

# Kruszywa w budownictwie.

## Cz. 1. Kruszywa naturalne

tekst: **prof. dr hab. inż. WIESŁAW KOZIOŁ**, Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego Oddział Katowice; Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Górnictwa Odkrywkowego, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, **mgr inż. ANDRZEJ CIEPLIŃSKI**, **dr inż. ŁUKASZ MACHNIAK**, **mgr inż. ADRIAN BORCZ**, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Górnictwa Odkrywkowego, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Kruszywa są podstawowym surowcem stosowanym przez ludzkość niemal od początku rozwoju cywilizacyjnego i zapotrzebowanie na nie ciągle wzrasta. Wykorzystuje się je przede wszystkim w budownictwie. Zastosowanie piasku niezbędne jest również w przemyśle do produkcji układów krzemowych, paneli słonecznych, szkła, układów elektronicznych, kosmetyków itp.

### 1. Wstęp

Niektóre źródła podają [3], że świat zużywa ponad 40 mld t kruszyw rocznie, co oznaczałoby, że na każdego mieszkańca przypada ok. 5,5 t/rok. Być może wielkość ta jest nieco zawyżona (brak dokładnych danych), jest jednak oczywiste, że świat produkuje i zużywa dziesiątki miliardów ton kruszywa.

W Europie (kraje stowarzyszone w Europejskim Związku Kruszyw – UEPG) produkcja i zużycie kruszyw wynosi ponad 4 mld t. Zdecydowana większość produkowanych w UE kruszyw pochodzi ze złóż naturalnych (ok. 91%). Pozostałą część stanowią kruszywa z recyklingu (ok. 5%), sztuczne (ok. 2%) oraz kruszywa wydobywane z obszarów morskich (ok. 2%) [4].

Pomimo że złoża kruszyw naturalnych zalegają dość powszechnie na kuli ziemskiej, już obecnie w niektórych krajach występuje deficyt kruszyw. Należą do nich przede wszystkim

kraje arabskie, importujące duże ilości kruszyw m.in. z odległej Australii, gdyż drobne piaski z pustyń nie nadają się do betonów, a także Singapur oraz Indie i Chiny (niektóre regiony). W ZEA ceny piasku importowanego wynoszą ok. 50 USD/t, a w Singapurze w pewnym okresie dochodziły do 190 USD/t [3].

W Polsce obecna produkcja kruszyw naturalnych wynosi ok. 211 mln t, a zatem na każdego mieszkańca przypada ok. 5,5 t/rok. Pomimo stosunkowo dużych zasobów geologicznych złóż kruszyw w naszym kraju, zasoby tzw. wydobywalne są znacznie mniejsze i już obecnie występują duże problemy z zagospodarowaniem nowych złóż.

W niniejszej pierwszej części artykułu przedstawiono produkcję i zużycie w Polsce kruszyw naturalnych, natomiast w części drugiej omówione zostaną kruszywa sztuczne i z recyklingu.

### 2. Podział i nazewnictwo kruszyw

Kruszywo to materiał ziarnisty, mający podstawowe zastosowanie w budownictwie kubaturowym, liniowym (drogi itp.), do produkcji różnego rodzaju betonów i zapraw oraz w niektórych robotach ziemnych (nasypy itp.).

Według obowiązujących norm (PN-EN), kruszywa dzieli się ze względu na pochodzenie na: 1) naturalne, 2) sztuczne, 3) z recyklingu.

Nazwa kruszywa naturalne obejmuje wszystkie kruszywa mineralne pochodzące ze złóż (skał) naturalnych, zarówno kruszywa żwirowe (żwirowo-piaskowe), jak i kruszywa łamane – produkowane ze skał litych (bazalt, granit, dolomit, piaskowiec, wapień itd.), poddanych mechanicznej obróbce (kruszeniu).

Ze względu na rodzaj surowca skalnego i sposób produkcji kruszywa żwirowe (kruszone lub niekruszone) dzieli się na (ryc. 1): piasek do 2 mm, żwir 2–32 (63) mm, otoczaki 63–250 mm, mieszanki klasyfikowane, pospółkę – kruszywo niekruszone stanowiące mieszaninę piasku i żwiru (do 63 mm).

Kruszywa łamane, uzyskane przez mechaniczne rozdrobnienie skał litych, dzielą się na (ryc. 2): kliniec, tłuczeń, grys, mieszanki sortowane, kamień łamany, niesorty, miał.

Kliniec to kruszywo łamane stosowane do robót drogowych i budowlanych, zwykle o wielkości ziaren 4–31,5 mm. Tłuczeń stosowany jest głównie do robót drogowych, charakteryzuje się uziarnieniem 31,5–63 mm. Grysy to kruszywa granulowane wykorzystywane do budowy dróg na warstwy ścieralne, wiążące i wyrównawcze, betony asfaltowe, mieszanki



Ryc. 1. Kruszywa piaskowo-żwirowe: a) piasek budowlany, b) żwir płukany 8–16 mm, c) otoczaki, d) pospółka



Ryc. 2. Kruszywa łamane: a) kliniec piaszczawy 0–31,5 mm, b) tłuczeń porfirowy 31,5–63 mm, c) grys bazaltowy 8–16 mm, d) kamień łamany granitowy

mineralno-asfaltowe oraz w budownictwie (produkcja betonów). Uziarnienie grysów dostosowane jest do zastosowania i warunków złożowych (np. 2–8, 8–16, 16–22, mieszanki drobno granulowane 0–4 mm). Kruszywo granulowane o wielkości ziaren 2–31,5 mm otrzymuje się z kruszywa zwykłego (łamanego i żwirowego) przez dodatkowe uszlachetnienie, przeważająca część ziaren ma foremne kształty i zaokrąglone krawędzie. Mieszanki klasyfikowane (sortowane) to kruszywa żwirowo-piaskowe lub łamane, wymieszane w odpowiednich proporcjach uziarnienia, zgodnych z projektem przeznaczenia. Kamień łamany jest kruszywem grubym o uziarnieniu 63–250 mm, stosowanym m.in. do umocnień koryt rzek, wałów itp. Niesorty używane są na podbudowy dróg, placów, pod kostkę brukową i do chudego betonu zwykłego. Miał to kruszywo łamane, zwykle o wielkości uziarnienia do 4 mm.

Pod względem uziarnienia kruszywa dzielą się na:

- drobne – o wymiarach ziaren mniejszych lub równych 4 mm,
  - grube – o wymiarach ziaren 4–63 mm,
  - bardzo grube – o średnicy ziaren 63–250 mm,
  - wypełniacze – kruszywo, którego większość ziaren przechodzi przez sito 0,063 mm,
  - kruszywa naturalne żwirowe (mieszanki) – kruszywo o uziarnieniu 0–8 mm pochodzenia lodowcowego lub rzeczno-
  - kruszywo o uziarnieniu ciągłym – kruszywa będące mieszanką kruszyw drobnych i drobnych, w Polsce o uziarnieniu 0–63 mm,
  - pyły – frakcja o ziarnach przechodzących przez sito 0,063 mm.
- względem na gęstość objętościową kruszywa dzieli się na:
- ciężkie – o gęstości  $\geq 3000 \text{ kg/m}^3$ ,
  - zwykłe – o gęstości  $2000\text{--}3000 \text{ kg/m}^3$ ,
  - lekkie – o gęstości  $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$ .

### 3. Zastosowanie i produkcja kruszyw naturalnych w Polsce

Kruszywa naturalne stosowane są głównie do: betonów i wyrobów betonowych, zapraw i tzw. chemii budowlanej, mieszanek mineralno-asfaltowych, warstw nośnych i ścieralnych nawierzchni drogowych, lotnisk, parkingów itp., podbudów drogowych, pasów startowych, parkingów itp., warstw

mrozochronnych, filtracyjnych itp., w budownictwie kolejowym (podsypka itp.), robót ziemnych (nasypy, wykopy, mury oporowe itp.), budownictwa wodnego oraz w wielu innych zastosowaniach przemysłowych.

Rozwój produkcji kruszyw naturalnych w Polsce w latach 2000–2014 przedstawiono w tablicy 1 i na rycinie 3.

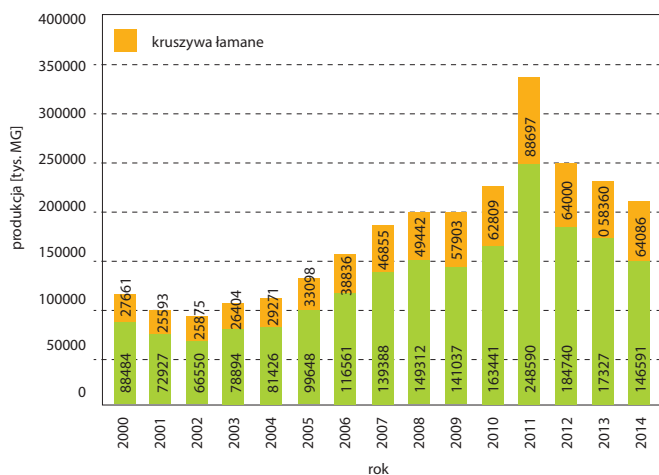
Z zestawienia wynika, że w okresie 15 lat produkcja wzrosła ponad dwukrotnie z ok. 116 mln t w 2000 r. do 239 mln t (prognoza) w 2014 r. W rekordowym pod względem zużycia i produkcji kruszyw roku 2011 produkcja wyniosła 337,4 mln t. Większość produkowanych w Polsce kruszyw stanowią kruszywa żwirowo-piaskowe – ok. 74%. O ile w początkowym okresie transformacji ustrojowej nasz kraj był znaczącym eksporterem kruszyw naturalnych, o tyle obecnie Polska importuje 5–6 mln t kruszyw rocznie (głównie łamanych).

#### 3.1. Kruszywa żwirowo-piaskowe

Przeważająca większość kruszyw żwirowo-piaskowych jest używana w budownictwie do produkcji różnego rodzaju betonów i wyrobów betonowych, głównie betonu towarowego, prefabrykatów i innych wyrobów betonowych, suchych mieszanek i tzw. chemii budowlanej [4]. Do produkcji betonów i wyrobów betonowych tradycyjnie wykorzystywane są mieszanki i pospółki, jednak potrzeba produkcji coraz wyższej jakości wyrobów powoduje systematycznie rosnące zastosowanie do tych celów żwirów i uzupełniająco piasków kwalifikowanych (uszlachetnionych), przy malejącym udziale mieszanek klasyfikowanych (przesiewanych) oraz bardzo

Tab. 1. Produkcja kruszyw naturalnych w Polsce w latach 2000–2014 [tys. t]

Rok	Żwiry i piaski	%	Kruszywa łamane	%	Razem	%
2000	88 484	100,0	27 661	100,0	116 145	100,0
2001	72 927	82,4	25 593	92,5	98 520	84,8
2002	66 550	75,2	25 875	93,5	92 425	79,6
2003	78 894	89,2	26 404	95,5	105 298	90,7
2004	81 426	92,0	29 271	105,8	110 697	95,3
2005	99 648	112,6	33 098	119,7	132 746	114,3
2006	116 561	131,7	38 836	140,4	155 397	133,8
2007	139 388	157,5	46 855	169,4	186 243	160,4
2008	149 312	168,7	49 442	178,7	198 754	171,1
2009	141 037	159,4	57 903	209,3	198 940	171,3
2010	163 441	184,7	62 809	227,1	226 250	194,8
2011	248 690	281,1	88 697	320,7	337 387	290,5
2012	184 740	208,8	64 000	231,4	248 740	214,2
2013	173 270	195,8	58 360	211,0	231 630	199,4
2014	146 591	165,7	64 086	231,7	210 677	181,4
Razem	1 950 959	73,6	698 890	26,4	2 649 849	100,0



Ryc. 3. Produkcja kruszywa naturalnych w Polsce w latach 2000–2014

małym udziale pospótek (nieklasyfikowane mieszanki piasku i żwiru wydobyte bezpośrednio ze złożeń).

W strukturze produkcji wyrobów betonowych w Polsce dominuje masa betonowa (beton towarowy), stosowana w budownictwie kubaturowym (mieszaniowo-usługowym, przemysłowym itp.) oraz w drogownictwie – ok. 65% zużycia. Drugą pozycję zajmują płyty i kostki betonowe dla budownictwa komunikacyjnego – ok. 17%, kolejne: prefabrykowane elementy konstrukcyjne – ok. 8%, zaprawy i suche mieszanki – ok. 7%, elementy ścienne z betonu zwykłego – ok. 2% oraz rury betonowe ok. 1%. Szacuje się, że do produkcji wymienionych wyrobów betonowych zużywa się 60–70 mln t/rok żwirów, mieszanek i częściowo piasków klasyfikowanych [4].

Piaski klasyfikowane i nieklasyfikowane (niesortowane) obecnie używane są głównie w budownictwie drogowym (do podbudów) oraz w innych robotach inżynierskich. Szacuje się, że zużycie piasków do tych celów wynosi obecnie 80–100 mln t, a w 2011 r. było nawet znacznie większe. Do produkcji zapraw budowlanych, suchych mieszanek i betonów komórkowych stosuje się ok. 5 mln t piasków.

### 3.2. Kruszywa łamane

Zużycie kruszywa łamanego jest nierozdzielnie związane ze stanem budownictwa drogowego i kolejowego, w mniejszym stopniu budownictwa kubaturowego (zastosowanie do produkcji betonów wysokiej klasy). Szybki, niemający precedensu w historii wzrost popytu na kruszywa łamane, związany z przyjęciem Polski do UE, jest wynikiem m.in. dużych inwestycji drogowych i infrastrukturalnych oraz bieżącej modernizacji i rozbudowy dróg wojewódzkich i gminnych. W efekcie w latach 2003–2014 nastąpiło zwiększenie zapotrzebowania i produkcji kruszywa łamanego z 26,4 mln t do ponad 64 mln t (w 2011 r. 88,7 mln t).

Kruszywa łamane znajdują zastosowanie głównie w drogownictwie, kolejnictwie i budownictwie kubaturowym. Ogólnie można stwierdzić, że podstawowymi surowcami kamiennymi dla drogownictwa i kolejnictwa są kruszywa łamane (tłuczeń, kliniec, grysy) produkowane ze skał magmowych (bazyalty, melafiry, diabazy, porfiry, gabra), a również metamorficznych (amfibolity, gnejsy, serpentynity) i osadowych (dolomity, piaskowce, szarogłazy, wapienie).

W budownictwie większość kruszywa ze skał magmowych jest wykorzystywana do produkcji betonów wysokich marek i betonów specjalnych. Niższej i średniej klasy betony wytwarzane są z kruszywa ze skał osadowych. Specjalnym kierunkiem zastosowań jest produkcja lastrico i terazzo (sztuczne kamienie typu konglomerat), gdzie wykorzystywane są przede wszystkim grysy marmurowe i z wapieni dekoracyjnych. Szacuje się, że ok. 55% zużycia naturalnych kruszywa łamanego przypada na budownictwo drogowe, ok. 25% na budownictwo kolejowe i niespełna 20% na budownictwo mieszkaniowe i przemysłowe. W najbliższym czasie należy oczekiwać znacznie większego zużycia kruszywa łamanego i żwirowo-piaskowych w budownictwie obiektów energetycznych (elektrownie węglowe i atomowe), które potrzebują dużo betonów wysokiej i specjalnej jakości.

## 4. Podsumowanie

Pomimo że złoża kruszywa naturalnych należą do złóż pospółnych, często zalegających na powierzchni lub na niedużych głębokościach łądów, w niektórych regionach świata już obecnie występuje potrzeba ich importu, niekiedy z dużych odległości (np. ZEA, Singapur, Indie, Chiny itd.), a ceny kruszywa osiągają wartości 50–190 USD/t (!). Jest to wynikiem bardzo dużego i ciągle wzrastającego zużycia kruszywa przez budownictwo i przemysł oraz nieprzydatności lub ograniczonej przydatności kruszywa pochodzących z pustyń lub obszarów morskich, a także konieczności ochrony terenów cennych przyrodniczo, np. plaż nadmorskich.

Polska jest znaczącym producentem i użytkownikiem kruszywa naturalnych. Obecna produkcja wynosi ok. 211 mln t/rok, czyli ok. 5,5 t/rok na każdego mieszkańca. Około 3/4 produkcji kruszywa naturalnych stanowią kruszywa żwirowo-piaskowe, zalegające na powierzchni całego kraju i eksploatowane we wszystkich województwach, a pozostała część dotyczy kruszywa łamanego, produkowanego ze skał litych, których złoża zalegają głównie w Polsce południowej, w województwach dolnośląskim (ponad 40%), świętokrzyskim (ok. 35%), małopolskim (ponad 10%), śląskim (ponad 5%). Zakładów górniczych (kopalni), w których eksploatuje się kruszywa, jest ponad 4000, w większości (ok. 80%) są to małe zakłady (żwirownie) zatrudniające do pięciu pracowników. Kopalni, z których wydobywa się powyżej 100 tys. t/rok kruszywa, co można uznać za produkcję masową, jest w Polsce ok. 12%.

## Literatura

- [1] Góralczyk S.: *Nowa europejska terminologia kruszywa*. „Magazyn Autostrady” 2004, nr 6, s. 14–16.
- [2] Kozioł W., Ciepliński A., Machniak Ł., Jacaszek C., Borcz A.: *Wydobycie i produkcja kruszywa naturalnych w Polsce i w Unii Europejskiej*. „Przegląd Górniczy” 2014, r. 70, nr 10, s. 23–29.
- [3] Nadolski K.: *Na świecie grasują złodzieje... piasku* [online]. Onet.pl [dostęp: 13 maja 2015]. Dostępny w Internecie: <http://biznes.onet.pl/wiadomosci/swiat/na-swiecie-grasujazlodzieje-piasku/23q4kp>.
- [4] *Strategie i scenariusze zapotrzebowania na kruszywo naturalne w Polsce i w poszczególnych jej regionach*. Red. W. Kozioł, K. Galos. Poltegor-Instytut. Kraków–Wrocław 2013.
- [5] Rucińska T.: *Kruszywa budowlane* [online]. [dostęp: 13 maja 2015]. Dostępny w Internecie: [http://rucinska.zut.edu.pl/fileadmin/Kruszywa\\_budowlane.pdf](http://rucinska.zut.edu.pl/fileadmin/Kruszywa_budowlane.pdf).



# „The drillers choice”

**Sprzedaż  
Serwis  
Naprawa  
Młotki dolne, górne  
Młotki kierunkowe  
Koronki**



**MINCON POLAND Sp. z o.o.**  
32-050 Skawina, ul. Mickiewicza 32  
tel. 12 256 31 01, tel. kom. 607 740 888

[www.mincon.com](http://www.mincon.com)

## 61. Konferencja Naukowa

### 20-25 września 2015



*„Budownictwo energooszczędne w Polsce - stan i perspektywy”*

#### ORGANIZATORZY

Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej  
Polskiej Akademii Nauk

Komitet Nauki Polskiego Związku  
Inżynierów i Techników Budownictwa

Wydział Budownictwa,  
Architektury i Inżynierii Środowiska  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
w Bydgoszczy

#### KONTAKT

Wydział Budownictwa,  
Architektury i Inżynierii Środowiska  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
w Bydgoszczy

Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Tel. Sekretariat WBAiIS: 52 340-85-00

Tel. Sekretariat Konferencji: 52 340-85-00

Fax: 52 340-80-55

e-mail: [bydgoszcz.krynica@utp.edu.pl](mailto:bydgoszcz.krynica@utp.edu.pl)

[www.bydgoszcz.krynica.utp.edu.pl](http://www.bydgoszcz.krynica.utp.edu.pl)