



Temat specjalny

KRUSZYWA W BUDOWNICTWIE

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Kruszywa to podstawowy surowiec wykorzystywany przez ludzkość niemal od początku rozwoju cywilizacyjnego, na którego zapotrzebowanie, przede wszystkim w budownictwie, stale rośnie. Kruszywa znajdują zastosowanie jako materiał konstrukcyjny lub tworzący strukturę konstrukcyjną, wypełniacz i materiał pomocniczy w różnych procesach technologicznych. Według szacunkowych danych, roczne światowe zużycie kruszyw przekracza już 40 mld t, w tym ok. 3 mld t w krajach Unii Europejskiej.



Fot. zhu difeng, fotolia.com





Fot. wajan, agnormark, fotolia.com

Nazewnictwo i klasyfikacja

Kruszywo to ziarnisty materiał będący jednym z najstarszych oraz najpowszechniej stosowanych materiałów budowlanych na świecie. Chociaż definicja kruszywa przez lata nie uległa zmianom, to zmieniały się klasyfikacje kruszyw, co wynika m.in. z coraz większego zapotrzebowania ze strony przemysłu i dopuszczania do użytku nowych rodzajów materiałów. Podział kruszyw według normy [1] wyróżnia dwie grupy – kruszywa naturalne, które są materiałem uzyskanym ze skał luźnych (piasek, żwir, pospółka, otoczaki), oraz łamane, powstające w wyniku mechanicznego rozdrobnienia skał litych (miał, kliniec, tłuczeń, piasek łamany, grys).

Zgodnie z normą na podbudowy drogowe [2], za normą [3] dopuszczono do stosowania także kruszywa sztuczne, początkowo pochodzące z żużla wielkopieczowego, a w późniejszym czasie również m.in. materiały łupkowe, żużle stalownicze itp.

Znaczące zmiany rozpoczęły się w 2004 r., kiedy do krajowego stosowania wprowadzono normy europejskie serii EN w postaci norm zharmonizowanych PN-EN. Pierwszą z opublikowanych w tym roku normą była PN-EN 13043 [4]. Zmianom uległ podział kruszyw, który w myśl norm zharmonizowanych wyodrębnia następujące grupy:

- kruszywa naturalne – materiał pochodzenia mineralnego, który poza obróbką mechaniczną nie został poddany żadnej innej obróbce,
- kruszywa sztuczne – materiał pochodzenia mineralnego uzyskany w wyniku procesu przemysłowego obejmującego termiczną lub innego rodzaju modyfikację,
- kruszywa z recyklingu – materiał powstały w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie [5].

Zgodnie z normą [6], wymiar kruszywa określa się jako stosunek d/D wielkości oczek dwóch sit wybranych z ich normowego zestawu, tak aby ziarna kruszywa miały wielkość pośrednią, czyli przechodziły przez sito z oczkami wielkości D mm (tzw. górny wymiar sita) i pozostawały na sicie o oczkach mających wielkość d mm (tzw. dolny wymiar sita). Według [6], kruszywo niebędące składnikiem mieszanki betonowej jest określane jako drobne, jeśli jego ziarna mają wymiar $D \leq 4$ mm i $d = 0$, oraz grube, jeśli jego ziarna mają wymiar $d \geq 2$ mm i $D \geq 4$. Zawartość ziaren poszczególnych frakcji wyrażoną w procentach nazywa się uziarnieniem kruszywa. Zastosowanie kruszyw w zależności od uziarnienia przedstawiono w tabeli 1.

Kruszywa naturalne i sztuczne

Największą grupę wydobywanych i zużywanych w świecie surowców mineralnych stanowią kruszywa naturalne (żwirowo-piaskowe i łamane). W Polsce w ostatnich 25 latach zanotowano ok. czterokrotny wzrost wydobycia kruszyw – z 63,0 t w 1991 r. do 232,0 mln t w 2015 r. Rekordowym pod względem wielkości wydobycia okazał się rok 2011, kiedy to wyprodukowano 333,0 mln t kruszyw. W przeliczeniu na mieszkańca obecnie wskaźnik produkcji wynosi ok. 6,0 t.

Zdecydowaną przewagę w produkcji kruszyw naturalnych w Polsce mają kruszywa żwirowo-piaskowe, które stanowią ok. 2/3 całej produkcji. W kraju kruszywa naturalne eksploatuje się wyłącznie odkrywkowo – piaski i żwiry wydobywane są głównie spod lustra wody (ok. 75% wydobycia), zaś surowce skalne do produkcji kruszyw łamanych eksploatuje się w wyrobiskach naziemnych stokowych, węgłbnych lub stokowo-węgłbnych. Do wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych wykorzystuje

Tab. 1. Zastosowanie kruszyw w zależności od uziarnienia według PN-EN 12620

Uziarnienie [mm]	Zastosowanie
Piaski 0–2; 0–4	produkcja mieszanek betonowych i prefabrykatów zaprawy budowlane budownictwo ogólne, drogowe i hydrotechniczne
Żwiry 2–4; 2–8; 8–16; 16–31,5; 2–16; 4–16; 16–32; 31,5–63 Mieszanka 0–8; 0–16; 0–31,5; 0–63	produkcja mieszanek betonowych i prefabrykatów budownictwo ogólne, drogowe i hydrotechniczne



Fot. nbimedia

się trzy podstawowe technologie wydobywania: lądową (suchą), spod wody (wodną) i mieszaną (lądowo-wodną). Wybór jednej z wymienionych technologii jest uzależniony od usytuowania poziomu wodonośnego względem stropu i spągu złoża. O wyborze technologii wydobywania w większości przypadków decydują także czynniki techniczne i ekonomiczne, w tym wydajność, wielkość i efektywność produkcji oraz koszty inwestycyjne i eksploatacyjne [7, 8].

W związku z dynamicznym rozwojem gospodarczym wzrasta m.in. zużycie kruszywa. Tymczasem zaostrzające się wymagania dotyczące ochrony środowiska uniemożliwiają dostęp do ich złóż, co w efekcie prowadzi do poszukiwania innych poza naturalnymi źródeł pozyskiwania kruszywa. Alternatywą dla kruszywa naturalnych są materiały otrzymywane z odpadów, m.in. pohnicznych i pogórnicznych, czyli kruszywa sztuczne. Te proekologiczne produkty oprócz zmniejszenia presji na środowisko są także konkurencyjne w stosunku do kruszywa naturalnych pod względem ceny. Szersze zastosowanie kruszywa sztucznych, m.in. w drogownictwie, ma uzasadnienie w tym, że cechują się porównywalnymi z nimi właściwościami. Kruszywa sztuczne często mają niższą gęstość objętościową, co zmniejsza ich ilość niezbędną do np. podbudowy dróg, przez co obniża się koszty. Ponieważ otrzymuje się je z różnych odpadów, właściwości wytrzymałościowe kruszywa sztucznych są uzależnione od genety tych materiałów [9].

Kruszywa z recyklingu

Kruszywa z recyklingu powstają m.in. podczas przebudów dróg – wówczas materiał mineralny ze zdartej starej nawierzchni zostaje poddany kruszeniu w celu ponownego wykorzystania. Kruszywa z recyklingu nie podlegają ewidencjonowaniu, stąd trudno jest ocenić ich rzeczywistą ilość. Niemniej na rynku coraz powszechniej znajdują zastosowanie kruszywa wytwarzane z odpadowych surowców mineralnych tylko w wyniku przeróbki mechanicznej, które przed 2004 r. były zaliczane do grupy kruszywa sztucznych [9].

Jakość kruszywa pochodzenia recyklingowego jest niższa niż kruszywa pochodzenia mineralnego, co ma związek z ich róż-

norodnością pod względem składu oraz, co jest tego następstwem, związanymi z tym właściwościami mechanicznymi i fizycznymi. Materiał pochodzący z rozbiórek często jest zanieczyszczony. Podczas gdy od materiałów budowlanych wymaga się jednorodności parametrów, potwierdzonych oznaczeniami B oraz CE, zdaniem autorów [5], dla tak zmiennego materiału jak kruszywo z recyklingu, które pochodzi z wyburzenia różnych obiektów – konstrukcji betonowych, murowych czy drogowych – potwierdzenie gwarantowanych cech produktu nie jest możliwe ze względu na dużą zmienność i rotację materiału.

Zastosowanie kruszywa

Główną normą opisującą kruszywa, zdefiniowane jako mieszanki niezwiązane, jest PN-EN 12620 [10]. Co prawda w dokumencie zawarto klasyfikację kruszywa, jednak brak w nim jasnych wytycznych i przykładów, gdzie i kiedy można stosować dany rodzaj kruszywa. Dlatego stosowanie kruszywa w budownictwie kubaturowym czy drogowym wymaga korzystania z norm lub wytycznych implementujących odpowiednie przepisy dotyczące wykorzystania tych materiałów w praktyce. Dokumenty, które wprowadzają postanowienia do praktycznego stosowania na potrzeby wykonawstwa, to:

- norma PN-EN 206 [11] dla betonu,
- Wymagania Techniczne WT-1 dla kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwardzeń [12],
- Wymagania Techniczne WT-4 dla mieszanek niezwiązanych stosowanych w drogownictwie [13],
- Wymagania Techniczne WT-5 dla mieszanek związanych hydraulicznie stosowanych w drogownictwie [14].

Kruszywa znajdują zastosowanie w budownictwie głównie do produkcji betonów, dróg, mieszkań i innych obiektów budowlanych, ale także w energetyce, chemii budowlanej itd. Odpowiednio uszlachetnione kruszywa stosuje się także poza budownictwem w wielu gałęziach gospodarki, jak przemysł szklarski, odlewnictwo, filtracja wody i ścieków itp. Drobne piaski o wysokiej zawartości kwarcu używane są niemal w całej współczesnej elektronice – od telefonów komórkowych, komputerów, po telewizory, panele słoneczne itp. Poza tradycyjnymi kierunkami zagospodarowania



EUROVIA KRUSZYWA

prowadzi działalność produkcyjną i handlową na terenie całej Polski. Oferujemy wysokiej jakości kruszywa naturalne: łamane i piaskowo-żwirowe, charakteryzujące się doskonałymi parametrami fizyko-chemicznymi. Nasze produkty spełniają wymagania zawarte w normach zharmonizowanych PN-EN i wytwarzane są pod pełnym nadzorem Zakładowej Kontroli Produkcji, certyfikowanej zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011.

Piaski, żwiry, grysy, tłucznie kolejowe i inne produkty oferowane przez Eurovia Kruszywa znajdują szerokie zastosowanie i są używane między innymi w:

- budownictwie
 - drogowo-mostowym,
 - przemysłowym i mieszkaniowym,
 - hydrotechnicznym,
 - kolejowym (w tym także na liniach przystosowanych do dużych prędkości),
- produkcji betonów cementowych i galanterii betonowej,
- produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych,
- przemyśle ceramicznym i chemii budowlanej.



Nasi Klienci mogą liczyć na profesjonalne doradztwo techniczne oraz pomoc w organizacji usług logistycznych, obejmujących transport drogowy i kolejowy.

Centralne Biuro Sprzedaży
Eurovia Kruszywa
ul. Szwedzka 5,
Bielany Wrocławskie,
55-040 Kobierzyce

tel.: +48 71 380 03 88
tel.: +48 71 380 03 95
fax: +48 71 380 03 94
e-mail: kruszywa@eurovia.pl

www.eurovia.pl


EUROVIA
VINCI 



Fot. PORR SA

kruszywa stosowane są również do wydobycia węglodorów metodą szczelinowania hydraulicznego, do budowy i utrzymania infrastruktury sportowej i rekreacyjnej – boisk, pól golfowych itd.



Eurovia Bazalty S.A. - Kopalnie Lubań: Księginki, Józef, Zaręba
ul. Stawowa 18, 59-800 Lubań, tel.: +48 604 954 090



e-mail: kruszywa@eurovia.pl, www.eurovia.pl

Podstawowe produkty:

- piasek bazaltowy 0-2
- grys bazaltowy 2-5, 2-8, 5-8, 8-11, 8-16, 11-16, 16-22
- kruszywo bazaltowe 0-5, 0-16, 0-31,5 i 0-63
- kliniec bazaltowy 4-31,5
- tłuczeń bazaltowy 31,5-50 i 31,5-63
- kamień łamany bazaltowy 80-150 i 100-300

Usługi logistyczne:

- transport samochodowy
- transport kolejowy z własnej bocznicy zlokalizowanej na terenie kopalni Zaręba

Szeroki zakres wykorzystania kruszyw naturalnych, ale przede wszystkim rozwój bardzo wysokiego budownictwa kubaturowego i inżynieryjnego w wielu bogatych krajach arabskich i innych wysoko uprzemysłowionych powoduje, że w niektórych krajach lub regionach nastąpił duży niedobór kruszyw naturalnych. W takie miejsca kruszywa są importowane z odległych złóż czy krajów [15].

W budownictwie wykorzystuje się także kruszywa specjalne ze skał o dużej gęstości, powyżej 2600 kg/m³, stosowane do ciężkich betonów osłonowych. Użycie kruszyw specjalnych w betonach osłonowych ma szczególne znaczenie z uwagi na występujące w nich pierwiastki chemiczne osłabiające działanie promieniowania jonizującego. Kruszywa ciężkie w postaci rud magnetytu, barytu, hematytu, zawierające związki chemiczne z pierwiastkami o dużej masie atomowej, wykazują zdolność osłabiania promieniowania γ . Kruszywa ze związkami o małej liczbie atomowej, zawierające wodę związaną chemicznie oraz związki boru, wykazują zdolność osłabiania promieniowania neutronowego. Zasadniczą korzyść, jaką niesie użycie kruszyw specjalnych, stanowi zmniejszenie grubości osłony biologicznej przy zachowaniu właściwości osłonowych w porównaniu z betonami z kruszywem zwykłym [16].

Specjalne wymagania musi spełniać także kruszywo do robót hydrotechnicznych, gdzie stosuje się kruszywo grube o uziarnieniu określanym na podstawie przesiewu przez sита o oczkach wielkości 125–250 mm. Wymagania dotyczące składu ziarnowego uziarnień określono w [17]. Ten rodzaj kruszywa charakteryzuje się określoną odpornością na zniszczenie oraz trwałością, związaną z mrozoodpornością i odpornością na krystalizację soli.

Podsumowanie

Kruszywa znajdują szerokie zastosowanie we wszystkich rodzajach budownictwa, przy czym zdecydowanie największe zapotrzebowanie na kruszywa generuje budownictwo liniowe. Niemniej warto mieć na uwadze, że ten segment budownictwa

w naszym kraju stanie się mniej atrakcyjny dla branży kruszyw w nadchodzących latach. Po zakończeniu perspektywy finansowej 2014–2020 zdecydowana większość znaczących inwestycji infrastrukturalnych – drogowych i kolejowych – zostanie zrealizowana. Za to po tym okresie większe znaczenie dla rynku kruszyw będzie miało, mniej widoczne ostatnio, budownictwo kubaturowe. Z tego względu istotną kwestią jest zidentyfikowanie popytu w tym segmencie budownictwa oraz wskazanie jego potencjału w przyszłości [18].

Literatura

- [1] PN-B-01100:1987 *Kruszywa mineralne. Kruszywa skalne. Pojęcia, nazwy i określenia.*
- [2] PN-S-06102:1997 *Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.*
- [3] PN-B-23004:1988 *Kruszywa mineralne. Kruszywa sztuczne. Kruszywo z żużla wielkopieczowego kawałkowego.*
- [4] PN-EN 13043:2004 *Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.*
- [5] Węgliński S., Babiak M., Ratajczak A.: *Porównanie wybranych cech kruszyw łamanych i recyklingowych stosowanych w budownictwie wg norm zharmonizowanych.* „Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej” 2017, nr 24, s. 369–385.
- [6] PN-EN 12620 *Kruszywa do betonu.*
- [7] Kozioł W., Baic I., Góralczyk S., Machniak Ł., Borcz A.: *Środowiskowe aspekty eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych spod wody w Polsce.* „Rocznik Ochrony Środowiska” 2017, t. 19, s. 731–744.
- [8] Kozioł W., Machniak Ł., Ciepłiński A., Borcz A.: *Produkcja i zużycie kruszyw naturalnych w Polsce – aktualny stan i prognozy.* „Górnictwo Odkrywkowe” 2015, nr 4, s. 41–50.
- [9] Kozioł W., Kawalec P.: *Kruszywa alternatywne w budownictwie.* „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2008, nr 5, s. 34–37.
- [10] PN-EN 13285:2010 *Mieszanki niezwiązane. Specyfikacja.*
- [11] PN-EN 206+A1:2016-12 *Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.*
- [12] WT-1:2014 *Kruszywa. Wymagania techniczne. Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych.*
- [13] WT-4:2010 *Wymagania techniczne. Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych.*
- [14] WT-5:2010 *Wymagania techniczne. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych.*
- [15] Kozioł W., Machniak Ł., Borcz A., Baic I.: *Górnictwo kruszyw w Polsce – szanse i zagrożenia.* „Inżynieria Mineralna” 2016, nr 2, s. 175–182.
- [16] Dąbrowski M., Gibas K., Brandt A.M., Glinicki M.A.: *Wpływ kruszyw specjalnych na porowatość i przepuszczalność betonów osłonowych.* „Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury” 2016, z. 63, s. 97–106.
- [17] PN-EN 13383-2:2003 *Kamień do robót hydrotechnicznych. Cz. 2. Metody badań.*
- [18] Machniak Ł.: *Przestrzenny rozkład zapotrzebowania na kruszywa w budownictwie jednorodzinym.* „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk” 2015, z. 91, s. 149–159.

Międzynarodowe Targi Budownictwa Drogowego Maszyn i Sprzętu Budowlanego, Transportu Drogowego



**INFRASTRUKTURA
BUDUJE SIĘ Z NAMI!**



8-10.05.2018

Sprawdź aktualne promocje na:
www.autostrada-polska.pl

WSPÓŁPRACA



Instytut Badawczy
Dróg i Mostów



Instytut Mechanizacji
Budownictwa
i Górnictwa Skalnego



Zrzeszenie Międzynarodowych
Przewoźników Drogowych

Targi Kielce SA,
Kontakt: Dyrektor Projektu - Bogusława Grzechowska
tel. 41 365 12 10, e-mail: autostrada@targikielce.pl