

DROGOWY INSTYTUT BADAWCZY

PRZY POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ.

INSTITUT D'ETUDES ROUTIÈRES À L'ECOLE POLYTECHNIQUE

DE VARSOVIE.

BIULETYN Nr. 6

BIULETIN Nr. 6

TREŚĆ

	str.
I. Sprawozdanie z Działalności Drogowego Instytutu Badawczego za szósty rok istnienia (1.IX.34—1.IX.35 r.) Sprawozdanie rachunkowe i program prac dalszych	3
II. Prace badawcze i normalizacyjne.	
1. Materiały kamienne.	
Wyniki badań laboratoryjnych materiałów kamiennych używanych do budowy i utrzymania dróg w Polsce (c. dalszy publikacji z roku 1929 i 1933)	15
2. Klinkier drogowy.	
Tymczasowe normy własności i sposoby pobierania próbek klinkieru drogowego na rok 1935	30
Wływ zamrażania i wilgoci na jakość klinkieru drogowego	35
3. Badania nad metodą oznaczania cementu w betonie z cementu portlandzkiego	47
Wyniki badań laboratoryjnych materiałów składowych dla betonu drogowego i wykonanych betonów	61
Wytyczne dla budowy dróg betonowych na rok 1935	93
Wytyczne dla budowy makadamów cementowych na rok 1935	109

SOMMAIRE

	page
I. Compte rendu des travaux de l'Institut exécutés pendant la sixième année de l'existence (1.IX.34—1.IX.35), le compte rendu des finances et le programme des travaux pour l'année 1935—36	3
II. Travaux des recherches et de standardisation.	
1. Les matériaux pierreux.	
Résultats des essais laboratoires des pierres employées pour les revêtements des routes en Pologne (suite des publications des années 1929 et 1933)	15
2. Les briques de pavé.	
Standardisation provisoire des propriétés et l'échantillonnage des briques de pavé pour 1935	30
Résumé français	33
Changements des propriétés des briques de pavé sous l'action de l'humidité et de la congélation	35
Résumé français	44
3 Recherches sur la méthode de détermination de la contenance du ciment portland dans le beton durci	47
Résumé français	58
Résultats des essais laboratoires des bétons routiers et de leur composants	61
Résumé français	91
Instructions pour l'exécution des revêtements en beton de ciment pour 1935	93
Instructions pour l'exécution de macadam ciment pour 1935	109

WARSZAWA 1936 R.

DROGOWY INSTYTUT BADAWCZY

PRZY POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ.

INSTITUT D'ETUDES ROUTIÈRES À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

DE VARSOVIE.

BIULETYN Nr. 6

BIULETIN Nr. 6

TREŚĆ

	str.
I. Sprawozdanie z Działalności Drogowego Instytutu Badawczego za szósty rok istnienia (1.IX.34—1.IX.35 r.) Sprawozdanie rachunkowe i program prac dalszych	3
II. <i>Prace badawcze i normalizacyjne.</i>	
1. <i>Materiały kamienne.</i>	
Wyniki badań laboratoryjnych materiałów kamiennych używanych do budowy i utrzymania dróg w Polsce (c. dalszy publikacji z roku 1929 i 1933)	15
2. <i>Klinkler drogowy.</i>	
Tymczasowe normy własności i sposoby pobierania próbek klinkieru drogowego na rok 1935.	30
Wływ zamrażania i wilgoci na jakość klinkieru drogowego	35
3. <i>Badania nad metodą oznaczania cementu w betonie z cementu portlandzkiego</i>	47
Wyniki badań laboratoryjnych materiałów składowych dla betonu drogowego i wykonanych betonów	61
Wytyczne dla budowy dróg betonowych na rok 1935	93
Wytyczne dla budowy makadamów cementowych na rok 1935	109

SOMMAIRE

	page
I. <i>Compte rendu des travaux de l'Institut exécutés pendant la sixième année de l'existence (1.IX.34 — 1.IX.35), le compte rendu des finances et le programme des travaux pour l'année 1935—36</i>	3
II. <i>Travaux des recherches et de standardisation.</i>	
1. <i>Les matériaux pierreux.</i>	
Résultats des essais laboratoires des pierres employées pour les revêtements des routes en Pologne (suite des publications des années 1929 et 1933)	15
2. <i>Les briques de pavé.</i>	
Standardisation provisoire des propriétés et l'échantillonnage des briques de pavé pour 1935	30
Résumé français	33
Changements des propriétés des briques de pavé sous l'action de l'humidité et de la congélation	35
Résumé français	44
3 <i>Recherches sur la méthode de détermination de la contenance du ciment portland dans le beton durci.</i>	47
Résumé français	58
Résultats des essais laboratoires des bétons routiers et de leur composants	61
Résumé français	91
Instructions pour l'exécution des revêtements en beton de ciment pour 1935	93
Instructions pour l'exécution de macadam ciment pour 1935.	109

WARSZAWA 1936 R.

Biblioteka Jagiellońska



103077

II

1936

103077



103077
1936

SPRAWOZDANIE
Z DZIAŁALNOŚCI DROGOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO
PRZY POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ ZA SZÓSTY ROK
ISTNIENIA (1.IX.34 — 1.IX.35 r.)

Compte rendu des travaux de l'Institut exécutés pendant la sixième année de l'existence (1.IX.34 — 1.IX.35) le compte rendu des finances et le programme des travaux pour l'année 1935—36.

Jednym z najważniejszych zagadnień jakie znalazło częściowo zadowalniające rozwiązanie w szóstym roku istnienia, było zdobycie tak potrzebnych dla dalszego rozwoju Instytutu pomieszczeń.

Sprawa ta przedstawiała poważne trudności zarówno pod względem materjalnym, jak też i lokalowym.

Zorganizowana przez Instytut akcja, mająca na celu zebranie potrzebnych funduszy na budowę pomieszczeń, przez utworzenie przy Towarzystwie Studium Technologicznego Sekcji Drogowej dała na dzień 1.IX.34 r. sumę zaledwie zł. 5310.

Poza tem projektowane uzyskanie lokalu dla Instytutu w budowanych gmachach „Tostu” nie okazało się możliwym wobec czego należało znaleźć inne realne rozwiązanie tej tak ważnej dla Instytutu sprawy.

Za zgodą p. Rektora Politechniki w styczniu 1935 r., posiadając na koncie „Tostu” sumę około zł. 8000, — przystąpił Instytut do przebudowy części strychu w gmachu nowej kreslarni na salę, gdzie znalazły pomieszczenie szkicownie, mieszczące się dotychczas w suterrenach tego gmachu, na tym samym poziomie co dotychczasowy lokal Instytutu.

Koszty przebudowy strychu wyniosły 21.619.46 zł. i zostały uregulowane częściowo z wpływów konta „Tostu”, subwencji Zarządu „Tostu” na robociznę w sumie zł. 5.000 — oraz pożyczki z bieżących wpływów Instytutu w sumie zł. 7.000.

Przeniesienie szkicowni do przebudowanego pomieszczenia nastąpiło w końcu czerwca 1935 r. co umożliwiło przejęcie Instytutowi pomieszczeń po szkicowni dla swego użytku. Użytkany lokal składał się z dwóch sal i składziku o łącznej powierzchni około 300 m² i wymagał gruntownej przeróbki i dostosowania do potrzeb laboratoryjnych.

Przebudowa lokalu rozpoczęta została w lipcu 1935 r. i zakończona w pierwszej połowie września 35 r. przy materialnej pomocy ze strony Komitetu Wystawy Drogowej w sumie około 6.000 zł. z czego do dnia 1.IX.35 r. wpłynęło zł. 3500.

W międzyczasie zostało przekazane Instytutowi przez Ministerstwo Komunikacji laboratorium ceramiczne Stacji Doświadczalnej przy Zarządzie Klinkierń Państwowych w Izbicy, wyposażone w laboratorium chemiczne, maszyny i przyrządy do badań wytrzymałościowych i piece do prowadzenia wypalów.

Po uskutecznionej przebudowie, w lokalu dawniej zajmowanym znalazły pomieszczenie dział kamienny i betonowy, przy czym jeden pokój przeznaczono wyłącznie do obróbki próbek materiałów kamiennych i betonów, prócz tego wydzielono pomieszczenie dla będącego w organizacji działu badania gruntów.

Do nowego lokalu przeniesiono laboratorium chemiczne, laboratorium lepiszcz i nawierzchni bitumicznych, laboratorium ceramiczne oraz biuro Instytutu.

Rozwiązanie sprawy lokalowej, jak zaznaczono na wstępie jest tylko częściowo zadowalniające, gdyż zarówno warunki zdrowotne jak też i warunki pracy przedstawiają wiele do życzenia, dlatego też usilnem staraniem Instytutu pozostanie nadal pozyskanie własnych pomieszczeń przystosowanych do stale rozszerzanego zakresu prac odpowiednio do wzrastających potrzeb techniki drogowej.

Obok powiększenia lokalu Instytutu nastąpiło w okresie sprawozdawczym wydatne zwiększenie kompletu posiadanych maszyn i przyrządów bądź na skutek przekazania przez laboratorium ceramiczne w Izbicy lub też na skutek zakupienia przez Instytut.

Tak więc dział kamienny i betonowy uzyskał prasę Amsler'a 200 tonn do prób wytrzymałości na ściskanie, maszynę do prób wytrzymałości na zginanie belek betonowych, dwie

tarcze do prób ścieralności wg. Bohme'go oraz dmuchawę piaskową.

W dziale obróbki materiałów kamiennych, klinkierów i betonów zainstalowano nową tarczę do cięcia kamieni, drugą automatyczną do próbek mniejszych, wiertarkę do próbek walcowych klinkieru, młotki normalne do zapraw cementowych.

Laboratorium chemiczne zostało uzupełnione meblami jak również szkłem laboratoryjnym z Izbicy.

Wreszcie dział ceramiczny pozyskał wyposażenie umożliwiające przygotowanie próbek i ich wypał w piecu elektrycznym i zbudowanym na miejscu piecu gazowym.

Okres zimowy 1934/35 r. poświęcony był jak corocznie pracom normalizacyjnym, opracowywaniu aktualnych zagadnień drogowych na posiedzeniach D. I. B. w gronie członków i zaproszonych fachowców, wreszcie pracom o charakterze badawczym.

Po kilkakrotnem uzgodnieniu opracowany został projekt norm własności pobierania próbek klinkieru drogowego obowiązujący na rok 1935. Ważny dział stanowiły prace Instytutu nad wytycznymi do budowy dróg betonowych i budowy makadamów cementowych, będące podstawą do badań kontrolnych jakości betonów na budowanych w sezonie letnim 1935 r. odcińkach dróg betonowych.

Zapoczątkowane jeszcze w roku 1933 prace nad ustaleniem metod analitycznych oznaczania stosunku cementu do kruszywa w betonie doprowadziły do konkretnych rezultatów. Opracowaną została metoda dla betonów z cementu portlandzkiego sprawdzona dostatecznie laboratoryjnie, która została wprowadzona do badań Instytutu. Związane z tem prace subsydjowane były przez cementownie: Wysoka, Wołyń i Firlej. W dalszym ciągu zapoczątkowane zostały prace laboratoryjne nad opracowaniem podobnej metody dla betonów z cementów glinowych. Prace te są obecnie prowadzone przy poparciu firmy „Elektro”.

Prace Instytutu w okresie letnim 1935 r. poświęcone były potrzebom techniki drogowej i obejmowały badania kontrolne i analizy materiałów kamiennych, klinkieru drogowego, betonu, lepiszcz bitumicznych (smół i asfaltów) oraz nawierzchni bitumicznych.

Punkt ciężkości prac sezonu letniego 1935 r. przesunął się w okresie sprawozdawczym na materiały kamienne, klinkier i beton drogowy. Zwłaszcza ten dział wobec budowy kilku odcinków dróg betonowych dostarczał licznych analiz kontrolnych próbek betonu z budowy, zgodnie z opracowaniami przez Instytut przepisami. Prowadzone też były na miejscach budowy ustalanie składu mineralnego betonu, zawartości cementu i t. p.

Analizy lepiszcz i nawierzchni bitumicznych obejmowały jak w roku ubiegłym analizy kontrolne używanych przez poszczególne firmy asfaltów, nastawianie składu agregatu mineralnego do poszczególnych typów nawierzchni i analizy kontrolne gotowych nawierzchni.

Staraniem Instytutu wydane zostały w okresie sprawozdawczym:

a) Biuletyn Nr. 5, zawierający sprawozdanie z działalności za piąty rok istnienia Instytutu oraz zestawienie prac badawczych i normalizacyjnych;

b) Normy własności i metody badań materiałów kamiennych i lepiszcz bitumicznych, przeznaczonych do budowy dróg, rok 1935.

c) Tymczasowe normy własności klinkieru drogowego oraz wytyczne dla budowy dróg betonowych i makadamów cementowych, rok 1935.

d) „Zjawiska emulgacji jako jeden z czynników destrukcyjnych w nawierzchniach bitumicznych”—odbitka z Biuletynu Nr. 5 pracy wykonanej przez Dr. Inż. W. Skalmowskiego w Drogowym Instytucie Badawczym. Praca powyższa uznana została, jako praca doktorska inżyniera W. Skalmowskiego, który w październiku r. b. uzyskał stopień Doktora Nauk technicznych na Wydziale Inżynierji Politechniki Warszawskiej.

Poza tem zamieszczane były sprawozdania z prac w „Wiadomościach Drogowych Nr. 92, 95, 96, 97 i 98.

Warszawa, listopad 1935 r.

Kierownik Drog. Inst. Badawczego

Prof. M. Nestorowicz

ZESTAWIENIE WYKONANYCH PRZEZ DROGOWY INSTYTUT BADAWCZY PRZY POLITECHNICIE WARSZAWSKIEJ BADAŃ I ANALIZ W OKRESIE OD DNIA 1.IX.34 DO DNIA 1.IX.35 R.

Materiały kamienne.

1. Zbadano na przydatność do celów drogowych próbek, materiałów kamiennych pochodzenia naturalnego	102
2. Zbadano na przydatność do celów drogowych próbek klinkieru drogowego	670
3. Zbadano na przydatność do celów drogowych próbek kruszywa (piasek, grys, żwir) oraz uskutecznilo nastawień agregatu mineralnego	19
4. Zbadano próbek mączek wapiennych	5

Beton i cement.

1. Przeprowadzono nastawień kruszywa do betonu z uwzględnieniem krzywej przesiewu	5
2. Przeprowadzono badań kontrolnych próbek betonowych na ściskanie, ścieralność i zginanie	413
3. Przeprowadzono ustaleń stosunku składników betonu	11
4. Wykonano betonów z materiałów składowych dostarczonych serji	5
5. Wykonano badań cementu serji	5

Asfalty drogowe.

1. Zbadano asfaltów drogowych z polecenia instytucji rządowych, samorządowych i firm prywatnych	28
2. Wykonano zestawień mieszanek asfaltowych, flukso- wań i t. p.	20

Smoły drogowe.

1. Zbadano smół drogowych	4
-------------------------------------	---

Emulsje bitumiczne.

1. Zbadano emulsji bitumicznych na polecenie Ministerstwa Komunikacji i firm prywatnych	54
---	----

Nawierzchnie bitumiczne.

1. Przeprowadzono analiz próbek gotowych nawierzchni bitumicznych	111
2. Wykonano zestawień składu różnych nawierzchni bitumicznych	5

Analizy chemiczne.

1. Analiz gotowego betonu	19
2. „ kamienia	2
3. „ wody do betonu	6
4. „ szkła wodnego	1
5. „ różnych	5

PROGRAM PRAC DROGOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO PRZY POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ, NA OKRES OD DNIA 1.IX.35 DO DNIA 1.IX.36 R.

(SIÓDMY ROK ISTNIENIA).

Materiały kamienne.

- a) Badania materiałów kamiennych naturalnych i sztucznych, używanych do budowy dróg;
- b) Prace normalizacyjne nad metodami badań materiałów kamiennych.

Klinkier drogowy.

- a) Badania kontrolne klinkieru używanego do budowy dróg;
- b) Badania ceramiczne glin na przydatność do wyrobu klinkieru drogowego;
- c) Badania i prace normalizacyjne nad klinkierem drogowym.

Beton drogowy.

- a) Badania kontrolne próbek betonu z budowy dróg betonowych;
- b) Badania własności betonu o różnym składzie i kruszywie;
- c) Opracowanie metod analizy nawierzchni betonowych;
- d) Dalsze prace nad metodami analitycznymi, pozwalającymi na ustalenie zawartości cementu w betonie;
- e) Prace normalizacyjne nad betonem drogowym.

Asfalty drogowe.

- a) Analizy kontrolne asfaltów i emulsji bitumicznych, używanych do celów drogowych;
- b) Badania praktyczne nad zastosowaniem asfaltów krajowych w budownictwie drogowym;
- c) Badania nowych asfaltowych lepiszcz drogowych;
- d) Prace normalizacyjne nad własnościami asfaltów krajowych.

Smoly drogowe.

- a) Analizy kontrolne smół drogowych, smół stabilizowanych i emulsji smołowych, używanych do celów drogowych;
- b) Badania nowych lepiszcz smołowych.

Podłoże drogi.

- a) Systematyczne badania i analizy podłoża dróg;
- b) Prace normalizacyjne i ustalenie metod badania.

Nawierzchnie bitumiczne.

- a) Analizy kontrolne składu i własności nawierzchni bitumicznych;
- b) Prace normalizacyjne nad ustaleniem własności nawierzchni bitumicznych dla warunków polskich.

Prace normalizacyjne.

O g ó l n e.

- a) Prace nad słownikiem drogowym.
- b) Prace badawcze.
- c) Prace doktorskie.

SPRAWOZDANIE RACHUNKOWE.

Sprawozdanie rachunkowe za czas od 1.IX.34 r. do 31.VIII.35 r.

Przychody.

	Gotówka w kasie	Zaliczki do rozliczenia
1. Saldo na 1.IX.34 r. . . .	Zł. 7523,76 =	5,817,10 1,706,66
2. Wpłacono do Kwestury Politechniki Warsz. za wykonane przez D. I. B. analizy i badania dla poszczególnych		

instytucji rządowych, samorządowych i prywatnych	59,619,64	
3. Subwencja z Funduszu Pracy na za- trudnienie inżynierów przy opracowa- niu tematów specjalnych	3,600,00	
4. Zwrócona zaliczka gotówką z sumy 1706,66	150,00	
	<u>razem 69,186,74</u>	1,706,66

R o z c h o d y.

1. Wg. Grupy I — Wydatki osobowe	31,502,62	176,00
z czego:		
poz. a — Pensje pracow- ników opłaca- nych przez Za- kład		
poz. b — Wynagrodzenie robotn. dzien- nych	Zł. 29,481,16	
poz. c — Wynagrodzenie za dodatkowe prace		
poz. d — Świadczenia so- cjalne	Zł. 2,021,46	
2. Wg. Grupy II — Wydatki lokalowe	5,570,63	24,11
z czego:		
poz. b — Woda i kanali- zacja		
poz. c — Opał		
poz. d — Światło jako 5% od obrotu wpła- cono Kwesturze Politechniki Warszawskiej, zgodnie z pole- ceniem M. W. R. i O. P. pi- smo Nr. IV NS 3091/34 z dnia 21.III.1934 r.	Zł. 2,980,23	

poz. e — Utrzymanie porządku	}	Zł. 3,590,40	
poz. f — Instalacje, remont i konserwacja lokalu			
3. Wg. Grupy III — Inne wydatki administracyjne			1,683,82 184,85
z czego:			
poz. a — Materiały pisarskie			
poz. b — Druki	Zł.	480,33	
poz. c — Telefony i porto	Zł.	600,43	
poz. d — Drobne wydatki	Zł.	603,06	
4. Wg. Grupy IV — Urządzenia i potrzeby naukowe Zakładu			9,342,58 1,171,70
z czego:			
poz. b — Aparaty, przyrządy i narzędzia	Zł.	7,567,74	
poz. c — Odczynniki i materiały	Zł.	1,774,84	
5. Zwrot gotówką reszty zaliczki z sumy Zł. 1,706,66 poz. 4 przychodu			150,00
6. Pożyczka z sum Instytutu udzielona dla Sekcji Drogowej „TOST'u" na przebudowę lokalu		7,000,00	
	razem Zł.	56,099,65	1,706,66
<hr/>			
Przychody do dnia 1.IX.35 r.	Zł.	69,186,74	
Rozchody do dnia 1.IX.35 r.	Zł.	56,099,65	
Saldo na dzień 1.IX.35 r.	Zł.	13,087,09	

II.

PRACE BADAWCZE I NORMALIZACYJNE.

TRAVAUX DES RECHERCHES ET DE STANDARDISATION.

T R E Ś Ć

	str.
1. <i>Materiały kamienne.</i>	
Wyniki badań laboratoryjnych materiałów kamiennych używanych do budowy i utrzymania dróg w Polsce (ciąg dalszy publikacji z roku 1929 i 1933).	15
2. <i>Klinkler drogowy.</i>	
Tymczasowe normy własności i sposoby pobierania próbek klinkieru drogowego na rok 1935.	30
Wpływ zamrażania i wilgoci na jakość klinkieru drogowego	35
3. <i>Beton drogowy.</i>	
Badania nad metodą oznaczania zawartości cementu w betonie z cementu portlandzkiego	47
Wyniki badań laboratoryjnych materiałów składowych dla betonu drogowego i wykonanych betonów	61
Wytyczne dla budowy dróg betonowych na rok 1935	93
Wytyczne dla budowy makadamów cementowych na rok 1935	109

S O M M A I R E

	page
1. <i>Les matériaux pierreux.</i>	
Résultats des essais laboratoires des pierres employées pour les revêtements de routes en Pologne (la suite de la publication de l'année 1929 et 1933)	15
2. <i>Les briques de pavé.</i>	
Standardisation provisoire des propriétés et l'échantillonnage des briques de pavé pour 1935	30
Résumé français	33
Changements des propriétés des briques de pavé sous l'action de l'humidité et de la congélation	35
Résumé français	44
3. <i>Les revêtements en béton.</i>	
Recherches sur la contenance du ciment portland dans le beton endurci	47
Résumé français	58
Résultats des essais laboratoires des matériaux composants employés pour les bétons routiers et les bétons prêts	61
Résumé français	91
Instructions pour l'exécution des revêtements en béton de ciment pour 1935	93
Instructions pour l'exécution de macadam ciment pour 1935.	109

1. WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH MATERJAŁÓW KAMIENNYCH, UŻYWANYCH DO BUDOWY I UTRZYMANIA DRÓG W POLSCE.

(ciąg dalszy).

Poniższe zestawienie stanowi dalszy ciąg wydanego w r. 1929 i 1933 zestawienia wyników badań materiałowych kamiennych i zawiera badania, wykonane przez Drogowy Instytut Badawczy do dnia 31 grudnia 1935 roku.

Les résultats des essais cités ci dessous suivent les publications des années 1929 et 1933 et concernent les essais faits par l'Institut jusqu'au 31.XII 1935.

Nr. próbki	Pochodzenie (miejscowość)	Nazwa skały	Ścieralność w debnie Deval'a g	Ścieralność na tarczy cm	Wytężenie Ilość na ści- skanie kg/cm ²	Nasiąkli- wość %	Gęstość	CieŜar właściwy	Porowatość	Zwięzłość
23 A	Pola na terenie dóbr „Brze- zie”	Amfibolitnarzutowy	3,76	0,09	2506	0,40	2,84	2,93	0,011	14
<i>Woj. Warszawskie. Powiat Włocławski.</i>										
46 P	Kamieniołom Rosiaka w Zagórzku koło Sosnowca	Wapień	—	0,40	1234	0,588	2,637	2,672	0,015	6
<i>Woj. Kieleckie. Powiat Będziński.</i>										

Nr. próbki	Pochodzenie (miejscowość)	Nazwa skały	Ścieralność w bębnie Deval'a %	Ścieralność na tarczy cm.	Wytrzyma- łość na ści- skanie kg/cm ²	Nasiąkli- wość %	Gęstość	Ciezar właściwy	Porowatość	Zwięzłość
<i>Powiat Kielecki.</i>										
52 a	Państw. Kamieniołom w Zagłębiu "Wiśniówka Duża"	Piaskowiec kwarcy- towy	1.42	0.10	3277	0.54	2.62	2.661	0.014	21
52 b	"Wiśniówka Mała"	" "	1.72	0.12	2180	0.51	2.62	2.669	0.013	36
52 c	"Barcza Nowa"	" "	2.22	0.17	1136 1320 3140	0.63	2.55	2.644	0.016	—
52 c ₁	Kamień powierzchniowy z terenu "Barczy Nowej"	" "	—	0.20	869 2926	0.73	2.59	2.623	0.019	28
52 d	Kamieniołom "Podłazie" pod Daleszycami	" "	—	0.10	1251	0.53	2.58	2.675	0.014	11
52 e	Kamieniołom we wsi Ko- zieł gm. Ciszów	" "	—	0.19	2868	1.09	2.49	2.665	0.027	10
52 f	Kamieniołom w "Biało- gonie"	Zwały piaskowiec o lepieszcu krze- mionkowo - ilastem, zawierający glau- konit	—	0.15	1946	2.06	2.412	2.671	0.050	16
52 g	Kamień "Lysagóra"	Piaskowiec kwarcy- towy (kwarcyt)	—	0.11	3637	0.69	2.562	2.671	0.018	21
52 h	Kamieniołom "Rykoszyn i Bukówka"	Piaskowiec kwarcy- towy o zabarwieniu czarnem	1.44	0.06	3876	0.38	2.61	2.665	0.010	35

52 i	Kamieniołomy "Czarnów" w Kielcach	Zbity wapien o za- barwieniu ciemnym (bitumiczny)	3,20	0,24	2024	0,32	2,66	2,72	0,008	10
<i>Powiat Opatowski</i>										
58 P	Kamieniołom "Witosław- ska Góra" wł. p. Z. Ho- rocha	Piaskowiec kwarcy- towy o odcieniu ró- żowym	—	0,12	2608	1,13	2,54	2,66	0,028	20
58 P ₁	" "	Piaskowiec kwarcy- towy	—	0,19	2950	1,59	2,50	2,66	0,039	16
58 R	Kamieniołom we wsi "Bardo"	Diabaz (bardolit)	4,41	0,30	1821	3,82	2,67	2,725	0,102	11
<i>Powiat Sandomierski</i>										
63 D	Kamieniołom w maj. Lip- nik wł. p. A. Malinow- skiego	Piaskowiec droбно- ziarnisty	—	0,65	937	2,80	2,509	2,687	0,079	9
<i>Powiat Stopnicki</i>										
64 H	Kamieniołom w Kikowie	Wapien zbity z wi- docznymi ziarnami krystalicznego kal- cytu	—	0,24	1573	0,46	2,65	2,69	0,012	10
<i>Województwo Lubelskie Powiat Janowski</i>										
74 N	Kamień z terenów gminy Annopol	Zwarty piaskowiec o lepszym krze- mionkowem	—	0,04	3534	0,51	2,54	—	0,013	15

Nr. próbki	Pochodzenie (miejscowość)	Nazwa skały	Ścieralność w debnie Deval'a %	Ścieralność na tarczy cm	Wytężma- łość na ści- skanie kg/cm ²	Nasiakli- wość %	Gęstość	Ciezar własciwy	Porowatość	Zwięzłość
<i>Województwo Wołyńskie. Powiat Sarnieński.</i>										
127 S	Kamieniołom „Krywka” w Klesowie wł. Związku Celowego Powiatów	Granit średnioziar- nisty	2,29	0,14	2414	0,14	2,644	2,653	0,004	20
127 S ₁	„ „	Granit drobnoziar- nisty	2,66	0,10	3643	0,13	2,648	2,658	0,003	28
127 T	Kamieniołomy Zrzeszenia Samorządów Powiatowych przy st. Klesów uroczyisko „Werchy”	Granit drobnoziar- nisty o zabarwieniu różowym	—	0,10	2106	0,37	2,65	2,67	0,004	—
127 W	Kamieniołom „Jarowe Dzień” w Tomaszgrodzie	Granit średnioziar- nisty koloru ciemne- go	—	0,11	2688	0,23	2,723	2,768	0,006	13
127 V	Kamieniołomy Poleskie Henryka Ginala w kolonji „Besetka”	Granit biotytowy gruboziarnisty	—	0,12	1947	0,265	2,754	2,80	0,0075	—
127 V ₁	„ „	Granit biotytowy drobnoziarnisty	—	0,16	1885	0,165	2,899	2,94	0,005	—
127 Z	Kamieniołomy „Syczewo- Ośnick” kopalnia Smolar- nia	Granit różowy gru- boziarnisty	4,12	0,10	1735	0,23	2,626	2,635	0,006	10
127 Z ₁	Kamieniołomy „Syczewo- Ośnick” kopalnia „Szy- czewo-Dwór”	Granit biotytowy gruboziarnisty	3,38	0,13	1473	0,28	2,698	2,800	0,008	10

127 Z ₂	Kamieniołomy „Szczerwono-Ośnick” kopalnia „Pohnyte”	Granit różowy gruboziarnisty	3,34	0,11	2419	0,23	2,625	2,650	0,006	12
127 Z ₃	Kamieniołomy „Szczerwono-Ośnick” kopalnia: „Pczele”	Gabro - noryt średnioziarnisty	1,86	0,14	2510	0,13	3,022	3,030	0,004	18
127 Z ₄	Kamieniołom „Pczele”	Gabro - noryt drobnoziarnisty	—	0,08	{ 3765 4624	0,34	—	—	—	{ 40 32
127 Z ₅	„ „ „	Gabro - noryt	—	0,08	2730	0,11	3,03	3,04	0,003	27
127 Z	Kamieniołom „Jamne” w woj. Rokifno - Jamne gminy Kisoryckiej	Granit biotylowy drobnoziarnisty	—	0,08	3060	0,37	2,69	2,721	0,010	22

Powiat Sarnieński.

127 X ₁	Kamieniołom „Zawerecie” pod Klesowem	Granit drobnoziarnisty o zabarwieniu różowym (mikrogranit)	1,96	—	3353	—	—	—	—	—
127 X ₂	„ „ „	Granit średnioziarnisty o zabarwieniu różowym	2,55	—	2758	—	—	—	—	—
127 X ₃	„ „ „	Granit biotylowy gruboziarnisty	3,28	—	2059	—	—	—	—	—
127 X ₄	„ „ „	Granit średnioziarnisty o zabarwieniu różowym ze śladami metamorfozy	2,48	—	3038	—	—	—	—	—
127 Y ₁	Kamieniołom w Klesowie	Granit średnioziarnisty o zabarwieniu różowym	2,26	0,10	3436	0,36	2,62	2,67	0,010	23
127 Y ₂	„ „ „	„ „ „	2,74	0,14	2703	0,32	2,66	2,70	0,009	18

Nr. próbki	Pochodzenie (miejscowość)	Nazwa skały	Scierałość w debnie Deval'a %	Scierałość na tarczy cm.	Wytrzyma- łość na ści- skanie kg/cm ²	Nasiakli- wość %	Gęstość	Cieężar własny	Porowatość	Zwięzłość
127 Y ₃	Kamieniołom w Klesowie	Porfiryt hornblendo- wy średnioziarnisty	2,44	0,14	2511	0,26	2,72	2,76	0,008	26
127 Y ₄	"	Łupek biotytowy drobnoziarnisty bez widocznego uwar- stwienia	2,14	0,15	3087	0,26	2,73	2,78	0,008	36
127 Y ₅	"	Granit gruboziarni- sty o zabarwieniu ciemnym z odcie- niem różowym	—	0,11	1958	0,28	2,69	2,71	0,008	13
127 a ₁	Kamieniołom w okolicy Klesowa	Granit drobnoziar- nisty o zabarwieniu różowym	—	0,10	2914	0,23	2,64	2,65	0,006	—
127 a ₂	"	Granit średnioziar- nisty o zabarwieniu różowym	—	0,11	1735	0,28	2,65	2,66	0,007	—
127 a ₃	"	Gabro - noryt śre- dnioziarnisty	—	0,15	2665	0,13	2,85	2,90	0,004	23
127 a ₄	"	Granit drobnoziar- nisty	—	0,14	1944	0,43	2,67	2,72	0,011	16
127 a ₅	"	Granit średnioziar- nisty	—	0,13	1812	0,24	2,64	2,68	0,006	18
127 a ₆	"	"	—	0,16	1187	0,48	2,62	2,69	0,012	12
127 b	"	Granit gruboziarni- sty ze znacznymi śladami wietrzenia skały	—	0,11	1630	1,06	2,59	2,65	0,028	8

Powiat Dubieński.

128 W ₁	Kamieniołom w Stradkach	Piaskowiec wapienny (muszlowy)	—	0,26	479	2,57	2,46	2,66	0,063	5
128 W ₂	Kamieniołom w Górnikach	Wapień z domieszką piasku	—	0,37	397	2,88	2,41	2,67	0,069	8

Powiat Krzemieniecki.

131 F ₁	Wieś Kuniniec gmina Wiśniowiecka	Wapień muszlowy	—	1,48	67	22,5	1,56	2,65	—	kruszy się
131 F ₂	Okolice wsi Borszczówka gmina Łanowce	Zwarty wapień muszlowy	—	1,06	202	9,31	1,98	2,68	—	4

Powiat Rówieński.

135 I ₁	Kamieniołom Państwowy „Janowa Dolina”	Bazalt z głębokości 0,5 m	2,63	0,17	3320 3648	0,26	2,90	2,96	—	25
135 I ₂	„ „ „	„ „ 7 m	1,80	0,16	3424 3306	0,33	2,91	2,96	—	30
135 I ₃	„ „ „	„ „ 14 m	1,42	0,16	3345 3467	0,38	2,91	2,96	—	26

Województwo Krakowskie. Powiat Bialski.

195 C	Kamieniołom Państwowy w Kozach ze szczytu pod „Chrobaczą Łaką”	Piaskowiec drobnoziarnisty	—	0,14	1812	2,12	2,45	2,63	0,052	9
195 D	Kamieniołom w Puszczy Wielkiej gm. Porąbka	Piaskowiec drobnoziarnisty gliniasto-wapienny	2,01	0,12	2073	1,36	2,57	2,64	0,036	18

Nr. próbki	Pochodzenie (miejscowość)	Nazwa skały	Scierałość w bebnie Deval'a %	Scierałość na tarczy cm.	Wytrzyma- łość na ści- skanie kg/cm ²	Nasiąkli- wość %	Gęstość	CieŜar właściwy	Porowatość	Zwięzłość
<i>Powiat Chrzanowski.</i>										
198 W	Kamieniołom w „Zalasiu”	Porfirit	—	0,15	2153	0,34	2,545	2,628	0,008	33
198 W ₁	Kamieniołom w Zalasiu Wydziału Powiatowego w Chrzanowie Odkrywka 1 warstwa górna	„	—	0,16	1470	1,56	2,39	2,60	0,037	22
198 W ₂	„ odkrywka 2 warstwa dolna	„	—	0,21	1845	1,76	2,40	2,59	0,042	22
198 W ₃	„ odkrywka 3 warstwa dolna	„	—	0,13	2004	0,85	2,48	2,61	0,021	25
198 V	Kamieniołom we Frywał- dzie, świeŜa odkrywka	„	—	0,13	1916	1,14	2,48	2,58	0,028	21
198 Z	Projektowane kamienioło- my w Dębnikach „Dębni- cie marmury i dolomity” wł. inŜ. W. Żukowskiego	Szary dolomit de- woński	3,08	0,31	2623	0,33	2,75	2,79	0,009	21
198 Z ₁	„	Wapień (marmur dewoński)	4,48	0,47	1027	0,32	2,66	2,69	0,008	7
198 X	Kamieniołom „Dandówka”	Wapień z ziarnami krystalicznego kal- cytu	—	0,37	1300 1320 855	0,30	2,69	2,73	0,008	7
198 Y	Kamieniołom w Długo- szynie	Wapień	5,40	0,61	831	1,04	2,52	2,72	0,027	6
198 Y ₁	„	Wapień zbity	—	0,40	1053 1866	0,33	2,70	2,725	0,009	5

198 Y ₂	Kamieniołom w Długoszynie	—	0,62	887	1,24	2,54	2,675	0,031	5
198 a	z góry Chelm we wsi Nielepice gm. Krzeszowice	—	0,41	937	0,81	2,596	2,700	0,021	11
198 b	Kamieniołom na Orleju gm. Zalas	—	0,14	{ 1902 1650	1,47	2,515	2,641	0,038	{ 37 39
198 b ₁	" "	3,42	0,24	{ 990 1250	2,50	2,439	2,607	0,061	{ 22 24
198 c	Kamieniołom w Niedźwiedziej Górze Poziom środkowy	—	0,48	2073	0,32	2,86	2,87	0,010	—
198 c ₁	Kamieniołom w Niedźwiedziej Górze poziom dolny	—	0,66	2203	0,33	2,84	2,86	0,010	—
198 c ₂	" "	—	0,42	2589	0,14	2,86	2,87	0,004	—
198 c ₃	Kamieniołom w Niedźwiedziej Górze. Blok spoczywający na zboczu kamieniołomu, wylamany w r. 1909	—	0,46	2195	0,26	2,81	2,82	0,007	—
198 d	Kamieniołom Bahra z Re-gulic ściana gorna	—	0,48	2096	0,68	2,661	2,717	0,018	15
198 d ₁	" ściana dolna	—	0,40	1624	4,02	2,625	2,675	0,105	24
198 e	Kamieniołomy drobnych posiadaczy w okolicy Jaworzna	—	0,50	1287	1,46	2,60	2,690	0,038	8
198 e ₁	Kamieniołom Krupy w okolicy Jaworzna	—	0,42	1196	0,72	2,66	2,680	0,019	6
198 e ₂	Kamieniołom Neznera w okolicy Jaworzna	—	0,84	718	2,05	2,49	2,665	0,051	4
198 e ₃	" "	—	0,41	1361	0,51	2,69	2,705	0,014	7

Wapień z ziarnami krystalicznego kalcytu

Wapień

Porfir o zabarwieniu różowem

ze śladami zwiętrzenia

Diabaz

"

"

"

Melafir

"

Wapień

Wapień uwarstwiony

Wapień porowaty

Wapień zbity

Nr. próbki	Pochodzenie (miejscowość)	Nazwa skały	Scieralność w debnie Devala %	Scieralność na tarczy cm.	Wytężma- łość na ści- skanie kg/cm ²	Nastąpi- wość %	Gęstość	Ciezar własny	Porowatość	Zwięzłość
198 e ₁	Kamieniołom kopalń Ja- worznickich w okolicy Ja- worzna	Wapień dolomitycz- ny (dolomit)	—	0,37	716	2,57	2,59	2,830	0,066	7
198 e ₂	" "	" "	—	0,64	1131	4,83	2,52	2,810	0,121	5
198 f	Kamieniołomy w Płazie	Wapień o wyraż- nem uwarstwieniu	—	0,54	1131	1,52	2,493	2,706	0,038	10
198 f ₁	" "	Wapień zbitý nie- jednorodny	4,55	0,67	860	0,37	2,660	2,707	0,010	9
198 g	Kamieniołomy w Kłęcza- nach	Piaskowiec wapien- ny (szarogłaz)	—	0,18	2133	0,57	2,657	2,726	0,015	16
198 h	Łomy dolomitowe w Po- goszycach	Wapień dolomitycz- ny z domieszką gliny	—	0,67	892	4,31	2,380	2,843	0,099	5
<i>Powiat Krakowski.</i>										
204 A	Kamieniołom w Radkówce	Wapień	—	0,20	1927	0,68	2,65	2,75	0,018	11
204 B	Kamieniołom Waldera w Biskupicach	Piaskowiec wapien- ny z wyraźną war- stwą zwięzłą	—	0,14	{1361 {1098	0,42	2,627	2,664	0,011	15
204 B ₁	Kamieniołom wł. kościelna w Biskupicach	Piaskowiec drobno- ziarnisty o lepszym wapiennem, wyraż- nie uwarstwiony	—	0,18	{2497 {2633	1,36	2,504	2,624	0,034	{28 {25

Powiat Limanowski.

205 L	Kamieniołom na terenie wsi Gruszowiec w km. 64 drogi państw. Nr. 12/2	Drobnoziarnisty piaskowiec wapienny	—	0,19	2374	0,55	2,61	2,68	0,014	23
205 M	Kamieniołom na terenie wsi Mszana Dolna w km. 76 drogi państw. Nr. 12/2	" "	—	0,20	2056	0,66	2,65	2,73	0,017	17

Powiat Myślenicki.

207 B	Kamieniołom w Górze "Bukowiec" gm. Bierzowie	Piaskowiec zwarty drobnoziarnisty o lepkości wapiennem	—	—	1882	0,949	2,582	2,659	0,024	17 32 33
207 B ₁	" "	" "	—	—	1877	1,008	2,601	2,669	0,026	22
207 B ₂	" "	" "	—	—	2620	1,387	2,560	2,623	0,034	26
207 C	Kamieniołom w Górze "Bęczarka" gm. Bęczarka	Zwarty piaskowiec krzemionkowy, przechodzący w rogowiec	—	—	2717	1,128	2,570	2,675	0,029	21
207 C ₁	" "	" "	—	—	—	0,956	2,554	2,590	0,024	—
207 D	Kamieniołom z gminy Podchybie	Piaskowiec zwarty o lepkości wapiennem	—	0,31	1752	1,043	2,560	2,654	0,026	28
207 D ₁	" "	" "	—	—	1827	1,061	2,571	2,607	0,027	28
207 E	Kamieniołom w Górze "Bysina" z gmin Górne Przedmieście (Górna Wieś) i Bysina	Piaskowiec zwarty, przechodzący w rogowiec	—	—	2735	1,202	2,542	2,595	0,030	27
207 E ₁	" "	" "	—	—	2469	0,247	2,594	2,606	0,006	26
207 E ₂	" "	" "	—	—	1960	0,590	2,573	2,611	0,012	19

Nr. próbki	Pochodzenie (iniejsowość)	Nazwa skały	Ścieralność w bełnie %	Ścieralność na tarczy cm.	Wytężma- łość na ści- skanie kg/cm ²	Nasąkli- wość %	Gęstość	Ciezar własny	Porowatość	Zwięzłość
207 F	Kamieniołom z gminy Ja- wornik	Piaskowiec zwarty, przechodzący w ro- gowiec	—	—	2781	0.744	2.575	2.615	0.019	28
207 F ₁	"	"	—	—	—	0.909	2.564	2.600	0.029	—
207 G	Kamieniołom w Stróży	Piaskowiec o lepi- szczy wapienno-gli- niastem	—	0.331	1673	0.86	2.665	2.678	0.023	13
207 G ₁	"	"	—	0.274	2072	0.66	2.690	2.709	0.018	18
207 H	Kamieniołom w Tenczy- nie (góra)	Piaskowiec o lepi- szczy wapiennem (szarogłaz)	—	0.20	2034	0.64	2.617	2.719	0.017	22
207 H ₁	Kamieniołom w Tenczy- nie (dół)	Piaskowiec o lepi- szczy gliniasto-wa- piennem	—	0.27	1361	1.69	2.535	2.668	0.043	14
207 H ₂	Kamieniołom w Tenczynie	Drobnoziarnisty pia- skowiec wapienny (szarogłaz)	—	0.12	1872	1.12	2.58	2.67	0.029	12
<i>Powiat Nowotarski</i>										
208 Z	Kamieniołom w Tylmano- wej w km. 71.3 drogi woj- Zakliczyn-Szczawica	Drobnoziarnisty pia- skowiec wapienny	—	0.22	2028	0.55	2.68	2.710	0.015	16
208 X	Z głazów, naniesionych przez potok Sucha Woda ze szczytów wokolicy Ha- li Gąsienicowej	Gruboziarnisty gra- nit biotytowy, kolo- ru jasno-szarego	3.12	0.09	2049	0.39	2.61	2.69	0.010	9

Powiat Nowosądecki.

209 a	Z jaru potoku w Słupnym na terenie wsi Powroźnik	Zwarty piaskowiec wapienny	—	0,18	2283	0,49	—	—	7
209 b	Kamieniołom Piotra Pyrza w Krynicy Zdroju za cmentarzem katol.	Piaskowiec fliszowy o lepiszczu gliniasto-wapiennym	—	0,19	1042	1,20	—	—	8
209 c	Kamieniołomy w posiadłościach Żywickiego, Hreńska, Biskupa Michała i sąsiadów w Krynicy wsi naprzeciw cerkwi	Zwarty piaskowiec wapienny	—	0,19	1652	0,71	—	—	17
209 d	Kamieniołomy w posiadłościach Gromasiaka i Tełyszczaka oraz sąsiadów w Krynicy Wsi obok potoku Czarnego na t. zw. Jasielniku	Piaskowiec fliszowy o lepiszczu wapienno-gliniastym	—	0,30	1003	1,16	—	—	8
209 d ₁	" "	" ze śladami zwietrzenia	—	0,25	606	2,60	—	—	4

Powiat Wadowicki.

216 A	Kamieniołom wojewódzki w Tarnawie Dolnej	Średnioziarnisty piaskowiec wapienny	—	0,235	2079	0,53	2,67	2,695	0,014	17
216 B	Kamieniołom „Jasnochowska k/Suchej	Zbity piaskowiec wapienny	—	0,18	1657	0,36	2,65	2,70	0,010	14
216 B ₁	" "	" "	—	0,15	2030	0,31	2,65	2,71	0,009	13
216 B ₂	" "	Piaskowiec wapienno-gliniasty	—	0,17	1497	1,51	2,49	2,66	0,038	11

Nr. próbki	Pochodzenie (miejsowość)	Nazwa skały	Scierałość w debnie Devala %	Scierałość na tarczy cm.	Wytrzyma- łość na ści- skanie kg cm ²	Nastaki- wość %	Gęstość	Ciezar własny	Porowatość	Zwięzłość
<i>Powiat Żywiecki</i>										
218 M	Kamieniołom „Miłówka” k/Żywca	Drobnoziarnisty piaskowiec wapienny (szarogłaz)	—	0,20	1057	1,45	2,62	2,73	0,038	8
<i>Województwo Stanisławowskie. Powiat Skolski.</i>										
256 A	Firma Groedel ze Skolego	Drobnoziarnisty piaskowiec wapienny	—	0,31	1595	2,70	2,456	2,654	0,066	10
<i>Powiat Żydaczowski.</i>										
262 A	Kamieniołom „Berda” gm. Krupska	Wapień z dużą do- mieszką piasku	4,55	0,33	1429	1,51	2,55	2,696	0,0385	—
<i>Województwo Śląskie. Powiat Cieszyński.</i>										
290 A	Kamieniołom Andrzeja Kraja w Ustroniu	Szarogłaz	—	0,16	2542	0,85	2,635	2,70	0,022	10

290 A ₁	Kamieniołom Andrzeja Kraja w Ustroniu	Szarogłaz	—	0,14	2462	0,96	2,605	2,69	0,025	12
290 B	Kamieniołom f-my Alfred Signus w Wisle	Drobnoziarnisty pia- skowiec wapienny	2,73	0,19	2421	1,16	2,52	2,625	0,029	17
290 C	Kamieniołom „Skalica” w Ustroniu	” ”	5,55	0,19	2138	1,02	2,58	2,66	0,026	13
290 D	Kamieniołom „Tokarzó- wka”	Piaskowiec wapien- ny (szarogłaz)	—	0,32	1311	—	—	—	—	—

Powiat Lubliński.

292 A	Kamieniołom Jana Bogac- kiego w gminie Lubsza Śl.	Zbity wapien z ży- łami krystalicznego kalcytu	6,56	0,34	1116 1204 552 863	0,82 0,70 1,14 0,57	2,64 2,65 2,62 2,67	2,705	0,022 0,018 0,030 0,015	9 8 10 6
-------	--	--	------	------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	-------	----------------------------------	-------------------

Powiat Świętochłowski

295 F	Kopalnia „Biały Szarlej” Brzeziny G. Śląsk	Dolomit	4,92	—	3024 1294 1190	0,68 1,22 1,73	2,77 2,71 2,70	2,835	0,019 0,033 0,047	—
-------	---	---------	------	---	----------------------	----------------------	----------------------	-------	-------------------------	---

I. TYMCZASOWE NORMY WŁASNOŚCI I POBIERANIE PRÓBEK
KLINKIERU DROGOWEGO NA ROK 1935.

*Standardisation provisoire des propriétés et l'échantillonnage des
briques de pavé pour 1935.*

Klinkier drogowy dzielimy na następujące gatunki pod względem jego przydatności do celów drogowych.

Do gatunku I-go zalicza się:

Klinkiery o powierzchniach równych i gładkich o dwóch równoległych stronach, nadających się do ułożenia w nawierzchni w zależności od przewidywanego sposobu układania cegieł. Krawędzie winny być równe, struktura jednorodna, uszkodzenia kantów nie mogą przewyższać 5% ogólnej długości krawędzi, a powierzchnie odprysków nie mogą przekraczać 5% każdej powierzchni klinkieru.

Wytrzymałość na ściskanie nie mniej niż 900 kg/cm² przy nasiąkliwości nie więcej niż 9% wagowo, albo wytrzymałość na ściskanie nie mniej niż 800 kg/cm² przy nasiąkliwości nie więcej niż 7% wagowo.

Dopuszczalna tolerancja wymiarów $\pm 3\%$

Ilość nieodpowiadającego powyższym normom materiału nie może przekraczać 15% dostawy.

Do gatunku II-go zalicza się:

a) Klinkier odpowiadający gatunkowi I mu pod względem wytrzymałości i stopnia nasiąkliwości, niespełniający jednak warunków dla gatunku I-go pod względem swego wyglądu zewnętrznego.

Dopuszczalne są pęknięcia w postaci rys (nie szpar), krawędzie mogą być poszarpane, jednak w ilości nie większej od 10% ogólnej długości krawędzi, powierzchnie odprysków nie mogą przekraczać 10% każdej powierzchni klinkieru.

b) Klinkier o wyglądzie zewnętrznym, spełniającym warunki dla gatunku I-go jednak

o wytrzymałości na ściskanie nie mniej niż . 700 kg/cm²
i o nasiąkliwości nie więcej niż 12% wagowo

Dopuszczalna tolerancja wymiarów w gatunku b) $\pm 3\%$.

Ilość nie odpowiadającego powyższym normom materiału nie może przekraczać 15% dostawy.

Do gatunku III-go zalicza się:

a) Klinkier odpowiadający gatunkowi I-mu lub II-mu pod względem wytrzymałości i stopnia nasiąkliwości, nie spełniający jednak warunków dla gatunku II-go pod względem swego wyglądu zewnętrznego.

Dopuszczalne są większe uszkodzenia mechaniczne powierzchni i krawędzi, nie przekraczające jednak 20% każdej powierzchni lub długości krawędzi, nieznaczne pęknięcia w postaci szpar tylko na jednym boku klinkieru.

b) Klinkier słabo wypalony o wyglądzie zewnętrznym spełniającym warunki dla gatunku I-go, jednak

o wytrzymałości na ściskanie nie mniej niż . 500 kg/cm²
i o nasiąkliwości nie więcej niż 14% wagowo

Ilość nieodpowiadającego powyższym normom materiału nie może przekraczać 15% dostawy.

Klinkiery o wytrzymałości i nasiąkliwości gorszej od obowiązującej dla gatunku III-go mogą być zaliczone do gatunku IV-go.

Pobieranie próbek klinkieru do badań.

Odróżnia się: a) badania szczegółowe, mające scharakteryzować dany klinkier lub daną partję klinkieru lub dany ładunek komory piecowej co do jego cech i własności fizycznych oraz przydatności do celów budownictwa drogowego; b) badania kontrolne, mające stwierdzić zgodność dostawy z postanowieniami jej warunkami technicznymi.

Próbki do badań mogą być pobierane: z pieca, z placu składowego w klinkiarni, na miejscu robót z materiału dostarczonego do danej budowy, bądź też z wykonanej nawierzchni.

Przy pobieraniu próbek klinkieru z komory piecowej należy najpierw usunąć kilka rzędów cegieł z przodu komory i z pozostałego w komorze materiału pobrać próbki tak, by mogły one scharakteryzować poszczególne stopnie wypału klinkieru, a więc wybrać należy próbki z warstw górnych i bocznych w komorze, jako charakteryzujących najsilniej wypalone cegły, z warstw środkowych komory, jako charakteryzujących cegły średnio wypalone i z warstw dolnych komory, jako charakteryzujących cegły najsłabiej wypalone.

Próbki do badań kontrolnych klinkieru pobiera przedstawiciel instytucji zarządzającej pobranie próbek w obecności przedstawiciela dostawcy.

Czynności pobierającego próbki polegają:

- 1) na stwierdzeniu jakości klinkieru pod względem jego wyglądu zewnętrznego,
- 2) na pobraniu próbek do badań kontrolnych.

Odnośnie punktu 1) pobierający próbki wybiera conajmniej po jednej cegle na każde 5000 sztuk i poddaje wybrany materiał oględzinom zewnętrznym, ustalając jego jakość i kwalifikując do odpowiedniego gatunku, zgodnie z warunkami technicznymi, obowiązującymi dla klinkierów drogowych na podstawie cech zewnętrznych badanego materiału.

Po przeprowadzeniu powyższych badań pobiera się próbki do badań laboratoryjnych w ilości jednej cegły na każde 15000 sztuk klinkieru, przyczem każde rozpoczęte 15000 sztuk uważa się za pełne 15000 sztuk.

Dodatkowo należy pobrać po jednej sztuce na każde 25000 sztuk klinkieru do próby ścieralności w bębnie „Ratler'a”.

Szczegółowy sposób pobierania prób do badań kontrolnych jak Nr. kozłów, rzędów i kolejność sztuk i t. p. pobierający próbki ustala każdorazowo przed przystąpieniem do swych czynności, przed obejrzeniem klinkieru.

Próbki wybrane winny być w sposób trwały oznaczone przez pobierającego i przesłane do badań.

Z czynności swych pobierający próbki sporządza protokół.

Przesyłanie próbek klinkieru do badań.

Wybrane cegły układa się w skrzynkach drewnianych, przedzielając poszczególne cegły warstwami słomy, dołącza się do nich odpis protokołu pobrania próbek, poczem skrzynię zamyka się szczelnie, plombuje, umieszcza na wierzchu adres laboratorjum i przesyła do badań.

RÉSUMÉ

Les briques de pavé pour la construction des routes sont classées en 3 groupes:

I re classe: Les briques de pavé de la I-re classe doivent avoir des lisières égales, sans défauts ni rompures, et une structure homogène. Les défauts des lisières ne peuvent pas dépasser 5% de chaque surface de la brique..

La résistance à la compression $> 900 \text{ kg/cm}^2$

L'absorbtion d'eau $< 9\% \text{ grav.}$

ou la résistance à la compression $> 800 \text{ kg/cm}^2$

l'absorbtion d'eau $< 7\% \text{ grav.}$

La tolérance admise des dimensions = 3%. La quantité des briques, ne répondantes pas aux conditions nommées, ne peut pas dépasser 15% de livraison.

II-me classe:

a) Les briques de pavé ayant la résistance et l'absorbtion d'eau, répondante a la I-re classe, dont l'aspect extérieur ne répond pas aux conditions de la I-re classe. Les défauts ne sont acceptables, qu'en forme de rompures (pas fentes) aux lisières, mais elles ne peuvent pas dépasser 10% de la longueur générale de la lisière; la surface des jaillissements ne peut pas dépasser 10% de chaque surface de la brique de pavé.

b) Les briques de pavé, l'aspect desquelles répond aux conditions prévus pour la I-re classe, mais a la résistance à la compression 700 kg/cm^2 et a l'absorbtion d'eau 12% grav.

La tolérance acceptable des dimensions de la classe b) $\pm 3\%$.

La quantité des briques ne répondantes pas aux normes nommées ne peut pas dépasser 15% de livraison,

III-me classe:

a) Les briques de pavé ne répondantes pas aux conditions de la I-re ou de la II-me classe par leur aspect extérieur,

mais qui répondent à ces classes par leur résistance et leur degrés d'absorption d'eau.

Les défauts acceptables ne sont que des endommagements mécaniques de la surface et de la lisière, qui ne peuvent pas dépasser 20% de chaque surface ou de chaque longueur de la lisière, des ruptures insignifiantes en forme de fentes à l'une coté de la brique.

b) Les briques moins brûlées à l'aspect extérieur répondant aux conditions de la I-re classe, pourtant ayant la résistance à la compression $> 500 \text{ kg/cm}^2$ et l'absorption d'eau $< 14\%$ grav.

La quantité des briques ne répondante pas aux normes nommées de la matière ne peut pas dépasser 15% de livraison.

Échantillonnage.

On distingue: a) l'examen détaillé, caractérisant la brique sous rapport de ses qualités physiques et de son utilité pour la construction des routes, b) l'examen de contrôle, qui a pour but de constater l'accord entre la livraison et les conditions techniques.

L'échantillonnage doit être fait par le représentant de l'institution en présence du représentant du fournisseur.

L'échantillonnage comprend: 1) la détermination de la qualité des briques sous rapport de leur aspect extérieur, 2) l'examen de contrôle.

Celui qui exécute l'échantillonnage choisit au moins une de chaque 5000 morceaux et la soumet aux preuves sous rapport de l'aspect extérieur, de ses qualités et de la concordance avec les conditions techniques, de vigueur pour les briques du pavé.

Après l'examen on prend les échantillons pour les épreuves laboratoires en nombre d'une brique par chaque 15.000 morceaux.

Supplémentairement on doit prendre un morceau par chaque 25.000 briques pour le „Ratler test”.

Les échantillons pris, doivent être indiqués d'une façon précise; en même temps on fait un procès verbal de l'échantillonnage.

On dépose les briques dans des caisses de bois, en les délimitant par la paille, on y joint une double du procès-verbal de l'échantillonnage, puis on ferme la caisse, on la plombe, on met au-dessus l'adresse du laboratoire.

INŻ. F. ESSE.

WPLYW ZAMRAŻANIA I WILGOCI NA JAKOŚĆ KLINKIERU DROGOWEGO.

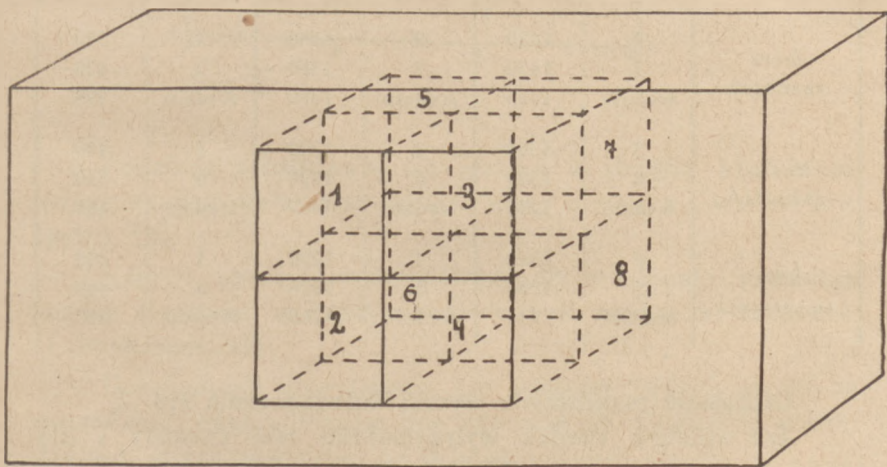
W laboratorium Stacji Doświadczalnej w Izbicy (obecnie przyłączonej do D. I. B-u) przeprowadzone zostało szereg doświadczeń, mających na celu wyświetlenie zagadnienia oddziaływania mrozu na klinkier.

W tym celu z trzech cegieł klinkierowych o różnym stopniu wypalenia, wycięto z rdzenia cegły po osiem równych kostek.

Ponieważ stopień wypalenia nie jest w całej masie jednaki, wycięto kostki w ten sposób, aby posiadały one możliwie jednakowe własności.

Wytrzymałość klinkieru maleje raptownie przy krawędziach cegły, to też kostki wycięto z rdzenia, ze środka cegły.

Sposób wycięcia kostek wyjaśnia załączony rysunek.



Rys. I

Wymiary kostek były następujące: $38 \times 38 \times 38$ mm.

Kostki w czasie badań zestawiano parami, tak aby to były sztuki wierzchołkami przeciwległe, zestawiono więc razem nr. 1 i 8, nr. 2 i 7, nr. 3 i 6, nr. 4 i 5.

Kostki, wycięte z klinkieru nieco lepiej dopalonego, mia-

ły nasiąkliwość 10,4%, z klinkieru słabiej dopalonego 11,1%¹⁾, oraz z zupełnego niedopału 16,4%¹⁾).

Kostki te wygotowywano przez dwie godziny i zamrożono do -19° C.

Po 24 godzinach wrzucono kostki do ciepłej wody ($25 - 30^{\circ}$ C.) i po upływie godziny znów zamrożono. Temperatury zamrażania wahały się od $-17 - 19^{\circ}$ C.

Dla ustalenia początkowej wytrzymałości klinkieru, zgnieciono po dwie kostki bez zamrażania. Pozostałe kostki zgnieciono po dwie po 8-u, 16-u, oraz 24-ech zamrożeniach.

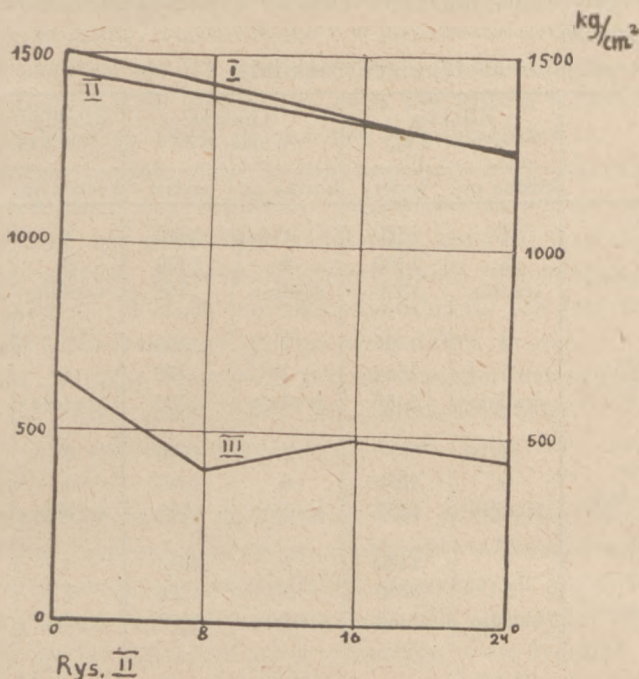
Otrzymano następujące rezultaty:

	Klinkier o nas. 10,4%		Klinkier o nas. 11,1%		Klinkier o nas. 16,4%	
	kostka nr.	wytrż.	kostka nr.	wytrż.	kostka nr.	wytrż.
bez zamrażania	1	1530	1	1430	1	730
	8	1440	8	1420	8	580
	średnio	1490	średnio	1430	średnio	650
8-em zamrożeń	2	1420	2	1400	2	370
	7	1430	7	1380	7	420
	średnio	1425	średnio	1390	średnio	395
16-cie zamrożeń	3	1360	3	1320	3	420
	6	1380	6	1400	6	550
	średnio	1370	średnio	1360	średnio	485
24-y zamrożenia	4	1210	4	1220	4	390
	5	1280	5	1300	5	460
	średnio	1245	średnio	1260	średnio	425

Graficznie przedstawia wyniki doświadczenia rys. 2.

Jak widzimy spadek wytrzymałości jest znaczny i dla klinkieru o nasiąkliwości 10,4% wynosi po 24 zamrożeniach 16%, co gorzej zaś krzywa wykazuje tendencję do dalszego spadku. Doświadczenie należałoby więc prowadzić dalej, aż do zupełnego rozkruszenia kostek, lub zahamowania spadku wytrzymałości.

¹⁾ Nasiąkliwość podana w nagłówkach poszczególnych zestawień jest nasiąkliwością bezwzględną, wyznaczaną każdorazowo metodą wygotowywania.



Podobnie przedstawia się sprawa z drugim klinkierem, jednak spadek wytrzymałości jest tutaj mniejszy i wynosi niepełna 12%.

Krzywa spadku wytrzymałości dla niedopału przebiega bardzo nierówno, w każdym jednak razie spadek wytrzymałości przekracza 30%.

Doświadczeń powyższych nie możemy jednak uznać za miarodajne, gdyż odbiegają one znacznie od procesów, zachodzących w rzeczywistości na drodze.

Nasiąkanie klinkieru wodą w drodze odbywa się w temperaturach stosunkowo niskich, a nie przez wygotowywanie, jak w doświadczeniu powyższym, to też i stopień nasycenia czerepu wodą jest znacznie niższy (o 20 — 60%).

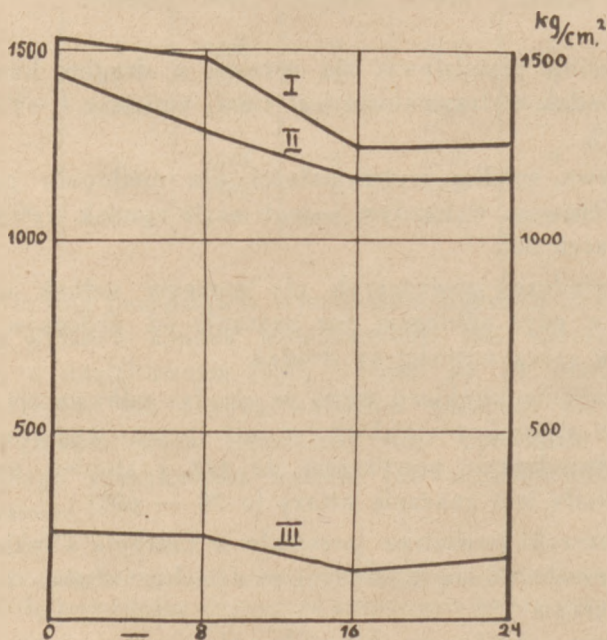
Pęcherzyki powietrza pozostałe w czerepie klinkieru, pozwalają rozszerzać się marznącej wodzie bez obawy o rozsadzenie czerepu.

Wobec powyższego, doświadczenie powtórzono, przyczem

zamiast gotowania moczo no klinkier przed zamrażaniem w ciągu 48 godzin.

Otrzymano następujące rezultaty:

	Klinkier o nas. 8,9%		Klinkier o nas. 9,2%		Klinkier (niedopał) o nas. 19,8%	
	kostka nr.	wytrż.	kostka nr.	wytrż.	kostka nr.	wytrż.
bez zamrażania	1	1580	1	1410	1	250
	8	1480	8	1400	8	220
	średnio	1530	średnio	1405	średnio	235
8-em zamrożeń	2	1400	2	1300	2	220
	7	1560	7	1270	7	230
	średnio	1480	średnio	1285	średnio	225
16-cie zamrożeń	3	—	3	1090	3	130
	6	1250	6	1240	6	150
	średnio	1250	średnio	1165	średnio	140
24-ry zamrożenia	4	1240	4	1060	4	200
	5	1280	5	1320	5	150
	średnio	1260	średnio	1190	średnio	175



Rys. III

Wyniki doświadczenia przedstawione są graficznie na rys. 3.

Jak widzimy, podobnie jak i w poprzednim doświadczeniu nastąpił znaczny spadek wytrzymałości, a mianowicie klinkier o nasiąkliwości 8,9% utracił 17% swej pierwotnej wytrzymałości, drugi zaś klinkier 11 9% pierwotnej wytrzymałości.

Krzywe jednak mają tu już zupełnie inny charakter niż w doświadczeniu poprzednim. Przedewszystkiem po szesnastu zamrożeniach nie dostrzegamy dalszego spadku wytrzymałości, a nawet wprost przeciwnie obserwujemy nieznaczny wzrost wytrzymałości. Wzrost ten prawdopodobnie nie jest przypadkowy, gdyż obserwujemy go na wszystkich trzech krzywych.

Taki przebieg krzywych jak na rysunku jest zupełnie niezrozumiały, jeżeli przyjmiemy, że spadek wytrzymałości spowodowany jest rozsadzającym działaniem lodu w czasie zamrażania.

Należałoby raczej spodziewać się, że wytrzymałość klinkieru maleć będzie stale, aż do zupełnego rozkruszenia czerepu.

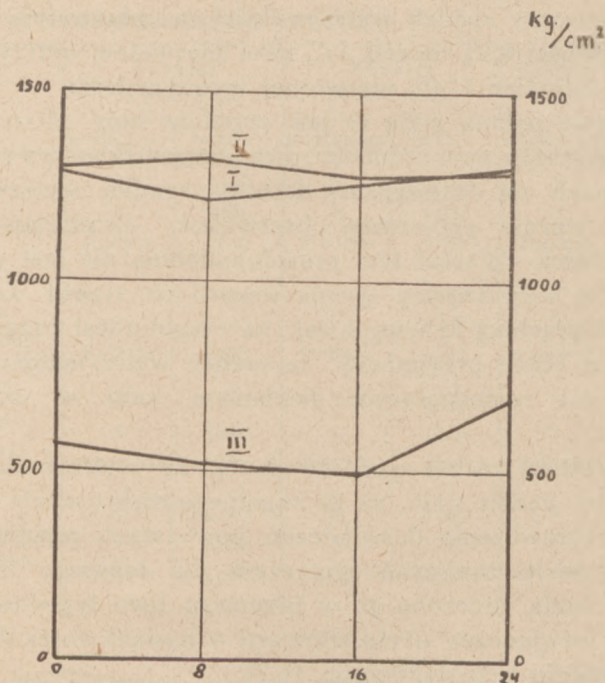
Dla sprawdzenia doświadczeń powyższych przeprowadzono nową serję zamrażań, przyczem dla lepszego nasycenia klinkieru wodą, moczo no go w przeciągu dwu tygodni.

Do doświadczeń użyto klinkieru o nasiąkliwości 10,1 i 11,4 oraz niedopału o nasiąkliwości 16,7%.

Po dwie kostki z każdej cegły wysuszono i zgnieciono bez zamrażania, następne zaś po 8, 16 i 24 zamrożeniach.

	Klinkier o nas. 10,1%		Klinkier o nas. 11,4%		Klinkier (niedopał) o nas. 16,7%	
	kostka nr.	wytrz.	kostka nr.	wytrz.	kostka nr.	wytrz.
bez zamrażania	1	1280	1	1310	1	590
	8	1290	8	1285	8	560
	średnio	1285	średnio	1300	średnio	575
8-em zamrożeń	2	1220	2	1300	2	630
	7	1200	7	1340	7	390
	średnio	1210	średnio	1320	średnio	510
16-cie zamrożeń	3	1220	3	1270	3	490
	6	1270	6	1280	6	—
	średnio	1245	średnio	1275	średnio	490
24-ry zamrożenia	4	1270	4	1280	4	690
	5	1300	5	—	5	—
	średnio	1285	średnio	1280	średnio	690

Poniżej umieszczamy wyniki doświadczenia ujęte w formę wykresu.



Rys. IV

Jak widzimy wyniki doświadczenia są wręcz zastanawiające. Należałoby spodziewać się, że wobec lepszego nasycenia czerepu cegieł wodą, działanie mrozu będzie znacznie skuteczniejsze, niż w poprzednim doświadczeniu. Tymczasem okazało się, iż nie było wogóle jakiegokolwiek spadku wytrzymałości.

Czyżby więc dwutygodniowe moczenie klinkieru uodporniało go na działanie mrozu.

Byłoby to oczywiście zjawisko zgoła niezrozumiałe. Z drugiej strony widzimy, że pierwotna wytrzymałość klinkieru w ostatnim doświadczeniu jest znacznie niższa niż w doświadczeniach poprzednich, mimo iż nie było żadnej różnicy w gatunku, stopniu wypalenia i wyglądzie klinkieru (klinkier był wzięty z jednej komory i z tego samego miejsca).

Wobec tego nasuwa się odrazu przypuszczenie, że spadek wytrzymałości klinkieru spowodowany był działaniem wody, a nie zamrażania.

Działanie wody jest prawdopodobnie początkowo dość energiczne, potem zaś słabnie, a może nawet zupełnie ustaje.

W ostatniem doświadczeniu dwutygodniowe moczenie klinkieru wystarczyło prawdopodobnie, aby obniżyć wytrzymałość do pewnego minimum, tak iż dalsze moczenie, czy zamrażanie nie wywierało już wpływu.

W doświadczeniu poprzedniem wpływ działania wilgoci byliśmy gotowi przypisać działaniu mrozu, jednak już w tym wypadku zanik dalszego spadku wytrzymałości nasuwał podejrzenie, że czynnikiem obniżającym wytrzymałość klinkieru nie było zamrażanie wody.

Jedynie w doświadczeniu pierwszym, dzięki wygotowywaniu, czerep klinkieru był prawie całkowicie wysycony wodą, zamrażanie było czynnikiem działającym destrukcyjnie na czerep klinkieru.

Dla sprawdzenia powyższych hipotez wykonano następujące doświadczenie.

Z trzech klinkierów o nas. 3,5%, 3,8% i 2,9% wycięto po osiem kostek, zupełnie tak samo jak w poprzednich doświadczeniach.

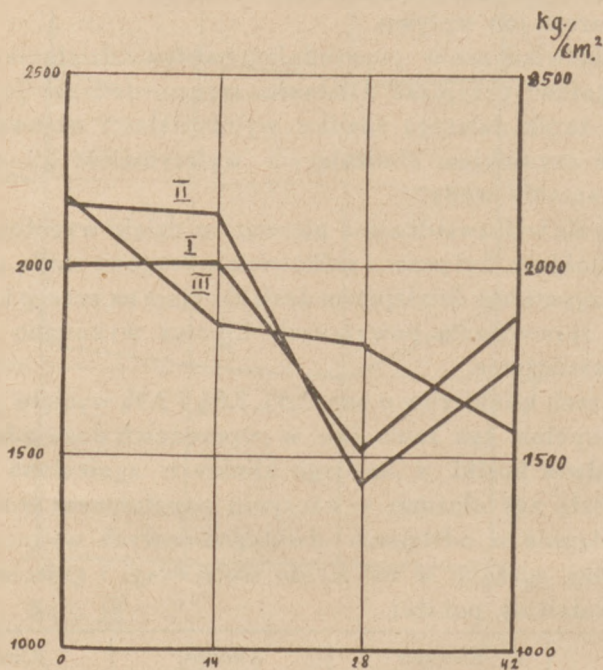
Po dwie kostki z każdego klinkieru zgnieciono natychmiast, resztę zaś ułożono w naczyniu napelnionem wodą.

Następnie w odstępach dwutygodniowych wyjmowano po dwie kostki, suszono w 60° C. do stałej wagi i gnieciono. Rezultaty podajemy poniżej.

	Klinkier o nas. 3,5%		Klinkier o nas. 3,8%		Klinkier o nas. 2,9%	
	kostka nr.	wytrż.	kostka nr.	wytrż.	kostka nr.	wytrż.
bez moczenia	1	2000	1	2170	1	2230
	8	—	8	—	8	2120
	średnio	2000	średnio	2170	średnio	2175
14 dni moczenia	1	2170	2	2260	2	1850
	7	1850	7	2040	7	1870
	średnio	2010	średnio	2150	średnio	1860
28 dni moczenia	3	1480	3	1250	3	1780
	6	1550	6	1640	6	1820
	średnio	1515	średnio	1445	średnio	1800
42 dni moczenia	4	1710	4	1950	4	1540
	5	2020	5	1540	5	1620
	średnio	1865	średnio	1745	średnio	1580

Wyniki doświadczenia przedstawia graficzny rys. 5.

Jak widzimy spadek wytrzymałości czeremu klinkieru pod wpływem wilgoci jest zupełnie wyraźny i wynosi po upływie 28 dni od 19,3% do 33,2%, średnio około 25%.



Rys V

Po upływie 42 dni w dwu wypadkach wytrzymałość zpowrotem wzrosła, a w jednym zaś zmalała w dalszym ciągu. Był to klinkier o najniższej nasiąkliwości, gdzie woda miała utrudniony dostęp do wnętrza czeremu, a zatem i reakcje hydratacji musiały przebiegać znacznie wolniej.

Jednakże na podstawie poprzednich doświadczeń przypuszczaby należało, że minimum wytrzymałości osiąga klinkier po upływie 15 — 25 dni, gdy tymczasem w ostatnim doświadczeniu minimum wytrzymałości osiągnął klinkier znacznie później.

Otóż wytłumaczyć możnaby ten fakt znaczną nasiąkliwością klinkieru, badanego w czasie pierwszych doświadczeń, wobec czego działanie wilgoci mogło być znacznie energiczniejsze.

Że tak jest istotnie, sprawdzono dodatkowo na klinkierze o nasiąkliwości 9,1%

Czas moczenia	—	Wytrzymałość
bez moczenia	—	1350 kg/cm ²
7 dni	—	1240 „
14 dni	—	1170 „
21 dni	—	1160 „
28 dni	—	1160 „

Ponieważ badania wyżej opisane były wykonywane z klinkierem Izbickim, sprawdzono wpływ działania wilgoci na inne rodzaje klinkieru. Z każdej cegielki wycinano po dwa cylindry znormalizowanego kształtu i jeden z nich zgniatano natychmiast, drugi zaś po 16-to dniowym moczeniu i wysuszeniu w 105° C.

Rodzaj klinkieru	Nasiąkl.	Wytrz. pierw.	Wytrz. po moczeniu	Zmniejszenie wytrz. w %
Budy, mokre form.	3.5	1410	1300	8.5
„ „ „	2.3	1210	1080	10.7
„ „ „	1.9	1340	1100	17.9
„ „ „	5.1	1360	1180	13.2
„ „ „	7.1	1750	1540	12.0
„ „ „	15.4	870	800	8.8
„ „ „	15.2	680	610	10.3
„ „ „	15.4	620	500	19.3
„ „ „	18.1	730	490	32.9
Sucho formowana głina żelazista	8.6	815	540	33.7
„ „	7.3	930	650	30.1
„ „	7.6	900	670	25.3
„ „	5.2	1050	800	23.8
„ „	5.8	980	790	19.5
„ „	5.3	1400	1100	21.4

Jak więc widać obniżenie się pierwotnej wytrzymałości klinkieru pod wpływem wody jest bardzo znaczne, a szczególnie w wypadku stosowania do wypału klinkieru glin żelazistych.

Wytwórnice klinkieru powinny zwrócić na to zjawisko baczną uwagę, gdyż ułożenie nieco za słabo wypalonego klinkieru, dzięki lasowaniu się tegoż, może doprowadzić jezdnię w szybkim tempie do ruiny.

Nawet bardzo słabo dopalony klinkier (zendrówka) jest najzupełniej odporny na działanie mrozu, ale tylko pod warunkiem, że posiada zupełnie zdrowy czerep. Klinkier nie powinien posiadać wewnętrznych próżni i głębokich pęknięć, a przede wszystkim *włoskowatych pęknięć, spowodowanych zbyt szybkim studzeniem.*

Klinkier taki wydaje przy uderzeniu młotkiem głuchy bezbarwny dźwięk, a przy pękaniu daje gładkie szkliste powierzchnie.

Z powyższych względów przy sortowaniu należy zwracać baczną uwagę na dźwięk klinkieru przy uderzeniu.

Zupełnie zato nieszkodliwe są powierzchniowe pęknięcia, równoległe do podłużnej osi klinkieru, o ile nie sięgają one ponad 10 do 12 mm. wgłąb.

Niemniej poważnie jak na wytrzymałość, wpływa wilgoć na ścieralność klinkieru drogowego. Wyniki zostaną jednak podane dopiero po przeprowadzeniu systematycznych badań.

R E S U M E.

Ce travail contient les recherches de l'influence de l'humidité et de la congélation sur la résistance des briques de pavé.

On a préparé de chaque brique 8 cubes de $38 \times 38 \times 38$ mm, deux desquelles furent aussitôt soumises aux épreuves de la résistance à la compression, pendant que les autres furent congelées plusieurs fois et mouillées dans l'eau dans une espace convenable du temps.

On comprimait ensuite ces échantillons, obtenant de cette manière une courbe de la résistance de la brique de pavé selon le temps de l'action de l'humidité ou du nombre des congélations.

A la première épreuve on a fait bouillir les échantillons pendant deux heures avant la congélation; on les congéla à la temp. de -19° C et puis on les laissa dans l'eau à la temp. de $25 - 30^{\circ}$ C

La quantité des congélations était 8,16 et 24 fois. La perte de la résistance était $12 \frac{13}{100}$, la courbe de la résistance avait en outre la tendance de descendre, ce qui pourrait indi-

quer, qu'une plus grande quantité des congélations peut causer la destruction complète des échantillons.

L'absorbtion d'eau briques de pavé, se passant aux températures non élevées. ce qui a lieu dans les revêtements, ne surpasse pas 20 — 60% de celle obtenue dans les conditions de laboratoire. En vue de cela, on a répété la congélation des briques, en les soumettant a l'action de l'eau pendant 48 heures.

La résistance de la brique, pareillement traitée, comme a l'épreuve précédante, est tombé de 12 — 25%. L'aspect des courbes était cependant tout a fait autre. Et notamment après 16 congélations, la *perte* de la résistance à la compression fut complètement arrêtée.

Pour contrôler, on a répété l'épreuve encore une fois, en trempant précédamment les échantillons pendant deux semaines. En vue d'une meilleure absorbtion d'eau, on espérait une action plus énergique de la congélation, cependant l'expérience ne démontra au contraire aucune perte de la résistance.

Il est vrai, que les courbes démontrent au commencement un petit échec de la résistance, mais celle-ci augmente ensuite de nouveau. Ces phénomènes permettent de supposer, que dans les expériences nommées, le facteur causant l'échec de la résistance, n'était pas la congélation, mais l'action de l'humidité, a quoi, cette action serait au commencement assez énergique et puis très lente.

Pour vérifier ces suppositions, on a soumis les échantillons, sciés du milieu de la brique, au mouillage dans une espace de 2,4 et 6 semaines.

On a obtenu des résultats tout a fait conforme aux suppositions. Comme on a pris une brique de pavé d'une imprégnation inférieure, que dans les épreuves précédantes, la perte de la résistance parcourait beaucoup plus lentement.

L'échec sommaire de la résistance n'était pas pourtant plus petit, que dans les épreuves avec les congélations.

On a fait une épreuve supplémentaire, avec une brique d'une plus grande absorbtion d'eau, et on a obtenu le minimum de la résistance déjà après 2 semaines de mouillage.

On a fait ensuite des recherches avec de différentes briques aux éléments ferrugineux et calcaires, qui ont prouvé, que pour les briques calcèares, on obtient après deux semaines de mouillage, une perte de la résistance 10 — 25% et pour la brique ferrugineuse 20 — 30%.

A la fin l'auteur en base de ses expériences, démontre, qu'une brique, même moins brulée est défensive a l'influence de la congélation si elle possède seulement un tosson bien sain et homogène.

INŻ. J. BIRENCWEJG.

BADANIA NAD METODĄ OZNACZANIA CEMENTU W BETONIE Z CEMENTU PORTLANDZKIEGO.

Drogowy Instytut Badawczy zainicjował w roku 1934 badania nad ustaleniem metody oznaczania cementu w gotowym betonie. Na szeregu posiedzeń omawiane były możliwości analizy betonu, przyczem na jednym z nich Dr. Z. Perkowski podał metodę analizy, która według niego dawała dobre rezultaty.

Metoda ta przedstawia się następująco:

Próbkę 10 kg. betonu (zważoną) rozbija się w młódcierzu żelaznym na kawałki przechodzące przez sito 10 mm. Po przepuszczeniu całej badanej próbki przez wyżej wymienione sito, pobiera się z całej masy próbkę (II) w ilości 2—3 kg. notując również jej wagę.

Poboru próbki należy dokonać metodą kwadrantową. Drugą próbkę rozdrabnia się dalej, aż do otrzymania ziaren przechodzących przez sito 0,5 mm.

Z całej tej ilości przesianego mialu pobiera się metodą kwadrantową średnią próbkę w ilości 10—12 gr. Zważoną na wadze analitycznej próbkę suszy się w 105°, aż do stałej wagi (oznaczając w ten sposób wilgoć w betonie). Wysuszoną próbkę umieszcza się w zlewce o pojemności 600 cm³ i zalewa się 100 cm³ wody destylowanej zimnej i następnie mieszając dolewa 35 cm³ kwasu solnego (HCl) o ciężarze gat. 1,19. Po wlaaniu kwasu zostawia się zlewkę w spokoju na 15 min. celem opadnięcia osadu. Ciecz z nad osadu zlewa się przez sączek 113 Durieux lub S. u. S, z czarną opaską, nie zmacając osadu. Do pozostałości nierozpuszczalnej w zlewce dolewa się 50 cm³ wody destylowanej zimnej i następnie przy ciągłym mieszaniu dolewa się 20 cm³ kwasu solnego, ogrzewa na łaźni wodnej

w ciągu 10 min. i sączy. Czynność tę powtarza się dwa do trzech razy.

Pozostały osad przemywa się 4—5 krotnie wodą wrzącą, zlewając za każdym razem przez sączek ciecz z nad osadu. Następnie zebrany na sączku osad wraz z bibułą wrzuca się do zlewki z główną masą osadu, dolewa 50 cm³ 5%-wego roztworu sody (Na₂CO₃), ogrzewa w ciągu 15 min. na łaźni wodnej, sączy, myje osad kilkakrotnie gorącą wodą i następnie trzykrotnie kwasem solnym 1:5 na gorąco.

Zebrane razem wszystkie przesącze odparowuje się na łaźni wodnej do sucha i ogrzewa suchą pozostałość w suszarce przez 1 godz. w 110°. Pozostałość po wysuszeniu zwilża się 10 cm³ stężon. kwasu solnego, pozostawia na łaźni wodnej 10 min. i zalewa 10—15 cm³ gorącej wody destylowanej i ogrzewa dalej na łaźni wodnej aż do rozpuszczenia tlenków glinu i żelaza (Fe₂O₃ i Al₂O₃). Następnie rozcieńcza 100 cm³ gorącej wody destylowanej i sączy przez dekantację. Osad przemywa się kilkakrotnie kwasem solnym i wodą aż przesącz staje się bezbarwny, a następnie wrzącą wodą do zaniku reakcji na chlor. Zebraną na sączku krzemionkę (SiO₂) przenosi się wraz z sączkiem do tygielka, praży do stałej wagi i waży.

Obliczenie.

Oznaczając przez

a — otrzymaną z analizy krzemionkę

b — ilość użytego do analizy betonu,

obliczamy zawartość procentową cementu w betonie ze wzoru:

$$\frac{a \cdot 100}{b \cdot 0,225} \dots \dots \dots (1)$$

Dla obliczenia ilości kilogramów cementu w 1 m³ betonu, należy oznaczyć ciężar objętościowy badanego betonu.

Oznaczenia dokonuje się metodą parafinowania próbki.

Oznaczając przez Co ciężar objętościowy betonu, obliczamy ilość kilogramów w 1 m³ ze wzoru

$$\frac{a \cdot Co \cdot 1000}{b \cdot O, 225} \dots \dots \dots (2)$$

W wypadku, o ile równocześnie z próbką betonu jest również do dyspozycji próbka użytego do betonu cementu, należy w analogiczny sposób oznaczyć w cemencie zawartość krzemionki i otrzymaną liczbę wprowadzić do wyżej wymienionego wzoru zamiast współczynnika empirycznego 0,225.

Przy badaniu zapraw cementowych bierze się próbkę 2—3 kg, którą rozdrabnia się w całości aż do ziarna przechodzącego przez sito o otworach 0,5 mm. Dalej postępuje się, jak wyżej opisano.

Celem sprawdzenia metody zostały przygotowane w Drogowym Instytucie Badawczym próbki betonu o znanej zawartości cementu, i przesłane do laboratorjów zaproszonych do współpracy zgodnie z powziętymi na jednym z posiedzeń uchwałami, a mianowicie—do cementowni „Firley”, „Elektro” i Biura Badań Techn. Broni Pancernych. Prace były prowadzone przez laboratorja niezależnie od siebie.

Wkrótce nadesłane zostały wyniki otrzymane przez niektóre laboratorja, podane poniżej:

Zawartość cementu w betonie o kruszywie granitowem	„Firley” średnio 411 gk/m ³	„Elektro” średn. 408 gk/m ³	D. I. B. 402 kg/m ³
--	---	---	-----------------------------------

Zawartość cementu w betonie o kruszywie bazaltowem	met. Dr. Perk. 500 k/m ³	średn. 502,8 kg/m ³	407.8 kg/m ³ ,
	met. Inż. Czad. 414 kg/m ³		

podczas gdy rzeczywista zawartość cementu w kg/m³ betonu dla obu próbek wynosiła 400 kg/m³.

Okazało się na wstępie, że zaproponowana przez Dr. Perkowskiego metoda analizy betonu z cementu portlandzkiego w praktyce nie może być stosowana do betonu o dowolnem kruszywie; mianowicie próbki betonu o kruszywie granitowem, badane metodą podaną przez Dr. Perkowskiego dały wyniki zgodne z rzeczywistością, podczas gdy wyniki analizy próbek betonu o kruszywie bazaltowem były złe i wszyscy otrzymali wyniki za wysokie.

Jak to wykazały dalsze badania, przyczyną tego była rozpuszczalność krzemionki nietylko z cementu, ale i z kruszywa w warunkach przewidzianych metodą podaną przez Dr. Perkow-

skiego. Przyczem rezultaty były tem wyższe, im bardziej podatne było kruszywo na działanie kwasu solnego i sody.

W D. I. B. wykonano cały szereg analiz kruszywa czystego: bazaltowego, żwirowego i t. d. metodą analogiczną do analizy betonu, które wykazały, że pewna ilość krzemionki z kruszywa jest rozpuszczalna.

Powstała zatem sprawa opracowania innej metody analizy, lub poprawki, którą należałoby wprowadzić do wzoru (2) gdyż wartość — a — w tym wzorze okazała się sumą dwóch wartości: zawartości krzemionki z cementu i zawartości krzemionki rozpuszczalnej z kruszywa.

Jeżeli przez x oznaczymy ilość cementu w jednej części betonu, to $1-x$ odpowiada ilości kruszywa w tejże ilości betonu.

Przez M oznaczymy procent krzemionki w cemencie

"	L	"	"	"	rozpuszczaln. w kruszywie
"	K	"	"	"	znalezionej w betonie wg. met. Dr. Perkowskiego.

otrzymamy wówczas następujące równanie:

$$M \cdot x + L(1-x) = K$$

Po przekształceniu wzoru otrzymamy:

$$x = \frac{K-L}{M-L}$$

Jeżeli wyrażamy zawartość cementu w betonie w procentach, mnożymy prawą stronę równania przez 100

$$x = \frac{K-L}{M-L} \cdot 100 \quad \dots \quad (3)$$

Zagadnienie jest względnie proste, jeżeli rozporządząmy kruszywem, z którego beton został przygotowany.

Wówczas oznacza się krzemionkę, w betonie i równolegle w kruszywie.

Oblicza się zawartość procentową cementu wg. wzoru (3).

Badania te zostały wykonane w D. I. B. (badania wykonywał również Dr. Perkowski, który ogłosił swe rezultaty w Przeglądzie Technicznym Nr. 4 z 27. II. 1935 r. str. 73.) na betonie bazaltowym, który bez poprawki dawał wyniki za wysokie. Po wprowadzeniu poprawki dla kruszywa bazaltowego otrzymano wynik zgodny z rzeczywistością.

Do przygotowanej próbki wzięto materiału w następującej ilości.

Grysu bazaltowego 60%

Piasku wiślanego 40%

Cementu „Wysoka” 400 kg/m³

Oznaczono ciężar objętościowy próbki

$$C_0 = 2.500$$

Otrzymano wyniki:

Zawartość cementu w procent. wag. 19.34%

„ „ w m³ betonu 483,5 kg/m³ (bez poprawki).

Po wprowadzeniu poprawki na krzemionkę, która dla kruszywa bazaltowego wynosi 0,82%, uzyskano wyniki:

Zawartość cementu w procentach wag 16,31%

„ „ w m³ betonu 407,8 kg/m³

W praktyce jednak niezawsze można mieć do rozporządzenia kruszywo czyste. Ważne zatem okazało się opracowanie metody, pozwalającej oznaczyć poprawkę na krzemionkę rozpuszczalną z kruszywa już wchodzącego w skład betonu, a nie z oddzielnej próbki czystego kruszywa. Poza tem umożliwienie wyodrębnienia w całości kruszywa wziętego do betonu celem zbadania jego rodzaju i uziarnienia.

Na opracowanie powyższej metody została zwrócona specjalnie uwaga w D. I. B. Badania prowadzono różnemi drogami. Ostatecznie najlepsze rezultaty dała metoda następująca.

Odwaga się próbkę betonu około 0,5 kg. w razie drobnego kruszywa, lub 0,6 — 0,8 kg. w razie grubszego; rozdrabnia się próbkę w ten sposób, by nie naruszyć kruszywa, a tylko masę wiążącą poszczególne ziarna. Rozdrabniać należy bardzo starannie, gdyż reakcja przebiega wtedy daleko szybciej.

Jeżeli beton jest bardzo zwarty i trudno daje się rozdrobnić młotkiem, przeprażamy go 10 — 15 min. w płytkim naczyniu metalowem. Cement traci wówczas własności wiążące i beton daje się łatwo pokruszyć.

Można w ten sposób oczyścić większe ziarna dość dokładnie.

Następnie rozdrobniony beton poddaje się kilkakrotnemu działaniu kwasu solnego rozcieńczonego (1 : 5), zlewając go za każdym razem wraz z wytrąconą z cementu częścią krzemionki. Proces ten trwa tak długo, aż znikną ciemno-szare grudki cemen-

tu. Zajmuje to zwykle około 3 dni. Osad płucze się dokładnie wodą. Resztę krzemionki z cementu nierozpuszczalną w kwasie solnym usuwa się przez ogrzewanie z 10% ługiem sodowym na łaźni wodnej w ciągu pół godziny.

Ciecz zlewa się, osad płucze bardzo starannie wodą zimną i gorącą aż do zaniku reakcji alkalicznej.

Ciecze po kilkakrotnem wytrawieniu kwasem solnym i ługiem sodowym prócz krzemionki z cementu porywają również drobne części piasku i łu. Nie należy zatem tych cieczy wylewać, lecz zbierać je do dużych naczyń, oddzielnie kwaśną i oddzielnie alkaliczną. Po odstaniu osadu ciecz zlewa się przez dekantację; osad płucze kilkakrotnie wodą, zlewając ją bardzo ostrożnie. Osad z cieczy kwaśnej należy ogrzewać z 10% ługiem sodowym celem oczyszczenia go od krzemionki z cementu, następnie przemywa się wodą. Osad z cieczy alkalicznej należy poprostu wymyć i dołączyć do pierwszego. Oba otrzymane osady dołącza się do głównej masy kruszywa, suszy w suszarce lub na łaźni wodnej i waży.

Otrzymuje się w ten sposób czyste kruszywo pozbawione całkowicie cementu.

Można w niem oznaczyć stosunek piasku i gysu, przesiewając przez odpowiednie sita.

Dla ciekawości zbadany był przesiew kruszywa czystego przed użyciem go do betonu i przesiew kruszywa po ekstrakcji z gotowego betonu. Otrzymano wyniki następujące:

Analiza sitowa kruszywa przed użyciem go do betonu			Analiza sitowa kruszywa wyekstrahowanego z gotowego betonu	
Przech. przez sito	0,5 mm	26,24%		27,47%
Pozost. na sicie	" "	11,84%		10,65%
Pozost. na sicie	1 "	2,70%		4,76%
" " "	2 "	20,58%		18,66%
" " "	4 "	20,72%		21,23%
" " "	10 "	17,92%		17,23%
		100,00%		100,00%

Uwaga: analiza I była zrobiona dla całej masy kruszywa wchodzącego do betonu, analiza II tylko z próbki 0,5 kg.

W razie, jeżeli beton zawiera dużo części wapiennych, trzeba poszczególne ziarna wapieni mechanicznie oczyścić z ce-

mentu; następnie wyplukać je delikatnie kwasem solnym, inaczey rozpuszczą się całkowicie i otrzyma się mniej kruszywa, niż go do betonu użyto.

Oczywiście niektóre ziarna kruszywa zostaną nagryzione na powierzchni przez kwas solny i ług, ale wobec tego, że ziarna są dość duże, straty powierzchniowe (masa materiału mineralnego nagryzana przez odczynniki na powierzchni) są stosunkowo niezbyt wielkie.

Otrzymane w opisany sposób kruszywo rozdrabnia się, jak próbkę betonu i oznacza zawartość krzemionki rozpuszczalnej—L—z kruszywa analogicznie do analizy betonu. Otrzymaną wartość— L —wprowadza się do wzoru (3).

Oznaczono w ten sposób poprawkę dla kruszywa bazaltowego, złożonego z 60% bazaltu i 40% piasku wiślanego. Dla porównania wyników oznaczono poprawkę dla kruszywa o takimże składzie, ale nie wchodzącem w skład betonu. Otrzymano wyniki dość bliskie. Badano również kruszywo żwirowe, różnego pochodzenia i t. p.

Rodzaj kruszywa	K r u s z y w o	
	wyekt. z bet.	dostarcz. oddz.
bazaltu 60%	0.77%	0.82%
piasku 40%		
żwir wiśl. 2 cz.	0.315%	0.339%
piasek wiśl. 1 cz.		
żwir i piasek	0.44%	

W trakcie badań zmieniono nieco pierwotną metodę analizy betonu, mianowicie badane próbki były rozdrabniane do ziarna przechodzącego przez sito cementowe 900 otworów/cm² lub sito amerykańskie Nr. 80, zamiast sita o wielkości otworów 0,5 mm. Gdyż próbka o grubszem uziarnieniu trudno daje się wymieszać jednolicie, stąd trudność pobierania średnich próbek.

Do przemywania osadu z roztworu sody używano wody z dodatkiem alkoholu w celu lepszego sączenia.

Do sączenia w trakcie rozpuszczania w HCl używano sączków Durieux 113 z czarną opaską, przy rozpuszczaniu zaś w sodzie Durieux 111 z niebieską opaską. Sączki Durieux 113 z czarną opaską okazały się zamało ścisłe i osad przedostawał się przez nie.

W czasie prac inż. A. Eiger zaproponował wprowadzenie dla kontroli wyników uzyskiwanych metodą krzemionkową metodę oznaczania cementu drogą wapniową, jeśli metoda ta da dobre rezultaty.

Zastosowano następujący schemat analizy.

Przesącz otrzymany po oddzieleniu krzemionki (patrz str 1) stęża się do objętości około 200 cm³, dodaje 3—4 kropel stężonego kwasu azotowego i ogrzewa do wrzenia. Po usunięciu palnika strąca się tlenki: Fe₂O₃ i Al₂O₃, dolewając kroplami możliwie mały nadmiar amonjaku 2,5%; po opadnięciu osadu natychmiast sączy. Osad przemywa się wrzącą wodą z amonjakiem i azotanem amonu. Po kilkakrotnem przemyciu spłukuje się osad do zlewki, pozostałość na sączku rozpuszcza w rozcieńczonym kwasie solnym i ponownie strąca osad amonjakiem.

Przesącz po oddzieleniu tlenków żelaza i glinu stęża się; przy stężaniu wytrąca się często reszta tlenków R₂O₃, pozostających jako koloidalny osad; odsąca się wytrącony osad, roztwór zakwasza kwasem solnym 1:5. Ogrzewa się przesącz do wrzenia, dodaje około 50 cm³ gorącego nasyconego roztworu szczawianu amonu, a następnie amonjaku po kropli w nieznanym nadmiarze. Osad sączy się po około 12 godzinach, przemywa gorącą wodą ze szczawianem amonu. Sączek suszy się i praży do stałej wagi z początku na palniku Bunzena, następnie na palniku Meckera.

Przez „c” oznacza się otrzymany tlenek wapnia

„ b” „ ilość użytego do analizy betonu

„ f” „ zawartość procentową tlenku wapnia w cemencie.

Zawartość procentową cementu w betonie oblicza się na podstawie wzoru analogicznego do wzoru (1).

$$x = \frac{c \cdot 100}{b \cdot f} \dots \dots \dots (4)$$

W razie, jeżeli kruszywo zawiera również CaO, należy do wzoru (4) wprowadzić poprawkę na zawartość tlenku wapnia z kruszywa „h” metodą analogiczną do metody analizy betonu.

Wzór (4) przekształci się odpowiednio:

$$x = \frac{D-h}{f-h} \cdot 100$$

Przez „D” oznaczono zawartość tlenu wapnia w betonie.

Zbadano cały szereg próbek betonu metodą przez oznaczanie krzemionki i równoległe przez oznaczanie tlenu wapnia: 1) beton o kruszywie bazaltowem, 2) beton o kruszywie żwirowem, 3) zaprawę z piaskiem normalnym i t. d.

1) *Beton o kruszywie bazaltowem oznaczony B-6.*

Do przygotowanej próbki użyto:

grysu bazaltowego 60%

piasku 40%

cementu „Wysoka” 400 kg/m³.

Otrzymano wyniki:

Zawartość cementu w procentach wag.	bez popr.	z popr.
	19,34%	16,48%
Zawartość cementu w m ³ betonu	483,5 kg/m ³	412,0 kg/m ³

2) *Beton o kruszywie żwirowem oznaczony L. W. M.*

Do przygotowanej próbki użyto:

żwiru wiślanego 2 części

piasku 1 część

cementu „Wysoka” 300 kg/m³.

Otrzymano wyniki:

Zawartość cementu w procentach wag.	bez popr.	z popr.
	14,43%	13,18%
Zawartość cementu w m ³ betonu	321,4 kg/m ³	303,0 kg/m ³

3) *Próbka zaprawy z piaskiem normalnym.*

Do przygotowanej próbki użyto cementu „Grodziec” i piasku normalnego w stosunku 1 : 3 oraz wody.

Otrzymano wyniki:

Zawartość cementu w %% wag. 24,51%.

Następna serja próbek była przygotowana bardzo starannie w jednostkach wagowych, bez przeliczania na metr sześcienny, celem ostatecznego stwierdzenia dokładności samej metody.

Beton o kruszywie żwirowem oznaczony A.

Do przygotowanej próbki użyto:

piasku wiślanego	1500 gr
żwiru	"
cementu „Wysoka”	140 gr
wody	90 gr
	<hr/>
	1730 gr

Beton zawiera 8,09⁰/₀ cementu wagowo.

Otrzymano wyniki: bez popr. z popr.

Zawartość cementu w procent.
wag. na podstawie oznaczania

SiO ₂	9,10 %	8,07 ⁰ / ₀
------------------	--------	----------------------------------

Zawartość cementu w procent.
wag. na podstawie oznaczania

CaO	12,40 %	7,10 ⁰ / ₀
-----	---------	----------------------------------

Poprawka na krzemionkę roz-
puszcz. z kruszywa

0,215 ⁰ / ₀

Poprawka na CaO z kruszywa

3,791 ⁰ / ₀

Zawartość CaO w cemencie

64,75 %

*Analiza kruszywa przed uży-
ciem go do betonu*

*Analiza sitowa kruszywa wy-
ekstrahowanego z betonu*

Przechodzi przez sito 0,5 mm	27,24 ⁰ / ₀	30,00 ⁰ / ₀
pozostaje na sicie 0,5 mm	10,82 ⁰ / ₀	9,78 ⁰ / ₀
" " " 1,0 mm	3,34 ⁰ / ₀	3,84 ⁰ / ₀
" " " 2,0 mm	9,60 ⁰ / ₀	10,57 ⁰ / ₀
" " " 4,0 mm	19,40 ⁰ / ₀	18,70 ⁰ / ₀
" " " 10,0 mm	22,44 ⁰ / ₀	23,26 ⁰ / ₀
" " " 20,0 mm	7,16 ⁰ / ₀	3,85 ⁰ / ₀
	<hr/>	<hr/>
	100,00 ⁰ / ₀	100,00 ⁰ / ₀

Próbka betonu o kruszywie bazaltowem oznaczona B.

Do przygotowanej próbki użyto:

piasku wiślanego	2000 gr
grysu bazaltowego	
cementu „Wysoka”	400 gr
wody	200 gr
	<hr/>
	2600 gr

Beton zawiera 15,38⁰/₀ cementu

<i>Otrzymano wyniki:</i>	bez popr.	z popr.
Zawartość cementu w procent. na podstawie oznaczania SiO_2	18,20%	15,23%
Zawartość cementu w procent. wag. na podstawie oznaczania CaO	16,20%	15,44%
Poprawka na krzemionkę rozpuszczalną z kruszywa	0,77%	
Poprawka na CaO z kruszywa	0,55%	

Analiza sitowa kruszywa przed użyciem go do betonu i po ekstrakcji została podana na str. 788.

Wnioski.

Wyniki otrzymane ze zbadania wymienionych próbek betonu wskazują, że po wprowadzeniu poprawki dla kruszywa uzyskuje się wyniki zadowalające.

Ostatnie dwie próbki oznaczone A i B były przygotowane specjalnie dokładnie. Określano tylko procentową zawartość cementu w betonie; nie przeliczano wyników na metr sześcienny betonu, by nie komplikować zagadnienia przez wprowadzanie dodatkowych współczynników, jak ciężar objętościowy, oznaczanie którego wiąże się również z pewnym błędem pomiaru.

Stosowano dwie metody oznaczania cementu: jedną opartą na oznaczaniu krzemionki, drugą na oznaczaniu tlenu wapnia.

Jak widać z podanych wyników dla betonu żwirowego A wyniki otrzymane obiema metodami są rozbieżne. Metodą wapieniową otrzymano wyniki błędne, w tym wypadku zbyt małe. Jest to zupełnie jasne, gdyż żwir jest materiałem niejednorodnym co do swego składu mineralnego. W pewnym punkcie betonu może się skupić wapień w większej ilości, w innym w mniejszej i stąd trudno oznaczyć poprawkę na zawartość tlenu wapnia w kruszywie żwirowym.

Dla betonu bazaltowego B otrzymano wyniki zgodne w granicach błędu obiema metodami. Poprawka dla kruszywa na zawartość CaO jest nieznaczna. Związki wapieniowe stanowią prawdopodobnie zanieczyszczenie piasku użytego do betonu.

Do betonu zatem żwirowego nie można stosować metody wapieniowej, podczas gdy do betonu o kruszywie nie zawierającym związków wapnia można stosować obie metody.

R E S U M É.

L'Institut d'Études Routières a initié en 1934 les recherches d'une méthode de détermination de la contenance du ciment dans le béton.

On a proposé une méthode¹⁾, mais elle n'était pas assez exacte pour tous les bétons. On a élaboré alors une autre méthode, convenable a chaque béton.

On écrase dans un mortier un échantillon de 10 kg. jusqu'au grain passant par le tamis de 10 mm. Puis on prend une preuve de 2—3 kg. suivant la méthode de quadrant. On l'écrase aussi jusqu'au grain passant par le tamis américain 80.

On prend de nouveau une preuve de 10 — 12 gr, on la pèse sur une balance analytique et on la sèche pour déterminer son humidité.

On place ensuite la preuve dans un becher de 600 cm³, on la traite d'une quantité de 100 cm³ d'eau distillée froide et puis de 35 cm³ d'acide hydrochlorique (poid spec. 1,19). On laisse le becher en calme pendant 15 minutes puis on décante le liquide par filtre Durieux 113 ou „S. u. S. bandeau noir”.

On traite le résidu, placé dans le becher de nouveau de 50 cm³ d'eau distillée et puis de 20 cm³ de HCl. On le chauffe pendant 20 minutes au bain marie et on le filtre. Après avoir répété cette manipulation deux fois, on lave le résidu 4 — 5 fois avec de l'eau bouillante et on le filtre en décantant puis on met le filtre dans le becher, on verse 50 cm³ du carbonate du soude (Na₂CO₃), on le chauffe pendant 15 minutes et on filtre par le filtre „Durieux 111 bandeau bleu”. On lave plusieurs fois le résidu avec de l'eau bouillante contenant une quantité d'alcool (C₂H₅OH) et puis avec l'acide hydrochlorique (1 : 5 à chaud).

On évapore le filtrat dans une capsule au bain marie, on chauffe le résidu séché dans une étuve a dessécher pendant une heure (110°), on le traite avec 10 cm de HCl, on chauffe au bain marie pendant 10 minutes, on verse 10 — 15 cm³ de l'eau chaude. Puis on atténue la contenance de la capsule avec 100 cm³ d'eau bouillante et on filtre en décantant.

¹⁾ Dr. Perkowski — „Przegląd Techniczny” Nr. 4. 27.II.35 r.

On lave le résidu (SiO_2) avec de l'eau chaude jusqu'à l'absence du HCl. On sèche le résidu, on le grille et on le pèse.

Mais sauf le SiO_2 du ciment, reste dans le résidu une quantité de SiO_2 provenant de la partie pierreuse, qui contient aussi le SiO_2 soluble dans les conditions décrites. Il faut alors délivrer cette partie pierreuse du ciment. Pour obtenir les pierres et le sable purs, on prend 0,5 — 0,8 kg. du béton examiné, selon la grandeur des grains pierreux. On écrase cette preuve de telle façon, qu'on brise seulement le mortier, qui entoure les grains pierreux et non pas les pierres mêmes.

Puis on traite la masse du béton écrasé avec HCl, jusque que le ciment du béton n'est dissout. On lave le résidu pierreux avec de l'eau chaude et froide pour le délivrer du HCl.

Enfin on dissout le reste du SiO_2 du ciment insoluble dans HCl, dans l'hydroxide de soude 10% (NaOH) en chauffant au bain marie pendant 30 minutes. On lave de nouveau plusieurs fois le sable et les pierres épurés du ciment avec de l'eau, jusqu'à la disparition de NaOH. Ensuite on sèche le résidu.

On peut déterminer aussi le rapport du sable et des pierres, en les tamisant par un tamis convenable.

On écrase la partie pierreuse jusqu'au grain passant par le tamis américain 80; puis on agit de la manière décrite, pour le béton même.

Lorsqu'on marque la contenance du ciment dans le béton par x , alors $1 - x$ indique la contenance de la partie pierreuse,

K est la contenance du SiO_2 dans le béton

L " " " " " soluble de la partie pierreuse

M " " " " " dans le ciment.

$$x \cdot M + L(1 - x) = K$$

$$x = \frac{K - L}{M - L} \cdot 100\%$$



INŻ. ANTONI KOBYLIŃSKI.

WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH MATERJAŁÓW SKŁADOWYCH DLA BETONU DROGOWEGO I WYKONANYCH BETONÓW.

Wstęp.

Celem niniejszych badań przeprowadzonych w Drogowym Instytucie Badawczym przy Politechnice Warszawskiej w roku 1934 było z jednej strony ustalenie wpływu na jakość betonu:

- a) częściowego zwiętrzenia cementu i
- b) stosowania żwirku zamiast drobnych frakcji grysów kamiennych,

z drugiej zaś strony uzupełnienie dotychczasowych danych co do własności krajowych materiałów składowych dla betonu drogowego i wykonanych betonów, potrzebnych przy opracowaniu wytycznych dla budowy dróg betonowych na rok 1935.

I. Rodzaj i pochodzenie przeznaczonych do badań materiałów.

1. Normalny cement portlandzki marki „Wysoka”.
2. Piasek kopalny z okolicy Piotrkowa Trybunalskiego.
3. Żwirek kopalny z okolicy Piotrkowa Trybunalskiego.
4. Grysik i grys bazaltowy z Kamieniołomu Państwowego w Janowej Dolinie.

II. Badania cementu.

Do badań użyto dwie próbki cementu:

próbka „A” — cement dostarczony w dn. 1-6-1934 r. w papierowym worku firmowym wagi 50 kg. z budowy drogi. Cement ten po odpieczętowaniu przeleżał trzy miesiące w sali Instytutu i uległ

częściowemu zwietrzeniu (ponadto nieznany był czas dostawy cementu z fabryki i warunki przechowania na budowie)

próbka „B” — cement dostarczony przez fabrykę bezpośrednio do Instytutu w papierowym worku firmowym wagi 50 kg. Worek został otworzony przed zarobieniem próbek.

Dla określenia cech porównawczych obu cementów ograniczono się do przeprowadzenia prób wytrzymałości na ściskanie po 3, 7 i 28 dniach normalnej zaprawy cementowej 1:3 według norm polskich PN/B-203. Badań innych własności cementu jak: stopień zmielenia, warunki wiązania, stałość objętości i t. p. nie przeprowadzono ze względu na znany cement, odpowiadający całkowicie normom polskim.

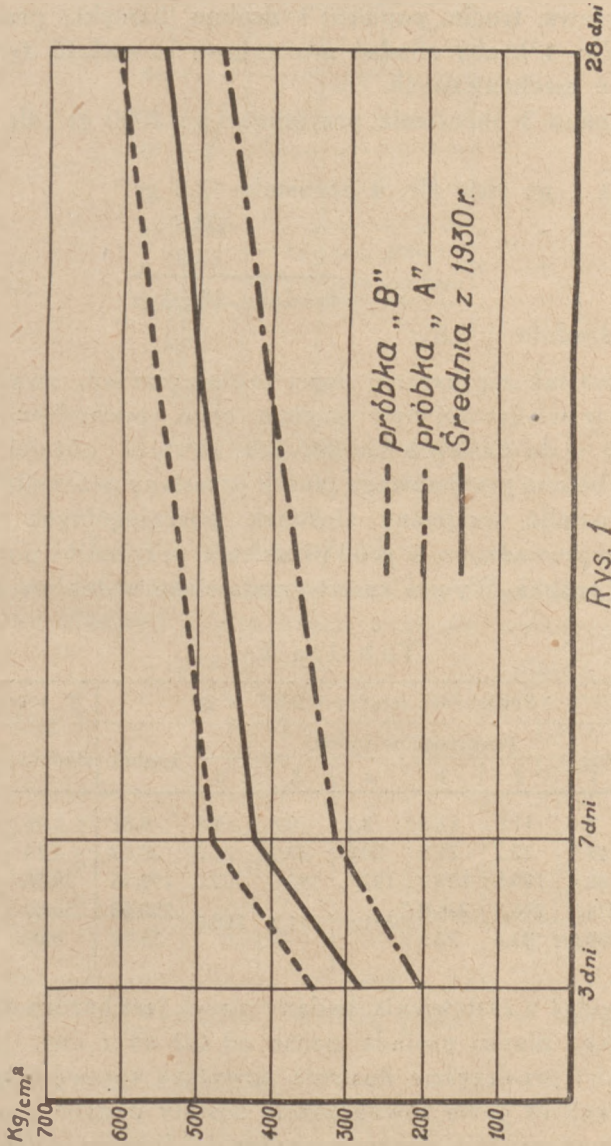
Dla porównania otrzymanych wyników wytrzymałościowych zostały zaczerpnięte z badań przeprowadzonych uprzednio w Laboratorium Wytrzymałości Materiałów Politechniki Warszawskiej wyniki prób cementu marki „Wysoka”, nadsyłanego w roku 1930 przez różne firmy.

Zestawienie wyników zostało podane na tablicy 1 i rys. 1.

Tablica 1.

Firma dostarczająca próbkę	Data próby	Wytrzymałość na ściskanie zaprawy 1:3 w kg/cm ²		
		po 3 dn.	po 7 dn.	po 28 dn.
próbka „A”	1-IX-1934	204 ¹⁾	315	472
próbka „B”	15-IX-1934	347	476	608
Fabryka Cementu „Wysoka”	4-VI-1930	274	453	595
Betonownia Miejska w Warszawie	4-VI-1930	315	437	598
Betonownia Miejska w Warszawie	20-VI-1930	308	429	504
Betonownia Miejska w Warszawie	12-VIII-1930	263	401	528
Budowa Monopolu w Radomiu	8-VIII-1930	249	388	506
ś r e d n i o	z 1930 r.	282	422	546

¹⁾ każda z liczb przytoczonych jest średnią z wyników 6 próbek.



Rys. 1

Wytrzymałość zaprawy cementowej 1:3 na ściskanie

III. Badania piasku.

1. Uziarnienie (analiza sitowa) piasku.

Badany piasek ze względu na drobne zanieczyszczenia (kawałki drzewa, trocin, papieru) i drobne kamyki, przesiano przez sito Nr. 4¹⁾, aby zbadać procentową zawartość tych zanieczyszczeń mechanicznych.

Wykonano 3 określenia przyjmując po 2000 gr dla każdej próbki:

próbka 1	na sicie Nr. 4	pozostało	12,5 gr
" 2	" " "	"	20,0 "
" 3	" " "	"	17,2 "
			średnio 16,56 gr

czyli średnio $\pm 0,8\%$.

Pomimo tak nieznacznej ilości zanieczyszczeń, zważywszy jednak, że w większości były to ciała obce, pochodzenia niekamiennego — do dalszych badań, jak również później i do wykonania betonu przyjmowano piasek przesiany przez sito Nr. 4.

Aby ustalić wzajemny stosunek poszczególnych ziaren piasku, przeprowadzono 6 prób przesiewu, przyjmując po 500 gr dla każdej próbki. Wyniki zostały zestawione w tablicy 2.

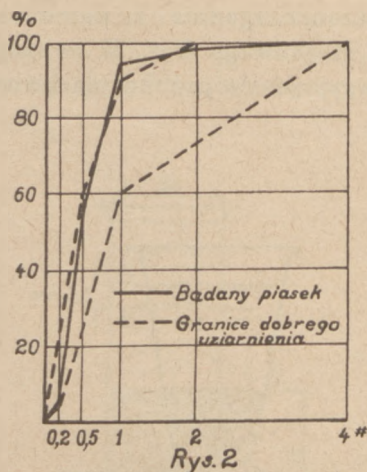
Tablica 2.

Nr. Nr. sit	Pozostałość między sitami w gr							W procentach	
	Poszczególne próbki						średnio	średnio	zaokrą- glona
	1	2	3	4	5	6			
4 — 2	8,1	11,5	11,3	8,7	9,8	9,8	9,81	1,96	2
2 — 1	17,5	22,2	21,9	20,8	20,7	21,0	20,68	4,14	4
1 — 0,5	168,4	195,5	195,7	197,0	198,0	202,0	192,76	38,55	39
0,5 — 0,2	274,2	246,5	246,0	271,6	271,2	266,0	250,08	50,00	50
0,2 — 0	30,0	22,5	22,5				25,00	5,00	5

Jak widać z zestawienia, badany piasek jest bardzo drobny, gdyż 89% tego piasku posiada ziarna od 0,2 do 1 mm.

Bardziej przejrzyste ilustruje powyższą sprawę załączony na rys. 2 wykres gdzie równocześnie zostały podane graniczne krzywe uziarnienia dla dobrego piasku do betonu drogowego.

¹⁾ Zastosowano sita normalne wg. PN/B-196, t. j. Nr. Nr. 0,2 — 0,5 — 1 — 2 — 4 tkane, oraz Nr. Nr. 10 — 20 — 40 perforowane.



Rys. 2
Krzywe przesiewu piasku

2. Cechy fizyczne piasku.

Ciężar objętościowy piasku ustalono przez ważenie 6 próbek piasku objętości 1 litra każda w stanie wysuszonym:

	piasek luźno nasypany	piasek utrząśnięty
Próbka 1	1,649	1,731
„ 2	1,639	1,740
„ 3	1,647	1,732
„ 4	1,647	—
„ 5	1,651	—
„ 6	1,656	—
średnio	1,650	1,734

Ciężar właściwy piasku wyniósł — 2,66 (określono przy pomocy kolby Le Chatelier'a metodą podaną w normach dla cementu).

Procent próżni w piasku:

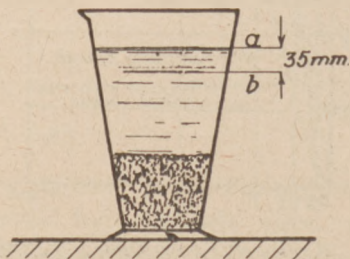
a) luźno nasypanym $(1 - \frac{1,650}{2,660}) 100 = 38\%$

b) utrząśniętym $(1 - \frac{1,734}{2,660}) 100 = 35\%$

3. Badania ilości pyłów w piasku.

Przeprowadzono oznaczenia 2-ma metodami:

a) jedno oznaczenie zgodnie z normami PN/B-196. Do szklanego naczynia stożkowego (rys. 3), o pojemności 1 litra do podziałki „a”, wsypuje się próbkę piasku wagi 500 gr (do-



Rys. 3

Menzurka do określenia ilości pyłów

kładny opis na stronie 30 norm PN/B-195, 196) i zalewa wodą do podziałki „a”. Po skłóceniu dokładnym łopatką i poczekaniu 20 sekund, zlewa się przez pochylenie ostrożnie naczynia wodę do podziałki „b”. Próbkę powtarza się szereg razy, aż do otrzymania zupełnie klarownej wody nad piaskiem. W ten sposób zostają usunięte z piasku najdrobniejsze ziarenka o średnicy od 0 do 0,05 mm (zgodnie z obliczeniem Stokesa).

waga próbki suchej przed płókananiem wyniosła 500 gr

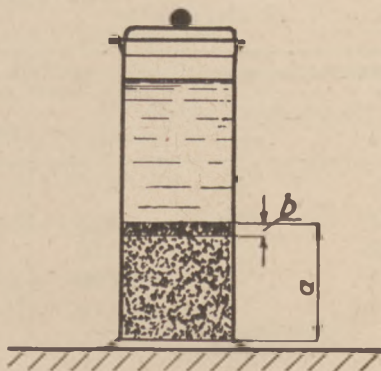
„ „ po wyplókananiu i wysuszeniu wyniosła 493,3 gr.

Ilość pyłów w % określamy ze wzoru:

$$\frac{(\text{waga próbki suchej} - \text{waga próbki po wyplók. i wysusz.}) \cdot 100}{\text{waga próbki suchej}} = \frac{500 - 493,3}{500} \cdot 100 = 1,34\%$$

b) drugie oznaczenie polegało na określeniu części ilastych i gliniastych, osiadających w cylindrze nad piaskiem po skłóceniu próbki z wodą.

Nасыpujemy badanego piasku do $\pm \frac{1}{3}$ wysokości naczynia cylindrycznego (rys. 4) i po zalaniu wodą, prawie do pełna, i zakorkowaniu naczynia, sklócamy zawartość i pozostawiamy naczynie na 24 godziny. Czástki pyłów (muł, il, glina) osiadą nad piaskiem, tworząc górną warstwękę.



Rys. 4
Cylinder do określenia ilości części ilastych i gliniastych

Obliczamy zawartość tych pyłów w % jako

$$\frac{b \cdot 100}{a}$$

Zbadano 2 próbki

próbka 1 dała — 4,65%

.. 2 .. — 3,83%

średnio — 4,24%

4. Badania na zawartość domieszek organicznych w piasku.

Badania przeprowadzono zgodnie z normami przez zalanie piasku 3% roztworem ługu sodowego (NaOH). Po 24 godzinach nastąpiło zabarwienie roztworu nad piaskiem na kolor żółty, jednak jaśniejszy od barwy normalnej otrzymanej przez odpowiedni roztwór kwasu taninowego (patrz PN/B-196 str. 32).

IV. Badania żwirku.

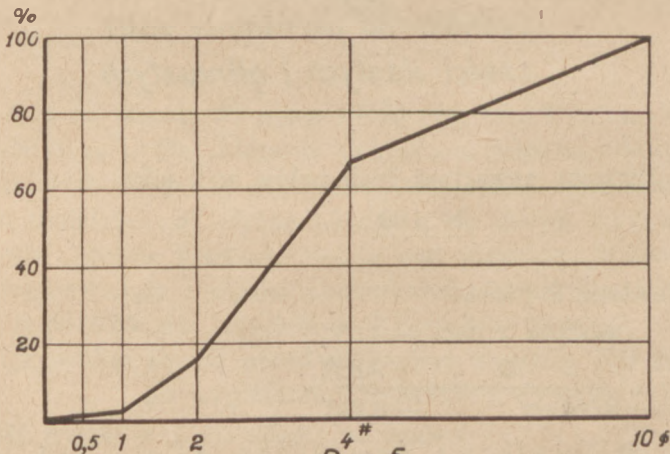
1. Uziarnienie (analiza sitowa) żwirku.

Badaniu poddano 3 próbki żwirku po 1000 gr każda.

Otrzymane wyniki zostały zestawione w tablicy 3 i na rys. 5.

Tablica 3.

Nr. Nr. sit	Pozostałość między sitami w gr			w procentach	
	Poszczególne próbki			średnio	zaokrąglona
	1	2	3		
10—4	288	328	331	31,6	32
4—2	522	487	493	50,0	50
2—1	172	160	142	15,8	16
1—0,5	14	18	20	1,7	1,5
0,5—0	3	5	14	0,7	0,5



Rys. 5
Krzywa przesiewu żwirku

2. Cechy fizyczne żwirku.

Ciężar objętościowy żwirku ustalono przez ważenie 3 próbek żwirku objętości 1 litra każda w stanie wysuszonym:

próbka 1 . . .	1,78
„ 2 . . .	1,775
„ 3 . . .	1,78
<hr/>	
średnio . . .	1,78

Ciężar właściwy żwirku określono drogą przybliżoną przez zalanie wodą w założeniu, że:

- a) 1 cm³ wody waży 1 gr.
- b) żwirek jest nienasiąkliwy

Waga litra żwirku przed zalaniem wyniosła 1780 gr.

„ „ „ wraz z wodą „ 2080 gr.

Objętość samych ziaren żwirku:

$$1000 - (2080 - 1780) = 700 \text{ cm}^3$$

skąd ciężar właściwy żwirku: $\frac{1780}{700} = 2,54$

Procent próżni w żwirku:

$$\left(1 - \frac{1,78}{2,54} \right) \cdot 100 = 30\%$$

3. Badania ilości pyłów w żwirku.

Żwirek wykazał zaledwie dostrzegalne ślady zanieczyszczeń pyłem, cyfrowo nieuchwytnie.

4. Badania na zawartość domieszek organicznych w żwirku.

Badania przeprowadzono zgodnie z normami przez zalanie piasku 3% roztworem ługu sodowego (NaOH). Po 24 godzinach roztwór nad żwirkiem nie wykazał zupełnie zabarwienia.

5. Analiza chemiczna żwirku.

Ze względu na widoczną gołem okiem dużą ilość ziaren wapiennych w żwirku, została przeprowadzona szczegółowa analiza chemiczna, która wykazała 23,5% zawartości CaO, co po przeliczeniu wyniosło—41,5% CaCO₃.

Niezależnie określono zawartość ziaren wapiennych metodą przybliżoną przez rozmycie żwirku kwasem solnym (HCl— $\frac{1}{5}$).

Próba wykazała 39% części rozpuszczalnych, t. j. wapiennych, co dało bardzo zbliżony wynik z analizą szczegółową.

V. Badania grysów kamiennych.

Grysy szlachetne użyte do badań wykonane zostały ze skały bazaltowej w Kamieniołomie Państwowym „Janowa Dolina” na Wołyniu.

Uprzednio przeprowadzone badania wytrzymałościowe i fizyczne wspomnianego bazaltu wykazały następujące cechy:

Wytrzymałość na ściskanie	2880 kg/cm ²
Ścieralność na tarczy Dorry	0,58 cm
„ „ „ Bohme'go	0,17 cm
Nasiąkliwość wodą	0,26%
Gęstość (ciężar objętościowy)	2,94
Ciężar właściwy	2,96
Zwiężłość	23

W celu porównania cech technicznych bazaltu z Janowej Doliny z innymi skałami polskimi, używanymi do wyrobu grysów szlachetnych zostały zestawione w tablicy 4 wyniki badań tych skał przeprowadzone swojego czasu przez Drogowy Instytut Badawczy.

Tablica 4.

Rodzaj i pochodzenie skały	Ścier. na tar. Dorry w cm.	Ścier. na tar. Bohme'go w cm.	Wytrzym. na ścisk. kg/cm ²	Nasiąkliwość wodą	Gęstość	Zwiężłość
Bazalt „Janowa Dolina”	0,58	0,17	2880	0,26	2,94	23
Bazalt „Berestowiec”	0,52	—	2159	1,57	2,92	26
Diabaz „Niedźwiedzia Góra”	0,34	—	2903	0,10	2,87	—
Granit „Klesów”	0,28	0,10	2305	0,26	2,66	20
Gabro „Pczele”	—	0,08	2730	0,11	3,03	27
Porfir „Miękinia”	0,59	—	2127	1,93	2,55	—
Porfir „Sanka”	0,36	—	1946	0,79	2,55	22
Porfir „Zalas”	—	0,15	2153	0,34	2,55	33
Piaskowiec kwarcytowy „Zag- nański”	0,24	0,10	2038	0,84	2,52	33

Grysy dostarczone były w trzech frakcjach:

- grysik frakcja (2 — 5)
- grys „ (5 — 10)
- „ „ (10 — 15)

1. Badania makroskopowe grysów.

Grysy wszystkich trzech frakcji granulowane, czyste, wykonane ze skały jednorodnej bez śladów kory i zwietrzenia.

Procentowa zawartość ziaren płaskich w poszczególnych frakcjach, wyniosła dla:

gryniku a)	. . . . .	60,0%
grysu b)	. . . . .	40,5%
„ c)	. . . . .	23,0%

2. Uziarnienie (analiza sitowa) gryków.

Badaniu poddano po 3 próbki dla każdej frakcji gryków, przyczem zależnie od wielkości ziaren, przyjęto dla:

gryniku a)	próbki po	500 gr.	każda
grysu b)	„ „	1000 gr.	„
grysu c)	„ „	2000 gr.	„

Wyniki analiz sitowych zestawiono w tablicy 5 i na rys. 6.

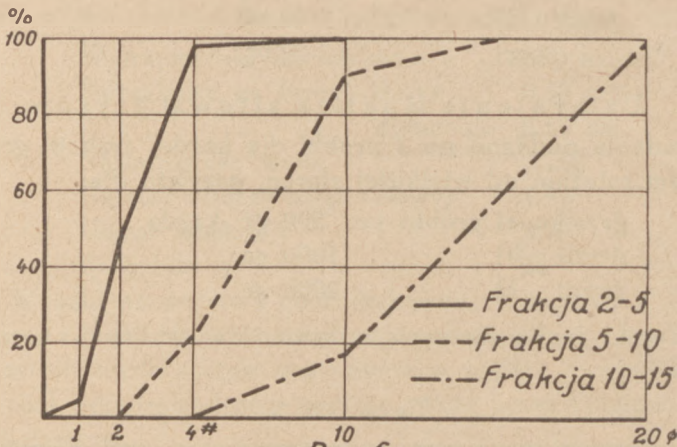
Tablica 5.

Grys	N N. sit	pozostałość między sitami w gr				w procentach	
		poszczególne próbki			średnio	średnio	zaokrąglona
		1	2	3			
a)	10—4	8	10	9	9	1,8	2
	4—2	246	267	257	256	51,2	51
	2—1	223	202	213	213	42,6	43
	1—0,5	16	13	15	15	3,0	3
	0,5—0	6	6	6	6	1,2	1
b)	20—10	92	104	100	98,6	9,8	10
	10—4	650	698	680	676	67,6	68
	4—2	242	190	210	214	21,4	21
	2—1	16	6	10	10,6	1,1	1
c)	20—10	1603	1680	1710	1664	83,2	83
	10—4	387	318	286	330	16,5	17
	4—2	8	2	3	4	0,2	—

3. Cechy fizyczne gryków.

W celu określenia cech fizycznych gryków przeciętnych dla wszystkich 3-ch frakcji wykonano mieszaninę (opierając się na badaniach przeprowadzonych poprzednio) o następującym stosunku wagowym:

gryniku a)	25%
grysu b)	25%
grysu c)	50%



Rys. 6
Krzywa przesiewu grysów

Ciężar objętościowy tak zmieszanego grysłu ustalono przez odważenie 3-ch próbek litrowych grysłu:

próbka 1 . . .	1,775
„ 2 . . .	1,839
„ 3 . . .	1,847
<hr/>	
średnio . . .	1,820

Ciężar właściwy grysłu ustalono jak uprzednio dla żwirku, t. j. przez zalanie wodą:

waga litra grysłu przed zalaniem 1820 gr

„ „ „ razem z wodą 2180 gr

objętość ziaren grysłu

$$1000 - (2180 - 1820) = 640 \text{ cm}^3$$

stąd ciężar właściwy $\frac{1820}{640} = 2,84$

zaś procent próżni w grysie:

$$\left(1 - \frac{1,82}{2,84}\right) = 36\%$$

VI. Nastawienie kruszywa do betonu.

Przystępując do określenia wzajemnego stosunku składników kruszywa, należy zastanowić się nad warunkami, jakim powinien odpowiadać beton dla nawierzchni drogowych.

Podczas gdy dla betonu budowlanego stawiane wymagania ograniczają się do wysokiej wytrzymałości na ściskanie i odpowiedniej urabialności (a przy żelbecie jeszcze potrzebnej ciekłości), to przy betonie drogowym należy je ująć szerzej, żądając, aby beton wykazywał następujące cechy:

1) wysoką wytrzymałość na ściskanie, rozciąganie i zginanie, 2) odpowiednią urabialność, 3) wysoką sprężystość i wytrzymałość na uderzenie, 4) małą ścieralność, 5) jaknajwiększą spoistość, 6) małą nasiąkliwość, 7) jaknajmniejszą zmianę objętości zarówno w czasie wiązania cementu, jak i potem pod wpływem czynników atmosferycznych, 8) odporność na działanie kwasów i innych substancji organicznych.

Rozpatrując szereg czynników, wpływających pośrednio lub bezpośrednio na podniesienie tak wszechstronnej dobroci betonu, należy zaznaczyć, co zresztą wynika z samej istoty betonu, jako materiału powstałego ze zlepiania kruszywa (szkieletu)—cementem (spoiwem), że w pierwszym rzędzie same materiały składowe betonu muszą być pierwszorzędnej jakości i czynić zadość wymaganiom zgóry postawionym.

Tem nie mniej wzajemny stosunek składników kruszywa nie pozostaje bez znaczenia, zwłaszcza jeżeli chodzi o odporność betonu na ścieranie, nasiąkliwość i działanie czynników atmosferycznych i chemicznych, które to cechy przy użyciu tych samych składników podnoszą się w miarę wzrostu zagęszczenia kruszywa.

Opierając się na tem, przystąpiono do ustalenia trzech typowych mieszanin z posiadanych składników kruszywa, których średnie analizy przesiewu zostały zestawione w *tablicy 6.*

Tablica 6.

Zestawienie analiz sitowych składników kruszywa.

N. N. sit	Pozostałość między sitami w %				
	Piasek	Żwirek	Grysik 2—5	Grys 5—10	Grys 10—15
20—10	—	—	—	10	83
10—4	—	32	2	68	17
4—1	2	50	51	21	—
2—1	4	16	43	1	—
1—0.5	39	1.5	3	—	—
0.5—0	55	0.5	1	—	—

Mieszaniny dobierano drogą laboratoryjnych prób, osią-
gając największe zagęszczenie kruszywa przez stopniowe wy-
pełnianie próżni w kruszywie o ziarnach grubszych, kruszywem
drobniejszym.

Tablica 7.

Zestawienie kruszywa dla trzech mieszanin.

Poszczególne składniki kruszywa	Procentowa ilość składników		
	Mieszanina 1	Mieszanina 2	Mieszanina 3
piasek	40	40	40
źwirek	—	20	30
grysik (2 — 5)	15	10	—
grys (5 — 10)	15	—	—
grys (10 — 15)	30	30	30

Otrzymane wyniki prób, jak widać z zestawienia w tabli-
cy 7, wykazały dla wszystkich trzech mieszanin kruszywa jed-
nakową zawartość piasku (40%) i grysów frakcji 10 — 15 (30%).

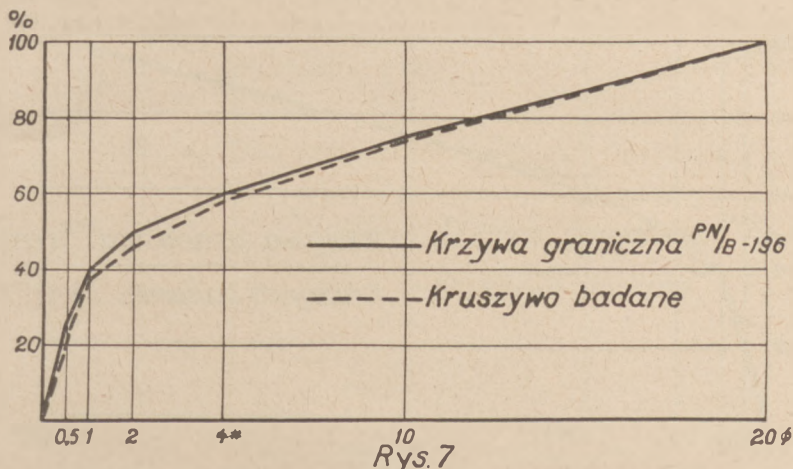
Pozostałe 30% przypada na żwirek i drobniejsze frakcje
grysów i zmienia się dla każdej mieszaniny.

Analizy sitowe zestawionych trzech mieszanin kruszywa
zostały podane w oddzielnych tablicach, a krzywe przesiewu
na wykresach.

Tablica 8.

Analiza sitowa kruszywa mieszaniny 1.

NN. sit.	Zawartość między sitami poszcze- gólnych składników kruszywa w %					razem ziaren poszcz. frakcji	rzędne krzywej przesiewu
	piasek	źwirek	grysik 2—5	grys 5—10	grys 10—15		
0 — 0,5	22,0	—	0,15	—	—	22,15	22,15
0,5 — 1	15,6	—	0,45	—	—	16,05	38,20
1 — 2	1,6	—	6,45	0,15	—	8,20	46,40
2 — 4	0,8	—	7,65	3,15	—	11,60	58,00
4 — 10	—	—	0,30	10,20	5,10	15,60	73,60
10 — 20	—	—	—	1,50	24,90	26,40	100—
Razem	40	—	15	15	30	100—	

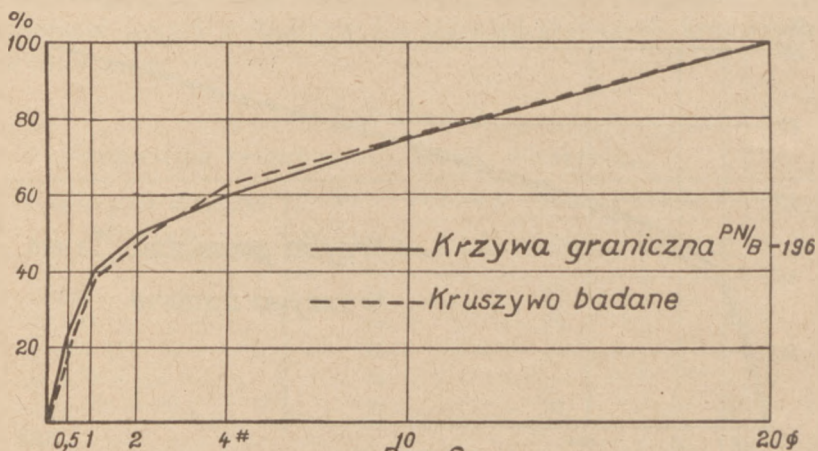


Krzywa przesiewu kruszywa mieszanki 1

Tablica 9.

Analiza sitowa kruszywa mieszanki 2.

NN. sit.	Zawartość między sitami poszczególnych składników kruszywa w %					razem ziaren poszcz. trakcji	rzędne krzywej przesiewu
	piasek	żwirek	grysik 2—5	grys 5—10	grys 10—15		
0 — 0.5	22.0	0,10	0,10	—	—	22.20	22,20
0.5 — 1	15,6	0,30	0,30	—	—	16,20	38,40
1 — 2	1,6	3,20	4,30	—	—	9,10	47,50
2 — 4	0,8	10,00	5,10	—	—	15,90	63,40
4 — 10	—	6,40	0,20	—	5,10	11,70	75,10
10 — 20	—	—	—	—	24,90	24,90	100 —
Razem	40	20	10	—	30	100 —	



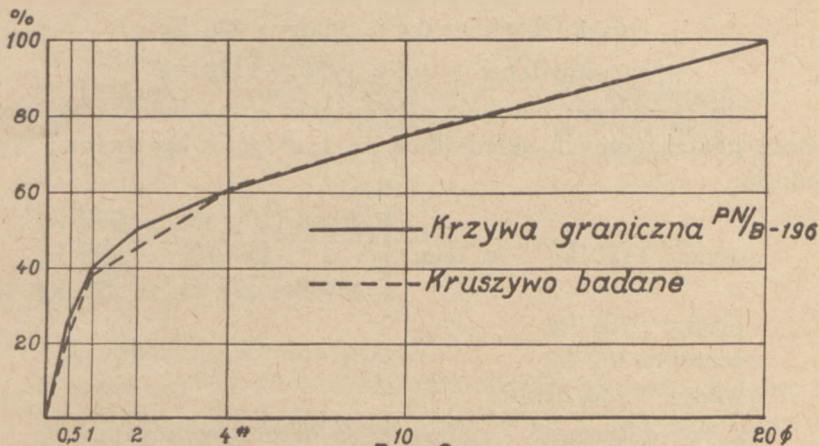
Rys. 8

Krzywa przesiewu kruszywa mieszanki 2

Tablica 10.

Analiza sitowa kruszywa mieszanki 3.

NN. sit.	Zawartość między sitami poszczegól- nych składników kruszywa w %					razem ziaren poszcz. frakcji	rzędne krzywej przesiewu
	piasek	żwirek	grysik 2-5	grys 5-10	grys 10-15		
0 — 0,5	22,0	0,15	—	—	—	22,15	22,15
0,5 — 1	15,6	0,45	—	—	—	16,05	38,20
1 — 2	1,6	4,80	—	—	—	6,40	44,60
2 — 4	0,8	15,00	—	—	—	15,80	60,40
4 — 10	—	9,60	—	—	5,10	14,70	75,10
10 — 20	—	—	—	—	24,90	24,90	100
Razem	40	30	—	—	30	100 —	



Rys. 9
Krzywa przesiewu kruszywa mieszane³

VII. Badania betonów.

Wykonano sześć serji betonów według następującego zestawienia.

Serja 1.

Do wykonania betonu przyjęto:

Cement „próbka A” w ilości 360 kg/m³ gotowego betonu.

Kruszywo według mieszaniny 1.

Współczynnik woda/cement = 0,5 czyli wody 0,5 × 360 = 180 litrów na 1 m³ bet. Orientacyjną ilość wagową poszczególnych składników kruszywa na 1 m³ gotowego betonu ustalono ze wzoru:

$$\frac{360}{C_c} + \frac{0,4x}{C_p} + \frac{0,6x}{C_g} + 180 = 1000$$

gdzie C_c — ciężar właściwy cementu = 3,1

C_p — „ „ piasku = 2,66

C_g — „ „ grysu = 2,84

czyli: $\frac{360}{3,1} + \frac{0,4x}{2,66} + \frac{0,6x}{2,84} + 180 = 1000$

116 + 0,150x + 0,211x + 180 = 1000



$$0,361 x = 704$$

$$x = 1950$$

$$\text{piasku } 0,4 x = 0,4 \times 1950 = 780 \text{ kg.}$$

$$\text{grysów } 0,6 x = 0,6 \times 1950 = 1170 \text{ kg.}$$

Po zarobieniu betonu i ostatecznym sprawdzeniu objętości, ilość poszczególnych składników na 1 m³ gotowego betonu wyniosła:

grysu 1180 kg	w tem:	$\left\{ \begin{array}{l} \text{grysu (10—15) — 590 kg} \\ \text{„ (5—10) — 295 kg} \\ \text{grysiku (2—5) — 295 kg} \end{array} \right.$
piasku 786 kg		
cementu 360 kg		
wody 180 litrów.		

Z tak dobranego i zmieszanego betonu wykonano:

- 1) próbki cylindryczne o \varnothing 8 cm. i h=8 cm do prób na ściskanie;
- 2) próbki sześciennie 7×7×7 cm do prób ścieralności i fizycznych;
- 3) próbkę ósemkową do prób na rozciąganie.

W y n i k i b a d a ń.

1. Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm².

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	121	203
2	152	211
3	—	186
średnio	136	200

2. Wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach — 28,6 kg/cm².

3. Ścieralność na tarczy Bohme'go w cm.

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	0,337	0,300
2	0,340	0,305
średnio	0,339	0,302

- 4 Nasiąkliwość wodą w % po 14 dniach moczenia próbek 28-dniowych.

Próbka 1	4,30
„ 2	4,80
średnio	4,55

5. Ciężar objętościowy.

Próbka	Po 24 godzinach bez suszenia	Po 28 dniach po wysuszeniu
1	2,49	2,39
2	2,48	2,37
3	2,49	—
średnio	2,49	2,38

Serja 2.

Do wykonania betonu przyjęto:

Cement „próba A” w ilości 400 kg/m³ gotowego betonu.

Kruszywo według mieszanki 1.

Współczynnik woda/cement = 0,45 czyli wody 0,45 × 400 = 180 litrów na 1 m³ betonu. Orientacyjną ilość wagową poszczególnych składników kruszywa na 1 m³ betonu gotowego ustalono ze wzoru:

$$\frac{400}{C_c} + \frac{0,4 x}{C_p} + \frac{0,6 x}{C_g} + 180 = 1000$$

gdzie C_c — ciężar właściwy cementu = 3,1

C_p — „ „ piasku = 2,66

C_g — „ „ grysów = 2,84

czyli: $\frac{400}{3,1} + \frac{0,4 x}{2,66} + \frac{0,6 x}{2,84} + 180 = 1000$

$$129 + 0,150 x + 0,211 x + 180 = 1000$$

$$0,361 x = 691$$

$$x = 1914$$

piasku 0,4 x = 0,4 × 1914 = 766 kg

grysów 0,6 x = 0,6 × 1914 = 1148 kg.

Po zarobieniu betonu i ostatecznym sprawdzeniu objętości, ilość poszczególnych składników na 1 m³ gotowego betonu wyniosła:

grysów	1160 kg w tem:	$\left\{ \begin{array}{l} \text{grysów (10—15) — 580 kg} \\ \text{grysów (5—10) — 290 kg} \\ \text{grysiu (2—5) — 290 kg} \end{array} \right.$
piasku	774 kg	
cementu	400 kg	
wody	180 litrów.	

Z tak dobranego i zmieszanego betonu wykonano:

- 1) próbki cylindryczne o \varnothing 8 cm i $h = 8$ cm do prób na ściskanie.
- 2) próbki sześciennie $7 \times 7 \times 7$ cm do prób ścieralności i fizycznych.
- 3) próbkę ósemkową do prób na rozciąganie.

W y n i k i b a d a ń.

1. Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm^2 .

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	178	346
2	199	319
3	—	308
średnio	188	324

2. Wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach — $30,0 \text{ kg/cm}^2$.

3. Ścieralność na tarczy Bohme'go w cm.

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	0,270	0,282
2	0,306	0,290
średnio	0,288	0,286

4. Nasiąkliwość wodą w % po 14 dniach moczenia próbek 28-dniowych.

Próbka 1	. . . .	4,12
" 2	. . . .	3,53
średnio	. . . .	3,82

5. Ciężar objętościowy.

Próbka	Po 24 godzinach bez suszenia	Po 28 dniach po wysuszeniu
1	2,49	2,43
2	2,50	2,39
3	2,47	—
średnio	2,49	2,41

Serja 3.

Do wykonania betonu przyjęto:

Cement „próbka A” w ilości 400 kg/m^3 gotowego betonu.
Kruszywo według mieszanki 2.

Współczynnik woda/cement 0,45, czyli wody $0,45 \times 400 = 180$ litrów na 1 m^3 bet. Orientacyjną ilość wagową poszczególnych składników kruszywa na 1 m^3 gotowego betonu ustalono ze wzoru:

$$\frac{400}{C_c} + \frac{0,4 x}{C_p} + \frac{0,2 x}{C_z} + \frac{0,4 x}{C_g} + 180 = 1000$$

gdzie C_c — ciężar właściwy cementu = 3,1
 C_p — " " piasku = 2,66
 C_z — " " żwirku = 2,54
 C_g — " " grysów = 2,84

czyli: $\frac{400}{3,1} + \frac{0,4 x}{2,66} + \frac{0,2 x}{2,54} + \frac{0,4 x}{2,84} + 180 = 1000$

$$129 + 0,150 x + 0,079 x + 0,141 x + 180 = 1000$$

$$0,370 x = 691$$

$$x = 1867$$

piasku $0,4 x = 0,4 \times 1867 = 746 \text{ kg}$

żwirku $0,2 x = 0,2 \times 1867 = 374 \text{ kg}$

grysów $0,4 x = 0,4 \times 1867 = 746 \text{ kg}$.

Po zarobieniu betonu i ostatecznym sprawdzeniu objętości, ilość poszczególnych składników na 1 m^3 gotowego betonu wyniosła:

grysów	752 kg	w tem	$\left\{ \begin{array}{l} \text{grysu (10—15) — 564 kg} \\ \text{grysiu (2—5) — 188 kg} \end{array} \right.$
żwirku	376 kg		
piasku	752 kg		
cementu	400 kg		
wody	180 litrów.		

Z tak dobranego i zmieszanego betonu wykonano:

- 1) próbki cylindryczne o ϕ cm i $h = 8$ cm do prób na ściskanie,
- 2) próbki sześciennie $7 \times 7 \times 7$ cm do prób ścieralności i fizycznych,
- 3) próbkę ósemkową do prób na rozciąganie.

Wyniki badań.

1. Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm^2 .

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	211	365
2	207	335
3	—	350
średnio	209	350

2. Wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach — 29,2 kg/cm²

3. Ścieralność na tarczy Bohme'go w cm.

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	0,322	0,297
2	0,290	0,287
średnio	0,306	0,292

4. Nasiąkliwość wodą w % po 14 dniach moczenia próbek 28-dniowych.

Próbka 1	5,02
„ 2	5,23
średnio	5,12

5. Ciężar objętościowy.

Próbka	Po 24 godzinach bez suszenia	Po 28 dniach po wysuszeniu
1	2,44	2,42
2	2,47	2,30
3	2,45	—
średnio	2,45	2,36

Serja 4.

Do wykonania betonu przyjęto:

Cement „próbka A” w ilości 400 kg/m³ gotowego betonu.

Kruszywo według mieszanki 3.

Współczynnik woda/cement = 0,45 czyli wody 0,45 × 400 = 180 litrów na 1 m³ bet. Orientującą ilość wagową poszczególnych składników kruszywa na 1 m³ gotowego betonu, ustalono ze wzoru:

$$\frac{400}{C_c} + \frac{0,4x}{C_p} + \frac{0,3x}{C_z} + \frac{0,3x}{C_g} + 180 = 1000$$

gdzie C_c — ciężar właściwy cementu = 3,1

C_p — „ „ piasku = 2,66

C_z — „ „ żwirku = 2,54

C_g — „ „ grysu = 2,84

$$\text{czyli} = \frac{400}{3,1} + \frac{0,4x}{2,66} + \frac{0,3x}{2,54} + \frac{0,3x}{2,84} + 180 = 1000$$

$$129 + 0,150x = 0,118x + 0,106x + 180 = 1000$$

$$0,374 x = 691$$

$$x = 1847$$

$$\text{piasku } 0,4 x = 0,4 \times 1847 = 739 \text{ kg}$$

$$\text{żwirku } 0,3 x = 0,3 \times 1847 = 554 \text{ kg}$$

$$\text{grysów } 0,3 x = 0,3 \times 1847 = 554 \text{ kg.}$$

Po zarobieniu betonu i ostatecznym sprawdzeniu objętości, ilość poszczególnych składników na 1 m³ gotowego betonu wyniosła:

grysu (10—15)	564 kg
żwirku	564 kg
piasku	752 kg
cementu	400 kg
wody	180 litrów.

Z tak dobranego i zmieszanego betonu wykonano:

- 1) próbki cylindryczne o \varnothing cm i $h = 8$ cm do prób na ściskanie.
- 2) próbki sześciennie $7 \times 7 \times 7$ cm do prób ścieralności i fizycznych.
- 3) próbkę ósemkową do prób na rozciąganie.

W y n i k i b a d a ń.

1. Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm².

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	199	321
2	224	325
3	—	300
<hr/>		
średnio	212	315

2. Wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach — 22,4 kg/cm².

3. Ścieralność na tarczy Bohme'go w cm.

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	0,293	0,250
2	0,308	0,288
<hr/>		
średnio	0,300	0,269

4. Nasiąkliwość wodą w % po 14 dniach moczenia próbek 28-dniowych.

Próbka 1	. . . . .	5,75
" 2	. . . . .	5,49
<hr/>		
średnio	. . . . .	5,62

5. Ciężar objętościowy.

Próbka	Po 24 godzinach bez suszenia	Po 28 dniach po wysuszeniu
1	2,46	2,38
2	2,42	2,30
3	2,44	—
średnio	2,44	2,34

Serja 5.

Do wykonania betonu przyjęto:

Cement „próbka B” w ilości 400 kg/m³ gotowego betonu.

Kruszywo według mieszanki 1.

Współczynnik woda/cement = 0,45 czyli wody $0,45 \times 400 = 180$ litrów na 1 m³ bet. Orientującą ilość wagową poszczególnych składników kruszywa na 1 m³ gotowego betonu przyjęto jak dla betonu „Serji 2”, t. j.

piasku 766 kg

grysów 1148 kg.

Po zarobieniu betonu i ostatecznym sprawdzeniu objętości, ilość poszczególnych składników na 1 m³ gotowego betonu wyniosła:

grysów 1168 kg w tem	}	grysu (10—15) — 584 kg
		grysu (5—10) — 292 kg
		grysiku (2—5) — 292 kg

piasku 778 kg

cementu 400 kg

wody 180 litrów.

Z tak dobranego i zmieszanego betonu wykonano:

1) próbki cylindryczne o ϕ 8 cm i h = 8 cm do prób na ściskanie,

2) próbki sześciennie 7 × 7 × 7 cm do prób ścieralności i fizycznych,

3) próbkę ósemkową do prób na rozciąganie.

Wyniki badań.

1. Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm².

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	345	488
2	356	508
3	—	496
średnio	350	498

2. Wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach — 37,2 kg/cm².

3. Ścieralność na tarczy Bohme'go w cm.

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	0,283	0,210
2	0,252	0,245
średnio	0,267	0,227

4. Nasiąkliwość wodą w % po 14 dniach moczenia próbek 28-dniowych.

Próbka 1	1,22
" 2	1,44
średnio	1,33

5. Ciężar objętościowy.

Próbka	Po 24 godzinach bez suszenia	Po 28 dniach po wysuszeniu
1	2,53	2,51
2	2,51	2,48
3	2,51	—
średnio	2,52	2,49

Serja 6.

Do wykonania betonu przyjęto:

Cement „próbka B” w ilości 360 kg/m³ gotowego betonu.

Kruszywo według mieszanki 1.

Współczynnik woda/cement = 0,5 czyli wody $0,5 \times 360 = 180$ litrów na 1 m³ betonu. Orientującą ilość wagową poszczególnych składników kruszywa na 1 m³ gotowego betonu przyjęto jak dla betonu „Serji 1”, t. j.

piasku 780 kg

grysów 1170 kg.

Po zarobieniu betonu i ostatecznym sprawdzeniu objętości, ilość poszczególnych składników na 1 m³ gotowego betonu wyniosła:

grysów 1188 kg w tem	{ grysu (10—15) — 594 kg grysu (5—10) — 297 kg grysiu (2—5) — 297 kg
----------------------	---

piasku 792 kg

cementu 360 kg

wody 180 litrów.

Z tak dobranego i zmieszanego betonu wykonano:

- 1) próbki cylindryczne o \varnothing 8 cm i $h = 8$ cm do prób na ściskanie,
- 2) próbki sześciennie $7 \times 7 \times 7$ cm do prób ścieralności i fizycznych,
- 3) próbkę ósemkową do prób na rozciąganie.

Wyniki badań.

1. Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm^2 .

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	330	369
2	346	396
3	—	—
średnio	338	382

2. Wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach — $31,2 \text{ kg/cm}^2$.

3. Ścieralność na tarczy Bohme'go w cm.

Próbka	Po 7 dniach	Po 28 dniach
1	0,290	0,275
2	0,292	0,240
średnio	0,291	0,257

4. Nasiąkliwość wodą w % po 14 dniach moczenia próbek 28 dniowych

Próbka 1	1,55
„ 2	1,71
średnio	1,63

5. Ciężar objętościowy.

Próbka	Po 24 godzinach bez suszenia	Po 28 dniach po wysuszeniu
1	2,52	2,46
2	2,53	2,50
3	2,51	—
średnio	2,52	2,48

Wyniki badań wszystkich sześciu seryj betonów zostały zestawione w tablicy 11 i na rys. 10.

Załączona fotografia Nr. 1, przedstawia użyte do badań składniki kruszywa, zaś fotografia Nr. 2, przekroje wszystkich sześciu wykonanych betonów.

Tablica 11.

Zestawienie wyników prób sześciu seryj betonów.

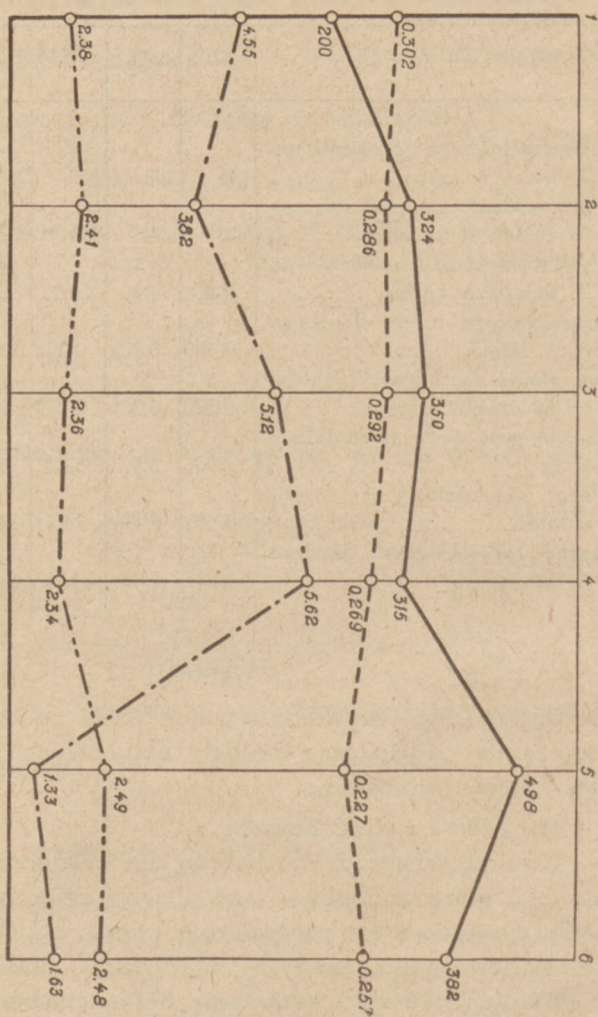
R o d z a j p r ó b y	Serja 1	Serja 2	Serja 3	Serja 4	Serja 5	Serja 6
Wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach w kg/cm^2	136	188	209	212	350	338
Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach w kg/cm^2	200	324	350	315	498	382
Wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach w kg/cm^2	28,6	30,0	29,2	22,4	37,2	31,2
Ścieralność na tarczy Bohme'go po 7 dniach w cm.	0,339	0,288	0,306	0,300	0,267	0,291
Ścieralność na tarczy Bohme'go po 28 dniach w cm.	0,302	0,286	0,292	0,269	0,227	0,257
Nasiąkliwość wodą po 28 dniach w %	4,55	3,82	5,12	5,62	1,33	1,63
Ciężar objętościowy po 24 godzinach	3,49	2,49	2,45	2,44	2,52	2,52
Ciężar objętościowy po 28 dniach	2,38	2,41	2,36	2,34	2,49	2,48

Wnioski.

Rozpatrując uzyskane wyniki badań wytrzymałościowych i fizycznych sześciu seryj próbek betonowych, dochodzimy do następujących wniosków:

1. *Jakość i ilość cementu.*

Cement stosowany do betonu dla nawierzchni drogowych musi być pierwszorzędnej jakości i zupełnie świeży. Cement zleżały o rozpoczętym procesie wietrzenia, choćby spełniał całkowicie wymagania stawiane w Normach Polskich PN/B-203, nie powinien być stosowany przy betonach drogowych, nietyle z powodu obniżenia cech wytrzymałościowych, co zwłaszcza ze względu na wzrost nasiąkliwości betonu, a co z tego wynika obniżenie odporności na działanie czynników atmosferycznych i chemicznych. Normalna zaprawa cementowa 1:3 winna średnio wykazywać wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach nie mniej 550 kg/cm^2 . Co się tyczy ilości cementu na 1 m^3 gotowego betonu, to przy cemencie nie nastęrczającym żadnych włąpliwości można przyjąć 360 kg; dla cementów mniej pe-



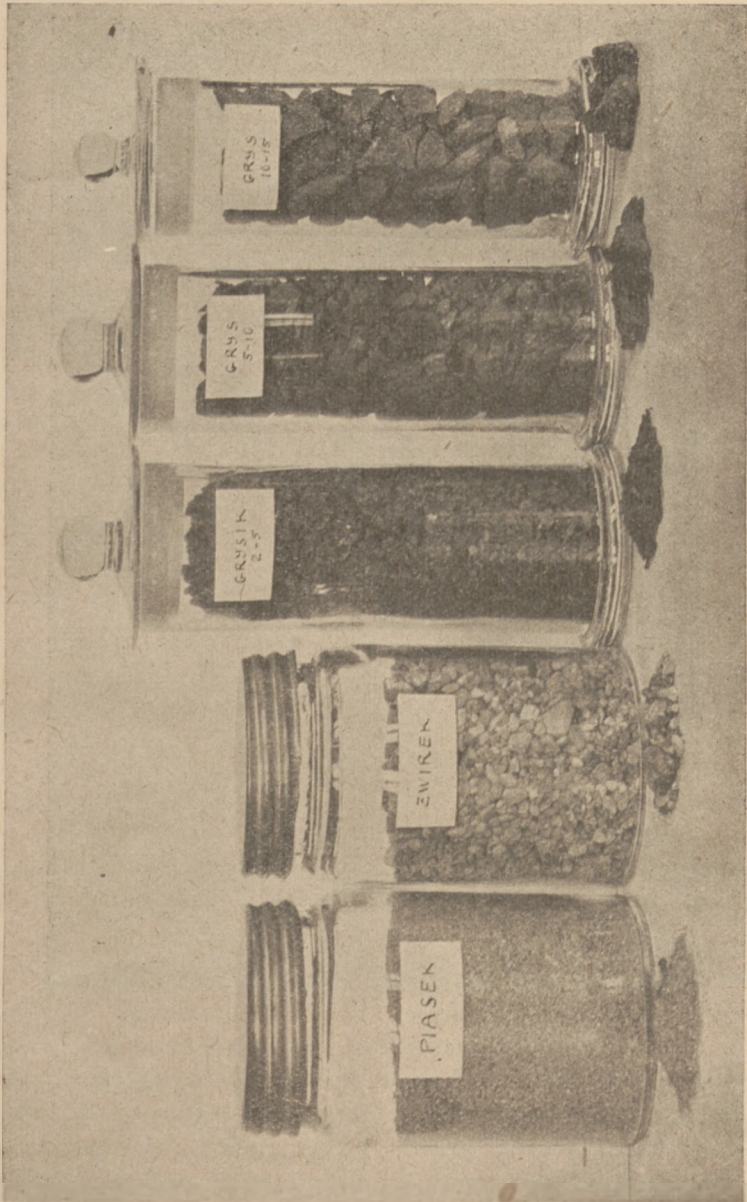
Rys. 10

Zestawienie cech wytrzymałościowych i fizycznych 6 serii betonów

wnych lepiej jest podnieść ilość cementu na 1 m³ gotowego betonu do 400 kg.

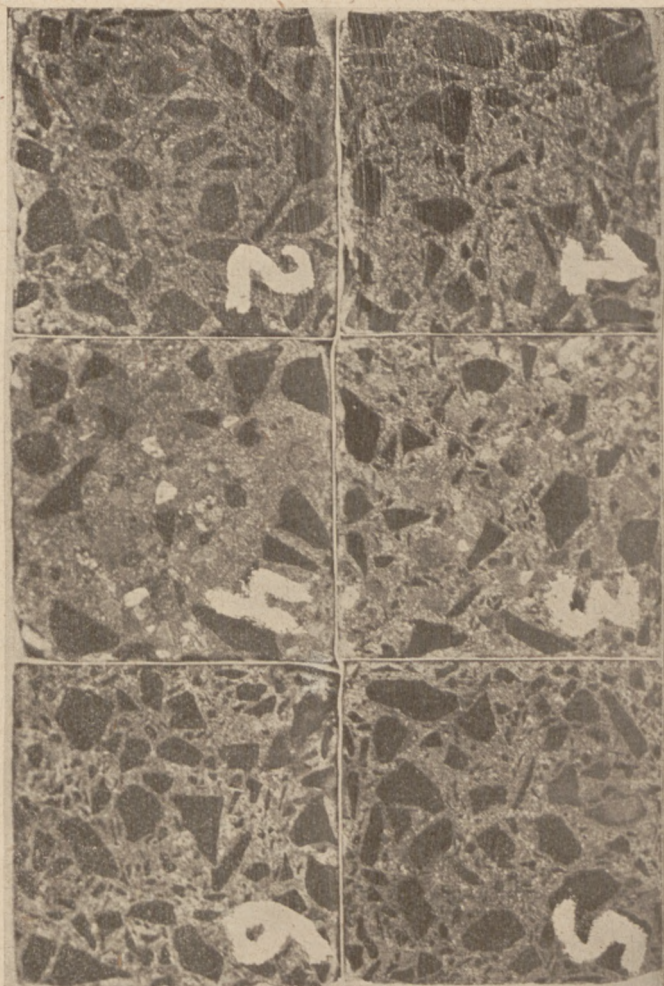
2. Stosowanie żwirku zamiast drobnych frakcji gysu.

Żwirek ze względów wytrzymałościowych może w zupełności zastąpić drobne frakcje grysów, a nawet dać lepsze rezultaty zważywszy, że drobne frakcje grysów posiadają znaczną



Fot. 1. Składniki kruszywa.

ilość ziaren blaszkowatych, wpływających ujemnie na urabialność betonu, a następnie łatwo wyluskujących się z gotowej nawierzchni pod wpływem ruchu.



Fot. 2. Przekroje szesciu serii wykonanych betonów.

Tem nie mniej mając na względzie cechy fizyczne i chemiczne, tak ważne dla betonów drogowych, stosowany żwirek nie powinien zawierać ziaren wapiennych i zwietrzałych, co musi być stale i systematycznie kontrolowane podczas dostawy materiału.

3. Wymagane własności betonu drogowego.

Opierając się na otrzymanych wynikach badań, można

przyjąć, że własności betonu drogowego winny odpowiadać następującym warunkom:

Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach najmniej 350 kg/cm²

Ścieralność na tarczy Bohme'go po 28 dn. najwyżej 0,30 cm.

Nasiąkliwość wodą po 28 dniach najwyżej 3,0%.

R É S U M É.

Les recherches executées a l'Institut d'Etudes Routières a l'École Polytechnique de Varsovie avaient pour but la détermination:

a) des propriétés des matériaux composants du pays pour le béton routier

b) du rapport mutuel de ces composants,

c) de la résistance et des propriétés physiques des béton prêts,

d) de l'influence de la décomposition du ciment sur la qualité du béton,

e) de la possibilité du remplacement des petites fractions de la pierre concassée par le gravier.

On a fait des recherches sur la résistance à la compression (après 28 jours) du mortier normal du ciment, provenant de la même fabrique (un échantillon tout a fait frais, l'autre un peu decomposé).

Puis on a fait des recherches détaillées du sable, du gravier et de 3 fractions de la pierre concassée de la roche basaltique.

Les recherches contenaient: l'analyse granulométrique, le poids volumétrique, le poids spécifique, le % volume du vide, de la quantité des matières terreuses et argileuses, du degré des matières organiques, du % des calcaires dans le gravier, du % des grains plats dans les pierres concassées.

En base de l'analyse granulométrique des composants particuliers de l'agrégat minéral, on a fait 3 mélanges minéraux au plus grand poids spécifique.

On a préparé ensuite 6 séries d'échantillons de béton tenant compte de 2 échantillons différents de ciment, de 3 mélanges minéraux et acceptant 360 kg. ou 400 kg du ciment sur 1 m³ du béton.

On a soumis ces échantillons aux épreuves, en déterminant: la résistance à la compression, la résistance contre la traction, la résistance à l'usure d'après Bohme l'absorbtion d'eau par immersion et le poid volumétrique.

De ces recherches on a tiré les conclusions suivantes:

1) le ciment pour les revêtements en béton doit être de première qualité et tout a fait frais.

La résistance du mortier normal du ciment 1:3 doit être après 28 jours pas moins que 550 kg/cm^2 .

2) Le gravier peut être employé au lieu de petites fractions de la pierre concassée, sous condition, qu'il ne contienne pas de grains calcaires et de grains décomposés.

3) Le béton pour les revêtements doit accomplir les conditions suivantes:

1) la résistance à la compression (après 28 jours) au moins 350 kg/cm^2 ,

2) La résistance à l'usure d'après Bohme (après 28 jours) au plus 0,30 cm,

3) L'absorbtion d'eau (après 28 jours) au plus 3,0%.

II. WYTYCZNE DLA BUDOWY DRÓG BETONOWYCH.
NA ROK 1935.

*Instructions pour l'exécution des revêtements en béton de ciment
pour 1935*

Par. 1.

Drogami betonowymi nazywać będziemy nawierzchnie z betonu, uzbrojonego lub nieuzbrojonego, który w postaci gotowej mieszanki zostanie ułożony na miejscu i doprowadzony do stanu ścisłego zapomocą ubijania, względnie w inny odpowiedni sposób.

Par. 2.

Postanowienia ogólne.

1. Projekt techniczny budowy nawierzchni betonowej winien obejmować:

a) dane dotyczące rodzaju i własności podłoża z uwzględnieniem, czy nie będzie ono szkodliwie oddziaływało na beton nawierzchni,

b) rysunki, zawierające dokładne przekroje nawierzchni, rozmieszczenie i sposób wykonania szczelin, ewentualne ułożenie uzbrojenia stalowego, oraz przekroje podłoża z zaznaczeniem sposobu oddzielenia płyty betonowej od podłoża; rysunki winny być opatrzone niezbędnymi wymiarami;

c) dokładny opis szczelin i składu mieszanki wypełniającej szczeliny,

d) dane dotyczące rodzaju, pochodzenia, jakości i stosunku składowych części mieszanki betonowej (pożądane krzywe przesiewu kruszywa)

e) dane dotyczące ciekłości układanego betonu,

f) krótki opis wytwarzania, przewozu i układania betonu oraz zabezpieczenia po ułożeniu z wyszczególnieniem wszelkich przewidzianych dla tych czynności maszyn i urządzeń.

g) próbki materiałów (na specjalne żądanie).

2. Propozycje dotyczące wykonania nawierzchni betonowych sposobem dotychczas niepraktykowanym lub odmiennym od obecnych wytycznych należy technicznie uzasadnić oraz wskazać miejsca dokonywanych prób, jakoteż podać ich wyniki.

Par. 3.

Materiał do budowy.

1. Cement używany do budowy nawierzchni winien poza przepisami P.N/B. 201 — 204 wykazywać:

a) pozostałość na sicie 4900 nie większą niż 5%;

b) początek wiązania nie wcześniej, niż po upływie 2-ch godzin;

c) wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach nie mniejszą niż 550 kg/cm²;

d) wytrzymałość na rozciąganie po 28 dniach nie mniejszą niż 35 kg/cm².

e) dopuszczalne są po wypaleniu dodatki specjalne niezależnie od gipsu w wysokości do 5% wagi cementu z tem, że o obecności domieszek będzie poczyniona wzmianka na opakowaniu cementu.

2. Ilość cementu na m³ gotowego betonu winna wynosić:

a) dla warstwy ścieralnej 350 — 450 kg

b) dla warstwy nośnej 250 — 350 kg.

c) przy nawierzchni jednowarstwowej 300 — 400 kg.

3. Stosunek wagowy wody do cementu winien, w zależności od sposobu układania, leżeć w granicach 0,45 — 0,55 dla warstwy ścieralnej i 0,45 — 0,60 dla warstwy nośnej. Przy nawierzchni jednowarstwowej miarodajna jest granica 0,45 — 0,55. Należy dążyć do osiągnięcia niezbędnej dla ułożenia betonu ciekłości przy użyciu najmniejszej ilości wody. Dla orientacji wskazane jest kontrolowanie ciekłości betonu opadem stożka ze świeżego betonu (PN/B — 196, par. 11, p. 4) nie rzadziej niż raz na dobę oraz we wszystkich wypadkach, gdy zachodzi

przyopuszczenie, że ciekłość uległa zmianie. Opad w żadnym razie nie powinien być większy niż 2 cm.

4. W szczególnych wypadkach (gdy zachodzi konieczność szybszego oddania nawierzchni do użytku) mogą znaleźć zastosowanie cementy specjalne, zarówno glinowe jak portlandzkie,

W razie użycia cementu glinowego winien on być stosowany zarówno do górnej, jak i dolnej warstwy, przyczem część nawierzchni wykonana z cementu glinowego winna być odgraniczona szczelinami od pól nawierzchni wykonanych z cementu portlandzkiego.

5. Kruszywo.

Należy rozróżniać przy kruszywie materiał nadający się do warstwy ścieralnej (górnej) i materiał, mogący mieć zastosowanie wyłącznie do warstwy nośnej (dolnej).

A. Do warstwy ścieralnej używać można:

1. *piasek* rzeczny i kopalny lub miał kamienny do 2 mm; piasek winien posiadać jaknajwięcej części kwarcowych oraz czyste ziarna.

2. *grys i grysik* w pierwszym rzędzie granitowy i bazaltowy, poza tem z innych skał, wykazujący następujące cechy skały:

a) wytrzymałość na ściskanie nie mniejszą niż 1600 kg/cm²

b) nasiąkliwość wodą nie większą niż 0,50% — dopuszczalna być może nasiąkliwość 1% jednakże w tym wypadku decydować winna próba zamrażania kamienia.

c) ścieralność na tarczy Dorry nie powinna przekraczać 0,60 cm lub na tarczy Böhme'go — 0,20 cm³/cm².

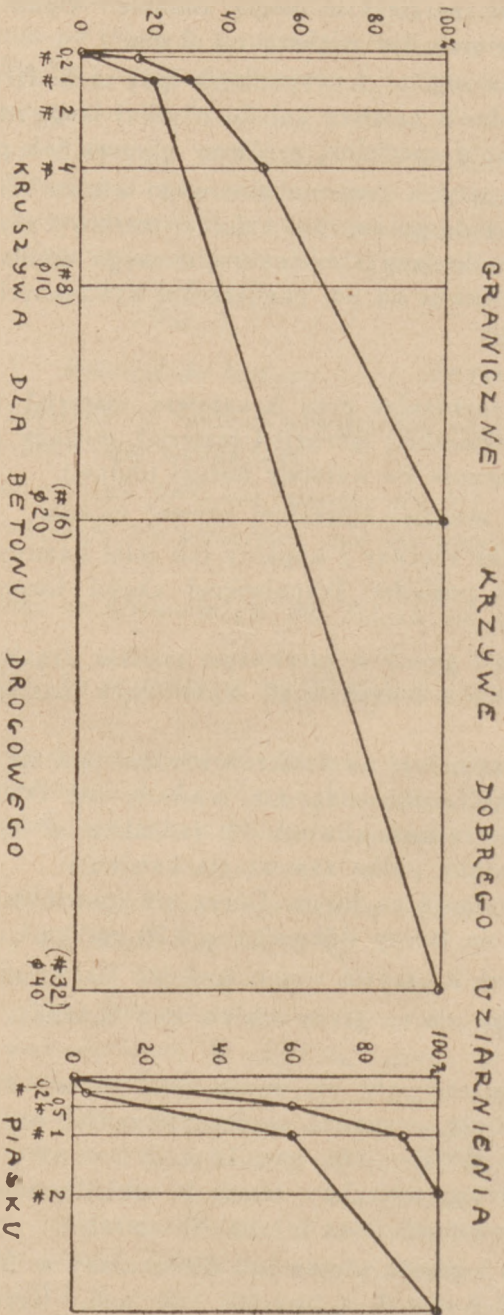
Poza tem kruszywo winno spełniać następujące warunki:

d) kształt ziaren grysu winien być możliwie zbliżony do sześciangu;

e) zawartość pyłu nie może przekraczać 1%, przyczem, jako pył należy rozumieć zanieczyszczenia, określone przez płókanie wg. PN/B — 196, par. 11 p. 2.

f) zawartość związków siarki i zanieczyszczeń organicznych jest niedopuszczalna (próba Abramsa).

g) grys i grysik winien być dostarczany w 3-ch frakcjach, mniej więcej 2 — 4, 5 — 10 i 10 — 20 mm. Używanie ziaren ponad 25 mm jest w warstwie górnej niedopuszczalne.



h) krzywa przesiewu badanego kruszywa winna leżeć w obszarze dobrego uziarnienia podanym na załączonym rysunku.

B. Do warstwy nośnej używać można:

1. *piasek rzeczny i kopalny* lub miał kamienny do 2 mm, piasek winien posiadać jaknajwięcej części kwarcowych oraz czyste ziarna.

2. *żwir i żwirek rzeczny* lub kopalny

a) od 2 — 31,5 mm przy grubości warstwy betonowej do 12 cm

b) od 2 — 40 mm przy grubości warstwy betonowej ponad 12 cm.

3. *grys, grysik i tłuczeń.*

a) od 2 — 31,5 mm przy grubości warstwy betonowej do 12 cm

b) od 2 — 40 mm przy grubości warstwy betonowej ponad 12 cm

ze skał wykazujących następujące cechy:

a) wytrzymałość na ściskanie nie mniejszą niż 1200 kg/cm², w wyjątkowych wypadkach 1000 kg/cm² za zezwoleniem odnośnych władz.

b) nasiąkliwość wodą nie większą niż 2,5%.

Poza tem kruszywo winno spełniać następujące warunki:

c) zawartość pyłu nie może przekraczać 1%, przyczem jako pył należy rozumieć zanieczyszczenia, określone przez płókanie wg. PN/B — 196, par. 11 p. 2

d) zawartość związków siarki i zanieczyszczeń organicznych jest niedopuszczalna (próba Abramsa).

e) krzywa przesiewu badanego kruszywa winna leżeć w obszarze dobrego uziarnienia, podanym na załączonym rysunku

6. Woda używana do zarabiania betonu winna być wolna od domieszek źle wpływających na wytrzymałość betonu. W wypadkach spornych co do tego, czy dana woda jest dla betonu szkodliwa, winna ona być oddana do badania chemicznego. Nie nadaje się przeważnie woda płynąca z bagien lub zawierająca ścieki fabryczne i t. p.

Par. 4.

Badania betonów.

1. Nasiąkliwość betonu mierzona przez zanurzenie w wodzie kostki o krawędzi 10 cm na 1 cm nie powinna po upływie 28 dni przekroczyć 6% wagowo. Kostka przed rozpoczęciem próby winna być wysuszona do stałej wagi. Pierwszemu suszeniu podlega kostka po 28 dniach.

2. Ścieralność kostki próbnej o krawędzi 7 cm przy 440 obrotach tarczy Böhme'go nie powinna przekroczyć $0,30 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$. Kostka przed próbą winna być starannie wysuszona i wyrównana zapomocą 110 obrotów tarczy w tych samych warunkach. Badaniu podlega kostka po 28 dniach. Przy budowie nawierzchni dwuwarstwowej próbie tej poddaje się beton warstwy ścieralnej.

3. Wytrzymałość na ściskanie normalnej próbki walcowej o średnicy 16 cm nie powinna być po 28 dniach mniejsza niż 350 kg/cm^2 przy współczynniku wodocementowym 0,50. Przy nawierzchniach dwuwarstwowych dla dolnej warstwy wystarczająca jest przy tych samych warunkach wytrzymałość po 28 dniach 250 kg/cm^2 .

4. Wytrzymałość na zginanie belki o przekroju 10×15 cm i długości 70 cm, obciążonej siłą skupioną po środku dwóch podpór odległych o 60 cm nie powinna po 28 dniach być mniejsza niż 40 kg/cm^2 przy $w/c = 0,50$. Dla betonu warstwy dolnej przy dwuwarstwowej nawierzchni wytrzymałość ta winna być nie mniejsza niż 30 kg/cm^2 .

5. Ciężar objętościowy betonu winien leżeć w granicach 2,30 — 2,55 mierzony w próbce walcowej o średn. 16 cm, suszonej w 110' (przepis ten nie ma znaczenia normy, służy natomiast dla scharakteryzowania należytej ścisłości betonu).

Par. 5.

Rodzaj nawierzchni.

Nawierzchnie mogą być budowane z jednej lub dwóch warstw betonu. Chudy beton użyty tylko do wyrównania podłoża nie stanowi właściwej nawierzchni i winien być od niej oddzielony warstwą bitumiczną.

Nawierzchnia jednowarstwowa składa się ze specjalnie odpornego na ścieranie betonu z jednorodnego twardego grys. Beton taki może być używany również do nawierzchni dwuwarstwowych.

Nawierzchnie jednowarstwowe mogą mieć zastosowanie wówczas, gdy jezdnia betonowa ma być ułożona na istniejącej drodze bitej lub brukowanej.

Nawierzchnia dwuwarstwowa składa się z 2-ch warstw betonu zazwyczaj o różnym składzie. Ażeby warstwy te były należycie zespolone i utworzyły monolit, warstwa górna winna być zabetonowana i ubita niezwłocznie po ułożeniu dolnej warstwy. Taki sam sposób winien być stosowany i w nawierzchniach dwuwarstwowych o jednakowym składzie betonu.

Warstwa górna o grubości niemniej 5 cm składa się z betonu tłustego, t. j. o dużej zawartości cementu i z twardego grys. dolna warstwa grubości 10 — 20 cm z betonu chudsze- go o mniejszej zawartości cementu i z mniej twardego kruszy- wa o grubszych ziarnach.

Do obu warstw betonu winien być użyty bezwzględnie tej samej marki cement. Nawierzchnie dwuwarstwowe mogą mieć zastosowanie dla jezdni betonowych o słabszem podłożu lub bez podłoża.

Nawierzchnie betonowe obu powyższych typów zazwyczaj stosują się bez uzbrojenia. Uzbrojenie stalowymi prętami, względnie siatką znajduje zastosowanie w specjalnych wypadkach, jak np. przy słabym gruncie, przy budowie nowych dróg bez podkładu kamiennego lub na nasypach i t. p.

Par. 6.

Przekrój poprzeczny nawierzchni.

Grubość nawierzchni betonowej zależy od sposobu jej wykonania, rodzaju podłoża i rodzaju oraz intensywności ruchu.

Grubość ta nie może być mniejsza:

a) w nawierzchniach układanych na istniejących drogach o mocnem podłożu:

jednowarstwowych — 12 cm

dwuwarstwowych — 15 cm

b) w nawierzchniach układanych bez podłoża — 20 cm.

Przy nawierzchniach o grubości powyżej 20 cm, względnie zaopatrzonych w wystające krawężniki, lub ułożonych na podłożu należyce wyrównanem i skompromowanem, można zachować na całym przekroju jednolitą grubość — w innych wypadkach należy zastosować zgrubienia na brzegach.

W przekroju powierzchnia jezdni stanowić ma: przy istnieniu szczeliny środkowej dwie symetryczne proste, spotykające się pod bardzo rozwartym kątem; przy nawierzchniach bez szczeliny podłużnej — grzbiet nawierzchni winien otrzymać łagodne zaokrąglenie. Na łukach poza osiedlami należy stosować jednostronne spadki poprzeczne.

Par. 7.

Uzbrojenie nawierzchni.

Do uzbrojenia nawierzchni używa się prętów okrągłych, siatki jednolitej lub siatki spawanej; przy niepewnym podłożu można stosować uzbrojenie podwójne (w dwóch warstwach).

Uzbrojenie winno być wykonane ze stali zlewnej, oznaczonej w PM/H—210 nazwą „zwykła stal węglowa A—35“.

Używanie stali innego gatunku jest możliwe tylko za zezwoleniem urzędu decydującego.

Par. 8.

Spadki nawierzchni.

1. Spadek podłużny jezdni betonowej nie powinien przekraczać przy ruchu mieszanym — 5%.

2. Spadek poprzeczny dwustronny jezdni betonowej na odcinkach prostych poza osiedlami winien wynosić 1,5 lub 2%.

Par. 9.

Szczeliny.

Każdą nawierzchnię betonową należy budować ze szczelinami celem przeciwdziałania szkodliwym następstwom naprężeń, powstających wskutek skurczu, różnicy temperatury i obciążeń. Wymiary oddzielnych płyt nawierzchni winny być tem mniejsze, im bardziej niepewne jest podłoże, im trudniejszy

jest ruch płyty po podłożu, im mniejszą jest wytrzymałość betonu na rozciąganie, im większe natężenie ruchu i oczekiwane wahania temperatury.

Ze względu na brak dokładnej metody obliczania narazie podaje się następujące wskazówki.

1) Jezdnie otrzymują: szczeliny poprzeczne, prostopadłe do osi drogi w odstępach od 8 do 12 m; pozatem na początku i przy końcu ostrych łuków oraz nad krawędziami opór mostowych, tudzież z obydwóch stron odcinków z przepustami.

Szczeliny podłużne winny być zastosowane już przy 5 metrach szerokości jezdni. Przy szerokości jezdni 9 metrów lub większej, podłużne szczeliny winny dzielić ją na pasy o szerokości 3—4,5 m. Szczeliny podłużne należy zapęłnić masą elastyczną.

2. Nawierzchnie betonowe na placach należy dzielić szczelinami na poszczególne pola w ten sposób, by w żadnym miejscu nie schodziły się więcej niż 3 naroża sąsiednich płyt. by żaden bok którejkolwiek płyty nie był dłuższy niż 12 metrów i aby powierzchnie płyt stanowiły najwyżej 30 m².

Par. 10.

Dodatki do betonu.

Wszelkie dodatki, mające wpływać na proces wiązania i twardnienia muszą być należycie wypróbowane i mogą być dopuszczone do użycia jedynie na mocy zezwolenia kierownictwa budowy. To samo stosuje się do dodatków spełniających rolę wypełniaczy, jak również do środków chemicznych używanych do betonowania podczas mrozu.

Par. 11.

Próby kontrolne betonu.

1. Na każde 1000 m² powierzchni jezdni betonowej należy zabetonować 2 próbki w postaci beleczek o wymiarach 10 × 15 × 70 cm.

Próbki te należy wykonać w stalowych formach z betonu pobranego bezpośrednio z betoniarki. Próbki muszą być przechowywane w identycznych warunkach jak i sama nawierzchnia. W 7 dni po zabetonowaniu każdej pary próbných bele-

czek poddaje się jedną z nich złamaniu na maszynie, która winna znajdować się na miejscu budowy; druga pozostaje do dyspozycji kierownictwa budowy dla kontroli.

Obliczenie wytrzymałości betonu na zginanie przeprowadza się według wzoru

$$K = \frac{M}{W}$$

Wytrzymałość betonu na zginanie (K) po 7 dniach nie powinna być mniejsza niż 25 kg/cm². Dla betonu warstwy dolnej przy dwuwarstwowej nawierzchni wytrzymałość ta winna być nie mniejsza niż 20 kg/cm².

2. Oprócz opisanych próbných beleczek, należy na każde 2000 m² powierzchni jezdni betonowej zabetonować:

- a) 1 walec o \varnothing 16 cm (wytrzymałość na ściskanie)
- b) 1 beleczkę 10 × 15 × 70 cm (wytrzymałość na zginanie)
- c) 1 kostkę 10 × 10 × 10 cm (nasiąkliwość)
- d) 2 kostki 7 × 7 × 7 cm (ścieralność i badania dodatkowe),

celem przesłania tych próbek dla badań szczegółowych do jednego z uznanych zakładów badawczych.

Próbki należy łączyć serjami z każdych 6000 m² powierzchni jezdni betonowej. Dla betonu warstwy dolnej przy dwuwarstwowej nawierzchni należy zabetonować próbki wymienione w a) i b).

U w a g a. Każdorazowo przy zabetonowaniu próbek należy sporządzić protokół ich wykonania z zaznaczeniem stosunku składników mieszanki betonowej. Protokół ten winien być przesłany wraz z próbkami do zakładu badawczego.

Par. 12.

Przygotowanie i urządzenie miejsca budowy.

Cement koniecznie musi być przechowywany w odpowiednio zbudowanych, zabezpieczonych od deszczu i wilgoci szopach.

Dostawę wody należy tak zorganizować, ażeby zapewnić sobie dostateczną jej ilość przy najszybszej robocie w gorących dniach, tak dla wykonania samego betonu, jak i dla polewania wodą gotowej nawierzchni.

Inne materiały do wyrobu betonu winny być nagromadzo-

ne na miejscu budowy w takich ilościach, by w razie wstrzymania ich dostawy, betoniarki mogły pracować bez przerwy. Materiały do wyrobu betonu należy możliwie zabezpieczyć przeciwko wszelkim zanieczyszczeniom.

Wskazane jest gromadzić materiały w jednym wielkim składzie przy najbliższej od miejsca budowy stacji kolejowej, albo też urządzić większą ilość małych składów tuż obok kaźdoczesnego miejsca budowy. Tylko w wypadku gdy żaden z tych dwóch sposobów nie da się zastosować, dopuszcza się składanie materiałów wzdłuż drogi na poboczach lub obok toru kolejki roboczej. W tym ostatnim wypadku należy zwrócić specjalną uwagę na skuteczną ochronę materiałów przed zanieczyszczeniem.

Dostawa materiałów winna być tak zorganizowana, aby kruszywo, cement i woda nadchodziły w określonym czasie do betoniarki, a stąd jako gotowa już mieszanka betonowa do stale posuwającego się odcinka budowy.

Przy dłuższych transportach gotowego betonu należy zabezpieczyć go przed szkodliwym działaniem słońca, wiatru i deszczu, oraz przed rozdzieleniem.

Odległość miejsca wyrobu betonu od najdalszego miejsca układania go należy tak dobrać, aby ułożenie i ubicie betonu mogło być całkowicie ukończone przed początkiem wiązania.

Przy użyciu ubijaków mechanicznych zaleca się mieć w pogotowiu komplet narzędzi do pracy ręcznej, które można byłoby użyć do należytego komprymowania betonu w razie zepsucia się maszyn, tylko dla dokończenia betonowanego pola, w innych zaś wypadkach na wyraźne zarządzenie kierownictwa budowy.

Par. 13.

Przygotowanie podłoża.

Podłoże musi być tak przygotowane, ażeby umożliwiała swobodne odkształcanie się na niem płyt betonowych. Szczególnie ważne znaczenie ma należyte odwodnienie podłoża. Im podłoże jest silniejsze i bardziej jednolite, tem mniejsza może być grubość nawierzchni betonowej.

Przy budowie nowych dróg nawierzchnię betonową można ułożyć wprost na dokładnie wyrównanym i należycie skompry-

mowanym i odwodnionym gruncie. Nie wolno betonować bezpośrednio na gruncie nieprzepuszczającym wody. W tym wypadku zaleca się ułożyć przedtem warstwę odwadniającą odpowiedniej grubości. Przy przebudowie starych dróg tłuczniowych lub ze zwykłego bruku uzyskuje się odpowiedni profil przez użycie chudego betonu, albo też przez rozebranie starej jezdni i ponowne rozsypanie i zawałowanie starego tłucznia z dodaniem nowego, względnie ponowne ułożenie starego bruku.

Jako minimalną grubość podłoża pod nawierzchnię betonową należy uważać bruk lub nawierzchnię tłuczniową o grubości conajmniej 15 cm, przy należytem odwodnieniu podłoża.

Wskazaniem jest przy nawierzchniach betonowych wzmocnienie krawędzi nawierzchni i części poboczy nawierzchnią twardą na szerokości conajmniej 0.5 m z każdej strony jezdni.

W wypadku konieczności poszerzenia podłoża, poszerzenie to winno być wykonane z chudego betonu o grubości warstwy nie mniej 15 cm.

Przy użyciu do sprofilowania podłoża chudego betonu niema potrzeby zrywać starej nawierzchni tłuczniowej, a wystarczy oczyścić ją z błota i oddzielnie wystających kamieni. Górną powierzchnię podłoża należy wygładzić i bezwzględnie zabezpieczyć przeciwko możliwości połączenia z nawierzchnią betonową. Do tego celu nadają się powłoki z emulsyj asfaltowych i smołowych i t. p.. Powłoki z gliny nie wolno używać. Szczególnie starannie należy przygotować podłoże w miejscach poszerzenia nawierzchni i na łukach. Przed betonowaniem należy podłoże zwilżyć, aby nie wchłaniało potem wody z betonu.

Beton, mający służyć do wyrównania podłoża, powinien być układany przynajmniej w 7 dni przed układaniem nawierzchni, aby nie został uszkodzony przy jej ubijaniu. Podłoże betonowe o grubości ponad 10 cm należy podzielić szczelinami w płaszczyznach odpowiadających szczelinom nawierzchni.

Par. 14.

Deskowanie.

Boczne deskowanie nawierzchni należy wykonać z drzewa kantowego z nasadzonym lekkim profilem stalowym, albo też

całkowicie z grubej blachy o specjalnym profilu. Deskowania te należy ułożyć na podłożu odpowiednio przygotowanem i zabezpieczyć starannie od przesunięć i odkształceń tak w kierunku poziomym, jak i pionowym. Deskowanie należy utrzymywać w czystości, a w miejscach zetknięcia z betonem dobrze naoliwić. Zdjęcie deskowania może nastąpić przy odpowiednich warunkach atmosferycznych najwcześniej po 18 godz. od ukończenia betonowania; przytem należy starannie chronić beton przed uszkodzeniem krawędzi.

Par. 15.

Mieszanie i układanie betonu. Maszyny i narzędzia.

Mieszanie betonu winno odbywać się wyłącznie w betoniarkach przy ścisłym zachowaniu ustalonego stosunku składowych części mieszaniny. Betoniarki muszą posiadać urządzenia dla dokładnego odmierzenia wody i dostarczać beton starannie wymieszany. Przy wykonywaniu nawierzchni z dwóch warstw betonu o różnym składzie, muszą pracować oddzielnie betoniarki dla każdej mieszaniny. Świeży beton dostarczony na budowę należy rozścielić ręcznie lub mechanicznie i przez odpowiednie ubijanie nadać mu potrzebny profil oraz jak największy stopień skompromowania. Dwie warstwy betonu w nawierzchni muszą być koniecznie układane niezwłocznie jedna po drugiej. Zagęszczenie betonu następuje z reguły przez ubijanie. Beton winien być jednakowo zagęszczony na całej nawierzchni. Beton wilgotny może być należycie zagęszczony jedynie przy pomocy ubijaków o małej powierzchni. Nośna warstwa betonu nawierzchni winna być zatem ubijana przy pomocy ubijaków pneumatycznych, których powierzchnia jest nie większa jak 15×15 cm, albo też przy pomocy ubijaczki mechanicznej. Jeżeli w ścieralnej warstwie stosowany jest beton wilgotny, może być on ubijany bądź w sposób podany wyżej, bądź też przy pomocy ubijaków ręcznych, w razie niemożności zastosowania ubijania maszynowego.

Szczególnie staranne wykonanie zaleca się na krawędziach nawierzchni. Nawierzchnia betonowa, odpowiednio sprofilowana, może być należycie wykończona albo przy pomocy t. zw. wykańczarki, albo też ręcznie przy pomocy dyli do ubijania. Wykańczarki maszynowe nadają się szczególnie dla dróg prostych, posiadających stale ten sam przekrój. Przy

drogach miejskich i przy betonowaniu każdej połowy jezdni oddzielnie wygodniej jest wygładzać warstwę ścieralną ręcznie. Postęp budowy nawierzchni betonowej winien być taki, ażeby odcinek drogi między dwiema szczelinami poprzecznymi był zabetonowany bez przerw w robocie; tem samem przerwy robocze mogą nastąpić tylko przy doprowadzeniu betonowania do szczeliny poprzecznej.

Par. 16.

Układanie uzbrojenia.

a) Przy użyciu prętów okrągłych, układanych na krzyż o wielkości oczek 15—50 cm. zależnie od grubości pręta należy pręty wiązać na skrzyżowaniach. Jeżeli przewidziane jest jedynie uzbrojenie podłużne na krawędziach, należy je wykonać z prętów o średnicy conajmniej 16 mm. Inną formę stanowi uzbrojenie w kształcie obramowania płyty prętami o średnicy conajmniej 10 mm, które należy układać w odległości 10—15 cm od krawędzi w górnej mniej więcej $\frac{1}{3}$ grubości płyty. Uzbrojenie to zabezpiecza naroża i chroni te miejsca, w których najczęściej powstają rysy.

b) Poszczególne pasy siatki jednolitej należy założyć jeden na drugi na szerokość najmniej 5 cm i związać je ze sobą, co pewien odstęp drutem.

c) Siatki stalowe spawane, dostarczane w zwojach, przecina się odpowiednio do wielkości pól, łącząc przez nałożenie siatki jednej na drugą na szerokość conajmniej 10 cm.

Uzbrojenie betonu, zwłaszcza na krawędziach, musi posiadać conajmniej 4 cm. ochronnej warstwy betonu.

Par. 17.

Wykonanie szczelin.

A. Ogólne wskazówki co do przekroju i wykonania wszelkiego rodzaju szczelin w nawierzchni:

a) szerokość szczeliny powinna być na tyle mała, na ile pozwala jej wykonanie i należyte utrzymanie.

b) powierzchnia betonu winna leżeć po obu stronach szczeliny na jednakowej wysokości; wyrównanie krawędzi szczeliny zaprawą cementową jest niedopuszczalne.

c) krawędzie i naroża płyt od strony szczelin muszą być zaokrąglone.

d) każda szczelina musi być zabezpieczona od zniszczenia przez ruch pojazdów przy pomocy masy plastycznej, nieprzepuszczającej wody. Dla umożliwienia ułożenia tej masy w szczelinie winna mieć ona szerokość najmniej 6 mm, a masa winna być założona w szczelinę na głębokość conajmniej 30 mm.

B. Szczegółowe przepisy dla różnego rodzaju szczelin.

Szczeliny poprzeczne, w zależności od ich przeznaczenia, dzielą się na dwie grupy: dylatacyjne i kontrakcyjne.

1. Szczeliny dylatacyjne pozwalają płycie betonowej kurczyć się i rozszerzać w kierunku osi drogi.

W tym celu szczelina na całej wysokości płyty winna mieć szerokość 6—13 mm i być prostopadłą do osi drogi.

2. Szczeliny kontrakcyjne umożliwiają tylko kurczenie się płyty betonowej. Mogą one być wykonane w sposób prosty i celowy, jak następuje:

a) Przy betonowaniu płyt na zmianę, t. j. co druga płyta, jako szczeliny ściskane, a to w ten sposób, że płaszczyzny czołowe betonowanych płyt wykonane prostopadle do osi drogi powleka się odpowiednim smarem, do których bezpośrednio dobetonowuje się następną płytę. Na powierzchni betonu wykonywa się w tych miejscach rowek, wypełniony następnie masą plastyczną.

b) Przy betonowaniu ciąglem szczelina kontrakcyjna może być wykonana w sposób następujący: w warstwie nośnej ustawia się rębem prostopadle do osi drogi deskę drewnianą grubości do 15 mm. Poprzez górną krawędź tej deski leżąca 6—7 cm poniżej powierzchni drogi, betонуje się bez przerwy. Dodkładnie ponad deską, zanim beton zacznie wiązać, przecina się na powierzchni betonu szczelinę na głębokość 3 cm. W betonie położonym pod tą szczeliną (grub. 4—5 cm) powstaje z czasem mała rysa skurczowa, która łączy górną krawędź deski z wykonaną na powierzchni jezdni szczeliną.

Szczeliny podłużne mają za zadanie przeciwdziałać tworzeniu się rys podłużnych. Szczeliny takie wykonywa się jako szczeliny otwarte przechodzące przez całą grubość płyty i wypełnione masą plastyczną.

Par. 18.

Zabezpieczenie świeżego betonu.

Po zabetonowaniu każdej płyty, należy ją chronić od deszczu, wiatru i słońca. Do tego celu najlepiej nadają się daszki z płótna nieprzemakalnego. Daszki takie, zabezpieczając beton od szkodliwego działania słońca i deszczu, chronią jednocześnie krawędzie płyt od powstawania rys w czasie twardnienia betonu. Należy posiadać tyle daszków, ażeby mogły one chronić conajmniej nawierzchnię wykonaną w ciągu ostatniego dnia:

Od końca pierwszego dnia aż do końca 7-go po zabetonowaniu, należy zabezpieczyć beton przed wysychaniem. Najlepiej daje się to wykonać przez całkowite pokrycie betonu wodą lub stale wilgotną warstwą piasku o grubości 5 cm. Pozostałą część drogi aż do końca dwóch tygodni po zabetonowaniu winno się w czasie gorących oraz wietrznych dni polewać wodą. W czasie wiązania betonu, przy spadku temperatury poniżej 4°C, należy zastosować środki dla ochrony betonu od działania mrozu. W tym celu należy stosować drewniane ramy pokryte matami ze słomy, względnie układanie samych mat słomianych. Gdy temperatura spadnie poniżej 0°C, wyrób betonu i samo betonowanie winno być przerwane.

Par. 19.

Otwarcie ruchu na drodze betonowej.

Ukończony odcinek nawierzchni może być oddany do ruchu przy użyciu cementu przepisanego dla betonów drogowych nie wcześniej niż po upływie 3 tygodni, a w porze chłodnej— 4 tygodni od czasu zabetonowania ostatniej płyty. Ten okres czasu może być skrócony:

1. przy zachowaniu następujących warunków:

a) jeżeli górny beton ostatniej z zabetonowanych płyt wykazuje wytrzymałość na ściskanie powyżej 350 kg/cm², a na zginanie powyżej 35 kg/cm²,

b) gdy wszystkie szczeliny są dokładnie wypełnione,

c) gdy nawierzchnia jest już oczyszczona od piasku.

2. przy użyciu odpowiednio wypróbowanych cementów specjalnych (glinowych lub portlandzkich).

WYTYCZNE DLA BUDOWY MAKADAMÓW CEMENTOWYCH¹⁾
NA ROK 1935.

Instructions pour l'exécution de macadam — ciment pour 1935.

1. *Określenie.*

Makadam cementowy jest nawierzchnią o konstrukcji szkieletu kamiennego wykonaną wg. sposobu makadamowego. Szkielet kamienny składa się z tłucznia o równomiernem uziarnieniu związanego zaprawą cementową. Ilość zaprawy dobiera się tak, by wszystkie próżnie w tłuczniu po odpowiednim zagęszczeniu zostały ściśle wypełnione. Osiąga się to przez oddzielne nanoszenie warstw tłucznia i zaprawy. Ilość i grubość warstw dobierana jest w zależności od rodzaju ruchu na danej drodze, od podłoża i innych stawianych warunków.

2. *Materiały do budowy.*

A. *Materiały do zaprawy.*

a) *Cement.* Należy używać tylko cementu normalnie wiążącego, odpowiadającego normom wytrzymałościowym i warunkom technicznym dostawy. W wypadku konieczności szybkiego oddania drogi do użytku zaleca się używanie na danym odcinku (względnie na ostatnich odcinkach budowy) cementu wysokowartościowego normalnie wiążącego.

b) *Kruszywo.* Najlepsze jest kruszywo naturalne, pochodzenia kopalnego lub rzecznoego o okrągłym ziarnie do 5 mm (żwirek i piasek).

Miał lub grysik (kruszywo tłuczone) mniej się nadaje ze względu na ostrość ziarna, co daje zwykle gorzej urabialną i mniej elastyczną zaprawę.

Niepożądany jest nadmiar mączki. Według dotychczasowych doświadczeń, ziarna w granicach 0—1 mm nie powinny

¹⁾ Na podstawie tymczasowych przepisów niemieckich.

przekraczać wagowo 30% oraz ziarna 0—4 mm powinny wynosić 60—70% części wagowych.

B. Materiał do szkieletu nawierzchni.

Tłuczeń. Stosować należy czysty, równomiernie uziarniony o kształcie zbliżonym do sześcianu łamany tłuczeń ze skał twardych. Bezwzględnie należy unikać jakichkolwiek zanieczyszczeń materiałów przy dostawie, magazynowaniu i użyciu na budowie.

3 *Mieszanie zaprawy.*

a) *Stosunek mieszanki.*

Ogólnie przyjmuje się stosunek objętościowy od 1:2 do 1:3. Stosunkowi 1:2 odpowiada około 600 kg cementu na 1 m³ luźnej mieszanki, stosunkowi zaś 1:3 odpowiada około 450 kg cementu na 1 m³ luźnej mieszanki.

b) *Sposób zarabiania.*

Stosować należy możliwie tylko maszynowe zarabianie w mieszarkach. Wydajność tych mieszarek powinna być tak dobrana, by wytwarzanie zaprawy pokrywało się z wydajnością pracy walców.

4. *Podłoże.*

Makadam cementowy wymaga odpowiedniego podłoża (starej szosy, starego lub nowego podkładu i t. p.)

Podłoże musi być mocne i nie poddawać się przy obciążeniach. Stare podłoże należy zerwać, ponownie wywałować i sprofilować, zgodnie z przekrojem poprzecznym nawierzchni.

Gdy istniejące podłoże niewiele odbiega od profilu przyszłej drogi, wystarczy wówczas wypełnić i ubić chudym betonem wyboje i nierówności. Czynności te należy wykonać w odpowiednim terminie przed rozpoczęciem nanoszenia warstw makadamu cementowego, aby gotowe podłoże posiadało wszędzie jednakową wytrzymałość.

5. *Przekrój poprzeczny.*

Spadek poprzeczny w zależności od spadku podłużnego waha się w granicach od 2 do 2,5%.

6. Walce.

Do wałowania należy stosować walce 6 — 9 tonnowe, w których nacisk równomiernie rozłożony jest na przednie i tylne koła. Najbardziej odpowiednie są walce tandemowe. Do wyrównania nawierzchni używać można walców ręcznych.

7. Sposób budowy.

Przy wykonaniu makadamu cementowego należy używać zawsze bocznych opór. Gdy niema krawężników, układa się odpowiednio usztywnione żelazne lub drewniane szalowanie.

Wykonanie normalnie odbywa się w sposób następujący:

Na starannie przygotowanym podłożu (w myśl pkt. 4) rozsypuje się równomiernie pierwszą warstwę tłucznia o wielkości ziaren 40 — 60 mm, zlekka się wałuje oraz należy zrasza wodą. Następnie nanosi się na nią warstwę zaprawy cementowej o stos. miesz. 1:2 do 1:3 o konsystencji plastycznej. Grubość warstwy zaprawy dobiera się w ten sposób, by próżnie w dolnej i górnej warstwie tłucznia zostały całkowicie wypelnione i zapewniały zupełną szczelność powłoki.

Dla orientacji podaje się, że dla zupełnie wykończonego makadamu cementowego grubości 8 — 10 cm. łączna wysokość obu warstw tłucznia wynosić winna 10 — 12 cm i grubość warstwy zaprawy pomiędzy nimi 4 — 5 cm. Specjalną uwagę trzeba zwrócić na zgodne z profilem nakładanie zaprawy, aby przez to stworzyć możliwość równomiernego przenikania zaprawy przez warstwy tłucznia. Dla zachowania wszędzie jednakowej wysokości warstw tłucznia i zaprawy zabija się paliki lub ustawia krążyny (szablony).

Na warstwę zaprawy nakłada się natychmiast drugą warstwę tłucznia. Uziarnienie tłucznia dla warstwy górnej winno być mniejsze (25 — 50 mm), przyczem nakładanie należy wykonać w ten sposób, aby poszczególne kamienie ścisłe do siebie przylegały, jednakże nie leżały jeden na drugim. Następnie całość wałuje się tak długo, aż zaprawa wystąpi na powierzchnię, powłoka stanie się zupełnie mocna i droga osiągnie swój profil.

Występujące na powierzchni jeszcze drobne nieszczelności i nierówności wygładza się płynną względnie plastyczną

zaprawą cementową 1:2,5 do 1:1,5 ewentualnie z dodatkiem gysu do zaprawy względnie przez posypanie nim poprawionych miejsc—rozprowadza się zapomocą miotły i wałuje.

8. Szwy i odcinki robocze.

Zaleca się wykonanie odpowiednich szwów poprzecznych w regularnych odstępach 10 — 15 m, a to w celu uniknięcia tworzenia się rys lub pęknięć. Szwy najlepiej wykonać jako przerwy dylatacyjne.

Przy ciągłej pracy walca, co powinno być regułą, racjonalne wykonanie szwów dylatacyjnych odbywa się jak następuje: w miejsce projektowanego szwu wkłada się naoliwiony kliniasty płaskownik żelazny. Profil szerszej podstawy tego płaskownika odpowiada profilowi drogi. Płaskownik ten opiera się na drewnianym, również sprofilowanym szablonie z twardego drzewa (pożądany dąb), szerokości 10 — 20 cm, który sięga wgląd do samego podłoża, przyczem szablon dotyka ostatnio uwalowanego odcinka.

Uwalowanie odbywa się poprzez żelazo i szablon. Gdy uwalowanie jest skończone, wyjmuje się drewniany szablon — zanim jeszcze zaprawa zacznie wiązać. Uczynić to trzeba ostrożnie, aby nie przesunąć płaskownika. Powstałą wolną przestrzeń wypełnia się tłuczniem z zaprawą w ten sposób, jak to wykonuje się na pozostałej drodze—tylko zamiast walca stosuje się mocne ubijanie i powstałą szparę zalewa się asfaltem względnie emulsją, jak w drogach betonowych.

Przy wykonaniu szwów kontrakcyjnych zamiast płaskownika daje się wkładkę z papy asfaltowej lub smołowej, którą się pozostawia.

Gdy budowa odbywa się nie przy ciągłej pracy walca, długość odcinków roboczych dostosowuje się do postępu robót, względnie do projektowanych odstępów szwów, które należy wtedy wykonać, jako szwy dylatacyjne.

Zasadniczo przestrzegać należy, by uwalowanie powłoki było zakończone przed rozpoczęciem wiązania zaprawy, co przy wysokiej temperaturze następuje po jednej, zaś przy niskiej — po 2-ch godzinach. Wobec tego, że cement różnych marek również w zależności od pogody rozmaicie wiąże, zaleca

się dokonywanie prób początku i końca wiązania mieszanin używanych do budowy.

W celu określenia długości odcinka i zapobieżenia przesypaniu się tłucznia lub zaprawy u końca danego odcinka, należy go odgraniczyć zapomocą silnego bala, sprofilowanego odpowiednio do przekroju drogi i umocowanego do podłoża.

Walec wjeżdża na belkę i w ten sposób cały odcinek do samego końca jest wywałowany. Przy pracy na następnym odcinku walec nie powinien wjeżdżać na odcinek poprzednio wykonany. Jeśli przez zachowanie tego warunku nie udaje się początku nowego odcinka drogi mocno i równomiernie uszczelnić walcem, to należy go obrobić przez silne ręczne ubijanie.

Gdy budowa makadamu cementowego odbywa się tylko na połowie szerokości jezdni, t. j. wtedy, gdy zachodzi konieczność utrzymywania jednostronnego ruchu, to po środku jezdni powstaje szew podłużny, który wykonać należy tak, jak się praktykuje w drogach betonowych

9. Czynności po wykonaniu nawierzchni.

Po wybudowaniu odcinka drogi należy go natychmiast zabezpieczyć przed zbyt szybkim wysychaniem od wiatru i promieni słonecznych, jak również przed silnymi opadami. Najpóźniej po upływie dnia po ukończeniu należy powierzchnię drogi posypać piaskiem, względnie pokryć matami i nakrycie to trzymać przez przeciąg 8 dni w stanie dostatecznie wilgotnym.

Przekazanie drogi do ruchu może nastąpić przy zastosowaniu cementu wysokowartościowego w miesiącach od maja do sierpnia po upływie 4—5 dni, od września do kwietnia po upływie 2 — 3 tygodni. W każdym jednak wypadku po stwierdzeniu dostatecznego stwardnienia odcinka, który był wykonany jako ostatni.

10. Wykonanie w niskiej temperaturze.

W niskiej temperaturze zaleca się specjalną ostrożność, w temperaturze zewn. 0° należy zaniechać mieszania i nakładania zaprawy. W wypadku, gdyby mróz nastąpił podczas stwardnienia, czyli po naniesieniu zaprawy lub gdy spodziewane

są nocne przymrozki. należy powierzchnię drogi specjalnie chronić przed ujemnym wpływem zimna. Przed oddaniem drogi do ruchu należy w takich wypadkach uprzednio dokładnie zbadać, czy stwardnienie powłoki jest dostateczne.

11. Badania.

Na większych budowach zaleca się oddawanie poszczególnych materiałów przed przystąpieniem do roboty, jak również odsyłanie wyciętych z drogi próbek po upływie kilkutygodniowego twardnienia do jednego z laboratoriów, celem zbadania.

