

---

# WIADOMOŚCI DROGOWE

ORGAN STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH  
KONGRESÓW DROGOWYCH

---

INŻ. W. SKALMOWSKI.

## MATERJAŁY KAMIENNE.

(Ciąg dalszy, patrz Nr. 60 „Wiadomości Drogowych“).

### Skały osadowe.

Według sposobu powstawania skały osadowe dzielimy na:  
1) skały osadowe pochodzenia mechanicznego, powstające z okruchów skalnych przez wtórne scementowanie; i 2) skały osadowe pochodzenia chemicznego, powstające przez osadzanie składników z roztworu wodnego.

Materiał skał osadowych, pochodzących z innych skał poprzednio istniejących jest gromadzony razem mniej lub więcej przypadkowo, dlatego też w składzie mineralogicznym skał osadowych niema takiej prawidłowości jaką spotykamy u skał wybuchowych. Przy powstawaniu skał osadowych warstwa osadza się na warstwie dzięki czemu skały osadowe charakteryzuje przeważnie budowa warstwowa.

*Skały osadowe pochodzenia mechanicznego (osady klastyczne).* Według wielkości scementowanych okruchów odróżniamy: skały o ziarnie bardzo drobnem t. zw. pelity; skały o ziarnie większem t. zw. psamity; skały o dużem ziarnie t. zw. psefity.

*Gliny, gliny łupkowe, łupki gliniaste.* Gliny są produktami wietrzenia skał zawierających glino-krzemiany<sup>1)</sup>. *Glina* w stanie suchym jest masą ziemistą rozcierająca się w palcach. Chciwie wchłania wodę (do 70%) i staje się plastyczną. Przy wysychaniu traci plastyczność, przez wypalanie staje się twardą. Kolor biały, szary, niebieskawy do czarnego. *Glinka porcelanowa lub kaolin* jest to czysty uwodniony krzemian glinu

---

<sup>1)</sup> Sprawę glin poruszę ponownie we właściwym miejscu.

barwy białej. *Glina garncarska* jest to zanieczyszczona glinka porcelanowa, barwy szarej.

*Glina* zanieczyszczona przez piasek kwarcowy i inne materiały i zabarwiona wodorotlenkiem żelaza na kolor żółty do brunatnego (po niemiecku t. zw. lehm). *Iły* składają się z drobnego pyłu kwarcowego (ziarna wielkości 0,03 — 0,005 mm) i materiałów gliniastych i koloidalnych, przyczem mąka kwarcowa jest składnikiem przeważającym.

*Gliny łupkowe* są wyraźnie uwarstwione, koloru szarego do czarnego, czerwonego do brunatnego. Są bardzo rozpowszechnione w formacji węgla kamiennego, gdzie towarzyszą pokładom węgla. *Łupki gliniaste* uwarstwione, mocne, zwarte, na przełamie matowe, barwy szaro-czarnej, niebieskawo-czarnej do czarnej także zielonawo-szarej i fioletowej. Składają się z mikroskopijnych ziarenek kwarcu, blaszek biotyту, oraz chlorytu. Jako składnik akcesoryczny występuje piryт. Ciężar właściwy wynosi 2,78, zawartość krzemionki 50 — 62%.

Łupki gliniaste występują w górach fałdowych wszystkich okresów. Do nich należą ważne ze względów technicznych zwięzłe, gładkie łupki dachowe, dające się łatwo dzielić na równe cienkie płyty. Dobry łupek dachowy powinien posiadać znaczną zwartość i nie zawierać wapna, syderytu, części węglowych i piryту.

#### Psamity i psefity.

*Piasek*. Jest to luźna masa kańciastych lub zaokrąglonych ziaren minerałów lub skał. Najczęściej występują piaski kwarcowe. Na zboczach zaś gór wapiennych występują piaski wapienne i dolomitowe. Jeżeli ziarna piasku nie podlegały długiemu transportowi, posiadają formy wielościennie o szorstkich powierzchniach n. p. piaski kopalne. Piasek rzeczny przeciwnie, składa się z ziaren okrągławych, wygładzonych przez daleki transport wodny. Piasek o ziarnach kańciastych ścierany między palcami jest szorstki i skrzypi.

*Konglomeraty i brekcje*. Konglomeraty powstają przez scementowanie lepszczem okruchów wygładzonych: okrągłego żwiru, otoczków i tp.

Brekcjami nazywamy skały powstałe przez scementowanie okruchów kańciastych. Zależnie od rodzaju okruchów

i otoczków rozróżniamy brekcje i konglomeraty wapienne, łupkowo-wapienne, kwarcowe i tp. Niektóre brekcje wapienne tworzą t. zw „marmury”.

*Piaskowce.* Są to piaski cementowane lepiszczem. Wytrzymałość na ciśnienie wynosi 300 — 2600 kg./cm<sup>2</sup>. Piaski, z których powstają piaskowce składają się najczęściej z ziaren kwarcu, czasami z domieszką ziaren skaleni, blaszek jasnej miki, glaukonitu i tp. Piaskowce ze skaleniami noszą nazwę „arkoz”. Ziarna piaskowców są okrągłe lub kanciaste, piaskowce o ziarnach kanciastych posiadają zazwyczaj większą wytrzymałość. Lepiszczce piaskowców bywa różnego rodzaju: krzemionkowe, gliniaste, margłowe, wapienne lub żelaziste. Od rodzaju lepiszcza zależy jego kolor, wytrzymałość na ciśnienie, użyteczność, odporność na wpływy atmosferyczne. Rodzaje piaskowców: *Krzemionkowe.* Posiadają lepiszcze krzemionkowe, składające się z opalu chalcedonu lub kwarcu. Wytrzymałe na działanie czynników atmosferycznych i na ciśnienie, są bardzo użyteczne pod względem technicznym ale w obróbce trudniejsze od innych; przy metamorfiozie przechodzą w kwarcyty. Tworzą bloki, gniazda i zwarte ławice w piaskach i ilach trzeciorzędowych.

Używane są do wyrobu kamieni młyńskich, oselek oraz jako kamienie brukowe. Piaskowce krzemionkowe o dużej zawartości lepiszcza używane są do wyrobu cegieł dynasowych. Najbardziej wartościowe są piaskowce krzemionkowe, których ziarenka kwarcu i lepiszcza są możliwie najdrobniejsze.

*Piaskowce gliniaste* należą do mniej mocnych, łatwiej wietrzejących. Czasami lepiszcze jest mieszane, gliniasto krzemionkowe, gliniasto żelaziste (piaskowce żółto brunatne — gdy lepiszczem są wodorotlenki żelaza, lub czerwone — gdy lepiszczem są tlenki żelaza). Piaskowce takie wykazują większą wytrzymałość w porównaniu ze zwykłymi piaskowcami gliniastymi. *Piaskowce margłowe* posiadają własności podobne do gliniastych. Zwilżone kwasem solnym wydzielają CO<sub>2</sub> powoli. *Piaskowce o lepiszczu wapiennem.* Jeżeli lepiszcze wykształcone jest kryształicznie piaskowce takie są odporne na działanie czynników atmosferycznych. Przy dużej zawartości lepiszcza przechodzą w wapienie piaskowcowe. Piaskowce zielone zabarwione są glaukonitem. Lepiszczce posiadają gliniaste, wapienne lub margłowe.



*Piaskowiec pstry* — często zabarwiony przez tlenki żelaza na żywy czerwony kolor. Pochodzi z formacji triasowej. Szare, szaro czarne lub brunatne piaskowce formacji paleozoicznej zwane są szarowaka. Niektóre szarowaki prócz kwarcu zawierają okruchy łupka gliniastego innych skał. Ponieważ lepiszcze jest często krzemionkowe posiadają one większą wytrzymałość na ciśnienie niż zwykłe piaskowce. Używane są na kamienie młyńskie, brukowce i tłuczeń. Skały drobno ziarniste używane są również do wyrobu kamieni młyńskich. Piaskowce są zawsze uwarstwione. Występują czasami w cienkich pokładach, często jednak tworzą duże ławice. Występują wówczas często prostopadle do płaszczyzn osadzania się szczeliny, które z płaszczyznami oddzielności rozdzielają ławice piaskowca na prostopadłościennie słupy. Piaskowce znane są we wszystkich epokach geologicznych. Piaskowce starszych formacji niejednokrotnie uległy metamorfozie i przeszły w kwarcyty.

Skały osadowe pochodzenia chemicznego.

*Osady krzemionkowe.* Są to skały osadowe tworzone przy współudziale roślin lub zwierząt, lub przez osadzanie z wody, składają się przeważnie z krzemionki.

*Nawar krzemionkowy* — jest to biaława lub pstra mniej lub więcej zbita masa amorficznej uwodnionej krzemionki, która osadza się z gorących źródeł przy ostyganiu. Z nawarów pochodzących z dawniejszych czasów powstały kwarcyty słodkowodne.

*Ziemia okrzemkowa, lupek okrzemkowy* są to luźne mączyste, białe lub żółtawe zabarwione masy składające się ze skorupek okrzemków. Używane są do czyszczenia metali, jako masy filtracyjne, do celów izolacyjnych i do wyrobu dynamitu.

*Lupek krzemionkowy* czyli *lidył* jest to skała zwarta, bardzo twarda, barwy od szarej do czarnej, wyraźnie uwarstwiona, składająca się głównie z kwarcu, chalcedonu i opalu. Ciemne zabarwienie pochodzi od rozdrobnionej substancji węglowej. Lidyty zawierają często szczątki organizmów co wskazuje na ich powstawanie ze szkielecików zwierząt i roślin zawierających krzemionkę. Znajdują się w formacji paleozoicznej.

Dostarczają dobrego materiału na tłuczeń. Używane są na oselki oraz przez jubilerów.

*Osady węglanowe* są to skały składające się przeważnie z węglanu wapnia, dolomitu lub magnezytu, zawierające jednak mniejsze lub większe domieszki gliny, piasku, gipsu, substancji organicznych i t. p. Barwa zazwyczaj jasna, twardość nieznaczna poniżej 4. Są to skały rozpuszczalne w kwasach, jako nierozpuszczone pozostają tylko zanieczyszczenia mechaniczne.

*Wapienie* bywają zbite, ziarniste, ziemiste, także porowate, barwy białawo-żółtej, szarej, rzadziej czerwonej, brunatnej do czarnej. Dają się rysować nożem. Składają się z cząsteczek węglanu wapnia oraz domieszek. Ciężar właściwy czystego węglanu wapnia wynosi 2,78, wapienia zanieczyszczonego 1,95 do 2,8. Wytrzymałość na ciśnienie 500 do 1600 kg/cm<sup>2</sup>. Wiele wapieni składa się jedynie z ziarenek węglanu wapnia, w innych zauważyć można szczątki roślin i zwierząt występujące w zmiennych ilościach, cząstki skorupek muszli i ślimaków, koralów, alg wapiennych i t. p. W zależności od zauważonych szczątków rozróżniamy wapienie: muszlowe, koralowe, numulitowe, litotamniowe i t. p. Uwzględniając domieszki obce rozróżniamy wapienie: gliniaste o zawartości 10% gliny, które przez margle wapienne o zawartości 10—20% gliny, margle (20 — 50% gliny) i margle gliniaste (50—80% gliny) przechodzą w glinę wapienną.

Wapienie krzemionkowe zawierające rozdrobnioną krzemionkę (aż do 50%), wapienie piaskowce, zawierające piasek kwarcowy, wapienie bitumiczne zabarwione na kolor ciemny przez domieszki substancji bitumicznych, wapienie dolomityczne, zawierające mikroskopijnej wielkości romboedry dolomitu i syderytu. Zależnie od struktury i tworzenia się rozróżniamy: wapienie zbite, ziemiste, oolitowe, porowate i krystaliczne. Wapienie krystaliczne dawnych epok geologicznych są twardsze, łatwiejsze do polerowania od wapieni młodszych. Wapienie zbite posiadają barwy bardzo rozmaite; są jednobarwne: białe, żółtawe, szare, czerwone do czarnych lub różnobarwne: plamiste, żyłkowane i tp. Wapienie zbite dają się łatwo polerować. Dostarczają one t. zw. barwnych marmurów. Wapienie zbite zbudowane są z małych ziarenek węglanu wapnia z małą domieszką magnezytu, tlenku żelaza, gliny, krzemionki,

opalu, cząstek węglowych i tp., co można zauważyć pod mikroskopem. Obecne domieszki warunkują różne zabarwienie wapieni. Wytrzymałość wapieni, a także i częściowo odporność na działanie czynników atmosferycznych zależy od sposobu połączenia ziaren. Największą wytrzymałość mają wapienie, które składają się z ziarenek połączonych bezpośrednio, stykających się według możliwie największych powierzchni.

Jeżeli cząstki wapienia połączone są przy pomocy lepiszcza lub też gdy występują między niemi cząstki innych minerałów, np. blaszki miki, ziarna kwarcu i tp. połączenie ziaren jest mniej silne, wapienie takie są mniej wytrzymałe na ciśnienie i działanie czynników atmosferycznych.

Zwłaszcza blaszki miki, gdy występują w większych ilościach i układają się w skałe w mniej lub więcej zwartych powłokach zmniejszają wytrzymałość wapieni.

Do wapieni zbitych może być też zaliczony margiel wapienny o zawartości gliny do 20%.

Odmianą wapieni zbitych są wapienie dolomityczne z domieszką węglanu magnezu. Skały te, jak zresztą wszystkie zawierające magnez ( $MgCO_3$ ), niszczą się pod działaniem  $SO_3$ , wytwarza się bowiem łatwo rozpuszczalny w wodzie, a na powietrzu rozpływający się siarczan magnezu. *Wapienie krzemionkowe*, zbite, przesiąknięte krzemionką (najczęściej w postaci rogowca) są twardsze, trwalsze i bardziej wytrzymałe na działanie czynników atmosferycznych od zwykłych wapieni. Zawartość krzemionki może osiągnąć powyżej 50%. Wytrzymałość wzrasta powyżej 4.000 kg/cm<sup>2</sup>. Krzemionka wytwarza częstokroć kongrecję rogowca lub krzemienia. Jako skały twarde wapienie krzemionkowe (skaliste) nadają się na budowę, a głównie na tłużeń. *Wapienie ziemiste*, miękkie, kruche, zwane zwykle kredą, składają się z drobnitkich bryłek wapiennych, kłaczków i pyłu wapiennego. Często występują też szczątki szkielecików zwierzęcych, skorupki muszli i tp. *Kreda morska* jest to osadzający się w wodzie pod działaniem różnych roślin, szlamisty wapień, wysychający na powietrzu na luźną, podobną do kredy masę. *Wapienie oolitowe*, składają się z drobnych kulistych utworów wapiennych, często też wykształconych promienisto, scementowanych węglanem wapnia. Należą tu też t. zw. ikrowce. *Wapienie porowate*, tufy



*wapienne, trawertyny*. Są to wapienie porowate osadzające się ze źródeł, a także z wody morskiej, częściowo przy współudziale koralii, alg i innych roślin i zwierząt. *Wapienie krystaliczne*, — *marmury* bywają grubo do drobno ziarnistych, czasem bezkierunkowe, czasem wyraźnie uwarstwione, barwy białej, szarej, niebieskawo szarej, rzadko czerwonej. Twardość wynosi 3. Ciężar właściwy 2,7 — 2,8. Składają się z węglanu wapnia często z domieszką dolomitu. Jako minerały akcesoryczne występują: grafit, kwarc, skalenie, epidot, wollastonit, diopsydy, hornblenda i tp. Wapień krystaliczny zawierający mikę nosi nazwę „Cippolino”. „Ofikalcyt” jest wapieniem krystalicznym z żyłkami, gniazdami, pokładami zielonego serpentynu. Jest prążkowany lub plamisto zielony. Używany jest jako kamień zdobniczy. Wapienie krystaliczne powstają ze zbitych przez przekrystalizowanie cząsteczek  $\text{CaCO}_3$ . Pochodzą z najróżnorodniejszych epok geologicznych.

„Marmurami” w przemyśle kamieniarskim nazywają również i wapienie zbite, dające się łatwo polerować.

Stosuje się je jako kamienie dekoracyjne i na rzeźby.

Marmury mają najrozmaitsze nazwy zależnie od miejscowości, zastosowania, koloru, a czasami zupełnie przypadkowe. Marmurami nazywają też różne skały miękkie n. p. alabaster, dlatego też pojęcie marmuru w przemyśle i handlu należy określić ściślej. O. Hermann daje określenie następujące: „Marmur handlowy” jest to zbity lub krystaliczny, naturalny wapień lub dolomit, dający się polerować o zwracającej uwagę barwie lub rysunku i dający się zastosować na pomniki, kamienie dekoracyjne lub do wyrobów przedmiotów sztuki. Może zawierać domieszkę serpentynu („ofikalcyt”) lub miki („cippolino”).

*Dolomity* są skałami bardzo podobnymi do wapieni. Składają się z  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ , najczęściej z domieszką  $\text{CaCO}_3$  w różnych ilościach. Dolomit jest nieco twardszy od wapienia (3,4 — 4,0) ma większy ciężar właściwy (2,8 — 2,9), z zimnym kwasem solnym reaguje bardzo powoli, burzy się dopiero gwałtownie po ogrzaniu. Dolomity występują z reguły z wapieniami, jako skała uwarstwiona. Znane są dolomity zbite, porowate i krystaliczne. Zachowują się one w ogólności jak odpowiednie rodzaje wapieni. Dolomity zbite jasno-szare lub

żółtawo-szare są stosowane tak, jak zbite wapienie, jako kamienie murarskie. Dolomity krystaliczne przy dobrem związku ziaren dostarczają bardzo mocnego i trwałego, dobrze polegującego się materiału. Najczystsze odmiany używane są jako „marmury”.

Wszystkie dolomity mogą być stosowane tak jak wapienie, niektóre używane są w dużych ilościach w hutach, służą też do wytwarzania zasadowych wypraw pieców Siemens-Martina i konwertorów.

*Magnezyl* składa się z minerału tej nazwy  $MgCO_3$ . Cięższy i twardszy od wapieni. C. wł. wynosi 2,9 — 3,1. Twardość — 4. Rozpuszcza się w gorących kwasach trudniej niż dolomit. Znajduje zastosowanie do wyrobu cementu i wytwarzania kamieni ogniotrwałych w technice hutniczej.

### S i a r c z a n y.

*Gips* składa się z drobnoziarnistego lub zbitego, białego, szarego, żółtawego lub niebieskawo zabarwionego minerału gipsu o składzie  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . Tworzy pokłady lub masy w postaci pni w najrozmaitszych formacjach głównie w triasie i trzeciorzędzie. Bardzo często towarzyszy mu sól. W wielu miejscach powstaje z anhydrytu przez pobranie wody, przy czem na skutek zwiększenia objętości anhydrytu zachodzą zjawiska wzdymania. Twardość gipsu wynosi 2.

Gipsy krystaliczne, przeświecające białe lub zabarwione noszą nazwę alabastru, używane są do wyrobów sztuki. W niektórych okolicach stosują gips, jako kamień budowlany, najczęściej jednak znajduje zastosowanie jako gips palony. Przy wypalaniu zostaje odwodniony częściowo lub całkowicie. Gips palony pobiera wodę zpowrotem, przy czem twardnieje. Przy wypalaniu w temperaturze 110 — 150° C otrzymuje się gips sztukateryjny (modelarski) o ciężarze właściwym 2,6. Pod działaniem wody zmienia się, przy słabym ogrzaniu i zwiększeniu objętości o 1% w gips krystaliczny, szybko twardniejąc. Przy wypalaniu w temperaturze 950 — 1300° C otrzymuje się gips zaprawowy o ciężarze właściwym 2,8 — 2,9. Gips ten również twardnieje pod działaniem wody lecz proces trwa dłużej. Otrzymuje się masę związłą, twardą, bardzo odporną na działa-



nie zmian atmosferycznych. Zmieszany z piaskiem daje zaprawę gipsową. Używany jest także na posadzki w łazienkach, na kamienie murarskie, cementy marmurowe i tp.

### Skąły metamorficzne.

(łupki krystaliczne).

*Gnajsy.* Są to skąły metamorficzne, przeważnie uwarstwione, których składniki (kwarc, skalenie, mika, hornblenda, augit) można odróżnić gołem okiem. Zależnie od rodzaju składników ciemnych rozróżniamy: gnajszy mikowe, hornblendowe i augitowe. Gnajsy mikowe są najbardziej rozpowszechnione, występując zarówno w najstarszych formacjach, jak również i w młodszych przy metamorfozie skąły wybuchowych i osadowych. Dlatego też własności i skład gnajsów są różne. Gnajs powstały z granitów ma inne własności i inny skład chemiczny aniżeli gnajs powstały z piaskowca czy konglomeratu. Gnajs powstały ze skąły wybuchowych są odróżniane jako gnajsy właściwe (ortognajsy) od gnajsów łupkowych (paragnajsów) powstałych ze skąły osadowych. Barwa gnajsów jest szara, ciemno szara lub jasno szara. Oddzielność gnajsów powstałych z granitów jest płytowa.

Płyty gnajslowe używane są do wykładania podłóg, gnajsy mocniejsze augitowe używane są na kamienie brukowe i tłużeń. Ciężar właściwy gnajsu mikowego wynosi 2,6—2,8, augitowego i hornblendowego 2,7—3,0. Wytrzymałość na ciśnienie gnajsów granitowych waha się od 1200—2000 kg/cm<sup>2</sup>.

*Granulity.* Granulity są to skąły uwarstwione lub nie, białe, jasno-szare lub czerwone o bardzo drobnem ziarnie, czasami zbite, składające się z kwarcu, skalenia z granatami, czasami z małą ilością miki. Ciężar właściwy wynosi 2,6. Skład chemiczny odpowiada bogatym w krzemionkę granitom. Wytrzymałość na ciśnienie dochodzi do 3000 kg/cm<sup>2</sup>. Granulity są mocniejsze i bardziej zwarte niż gnajsy. Znajdują zastosowanie jako kamienie murarskie, kamienie brukowe, głównie zaś jako tłużeń.

*Łupki.* Składają się z kwarcu i miki (nie zawierają skalenia) Części składowe dostrzegalne gołem okiem. Tekstura wyraźnie łupkowa. Często występują w nich granaty. Zależnie od

miki odróżniamy: jasne łupki muskuwitowe, łupki ciemne biotytowe, i dwumikowe. Ciężar właściwy łupków jasnych wynosi 2,7, ciemnych 2,8. Wytrzymałość na ciśnienie do 900 kg/cm<sup>2</sup>. Stosowanie na tłuźceń wykluczone.

*Fility.* Są to skały cienko płytowe, zielonawo lub niebieskawo-szare, składające się z kwarcu i miki. Części składowe bardzo drobne skutkiem czego nie można ich rozpoznać gołem okiem. Na głównej powierzchni okazują silny połysk, czem odróżniają się od matowych łupków gliniastych, poza tem są bardzo do nich podobne. Jeżeli oddzielają się równo mogą być używane na pokrycie dachów, a także do wykładania podłóg.

*Kwarcyty.* Składają się z drobno-ziarnistego lub zbitego kwarcu. Powstają z łupków mikowych przez usunięcie miki lub przez metamorfozę piaskowców o lepiszczu krzemionkowem. Są bardzo twarde, koloru białego, szarego, czerwonego lub nawet czarnego. W kwarcytach starszych formacji, pojedyncze ziarna kwarcu są nawzajem poprzerastane. Kwarcyty młodsze (trzeciorzęd.) mają między ziarnami kwarcu lepiszcze z opalu i chalcedonu lub z bardzo drobnoziarnistej substancji kwarcowej. Posiadają one przełam muszłowy w odróżnieniu od kwarcytów starszych posiadających przełam muszłowy równy lub zadzierzysty. Kwarcyty są bardzo twarde i mocne. Wytrzymałość na ciśnienie wynosi 2000—3200 kg/cm<sup>2</sup>. W 98 — 99% składają się z krzemionki. Używane są jako bardzo mocne kamienie brukowe, kamienie młyńskie, do wyrobu cegieł silikatowych i dynasowych.

*Skały hornblendowe.* Składają się po większej części lub całkowicie z hornblendy lub augitu. Zależnie od tego, czy hornblenda występuje sama, czy z plagioklazem kwaśnym, odróżniamy: *łupki hornblendowe* i *amfibolity*. Barwa szaro-zielona do ciemno-zielonej, a także zielonawo-czarna. Ciężar właściwy wynosi 3,0 i więcej. Pod względem składu chemicznego skały te odznaczają się małą zawartością krzemionki, a dużą wapnia i magnezu. Grubo-płytowe odmiany dostarczają doskonałego tłuźnia. Występują między miękkimi łupkami i są poszukiwane jako kamienie twarde i trwałe.

*Serpentyny.* Zbite, szaro-zielone, żółte, brunatno-czerwone, zielono-czarne, czasami plamiste. Twardość wynosi 3—4. Ciężar właściwy 2,5. Wytrzymałość na ciśnienie 700—1800 kg/cm<sup>2</sup>.

Składają się z bardzo drobnych widocznych pod mikroskopem włókien lub łusek serpentynu. Powstają z perydotytów, oliwinów, hornblendytów lub augitytów. Występują w postaci pni lub żył z gnajsami, granulitami i amfibolitami.

Ze względu na swą trwałość i barwę używane są od czasów starożytnych jako kamienie dekoracyjne. Zastosowanie do celów drogowych ograniczone.

Omówione poprzednio naturalne materiały kamienne, znajdują zastosowanie w budownictwie drogowym, bądź w postaci rozdrobnionej, jako kruszywo, bądź też w postaci większych kawałków, o mniej lub więcej regularnych kształtach, czyli w postaci materiału brukowego.

Prócz tego, technika drogowa posiłkuje się niejednokrotnie materiałem kamiennym wytworzonym sztucznie. Usiłowania skierowane są głównie w kierunku otrzymania materiału brukowego.

Przegląd różnego rodzaju sztucznych kamieni brukowych wg. Dr. inż. J. Klinkmüllera <sup>1)</sup> podają poniżej:

Autor przeprowadza następujący podział:

1) Kamienie brukowe sztuczne wypalane, zwane ogólnie klinkierami.

2) Kamienie brukowe sztuczne, wytwarzane na zimno przy użyciu środka wiążącego. Twardnienie tych kamieni odbywa się głównie na drodze chemicznej.

## I. Kamienie wypalane. Klinkiery.

Dla otrzymania dobrego klinkieru trzeba odpowiednio przygotować surowiec. Przed wyrobieniem gliny trzeba domieszać do niej pewne brakujące składniki. Np. niektórym glinom należy dodać piasku i topników, innym tłustej ogniotrwałej gliny i t. p. Trzeba wykonać analizę chemiczną surowca i określić składniki brakujące. Dobra glina powinna zawierać dostateczną ilość topników, oraz nie za dużo piasku, aby klinkier nie utracił zwięzłości. W Niemczech pñ. stosują do wypalania klinkieru glinę powstałą z wietrzenia narzutowców skandyna-

<sup>1)</sup> Kunststein — Strassenplaster. T. I i II von Dr. Ing. J. Klinkmüller. Berlin. 1920.



wskich, na Węgrzech glinę wapienną, w Ameryce — gliny łupkowe, które posiadają tę zaletę, że zawierają piasek nie w postaci ziaren, lecz w bardzo drobnej formie, co jest dużym plusem przy formowaniu i wypalaniu. Obecnie praktyka wykazała, że inna glina również nadaje się na klinkier. Klinkier powinien być nie tylko możliwie najbardziej zwięzły, ale i możliwie mało kruchy. Gliny tłuste po wypaleniu są szkliste i kruche. Nie osiągają nigdy takiej twardości i odporności jak gliny wypalające się bez wzdymania, ściśle dając wysoki ciężar objętościowy (gęstość) do 2,25. Wzdymania unika się przez dodawanie specjalnych domieszek oraz przez odpowiedni sposób wypalania. Jako środki schudzające daje się: piasek kwarcowy wypalony i zmielony. Sposoby wypalania klinkieru są również różnorodne jak i rodzaje surowców. Pierwszym warunkiem otrzymania dobrego klinkieru jest staranne przygotowanie i wymieszanie surowca. Kamienie znajdujące się w glinie należy usunąć, lub rozdrobnić, gdyż przy wypaleniu mogą się przyczynić do powstawania np. spękań. Na klinkier najlepiej nadają się gliny o małej zawartości skaleni. Niewielka zawartość żelaza (nie przekraczająca 5%) jest pożądaną. Natomiast obecność  $\text{CaCO}_3$  jest szkodliwą. Przy wypalaniu,  $\text{CaCO}_3$  przechodzi w  $\text{CaO}$  które przy przenikaniu wody rozsadza cegłę. Często stosowanym jest pozostawienie gliny, przeznaczonej na klinkier, przez zimę na dworze w warstwie nie przekraczającej 60 cm. grubości. Pod wpływem mrozu materiał rozdrabnia się i staje się bardziej jednolity. Z gliny takiej przez walcowanie przygotowuje się materiał zupełnie miałki. Formowanie klinkierów odbywa się maszynowo, możliwie sucho, aby uniknąć powstawania rys przy kurczeniu podczas suszenia i wypalania. W Ameryce przy formowaniu stosują prasy, co ma tę zaletę, że otrzymuje się klinkier zwięzlejszy i mocniejszy. Ukształtowane cegły suszy się ogrzanem powietrzem w suszarniach, lub w specjalnych kanałach murowanych, ogrzewanych parą lub gazami odlotowemi. Klinkier formowany na sucho i pod ciśnieniem kurczy się przy powolnem osuszaniu bardzo mało.

Na Węgrzech glinę suszy się, rozdrabnia i po lekkim zwilżeniu formuje zapomocą pras hydraulicznych. W nowszych czasach stosuje się metodę półsuchą. Glinę formuje się bez uprzedniego suszenia, w takim stanie wilgoci, w jakim wydo-

bywa się ją z kopalni. Klinkier wytwarzany w ten sposób jest tańszy.

Wypalanie klinkieru musi być bardzo staranne. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na usunięcie wilgoci, zawartej w ukształtowanych cegłach. Temperatura nie powinna wzrastać zbyt prędko, aby wewnątrz cegieł nie wytwarzała się para mogąca je rozsadzić. Później też temperatura powinna wzrastać stopniowo, aby uniknąć wzdymania się cegły. Po osiągnięciu najwyższej temperatury następuje powolne ochładzanie. Nie należy nigdy podnosić temperatury wypalania aż do punktu topnienia. Czasami stanowi to dużą trudność np. przy glinach wapiennych, stosowanych na Węgrzech. Cegły ułożone do wypalania jedna na drugiej łatwo stapiają się ze sobą — trzeba je w kapslach, co bardzo podnosi kosztą produkcji. W Holandji klinkiery wypala się w piecach połowych w ilości 800.000 do 1.400.000 sztuk. Przez trzy tygodnie ogrzewa się je dla wypędzenia wilgoci, przez następne pięć tygodni wypala. Otrzymuje się tą metodą cegłę o najróżnorodniejszej twardości i stopniu wypalenia. Piece połowe zużywają bardzo dużo opału. Najlepsze są piece pierścieniowe, a jeśli glina wymaga specjalnie wysokiej temperatury piece komorowe z przeskakującym płomieniem. Równie dobrze do wypalania klinkieru można użyć każdego casselskiego pieca płomiennego. W większych piecach wypala się 200.000—250.000 form przyczem co najwyżej 30 klinkierów układa się jeden na drugim. Ażeby uniknąć spiekania przesypuje się poszczególne warstwy piaskiem. Po ostudzeniu sortuje się cegły według twardości, postaci i zabarwienia. Do brukowania używa się cegły najtwardsze. Inne gatunki cegieł używane są do murowania.

Wymiary cegieł stosowane w Holandji są następujące:  $200 \times 55$  mm. (Waalziegel),  $180 \times 90 \times 45$  mm. (Rheinziegel) i  $160 \times 80 \times 45$  mm. (Ysselziegel).

W Ameryce glinę przeznaczoną na wyrób klinkieru rozdrabnia się, przesiewa a po zwilżeniu prasuje, formuje i suszy w temperaturze  $175\text{--}200^{\circ}$  F i wypala w piecach komorowych lub pierścieniowych. Zwykła wielkość cegieł amerykańskich wynosi  $6,4 \times 10,2 \times 21,6$  cm. przy wadze około 3 kg. Używa się tam cegieł o ostrych krawędziach i cegieł o zaokrąglonych krawędziach i narożach, dla uniknięcia odpryskiwania przy ude-

rzaniu kopyt. Pierwszeństwo jednak przyznaje się cegłom ostrokanciastym. Ponieważ cegły ustawia się na wysokość więc nawet przy ślizgawicy kopyta koni znajdują zatrzymanie na licznych koło siebie leżących szczelinach. Czasami cegły zaopatrzone są w podłużne rowki na bocznych ściankach, celem lepszego zatrzymywania materiału wiążącego.

Światową sławę osiągnęły amerykańskie klinkiery o składzie:

$$\text{SiO}_2 = 63,09\%$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 24,10\%$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 7,40\%$$

$$\text{CaO} = 1,67\%$$

$$\text{MgO} = 2,20\%$$

$$\text{Alkalja} = 1,54\%$$

stosowane nie tylko w Ameryce, ale i w Holandji, w Hamburgu i t. d.

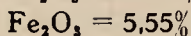
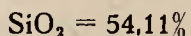
W Holandji bruk klinkierowy kładzie się na podkładzie piasku, szpary wypełnia się piaskiem, poczem powierzchnię ulicy pokrywa się też warstwą piasku. Naturalnie tego rodzaju prymitywna budowa drogi wykazuje dużo braków. Aby bruk był równy, potrzebny jest przede wszystkim dobry podkład. W Niemczech, jako podkład stosuje się często poprzednią nawierzchnię wyrównaną i uwałowaną. Aby uniknąć wgłębiania się pojedynczych klinkierów wystarcza również warstwa kamienia łamanego lub podkład z cegły, lub słabiej wypalonego klinkieru. Podkład z cegieł układa się w ten sposób, że długie krawędzie leżą zgodnie z kierunkiem ruchu. Jeżeli droga posiada ruch silniejszy stosuje się podkład betonowy przykryty 2—5 cm. warstwą piasku, na której dopiero układa się klinkier. Klinkiery układa się możliwie ściśle, ubija się je lub silnie wałuje, a szczeliny wypełnia piaskiem, czasami piaskiem i asfaltem lub zaprawą cementową. Masa asfaltowa musi być tak przygotowana, aby w zimie nie była za krucha, a w lecie za miękka.

Czasami w szczeliny wbija się listewki drewniane, a resztę szczelin zalewa cementem, otrzymuje się w ten sposób bruk o bardzo równej powierzchni, całkowicie nieprzepuszczalny dla wody. Po ukończeniu budowy pokrywa się nawierzchnię 1,5 cm. warstwą żwiru. W niektórych okolicach rozbija się klinkier na połówki i układa gładkimi powierzchniami ku gó-



rze. W Ameryce podkład wałuje się przy pomocy walców wagi 5—8 tonn, z zachowaniem profilu przyszej nawierzchni. Jeżeli podłoże jest wilgotne należy go uprzednio odwodnić. Podkład buduje się w ten sposób, że na spód daje się warstwę grubego żwiru, który po wielokrotnem wałowaniu powinien wynosić 4—6 cm. Na to idzie warstwa płasko ułożonych twardych cegieł. Szczeliny między niemi zalewa się cementem i znowu wałuje. Na tem dopiero układa się właściwy bruk ze specjalnie wybranych klinkierów stawianych na wysokość (poprzecznie do osi ulicy), które ubija się lub wałuje. Klinkiery uszkodzone należy zaraz wymieniać. Do wypełniania szczelin stosuje się drobny piasek lub zalewa się je mieszaniną 1 części cementu portlandzkiego + 2 części piasku. Gdy drogę trzeba prędko oddać do użytku, zalewa się szczeliny masą asfaltową. Gdy daną ulicą przechodzi tramwaj daje się klinkier na podkładzie betonowym (15 cm) na warstwie piasku (5 cm). Na zewnętrznej stronie szyn układa się 5 rzędów klinkieru tak, aby podłużne szczeliny biegły zgodnie z torem. Tak samo układa się klinkier między szynami. Pozostała część ulicy wyłożona jest klinkierem ze szczelinami idącymi prostopadle do osi ulicy. Szczeliny zalewa się zaprawą cementową (1 : 1), a w bliskości szyn i między niemi asfaltem. Ma to na celu zmniejszenie hałasu i uczynienie bruku możliwie elastycznym. Układanie bruku w ten sposób ma jeszcze tę zaletę, że przy naprawie szyn, bruk można łatwo wyłamać bez niszczenia wielu klinkierów.

Zmniejszenie ścieralności oraz mniejszy hałas starano się osiągnąć przez smołowanie cegieł. Po wypełnieniu szczelin piaskiem polewa się bruk gorącą smołą, którą następnie rozprządza się szczotkami. Smoła przenika do szczelin i przylega do powierzchni, tworząc warstwę na powierzchni bruku. Inna metoda smołowania polega na zanurzaniu cegieł na 3 godziny do mieszaniny 15 części smoły i 1 części krezotolu. Smołowanie czyni cegły odporniejszemi na nasiąkanie wilgocią. Na Węgrzech wypalają klinkier z gliny wapiennej (Keramit). Posiada on większą twardość i wytrzymałość na ciśnienie. Ciężar właściwy—2,4—2,5. Skład chemiczny:



CaO = 16,38%

MgO = 4,52%

Alkalja = 0,81%.

Uformowane cegły są suszone i prasowane pod wysokim ciśnieniem i wypalane. Odróżniają się od niebiesko-czerwonego klinkieru holenderskiego barwą żółtą. Układa się je na podkładzie betonowym grubości 15 cm. przy silnym ruchu i 10 cm. przy słabym. Na beton daje się warstwę 2—3 cm. piasku i wkońcu klinkier układany na płask. Czasami zamiast betonu daje się podkład z cegieł. Szczeliny w nawierzchni około 0,5 cm. szerokie zalewa się asfaltem zmieszany z pyłem wapiennym. Keramit wyrabiają również i w Niemczech np. w Essen. W Berlinie wyrabiają t. zw. *rostolit*. Jest to krzemian gliniasto-wapienny, wypalany w bardzo wysokiej temperaturze. Wypalanie odbywa się w piecach pierścieniowych przy stożkach Segera 6—7. Na drodze o ciężkim ruchu stosuje się rostolit na podkładzie betonowym 10—15 cm. Zamiast betonu stosuje się też podkład z cegieł ustawianych na wysokość przy ciężkim ruchu, na płask przy lżejszym. Dla zmniejszenia hałasu, między podkład i bruk daje się warstwę 2—3 cm. piasku. Wymiary rostolitu wynoszą  $105 \times 200$  przy grubości 60—80 mm.

*Vulkanol* składa się w 96% z odpadków kamiennych z kamieniołomów porfiru, bazaltu lub granitu z dodatkiem gliniasatego środka wiążącego. Masę miesza się na sucho i prasuje pod wysokim ciśnieniem hydraulicznym. Formy wypala się w piecach generatowych, utrzymując wysoką temperaturę w ciągu 12 godzin. Przez długie utrzymywanie stanu ognisto-ciekłego osiąga się podobne warunki jak w skorupie ziemskiej przy tworzeniu krzemianów (stąd nazwa). Ochładzanie trwa 8 dni. Płyty Vulkanolu mają wymiary  $28 \times 21$  cm. przy grubości 6—8 cm. bruk układany z tych płyt wymaga twardego podłoża (15 cm. betonu). Można go układać na już objeżdżonym, uwałowanym makadamie. Płyty układa się na zaprawie cementowej ze szczelinami 2—3 cm. i polewa mlekiem cementowem. Gdy idzie o budowę szybką, daje się szczeliny 6 mm. i zalewa je asfaltem. W Dreźnie wyrabiają t. zw. brukowce *granulitowe*. Wyrabia się je przez wypalanie w ciągu trzech tygodni zmielonego i sprasowanego pod dużym ciśnieniem kamienia polnego. Kamienie tak otrzymane są żółte. Wymiary ich wynoszą  $14 \times$

× 14 × 13 cm. oraz 16 × 16 × 8. Układa się na podłożu betonowym lub wyrównanej starej nawierzchni.

*Granit lany* (Granitgusstein) składa się ze sproszkowanego wypalonego kamienia naturalnego skalenia i kaolinu, które przez dodanie wody zamieniają się w masę plastyczną. Kamienie formuje się przy zastosowaniu specjalnie wysokiego ciśnienia. Suszy się i wypala w 1650° C. W Petersburgu wyrabiają kamienie sztuczne zwane *pirogranitami*, granitami ogniowemi lub palonemi. Masę potrzebną do ich wyrobu otrzymuje się przez wypalanie łatwo topliwej gliny, sproszkowanie jej i zmieszanie z proszkiem materiałów trudno-topliwych. Masę tak otrzymaną prasuje się pod ciśnieniem i wypala w odpowiedniej temperaturze.

W Ameryce oddawna znano możliwość wypalania sztucznych kamieni z granitu. Różnią się one od Vulkanolu, granulitu i pirogranitu tem, że granit zmielony na proszek zostaje *stopiony w 1700° C* i wylany w formy, a nie wypalany jak kamienie powyższe.

*Wurlitit* jest to kamień sztuczny, wyrabiany ze zmielonego serpentynu w połączeniu ze środkiem wiążącym. Masa zostaje sprasowana pod wysokim ciśnieniem w stalowych formach i wypalona w piecach porcelanowych.

## 2. Kamienie sztuczne wytwarzane na drodze chemicznej.

*Kamienie żuźlowe.* Odróżniamy dwa sposoby wytwarzania kamieni żuźlowych: 1) polega na wylewaniu ciekłej szlaki do form, 2) polega na wytwarzaniu kamieni ze zmielonej lub granulowanej szlaki z wapnem, jako środkiem wiążącym

Kamienie otrzymane metodą pierwszą tworzą masę szklistą — otrzymane metodą drugą są mniej lub więcej porowate. Pierwsze znajdują zastosowanie na brukach, ale dzięki swej nieprzepuszczalności nie nadają się na materiał budowlany, drugie są stosowane w obu wypadkach.

Metody otrzymywania kamieni przez zastyganie szlaki są bardzo różne. Ogólnym warunkiem jednak dla otrzymania kamieni trwałych i nie kruchych, jest powolne oziębianie. W tym celu wypełnione formy przykrywa się grubo piaskiem i pozostawia tak najmniej 72 godziny. Aby kamień miał powierz-



chnię szorstką posypuje się dno formy i powierzchnię kamienia piaskiem kwarcowym. Wymiary kamieni żuźlowych są następujące  $12 \times 16$  cm. lub  $16 \times 16$  cm. przy wysokości 15 — 17 cm. Układa się je na podkładzie piasku lub betonu. Lepsze rezultaty otrzymuje się przy użyciu szlaki kwaśnej niż zasadowej, twardnienie bowiem jest powolniejsze i równomierniejsze. Szlaka przy powolnem ostygnięciu nie powinna tworzyć rys. Aby otrzymać możliwie jednolitą masę stapia się szlakę wielkopieczową jeszcze raz w piecu płomiennym. Niedogodnością jest to, że szlaka na powietrzu twardnieje już przy słabem oziębieniu, przy wylewaniu z pieca pokrywa się skrzepłą powłoką, co może być przyczyną tworzenia się rys i pęcherzy. Szlaka składa się głównie z krzemionki i wapna — jest szklista i krucha. Dla uniknięcia tego próbowano mieszać ją z popiołem, piaskiem lub gliną. Według patentu inż. Kirr-mayera wytwarza się kamienie żuźlowe bezpośrednio przy wielkich piecach. Posiadają one przełom ziarnisty, podobnie jak najlepsze kamienie brukowe nie stając się nigdy gładkimi. Kamienie te nie są rozlewane w poszczególne formy lecz w sztaby o dowolnej objętości, przez co mają silniejszą spójność wewnętrzną, mniej por i pustych przestrzeni. Rozdzielanie dokonywane po oziębieniu pozwala na otrzymanie kamieni o płaszczyznach ziarnistych, zbliżonych do naturalnych, czego przy wlewaniu szlaki do form o gładkich ścianach nigdy osiągnąć nie można.

W Anglii również wyrabiają kamienie żuźlowe ze szlaki wielkopieczowej wylewanej bezpośrednio do form, skąd nazewnątrz stwardniałe, ale wewnątrz miękkie, a nawet płynne przechodzą do chłodzenia (8 godzin). *Kamienie żuźlowe otrzymane przez zmieszanie sproszkowanej lub granulowanej szlaki ze środkiem wiążącym.*

Tą metodą wytwarzane były kamienie żuźlowe ze szlaki otrzymywanej w procesie Bessemiera. Na 5 — 6 części wagowych szlaki zmielonej i oddzielonej od części grubszych, dodawano 1 część wagową wapna. Do tej masy dolewano wody, aż do osiągnięcia konsystencji ciasta. Po starannem zmieszaniu i przerobieniu formowano w prasach i układano w ten sposób, aby powietrze mogło swobodnie przechodzić. Od tego czasu wprowadzono wiele ulepszeń do tej metody. Szlakę

zmieloną zastępuje się granulowaną. Szlaka mielona zawiera dużo części miękkich, które łatwo ulegają zniszczeniu, powodując nierówne ścieranie się kamieni. Poza to zamiast zwykłego wapna używa się, jako środka wiążącego t. zw. cementu żuźlowego, będącego mieszaniną suchej zmielonej szlaki wielkopiecowej i wodorotlenku wapnia. Szlakę granulowaną miesza się z cementem żuźlowym (w stosunku 1:8) w mieszarkach poczem formuje się w prasach. Aby podwyższyć wytrzymałość kamieni żuźlowych, a zwłaszcza odporności na mróz, daje się czasami do szlaki trochę cementu. Inne dodatki, które mają szlakę polepszyć np. krzemionka i odpadki fabryk chemicznych, zawierające glinę, utrudniają wyrób kamieni żuźlowych.

Wychodząc z założenia, ażeby w bruku możliwie dużo kamieni jednocześnie przyjmowało na siebie ciężar, dla uniknięcia w ten sposób kruszenia się pojedynczych kamieni, a co zatem idzie powstawania nierówności na jezdni, wytwarzane są kamienie żuźlowe w formie Z.

Układa się je w ten sposób, że pomiędzy poziomymi ramionami dwóch przyległych szeregów kamieni pozostaje kwadratowa przestrzeń, którą wypełnia się belką drewnianą, lub szyną żelazną o długości równej szerokości ulicy.

*Kamienie żuźlowe według patentu Hannemanna.* 1 — 5 części siarki (zależnie od wymaganej twardości kamienia) miesza się z 50 częściami smoły z węgla kamiennego. Masę tę ogrzewa się i dobrze przerabia. Zachodzi burzliwa reakcja z wydzielaniem gazu. Po dodaniu 1 części sproszkowanego chlorku wapnia pozostawia się masę do wystygnięcia. Masa twardnieje, rozbija się ją na kawałki i proszkuje.

Po dodaniu określonej ilości doskonale rozdrobnionej szlaki wielkopiecowej, prasuje się tę mieszaninę pod ciśnieniem 200 atm. Kamienie wytworzone w ten sposób zwane *technolitem* nie przepuszczają wody i nie są wrażliwe na wpływy atmosferyczne. Ciężar właściwy 2,2. Dużą zaletą jest szorstkość, która nie znika nawet przy dłuższem użyciu.

W innej metodzie stosuje się szlakę z pieca casselskiego. Oczyszczoną z popiołu i zanieczyszczeń, oraz wysuszoną szlakę miele się i przesiewa. Następnie miesza się ją z czystą, tłustą białą gliną, uprzednio wysuszoną i rozdrobnioną w stosunku

4 : 1 (do gliny dodaje się na 100 kg., 5 kg. glejty i 1 kg. braunstztynu). Po dostatecznem wymieszaniu i zwilżeniu formuje się tę masę w prasach. Kamień schnie łatwo bez rys w każdej temperaturze. W końcu ostrożnie wypala się. Według patentu M. Rosta i L. Aufschlägera wytwarza się kamienie sztuczne z cementu portlandzkiego, piasku z zielonej szlaki wielkopiecowej, czystego piasku kwarcowego, czystego żwiru, grysu bazaltowego i granitowego (o ziarnach możliwie jednokowej wielkości). Materjały te miesza się, zwilża i prasuje. Kamienie zostawia się kilka dni na powietrzu, potem na kilka dni zanurza się do wody, a po dwóch miesiącach leżenia na powietrzu można je użyć do brukowania.

*Bruk cementowy* dzięki swej wysokiej zdolności wiązania się i mocy, cement używany jest również do wyrobu sztucznych kamieni brukowych. W Ameryce już od dość dawna stosowano nawierzchnie cementowe. Pokrywa cementowa składa się z dolnej warstwy 10 cm. grubości z 1 części cementu portlandzkiego, 3 części piasku i 7 części tłucznia na którą jeszcze przed związaniem daje się 6,5 cm. warstwę z granitobetonu (1 część cementu, 1 część piasku i 3 części drobnego tłucznia z granitu). Aby droga była pewniejsza dla koni, przecina się powierzchnię sztucznymi szczelinami na płyty prostokątne 30 cm. długie, 12,5 cm. szerokie. Bruk taki wprowadzono w wielu miastach Francji pld. Budowę wykonywa się tam w ten sposób, że na podkład z tłucznia (15 — 20 cm.) daje się 15 cm. warstwę betonową (stosunek 1 : 6), na której jeszcze przed związaniem ubija się warstwę zaprawy z 1200 kg. cementu portlandzkiego na 1 m<sup>3</sup> przemytego piasku.

Od pewnego czasu zaczęto takie drogi stosować i w Niemczech pod nazwą makadamu cementowego. Na warstwę 10 cm. dobrze ubitego żwiru daje się 15 cm. betonu (1 część cementu portlandzkiego i 10 części żwiru) i pokrywa 5 cm. warstwą betonu (1 część cementu portlandzkiego, 2 części tłucznia granitowego lub bazaltowego i 0,25 części piasku). Od czasu wprowadzenia bruku betonowego stosuje się wciąż różne ulepszenia tak co do składu mieszanin, jak i budowy drogi. Zastosowanie bruku betonowego w formie kamieni lub płyt jest z wielu względów lepsze od makadamu, Wyrób płyt: masę składającą się z 1 części cementu portlandzkiego, 3 części żwi-



ru i 3 części tłuczni kamiennego ubija się lub prasuje w żelaznych formach, lub też najpierw napelnia się formy warswą z 1 części cementu i 3 części żwiru, na którą potem daje się 5 cm. warstwę z 1 części cementu, 2 części tłuczni kamiennego i 0,25 części żwiru. Tłuczeń używa się granitowy lub bazaltowy, można jednak stosować i inne równie wytrzymałe kamienie. Masa znajdująca się w formach zostaje sprasowana i wysuszona. Aby otrzymać warstwę górną specjalnie wytrzymałą tworzy się ją z 1 części cementu, 2 części kamienia tłuczonego i 5 części piasku, lub też zarabia się materiał wyjściowy roztworem szkła wodnego. Czasami już uformowane kamienie kładzie się do roztworu szkła wodnego. Kamienie betonowe mają wymiary następujące  $21 \times 30 \times 17$  cm. Metody wytwarzania kamieni brukowych cementowych są bardzo różnorodne.

O, Potsch połączył zalety kamienia naturalnego z łatwością formowania kamienia sztucznego. Umieszcza on kamień naturalny, obrobiony tylko z jednej strony, w formę z zaprawą cementową, tak że boki i dół kamienia są z kamienia sztucznego.

Fabrykują też płyty z kamienia naturalnego umieszczonego w betonie lub w cemencie oplecione drutem.

Według patentu A. Karger'a wytwarza się kamienie z masy składającej się z cementu i piasku w stosunku 1 : 1, zwilżonej bezpośrednio przed wyrabianiem. Masę tę prasuje się w formach zapomocą prasy hydraulicznej pod ciśnieniem  $1000 \text{ kg/cm}^2$ . Kamień leży następnie dwa dni, aby osiągnąć odpowiednią twardość, poczem na pewien czas zostaje umieszczony w kąpeli wodnej.

Podczas suszenia twardnieje w dalszym ciągu. W ten sposób, jak utrzymuje wynalazca, osiąga się nie tylko największą gęstość (przez najściślejsze ułożenie się cząsteczek masy), ale i krzemionka znajdująca się w cemencie przechodzi w stan opalu. Odpowiednio stwardniały kamień nie zmienia już swego ciężaru, nawet trzymany pod wodą.

Tak zwane „Ostritplalten” wyrabia się pod ciśnieniem hydraulicznem mieszaniny cementu portlandzkiego i kamienia naturalnego łamanego. Płyty posiadają powierzchnię szorstką, zabezpieczającą przed ślizganiem się koni.

W Kalifornji wyrabia się kamienie betonowe wg. W. Fulchera. Boki ich są tak wyrobione, że przy budowie wkłada się między kamienie 4-ro kanciaste sztaby żelazobetonowe.

Wyrabiane też są kamienie brukowe z cementu i porowatych odłamków cegieł.

*Kamienie cementowe wzmacniane żelazem.* Pojedyncze kamienie brukowe muszą posiadać większą wytrzymałość i zwięzłość, aniżeli nawierzchnie betonowe wytwarzane jako całość. Wytrzymałość kamieni podnosi się przez wkładki żelaza. Na spodzie kamienia umieszcza się sztabki żelaza, przytrzymane przez plecionkę drucianą, która jednocześnie służy do wzmocnienia kamienia. We Francji stosują kamienie cementowe z wkładkami z włókien żelaznych, przygotowanych maszynowo.

M. Grünwald wytwarza kamienie cementowe z wkładkami żelaznymi w formie płytek z odgiętymi pionowo językami. Są one tak włożone w masę kamienia, że górne kanty języków leżą na jednym poziomie z górną powierzchnią kamienia. Języki są płaskie, lub wygięte po bokach. Ilość i grubość płytek metalowych zależy od warunków ruchu na danej drodze.

We Włoszech wyrabiane są kamienie cementowe lub asfaltowe w kształcie ściętej piramidy. W większą podstawę wciśnięte są równo z powierzchnią żelaza w kształcie kraty.

G. Batister Bianchi stosuje kamienie cementowe, lub betonowe z wystającymi kawałkami metalowemi. Po ułożeniu tych kamieni zalewa się przestrzeń między kawałkami metalowemi asfaltem. Po starciu metalu można go łatwo zastąpić nowym.

Claussen daje w 2 cm. pokładzie asfaltu lanego (leżącym na 20 cm. podkładzie betonowym) żebra z żelaza kowalnego. Przestrzenie między żebrami są tak wąskie, że podkowa nie może się tam dostać, na skutek czego zużycie nawierzchni zależy od zużycia części metalowych.

F. Koch i J. Wagner polecają masę betonową z wkładkami żelaznymi i wciśniętymi kamieniami naturalnemi.

*Płyty granitoidowe Jantzena.* W odpowiednich formach utrzasa się możliwie najściślej grys granitowy i zaprawę cementową. Na to daje się warstwę żwiru i cementu i ścisła pod prasą hydrauliczną. Czasami dodaje się jeszcze związków barwiących. Stosowania tych płyt na jezdnie zaniechano i używa się ich jeszcze na chodniki.

Mimo najrozmaitszych ulepszeń kamienie betonowe nie wywalczyły sobie jednak przodującego stanowiska wśród kamieni sztucznych.

*Kamienie asfaltowe.* Pierwsze kamienie asfaltowe pojawiły się w 1872 roku (Leon Malo). Wytwarzano je z prasowanej mączki asfaltowej. Późniejsze ulepszenie tej metody polegało na ogrzewaniu przed sprasowaniem. Okazało się jednak wkrótce, że płyty asfaltowe dzięki swym gładkim płaszczyznom przesuwają się po podkładzie betonowym. Dla zapobieżenia temu zaczęto przy wytwarzaniu kamieni łączyć warstwy asfaltu i betonu zapomocą prasowania. Na spód formy dawano warstwę betonową, na to warstwę asfaltu i razem poddawano ciśnieniu. Inna metoda polega na prasowaniu warstwy wilgotnego betonu cementowego z ogrzanym proszkiem asfaltowym. Aby osiągnąć lepsze wewnętrzne związanie warstw daje się w betonie różnie przebiegające rowki, prostokątne lub w formie jaskółczego ogona, w które wciska się asfalt.

Według innego patentu do silnie sprasowanego podkładu betonowego przylepia się płyty asfaltowe zapomocą silnie wiążącego, nie przepuszczalnego dla wody środka.

H. Beck umieszcza na dolnej płaszczyźnie płyty asfaltowej pojedyncze klinowate naturalne lub sztuczne kamienie, które przyczyniają się do związania płyty asfaltowej z płytą cementową.

Metoda Löhra (Frankfurt) polega na związaniu wysuszonego i ogrzanego proszku asfaltowego z warstwą wilgotnego betonu cementowego w prasie hydraulicznej pod ciśnieniem 150 atm.

Płyty tak utworzone zwane *diplolitem* układa się w zaprawie na podkładzie betonowym. Mają one grubość 5 cm. z czego 2,5 — 3 cm. przypada na asfalt.

W Magdeburgu układa się płyty Löhra na bruku z przyzm betonowych ( $25 \times 30 \times 17$ ). Szczeliny między przyzmami wypełnia się piaskiem, którym też pokrywa się całą powierzchnię. Asfalt naturalny, nie będąc bardzo rozpowszechnionym w przyrodzie jest materiałem kosztownym, Istnieje też usiłowanie zastąpienia go jakimś materiałem sztucznym. Według patentu Huppertsberga wyrabia się sztuczne kamienie asfaltowe przez zmieszanie na zimno rozdrobionego asfaltu i innych substancji bitumicznych z mineralnym środkiem wiążącym jak: wapno, gips, wypalony dolomit, jak również z piaskiem, proszkiem kwarcowym i t. p. Ciepło wytwarzające się przy wiązaniu po-



woduje wytopienie bitumów. Inna mieszanina składa się  $MgCl_2$  i 1/3 — 3/5 części wagowych proszku asfaltowego, lub odpowiedniej ilości innych substancji bitumicznych. Podczas ciągłego mieszania tych materiałów dodaje się taką samą ilość  $MgO$ . Po 5 — 30 godzinach mieszania twardnieje na masę nierozpuszczalną w wodzie, nie mięknącą nawet podczas upałów.

Hayward otrzymuje sztuczny asfalt przez mieszanie na gorąco odpadków nafty z wapieniem i oksydację masy przy pomocy wdmuchiwanego powietrza. Rauschenbach otrzymuje sztuczny asfalt z bitumów i węglanu wapnia. Stosuje on  $CaCO_3$  w tak drobnej formie, że cząsteczki jego zostają równomiernie otoczone dodanym bitumem i mocno związane. Wapień lub dolomit po wypaleniu przechodzi w  $CaO$ , a przez następne ogrzanie wodzą w  $Ca(OH)_2$ . Do masy tej rozprowadzonej wodą w dużych naczyniach wtłacza się  $CO_2$  lub powietrze z  $CO_2$  tak długo, dopóki cały  $Ca(OH)_2$  nie zostanie przeprowadzony w  $CaCO_3$ . Przez wysuszenie otrzymuje się  $CaCO_3$  w pożądaney b. drobnej formie.

Löhr wytwarza też sztuczne kamienie asfaltowe w sposób następujący: polewa on wysuszony materiał skalny roztworem bitumu (bezwodny czysty bitum asfaltowy rozpuszczony w węglowodorze). Przy przerabianiu masy każda cząsteczka otacza się cienką warstewką bitumu, który pozostaje po wyparowaniu węglowodoru. Materiał skalny miesza się wówczas z ogrzaną mąką asfaltową i prasuje.

K. Dörr miesza na gorąco w bębnach destylowaną smołę z gazowni z rozdrobnionym przemytym żwirem. Masa idzie do form i pod ciśnieniem hydraulicznem  $400 \text{ kg/cm}^2$  zostaje sprasowana, poczem otrzymane płyty, czy kamienie poddaje się chłodzeniu.

Zawierają one 17 — 20% smoły, 83 — 90% krzemionki. Dzięki dużej zawartości kwarcu posiadają dużą twardość, a oprócz tego są zwarte i elastyczne.

Bruki asfaltowe mają też swoje ujemne strony: podczas upałów miękną, w zimie, zwłaszcza podczas mrozów, stają się bardzo gładkie i śliskie. Starano się uodpornić bruk asfaltowy na upał i jednocześnie zapobiec zbytcej gładkości przez dodawanie piasku lub innych odpowiednich materiałów.

M. A. Metz wytwarza kamienie, w których naturalny asfalt wapienny zastępuje sztucznym — granitowym. Dodanie substancji mineralnych, jak np. granitu zapewnia asfaltowi długo trwałość. Ściera się on tylko powierzchniowo, wolno i równomiernie. Podczas upałów nie mięknie, a przy pogodzie wilgotnej nie staje się śliski.

Podobny materiał brukowy wytwarza Richter. Ogrzewa on asfalt naturalny ze zmielonym granitem, mączką mineralną i dodatkiem bitumu. Gorącą breję wylewa na warstwę betonu i wyciska z niej przyzmy, szczeliny wypełnia mieszaniną asfaltu z nieco grubszą mączką mineralną. Wyrównana w ten sposób powierzchnia jest masą twardą jak kamień, nie łamiącą się i nie przepuszczającą wodę.

W Ameryce w wielu miastach stosowany jest bruk z bloków asfaltowych wyrabianych metodą Hobin'a z naturalnego asfaltu z dodatkiem części mineralnych. Wymiary tych bloków wynoszą  $10,2 \times 12,5 \times 30$  cm i  $7,6 \times 10,2 \times 30$  cm. Na drogach o małym i lekkim ruchu bruk taki utrzymuje się dłużej czas. Wadą jest prędkie ścieranie się na kantach.

J. Jeserich wytwarza płyty asfaltowe z proszku ze skał asfaltowych z okolic Raguzu. Proszek zostaje pod ciśnieniem 200 atm. uformowany na płyty o wymiarach  $25 \times 25$  lub  $16 \times 32$  cm. przy grubości 3 — 5 cm. Płyty układa się na warstwie betonu grubości 15 — 20 cm. (zależnie od obciążenia), który w ciągu 8 dni wiąże się i wysycha. Na drogach o silnym i ciężkim ruchu daje się płyty 5 cm. grubości — przy ruchu słabym wystarczają 3 cm. Ciężar 1 cm<sup>2</sup> płyt wynosi:

przy grubości 3 cm. — 62 kg.

„ „ 4 cm. — 82 kg.

„ „ 5 cm. — 103 kg.

Według patentu P. Decauville wytwarza się kamienie brukowe z drzewa i asfaltu.

*Kamienie szklane.* Do wyrobu ich używa się potłuczonych butelek, szyb okiennych i t. p. Ogrzewa się je w temperaturze 1250° C i formuje w prasach hydraulicznych. Masa traci swą przezroczystość i przybiera własności kamienia. Po sprasowaniu kamieni o płaszczyznach gładkich lub zbrózdzonych, wolno ochładza się.

Według Dode'go masę ze sproszkowanych, trudnotopliwych materiałów jak: porcelana, glina i t. p. formuje się z proszkiem szklanym i trochę wody na kule lub płyty i ogrzewa do zmiękczenia szkła, poczem przy pomocy prasowania nadaje się masie kształt pożądaný i studzi się.

Według Garchey'a szkło przed nadaniem mu formy zostaje stopione przez co nabiera większej zwięzłości i twardości. Jest ono nieprzezroczyste, mniej łamliwe, podobne do porcelany, nie kraje się djamentem, posiada budowę włóknistą, przełam kryształiczny. Aby szkło ze skorup i odpadków, które przygotowuje się maszynowo w postaci proszku wprowadzić do pieca w postaci związanej, dodaje się specjalny środek wiążący, jak szkło wodne lub gumę arabską. W piecu znajduje się forma z 3 niskimi ściankami bocznymi, która na spodzie i bokach wyłożona jest nietopliwym, izolującym materiałem z piasku kwarcowego lub talku. Stopioną masę wyjmuje się i przenosi do form do prasowania. Próby z temi kamieniami przeprowadzono we Francji. Kamienie o wymiarach  $20 \times 9, 5 \times 4,5$  cm układano bez warstwy piasku, wprost na podkładzie betonowym (15 cm.) warstwie zaprawy cementowej 1 : 2 (grubość 1 cm.). Podkład betonowy składał się z cementu portlandzkiego, piasku i tłucznia w stosunku 1 : 2, 5 : 5. Kamienie szklane układano ze szczelinami 3 mm., które zalewano zaprawą cementową. Po ukończeniu budowy drogę posypano drobnym piaskiem.

Lüders wytwarza kamienie brukowe z odpadków szkła, które ogrzewa się do zmiękczenia, silnie prasuje pod ciśnieniem i tnie w sześciiany.

*Bruk metalowy.* We Francji i Ameryce pñ. próbowano zastosować na bruki płyty żelazne lub stalowe o różnych formach i powierzchniach. Dotychczasowe jednak próby nie osiągnęły dobrych rezultatów.

*Kamienie piaskowo-wapienne.* Przy wytwarzaniu kamieni brukowych z piasku i wapna, należy zwracać uwagę<sup>1</sup> na to, aby nie stawały się one zbyt prędko gładkimi i aby miały dużą wytrzymałość na ścieranie. Zazwyczaj stosuje się masę z 10% wapna i 90% piasku. Obok piasku można stosować rozdrobnione kwarcyty i skały krzemianowe, jak granity, także: szlaki, skorupy szklane i t. p. lub też same te materiały mieszać



z wapnem. Masę umieszcza się w formach i ubija lub ściska. Zależnie od sposobu formowania przygotowuje się ją mniej lub więcej wilgotną, lub gęstą, zawieszistą. Najczęściej formuje się w prasach. Sprasowane formy idą do kotła, gdzie są hartowane przy pomocy pary. Ponieważ na skutek swej małej wytrzymałości na ciśnienie, kamienie te nie nadają się na jezdnie, niema wielu metod ich wykonania.

*Kamienie korkowe.* W Londynie wytwarzają sztuczne kamienie z materiałów zawierających składniki bitumiczne i duże ilości ziarnistych korków. Najodpowiedniejszą nazwą dla takiego bruku byłby: bruk asfaltowo-korkowy. Materiały wyjściowe miesza się, ogrzewa i prasuje pod dużym ciśnieniem na bloki żądanej wielkości i formy. Bruk układa się prędko, podobnie jak drewniany, lub z cegieł, szczeliny wypełnia się zaprawą cementową.

*Kamienie ze śmieci, odpadków.* Usuwanie śmieci, zwłaszcza w dużych miastach związane jest z dużymi kosztami. W Anglii śmiecie spala się. Szlakę otrzymaną z tych pieców używa się na wyrób kamieni brukowych, które na ulicach o małym ruchu mogą być z powodzeniem stosowane. Szlakę rozdrabnia się w specjalnych aparatach i rozdziela według wielkości ziaren na sicie bębnowem. Jako materiał wiążący stosuje się gorące oleje mineralne, lub asfalt (trinidad). Gorącą masę przepojoną spoiwem umieszcza się w formach i prasuje pod dużym ciśnieniem, poczem chłodzi się wodą.

*Różne kamienie brukowe.* Pissinger i Schmidbauer w Pasingu wytwarzają kamień brukowy składający się z 2 części o niejednakowej twardości. Górna, twardsza część kamienia umieszczona jest zapomocą czopa w dolnej miększej części drewnianej, z którą związana jest przy pomocy środka wiążącego: cementu lub asfaltu. Dolne części zastępują podkład.

Inne dwuskładowe kamienie brukowe wyrabiane są w Londynie. Są to bloki drewniane z rdzeniem cementowym, lub też bloki mające górną warstwę z cementu lub innego materiału, wytrzymałego na zmiany pogody. Przestrzeń między obu materiałami wypełnia się przed lub po złożeniu obu części środkiem wiążącym. Ten wyrób ma na celu utworzenie możliwie odpornej górnej warstwy, która zużywa się mało, a po zniszczeniu może być łatwo odnowiona.

Według G. Bagge wytwarza się kamienie z mieszaniny trocin z małemi kamykami. Gdy kamienie są z drzewa silnie żywicznego można się nawet obyć bez środka wiążącego jakoto: żywicy czy albumin. Masę prasuje się na gorąco i pod wysokiem ciśnieniem. Kamyki dodaje się na to, aby przy ścieraniu powierzchnia zawsze była szorstka. Braun wytwarza kamienie brukowe w formie klinów i kładzie je bez zaprawy. Warstwa dolna i górna kamienia składa się ze żwiru i topnika (drobno zmielonych krzemianów). Warstwa środkowa jest to mieszanina gliny, piasku kwarcowego, szanoty lub koksu. Warstwy te łączą się przy spiekaniu. Wadą tego bruku są głębokie szczeliny w których łatwo gromadzi się brud, konieczne więc jest bardzo dokładne czyszczenie. Poza tem jest to bruk bardzo hałaśliwy.

Aby otrzymać bruk możliwie niehałaśliwy Ibsen stosuje kamienie otoczone powłoką osfaltu. Aby osiągnąć jeszcze mniejszą hałaśliwość i aby uniknąć nierówności na jezdni daje się wpustki asfaltowe w środku kamienia.

W Ameryce próbowano użyć do wytwarzania sztucznych kamieni słomy i trawy morskiej. Specjalna maszyna obcina źdźbła niewymłóconego snopka zboża. Źdźbła wiąże się ściśle drutem i kładzie do gorącej mieszaniny różnych rodzajów smoły. Po pewnym czasie z masy tej wytwarza się w prasie sześciany. Do wyrobu tych kamieni nadaje się każdy rodzaj słomy, byle tylko źdźbła nie były połamane. Podobnie stosuje się algi i trawy morskie. Otrzymuje się kamienie miękkie, elastyczniejsze od innych i niehałaśliwe. Lecz czy przy tej elastyczności bruk nawet przy małym ruchu jest trwały — należy jeszcze zbadać.

W drugiej części swej pracy autor omawia zastosowanie kamieni sztucznych w praktyce.

Kamienie sztuczne w porównaniu z naturalnemi mają tę przewagę, że można je wyrabiać w ściśle określonej postaci, z równemi płaszczyznami. To też szczeliny między niemi przy brukowaniu mogą być węższe, przez co bruk staje się równiejszy i mniej hałaśliwy, a toczeniu się kół stawia mniejszy opór.

*Klinkier.* Dawniejsze zastrzeżenia so do używania cegieł klinkierowych na bruk obecnie częściowo już znikły. Przyczy-

nili się do tego a) wytwórcy, którzy dzięki odpowiedniemu wyborowi gliny, przygotowują klinkiery specjalnie przystosowane do celów drogowych oraz b) staranne układanie bruku. Klinkier nadaje się zupełnie dobrze na drogi o lekkim i średnim ruchu. Nawierzchnia jest równa i wygląda ładnie. Nie jest tak śliska jak asfalt i pozwala koniom na zupełnie pewny bieg. Ścieralność spowodowana ruchem ulicznym jest większa niż przy użyciu kamieni naturalnych, lecz równomierna, tak że nawierzchnia klinkierowa pozostaje zawsze równa. Należy tylko starannie wybierać klinkiery, przeznaczone do brukowania, aby były wszystkie jednakowo silnie wypalone. Nietylko bowiem klinkiery z różnych wytwórni, ale nawet z jednej i tej samej, różnią się między sobą. Holendrzy dzielą wypalone klinkiery na 80 klas i do brukowania używają najtwardszych. Przyczyna zarzutów stawianych klinkierowi, że jest nietrwały, że na drodze tworzą się góry i doły, leży w niestarannem brukowaniu, oraz nierównomiernem ścieraniu się, spowodowanem złem sortowaniem klinkierów na zasadzie stopnia wypalenia. Dla podwyższenia trwałości bruku klinkierowego stosowano czasami ochronną warstwę piasku, grubości 1—2 cm. ma to jednak tę dużą wadę, że powiększa wytwarzanie kurzu.

Bardzo ważne znaczenie odgrywa staranne układanie klinkieru i dobry podkład. Pod względem czystości i nieprzepuszczalności wody Amerykanie stawiają bruk klinkierowy, ułożony na dobrym podkładzie na równi z brukiem asfaltowym. Jest on przytem łatwiejszy do naprawiania, a w zimie i podczas deszczu nie staje się nigdy tak gładki i śliski, jak asfalt. Amerykanie dowiedli też, przez badanie praktyczne, niesłuszności zarzutu, że klinkier po starciu nie jest dość odporny na przenikanie wilgoci. W Ameryce klinkier ma b. szerokie zastosowanie. Ale i tam również stwierdzono, że na ulice o ciężkim i silnym ruchu nie nadaje się. Klinkier rozpowszechniony jest też bardzo w Holandji, a jeśli wykazuje tam pewne braki, to jedynie przez niestaranne brukowanie. W Niemczech, tam gdzie go zastosowano, zyskał duże uznanie. Przemawia też za nim niska cena wyrobu, oraz niewielkie roczne koszty utrzymania drogi.

Z uwag powyższych wynika, że zwłaszcza dla miast małych, oraz dróg nieożywionych, klinkier nadaje się na bruk



bardzo dobrze. W dużych miastach ulega zniszczeniu szybko. Uderzenia kół silnie obciążonych wozów kruszą kanty nawet najtwardszego klinkieru.

*Keromit albo Rostolit.* Odróżnia się od klinkieru większą twardością. Według badań przeprowadzonych w Politechnice Budapesztańskiej twardość keramitu wg. skali Mohsa = 9. Wytrzymałość na ciśnienie —  $5672 \text{ kg/cm}^2$ , 25-cio krotne zamrażanie wykazało zupełną wytrzymałość keramitu na mróz. Wytrzymałość na ciśnienie po zamrożeniu przewyższa  $5000 \text{ kg/cm}^2$ . Nasiąkliwość nie przekracza 0,1%. Ścieralność bardzo niewielka, wskutek czego na drodze powstają małe ilości kurzu. Czyszczenie ulic łatwe. Wadą keramitu jest to, że na skutek swej wysokiej twardości, jest on nieco za kruchy dla ciężkiego ruchu, a dzięki swej zbitej budowie łatwo staje się gładki. Przytem uderzenia kopyt końskich i kół wywołują duży hałas. Z tych też powodów mimo dobrego wyglądu, oraz spełniania warunków zdrowotnych nie jest on bardzo rozpowszechniony. Stosowany jest na ulicach o średnim ruchu w Budapeszcie, Wiedniu, Dreźnie i okolicach. Z Austrii przeszedł do Szwajcarii, gdzie zastosowano go w wielu miastach z dobrymi wynikami.

*Vulkanol.* Zaletą wulkanolu jest tworzenie nawierzchni równej bez szczelin, a przez to niehałaśliwej. Nie śliski, daje się łatwo utrzymać w czystości przez zlewanie wodą. Powierzchnia wulkanolu jest stale szorstka (dobre dla koni). Własności jego, jak np. twardość i jednostajność budowy, nie różnią się prawie wcale od własności twardych kamieni naturalnych, jak: bazaltu, granitu, diorytu, melafiru i porfiru. Ciężar objętościowy = 2,349, ciężar właściwy = 2,679. Wytrzymałość na ciśnienie  $2592 \text{ kg/cm}^2$ . Po 25-cio krotnem zamrażaniu próbki nie wykazują widocznych zmian.

Dzięki równej powierzchni jeździ się po bruku ułożonym z wulkanolu bez uderzeń, spokojniej niż na bruku z kamieni naturalnych. Vulkanol jest nieprzepuszczalny dla wody. Jest to jednak bruk kosztowny, to też mimo swych wybitnych własności nie jest rozpowszechniony. Dzięki swej twardości jest nieco bardziej hałaśliwy niż asfalt. Do ruchu ciężkiego, na skutek względnie łatwej ścieralności kantów i naroży, nie nadaje się. Liczne obserwacje wykazały, że przy starannym doborze płyt, dobrym podkładzie i prawidłowem brukowaniu, wulkanol

tworzy nawierzchnię dobrą nawet dla średnio-ciężkiego ruchu, odpowiadającą wszelkim wymaganiom.

*Granit sztuczny.* Znajduje się w handlu pod nazwami pirogranitu, granulitu i Granitgusstein'u. W praktyce mało jest stosowany (Drezno, Petersburg). Wytrzymałość na ciśnienie —  $800 \text{ kg/cm}^2$ . Nadaje się więc tylko do ruchu lekkiego, w przeciwieństwie do sztucznych granitów wytwarzanych w Ameryce przez stapianie, posiadających bardzo dużą wytrzymałość na ciśnienie. Próby na zamrażanie w  $-17^\circ \text{C}$  dają rezultaty zadowalniające. Kamienie nie wykazują najmniejszych zmian budowy. Podobnie zachowują się podczas upałów, oraz przy waha- niach temperatur.

*Wurlitzit.* Spieczona powłoka wurlitzitu jest ciemno-bru- natna, przełom szary drobnziarnisty, trochę porowaty, szorstki. Rysuje się stałą. Ciężar właściwy — 2,56. Posiada pewną ela- styczność. Na przelamie, czy powierzchni, można tępem ostrzem uczynić wgłębienie nie powodując odpryśnięcia. Kamienie mają wymiary  $18 \times 11 \times 15 \text{ cm}$ . i  $27 \times 11 \times 15 \text{ cm}$ . Układa się je na żwirze, a szczeliny szerokości 10 mm częściowo wypełnia się piaskiem, a częściowo zalewa mastyksem asfaltowym. Dro- ga próbna poddana silnemu ruchowi wykazała: 1) ścieranie bardzo równomierne i nie większe niż najlepszego granitu, 2) do- stateczną szorstkość powierzchni ścieranych (żaden inny bruk nie jest tak dobry i bezpieczny dla koni) i 3) w porównaniu z granitem wybitną niehałaśliwość.

Wytrzymałość na ciśnienie wurlitzitu suszonego na po- wietrzu wynosi  $2756 \text{ kg/cm}^2$ , a więc przewyższa granity nie- mieckie, belgijskie i częściowo szwedzkie i norweskie, a także bazalty i porfiry. Średnia wytrzymałość na ciśnienie kamienia nasyconego wodą wynosi  $2080 \text{ kg/cm}^2$ , a zamrażanego —  $2357 \text{ kg/cm}^2$ . Nasiąkliwość po 12 godz. 0,8%, po 125 godz. — 1,8%. Ścieralność —  $9,7 \text{ cm}^3$  (granitów i porfirów średnio  $10,1 \text{ cm}^3$ ).

Niestety kamienie te, które w badaniach praktycznych wykazały same dobre rezultaty i zdają się specjalnie dobrze nadawać do celów brukarskich, od śmierci wynalazcy B. Hessa zupełnie zniknęły z rynku. Żadna fabryka ich już nie wy- rabia.

Ogólnie o kamieniach sztucznych wypalanych, stosowa- nych na bruki, można więc powiedzieć, że dla utworzenia

dobrej i równej nawierzchni wymagają one starannego wypalania i sortowania. Przy użyciu kamieni źle sortowanych, a więc o różnym stopniu wypalenia powstaje, na skutek niejednako-  
wego ścierania, powierzchnia nierówna z zagłębieniami od ude-  
rzeń kopyt końskich i kół, w których zbiera się brud i woda. Kamienie sztuczne wypalane nadają się dobrze do ruchu śred-  
nio-ciężkiego, ale pod warunkiem, że są układane starannie  
i na dobrym podkładzie.

*Kamienie żuźlowe.* Najbardziej rozpowszechnionymi z ka-  
mieniami sztucznych są kamienie żuźlowe. Na zasadzie całego sze-  
regu obserwacji i prób okazało się, że nadają się one dobrze  
na ulice o ruchu lekkim i średnim. Na ulicach o ruchu cięż-  
kim stosowane są ze zmiennymi rezultatami. Niektóre małe  
miasta stawiają bruk żuźłowy na równi z brukiem z najlep-  
szych kamieni naturalnych.

Zupełnie jednakowa postać kamieni żuźłowych zapewnia  
drodze ładny wygląd i łatwość oczyszczania. Hałas jest też  
znacznie mniejszy niż przy kamieniach naturalnych. To też  
w wielu miastach bruk żuźłowy układa się przed szkołami,  
kościółkami i t. p. Kamienie żuźłowe posiadają dużą twardość,  
oraz małą ścieralność. Występuje ona na kantach. Można temu  
częściowo zapobiec przez stosowanie wąskich szczelin między  
kamieniami. Dzięki małej ścieralności tworzenie się kurzu na  
ulicy jest też nieznaczne. Zdarzają się czasami kamienie, które  
pod powierzchnią posiadają puste przestrzenie i przy ubijaniu  
rozpadają się. Błąd ten może być wywołany jedynie niestoso-  
wnym wyrobem.

W Magdeburgu zastosowano kamienie żuźłowe na wyło-  
żenie toru między szynami tramwajowymi na ulicy asfaltowej.  
Kamienie żuźłowe ułożone w zaprawie cementowej tworzą bruk  
dostatecznie elastyczny na ruch szyn. Jediną trudność stano-  
wi obrobienie kamienia według profilu szyn. Jest ono uciążli-  
we, kosztowne i długo trwa. Trudności tej dałoby się uniknąć  
przez przygotowanie odpowiednich form. Kamienie żuźłowe są  
dużo tańsze od kamieni naturalnych, a koszty utrzymania ulicy  
też są bardzo niewielkie.

Jediną wadą bruku żuźłowego jest gładkość, która prędko  
występuje przy ożywionym ruchu, zwłaszcza pieszym. Z tego  
też względu nie można stosować kamieni żuźłowych przy po-



chyłościach przekraczających 1:40. Nadają się one natomiast doskonale na tory dla cyklistów. Masa używana do wyrobu kamieni żuźlowych, otrzymywana w stanie płynnym zapewnia kamieniom bardziej jednolite własności. Kamienie te, które można nazwać kamieniami lanemi są mocne, ale kruche, skutkiem czego dają się trudno obrabiać, a często nawet przy ubijaniu rozpadają się. Gładkość bruku żuźlowego starano się usunąć w ten sposób, że przy formowaniu kamieni, do powierzchni wystawionej na ścieranie dodawano piasku, w ten sposób sztucznie czyniąc je szorstką, metoda ta jednak nie dała wyników zadowalniających.

*Kamienie cementowe.* Bruk cementowy bez szczelin t. zw. makadam cementowy stosowany jest w Ameryce i Francji południowej. Również w Niemczech kładziono go na próbę. Okazało się, że do silnego i ciężkiego ruchu nie nadaje się, rysuje się prędko i dziurawi. Inną wadą jest długi przeciąg czasu potrzebny na budowę takiej nawierzchni. Przez cały czas wiązania się cementu ulica musi być zamknięta dla ruchu.

Najcięższe jednak i najmniejprzyjemniejsze są poprawki, które na skutek twardości nawierzchni są bardzo uciążliwe i długo trwające. Braki te sprawiają, że chociaż dzięki swej równości, makadam cementowy jest niehałaśliwy i dobrze się czyści, jest on jednak mało rozpowszechniony. W porównaniu do makadamu większe zalety posiadają kamienie, czy płyty cementowe. Maszynowe mieszanie materiału oraz prasowanie zapewnia kamieniom większą jednolitość budowy i własności. Budowa drogi nie nastęrcza trudności i nie trwa tak długo, jak przy makadamie, bowiem materiał dostarcza się na miejsce budowy gotowy.

Po ułożeniu kamieni cementowych droga może być odrazu oddana do użytku. Poprawki też są dużo łatwiejsze. Jedyne pod względem trwałości otrzymano gorsze wyniki.

Dobre wyniki osiągnięto z płytami t. zw. tłuczniowo-bazaltowymi. Ułożone na silnym podkładzie nadają się one dobrze nawet dla średniego i ciężkiego ruchu. Tworzą powierzchnię gładką, to też stosować je można na jezdnię o małym nachyleniu. Hałas jest nieznaczny, utrzymanie czystości łatwe, tworzenie kurzu niewielkie.

W Ameryce w roku 1919 w okolicach Rochersteru użyto

z bardzo dobrym wynikiem na wyłożenie ulicy kostek betonowych o długości krawędzi 5 cm. uformowanych maszynowo z masy składającej się z cementu portlandzkiego, piasku i tłuczonych kamieni (wielkość ziaren 1,2 cm.) z małym dodatkiem wody.

Nawierzchnie cementowe próbowano wzmocnić wkładkami żelaznymi, jednak metoda ta nie znalazła zastosowania w praktyce. Masa cementowa ściera się stosunkowo prędkiej niż wkładki żelazne, powierzchnia staje się nierówna, stawia duży opór pojazdom i zwiększa hałas. Utrudnione zostaje też oczyszczanie ulicy, która przybiera mało estetyczny wygląd. Naskutek swej małej odporności na ruch nawierzchnie cementowe nie mają widoków na szersze zastosowanie.

*Płyty asfaltowe.* Dla ruchu lekkiego i średniego dają na ogół wyniki dobre. Odpowiadają wymaganiom pod względem wyglądu, niechłaśliwości i czystości. Naprawa łatwa, ścieralność mała, tworzenie kurzu nieznaczne. Jednak przy silnym ruchu zużywają się prędko.

Z pomiędzy sztucznych płyt asfaltowych, najlepiej zachowują się płyty cementowo-asfaltowe Löhr'a. Przez dodatek cementu, asfalt otrzymuje większą oporność. Dużą zaletą tych silnie sprasowanych przed budową płyt, w stosunku do asfaltu lanego jest to, że nawierzchnia posiada odrazu swoją całkowitą twardość, podczas gdy asfalt lany wymaga sprasowania przez ruch dopóki spodnie, luźniejsze warstwy nie zostaną całkowicie ściśnięte. Ta okoliczność wyklucza przy płytach nierówności powierzchni i sfałdowanie. Przy wyrobie płyt należy zwracać uwagę, aby przez działanie zwiększonego ciśnienia nie stały się kruche.

Naprawianie dawnych nawierzchni asfaltowych lanych przez wstawienie łat jest dość trudne ze względu na to, że asfalt podczas ruchu uległ skomprimowaniu. Wymaga to dużej zręczności robotników, aby zastosowaćłaty tak silne, by utworzyły z dawną nawierzchnią warstwę jednolitą. Trudności tych unika się przy stosowaniu płyt asfaltowych. Prócz tego są one i tańsze, co ma duże znaczenie zwłaszcza dla wąskich ulic. Dobroć bruku asfaltowego zależy od dostatecznego stwardnienia i suchości warstwy betonowej, służącej za podkład. Z asfaltem lany pracować można tylko w miesiącach ciepłych i suchych,

w których można liczyć na pewną pogodę, a więc od maja do września. Podczas pośpiechu, z jakim buduje się drogi w miejscach o silnym ruchu, zdarza się czasami, że za gorąca masa asfaltowa zostaje położona na beton, który zawiera jeszcze niezwiązaną wodę. Wywiązuje się para wytwarzająca puste przestrzenie pod lub w warstwie asfaltu, które niszczą zwięźłość całej masy. Niedogodności te odpadają przy użyciu płyt, wytwarzanych fabrycznie, które bez szkody dla swej dobroci mogą być układane także podczas pogody dżdżystej. Unika się też, zapachu i brudu związanego z budową nawierzchni z asfaltu lanego. Często stawiane są zarzuty, że jezdnie asfaltowa jest niebezpieczna dla zwierząt pociągowych, ze względu na swą śliskość. Występuje ona jednak tylko wówczas, gdy ulica nie jest utrzymywana dostatecznie czysto. Wtedy przy wilgotnej pogodzie tworzy się śliska, mazista masa, niebezpieczna dla koni. Starano się unieszkodliwić tę śliską warstwę przez posypywanie piaskiem. Należy to jednak stosować w ostatecznym razie, bowiem piasek rozarty przez koła powiększa tylko brud. Najlepszym i najpewniejszym środkiem jest utrzymywanie ulicy w czystości.

Gładkość asfaltu staje się niedogodną, gdy ulica ma duże spadki. Próbowano osiągnąć potrzebną szorstkość powierzchni przez domieszkę piasku lub grysu kamiennego. Jednak te kamienie betonowo-asfaltowe acy granitowo-asfaltowe nie znalazły w Niemczech większego zastosowania. Więcej spotyka się ich w Anglii, gdzie na ulicach o średnim i lekkim ruchu dają dobre wyniki.

*Kamienie szklane.* Wytrzymałość na ciśnienie kamieni, wytwarzanych metodą Garcheya =  $2016 \text{ kg/cm}^2$ . Zamrażanie w  $-20^\circ\text{C}$  daje wyniki zadowolniające. Ścieralność badana przy pomocy obracającej tarczy szmerglowej, przyciśniętej do kamienia z siłą  $0,25 \text{ kg/cm}^2$ , wynosi po 4000 obrotów 11,4 mm. Wytrzymałość na uderzenie: kostka o długości krawędzi 0,04 m. rozpada się po 22 uderzeniach młota wagi 4,2 kg., spadającego z wysokości 1 m.

Kamienie szklane stosowane są we Francji i Szwajcarii pod nazwą kryształ „Keramo-Kliamo”. Dają one zadowolniające rezultaty przy niezbyt silnym ruchu. Cienkie płyty (4,5 cm) układane bezpośrednio na betonie ulegają prędko zniszczeniu.



Lepsze rezultaty osiąga się przy układaniu kamieni grubych (10 cm.) i na piasku. Zmniejsza się wówczas i hałas. Obawy, że kamienie te okażą się za śliskie dla koni są bezpodstawne, warunki bezpieczeństwa nie są gorsze niż przy asfalcie.

*Płyty metalowe* posiadają mało zwolenników. Próbowano kłaść je w Paryżu i Ameryce, lecz wkrótce zaniechano tego. Główną wadą obok wysokich kosztów, jest hałas. Ponieważ płyty o powierzchniach zupełnie gładkich byłyby za śliskie dla koni, trzeba tego uniknąć stosując płyty o powierzchniach nie równych. Każda jednak nierówność, powodując uderzenia kół i podków przyczynia się do zwiększenia hałasu. Przytem nierówna powierzchnia utrudnia bardzo czyszczenie jezdni. Woda nie ma dobrego odpływu, tak że po deszczu, czy zmywaniu ulicy, bruk pozostaje długo wilgotny. Płyty metalowe, jako podkład dla bruku drewnianego (Ameryka) nie opłacają się. Są dużo droższe od betonu.

Bruk metalowy, nie odpowiadając nowoczesnym wymaganiom, w Niemczech nie wszedł zupełnie w użycie.

*Bruk piaskowo-wapienny.* Wytrzymałość na ciśnienie — 356 kg/cm<sup>2</sup>. Ciężar objętościowy—2,08 nasiąkliwość 16.6%. Po zastosowaniu do fabrykacji dodatku większych okruchów kamieni, osiągnięto ciężar objętościowy 2,18, nasiąkliwość 5%. ścieralność 11,3 cm<sup>3</sup>. Widać z tego, że na jezdnie kamienie te nie nadają się. Posiadają za dużą ścieralność, a za małą wytrzymałość.

*Kamienie korkowe.* Bruk taki wyprubowano z bardzo dobrym rezultatem w Londynie. Zużycie pod wpływem silnego, nie przerywanego ruchu okazuje tylko bardzo niewielkie. Bruk odpowiada wszelkim wymaganiom. Trzyma się doskonale, jest zwarty i elastyczny, trwały i bardzo pewny dla koni. Całkowicie niehałaśliwy. Suchy czy mokry nie staje się nigdy gładki i śliski, jak np. asfalt.

Oczyszczanie szybkie i łatwe. Nie kruszy się podczas upałów i suszy, nie pęcznieje podczas deszczów. Dzięki zachowaniu ciepła i nierozpuszczalności nadaje się do wykładania stajen, a także na posadzki w kościołach, teatrach i t. p. Stosują go poza Anglią w Wiedniu, Ameryce i Australji. W Niemczech ze względu na kosztą nie ma szerszego zastosowania.

Inne sztuczne kamienie mają tylko podrzędne znaczenie w brukowaniu ulic. Nadają się tylko do bardzo lekkiego ruchu i po większej części używane są na drogi prywatne.

Przystępując do zestawienia ostatecznych wyników, określa autor ogólne wymagania, stawiane kamieniom sztucznym, używany do brukowania:

1) Kamień musi być możliwie jak najwytrzymalszy na uderzenie i ciśnienie.

2) Musi być elastyczny i nie kruchy (odpryski na kantach i narożach prowadzą do prędkiego zniszczenia, wywołują hałas i wzmożone tworzenie się kurzu).

3) Kamień powinien być możliwie jednostajny w budowie i formie zewnętrznej. Nie powinien mieć pustych przestrzeni, a powierzchnia musi być równa.

4) Nie powinien łatwo ulegać wygładzeniu, aby pod wpływem ruchu nie stawał się śliski i niebezpieczny dla jazdy.

5. Nie może być nasiąkliwy — powinien wodę odprowadzać łatwo i prędko. W Niemczech szerokie zastosowanie znalazły: kamienie żuźlowe, Vulkanol, asfalt i klinkier. Największe zastosowanie mają kamienie żuźlowe. Zastosowanie Vulkanolu zwiększa się. Na przeszkodzie stoją jedynie wysokie koszty. Dla ruchu lekkiego są godne polecenia, dzięki swej niechałaśliwości płyty asfaltowe Löhra. Dla ruchu ciężkiego kamienie sztuczne nie nadają się, tam gdzie je zastosowano, okazała się konieczność zastąpienia ich twardymi kamieniami naturalnymi, jak granit bazalt. Koszty budowy ulicy odgrywają duże znaczenie przy wyborze materiału kamiennego. Jednak zadowolnienie się gorszym, ale tańszym brukiem jest oszczędnością źle zastosowaną. Bruk kosztowny ale długo-trwały i nie wymagający dużych sum na konserwację jest ekonomiczniejszy niż tańszy, ale nie tak wytrzymały, potrzebujący licznych i kosztownych napraw. Trwałość bruku obok wielu okoliczności zależy w dużej mierze od ruchu. Dla kamieni sztucznych można brać pod uwagę tylko ruch średni i lekki. Ponieważ ruch w dużych miastach w porównaniu z małymi i średnimi jest większy i cięższy, może się zdarzyć, że kamienie brukowe, które w dużych miastach nie nadają się, w średnich i małych mogą być zastosowane z dobrym rezultatem. Badania materiału brukowego przeprowadzane są bardzo często w bardzo różnorodnych warunkach miejscowych, co należy zawsze uwzględnić przy ostatecznej ocenie tego materiału. (C. d. n.).

INŻ. KAZIMIERZ ZAWADZIŃSKI

### „NAWIERZCHNIE SMOŁOSPOINOWE”.

Ustawiczne wypieranie ruchu konnego przez coraz bardziej udoskonalone pojazdy mechaniczne, wywołało u czynników opiekujących się drogami usiłowania wyszukania takiego typu nowej nawierzchni, któryby zapewniał zdolność pod każdym względem stawiania oporu mieszanemu ruchowi czy to śródmiejskiemu, czy też międzymiastowemu, przy minimum kosztów budowy, przy łatwości wykonania dotychczasowym personelem nadzorczym, najprostszymi narzędziami i przy pomocy miejscowego robotnika. Ze czynniki miarodajne są ciągle jeszcze w poszukiwaniu dobrego rozwiązania tego zagadnienia świadczy ilość dotychczas powstałych i ciągle jeszcze świeżo rodzących się projektów i typów nawierzchni nowoczesnych. Jakkolwiek niezaprzeczenie byłoby lepiej wyszukać jeden tylko typ szablonowy, to jednak z uwagi na zmieniające się warunki klimatyczne, terenowe, surowcowe, przewozowe i t.p. z konieczności musimy się zgodzić na kilka typów, ilości ich jednak powinniśmy się starać ograniczyć do istotnej potrzeby.

W ostatnich czasach wśród licznych prób wybijają się na pierwszy plan nawierzchnie o lepszym asfaltowem lub smołowem względnie coraz liczniej stosuje się kombinacje mieszanek tych dwóch lepiszcz, kojarząc w ten sposób ich charakterystyczne dodatnie cechy. Nawierzchnie te górują ponad innymi przede wszystkim swą elastycznością i równością, przez co jazda po nich jest lekka, bez wstrząsów, cicha i przyjemna, nawierzchnia wykonana należyście jest higieniczna, bo nieprzemakalna, wobec czego i niebezpieczeństwo rozmrożenia, oraz zgubnych tego następstw odpada. Nawierzchnia smołowa jest w ruchu nawet podczas deszczu i wilgotnej pory roku dostatecznie szorstką, wykluczając ryzyko poślizgu i zarzucania dla pojazdów mechanicznych, — bezpośrednio po wykonaniu może być oddana pod najcięższy ruch, — a wykonana solidnie trwa długie lata, jest w kalkulacji najekonomiczniejsza, nie wymaga nieomal że żadnych naprawek i odciąża przez to wydatnie personel drogowy.

Nie chcę tu wyliczać tych wszystkich licznie omawianych w literaturze technicznej zalet nawierzchni smołowych, jakkol-



wiek dotychczas osiągnane rezultaty aż nadto usprawiedliwiałyby tego rodzaju powtarzanie pochwał smoły i rekomendowanie tego niezastąpionego krajowego artykułu budowlanego; — celem tych kilku skreślonych słów jest raczej zainteresowanie jaknajszerszych kół miarodajnych w rozwijającym się od lat kilku zagranicą nowym sposobie wykonania nawierzchni tłuczniowych, jako fundamentów pod nowoczesne nawierzchnie smołowe i asfaltowe, z wykluczeniem dotychczasowego zamulania warstwy tłucznia piaskiem po uwałowaniu, a zastosowaniem w to miejsce klinowania tłucznia podczas uwałowania rozdrobnionym materiałem kamiennym otulonym smołą. Myśl zaniechania zamulania tłucznia piaskiem, zwłaszcza gliniastym i usztywnienia rusztowania kamiennego tłuczniowej nawierzchni innym odpowiedniejszym sposobem, była następstwem licznych niepowodzeń nawierzchni bitumicznych na tego rodzaju szosach. Niepowodzenia te miały przyczynę we własnościach emulgujących gliny, zarówno jak i w nadmiarze materiału wypełniającego i jego przedwczesnem rozrzuconiu i wmuleniu zanim warstwa tłuczni<sup>1</sup> należycie uwałowaną i zagęszczoną została tak, by stanowiła dobrze zazębiony w sobie i prawidłowo przenoszący i rozkładający obciążenia zespół konstrukcyjny.

Bardzo często używany tłuczeń z ziarn choćby tylko częściowo zaokrąglonych, z materiału kruszącego się i słabego, z materiału o złomie szklistym jak np. bazalt, nie da się należycie zawałować bez użycia silnie gliniastego piasku i w nadmiarze do zamulenia. Jezdnia tego rodzaju, jakkolwiek po wyschnięciu przedstawia twardą nawierzchnię, to jednak pod wpływem wilgoci i pod naciskiem kół dąży silnie do dalszego zgęszczenia się, wydzielając ku górze nadmiar tego lepiszcza w formie błota, a przykryta pokrowcem bitumicznym nawet po należytem oczyszczeniu i odsłonięciu główek kamieni da rezultaty bardzo niepewne i zbyt często prowadzące do odstawiania, zemulgowania i zniszczenia pokrowca.

Nic dziwnego, że myśl ludzka szukała sposobu uchronienia się od tego rodzaju niedających się przewidzieć kosztownych niespodzianek, gdyż nawet kierownictwo wykonujące całość tych robót nie jest w stanie inaczej jak tylko w przybliżeniu oznaczyć górną granicę ilości potrzebnego wmulanego

piasku i moment jego wmulania, przyczem łatwo granicę przekroczyć temwięcej, że i nadmiar i wcześniejsze rozrzucenie ułatwia pozorne „stanięcie” wałowanej jezdni, daje szybszy rezultat, ze szkodą jednak dla ostatecznego celu. W błąd niedopatrzenia tych warunków łatwiej popaść, jeżeli zadanie utrwalenia pokrowcem smołowym wykonywanej jezdni ma być powierzone innej osobie lub firmie.

Aby się uniezależnić od tak trudnego do oznaczenia kryterjum powzięto myśl, by po zawałowaniu należytem na sucho warstwy tłucznia, zaklinować go smołowanym grysem 5/15. Celem uzyskania spojenia warstwy tłucznia możliwie na całej jej grubości, przy dalszych próbach usiłowano wwałować tego klinca jaknajwięcej, wobec czego rozścieloną warstwę tłucznia początkowo lekko tylko podwałowywano, a następnie przy ustawicznym klinowaniu smołowanym grysem 5/15, w ilości ile tylko warstwa tłucznia zdołała wchłonąć, wałowano aż do zupełnego jej stanięcia. W obu wypadkach osiągnięto ten cel w krótszym czasie, niż przy wałowaniu z zamulaniem piaskiem.

Tak wykonaną nawierchnię bądź przykrywa się pokrowcem ok. 2 cm. grubym z tego samego grysiku smołowanego, rozścielając go w dalszym ciągu i wałując, bądź uważa się za fundament i wykonuje się na niej każdą nowoczesną nawierchnię smołową lub asfaltową, zależnie od potrzeby uwarunkowanej jakością i intensywnością ruchu i tp. względami.

W tym drugim wypadku, dla wykonania samej związanej jezdni tłuczniowej grubej na 8 cm. z tłucznia 30/50 potrzebujemy smołowanego grysiku około 30—35 kg m<sup>2</sup>, w wypadku zaś pierwszym jeżeli chcemy pokryć ją równocześnie pokrowcem ochraniającym (warstwa ścieralna), to ilość grysiku zwiększa się do 50 — 55 kg m<sup>2</sup>. Można oczywiście dać i więcej osiągając przez to pokrowiec grubszy, jest to jednak zbyt szkodliwe z uwagi na potrzeby ruchu, a niekorzystne ze względu na podniesienie kosztów. Jeżeli jeszcze tak wykonany pokrowiec zaraz podczas wałowania zasypujemy smołowanym grysikiem z miałem kamiennym, 0 5, to otrzymujemy gładką nawierchnię zupełnie zbliżoną do makadamu smołowego, w wytrzymałości jej nieustępującą, a bez porównania od niej tańszą. Wycięte próbki takiej nawierchni wykazały, że grysik smołowany wciskał się przez wałowanie do głębokości 5 cm. i kitował warstwę tłucz-

nia tak silnie, że rozbicie jej wymagało dużego wysiłku, nie mniejszego jak przy makadamie smołowym. Dolna 3 cm-owa część warstwy tłuczniowej była wciśnięta pod wpływem wałowania do starej zerwanej i oczyszczonej szosy, tworząc z nią w ten sposób zazębianą całość.

Co do wielkości grysu smołowego użytego do uwałowania i klinowania, to oczywiście wielkość jego zależna jest od wielkości tłucznia użytego do budowy jezdni. W tym wypadku dla tłucznia 30/50 użyto grysu 5/15, nie jest jednak wykluczeniem użycie drobniejszego grysu 5/10 — któryby nawet lepiej dał się wwałować w zacieśniające się pod wałem spoiny. Jeżeli jednak chcemy by grysik ten stanowił pokrowiec zabezpieczający, to wymiar 5/15 lepiej się do tego nadaje, a wtedy używanie jednego tylko zamiast dwóch gatunków z uwagi na skomplikowanie roboty, stratę czasu i wyższe stąd koszty, jest ekonomiczniejsze,

Jeżeli już decydujemy się na użycie dwóch gatunków, to dla związania tłucznia należałoby raczej użyć smołowanego grysu z miałem kamiennym 0/10, przez co osiągamy lepsze wypełnienie pustych przestrzeni w tłuczniu oraz spoin. Jezdnia stanowi wtedy warstwę w całości w sobie nieprzepuszczalną, co jest jednym z głównych celów każdej dobrej nawierzchni ze znanych ogólnie powodów. Próby tego rodzaju przeprowadzano z najlepszymi rezultatami w sposób następujący.

Zjeżdżoną starą szosę zrywano gruntownie, a z wysianego starego tłucznia, przy dodaniu nieco nowego w razie potrzeby, nadawano pożądany profil jezdni, wałując należycie i zamulając ostrym piaskiem, lub miałem przy pomocy wody i tymże miałem po uwałowaniu obficie przykryto. Bezpośrednio po tej czynności rozsypuje się tłuczeń o wielkości ziarna około 40 60 w warstwie, grubości równej  $1\frac{1}{2}$  — 2-krotnej górnej wielkości ziarna, poczem tę warstwę wałuje się na sucho, tak by spodnia część tej warstwy zazębiła się z uprzednio uwałowaną szosą i w nią wbiła, a miał kamienny mniej więcej do  $\frac{1}{3}$  wysokości górnej warstwy wystąpił. Tak przygotowaną suchą szabrownkę mialuje się smołowanym grysem z miałem kamiennym 0/10, rozrzucając go w małych ilościach szerokimi rzutami w cienkich warstwach i wmiatając starannie szczotka-



mi tak, by na główkach kamieni się nie zatrzymywał i by wszystkie wolne przestrzenie i spoiny rusztowania kamiennego były jaknajdokładniej wypełnione, przyczem wałowanie odbywa się bez przerwy aż do „stanięcia” nawierzchni. Ilość potrzebnego miała smołowego waha się w granicach 30 — 35 kg/m<sup>2</sup>.

Próbowano też z pominięciem wodą i miałem zamulonej spodniej warstwy, wypełnić całą górną warstwę tłucznia przy użyciu 60 kg/m<sup>2</sup> smołowanego grysu i miała kamiennego, przekonano się jednak wkrótce, że wał nie mógł wywierać żadnego nacisku na masę wypełniającą w dolnej części warstwy, skoro tylko tłuczeń zazębił się, a co miało miejsce zaraz po kilku początkowych przejściach wału, i że potem dolne ziarna tłucznia pod wpływem nacisku wąskich kół ciężkich wozów, nieuchwycone należycie, usuwały się, powodując rozluźnienie nawierzchni i szkodliwe jej ruchy. Skonstatowawszy ten ujemny objaw przerzucono się na sposób wyżej opisany, stosując dolną warstwę zamuloną wodą i miałem.

Tak wykonaną jezdnię, spojona i wypełnioną smołowaniem grysem i miałem kamiennym, bezpośrednio po ukończeniu wałowania smołujemy powierzchniowo na gorąco przy użyciu smoły w ilości 2 — 2,5 kg/m<sup>2</sup> i grysu 5/15 w ilości 15 — 20 kg/m<sup>2</sup>. Rozrzucony grys należy szczotkami z piasawy lub drewnianymi rozgartywaczami rozrównać w jednostajną warstewkę i zawałować.

W powyższy sposób wykonane nawierzchnie, przy obserwacji w ciągu lat próbnych wykazały wybitnie korzystne rezultaty, zatrzymując wszelkie dodatnie cechy dotychczasowej jezdni makadamowej, zamulonej wodą i piaskiem, usuwając równocześnie jej słabe strony w przystosowaniu się do nowoczesnego ruchu mechanicznego, i wykluczając możliwość błędów oraz niedopatrzeń w kierunku przesylenia nawierzchni piaskiem i zgubnych tego skutków.

Nawierzchnie te leżą już po 3 — 4 lat pod ruchem do 2.000 tonn, a nawet 3.000 tonn dziennie, bez ponawiania powierzchniowego smołowania, — podczas gdy powierzchniowe smołowanie na zwykłej piaskiem zamulonej szosie wykazująco roku liczne, wymagające napraw miejsca i muszą być conajmniej co drugi rok w całości smołowane powierzchniowo.

Jako materiału kamiennego na grysiki i miał używać należy przede wszystkim twardych odmian skał dających złom szorstki, pozwalający na otulenie ziaren możliwie najgrubszą warstwą lepiszczą smołowego. To też z tego względu tak pierwszorzędny materiał jak bazalt, mimo swych nieporównanych zalet, jako szczególnie odporny na ścieranie materiał drogowy, z powodu swego gładkiego szklistego złomu, nie okazał się dla smołowanych grysików tak dobrym materiałem, jak inne słabsze od niego, a więcej szorstkie skały, jak np. kwarcyty, piaskowce kwarcytowe, wapienie i szlaka wysokopieczowa—ta ostatnia o ile nie jest szklista lub rozpadająca się — które to materiały w tym wypadku są wobec tego chętniej i z lepszym skutkiem stosowane. Próbowano przez dodanie asfaltu do smół, zwiększając konsystencję tychże, umożliwić utrzymanie się grubszej warstewki lepiszczą na bazalcie, mimo to jednak zdolność absorbcyjna bazaltu nie mogła dorównać wybitnie dodatnim w tym kierunku właściwościom ujawnianym przez materiały kamienne o szorstkim złomie. Bazaltowy grys zatrzymując na swej powierzchni niedostateczny naskórek smołowy, łatwiej odkleja się, a będąc w bezpośrednim zetknięciu z ruchem, jest narażony na wyluskanie i odrzucenie na bok poza nawias swego zadania, i staje się wtedy przyczyną dalszego kaleczenia i uszkodzenia drogi. Zajeżdżenie i uszczelnienie nawierzchni w tym wypadku jest trudniejsze do osiągnięcia, i nawierzchnie takie muszą być bezpośrednio po wykonaniu smołowane, czego nie zachodzi konieczna potrzeba przy użyciu szorstkich materiałów kamiennych. O ile więc użyty wewnątrz grysik bazaltowy znakomicie spełni swoje zadanie, to do zamknięcia najwyższej warstwy nawierzchni lepiej nadają się wyżej wymienione materiały kamienne o szorstkim złomie, zwłaszcza w formie smołowanego miału kamiennego z grysikiem 0/5 mm. Przy użyciu grysików bazaltowych należy się strzec domieszki t zw. kory t. j. zwietrzalej części zewnętrznej, znajdującej się bardzo często na słupach bazaltowych. Bardzo często kierownictwo łomu bazaltowego za główny swój produkt uważa kostkę brukową, wykonywując ją z samego rdzenia dobywanych w łomie słupów bazaltowych, wszelkie zaś dopiero odpadki przy tej produkcji otrzymywane przeznacza dla produkcji tłuczni i grysów szlachetnych. Otóż te właśnie odpadki pochodzą z ze-

wewnętrznej części słupów bazaltowych i zawierają duży procent kory, czyli zwietrzałej części bazaltu, zrośniętej jednak ze zdrowymi partjami tak, że jedynie umyślne odbicie młotkiem tych zwietrzałych części może nam zapewnić zdrowy surowiec na produkcję szlachetnych grysików. Te same ostrożności należy zachować przy użyciu wszelkich innych gatunków skał wybuchowych, unikając starannie choćby tylko częściowo nadwietrzałych odmian i warstw. Niebezpieczeństwo polega na tem, że wszystkie skały wybuchowe zawierają chemicznie duży procent glinki ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) i tlenków żelaza ( $\text{FeO}_2$ ), które to składniki są groźnymi wrogami smoły i asfaltu, powodując emulgowanie tychże. Tylko uwięzione krystalicznie w tych materiałach kamiennych nie wywierają swego ujemnego wpływu, z chwilą jednak gdy pod wpływem wietrzenia nastąpi rozluźnienie tekstury krystalicznej, składniki te się wydzielają i tworząc nowe związki chemiczne dają substancję o własnościach emulgacyjnych.

Dla naświetlenia tych niepożądanych możliwości niech posłuży wzmianka, że glinki zawierają około: bazalt 15%, djabaz 16%, granit 16%, porfir 18%, dioryt 19%—zaś tlenków żelaza: bazalt 14%, djabaz 12%, granit 2%, porfir 10%, dioryt 10%. Również i szlaka wysokopieczowa jest obciążona na kilkanaście procent, natomiast obawa ta nie zachodzi przy kwarcytach, piaskowcach kwarcytowych i wapiennych, wapieniach, gdzie tych składników szkodliwych jest zazwyczaj od 0—2%. Materiału kamiennego o wytrzymałości poniżej  $1200 \text{ kg/cm}^2$ , jako słabego nie należy używać, licząc się w przyszłości z podniesieniem dopuszczalnego obciążenia na 1 cm szerokości obręczy kół.

Smołę tak co do ilości, jak i konsystencji musimy dobierać odpowiednio do gatunku materiału kamiennego, jego ziarnistości, i sposobu zastosowania smołowanego materiału. Jeżeli chcemy do szosy wwałować grys 5/10 lub 5/15 i użyć go również do pokrowca, to możemy dopuścić w tym wypadku, by był on więcej tłusty dając około 4 — 6% wagowo smoły, zależnie od ziarnistości grysu, struktury kamienia i jego zdolności adsorbcyjnej, przyczem i konsystencję smoły uwzględnić należy mając na uwadze, że wyższa wiskoza pozwala smole utrzymać się na powierzchni grysików w grubszej warstewce. Wiskozę smoły należy utrzymać w granicach 40—60 sek., trzyma-



jąc się w miesiącach gorących górnych, a w miesiącach zimnych dolnych granic.

Jeżeli chcemy jezdnię z tłucznia związać i wypełnić smołowanym grysem z miałem kamiennym 0/10. to oczywiście i ilość i konsystencja smoły musi być tak dobrana, by otrzymany gotowy po wymieszaniu materiał był suchy, sypki i dał się rozrzucić i szczotkami wmiatać do spoin tak jak suchy piasek. Materiał ten dopiero pod trwałym naciskiem zagęszcza się i tworzy jednolitą zbitą nieprzepuszczalną masę. Ilość potrzebnej smoły waha się tutaj od 5—7%, najlepiej jednak ilość tę doświadczalnie oznaczyć dla każdego wypadku, mając już do dyspozycji ściśle określony materiał kamienny. W obu wypadkach smołę dobieramy ze smoły nr. II (względnej) lub olejowo antracenowej 60/40, 65/35 — przyczem można dodawać do 15% asfaltu.

Dla wykonania nawierzchni tak grys, jak i grys z miałem kamiennym najlepiej jest sprowadzać w stanie już gotowym, posmołowany w zakładach stale dla tych celów urządzonych przy kamieniołomach, gdzie czynność tę wykonuje się z materiałem kamiennym należycie wysortowanym, odkurzonym i ogrzanym do odpowiedniej temperatury (60 — 80° C). Smołę ogrzewamy na 90—120° C. Podane granice dolne odnoszą się do pory gorącej, górne do pory chłodnej.

Wykonanie tego rodzaju nawierzchni nie przedstawia żadnych trudności, bo właściwie jest ono tak zbliżone do wykonywanych dotychczas nawierzchni zamulanych piaskiem, że wystarczy nam ten sam personel drogowy, ten sam park walcowy i narzędziowy, jakim dotychczas się posługiwaliśmy. Jedynie dla powierzchniowego posmołowania potrzebaby poświęcić nieznaczny stosunkowo wydatek na kotły do zagrzania smoły i ewent. tryskacz. Ten ostatni niekonieczny, bo po zawałowaniu czy to pokrowca ze smołowanego grysu, czy po uwałowaniu szosy zamięłwanej smołowanym grysem i miałem kamiennym powierzchnia jest tak równą, że uważne rozlanie smoły z konewek i rozprowadzenie jej równomierne szczotkami lub gumowemi rozgartywaczami nie przedstawia żadnych trudności, a wymaga niewielkiego wydatku na narzędzia.

Zastosowanie tych nawierzchni jest bardzo rozległe, gdyż z łatwością bez żadnych poprawek znoszą one ruch ponad 2000 tonn dziennie, nie wymagając wcześniej jak po 3 — 5 la.

tach odnowienia powierzchniowego smołowania. Ponieważ można liczyć się z tem, że nawet po wzmożonym ruchu mechanicznym 90% całej sieci drogowej przeciętnie nie przekroczy obciążenia 2000 tonn dziennie, można wywnioskować jak wielką przyszłość przed sobą ma ten sposób umocnienia nawierzchni.

Tłuczeń dla wykonania jezdni może być użyty z tych samych jak dotąd możliwie miejscowych, lub z najbliższej okolicy pochodzących materiałów kamiennych, o wystarczających naturalnie własnościach mechanicznych i chemicznych oraz z zastrzeżeniem, że ani w kamieniołomie, ani na drodze nie ulegnie zanieczyszczeniu—zwłaszcza gliniastymi i substancjami organicznymi. Unikanie jakichkolwiek zanieczyszczeń materiałów kamiennych, jak i przestrzeganie w czasie robót największej czystości jest zawsze przy wykonaniu każdej nawierzchni smołowej kardynalnym warunkiem.

W przeciwstawieniu do jezdni z tłucznią zamulanych piaskiem i smołowanych powierzchniowo, nawierzchnie smołospoinowe przedstawiają tę niezaprzeczoną wyższość, że rusztowanie kamienne zwłaszcza przy wypełnianiu smołowanym grysem i miałem kamiennym 0/10 pod wpływem trwale działającego nacisku ruchu ulega zakitowaniu, a wykonane powierzchniowe smołowanie spaja się nietylko z kończynami i główkami poszczególnych ziaren tłucznia, lecz przez wypełniający i komprimujący się smołowany miał kamienny wiąże się silnie z całą nieporównanie większą powierzchnią wnętrza warstwy tłucznia. Zepchane w spoiny i fugi naciskiem ruchu ziarna grys z powierzchniowego smołowania ugniatają masę wypełniającą, a same przystosowują się jedną ze swych płaszczyzn do górnego poziomu główek i kończyn tłucznia, tworząc z nim zbitą strukturę mozaikową, widoczną zwłaszcza po zużyciu i starciu ruchem nadmiaru grysiku, i czyniąc nawierzchnię idealnie szorstką oraz czepną, zarówno dla ruchu mechanicznego jak i konnego. Ta zaleta umożliwia stosowanie nawierzchni smołospoinowych nawet dla odcinków o znacznych wzniesieniach, co ma duże znaczenie w okolicach górzystych przy budowie dróg turystycznych.

Tak głębokie uszczelnienie i uodpornienie nawierzchni przeciw przemakaniu zapewnia im wyższość nad szosą zamuloną piaskiem i smołowaną powierzchniowo, jak i nad innymi

nawierzchniami smołowemi niezbudowanemi na zasadzie minimum próżni, które przy stosunkowo nieznacznem uszkodzeniu pokrowca uszczelniającego przez ruch lub inne czynniki w tych miejscach ulegają łatwo zniszczeniu pod działaniem przesiąkającej do wewnątrz wody i mrozu, o ile zaraz choćby lokalnem smołowaniem miejsc zagrożonych nie ubezpieczymy. Pociąga to jednak duże niedogodności i straty pośrednie w rozprószeniu uwagi technicznego kierownictwa administracji drogowej. Idealna szczelność nawierzchni spoinowych nie wyklucza atoli przestrzegania ogólnego zresztą dla wszystkich nawierzchni drogowych warunku, by plant drogowy był należycie odwodniony, a wtedy nawierzchnie takie można śmiało wykonywać nawet w okolicach leśnych i zacienionych.

Nawierzchnie smoło-spoinowe mogą być bezpośrednio po wykonaniu oddane do ruchu, bez potrzeby wyczekiwania na stwardnienie gdyż konstrukcją dźwigającą obciążenie ruchu jest tutaj jak przy szosie zwykłej rusztowanie z zazębionych i zawalowanych ziaren tłucznia.

Łatwość wykonania nawierzchni smołospoinowych jest ta sama, co i szos zamulanych piaskiem, oszczędzamy nawet na czasie wałowania (krótszym dla nawierzchni smoło-spoinowych), możemy więc i dłuższe odcinki wykonać szybko przez wstawienie odpowiedniej do wyznaczonego czasu ilości kolumn roboczych z walcami. Kwestja materiału kamiennego smołowanego nie gra roli z uwagi na możność nawiezienia go i zdeponowania w odpowiednich miejscach na kilka nawet miesięcy naprzód bez żadnego uszczerbku dla jakości materiału, byle tylko był on zabezpieczony przed zanieczyszczeniem.

Przy łatwości wykonania, dobroci i odporności na ruch także i ekonomiczna strona przemawia zdecydowanie za temi nawierzchniami. I tak w miejsce piasku przychodzi tylko posmołowany miał i grys, a zamiast wożenia wody i zlewania, dajemy powierzchniowe smołowanie, dla którego w tym wypadku odpada czyszczenie tak kosztowne i niepewne przy zwyczajnych szosach, co wszystko razem daje nam korzyści duże w stosunku do różnicy kosztów przy wykonaniu. Różnica ta będzie wielokrotnie zamortyzowaną przez rzeczywiście oszczędzone koszta konserwacji lat następnych. Dalsze korzyści jak jazda bez kurzu i wstrząsów, oszczędności na gu-



mach, silnikach, zwierzętach pociągowych, materiałach pędnych, smarach i tp. są znaczne i widoczne.

Nie trudno i dalszą korzyść wywnioskować, że po latach, gdyby na której z tych arterji ruch niepomierne wzrósł do 5000 i wyżej tonn dziennie, że przez proste ułożenie wierzchniej ścieralnej warstwy smołobetonu, kwestja przystosowania nawierzchni do najintensywniejszego ruchu może być łatwo i tanio rozwiązana.

Oczywiście, że powyżej opisane sposoby wykonania nawierzchni smołospoinowych nie będą ostatnim wyrazem doskonałości nowoczesnych nawierzchni, idące jednak w tym kierunku wysiłki świata technicznego zdają się być jaknajbardziej celowe, to też zadaniem tych kilku rzuconych słów jest właśnie zainteresowanie naszych miarodajnych czynników temi usiłowaniami, oraz zachęcenie do dalszych prób i udoskonaleń tych nawierzchni tak bardzo przemawiających do naszego technicznego przekonania, zwłaszcza przy niepomierne szczytłych w porównaniu z innymi krajami funduszach na cele drogowe w Polsce, a przy tak wielkich potrzebach w tej dziedzinie.

Wkońcu pozwolę sobie zwrócić się do Szanownych Kolegów z prośbą o ewtl. wyszukanie trafniejszej nazwy na tego typu nawierzchnie, którą ja w braku odpowiedniejszego określenia w naszej literaturze technicznej nazwałem jako „smołospoinową” — nazwa ta jednak mem zdaniem nie określa w 100% tego typu nawierzchni.

---

EDWARD LANGE.

### STAN JEZDNI W ROKU 1932, POWIERZCHNIOWO POSMOŁOWANEJ W LATACH 1929 I 1930.

Już kilka lat jak smołujemy powierzchniowo szabrowe jezdnie, a nic prawie nic nie spotyka się w literaturze drogowej polskiej o stanie takich jezdni. Należycie posmołowana powierzchniowo jezdnia daje rezultaty bardzo zadowalniające.

Przykładem tego mogą służyć jezdnie dróg państwowych w powiecie dubieńskim, powierzchniowo posmołowane w latach 1929 i 1930. Posmołowano ogółem 10,5 km. Technika po-

wierzchniowego smołowania jest znaną, podam tu tylko dane na jakich odcinkach, z jakiego materiału i przy jakich warunkach odbywało się to smołowanie.

### *Jezdnia.*

Smoloowało się jezdnią częściowo z tłucznia granitowego, a częściowo z bazaltowego, przyczem posmołowane zostały najrozmaitsze odcinki: pogrubione w latach 1927 i 1928, a również odcinki nowowypbudowane (z roku 1928). W ten sposób miało się do czynienia z jezdnią starą ze zwartą skorupą, dość zdeformowaną, szczególnie na odcinkach pogrubionych. Teren suchy, oprócz jednego kilometra, gdzie droga biegnie na nasypie położonem na łące; z obu stron nasypu rowy z wodą; jezdnia na tym odcinku w większej części roku znajduje się pod wpływem oparów wodnych.

Podłużne spadki jezdni nie przewyższały 6%, poprzeczne zaś spadki, tylko na niektórych krótkich odcinkach wynosiły więcej niż 3% (3,5%).

Warstwa tłucznia (jezdnia) położona na warstwie filtracyjnej z piasku grubością 17—20 cm, z wyjątkiem krótkich odcinków, gdzie warstwy filtracyjnej brak. Ruch na drodze mieszany przeważnie konny przeciętnie 300 tonn na dobę i pojazdów mechanicznych 50 tonn na dobę; na niektórych odcinkach w ciągu kilku miesięcy ruch konny wzrasta do 500 tonn na dobę. Lasów obok drogi niema.

### *Łatanie jezdni.*

Ponieważ nierówności jezdni wywierają ujemny wpływ na trwałość powłoki smołowcowej, na doprowadzenie jezdni do dobrego stanu zwrócono baczną uwagę. Wszystkie nierówności i dolki na jezdni z początku wyrównywało się przy pomocy emulsji „Emulbit”. Emulsja działała sprawnie; już po kilku godzinach następowało twardnienie łąt. Po zastosowaniu do łątania smoły ZKS-I otrzymano też dobre rezultaty. Łatanie wykonywało się na 10—12 dni przed smołowaniem. Dolki, czy nierówności oczyszczało się szczotkami drucianemi, z piasawy i włosianemi, następnie polewało się rozgrzaną do 120° C smołą (z polewaczki), zasypywało się czystym i suchym grysikiem, grysik równało się szczotką z piasawy i ubijało się tarankami.

Do tej roboty używano szablonu drewnianego. Trzeba było uważać ażeby dla łał smołowych był użyty odpowiedniej grubości grysik, ponieważ gruby grysik używany w płytkich dołkach dawał na jezdni przykre wzdęcia; najodpowiedniejszym okazał się grysik do 10 m/m.

### *Czystość.*

Wiemy, że nawet niewielka ilość błota czy kurzu zmniejsza, a nawet zupełnie niszczy przyczepność smoły do materiałów kamiennych, a jeżeli ten kurz zawiera glinę, to mogą następować procesy emulgowania smoły—wobec tego oczyszczało się jezdnię z błota, kurzu i mialu kamiennego bardzo starannie; najpierw drucianymi szczotkami, umocowanymi na żelaznej ramie (po 6 sztuk), dalej ten sam odcinek szczotkowało się pojedynczemi drucianymi szczotkami, następnie szczotkami z piaskawy i pod koniec szczotkami z włosia; ten ostatni rodzaj szczotkowania jest bardzo ważny, ponieważ szczotki z włosia najlepiej wyczyszczają pył i kurz; szczotkowało się jaknajmocniej, ażeby uzyskać jaknajwiększą powierzchnię przyczepności smoły do ziaren tłuczni, a tak długo, ażeby nie było pyłu i błota w najmniejszych dołkach i szparkach; skrzepnięte błoto, zwłaszcza na brzegach jezdni, usuwało się skrobaczkami lub lekkimi uderzeniami kilofa, przed samem smołowaniem jeszcze raz, odcinek wyznaczony do smołowania, oczyszczało się szczotkami włosianymi; miejsca jezdni gdzie ziarna tłuczni ruszały się pod działaniem szczotek drucianych, trzeba było oczyszczać bardzo ostrożnie miękkimi szczotkami z piaskawy i włosia; jezdni dobrze oczyszczona miała wygląd chropowaty, koloru ciemno-siwego, jednolitego, bez plam.

Oprócz czyszczenia jezdni, oczyszczano również i grysik, który, leżąc na poboczach drogi, zawsze zawierał znaczną ilość kurzu; arfowano go kilka razy i podrzucano łopatom pod wiatr; podczas czyszczenia jezdni, olbrzymie ilości kurzu zanieczyszczały grysik, obok leżący na poboczach; ażeby sparaliżować to zakurzenie, kupy grysiku pokrywano starannie workami, co dawało bardzo dobre rezultaty.

### *Materiały.*

**Smoła.** Smołę używano ZKS-I i ZKS-III (stabilizowanej) z Hajduk-Wielkich; ZKS-I używano do pierwszego smołowania.



ZKS-III do powtórnego. Smołowało się na gorąco. Przy odpowiedniej temperaturze smoły, jezdni, grysiku i powietrza, również suchości i czystości grysiku i jezdni, a także odpowiedniej ilości smoły na m<sup>2</sup> jezdni — zalety smoły jak I tak i III okazały się wysokimi. Smoła wykazała wielką przyczepność do nawierzchni i dobrze wiązała grysik. Trzeba przyznać, iż użycie 2 kg. smoły Z K.S -I i 0,014 m<sup>3</sup> grysiku na 1 m<sup>2</sup> jezdni jest to norma zadowalniająca; również i smoła ZKS-III wykazała duże zalety co do przyczepności i wiązania grysiku. Smoły te łatwo nagrzewały się pod wpływem promieni słonecznych, co pozwalało luźno leżącym ziarnom grysiku należycie się wgniatać do smoły. Penetracja smoły, przy odpowiedniej temperaturze, okazała się też wysoka. Co do kruszenia się to i tu smoły te wykazały dość odporności (nawet na wspomnianem odcinku znajdującym się pod działaniem oparów wodnych). Wyniki analiz smół wykonanych przez Drogowy Inst Badawczy przy Politechnice Warszawskiej, dokąd wysłane były próbki smół, dały następujące rezultaty: prawie we wszystkich próbkach okazało się naftalenu od 0,80% do 1,82% powyżej normy, w dwóch próbkach ilość destylatu (od 170° C—270° C) od 0,53% do 1,62% powyżej normy, jedna próba dała węgla wolnego 0,46% powyżej normy i jedna próba dała destylatu (od 270 — 300<sup>3</sup> C) 1,70% poniżej normy. Ponieważ po 2 i 3 latach, jezdnie powierzchniowo posmołowane wyżej wymienionemi smołami są w stosunkowo dobrym stanie, więc świadczy to iż nawet przy pewnych brakach smół, wskazanych w wynikach badania, smoły te nadają się do powierzchniowego smołowania. Niewątpliwie iż przy usunięciu braków, rezultaty byłyby jeszcze lepsze

**Grysik.** Grysiku używano bazaltowego maszynowego z Janowej Doliny. Materiał okazał się doskonałym; kształt ziaren ostro kanciasty, przedstawia dużą powierzchnię dla przyczepności smoły; grysik posiada wysoką wytrzymałość na zgniatanie i małą ścieralność; używano grysik grubości od 5 m/m do 20 m/m; obserwacje pokazały, że przy użyciu grubszego grysiku (15 m/m—20 m/m przy pierwszym smołowaniu i 5 m/m—15 m/m przy drugim smołowaniu) stan jezdni po 2 i 3 latach był w lepszym stanie, niż jezdnie do smołowania której użyto grysiku drobniejszego. Jezdnie grysikowane grubszym grysikiem mają następujące zalety (zwłaszcza w danym wypadku kiedy ruch konny znacznie przeważa ruch mechaniczny):

1) są mniej ścieralne, 2) warstwa ochronna jest grubszą, 3) fale prawie nie tworzą się, 4) jezdnia jest bardziej odporna na działanie żelaznych szyn, kół i podków końskich. Przykładem może służyć jezdnia zagrysiowana grubszym grysikiem w roku 1930, dotychczas stan jezdni jest dobry, chociaż ruch konny jest dość intensywny, a w tym roku podczas manewrów jezdnia ta wytrzymała bardzo duży ruch furmanek, kawalerji, artylerji, ciężarowych samochodów etc. Żadnych widocznych uszkodzeń jezdni nie zauważono, a nawet podczas ruchu (przy temperaturze dochodzącej do 30° C) ślady od podków końskich były ledwie dostrzegalne. Oprócz tego, w ciągu 2 lat, jezdnia ta wymagała nieznacznego remontu. Trochę inaczej zachowuje się jezdnia zagrysiowana grysikiem drobniejszym (od 5 m/m do 15 m/m), chociaż na stan ten jezdni posmołowanej w latach 1929 i 1930, też nie można narzekać, ale pracy około jej konserwacji jest więcej, jest ona więcej falistą, dołki od podków końskich tworzą się dość głębokie, które chociaż nie trzymają się długo, ponieważ pod działaniem promieni słonecznych i kół przejeżdżających pojazdów nikną, ale na przyszłość tworzą już słabsze miejsca, ponieważ w dołki te dostaje się kurz, czy błoto, a kiedy dołek zapływa, to smoła miesza się z kurzem.

### *Temperatura.*

Przy smołowaniu temperatura powietrza, jezdni, grysiuku i smoły odgrywa ogromną rolę. Przy niezachowaniu odpowiednich temperatur całe smołowanie może zawieść, a więc: smołę ZKS-I nagrzewało się do 110—115° C, a podczas chłodniejszej pogody (w październiku) do 120° C; smołę ZKS-III nagrzewało się do 120—130° C; tak nagrzana smoła wykazywała wysoką przyczepność i penetrację, nawet nieduże odchylenia od wyżej wymienionych temperatur dawały już gorsze rezultaty, co uwiódrczyło się już na drugi rok po smołowaniu.

Smołowanie odbywało się tylko w ciepłą pogodę, t. j. przy temperaturze powietrza nie niższej od 20° C. Im mniejszą była różnica pomiędzy temperaturą nagrzanej smoły, a temperaturą powietrza, tem lepsze, jak to pokazała obserwacja, okazały się wyniki smołowania. Temperaturę grysiuku też mierzono i grysiuku chłodniejszego od 10° C nie używano.

Obserwacje wykazały, że temperatura jezdni, zwłaszcza

po zimnych nocach podnosiła się nietylko na powierzchni, ale i w głębi, co ustalono przez wyjmowanie kilku ziaren tłucznia.

*Niektóre szczegóły wykonywania powierzchniowego smołowania.*

Do rozlewania smoły używano rozlewaczki Amanna, a również krajowej; jak jedna tak i druga działały sprawnie; do każdej rozlewaczki dodano kotły (podgrzewacze smoły) z takim wyrachowaniem, by nie było przerwy w dostarczaniu rozgrzanej smoły, do rozlewaczki o pojemności 500 litrów stosowano rozgrzewacz o pojemności 1000 litrów; termometr umieszczony przy rozgrzewaczu dawał możność sprawdzać temperaturę. Rozlewano smoły przy pierwszym smołowaniu 2 kg. na m<sup>2</sup>, przy drugim 1,1 kg. na m<sup>2</sup>. Doświadczeniem ustalono iż trzymając sitko rozpylacza, przy rozpylaniu smoły na wysokości 20 — 25 cm. nad jezdnią, wylewamy na 1 m<sup>2</sup> jezdni 2 kg. smoły, a przy podniesieniu sitka na wysokość 50 — 60 cm. od jezdni, wylewamy 1,1 kg. smoły na 1 m<sup>2</sup>. Samo rozlewanie smoły wykonywano kolistymi ruchami, przyczem naprzód polewało się brzegi jezdni, a następnie środek; ażeby nie dać smole ściekać z jezdni na pobocza, po obu brzegach, pasa przeznaczanego do smołowania, naciągano sznur, wzdłuż którego łopatą podsypywano wąski pasek grysiku o wysokości 5 — 6 cm, który nie pozwalał smole ściekać na pobocza.

Przy rozpylaniu smoły tworzą się gazy smołowe, które bardzo szkodliwie działają na oczy i skórę robotników; skóra zaognia się i przypucha; ażeby temu zapobiec, robotnikom pracującym przy samem rozpylaniu i przy kotłach wydano okulary szoferskie, pozatem smarowano twarz i ręce wazeliną przed pracą, co dawało bardzo dobre skutki (objawów przypuchania i zaczerwienienia skóry nie było); każdy robotnik po robocie zmywał smołę z rąk i nóg (jeżeli był bosy) naftą.

Grysikowania dokonywano w sposób ręczny, bezpośrednio po rozlewaniu smoły, ażeby zagrysikować jezdnię dokąd smoła jeszcze jest gorąca; praca ta musi być wykonaną jaknaj-szybciej, ażeby zyskać na czasie i nie dać smole ściekać na boki, z tego też powodu sypało się grysik szuflami odrazu z obu stron jezdni jednocześnie, od brzegów ku środkowi; oprócz tego zwracano uwagę ażeby grysik odrazu rozsypywać w miarę możności warstwą jednakowej grubości, by przeciw-



działać późniejszemu tworzeniu się fał. Rozumie się iż uprzednio wzdłuż jezdni umieszczało się małe pryzmy grysiku w ten sposób ażeby robota szła gładko. Do tych robót używano wyćwiczonych robotników.

Przy pierwszym smołowaniu używano na m<sup>2</sup> jezdni 0,014<sup>3</sup> grysiku, przy powtórnem 0,007 m<sup>3</sup>.

Natychmiast po rozsypaniu grysiku, wyrównywano go szczotkami z piasawy, bacząc ażeby nie było nierówności; ruch zatrzymywano tylko na czas rozlewania smoły i rozypania grysiku.

Miejsca na jezdni, gdzie smoła nie była dobrze przykryta, natychmiast zasypywano drobnym grysikiem; ta ostatnia czynność jest bardzo ważną, a zaniedbanie jej może pociągnąć za sobą przylepianie się smoły do kół pojazdów i niszczenie jezdni.

Po rozsypaniu grysiku natychmiast wałowano wałem parowym ażeby skorzystać z czasu dokąd smoła nie ostygła i jest miękka; zauważono iż odcinki zawałowane dokąd smoła była jeszcze ciepłą, znacznie prędzej utrwały się od tych, które wałowano kiedy smoła miała już niższą temperaturę. Tuż za walcem szedł robotnik, zadaniem którego było przysypywać drobnym grysikiem miejsca gdzie brakło grysiku na jezdni; ta czynność była niezbędną, ażeby walec swojemi kołami i bębnamy nie zabierał smołę; do robót użyto walca o wadze 12 tonn.

Uważam, że wałowanie nawierzchni posmołowanej powierzchniowo, w danym wypadku było koniecznem, ponieważ ruch na tej drodze jest średni, a więc pozostawiać ruchowi wykonanie utrwalenia i ugniatania grysiku byłoby szkodliwem: duża ilość grysiku pozostałaby nie wgniecioną i byłaby zmarnowana. Wałowało się dotąd, aż na jezdni nie było takich ziaren grysiku, dolna część których nie byłaby oblepiona smołą i grysik był na tyle związany, ażeby nie ruszał się swobodnie pod nogami. Skutki wałowania są tem lepsze, im temperatura powietrza jest wyższa. Następnie trzeba było, zwłaszcza w pierwszych dniach po zawałowaniu, pilnować jezdni i natychmiast zasypywać drobnym grysikiem miejsca „pocące się”. Pokrowiec smołowcowy, uformowany z drobnego grysiku, z początku pod działaniem kół przejeżdżających pojazdów dawał drobne fałę; ażeby temu zapobiec, wałowano w ten sposób, że

walec chodził nie po prostej linii, a ósemkami, co dawało zadowalniające rezultaty. Na odcinku posypanym grubszym grysikiem fale prawie że nie tworzyły się i teraz ich niema.

Proces ostatecznego utrwalenia jezdni, to jest występowania smoły nawierzch i oblepiania ziaren grysiku ze wszystkich stron, następował (w zależności od temperatury powietrza) po kilku dniach lub paru tygodniach; im wyższa była temperatura, tem prędzej ten proces się odbywał.

### *Zadrzewienie.*

Jak już wspomniałem posmołowana jezdnia psuje się w miejscach gdzie na poboczach rosną drzewa z rozłożystemi koronami, dającymi cień; w miejscach zacienionych smoła kruszy się i te miejsca wymagają ciągłej naprawy. Przy obsadzeniu drzewkami smołowanych odcinków, trzeba wybierać gatunki drzew z mało rozwiniętymi koronami, naprzykład jarzębinę etc, a również sadzić je w większych odległościach, niż podano w przepisach—uwazam, że odpowiednią odległością będzie 20 m drzewka od drzewka.

Obawy, iż przy smołowaniu powstające gryzące wyziewy smołowe zniszczą drzewka rosnące obok robót na poboczach, czy zahamują dalszy ich rozwój nie potwierdziły się narazie. Przeszło już trzy lata, a drzewka rozwijają się normalnie, a również i podczas smołowania nie ucierpiały.

### *Dojazdy.*

Najwięcej jezdni smołowana niszczy się w miejscach połączeń niebrukowanych dojazdów z jezdnią. Na te miejsce ciągle nanosi się błoto i kurz. Te części jezdni wciąż muszą być oczyszczane z błota i latane. Najodpowiedniejszym byłoby zabrukowanie takich dojazdów na odległość 40—50 m. b.

### *Konserwacja.*

Tylko należyte i stałe utrzymywanie powierzchniowo smołowanej jezdni, jak to wykazało doświadczenie, powoduje dobry stan jezdni.

Stały dozór polega na: 1) posypywaniu drobnym grysikiem miejsc „pocących się” i to niezwłocznie; czynność ta jest bardzo ważną, wykonanie jej nie w stosownym czasie pociągnie

za sobą odrywanie smoły kołami pojazdów; „poci się” jezdnia najwięcej w pierwszym i drugim roku po smołowaniu. 2) nałożeniu łąt smołowcowych na miejsca wytarte, jak również na miejsca, które po deszczu pozostają dłuższy czas wilgotnemi; bardzo skutecznym okazał się następujący sposób: po każdym deszczu dróżnik kredą oznacza na jezdni kontury tych miejsc, które wymagają łąt; jest to dobre, gdyż dróżnik wykonując łąty, od razu widzi gdzie ma je robić i nie mija miejsc, które po wyschnięciu jezdni mogłyby być niewidocznymi; oprócz tego wykonując łąty w ściśle określanych konturach oszczędza się na smole i grysiku, ponieważ daje się tych materiałów tyle ile potrzeba, a nie więcej; do smołowania łąt używa się mały kociołek na kołach; łąty poprzednio wyczyszczają się szczotkami, a następnie przelewają smołą nagrzaną do 110—120° C i grysikuje się drobnym grysikiem (od 5 m/m do 8 m/m) i należycie ubija się; wykonanie łąt grubym grysikiem, na płytkich dołkach daje niepożądane wzdęcia jezdni, 3) usuwaniu błota z jezdni—co wykonuje się drewnianymi skrobaczkami i to ostrożnie, ażeby nie niszczyć powłoki smołowcowej; 4) zmiataniu jezdni—do tego nadają się dobrze zwyczajne miotły brzożowe; zmiatać należy wtedy kiedy jezdnia smołowcowa jest stosunkowo twardą, to jest w godzinach rannych, czy w dniu chłodniejsze, a to dlatego, że miękki pokrowiec smołowcowy wchłania powstający kurz, oprócz tego zmiatając kurz na miękkiej jezdni, wprost wcieramy go w smołę. 5) pilnowaniu brzegów smołowej jezdni, ażeby nie były mokre i żeby wzdłuż nich nie ciekła woda, dlatego trzeba na poboczach robić odpowiednią ilość rowków poprzecznych odwodniających, 6) usuwaniu jaknajrychlej śniegu z jezdni, ażeby długo nie leżał na powłoce smołowanej, 7) niedopuszczeniu do przewożenia po jezdni smołowanej przedmiotów niszczących jezdnię.

Czynności wyżej wymienione wykonywa, należycie, dobrze wyszkolony dróżnik osobiście, bez żadnej postronnej pomocy, z wyjątkiem usuwania śniegu z jezdni podczas zawieji śnieżnych kiedy dróżnikowi musi być dodana pomoc, jak i każdemu na odcinkach niesmołowanych.

Koszt utrzymania jezdni powierzchniowo smołowanej, jak to wykazała 3-letnia obserwacja, (w warunkach podanych wyżej) jest bardzo nieznaczny w porównaniu z utrzymaniem zwy-



czajnej drogi bitej. Przy szerokości smołowanej jezdni 4,5 m do naprawy używa się rocznie przeciętnie na km: smoły 200 kg (po 35 groszy razem z dostawą) i grysiku 2 m<sup>3</sup> (60 zł), co razem wynosi 190 zł.

Porównamy koszt utrzymania km jezdni bitej o szerokości 4,5 m z kosztem utrzymania jezdni powierzchniowo smołowanej za okres 15 letni. Jezdnia bita wymaga w tym okresie czasu chociażby jejnego pogrubienia kosztem, przy użyciu — tłucznia 450 m × (50 zł + 7 zł) = 26.000 zł, oprócz tego drobny remont jezdni w ciągu tego okresu najmniej kosztuje 7500 zł. (10 m<sup>3</sup> × 50 zł × 15 lat), a razem to wyniesie 26000 + 7500 zł = 33500 zł. Jezdnia powierzchniowo posmołowana wymaga, jak to wykazało doświadczenie, w ciągu tego samego okresu, jednego podwójnego powierzchniowego posmołowania kosztem 10000 zł, oraz co 5 lat pojedynczego smołowania kosztem 4.500 × 2 = 9000 zł, oprócz tego w tymże okresie drobny remont wynosi 2850 zł. (190 × 15 lat), co razem stanowi 10000 + 9000 + 2850 zł = 21.500 zł. czyli różnica na korzyść jezdni smołowanej 12000 zł; średnio rocznie utrzymanie jezdni bitej wynosi 33500 : 15 = 2234 zł, a powierzchniowo smołowanej 21500 : 15 = 1434 zł. Nadmienić trzeba jeszcze, że poza tańszem utrzymaniem jezdni powierzchniowo smołowanej jezdnia ta posiada zalety, których nie posiada szosa niesmołowana, a mianowicie: jezdnia jest gładka, elastyczna, nienasiąkliwa, bez kurzu i hałasu, odporną na ssące działanie opon samochodowych, kojąco działająca na ustrój nerwowy podróżujących, przedłużająca życie pojazdów mechanicznych i zwykłych i ochraniająca pobocza.

Z powyższego wynika, iż w ciągu 3 lat, jezdnia podwójnie powierzchniowo wysmołowana z zachowaniem wszystkich warunków wyżej wymienionych, a również odpowiednio utrzymana była i jest w stanie bardzo zadowalniającym i nic nie przemawia za tem, ażeby nie można było ten stan jezdni podtrzymać jeszcze parę lat, po którym to czasie prawdopodobnie trzeba będzie posmołować znowuż jednorazowo cały odcinek.

Biorąc pod uwagę dobre wyniki powierzchniowego smołowania, przychodzimy do wniosku, iż jezdnia bita, przy terazniej-

szym charakterze ruchu, właściwie jest wtedy zakończoną, kiedy jest posmołowaną i jeżeli nas nie stać na to, ażeby smołować nowe odcinki, to przynajmniej trzeba utrzymać to, co już zrobiono.

---

WŁADYSŁAW GRABSKI.

### KOSTKA NIEREGULARNA, CZY KLINKIER?

Pan inżynier A. Gajkowicz w artykule, pomieszczonym w № 66-ym Wiadomości Drogowych r. b. p/n. „Nawierzchnia z kostki nieregularnej w szeregu innych nawierzchni ulepszonych”, poddał szczegółowej analizie koszty nawierzchni z tej kostki i z klinkieru, dochodząc do wniosków pesymistycznych co do tego ostatniego materiału. Pesymizm swój Pan inżynier Gajkowicz skierowuje w dwóch kierunkach. Zdaniem Jego, nawet najlepszy klinkier jest za drogi, a wogóle o dobry klinkier jest trudno i przeważają klinkiery o słabej wartości użytkowej.

Pierwszy z tych krytycznych przeglądów sformułował p. inż. Gajkowicz w ustępie następującym: „o ile zatem zgodzimy się, 1) że należycie obrobiona kostka nieregularna z granitu lub bazaltu jest materiałem nie gorszym od najlepszego klinkieru, 2) że praktykowana przez kamieniołomy cena na kostkę nieregularną została skalkulowana racjonalnie, to dla umożliwienia stosowania klinkieru należy obniżyć jego cenę” (zł. 220 przy wymiarze  $220 \times 100 \times 80$  — na zł. 165).

W powyższej kalkulacji należało by krytycznie rozpatrzyć obydwa zastrzeżenia. Kalkulacje cen zarówno klinkieru jak i kostki kamiennej — są to przedmioty jeszcze nie ustalone. Pan Inż. Gajkowicz bierze pod uwagę, że cena kostki regularnej jest zbyt wysoka i znajduje, że kostka nieregularna a należycie obrobiona, ta — jaką otrzymał na drogę Warszawa—Pruszków, jest najbardziej odpowiednią. Co do kostki nieregularnej, słabo obrobionej, autor się nie wypowiada, — musi ona być w cenie jeszcze tańszej, ale prawidłowej nawierzchni ona nie daje. W użyciu jednak obecnem znajdują się wszystkie trzy rodzaje kostki: regularna, należycie obrobiona — nieregularna i słabo obrobiona nieregularna. O ile staniemy na tym gruncie, że wyeliminujemy dwa typy krańcowe i uznamy za najbardziej

odpowiedni typ średni, koszt jego produkcji wzrośnie a wraz z nim i cena. Dla tego też słusznie postąpił p. inż. Gajkowicz, zastrzegając się co do ceny kostki należycie obrobionej. Brać za podstawę dla określenia ceny klinkieru—ceny partji kostki nieregularnej należycie obrobionej nie można bez zastrzeżeń. Wiadomo, jak drogą jest kostka regularna. Czyż, gdy kostce nieregularnej postawimy duże wymagania co do należytego obrobienia, nie stanie się ona również materiałem droгим, nie wiele od regularnej różniącym, zależeć to musi od tego, jak daleko te wymagania posuniemy. Jeżeli zaś wymagania nasze zmniejszymy, staniemy wobec materiału, który wogóle dróg o trwałym profilu dać nie może, i zatem z klinkierem wcale porównywanym być nie powinien.

Mamy przecież pod Warszawą na szosie poznańskiej przy rozpoczynaniu się odnogi do Pruszkowa odcinek z kostki nieregularnej, który mało co różni się od „kocich łbów“. Koszt zaś tego odcinka wcale nie był mały. Stan tego odcinka nie zachęca do dalszego stosowania takiej nawierzchni.

Pan inż. Gajkowicz stoi na gruncie stosowania kostki nieregularnej, bo jest tania — ale należycie obrobionej — bo wie, że od obrobienia zależy to, czy wogóle kostka nadaje się do współczesnych wymagań ruchu. Ale przezornie zastrzega się autor, że wnioski swoje opiera na przypuszczeniu, kalkulacja ceny takiej kostki była racjonalną, a więc pozwala czytelnikom mieć co do tego słuszne wątpliwości. O ile bowiem duża różnica ceny regularnej i wyraźnie nieregularnej łamanej jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, to duża różnica ceny pomiędzy kostką regularną a prawie—regularną (nazwijmy ją półregularną), gdyż choć regularna ale należycie obrobiona trudno daje się wyrozumieć. Mogło to mieć miejsce, o ile na kostkę regularną jest duży zbyt, a na pół-regularną mały, ale nie da się tak duża różnica utrzymać, gdyż na tę ostatnią zbyt wzrośnie.

Pierwsza zatem wątpliwość co do racjonalności kalkulacji ceny kostki podanej przez autora jest to, czy cena ta — w razie skierowania produkcji specjalnie w kierunku nieregularnej a należycie obrobionej kostki — dała by się utrzymać.

Drugie zastrzeżenie odnosić się musi co do tego, czy przy cenie podanej przez autora uwzględnione jest oprocentowanie kapitału i jego amortyzacja. Kostka bowiem, którą autor otrzy-



mał, pochodziła z kamieniołomów rządowych. W tym wypadku często kalkulacje nie operują oprocentowaniem kapitału założycielskiego i jego amortyzacją, co oczywiście prawidłowem nie jest. Użycie na drogę kostki rządowej po cenie produkcji bez uwzględnienia oprocentowania i amortyzacji równa się wykorzystaniu na daną drogę specjalnej subwencji rządowej. Jasnym jest bowiem, że jeżeli Skarb wydał pieniądze na kamieniołomy i inne zakłady, a jednocześnie zaciągał pożyczki oprocentowane to kapitał tych zakładów nie przyszedł za darmo. Jak by się dziś przydał ten kapitał na samo budowanie dróg! Można by je budować nie na kredyt, a za gotówkę, a więc taniej — a więc jeżeli się buduje z materiału rządowego po cenach produkcji bez oprocentowań — kalkuluje się fałszywie. Drugim błędem jest nie liczenie amortyzacji. O ile jej się nie odlicza, naraża też Skarb na to, że będzie on stale dopłacał do swoich zakładów, chcąc je utrzymać w ruchu. Czy warto tanio kalkulować materiał drogowy, a drogo dopłacać do inwestycji na produkowanie materiałów drogowych. Lepiej kalkulować tak materiały drogowe, by kapitał rządowy, wydany na wytwórnice tych materiałów, oprocentował się i zamortyzował. Wszelka inna kalkulacja nie będzie racjonalną.

Oprocentowanie kapitału zakładowego i jego amortyzacja przy wyrobie kostki nie może być pozycją małą. Przy wyrobie klinkieru jest to pozycja bardzo poważna. Fabryka klinkieru o produkcji 7 milionów sztuk rocznie nie może mieć kapitału zakładowego i obrotowego, licząc w zakładowym wartość terenu, mniej jak 3,5 miliona złotych. Przy oprocentowaniu na 10% (mniej trudno liczyć, bo pożyczki państwowe de facto nigdy mniej nie kosztowały, a kredyt w bankach państwowych też nie jest tańszy) mamy 350.000 zł. obciążeń rocznie. Na amortyzację nie można liczyć mniej, jak 7% — co daje 245.000 zł.: razem otrzymamy 595.000 zł. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że przy produkcji 7 milionów rocznie — najmniej 1 milion odjąć trzeba na gatunek trzeci (rodzaj bruku), który żadnej amortyzacji ani oprocentowania znieść nie może, to widzimy, że na tysiąc klinkieru dobrego i średniego (nie licząc gorszego) samo oprocentowanie i amortyzacja kapitału wynosi 100 zł. na tysiąc. Czyż pod tym kątem widzenia przytoczona przez autora cena klinkieru 220 zł. może być uważana za nieracjonalną? Jeżeli

idzie o średni gatunek klinkieru — mógłby być oczywiście niższy; dla dobrego gatunku, będzie to cena racjonalnie skalkulowana.

Wróćmy, właśnie do pierwszego założenia, jakie p. inż. Gajkowicz postawił, chcąc umotywić swój wniosek co do obniżenia cen klinkieru. Wychodzi on z tego założenia, że należyce obrobiona kostka nieregularna z granitu lub bazaltu jest materiałem nie gorszym od najlepszego klinkieru. Założenie to wymaga istotnego udowodnienia. Najlepszy klinkier jest to taki, którego wytrzymałość na ściskanie choć mniejsze od kostki stoi na poziomie tak wysokim, że o zgnieceniu przez największe ciężary drogowe nie może być mowy. A ponieważ klinkier każdy ma powierzchnię nawet bardziej regularną od kostki regularnej, więc porównywanie klinkieru najlepszego z kostką nieregularną nawet należyce obrobioną stanowi wyraźny błąd. Najlepszy klinkier może być porównywany z kostką regularną.

Na ulicy Zielnej w Warszawie o dużym ruchu miejscowym robią się próby porównania klinkieru z kostką regularną przy użyciu różnych gatunków klinkieru. Gorsze gatunki, rozumie się, nie wytrzymały pierwszej zimy, ale tylko na środku jezdni, a na bokach średni klinkier zupełnie dobrze przetrwał. Obecnie ułożony został odcinek z klinkieru lepszego i czekać trzeba będzie na wynik praktyczny tej próby. Po paru miesiącach nie znać narazie najmniejszych śladów zużycia.

Chcąc przeto znaleźć podstawę porównawczą dla osądzenia, czy ceny na klinkier najlepszy są wysokie, czy niskie, nie można brać za podstawę ceny kostki nieregularnej, a raczej cenę pośrednią między kostką regularną i nieregularną.

Obok klinkieru najlepszego każdy wytwórca musi mieć partje produktu i średniego, a nawet mniejsze lub większe ilości gorszego. Tutaj ceny powinny być oczywiście niskie i w rzeczywistości tak jest. Cena podana przez autora 220 zł. za tysiąc sztuk dotyczy towaru wyborowego — inne gatunki są dużo tańsze.

Dla rozważenia sprawy cen klinkieru rozpatrzmy dalsze uwagi autora, dotyczące tego materiału, do którego, jak rzekliśmy, odnosi się autor pesymistycznie. Autor stwierdza, że „dotychczas stosowane u nas klinkiery pozostawiają naogół wiele do życzenia. „Te konkluzje autora są najzupełniej słusz-

ne. Niemniej stwierdzić należy, że mamy już partje klinkieru wysokiej klasy. Na 28-m kilometrze traktu pod Błoniem analizy wykazały przeciętnie dla kilku hektometrów wytrzymałości na ściskanie: 2265 kg/cm (z tych prób najwyższa 2697 kg/cmq.), 1441, 1388, 1373, 1363, przy nasiąkliwości 1,38%, 1,57%, 3,76%, 3,98%, 4,32%. Wprawdzie, obok takich wyników są i inne—gorsze. Wyrób klinkieru jest rzeczą bardzo trudną, a co najważniejsza, żadna nawet najlepiej postawiona fabryka nie jest w stanie produkować sam tylko najlepszy klinkier, tylko wyrabiać musi kilka gatunków. Gdyby klinkier można wyrabiać masowo w jednolitym najlepszym gatunku to materiał taki miałby dużą przewagę nad kostką regularną i doszedłby do cen nie niższych od cen kostki. Taki dobry materiał drogowy jest to keramit budapeszteński, który nie jest niczem innym, jak najwyższym gatunkiem klinkieru. Cena jego jest bardzo wysoka. i daje jezdnię na ulicach istotnie najwyższej klasy. Klinkiery drogowe holenderskie, niemieckie czy polskie są gatunków dużo słabszych. Najlepsze z nich jednak konkurować z kostką regularną mogą.

Przy użyciu klinkieru na drogi najsłabszą stroną tego materiału w porównaniu z kostką kamienną jest to, że dotychczas nie istnieje żaden sposób techniczny należytego rozpoznawania wartości tego materiału i przeprowadzania jego segregacji. W każdej przeto partji klinkieru na oko nawet najlepiej wyglądającego zawsze znajdzie się pewna ilość sztuk gorszych. Ażeby uniknąć ujemnych z tego skutków odbiorca może się zastrzedz co do zmiany tych sztuk, albo może wymagać gwarancji paroletniej od budującego drogę, w czasie której sztuki gorsze winny być wyeliminowane.

Gdyby nie ten defekt klinkieru w porównaniu z kostką—przewaga jego nad tą ostatnią byłaby bezspornie wyższa, biorąc pod uwagę wielką prawidłowość formy, że klinkier znalazłby bardzo szerokie i powszechne zastosowanie.

Biorąc jednak pod uwagę trudność segregacji klinkieru na zupełnie równomierne gatunki, musimy wymagać by klinkier uznawany za gatunek I-ej klasy był jednak tańszy od kostki regularnej.

Jakość i cena klinkieru stoją ze sobą w związku, oczywiście, bardzo ścisłym. Zapewne, że najlepiej byłoby dla dróg,



by klinkier był jaknajlepszy i tani. Ale właśnie ten dezyderat nie da się ściśle wykonać. Tani klinkier nie będzie jaknajlepszym. Jeżeli uwzględnić, że na gorsze gatunki klinkieru (poza okolicami o braku absolutnym kamienia) zbytu w kraju dotychczas nie ma, bo „kocie łby” i zwykła szosa szabrowa są przeważnie stosowane tam, gdzie ten klinkier mógłby znaleźć zastosowanie, to okaże się, że przeciętne koszty produkcji całej masy klinkieru należy dla klinkieru najlepszego znacznie zwiększyć.

Pan inżynier Gajkowicz dla porównania klinkieru z kostką nieregularną oparł się na przykładzie budowy drogi „Warszawa — Pruszków” z tej kostki. Otóż jeden z dojazdów do tej drogi został—jako droga prywatna—wybudowany z klinkieru taniego, bo wynoszącego 100 zł. za tysiąc szt. przy wymiarach  $220 \times 100 \times 65$ . W przeliczeniu na wymiar który przyjmuje p. inż. Gajkowicz do porównania, wynosi to 123 zł. a więc taniej znacznie od tej ceny, którą autor przyjmuje jako normalną dla dobrego klinkieru (zł 165). Klinkier użyty został III-go gatunku, dla tego też był tani. O takich gorszych gatunkach autor na str. 600 wyraża się, że jest to „nierównomiernie wypalona cegła”, która „nie może być nazwaną klinkierem” i wypowiada swój sąd, że „używanie tego rodzaju materiału może podważyć zaufanie do samej nawierzchni klinkierowej”. Tymczasem wspomniana droga dojazdowa trzyma się nie gorzej od wymienionego odcinka szosy z kostki nieregularnej. Zapewne, na tej drodze dojazdowej jest ruch mały, ale też koszt tej drogi był bardzo mały, bo nie był dawany żaden twardy spód, tylko została na ziemię zwykłą położona warstewka piasku i położony klinkier. Cała robota z założeniem spodu piaskiem i kosztem klinkieru łącznie kosztowała 9 zł. (netto) za metr kwadratowy.

Słaby gatunek klinkieru nie może przeto podważać zaufania do klinkieru jeżeli jest odpowiednio tani tak samo jak kostka nieregularna nie może podważać zaufania do kostki regularnej, skoro jest dużo od niej tańsza.

Mamy więc typ drogi bardzo tani. Wprawdzie, klinkier był użyty wyraźny brak, czyli trzeci gatunek. Ale takie trzecie gatunki są i w Holandji stosowane na drogach o mniejszym ruchu i dobrze służą na jezdni. W lubelszczyźnie przy remon-

cie dawnych dróg klinkierowych przedwojennych znajduje się wiele sztuk klinkieru, które miały wytrzymałość poniżej 300 kg/cmq., czyli tyle, co dobrze wypalona cegła, a jednak drogi te przetrwały w stanie niezłym długie lata. Właściwie na traktcie lwowskim wszystkie klinkiery, które tam były ułożone 30 lat temu, były to klinkiery słabszej jakości, takie właśnie, jakie p. inż. Gajkowicz uważa, że mogą podważać zaufanie do klinkieru. Na jednej drodze dojazdowej do tego traktu użyto nawet wyraźnie cegłę zendrówkę. Pomimo to drogi te przetrwały około 30-tu lat bez remontu w stanie choć nieszczerólnym, lecz możliwym, pomimo że w czasie wojny były wystawione na ciężkie próby. Remont tych dróg, jaki się obecnie odbywa, nie jest wcale zbyt trudny i drogi te wyraźnie przemawiają za opłacalnością używania na drogi nie tylko klinkieru najlepszego, ale i średniego a nawet trzeciego gatunku, zależnie od intensywności ruchu.

W sprawie klinkieru rzecz przedstawia się podobnie, jak i z kostką. Kostka regularna tania być nie może. Klinkier najlepszy tanim też nie będzie, bo wyrób jego jest bardzo kosztownym, biorąc pod uwagę, że najlepszego jest tylko część towaru. Klinkier-brak, czy też III-ci gatunek, winien być tani i winien jeszcze znaleźć zastosowanie, konkurując z szabrem lub kociemi łbami skutecznie. Wreszcie może być mowa o klinkierze średnio dobrym. Powinien on być nie zadrogim, ale zbyt tanim też być nie może. Będzie on dawał zawsze równiejszą powierzchnię od kostki nieregularnej. W cenie przeto może być trochę droższym od kostki nieregularnej, a jeszcze się opłaci. Konkurować może z różnego rodzaju betonami zarówno ceną, jak i zaletami nawierzchni oraz kosztem konserwacji. Takiemu jednak średnio dobremu klinkierowi nie należy stawiać zbyt dużych wymagań co do jakości, inaczej stanie się on zbyt drogim materiałem.

W ten sposób można realnie ująć zagadnienie jakości i cen klinkieru. Chcieć eliminować z użycia na drogi gatunków słabych, a jednocześnie mieć po takiej cenie gatunki najlepsze nie można. Kalkulacja przeciętnych cen doprowadzi do tego, że każda fabryka zawalona będzie gatunkami gorszymi niesprzedanymi, a koszt produkcji obliczony na towar sprzedażny wyniesie znacznie więcej, niż 130 zł., podanych przez pana inżyniera Marynowskiego.

Jeżeli natomiast w stosunku do klinkieru zastosujemy te same kryteria, co do wszystkich produktów wogóle, to stosunkowo najtańszym będzie klinkier, jeżeli znajdzie on zbyt na wszystkie trzy rodzaje produktów, to jest gatunek wyborowy po wysokiej cenie brak po niskiej i normalny towar po średniej cenie. Klinkier wyborowy powinien być tańszym od kostki regularnej; normalny powinien mieć cenę pośrednią pomiędzy ceną kostki nieregularnej i regularnej, a klinkier III-go gatunku powinien móc ceną swoją zastąpić kocie łby i szosy szabrowe tam, gdzie są stawiane wyższe wymagania co do równości nawierzchni przy ruchu słabszym.

Przy porównywaniu kostki nieregularnej i klinkieru jako materiałów drogowych obok ceny nawierzchni należy brać pod uwagę kosztowność spodu. Na drogach o dużym ruchu spody te i przy kostce i przy klinkierze muszą być jednakowo solidne. Na drogach o ruchu słabym spód pod klinkierem może być zredukowanym co do kosztu swego znacznie więcej niż przy kostce. Klinkier może być z powodzeniem kładziony na warstwie cienkiej piasku bez żadnego twardego spodu, co przy kostce naraziłoby jezdnię na szybkie łamanie się profilu.

Chcąc rozważyć porównawczo znaczenie kostki i klinkieru na drogi, należy prócz zalet technicznych oraz kosztu tych nawierzchni i spodów brać pod uwagę ich znaczenie ogólne ze stanowiska naszej gospodarki państwowej i społecznej. Obydwa te produkty są ściśle krajowe, co stanowi ich przewagę nad różnemi innemi nawierzchniami. Ale stopień znaczenia ekonomicznego dla gospodarki krajowej klinkieru i kostki nie są równe. Klinkier jest produkowany w ośrodkach kraju, w których danie zatrudnienia liczniejszego robotnikom ma większe znaczenie państwowe, niż w okolicach, w których wyrabia się kostka. Prócz tego przy układaniu jezdni klinkierowej łatwo można zatrudniać duże ilości ludności niefachowej i odciążać w okresie kryzysu masy bezrobotnych z różnych dziedzin pracy, które łatwo do układania klinkieru się wrabiają — podczas gdy układanie kostki wymaga wykwalifikowanych fachowców-brukarzy.

Zasadniczo jednak nie byłoby słusznem stawiać pytanie: co lepszem jest na drogi — trwała kostka, czy klinkier? Dużo słuszniejsem jest powiedzenie — i kostka i klinkier. Pan inżynier



nier Gajkowicz zresztą tak właśnie stawia kwestję i dla tego też obecny mój artykuł nie stanowi polemiki z zasadniczym motywem Jego artykułu, a tylko przyczynia się do wyświetlenia Jego szczegółu, dotyczącego kalkulowania cen kostki i klinkieru.

Dla tego, by mieć tanie drogi w Polsce, dobrą będzie rzeczą, gdy i kostka i klinkier prowadzić będą konkurencję między sobą. Ale konkurencja ta powinna dać możność rozwijania się produkcji i jednego i drugiego z tych krajowych materiałów.

Na pojazdy konne o dużym ciężarze i dużym ruchu kostka może być uznawana za wytrzymalszą od klinkieru. Dla ruchu samochodowego klinkier żadnej konkurencji obawiać się nie potrzebuje. A że średni ruch kołowy też dla klinkieru nie jest wcale groźny, więc może śmiało występować, jako materiał o dużej przyszłości, pomimo, że tanim nie jest, o ile idzie o lepsze jego gatunki.

W okolicach podmiejskich o rozbudowanych osiedlach, które dużego ruchu nie mają, ale muszą dbać o to by jezdnie miały wygląd odpowiedni, równy i cichy, klinkier nawet gorszy, a odpowiednio tańszy może oddać wielkie usługi w sprawie uporządkowania tych rozgałęzień na teren wiejskich skupień ludzkich.

---

INŻ. ALEKSANDER GAJKOWICZ.

### „I KOSTKA NIEREGULARNA I DOBRY KLINKIER”.

W związku z artykułem mym p. t. „Nawierzchnia z kostki nieregularnej w szeregu innych nawierzchni ulepszonych”, podanym w Nr. 66 „Wiadomości Drogowych”, oraz w odpowiedzi na umieszczone w niniejszym numerze „Wiadomości Drogowych” uwagi Pana Profesora Władysława Grabskiego p. t. „Kostka nieregularna, czy klinkier”—pozwalam sobie dla możliwie wszechstronnego oświetlenia sprawy dołączyć niniejsze wyjaśnienia.

Na wstępie chciałbym zaznaczyć, że niesłusznie twierdzi P. Prof. Wł. Grabski, że dochodzę w swym artykule do wnio-

sków pesymistycznych co do stosowania klinkieru. Przeciwnie, wyraziłem kilkakrotnie pogląd, że klinkier w naszych warunkach ma przed sobą obiecującą przyszłość. W samej rzeczy, na str. 800 „Wiadomości” wyraziłem zdanie, że „tam, gdzie brak dostatecznie taniego materiału kamiennego, nawierzchnia klinkierowa może mieć zastosowanie z dużym pożytkiem, gdyż nawierzchnia ta jest odporną na ruch mieszany”. Na stronie zaś 842 „Wiadomości” w jednym z wniosków ogólnych wyraziłem przeświadczenie, że „Wobec braku dostatecznej ilości dobrych materiałów kamiennych, klinkier w przyszłości będzie miał u nas szerokie zastosowanie”. A zatem pesymizmu w stosunku do nawierzchni klinkierowej w mym artykule niema.

Musimy jednak zadać sobie pytanie i na to pytanie odpowiedzieć, od czego rozpowszechnienie klinkieru u nas jest uzależnione? Od jakości tego materiału i od jego ceny. Otóż starałem się w mym artykule udowodnić, że obecnie istniejąca cena na klinkier jest w stosunku do ceny na kostkę nieregularną zbyt wysoka. Pan Prof. Wł. Grabski z jednej strony dowodzi, że dobry klinkier nie może być tańszy od 220 zł. za 1000 sztuk, przy wymiarach  $220 \times 100 \times 80$ , z drugiej zaś strony Pan Prof. W. Grabski przypuszcza, że cena na kostkę nieregularną skalkulowana jest przez Kamieniołomy Państwowe w Janowej Dolinie nieracjonalnie. Szanowny Autor wyraża wątpliwość, czy w kalkulacji swej Kamieniołomy uwzględniły oprocentowanie kapitału i amortyzację. Poza to, Szanowny Autor wyraża wątpliwość, czy cena na kostkę nieregularną da się utrzymać w razie skierowania produkcji w kierunku tej kostki.

Otóż, niewątpliwie, nie możemy przewidzieć, jak się będzie kształtować cena kostki nieregularnej w przyszłości. Zależne to jest od wielu czynników. Nie możemy również z całą stanowczością przewidzieć jak będzie się układać w przyszłości kalkulacja ceny na klinkier.

Z punktu widzenia ekonomiki drogowej przy wyborze rodzaju materiału drogowego decydować winien przy wszystkich innych tych samych warunkach (*caeteris paribus*), koszt 1 m<sup>2</sup> nawierzchni z danego materiału. Gdybyśmy zatem przypuścili (o czym będzie mowa dalej), że nawierzchnia z kostki nieregularnej bazaltowej lub granitowej, obrobiona w sposób,

wyszczególniony na str. 801 „Wiadomości“<sup>1)</sup>, jest nie gorszą od nawierzchni z najlepszych naszych klinkierów, bo tylko o naszych klinkierach w tym wypadku może być mowa—to musimy się zgodzić, że przy wyborze pomiędzy nawierzchnią klinkierową, a nawierzchnią z kostki nieregularnej, będzie decydować koszt jednej i drugiej nawierzchni, co znowóż zależy w pierwszym rzędzie od ceny na kostkę nieregularną i klinkier.

Z kalkulacji, podanej na str. 833—836 „Wiadomości“, wynika, że „przy obecnie istniejącej cenie na kostkę nieregularną i klinkier—koszt nawierzchni klinkierowej, przy zastosowaniu jej nawet w odległości 5 km od klinkierni, t. j. bez stosowania przewozu kolejowego, jest większy od kosztu nawierzchni z kostki nieregularnej, nawet, gdy odcinek wykonywanych robót jest położony w odległości 1200 km od kamieniołomów“. Budujący drogi, naogół, nie może wchodzić w to, czy cena na materiał drogowy została przez producentów tego materiału skalkulowana racjonalnie, czy też nie—może się opierać jedynie w każdym wypadku na cenach rynkowych na materiały.

Należy tutaj zaznaczyć, że cena na kostkę nieregularną w stosunku do 1 m<sup>2</sup> nawierzchni naogół w kamieniołomach prywatnych jest albo niewyższą, albo bardzo nieznacznie wyższą, w porównaniu z ceną, praktykowaną przez Janową Dolinę.

Gdyby cena na kostkę nieregularną wzrosła, zaś cena na klinkier pozostałaby bez zmiany, to zakres stosowalności klinkieru odpowiednioby się rozszerzył. W każdym poszczególnym wypadku przed ustaleniem typu nawierzchni drogowej wypadnie przeprowadzić ścisłą kalkulację. Jedno należy stwierdzić, że gdyby cena za najlepszy nasz klinkier przy wymiarach 220 × 100 × 80 mm naprawdę nie mogła być obniżona do ceny 165 zł, za 1000 szt. loco wagon, to przy obecnej cenie na kostkę nieregularną—zakres opłacalności stosowania nawierzchni klinkierowej w technice drogowej u nas—zmalaby do minimum.

A teraz, czy słuszne jest twierdzenie, że „należycie obro-

---

<sup>1)</sup> Stopień obróbki i wymiary kostki nieregularnej zostały dokładnie wyszczególnione w artykule na str. 801 „Wiadomości“. Podany przez Pana Prof. Grabskiego, jako przykład, odcinek szosy Poznańskiej, którego nawierzchnia, zdaniem Szanownego Autora, mało się różni od „kocich łbów“ posiada nawierzchnię nie z kostki nieregularnej, tylko z kamienia łamanego.



biona kostka nieregularna z granitu, lub bazaltu jest materiałem drogowym nie gorszym od najlepszego klinkieru". Należy od razu podkreślić, że możemy porównywać naszą kostkę nieregularną jedynie z naszym klinkierem. Nie możemy brać w rachubę klinkierów węgierskich, gdyż klinkierów o podobnych własnościach na naszym rynku dotychczas brak.

Otóż możnaby było tylko wtedy zgodzić się z Szanownym Autorem, że nawierzchnię klinkierową należy porównać z nawierzchnią z kostki regularnej, nie zaś z nawierzchnią z kostki nieregularnej, gdyby miarodajną była przy porównaniu gładkości poszczególnych nawierzchni jedynie gładkość nawierzchni w chwili jej budowy. Niewątpliwie, nawierzchnia z klinkieru, nawet gatunków ostatnich, od razu po ułożeniu nie jest mniej gładką od nawierzchni z kostki regularnej. Decydującą jest jednak gładkość nawierzchni w funkcji czasu. Ta gładkość zależy od różnych czynników, a przy jednakowym podłożu i jednakowej intensywności ruchu—będzie zależała od wartości technicznych użytego materiału. Decydującą tutaj będzie wytrzymałość materiału na ściskanie, ścieralność materiału, wytrzymałość na zmiany atmosferyczne oraz jednorodność własności fizycznych.

Porównajmy zatem te wszystkie własności kostki nieregularnej z własnościami naszego klinkieru. Pod względem kształtu klinkier niewątpliwie może być porównany jedynie z regularną kostką. Lecz również i kostka nieregularna, odpowiadająca warunkom, podanym na str. 801 „Wiadomości“, daje powierzchnię o gładkości, niewiele ustępującej gładkości kostki regularnej. Praktyka uczy, a badania na drodze doświadczalnej w Bruswiku to potwierdziły, że niewielkie nierówności płaszczyzny górnej kostki nieregularnej w okresie pierwszych lat pracy zostają wygładzone przez ruch. Zresztą nierówności w granicach od  $-5$  do  $+5$  mm, a w tych granicach te nierówności w kostce nieregularnej się wahają—nie posiadają praktycznego znaczenia i tylko w stopniu nieznacznym wpływają na drganie pojazdów o dużej szybkości.

Jakże się przedstawia porównanie cech fizycznych klinkieru i kostki nieregularnej?

Otóż na 28 km traktu Poznańskiego, gdzie zastosowano najlepszy klinkier polski, jakim jest niewątpliwie klinkier z Kliniarni Państwowej z Izbicy, przeciętna wytrzymałość na ściska-

nie wynosi około  $1400 \text{ kg/cm}^2$  przyczem obok wytrzymałości  $2000 \text{ kg/cm}^2$  spotyka się wytrzymałość  $600 \text{ kg/cm}^2$ . Na kilometrach tr. Poznańskiego, gdzie zastosowano klinkier z innych klinkierni, wytrzymałość na ściskanie jest znacznie niższa i na szeregu kilometrach waha się w granicach  $600$  —  $800 \text{ kg/cm}^2$ , przyczem amplituda wahań wytrzymałości poszczególnych cegieł na tych kilometrach procentowo jest większa, aniżeli na odcinkach, gdzie zastosowano klinkier z Izbicy.

Tymczasem wytrzymałość na ściskanie granitu klesowskiego z Kamieniołomów np. Fajnsztajna wynosi  $2180 \text{ kg/cm}^2$ , zaś wytrzymałość bazaltu z Janowej Doliny<sup>1)</sup> —  $2335 \text{ kg/cm}^2$ . Wytrzymałość zatem na ściskanie kostki granitowej, lub bazaltowej jest prawie 2 razy większa od przeciętnej wytrzymałości na ściskanie najlepszego naszego klinkieru, jakim jest klinkier z Izbicy. Pozatem, i to posiada dla wytrzymałości nawierzchni drogowej szczególne znaczenie, wytrzymałość na ściskanie poszczególnych kostek kamienia jest, praktycznie biorąc, jednostajną.

Ścieralność na tarczy najlepszego naszego klinkieru z Izbicy waha się w granicach od  $0,6 \text{ cm}$  do  $1,0 \text{ cm}$ , tymczasem ścieralność granitu klesowskiego wynosi od  $0,24$  do  $0,30 \text{ cm}$ , zaś ścieralność bazaltu —  $0,58 \text{ cm}$ , czyli najlepszy nasz klinkier jest dwa razy więcej ścieralny od granitu klesowskiego i nie mniej ścieralny od bazaltu. Należy zaznaczyć, że niektóre inne nasze klinkiery, kalkulowane po cenie klinkieru z Izbicy, posiadają ścieralność kilkakrotnie większą od ścieralności klinkieru z Izbicy.

Nasiąkliwość najlepszego naszego klinkieru waha się w granicach od  $1,38\%$  do  $8\%$ , tymczasem nasiąkliwość granitu klesowskiego wynosi  $0,15$ , czyli jest conajmniej 9-krotnie mniejsza od nasiąkliwości klinkieru, zaś nasiąkliwość bazaltu —  $0,26\%$ , czyli conajmniej 5-krotnie mniejsza od nasiąkliwości klinkieru.

Jedną z największych wad klinkieru jest niedająca się usunąć różnorodność własności fizycznych poszczególnych cegieł: obok cegieł o wytrzymałości na ściskanie  $2000 \text{ kg/cm}^2$ , znajdują się cegły o wytrzymałości  $600 \text{ kg/cm}^2$ ; obok ścieralności na tarczy  $0,6 \text{ cm}$  spotykamy ścieralność  $1,5 \text{ cm}$ , a nawet i więcej;

---

<sup>1)</sup> Patrz poz. 127-b i 137-h „Wyników badań laboratoryjnych materiałów kamiennych, używanych do budowy i utrzymania dróg w Polsce”. — Inż. L. Borowskiego.

obok nasiąkliwości 1,38%, znajdujemy nasiąkliwość 8%. Sprawia to, że nawierzchnia klinkierowa zużywa się nierównomiernie. Ta nierównomierność zużycia przy dobrych klinkierach daje się odczuć przy średniej intensywności ruchu po kilku latach, przy klinkierach zaś gorszych, nawet przy słabym ruchu, nierównomierne odkształcenie nawierzchni występuje już w kilka miesięcy po jej wybudowaniu. Mamy cały szereg przykładów nierównomiernego zużycia się nawierzchni klinkierowych, ułożonych u nas w ciągu kilku ostatnich lat. Tem się tłumaczy, że na podstawie doświadczenia na drogach w Prusach—w Niemczech uważają, że przy intensywności ruchu mieszanego 800—1000 tonn na dobę wiek nawierzchni klinkierowej wynosi 10 lat, zaś wiek dobrej kostki 25 lat (Der Strassenbau Nr. 30—1928 r.).

Podane przez Pana Prof. Grabskiego porównanie stanu nawierzchni z kostki nieregularnej bazaltowej, ułożonej na trakcie Warszawa—Pruszków, ze stanem dojazdu prywatnego do tejże drogi, wybudowanego z klinkieru—nie może dać podstaw do wyciągnięcia jakichkolwiek bądź wniosków na korzyść nawierzchni klinkierowej. Bez szczegółowych uzasadnień mogą być porównywane jedynie wielkości tego samego rzędu. Tymczasem trakt wojewódzki Warszawa — Pruszków, o przeciętnej rocznej intensywności ruchu 885 tonn na dobę, jest wielkością innego rzędu, aniżeli droga prywatna o intensywności ruchu 10, lub nawet 15-krotnie mniejszej. Wypowiedziane zatem przez Szanownego Autora twierdzenie, że „wspomniana droga dojazdowa trzyma się wcale nie gorzej od wymienionego odcinka szosy z kostki nieregularnej”—byłoby w tych warunkach podkreśleniem stanowczej przewagi nawierzchni z kostki nieregularnej nad nawierzchnią z klinkieru.

Podany tutaj pobieżnie przegląd własności fizycznych klinkieru i kostki nieregularnej granitowej i bazaltowej zmusza do podtrzymania twierdzenia, że *kostka nieregularna z granitu lub bazaltu, jest materiałem drogowym nie gorszym od najlepszego naszego klinkieru, jakim jest dotychczas klinkier z Klinkierni Państwowej w Izbicy.*

Należy jednak zaznaczyć, że jakość klinkieru, produkowanego przez klinkiernię Państwową w Izbicy, ciągle się podnosi i materiał ten sprostać może coraz większym wymaganiom. Również klinkiernia wykańczana w Będzinie, posiadająca nowoczesne urządzenia, rokuje najlepsze nadzieje.



Na postawione zatem pytanie—„Kostka nieregularna, czy klinkier” — należałoby odpowiedzieć: „I kostka nieregularna i klinkier, pod warunkiem 1-o że produkcja klinkieru zostanie udoskonalona w ten sposób, że jego własności fizyczne coraz więcej będą się zbliżać do własności kamieni ze skał wybuchowych, 2-o że koszt nawierzchni klinkierowej nie będzie wyższy od kosztu nawierzchni z kostki nieregularnej bazaltowej, lub granitowej”.

---

INŻ. EUGENJUSZ CHOŁOD.

### DRÓŻNIK JAKO SZEREGOWIEC DROGOWY.

W obecnej dobie gdy na najniezbędniejsze potrzeby na drogach pieniędzy niema i każdy z nas nie ludzi się zbyt nadzieją, że w najbliższym czasie takie pieniądze się znajdą — każdemu Kierownikowi Zarządu Drogowego pozostaje jedynie jaknajracjonalniej wykorzystać siły swych dróżników. Nie może tu być mowy o jakichś generalnych naprawach dróg. Na to nas z tą garstką robotników nie stać. Możemy jedynie zapomocą dróżników drogi konserwować by z jaknajmniejszymi stratami doczekać czasów lepszych.

Na czasie przeto uważam będzie rzucić pewną garść uwag o tych szeregowcach drogowych, na których w obecnym czasie oparta jest cała gospodarka drogowa. Przytaczam przeto referat swój wygłoszony na ostatnim zjeździe Kierowników Powiatowych Zarządów Drogowych w Brześciu n/Bug.

Sądzę, iż temat zainteresuje szersze grono Kolegów Kierowników Pow. Zarządów Drogowych, którzy zechcą swe spostrzeżenia i krytykę co do osoby dróżnika podać do ogólnej wiadomości.

Spójrzmy na dróżnika pod takimi kątami widzenia: jakie funkcje on spełnia, co możemy od niego wymagać i jakim kwalifikacjom powinien on odpowiadać.

1) Przedewszystkiem dróżnik jako siła robocza: przysypuje on jezdnię, łąta wyboje, podbiera tułacze, odwadnia jezdnię, usuwa zasy py śnieżne — musi więc to być człowiek zdrowy, (bez defektów rąk, nóg, oczu) fizycznie dobrze rozwinięty, w sile wieku, odporny na nie pogodę;

2) dróżnik jest to jakby najniższa kategoria urzędnika, któremu porucza się przestrzeganie przepisów drogowych — musi to być jednostka umiejąca mówić po polsku, czytać i pisać;

3) będąc stale na drodze i mieszkając przy drodze i w związku ze swoją służbą stykając się stale z ludźmi, dróżnik musi być człowiekiem kulturalnym, grzecznym i dobrze wychowanym, nie nadużywającym alkoholu, musi być przyzwoicie ubranym, koło domu i w mieszkaniu musi zachować wzorowy porządek;

4) w związku z przydziałem niektórym dróżnikom funkcji, że tak się wyrażę „sanitarjusza” w razie wypadków samochodowych na drogach, wymaga się, od niego choć w minimalnym zakresie wiedzy w tym kierunku;

5) nieodłączną rzeczą przy drodze są drzewka dekoracyjne, a nawet i owocowe; niektórzy dróżnicy mają pod swoją opieką szkółki drzewne, też i w tej gałęzi „ogrodniczej” tych minimalnych zasobów wiadomości możemy i musimy wymagać od dróżnika;

6) niema, przynajmniej w naszych warunkach, dróżnika, któryby nie miał na powierzonym mu odcinku choćby jednego mostu drewnianego — musi zatem być i tym domorosłym cieślą, by móc bieżący remont na mostach dokonać, zreperować płot, taczkę, arfę lub inny sprzęt drogowy;

7) dróżnik przy wykonaniu swych różnorodnych prac bardzo często ma do pomocy swojej robotników nad którymi ma dozór i wówczas wymagane jest od niego i wzbudzenie szacunku jako do przełożonego i stanowczość, jak również możliwość sporządzenia choćby prowizorycznej listy płacy.

Reasumując powyższe przyjdziemy do wniosku, że dróżnik odpowiadać musi następującym wymaganiom by sprostał swym obowiązkom: musi posiadać znajomość języka polskiego w mowie i piśmie oraz podstawy arytmetyki — jednym słowem wykazać się świadectwem minimum 2—3 oddziałów szkoły powszechnej; musi być zdrowy, bez defektów fizycznych—(tutaj uważałbym za wskazane przy przyjmowaniu do służby dróżników baczną na to zwracać uwagę włącznie do żądania świadectwa lekarskiego). Nie mniej ważną sprawą przy przyjmowaniu na stanowisko jest i wiek jego, który określiłbym w ten sposób: od 22 lat t. j. od czasu wysłużenia w wojsku do lat 35. Poza tem musi to być człowiek zdolny i kulturalny.

Przyjrzyjmy się warunkom pracy dróżników: przede wszystkim jego uposażenie. Wobec ostatnich zmian dróżnik otrzymuje od 60 do 100 zł. zależnie od kategorii i strefy. U nas waha się od 60 do 90 zł. miesięcznie. Do tego dochodzi mu mieszkanie służbowe, ewentualna premja do 180 zł., oraz dodatek w naturze w wysokości do 60 zł. rocznie. Ponadto otrzymuje dodatek za godziny nadliczbowe po 35 gr. na godzinę. Uważam, że uposażenie powyższe w obecnym czasie jest w zupełności wystarczające i pozwala dróżnikowi całkowicie oddać się służbie. Ustawowo dróżnik obowiązany jest być 8 godzin na swym odcinku; za nadliczbowe godziny, jak wspomniałem wyżej, otrzymuje dopłatę. Moim zdaniem sprawę ilości godzin pracy należałoby rozwiązać inaczej. 8-godzinny dzień pracy dla dróżnika w okresie zimowym jest zbyt długi i nieprodukcyjny, natomiast w okresie letnim 8 godzin jest zbyt mało, Otóż przyjmując jako podstawę podział godzin pracy na 6, 8 i 10 słusznem byłoby, moim zdaniem, ze względu na potrzeby dróg zatrudnić dróżnika przez miesiące styczeń, luty i grudzień po 6 godzin dziennie, marzec i listopad po 8 godzin, a resztę miesięcy po 10 godzin, co w sumie dałoby nam około 200 godzin nadliczbowych:

Za rzecz nieodzowną dla dróżnika uważam mieszkanie służbowe (koszarkę), przyczem ta ostatnia winna być położona w środku przydzielonego odcinka. Redukcja ostatnia ilości dróżników tego niestety nie przewidziała i osobiście musiałem dokonać podziału odcinków tak, przy którym wypadło, iż dróżnik w jedną stronę od swej koszarki ma 7,5 km, a w drugą 1,5 km.

Czas stracony nieprodukcyjnie na przejście niepotrzebnych 3—4 km tam i z powrotem równa się dziennie 2 godzinom, co przy 8 godzinach stanowi  $\frac{1}{4}$  część. Co do długości samych odcinków przydzielonych dróżnikom, odcinki 8—9 kilometrowe są stanowczo za duże na 1 dróżnika.

Biorąc z jednej strony pod uwagę słaby nasz materiał kamienny i możliwość generalnego odremontowania dróg (pogrubienie jezdni) w okresie nie krótszym niż 4—5 lat, z drugiej zaś wzmagający się wciąż ruch pojazdów mechanicznych, mam wrażenie, że na tak długim odcinku jak 9 km dróżnik w okresie letnim niczem innym nie będzie mógł być zajęty, jak zbieraniem tułaczy, no i częściowem zaprawianiem dołków.



Skasowanie etatów dróżników sezonowych uważam za słuszne, gdyż stały dróżnik traktuje przydzielony mu na okres zimowy odcinek po macoszemu, z tem, że go na wiosnę odda; natomiast sezonowy dróżnik może się co rok zmieniać, a na tem cierpi droga.

Natomiast niemożę pogodzić się z tem, by podział na tak duże odcinki mógł się utrzymać nadal a raczej jestem tej myśli iż ostatnia redukcja ilości dróżników, a tem samem zwiększenie się odcinków została dokonana pod naciskiem przeżywanego kryzysu i braku gotówki.

Jak najprodukcyjniej wykorzystać dróżnika?

Pytanie, nad którem chciałbym się trochę dłużej zatrzymać.

Okres pracy rocznej dróżnika podzielę na okresy zgodnie z proponowanym przezemnie wyżej podziałem ilości godzin pracy w poszczególnych miesiącach. A więc rozpocznę od okresu zimowego (grudzień, styczeń i luty), gdy na samych drogach jest najmniej roboty. Większe roboty w tym czasie są wówczas gdy mamy zasy py śnieżne i w tym wypadku nie możemy powiedzieć by dróżnik pracował nieprodukcyjnie, zbijając baki co miałyby miejsce w okresie zimowym, gdybyśmy dróżnikowi nie wynaleźli jakiejkolwiek pracy pożytecznej. A jakąż pracę pożyteczną można wynaleźć? Otóż w miejscowościach gdzie na pasach drogowych mamy drzewa nadające się na materiał budowlany, wskazanem byłoby zgrupowanie dróżników w tych miejscach i własnymi siłami przygotowanie takich materiałów jak desek na mosty, słupy na znaki drogowe, ogrodzeń osłon przeciwzaspowych i t. p.

Tenże okres zimowy należy wykorzystać na trzebienie zarośli przydrożnych, usunięcie drzew uschniętych, no i naprawę przez samych dróżników ich narzędzi pracy oraz wykorzystanie przez nich przysługującego im urlopu.

Następny okres, że go tak nazwę „okres przejściowy”, t. j. marzec, może część kwietnia i listopad. W okresie tym dużych robót może i niema są to jednak roboty bardzo odpowiedzialne, niedopatrzanie których może pociągnąć za sobą znaczne straty i szkody dla samej drogi.

Do najważniejszych robót dróżnika zaliczyć trzeba obrąbanie lodu koło izbic i jarzm mostowych, oczyszczenie mniej-

szych otworów mostów i przepustów, odwodnienie jezdni z wód wiosennych, zabezpieczenie przed przełomami przez przekopanie głębokich rowków na poboczach z jednoczesnym zagrodzeniem miejsca pojawienia się przełomu, sadzenie drzewek i doprowadzenie koron drzew do należytego stanu.

Na jedną rzecz chciałbym zwrócić uwagę PP. Kolegów: rok rocznie pozostają się zapasy niewykorzystanego tłucznia na drogach, nie rzadkie są wypadki, iż niektóre przyzmy leżą po 3 i 4 lata na miejscu i jak się to u nas mówi „wrastają w ziemię”; część szabru dróżnik używa na zaprawienie dołków, część bezpowrotnie ginie gdzieś rozjeżdżana przez furmanki lub rozrzucona przez pastuchów. Potem otrzymujemy to zjawisko, że metr ten figuruje na drodze, lecz trudno go zmierzyć i określić na oko, czy to metr, czy  $\frac{3}{4}$  lub też 0,5 metra.

Mam wrażenie, że wskazanem byłoby rok rocznie w okresie tym „prześciowym” doprowadzenie przez dróżników przyzmy do porządku przez podniesienie ich i uformowanie do wymiaru całego lub 0,5 metra.

Ostatni okres — pozostałe 7 miesięcy od kwietnia do października jest okresem normalnych robót dróżnika. Duży nacisk chcę tu położyć na posypywanie jezdni z braku żwiru tą samą ziemią z poboczy. Próba zeszłoroczna gdzie całe drogi były dwukrotnie posypywane przez najętych robotników, a potem w ciągu lata jeszcze i przez samych dróżników, — dały duży efekt. Widocznie zmniejszyła się ilość tułaczy pomimo, iż zeszły rok był wyjątkowo suchy, zmniejszyła się ilość dołków jak również i ścieralność nawierzchni drogi. Posypywanie nawierzchni przyczynia się w znacznym stopniu i do zmniejszenia ścieralności opon samochodowych i powoduje mniejsze wstrząsy samych wehikułów.

Jedynie może kurz wpływa ujemnie, jednak przy innych cennych zaletach szczególnie ten nie może być brany w rachubę.

Następnie dużo czasu w tym okresie zabiera dróżnikowi łatanie dołków. Nawet pomimo dłuższego czasu pracy nie wszyscy dróżnicy umieją te dołki łątać, ale to już jest rzecz, że tak się wyrażę, specjalności. Dużą pomocą dla szybkiego postępu pracy w łataniu dołków jest obecność bliskiej wody, a z braku takowej posiadanie przez dróżnika dwukołowych ręcznych beczek.

Takie beczki nie są zbyt drogie, a korzyści przyniosą znaczne, dlatego też należałoby dążyć, aby każdy dróżnik ją miał.

Nad drobniejszemi robotami nie będę się tutaj zatrzymywał, natomiast chcę podać pod dyskusję normy robót dróżnika w stosunku do jednego dróżnika i dnia pracy w okresie, w jakim praca ta się odbywa:

1) obrabianie lodu przy palach mostowych przy grubości lodu 40 — 60 cm sztuk pali 6;

2) czyszczenie zasp śnieżnych przy grubości śniegu nie zleżającego 20 — 30 cm —  $m^2$  250;

3) przy odwodnieniu jezdni w czasie roztopów wiosennych i jesiennych, przekopanie rowków poprzecznych przez burtę o długość 2 — 3 m sztuk 20;

4) przy obsadzaniu drogi drzewkami (kołkami wierzbowymi) na skarpach z wykopaniem dołków o wym.  $0,25 \times 0,25$  z wycięciem kołków sztuk 15 — 20;

5) posypanie jezdni z podczyszczeniem burt  $m^2$  400—500;

6) łatanie jezdni — wyoskardowanie, oczyszczenie wyoskardowanych dołków, przesianie szabru, dowiezienie szabru taczkami na odległość do 50 m., ubicie ubijaczem z polaniem wodą i przysypanie wysiewkami — 0,25 do  $0,50 m^3$  szabru (granice 0,25 — 0,50 należy rozumieć jako bliżej i dalej od siebie położone dołki, oraz płytsze lub głębsze);

7) drobna naprawa pokładu górnego mostu drewnianego 6 do  $8 m^2$ ;

8) obkoszenie rowów przydrożnych od chwastów—średnio 0,5 km obustronnych rowów;

9) pobielenie wapnem znaków hektometrowych i mostowych oraz słupów mostowych, przeciętnie 2 km;

10) podbieranie tułaczy (jeden raz na tydzień) km drogi 4 do 6;

11) oczyszczenie na pasach wyłączenia w porze jesiennej lub zimowej drobnych zarośli olszyny i łoży przy długości gałęzi 2 — 2,5 m,  $m^3$  2 do 2,5.

Chciałbym tu jednocześnie podnieść sprawę zebrań dróżniczych w Zarządach drogowych. Takie odprawy dróżników 2 razy do roku uważam za wskazane i ze wszechmiar pożyteczne. Na tych zebraniach należy informować dróżników o najnowszych



przepisach i rozporządzeniach dotyczących dróg, udzielać pochwał lub nagan i t. p. Najlepszy czas zebrań uważałbym wyplatę rocznej premji, t. j. miesiące wrzesień, październik i kwiecień.

Małą uwagę chcę tutaj dodać, by podnieść autorytet drogomistrza w oczach dróżnika; wszelkie rozporządzenia ze strony Kierownika, a prośby ze strony dróżnika winny przechodzić przez drogomistrza.

---

## PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH.

(Wrzesień 1932 r.).

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

1. *Revue Generale des Routes* Nr. 81 wrzesień 1932 r. *Zagadnienie specjalnych dróg samochodowych.*

Pismo, cytując rozmaite opinie co do budowy dróg wyłącznie dla samochodowego ruchu, przytacza również opinie ostro krytykujące tego rodzaju projekty. Autostrady są wyjątkowo drogie, (kosztują mniej więcej tyle co tor kolejowy) a służyć mogą jedynie niewielkiej ilości samochodów, chcących rozwijać ogromne szybkości. (K. F.)

2. *Schweizerische Zeitschrift für Strassenwesen* Nr. 19 22 września 1932 r. *Konkurencja kolei i samochodów.*

Konkurencja kolei i samochodów w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej daje się we znaki coraz to silniej kolejownictwu. Kolejom obecnie brak jest środków na daleko idące inwestycje, naprz. budowę własnych dróg i zorganizowanie własnego taboru samochodowego. Z drugiej strony i ruch samochodowy nie rozwija się dostatecznie, gdyż brak jest wogóle środków na daleko idącą rozbudowę sieci dróg, szczególnie w obliczu wyjątkowo wielkich sum które wypadło by płacić za wywłaszczenie terenów.

Inż. Cammen ogłosił oryginalny projekt wybudowania tras samochodowych po nad linjami torów kolejowych z tem, by kolejom pozostawić jedynie ruch towarowy, tego, że szybkości kolei już nie da się znacznie podnieść, — a cały ruch pasażerski skierować na te wyższe trasy. Dojazdy na tę trasę miałyby miejsce tylko na stacjach kolejowych. (K. F.)

3. „Autobus”. Zesz. 9 — 10. Art. red. „Projekt Statutu Państwowej Rady Drogowej”.

Art. I. W celu rozważania zagadnień z dziedziny stanu drogowego w Polsce ustanawia się przy Ministrze Komunikacji Państwową Radę Drogową, jako organ doradczy i opiniodawczy.

Art. II. Rozważaniu i opinjowaniu Państwowej Rady Drogowej podlegają sprawy, wnoszone pod jej obrady przez Ministra Komunikacji, tak z jego inicjatywy, jak i na wniosek członków Państwowej Rady Drogowej, a dotyczące dziedzin następujących:

- a) roczne sprawozdanie z wyników gospodarki drogowej i roczny plan gospodarki drogowej (konserwacja, meljoracja),
- b) ogólne plany budowy nowych dróg i mostów drogowych,
- c) ogólne plany ulepszenia i wzmacniania nawierzchni drogowych,
- d) ogólny plan rozwoju urządzeń na istniejących drogach,
- e) zasady regulaminów i przepisów przewozowo-porzadkowych ruchu drogowego i związanych z nimi ustaw i rozporządzeń szczególnie jeśli idzie o uzgadnianie ruchu zarobkowego z ruchem publicznym,
- f) wszelkie inne sprawy z zakresu drogowego, które Minister, podda obradom Państwowej Rady Drogowej.

Art. III. Państwowa Rada Drogowa składa się:

a) z przedstawicieli Ministerstw: Przemysłu i Handlu, Rolnictwa, Poczty i Telegrafów, Skarbu, Spraw Wewnętrznych, oraz Spraw Wojskowych, wyznaczonych przez właściwych Ministrów, po jednym od każdego ministerstwa,

b) z przedstawicieli Związku Miast Polskich Powiatów, Związku Rzemiosł, oraz Rad Wojewódzkich,

c) z przedstawicieli organizacji gospodarczo-społecznych z specjalnem uwzględnieniem Izb Przemysłowo-Handlowych, Automobilklubu, Turingklubu, Związku Motocyklowego R. P., Związku Właścicieli Przedsiębiorstw Autobusowych R. P., Stowarzyszenia Członków Polskich Kongresów drogowych, Zw. Związków Właścicieli Taksówek R. P.

d) z fachowców wybitnie znanych na polu drogowem, mianowanych przez Ministra Komunikacji.

Liczbę i wykaz organizacji, o których mowa w pkt. c, ustala Minister Komunikacji.

Każdy członek Państwowej Rady Drogowej będzie miał zastępcę z wyjątkiem mianowanych zgodnie z pkt. d niniejszego Art. przez Ministra Komunikacji. Członkowie Państwowej Rady Drogowej, oraz zastępcy członków są mianowani, względnie wybierani na okres trzyletni, po którego upływie mogą być mianowani i wybrani ponownie.

Miejsce opróżnione w Państwowej Radzie Drogowej przed upływem trzechlecia obsadza się zgodnie z postanowieniem tego artykułu tylko na okres do końca trzechlecia.

Art. IV. Oprócz przedstawicieli ministerstw wyszczególnionych w art. III., pkt. a) w naradach Państwowej Rady Drogowej, mogą brać udział z głosem decydującym przedstawiciele innych ministerstw na zaproszenie Ministra Komunikacji, jeżeli pod obrady przychodzą sprawy, w których odnośne ministerstwa są interesowane.

Art. V. Przewodniczącym Państwowej Rady Drogowej jest Minister Komunikacji, a jego zastępcą Wiceminister Komunikacji (Podsekretarz Stanu).

Posiedzenie Państwowej Rady Drogowej zwołuje Minister Komunikacji najmniej dwa razy na rok, lub częściej w miarę potrzeby, jak również na jedynomyślny wniosek jednego ze stałych komitetów Rady.

Uchwały Rady zapadają zwyczajną większością głosów członków obecnych, mających głos decydujący, z zaznaczeniem jednak w protokule zdania mniejszości.

Art. VI. W zakres swej kompetencji Państwowa Rada Drogowa może stawiać wnioski i zapytania do Ministra Komunikacji.

Art. VII. Do badania i przygotowania spraw, wnoszonych na plenum Państwowej Rady Drogowej, Rada ta może tworzyć ze swych członków stałe komitety.

Przewodniczących komitetów i ich zastępców, wybranych przez Państwową Radę Drogową, z pośród swych członków, zatwierdza Minister Komunikacji. Państwowa Rada Drogowa może wyłaniać ze swego grona komisje specjalne do opracowania lub zbadania spraw poszczególnych.

Art. VIII. Porządek obrad i biegu spraw Państwowej Rady Drogowej i stałych komitetów, jak również zakres działalności i kompetencji ostatnich ustala regulamin, wydany przez Ministra Komunikacji, po zasięgnięciu opinii Rady.

Niektóre sprawy wedle swego uznania Państwowa Rada Drogowa może przekazywać stałym komitetom do rozważania i zaopiniowania ostatecznego.

Art. IX. W sprawach wyszczególnionych w art. II. decyduje Minister Komunikacji po zaznajomieniu się uprzedniem z opinią Państwowej Rady Drogowej.

Art. X. W razie bezpośredniego zdecydowania w drodze nagłej spraw, które zgodnie z art. II. podlegają uprzedniej opinii Państwowej Rady Drogowej, sprawy te i swe co do nich decyzje Minister komunikuje Państwowej Radzie Drogowej na najbliższem posiedzeniu Rady. (Kk.)

4. „Ilustrowany Kurjer Codzienny” 2.X. 1932 r. Nr. 273. Prof. dr. Julian Nowak b. Prezes Rady Ministrów. „Dobre drogi podstawą obrony narodowej”.

Autor przypomina czytelnikom, że impuls do zastosowania samochodu jako czynnika wojennego na wielką skalę, dała w wojnie światowej bitwa nad Marną, gdzie rostrzygającym czynnikiem było przewiezienie dużej armji na pole bitwy samochodami.

Sprawozdanie z ostatnich manewrów, odbytych we Francji, w okolicy Chalons, (pod kierownictwem Naczelnego Wodza wojsk francuskich generała Weygenda), których zadaniem było wykazać doniosłość motoryzacji wojsk operujących, stwierdziło wielką rolę jaką odgrywają drogi przy posługiwaniu się pojazdami mechanicznymi do przerzucania jednostek bojowych z miejsca na miejsce. Pierwszorzędną rolę przy tem odgrywa jakość nawierzchni dróg, które na wiosnę, w jesieni, podczas niepogody i wilgoci muszą mieć twardą i pewną nawierzchnię, gdyż motoryzacja armji przy drogach miękkich i wogóle nieodpornych na działanie atmosferyczne natrafia na przeszkody nie do zwalczenia.



Pod tym kątem widzenia drogi i pojazdy mechaniczne nabierają nowego, nader doniosłego znaczenia, a to jako pierwszorzędny czynnik obrony narodowej i do pewnego stopnia jej podstawą, która z dnia na dzień staje się coraz ważniejszą.

Autor przychodzi do słusznego wniosku, że sprawa dróg już nie tylko jako czynnik ekonomicznego rozwoju państwa, ale jako fundamentalny czynnik zagadnienia obrony państwa jest pierwszorzędnej doniosłości i dłużej lekceważoną być nie może.

Drogi być muszą i to za wszelką cenę!

(Kk.)

#### IV. Ogólne warunki techniczne projektowania i budowy dróg.

1. *Verkehrstechnik* Nr. 23—5 września 1932 r. M. Tuntz. *Drogi dla rowerów*. (3 str. + 5 fot.),

Autor zaczyna artykuł od uwagi że w miarę polepszenia się dróg zwiększa się ilość nieszczęśliwych wypadków drogowych. W ostatnich latach ogromnie wzrasta procent wypadków, w których brały udział rowery.

Zamiast budowania szos o szerokości ośmiu metrów, należy raczej robić drogę bitą dla samochodów o szerokości 6 metrów, a ponadto osobno drogę dla rowerów o szerokości 2 metrów. W tych warunkach bardzo zmniejsza się ilość nieszczęśliwych wypadków, a przytem i wybudowanie tego rodzaju drogi jest znacznie tańsze.

(K. F.)

#### IX. Drogi betonowe.

1. *Good Roads* Vol. 8 Nr. 9 1 września 1932 r. *Najdawniejsza jezdnia betonowa w Stanach Zjednoczonych*.

Pierwszą betonową jezdnię w Stanach Zjednoczonych wybudowano w Bellefontaine w 1892 roku.

Do dziś jezdnia ta jest w zupełnie dobrym stanie. (K. F.)

2. *Die Betonstrasse* Nr. 9 — wrzesień 1932 r. Dr. Inż. Petry i Streit: *Uwagi do przepisów budowy dróg cementowych*. (4 str.).

Stueiengesellschaft für Automobilstrassenbau wyłosiło 1 czerwca 1932 r. komisję dla opracowania Przepisów budowy cementowanych dróg.

Komisja odbyła cały szereg posiedzeń i zbadała obszerną literaturę w tym przedmiocie, gdyż ostatnio na terenie Anglii i Niemiec tego rodzaju drogi, różniące się znacznie od dróg betonowych wywołały wielkie bardzo zainteresowanie, jako drogi trwałe, a znacznie tańsze od betonowych. W wypadkach jednak dużego i ciężkiego ruchu drogi te nie mogą zastąpić betonowych.

Maksymalny ruch, które drogi te mogą wytrzymać w Anglii jest obliczony na 2,000 tonn, a w Niemczech na 3,000 tonn dziennie.

Budowa dróg tych wymaga specjalnego doświadczenia i praktycznych znajomości, dlatego więc „Przepisy” niemieckie zawierają wskazówkę, że należy je wykonywać nie sposobem gospodarczym, lecz oddając je doświadczonym przedsiębiorstwom do wykonania.

I w Anglii i w Niemczech tego rodzaju drogę uważa się za ostateczną nawierzchnię, podczas gdy w Belgii na tego rodzaju nawierzchnię układa się jeszcze smołę lub asfalt.

Do wykonania tych dróg Anglicy używają wysokowartościowego cementu, a Niemcy zadowolniają się normalnym. (K. F.)

## X. Drogi asfaltowe i smołowe.

Asphalt und Teer Strassenbautechnik Nr. 37 14 września 1932 r. In z. Ott: *Cegły bitumiczne*. (5 str. + 7 fot.).

Wobec trudności związanych z układaniem na gorąco, a przedewszystkiem wobec konieczności utrzymania przez cały czas równej temperatury, zaczęto wytwarzać kostki pod silnem ciśnieniem z mieszaniny piasku, wapna i bitumów.

Kostki te zawierają bardzo dużą stosunkowo ilość bitumów, (do 12,5% wagi całości).

Po ułożeniu tej kostki uzyskuje się wyjątkowo dogodną nawierzchnię drogową, bo najzupełniej nie tracącą swej szorstkości przy zwilżeniu, a więc pod deszczem. Równocześnie też nawierzchnie te nie pokrywają się nigdy lodem.

Normalnie kostki te wytwarza się grubości 5 (lub 6) cm, o wymiarach powierzchni 25 na 12 cm.

Kostkę tę bardzo wygodnie układać, przyczem układanie jej wymaga dużo więcej roboty ręcznej, aniżeli budowa każdej innej bitumicznej nawierzchni.

Najdawniej kostka ta została ułożoną w 1927 r. w Neunestettin. Ruch na ulicy, gdzie ułożono tę kostkę początkowo stanowił 800 tonn, a ostatnio doszedł do 1500 tonn dziennie. Od czasu ułożenia, t. j. od pięciu lat nawierzchnia ta nie wymagała żadnych poprawek, chociaż ruch na niej był znaczny i mieszany.

Dotychczas mało układano tej kostki, gdyż była ona drogą, obecnie jednak kalkuluje się ona po 3,50 marek za metr kwadratowy u wytwórcy.

Po za wyżej przytoczonymi cechami dodatnimi liczyć się należy jeszcze i z tem, że wytrzymuje ona najcięższy nawet ruch oraz że układanie jej może się odbywać przy wszelkiego rodzaju pogodzie. (K. F.)

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

1. Revue Generale des Routes. Nr. 81 wrzesień 1932. *Oświetlenie dróg pod Marsylją*.

Coraz to więcej się odczuwa konieczność oświetlenia dróg pozamiejskich dla ruchu samochodowego.

Ostatnio zdecydowano pod Marsylją oświetlić elektrycznością drogę do Aix na długości 20 kilometrów. (K. F.)

2. Verkehrstechnik Nr. 24. 24 września 1932 r. D. W. Susendorf. *Autobusy w Niemczech*. (3 str. + 6 tabl.).

Ilość zarejestrowanych autobusów:

R o k	Ilość w sztukach	% przyrostu rocznego
1 lipca 1924	1,833	
1925	3,222	77%
1926	5,086	58
1927	67,632	30
1928	8,596	29
1929	10,593	23
1930	11,984	13
1931	12,103	1

Faktycznie pozostawało autobusów w obiegu w końcu każdego roku:

1927	3,821	
1928	5,861	+ 53%
1929	7,012	+ 20
1930	7,418	+ 6
1931	6,509	- 12

Długość eksploatowanych linii w kilometrach:

1927	38,488	
1928	48,152	+ 25%
1929	59,716	+ 24
1930	63,597	+ 7
1931	62,932	- 1

Osób przewieziono (w milionach):

1927	101,93	
1928	442,12	+330%
1929	599,34	+ 35
1930	539,26	- 10
1931	424,01	- 23

(K. F.).

3. Verkehrstechnik, Strassenbau und Strassenunterhaltung Nr. 15.  
5 września 1932 r. *Pierwsza niemiecka autostrada.* (5 str. + 7 fot.).

Pierwszą niemiecką autostradę z Kolonii do Bonn oddano do użytku publicznego 6 sierpnia b. r.

Nawierzchnia tej autostraty jest asfaltową na 18,5 kilom. a z drobnej kostki na 1,5 kilometrach.

Drogę wybudowano dla ruchu dwukierunkowego, środkiem drogi biegnie biała linja, której niewolno przekraczać. Po brzegach drogi ustawiono co 33 metry białe słupki, wysokości 60 centymetrów w tym celu aby pociemku oraz podczas mgły łatwiej było się orjentować w tem, gdzie się kończy szerokość drogi.

W celu uniknięcia oślepienia się przez spotykające się samochody po-



stanowiono oświetlać drogę w nocy; obecnie czynione są próby różnych gatunków elektrycznych lamp.

Zatrzymywanie się i zawracanie na drodze jest zabronionem.

W celu zatrzymania się bądź naprawy wozu należy zjechać na pobocze.  
(K. F.),

## XVI. Kongresy, zjazdy drogowe, wystawy, sprawozdania, konkursy.

1. Verkehrstechnik Nr. 23 i 24, 5 i 15 września 1932 r. *23 Kongres Międzynarodowego związku tramwaj i kolejek dojazdowych w Hadze.* (4 str. + 5 str.)

Od 27 czerwca do 2 lipca odbywał się w Hadze kongres, na który z 23 państw przybyło około 600 uczestników.

Omawiano następujące tematy: Gospodarczo celowa eksploatacja tramwajów, sposoby pobierania opłat od pasażerów, motory i wykorzystanie prądu, stalowe wozy, komunikacja w bardzo przeludnionych częściach miast, trolejbusy, ujednostajnienie wymagań technicznych od motorów, systemy hamulców, rozkłady jazdy przy gęstym ruchu, usuwanie hałasów, konkurencja między kolejami i samochodami, ulepszenia komunikacji zapomocą elektryfikacji ruchu. Kolejka górską w Bawarii, używanie motorów Diesel'a, nowoczesne karoserje autobusowe, zwalczanie oporu powietrza, koleje dojazdowe a główne i samochody, uginanie się szyn kolejowych i t. p.

(K. F.).

## XVIII. Różne.

1. Revue Generale des Routes. Nr. 81 wrzesień 1932 r. *Szerokość dróg publicznych we Francji.*

Stara sieć Routes Nationales przedstawia się następująco:

25.000 kilometr, szesokości 6 metrów i więcej	
13.000	od 4,50 do 6,00
2.000	poniżej 4,50

Nowa sieć Routes Nationales:

4.000	6,00 i szerzej
25.000	od 4,50 do 6,00
11.000	poniżej 4,50

(K. F.).

2. Good Roads. Nr. 9. 1 września 1932 r. *Drogi we Włoszech.*

Ogólna długość sieci drogowej stanowi 105,637 mil. w czym jest nawierzchni makadamowej 76,060, smołowanej — 19,014 mil, — asfaltowej, betonowej i kostki granitowej 10,563 mil,

Na drogach włoskich kursowało według wiadomości na 1 lipca 1931 roku 301.407 samochodów zarejestrowanych.  
(K. F.).

3. Der Strassenbau Nr 18. 15 września 1932 r. *Streszczenie niektórych działów książki Dr. Inż. F. Todt'a o źródłach błędów w budowie dróg smołowych i asfaltowych.* (5 str.).

W przytoczonym artykule znajdziemy ciekawe dane o ciśnieniu kół pojazdów na jezdnię.

Obliczenie ciśnienia płaskiego metalowego obręcza koła jest łatwe.

Sprawa się skomplikowała, gdy oprócz konnych pojazdów na drogach zjawiały się pojazdy mechaniczne, które przy szybszym poruszaniu się pneumatyków po drogach zaczęły wyrywać lepiszcze z pomiędzy kamyków na szosach. W rezultacie tego ciężar koła zaczął rozkładać się nie równomiernie, a tylko wywierać nacisk na wystające kamyki.

Normalne ciśnienie opon pneumatycznych zależnym jest głównie od siły ciśnienia wewnątrz opony. Balonowa opona wywiera ciśnienie od 3 do 5 kilogramów na centymetr kwadratowy, a normalna opona — od 8 do 16 kilogramów.

Pełne gumy pięcioletniego samochodu wywierają następujące ciśnienie na  $\text{cm}^2$ ,

Opona	przy normalnem ciśnieniu		przy uderzeniu	
	elastyczna	pełna	elastyczna	pełna
przednie koło	19,6	22,0	27,4	55,0
tylne koło	24,0	26,9	36,0	67,3

Jeżeli wychodzić z obliczonego ciśnienia, wywieranego przez stojący wóz, należy dodać jeszcze następujące cyfry na wstrząsy i ewentualne nieodpowiednie szybkości:

15% dla opon balonowych.

40% dla mocno nadętych opon pneumatycznych.

410% dla gum pełnych będących w dobrym stanie,

520% dla zużytych gum.

Wobec powyższego ciśnienie koła przedstawia się jak poniżej:

żelazne obręcze przy ruchu czysto konnym od 10 do 20  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,

żelazne przy ruchu mieszanym do 125  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,

pneumatyczne opony od 3 do 16  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,

pełne gumy w dobrym stanie 60 — 70  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,

pełne gumy — zużyte 80 — 90  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

(K. F.).

SPRAWOZDANIE PREZYDJUM ZARZĄDU  
STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH KONGRESÓW  
DROGOWYCH.

Na dzień 1 listopada 1932 r. Stowarzyszenie liczyło 577 członków; zwyczajnych 570 i wspierających 7; w tem osób fizycznych 445 i osób zbiorowych 132.

Pozostałość gotówki na dzień 1.X. 1932 r. 20576 zł. 67 gr.

Wpłynęło w październiku 1932 r. . . . . 605 „ 00 „

Razem . . . . . 21181 zł. 67 gr.

Wydano w październiku 1932 r. . . . . 445 zł. 75 gr.

Pozostaje na dzień 1 listopada 1932 r. 20735 zł. 92 gr.

(w P. K. O. — 616 zł. 22 gr., Polskim Banku Komunalnym 20098 zł. i u skarbnika 21 zł. 70 gr.).

PRZYSTĄPILI DO STOWARZYSZENIA  
W PAŹDZIERNIKU 1932 R.

*B. Członkowie zwyczajni.*

b) osoby fizyczne.

540. Janicki Jan, porucznik inż. — Warszawa, Praga, Jagiellońska 27/16.

Prezes (—) *M. Nestorowicz.*

Sekretarz (—) *L. Borowski.*

SPRAWOZDANIE KASOWE KURATORJUM FUNDUSZU  
STYPENDJALNEGO IMIENIA PROF. M. W. NESTOROWICZA

Na dzień 1 października 1932 r. fundusz stypendjalny wynosił . . . . . 21363 zł. 16 gr.

W październiku wpłynęło. . . . . 485 „ 33 „

Razem . . . . . 21848 zł. 49 gr.

Wydano na nabycie obligacyj Państwowej 7% stabilizacyjnej pożyczki dolarowej nominalnej wartości 4200 dolarów . . . . . 20446 zł. —

Wobec tego pozostaje na dzień 1 listopada da gotówką. . . . . 1402 zł. 49 gr.



(Książeczka wkładkowa P. K. O. Nr. 803385 na kwotę 83 zł. 92 gr., książeczka oszczędnościowa K. K. O. Nr. 8128 na kwotę 1157 zł. 49 gr. i konto czekowe P.K.O. Nr. 17212 na kwotę 161 zł. 08 gr.) oraz obligacjami 7% pożyczki stabilizacyjnej 4200 dolarów wartości nominalnej.

Za Kuratorjum (—) *Inż. W. Godlewski.*  
(—) *Inż. L. Borowski.*

---

---

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.

