

**Wykorzystanie lokalnych
zasobów kruszyw
naturalnych do budowy dróg**



**Marta WASILEWSKA
Politechnika Białostocka**

I. WPROWADZENIE

**II. WYMAGANIA WOBEC KRUSZYW DO POSZCZEGÓLNYCH WARSTW
KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI DROGOWYCH**

III. BAZA DO PRODUKCJI KRUSZYW DROGOWYCH

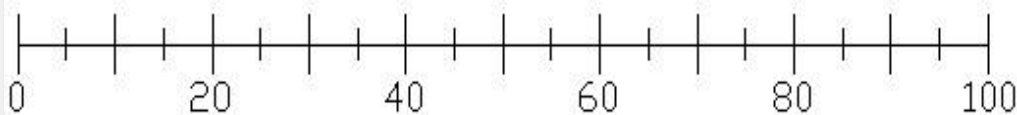
IV. CHARAKTERYSTYKA KRUSZYWA ZE ZŁÓŻ POŁODOWCOWYCH

V. WYNIKI BADAŃ PODSTAWOWYCH WŁAŚCIWOŚCI KRUSZYW

VI. PODSUMOWANIE

I. WPROWADZENIE

Kruszywo w warstwach nawierzchni drogowej



warstwa ścierna

warstwa wiążąca

podbudowa zasadnicza

podbudowa pomocnicza



Lepiszcze

Wypełniacz

Kruszywo drobne

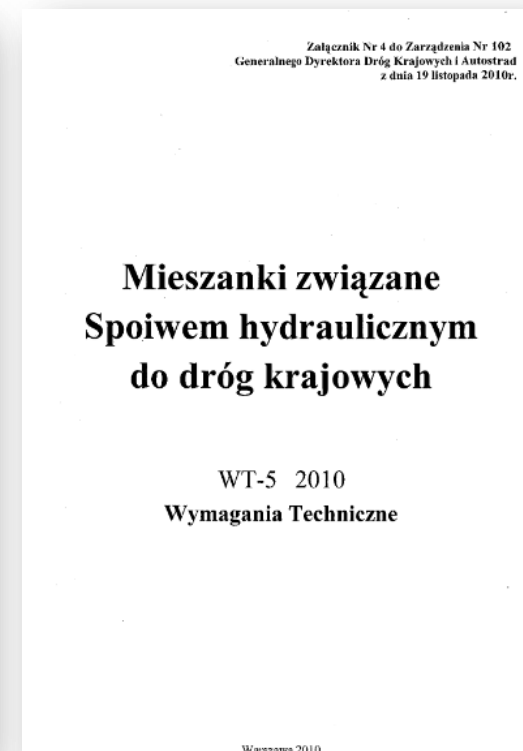
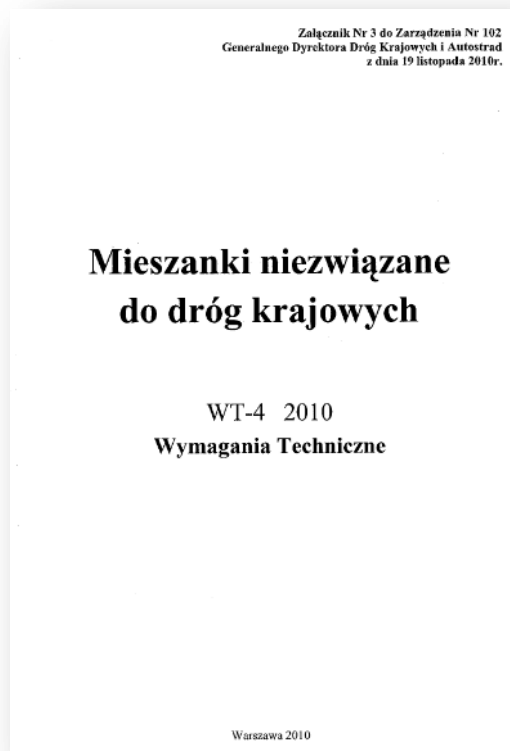
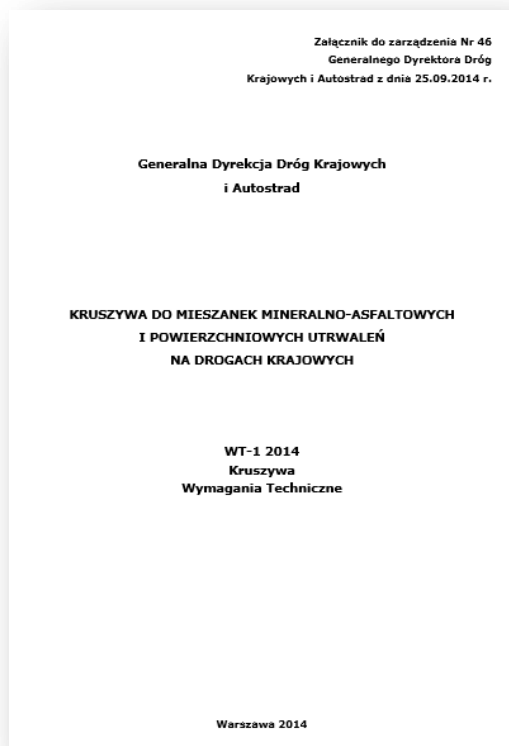
Kruszywo grube

II. WYMAGANIA WOBEC KRUSZYWA DROGOWEGO

Wytyczne Techniczne WT-1, „Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych”

Wytyczne Techniczne WT-4, „Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych”

Wytyczne Techniczne WT-5, „Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych”



KRUSZYWA GRUBE PRZEZNACZONE DO WARSTWY PODBUDOWY

(według Wytycznych Technicznych WT 1 – 2014)

Właściwość kruszywa	Wymagana kategoria		
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7
Uziarnienie ; kategoria co najmniej:	$G_{C85/20}$		
Tolerancje uziarnienia ; odchylenia nie większe niż:	$G_{20/17,5}$		
Zawartość pyłów ;kategoria nie wyższa niż:	f_2		
Kształt kruszywa ;kategoria nie wyższa niż:	$SI_{50} (F_{50})$	$SI_{30} (F_{30})$	
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym ; kategoria nie niższa niż:	$C_{\text{deklarowana}}$	$C_{50/30}$	
Odporność kruszywa na rozdrabnianie ; kategoria co najmniej	LA_{50}	LA_{40}	
Gęstość ziaren	deklarowana przez producenta		
Gęstość nasypowa	deklarowana przez producenta		
Nasiąkliwość ; kategoria nie wyższa niż:	W_{24} deklarowana		
Mrozoodporność ; kategoria nie wyższa niż:	F_4		
„Zgorzel słoneczna” dla bazaltu	SB_{LA}		
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny	deklarowana przez producenta		
Grube zanieczyszczenia lekkie ; kategoria nie wyższa niż:	$m_{LPC}0,1$		
Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem :	wymagana odporność		
Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem	wymagana odporność		
Stołość objętości kruszywa z żużla stalowniczego , kategoria nie wyższa niż:	$V_{6,5}$		

KRUSZYWA GRUBE PRZEZNACZONEGO DO WARSTWY WIĄŻĄCEJ, WYRÓWNAWCZEJ I WZMACNIAJĄCEJ

(według Wytycznych Technicznych WT 1 – 2014)

Właściwość kruszywa	Wymagana kategoria		
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7
Uziarnienie ; kategoria co najmniej:	G _C 85/20		G _C 90/20
Tolerancje uziarnienia ; odchylenia nie większe niż:	G _{20/17,5}	G _{20/15}	
Zawartość pyłów ;kategoria nie wyższa niż:	f ₂		
Kształt kruszywa ;kategoria nie wyższa niż:	SI ₃₅ (F ₃₅)	SI ₂₅ (F ₂₅)	
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym ; kategoria nie niższa niż:	C _{deklarowana}	C _{50/10}	
Odporność kruszywa na rozdrabnianie ; kategoria co najmniej	LA ₄₀	LA ₃₀	
Gęstość ziaren	deklarowana przez producenta		
Gęstość nasypowa	deklarowana przez producenta		
Nasiąkliwość ; kategoria nie wyższa niż:	W ₂₄ deklarowana		
Mrozoodporność ; kategoria nie wyższa niż:	F 2		
„Zgorzel słoneczna” dla bazaltu	SB _{LA}		
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny	deklarowana przez producenta		
Grube zanieczyszczenia lekkie ; kategoria nie wyższa niż:	m _{LPC} 0,1		
Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem :	wymagana odporność		
Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem	wymagana odporność		
Stałość objętości kruszywa z żużla stalowniczego , kategoria nie wyższa niż:	V _{3,5}		

BADANIA KRUSZYWA GRUBEGO PRZEZNACZONEGO DO WARSTWY ŚCIERALNEJ

(według Wytycznych Technicznych WT 1 – 2014)

Właściwość kruszywa	Wymagana kategoria		
	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7
Uziarnienie; kategoria co najmniej:	$G_{C85/20}$	$G_{C90/20}^*$ $G_{C90/15}^{**}$	$G_{C90/15}$
Tolerancje uziarnienia; odchylenia nie większe niż:	$G_{20/15}$	$G_{25/15}$	$G_{25/15}$
Zawartość pyłów ;kategoria nie wyższa niż:	f_2		
Kształt kruszywa ; kategoria nie wyższa niż:	$SI_{25} (F_{25})$	$SI_{20} (F_{20})$	$SI_{20} (F_{20})$
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym; kategoria nie niższa niż:	$C_{\text{deklarowana}}$	$C_{95/1}^*$ $C_{100/0}^{**}$	$C_{95/1}^*$ $C_{100/0}^{**}$
Odporność kruszywa na rozdrabnianie; kategoria co najmniej	LA_{30}	LA_{30}	LA_{25}
Odporność na polerowanie kruszywa ;kategoria nie niższa niż:	PSV_{44}	PSV_{48}	PSV_{50}
Gęstość ziaren	deklarowana przez producenta		
Gęstość nasypowa	deklarowana przez producenta		
Nasiąkliwość; kategoria nie wyższa niż:	W_{24} deklarowana		
Mrozoodporność; Załącznik B w 1% NaCl; kategoria nie wyższa niż:	$F_{NaCl} 10$	$F_{NaCl} 7$	
„Zgorzel słoneczna” dla bazaltu	SB_{LA}		
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny	deklarowana przez producenta		
Grube zanieczyszczenia lekkie ; kategoria nie wyższa niż:	$m_{LPC} 0,1$		
Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem :	wymagana odporność		
Rozpad krzemianowy żużla wielkopieczowego chłodzonego powietrzem	wymagana odporność		
Stołość objętości kruszywa z żużla stalowniczego, kategoria nie wyższa niż:	$V_{3,5}$		

*dla betonu asfaltowego i asfaltu lanego; **dla SMA i BBTM;

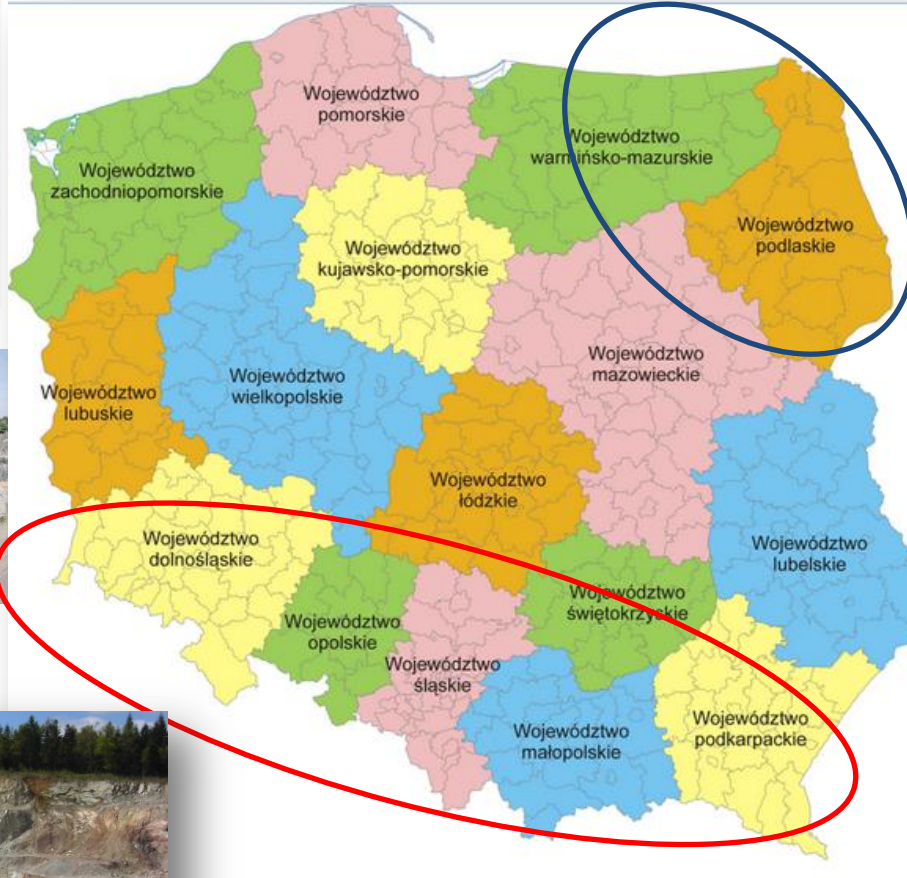
KRUSZYWO GRUBE PRZEZNACZONEGO DO BETONU CEMENTOWEGO

Właściwość kruszywa	Dolna warstwa	Górna warstwa
Uziarnienie; kategoria co najmniej:	D/d>2 i D>11,2 G _C 90/15 D/d≤2lub D≤11,2 G _C 85/20	G _C 85/20
Tolerancje uziarnienia; odchylenia nie większe niż:	G _{20/17,5}	G _{20/15}
Zawartość pyłów ;kategoria nie wyższa niż:	f ₁	
Kształt kruszywa ;kategoria nie wyższa niż:	SI ₂₀ (F ₂₀)	SI ₁₅ (F ₁₅)
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym; kategoria nie niższa niż:	C _{100/0} polodowcowe - C _{95/1}	C _{100/0}
Odporność kruszywa na rozdrabnianie; kategoria co najmniej	LA ₂₅	LA ₂₀
Odporność na polerowanie; kategoria wyższa niż:	-	PSV ₅₃
Potencjalna reaktywność alkaliczna (ASTM C 1260-14) – wymaganie tylko dla polodowcowych	Zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1%	-
Reaktywność alkaliczna PN-B-06714-34	Zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1%	
Gęstość ziaren	deklarowana przez producenta	
Gęstość nasypowa	deklarowana przez producenta	
Nasiąkliwość; kategoria nie wyższa niż:	W ₂₄ deklarowana	
Mrozoodporność; Załącznik B w 1% NaCl; kategoria nie wyższa niż:	F _{NaCl} 6	
„Zgorzel słoneczna” dla bazaltu	SB _{LA}	
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny	deklarowana przez producenta	
Grube zanieczyszczenia lekkie ; kategoria nie wyższa niż:	m _{LPC} 0,1	
Potencjalna reaktywność alkaliczna (PN-B-06714-46)	Stopień reaktywności alkalicznej 0	
Zawartość siarki całkowitej: wartość nie wyższa niż	1	

**Przy budowie dróg
publicznych powinna
obowiązywać
wobec kruszyw
zasada
wystarczających wymagań**

BAZA DO PRODUKCJI KRUSZYW DROGOWYCH

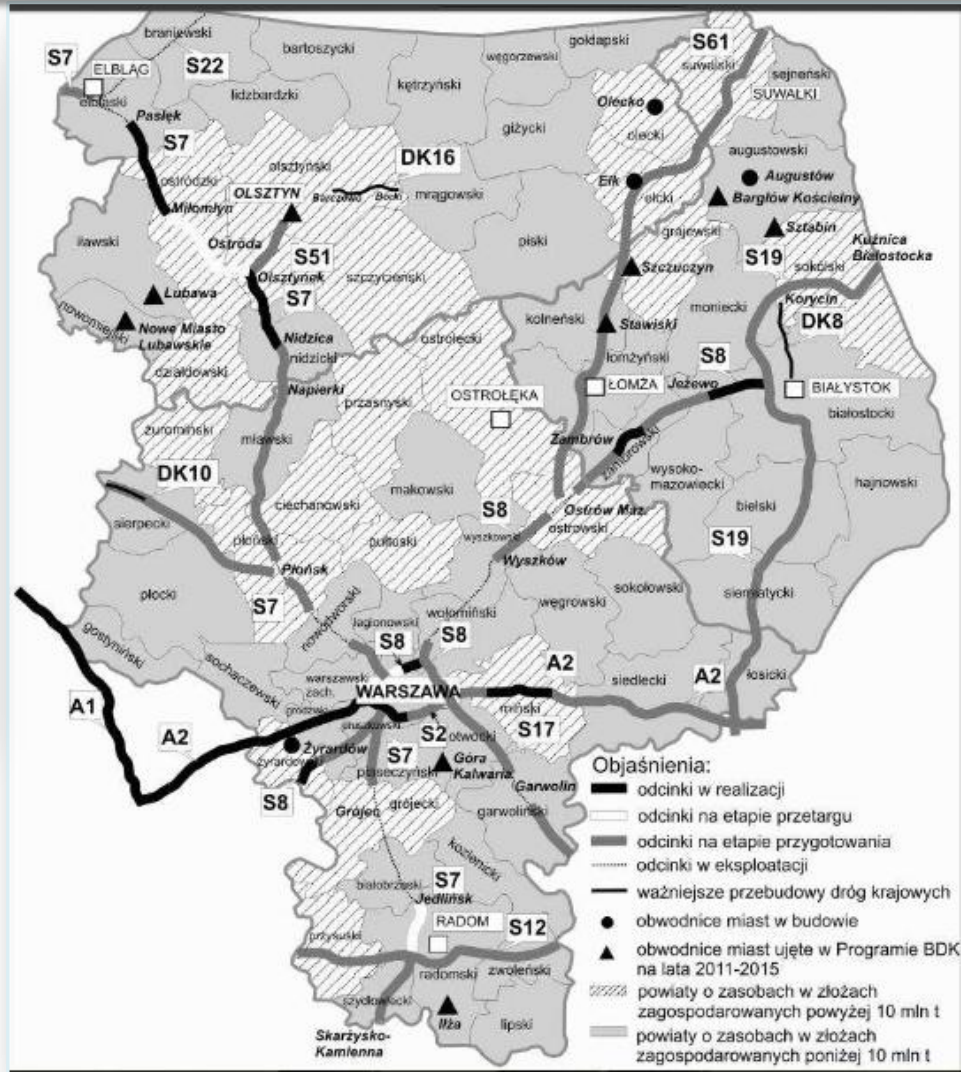
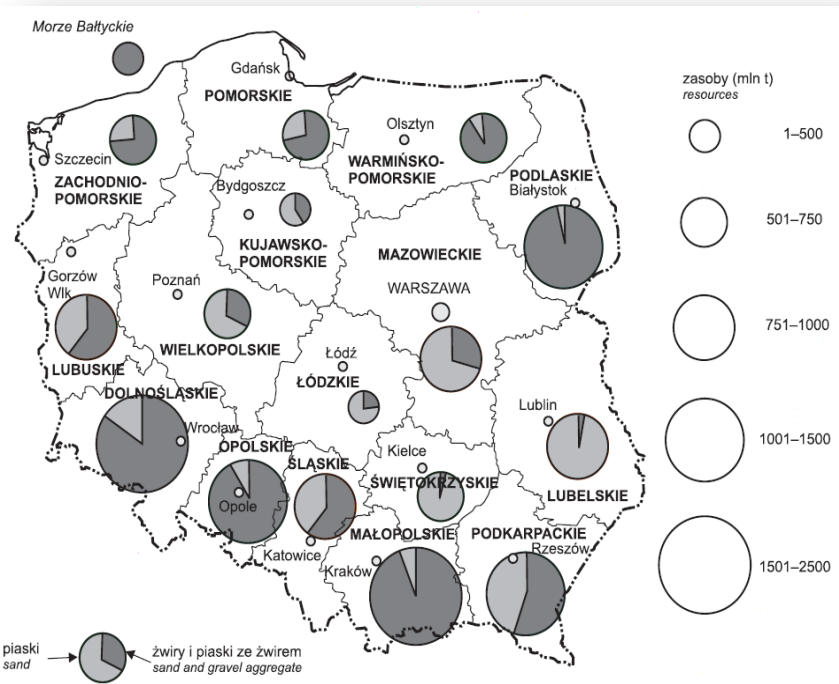
Rozmieszczenie zasobów bilansowych złóż surowców skalnych do produkcji kruszyw łamanych i kamienia budowlanego



BAZA DO PRODUKCJI KRUSZYW DROGOWYCH

Zasoby do produkcji kruszyw ze złóż
południowych (Kozioł, Kawalec)

Powiaty o największym wydobyciu piasków i żwirów
w 2011 roku oraz na tle budowy dróg
w północno-wschodniej Polsce (stan na 31.08.2012r)
(GUZIK, SZLUGAJ, 2012)



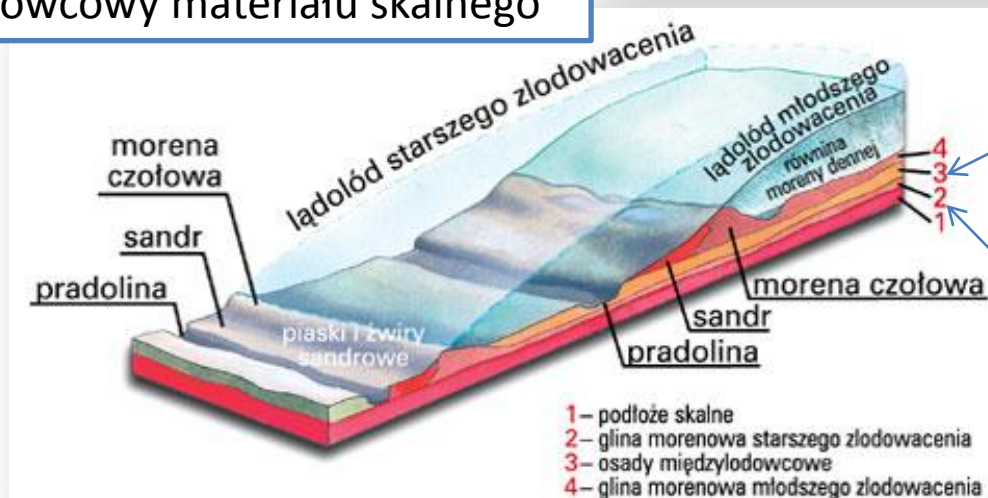
KRUSZYWA ZE ZŁÓŻ POŁODOWCOWYCH

Geneza powstania złóż polodowcowych

Około 1,87 milionów lat temu ...



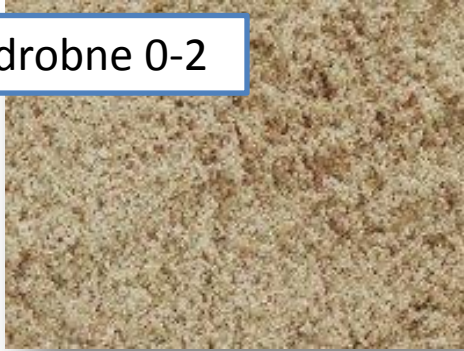
Transport lodowcowy materiału skalnego



KRUSZYWA ZE ŹŹÓŻ POŁODOWCOWYCH

Rodzaje kruszyw drogowych ze źŹóŻ polodowcowych

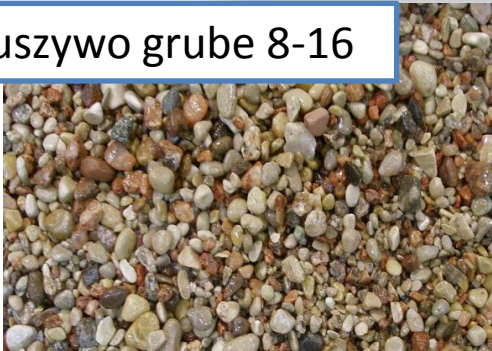
Kruszywo drobne 0-2



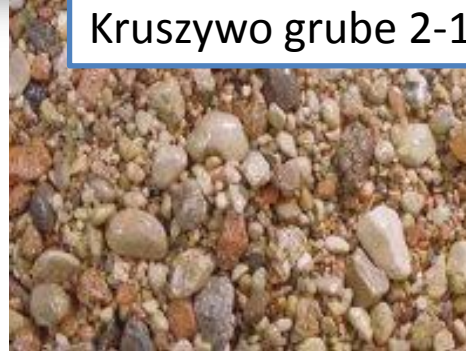
Kruszywo łamane drobne 0-2



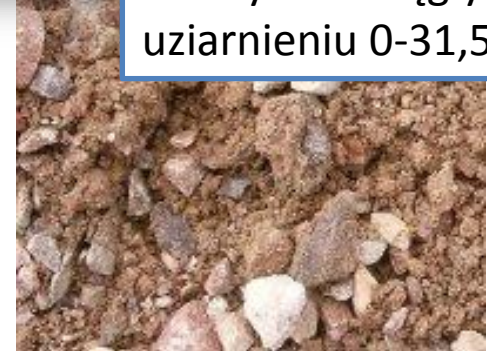
Kruszywo grube 8-16



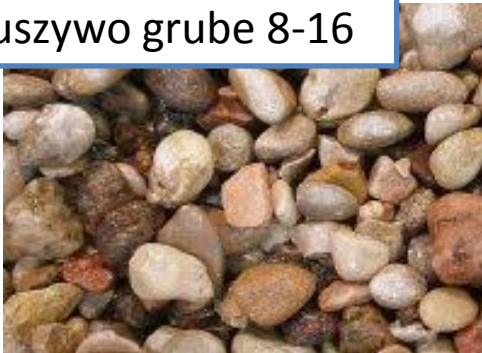
Kruszywo grube 2-16



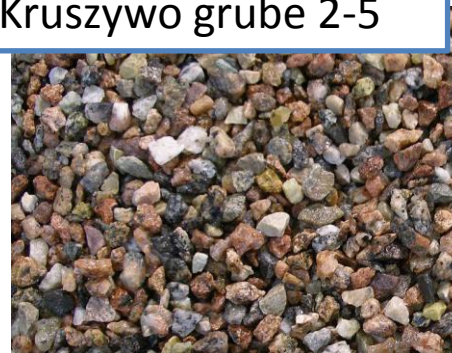
Kruszywo o ciągłym uziarnieniu 0-31,5



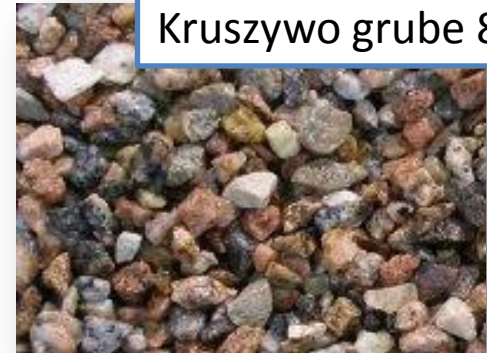
Kruszywo grube 8-16



Kruszywo grube 2-5



Kruszywo grube 8-11



KRUSZYWA DROGOWE ZE ŹŁÓŻ POŁODOWCOWYCH

Skład litologiczny kruszyw ze źróź polodowcowych

Skąły magmowe i metamorficzne:

- Granity i gnejsy z jasnymi skaleniami;
- Granity i gnejsy oraz porfiry z różowymi i czerwonymi skaleniami;
- Granity i gnejsy z szarymi skaleniami;
- Granodioryty i dioryty (ciemne);
- Sjenity, anortozyty;
- Mikrodiobazy, mikrogabra;
- Melafiry;
- Bazaltoidy;
- Krzemienie;

Skąły osadowe:

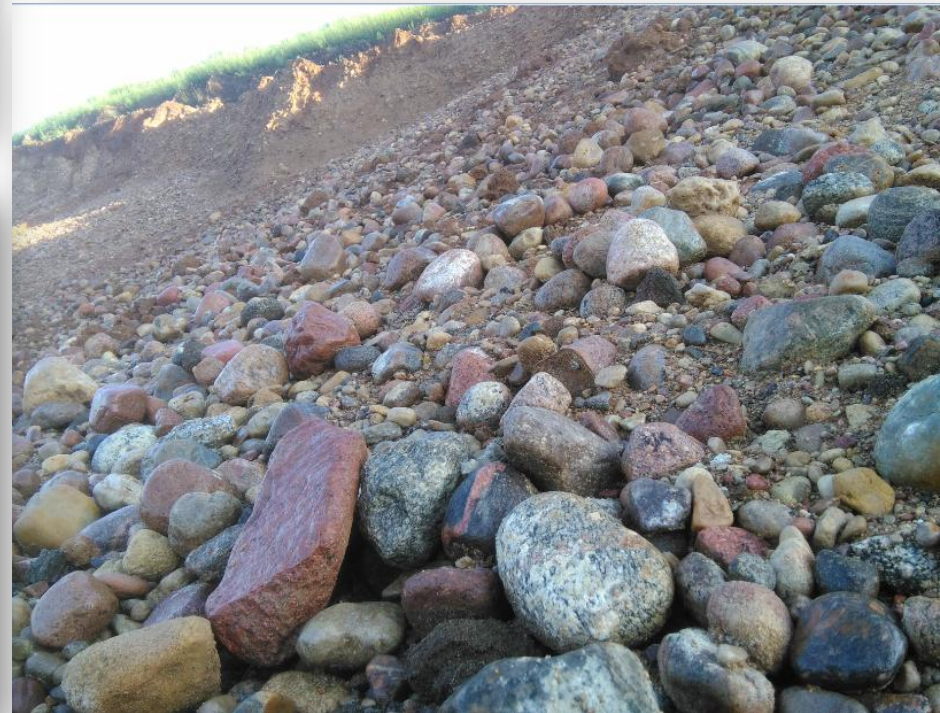
- piaskowce i kwarcyty;
- wapień;
- dolomity;



Zawartość poszczególnych typów skał jest różnicowana w zależności od złoźa

KRUSZYWA ZE ŻŁÓŻ POŁODOWCOWYCH

Produkcja kruszyw ze źródeł polodowcowych o bardzo dobrych właściwościach fizycznych – czyli **KNOW HOW**



KRUSZYWA ZE ŻŁÓŻ POŁODOWCOWYCH

Produkcja kruszyw ze złóż polodowcowych o bardzo dobrych właściwościach fizycznych – **czyli KNOW HOW**



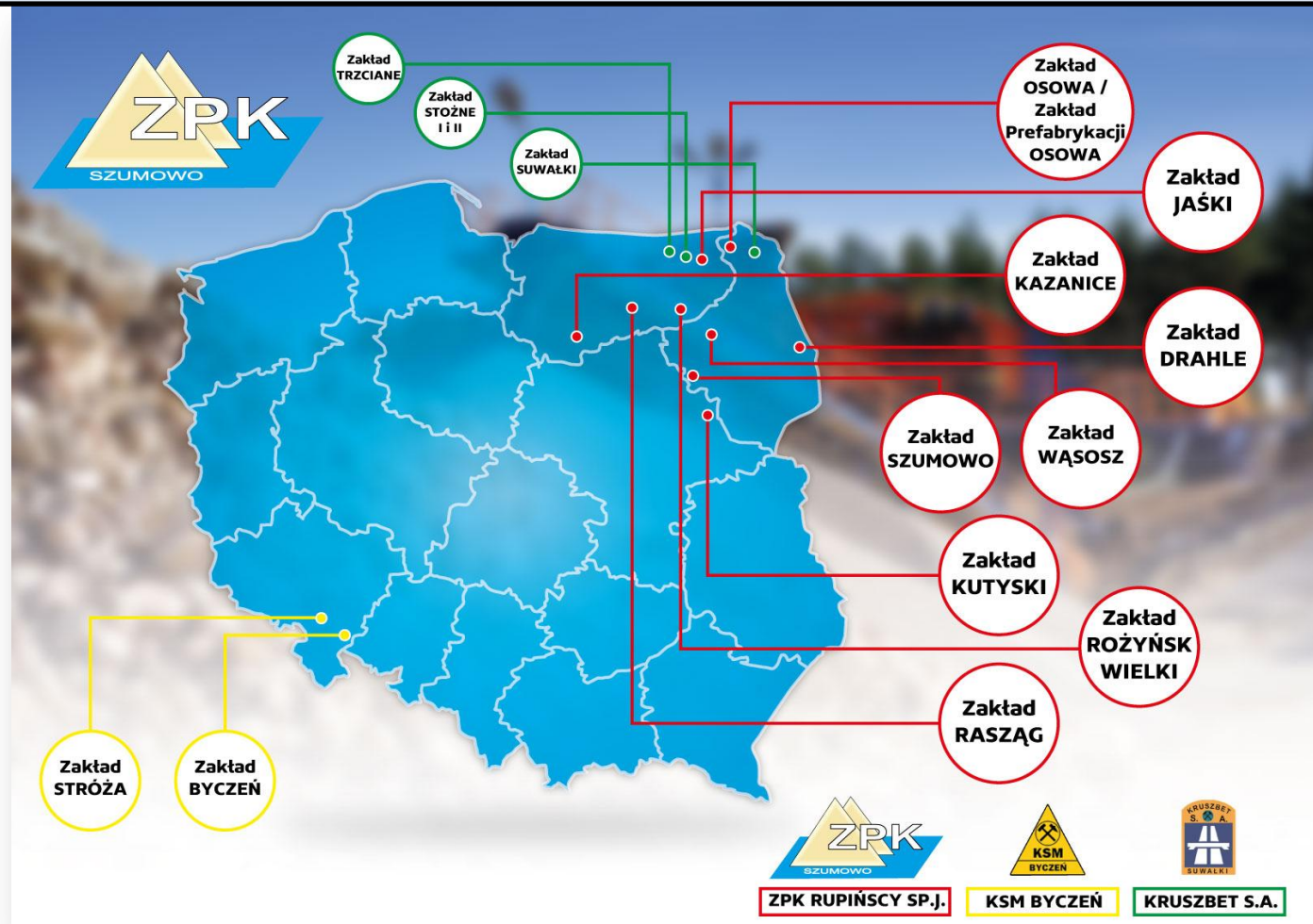
KRUSZYWA ZE ŻŁÓŻ POŁODOWCOWYCH

Produkcja kruszyw ze żłóż polodowcowych o bardzo dobrych właściwościach fizycznych – czyli **KNOW HOW**



KRUSZYWA ZE ŹRÓD POŁODOWCOWYCH

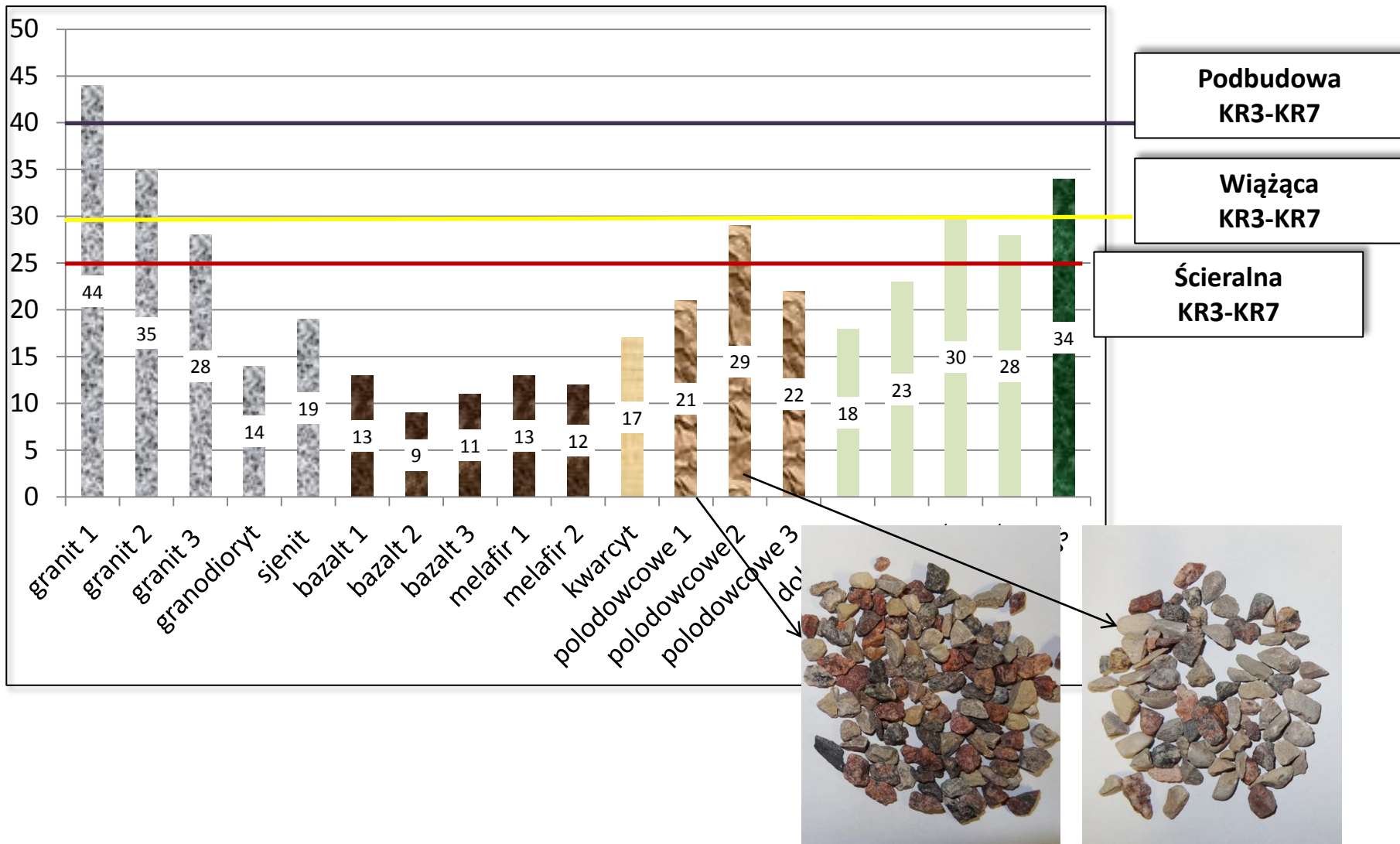
Produkcja kruszyw ze źródeł polodowcowych o bardzo dobrych właściwościach fizycznych



Doświadczenie + wiedza = sukces rynkowy

WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

Odporność na rozdrabnianie LA PN-EN 1097-2:2010 „Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczenia odporności na rozdrabnianie.”

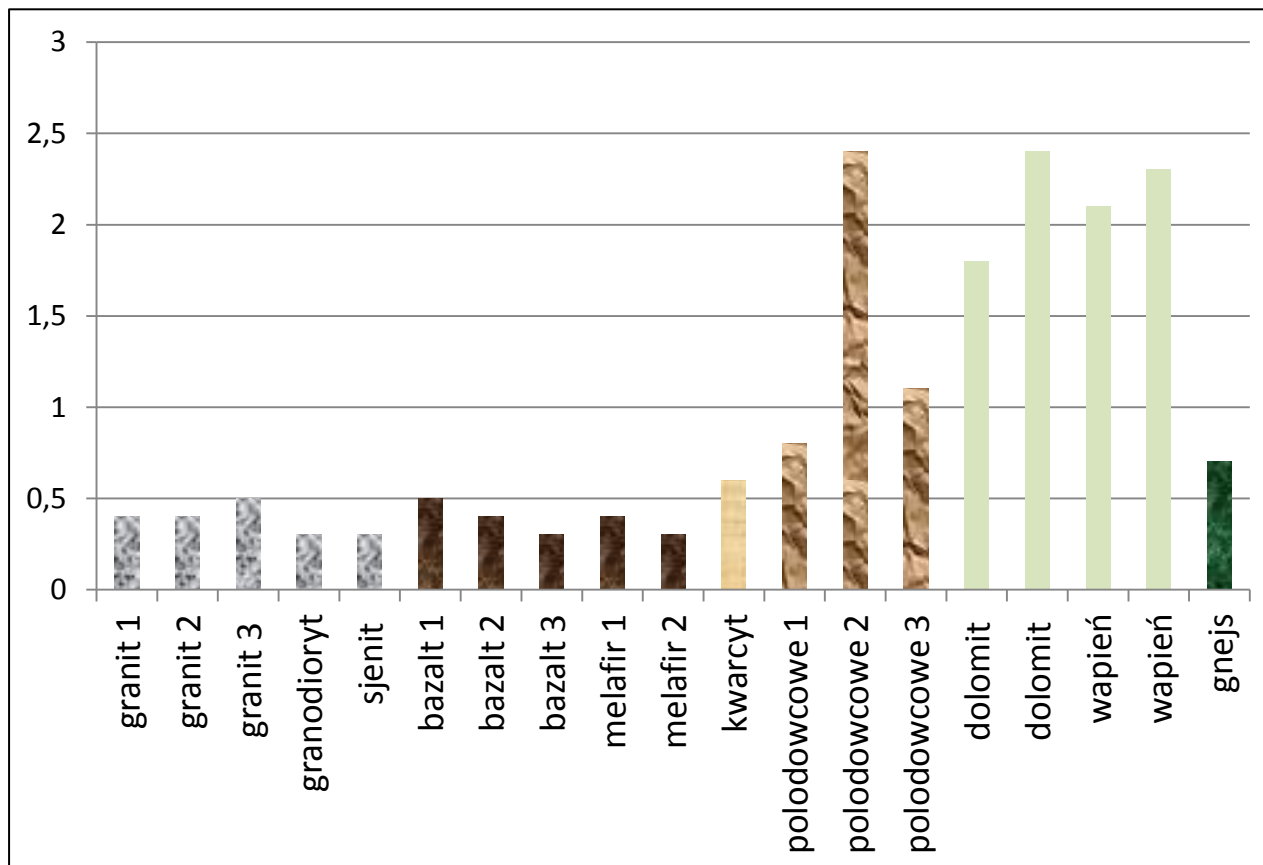


WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

Nasiąkliwość

PN-EN 1097-6:2002, załącznik B: „Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczenie gęstości ziarn i nasiąkliwości.”.

W_{24} deklarowana

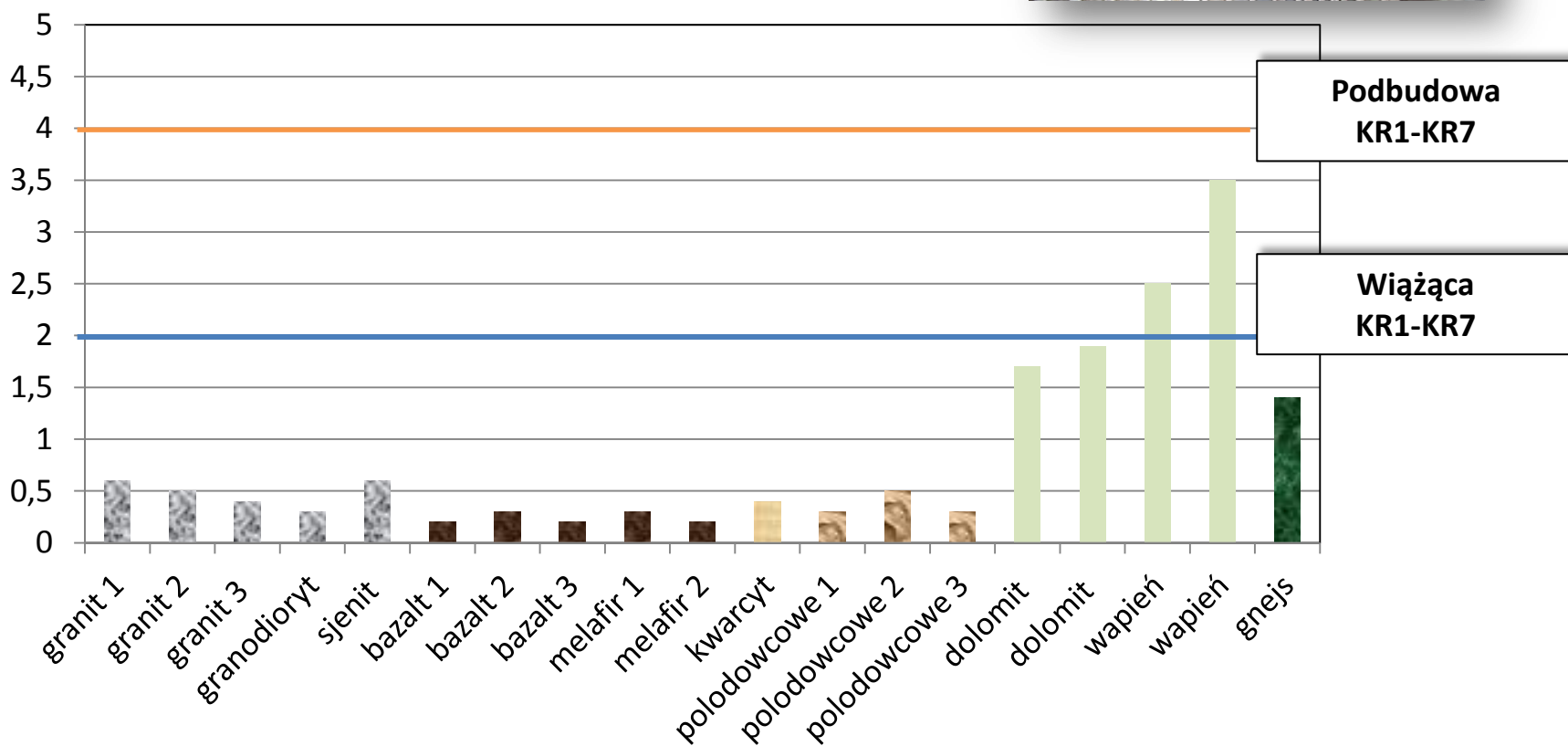


WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

Mrozoodporność

PN-EN 1367-1:2007

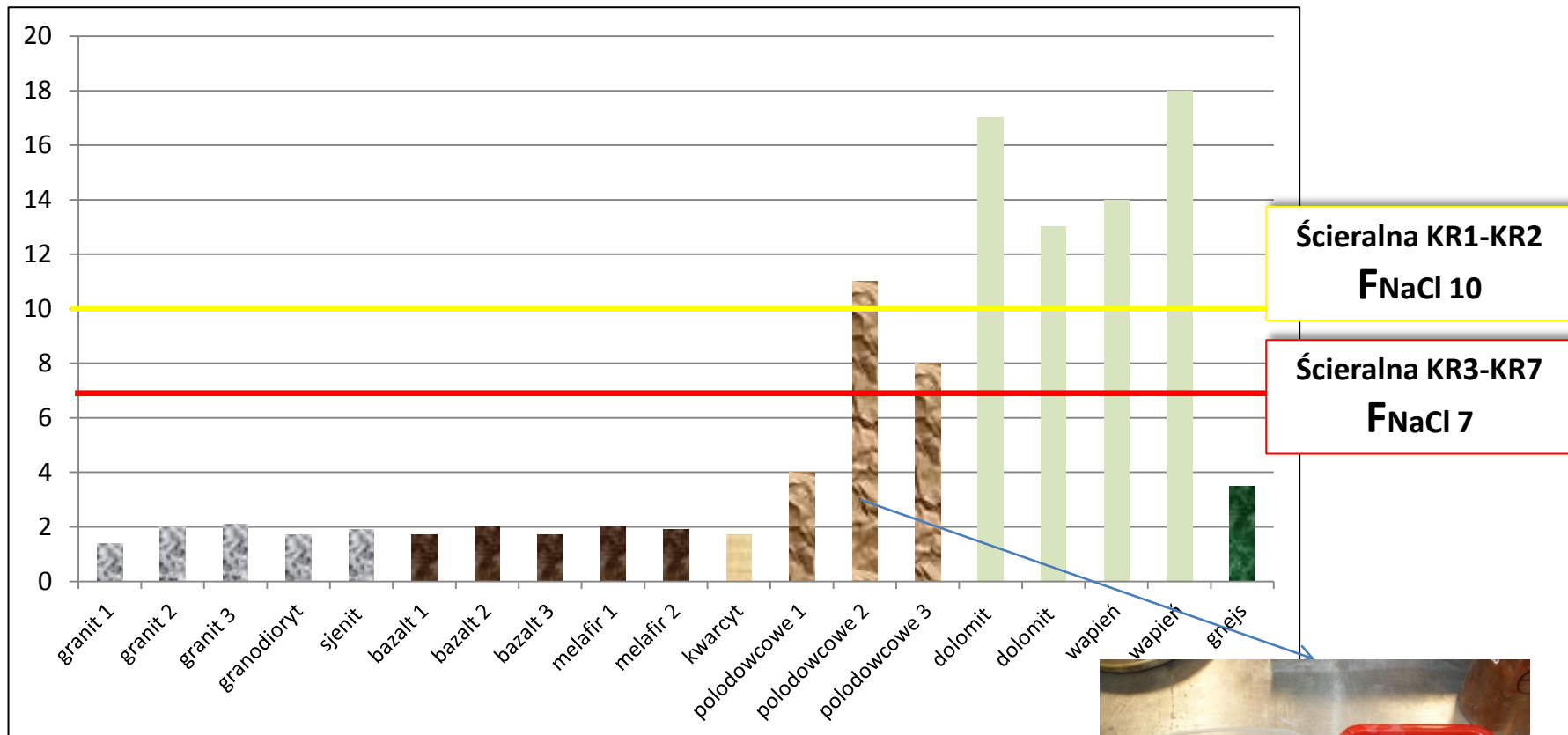
Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych -- Część 1: Oznaczanie mrozoodporności



WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

Mrozoodporność w obecności soli

PN-EN 1367-6:2008 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych --
Część 6: Mrozoodporność w obecności soli



Ścieralna KR1-KR2
FNaCl 10

Ścieralna KR3-KR7
FNaCl 7



WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

Odporność na polerowanie PN-EN 1097-8:2009



Urządzenie do przyspieszonego polerowania próbek kruszyw drogowych



Wahadło angielskie do pomiaru tarcia wypolerowanych próbek

$$\underline{PSV = S + 52,5 - C}$$

gdzie:

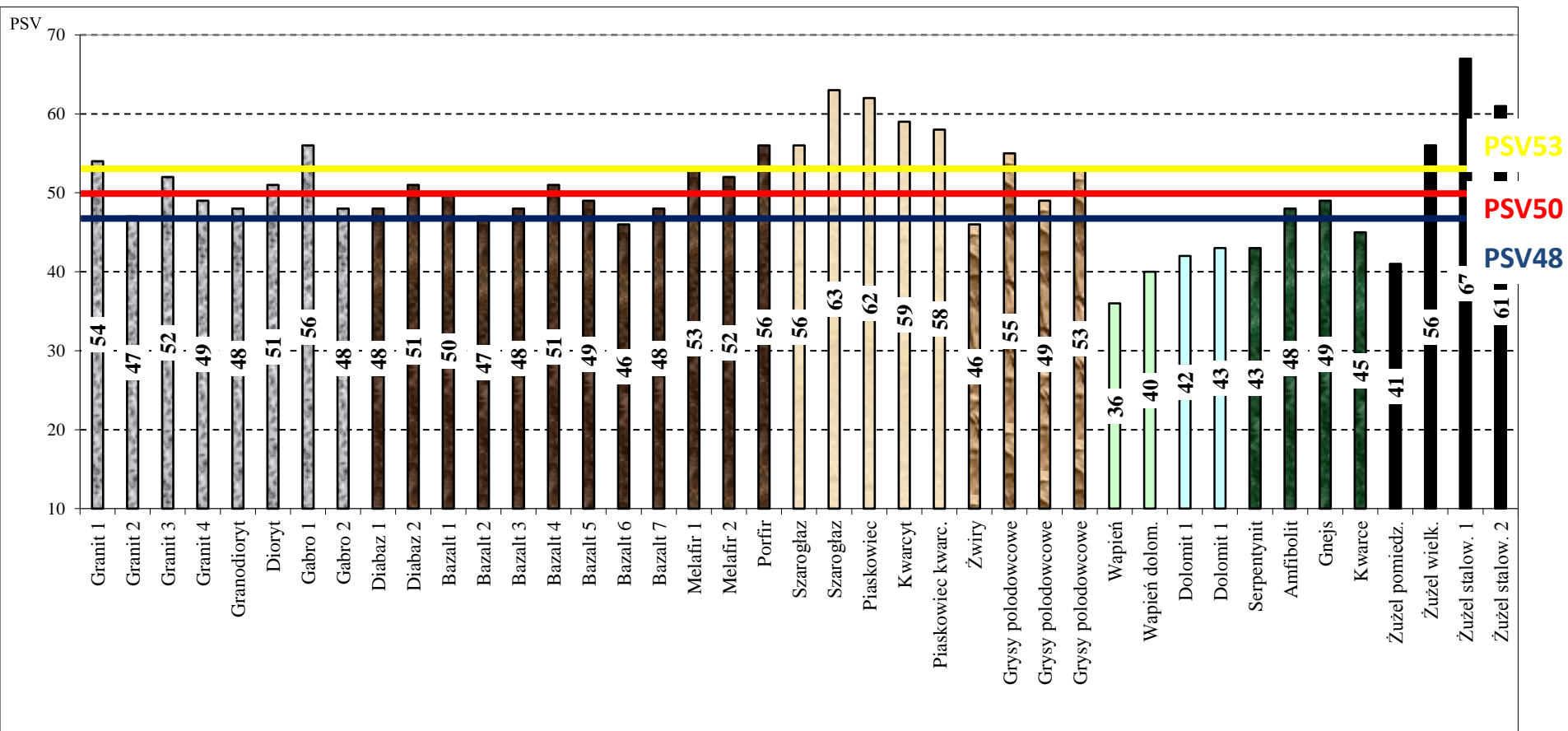
S – średnia z pomiarów szorstkości wahadłem angielskim na czterech próbkach danego rodzaju kruszywa

C – średnia z pomiarów szorstkości wahadłem angielskim na czterech próbkach z kruszywa wzorcowego

WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

Odporność na polerowanie

PN-EN 1097-8:2009 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw . Część 8: Oznaczenie polerowalności kamienia



WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH

PSV kruszywa grubego a właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych



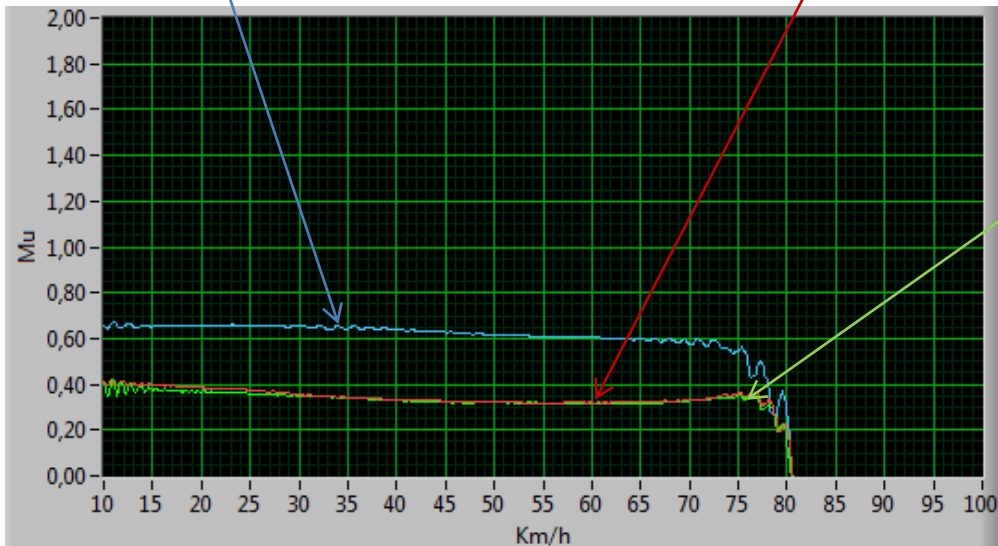
Kruszywo polodowcowe



Kruszywo bazaltowe i dolomitowe



Kruszywo bazaltowe

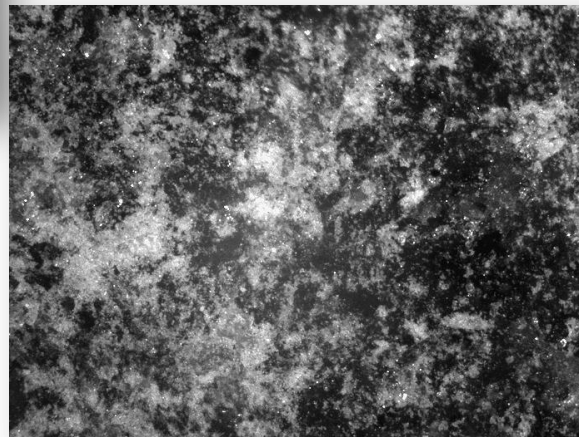
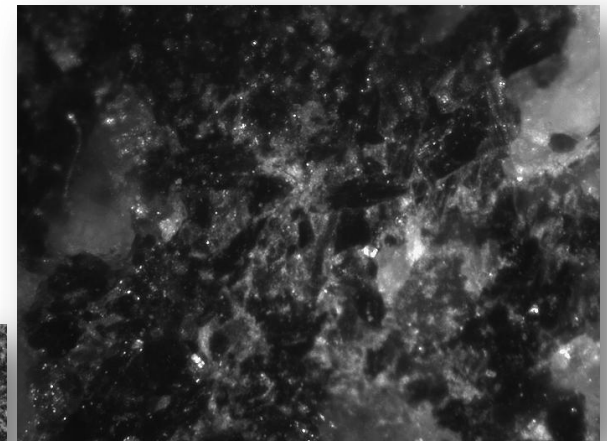
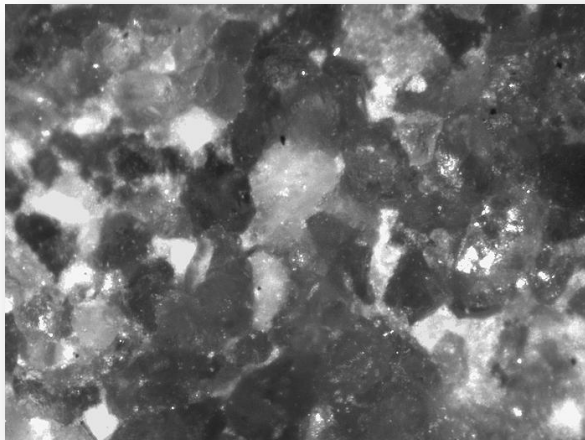
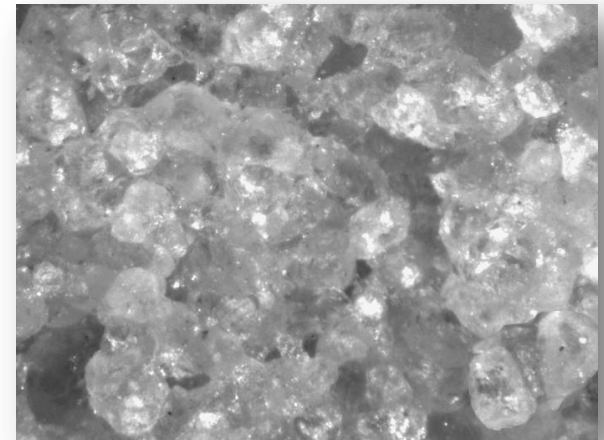
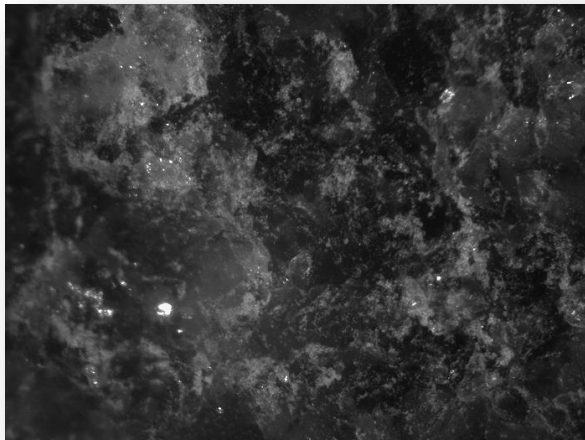


Porównanie właściwości przeciwpoślizgowych

Pomiar urządzeniem DFTester



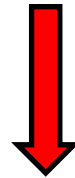
WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH



WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH



Kruszywo ze złoża polodowcowego – słaba mrozoodporność w soli, ale PSV = 52
Kruszywo granodiorytowe – dobra mrozoodporność w soli, ale PSV = 48



Mieszanka mineralna :

Kruszywo z złoża polodowcowego i kruszywa granodiorytowego
– dobra mrozoodporność w soli i PSV powyżej 50

***Nie ma złych kruszyw
do nawierzchni drogowych, są
tylko nieumiejętne ich
zastosowania***

Przy budowie dróg publiczny powinna obowiązywać wobec kruszyw zasada wystarczających wymagań

W rejonie północno-wschodniej Polski znajdują się jedne z największych kopalni piaskowo-żwirowych, z których są produkowane kruszywa bardzo dobrej jakości do budowy dróg

Mając na uwadze wyniki badań właściwości geometrycznych i fizycznych, kruszywa ze złóż polodowcowych mogą być stosowane do warstw konstrukcji nawierzchni drogowych

Obwodnica Augustowa



Dziękuję za uwagę

Obwodnica Wasilkowa



S8 Białystok - Jeżewo



dk8 Białystok - Katrynka