

Filia Wrocław
Ośrodek Badań Mostów, Betonów i Kruszyw
**PRACOWNIA KRUSZYW I URZĄDZEŃ
ODWADNIAJĄCYCH**

55-140 Żmigród
tel.: (0-71) 385 38 80 do 82, fax (0-71) 385 38 02
e-mail: ibdim-tw@wr.onet.pl

**Instytut
Badawczy
Dróg
i Mostów**



**WYBÓR I BADANIA MIĘDZYLABORATORYJNE KRUSZYW
WZORCOWYCH I KONTROLNYCH Z POLSKICH KOPALŃ
DO BADANIA PSV
Etap II**

SPRAWOZDANIE

(Symbol pracy IBDiM-TW /61105/TW-25)

Zleceniodawca:
**Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
ul. Żelazna 59
00-848 Warszawa**

Kierownik Filii:

doc. dr hab. inż. Adam Wysokowski

Opracował:

dr inż. Andrzej Duszyński

Kierownik Pracowni Kruszyw i Urządzeń
Odwadniających:

mgr inż. Aneta Pryga

Żmigród - Węglewo, listopad 2005

SPIS TREŚCI

<i>Definicje i pojęcia na podstawie stosowanych dokumentów normalizacyjnych</i>	3
1. Wstęp	4
1.1. Przedmiot opracowania	4
1.2. Zakres i cel opracowania	4
2. Podstawa opracowania	4
3. Przygotowanie kruszyw i badania identyfikacyjne kruszyw z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. W Lubaniu	6
3.1. Wybór ściany do produkcji kruszyw oraz planowanie dalszych prac	6
3.2. Przygotowanie kruszyw	6
3.3. Badania identyfikacyjne	8
4. Wykonanie badań polerowalności dla Bazaltu-Księginki wg procedury badania dla kruszyw kontrolnych	8
4.1. Badania polerowalności PSV	8
4.2. Wstępne przyjęcie zakresu wartości PSV dla Bazaltu-Księginki jak dla kamienia kontrolnego	11
4.3. Obliczenie wartości PSV dla innych kruszyw przy kamieniu kontrolnym TRL i kamieniu kontrolnym Bazalt-Księginki	12
4.4. Ocena wyników badań dla innych kruszyw przy kamieniu kontrolnym TRL i kamieniu kontrolnym Bazalt-Księginki	15
5. Wykonanie badań polerowalności dla Bazaltu-Księginki wg procedury badania dla kruszyw wzorcowych	16
6. Dopracowanie procedury badania dla kruszyw kontrolnych	21
7. Badania porównawcze	21
7.1. Przygotowanie prób do badań porównawczych	21
7.2. Wykonanie badań i analiza wyników badań porównawczych	25
8. Wnioski	27

ZAŁĄCZNIK NR 1: WYBÓR ŚCIANY DO PRODUKCJI KRUSZYW w Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu

ZAŁĄCZNIK NR 2: PROGRAM PRZYGOTOWANIA KRUSZYW DO BADANIA POLEROWALNOŚCI dla Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu

ZAŁĄCZNIK NR 3: WYNIKI BADANIA POLEROWALNOŚCI

ZAŁĄCZNIK NR 4: BADANIA PORÓWNAWCZE

Definicje i pojęcia na podstawie stosowanych dokumentów normalizacyjnych

Kamień kontrolny PSV, z uznanego źródła, o średniej wartości PSV w zakresie 50 do 60.

UWAGA 1 Obecnie jedynym uznanym źródłem kontrolnego kamienia PSV jest złożo kruszywa dolerytu kwarcowego kontrolowane przez Laboratorium Badawcze Transportu (TRL)^{N8)}, Old Wokingham Road, Crowthorne Berkshire RG11 6AU, United Kingdom.

UWAGA 2 Alternatywnie można użyć kamienia kontrolnego PSV o średniej wartości PSV w zakresie od 50 do 60 pod warunkiem, że wartość PSA została ustalona w kontrolowanym badaniu przeprowadzonym co najmniej w 10 laboratoriach, w badaniach porównawczych w stosunku do kamienia kontrolnego typu TRL. W przypadku wątpliwości zaleca się stosowanie kamienia kontrolnego typu TRL.

^{N8)} Odsyłacz krajowy: Transport Research Laboratory

Zakres wyników dla kontrolnego kamienia PSV typu TRL wynosi od 49,5 do 55,5.

Doleryt jest skałą wulkaniczną. Chociaż podobna do bazaltu, zawiera ona kryształy, które mogą być widoczne przy pomocy lupy lub nieuzbrojonym okiem. To wskazuje, że ulegał on ochłodzeniu wolniej niż bazalt. Charakterystyczne jest to, że wulkaniczne żyły kanalizują bazalt do powierzchni. Doleryt jest również znajdowany w dajkach i silach. Większość dolerytów ma zielonkawe zabarwienie ze względu na obecność mineralnego oliwinu.

Tekstura średnia: Medium - crystal size 1 mm down to a size where the individual crystals can just be distinguished with the naked eye. These are mainly the hyperbasal rocks which cooled in small masses or in thin layers below the surface. They thus cooled quicker than the plutonic rocks.

Kamień wzorcowy do badania tarcia, z uznanego źródła, do przygotowania nowych ślizgaczy i sprawdzania przyrządu do badania tarcia, o średniej wartości PSV w zakresie od 60 do 65.

UWAGA- 1 Obecnie jedynym uznanym źródłem wzorcowego kamienia do badania tarcia jest złożo kruszywa bazaltu oliwinowego kontrolowane przez Laboratorium Badawcze Transportu (TRL), Old Wokingham Road, Crowthorne Berkshire RG11 6AU, United Kingdom

UWAGA. 2 Alternatywnie można użyć kamienia wzorcowego do badania tarcia o średniej wartości PSV w zakresie od 60 do 65 pod warunkiem, że wartość PSV została ustalona w kontrolowanym badaniu przeprowadzonym co najmniej w 10 laboratoriach, w badaniach porównawczych w stosunku do wzorcowego kamienia do badania tarcia typu TRL. W przypadku wątpliwości zaleca się stosowanie wzorcowego kamienia do badania tarcia typu TRL.

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są kruszywa wzorcowe i kontrolne do badania polerowalności kruszyw.

1.2. Zakres i cel opracowania

Zakres opracowania obejmuje Etap I dotyczący wyboru i określenia sposobu badań dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych z polskich kopalń do badania PSV.

Celem opracowania jest zebranie wykonanych prac związanych z przygotowaniem dla przeprowadzenia badań kruszyw wzorcowych i kontrolnych, w tym z opracowaniem procedury wykonania badań jako przygotowanie do badań laboratoryjnych zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1079-8:2002.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie GDDP w Warszawie zgodnie z umową nr 688/2004 z dnia 07.04.2004 r. (symbol tematu TW- 25).

Program tematu TW 25 podzielono na dwa etapy Etap I i Etap II, które składają się z następujących zadań:

Etap I

- Zadanie 1 Analiza dostępnych badań oraz wstępne opracowanie procedury badania dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych
Opracowanie procedury prowadzenia badań w celu otrzymania kruszyw kontrolnych i wzorcowych w oparciu o normę PN-EN 1079-8:2002.
Przegląd wyników badań przeprowadzonych w IBDiM Filia Wrocław oraz wstępna klasyfikacja w odniesieniu do przedmiotu tematu.
- Zadanie 2 Nawiązanie współpracy z laboratoriami w Polsce i w UE. Opracowanie procedury badania dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych
Prace przygotowawcze: zebranie adresów, prac w zakresie przedmiotu tematu.
Wystosowanie pism do laboratoriów zajmujących się badaniem polerowalności i ścieralności.
Wyjazd pracowników do wybranego laboratorium TRL w Wielkiej Brytanii.
Opracowanie procedury badania dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych.
- Zadanie 3 Zgromadzenie i przygotowanie kruszyw do badań oraz wykonanie uzgodnionych i niezbędnych badań podstawowych kruszyw w tym polerowalności i ścieralności
Zadanie obejmuje zgromadzenie materiałów oraz wykonanie niezbędnych badań kruszyw.
Zadanie obejmuje również badania innych kruszyw nieuwzględnionych w zadaniu 1.

Etap II

- Zadanie 4 Wykonanie badań polerowalności i ścieralności wybranych kruszyw wg procedury badania dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych
Dopracowanie procedury badania dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych.
Zadanie obejmuje ewentualne korekty.
Przygotowanie prób do badań.
Wykonanie badań wybranych kruszyw w IBDiM Filia Wrocław oraz w wytypowanych laboratoriach polskich i UE wg procedury badania dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych.
- Zadanie 5 Opracowanie wyników badań, wytycznych identyfikacji dla kruszyw wzorcowych i kontrolnych oraz rozpropagowanie
Rozpropagowanie obejmuje rozesłanie zawiadomienia o posiadanych kruszywach wzorcowych i kontrolnych.

Niniejsze opracowanie zawiera Etap II.

Podstawę do sporządzenia niniejszego opracowania stanowiły następujące **dokumenty techniczne** :

- 1) Wybór i badania międzylaboratoryjne kruszyw wzorcowych i kontrolnych z polskich kopalń do badania PSV. Etap I – Sprawozdanie, Symbol pracy IBDiM-TW /23604/TW-25, Żmigród - Węglewo, listopad 2004
- 2) Wybór i badania międzylaboratoryjne kruszyw wzorcowych i kontrolnych z polskich kopalń do badania PSV. Etap II – Sprawozdanie. Wybór ściany do produkcji kruszyw., Symbol pracy IBDiM-TW /58805/TW-25, Żmigród - Węglewo, czerwiec 2005
- 3) Optymalizacja czynników wpływających na polerowalność kruszyw oraz możliwości jej zmniejszenia i optymalizacji mieszanek mineralnych pod kątem polerowalności. Etap I: Przygotowanie do badań. Sprawozdanie., Symbol pracy IBDiM-TW /53303//TW-24, Żmigród - Węglewo, październik 2003.
- 4) Optymalizacja czynników wpływających na polerowalność kruszyw oraz możliwości jej zmniejszenia i optymalizacji mieszanek mineralnych pod kątem polerowalności. Etap I: Przygotowanie do badań terenowych. Sprawozdanie., (Symbol pracy IBDiM-TW /55904//TW-24), Żmigród - Węglewo, sierpień 2004
- 5) Wyniki badań laboratoryjnych wykonane przez IBDiM.
- 6) Normy i literatura techniczna.

ZADANIE 4

3. PRZYGOTOWANIE KRUSZYW I BADANIA IDENTYFIKACYJNE KRUSZYW Z ŁUŻYCKIEJ KOPALNI BAZALTU „KSIĘGINKI” S.A. W LUBANIU

3.1. Wybór ściany do produkcji kruszyw

W opracowaniu pt. „Wybór i badania międzylaboratoryjne kruszyw wzorcowych i kontrolnych z polskich kopalń do badania PSV. Etap I Sprawozdanie. Symbol pracy IBDiM-TW /23604/TW-25) Żmigród - Węgłowo, listopad 2004” przedstawiono analizę dostępnych wyników badań pod względem polerowalności, w wyniku której wybrano kruszywa bazaltowe pochodzące z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księżinki” S.A. w Lubaniu, ul. Stawowa 18, 59-800 Lubań.

Na podstawie powyższego sprawozdania przyjętego do dalszej realizacji, w dniu 09.06.2005 r. podjęto decyzję o wyborze ściany na wyrobiskach górniczych w Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu, ul. Stawowa 18, 59-800 Lubań. Lokalizację bazaltowej ściany na mapie wyrobisk górniczych Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” przedstawiono na rysunku 1 w załączniku nr 1. Obecnie złoża to nazywa się „KSIĘGINKI-PÓŁNOC”. Wyrobisko posiada dwa poziomy eksploatacyjne: poz. +236m n.p.m. i poz. +253m n.p.m. oraz poziom nakładkowo-eksploatacyjny poz. +270m n.p.m. Wybrana bazaltowa ściana do produkcji kruszywa wzorcowego i kontrolnego do badania polerowalności kruszyw. znajduje się na poziomie +222m n.p.m.

W załączniku nr 2 przedstawiono dokumentację fotograficzną wybranej bazaltowej ściany.

W trakcie spotkania przedstawicieli Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu oraz IBDiM - Filia Wrocław określono tryb dalszego postępowania, który ma doprowadzić do wyprodukowania określonej ilości kruszywa do dalszych badań związanych z ich akceptacją jako kruszyw wzorcowych i kontrolnych.

Ustalono, że IBDiM - Filia Wrocław określi:

1. Potrzebne frakcję i ilość kruszywa.
2. Program postępowania dla wyprodukowania potrzebnego kruszywa.

3.2. Przygotowanie kruszyw

IBDiM Filia Wrocław przedstawił Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu PROGRAM PRZYGOTOWANIA KRUSZYW DO BADANIA POLEROWALNOŚCI (Załącznik nr 3). ŁKB „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu przygotowała i dostarczyła kruszywa zgodnie z tym programem w następujących frakcjach i ilościach:

Lp.	Rodzaj gysu	Ilość
1	8/11	1 samochód ciężarowy
2	11/16	1 samochód ciężarowy

Ponadto zgodnie z uzgodnieniem dostarczono 1 worek kruszywa pobranego bezpośrednio po kruszarce. W tablicach 1, 2 i 3 zamieszczono w celach identyfikacyjnych wyniki badań analizy sitowej dla dostarczonych kruszyw do IBDiM Filia Wrocław.

Tablica 1: Analiza sitowa – kruszywo po kruszarce

Lp.	Sito	Przechodzi przez sito		Pozostaje na sicie	
	[mm]	[g]	[%]	[g]	[%]
1	31,5				
2	20	4000,2	100,00		

3	16	3087	77,17	913,2	22,83
4	12,5	999,7	24,99	2087,3	52,18
5	11,2	999,7	24,99	-	-
6	10	285,9	7,15	713,8	17,84
7	8	64,9	1,62	221	5,52
8	6,3	64,9	1,62	-	-
9	0,063	3,3	0,08	61,6	1,54
10	< 0,063	0	0,00	3,3	0,08
Suma	-	-	-	4000,2	100

Tablica 2: Analiza sitowa – gryz 8/11

Lp.	Sito	Przechodzi przez sito		Pozostaje na sicie	
	[mm]	[g]	[%]	[g]	[%]
1	31,5				
2	20				
3	16				
4	12,5	2400,0	100,00		
5	11,2	2328,8	97,03	71,2	2,97
6	10	1821,2	75,88	507,6	21,15
7	8	505,0	21,04	1316,2	54,84
8	6,3	19,0	0,79	486	20,25
9	0,063	3,9	0,16	15,1	0,63
10	< 0,063	0,0	0,00	3,9	0,16
Suma	-	-	-	2400,0	100,00
Zawartość frakcji 8/11					75,99
Zawartość frakcji 8/16					78,96

Tablica 3: Analiza sitowa – gryz 11/16

Lp.	Sito	Przechodzi przez sito		Pozostaje na sicie	
	[mm]	[g]	[%]	[g]	[%]
1	31,5				
2	20	3996,0	100,00		
3	16	3890,8	97,37	105,2	2,63
4	12,5	1474,1	36,89	2416,7	60,48
5	11,2	559,4	14,00	914,7	22,89
6	10	105,5	2,64	453,9	11,36
7	8	105,5	2,64	-	-
8	6,3	105,5	2,64	-	-
9	0,063	7,8	0,20	97,7	2,44
10	< 0,063	0,0	0,00	7,8	0,20
Suma	-	-	-	3996,0	100,00
Zawartość frakcji 11/16					83,37
Zawartość frakcji 8/16					94,73

3.3. Badania identyfikacyjne

Badania identyfikacyjne dla bazaltu-KSIĘGINKI obejmują:

- badanie ścieralności AAV,
- badanie odporności na rozdrobnienie frakcji 10/14 metodą Los Angeles.

Badanie ścieralności AAV dla bazaltu-KSIĘGINKI przeprowadzono zgodnie z załącznikiem A w normie PN-EN 1097-8, ale bez wyznaczania gęstości objętościowej w warunkach nasycenia i powierzchniowego osuszenia. Wykonano 4 próbki. Wyniki badania ścieralności AAV przedstawiono w postaci czynnika 3(A-B), który oznacza procentową utratę masy założonej objętości kruszywa wynoszącej 33 ml. Wyniki badań i obliczeń zamieszczono w tablicy 4. Czynniki 3(A-B) należy traktować jako identyfikacyjny dla założonego programu badań polerowalności.

Tablica 4: Wyniki badania ścieralności AAV w postaci czynnika 3(A-B)

Lp.	Masa próbki przed ścieraniem	Masa próbki po ścieraniu	Różnica mas	Czynnik
	A	B	A-B	3(A-B)
	[g]	[g]	[g]	[g]
1	164,5	160	4,5	2,8
2	166,2	161,1	5,1	3,2
3	171,3	166,5	4,8	2,9
4	170,4	165,6	4,8	2,9

Również w celach identyfikacyjnych oraz zgodnie z Dokumentem Aplikacyjnym DA/PN-EN 13043 do normy PN-EN 13043:2004 „Kruszywa do mieszanek bitumicznych oraz nawierzchni dróg, lotnisk i innych powierzchni przeznaczonych dla ruchu” określono wartość odporności na rozdrobnienie frakcji 10/14 metodą Los Angeles według normy PN-EN 1097-8. Wyniki badań i obliczeń zamieszczono w tablicy 5.

Tablica 5: Wyniki badania odporności na rozdrobnienie frakcji 10/14 metodą Los Angeles według normy PN-EN 1097-2

Numer próbki	Masa próbki przed badaniem	Masa próbki po badaniu	Różnica mas	Wynik dla próbki	Wynik badania
	[g]	[g]	[g]	-	-
1	5000,0	4425,0	575,0	11,50	11,5
2	5000,0	4423,5	576,5	11,53	

4. WYKONANIE BADAŃ POLEROWALNOŚCI DLA BAZALTU-KSIĘGINKI WG PROCEDURY BADANIA DLA KRUSZYW KONTROLNYCH

4.1 Badania polerowalności PSV

Badanie polerowalności dla bazaltu-KSIĘGINKI przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1097-8. W każdej serii wykonano po 3x2 próbki (do polerowania i ścierania), tj. dla każdego koła. Wyniki pomiarów i obliczeń średnich wartości C dla kamienia kontrolnego i średnich wartości S dla BAZALTU-KSIĘGINKI zamieszczono dla seria I w tablicy 6 oraz dla seria II w tablicy 7.

Tablica 6: Wyniki pomiarów i obliczeń średnich wartości C dla kamienia kontrolnego i średnich wartości S dla BAZALTU-KSIĘGINKI – seria I

Lp.	Właściwość	Wyniki i obliczenia				
		W	C	K1	K2	K3
1	Oznaczenie kruszywa					

2	Nr próbki	-	13	14	10	9	6	5	2	1
3	Liczba ziarn	45	41	41	38	38	41	41	39	40
4	1	60	50	53	56	56	57	58	57	59
5	2	60	51	53	56	55	57	58	58	59
6	3	60	50	53	56	55	56	57	57	59
7	4	60	50	53	56	55	56	57	57	59
8	5	61	50	53	56	55	56	57	57	59
9	6	60	50	53	56	55	56	57	57	59
10	Średnia próbki	60,2	50,0	53,0	56,0	57,0	56,0	57,0	57,0	59,0
11	Średnia	-	51,5		56,5		56,5		58,0	

Tablica 7: Wyniki pomiarów i obliczeń średnich wartości C dla kamienia kontrolnego i średnich wartości S dla BAZALTU-KSIĘGINKI – seria II

Lp	Właściwość	Wyniki i obliczenia								
		W	C		K1		K2		K3	
1	Oznaczenie kruszywa									
2	Nr próbki	-	14	13	10	9	6	5	2	1
3	Liczba ziarn	45	41	38	39	44	42	42	41	41
4	1	62	53	54	56	56	58	57	57	57
5	2	62	53	55	56	57	58	57	57	57
6	3	62	53	55	56	57	59	57	57	58
7	4	62	53	55	56	57	59	57	57	57
8	5	62	53	55	56	57	59	57	57	57
9	6	62	53	55	56	57	59	57	57	57
10	Średnia dla próbki	62,0	53,0	55,0	56,0	57,0	59,0	57,0	57,0	57,3
11	Średnia	-	54,0		56,5		58,0		57,2	

W załączniku nr 2 zamieszczono w postaci kart, szczegółowe wyniki obliczeń wartości PSV dla bazaltu -KSIĘGINKI dla serii I i II, przy próbkach oznaczonych w każdej serii K1, K2 i K3. Przy czym z uwagi na możliwość wyboru poszczególnych próbek w seriach, do obliczeń wybrano ich kombinacje wg tablicy 8.

Tablica 8: Macierz kombinacji próbek dla obliczenia wartości PSV oraz numery kart w Załączniku nr 2

Numery kart	Seria I		
	K1	K2	K3
Seria II			
K1	1/psv/2005	1B/psv/2005	1C/psv/2005
K2	2A/psv/2005	2/psv/2005	2C/psv/2005
K3	3A/psv/2005	3B/psv/2005	3/psv/2005

Zestawienie zbiorcze wyników wartości PSV dla bazaltu-KSIĘGINKI wraz obliczonym zakresem krytycznym (granica powtarzalności) dla wyników wartości PSV przeprowadzonych zgodnie z normą PN-EN 932-6:2002 zamieszczono w tablicy 9. Jak można zauważyć zakres krytyczny, określony jako $\sigma f(n)=1,9$ jest mniejszy od wartości $PSV_{max}-PSV_{min}=2$. Oznacza to wg normy PN-EN 932-6:2002, że można gwarantować 95 % zakres wyników, a w konsekwencji można obliczać wartość średnią dla wyników wartości PSV. Również zawarte w tablicy 10 obliczenia związane z powtarzalnością, określoną na

podstawie badań porównawczych w krajach europejskich, wskazują na poprawność wyników wartości PSV.

Dodatkowo w tablicy 11 zamieszczono wyniki wartości S dla bazaltu-KSIĘGINKI oraz zakres krytyczny (granica powtarzalności) dla wyników wartości S zgodnie z normą PN-EN 932-6:2002.

Ostatecznie dla BAZALTU-KSIĘGINKI ustala się średnią wartość PSV = 56,8 oraz wartość PSV = 57, natomiast średnią wartość S = 57,0.

Tablica 9: Wyniki wartości PSV dla bazaltu-KSIĘGINKI oraz zakres krytyczny (granica powtarzalności) dla wyników badań polerowalności PSV zgodnie PN-EN 932-6:2002

Lp.	Właściwość	Oznaczenia	Wyniki		
			Seria I		
		Seria II	K1	K2	K3
1	Wartość PSV	K1	56	56	57
		K2	57	57	58
		K3	56	57	57
2	Średnia	56,8			
3	Odchylenie standardowe σ	0,7			
4	S_{max}	58			
5	S_{min}	56			
6	$S_{max} - S_{min}$	2			
7	f(n)	4,0			
8	Zakres krytyczny	$\sigma f(n)=2,8 > PSV_{max}-PSV_{min}=2$			

Tablica 10: Wyniki wartości PSV dla bazaltu-KSIĘGINKI oraz ocena wyników badań wg PN-EN 1097-8

Lp.	Właściwość	Oznaczenia	Wyniki		
			Seria I		
		Seria II	K1	K2	K3
1	Wartość PSV	K1	56	56	57
		K2	57	57	58
		K3	56	57	57
2	Średnia	X=56,8			
3	Odchylenie standardowe σ	$\sigma=0,7$			
4	S_{max}	58			
5	S_{min}	56			
6	$S_{max} - S_{min}$	2			
7	Granica powtarzalności	$r_f=0,042 X=2,46 > S_{max} - S_{min}=2$			
8	Standardowe odchylenie powtarzalności	$\sigma_{r_f}=0,015 X=0,88 > \sigma=0,7$			

Tablica 6: Wyniki wartości S dla bazaltu-KSIĘGINKI oraz zakres krytyczny (granica powtarzalności) dla wyników wartości S zgodnie PN-EN 932-6:2002

Lp.	Właściwość	Oznaczenia	Wyniki		
			Seria I		
		Seria II	K1	K2	K3
1	Wartość S	K1	56,0	56,8	56,4
		K2	56,5	57,3	56,9

		K3	57,3	58,0	57,6
2	Średnia	57,0			
3	Odchylenie standardowe σ	0,6			
4	S_{\max}	58,0			
5	S_{\min}	56,0			
6	$S_{\max} - S_{\min}$	2,0			
7	f(n)	4,0			
8	Zakres krytyczny	$\sigma f(n)=2,4 > PSV_{\max}-PSV_{\min}=2,0$			

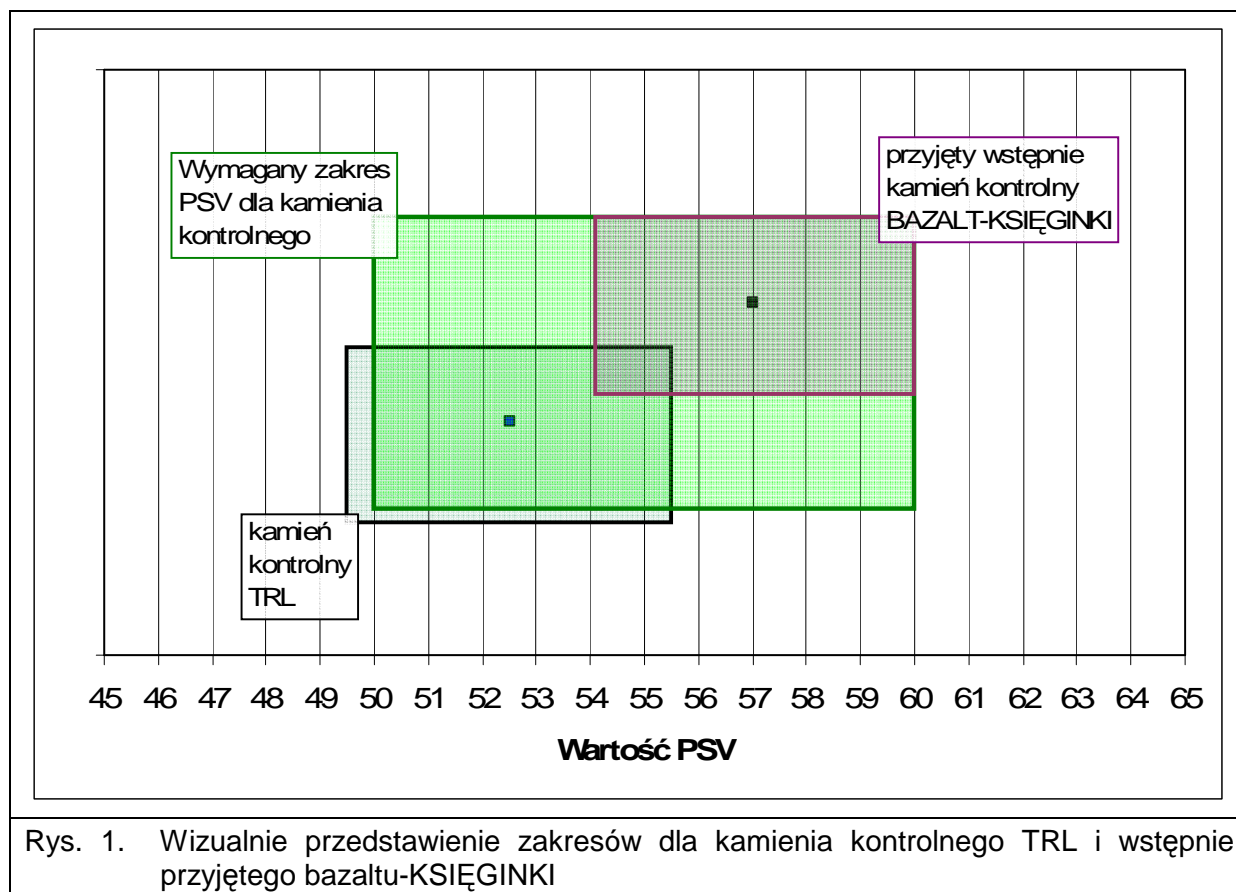
Tablica 11: Wyniki wartości S dla bazaltu-KSIĘGINKI oraz zakres krytyczny (granica powtarzalności) dla wyników wartości S zgodnie PN-EN 932-6:2002

Lp.	Właściwość	Oznaczenia	Wyniki		
			Seria I		
		Seria II	K1	K2	K3
1	Wartość S	K1	56,0	56,8	56,4
		K2	56,5	57,3	56,9
		K3	57,3	58,0	57,6
2	Średnia	57,0			
3	Odchylenie standardowe σ	0,6			
4	S_{\max}	58,0			
5	S_{\min}	56,0			
6	$S_{\max} - S_{\min}$	2,0			
7	f(n)	4,0			
8	Zakres krytyczny	$\sigma f(n)=2,4 > PSV_{\max}-PSV_{\min}=2,0$			

4.2. Wstępne przyjęcie zakresu wartości PSV dla BAZALTU-KSIĘGINKI jak dla kamienia kontrolnego

Jak można zauważyć w punkcie 4.1 wartość PSV = 57 zawiera się w zakresie wymaganym dla kamienia kontrowanego PSV, tj. o średniej wartości PSV w zakresie 50 do 60.

W związku z tym przyjęto wstępnie do dalszych obliczeń, na podstawie badań przeprowadzonych w IBDiM Filia Wrocław, zakres dla kamienia kontrolnego PSV typu BAZALTU-KSIĘGINKI $57 \pm 2,5$, tj. od 54,5 do 59,5. Zakres ten po przeprowadzeniu badań porównawczych może ulec zmianie. Wizualnie zakresy przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Wizualnie przedstawienie zakresów dla kamienia kontrolnego TRL i wstępnie przyjętego bazaltu-KSIĘGINKI

4.3. Obliczenie wartości PSV dla innych kruszyw przy kamieniu kontrolnym TRL i kamieniu kontrolnym BAZALT-KSIĘGINKI

W celu sprawdzenia przeprowadzono obliczenie wartości PSV dla innych kruszyw przy kamieniu kontrolnym TRL i kamieniu kontrolnym BAZALT-KSIĘGINKI. Obliczenia wartości PSV' przeprowadzono oddzielnie dla badanych serii I i II z dodatkowymi kruszywami wg oznaczeń:

- seria I
 - żużel pomiedziowy → Z
 - bazalt-Targowica → B
 - mieszanka żużla pomiedziowego i bazaltu-Targowica → ZB
- seria II .
 - bazalt-Kamienna Góra → B
 - granit-Siedlimowice → G
 - mieszanka bazaltu-Kamienna Góra i granitu-Siedlimowice → BG

Pomiary niezbędne do obliczeń dla każdej serii I i II zamieszczono odpowiednio w tablicach 12 i 13. Obliczenia przeprowadzono wg równania:

$$PSV'_C = S' + (52,5) - C'$$

oraz przyjmując wartość C' dla kamienia kontrolnego BAZALT-KSIĘGINKI jako wartość S'_{K1}, S'_{K2} i S'_{K3} wartość PSV ' obliczano wg równania:

$$PSV'_{Ki} = S' + (57,0) - S'_{Ki}, \text{ gdzie } i = \{1, 2, 3\}.$$

Wyniki obliczeń zamieszczono w tablicach od 14 do 19. W tablicach 16 i 19 zamieszczono zestawienie wyników obliczeń.

Tablica 12: Wyniki pomiarów do obliczeń wartości PSV' – seria I

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla próbki	Średnia
				1	2	3	4	5	6		
1	W	-	45	60	60	60	60	61	60	60,2	-
2	C	13	41	50	51	50	50	50	50	50,0	51,5
		14	41	53	53	53	53	53	53	53,0	
3	K1	10	38	56	56	56	56	56	56	56,0	56,5
		9	38	56	55	55	55	55	55	57,0	
4	K2	6	41	57	57	56	56	56	56	56,0	56,5
		5	41	58	58	57	57	57	57	57,0	
5	K3	2	39	57	58	57	57	57	57	57,0	58,0
		1	40	59	59	59	59	59	59	59,0	
6	Z	4	39	46	46	46	45	46	46	45,7	47,5
		3	37	50	50	49	49	50	50	49,3	
7	B	8	39	50	49	49	49	49	49	49,0	49,5
		7	38	50	50	50	50	50	50	50,0	
8	ZB	12	20/	51	50	50	50	50	51	50,0	49,0
		11	20/	49	49	48	48	48	48	48,0	

Tablica 13: Wyniki pomiarów do obliczeń wartości PSV' – seria II

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla próbki	Średnia
				1	2	3	4	5	6		
1	W	-	45	62	62	62	62	62	62	62,0	-
2	C	14	41	53	53	53	53	53	53	53,0	54,0
		13	38	54	55	55	55	55	55	55,0	
3	K1	10	39	56	56	56	56	56	56	56,0	56,5
		9	44	56	57	57	57	57	57	57,0	
4	K2	6	42	58	58	59	59	59	59	59,0	58,0
		5	42	57	57	57	57	57	57	57,0	
5	K3	2	41	57	57	57	57	57	57	57,0	57,2
		1	41	57	57	58	57	57	57	57,3	
6	B	4	40	50	49	50	50	50	50	50,0	50,0
		3	39	50	50	50	50	50	50	50,0	
7	G	8	38	57	57	57	57	57	57	57,0	57,2
		7	37	58	58	58	57	57	57	57,3	
8	BG	12	18/17	49	50	50	50	49	50	49,7	49,5
		11	18/18	50	50	50	49	49	49	49,3	

Tablica 14: Wyniki obliczeń wartości PSV' względem kamienia kontrolnego TRL dla kruszyw oznaczonych jako Z, B, ZB dla serii I

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Średnie wartości	Wartość PSV' _c
1	W	60,2	-
2	C	C=51,5	-
3	Z	S=47,5	48,5
4	B	S=49,5	50,5
5	ZB	S=49,0	50,0

Tablica 15: Wyniki obliczeń wartości PSV' dla kruszyw oznaczonych jako Z, B, ZB dla serii I względem kamienia kontrolnego Bazalt-KSIĘGINKI – K1, K2 i K3

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Średnie wartości	Wartość PSV' _{K1}	Średnia	Wartość PSV' _{K2}	Średnia	Wartość PSV' _{K3}
1	W	60,2	-	60,2	-	60,2	-
2	C	K1=56,5	-	K2=56,5	-	K1=58,0	-
3	Z	S=47,5	48,0	S=47,5	48,0	S=47,5	46,5
4	B	S=49,5	50,0	S=49,5	50,0	S=49,5	48,5
5	ZB	S=49,0	49,5	S=49,0	49,5	S=49,0	48,0

Tablica 16: Zestawienie wyników obliczeń maksymalnych odchyłek wartości PSV' dla kruszyw oznaczonych jako Z, B, ZB dla serii I dla kamienia kontrolnego TRL i Bazalt-KSIĘGINKI – K1, K2 i K3

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Wartość PSV' _C	Wartość PSV' _{K1}	Wartość PSV' _{K2}	Wartość PSV' _{K3}	Maksymalna odchyłka PSV' _C - PSV' _{Ki}
1	C	C=51,5	K1=56,5	K2=56,5	K1=58,0	-
2	Z	48,5	48,0	48,0	46,5	2,0
3	B	50,5	50,0	50,0	48,5	2,0
4	ZB	50,0	49,5	49,5	48,0	2,0

Tablica 17: Wyniki obliczeń wartości PSV' względem kamienia kontrolnego TRL dla kruszyw oznaczonych jako B, G, BG dla serii II

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Średnie wartości	Wartość PSV'
1	W	62,0	-
2	C	C=54,0	-
3	B	S=50,0	48,5
4	G	S=57,2	55,7
5	BG	S=49,5	48,0

Tablica 18: Wyniki obliczeń wartości PSV' dla kruszyw oznaczonych jako B, G, BG dla serii II względem kamienia kontrolnego Bazalt-KSIĘGINKI – K1, K2 i K3

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Średnie wartości	Wartość PSV'	Średnia	Wartość PSV'	Średnia	Wartość PSV'
1	W	62,0	-	62,0	-	62,0	-
2	C	K1=56,5	-	K2=58,0	-	K3=57,2	-
3	B	S=50,0	50,5	S=50,0	49,0	S=50,0	49,8
4	G	S=57,2	57,7	S=57,2	56,2	S=57,2	57,0
5	BG	S=49,5	50,0	S=49,5	48,5	S=49,5	49,3

Tablica 19: Zestawienie wyników obliczeń maksymalnych odchyłek wartości PSV' dla kruszyw oznaczonych jako B, G, BG dla serii II dla kamienia kontrolnego TRL i Bazalt-KSIĘGINKI – K1, K2 i K3

Lp.	Oznaczenie kruszywa	Wartość PSV' _C	Wartość PSV' _{K1}	Wartość PSV' _{K2}	Wartość PSV' _{K3}	Maksymalna odchyłka PSV' _C - PSV' _{Ki}
1	C	C=54,0	K1=56,5	K2=58,0	K1=57,2	-
2	B	48,5	50,5	49,0	49,8	-2,0
3	G	55,7	57,7	56,2	57,0	-2,0
4	BG	48,0	50,0	48,5	49,3	-2,0

4.4 Ocena wyników badań dla innych kruszyw przy kamieniu kontrolnym TRL i kamieniu kontrolnym BAZALT-KSIĘGINKI

Zawarte w tablicach 16 i 19 zestawienia wyników obliczeń maksymalnych odchyłek wartości PSV' wskazują na dokładnie przeciwną pod względem znaku wartość tej odchyłki. Prawdopodobnie jest to przypadek. Ogólnie wpływ na tę odchyłkę może mieć:

- kamień wzorcowy TRL,
- kamień Bazalt-KSIĘGINKI.

Wyniki pomiarów wartości F dla kamienia wzorcowego TRL (tablica 20), wykonywane na przyrządzie do badania tarcia, mieszczą się w granicach dla kamienia wzorcowego o średniej wartości PSV w granicach 60 do 65. Jednak przy obliczeniach wartości PSV' oddzielnie dla serii I i II, jak w punkcie 3.1.4, należy uwzględnić wyniki badania wartości F dla kamienia wzorcowego TRL każdej serii, do której odnoszone są wyniki tarcia. Dla wyników zawartych w punkcie 3.1.4 można wprowadzić poprawkę o wartości $(62,0-60,2)/2=1,8/2=0,9$, dla wyników serii I ze znakiem (+), natomiast dla wyników serii II ze znakiem (-).

Tablica 20: Wyniki pomiaru wartości F dla kamienia wzorcowego TRL – dla serii I i II

Lp.	Numer serii	Wykonanie pomiaru	Data badania	Pomiar – wartość F						Średnia
				1	2	3	4	5	6	
1	I	Przed badaniem	03.10.2005	64	63	63	63	63	63	63,0
2		Po ścieraniu	04.10.2005	60	60	60	60	60	60	60,0
3		Po polerowaniu	05.10.2005	60	60	60	60	61	60	60,2
4		Średnia								61,1
5	II	Przed badaniem	07.10.2005	63	63	63	63	63	63	63,0
6		Po ścieraniu	07.10.2005	63	63	63	63	63	63	63,0
7		Po polerowaniu	10.10.2005	62	62	62	62	62	62	62,0
8		Średnia								62,7

Dla stosowanego kruszywa do wykonania próbek wydzielono próbki frakcji 10/14 z każdej serii w celu określenia odporności na ścieranie (mikro-Deval) wg normy PN-EN 1097-1 „Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)”.

Badanie wykonano metodą na sucho i na mokro, a wyniki zamieszczono w tablicy 21. Jak można zauważyć istnieje duża różnica między wynikami badania na sucho (3,0 i 2,6 %) i na mokro (20,0 i 21,7 %). Przyspieszone polerowanie próbek wg normy PN-EN 1097-1 jest przeprowadzane przez cały czas badania wraz z wodą, która jest doprowadzana do powierzchni koła drogowego. Dlatego też właściwe odniesienie do przyspieszonego polerowania próbek wg normy PN-EN 1097-1 posiadają wyniki badania odporności na ścieranie (mikro-Deval) na mokro. Zmiana średnich wartości odporności na ścieranie (mikro-Deval) dla obu serii względem wyniku dla serii I wynosi 8,5 %.

Tablica 21: Wyniki badania odporności na ścieranie (mikro-Deval) dla kamienia kontrolnego Bazalt-KSIĘGINKI.

Numer serii	Warunki badania	Numer próbki	Masa próbki przed badaniem	Masa próbki po badaniu	Różnica mas	Wynik dla próbki	Wynik średni
			[g]	[g]	[g]	[%]	[%]
I	na mokro	1	501,0	403,0	98,0	19,6	20,0
		2	500,5	398,5	102,0	20,4	
	na sucho	3	500,0	486,0	14,0	2,8	3,0
		4	501,0	484,5	16,5	3,3	
II	na mokro	1	501,0	384,0	117,0	23,4	21,7
		2	500,5	400,0	100,5	20,1	
	na sucho	3	500,0	486,5	13,5	2,7	2,6
		4	501,0	488,5	12,5	2,5	
I i II	na mokro	-	-	-	-	-	20,85
I i II	na sucho	-	-	-	-	-	2,80

5 WYKONANIE BADAŃ POLEROWALNOŚCI DLA BAZALTU-KSIĘGINKI WG PROCEDURY BADANIA DLA KRUSZYW WZORCOWYCH

Zgodnie z analizą wyników badań przeprowadzoną w etapie I tego tematu odniesieniu do wyboru kruszyw wzorcowych przyjęto następujące założenia:

- można dobrać określony rodzaj skały, którego wartość F po odpowiednim przygotowaniu będzie wynosić od 60 do 65,
- przygotowanie próbek do zakresu jak wyżej w przypadku przekroczenia wartości 65 wymagać będzie doszlifowania tych próbek w sposób taki sam lub podobny jak w normie PN-EN 1097-8.

Na rysunku 2 przedstawiono wartości F wyniki badania polerowalności w czasie dla kruszyw bazaltowych z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu wg [1] i wartości F przy badaniu PSV w etapie I dla tego opracowania. Dlatego też dla przyjętego kruszywa bazaltowego z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu przeprowadzono etapowe badania polerowalności w celu określenia zależności wartości F od czasu trwania badania. Wyróżniono następujące stany próbki przy pomiarze wartości F przyrządem do badania tarcia:

- 1 - Przed ścieraniem,
- 2 - Po ścieraniu,
- 3 - Po polerowaniu.

Wyniki pomiaru wartości F dla kamienia kontrolnego w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) dla seria I i II zamieszczono odpowiednio w tablicach 221 i 23.

Wyniki pomiaru wartości F dla bazaltu-KSIĘGINKI w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) dla próbek K1, K2 i K3 dla serii I zamieszczono w tablicach 24, 25 i 26, natomiast dla serii II w tablicach 27, 28 i 29.

Na rysunku 3 przedstawiono wartości F (S) badania polerowalności dla kruszywa bazaltowego z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) dla obu serii. Jak można zauważyć istnieje wyraźne zróżnicowanie wyników badań w etapie 1 i 2. W etapie 3 przygotowania próbek następuje większe ujednorodnienie wyników badań.

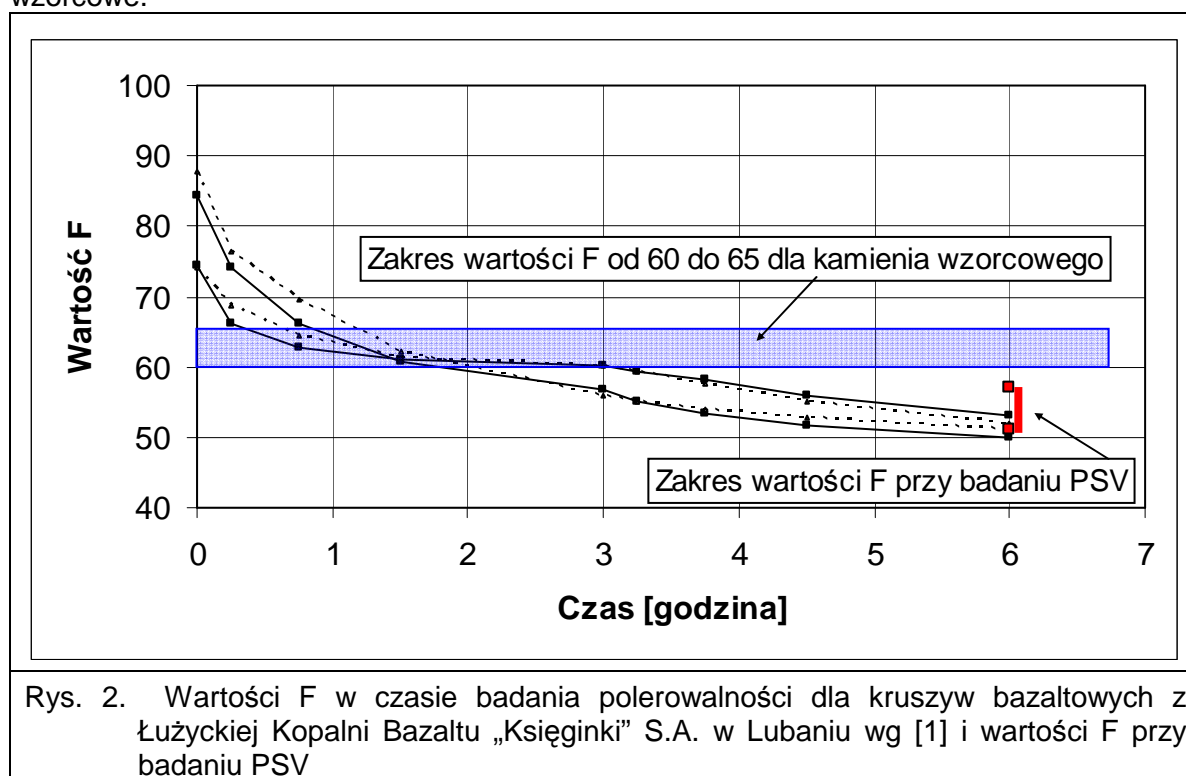
Na rysunku 4 przedstawiono porównanie wartości F (S) wyników badania przeprowadzonych w latach ubiegłych [1] i obecnie dla kruszywa bazaltowego z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu. Wymagany zakres przygotowania próbek (rys. 4) na poziomie wartości F=65 wynosi dla próbek badanych:

- w roku 1999 od 0,4 do 1,25 godziny,

- obecnie od 0,4 do 3,9 godziny.

Wyniki badań dla obecnie badanych kruszyw bazaltowych z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu obejmują zakres przygotowania próbek przez ścieranie i polerowanie. Dlatego też, otrzymanie kruszyw wzorcowych i gwarantowanie ich jakości jest utrudnione.

Wniosek jest następujący: badane kruszywa pod względem polerowalności są różne; obecne korzystne wyniki polerowalności dla kruszyw bazaltowych z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu praktycznie wykluczają te kruszywa jako kruszywa wzorcowe.



Rys. 2. Wartości F w czasie badania polerowalności dla kruszyw bazaltowych z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu wg [1] i wartości F przy badaniu PSV

Tablica 22: Wyniki pomiaru wartości F dla kamienia kontrolnego w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria I

Lp.	Wykonanie pomiaru dla stanu	Data badania	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla	
					1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	03.10.2005	13	41	62	62	62	62	62	62	62,0	63,7
			14	41	66	66	66	65	65	66	65,3	
2	Po ścieraniu	04.10.2005	13	41	61	61	61	60	60	60	60,3	61,2
			14	41	62	62	62	62	62	62	62,0	
3	Po polerowaniu	05.10.2005	13	41	50	51	50	50	50	50	50,0	51,5
			14	41	53	53	53	53	53	53	53,0	

Tablica 23: Wyniki pomiaru wartości F dla kamienia kontrolnego w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria II

Lp.	Wykonanie pomiaru dla stanu	Data badania	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla	
					1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	07.10.2005	14	41	69	69	69	68	68	68	68,3	67,7
			13	38	67	67	67	67	67	67	67,0	
2	Po ścieraniu	07.10.2005	14	41	66	66	63	63	63	63	63,0	64,0
			13	38	65	65	65	65	65	65	65,0	
3	Po polerowaniu	10.10.2005	14	41	53	53	53	53	53	53	53,0	54,0
			13	38	54	55	55	55	55	55	55,0	

Tablica 24: Wyniki pomiaru wartości F dla bazaltu-KSIĘGINKI próbka K1 w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria I

Lp.	Wykonanie pomiaru dla stanu	Data badania	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla	
					1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	03.10.2005	10	38	66	66	66	67	66	66	66,3	68,3
			9	38	66	66	66	66	66	66	66,0	
2	Po ścieraniu	04.10.2005	10	38	61	61	61	60	60	60	60,3	65,0
			9	38	60	60	61	60	60	60	60,3	
3	Po polerowaniu	05.10.2005	10	38	56	56	56	56	56	56	56,0	56,5
			9	38	56	55	55	55	55	55	57,0	

Tablica 25: Wyniki pomiaru wartości F dla bazaltu-KSIĘGINKI próbka K2 w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria I

Lp.	Wykonanie pomiaru dla stanu	Data badania	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla	
					1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	03.10.2005	6	41	70	70	70	71	70	70	70,3	68,2
			5	41	66	67	66	66	66	66	66,0	
2	Po ścieraniu	04.10.2005	6	41	61	61	60	60	60	60	60,0	60,0
			5	41	60	61	60	60	60	60	60,0	
3	Po polerowaniu	05.10.2005	6	41	57	57	56	56	56	56	56,0	56,5
			5	41	58	58	57	57	57	57	57,0	

Tablica 26: Wyniki pomiaru wartości F dla bazaltu-KSIĘGINKI próbka K3 w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria I

Lp.	Wykonanie pomiaru dla stanu	Data badania	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla	
					1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	03.10.2005	2	39	67	68	67	67	67	67	67,0	67,7
			1	40	68	68	68	69	68	68	68,3	
2	Po ścieraniu	04.10.2005	2	39	61	60	60	60	60	60	60,0	60,5
			1	40	61	61	61	61	61	61	61,0	
3	Po polerowaniu	05.10.2005	2	39	57	58	57	57	57	57	57,0	58,0
			1	40	59	59	59	59	59	59	59,0	

Tablica 27: Wyniki pomiaru wartości F dla bazaltu-KSIĘGINKI próbka K1 w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria II

Lp.	Wykonanie	Data	Nr	Liczba	Pomiar	Średnia dla
-----	-----------	------	----	--------	--------	-------------

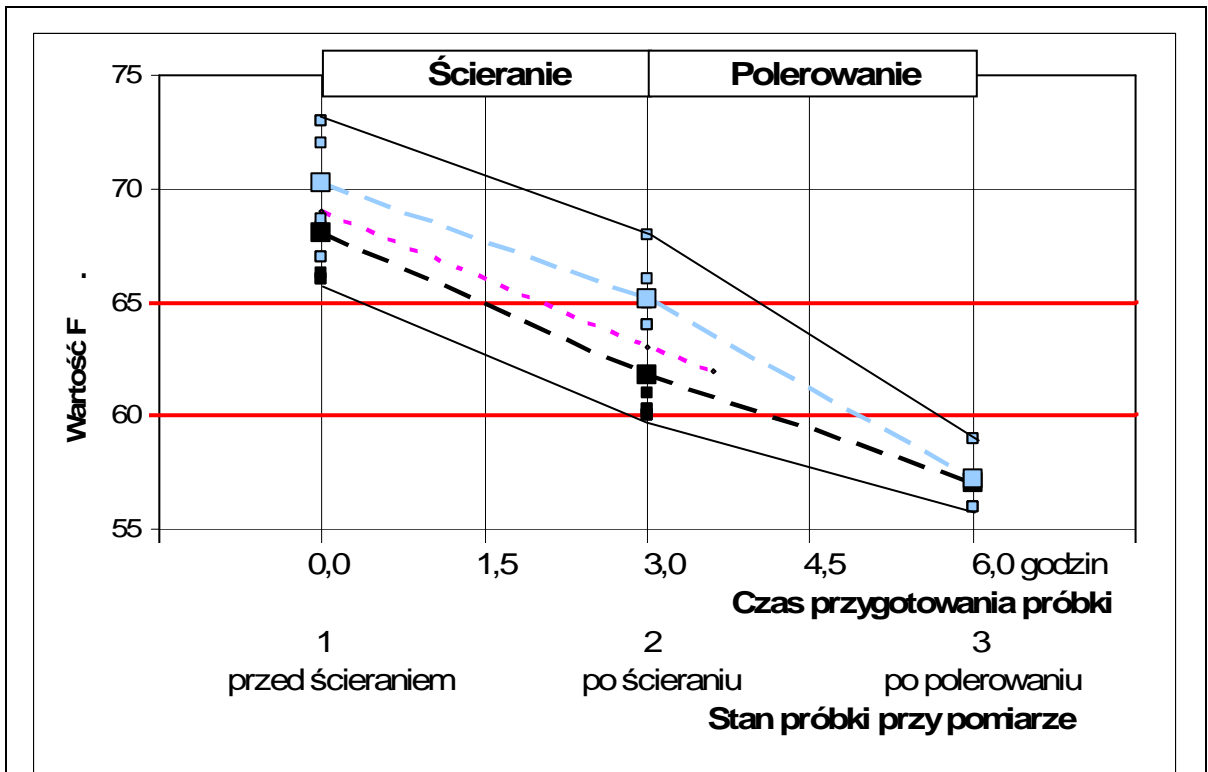
	pomiaru dla stanu	badania	próbki	ziarn	1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	07.10. 2005	10	39	68	68	68	68	68	67	68,0	68,3
			9	44	69	69	69	69	68	68	68,7	
2	Po ścieraniu	07.10. 2005	10	39	66	66	66	66	66	65	66,0	65,0
			9	44	64	64	64	64	64	64	64,0	
3	Po polerowaniu	10.10. 2005	10	39	56	56	56	56	56	56	56,0	56,5
			9	44	56	57	57	57	57	57	57,0	

Tablica 28: Wyniki pomiaru wartości F dla bazaltu-KSIĘGINKI próbka K2 w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria II

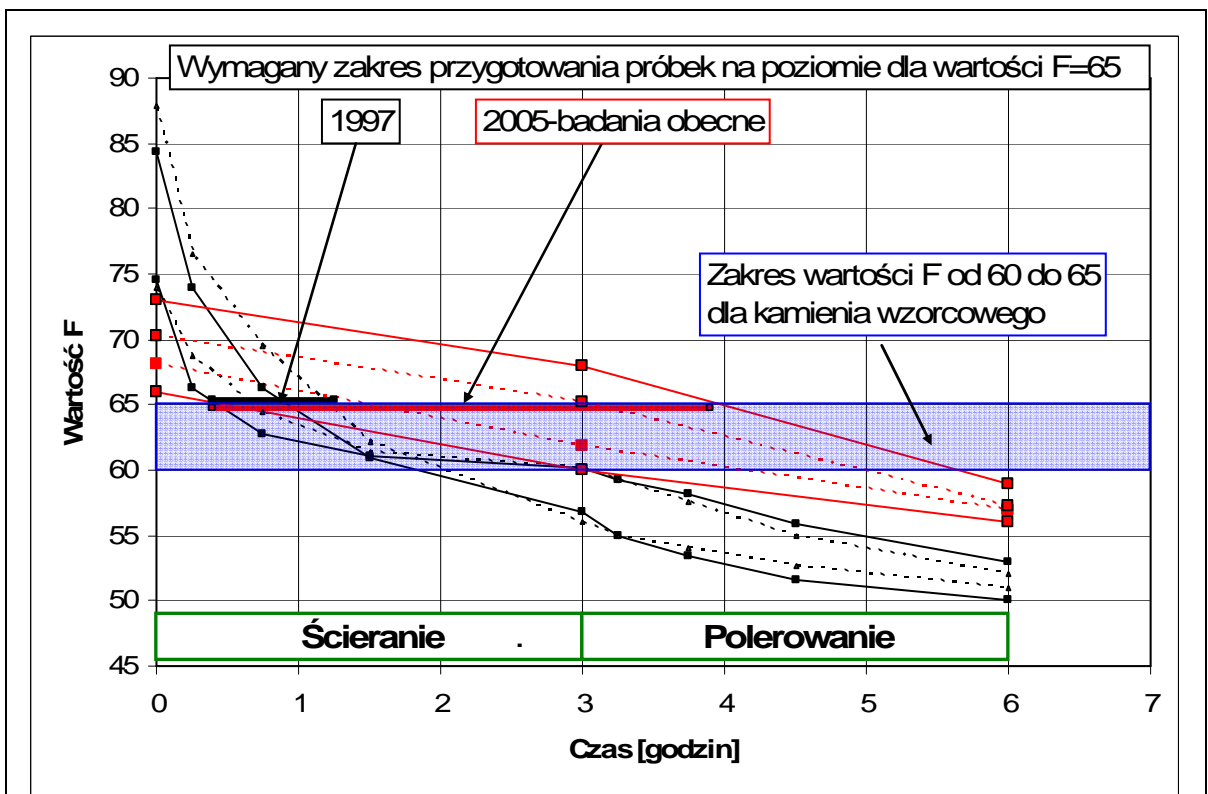
Lp.	Wykonanie pomiaru dla stanu	Data badania	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla	
					1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	07.10. 2005	6	42	73	73	73	73	73	73	73,0	73,0
			5	42	73	73	73	73	73	73	73,0	
2	Po ścieraniu	07.10. 2005	6	42	68	68	68	68	68	68	68,0	66,0
			5	42	64	64	64	64	64	64	64,0	
3	Po polerowaniu	10.10. 2005	6	42	58	58	59	59	59	59	59,0	58,0
			5	42	57	57	57	57	57	57	57,0	

Tablica 29: Wyniki pomiaru wartości F dla bazaltu-KSIĘGINKI próbka K3 w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek) – seria II

Lp.	Wykonanie pomiaru dla stanu	Data badania	Nr próbki	Liczba ziarn	Pomiar						Średnia dla	
					1	2	3	4	5	6	próbki	stanu
1	Przed badaniem	07.10. 2005	2	41	67	67	67	67	67	67	67,0	69,5
			1	41	72	72	72	72	72	72	72,0	
2	Po ścieraniu	07.10. 2005	2	41	65	65	65	65	65	65	65,0	64,5
			1	41	64	64	64	64	64	64	64,0	
3	Po polerowaniu	10.10. 2005	2	41	57	57	57	57	57	57	57,0	57,2
			1	41	57	57	58	57	57	57	57,3	



Rys. 3. Wartości F badania polerowalności dla kruszywa bazaltowego z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu w zależności od stanu przygotowania próbek (płytek)



Rys. 4. Porównanie Wartości F w czasie badania polerowalności dla kruszywa bazaltowego z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „Księginki” S.A. w Lubaniu

6. DOPRACOWANIE PROCEDURY BADANIA DLA KRUSZYW KONTROLNYCH

Zadanie obejmuje ewentualne korekty.

W etapie I tego tematu w punkcie 3.4. „Opracowanie procedury prowadzenia badań w celu otrzymania kruszyw kontrolnych i wzorcowych w oparciu o normę PN-EN 1079-8:2002” przedstawiono procedurę, dla której materiał referencyjny uległ poszerzeniu jak niżej.

W związku z potrzebą kontroli wykonywanych badań porównawczych wprowadza się dwa typy materiału referencyjnego:

- płytką z kruszywem 7,2/10 mm,
- kruszywo 7,2/10 mm.

Procedura prowadzenia badań w celu otrzymania kruszyw kontrolnych w oparciu o normę PN-EN 1079-8:2002

- a) Lokalizacja miejsca pobrania surowca skalnego na wyrobisku
- b) Przekruszenie
- c) Odkład kruszywa do badań
- d) Badania
 - wykonanie próbek do badania PSV
 - badanie wartości PSV
- e) Klasyfikacja pod względem PSV w IBDiM w odniesieniu do kruszyw kontrolnych.
- f) Przygotowanie próbek kruszyw do badań PSV w innych laboratoriach
- g) Badania w innych laboratoriach w liczbie zależnej od wyników poprzednich.
- h) Analiza wyników badań

7. BADANIA PORÓWNAWCZE

7.1. Przygotowanie prób do badań porównawczych

Próbki do badań przygotowano w IBDiM Filia Wrocław zgodnie z normą PN-EN 1097-8. Wykonano próbki dla jednego koła w następujących ilościach i oznaczeniach:

2 wykonane próbki z badanego kruszywa (Próbka Porównawcza),

1 próbka z kamienia PSV Kontrolna oraz 1 próbka badanego kruszywa.

Oznaczenie na próbkach:

- A. 13 oraz 14 - Próba Kamienia PSV - Kontrolna
- B. 1 oraz 2 – Próbka Porównawcza
- C. 3 oraz 4 – Próbka Porównawcza
- D. Kamień Próby Porównawczej # 7,2/10 PSV (grys)

Próbka D. jest dostarczona w celu ewentualnej potrzeby wykonania dodatkowej Próbki Porównawczej (płytek).



Rys. 5. Próba Kamienia PSV – Kontrolna nr 14/43



Rys. 6. Próba Kamienia PSV – Kontrolna nr 13/44



Rys. 7. Próbką Porównawcza nr 1/40



Rys. 8. Próbką Porównawcza nr 2/40



Rys. 9. Próbką Porównawcza nr 3/41



Rys. 10. Próbką Porównawcza nr 4/42

7.2 Wykonanie badań i analiza wyników badań porównawczych

Wyniki badań porównawczych laboratoriów oznaczonych jako laboratorium LD I laboratorium TW zamieszczono odpowiednio w tablicach 30, 31, 32 i 33, 34. Przy czym dla laboratorium TW zamieszczono w tablicach 33 i 34 wyniki badań dla badanych dwóch serii na podstawie wyników zawartych w tablicach 6 i 7. Wyniki badań dostarczone przez laboratorium LD dotyczą jednej serii i są z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. Pomiar ten wykonywano niezgodnie z normą suwmiarką. Do obliczeń zgodnie z uzgodnieniem z laboratorium przyjęto wyniki pomiarów zaokrąglone do całości i zamieszczono w tablicy 31. W tablicach 31, 32 i 33 zamieszczono również wyniki średnich, odchyłeń standardowych dla próbek kontrolnych kamienia PSV i próbek porównawczych.

Jako czynnik porównujący wyniki badań przyjęto wartość $PSV' = S' + (52,5) - C'$ obliczoną dla średnich wartości C' i S' dla badanych serii.

Jak można zauważyć porównawcza wartość PSV' obliczona dla laboratorium LD jest bliska jednej wartości PSV' obliczonej dla serii II dla laboratorium TW.

Tablica 30: Wyniki badań tarcia – laboratorium LD

Oznaczenie próbki		Wyniki trzech ostatnich pomiarów		
A 13	Próbka kontrolna kamienia PSV	49,8	49,8	50,0
A 14	Próbka kontrolna kamienia PSV	49,7	49,9	49,6
B 1	Próbka porównawcza	52,8	52,2	52,4
B 2	Próbka porównawcza	52,0	52,1	52,0
C 3	Próbka porównawcza	52,8	53,4	53,2
C4	Próbka porównawcza	54,4	52,9	52,6

Tablica 31: Wyniki badań tarcia – laboratorium LD

Oznaczenie próbki		Wyniki trzech ostatnich pomiarów		
A 13	Próbka kontrolna kamienia PSV	50	50	50
A 14	Próbka kontrolna kamienia PSV	50	50	50
B 1	Próbka porównawcza	53	52	52
B 2	Próbka porównawcza	52	52	52
C 3	Próbka porównawcza	53	53	53
C4	Próbka porównawcza	54	53	53

Tablica 32: Wyniki badań tarcia wraz z obliczeniami - laboratorium LD

Oznaczenie próbki		Wynik średni z pomiarów
A 13	Próbka kontrolna kamienia PSV	50,0
A 14	Próbka kontrolna kamienia PSV	50,0
B 1	Próbka porównawcza	52,3
B 2	Próbka porównawcza	52,0
C 3	Próbka porównawcza	53,0
C4	Próbka porównawcza	53,3
Średnia dla próbek	Próbka kontrolna kamienia PSV – C'	50,0
	Próbka porównawcza – S'	52,7
Odchylenie standardowe dla próbek	Próbka porównawcza	0,6
Wartość PSV'		55,2

Tablica 33: Wyniki badań tarcia wraz z obliczeniami dla serii I - laboratorium TW

Oznaczenie próbki		Wynik średni z pomiarów
CI 13	Próbka kontrolna kamienia PSV	50,0
CI 14	Próbka kontrolna kamienia PSV	53,0
KI 10	Próbka porównawcza	56,0
KI 9	Próbka porównawcza	57,0
KI 6	Próbka porównawcza	56,0
KI 5	Próbka porównawcza	57,0
KI 2	Próbka porównawcza	57,0
KI 1	Próbka porównawcza	59,0
Średnia dla próbek	Próbka kontrolna kamienia PSV – C'	51,5
	Próbka porównawcza – S'	57,0
Odchylenie standardowe dla próbek	Próbka porównawcza	1,1
Wartość PSV'		58,0

Tablica 34: Wyniki badań tarcia wraz z obliczeniami dla serii II - laboratorium TW

Oznaczenie próbki		Wynik średni z pomiarów
CII 13	Próbka kontrolna kamienia PSV	55,0
CII 14	Próbka kontrolna kamienia PSV	53,0
KII 10	Próbka porównawcza	56,0
KII 9	Próbka porównawcza	57,0
KII 6	Próbka porównawcza	59,0
KII 5	Próbka porównawcza	57,0
KII 2	Próbka porównawcza	57,0
KII 1	Próbka porównawcza	57,3
Średnia dla próbek	Próbka kontrolna kamienia PSV – C'	54,0
	Próbka porównawcza – S'	57,2
Odchylenie standardowe dla próbek	Próbka porównawcza	1,0
Wartość PSV'		55,7

Wnioski z badań porównawczych są następujące:

1. Żadna ze średnich wartości dla próbek kontrolnych kamienia PSV nie wykracza poza zakres dla stosowanego kamienia kontrolnego PSV. Określony zakres dla kamienia kontrolnego PSV typu TRL wynosi (49,5 do 55,5).
2. Różnica między średnimi wartości dla próbek kontrolnych kamienia PSV z laboratorium TW dla serii I i II, a laboratorium LD wynosi odpowiednio 1,5 i 4,0 jednostki.
3. Różnica między średnimi wartości dla próbek porównawczych z laboratorium TW dla serii I i II, a laboratorium LD wynosi odpowiednio 4,3 i 4,5 jednostki. Norma PN-EN 1079-8:2002 nie podaje wymagań dla średnimi wartości S badanych próbek. Dlatego też w celu porównania posłużono się czynnikiem porównawczym PSV'. Wartość PSV'=55,7 dla serii II z laboratorium TW jest zbieżna z wartością PSV'=55,2 uzyskaną w laboratorium LD.

4. iBDiM Filia Wrocław proponuje ponowne przeprowadzenie badań porównawczych w zakresie dwóch serii na większej liczbie próbek i z udziałem większej liczby laboratoriów ujmując kontrolę w zakresie gumy w przyrządzie do badania tarcia w odniesieniu do kamienia wzorcowego, oraz drugi aspekt w odniesieniu do stosowanego korundu naturalnego i mączki korundowej oraz różnice dla poszczególnych serii.

8. WNIOSKI

1. Wybrany kamień bazaltowy z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu do badań pod względem klasyfikacji jako kamień wzorcowy i kontrolny na podstawie przeprowadzonych badań w iBDiM Filia Wrocław spełnia wymagania dla kamienia kontrolnego.
2. Należy podkreślić, że powyższy wniosek dla kamienia kontrolnego dotyczy przygotowanych, tj. odsianych i/lub wyklejonych w iBDiM Filia Wrocław próbek kontrolnych.
Na podstawie przeprowadzonych badań dla BAZALTU-KSIĘGINKI ustalono średnią wartość PSV = 56,8 oraz wartość PSV = 57, natomiast średnią wartość S = 57,0. Wartość PSV = 57 zawiera się w zakresie wymaganym dla kamienia kontrolowanego PSV, tj. o średniej wartości PSV w zakresie 50 do 60.
3. Przeprowadzone w latach ubiegłych i obecne badania kamienia bazaltowego z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu pod względem procedury klasyfikacyjnej dla kamienia wzorcowego są rozbieżne i obecnie kamień ten nie spełnia wymagań tej procedury z uwagi na:
 - przekroczenie wymaganego zakresu wartości F od 60 do 65,
 - zbyt szeroki zakres związany z przygotowaniem próbek, który obejmuje proces ścierania, ale i również polerowania.

W pracy potwierdzono możliwość otrzymania kamienia spełniającego wymagania dla kamienia kontrolnego na bazie bazaltu z Łużyckiej Kopalni Bazaltu „KSIĘGINKI” S.A. w Lubaniu.

Trudności związane ze znalezieniem kamienia spełniającego wymagania dla kamienia wzorcowego nie są przypadkowe. W sprzeczności jest otrzymanie kruszyw ostrokrawędzistych i jednorodnych powierzchniowo pod względem ścierania. Dlatego też należy prowadzić dalsze poszukiwania i badania w tym kierunku.

Stosowanie kamienia kontrolnego w metodzie badania polerowalności PSV według normy PN-EN 1097-8 jest o wiele częstsze (przy każdym kole 2 wyklejone próbki) niż próbki z kamienia wzorcowego. Dlatego też po zatwierdzeniu możliwe będzie dopuszczenie go do rozpowszechnienia po przeprowadzeniu pełnych badań w 10 laboratoriach oraz prowadzeniu okresowej kontroli wg procedury klasyfikacyjnej dla kamienia wzorcowego.