

zaokrąglonej, nazywany często "brukiem z kocich łbów", nie jest dla ruchu kołowego dogodny, gdyż jest to bruk zwykle trzęski, hałaśliwy, oprócz tego daje dużo kurzu względnie błota /jednak znacznie mniej, niż droga bita, jest przesiąkliwy, niehygieniczny, gdyż trudno go utrzymać w czystości. Co do trwałości, tę o ile materiały użyte do budowy takiego bruku są twarde i bruk jest zbudowany starannie i z dość dużych kamieni /15 - 20 cm. wysokości/ wtedy bruk taki jest trwały i może znosić względnie silny ruch kołowy. Wreszcie może jedyną dodatnią stroną tego bruku, że jest względnie nie śliski i może być z tego powodu używany na znacznych nawet spadkach.

#### B r u k i   k a m i e n n e   k o s t k o w e

/duże kostki/. Jest to bruk układany z kamieni, które mają mniej lub więcej prawidłową formę.

•     Bruk taki układa się na fundamencie /posadzie/ z piasku /warstwa grubości 15 - 20 cm, pożądanym jest żwir albo na pokładzie kamienia jak w systemie drogi bitej Tresaguet, o grubości 15 - 25 cm.; pokład ten składa się z kamieni kliniastych, ostrzem ułożonych do góry; kamienie ułożone ściśle jeden do drugiego i "zaćwiekowane" tłuczniem; powierzchnia pokładu wyrównywana się i ubija się ręcznie, bądź też uwalcowywa się. Wreszcie

często bruk układa się na warstwie betonu grubości 15 - 25 cm. Beton ma skład 1:2:4 do 1:3½:7, a najczęściej 1:3:6 z cementu piasku i tłucznia, względnie z grubego odsianego żwiru; tłuczeń jest lepszy, gdyż taki beton jest mocniejszy niż beton z gładkim żwirem, który nie daje tej zczepności, co tłuczeń.

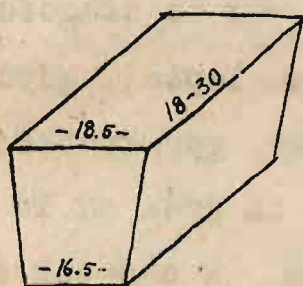
Jeżeli bruk kostkowy buduje się na fundamencie kamiennym lub betonowym, wtedy na wierzch tego fundamentu musi być dana warstwa piasku, która ma za zadanie stanowić niejako sprężystą poduszkę między nawierzchnią /kostkami/ a fundamentem.

**M a t e r j a ł   n a   k o s t k i .** Do bruków tych, jako drogich, znanych dawno, jednak w szerokim zakresie stosowanych dopiero od kilkadziesiąt lat, używać trzeba wyłącznie skał twardych, jak granitu, bazaltu, porfiru, andezytu i t.d.

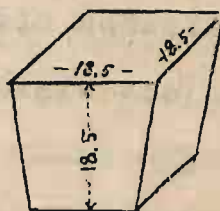
**F o r m a   k o s t e k .** Początkowo nadawano kostkom formę prawidłowych sześciątów, sądzono, że po zdeformowaniu górnego boku takiej kostki, można ją będzie odwracać na dół lub na boki, doświadczenie pokazało jednak, że takie obracanie kostek nie jest bardzo praktyczne, bo wierzchni bok będąc bardzo zaokrąglony nie może stanowić dobrej podstawy, gdy go się obróci na dół, a będąc obrócony na bok, tworzy zbyt szerokie



spoiny; poza tem obrabianie kostek w formie zupełnie prawidłowych sześciątów jest bardzo kosztowne; z tych względów kostkom kamiennym obecnie częściej nadaje się formę inną, a mianowicie równoległościanu, zwężonego cokolwiek ku dołowi /o 1 - 2 cm. / /Rys. 56/, lub sześcianu również zwężonego ku dołowi /Rys. 57/. Wymiary używanych kostek są bardzo różne.



Rys. 56.



Rys. 57.

Wysokość kostki najczęściej wynosi 15-16 cm.; przy dostawach dopuszcza się róż-

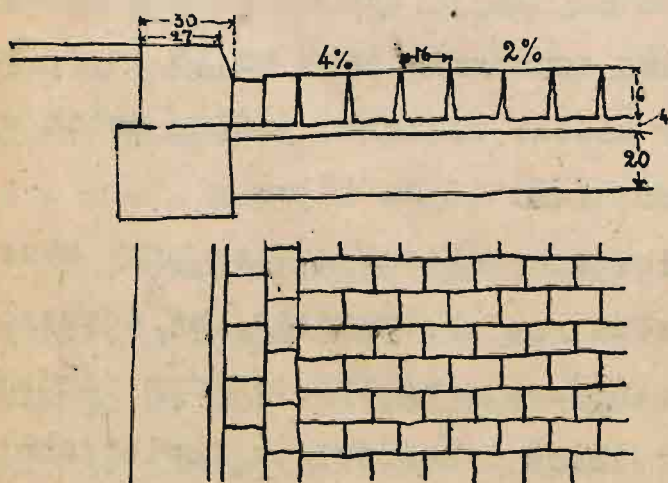
nica wysokości o 2 cm. /t.j. dopuszcza się wysokość 15-17 cm, gdy wysokość oznaczona jest na 16 cm./; przed układaniem należy kostki dobierać podług dwóch wysokości: od 15 do 16 cm. i od 16 do 17 cm.

Drobne różnice w wysokości kostek przy stosowaniu twardych fundamentów /np. betonowego/ są dopuszczalne, gdyż warstwa piasku dawana na tym twardym fundamencie daje możliwość te różnice wysokości na powierzchni jezdni wyrównywać.

Szerokość i długość kostek. Dawniej stosowano bardzo duże kostki. Stare

bruki włoskie mają wymiary 40 x 60 cm; okazało się jednak, że wąskie kostki są praktyczniejsze; w ostatnich czasach w Anglii przyjęła się szerokość 8-10 cm. Bruk taki nie jest zbyt śliski, gdyż szwy są gęste. W innych krajach zastosowano nieco szersze kostki /12 - 13 cm/. W szerokości może być dopuszczana również różnica do 2 cm, należy jednak przy układaniu kostki tak dobierać, aby w kostkach układanych w jednym rzędzie różnica ta nie była większa niż 1 cm. Co do długości kamienia, to im ona jest większa, tem lepiej, gdyż wtedy jest mniej podłużnych spoin /szwów/, gdy kostki układają się poprzecznymi rzędami; długość ta bywa od 16 do 30 cm

U k ł a d a n i e   b r u k u   k o s t k o w e -  
g o . Bruk kostkowy układa się najczęściej rzędami pro-

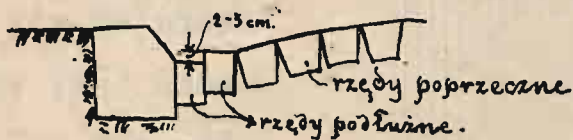


stopadkami do  
osi ulicy z  
wyjątkiem  
dwóch lub  
trzech rzę-  
dów podłuż-  
nych, jakie  
na ulicach  
miejskich

Rys. 59.

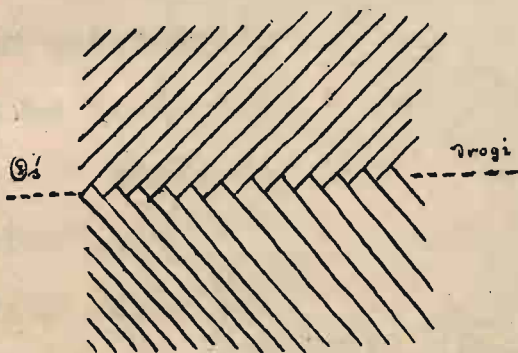
z chodnikami dla pieszych układa się z boków jezdni w

celu utworzenia ścieku /"rynsztoka"/ /Rys.58/

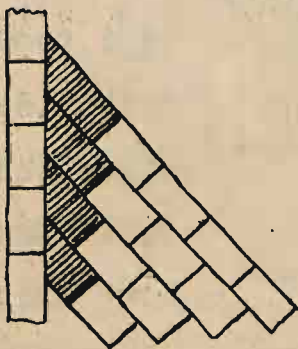


Rys. 58.

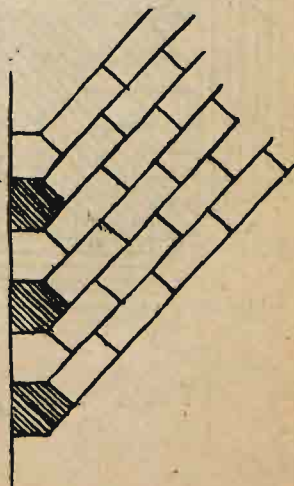
układa się kamienie rzędami pod  $45^\circ$  do osi drogi, przedstawia on jednak pewne niedogodności, gdyż wymaga na



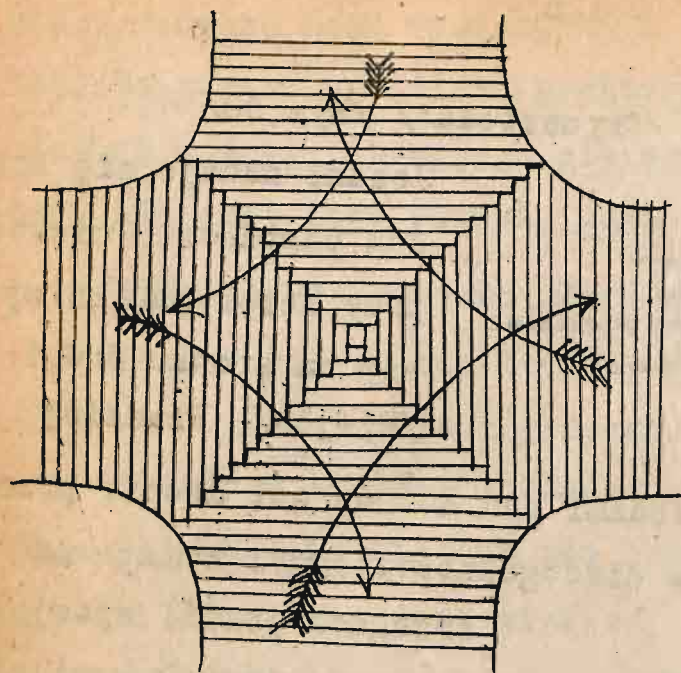
brzegach jezdni specjalnie obróbianych kamieni /Rys. 60 i 61/. Najczęściej jednak układa się kostki rzędami prostopadłymi do osi ulicy, jedynie przy skrzyżowaniach dróg /Rys. 62,



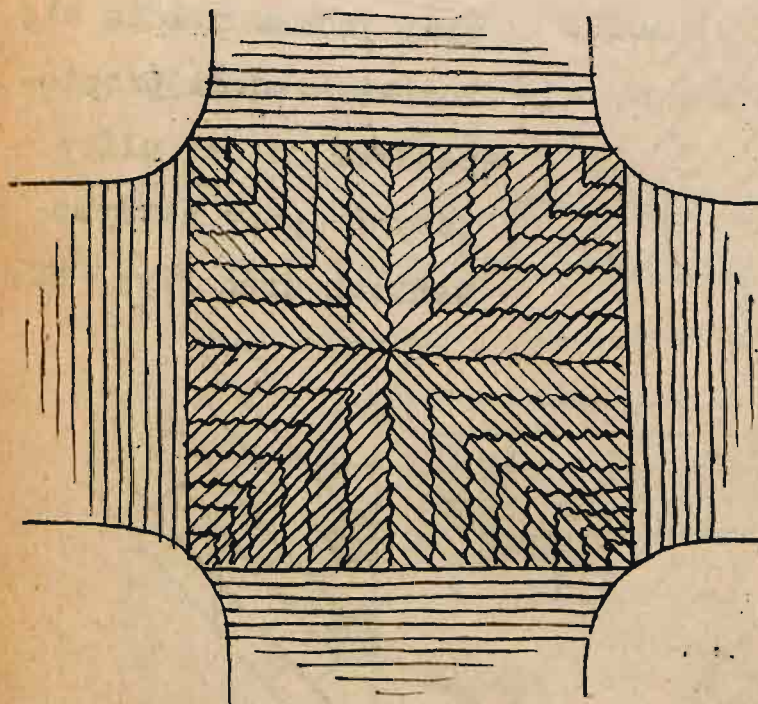
Rys. 61.







Rys. 62.



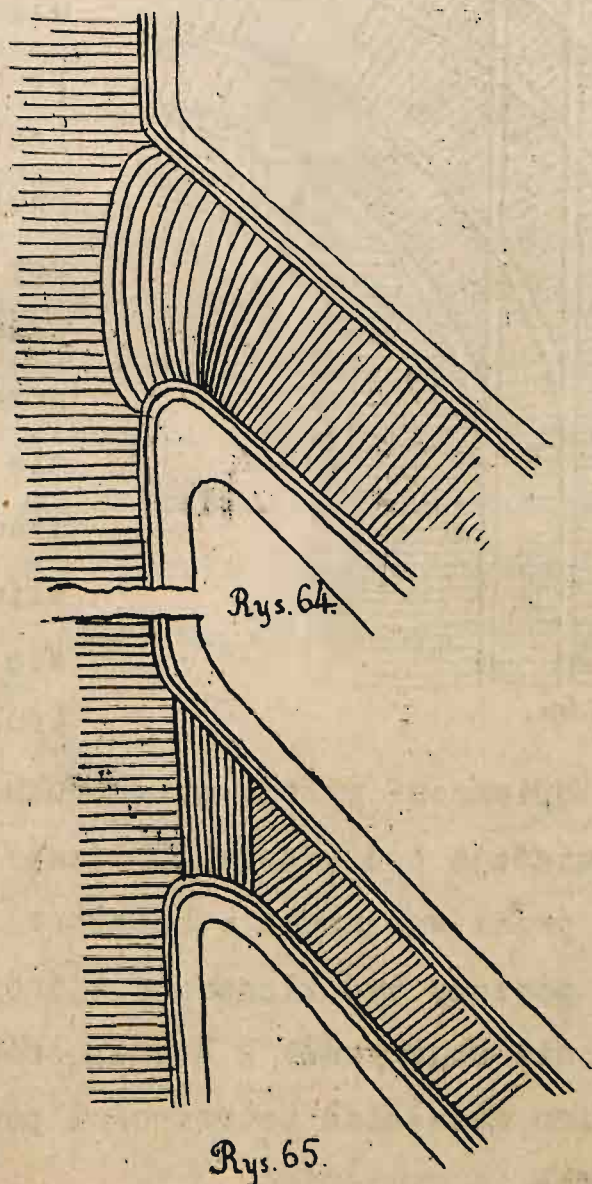
Rys. 63.

63, 64, 65 i 66/,  
układa się je w  
rzędach ukośnych  
starając się im  
nadać taki kieru-  
nek, aby był pro-  
stopadły do kie-  
runku ruchu. Roz-  
wiązań tu możemy  
mieć bardzo dużo  
przytoczone na  
rysunkach są naj-  
prostsze.

Przy układa-  
niu bruku kostko-  
wego przedewszyst-  
kiem ułożone być  
powinny krawężni-  
ki i podłużne rzę-  
dy kostek, stano-  
wiące ściek, je-  
żeli mamy do bu-  
dowy ulicę miej-  
ską z chodnikami,

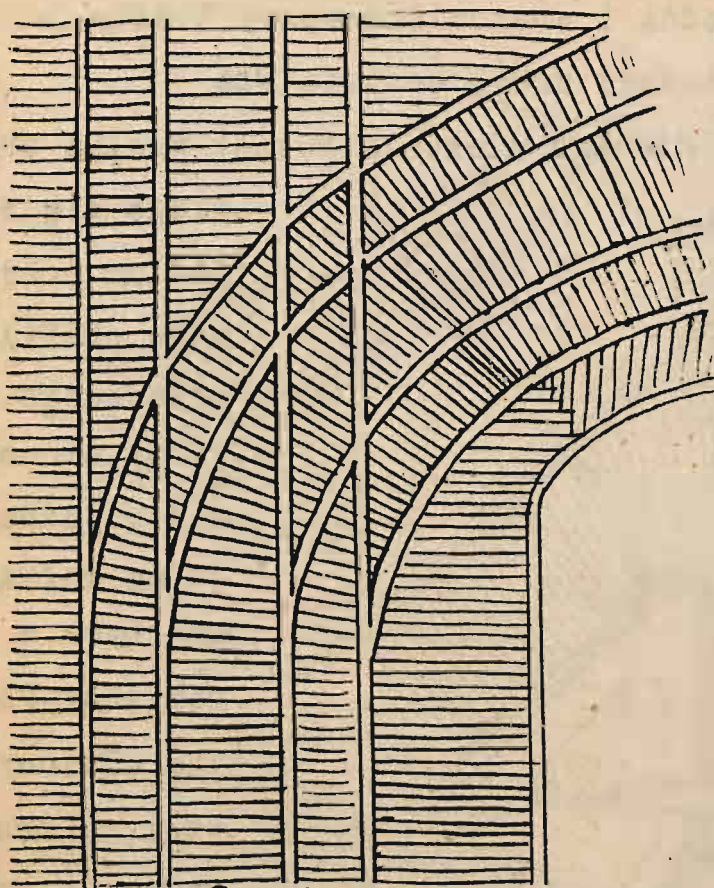
a rzędy podłużne kostek lub też krawężniki, układane w poziomie jezdni i stanowiące opory boczne jezdni, jeżeli mamy do budowy drogę pozamiejską.

Dla prawidłowego ułożenia kostek wzdłuż drogi na



ciąga się sznury podług projektowanego profilu poprzecznego, sznury te umocowywa się z jednego końca na kołkach zatkniętych w spoiny pomiędzy rzędami już ułożonych kostek, z drugiego końca - na szablonie drewnianym ustawionym prostopadle do osi drogi. Sznury te naciągają się i podług nich kostki układają się wyżej, niż ma być projektowana po-





Rys. 66.

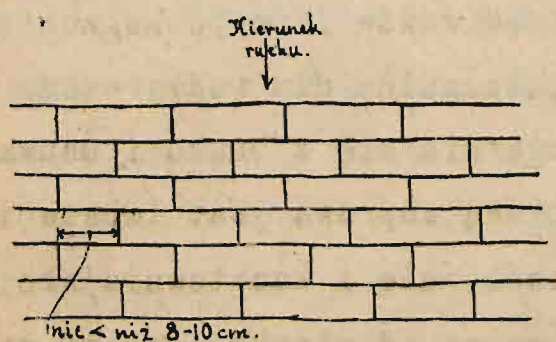
wierzchnia  
jezdni, o 3  
4 cm., a to  
dlatego, że  
po ułożeniu  
kostek przez  
brukarzy, któ-  
rzy osadzają  
każdą kostkę  
przez uderze-  
nie jej młot-  
kiem brukar-  
skim, ubija  
się ułożony  
bruk taran-

kami /ubijakami/, opisanemi wyżej, przy bruku zwykłym, przyczem kostki osiadają o 3 - 4 cm. Ubijanie kostek winno być robione przez wprawnych robotników. Uderzenia niezbyt silne powinny być kierowane w środek kostki aby kanty jej się nie obłamywały a kostka równo osiadła pod uderzeniem. Mimo wszelkich ostrożności pewna ilość kostek pęka i trzeba je wymieniać.

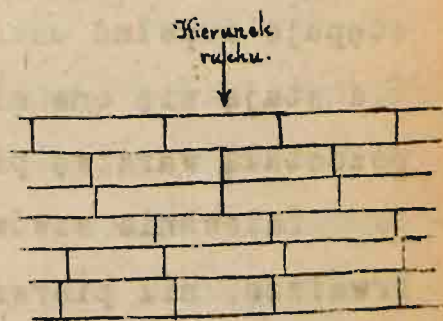
W kierunku układanych rzędów kostek również naciąga się sznury i podług nich układa się rzędy. sznury te idą



w kierunku prostopadłym do osi drogi, jeżeli kostki układa się rzędami prostopadłymi do osi drogi, lub pod kątem  $45^{\circ}$ , gdy rzędy układa się pod tym kątem do osi drogi. Przy układaniu kostek rzędami, dobiera się je podług szerokości tak, aby różnica między szerokością poszczególnych kostek nie była większa niż 1 cm. Szwy pomiędzy rzędami kostek powinny wynosić 3 - 8 mm i nie powinny być większe; natomiast podłużne szwy pomiędzy poszczególnymi kostkami staramy się dawać jaknajwęższe. Przy układaniu kostek należy zwrócić uwagę na konieczność przewiązywania szwów podłużnych w sąsiadujących ze sobą rzędach kostek, aby uniknąć podłużnych szwów dłuższych niż szerokość jednego rzędu kostek, co przy ruchu wozów łatwo mogłoby wywoływać tworzenie się kolo-in. /Rys. 67/.



Dobre przewiązywanie szwów.



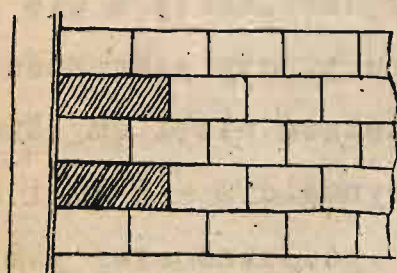
Złe przewiązywanie szwów

Rys. 67.

Często aby otrzymać dobre przewiązywanie szwów przy brzegu rzędów daje się, co drugi rząd /Rys. 68/

kostki o długości półtora razy większej niż normalna.

**Wypełnianie szwów.** Czynność ta



Rys. 68.

ma wielkie znaczenie w stosunku do trwałości bruku i jego zdrowotności. Wypełniać szwy można: 1/ piaskiem, 2/ zaprawą cementową 3/ asfaltem naturalnym lub sztucznym.

Wypełnianie szwów piaskiem jest najtańsze, ale i najmniej trwałe; wykonywa się w ten sposób, że bruk kostkowy po ubiciu zasypuje się warstwą piasku grubości około 5 cm. i pozostawia przez czas dłuższy; dobrze jest wtedy polewać bruk, gdyż piasek wraz z wodą wsiąka w szwy i bruk powoli "zasysa się". Z czasem następuje zupełne uszczelnienie szwów i do pewnego stopnia stają się one nieprzepuszczalne dla wody; wtedy pozostałą warstwę piasku zgarnia się z bruku i usuwa.

Zalewanie szwów cementową zaprawą jest lepsze i trwalsze, niż pierwszy sposób, ale i kosztowniejsze; wymaga ono, aby szwy były wolne od piasku i ziemi na głębokość 7 - 8 cm. i były zmoczone wodą przed zalaniem cementową zaprawą.

Zaprawa cementowa używana jest w stosunku 1 : 2 cementu i piasku i powinna być rzadka, aby dokładnie



wypełniła szwy. Po zalaniu należy ruch otworzyć dopiero po 8 - 10 dniach, aby zaprawa mogła dostatecznie stwardnieć.

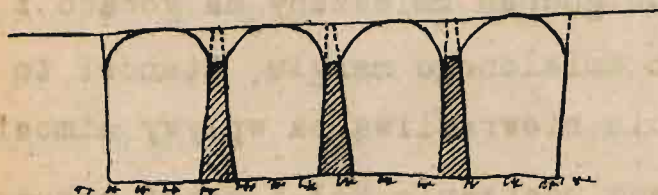
Wypełnienie szwów zaprawą cementową jest nieprzepuszczalne dla wody, z tego względu ma wyższość nad wypełnieniem piaskiem; ujemną stroną tego wypełnienia jest to, że pod wpływem uderzeń kół o bruk i zmian temperatury kruszy się i rujnuje.

Wypełnieniem szwów asfaltem naturalnym lub sztucznym jest najtrwalsze, najhygieniczniejsze, ale i najdroższe. Lepszy jest asfalt naturalny, a właściwie tak zwana smoła ziemna lub gudron zmieszany na gorąco z pewną ilością lössu lub zmielonego marglu. Stanowi to mieszaninę po zastygnięciu niewrażliwą na wpływy atmosferyczne, dobrze znoszącą uderzenia kół i kopyt wskutek elastyczności smoły względnie asfaltu. Gorsze znacznie jest wypełnianie szwów sztucznym asfaltem ze smoły otrzymanej przy destylacji węgla kamiennego i z domieszką lössu lub marglu. Mieszanina ta jest więcej wrażliwa na wpływy atmosferyczne, dość szybko staje się kruchą i traci najcenniejszą cechę swoją - elastyczność. O składzie szczegółowym naturalnego i sztucznego asfaltu będzie mowa przy brukach asfaltowych.

U b r z y m a n i e   b r u k u   k o s t k o w e -

g o . O ile bruk taki jest wykonany prawidłowo, a materiały użyte, dobre, utrzymanie kosztuje bardzo mało i przez dłuższy czas po wybudowaniu polega na usuwaniu zwietrzałych kamieni, które przypadkowo dostały się do nawierzchni, na poprawianiu przypadkowych uszkodzeń nawierzchni, uzupełnianiu wypełnienia szwów oraz na oczyszczaniu nawierzchni od kurzu i błota ewentualnie w miastach na zmywaniu nawierzchni.

Bruk kostkowy zczasem pod wpływem ruchu zużywa się, kostki ścierają się, zaokrąglając się, tworząc przy szwach znaczne zagłębienia /Rys. 69/; jezdnia staje się



Rys. 69.

nierówną, trzęską; zjawiska tego uniknąć nie można szczególnie przy silnym ruchu; jedynie użycie na kostki trwa-

tego materiału może odroczyć to zjawisko na czas dłuższy. Próbowano zaokrąglanie czoła kostek usuwać przez rozbieranie bruku z takich zaokrąglonych kostek i ponowne obciosywanie ich czoła, wymaga to jednak stosowania wyższych kostek niż normalne, co niepomrotnie powiększa koszt bruku, obciosywanie zaś kostek normalnej wysokości zbyt wiele zmniejsza ich wysokość i bruk z



nich staje się niestatycznym; pozatem obciosywanie kostek jest robotą kosztowną; z powyższych powodów obciosywania ponownego kostek zwykle się nie stosuje, a gdy bruk z powodu zaokrąglenia kostek staje się niemożliwy, należy go rozebrać i pobudować z nowych kostek, a stare użyć na bruk na gorszych ulicach czy drogach lub zużyć na tłuczeń.

C h a r a k t e r y s t y k a   b r u k u   k o s t k o w e g o . Należy on do bruków bardzo drogich, ale zato wytrzymuje dobrze duży i ciężki ruch; pod tym względem należy do nawierzchni dróg najmocniejszych.

Zwykle używa się w miastach na ruchliwych ulicach o ruchu ciężkim, rzadziej na drogach pozamiejskich. Dodatnie strony: możliwość zniesienia bardzo ciężkiego i ożywionego ruchu, mała ilość kurzu, gładka, względnie nieśliska powierzchnia; nieprzepuszczalność zupełna przy wypełnieniu szwów zaprawą cementową lub asfaltem. Ujemne strony: duży koszt, hałaśliwość szczególnie po zaokrągleniu się kostek.

B r u k   m o z a j k o w y   / m a ł e   k o s t -  
k i / . -----  
W ostatnich czasach zaczął się rozpowszechniać  
bardzo szeroko bruk drobnokostkowy, zwany też mozajkowym. Ojczyzną jego są Niemcy, gdzie w 1885 r. zaczął go stosować na większą skalę inż. Gravenhorst; zwie się

w Niemczech - "Kleinpflaster". Bruk ten układa się z drobnych kostek znacznie mniejszych niż w zwykłym bruku kostkowym, ułożonych na kamiennym lub betonowym fundamencie.

Bruki takie stosuje się nie tylko na ulicach miejskich, ale i na drogach pozamiejskich.

Mamy je w Warszawie na wielu ulicach; pod Warszawą drogi bite są obecnie przebudowywane na drogi mozaikowe.

**M a t e r j a ł .** Jako materiał na te kostki winny być używane skały możliwie twarde, spoiste/ nie kruche/, jednostajnej budowy i składu, łatwo łupliwe, możliwie drobnoziarniste.

Najlepszy do tego celu jest bazalt, który daje się obrabiać w kostki bardzo łatwo czy to ręcznie czy maszynowo; wadą niektórych gatunków bazaltów jest ta, że mimo niewielkiej ścieralności brzegi kostek prędko zaokrąglają się, a czoło kostki wygładza się i bruk staje się śliskim. Z tego względu bruku z takiego materiału nie należy stosować na większych wzniesieniach niż 3 - 4 %. Kostki takie w Polsce wyrabiają się w okolicach Równego z bazaltów miejscowych.

Z innych materiałów odpowiednich do wyrobu kostek mozaikowych wymienić możemy granity, andezyty, diabazy,



porfiry, melafiry i nawet piaskowiec kwarcytowy i twarde wapienie. Mniej do tego celu nadają się kamienie narzutowe ze względu na wielką różnorodność materiału oraz większą ilość odpadków otrzymywaną przy obrabianiu zaokrąglonych niewielkich kawałków tych kamieni na kostki.

Z wymienionych materiałów w Polsce mamy prawie wszystkie: np. mamy granity na Wołyniu na wschód od linii Sarny - Równo, około 1200 kilometrów kwadr. płyty granitowej, występującej na powierzchni; również w Tatrach w wielu miejscach /np. okolice Zakopanego/ mamy złoża granitowe dotychczas nie eksploatowane; w okolicach Szczawnicy mamy pokłady andezytu nadające się do wyrobu drobnych kostek, a dotychczas nie wykorzystane; wreszcie w okolicach Krakowa mamy ogromne złoża porfiru w Miękini /stacja kolejowa Krzeszowice/ już od dłuższego czasu eksploatowane bardzo postępowo; jest tam bodaj najlepiej w Polsce eksploatowany kamieniołom; kamieniołomy te wyrabiają również drobną kostkę sposobem ręcznym; kostki te używane są do bruków w Warszawie, są jednak słabsze niż bazaltowe, gdyż ścieralność ich jest znacznie większa, wzamian nie są tak śliskie, jak bazaltowe.

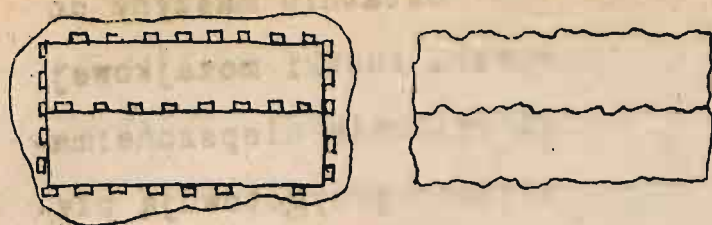
Wyrób kostek odbywa się ręcznie lub maszynowo. Rę-

150

czne wykonywanie kostek polega na wyłamywaniu większych płyt materiału i rozbijaniu większymi młotami na mniejsze kawałki i wreszcie na obrobieniu tych mniejszych kawałków na kostki przy pomocy małych /2-3 kgr/ młotków, zaostrzonych z jednej strony. Z jednej strony wyrób kostek sposobem ręcznym zależy jest od wprawy robotników, z drugiej strony od materiału, jego zdolności łupania się, twardości, ścisłości i t.d. Wprawny robotnik z dobrze łupiącego się materiału, podanego mu w większych kawałach, np. z bazaltu lub porfiru może wyrobić dziennie 150 - 200 kostek przy pracy na akord.

W Szwecji i w Niemczech zarzucono ręczny sposób wyrobu drobnych kostek; stosuje się tam różne maszyny, przy pomocy których wyrób kostek jest znacznie tańszy. Najwięcej znane maszyny są systemu F. Weiller'a, dyrektora kamieniołomów w Bornholmie w Danji. Obróbka kostek mozajkowych wykonywa się w sposób następujący: przede wszystkim kamieniarze przygotowują z wyłamanych kawałków skały płyty /Rys. 70/ wymiarów takich, aby z niej można było wyrobić kostki. Płyty te łatwo i prędko mogą być wyrobione przez wprawnych kamieniarzy, umiejących znaleźć i wyzyskać płaszczyzny łupliwości danej skały i rozbić kamień na płyty przy pomocy szeregu nacięć, wykonanych młotem /Rys. 71/; wreszcie płyty z grub-

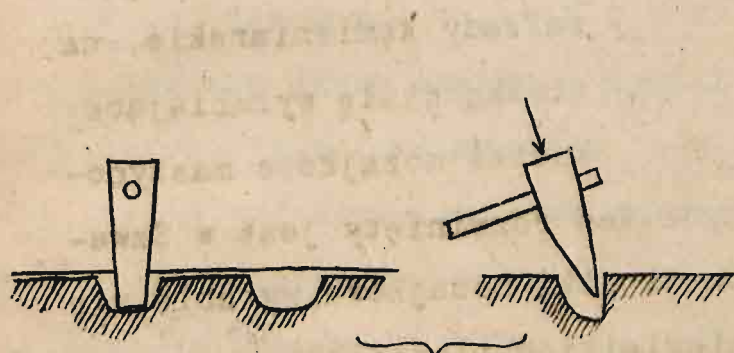




Rys. 70.

sza wyrównywa  
się rozmaitemi  
dłutami /Rys.  
72/. Gdy już  
płyta taka po-  
siada formę i  
wymiary odpo-

wiednie, idzie na maszynę, która wyrabia z niej kostki;



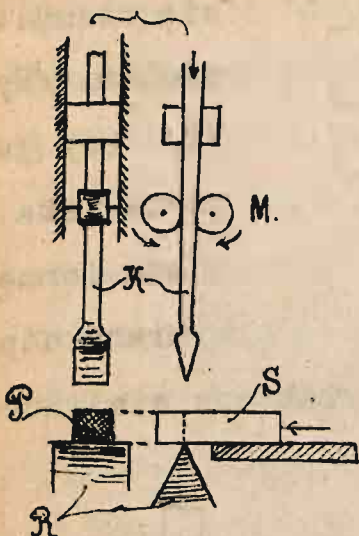
Rys. 71.



Rys. 72.

maszyna taka /Rys. 73/ składa się z niewielkiego kafara  
opatrzonego na końcu dłutem stalowym, który spada na  
podstawioną płytę kamienną  $\mathcal{P}$ , opartą na ostrej pod-  
stawce  $\mathcal{R}$  i po przełamaniu jej w miejscu podparcia  
znowu podnosi się przy pomocy automatycznego przyrządu  
 $\mathcal{M}$  aby wpaść na przesuniętą tymczasem płytę  $\mathcal{S}$  i od-

Łamać od niej znowu kawałek o wielkości kostki.



Rys. 73.

Ostatnie maszyny do wyrobu kostki mozaikowej są znacznie ulepszone: maszynowo przygotowują płyty i rozbijają je na kostki; wydajność dochodzi do 100 m<sup>2</sup> kostki na dzień.

Zagranicą istnieją zakłady kamieniarskie, na wielką skalę wyrabiające kostki mozaikowe maszynowo;

szczególniej przemysł ten rozwinięty jest w Szwecji. W Polsce dotychczas kostki mozaikowe wyrabia się tylko ręcznie i to w niewielkich ilościach.

**F o r m a   i   w y m i a r y   k o s t e k .** Forma kostek zbliżona do sześciangu, zlekka klinowata; czoło kostki kwadratowe; dolna powierzchnia także, tylko o 25 - 30 % mniejsza niż czołowa; przy dostawach dopuszcza się około 5 % kostek o powierzchni czołowej trójkątnej, co jak zobaczymy, jest potrzebne przy układaniu takiego bruku.

Wymiary kostek zależą od twardości kamienia i sposobu ziewanego ruchu. Kostki z bazaltu można robić mniejsze



niż z kwarcytu lub wapienia; z drugiej strony na drogach z ruchem silniejszym trwalszy jest bruk z grubszej kostki niż z drobniejszej; drobniejsza kostka daje bruk gładszy, spokojniejszy dla jazdy.

Dość często praktykowana jest wysokość a więc i szerokość i długość kostek mozajkowych 8 - 10 cm.; dla bardzo twardych gatunków skał można ją zmniejszyć do 7 - 9 cm. a przy słabym ruchu nawet do 6 - 8 cm. Przy dostawach dopuszczalne są wahania wysokości kostek do 2 cm.

F u n d a m e n t   b r u k u   m o z a j k o w e -  
g o . Gdy się używa kostek o wymiarach większych np. 10 - 11 cm. jako fundament w o s t a t e c z n o ś -  
c i   może być użyta warstwa dobrze ubitego piasku lub żwiru; gdy kostki mają wymiary zwykłe, należy je zawsze układać na trwałym fundamencie: albo na warstwie betonu 10 - 15 cm. grubości, albo na pokładzie kamiennym, przygotowanym podług systemu Tresaguet, względnie na starej powłoce drogi bitej, wyrównanej uprzednio; ten ostatni sposób dobrze jest stosować tam, gdzie droga bita przebudowywana jest na drogę brukowaną.

Bruk drobnokostkowy układa się nie wprost na fundamencie, a na warstwie piasku grubości 2 - 3 cm. rozsypanej równo na fundamencie. Warstwa ta z jednej strony daje możliwość stosowania kamieni, mających pewne róż-

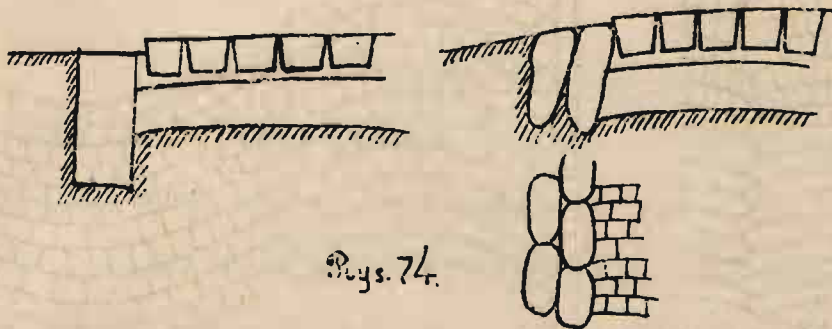
nice w wysokości, z drugiej zaś strony stanowi sprężysty podkład, przenoszący uderzenia kół o kamienie na fundament i następnie na grunt. Piasek można tu używać z pewną domieszką do 30 % gliny - gdyż czysty piasek w czasie suszy jest zbyt sypki i może wywołać osiadanie kostek. Czasami do piasku dodaje się 1/15 do 1/10 cementu, co czyni warstwę piasku sztywniejszą.

U k ł a d a n i e   b r u k u   m o z a j k o w e - g o . Bruk mozaikowy musi być układany zawsze w mocnych stałych ramach, które tworzą się z krawężników z boku brukowanej drogi; przy początku i końcu drogi również układają się ramy - jeden lub kilka rzędów ze zwykłej dużej kostki.

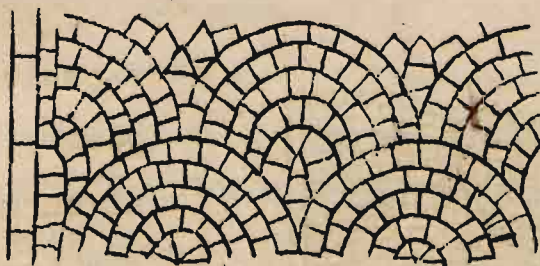
Na krawężniki na drogach zamiejskich używa się kamieni ciosanych dość głębokich, aby bruk drobnokostkowy miał należyte oparcie; w razie braku takich specjalnych krawężników, mogą je zastąpić dwa lub trzy rzędy zwykłych kamieni brukowych dłuższych, dobrze przewiązanych /Rys.74/ i ściśle ułożonych; krawężniki układa się przy drogach zamiejskich o 2 - 3 cm. niżej niż powierzchnia jezdni w przewidywaniu ścierania powierzchni pod wpływem ruchu.

Kostki dobiera się podług wysokości; przy wysokości kostek od 8 do 10 cm. kostki dobiera się tak, aby

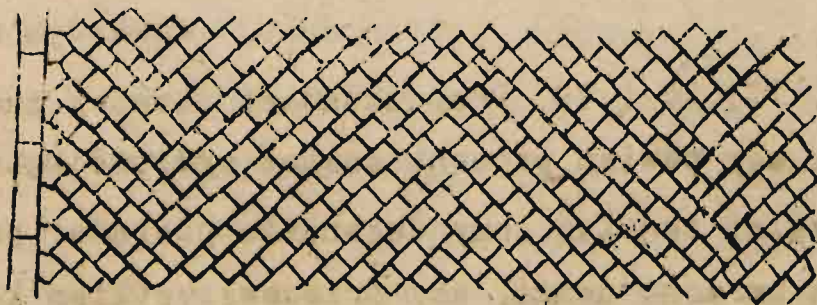




Rys. 74.



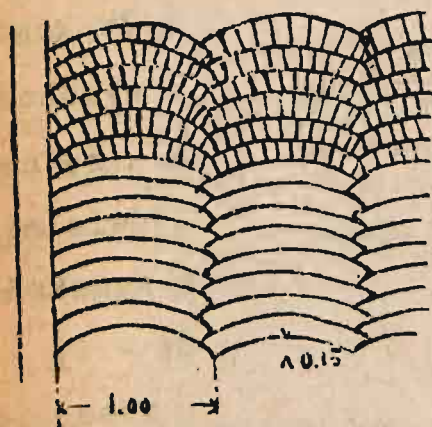
Rys. 75.



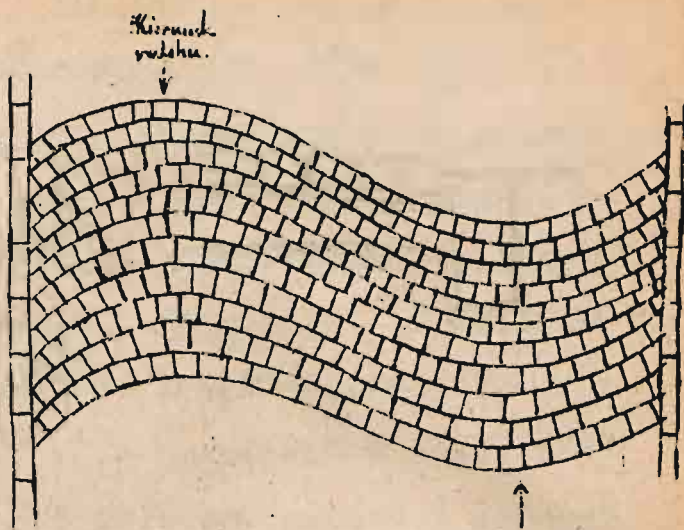
Rys. 76.

oddzielnie  
były kostki  
o wysokości  
8 - 8½ cm.  
oddzielnie  
o wysokości  
8½ - 9½ cm.  
i wreszcie  
oddzielnie o wyso-  
kości 9½ - 10 cm.  
Niższe kostki ukła-  
da się z brzegu  
drogi; wyższe po  
środku drogi, aby  
mieć pewien zapas  
na starcie się ko-  
stek.

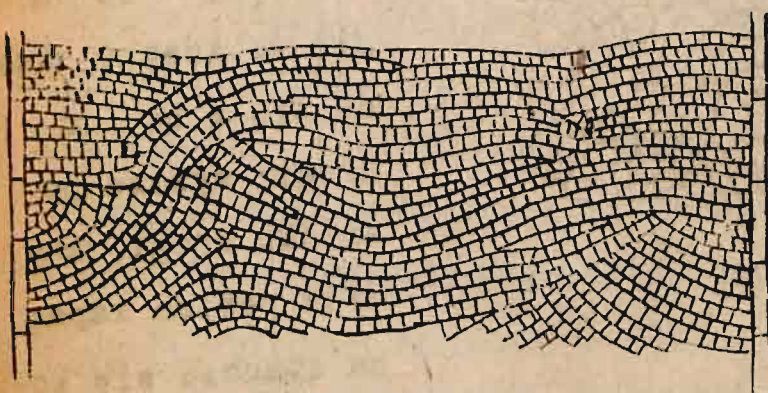
Kostk  
układa się  
przy pomo-  
cy brukarz  
mających  
biegłość w  
tej robocie



Rys. 77.



Rys. 78.



Rys. 79.

ręcznie przy pomocy zwykłych młotków brukarskich. Układa się kostki w różne desenie jak wskazują ry-

sunki 75, 76, 77, 78 i 79. Przy układaniu kostek zachodzi potrzeba, aby pewien procent kostek był trójkątnych. Specjalnych zalet ten lub inny desień nie posiada; przy każdym trzeba zwracać uwagę, aby przedewszystkiem kostki były ściśle układane: szwy nie powinny być szersze niż 3 mm, a tylko w kątach dopuszcza się 5 mm. oprócz



tego należy baczna uwagę zwracać na przewiązywanie szwów.

Szwy zwykle wypełniają się piaskiem, rzadziej zaprawą cementową. Przed zapełnieniem szwów bruk mozaikowy powinien być ubity w sposób taki sam, jak zwykle bruki, poczem należy zasypać go warstwą piasku i polewać wodą; warstwę piasku z wierzchu bruku należy usunąć dopiero po pewnym czasie, gdy szwy zassa się należycie.

T r w a ł o ś ć   b r u k ó w   m o z a j k o -  
w y c h . Bruki takie starannie z dobrych materiałów wykonane należą do trwałych, nie wymagających znaczniejszych napraw w ciągu dłuższego czasu.

W Niemczech podmiejskie drogi nieraz ze znacznym ruchem w ciągu nawet 15 - 20 lat nie wymagały znaczniejszych napraw.

Inż. Gravenhorst podaje, że ścieranie materiału kamiennego przy bruku mozaikowym jest 6 - 7 razy mniejsze niż przy drodze bitej, zbudowanej z tego samego materiału, co bruk mozaikowy i przy takim samym ruchu, jak na drodze brukowanej.

C h a r a k t e r y s t y k a   b r u k u   m o -  
z a j k o w e g o . Oprócz stosunkowo znacznej w porównaniu z drogą bitą trwałości i kilkakrotnie mniejszego ścierania materiału nawierzchni bruk mozaikowy posiada

powierzchnię równą i względnie gładką, dzięki czemu ruch po takim bruku jest spokojny i cichy, łatwo oczyszcza się od kurzu i błota. Ze względu na to, że jest względnie małośliski, można go stosować przy spadkach nawet 5 - 6 %. Pod względem znoszenia ruchu ciężarowego jest słabszy, niż zwykły bruk kostkowy, dlatego należy go stosować na drogach o względnie lekkim ruchu i o średnim napięciu ruchu; istnieją doświadczenia, że znosił dobrze ruch podmiejski o napięciu 3000 koni na dobę. W miastach można stosować go na ulicach z ożywionym lekkim ruchem, jak również na podmiejskich odcinkach dróg. Nie nadaje się tam, gdzie drogi często są rujnowane np. z powodu potrzeby układania kabli, rur kanalizacyjnych i t.p., gdyż wznowiona na poruszonych miejscach nawierzchnia nigdy dokładnie nie złączy się z poprzednio wykonaną, i bruk w takich miejscach będzie nietrwały.

Nie nadaje się również bruk mozajkowy do zabrukowywania torów tramwajowych.

#### B r u k i   k l i n k i e r o w e .

Są to bruki, układane z cegieł specjalnego gatunku, znoszących ruch kołowy. Są bardzo rozpowszechnione w Holandji, w pewnych okolicach Francji i Stanów Zje-



dnoczonych; stosuje się je przeważnie w tych miejscowościach, gdzie niema odpowiedniego kamienia do budowy dróg. U nas klinkier używany jest do budowy dróg w okolicach Zamościa, Krasnegostawu, Hrubieszowa, Tomaszowa Lubelskiego i Sokala już od dłuższego czasu - od 1885 roku.

Z powodu braku kamienia w Polsce w wielu miejscowościach i z powodu wyczerpywania się stopniowego kamienia narzutowego - jedyne dla wielu miejscowości materiału drogowego - zapewne będziemy musieli na nawierzchnię z klinkieru zwrócić większą uwagę i stosować ją do budowy tam, gdzie niema odpowiedniego materiału do budowy i utrzymania dróg, dowóz jest drogi, a na miejscu jest odpowiednia glina do wypalania klinkieru.

Wyrób i wypalanie klinkieru w ogólnych zarysach przypomina wyrób i wypalanie zwykłej cegły budowlanej aby jednak otrzymać nie zwykłą cegłę budowlaną, nieodpowiednią dla dróg, a klinkier, należy: 1/ wybrać odpowiednią glinę, 2/ starannie wyrabiać surówkę, ewentualnie prasować ją przed wypalaniem, 3/ przygotowaną surówkę odpowiednio wypalić.

W y b ó r   g l i n y . Co do wyboru gliny dla klinkieru, zauważyć należy, że zwykłe gliny składają

się z dwóch rodzajów składników: jedne pod wpływem wysokiej temperatury nie zmieniają się i stanowią niejako szkielet klinkieru: jest to krzemionka  $/\text{SiO}_2/$ , glin  $/\text{Al}_2\text{O}_3/$ ; drugie składniki pod wpływem wysokiej temperatury stapiają się i tworzą masę, wypełniającą pory składników grupy pierwszej; do grupy składników topliwych należą: tlenek żelaza  $/\text{Fe}_2\text{O}_3/$ , wapno  $/\text{CaO}/$ , magnezja  $/\text{MgO}/$  it.p.

Podług własności, gliny znajduwane w Polsce można podzielić na trzy grupy: 1/ gliny ogniotrwałe, zachowujące nadaną im formę nawet przy bardzo wysokich temperaturach, 2/ gliny topliwe, mające własność, że przy pewnej temperaturze glina topi się, t.j. składniki topliwe przechodzą w stan płynny wypełniając pory między nietopliwymi składnikami i nadając masie po wypaleniu wygląd szklisty w przekrobie; gliny te topiąc się tracą nadaną im formę; 3/ gliny zwykłe, dające zwykłą mniej lub więcej porowatą cegłę.

Gliny odpowiednie do wyrobu klinkieru zajmują miejsce pośrednie między grupą pierwszą i drugą.

Ich "ogniotrwałe" własności polegają na tem, że cegły z nich wyrobione zachowują nadaną im formę przy względnie wysokiej temperaturze /do  $1000 - 1300^\circ\text{C}/$ , przy której odbywa się proces zeszklenia /stopienia/



składników topliwych.

Gliny odpowiednie do wyrobu klinkieru należeć powinny do trudnotopliwych, t.j. stopienie ich powinno następować przy względnie wysokiej temperaturze, ale cegła w czasie tego procesu winna zachować nadaną jej formę.

Względnie rzadko spotykane gliny mają własności zupełnie odpowiednie do wyrobu dobrego klinkieru; bardzo często trzeba do gliny dodawać te lub inne domieszki: decydują o tem przeprowadzone analizy i próby.

W y r a b i a n i e g l i n y . Glina dla klinkieru powinna być starannie wyrobiona: powinna być jednolitą i plastyczną. W tym celu powinna być wzruszona przed zimą, aby w czasie zimy mogła się "zlasować", co polega na poddaniu jej działaniu deszczów i mrozów, które zneutralizują znajdujący się w glinie margiel i tym sposobem zabezpieczą cegły od późniejszego pęknięcia.

Przy postępowych urządzeniach, zamiast "lasowania" gliny na powietrzu stosują przemiał gliny przy pomocy specjalnych maszyn - walców, których wydajność może być bardzo znaczna - do 100 m.<sup>3</sup> dziennie; taki przemiał szczególnie potrzebny jest przy glinach łupkowych, któreby potrzebowały zbyt dużo czasu do zwietrzenia na powietrzu.

Po przygotowaniu glina miesza się z wodą i wyrabia się w specjalnych maszynach, dopóki nie utworzy jednolitej plastycznej masy.

**F o r m o w a n i e   s u r ó w k i .** Często odbywa się zwykłym "mokrym" sposobem, jak przy wyrobie zwykłej cegły budowlanej z masy gliny z dużą domieszką wody; niekiedy po przesuszeniu surówka podlega dodatkowemu prasowaniu w celu nadania jej zupełnie prawidłowej formy i jednolitej gęstości masy. Prasowanie odbywa się na prasach mechanicznych, bądź też na małych przenośnych ręcznych, które stopniowo przesuwa się po suszarni.

Rzadziej formowanie cegły wykonywane jest "na sucho" - przy tak małej ilości wody w glinie, że ta nie tworzy plastycznej masy; w tym wypadku formowanie zawsze połączone jest z prasowaniem; w tym wypadku suszenie surówki jest niepotrzebne i surówka z pod prasy może iść od razu do pieca.

Przy dobrej glinie zwykły sposób formowania surówki bez dodatkowego prasowania daje dobre rezultaty; przy gorszej glinie należy stosować prasowanie cegły, aby zwiększyć jej ścisłość.

**W y p a l a n i e   k l i n k i e r u .** Odbywa się albo w zwykłych piecach hofmanowskich albo w spe-



cialnych. Istniejące klinkiernie państwowe w okolicach Zamościa systemu Meydinger'a posiadają urządzenie do destylowania opału /bez dostępu powietrza/, tak zwane gazogeneratory; wytworzone w nich gazy z opału /używa się do opału drzewa/, są kierowane do kamer pieca, mieszają się tam z powietrzem, spalają się i wypalają klinkier.

Wypalanie odbywa się powoli; cegła rozgrzewa się stopniowo, z początku traci wodę nie związaną chemicznie z gliną, przy ogrzaniu do  $650^{\circ}\text{C}$  traci wodę chemicznie związaną z gliną. Przy temperaturze  $800 - 1000^{\circ}\text{C}$  składniki topliwe gliny stapiają się, tworząc gęstą płynną masę i wypełniają przestrzeń między cząsteczkami składników nietopliwych. Ten moment stanowi moment zeszklenia cegły. Przy dalszem powiększaniu temperatury glina rozmiękczy się więcej i cegła straci formę.

Aby wypalanie klinkieru bez zdeformowania cegieł było możliwe, trzeba aby między temperaturą początku stapiania się składników topliwych, a temperaturą topienia się gliny, przy którym masa staje się miękką i traci nadaną jej formę, różnica była możliwie większa; w odpowiednich do wyboru klinkieru glinach różnica ta dochodzi do  $200^{\circ}\text{C}$ ; przy takiej różnicy zawsze można uchwycić moment zeszklenia się składników gliny topli-

wych i zawsze można uniknąć zbyt wysokiej temperatury przy której cegły straciłyby formę.

Łupkowe gliny mają temperaturę zeszklenia 800 - 1100°C, niektóre gliny ogniotrwałe 1000° - 1250°C.

Wypalanie trwa 6 - 10 dni, po wypaleniu klinkier stopniowo się ochładza, co wymaga również 6 - 10 dni; w Holandji proces wypalania i ostudzenia klinkieru trwa 5 - 6 tygodni.

Po wyjęciu z pieców klinkier należy przesortować gdyż część ładunku pieca nie wypala się należycie i otrzymuje się zwykłą cegłę budowlaną; część znowu przepala się i traci formę; w najlepszych piecach do wypalania klinkieru z ładunku pieca otrzymuje się nie więcej niż 70% dobrego klinkieru.

Klinkier, który stracił formę, używa się na tłużeń.

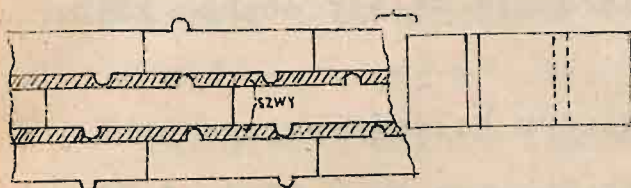
F o r m a i w y m i a r y k l i n k i e r u  
Przeważnie klinkier używa się do bruku w formie zbliżonej do formy cegieł budowlanych. Wymiary bywają różne: mniejsze i większe; w ostatnich czasach przewaga jest po stronie cegieł o wymiarach mniejszych, gdyż to łatwiej i lepiej można wypalić.

W Zamojszczyźnie w klinkierniach państwowych przyjęto wymiar klinkieru holenderskiego  $67 \times 133 \times 266$  mm

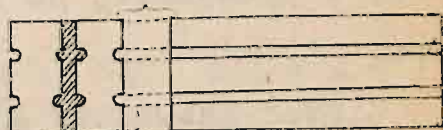


Amerykanie używają wymiaru mniejszego  $64 \times 102 \times 216$  lub  $51 \times 102 \times 216$ .

Obecnie cegły klinkierowe są wyrabiane bez żadnych rowków, występow, zaokrągleń, kantów, bo wszystko okazało się niepraktycznym i niepotrzebnym /Rys. 30 i 81/.



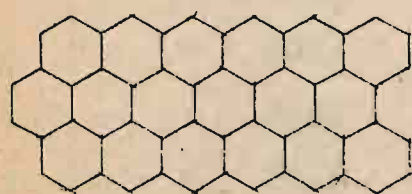
Rys. 80.



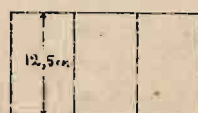
Rys. 81.

a tylko komplikuje wyrób.

W Zamojaszczyźnie ułożony będzie w roku 1921 próbny odcinek z sześciokątnych małych pieńków, Rys. 82, które dały się względnie dobrze wypalić; mały ich wymiar i



Rys. 82.



dość duża wysokość dają, że nawierzchnia będzie statyczna, nieśliska, bo kopyta końskie łatwo

się będą zaczepiały o spoiny, a po pewnym czasie bruk będzie można obrócić. Zresztą doświadczenie pokaże, czy pomysł był szczęśliwy.

W ł a s n o ś ć k l i n k i e r u . W przekroju klinkier powinien być zupełnie jednolity, nie powinien

zawierać obcych domieszek, np. grudek wapna, marglu i t.p., nie powinien mieć dziurek, przełom powinien mieć szklisty; wierzch i środek cegły powinien być jednakowo wypalony. Kolor klinkieru jest zależny od różnych przypadkowych domieszek, bywa żółty, czerwony i nawet czarny i bynajmniej od koloru nie zależy dobroć klinkieru.

Ciężar gatunkowy klinkieru holenderskiego waha się od 2,05 do 2,08, amerykańskiego od 2,05 do 2,55 z glin łupkowych i od 0,95 do 2,30 z glin ogniotrwałych; klinkier zamojski 2,05 do 2,26; dla porównania zwykła cegła budowlana ma ciężar gatunkowy 1,4 - 1,6.

Wytrzymałość na gniecenie wynosi:

holenderskiego klinkieru od 500 do 600  $\text{kg/cm}^2$

zamojskiego	"	"	940	"	1040	"
-------------	---	---	-----	---	------	---

amerykańskiego	"	"	700	"	1400	"
----------------	---	---	-----	---	------	---

węgierskiego	"	"			2000	"
--------------	---	---	--	--	------	---

szwajcarskiego	"				4100	"
----------------	---	--	--	--	------	---

Scieralność klinkieru badana podług różnych systemów jest większa niż granitów; jedynie szwajcarski klinkier stanowi pod tym względem wyjątek.

Nasiąkliwość klinkieru naogół jest nieznaczna; waga wody która wsiąka w klinkier wynosi w % - ach od wagi własnej klinkieru:



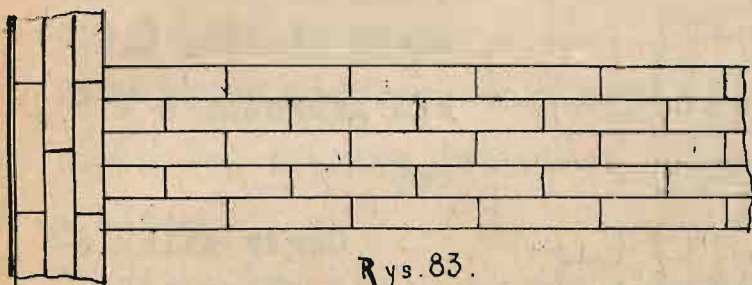
w klinkierze amerykańskim	1 - 5%
" holenderskim	10%
" samojskim	3%
w cegle budowlanej	20 - 40%

Wogóle im ściślejszy i mocniejszy jest klinkier nasiąkliwość jest mniejsza.

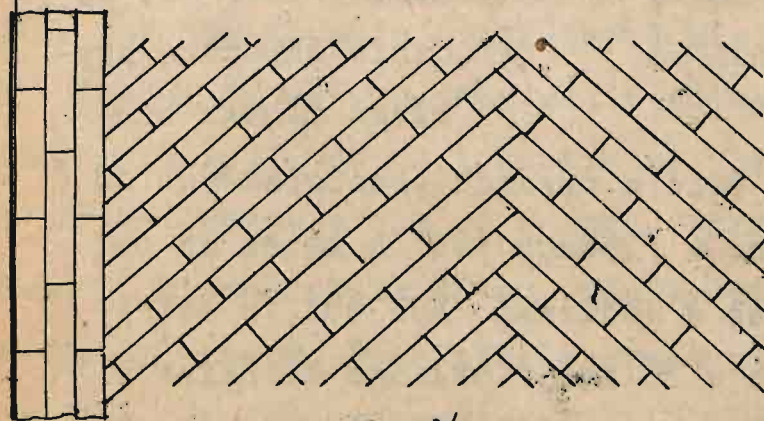
Układanie bruku z klinkieru. Jak bruk z kostek kamiennych bruk klinkierowy mo-

że być ułożony albo na warstwie piasku, względnie żwiru, albo też na pokładzie betonowym lub na warstwie uwalcowanego tłucznia.

Przy ruchu średnim i małym w miastach i poza miastami wystarcza układanie na warstwie piasku gruboziarnistego lub żwiru dobrze ubitego, na drogach zaś z silniejszym ruchem należy zastosować pokład z tłucz-

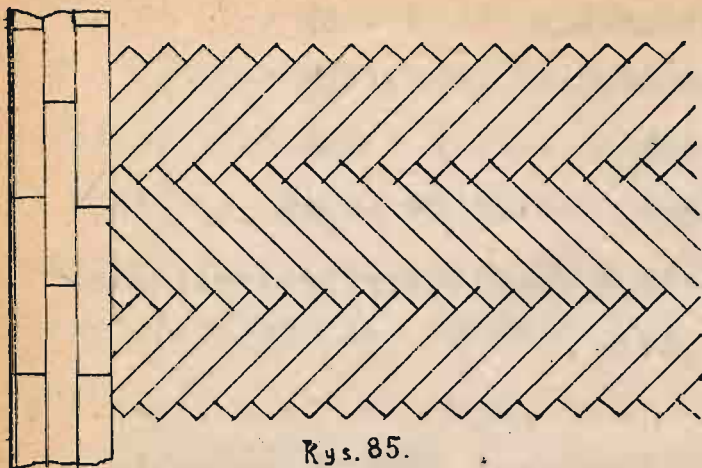


Rys. 83.

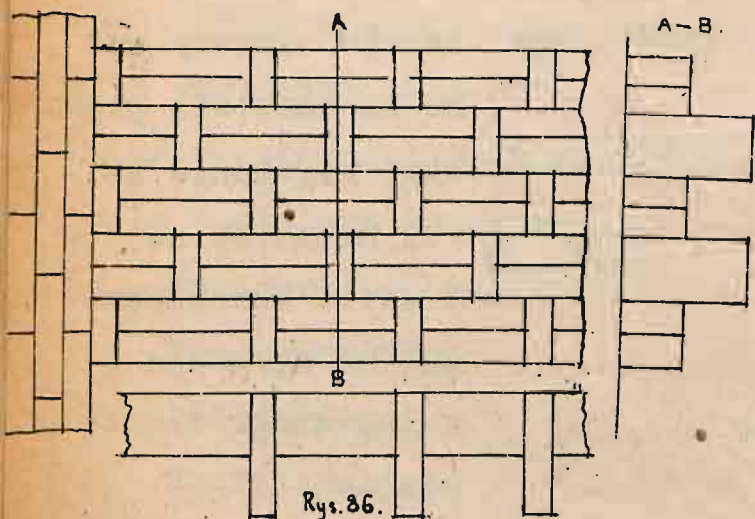


Rys. 84.

boziarnistego lub żwiru dobrze ubitego, na drogach zaś z silniejszym ruchem należy zastosować pokład z tłucz-



Rys. 85.



Rys. 86.

nia względnie pokład betonowy, czasami pokład taki zastępują cegły /mogą być zwykłe/ na płask układane.

Na wierzchu pokładu daje się jak przy bruku kostkowym warstwę piasku grubości 3 - 5 cm.

Cegły klinkierowe układa się ręcznie za pomocą zwykłego młotka brukarskiego.

Układa się albo w rzędach prostopadłych do osi drogi /Rys. 83/ albo w rzędach pod 45° kątem do osi drogi /Rys. 84/ albo też w jedlinkę /Rys. 85/, w ostatnich czasach próbowano w Holandji układać klinkier w sposób podany na rys. 86 ; wyników prób jeszcze niema.

Trudno określić, który z tych sposobów jest najlepszy; w zamojszczyźnie stosuje się wszystkie trzy sposoby podane na rys. 83, 84, 85; wyniki stosowania tych



sposobów zdają się przemawiać za sposobem trzecim /Rys. 85/, który daje najrówniejszą jazdę, nawet po pewnym zużyciu drogi klinkierowej.

Przy układaniu klinkieru należy dążyć do tego, aby szwy były jaknajwęższe, a cegły się dobrze przewiązywały.

Po ułożeniu należy klinkier ubić drewnianymi ubi-  
jakami lub też, co jest lepsze, uwalcować walcem lek-  
kim 6 - 8 tonnowym, zaczynając walcowanie, jak zwykle  
od pasów jezdni z brzegu.

Szwy bruku klinkierowego wypełnia się albo pias-  
kiem, albo też zaprawą cementową lub wreszcie smołą  
lub asfaltem.

Piasek używa się przeważnie na drogach pozamiej-  
skich, lub też na mniej ruchliwych miejskich. Po uło-  
żeniu bruku, po ubiciu, względnie po walcowaniu bruku,  
rozsypuje się piasek na powierzchni bruku i przy po-  
mocy mioteł wsypuje się go w szwy. Procedurę tę należy  
powtórzyć kilkakrotnie dotąd, dopóki piasek szczelnie  
nie wypełni szwów. Wypełnienie szwów piaskiem ma sła-  
bą stronę, że jest przepuszczalne dla wody, co może  
ujemnie wpływać na trwałość bruku.

Wypełnienie szwów zaprawą cementową, smołą lub  
asfaltem odbywa się w taki sam sposób, jak przy bru-

kach kostkowych.

Przy układaniu bruku klinkierowego nie należy zapominać o szwach kompensacyjnych ze względu, że klinkier znacznie zmienia swoją objętość przy zmianie temperatury. Współczynnik rozszerzania się klinkieru wynosi:  $6 \times 10^{-6}$  na  $1^{\circ}\text{C}$ . Przy różnicy temperatury  $40^{\circ}\text{C}$  i szerokości ulicy 6 - 7 m. rozszerzenie wyniesie około 3 - 4 cm. Szczególnie konieczne są szwy kompensacyjne, gdy zapełnia się szwy cementem lub asfaltem, ponieważ wtedy bruk klinkierowy stanowi płytę monolitową, która w braku szwów kompensacyjnych podłużnych może rozsadzić i przewrócić krawężniki /na ulicach miejskich/, a z bruku szwów poprzecznych może wywołać wzdęcie bruku; z tego względu na ulicach miejskich wzdłuż krawężników zostawia się szwy kompensacyjne w szerokości 1 - 3 cm, w zależności od szerokości ulicy, wypełnione smołą lub papą.

Również przy wypełnianiu szwów cementową zaprawą, kiedy bruk klinkierowy staje się płytą, a nie stanowi pokrycia, złożonego z oddzielnych cegieł luźno związanych, należy co pewną przestrzeń pozostawiać szwy kompensacyjne poprzeczne, wypełnione smołą lub łatwo płynnym asfaltem; szwy te mogą być również zakładane papą używaną do krycia dachów.



## C h a r a k t e r y s t y k a   b r u k u

k l i n k i e r o w e g o . O ile klinkier jest dobry, a bruk wykonywany starannie, otrzymujemy jezdnię trwałą dla ruchu średniego i słabego, gładką, bez kurzu i hałasu. Naprawy w pierwszych latach są nieznaczne, potem większe, polegają już nie na wymianie poszczególnych cegieł, a na przebrukowaniu całej jezdni z odwróceniem cegieł na drugą stronę i z dodaniem pewnej ilości nowej cegły.

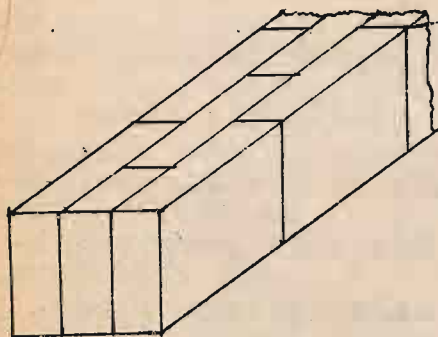
Próby z brukiem klinkierowym robione w Warszawie zawiodły z powodu nieodpowiedniego klinkieru do tych prób użytego. Natomiast w Lublinie i w Zamojszczyźnie gdzie technika wyrobu klinkieru niezawsze stała na wysokości zadania, wyniki były naogół dodatnie.

Niektóre np. odcinki dróg, wybrukowane przed wojną, przetrzymały kilkakrotne przejścia całych armji.

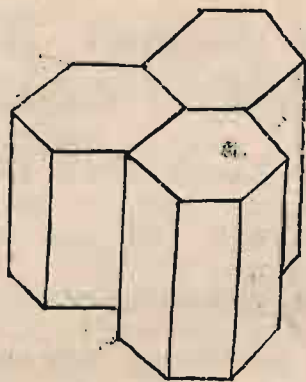
## B r u k i   d r e w n i a n e .

-----  
Bruki te zjawiały się na widowni przeszło stolać temu w Petersburgu, Londynie, nieco później w Paryżu. W Warszawie rozpowszechniły się dopiero kilkadziesiąt lat temu. Prawie wyłącznie układa się je z kostek takiej lub innej formy w ten sposób, że włókna drzewa skierowane są w kierunku pionowym do powierzchni jezdni. Kostki mają przeważnie formę równoległocianu /Rys.87/, rzadziej spo-

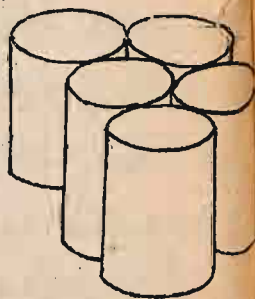
tykamy kostki sześciennie lub okrągłe /Rys.88 i 89/.



Rys.87.



Rys.88.



Rys.89.

Gatunki drzewa, używanego na kostki. Używane na bruki drewniane drzewo winno być nie tyle twarde, ile jednolite, aby zużycie bruku było możliwie jednostajne. Prawie wyłącznie u nas na bruki drewniane używana jest sosna, rzadko inne gatunki drzewa. W Warszawie używana jest sosna miejscowa, polska, w Europie Zachodniej sprowadzają czerwoną sosnę szwedzką bardzo ścisłą i trwałą; przed wojną zaczęto sprowadzać specjalne gatunki drzewa australijskiego: Tallow -Wood, Jarrah, Karri, Blackbutt i inne.

Na kostki powinno być brane sosnowe drzewo zimowego cięcia, nie młodsze, niż 60 - 70 letnie.

Świeżo zrąbane drzewo w lesie zawiera 40 - 60 % wilgoci, wysuszone około 17 %, z tego powodu różni się i ciężar gatunkowy sosny świeżo zrąbanej /0,63/ i wysu-



szonej /0,57/.

Wytrzymałość na zgniecenie wzdłuż włókien wynosi 300 - 500 kg/cm<sup>2</sup>, a dla australijskich gatunków drzewa 600 - 900 kg/cm<sup>2</sup>.

Po nasyceniu wodą wytrzymałość na zgnieszenie zmniejsza się o 30 %.

Drzewo wysuszone i namoczone znacznie pęcznieje. Kostka sosnowa wysuszona i namoczona następnie w wodzie daje następujące powiększenie wymiarów w %;

długości do 0,60 %

szerokości do 0,80 %

wysokości do 0,30 %

Na zjawisko to musimy zwracać uwagę przy układaniu bruku drewnianego, gdyż tylko jedna kostka napęczniała dać może rozpór dochodzący do 500-1200 kg. Może to z jednej strony wywoływać przewracanie krawężników, z drugiej strony wzdymanie się bruku.

Kostki z drzewa australijskiego z gatunków eukaliptusowych są znacznie ściślejse, niż sosna europejska; ciężar gatunkowy wynosi 1,01 do 1,17, nasiąkliwość wody tylko 7 - 10%.

Bruk z takich kostek jest znacznie trwalszy, przy średnim ruchu zwykła kostka sosnowa może wytrzymać 8-9 lat, kostka z drzewa australijskiego 12 - 15 lat.

Kostki z drzewa australijskiego nie tak łatwo podlegają gniciu, jak z sosny. Sosnowe kostki dlatego też często bywają nasycane przeciwgnilnymi płynami. Siarczan miedzi i chlorek cynku do tego celu nie nadaje się, gdyż łatwo może być wypłukany z drzewa. Lepsze rezultaty otrzymujemy przy użyciu kreezotu - produktu destylacji smoły z węgla kamiennego, produkt ten zawiera składniki antyseptyczne.

Nasycanie polega na pogrążeniu kostek w gorący kreezot na pewien czas, kreezot przesiąka w głąb na kilka centymetrów, rzadziej nasycą się kostki pod wysokim ciśnieniem /we Francji, Ameryce/.

W wielu wypadkach nasycania kostek przeciwgnilnymi środkami nie stosuje się, szczególnie na ulicach, na których skutkiem silnego ruchu kostki zużywają się szybciej, niż niszczeją skutkiem zgnicia. Gdy np. kostki drewniane przy silnym ruchu na pewnej drodze wystarczają tylko na 4 - 5 lat, nie opłaca się ich nasysać preparatami przeciwgnilnymi, gdyż normalnie drzewo w bruku bez tych środków przy słabym ruchu nie zgnije przed upływem 6 - 8 lat.

**F o r m a   k o s t e k .** Najczęściej używane są kostki drewniane w postaci równoległościanu /Rys. 87 /, rzadziej sześciokątne lub okrągłe /Rys. 88 i 89/.



Długość kostek - równoległoscianów zależy od szerokości bali, z których wyrabia się kostki, waha się od 17 do 27 cm.

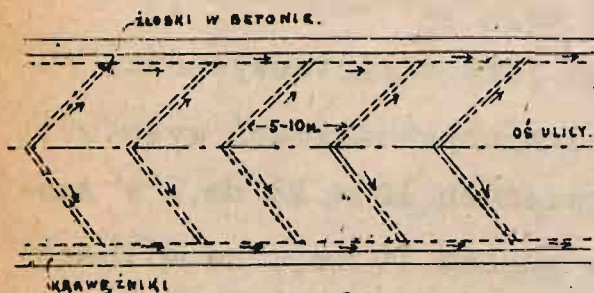
Szerokość kostek zwykle bywa taka, aby podkowa końska trafiała zawsze przynajmniej na jeden szew bruku i bywa zwykle od 8 do 10 cm.

Wysokość kostek zależna jest od intensywności ruchu na ulicy. W Paryżu na ożywionych ulicach wysokość wynosi 15 cm., na mniej ożywionych 10 - 12 cm.; w Ameryce na ulicach z ożywionym ruchem 10 cm., na ulicach ze słabym ruchem 7 - 8 cm.

Zużycie kostek zwykle dopuszcza się do 5 cm. wysokości; w razie większego zużycia powierzchnia jezdni staje się bardzo nierówną, szybko niszczeje i bruk trzeba zmieniać.

U k ł a d a n i e   b r u k u   k o s t k o w e -  
g o . Bruki kostkowe przeważnie układa się na mocnym pokładzie betonowym grubości 15 - 18 cm., a na ulicach o słabym ruchu nawet 10 cm.; rzadziej układa się bruk na warstwie ubitego piasku lub żwiru lub na starej szosie; na warstwie piasku lub żwiru bruk drewniany jest mniej trwały, gdy go się układa na starej szosie trzeba dla wyrównania jej powierzchni dać cienką 2 - 3 cm. warstwę piasku i dopiero na niej układać kostki

drewniane. Gdy kostki drewniane układa się na pokładzie betonowym, warstwa piasku jest zbyteczna, gdyż kostki drewniane z tartaku otrzymujemy równej wysokości, a pokład betonowy ma równą powierzchnię



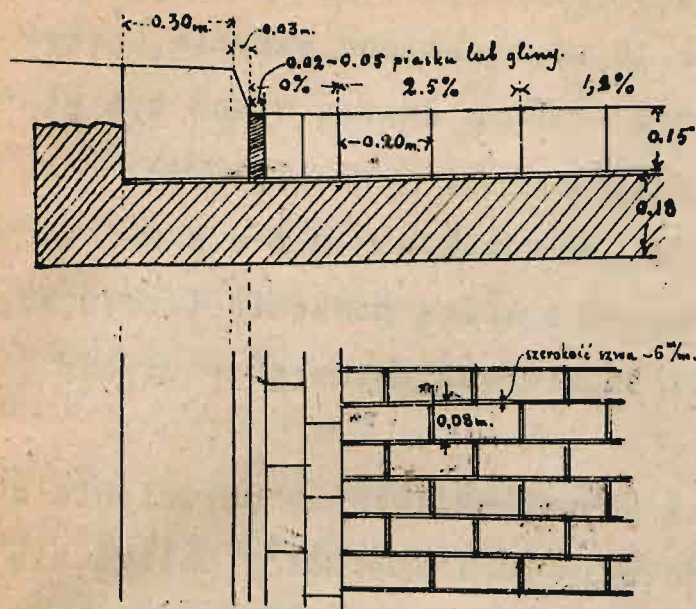
Rys. 90.

Niekiedy na powierzchni pokładu betonowego, w celu usunięcia wody, która może się przedostać pod kostki pozostawia się /Rys 90/ przy budowie pokładu

betonowego żłobki poprzeczne i podłużne przez zakładanie w beton listew drewnianych odpowiednich wymiarów, które się wyjmuje po stwardnieniu betonu.

Kostki drewniane układa się przeważnie rzędami w kierunku prostopadłym do kierunku osi ulicy /Rys.91/ przy krawężnikach układa się dwa trzy rzędy podłużne; aby uniknąć ciśnienia bruku drewnianego przy namiękaniu i pęcznieniu drzewa pozostawia się wzdłuż krawężników szwy szerokości 3 - 5 cm. wypełniane gliną, piaskiem lub smołą; szwy podłużne /w kierunku osi ulicy/ daje się możliwie wąskie, co do szwów poprzecznych, daje się je wtedy, gdy się układa kostki względnie suche, dość szerokie do 6 m/m; w tym celu pomiędzy rzędy kostek wkłada się listwy drewniane jak na rys.92,





Rys. 91.



Rys. 92.

przecznę robi się możliwie najwęższe.

Wypełnia się szwy zwykle zaprawą cementową bardzo rzadką rozlewana po powierzchni bruku i wpychaną w szwy przy pomocy mioteł i suwaków, rzadziej ze względu na koszty wypełnia się szwy gorącą smołą asfaltową, dającą wypełnienie nieprzepuszczalne i elastyczne, lepsze od zaprawy cementowej. Po wypełnieniu szwów bruk posypuje się warstwą żwiru grubości 1 cm. i po kilku dniach może być oddany do użytku. Warstwa żwiru nie zmiata się

które się pozostawia w bruku, albo się wyciąga. Gdy układane kostki są mokre /specjalnie niekiedy moczone w wodzie/ rzędy kostek możemy układać ściśle. To samo tyczy się również układania bruku z kostek z drzewa australijskiego, kostki te stosunkowo mało pęczają, więc szwy po-

jakiś czas, aby ruch kołowy mógł ją wtłoczyć w powierzchnię kostek, co chroni je od szybkiego zużycia; posypywanie bruku drewnianego drobnym żwirem winno być powtarzane co kilka miesięcy.

**Pęcznienie bruku drewnianego.** jest właściwością z którą poważnie liczyć się trzeba, jest ono zwłaszcza niebezpieczne przy użyciu sosny europejskiej.

Zneutralizowanie i unieszkodliwienie pęcznienia w kierunku poprzecznym do osi drogi lub ulicy osiąga się przez pozostawienie szwów podłużnych przy krawężnikach szerokości 3 - 5 cm. w zależności od szerokości ulicy. Szwy te wypełnia się gliną, piaskiem, lub smołą. Pęcznienie w kierunku podłużnym względem osi drogi neutralizuje się przez zakładanie w poprzeczne szwy listew drewnianych jak na rys. 92 w każdym szwie, bądź co kilka szwów.

Stosunkowo najlepsze zneutralizowanie pęcznienia bruku możemy osiągnąć przez staranne namoczenie kostek przed ułożeniem i układanie ich w stanie mokrym; wtedy można szwy przy krawężnikach sprowadzić do minimum, a rzędy kostek układać zupełnie ściśle.

Pęcznienie bruku drewnianego niezawsze odbywa się odrazu, niekiedy powiększa się z biegiem czasu w ciągu



kilku lat; były wypadki, że powiększenie pęcznienia trwało 8 lat i w końcu doszło do 2 - 4 % szerokości bruku.

Pęcznienie bruku drewnianego szczególnie ujemnie działać może na tory tramwajowe, ułożone w bruku drewnianym, gdyż pod wpływem parcia napęczniałego bruku zwięźenie toru może dojść do 12 - 15 m/m.

U t r z y m y w a n i e   b r u k u   d r e w -  
n i a n e g o . W ciągu pierwszych lat po wybudowaniu bruki te nie wymagają prawie żadnych napraw, utrzymanie ich polega na starannem myciu, czyszczeniu i posypywaniu piaskiem i żwirem, dopiero w późniejszych latach wymaga bruk drewniany pewnych drobnych napraw, polegających na zamianie kostek zgniłych, które przypadkowo dostały się skutkiem niedopatrzienia, a były przygotowane ze słabszego materiału.

Wreszcie zczasem bruk z kostek drewnianych staje się nierówny i wyboisty, gdyż niewszystkie kostki jednakowo się zużywają, wtedy należy zastosować przełożenie bruku na drugą stronę /dotychczasową spodnią/; przy przekładaniu część kostek trzeba odrzucić, jako już niezdatne, pozostałe zdatne do użycia po obroceniu będą miały niejednakową wysokość, z tego względu przy przekładaniu trzeba na pokładzie betonowym dać warstwę 2 -

3 cm. piasku, która wyrówna przy układaniu bruku z przewróconych kostek owe nierówne wysokości poszczególnych kostek.

Termin zużycia się bruku drewnianego przy silnym ruchu zależy od zużycia się kostek, przy słabym - od zgnicia.

Przy silnym ruchu zużycie kostek wynosi 15 - 18 mm na rok, z tego względu bruki drewniane na Marszałkowskiej ulicy, gdzie ruch jest silny, zużywają się w ciągu 4 - 6 lat, przy słabym ruchu bruki drewniane mogą istnieć 12 - 16 lat i dłużej, w zależności od gatunku użytego drzewa.

**C h a r a k t e r y s t y k a   b r u k u   d r e w n i a n e g o .** Mają one następujące zalety: są ciche, dobre dla nóg końskich i ekwipaży, bo elastyczne; mają również i wady: są śliskie, szczególnie podczas deszczów, z tego względu nie można ich stosować na drogach przy spadkach większych niż 3 - 3½ %, następnie są niehygieniczne, gdyż nasiakają nieczystościami, co daje możność różnych procesów gnilnych i chorobotwórczych; z tego względu wymagają starannego czyszczenia i mycia. Używane są prawie wyłącznie w miastach.

Gdy bruki drewniane są budowane z wyborowych materiałów i starannie, mogą skutecznie konkutować z innymi



brukami. Bruki drewniane obecnie w Warszawie budowane pod wielu względami wiele pozostawiają do życzenia, utrzymanie ich prawdopodobnie drogo kosztuje, składa się na to dużo okoliczności, wywołanych wojną, które dopiero zczasem przy nastaniu normalnych warunków mogą być usunięte.

## 5. N A W I E R Z C N I A   D R Ó G B E T O N O W A.

W ostatnich czasach w miejscowościach pozbawionych odpowiednich do budowy dróg materiałów kamiennych zaczynają się rozpowszechniać drogi betonowe. Zwłaszcza dużo takich dróg wybudowano w ostatnich czasach w Stanach Zjednoczonych w związku z rozwojem ruchu samochodowego. Nie będziemy się tu zajmowali brukami z kamieni betonowych, które szerszego zastosowania ze względu na koszty nie znalazły, a tylko nawierzchnią betonową w formie płyty.

Rozróżniamy dwa typy tych dróg: drogi betonowe jednowarstwowe i drogi betonowe dwuwarstwowe.

Pierwszy typ przeważnie stosowany jest w Ameryce, drugi w Niemczech i we Francji.

Jednowarstwowe drogi mają grubość zwykle 16 - 18cm