

*kruszywa mineralne, podział, badania,
wymagania, ocena jakości*

Stefan GÓRALCZYK*
Danuta KUKIELSKA

JAKOŚĆ KRUSZYW

Przedstawiono ogólne informacje o przemyśle kruszyw w Polsce i o bazie zasobowej. Dokonano porównawczej analizy jakości. Analizie poddano 100 asortymentów kruszyw, wyprodukowanych przez 95 producentów. Kruszywa badano w IMBiGS w latach 2006–2010. Do analizy przyjęto wyniki uzyskane dla frakcji 8/16. Badane kruszywa reprezentowały wszystkie typowe rodzaje kruszyw produkowanych w Polsce. W analizie uwzględniono podstawowe właściwości technologiczne kruszyw, takie jak odporność na rozdrabnianie, odporność na ścieranie, odporność na polerowanie, odporność na ścieranie, odporność na szok termiczny, nasiąkliwość i mrozoodporność. Uzyskane wartości zostały odniesione do wymagań norm PN-EN 12620 i PN-EN 13043. Odniesiono jakość kruszyw do oczekiwań wynikających z potrzeb planowanych inwestycji. Przedstawiono możliwość rozszerzenia bazy surowcowej poza tradycyjnie stosowane materiały.

1. WPŁYW WŁAŚCIWOŚCI KRUSZYWA NA JAKOŚĆ WYROBU

Niektóre właściwości kruszyw, w zasadzie niezależne od sposobu przeróbki w istotny sposób wpływają na cechy wyrobu, w którym je zastosowano. Podatność kruszywa na uszkodzenia z powodu zamrażania i rozmrażania ma bezpośredni wpływ na jakość wyrobu, w którym to kruszywo zostało zużyte i zależy między innymi od rozkładu i wielkości porów wewnątrz ziaren kruszyw, co z kolei wpływa na nasiąkliwość kruszywa. Zgodnie z wymaganiami norm europejskich jako wskaźnik mrozoodporności można przyjąć nasiąkliwość ziaren kruszywa 31,5–63 mm lub kawałków kruszywa takich jak na podsypkę kolejową (PN-EN 1097-6 rozdział 7 lub załącznik B). Uznaje się, że nasiąkliwość oznaczona wg PN-EN 1097-6 rozdział 7, która nie przekracza 1 lub 2%, lub oznaczona wg PN-EN 1097-6 załącznik B nie przekracza 0,5% gwarantuje mrozoodporność kruszywa. Podobnie o możliwości zastosowania kruszywa do betonu o wysokiej wytrzymałości decyduje jego odporność na rozdrabnianie, czyli współczynnik LA badany w bębnie Los Angeles (PN-EN 1097-2). Z kolei na jakość mieszanek bitumicznych wpływ ma odporność kruszywa na ogrzewanie

* Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie,
s.goralczyk@imbigs.org.pl – d.kukielska@imbigs.org.pl

i suszenie, jakie ma miejsce przy produkcji gorących mieszanek. Właściwość tę określa się w badaniu odporności na szok termiczny (PN-EN 1367-5). Parametry takie jak odporność na ścieranie (PN-EN 1097-1), odporność na polerowanie i ścieranie powierzchniowe (PN-EN 1097-8) decydują o możliwości zastosowania kruszywa do nawierzchni. W niniejszym materiale dokonano próby oszacowania jakości kruszyw wg wymagań europejskich, kruszyw produkowanych w Polsce. Wymagania te stwarzają znacznie większe możliwości wyboru właściwości kruszyw odpowiadającej odbiorcy dla konkretnego zastosowania. Dla najwyższych kategorii kruszyw określone są wymagania zdecydowanie ostrzejsze niż to miało miejsce w normach PN dla najwyższych klas, gatunków czy marek.

2. JAKOŚĆ KRUSZYW Z WYBRANYCH KRAJOWYCH ŹŁÓŻ

W analizie wykorzystano wyniki badań kruszyw z krajowych źródeł wykonywane w Laboratorium Badania Maszyn Roboczych i Górniczych Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w latach 2005–2010 [1]. Analizę wykonano dla 100 asortymentów kruszywa wyprodukowanego w 95 zakładach. Porównano wyniki badań poniżej wymienionych rodzajów kruszywa: gabra (2), melafir (4), bazalt (12), amfibolit (2), żużel (3), dolomit (9), sjenit (1), węglan (7), wapień (3), gnejs (1), granit, granitognejs (5), kwarcyt (2), szarogłaz (1), żwir (13 z przewagą ziaren magmowych i metamorficznych), żwir kruszony (15, ziarna kruszone >50%), żwir (10 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych, żwir (10 z przewagą ziaren węglanowych). Analizowano wyniki badań kruszyw dla frakcji 8-16 mm.

Porównywano właściwości fizyko-mechaniczne, które określają jakość kruszywa i decydują o możliwości użycia w określonych zastosowaniach, a więc takie, które w istotny sposób mogą wpłynąć na jakość wyrobu, w którym zostały zastosowane. Do właściwościami takimi są: odporność na rozdrabnianie, współczynnik LA wg PN-EN 1097-2, odporność na ścieranie współczynnik M_{DE} , wg PN-EN 1097-1, odporność na polerowanie PSV wg PN-EN 1097-8, odporność na ścieranie powierzchniowe AAV wg PN-EN 1097-8, odporność na szok termiczny wg PN-EN 1367-5, nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6, mrozoodporność F wg PN-EN 1367-1.

W pierwszej kolumnie każdej tabel 1–7 podano liczbę badanych próbek w danej grupie kruszyw, natomiast w ostatniej kolumnie tabel podano liczbę próbek, które spełniają wymagania dla danej kategorii.

ODPORNOŚĆ NA ROZDRABNIANIE

Kruszywa z melafiru, gabra, szarogłazu i bazaltu osiągają najwyższą kategorię odporności na rozdrabnianie. W przypadku kruszyw z amfibolitu, żużli i dolomitu odporność na rozdrabnianie zmienia się od LA15 do LA25. Najwyższą kategorię tego

parametru osiąga 23% badanych kruszyw, a uwzględniając 2 najwyższe kategorie, wskaźnik wzrasta do 38%. Zróżnicowanie w tym zakresie wykazują kruszywa węglanowe, żwirowe i granitowe. Najniższe kategorie LA₂₅ i niższe osiągają kruszywa z wapieni, gnejsu, granitu, kwarcytu, żwiru węglanowego. Wśród granitów znalazły się też 2 próbki, które nie osiągnęły żadnej kategorii i właściwość tę deklarowano.

Tabela 1

Odporność kruszywa na rozdrabnianie

Kruszywo	Odporność na rozdrabnianie, LA PN-EN 1097-2:2000	
	wynik badania	kategoria według norm PN-EN 12620 PN-EN 13043
gabro – 2	13–15	LA ₁₅
melafir – 3	7–11	LA ₁₅
bazalt – 12	6–13	LA ₁₅
szarogłaz – 1	16	LA ₁₅
amfibolit – 2	12–19	LA ₁₅ – 1 LA ₂₀ – 1
żużel – 3	15–23	LA ₁₅ – 1 LA ₂₀ – 1 LA ₂₅ – 1
dolomit – 8	11–25	LA ₁₅ – 2 LA ₂₀ – 3 LA ₂₅ – 3
sjenit – 1	19	LA ₂₀
żwir – 13 z przewagą ziaren magmowych i metamorficznych	18–25	LA ₂₀ – 6 LA ₂₅ – 5 LA ₃₀ – 2
żwir kruszony – 15 ziarna kruszone >50%	16–30	LA ₂₀ – 2 LA ₂₅ – 7 LA ₃₀ – 6
węglan – 6	18–32	LA ₂₀ – 1 LA ₂₅ – 2 LA ₃₀ – 2 LA ₃₅ – 1
żwir – 10 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych	16–34	LA ₂₀ – 1 LA ₂₅ – 3 LA ₃₀ – 4 LA ₃₅ – 2
wapień – 3	24–30	LA ₂₅ – 2 LA ₃₀ – 1
gnejs – 1	34	LA ₃₅
granit, granitognejs – 5	21–43	LA ₂₅ – 1 LA ₃₀ – 1 LA ₃₅ – 1 dekl – 2
kwarcyt – 2	21–32	LA ₂₅ – 1 LA ₃₅ – 1
żwir – 10 z przewagą ziaren węglanowych	21–31	LA ₂₅ – 8 LA ₃₀ – 1 LA ₃₅ – 1

ODPORNOŚĆ NA ŚCIERANIE

Najwyższą odpornością na ścieranie M_{DE}10 charakteryzują się kruszywa ze sjenitu, melafiru, żużla, gabra oraz przeważająca liczba kwarcowych kruszy żwirowych, kruszyw granitowych i bazaltowych. Najwyższą kategorię osiąga 27% badanych kruszyw, 2 najwyższe kategorie M_{DE}10 i M_{DE}20 osiągane są przez 56% badanych kruszyw. Duże zróżnicowanie występuje w pozostałych kruszywach żwirowych. Słabą odporność na ścieranie uzyskały żwiry węglanowe i kruszywa wapienne, w których odnotowano 1 przypadek kruszywa poza kategoriami, dla którego ten parametr należało deklarować.

Odporność kruszywa na ścieranie

Kruszywo	Odporność na ścieranie, M_{DE} PN-EN 1097-1	
	wynik badania	kategoria wg norm PN-EN 12620 PN-EN 13043
sjenit – 1	10	$M_{DE}10$
melafir – 4	6–14	$M_{DE}10 - 3$ $M_{DE}15 - 1$
żużel – 3	3–11	$M_{DE}10 - 2$ $M_{DE}15 - 1$
gabro – 2	10–14	$M_{DE}10 - 1$ $M_{DE}15 - 1$
żwir – 10 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych	6–23	$M_{DE}10 - 6$ $M_{DE}15 - 3$ $M_{DE}25 - 1$
granit, granitognejs – 5	7–16	$M_{DE}10 - 2$ $M_{DE}15 - 2$ $M_{DE}20 - 1$
bazalt – 12	7–18	$M_{DE}10 - 4$ $M_{DE}15 - 4$ $M_{DE}20 - 4$
dolomit – 9	7–18	$M_{DE}10 - 3$ $M_{DE}15 - 2$ $M_{DE}20 - 4$
amfibolit – 2	9–16	$M_{DE}10 - 1$ $M_{DE}20 - 1$
kwarcyt – 2	10–17	$M_{DE}10 - 1$ $M_{DE}20 - 1$
żwir – 13 z przewagą ziaren magnowych i metamorficznych	3–21	$M_{DE}10 - 2$ $M_{DE}15 - 5$ $M_{DE}20 - 5$ $M_{DE}25 - 1$
żwir kruszony – 14 ziarna kruszone >50%	9–26	$M_{DE}10 - 1$ $M_{DE}15 - 4$ $M_{DE}20 - 5$ $M_{DE}25 - 2$ $M_{DE}30 - 2$
węglan – 7	13–29	$M_{DE}15 - 2$ $M_{DE}20 - 1$ $M_{DE}25 - 1$ $M_{DE}30 - 2$ $M_{DE}35 - 1$
żwir – 10 z przewagą ziaren węglanowych	20–40	$M_{DE}15 - 3$ $M_{DE}20 - 4$ $M_{DE}25 - 2$ $M_{DE}40 - 1$
wapień – 3	18–38	$M_{DE}20 - 1$ $M_{DE}30 - 1$ dekl – 1
gnejs – 1	25	$M_{DE}25$
szarogłaz – 1	23	$M_{DE}25$

ODPORNOŚĆ NA POLEROWANIE

W badaniach wykonanych w IMBiGS najlepsze wartości polerowalności mieściły się w kategorii PSV56, trzeciej w kolejności w normach. Taką polerowalność osiągnęły kruszywa z gnejsu, szarogłazu oraz niektóre kwarcytowe, amfibolitowe, węglanowe, żużlowe i żwirowe kruszone. Duża zmienność występuje w pozostałych kruszywach żwirowych, a także w kruszywach węglanowych. W zakresie tego parametru wystąpiło najwięcej kruszyw poza kategoriami przewidzianymi w normach. Najwyższą osiągniętą w badaniach kategorię PSV56 (3 kategoria w normach) uzyskało 9% badanych kruszyw, zaś 14% nie uzyskało żadnej kategorii. Najniższą kategorię przewidzianą w normie PSV44 – osiągnęło 41% badanych kruszyw.

Tabela 3

Odporność kruszywa na polerowanie PSV

Kruszywo	Odporność na polerowanie, <i>PSV</i> PN-EN 1097-8	
	wynik badania	kategoria wg norm PN-EN 12620 PN-EN 13043
gnejs – 1	59	PSV ₅₆
szarogłaz – 1	58	PSV ₅₆
żwir – 10 z przewagą ziaren węglanowych	45–61	PSV ₅₆ – 1 PSV ₅₀ – 5 PSV ₄₄ – 4
kwarcyt – 2	51–56	PSV ₅₆ – 1 PSV ₄₄ – 1
amfibolit – 2	49–54	PSV ₅₀ – 1 PSV ₄₄ – 1
żwir kruszony – 15 ziarna kruszone >50%	39–55	PSV ₅₆ – 2 PSV ₅₀ – 8 PSV ₄₄ – 4 dekl – 1
węglan – 6	41–56	PSV ₅₆ – 1 PSV ₄₄ – 5
żużel – 3	42–60	PSV ₅₆ – 1 PSV ₄₄ – 1 dekl – 1
bazalt – 12	44–52	PSV ₅₀ – 5 PSV ₄₄ – 7
gabro – 2	49–53	PSV ₅₀ – 1 PSV ₄₄ – 1
żwir – 7 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych	43–53	PSV ₅₀ – 2 PSV ₄₄ – 4 dekl – 1
żwir – 13 z przewagą ziaren magmaowych i metamorficznych	42–53	PSV ₅₀ – 6 PSV ₄₄ – 4 dekl – 3
melafir – 4	52–55	PSV ₄₄
sjenit – 1	52	PSV ₄₄
dolomit – 6	41–47	PSV ₄₄ – 3 dekl – 3
wapień – 3	42–43	dekl

ODPORNOŚĆ NA ŚCIERANIE POWIERZCHNIOWE

Zdecydowana większość badanych kruszyw osiągnęła najwyższą kategorię ścieralności powierzchniowej. Na 84 próbki kruszywa tylko 4, tj. 5%, odpowiadały kategorii AAV15 (tab. 4).

ODPORNOŚĆ NA SZOK TERMICZNY

Ubytek masy kruszyw poddanych szokowi termicznemu w prawie wszystkich przypadkach nie przekroczył 0,7%. Szok termiczny nie spowodował spadku wytrzymałości w przypadku 7 próbek kruszywa (gabro 2, gnejs 1, kwarcyty 2, żwir magmo-metamorficzny 1, żużel 1). Największą zmienność odnotowano w grupie kruszyw żwirowych (1–6), bazaltowych (1–5), węglanowych (2–9), dolomitach (1–4). Maksymalne spadki wytrzymałości miały miejsce w próbkach kruszywa wapiennego (10) i węglanowego (9). Najlepsze wyniki w zakresie odporności na szok termiczny osiągnęły próbki kruszywa z gabra. W wyniku szoku termicznego ubytek masy dla tych próbek wyniósł 0,0–0,1% oraz nie odnotowano spadku wytrzymałości (tab. 5).

Tabela 4

Kruszywo	Odporność na ścieranie powierzchniowe, <i>AAV</i> PN-EN 1097-8	
	wynik badania	kategoria wg norm PN-EN 12620 PN-EN 13043
amfibolit – 2	5	AAV ₁₀
bazalt – 12	2–4	AAV ₁₀
dolomit – 9	7–10	AAV ₁₀
żużel – 3	2–5	AAV ₁₀
gabro – 2	3	AAV ₁₀
gnejs – 1	5	AAV ₁₀
granit, granitognejs – 5	3	AAV ₁₀
kwarcyt – 2	1–3	AAV ₁₀
melafir – 4	3–4	AAV ₁₀
sjenit – 1	4	AAV ₁₀
szarogłaz – 1	4	AAV ₁₀
żwir – 7 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych	1–3	AAV ₁₀
żwir – 8 z przewagą ziaren magmowych i metamorficznych	2–4	AAV ₁₅
żwir – 10 z przew. ziaren węglanowych	2–6	AAV ₁₀
żwir kruszony – 13 kruszone >50%	2–4	AAV ₁₀ – 12 AAV ₁₅ – 1
węglan – 4	2–15	AAV ₁₀ – 1 AAV ₁₅ – 3

Tabela 5

Kruszywo	Odporność kruszywa na szok termiczny PN-EN 1367-5:2004	
	ubytek masy	spadek wytrzymałości V_{LA}
amfibolit – 2	0,03	1
bazalt – 12	0,02–0,1	1–5
dolomit – 9	0,03–1,8	1–4
wapień – 3	0,3–0,1	1–10
węglan – 7	0,04–0,6	2–9
żużel – 3	0,2–0,7	0–1
gabro – 2	0,0–0,1	0
gnejs – 1	0,3	0
granit, granitognejs – 5	0,02	0–3
kwarcyt – 2	0,2	0
melafir – 4	0,02–0,1	1–3
sjenit – 1	0,03	3
szarogłaz – 1	1,2	2
żwir kruszony – 13 ziarna kruszone >50%	0,1–0,5	1–4
żwir – 8 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych	0,1–0,3	1–6
żwir – 12 z przewagą ziaren magmowych i metamorficznych	0,1–0,3	0–6
żwir – 9 z przew. węglanowych	0,1–0,5	1–4

NASIAKLIWOŚĆ

Najkorzystniejszą nasiakliwością, nie przekraczającą 1%, charakteryzuje się zdecydowana większość kruszyw. Z przebadanych 92 próbek 67% wykazywało ten poziom nasiakliwości. Wahania wartości nasiakliwości wykazują kruszywa z dolomitu, węglanów, żwirów magmowo-metamorficznych i węglanowych. Pojedyncze próbki tych kruszyw przekraczają granicę 1%. Większość kruszyw bazaltowych wykazuje nasiakliwość powyżej 1%. Tylko 2 próbki kruszywa (1 dolomitowe, 1 żwir węglanowy) charakteryzują się nasiakliwością powyżej 2%.

Tabela 6

Nasiakliwość kruszyw

Kruszywo	Nasiakliwość, % PN-EN 1097-6	
	wynik badania %	ocena wg norm PN-EN 12620 PN-EN 13043
amfibolit – 2	0,6	<1
szarogłaz – 1	0,5	<1
sjenit – 1	0,3	<1
żużel – 3	0,4–0,5	<1
gabro – 2	0,3–0,4	<1
granit, granitognejs – 5	0,3–0,7	<1
kwarcyt – 2	0,3–0,7	<1
wapień – 3	0,3–0,4	<1
żwir kruszony – 12 ziarna kruszone >50%	0,4–1,6	<1 – 11 >1 – 1
żwir – 10 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych	0,7–1,4	<1 – 9 >1 – 1
dolomit – 7	0,5–2,4	<1 – 5 >1 – 2
żwir – 13 z przewagą ziaren magmaowych i metamorficznych	0,3–1,4	<1 – 8 >1 – 5
melafir – 3	0,8–1,3	<1 – 2 >1 – 1
żwir – 10 z przewagą ziaren węglanowych	0,5–2,3	<1 – 7 >1 – 3
węglan – 7	0,3–1,8	<1 – 4 >1 – 3
bazalt – 11	0,5–1,7	<1 – 4 >1 – 7

MROZODPORNOŚĆ

Badane próbki kruszywa w zdecydowanej większości – 68% osiągnęły najwyższą kategorię mrozoodporności. Tylko w 6% próbek odnotowano najniższą kategorię, a w 3 przypadkach na 80 kruszywo nie odpowiadało żadnej kategorii i wartość należało deklorować. Dotyczyło to kruszyw węglanowych i żwirów węglanowych.

Mrozoodporność kruszyw

Kruszywo	Nasiąkliwość, % PN-EN 1367-1	
	wynik badania %	ocena wg norm PN-EN 12620 PN-EN 13043
amfibolit – 2	0,8	F ₁
żużel – 3	0,2–0,7	F ₁
gabro – 2	0,2–0,3	F ₁
granit, granitognejs – 3	0,2–0,5	F ₁
kwarcyt – 2	0,5–1	F ₁
sjenit – 1	0,2	F ₁
szarogłaz – 1	0,9	F ₁
żwir – 8 z przewagą ziaren kwarcowych lub piaskowcowych	0,2–1	F ₁
bazalt – 9	0,1–2,5	F ₁ – 6 F ₂ – 3
wapień – 3	0,2–1,1	F ₁ – 2 F ₂ – 1
żwir – 13 z przewagą ziaren magnowych i metamorficznych	0,1–2,0	F ₁ – 7 F ₂ – 6
dolomit – 8	0,4–1,8	F ₁ – 6 F ₂ – 1 F ₄ – 1
żwir kruszony – 8 ziarna kruszone >50%	0,1–1,3	F ₁ – 4 F ₂ – 3 F ₄ – 1
żwir – 10 z przewagą ziaren węglanowych	0,5–4,9	F ₁ – 3 F ₂ – 4 F ₄ – 2 dekl – 1
melafir – 2	0,7–2,8	F ₁ – 1 F ₄ – 1
węglan – 5	0,7–7	F ₁ – 3 dekl – 2
gnejs – 1	1,4	F ₂

3. JAKOŚĆ W ODNIESIENIU DO WYMAGAŃ

Uzyskane wyniki badania kruszyw produkowanych w kraju, oceniono wg wymagań normy europejskiej PN-EN 13043 oraz odniesiono do oraz wymagań stawianych przez odbiorców (Wymagania Techniczne Kruszywa do Mieszanek Mineralno-Asfaltowych i Powierzchniowych Utrważeń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu [2].

Najniższa kategoria wskaźnika odporności na rozdrabnianie jaką odnotowano w badaniach (tab. 8) wynosiła LA₂₅. W zakresie tego parametru wyższe wymaganie dotyczy tylko i wyłącznie kruszywa do warstwy wiążącej i ścieralnej z porowatego asfaltu lanego. Dla pozostałych warstw wszystkie krajowe kruszywa spełniają oczekiwania odbiorcy; 38% badanych kruszyw spełnia wymagania dla najbardziej wymagającego zastosowania.

Tabela 8

Kategorie wartości współczynnika Los Angeles wg WT-1

Rodzaj warstwy	Wymagania w zależności od kategorii ruchu		
	KR1÷KR2	KR3÷KR4	KR5÷KR6
Kruszywa do podbudowy z betonu asfaltowego	LA ₅₀	LA ₄₀	LA ₄₀
	LA ₄₀	LA ₄₀	LA ₄₀
Kruszywa do warstwy wiążącej, wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego	LA ₃₅	LA ₃₀	LA ₃₀
Kruszywa do warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego	LA ₃₀	LA ₃₀	LA ₂₅
Kruszywa do warstwy ścieralnej	LA ₃₀	LA ₃₀	LA ₂₅
Kruszywa do warstwy wiążącej i ścieralnej z asfaltu lanego	LA ₃₀	LA ₃₀	LA ₂₅
Kruszywa do warstwy wiążącej i ścieralnej z porowatego asfaltu		LA ₂₀	

Najwyższą kategorię w zakresie mrozoodporności osiąga 68% badanych kruszyw. Wymagania w tym zakresie tylko dla kruszywa do warstwy wiążącej, wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego niezbędna jest mrozoodporność F₂, dla pozostałych zastosowań wystarczająca jest kategoria F₄ (tab. 9). Takiego warunku nie spełnia 10% badanych kruszyw.

Tabela 9

Kategorie mrozoodporności wg WT-1

Rodzaj warstwy	Wymagania w zależności od kategorii ruchu		
	KR1÷KR2	KR3÷KR4	KR5÷KR6
Kruszywo do podbudowy z betonu asfaltowego	F ₄		
	F ₄		
Kruszywa do warstwy wiążącej, wyrównawczej i wzmacniającej z betonu asfaltowego	F ₂		

Wymagania w zakresie polerowalności kruszywa określone są tylko dla kruszyw dla kategorii dróg KR5 i KR6 oraz KR3 i KR4 dla warstwy ścieralnej z asfaltu lanego. Wymaganie wynosi PSV₅₀ 45% badanych kruszyw.

Kategorie polerowalności wg WT-1

Rodzaj warstwy	Wymagania w zależności od kategorii ruchu		
	KR1÷KR2	KR3÷KR4	KR5÷KR6
kruszywa do warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego	PSV _{deklarowane}	PSV _{deklarowane}	PSV ₅₀
kruszywa do warstwy ścieralnej z mieszanki SMA i BBTM	PSV _{deklarowane}	PSV _{deklarowane}	PSV ₅₀
kruszywa do warstwy do warstwy wiążącej i ścieralnej z asfaltu lanego	PSV _{deklarowane}	PSV ₅₀	PSV ₅₀
kruszywa do warstwy do warstwy wiążącej i ścieralnej z porowatego asfaltu		PSV _{deklarowane}	
kruszywa do powierzchniowych utrwaleń	PSV ₄₄	PSV ₅₀	

4. PODSUMOWANIE

W ciągu ostatnich lat w IMBIGS przebadano znaczącą ilość produkowanych w Polsce kruszyw. Badania przeprowadzono dla kruszywa produkowanego w 95 zakładach na 100 próbkach kruszywa. Na podstawie tych badań można stwierdzić, że w kraju produkowane są w przeważającej ilości kruszywa wysokiej jakości. Zarówno parametry dotyczące odporności na różne czynniki, jak i nasiąkliwość i mrozoodporność odpowiadają najwyższej kategorii dla tych parametrów. Jedynie odporność na polerowanie plasuje się zwykle w niższych kategoriach. Bardzo korzystne wartości wszystkich omawianych właściwości osiągnęły kruszywa z gabra, amfibolitowe, żuźlowe, a także granitowe, kwarcytowe, sjenitowe i z szarogłazu. Dużą różnorodność wykazują kruszywa żwirowe. Wśród nich można także znaleźć kruszywa wysokiej jakości, zwłaszcza w żwirach kruszonych albo kwarcytowo-piaskowcowych.

Dobrą jakość kruszyw potwierdzić można odnosząc uzyskane wyniki do stawianych wymagań. Wymagania dla kruszyw zawarte w Wymaganiach Technicznych WT-1 [2] w zależności od kategorii ruchu dla każdego zastosowania kruszywa, zarówno do betonu asfaltowego, warstwy ścieralnej lub warstwy wiążącej stawiają niższe wymagania niż osiągnane przez badane kruszywa.

5. WNIOSKI

- Kruszywa produkowane w Polsce wykazują zmienną jakość, co stwarza możliwość racjonalnego wyboru warunkującego niezbędny poziom jakości kruszywa w zależności od konkretnego zastosowania.
- W oparciu o istniejącą bazę surowcową istnieje możliwość produkowania kruszyw o wysokiej jakości, niezbędnych do najbardziej wymagających zastosowań.

- Porównanie jakości różnych kruszyw pozwala na odrzucenie funkcjonujących stereotypów powodujących niechęć stosowania niektórych kruszyw w określonych zastosowaniach.

LITERATURA

- [1] *Sprawozdania ekspertyzy z badań*, IMBiGS, Warszawa 2006–2010.
- [2] *Wymagania Techniczne WT-1*, IBDiM, Warszawa 2008.

QUALITY OF AGGREGATES

General information of aggregates industry and resources base has been presented. Comparative quality analysis has been done. The analysis involved 100 ranges of aggregates produced by 95 companies. The aggregates have been tested by IMBiGS in the years 2006–2010. For the analysis, accepted results concerned fraction 8/16. The research were representative for all types of aggregates produced in Poland. The analysis involved basic technological properties of aggregates such as resistance to crushing, grindability, thermal shock resistance, absorbability and freeze resistance. The values gained for particular properties have been related to Standards PN-EN 12620 and PN-EN 13043. The quality of Polish made aggregates has been presented basing on the tests results. The quality of the aggregates has been related to the expectations connected with planned investments. The possibility of expanding raw materials base beyond traditional applied materials has been presented.