5 mm podciągają na zasadzie włoskowatości wodę na wysokość 0,3 m, o średnicy 0,02—0,05 mm do wysokości 2,0 m, a ility oraz gliny o cząsteczkach koloidalnych do znacznie większej wysokości. Szybkość z jaką wskutek włoskowatości podchodzi woda ku górze w ciągu 24 godzin, jest bardzo zmienną i również zależy od uziarnienia. W ziarnie n.p. 0,02 mm, dochodzi szybkość do 1 m w ciągu 24 godzin — natomiast w gruntach ilastych oraz gliniastych o cząsteczkach koloidalnych spada szybkość bardzo gwałtownie i wynosi w ile praktycznie biorąc, zero na okres 24 godzin.

Ważnym w budownictwie drogowem jest objaw stwierdzony doświadczalnie, że szybkość włoskowatego podciągania wody w gruntach obsuszonych nasłonecznieniem i wiatrem, jest mniejszą, niż w gruntach zawilgoconych. Stopień nasycenia wilgocią włoskowatą, nie jest przytem równomierny. W bliskości zwierciadła wody gruntowej, albo górnej powierzchni wody przesiąkającej, równa się zawilgocenie nasiąkliwości danego gruntu — maleje natomiast dosyć szybko w miarę odległości od tej strefy wodonośnej, tworząc w granicy podciągania jedynie zawilgocenie hygroskopijne. Z tego też względu leży zazwyczaj górna granica włoskowatego zawilgocenia, w gruntach rodzimych znacznie niżej, niż to wykazują laboratoryjne doświadczenia. Granica ta podwyższa się natomiast w obrębie jezdni wskutek elastycznego uginania się podłoża pod naporem kół, które działa wówczas jak pompa ssąca, podciągając wilgoć włoskowatą ku górze. Gatunki gruntów jak ility, glina i humus, które zawierają w sobie cząsteczki koloidalne, ulegają wskutek wchłaniania w siebie wilgoci hygroskopijnej pęcznieniu i zmie-

niąją tem samem swą objętość, zależnie od stopnia zawartości koloidów. Rozpiętość jest tutaj bardzo znaczna, gdyż niektóre ily tracą na wadze przy wysuszeniu do 70%, gliny do 30% i więcej, a gliny piaszczyste lub piaski gliniaste do 10%.

Ta właściwość gruntu składającego się z ziarn koloidalnych, polegająca na zmniejszaniu objętości w miarę zmniejszenia stopnia zawilgocenia, wywołując w konsekwencji rozdrobnienie struktury gruntu i ma zasadnicze znaczenie przy drenowaniu, powodując spulchnienie gleby. Ponowne jednak nawodnienie, spowodowane czy to uszkodzeniem ciągu drenowego, czy też w inny sposób, może wywołać przykre następstwa szczególnie w porze zimowej, gdyż wówczas powstać mogą poważne natężenia cisnące, które działając ku górze, powodują zmiany powierzchniowych warstw.

### 3. *Wpływ powietrza i ciepłoty zewnętrznej na zawilgocenie podłoża.*

Wszystkie bez wyjątku grunty, posiadają między swemi ziarnami większą lub mniejszą zawartość próżni, które o ile nie są przepojone wodą — wypełnia powietrze.

Stopień zawartości powietrza jest zatem zasadniczo zawisły od wielkości ziarn gruntu oraz przepojenia wodą, tak iż w gruntach gruboziarnistych może w okresie suchym, nasycenie powietrzem równać się sumie zawartości próżni w drobnoziarnistych zaś kilku procentom ich objętości.

Powietrze w podłożu zawiera w sobie prawie zawsze parę wodną, która stanowi podstawową przyczynę powstawania rosy wglębnej.

Wskutek różnicy temperatur warstw wglębnych cieplejszych niż górne, powstaje prąd powietrza pracy ku górze, powodując skroplenie zawartej w powietrzu pary wodnej, skoro tylko nastąpi stosowne jej oziębienie.

Objaw ten występując bardzo intensywnie w zimie gdy powierzchnia ziemi względnie jej górne warstwy są zamarznięte, powoduje że w obrębie zasięgu zamarzania następuje poważniejsze nasycenie podłoża wodą.

Temperatura wglębna ziemi, która się przyczynia do opisanego zawilgocenia podłoża, zależną jest w wielkiej mierze od ciepłego promieniowania słońca na powierzchnię ziemi,



oraz w pewnym nieznacznym stopniu od ciepłego promieniowania pochodzącego z jądra ziemi.

Promienie słońca naświetlając powierzchnię ziemi, powodują że ciepłota postępuje w głąb, udzielając się z górnych warstw dolnym. To przenikanie ciepła w głąb zależne jest przede wszystkim od stopnia zawilgocenia gruntu a tem samym od jego struktury i uziarnienia, następnie od barwy gruntu wzgl. ułożonej na nim powłoki.

W gruntach zawilgoconych musi być z natury rzeczy przenikanie ciepła mniejsze gdyż większa część energii cieplnej zużyta zostaje na odparowywanie wilgoci. W konsekwencji tego ogrzewają się przy tem samym naświetleniu znacznie mniej zawilgocone grunty niż suche.

W drugim wypadku ciemna barwa gruntu lub nałożonej powłoki drogowej, wchłania w siebie promienie ciepłe i to tem intensywniej, im więcej skompymowaną będzie nawierzchnia oraz im ciemniejszy będzie jej kolor, Tem też tłumaczyć sobie należy szybkie topnienie śniegu na smołowych i asfaltowych nawierzchniach, gdyż wskutek czarnego ich koloru magazynują one w sobie najwięcej ciepła.

Znamiennem jest przytem, że zawilgocone drobnoziarniste, zbite a zatem nieprzepuszczalne grunty oddają z siebie raz przyjęte ciepło znacznie wolniej, niż suche grubo ziarniste, przepuszczalne. Tem też tłumaczyć sobie należy, że zasięg zamarzania jest szczególnie z początku zimy, w gruntach nieprzepuszczalnych mniejszy niż w przepuszczalnych.

Temperatura wglębna ziemi, zależną jest od rodzaju powłoki i długości czasu nasłonecznienia, tj. działania ciepła słonecznego przy uwzględnieniu kąta padania promieni, gdy niebo jest zupełnie czyste i bez chmur.

W Polsce trwa nasłonecznienie roczne przeciętnie około 2000 godzin, przyczem ziemie kresowe na Południowym Wschodzie są pod tym względem w warunkach korzystniejszych.

Najwyższa temperatura wynosi u nas na powierzchni gruntów nie porośniętych ponad 40°C, a zatem znacznie więcej niż temperatura powietrza. Na nawierzchniach drogowych, posiadających ciemne powłoki wzrasta temperatura i dochodzi niejednokrotnie do 50°C. Najniższą bywa zewnętrzna temperatura o wschodzie słońca, a najwyższą o godzinie około 13-stej.

Kierunek przenikania ciepła w lecie i za dnia jest ku dołowi, w nocy i w zimie ku górze.

Ponieważ wobec tych wahań, wymaga wyrównanie średniej temperatury wglębnej pewnego czasu, tem samem postęp przenikania temperatury dziennej, miesięcznej czy rocznej w głąb, względnie odwrócenie się jej ku górze, opóźnia się względem pór roku i nasłonecznienia.

Roczne wahania temperatur między maksimum letniem a minimum zimowem, słabną w miarę głębokości i zanikają wreszcie zupełnie w 20 — 25 m pod powierzchnią, wahania miesięczne zaś znikają jeszcze prędzej, a dziennie dają się zauważyć zupełnie płytko pod powierzchnią. Dienne wahania temperatur dochodzą zaledwie do głębokości 0,75 — 1,0 m, przyczem opóźnienie wynosi w głębokości 0,3 m około 6, a w głębokości 0,6 m około 14 godzin.

Zapuszczając się od granicy średniej rocznej temperatury, t. j. od około 25 m pod powierzchnią w głąb, stwierdzić można stały przyrost ciepłoty wynoszący mniej więcej  $1^{\circ}\text{C}$  co 33—35 m.

Głębokość, w której temperatura wzrasta o  $1^{\circ}\text{C}$ , nosząca nazwę gradientu geotermicznego, ulega pewnym wahaniom zależnie od geologicznej wglębnej struktury ziemi.

Opóźnienie w przenikaniu temperatur maksymalnych i minimalnych, wynosi w gruncie przeciętnej jakości w głębokości około 1,5 m, dla maksimum półtora miesiąca, a dla minimum jeden miesiąc. Najniższe zatem temperatury wystąpią w warstwach znajdujących się w tej głębokości około kwietnia największe około sierpnia. Bardzo poważny wpływ na temperaturę gruntu wywiera powłoka śnieżna, która zmniejsza wahania temperatury wglębnej i utrzymuje namagazynowaną przez lato ciepłotę ziemi. To korzystne działanie słabnie, gdy śnieg tając zamarza i tworzy skorupę lodową. Oczyszczanie zatem nawierzchni drogowych ze śniegu które leżą na podłożu gliniastem, powinno być bardzo umiarkowane.

Zmiany temperatur, wywołują we wszystkich materiałach odkształcenie objętościowe. Dla techniki drogowej, pozostają zmiany objętościowe samych ziarn gruntu, zupełnie bez znaczenia, decydujący natomiast wpływ wywołuje w okresie mrozów zmiana objętości marznącej wody, która pęcznieje o  $\frac{1}{11}$  swej objętości.



W gruntach o wielkiej nasiąkliwości, a zatem drobnoziarnistych o cząsteczkach koloidalnych, mogą przy zamarzaniu powstawać znaczne ciśnienia, które w zbitych warstwach działając w kierunku najmniejszego oporu, a zatem ku górze, powodują większe lub mniejsze odkształcenia powłoki ziemi. Im dłużej trwa mróz oraz im głębszy jest jego zasięg, tem większe musi być pęcznienie górnych warstw, gdyż coraz to większe ilości wody zawartej w gruncie zmieniają się w lód, zwiększając swą objętość. Do tego dochodzi jeszcze zaroszenie, o którym poprzednio była mowa, spowodowane skraplaniem się pary wodnej zawartej w powietrzu wglębnem, które powoduje poważne powiększenie zawilgocenia w zasięgu zamarzania.

Ważnym jest dla techniki drogowej okres rozmarzania, w którym spęcznienie ustępuje, gdyż od jego postępu oraz kierunku, t. j. czy rozmarzanie następuje od górnych czy od dolnych warstw, zależą uszkodzenia w nawierzchni.

Jeżeli po okresie dłuższych mrozów, podczas których średnia dzienna temperatura nie była wyższą niż  $-3^{\circ}\text{C}$ , zapanauje bezpośrednio fala ciepłych dni o wysokiej temperaturze wówczas następuje rozmarzanie dosyć szybko i posuwa się od górnej powłoki ku dolnym warstwom. Rozluźniony grunt wskutek zwiększających swą objętość kryształków lodu, nasiąknięty przy rozmarzaniu sam z siebie wodą, a zasilony jeszcze deszczem i roztopami, nie może się zgęścić, gdyż woda niema odpływu w dolne zamarznięte jeszcze warstwy. W tym stanie rzeczy maleje jego wytrzymałość na ciśnienie, koła pojazdów wrzynają się w jezdnie i wyciskają brzozy.

Jeżeli jednak mróz zwolna ustępuje, a temperatura średnia dzienna leży poniżej  $-3^{\circ}\text{C}$  wówczas rozmarzanie postępuje od dołu ku górze, pozwalając przytem na odpływ gromadzącej się wody.

Spęcznienie gruntu zanika wówczas zwolna i może być przy rozmarzaniu górnej powłoki tak małe, że koła pojazdów pozostawiają po sobie nieznaczne tylko ślady.

Mając na uwadze zasadnicze wytyczne wywierające wpływ na trwałość podłoża, omówimy obecnie własności budowlane typowych rodzajów gruntów, ujmując je ze stanowiska budownictwa drogowego.

#### 4. *Ił i glina.*

Typowym przykładem chemicznego procesu wietrzenia, jest przemiana skaleni w wodny krzemian glinu t. zw. kaolin, będący zasadniczym składnikiem iłu i gliny.

Skalenie są to krzemiany gliniasto-potasowe, glinowo-sodowe lub wapienne, względnie ich mieszaniny, z których najpospolitszym jest ortoklaz, krzemian glinowo-potasowy ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ).

Czysty koalin o zawartości okoko 46,6% krzemionki, 39,68% glinu i 13,92% wody, rzadko tylko występuje w naturze, powszechnie natomiast napotyka się koalin zanieczyszczony węglanem wapnia, magnezem, tlenkami żelaza, gipsem, piaskiem, ciałami organicznymi, potasem, sodem lub bitumami. Tak zanieczyszczony kaolin nosi nazwę iłu i gliny. Zachodzi pytanie, jaka różnica jest między iłem a gliną? Według profesora Björlykke, polega praktycznie biorąc różnica między iłem a gliną na tem, że glina jest namulem ilastym, zmieszany z humusem i piaskiem, stanowiąc materiał nieco plastyczny, jednak nie w tym stopniu, aby z niego można było uformować dłuższe nie kruszące się pasma — natomiast ił zawiera w sobie mniej piasku i posiada taką plastyczność, że można z niego urobić wązkie pasmo dostatecznej długości. Średnica ziarna iłu jest mniejsza niż 0,02 mm, przyczem można nazwać iłem gruboziarnistym materiał o ziarnie między 0,02—0,002 mm, natomiast drobnoziarnistym o ziarnie koloidalnem poniżej 0,002 mm.

Prócz namulisk ilastych słabo z sobą spojonych pod ciśnieniem, mamy niejednokrotnie do czynienia z łupkami iłowymi, które są wskutek ciśnienia zmienionymi iłami, oraz z marglami, jako słabo spojonymi namulami ilasto wapiennymi. Poza tem występują jeszcze gliny nawiane t. zw. lössy, posiadające w sobie mieszaninę pyłu kwarcowego, wapiennego i iłowego.

Ił i glina zależnie od miążkości uziarnienia, nie przepuszczają prawie zupełnie wody, natomiast posiadają właściwości higroskopijne oraz włoskowate, t. j. podciągania jej z dolnych warstw ku górnym, przyczem działa na nie ujemnie tak gorąco jak też woda i mróz, powodując w wyższej ciepłocie kurczenie się i kruszenie, w wodzie oraz mrozie pęcznienie, przy rozmarzaniu zaś rozluźnianie spoistości a przy dalszem napawaniu wodą, zupełną utratę wytrzymałości na ciśnienie. Gлина występująca w naturze jest bardzo różnorodną, przy-

czem zależnie od większej lub mniejszej zawartości piasku jest ona więcej, mniej lub zupełnie nieprzepuszczalna. W budownictwie drogowym wypadnie nam wobec tego w pewnym wypadku ułożyć na zupełnie nieprzepuszczalnym gruncie gliniastym warstwę piasku gruboziarnistego, aby uzyskać odpływ przesiąkającej wody powierzchniowej, w innym zaś wypadku, gdy mamy grunt gliniasto-piaszczysty odpowiednio przepuszczalny, znajdzie możliwość ułożenia pokładu bezpośrednio na nim. Z powyższego widać, że sprawa nie da się uogólnić, lecz każdorazowo zanim zdecydowany zostanie typ fundowania, musi być podłoże dokładnie zbadane przez ustalenie jego stopnia przepuszczalności. W każdym razie możemy być zupełnie pewni, że o ile się odpowiednio nie zabezpieczymy, to znajdująca się pod pokładem glina lub il nasiąkną zawsze jesienią lub mokrem latem wodą, a podczas silnej długotrwałej zimy, zareagują na mrozy. Pierwszem zatem zadaniem inżyniera drogowego, powinno być niedopuszczenie wody wolnej pod pokład i zmniejszenie tem samem do minimum możności reagowania ilastego podłoża na mrozy.

Ilaste podłoża nasiąkają wodą z biegiem czasu od góry i od spodnich warstw. Od góry przesiąkają opady bezpośrednio jako woda wolna, od dołu zaś jak już poprzednio zaznaczono, podchodzi wilgoć hygroskopijna, włoskowata oraz rosa spowodowana ciepłem promieniowaniem ziemi, podczas którego powietrze wgłębne przedostając się z dolnych cieplejszych warstw ku górnym chłodniejszym, skrapla się tworząc cząsteczki wody.

Z powyższego wynika, że drugim podstawowym zadaniem wyłaniającem się przy budowie nowoczesnych nawierzchni, jest wyeliminowanie z granicy zasięgu zamarzania wilgoci cząsteczkowej

Powłoki bitumiczne, nie przepuszczając wody w głąb, nie dopuszczają równocześnie wskutek swej gęstości do wyparowania tej wilgoci, która w gruntach nieprzepuszczalnych od spodu podchodzi. Zaleta nieprzepuszczalności powłoki drogowej jest tem samem rzeczą bardzo problematyczną i ma jedynie znaczenie dla samej nawierzchni. Nie przesiąka przez nią wprawdzie ani kropla wody o ile nie powstaną pęknięcia, ale tyle natomiast wody odpłynie na boki, że nasyci sobą obficie pobocza i skarpy, stąd drogą włoskowatości podejdzie pod



jezdnię, zwiększając sobą i tak już znaczne zawilgocenie naturalne podłoża i dolnej warstwy nawierzchni.

Następnym czynnikiem decydującym o niezmiennej wytrzymałości ilastego nieprzepuszczalnego podłoża a tem samem ułożonej na niem jezdni, jest mróz.

Cząsteczki wody marznąc zwiększają swą objętość i wywierają bardzo znaczny nacisk na koloidalne ziarno iltu, które wskutek tego wydzielają w miarę wzrostu nacisku coraz więcej zawartej w sobie hygroskopijnej wody. Woda ta zasilona jeszcze wilgocią włoskowatą oraz rosą powstałą wskutek ciepłego promieniowania ziemi, tworzy coraz to nowe kryształki lodu, zwiększające jeszcze bardziej nacisk na ilt, który przez to traci na korzyść lodu coraz więcej ze swej objętości. Prócz ujemnych wpływów spowodowanych nieprzepuszczalnością podłoża, występuje niejednokrotnie w terenie pagórkowatym drugi ujemny objaw, wywołany zmiennem uwarstwieniem pokładów, w szczególności skoro na warstwie nieprzepuszczalnej spoczywa przepuszczalna, Przy tego rodzaju uwarstwieniu, zatrzymuje się woda na powierzchni pokładu nieprzepuszczalnego czyniąc ją śliską. Skoro tylko naturalne warunki równowagi zostaną w czemkolwiek zmienione naprzykład przez zacięcie terenu, obciążenie warstwy, lub spiętrzenie odpływu wody, wówczas usuwa się z łatwością wierzchni pokład po spodnim.

Takie usuwanie się pokładów stwierdzono już przy 7% pochyłości warstw. Celem zapobieżenia złemu, należy po dokładnem zbadaniu uwarstwienia wywołać większe tarcie między pokładami przez odcięcie dopływu wody do warstw wodonośnych i odprowadzenie jej w racjonalny sposób poza obręb drogi.

## II. Warunki sprzyjające powstawaniu przełomów.

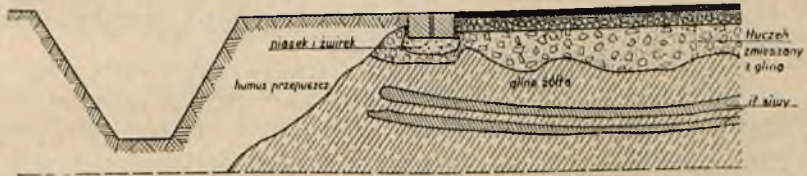
Aby wyjaśnić łączność jaka zachodzi między warunkami geologicznymi i atmosferycznymi a tworzeniem się przełomów, należy jasno sprecyzować stan który musi powstać w naturze, aby tego rodzaju katastrofy drogowe mogły powstać

Tworzeniu się przełomów sprzyjają następujące cztery warunki, które kolejno po sobie następują:

1. Zasadniczym warunkiem, koniecznym i podstawowym do wywołania przełomów, są grubsze warstwy silnie zawilgo-

conego wodą cząsteczkowo iłu lub nieprzepuszczalnej gliny, rozścielone pod jezdnią w głębokości zamarzania. Sytuacja pogarsza się, a niebezpieczeństwo powstawania wielkich przełomów wzrasta, gdy podłoże przecinają żyły wody zaskórnej, lub utworzy się nieckowatość na warstwie nieprzepuszczalnej, w której powstają źródlika wskutek nagromadzenia się poważniejszych zapasów przesiąkającej wody opadowej.

Nieckowata forma warstwy nieprzepuszczalnej rozciągająca się w kierunku poprzecznym i podłużnym drogi, stwierdzoną została niejednokrotnie podczas badań przeprowadzonych na drogach w województwie śląskim, jużto podczas przebudowy dróg, jużto podczas badania powodów tworzenia się przełomów. Jako jeden z przykładów podano na rys. 1 charakte-



Rys. 1. Przekrój poprzeczny drogi Cieszyn — Bielsko w km 53.

rystyczny profil poprzeczny drogi wojewódzkiej Cieszyn—Bielsko w km. 53, zdjęty podczas badania powodu utworzenia się przełomu z wiosną roku 1932.

Powstawanie koryt w nieprzepuszczalnym materiale pod jezdnią starych dróg, tłumaczyć sobie można albo osiadaniem jezdni pod naporem ruchu, szczególnie tam gdzie nie zastosowano kamienia podkładowego, albo tem, że przed laty napełniano powstałe w jezdni przełomy lub słabe miejsca tłuczniem lub żwirem, który grzęznąć w rozmokłym podłożu wyciskał glinę ku górze i na boki, tworząc przez to koryto gromadzące w sobie przesiąkającą wodę opadową. Podczas przebudowy drogi Dziedzice — Bielsko stwierdzono znaczną falistość podłoża nieprzepuszczalnego w kierunku podłużnym, dochodząca niejednokrotnie do 1 m różnicy liczonej między jej najwyższym a najniższym punktem.

Z powyższego przedstawienia sprawy wynika, że o ile się rozchodzi o wodę wolną, to na starych drogach mamy do czynienia z dwoma zasadniczymi wypadkami, które powodują na-



wadnianie ich korony, t. j. albo ze źródliskami powstałymi wskutek przesiąkania od dziesiątek lat wody opadowej, albo też z warstwami względnie żyłami wodonośnymi. Do intensywniejszego nawadniania opisanych powyżej koryt ziemnych, przyczyniają się w wysokim stopniu przepuszczalne pobocza zarosłe trawą i chwastami, korzenie drzew rosnących na poboczach, źle uszczelnione i nieodpowiednio wykonane obramowania kamienne nowoczesnych nawierzchni, brak warstwy filtracyjnej oraz brak należytego odwodnienia podłoża. W obu wypadkach pojawiania się wody wgłębnej, jedynym środkiem zaradczym mogącym osuszyć koronę drogi względnie obniżyć zwierciadło wody do granicy zamarzania, są dreny i sączki kamienne. Urządzenia te zastosowane przy osuszaniu źródlisk powstałych wskutek gromadzenia się przesiąkającej wody opadowej, powinny iść w parze z zabezpieczeniem korony drogi przed dalszym przesiąkaniem opadów.

Uchwycenie dopływu wody wolnej do podłoża i odprowadzenie jej sączkami lub rurkami drenowemi poza obręb drogi, chroni bezsprzecznie jej koronę przed zawilgoceniem, musimy sobie jednak równocześnie zdać z tego sprawę, że urządzenia te nie przeciwdziałają żadną miarą gromadzeniu się wody częsteczkowej w podłożu, a to szczególnie w okresie mrozów.

Założenie tego rodzaju odwodnień w podłożu podczas wykonywania nowych odcinków dróg, nie nastęrcza żadnych poważniejszych trudności, gdyż jest to jedynie kwestją kosztów— jak jednak sprawę racjonalnie rozwiązać na starych jezdniach, to naprawdę trudno określić bez poprzednich nieraz długoletnich obserwacji i żmudnych badań. Nie można przecież w gruncie nieprzepuszczalnym co kilka metrów rozrywać jezdni, aby tego rodzaju kosztowne odwodnienia zakładać, tem bardziej, że zbudowanie ich bez uprzednich badań gruntu może być mimo wszystko rzeczą bardzo problematyczną ze stanowiska uchronienia się przed tworzeniem przełomów. Znane są bowiem z doświadczenia i obserwacji wypadki stwierdzające, że w zbitych, tłustych iłach, działały sączki w małym tylko promieniu dochodzącym do kilkudziesięciu zaledwie cm, w konsekwencji czego powstawały przełomy między jednym sączkiem a drugim. Samo zatem założenie sączków nie jest wszystkim, trzeba je każdorazowo dostosować do warunków terenowych i geolo-



gicznych, chroniąc je przytem przed możliwością wewnętrznego uszkodzenia, które może powstać z czasem wskutek zatkania namulem, popękania i odkształceń podczas wstrząśnień i drgań podłoża, wywołanych ruchem drogowym.

Ujemną stroną płytko założonych drenów i sączków, jako urządzeń mających na celu przeciwdziałanie powstawaniu przełomów jest to, że przy głęboko zamrożniętem podłożu stają się one w okresie kiedy ich najbardziej potrzeba, prawie zupełnie bezużyteczne. W czasie rozmarzania korony drogi, które rozpoczyna się zwyczajnie od góry i postępuje ku dołowi, nie jest w stanie odpłynąć sączkami nagromadzona w górnej części podłoża woda, gdyż te leżą jeszcze w gruncie zamrożniętym, względnie poniżej granicy zamarzania a tem samem dopływ wody do nich jest jeszcze zamknięty.

Celem zapobieżenia gromadzeniu się wody opadowej na podłożu nieprzepuszczalnem, zdaje się być jedynie racjonalnem rozwiązaniem sprawy odstąpienie raz na zawsze od wyrabiania kocytu drogowego w gruntach ilastych i gliniastych a zastosowanie natomiast podłoża o obustronnym silniejszym spadku poprzecznym.

Po zawałowaniu podłoża do wymaganego profilu i ułożenia na nim warstwy gruboziarnistego żwiru i piasku uzyskuje się pewność, przeciągając tę warstwę aż po krawędź rowu — że woda opadowa przesiąkająca przez nie szczelności jezdni, obramowania i pobocza, nie podejździe jako wilgoć cząsteczkowo pod jezdnię, lecz spłynie po nieprzepuszczalnem podłożu ku rowom przydrożnym.

Problem powstawania przełomów, byłby zatem z punktu widzenia namakania podłoża wodą gruntową lub opadową po części wyjaśniony a sposób przeciwdziałania zawilgoceniu w ogólnych zarysach ustalony.

Niestety na tem nie kończy się nasze zadanie, gdyż przełomy tworzą się również i tam, gdzie niema widocznej wody gruntowej oraz źródeł w podłożu, a istnieje jedynie intensywne zawilgocenie wodą cząsteczkowo.

Powstawanie przełomów pojawiające się zwykle w linjach, w których przebiegają ciężkie koła pojazdów, naprowadziło na myśl, że podchodzenie wilgoci może następować wskutek ciągłego obciążania i odciążania jezdni naciskiem ruchu, które

działa przy elastycznym ugięciu podłoża, jak pompa ssąca podciągająca wodę ku górze.

Głównymi jednak motorami powodującymi podchodzenie wilgoci cząsteczkowej z dolnych warstw podłoża ku górnym są: hygroskopijne właściwości koloidalnych cząsteczek zawartych w gruncie, włoskowate podciąganie wilgoci z źródeł lub zwierciadła wody gruntowej, w końcu cieplne promieniowanie wglębnych warstw powietrza zawartego w ziemi, ku górnym chłodniejszym.

Według tezy niemieckiej, odbywa się w materiale ilastym o bardzo drobnym ziarnie, posiadającym charakter naczyń włoskowatych, prócz hygroskopijnego i włoskowatego zawilgocenia, następujący proces fizyczny:

Po zamarznięciu górnej powłoki korony drogi, skraplają się pod nią wilgotne opary ziemne podchodzące z dolnych cieplejszych warstw ku górnym chłodniejszym i osiadają w formie rosy, która w obrębie zasięgu zamarzania ścina się w kryształki lodu. Stwierdzonem przytem zostało, że zimową porą podchodzą opary bardzo intensywnie z dolnych warstw ku górnym a tem samem nawodnienie ich bywa bardzo znaczne.

Według tezy amerykańskiego badacza prof. Tabera, nie tyle odgrywa tutaj rolę włoskowatość, ile raczej kohezja, która jest według niego tem większą, im większą jest różnica temperatur. Obszernie zajmiemy się tym poglądem jako też sprawą ochrony podłoża przeciw szkodliwemu działaniu wilgoci cząsteczkowej, przy omawianiu wyników doświadczeń laboratoryjnych, przeprowadzonych przez prof. Tabera.

2. Drugim czynnikiem wpływającym na powstawanie przełomów, jest mroźna zima, mało lub prawie bezśnieżna, powodująca zamarzanie zawilgoconego podłoża do tem znaczniejszej głębokości, im mniejszą jest grubość powłoki śnieżnej, pokrywającej drogę. Przy zamarzaniu podłoża, wywołują powstające kryształki lodu wskutek powiększenia swych objętości, bardzo znaczny nacisk na koloidalne ziarna iltu zawierające w sobie wilgoć hygroskopijną, a te wydzielają pod tym naciskiem zawartą w sobie wodę. Wyciśnięta woda, zasilona skraplającym się oparem względnie podchodzącą wskutek włoskowatości czy kohezji wilgocią, tworzy dalsze kryształki lodu, które zwiększając siłę nacisku, powodują, że ilt traci na korzyść

lodu coraz więcej ze swej objętości. Pęcznienie podłoża następuje jednak dopiero w miarę napływu wilgoci i narastania warstwek lodu. Że tak się rzeczywiście sprawa w naturze przedstawia, świadczą o tem spostrzeżenia stwierdzające, iż w czasie pierwszych mrozów następuje zazwyczaj nieznaczne tylko podniesienie się jezdni, a jeżeli poważniejsze pęcznienia rzeczywiście występują, to powodem tego jest wpływ wody wolnej, pochodzącej z roztopów i deszczów w okresach między pierwszą a wtórną falą mrozów.

3. Trzecim czynnikiem jest okres wczesnej wiosny, która bywa bardzo zmienną, jak to wynika z obserwacji warunków atmosferycznych lat ostatnich, przedstawionych na rysunkach od 6 do 11.

W okresie tym, a zatem w czasie kilkudniowego topnienia śniegu i lodu, przy równoczesnych opadach deszczowych, rozmarza korona drogi zrazu do pewnej niewielkiej głębokości, przyjmijmy przykładowo do (0,3) m, podczas gdy cała grubość zamrożonej warstwy ilastej, sięga przypuścmy do 1 m. W czasie rozmarzania ustaje wewnętrzny nacisk wywierany na ił kryształkami lodu, wskutek tego napawa się grunt z powrotem hygroskopijnie, przybierając swą pierwotną naturalną objętość przy równoczesnem znacznem przepojeniu się wodą wolną, która nie mogąc przesiąknąć w dolne warstwy, gdyż są jeszcze zamrożone, powoduje rozluźnienie jego spoistości. Jeżeli zważymy, że zamrażanie powłoki i rozmarzanie powtarza się zazwyczaj kilkakrotnie w ciągu wczesnej wiosny, wówczas stwierdzić musimy, że napływ wody pochodzącej z roztopów i deszczów, bardzo poważnie podwyższy stopień zawilgocenia rozmarzonego iłu. Do silnej infiltracji przyczyniają się w wielkim stopniu: trudności w odparowaniu wody opadowej, korzenie drzew, korzonki chwastów, kamienne obramienia nawierzchni bitumicznych, oraz pęknięcia i nieszczelności w nawierzchni.

Gdy wiosna rozwija się prawidłowo przy małych opadach, a ciepło stale wzrasta wykazując nieznaczne nocne przymrozki ścinające tylko górną powłokę korony drogi, wówczas przewodzenie zewnętrznego ciepła postępuje w głąb normalnie i dosyć szybko, a zamrożona calizna stopniowo się rozluźnia, nie przedstawiając dla trwałości jezdni poważniejszego niebezpieczeństwa. W warunkach takich nie powstaną na drodze przełomy. Gdy



natomiast po kilkudniowym ciepłym okresie, który spowodował rozmoknięcie podłoża do małej tylko głębokości, nasycając je obficie wodą opadową — nadejdzie kilkodniowy okres silniejszych mrozów, które tę rozmokłą warstwę z powrotem zetną, wówczas stworzone zostają właściwe warunki sprzyjające powstawaniu przełomów drogowych.



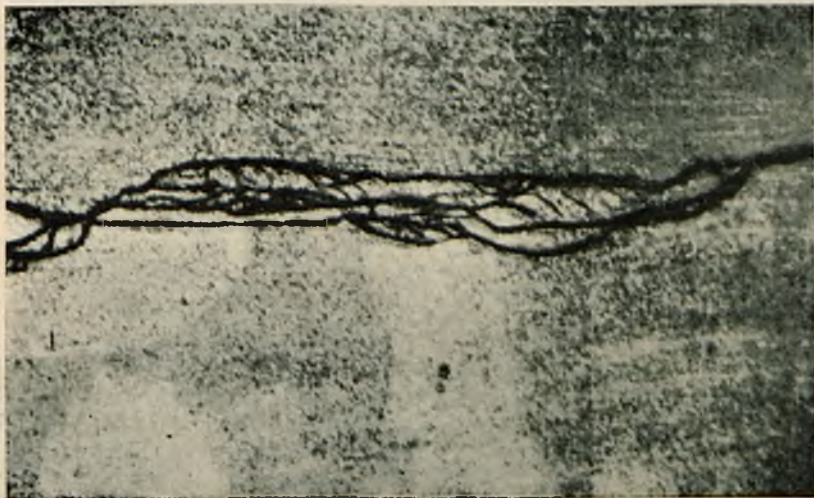
Rys. 2. Pęknięcie poprzeczne prostopadłe do osi drogi.

Marznąca ponownie warstwa elastycznego podłoża silnie przepojona wodą pęcznieje, podnosząc przytem jezdnię, która do pewnych granic wytrzymuje ten nacisk, po przekroczeniu zaś wytrzymałości na ciągnienie, pęka. Najczęściej pojawiają się w czasie mrozów w tym przejściowym okresie, cztery typy

pęknięć, z których niektóre znamionują wgłębne ruchy podłoża, dadzą się scharakteryzować następująco:

a) Poprzeczne, prostopadłe do osi drogi pęknięcia włoskowate lub większych rozmiarów rysy, powtarzające się periodycznie w pewnych odległościach (rys. 2) znamionują zazwyczaj kurczenie się nawierzchni ulepszonej pod wpływem mrozu. Siła przytem powstająca, bywa niejednokrotnie tak znaczna, że pęknięcia przenoszą się na obramienie krawędziowe, a nawet i na pobocza.

b) Powodu szerokich pęknięć biegnących na dość znacznej przestrzeni w kierunku podłużnym drogi, występujących zazwyczaj po jednej tylko stronie jezdni (rys. 3), szukać nale-



Rys. 3. Pęknięcia w kierunku równoległym do osi drogi.

ży w nierównomiernem osiadaniu fundamentu lub podłoża zruszonego przed budową, którego nienależycie ubity materiał został dodatkowo rozluźniony działaniem mrozu.

c) Pęknięcia przecinające, jezdnię pod pewnym kątem (rys. 4), przy równoczesnem wybrzuszeniu nawierzchni i utworzeniu siatki stoją w łączności z ruchami podłoża, wywołanemi pęcznieniem pod wpływem mrozu silnie zawilgoconych ilów.

W linii pęknięć i wybrzuszenia, rozkopana podczas mrozów, korona drogi w dwu charakterystycznych miejscach, okazała następujące uwarstwienie:

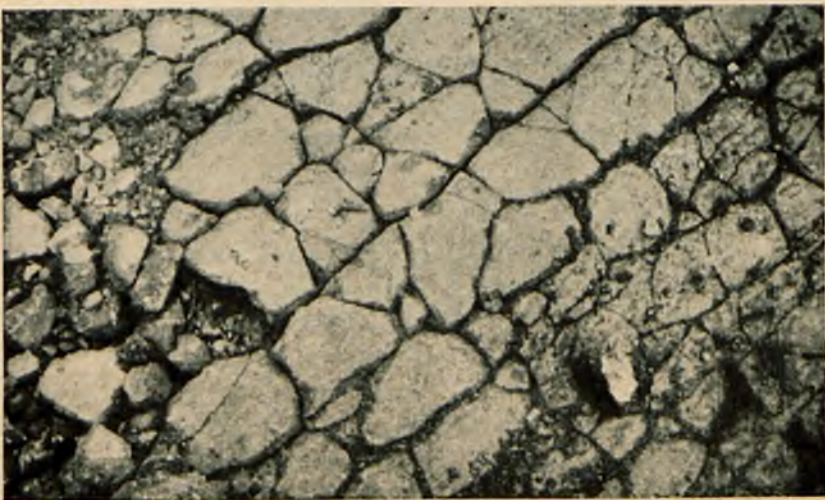


I.	5.0 cm	warstwa asfaltowa,	II.	4.7 cm	warstwa asfaltu
	36.0	" " tłucznia,		30.2	" " tłucznia
	140.0	" " iłu sinego,		140.0	" " iłu sinego.

Podczas badań stwierdzono, że od górnej krawędzi jezdni licząc była korona drogi zamarznięta do głębokości 87 cm.



Rys. 4. Pęknięcie skośne do osi drogi i siatka pęknięć.



Rys. 4a. Siatka pęknięć przedstawiona na rys. 4 po kilku dniach.



Wyrabana w tej partji tuż pod warstwą tłucznia bryła ilitu, zamieniła się w temperaturze pokojowej po rozmarznieniu na prawie płynną, zupełnie niespoistą, silnie wodą przepojoną miazgę ilastą.

Ponieważ objętość wyciętej bryły zmniejszyła się po rozmarznieniu, tem samem dowodzi to, że powodem pęknięcia i wybrzuszenia nawierzchni był li tylko marznący nadmiar wody, który spowodował pęcznienie podłoża, a co za tem idzie podniesienie jezdni przy równoczesnem wywołaniu pęknięć.

d) Rysy występujące w postaci siatki pajęczej (rys 5), które nie pojawiają się wprawdzie w czasie trwania mrozów, lecz



Rys. 5. Rysy w postaci siatki pajęczej.

bezpośrednio podczas rozmarzania podłoża, należy również zaliczyć do szkód wywołanych zamrażaniem zawilgoconego podłoża. Powody powstawania tych pęknięć, omówimy obszernie przy rozpatrywaniu czwartego warunku sprzyjającego tworzeniu się przełomów.

4. Czwartym warunkiem sprzyjającym powstawaniu przełomów, jest ponowne rozmarzanie korony drogi po ustaniu wtórnych mrozów przy równoczesnych intensywnych opadach deszczowych.

Przebieg fizyczny rozmarzania jest identyczny z tym, jak pod 3 opisano, t. j. w czasie odwilży ustaje nacisk wywierany kryształkami lodu na ilit, wskutek czego przybiera on swą pier-

wotną naturalną objętość, przy równoczesnem jeszcze silniejszym przepojeniu się wodą. Ponieważ woda w dalszym ciągu nie może w okresie pierwszych dni przesiąknąć w dolne warstwy, gdyż są jeszcze zmarznięte, przeto rozmiękcza sobą, bardzo poważnie rozluźnione mrozem cząsteczki iltu, powodując pęcznienie i podnoszenie jezdni a to coraz wyżej w miarę wzrostu ciepłoty i napływu wody opadowej. W tym stanie rzeczy opadają ku dołowi pod własnym ciężarem i pod naporem ruchu rozluźnione elementy konstrukcyjne jezdni, przyczem kamienie pokładowe i tłuczeń grzęznąc w bagnie ilastem, wyciskają je równocześnie ku górze, tworząc przytem charakterystyczne w takich wypadkach trzęsawiska i przełamanie się jezdni.

Powracając do opisanego poprzednio typu pęknięć, występujących jedynie z wiosną w formie siatki pajęcznej, podamy dla przykładu, iż po rozkopaniu korony drogi stwierdzono przy tym samym rodzaju uwarstwienia, które powyżej opisano, następujący stan:

Do głębokości około 75 cm poniżej górnej powierzchni drogi, było podłoże już rozmarznięte, ilt głębiej położony znaleziono silnie jeszcze lodem ścięty. Rozmarznięta część iltu przedstawiała miazgę wodą przepojoną, a z zamarzniętej jeszcze partji wycięte bryły, tworzyły po roztażaniu masę błotnistą. Stwierdzono przytem, że nawierzchnia asfaltowa nie łączyła się już z tłuczniem, lecz między nią a pokładem znajdowała się woda, która wytryskała przez szczeliny, gdy się tylko nawierzchnia ugięła pod naciskiem koła. Jako drugi przykład podajemy profil uwarstwienia drogi, badanej w miejscu pojawienia się przełomu, który wywołał wybrzuszenie jezdni o 25 cm ponad niweletę. Zaznaczyć należy, że droga posiadała przed utworzeniem się przełomów pokład kamienny nawierzchnie z tłucznia i pokrowiec bitumiczny w następujących przybliżonych rozmiarach:

4 cm	warstwa	pokrowca	bitumicznego,
12 "	"	"	tłucznia zajeżdżonego,
15 "	"	"	pokładu kamiennego.

Po rozkopaniu korony drogi okazało się, że pokrowiec wypchnięty został ku górze wraz z małą ilością ziarn tłucznia. Z szabrowki i pokładu nie było śladu, gdyż zmieszane z grząskim iltm opadły w dół na głębokość około 70 cm, t. j. do

granicy gdzie się jeszcze znajdowała warstwa nierozmarznętego łu, wypychając równocześnie płynną miazgę ilastą ku górze. Stwierdzono przytem, że podłoże było ilaste o nieckowatej formie uwarstwowienia.

Opisane powyżej cztery zasadnicze warunki związane z sobą przy tworzeniu się przełomów, względnie wpływające na ich powstawanie, wymagają jeszcze pewnego uzasadnienia, a to w kierunku łączności jaka istnieje między warunkami atmosferycznymi a powstawaniem przełomów, oraz w kierunku wyjaśnienia promieniowania ciepłego ziemi, w odniesieniu do gruntów przepuszczalnych.

W odpowiedzi na pierwszy punkt, przedstawiono celem uzasadnienia łączności, jaka istnieje między warunkami atmosferycznymi a tworzeniem się przełomów, graficznie na rys. 6—11, ich stan w okresie od roku 1926 do końca kwietnia 1932 r. W wykresach ujęto dzienne wahania maksymalnych i minimalnych temperatur w okresie zimy i wczesnej wiosny, średni stan grubości powłoki śnieżnej, oraz dzienną wielkość opadów deszczowych i śnieżnych. Daty potrzebne do wykonania wykresów, uzyskano ze stacji meteorologicznej mieszczącej się przy Państwowej Wyższej Szkole Gospod. Wiejskiego w Cieszynie, przyczem wartości określone uważać należy za przeciętne panujące w obrębie nizin Śląska Cieszyńskiego.

Rok 1926/27 przedstawiony na rys. 6 wykazał w obrębie Śląska Cieszyńskiego nieznaczne przełomy. Powłoka śnieżna stosunkowo mała, dochodziła w grudniu średnio do 5 cm, z końcem stycznia i w lutym średnio do 20 cm.

Przez okres grudnia i stycznia były trzy okresy zupełnych roztopów:

- od 12 — 15 grudnia przy temperaturze  $+6^{\circ}\text{C}$
- od 1 — 4 stycznia przy temperaturze  $+8^{\circ}\text{C}$
- zd 13 — 19 stycznia przy temperaturze  $+11,5^{\circ}\text{C}$

W międzyczasie panowały najniższe temperatury średnio od  $-11$  do  $-16,5^{\circ}\text{C}$ .

Po najniższej temperaturze w dniu 21 lutego wynoszącej  $-20^{\circ}\text{C}$ , nastąpił stały przyrost ciepłoty, bez żadnych załamania dochodzący w dniu 1 marca do  $+16,5^{\circ}\text{C}$ , a 21 marca do  $+20,5^{\circ}\text{C}$ .



*Rok 1927/28* — przedstawiony na rys. 7, wykazał lokalne małe tylko przełomy. Powłoka śnieżna stosunkowo znikoma, dochodziła w grudniu chwiejnie od 1,5 do 18 cm, w styczniu i lutym w małych okresach średnio 4 cm, w połowie marca średnio 8 cm.

Po silnych mrozach panujących od 17 do 22 grudnia dochodzących do  $-27^{\circ}\text{C}$ , nastąpił okres odwilży trwający od 23 do 28 grudnia, przy  $+10^{\circ}\text{C}$  i równoczesnych opadach deszczowych. Następnie załamuje się temperatura w okresie od 28 grudnia do 5 stycznia na  $-15^{\circ}\text{C}$  oraz na  $-9^{\circ}\text{C}$ , przy minimalnym 1 cm opadzie śnieżnym. Od 7 stycznia do 17 lutego — zwiększa temperatura dochodząc średnio do  $+8^{\circ}\text{C}$ , przy szeregu opadów deszczowych, poczem 18 lutego następuje załamanie na  $-17^{\circ}\text{C}$ . W pierwszych dniach marca zwiększa znowu temperatura na  $+14^{\circ}\text{C}$ , przy opadzie deszczowym, a od 13 marca do 22 marca spada na  $-15^{\circ}\text{C}$ , przy 10 cm opadzie śniegowym. Od 25 marca następują już roztopy przy równoczesnych opadach deszczowych.

*Rok 1928/29* — przedstawiony na rys. 8, wykazał bardzo poważne przełomy, mimo znaczniejszej warstwy śniegowej, pokrywającej ziemię od grudnia aż do 15 marca, w warstwie od 8 do 44 cm. Temperatura w tym okresie ma jedno małe załamanie od 26 do 31 grudnia, przy małych roztopach i deszczu. Od 1 stycznia zmniejsza stale temperatura dochodząc w lutym do  $-37^{\circ}\text{C}$ . Od marca zwiększa temperatura do 2 kwietnia dochodząc do  $+14,5^{\circ}\text{C}$ , przy równoczesnym gwałtownym topieniu śniegu i deszczach. Dnia 3 kwietnia następuje załamanie temperatury, które dochodzi 7 kwietnia do  $-14^{\circ}\text{C}$ , poczem zwiększa ona stale przy małych nocnych przymrozkach i opadach deszczowych, dochodząc do  $+22^{\circ}\text{C}$ .

*Rok 1929/30* — przedstawiony na rys. 9, wykazał drobne szkody w nawierzchniach trwałych, a szczególnie w asfaltach piaskowych i powierzchniowych smołowaniach. Po opadach deszczowych następuje od 18 do 26 grudnia obniżenie temperatury do  $-14^{\circ}\text{C}$ , poczem następuje zwiększa trwająca do 8 lutego przy nocnych przymrozkach dochodzących od  $-5^{\circ}$  do  $-9^{\circ}\text{C}$  oraz opadach deszczowych i odwilży. Po okresie mrozów, trwających od 8 do 28 lutego przy wahaniach temperatury od  $-14^{\circ}$  do  $-22^{\circ}\text{C}$ , następuje wśród odwilży i deszczów, zwiększa temperatury.

*Rok 1930/31* — przedstawiony na rys. 10, nie wykazał również przełomów w pełnym tego słowa znaczeniu, lecz nieznaczne uszkodzenia w trwałych jezdniach i powierzchniowych smołowaniach.

Przebieg dziennej temperatury jest jak na okres zimowy bardzo jednostajny, utrzymując się stale ponad 0 prócz okresu od 8 do 11 stycznia, w którym spada — w dniu 10 stycznia do  $-4^{\circ}\text{C}$ , a następnie około 22-go stycznia  $-2,5^{\circ}\text{C}$  oraz w lutym od 1 — 9 i od 14 — 16.

Nocne przymrozki wahały od  $-3$  do  $-5^{\circ}\text{C}$ , wyjątkowo tylko około 13 lutego wynosiły  $-14^{\circ}\text{C}$ .

Opady deszczowe i śnieżne nieznaczne tak w okresie zimowym, jak i wczesną wiosną.

*Rok 1931/32* — przedstawiony na rys. 11, spowodował liczne i poważne przełomy. Charakterystyką tego okresu jest to, że przy małej stosunkowo powłoce śnieżnej dochodzącej od 4 — 18 cm. ulegała temperatura dzienna od grudnia 1931 do 24-go marca 1932 kilkakrotnym załamaniom, przyczem poprzedzały je opady deszczowe i roztopy.

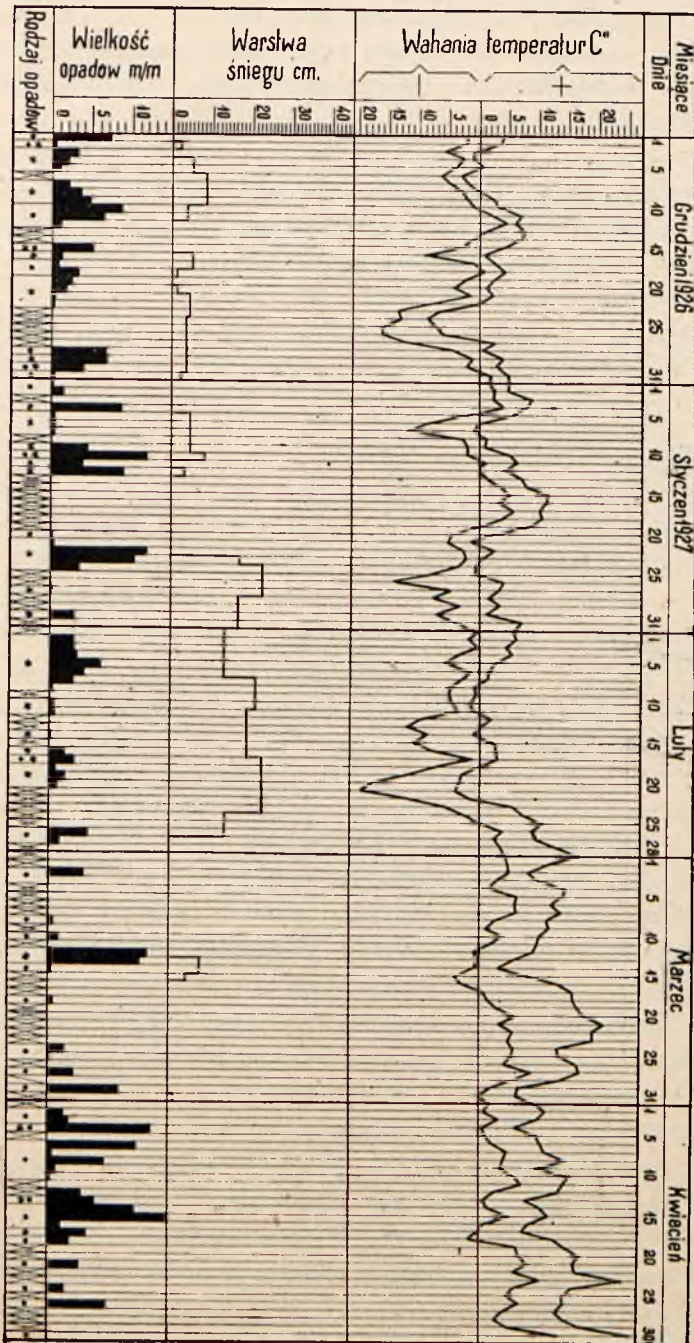
W ten sposób od 5 do 10 grudnia po temperaturze  $+7^{\circ}\text{C}$ , przy równoczesnych deszczach, następuje 2-dniowy mróz dochodzący w nocy do  $-7^{\circ}\text{C}$ . Następnie po kilkodniowych roztopach i deszczu nadchodzi od 15 do 24 grudnia okres mrozów, w którym temperatura waha od 11 do  $16^{\circ}\text{C}$ . W podobny sposób podnosi się temperatura w okresie od 25 do 30 grudnia dochodząc do  $+8^{\circ}\text{C}$  przy równoczesnych opadach deszczowych i roztopach, a następnie opada 1 stycznia dochodząc nocą do  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Bezpośrednio po tem następuje znowu podwyższenie się temperatury w okresie od 2 do 9 stycznia, dochodzące w dniu 7-go stycznia do  $+11^{\circ}\text{C}$ , przy znacznych w tym czasie opadach deszczowych i roztopach.

Okres od 10 stycznia do 5 lutego charakteryzuje się tem, że w czasie dnia waha się temperatura przeciętnie między  $+2^{\circ}$  a  $+10^{\circ}\text{C}$ , nocą zaś przeciętnie między  $-2^{\circ}\text{C}$  a  $-10^{\circ}\text{C}$  tem samem w dzień następują odwilże a nocą przymrozki.

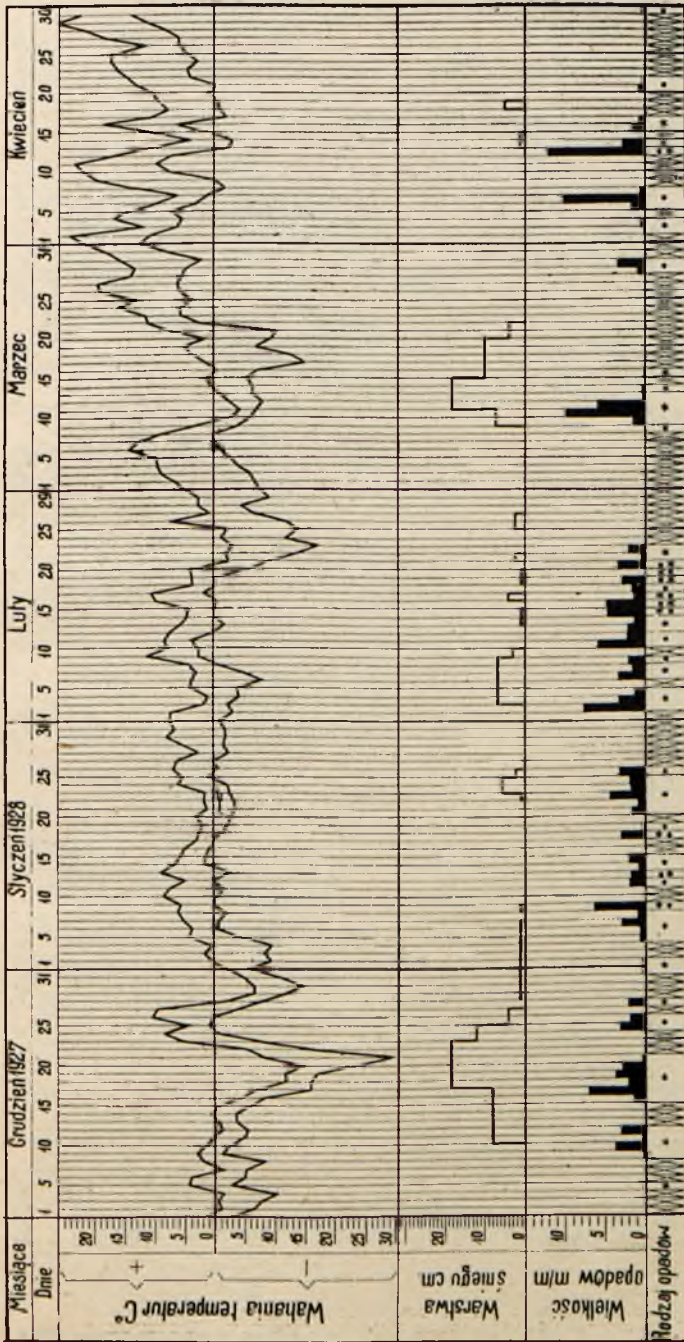
Od 6 lutego nastają silne mrozy dochodzące nocą do  $-18^{\circ}\text{C}$  oraz  $-25^{\circ}\text{C}$ , przy równoczesnych opadach śnieżnych.



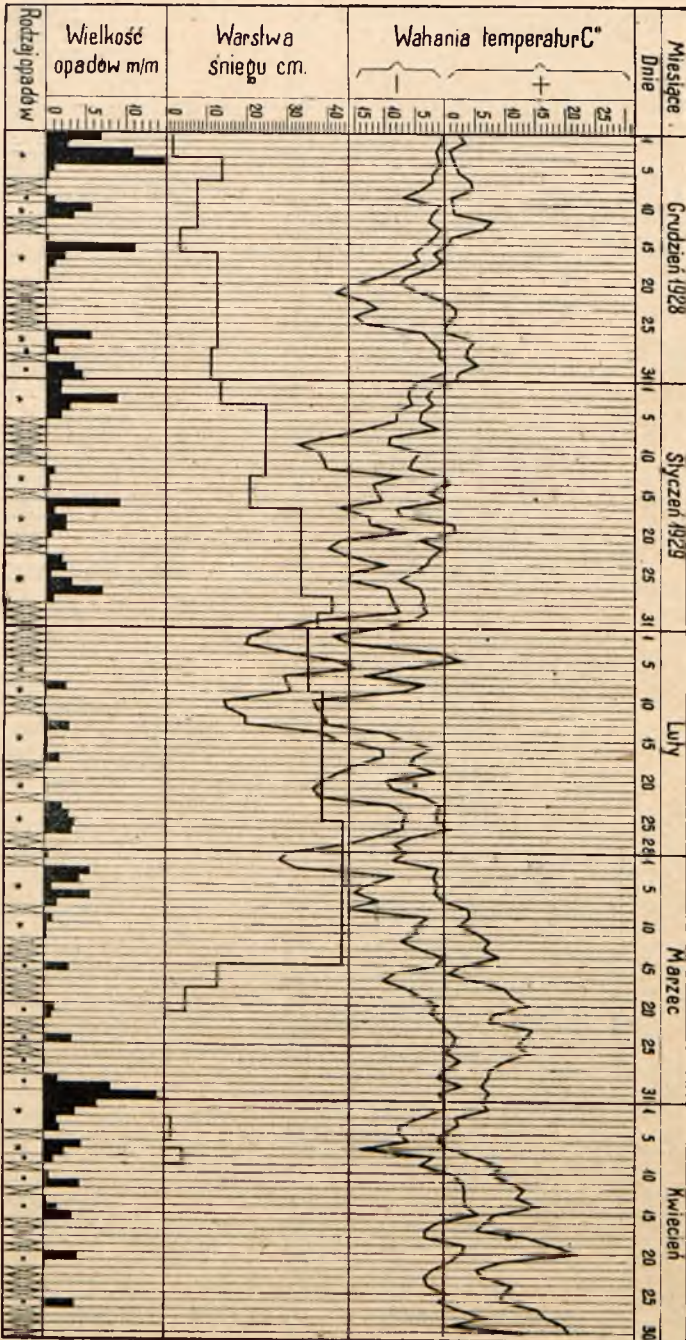


Rys. 6.



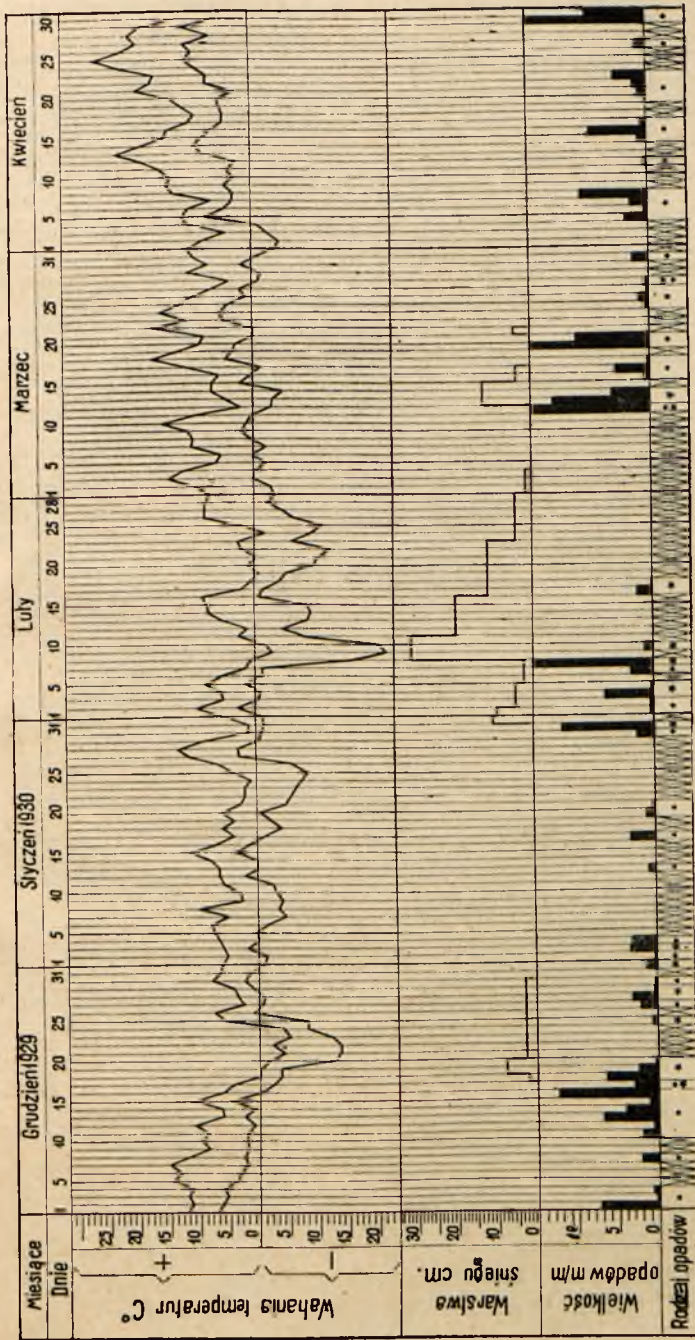


Rys. 7.



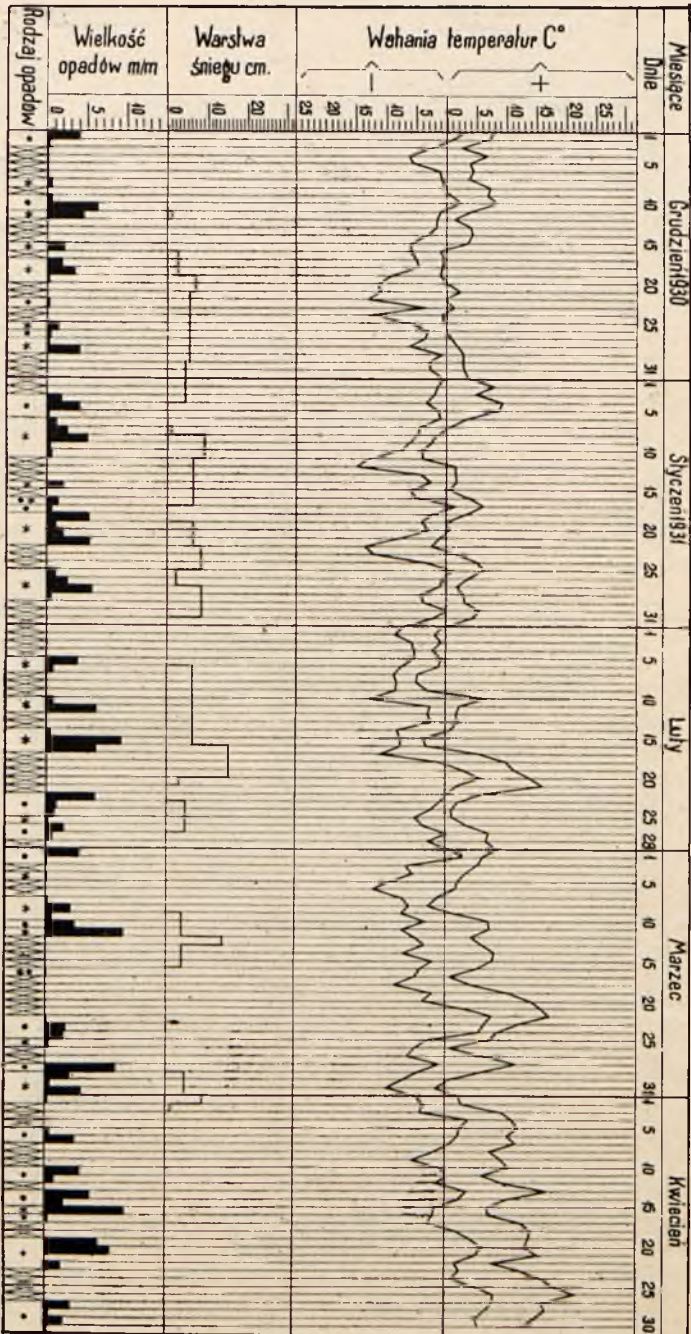
Rys. 8.



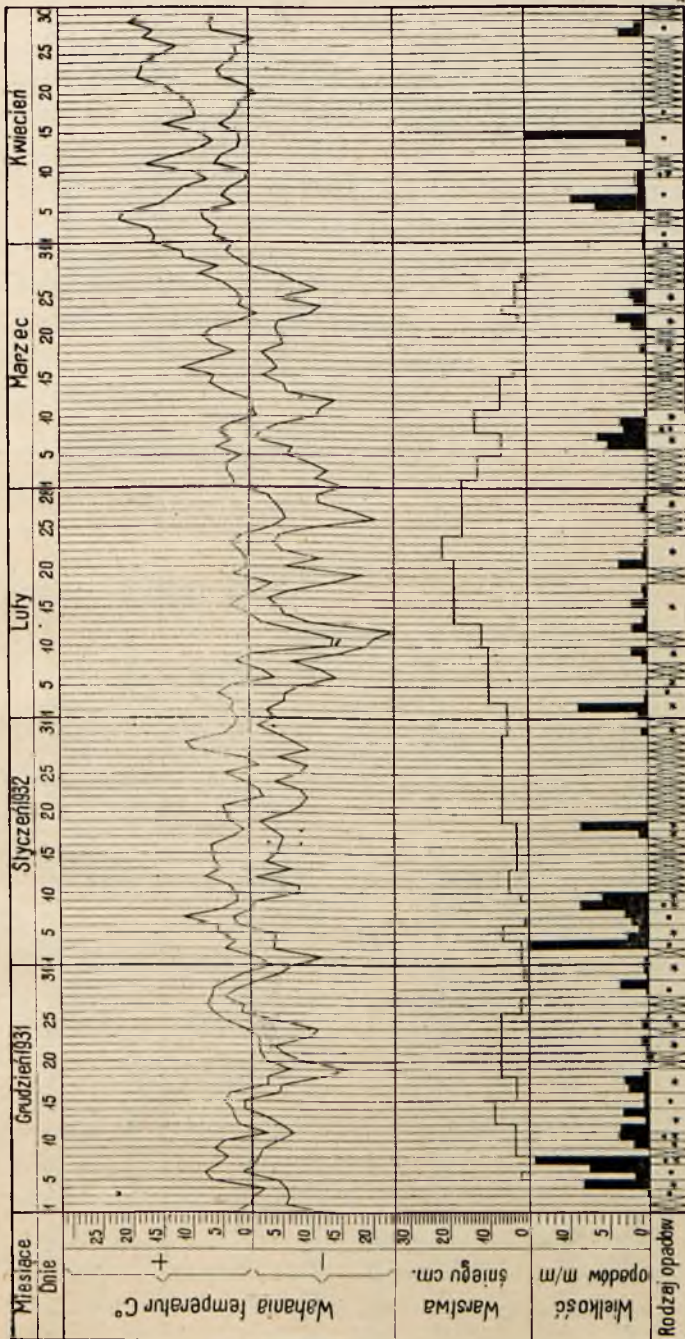


Rys. 9.





Rys. 10.



Rys. 11.



Tablica I.

Mieciac	Rok											
	śr. miesięczna temperatura						miesięczny opad					
	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1926	1927	1928	1929	1930	1931
maj . . . . .	12.5	11.3	10.7	14.1	12.7	17.4	107.1	45.5	119.4	196.0	75.9	18.8
czerwiec . . . . .	14'9	17'1	15'1	15'5	18'9	17'1	317'7	101'3	68'2	78'1	28'8	105'6
lipiec . . . . .	18'2	18'6	20'6	18'2	17'9	19'1	146'4	185'5	19'7	111'3	79'7	146'9
sierpień . . . . .	15'4	18'2	17'5	18'1	16'4	16'6	116'4	60'0	97'1	88.5	269'6	196'8
wrzesień . . . . .	14'4	14'8	13'7	14'0	14'1	10'3	50'2	57'2	108'2	34'7	132'9	193'9
październik . . . . .	9'1	8'8	10'1	11'7	9'8	7'4	149'8	30'4	38.9	48'4	179'3	102'1
listopad . . . . .	10'8	2'9	7'2	6'2	6'6	3'6	27'5	76'7	65'6	49'4	103'0	51'4
Razem opadów . . . . .	—	—	—	—	—	—	915.1	556.6	517.1	606.4	7869.2	815.5

W tym okresie t. j. od 6 do 24 marca następują odwilże, przy zmiennych temperaturach wysokich stosunkowo w dzień a niskich nocą. Od 25 marca nastaje odwilż, stały przyrost temperatury, przy równoczesnych silnych stosunkowo opadach deszczowych. (rys. od 6 — 11).

Celem dopełnienia powyższych obserwacji, zestawiono na tablicy I średni stan miesięcznych temperatur i wielkości opadów w okresie od maja do końca listopada, każdego roku.

Wykresy powyższe okazują jasno jak znacznym zmianom i różnorodnym wahaniom podlegają w czasie zimy warunki atmosferyczne. Kilkakrotnie powtarzające się intensywne wyżki temperatury powodujące odwilż i opady deszczowe, a następnie poważne niżki ścinające namoknięte od góry podłoże stanowią punkt wyjścia do tworzenia się przełomów w gruntach nieprzepuszczalnych.

### III. Laboratoryjne badania niszczących wpływów zamarzania i rozmrażania podłoża, na trwałość jezdni.

Z uwagi na poważne znaczenie wpływów, jakie wywierają nieprzepuszczalne podłoża na jezdnię, uważamy za konieczne przedstawić dla ujęcia całokształtu sprawy powstawania przełomów, wyniki badań laboratoryjnych, dokonywanych w Ameryce przez prof. St. Tabera.

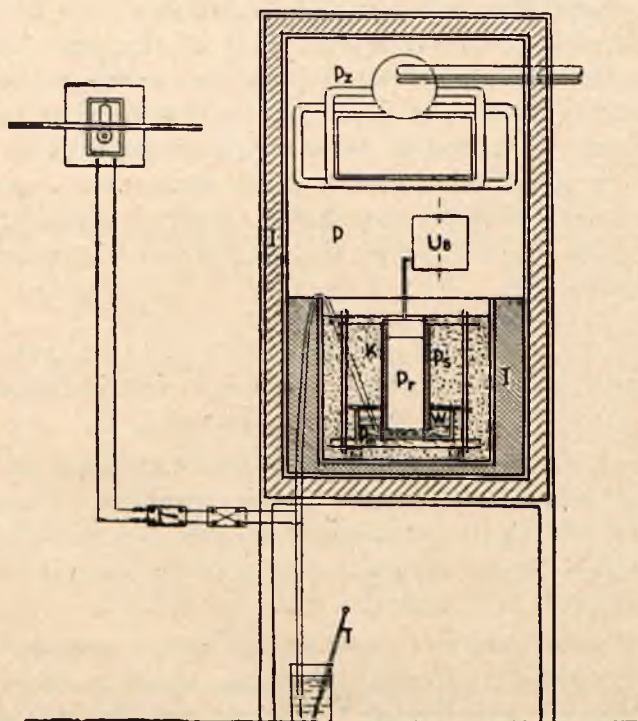
Opis badań oraz swe spostrzeżenia opublikował prof. Taber w sierpniu 1930 r. w tecznicznem czasopiśmie amerykańskiem „Public Roads” pod tytułem „Freezing and Thowing of Soils as Factors in the Destrukions of Road Pawements”. Punktem wyjścia badań było stworzenie w laboratorium takich warunków, które w rzeczywistości w naturze występują w czasie zamarzania podłoża. Poprzednio dokonywane badania przeprowadzono t. zw. „systemem zamkniętym”, podczas których obserwowane próbki materiału były zaizolowane od swego otoczenia, nie mogły zatem podczas zamarzania ani pobierać, ani też wydzielać zawartej w sobie wilgoci.

Ponieważ w naturze do rzadkości należą tego rodzaju grunty, któreby nie podciągały wilgoci a w rzeczywistości mamy prawie zawsze do czynienia z „systemami otwartymi”, t. j. takimi, które podczas zamarzania wydzielają wodę, albo też



wodę z dalszych warstw podciągają ku górze, przeto prof. Taber skonstruował przyrząd, przedstawiony na rys. 12 odpowiadający tego rodzaju wymaganiom,

Oziębienie badanej próbki następuje tutaj w zupełności tak, jak w naturze, t. j. od górnych warstw ku dolnym. Próbką gruntu z podłoża pobrana w stanie naturalnego zawilgocenia,



- |                   |   |
|-------------------|---|
| I — Izolacja      | Pr — Próbką podłoża                               |
| Ps — Piasek suchy | (około 8—10 cm śr. i 16—20 cm wys.)               |
| Pm — Piasek mokry | T — Termometr kontaktowy                          |
| P — Powietrze     | U <sub>B</sub> — Urządzenie samokreśl. do badania |
| W — Woda          | pęcznienia  |
| K — Karton        | Pz — Przyrząd do zamrażania                       |

Rys. 12. Przyrząd Prof. Tabera do zamrażania próbek podłoża.

pomieszczoną zostaje w kartonowym walcu o dnie perforowanym, umożliwiającem podchodzenie wilgoci od spodu. Aby utrzymać stały stan zwierciadła wody pod dnem walca, łączy się zbiornik wody rurką gumową, przechodzącą przez ścianę przyrządu na zewnątrz.

Zastosowanie kartonowego ujęcia ma ten cel, aby po ukończeniu zamrażania, można było z łatwością przeciąć płaszcz i natychmiast zbadać stan uwarstwienia lodu, ewentualnie natychmiast go sfotografować.

Zapomocą odpowiednich urządzeń mierzy się temperaturę w komorze wywołującej zamrażanie, oraz w badanej próbce, jakoteż powoduje automatyczne kreślenie wielkości pęcznienia, t. j. podnoszenia się górnej powierzchni próbki pod wpływem mrozu.

Doświadczenia wykazały, że znaczne pęcznienia gruntów, wrażliwych na działanie mrozu, tłumaczy się tem, że wskutek zamrażania górnych warstw, następuje silne podciąganie wody z dołu ku górze. Pęcznienie objawiające się podniesieniem się górnej powierzchni próbki, następowało zawsze wskutek narastania warstewek lodu w sferze zasięgu mrozu. Bardzo mało materiałów istnieje w naturze o tak znacznej gęstości, aby wskutek niepodciągania wody mogły być uważane za „systemy zamknięte”. Powstać mogą jednakże takie zewnętrzne warunki, które powodując wzrost wewnętrznego oporu przeciwdziałającego podchodzenia wody, wywołują także zmiany, iż to samo podłoże które w innych warunkach podciągało wodę, staje się nagłe dla wody „systemem zamkniętym”.

Poznanie tych czynników, które ten stan mogą wywołać, byłoby rzeczą nieocenioną dla budownictwa drogowego, oraz jedyną ochroną przed szkodami wywoływanymi mrozem.

Pierwszem zadaniem prof. Tabera było stwierdzenie, że siły powstające podczas marznięcia a działające z dołu ku górze, powodowane są narastaniem kryształków lodu układających się warstwowo do poziomu górnej powierzchni oraz udowodnienie, że przyrost kryształków lodu nie postępuje w kierunku najmniejszego oporu, lecz w kierunku najniższej temperatury, że tak a nie inaczej sprawa się przedstawia, wyjaśni najlepiej przykład: benzyna marznie zmniejszając swą objętość, a zatem jako „system zamknięty” i nie powoduje przytem z natury rzeczy ciśnienia na zewnątrz. Ta sama jednak benzyna, zasilając materiał próbki od spodu, a zatem działając jako „system otwarty”, wywierała ciśnienie podobnie jak woda.

Podaną powyżej tezę udowadnia prof. Taber szeregiem doświadczeń.



Próbka gliny, napawana od spodu wodą, obciążona od góry, wykazała podczas zamarzania przy wykluczeniu jakiegokolwiek ciśnienia na ściany boczne (gdyż otaczano ją oliwą), poważne podniesienie się górnej powierzchni — równocześnie inna próbka z tej samej gliny zamarzająca bez obciążenia z góry, przy tem samym napawaniu od spodu, rozerwała boki kartonu, mimo iż była otoczona piaskiem.

Powodem tego bocznego narostu kryształków lodu, były pionowo wstawione w materiał próbki dobre przewodniki ciepła w postaci sztabek miedzianych, które spowodowały, iż odbiór ciepła wewnętrznego a tem samym zamarzanie nastąpiło w kierunku poziomym (rys. 13).

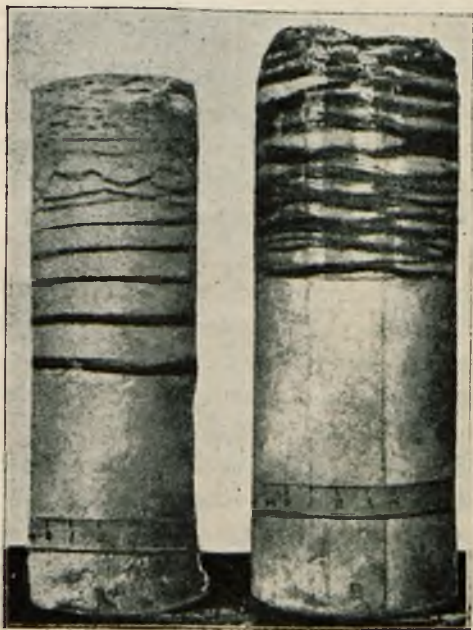


Rys. 13. Próbka gliny z pionową sztabką miedzianą.

Drugim zadaniem prof. Tabera, było zbadanie tych czynników które wpływają na powstawanie wewnątrz próbki warstwek lodu, powodujących dźwignięcie jej górnej powierzchni. W wyniku badań okazało się, iż w pierwszym rzędzie miaro-

dajną jest zwięzłość gruntu, t. j. wielkość, kształt i wzajemne ustosunkowanie ziarn badanego materiału, a tem samem wielkość i procentowa zawartość próżni.

W mączce kwarcytowej o ziarnie większem nad 0.07 mm, zauważono bardzo małe wydzielenie się kryształków lodu i to w najniekorzystniejszych warunkach zamarzania. Natomiast, gdy próbkę zestawiono z ziarn o wielkości jednego mikronu albo jeszcze mniejszych, powstawały z łatwością warstewki lodu (rys 14).



Rys. 14. Próbkę zamrożone z widocznymi warstewkami lodu.

Badania dalsze stwierdziły, iż po zmieszaniu iltu z normalnym piaskiem o średnicy ziarn 0,7 mm, następowało przy 50% zawartości piasku, nieznaczne tylko podniesienie się górnej powierzchni zamrażanej próbki, natomiast niktło zupełnie przy 70% zawartości piasku.

Wpływ jaki wywiera gęstość uwarstwienia materiału badanego na tworzenie się warstw lodu, poznamy najlepiej porównując następujące wyniki badań.



Próbka pobrana z naturalnego złoża gliny, wykazała podczas badań podniesienie się górnej powierzchni zaledwie o 0,15 mm w ciągu godziny, ta sama jednak glina rozdrobniona na proszek i ubita, a zatem o mniejszej gęstości niż poprzednia (w naturalny sposób uwarstwiona) okazała w tych samych warunkach napawania, spęcznienie 0,8 mm w ciągu godziny zamrażania. Podczas badania pierwsza próbka była o 3 dni dłużej zamrażaną, niż druga.

Podczas gdy w materiałach o „systemie zamkniętym”, zamarzała jedynie woda znajdująca się w obrębie zasięgu zamrażania — to w „systemie otwartym” następowało podciąganie wody z dolnych warstw ku górnym.

Ponieważ stopień pęcznienia badany laboratoryjnie, objawiający się podniesieniem górnej powierzchni próbki, wynosi w przybliżeniu tyle ile suma wytworzonych w czasie zamrażania warstewek lodu, zatem jasnym jest, że pęcznienie podczas zamrażania zależy od ilości wody jaka się w materiale nieprzepuszczalnym nagromadziła.

Przechodząc z doświadczeń laboratoryjnych do spostrzeżeń praktycznych, ustalił prof. Taber, że pęcznienia nawierzchni podczas mrozów powstają zawsze tam, gdzie nieprzepuszczalne podłoże wykazywało silne zawilgocenie warstw znajdujących się w obrębie granicy zamrażania. Prof. Taber stwierdził następnie, że najniebezpieczniejsze bywają jesienne długotrwałe deszcze i nagły silny mróz oraz występujące w czasie zimy okresy dni ciepłych a tem samem roztopów oraz nagłych mrozów. Przy tych samych zewnętrznych warunkach atmosferycznych, jest stopień tworzenia się warstewek lodu, zależnym od temperatury, jaka panuje w podłożu — ta zaś zależną jest nie tylko od długotrwałości okresu mrozu i najniższej zewnętrznej temperatury powietrza, lecz także od gęstości powłoki nawierzchni nakrywającej spodnie warstwy, od ciepłoty początkowej ziemi przed nastaniem mrozów, wreszcie od intensywności cieplnego promieniowania dolnych warstw ku górnym.

Celem ustalenia wpływu jaki wywierają na zamrażanie różne materiały nakrywające podłoże — pobrano z podłoża trzy próbki gliny, nie naruszając jej naturalnych uwarstwień oraz właściwości i napawając je od spodu, zamrażano w identycznie tych samych warunkach. Pierwszej próbki nie obciążano

wcale, drugą obciążono w ten sposób, że na krążku drewnianym ułożono krążek żelazny o wadze 7,4 kg, trzecią obciążono samym tylko krążkiem żelaznym o wadze 7.4 kg. Badając głębokość na jaką próbki zamarzały, oraz stosunek napęcznienia do głębokości zamarznięcia, stwierdzono największe zmiany w próbce trzeciej, najmniejsze w próbce drugiej rys. 15.



I                      II                      III  
Rys. 15. Próbki zamrożone pod obciążeniem.

Na podstawie tych i tym podobnych wyników badań, doszedł prof. Taber do przekonania, że mierne obciążenia wywierają na wielkość sumarycznego pęcznienia, mniejszy wpływ niż właściwości przewodzenia ciepła materiału, którym je nakryto i obciążono.

Czwartem w końcu zadaniem prof. Tabera, było ustalenie jaki wpływ wywiera wzrastające obciążenie cisnąco działające na podłoże, przy powstawaniu w jego wnętrzu warstewek lodu.

Doświadczenia wykazały, że pęcznienia zmniejszają się w „otwartym systemie” w miarę wzrostu obciążenia, a ciężar który może być podniesiony przez zamarzający materiał jest tem większy, im drobniejsza jest struktura uziarnienia danego gruntu.

Doświadczenia wykazały przytem, że największe ciśnienie, które może być jeszcze przewyciężone siłami powstającymi podczas pęcznienia podłoża, wynosi prawdopodobnie około 15 kg/cm<sup>2</sup>. Obciążenie to nie oznacza jednak granicy, przy której przestałyby się tworzyć kryształki lodu, lecz oznacza granicę, przy której woda nie zostaje podciągana z dolnych warstw ku górnym.



Dowód na to przeprowadził prof. Taber w ten sposób. że gdy pod obciążeniem  $15 \text{ km/cm}^2$  nie następowało pęcznienie badanej próbki, wprowadził wodę pod ciśnieniem od spodu i wywołał mimo obciążenia powstawanie lodowych warstewek, a tem samem pęcznienie.

Określając powody tworzenia się kryształków lodu, twierdzi Taber, że podchodzenie wody z dolnych warstw ku górnym, nie polega na zasadzie włoskowatości, lecz przypisać je należy przyczepności (kohezji) występującej między lodem a wodą oraz wodą samą w sobie. Powstają zatem nadzwyczaj cienkie niteczki wodne, które przesączają się przez minimalne próżnie zawarte między ziarnami łu, dążąc z dolnych warstw ku górnym. Przyrost warstewki lodu ustaje tem samem, gdy włókna wodne zostaną zerwane, czy to wskutek zbyt znacznego obciążenia, czy też wskutek zbyt wielkiego oporu w próżniach, powstałego wskutek przekroczenia granicy ciągliwości niteczki wodnej.

Energja potrzebna do wywołania pęcznienia, spowodowana zostaje obniżką temperatury, przyczem stwierdzono, że o ile ma nastąpić podchodzenie wody z dolnych warstw ku górnym, to im większym będzie ciężar spoczywający na warstwie lodu, tem niższą musi być temperatura, któraby to podchodzenie wywołała.

Nastąpi to z natury rzeczy jedynie w tym wypadku gdy wytrzymałość na ciągnięcie cienkich niteczek wodnych, nie zostanie przekroczona, narastanie zaś kryształów lodu będzie wówczas tylko możliwe, gdy woda znajdująca się tuż pod warstwą lodu, będzie przemrożona, co jak wiadomo następuje w małych tylko próżniach.

Równomierne pęcznienia jezdni rzadko tylko występują, najczęściej ma się do czynienia z umiejscowionymi wybrzuszeniami, które spowodowane zostają zmiennością warunków wpływających pośrednio lub bezpośrednio na pęcznienie i zależą przytem od: struktury podłoża, gęstości uwarstwienia, zapasu wody, właściwości przewodzenia ciepła, obciążenia i rodzaju materiału z którego wykonaną została nawierzchnia.

Ponieważ, jak już poprzednio wspomiano, wywołuje zbity łu podczas zamarzania ciśnienia dochodzącego do  $15 \text{ kg/cm}^2$ , zatem małe nawet wklonowania się warstw łu o ziarnie koloidalnem między materiał niewrażliwy na mróz, mogą z łatwością spowodować poważne podźwignięcia jezdni. Obok zatem konieczności zastosowania równomiernego materiału ziemnego

w podłożu, wylania się równocześnie drugi warunek, t. j. dążność do uzyskania równomiernego a przytem minimalnego stopnia zawilgocenia w podłożu oraz równomiernego obniżenia stanu zwierciadła wody zaskórnej poza granice zasięgu zamarzania, gdyż różnice w stopniu zawilgocenia bardzo łatwo powodują podczas zamarzania pęcznienie jezdni. Obniżenie zwierciadła wody wolnej uzyskuje się zapomocą odwodnienia sączkami, wyeliminowanie zaś zawilgocenia cząsteczkowego dokonuje się zapomocą innych technicznych urządzeń, o czym obszernie będzie mowa w następnym ustępie. Wobec tak znacznej liczby warunków wywierających wpływ na powstawanie przełomów widzimy, tem samem i nasilenie przy powstaniu przełomów musi być również bardzo zmienne. W tych samych warunkach terenowych i przy tej samej nawierzchni, miarodajnymi są:

Skwarne ewent. dżdżyste lato, wielkość opadów deszczowych w jesieni, wahania w grubości powłoki śnieżnej, stan zwierciadła wody gruntowej, wahania temperatur w zimie a specjalnie wielkość wtórnych mrozów, następujących po roztopach, rodzaj i obciążenie spowodowane ruchem drogowym w końcu stopień uprzątania z jezdni powłoki śnieżnej.

Z powyższego przedstawienia sprawy wynika zatem, iż przeciw powstawaniu przełomów nieda się ustalić żadnego generalnego środka zaradczego, a każda droga, każdy nawet zagrożony jej odcinek, musi być oddzielnie badany i oddzielnie technicznie rozwiązywany, jako samoistny problem, gdyż jedno dobre w danym wypadku rozwiązanie może być w innym wypadku zupełnie nieracjonalne a nawet wręcz szkodliwe. Przy budowie nowych dróg, dadzą się wszelkie wymagania o których powyżej była mowa zupełnie ściśle dopełnić przy pewnej fachowości i kosztach — nigdy jednak nie dadzą się przewidzieć z całą ścisłością na starych odcinkach dróg i z tego też względu zawsze narażeni będziemy na przykre niespodzianki o ile tylko warunki terenowe i atmosferyczne nie dopiszą.

#### IV. Techniczne środki zaradcze przeciwdziałające powstawaniu przełomów.

Przed przystąpieniem do budowy nowych odcinków drogowych, oraz układania nawierzchni ulepszonych na starych szlakach, należy wpierw sumiennie zbadać przydatność podło-

za nietylko pod względem jego wytrzymałości na ciśnienie, lecz także grubości uziarnienia, rodzaju uwarstwienia, odporności na działanie wody, stopnia nasiąkliwości a tem samem odporności na działanie mrozu. Badania przydatności gruntu nie prowadzą do celu gdy są przeprowadzane w letniej porze roku, ponieważ wskutek znacznego odparowywania i wsiąkania opadów, nie dają należytego obrazu charakteryzującego rzeczywiste własności podłoża. Przeprowadza się je zatem wczesną wiosną, w najniekorzystniejszych warunkach, po ulewnych długotrwałych deszczach w okresie odmarzania, oraz gdy widoczne są szkody mrozem wyrządzone. Miejsca które mogą ujemny wpływ wywierać na trwałość zamierzonej budowy, należy w terenie i na planie wyznaczyć dokładnie je zbadać i przez dłuższy czas obserwować, ustalając dokładnie powody wywołujące zawilgocenie gruntu.

Jedynie w ten sposób postępując można nabrać pewności, że osuszenie podłoża będzie celowo zaprojektowane i przeprowadzone a ułożona na niem jezdnia będzie trwałą, niewrażliwą na jego wglębne ruchy.

Grunty niepewne bada się laboratoryjnie nietylko co do ich nieprzepuszczalności, lecz także i co do higroskopijnego zawilgocenia i włoskowatej nasiąkliwości.

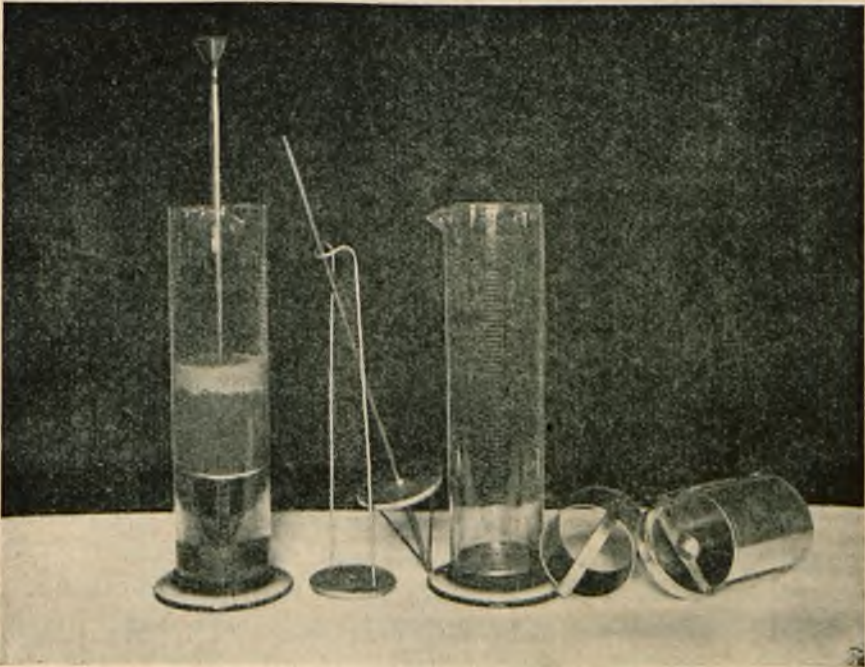
Do tego celu służą przyrządy przedstawione na rys. 16 składające się z menzurki szklanej kalibrowanej o średnicy 10 cm, oraz tacki perforowanej, przez której środek przechodzi rurka metalowa. Tacka posiada na swej krawędzi zagłębienie, na pomieszczenie obręczy gumowej uszczelniającej swe zetknięcie z wewnętrzną ścianą naczynia.

Rurka doprowadza wodę w dolną część naczynia, utrzymując jej zwierciadło w stałym poziomie podczas badań włoskowatego podchodzenia wilgoci — przy badaniu zaś przepuszczalności gruntu, odprowadza ona powietrze wyciskane z dolnej części menzurki.

Badania przepuszczalności przeprowadza się, nalewając na pobraną 10 cm próbkę gruntu słup wody również o wysokości 10 cm—badania włoskowatego pochodzenia wilgoci dokonuje się analogicznie z tą tylko różnicą że wodę wprowadza się od spodu pod dolną powierzchnię próbki. Miarą przepuszczalności względnie nasiąkliwości badanego gruntu jest czas, w jakim woda przesiąknie w dół względnie podejdzie ku górze.



Ważnym jest podczas przeprowadzania badań racjonalne pobranie próbki i wprowadzenie jej do naczynia w ten sposób, aby własności naturalne gruntu rodzimego nie zostały ile możliwości w niczym naruszone. Do tego celu służy blaszany szablon tych samych wymiarów co średnica naczynia, którym wycina się w gruncie naturalnym stosowne bloki materiału.



Rys. 16. Przybory służące do ustalania przepuszczalności i włoskowatości gruntu.

Wynik jednorazowego badania nie jest miarodajny, jedynie średnia z trzech wyników może stanowić podstawę do wydania orzeczenia o stopniu przepuszczalności i napawalności badanego gruntu. Na podstawie wyniku badań terenowych i laboratoryjnych możemy sobie wyrobić zdanie o stopniu nieprzepuszczalności gruntu i jego warunkach sprzyjających powstawaniu przełomów.

Jedyną ochroną przeciw powstaniu przełomów na jezdniach o podłożu nieprzepuszczalnym, jest niedopuszczenie wilgoci do podłoża, a tem samem dostosowanie konstrukcji bu-

dowli drogowej do następujących trzech podstawowych warunków:

a) Ochrona podłoża przed napawaniem się wodą wolną, oraz utrzymanie jej zwierciadła poniżej głębokości zamarzania.

b) Niedopuszczenie do przesiąkania wód powierzchniowych pochodzących z opadów atmosferycznych w dolne warstwy podłoża.

c) Wyeliminowanie podchodzenia wilgoci cząsteczkowej z dolnych warstw ku górnym i zatrzymanie jej również na granicy zamarzania.

Pod tym kątem widzenia rozpatrywać będziemy środki zaradcze, mając przytem na oku przede wszystkim właściwości gruntów nieprzepuszczalnych.

### 1. *Odwodnienie wglębne.*

Doświadczenie nabyte przy osuszeniach meljoracyjnych mogą mieć w budownictwie drogowym jedynie ogólne zastosowanie, gdyż stopień odwodnienia gleby żywiącej sobą roślinność, jest zawsze ściśle określony a wszelkie nadmierne odprowadzenie wilgoci staje się katastrofą dla roślin i zupełnie mija się z zadaniem robót osuszających. Przy podłożu drogi ma się rzecz zupełnie odmienne, tutaj dążymy do osiągnięcia zupełnego osuszenia a to nie do małej tylko głębokości, lecz co najmniej 1.25 m, t. j. do zasięgu mrozów. Nie wystarczają zatem w budownictwie drogowym praktyczne dane meljoracyjne określające rozstaw i głębokość ułożenia rurociągów drenowych, lecz chcąc uzyskać dobre wyniki, należy indywidualnie w każdym wypadku oddzielnie tak określić ich konstrukcję, aby zwierciadło wody opadło trwale poniżej głębokości zamarzania.

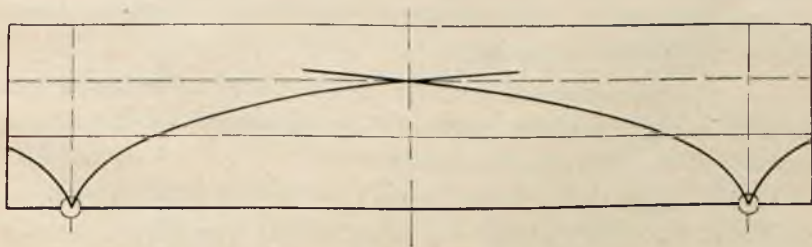
Omawiając poniżej sprawę ochrony podłoża przed napawaniem się wodą wolną, wyjdziemy z ogólnych wytycznych obowiązujących przy robotach meljoracyjnych, uważając je jako dyrektywy do osuszenia korony drogi. Nie śmiemy jednak zapominać że mając w naturze do czynienia z dwoma rodzajami zawilgocenia gruntu, t. j. z wodą wolną i cząsteczkową, musimy też broniąc się przeciwko jej ujemnym wpływom, zastosować dwa odmienne środki obrony.

Osuszenia podłoża z nadmiaru wody wolnej, która je przesyca, względnie obniżenia zwierciadła wody gruntowej, do-

konują sączi kamienne lub rurki drenowe. Ponieważ wilgoć cząsteczkowa jest zbyt silnie przytrzymywana przez zbity materiał podłoża, aby mogła spłynąć, przeto wchodzi w rachubę przy odwadnianiu drenami jedynie woda wolna. Odsączenie polega na tem, że wolna woda gruntowa znajdująca się pod pewnem ciśnieniem hydrostatycznym, dostaje się do wnętrza rurociągu drenowego przez złącza pozostawione między rurkami lub między szczeliny narzutu kamiennego w sączku i powoduje w chwili gdy równowaga cieczy zostanie naruszona, ruch wody gruntowej w kierunku najmniejszego oporu.

Im większe jest ciśnienie, t. j. im wyższy jest poziom wody gruntowej nad drenem, zarazem im mniejsze są opory w ruchu wody, tem silniejsze i szybsze będzie odsączenie, a małeć będzie do zera w miarę opadania zwierciadła wody.

Ponieważ cząstki wody znajdujące się nad drenem lub w jego sąsiedztwie, mają krótszą drogę do przebycia niż inne dalej położone, przeto poziom wody gruntowej w bliskości drenu obniża się prędzej niż w pewnej odległości od niego, tworząc w ten sposób powierzchnie krzywe t. zw. powierzchnie depresji, (rys. 17).



Rys. 17. Krzywa depresji.

Decyzja w jakiej głębokości należy założyć spód odwodnienia jest rzeczą podstawową, o ile wynik osuszenia ma być realny i przynieść zamierzone korzyści. Na głębokość wcięcia terenowego a zarazem ułożenia w nim drenu lub sączka, ma wpływ prócz warunków terenowych:

a) Wymagane konstrukcją jezdni obniżenie zwierciadła wody gruntowej, które stoi w ścisłej łączności z przeciętną głębokością zamarzania. Wobec tego, że zwierciadło wody gruntowej układa się jak wiemy według krzywej depresyjnej—zatem nie może być brany pod rozwagę jakiś poziom stały



i jednakowy we wszystkich punktach, lecz conajwyżej najszerzy pas powierzchni depresyjnej, leżący pomiędzy drenami. Posiada to jednak znaczenie tylko wówczas, gdy się ma do czynienia z wysokim stanem wody gruntowej, który występuje jedynie w podłożach przepuszczalnych położonych nad warstwami nieprzepuszczalnymi. W gruntach nieprzepuszczalnych, jednorodnych i zwięzłych, nie może być zwykle mowy o właściwym obniżeniu zwierciadła wody gruntowej.

b) Zasięg zamarzania decyduje o głębokości a to nietylko ze względu na uniknięcie deformacji ciągów i narzutu kamiennego, spowodowanej naporem zamarzającego i rozluźnianego mrozem gruntu, lecz także celem zapewnienia sobie stałego odsączania wody bez względu na zamarzniętą warstwę położoną powyżej, oraz celem spowodowania takiego trwałego obniżenia poziomu zwierciadła wody, aby z granicy zamarzania bezwzględnie odprowadzone zostało wszelkie zawilgocenie podłoża. Sama głębokość sączka nie jest jednak wszystkim, gdyż wzajemna odległość sączków stoi również w najściślejszym związku z zamierzonym efektem osuszenia i obniżenia zwierciadła wody.

Na kierunek i rozstawę drenów wpływają przytem następujące zasadnicze czynniki:

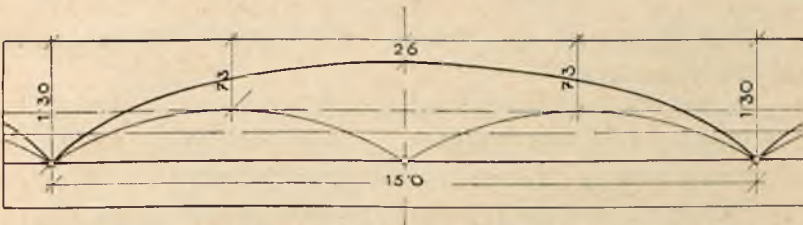
*α* *Przepuszczalność podłoża*, która zależną jest od składu cząsteczkowego gruntu (stosunek krystaloidów do koloidów), uwarstwienie i struktura naturalna.

Ilość wody, jaka może przepłynąć w jednostce czasu przez określony przekrój sączka lub drenu, jest zasadniczo uzależnioną od zawartości próżni znajdujących się między ziarnami, z których składa się podłoże. Zawartość próżni zależy natomiast nietylko od wielkości i kształtu ziarn, lecz także od ich wzajemnego układu, przyczem wywiera niewątpliwie poważny wpływ na nieprzepuszczalność, zawartość cząsteczek koloidalnych posiadających własności hygroskopijne a tem samem pęcznienia pod wpływem wody. Poza układem cząstkowym podłoża, wywiera na przepuszczalność poważny wpływ rodzaj uwarstwienia i układ ziarn, czyli struktura. Ponieważ ogólna przepuszczalność pewnego szeregu przeciętych wykopem warstw, zależy w wysokim stopniu, jeżeli już nie w zupełności, od warstwy najmniej przepuszczalnej, zatem rozstawę drenów należy

dostosować do tej właśnie nieprzepuszczalnej warstwy podłoża.

β. *Głębokość założenia drenów*, która ma jak wiemy wpływ na obniżenie poziomu zwierciadła wody gruntowej. Efekt ten osiągnąć można zarówno wskutek zmniejszenia rozstawu drenów przy stałej głębokości, jak też i przez pogłębienie drenowania.

Jak z rys. 16 wynika, może być w gruntach o znacznej przepuszczalności ten sam efekt uzyskany przez zwiększoną rozstawę drenów w miarę ich pogłębiania.



Rys. 18. Wpływ odległości drenowania na ukształtowanie krzywej depresji.

γ *Warunki klimatyczne*, t. j. wielkość i gęstość opadów, położenie drogi na północnym stoku lub wśród lasów, gdzie naturalne odparowanie wody opadowej jest utrudnione, a co najmniej bardzo wolne.

δ *Ruch wody gruntowej i jego kierunek*. W podłożach zawilgoconych pasmem wodonośnym wody gruntowej, przecinającej w pewnej szerokości koronę drogi, nietyle decyduje o racjonalności odwodnienia gęstość drenowania, ile odpowiednie zaprojektowanie kierunku ciągu. Przed budową należy zatem z całą ścisłością zbadać kierunek prądu w warstwie wodonośnej i prostopadle do niego przeciąć warstwy gruntu sączkami, odprowadzając uchwyconą wodę na boki.

η *Charakter uwarstwienia gruntu*. Przesiąkliwość gruntu jest zależną od jego warstw mniej przepuszczalnych, które mogą nawet całkowicie powstrzymać przesiąkanie wody opadowej w dolne warstwy, zabagniając tem samym górne nad sobą położone. Ponieważ w naturze napotyka niezmiernie rzadko grunty jednorodne pod względem właściwości fizycznych uwarstwienia, przeto zachodzi pytanie do jakiej z warstw leżących na sobie ma być dostosowane uwodnienie? Jedni radzą

stosować warstwę pośrednią wynikającą zarówno z grubości warstw, jak i właściwości materiału z jakiego się składają, inni zaś radzą przystosowywać odległość drenu do warstwy najmniej przepuszczalnej, jeżeli tylko posiada ona znaczniejszą grubość w porównaniu z głębokością drenowania.

Opierając się na ogólnych wymaganiach dyktowanych osuszaniem, należy w każdym wypadku oddzielnie zbadać i poznać dokładnie powody zabagnienia względnie nadmierne go zawilgocenia podłoża, gdyż jedynie po ustaleniu przyczyny zawilgocenia można celowo zaprojektować i wykonać osuszenie.

Badanie polega na ustaleniu przy pomocy wykopów lub sądowania świdrem:

Rodzaju uwarstwienia w głębszych pokładów.

Stopnia przepuszczalności " " "

Grubości i upadu warstwy nieprzepuszczalnej.

Położenia, grubości i upadu warstwy wodonośnej.

Położenia i rozmiarów źródeł w głębszych.

Stanu zwierciadła wody gruntowej.

Powodu gromadzenia się wody gruntowej.

Wyznaczeniu najniższego punktu w podłożu, na którym gromadzi się woda gruntowa.

Ustaleniu kierunku, w którym płynie woda gruntowa.

Ustaleniu krzywej depresji zapomocą próbných odsąceń.

Po przeprowadzeniu badań lokalnych, należy zorientować się w terenie i wyszukać najniższe punkty, w którychby można umieścić wyloty ciągów odwodniających.

Przykładowo podamy typy odwodnień najczęściej stosowane w zawilgoconych podłożach.

a Uchwycenie warstwy wodonośnej, która na stoku przecina podłoże drogi pasem pewnej szerokości.

Zadaniem sączków przedstawionych na rys. 19 jest nie dopuszczenie wody płynącej warstwą wodonośną do podłoża, uchwycenie jej w terenie położonym powyżej drogi i odprowadzenie w spadku 1 do 2% do rowów przydrożnych. Sączki powinny przecinać w całości warstwę wodonośną i zająć częściowo w warstwę nieprzepuszczalną.

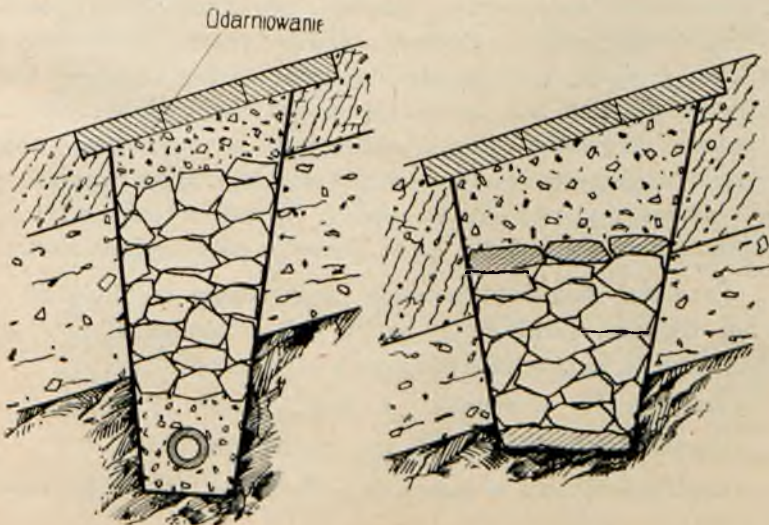
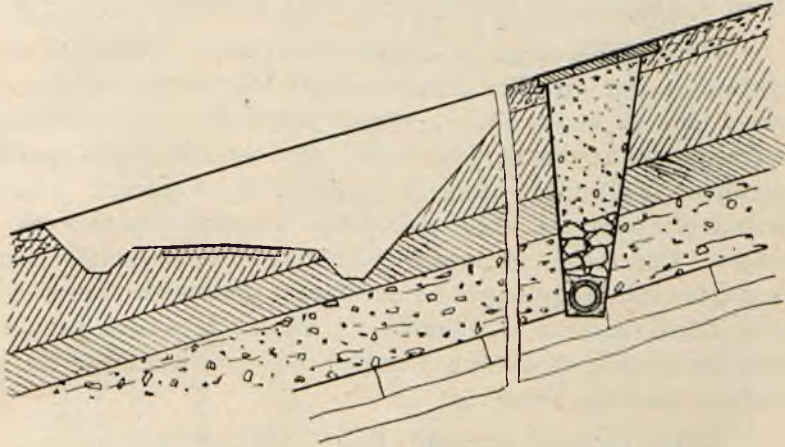
Na całą grubość warstwy wodonośnej układa się w stosowny sposób gruby kamień rzeczny lub łamany, poczem gór-



na powierzchnia zasypanego wykopu zakrytą zostaje darnią ułożoną na płask.

W obrębie kilku metrów od ciągów osuszających, nie należy sadzić drzew i krzewów, gdyż te zatykają swymi korzeniami szczeliny między sączkami.

β Uchwycenie i odwodnienie źródeł utworzonych w podłożu na nieckowatej warstwie nieprzepuszczalnej.



Rys. 19. Uchwycenie warstwy wodonośnej na stoku.

W wypadku tym który przedstawiono na rys. 20 wykonuje się wykop aż do warstwy nieprzepuszczalnej a w razie potrzeby przecina ją częściowo i rozdziela na dwie rurki drenowe średnicy 8 — 10 cm, w spadzie do 1%, obkłada je grubym kamieniem rzeczonym lub łamanym i wypełnia następnie całą przestrzeń od podeszwy wykopu aż po dolną krawędź pokładu materiałem przepuszczalnym, zmniejszając średnicę ziarnku górze w gradacji od grubego żwiru do gruboziarnistego piasku.

Wypełnienie wykopu sączka materiałem gruboziarnistym, dyktowane jest nie tylko przepuszczalnością materiału, lecz również i tem, że każdy inny materiał staje się w krótkim czasie pod naporem ruchu bardzo zbity a tem samem mało przepuszczalny. Trudność poważną stanowi w okolicach płaskich znalezienie odpływu dość głębokiego i miejsc stosownych na wyloty. Często zmuszeni jesteśmy do prowadzenia ciągów na znacznych długościach i stosowaniu głębokich wcięć terenowych na sączki a to nie tylko we własnych rowach przydrożnych, lecz także w obcych gruntach, byle tylko dojść do najniższego punktu w terenie.

Sączki powyżej opisane zakłada się zwykle naprzemiennie prostopadle lub ukośnie do kierunku drogi, w spadku dochodzącym do 1%, w odległościach 5 — 10 m, zależnie zresztą od stosunków terenowych, stopnia zawiłocenia i powodów podchodzenia wody gruntowej. Ujście rurek drenowych lub sączków, powinno być odpowiednio chronione przeciw dostawaniu się do nich żab, które nie mogąc się wydobyć zdychają i zatykają przewody. Celem uniknięcia nawadniania podłoża w czasie większych opadów należy wyloty ciągów wznieść ponad najwyższy stan wody w rowach przydrożnych, gdyż przy niskim położeniu wylotu, może powstać niepożądana cofka.

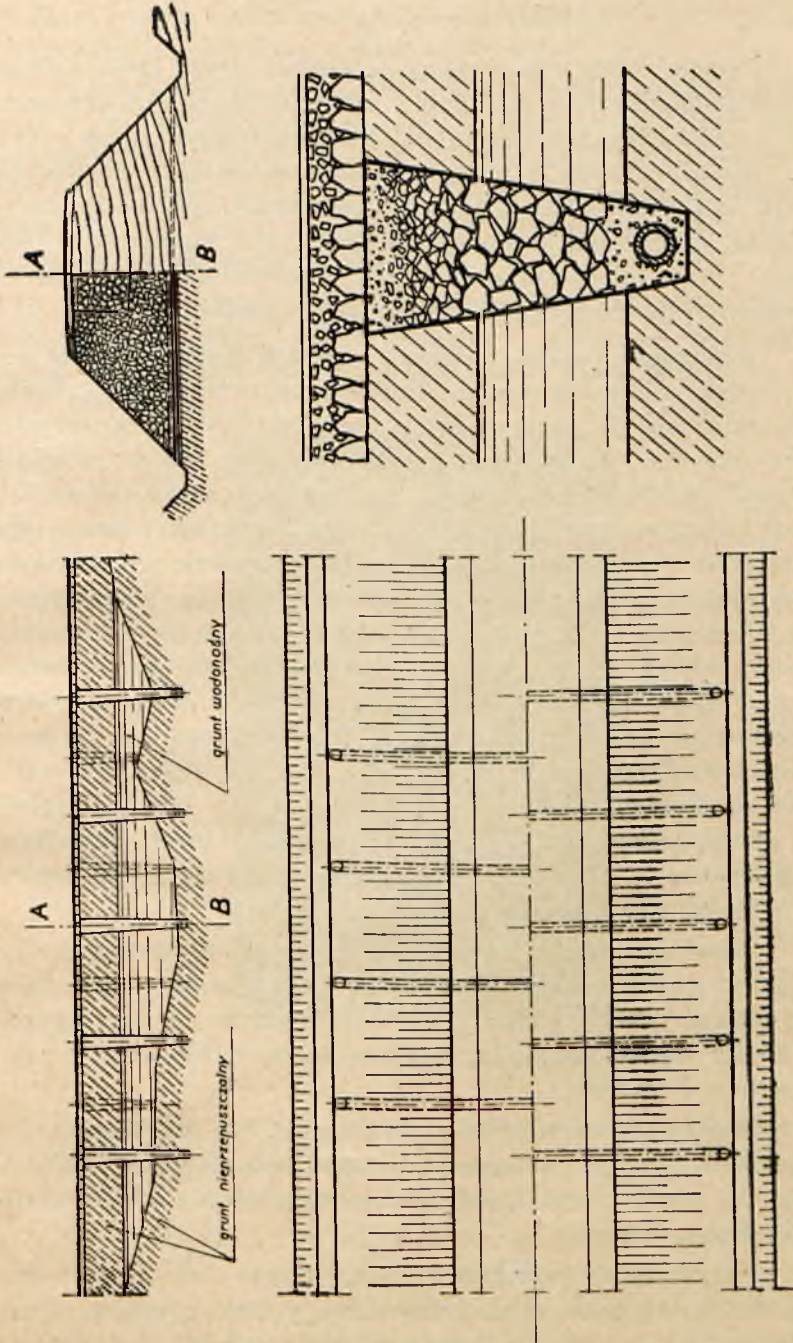
Przemysł drenarski wyrabia rurki różnej średnicy od 4—20 cm, długości niekiedy 33 cm (t. j. 3 sztuki na 1 m. b.) normalnie zaś 30 cm, w następujących wymiarach:

Średnica rur w świetle: 4, 5, 6,5, 8, 10, 13, 16 cm.

Grubość ścianki: 12, 13, 15, 16, 18, 21, 24 mm.

Ciężar 1000 szt. w tonnach: 0,95, 1,25, 1,75, 2,35, 3,2, 4,8, 7,0 tonny.





Rys. 20. Odwodnienie źródlisk w podłożu.



## 2. *Odwodnienie powierzchniowe.*

Pojęcie należytego wykonania korony drogi, łączy się nierozdzielnie z bardzo starannem odwodnieniem powierzchniowym oraz usunięciem wilgoci wglębnej zbierającej się w podłożu. Niejednokrotnie bywa sprawa niedopuszczenia wilgoci pod pokład najważniejszym zadaniem projektanta, zadaniem decydującem o trwałości i ekonomicznej wartości zamierzonej budowy. Przy odprowadzaniu wód powierzchniowych baczyć należy, aby woda jaknajkrótszą drogą dokładnie spłynęła.

Wykonanie jezdni i poboczy w obustronnym spadzie poprzecznym oraz zastosowanie rowów przydrożnych lub ścieków, przyczynia się do odprowadzenia wód opadowych w pewnym tylko stopniu. Ilość wody powierzchniowej, która odpłynie rowami i ściekami zależy bowiem w wysokim stopniu od szczelności i nieprzepuszczalności nawierzchni, rodzaju i należytego wykonania krawędziowych obramowań nowoczesnej nawierzchni, stopnia przepuszczalności poboczy i stanu ich utrzymania. Ponieważ wiele czynników wpływa na intensywne nawadnianie podłoża, przeto dążyć powinniśmy do takiego skonstruowania jezdni i korony drogi, aby wsiąkanie wody powierzchniowej w podłoże, zmniejszyć do minimum. W gruncie przepuszczalnym zabiegi te nie grają tak poważnej roli, natomiast w gruntach nieprzepuszczalnych, muszą być bezwzględnie przestrzegane, o ile chcemy się uchronić przed poważnym zniszczeniem kosztownych nawierzchni, powstającym z biegiem lat wskutek zawilgacania podłoża.

Przed powzięciem decyzji co do sposobu ochrony podłoża przed zawilgoceniem go wodą powierzchniową, koniecznym jest poznać w pierw i zdać sobie jasno sprawę w jaki sposób i którędy dostaje się woda opadowa do spodnich warstw położonych pod jezdnią.

Jeżeli nawierzchnia jest tak szczelną, że nie przepuszcza przez siebie wody, wówczas cały opad spływając na boki, natrafia na obramowania kamienne przytykające do krawędzi nawierzchni ulepszonej.

Obramowania te składają się z jednego lub dwu rzędów kamieni o przekroju prostokątnym obrobionym z grubsza, w wymiarach 15/30 — 40 cm, wysokości około 20 cm, ułożonych na

piasku, przyczem spoiny podłużne i poprzeczne bywają zwykle uszczelniane grysikiem i zalewane bitumem.

Obserwując sprawę dokładnie, stwierdzić można z łatwością, że do wyjątków należy, aby te obramowania odpowiednio przylegały do krawędzi nawierzchni i leżały w idealnem przedłużeniu poprzecznego spadku drogi. Normalnie widzimy że wystają one, albo też są obniżone o kilka centymetrów w odniesieniu do krawędzi nawierzchni.

W pierwszym wypadku powstają niejako grodze spiętrzające wodę opadową, która przesiąka następnie w podłoże, szczelinami między krawędzią kamienia i nawierzchni (rys. 21).



Rys. 21. Podwyższony krawężnik ponad jezdnię.

W drugim zaś wypadku powstaje rodzaj koryta gromadzącego w sobie wodę, która przesiąka w głąb szczelinami podłużnymi i poprzecznymi bruku (rys. 22).

Drgania i wstrząśnienia podłoża spowodowane ciężkim ruchem drogowym, udzielają się w znacznej mierze brukom krawędziowym, osadzonym zazwyczaj na piasku, powodując tem samem rozluźnienie uszczelnień między spoinami, co w łączno-

ści z działaniem mrozu czyni nieprzepuszczalność zalanych szczelin rzeczą bardzo problematyczną.

Fatalnie przedstawia się sprawa na spadkach, gdyż wówczas tworzy się w piaskowym fundamencie bruku rodzaj strugi podziemnej, której prąd spławia drobniejsze ziarna piasku, wywołując dalsze nierównomierne osiadanie bruku a tem samem zwiększenie nieszczelności spoin.



Rys. 22. Krawężnik obniżony.

Mając na oku powyższe wadliwości wynikające z ułożenia bruku krawężniowego, należy dążyć do ich umniejszenia zapomocą:

a) Wykonania silnego fundamentu pod brukiem ze zwirowo gruboziarnistego.

b) Zastosowania przy układaniu bruku piasku rzeczno gruboziarnistego, którego ziarna nie ulegają spławieniu pod naporem przesiąkającej wody.

c) Należytego odwodnienia podszwy zwirowego fundamentu przez odprowadzenie przesiąkającej wody najkrótszą drogą na zewnątrz.

d) Szczelnego dostosowania do siebie krawędzi bruku przy równoczesnem dokładnem wypełnieniu szczelin piaskiem gruboziarnistym przy użyciu wody.

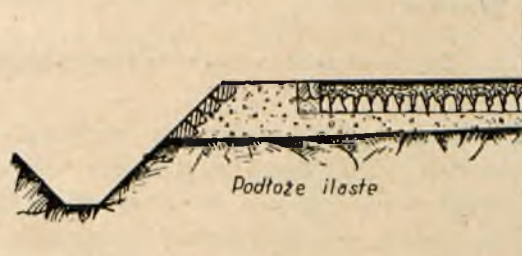


e) Po ubiciu bruku i oczyszczeniu szczelin do pewnej głębokości z piasku, wyklinowanie ich grysikiem o ziarnie 3—5 mm i zalanie szczelin bitumem.

Dalszym słabym punktem korony drogi są pobocza, przez które przesiąka zazwyczaj woda opadowa w głębsze warstwy podłoża.

Ponieważ pobocza rzadko tylko posiadają należyte pochYLENIA ku rowom i bywają niezarośnięte trawą oraz porostami, natomiast prawie zawsze są poryte w głębokie brózdy kołami wozów, przeto uważać je należy za bardzo podatną przestrzeń gruntu, przez którą następuje intensywne nawadnianie podłoża.

Wobec takiego stanu rzeczy wskazanem jest założenie odpowiedniej konstrukcji odwodnienia któreby nietylko odprowadziło przesączaną wodę między szczelinami bruku krawędziowego, lecz i tę, która się przedostała przez pobocza.



Rys. 23. Warstwa pośrednia przepuszczalna.

Na rys. 23 przedstawiono rozwiązanie tego zagadnienia, łącząc je równocześnie z odprowadzeniem wody opadowej, która się dostaje do podłoża przez szczeliny powstałe wskutek pęknięcia nawierzchni. Podłoże nieprzepuszczalne ilasto-gliniaste, wykonuje się w spadzie poprzecznym 3—4% i walcuje przy pomocy lekkiego wału 4—6 tonowego powodując skompromowanie się gruntu i odpowiedni profil podłużny i poprzeczny podłoża. Osiadające partje podłoża zostają podczas wałowania tym samym materiałem, z którego się ono składa podsypywane, słabe i niepewne partje dokładnie zbadane, a w razie potrzeby rozkopane i osuszone.

Na przygotowanie w ten sposób podłożu, rozściela się na całej szerokości korony drogi warstwę 15—20 cm materiału przepuszczalnego o ziarnie większym niż 2 mm — przyczem

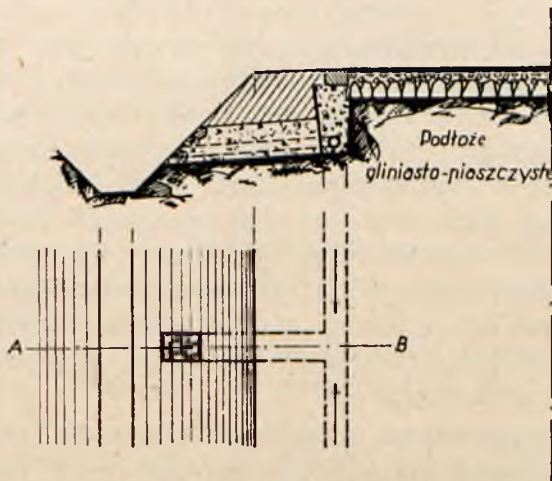
warstwę tę albo się lekko wałuje, albo też ubija, umacniając jej boki przed rozsunięciem, grubym kemieniem łamanym.

Po ułożeniu pokładu, nadsypaniu poboczy materiałem ziemnym, możliwe przepuszczalnym i rozścieleniu warstwy tłucznia, otrzymuje się zupełnie pewną konstrukcję jezdni, zabezpieczoną nie tylko przeciw przesiąkaniu wody opadowej w podłoże, lecz także przeciw przechodzeniu wilgoci głębszej pod jezdnię, gdyż 15—20 cm warstwa gruboziarnistego materiału przepuszczalnego, wyklucza hygroskopijne i włoskowate podchodzenie wilgoci od spodu.



Rys. 24. Częściowo założona warstwa przepuszczalna.

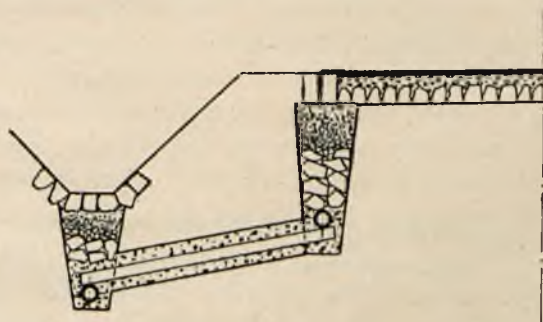
Nieco zmodyfikowaną konstrukcję przedstawia rys. 24, gdyż zamiast warstwy filtracyjnej rozścielonej na całej szerokości korony drogi, wykonuje się w korzystniejszym gruncie, tylko skrajne jej części, od nawierzchni ku rowom. W wypadku tym wskazanem jest zastosować możliwie gruboziarnisty



Rys. 25. Sączek podłużny pod krawężniowym obramowaniem.

żwir, w części zaś podchodzącej pod podkład, gruby kamień rzeczny lub łamany.

W warunkach jeszcze korzystniejszych, gdy podłoże posiada należyty układ warstw nieprzepuszczalnych, niewykazujących tendencji do tworzenia wgłębnych koryt, oraz nie wykazujących zawilgocenia cząsteczkowego, wystarcza konstrukcja przedstawiona na rys. 25. Pod brukiem krawężniowym układa się obustronnie sączek, wzdłuż kierunku drogi, w ten sposób skonstruowany, że w pewnej głębokości zależnej w zupełności od rodzaju podłoża, założonym zostaje ciąg rurek drenowych, które po osłonięciu i nakryciu zrazu grubym kamieniem a następnie żwirem i gruboziarnistym piaskiem, stanowią równocześnie tak fundament pod bruk krawężnikowy jak też i należycie działający sączek. W odległości 6 — 12 m, zakłada się sączki poprzeczne tej samej konstrukcji ze spadem do rowu przydrożnego, przyczem o ile niweleta drogi leży w poziomie, wówczas sączki podłużne otrzymują spady ku sączkom poprzecznym.



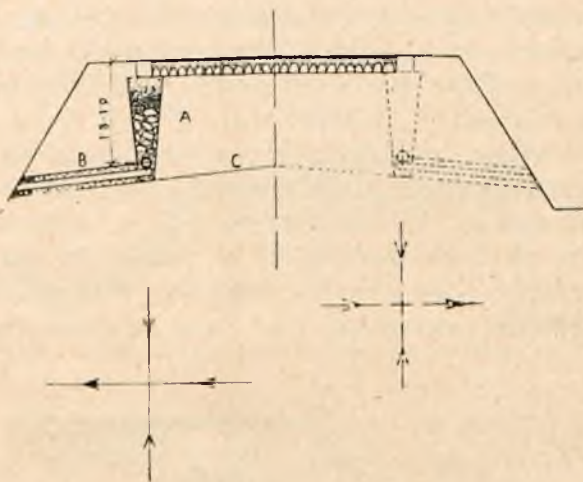
Rys. 26.

O ile niweleta drogi leży w spadku, zakłada się sączek podłużny z odpowiednim jednostajnym spadem, natomiast sączki poprzeczne skośnie z wylotem w kierunku spadku drogi. Przy zbyt płytkich rowach o małym stosunkowo spadzie, można powyższą konstrukcję skombinować w sposób przedstawiony na rys. 26, zakładając w dnie rowu wtórny sączek podłużny, odprowadzający zebraną wodę do najniższego punktu terenu.

Rozwiązanie przedstawione na rys. 27 jest po części uniwersalne, gdyż łączy w sobie tak odprowadzenie wody gruntowej, jak też i powierzchniowej, która przesączyła się w dolne warstwy.



Pod obu krawędziami nawierzchni, założone zostają wzdłuż kierunku drogi sączki A, sięgające do głębokości takiej, jakiej wymaga obniżenie zwierciadła wody ze względu na zasięg zamarzania. W pewnych odległościach 8 — 12 m, zależnych od stopnia zawilgocenia, stanu zwierciadła wody gruntowej, oraz stopnia nieprzepuszczalności gruntu, założone zostają sączki poprzeczne odprowadzające wodę do rowów.



Rys. 27.

W razie koniecznej potrzeby, przy znacznych zawilgoceniach a gruncie nieprzepuszczalnym, mogą być jeszcze wbudowane sączki posilkowe C, sięgające w głąb podłoża ku osi drogi. System ten nadaje się nie tylko do osuszenia gruntów przepuszczalnych wodonośnych lecz również z bardzo dobrym wynikiem bywa stosowany do osuszenia starych nasypów ilastych lub gliniastych, zbudowanych w warstwach niezbyt poziomych a raczej nieckowatych, gromadzących w sobie wodę wolną. Wskutek obustronnego podłużnego, a co pewną odległość i poprzecznego przecięcia warstw nasypów wykopem sączka, umożliwionem zostaje połączenie między poszczególnymi warstwami, a tem samem utworzony odpływ gromadzącej się wody z wszystkich przeciętych warstw do sączka. Głębokość, w której zakłada się spód sączka odwodniającego, zależy od właściwości podłoża i wynosi w gruncie ilastym około 1,8 — 2,0 m, przyczem konstrukcja jego jest następująca. Na dnie wykopu rozściela

się 8 cm warstwę żwiru a na niej układa rurki drenowe, które zostają zasypane z boków i od góry 30 cm warstwą żwiru po uprzednim luźnym obłożeniu styków rurek skrawkami papy asfaltowej, celem ochrony przed załamaniem. Nad tą warstwą żwiru, usypuje się kamień o grubości ziarna 7 cm. i uszczelnia od góry warstwą nieprzepuszczalną np. gliniastą, aby niedopuszczyć niepotrzebnie wody opadowej do wglębnych warstw.

Wskazaniem jest nie sadzić drzew alejowych na poboczach tych dróg, które posiadają zawilgocone podłoże ilasto-gliniaste, gdyż korzenie drzew albo nawodniają warstwę wglębną, albo też niszczą i zatykają sączki oraz dreny.

Dalszem ważnym zagadnieniem konstrukcyjnym drogi, wywierającym poważny wpływ na utrzymanie jej korony w suchym stanie, są należycie wykonane skarpy nasypów i rowy, względnie ścieki przydrożne. Wzmocnienie skarpy porostem trawy specjalnego gatunku, która nie posiada zbyt głębokich i grubych korzonków, natomiast cienkie i gęsto się rozrastające, ma na celu utrudnienie szybkiego spływu wody a tem samem ochronę skarpy przed żłobieniem bródz przez wodę. Prócz tego woda nie przesiąka tak łatwo w głębsze warstwy, gdyż korzonki trawy pochłaniają jej znaczną część i odparowują, a w końcu nie dopuszczają do pęknięcia skarpy w czasie posuchy, gdyż utrzymują w sobie przez dłuższy czas pewien zapas wilgoci. Aby na skarpach gliniastych, ilastych, piaszczystych i żwirowych mogła porość trawa, należy je nakryć stosowną warstwą humusu. Grubość tej warstwy urodzajnej, wynosi przeciętnie na glinie 5—8 cm, na ile 10—15 cm, na piasku i żwirze 15—30 cm.

Ponieważ na ilastych i gliniastych gruntach, trudno się utrzymuje warstwa humusu, zatem dla umocnienia jej wyrzyna się w skarpie rodzaj schodków, względnie grodzi płótkami z wikliny.

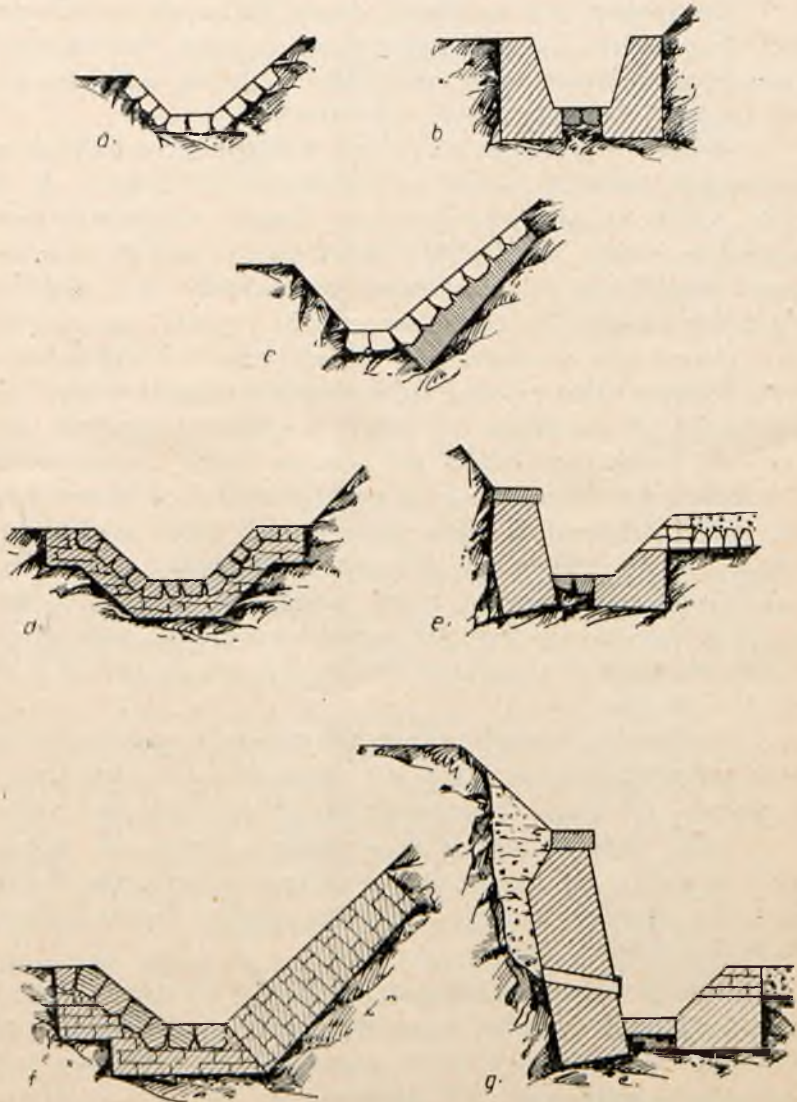
Jeżeli mamy do czynienia ze skarpią stromą lub zawilgoconą, na której się humus trudno utrzymuje, wówczas możemy użyć dla jej zabezpieczenia trojakiemu sposobu darniowania: napłask, krzyżowo i rębem.

Napłask układa się wycięte cegielki o wymiarze 30/30 cm, grubości 10—15 cm, albo trawą ku górze, albo ku dołowi, przedstawiając szwy poprzeczne w pojedynczych szeregach, przy ewentualnem przebijaniu tafli kołkami.

W braku większego zapasu darni, względnie z uwagi na

koszta, darniuje się krzyżowo w pasmach skośnych przecinających się a następnie wypełnia pola między darniami ziemią urodzajną, którą się obsiewa.

Najsilniejszym jest darniowanie rębem, które stosujemy do utrwalenia stromych skarp, lub narażonych chwilowo na działanie słabego prądu wody. Sposób ten polega na układaniu darni na skarpie prostopadłe do jej powierzchni, albo trawą skiero-



Rys. 28. Typy ubezpieczeń rowów i skarp.



waną w jedną stronę, albo trawą do trawy. Powstałe przy tem darniowaniu nierówności nie ścina się, gdyż zarastając trawą, same się obkruszają.

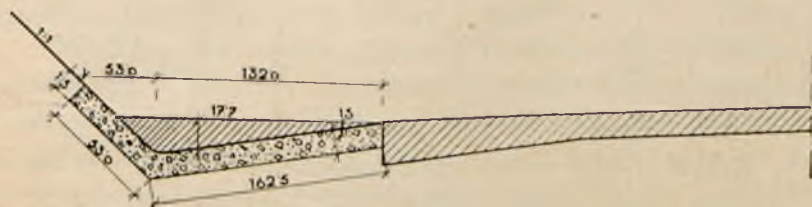
Na rys. 28 przedstawiono dla przykładu kilka charakterystycznych typów ubezpieczenia rowów przydrożnych wraz z ubezpieczeniem skarpy.

Przy projektowaniu rowów, rzuca się w oczy rozrzutność z jaką się traktuje sprawę pasa gruntu potrzebnego na ich założenie.

Gdy warunki terenowe i geologiczne zmuszają nas do założenia głębszego rowu, wówczas zależnie od spoistości gruntu, posiada potrzebny na ten cel pas ziemi jednostronnie przeciętną szerokość 3 m a nawet 5 m.

Szwajcaria, Anglja, Włochy i inne kraje, wychodząc z założenia ekonomji budowy oraz bezpieczeństwa ruchu, zarzucają wykonanie rowów przydrożnych, zastępując je odpowiednio skonstruowanemi ściekami. Zasadniczą myślą przewodnią przy powzięciu tego rodzaju decyzji, był zamiar usunięcia poważnej nieekonomji, jaką przedstawiają rowy, gdyż te w porównaniu z ilością wody, która niemi spływa, są nietyle zagłębokie, ile bezwarunkowo za szerokie, co w rezultacie pociąga za sobą zwiększenie kosztów wykupna gruntów oraz poważniejszy wzrost robót ziemnych w przekopach. Prócz tego drugim względem było bezpieczeństwo ruchu, gdyż przy wzmożonej frekwencji samochodowej przedstawiają rowy przydrożne w razie wypadku, zawsze bardzo poważne niebezpieczeństwo dla życia podróżnych.

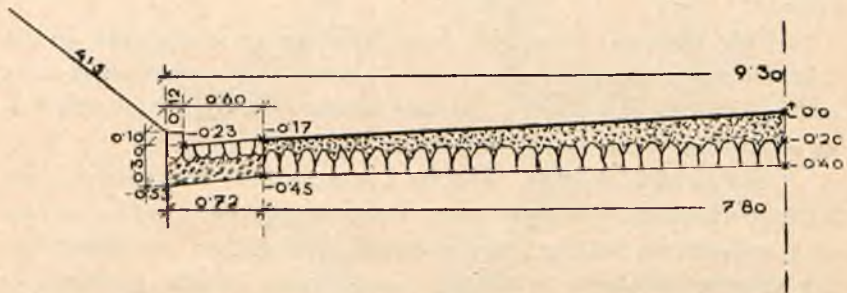
Mając powyższe względy na oku, zaczęto czynić starania, aby pasy gruntu, w których leżą rowy, zużyte zostały na poszerzenie starych jezdni, lub przy budowie nowych szlaków wciągnięte w obręb korony drogi, jako ścieki o typie przedstawionym na rys. 29.



Rys. 29. Normalny przekrój ścieku.

Pojemność rynny przedstawiona powierzchnią kreskowaną, jest ograniczona, wobec czego konieczne są w pewnych odległościach odgałęzienia lub studzienki pionowe odprowadzające wodę na boki lub w rury odpływowe ułożone w głębi.

W Szwajcarii stosowany bywa normalny przekrój poprzeczny drogi, przedstawiony na rys. 30 w którym zamiast rowów przydrożnych, wyrabiane są koryta odpływowe z betonu albo brukowca.



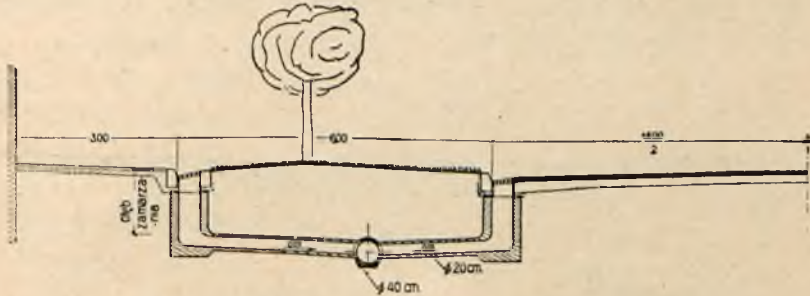
Rys. 30. Normalny przekrój drogi stosowany w Szwajcarii.

Przedstawiony na rys. 29 ściek, zupełnie wystarcza do odprowadzenia wody powierzchniowej z drogi, gdyż powierzchnia przekroju wynosząca około 0,17 m<sup>2</sup> zdoła pomieścić zależnie od spadku podłużnego następujące ilości przepływów:

1	2	3	4	5
Spadek S	Chyżość V w m/sec	Ilość wody Q w m <sup>3</sup>	Powierzchnia opadu przy odpływie 120 L/sec/ha	Koryto jest napelnione przy długości w km.
0.005	0.50	0.085	0.7	1.17
0.01	0.70	0.102	0.85	1.42
0.015	0.85	0.145	1.20	2.00
0.02	1.00	0.17	1.42	2.37
0.025	1.10	0.19	1.58	2.64
0.03	1.20	0.2	1.66	2.64

Koryto byłoby zatem przy spadku określonym w rubryce 1 podczas opadu o intensywności 120 l/sec/ha, wypełnione po brzezi na długościach podanych w rubryce 5. Po tej długości

musi nastąpić odgałęzienie w formie odprowadzenia wody rowem poprzecznym, lub rurociągiem wgłębnym. Ścieki powyżej opisane oraz rurociągi wgłębne układa się w spadku dochodzącym najwyżej do 5‰, w terenach płaskich stosuje się rowy przydrożne. Drogi o nawierzchniach litych, nieprzepuszczających wody budowane ostatnimi czasy w Anglii, nie posiadają zupełnie rowów przydrożnych.



Rys. 31. Odprowadzenie wody powierzchniowej

Wodę powierzchniową zbiera się podobnie jak na ulicach w miastach, w ścieki ograniczone krawężnikami i odprowadza co jakiś czas do kanału rurowego pionowymi szachtami wykonanymi bez namulników (rys. 31).

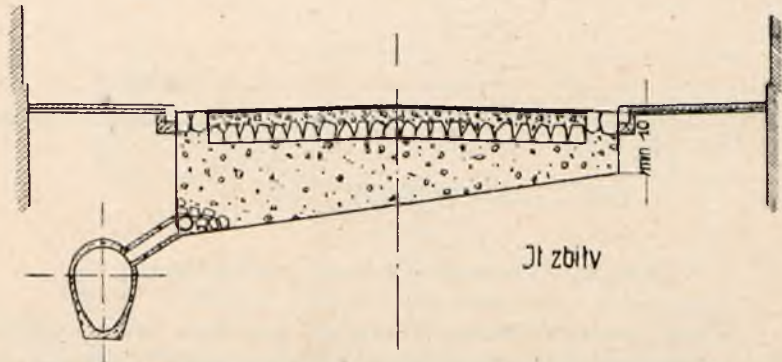
### 3. *Niedopuszczenie do podchodzenia wilgoci z dolnych warstw ku górnym.*

Wiemy już z poprzednich rozważań, że podchodząca z dolnych warstw wilgoć, czy to wskutek skraplania się oparów spowodowanych ciepłem promieniowaniem ziemi, czy też wskutek włoskowatości lub kohezji, najniekorzystniej daje się odczuwać w podłożach zbitych, nieprzepuszczalnych, posiadających ziarno mniejsze niż 2 mm średnicy, natomiast objawy te nikną względnie nie wywołują ujemnych następstw, gdy materiał posiada ziarno o średnicy ponad 2 mm.

Radykalnym w tym kierunku środkiem, jednak bardzo kosztownym, byłoby usunięcie podłoża ilasto-gliniastego aż do głębokości zamarzania (rys. 32) i zastąpienie go materiałem przepuszczalnym, względnie opierając się na doświadczeniach prof. Tabera—mieszanką materiału nieprzepuszczalnego z przepuszczalnym w stosunku 1 : 3.



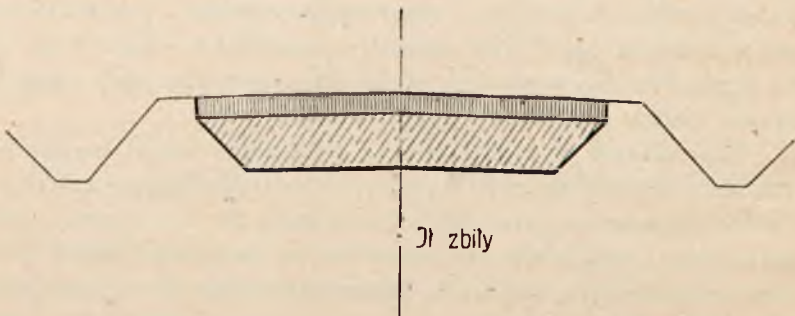
Sposób ten jest wprawdzie bardzo radykalny, ale równocześnie jak już zaznaczono kosztowny, gdyż zazwyczaj w okolicach, gdzie mamy do czynienia z gruntami ilasto gliniastymi, nie występują żwiry i gruboziarniste piaski, a dowożenie ich znacznie podraża tego rodzaju konstrukcję podłoża. Aby się tańszym kosztem zabezpieczyć przed pęcznieniem jezdni i przełomami, powstał pomysł zaizolowania korony drogi w głębokości zamarzania, przed podchodzeniem wilgoci, w jakiegokolwiek by ona była formie.



Rys. 32. Wymiana podłoża nieprzepuszczalnego na przepuszczalne.

Pomysł ten prosty w zasadzie, zgłosił w Niemczech inż. Schmidt, Deggendorf, do opatentowania.

Przewiduje on również wykopanie ilasto-gliniastego podłoża, aż do głębokości zamarzania, jednak wielką korzyścią tego zabiegu jest to, że po ułożeniu izolacji asfaltowej swego pomysłu może być ten sam nieprzepuszczalny materiał z powrotem użyty, bez konieczności dowożenia drogiego materiału żwirowego lub piaskowego (rys. 33).



Rys. 33. Izolacja podłoża według patentu inż. Schmidt'a.

Wykonane w Bawarii doświadczenia systemem inż. Schmidta na odcinkach dróg gdzie rok rocznie powstawały przełomy, przy zaizolowaniu podłoża elastycznymi, ciągliwymi płytami jutowymi, przepojonymi bitumem, dały dobre wyniki. Ponieważ połączenia poziomej izolacji z innymi sztucznymi budowlami nie dały się tam przeprowadzić, zatem podciągnięto izolację z boków ku górze. Przeprowadzone badania, mające na celu ustalenie tego rodzaju konstrukcji ze stanowiska ochrony przeciw przełomom, dały następujące wyniki:

W okresie zamarzania podłoża pobrano próbki gliny z głębokości 0,5 m, z przestrzeni zaizolowanej w powyższy sposób, oraz z przestrzeni obok położonej jednak nie zaizolowanej. Przy pobraniu próbek stwierdzono, że materiał z obu przestrzeni wycięty, posiadał równomierną spoiistość i twardość, w temperaturze natomiast pokojowej, okazała się próbka pobrana z przestrzeni nie izolowanej miękka, pokrywając się wodą w warstwie 0,5 cm. W tych samych warunkach podgrzane obie kategorie próbek, wykazały z nieizolowanego podłoża na 1000 g pierwotnej wagi 139 cm<sup>3</sup> wody, z izolowanego natomiast podłoża na 1000 g tylko 101 cm<sup>3</sup> wody.

Z powyższego pobieżnego badania okazuje się zatem, że istotnie zatrzymanym został dostęp wilgoci wgłębnej ku górnym warstwom, a tem samem założona izolacja dobrze spełniała swoje zadanie.

Równocześnie należy zwrócić uwagę na wyniki doświadczeń prof. Tabera. Z doświadczeń tych wynika, że „systemy otwarte” podłoża, t. j. takie, które podciągają wilgoć i wydzielają ją przy zamarzaniu tworząc warstewki lodu, mogą być zamienione w pewnych wypadkach w „systemy zamknięte”, t. j. takie, które nie podciągają wilgoci i nie wydzielają jej z siebie. Nastąpić to może wówczas, gdy tylko zmienione zostaną ich wzajemne ustosunkowania się cząsteczek przez wprowadzenie warunków utrudniających podciąganie i wydzielanie z siebie wilgoci.

Do warunków tych sprawdzonych przez prof. Tabera, należy zmiana uziarnienia podłoża w stosunku około 1:3 gliny do gruboziarnistego piasku lub znaczniejsze obciążenie podłoża dochodzące do 15 kg na 1 cm<sup>2</sup>.

Ostatni wypadek jest praktycznie biorąc nie do wykona-

nia, w każdym razie sprawa ta ze względu na podstawową myśl zamiany „systemu otwartego” na „system zamknięty”, jest kwestją otwartą i może stanowić bardzo wdzięczne pole do badań dla fachowców drogowych.

#### LITERATURA.

Jahrbuch für Strassen 1930/31. „Unterbau der Landstrasse” — inż. Ertl, Der Grundban — prof. O. Franzius, Erfahrungen über Frottschäden inż. Kiti-ratschky, Das Kuntsstrassenwesen — inż. Funk, Kulturtechnischer Wasserbau — A. Fridrich, Der Unterbau — prof. Hager, Neuzeitlicher Strassenbau — Dr. inż. Neumann, Der Strassenbau rocznik 1929, Der Strassenbau rocznik 1930, Der Strassenbau rocznik 1931, Der Strassenbau 1932, Public Roads rocznik 1930.

---

INŻ. STANISŁAW KOZIERSKI.

#### BEZROBOCIE I ROBOTY PUBLICZNE.

Na ten aktualny temat wygłosił po angielsku w d. 8 listopada 1932 r. odczyt w Uniwersytecie Warszawskim p. Harold Butler — Dyrektor Międzynarodowego Biura Pracy w Genewie, następca przedwcześnie zmarłego p. Alberta Thomas'a.

Kryzys obecny dotknął pracowników wszystkich krajów, wydatnie zmniejszając ich zarobki i obniżając gwałtownie skalę ich życia. Bezrobotni, choć częściowo korzystający ze świadczeń zapomogowych, stworzonych przez prawodawstwo o ochronie pracy, coraz częściej widzą przed sobą widmo nędzy i głodu. Młodzież, kończąca studia, coraz częściej spotyka się z niemożnością znalezienia pracy nie tylko w obranym zawodzie, lecz jakiegokolwiek pracy zarobkowej w ogóle.

P. Butler oblicza że bezrobocie dotknęło 20 — 30% ogólnej ilości osób pracujących w przemyśle. Bezpośrednio pozbawionych obecnie możliwości pracy jest na całym świecie około 25 milionów osób, co wraz z rodzinami daje przeważającą cyfrę 100 milionów ludzi, wykończonych z normalnego trybu życia i pozbawionych możliwości czynienia zakupów dla zaspokojenia swych nawet do minimum zredukowanych potrzeb życiowych.

Zarówno z finansowego, jak i z ekonomicznego, punktów widzenia, taki stan rzeczy jest katastrofą, która nagłaco woła do mężów stanu i w pierwszym rządzie do Biura Międzynarodo-



dowego Pracy w Genewie o rychłe, skuteczne i stosowane na szeroką skalę środki zaradcze.

Państwa, dotknięte bezrobociem, a do nich należą prawie wszystkie państwa cywilizowane na świecie, są zmuszone udzielać zapomóg swym bezrobotnym, co obciąża nadmiernie i tak już znacznie skurczone przez kryzys budżety. Płatnicy podatków zmuszeni są przejąć na siebie ten dodatkowy ciężar w chwili gdy najmniej są do tego przygotowani. W dodatku ciężar ten jest nietwórczym — nieproduktywnym paljatywem — i w ostatecznym wyniku zapomogi demoralizują bezrobotnych, odzwyczajając ich od pracy i od liczenia jedynie na własne siły i energię w walce o byt. Zdolność nabywczą całej ludności obniża się zatrważająco. Ceny produktów rolnych spadły już poniżej kosztu ich produkcji i spadają w dalszym ciągu, wobec braku popytu, coraz bardziej, stwarzając coraz więcej uzasadnionych obaw o normalną pracę i opłacalność gospodarstw rolnych, stanowiących w wielu państwach, jak np. w Polsce, podstawę bytu gospodarczego całego kraju.

Zdolność nabywczą rolników kurczy się z tego powodu coraz bardziej, powodując w dalszej konsekwencji brak popytu na wyroby przemysłowe. Stwarza to łańcuch przyczyn i skutków zbyt rażąco zbliżających nas do rozpaczliwego błędnego koła bez wyjścia.

Mimowoli nasuwa się pytanie, czy są wogóle możliwe i jakie środki i zarządzenia zaradcze, by wybrnąć z tej sytuacji tak ponuro się zarysowującej umiejącym trzeźwo patrzeć mężom stanu, ekonomistom i kierownikom Międzynarodowego Biura Pracy, do którego kompetencji cały ten kompleks faktów współczesnej rzeczywistości bezspornie należy.

Uruchomienie niewątpliwie istniejących wolnych kapitałów, lecz trwożliwie ukrywających się beczynie w bankach lub w rękach prywatnych, z powodu braku wzajemnego zaufania i pewnego rodzaju współczesnej psychozy nadmiernej ostrożności i obawy, jest niezbędnym pierwszym krokiem decydującym, zależnym jednak od wzmożenia wzajemnego zaufania, a raczej od zmniejszenia wzajemnej wprost chorobliwej nieufności.

Ma to na celu zapowiedziana Wszechświatowa Konferencja Ekonomiczna, mająca obradować w styczniu 1933 r. w Lon-

dynie. Możliwe złagodzenie niepokojów natury politycznej, zdecydowana radykalna rewizja polityki taryf celnych, uregulowanie kwestji kontyngentów oraz ograniczeń dewizowych są wpisane na porządek dzienny tych obrad tak koniecznych we wspólnym interesie wszystkich państw dotkniętych kryzysem obecnym.

Oprócz programu walki z bezrobociem, obliczonego na dalszą metę, należy jednak zarządzić szereg środków natychmiastowych—doraźnych.

Opracowano program całego szeregu pilnych robót publicznych, które mają być finansowane za pośrednictwem Ligi Narodów przez Bank Wypłat Międzynarodowych (tak zwany B. R. I.) w Bazylei. Projekty te bada Komisja rzeczoznawców i ma się o nich wypowiedzieć Londyńska Konferencja Ekonomiczna. Muszą one z konieczności być zakwalifikowane do realizacji na zasadach bezspornej i odpowiednio umotywowanej dochodowości. Rozpoczęcie tych robót zdecyduje o żywotności i aktualizacji działalności Międzynarodowego Biura Pracy. Komitet Studjów Robót Publicznych, utworzony przed rokiem w Genewie i do którego wszedł Polak inżynier Okęcki, radca M. R. P., bada aktualność i dochodowość złożonych przez poszczególne państwa projektów robót publicznych.

Podczas nieobecności inżyniera Okęckiego, delegowanego w roku ubiegłym przez Ligę Narodów w charakterze doradcy rządu Nankińskiego przy organizacji w Chinach M. R. P. i pilnych robót publicznych, zastępował go inżynier A. Konopka, radca M. R. P.

Polska złożyła program szeregu pilnych robót publicznych, do których zaliczyć należy pomiędzy innemi:

1) *Roboty drogowe* w postaci budowy trwałych nawierzchni, oraz budowy kilku wielkich mostów na Wiśle i pewnej ilości mniejszych mostów stałych na ważniejszych szlakach komunikacyjnych.

2) *Koleje*. Wykończenie robót przy przebudowie węzłów Warszawskiego i Krakowskiego; budowa linii kolejowych Warszawa—Radom oraz Miechów—Kraków.

3) Elektryfikacja parowych kolejek podmiejskich w okolicach Warszawy,

- 4) Budowa podziemnych międzymiastowych kabli telefonicznych,
- 5) Elektryfikacja zachodnich dzielnic Polski i specjalnie Zagłębia Krakowskiego,
- 6) Rozwój gazowni na Górnym Śląsku,
- 7) Budowa domów mieszkalnych w Warszawie, Łodzi, Lwowie, Poznaniu, Krakowie i Gdyni,
- 8) Szereg robót komunalnych na Górnym Śląsku,
- 9) Inwestycje miejskie w Warszawie, Łodzi, Krakowie, Cieszynie i w innych miastach, ze specjalnem uwzględnieniem budowy wodociągu w Łodzi, nowych gazowni we Włocławku i w Łodzi, rozpoczęcie kolei podziemnej w Warszawie, most na Karowej w Warszawie, Zakład spalania śmieci w Warszawie i t. p.
- 10) Ulepszenie dróg wodnych, porty rzeczne i regulacja rzek.

Z tych robót za najbardziej pilne i zdaniem naszym za bezspornie rentowne uważałyby należało:

Wodociąg w Łodzi tak dawno już potrzebny i tak z różnych względów czekający na realizację, rozwój gazowni tak wybitnie wszędzie w Polsce rentownych, podziemne kable telefoniczne, most na Karowej w Warszawie, którego dochodowość została już udowodniona zarówno przez studia wydziału mostów Magistratu m. Warszawy, jak i przez złożone oferty zagranicznych kapitalistów, ubiegających się o koncesję na budowę i eksploatację tego mostu, jako mostu dochodowego, na wzór „toll-bridga” w Stanach Zjednoczonych; budowa szybkiej kolei miejskiej częściowo podziemnej, na odcinku: Instytut Wychowania Fizycznego (Bielany), Żoliborz, Dworzec Główny, Mokotów, Służewiec (nowe pole wyścigowe), zarówno jak nowoczesna rzeźnia miejska i zakład spalania śmieci w Warszawie, wysuwają się też na pierwsze miejsce ze względu na swoją aktualność i ściśle z tem związaną w danym wypadku rentowność.

Rozmyślnie podajemy tak szczegółowo wykaz pilnych robót publicznych w Polsce w ramach sprawozdania z odczytu p. Butler'a, gdyż przyjazd p. B. naczelnego Dyrektora Międzynarodowego Biura Pracy w Genewie, specjalnie do Polski niewątpliwie dowodzi, że Polska więcej niż inne państwa ma w naj-



bliższej perspektywie możliwości realnych i rentownych większych robót publicznych. Na ich uruchomieniu zależy specjalnie Lidze Narodów i B. M. P. nie tylko w bezpośrednim interesie Polski, lecz i w bardziej ogólnym — wszystkich członków Ligi Narodów, dbających o skuteczną i aktywną walkę z kryzysem. Pośrednim tego dowodem może służyć i ogłoszony już poprzednio na łamach „*Wiadomości Drogowych*” (czerwiec 1932 r) referat p. Delaisi o sposobach walki z kryzysem przez uruchomienie robót przy rozwoju sieci dróg komunikacyjnych we Wschodniej Europie.

Wracając do dalszych bezpośrednich tez odczytu p. Butler'a zaznaczamy, że drugim doraźnym środkiem zaradczym w walce z bezrobociem jest redukcja godzin i dni pracy efektywnej w zakładach przemysłowych, co pozwala rozłożyć pracę na większą ilość pracowników.

P. Butler dodał, że wobec olbrzymich postępów techniki i nauk stosowanych w ostatnich czasach zadać sobie należy pytanie, czy nie dałoby się jeszcze więcej udostępnić pracę w przemyśle wszystkim, którzy pragną zarobkowo pracować w przemyśle. Wynalazki stworzyły cały szereg nowych dziedzin przemysłu, jak np. cały przemysł związany z radio-odczytami i radio-koncertami, wobec czego niesłusznem jest uważać w zasadzie postęp techniczny za jeden z głównych powodów kryzysu, jak to niejednokrotnie powtarzają nawet wybitni, lecz krótkowzroczni przedstawiciele techniki. Sprawa ta będzie rozważana na specjalnej konferencji, zwołanej przez Biuro Międzynarodowego Pracy na styczeń 1933 r. W zakończeniu swego niezmiernie aktualnego odczytu p. Butler podkreślił, że w okresie obecnego kryzysu, polityka finansowa, ekonomiczna i socjalna są ściśle ze sobą związane i odpowiednie tego zdyskontowanie w programie działalności na przyszłość Biura Międzynarodowego Pracy wprowadzi niewątpliwie świat na nowe tory gospodarczego rozwoju.

Biuro Międzynarodowe Pracy będzie musiało na przyszłość nietylko dbać o ochronę pracowników i stworzenie dla nich jaknajlepszych warunków pracy, lecz i o opracowanie programu zarządzeń w celu zapewnienia równowagi sił produkcji i uregulowania pojemności zbytu i popytu, tak zachwianych na całym świecie w dobie obecnego kryzysu.

Nie wątpimy, że bezpośredni kontakt zawiązany z Polską przez p. Butler'a przyczyni się do szybszego zrealizowania przedłożonych przez Polskę Lidze Narodów do sfinansowania wielkich robót publicznych. Szybkie sfinansowanie tych robót leży zarówno w interesie Polski, jak i w interesie Ligi, mającej okazję złożyć dowody sprężystości i energii w walce B. M. P. z kryzysem, gdyż trudno zdaje się w Europie o kraj, gdzie jest tyle rentownych wielkich robót publicznych do wykonania, jak Polska.

Przykład Stanów Zjednoczonych, które uruchomiły już cały szereg bardzo poważnych robót publicznych, finansując je ze specjalnie stworzonego w tym celu miliardowego (w dolarach) funduszu, by walczyć skutecznie z bezrobociem i kryzysem, powinien być w tym wypadku wskazówką i wzorem do naśladowania. Czyżby Europa sama sobie nie chciała i nie potrafiła dać rady z kryzysem? Po wizycie p. Butler'a w Polsce chcemy wierzyć, że będzie inaczej.

---

## PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH

(Październik 1932.).

### I. Zagadnienia finansowe, ekonomiczne i organizacyjne gospodarki drogowej.

1. „Przegląd Budowlany” Zeszyt II. Inż. Alfred Konopka. „Roboty publiczne i Liga Narodów”. (C. d. artykułu, streszczonego w Nr. 67 W. D.).

Rząd Polski, na sesję 7—10 września b. r. przysłał między innymi dodatkowe wyjaśnienia w sprawie dróg polskich żądane przez Komitet Robót Publicznych na II sesji. Komitet przyjął do wiadomości skreślenie z programu robót budowy drogi Stanisławów — Kraków oraz uważał, że szosa Stanisławów — Lwów — Lublin, biegnąca na znacznej długości wzdłuż linii kolejowej podwaja komunikację. Wogóle zaś komitet w dalszym ciągu utrzymuje opinię, przychylną dla wykonania 2000 km. z całego przedstawionego mu projektu.

Sprawozdanie z ostatniej (III-ej) sesji Komitetu zostało zreferowane na posiedzeniu Rady Ligi Narodów w końcu września i zostało przez Radę Ligi przyjęte do wiadomości. Następne posiedzenie Komitetu odbędzie się w styczniu 1933 r.

Komitet badał projekty poszczególnych narodów z technicznego punktu widzenia, nie wchodząc jednak w sprawę finansowania budowy. Sprawę finansowania Liga Narodów przekazała przyszłej konferencji ekonomiczno-gospodarczej w Londynie.

Mimo to, jak donosi prasa codzienna, już miała powstać w Paryżu organizacja prywatnych finansistów, mająca na celu realizowanie projektów robót publicznych, ocenionych korzystnie przez Komitet Robót Publicznych przy Lidze Narodów. Fakt ten wskazuje, że znalazła się grupa kapitalistów, traktująca poważnie całą sprawę. (Kk).

2. Bulletin des Congres Internationales de la Route Nr. 83 Wrzesień—Październik 1932. *Finansowanie dróg w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.* (4 str.).

Pismo podaje streszczenie broszury, wydanej przez Izbę Handlową Amerykańską po dwuletnich obszernych studjach.

Główne wnioski przedstawiają się jak następuje:

Z publicznych funduszy należy wydatkować na drogi tylko takie kwoty, które byłyby proporcjonalne do zwiększonej możliwości przewozowej, którą droga uzyska dzięki temu wydatkowi.

W celu ustalenia porządku, w jakim ma się budować drogi należy prowadzić bardzo szczegółową statystykę ruchu na wszystkich drogach, aby się zorientować które z dróg lokalnego czy państwowego znaczenia należało by przedewszystkiem budować lub przebudować ich nawierzchnie.

Jako ogólną zasadę należy przyjąć, że drogi poza obrębem miast, posiadające ogólne znaczenie, należy budować i utrzymywać na koszt państwa.

W razach gdy można ustalić i sprawdzić, że przeprowadzenie drogi w rzeczy samej podniosło wartość przylegających terenów można i należy od tych terenów pobierać dodatkowe podatki.

Bilans państwowy St. Zj. A. Półn. w milionach dolarów.

Rok	Ogólna suma	Administracja	Drogi	Zdrowie, higiena społecz.	Opieka	Szkoły	Wydano z sumy ogólnej na drogi w %
1915	494	44	77	9	102	156	15.5
6	510	47	77	9	107	164	15.1
7	517	45	66	11	114	171	8.6
8	565	51	73	12	129	173	9.0
9	640	52	99	14	146	194	15.5
1922	1,280	71	349	21	189	354	27.2
3	1,310	77	370	22	197	379	28.0
4	1,513	74	458	23	192	406	29.8
5	1,614	85	532	24	194	431	32.8
6	1,614	86	511	25	208	449	31.5
7	1,726	107	533	30	230	480	31.0
8	1,889	107	656	32	246	521	35.0
9	2,061	126	752	34	260	557	36.8
1930	2,180	125	886	37	287	596	41.0



Podatki od osób, korzystających z dróg, należy pobierać jedynie i wyłączenie na rzecz państwa, a przy obecnym stanie rozwoju dróg cały wpływ z tych podatków winien być używany w całości na drogi ogólnego znaczenia niezależnie od tego czy są to drogi utrzymywane przez państwo czy przez lokalne jednostki samorządowe.

Emisja bonów na budowę dróg winna być stosowaną jedynie w zupełnie wyjątkowych razach.

Z cyfr przytoczonego bilansu widać, jak wyjątkowo prędko rośnie w Stanach Zjednoczonych suma wydatkowana przez państwowy budżet na drogi oraz jak wielką jest ta suma i to tak pod względem absolutnej swej wysokości, jak i w porównaniu z innymi pozycjami bilansu.

(K. F.).

### 3. Roads and Road Construction Nr. 118 Październik 1932. *Utworzenie Brytyjskiej Drogowej Federacji.*

Pismo donosi z tryumfem, że wreszcie uformowaną została Brytyjska Drogowa Federacja—British Road Federation, do powstania której, jako przeciwwagi zjednoczonym przedsiębiorstwom kolejowym pismo wciąż nawoływało.

Narazie wszakże zjednoczeni przewoźnicy drogowi nie zdołali jeszcze ustalić swojego planu działania.

(K. F.).

### 4. Roads and Streets Nr. 10 Październik 1932 r. *40 biljonów dolarów w przemyśle drogowym.*

Pismo zwraca uwagę, że w konflikcie „koleje — drogi” należy się liczyć z tem, że w przemyśle drogowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej znajduje się kapitał o 50% przewyższający kapitał włożony w koleje.

Kapitał, włożony w koleje amerykańskie wynosi 27 biljonów dolarów, podczas gdy w drogach znajduje się: 17 biljonów, wydatkowanych na drogi i 23 biljonów na samochody.

(K. F.).

### 5. Asphalt und Teer, Strassenbautechnik Nr. 40, 5 października 1932 r. L a a r. *Gospodarcza wartość różnego rodzaju nawierzchni.* (4 str.).

Bardzo rozmaicie oceniane są różne koszty i wartość dokonywanych robót drogowych.

Autor po zestawieniu rozmaitych obliczeń i badań dochodzi do wniosku że początkowy koszt wybudowania należało by liczyć dla:

Drobnej kostki 8—10 cm — 10,5 marek niem. za metr kwadratowy

Betonowej 12—13 cm — 10 „

Asfaltobetonu 5,5 cm — 5 „

Powierzchniowego smołowania 3 „

Trwałość każdej z tych nawierzchni można liczyć na lat:

30—kostki drobnej

30—cementowego betonu

10—asfaltobetonu

6—powierzchniowego smołowania.

Koszta utrzymania wypadnie kalkulować w markach niemieckich za metr kwadratowy—przy

drobnej kostce w latach	1—10	0 marek
	11—20	0.10 "
	21—30	0.20 "
cementowym betonie	1—5	0.01 "
	6—10	0.05 "
	11—15	0.10 "
	16—20	0.15 "
	21—25	0.20 "
	26—30	0.25 "
asfaltobetonie	1—5	0.12 "
	6—10	0.24 "
powierzchniowe smołowanie		0.26 "

(K. F.)

6. *Verkehrstechnische Woche* Nr. 42—19 października 1932 r. *Konflikt pomiędzy koleją a drogami bitymi.* (4 str.).

Pismo podaje dłuższy artykuł. poświęcony zagadnieniu „kolej—samochód”, którym się ostatnio tyle zajmowano.

Pismo to, nawiasem mówiąc poświęcało główną swą uwagę zagadnieniom kolejownictwa—a zastanawiając się obecnie nad konkurencją, od której kolej cierpi, podkreśla, iż należy dążyć do tego, by również i przedsiębiorstwa przewozu samochodowego skoncentrowały się w nielicznych a poważnych rękach, gdyż tylko w takim wypadku można będzie i nadal prowadzić politykę popierania pewnych dziedzin wytwórczości krajowej, co kolejowe taryfy robiły w znacznej mierze.

(K. F.)

7. *Verkehrstechnik* Nr. 26—20 października 1932 r. Prof. Mellerowicz. *Konkurencja pomiędzy koleją a samochodami.*

Prof. Mellerowicz rozpatruje zagadnienia „Kolej—Szosa” z nowego punktu widzenia.

Zwraca on uwagę przedewszystkiem na stosunek kapitału zakładowego do całości kapitału danego przedsiębiorstwa: mianowicie w odsetkach stosunek ten wyraża się w sposób następujący:

Kolej 85—98%

Samochody 75—86%

Wody wewnętrzne 78%

Powietrzna komunikacja 41.5%.

Następnie zastanawia się autor nad wzajemnym stosunkiem kosztów stałych i kosztów zmiennych w procentach:

	stałe	zmienne
kolej — osobowy ruch . . . . .	75	25
„ — towarowy ruch . . . . .	72	28
samochody ciężarowe przy 2.500	} kgr, no- śności	61,5
5.000		49,2
10.000		51,4
15.000		52,9
lotnicza komunikacja . . . . .	55.6	44.4

Z tego zestawienia wynika że z natury swej koleje są bardzo mało elastyczne, a przy braku konkurencji stają się jeszcze bardziej biurokratyczne i ociężałe.

Wobec zjawienia się dziś konkurencji samochodowej kolej winna doprowadzić swą gospodarkę do elastyczności.

W szczególności zaś prywatne koleje, jak np. angielskie czy amerykańskie (St. Zj.) winny całkowicie zarzucić te swoje linje, które nie są rentowne.

W Niemczech i w Austrii natomiast kolej dąży do zmonopolizowania w swym ręku wszystkich przewozów, a więc nie tylko kolejowych, ale również i samochodowych.

Tego rodzaju załatwienie zagadnienia nie jest racjonalnem gdyż prowadzi do łączenia dwóch zupełnie odmiennych strukturalnie "przedsiębiorstw."  
(K. F.)

8. *Verkehrstechnik* Nr. 26—20 października 1932 r. Dr. Inż. K. A. Müller. *Samochody na usługach kolei żelaznej w Szwajcarii*. (3 str.).

Konflikt pomiędzy koleją a samochodem zaznaczył się w ostry sposób w Europie i Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Udało się w sposób dość pomyślny zharmonizować te sprzeczne interesy w Szwajcarii, gdzie już w 1926 roku powołano do życia towarzystwo stworzone przez przedsiębiorstwa kolejowe w tym celu, by zapomocą samochodów, korzystając z dróg bitych, dostarczać do domu przedmioty, przewożone koleją do określonej stacji. Przedsiębiorstwo to operuje stale i tanio, a przede wszystkim działając pod rygorami takimi, jakie obowiązują przy transportach kolejowych.

Towarzystwo godzi się — i to jest daleko idącym udogodnieniem, żeby przesyłano towar franco mieszkanie odbiorcy, czyli zawierając umowę w ten sposób, że koszta przewozu również i samochodowego na stacji przeznaczenia pokrywa zgóry nadawca. Na przeszkodzie tego rodzaju umowie zazwyczaj stała trudność skalkulowania z góry kosztów przewozu w rozmaitych miejscowościach: usuwa się tę trudność, kalkulując zgóry w jednej i tej samej wysokości koszta dostawy wszędzie do mieszkania odbiorcy.

Analogiczną operacją próbują się zająć również i koleje niemieckie, poczynając od 1 marca 1932 roku.

W Szwajcarii przekonano się, że w razach, gdy transport kolejowy ma być dokonany na niewielką tylko odległość, to dogodniej i taniej jest cały transport wykonać wprost na samochodach, nie korzystając wcale z kolei i nie przeładowując towaru, a dla kolei samej nawet często przewozy na małe odległości związane były li tylko ze stratami.

Wychodząc z tych przesłanek ostatnio w Szwajcarii zorganizowano towarzystwo Asto-Automobil-Stückgut-Transport-Organisation, które dokonuje przewozów na małych odległościach, zastępując kolej i działając w stałym porozumieniu z koleją. Korzystając z taboru Sesa Asto ma możność wywiązywać się ze swego zadania, dotrzymując terminów dostawy, które obowiązują kolej żelazną.

Połączenie pracy Auto i Sesa dało możność zwiększyć wspólny tabor samochodowy i dostarczać towary nawet do takich miejscowości, do jakich samo Sesa nie mogło jeszcze dotrzeć.



Przesyłek dokonywa się zasadniczo na podstawie kolejowego listu przewozowego, przyczem ustalono dwa systemy—jeden dostaw Haus-Haus z mieszkania do mieszkania—a drugi Semmelstelle-Haus, czyli do wspólnej stacji nadawczej do mieszkania odbiorcy. (K. F.)

9. *Verkehrstechnik* Nr. 26. D r. T e g e t h o f f. *Dalekobieźny ruch samochodów ciężarowych.* (3 str.).

Autor zwraca uwagę na to, że na terenie Niemiec upłynął już rok od czasu wprowadzenia rozporządzenia o konieczności posiadania licencji dla zajmowania się zarobkowym przewozem towarów na samochodach ciężarowych.

Jest już więc możność zorientowania się, czy tego rodzaju przewóz rzeczywiście w gospodarczych stosunkach odgrywa wielką rolę, jak to się często zaznacza, mówiąc o konkurencji samochodów z kolejami.

W praktyce okazuje się jednak, że tego rodzaju transporty stanowią tylko znikomy odsetek. Naprzykład w Berlinie na 14.805 samochodów ciężarowych i na 1603 traktorów zaledwie około 600 zajmowało się przewozami po za miastem.

Równocześnie należy brać pod uwagę, że nie było żadnych trudności w udzielaniu licencji, gdyż ci wszyscy którzy zajmowali się uprzednio transportem samochodowym dalekobieżnym przed dniem 1 listopada 1931 roku automatycznie uzyskiwali licencję, o ile tylko złożyli podanie 31 stycznia 1932 roku.

Po za tem artykuł zawiera jeszcze szczegółowy opis środków kontroli, stosowanych na drogach niemieckich, by zapewnić sobie przestrzeganie przepisów o komunikacji samochodowej handlowej dalekobieżnej.

(K. F.)

## VI. Drogi bite.

1. *Engineering News Record* Nr. 14 — 6 październik 1932 r. Prof. O. G r a f f. *Nowy typ cementowych dróg.* (2 str. + 2 rys.).

W poszukiwaniu sposobów taniego wykonania nawierzchni drogowej robiono w ciągu ostatnich miesięcy daleko idące badania w laboratorjach w Stuttgarcie, które dały znaczne rezultaty.

Stosowano mianowicie sposób, który zaczęto już również stosować na próbę w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, nazywając go na terenie amerykańskim słowem „Hassam”.

Sposób ten zbliżony jest do makadamu, z tą różnicą, że jako element wiążący używa się cementu z bitumicznymi substancjami.

Mianowicie na starych szosach, które doszły do złego stanu oskarduje się stary tłuczeń, układając je zupełnie równo. Otrzymaną w ten sposób nawierzchnię zalewa się mieszaniną cementu z bitumem, która to mieszanina zalewa szpary i daje mocną i trwałą nawierzchnię.

Tenże numer pisma *Engineering News Record* zawiera jeszcze i drugi artykuł informujący o próbach, dokonywanych nad tego rodzaju nawierzchnią w Bawarii oraz w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

(K. F.)

2. *Engineering News Record* Nr. 15. 16—20 października 1932 r. *Nowe próby nawierzchni drogowej, robionej systemem „Hassam”*. (2 str. + 5 fot.).

Artykuł ten zawiera opis wykonania 2,800 stóp drogi systemem „Hassam”, opisanym w numerze 14 tegoż czasopisma.

Różnica polega na tem, że te 2,700 stóp zostało wykonane jako nowa droga, a nie poprawiając starą szosę.

Pozatem w tym wypadku próbę wykonano stosując metodę „sandwich” mianowicie ułożono dolną grubszą warstwę słuczni kamiennego, następnie zalano warstwę cementu, mieszanego z bitumicznymi substancjami, i z góry ułożono trzecią warstwę cieką, składającą się znowu z tłuczni. Po ułożeniu tych trzech warstw całość starannie wywałowano aż do tego, by na powierzchni pomiędzy tłuczniem zjawił się cement mieszany z bitumami.

Artykuł w głównej swej części poświęcony jest opisowi tych maszyn, które były użyte przez przedsiębiorcę przy tych robotach.

(K. F.)

## IX. Drogi betonowe.

1. *Le Ciment* Nr. 10 — Październik 1932 r. *Gregaire*. *Nawierzchnie betonowe*. (6 str. + 3 rys.).

Autor zwraca uwagę na to, że od nawierzchni wymaga się nie tylko wielkiej twardości, lecz również i znacznej bardzo elastyczności.

Badania betonowej nawierzchni prowadzone były bardzo szczegółowo w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej w ilości 10 tys. rozmaitych prób mieszanek. Daleko idące próby robione również we Francji, Włoszech i Niemczech.

Przy tych wszystkich badaniach zbyt mało uwagi zwracano na wpływ wywierany przez podkowy końskie oraz przez obręcze metalowe kół.

Podkova końska rozbija zupełnie nawet twardy kamień w mieszance betonowej na powierzchni tej ostatniej—i w rezultacie powstaje dziura, wciąż się zwiększająca.

Ważną rzeczą przy tworzeniu mieszanki jest by nie używać zbyt wiele wody. Tymczasem niebezpieczeństwo to jest bardzo realne, gdyż bardziej rozcieńczony beton łatwiej jest układać. Również ważnem jest, by beton wysychał powoli w wilgotnem powietrzu.

(K. F.)

## X. Drogi asfaltowe i smołowe.

1. *Bulletin des Congres Internationales de la Route* Nr. 83. *Wrzesień* — październik 1932 r. *M. Dehennot*. *Rola parafiny w bitumach*. (3 str.).

Autor streszcza dwa artykuły z „*Petroleum*”, mianowicie inż. J. Mannheimera, który podając bardzo obszerne dane cyfrowe i graficzne z badań własnych i cudzych zastanawia się nad wpływem większej lub mniejszej ilości parafiny w bitumach.

Dotychczas uważano, że zawartość parafiny jest szkodliwą ogólnie bio-

rać, tylko stopień tej szkodliwości ogromnie waha się zależnie od ilości a przede wszystkim od jakości zawieranej parafiny.

Drugim artykułem jest praca dr. J. Hausmanna z Drohobycza który udowadnia, że zawartość większej lub mniejszej ilości parafiny w ropie naftowej nie stoi na przeszkodzie do otrzymania z tego rodzaju ropy bitumów, całkowicie nadających się do prac drogowych.

Twierdzenie, które dłuższy czas utrzymywało się wśród fachowców, iż parafina, znajdująca się w ropie Borysławskiej i analogicznych (co do ich konstrukcji chemicznej) innych stanowi przeszkodę ku wygotowaniu dla dróg bitumów—tłumaczy dr. Hausman tem, że ropa Borysławska i inne o analogicznym składzie chemicznym zawierają zbyt mało asfaltu. Opiera się przytem na teoriach Abrahama i Nellensteyna o asfalcie.

(K. F.)

2. Die Steinindustrie Nr. 21 — 22 — 13 paźdz. 1932 r. *Ujemne cechy nawierzchni asfaltowych.* (2 str.),

Pismo podaje szczegółowe dane o procesie, który się ostatnio odbył w sądzie Berlina Centrum dla spraw ruchu. Adwokat F. wystąpił ze skargą do magistratu, jako obowiązanego do utrzymywania w dobrym stanie jezdni o odszkodowanie 117 marek za uszkodzony samochód.

Stan faktyczny, ustalony na sprawie, przedstawiał się w ten sposób, że powód F. jechał z szybkością 20 km na godzinę i o 20 metrów od sygnału zaczął hamować: mimo to wobec śliskiej po deszczu jezdni asfaltowej wóz jego zderzył się z innym wozem.

Obie strony zgodziły się na ekspertyzę kierownika instytutu badawczego politechniki Berlińskiej dr. inż. R. Schenka.

Ekspert twierdził, że winę ponosi jakość jezdni asfaltowej — a nie samochód, lub kierowca.

Natomiast idealną nawierzchnię stanowiłaby kostka kamienna.

(K. F.)

## XII. Kamieniołomy i materiały kamienne.

1. Steinbruch und Steingrube Nr. 9—1932 r. *Włoskie kamieniołomy.*

Rozmaite posunięcia rządu włoskiego w ciekawy sposób odbijają się na rozwój kamieniołomów lokalnych.

Faszyzm dąży intensywnie do zwalczania bezrobocia, ale stara się usunąć je nie przez dawanie zapomóg, ale przez stwarzanie warsztatów pracy.

W szczególności przebudowa całych dzielnic Rzymu, Genui i Neapolu wytwarza konieczność zużywania dużych ilości kamieni.

Po wielkim trzęsieniu ziemi, które zniszczyło Melfi, zdecydowano odbudować go wyłącznie z miejscowego kamienia, zarzucając całkowicie beton i cegłę.

Z wielkich bloków kamieni miejscowych buduje się stadjon sportowy w Rzymie, dworzec kolejowy we Florencji oraz rozmaite nowe budynki w Genui.

(K. F.)



### XIII. Ruch na drogach, znaki drogowe i zadrzewienie dróg.

1. Bulletin des Congres Internationales de la Route Nr. 83. Wrzesień—październik 1932 r. *Maksymalna szybkość*. (2 str.).

Nowowydane we Francji rozporządzenie ministerjalne z 17 sierpnia 1932 wprowadza nowe normy maksymalnych szybkości.

Zabronioną została szybkość ponad 50 kilom. na godzinę wszystkim osobowym lub ciężarowym pojazdom, których karoserja lub ładunek przewyższa szerokość 2 metry 20.

Samochody o wadze ponad 3,001 kg do 6,500 kg nie mogą przewyższać szybkości 30 km przy oponach pełnych elastycznych i 65 km na godzinę przy pneumatykach.

Odpowiednio 6,501—10,000—25 i 55 km. godz.

ponad 10,000—20 i 45 km. godz.

Lokalne władze mogą na specjalnie urządzonych trasach pozwalać na większe szybkości, nie przewyższające jednak więcej niż o 10 km wyżej podane normy.

(K. F.)

2. Illustration Nr. 4669. *Automatyczna synchronizacja sygnałów ulicznych*.

Problemat regulowania ruchu ulicznego w Paryżu jest specjalnie skomplikowanym wobec wyjątkowo dużej ilości kursujących samochodów.

W 1900 roku w Paryżu było 12,519 dorożek konnych, zastąpionych w 1914 roku przez 12,274 taksówek. Obecnie taksówek jest ponad 20,000. Następująca tablica wskazuje stosunek do innych miast:

M i a s t a	ilość taksówek	ilość mieszkańców	jedna taksówka przypada na mieszkańców:
Paryż	20.000	2,875.000	142
Nowy-York	24.500	5,621.000	230
Berlin	9.000	4,030.000	441
Londyn	8.080	4,483.000	550

Jest to wyjątkowo komplikującą rzeczą, gdyż 20.000 taksówek potrzebuje 100 hektarów drogi, mogąc przewieźć 40.000 osób, podczas gdy tramwaje i autobusy dla przewiezienia 126.000 osób wymagają 17 hektarów.

W wielu miejscach wprowadzono już sygnały świetlne, które zmniejszają ilość teoretycznie możliwych punktów kolizji na skrzyżowaniu dwóch ulic z 16 do 2 zaledwie.

Często jednak sygnały świetlne na jednym tylko skrzyżowaniu ulic nie wystarczają, gdyż na sąsiednim skrzyżowaniu może się wydarzyć zatamowanie ruchu, o którym nic nie wiedzą agenci, regulujący ruch na pobliskich odcinkach, — i w dalszym ciągu skierowują ruch na miejsce, gdzie powstało zahamowanie, zwiększając tem tylko komplikację już powstałą.

Wobec tego na wielkich Bulwarach Paryskich spróbowano ustanowić automatyczną synchronizację sygnałów; agent regulujący ruch na swoim skrzy-

zowaniu równocześnie automatycznie zawiadamia o swoich zarządzeniach sąsiednie skrzyżowania ulic. (K. F.)

3. Le Strade Nr. 10. Październik 1932 r. I. Vandone. *Psychotechnika i wypadki drogowe* (9 str. + 12 tabl. + 3 rys.).

W kwietniu ma się odbyć w Rzymie kongres, mający na celu omawianie zagadnienia, w jakim stopniu psychotechnika może wpłynąć na zmniejszenie lub zapobieżenie wypadkom drogowym.

Z danych statystyki wynika, że ogólna liczba zabitych w nieszczęśliwych wypadkach drogowych na terenie Włoch w latach 1919 — 1929 przedstawia się w ogólnej cyfrze następująco:

	mężczyzn	kobiet	ogółem
Samochody	2.958	1.071	5,029
Rowery	688	139	827
Motocykle	893	117	1.010
Kolej	3.248	573	3.821
Tramwaje	1.433	341	1,774
Autobusy	1,068	160	1,228
	11.288	2,401	13.689

Na 100.000 mieszkańców przypada wypadków śmierci:

	1928	1929
od samochodów	2,22	2,38
rowerów	0,42	0,51
motocykli	0,57	0,47
kolei	0,40	0,39
tramwajów	1,07	1,00
autobusów	0,42	0,48
przez zwierzęta po- ciągowe	1,40	1,36
nieokreślone wehikuły	0,34	0,37
	6,94	6,96

Ilość pojazdów, przypadających na jeden śmiertelny wypadek w latach od 1923 do 1929 zmniejszała się stopniowo z 595 do 355 co do motocykli, 415 do 252 dla autobusów i z 250 do 167 dla samochodów.

Na 100,000 pojazdów przypadało śmiertelnych wypadków:

w roku 1924	225
" 1925	240
" 1926	321
" 1927	197
" 1928	207
" 1929	219

Miesiące układają się w następującym porządku co do ilości śmiertelnych wypadków: najwięcej było w czerwcu, trochę mniej w lipcu, następnie

maju, października, kwietniu, sierpniu, marcu, listopadzie, grudniu, styczniu i najmniej w lutym.

Godziny analogicznie układały się w następującym porządku: najwięcej o 18, później o 16, 15, 19, 17, 12, 14, 20, 10, 11, 13, 9, 21, 8, 22, 23, 24, 7, 1, 2, 6, 5, 4, 3 (najmniej).

Dnie tygodnia: najwięcej w sobotę, następnie w poniedziałek, niedzielę, wtorek, czwartek, piątek i najmniej we środy. (K. F.)

4. *Revue Generale des Routes*. Nr. 82 październik 1932. *Wypadki drogowe na Węgrzech*.

Ilość nieszczęśliwych wypadków drogowych na Węgrzech wyniosła w 1931 roku 5.161, czyli o 507 mniej niż w poprzednim roku, zmniejszenie stanowi 8,9%. (K. F.)

5. *Revue Generale des Routes* Nr. 82. Październik 1932. *Oświetlenie dróg i lotnictwo*.

Pod Lyon we Francji środkowej robiono ostatnio próby oświetlenia dróg bitych po za obrębem miast w ten sposób, by łączyć wymagania komunikacji samochodowej z potrzebami lotnictwa. (K. F.)

6. *Verkehrstechnik* Nr. 26 — 20 paźdź. 1932 r. *Ilość samochodów w Niemczech*.

Pierwszego lipca 1932 r. było zarejestrowanych w Niemczech 1.499,724 pojazdów mechanicznych, podczas gdy 1 lipca 1931: 1.507,129 pojazdów, czyli ogólna ilość uległa zmniejszeniu o 0,5%. (K. F.)

7. *Verkehrstechnik* Nr. 26. 20 paźdź. 1932 r. *Inż. Klinkardt. Gaz metanowy*. (2 str. 8 rys.).

Inżynier Klinkhardt opisuje próby przeprowadzone z zastąpieniem gazu benzynowego przez gaz metanowy w celu uzyskania paliwa dla motorów samochodowych i twierdzi, że próby dały bardzo dobre rezultaty.

Artykuł zawiera opis i liczne fotografie, ilustrujące jakie zmiany w motorze przeprowadzano celem zastosowania go do metanowego gazu. (K. F.)

8. *Verkehrstechnische Woche*. Nr. 41. — 12 października 1932 r. *Światowa produkcja samochodów*.

	1931	1930
osobowe	2,456 tys.	3,370 tys.
ciężarowe	584.600	756.300
motocykle	243.000	323.300

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej zmniejszenie produkcji ujawniło się w sposób najjaskrawszy, gdyż produkcja amerykańska w 1931 roku stanowiła 74% wszechświatowej, podczas gdy w poprzednim roku stanowiła 83%.



W innych krajach nastąpiły mniejsze zmiany, mianowicie, gdy w produkcji światowej zmniejszenie stanowi ponad 25%, to w europejskiej zaledwo 11%.

To samo zaznaczyło się i w wywozie:

	1930	1931
amerykańskiej produkcji	8 %	5,8%
europejskiej	15,2%	13,9%

Po raz pierwszy w historii pojazdów mechanicznych zaznaczyło się ogólne zmniejszenie ich ilości. Mianowicie 1 stycznia 1932 roku było w obiegu 35,440 tysięcy, czyli o 0,5% mniej niż przed rokiem. (K. F.)

#### XIV. Walka ze śniegiem na drogach.

1. *Annales de la Voirie* Nr. 10. Październik 1932 r. *Konkurs maszyn śniegowych, urządzany przez Touring-Club francuski w lutym 1933 r. w Alpes-Maritimes.* (6 str.).

Pismo podaje regulamin konkursu maszyn śniegowych, który ma się odbyć od 10 do 25 lutego 1933 roku.

Minimalna warstwa śniegu, którą będzie się odrzucało stanowi 90 centymetrów, maksymalna 1 metr 75 centym.

Na drodze po czyszczeniu może zostawać warstwa od 0 do 10 centym. Spadek drogi będzie do 15% — szerokość po odrzuceniu śniegu ma być 2 metry 30. Śnieg winien być odrzucany dowolnie bądź na jedną, bądź też na drugą stronę drogi. Praca winna być dokonywana nawet i przy silnym mrozie, przyczem kierowca samochodu winien być dobrze od niepogody zabezpieczony.

Zgłoszenia za opłatą wpisowego w wysokości 2.000 franków są przyjmowane do 10 stycznia. (K. F.)

2. *Public Works* Nr. 10. Październik 1932 r. *Czas odpowiedni do usuwania śniegu z dróg.*

Pismo zamieszcza artykuł, opierający się na praktyce rozmaitych stanów w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, oczyszczających w zimie śnieg ze swoich dróg bitych.

Ogólny wniosek jest tego rodzaju, że zupełnie zależy od miejscowych warunków klimatycznych, czy należy zabierać się do oczyszczania dróg natychmiast, jak śnieżyca się zaczyna czy też odwrotnie trzeba z tem czekać, aż śnieżyca się skończy i dopiero wówczas zabierać się do oczyszczenia śniegu. (K. F.)

#### XVIII. Różne.

1. *Asphalt und Teer Strassenbautechnik* Nr. 40. 5 paźdz. 1932 r. *W. Druck.* *Używanie tkanin przy budowie dróg.* (2 str.).

W kilku wypadkach przy budowie dróg w Anglii i Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej na próbę ułożono tkaninę przy budowie nawierzchni drogowej, najczęściej bawełnę.

W Niemczech również zrobiono taką próbę w Neckarsulm w Würtembergii. Ułożono mianowicie jutę.

Po dwóch latach okazało się że w tych miejscach, gdzie po nad jutą było dosyć grubo smoły ze żwirem, wstęga materji dużo pomogła: nawierzchnia w tym miejscu okazała się znacznie mniej uszkodzoną, aniżeli w miejscach, gdzie tkaniny nie założono. Natomiast tam, gdzie górna warstwa po nad jutą była zbyt cienką, juta okazała się bez wszelkiej korzyści, gdyż starła się całkowicie wraz z górną smołową częścią nawierzchni.

Obecnie w szeregu miejscowości w Niemczech ponowiono analogiczną próbę. (K. F.)

2. Bitumen Nr. 8. Październik 1932 r. Dr. Inż. T. Branneek  
k ä m p e r: *Wstrząsy powodowane ruchem na drogach.* (3 str. + 1 rys.).

Przy olbrzymich zmianach, jakie zaszły w szybkości i wadze transportów drogowych w ciągu ostatnich dziesięcioleci, kwestja uszkodzeń budynków, powodowanych przejeżdżającymi wehikulami zaczęła odgrywać coraz to większą rolę.

Należy więc powierzchnię dróg doprowadzić do możliwie najładniejszego stanu, bo wszelkie wstrząsy od stanu tej powierzchni całkowicie zależą. Żadne zmiany konstrukcji w budynkach nie doprowadzą do uniknięcia szkód, powstających od wstrząsów.

Przy kostkowym kamiennym bruku zaznaczał się wpływ wstrząsów nawet na odległości do 25 metrów, (K. F.)

---

## SPRAWOZDANIE PREZYDJUM ZARZĄDU STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH KONGRESÓW DROGOWYCH.

Na dzień 1 grudnia 1932 r. Stowarzyszenie liczyło 578 członków; zwyczajnych 571 i wspierających 7; w tem osób fizycznych 446 i osób zbiorowych 132.

Pozostałość gotówki na dzień 1.XI. 1932 r. 20735 zł. 92 gr.

Wpłynęło w listopadzie 1932 r. . . . . 1332 „ 95 „

Razem . . 22068 zł. 87 gr.

Wydano w listopadzie 1932 r. . . . . 1986 zł. 68 gr.

Pozostaje na dzień 1 grudnia 1932 r. . . 20082 zł. 19 gr.

(w P. K. O. — 1949 zł. 17 gr., Polskim Banku Komunalnym 18098 zł. i u skarbnika 35 zł. 02 gr.).

PRZYSTĄPILI DO STOWARZYSZENIA  
W LISTOPADZIE 1932 R.

*B. Członkowie zwyczajni.*

b) osoby fizyczne.

25. Riesenhorst-Riess Stanisław, pułkownik — Warszawa,  
Freta 5 m. 4.

Prezes (—) *M. Nestorowicz.*

Sekretarz (—) *L. Borowski.*

SPRAWOZDANIE KASOWE KURATORJUM FUNDACJI  
STYPENDJALNEJ IMIENIA PROF. M. W. NESTOROWICZA

Na dzień 1 listopada 1932 r. fundusz stypendjalny wynosił:

a) obligacjami 7% państwowej pożyczki stabilizacyjnej. . . . .	4200 dolarów
b) gotówką. . . . .	1402 zł. 49 gr.
W listopadzie wpłynęło gotówką. . . . .	9 „ 95 „
Razem gotówką. . . . .	1412 „ 44 „

Wydano w listopadzie:

Otwarcie rachunku depozytowego № 9193  
w P. K. O. . . . . 45 zł. 76 gr.

Wpłacono do Kwestury Politechniki Warszawskiej 15/XI. 1932 za kwitem № 1628 na wypłatę stypendjum za październik, listopad i grudzień 1932 r. . . . . 450 zł. — gr.

Razem wydano . . . 495 zł. 76 gr.

Pozostaje na dzień 1/XII. 1932 r.:

a) obligacjami 7% państwowej pożyczki stabilizacyjnej . . . . . 4200 dolarów  
(rachunek depozytowy № 9193 w P. K. O.)  
b) gotówką . . . . . 916 zł. 68 gr.

(Książeczka wkładkowa P. K. O. Nr. 803385 na 83 zł. 92 gr., książeczka oszczędnościowa P.K.O. Nr. 8128 na 707 zł. 49 gr. i konto czekowe P.K.O. Nr. 17212 na 125 zł. 27 gr.).

*Kuratorjum Fundacji.*



S P R O S T O W A N I E

Do artykułu „Naturalne materiały kamienne” — Wiadomości Drogowe. Październik 32 r. (Nr. 67) str. 967 należy wprowadzić następujące poprawki.

Str.	Wiersz	Wydrukowano	Winno być
968	19 od góry	Nebengementteile	Nebengemengteile
969	6 „ „	Holocrystalline structure	Holocrystalline structure
970	13 „ „	struktur	Struktur
971	4 „ „	Richtungslosc Texture	Richtungslose Textur
„	8 „ „	Kugige Textur	Kugelige Textur
„	10 „ „	Spherooidal Texture	Spherooidal Texture
„	19 „ „	Texture compacte	Structure compacte
„	23 „ „	Texture poreuse	Structure poreuse
„	3 od dołu	Texture vésiculaire	Structure vésiculaire
972	5 od góry	Texture scoriacée	Structure scoriacée
„	„ „ „	Texture cataclastique	Structure cataclastique
„	18 „ „	Texture oolitique	Structure oolitique
„	24 „ „	Texture schisteuse	Structure schisteuse
„	8 od dołu	Texture lenticulaire	Structure lenticulaire
„	3 „ „	Slenglige Textur	Stenglige Textur
„	2 „ „	Texture linéaire	Structure linéaire
973	19 od góry	Séparation irrégulière	Séparation irrégulière
976	16 od dołu	Contact metamorpism	Contact metamorphism
„	4 „ „	Roches éruptives	Roches éruptives
977	16 od góry	Grauite	Granite
978	7 od dołu	Quarz-porphyre	Quarz-porphyre
983	5 od góry	Graniteporphyre	Granite-porphyre
984	8 „ „	Psammites	Psammites
„	18 „ „	Brèche	Brèche
„	24 „ „	Conglomérat (pondinque)	Conglomérat (poundingue)
987	9 „ „	Roche scalcaires	Roches calcaires
„	24 „ „	Toniger kalhsterin	Toniger Kalkstein
990	6 „ „	Roches fermées par	Roches formées par
„	18 „ „	Auhydrit	Anhydrit
„	19 „ „	Auhydrite	Anhydrite
„	20 „ „	Auhydrite	Anhydrite
991	4 „ „	Roches siliceuse	Roches siliceuses
„	5 „ „	Siliccons rocks	Siliceous rocks
„	13 „ „	Siliccons sinter	Siliceous sinter
„	16 „ „	Boue a'diatomés	Boue à diatomées
„	9 od dołu	(Phthanite)	(Phthanite)
992	3 od góry	Kristaeline Schiefergesteine	Kristalline Schiefergesteine
„	6 „ „	Meyamorfic rocks	Metamorphic rocks
994	6 od dołu	Marmor (Korniger Kalk)	Marmor (Körniger Kalk)

Wydawca: Zarząd Stowarzyszenia Członków polskich kongresów drogowych, w osobie inż. Leona Borowskiego.

Redaktor: inż. Leon Borowski.

Adres Redakcji i Administracji:  
Chałubińskiego 4, Departament VII Ministerstwa Komunikacji.

Druk. Józef Jankowski i S-ka. Warszawa, ul. Zielna 20. Tel. 519-77.