

# Kruszywa budowlane



<http://www.nordkalk.pl>

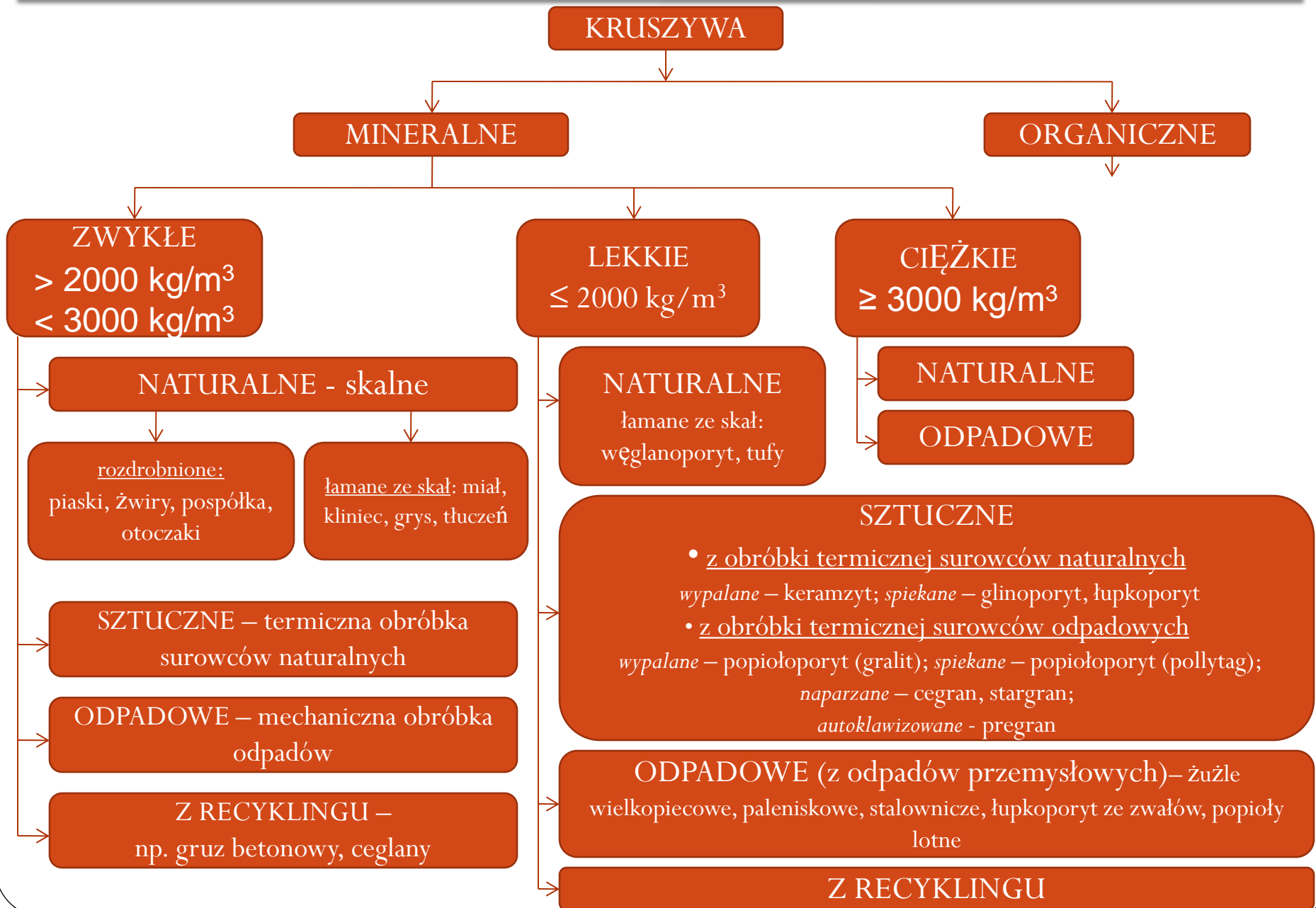
**Kruszywa naturalne**  
**Kruszywa sztuczne**

Opracowała: dr inż. Teresa Rucińska

**Kruszywa** – ziarnisty materiał budowlany, używany do:

- zapraw,
- betonów,
- mieszanek mineralno-asfaltowych,
- warstw nośnych nawierzchni drogowych,
- warstw mrozochronnych, filtracyjnych, itp.

# Kruszywa budowlane



# Kruszywa budowlane

---



W zależności od surowca skalnego oraz sposobu produkcji **kruszywa skalne** dzielimy na **grupy**:

- **naturalne** – złoża kruszyw naturalnych powstałe w wyniku przemieszczania się lodowców, zawierają mieszaninę drobin skał magmowych i osadowych w różnych proporcjach. W składzie frakcji tych złóż przeważają części o średnicy poniżej 2 mm, tj. piaski, iły, glina.

- **łamane** – otrzymywane na drodze mechanicznego rozdrobnienia skał;

Złoża kruszyw łamanych stanowią lite skały magmowe lub osadowe. W zależności od potrzeb rynku budowlanego eksploatuje się głównie: **bazalt, granit, melafir, dolomit, wapień, kwarcyt, a także porfir, diabaz, marmur i inne**. Eksploatacja złoża polega na pozyskaniu surowca poprzez strzały górnicze, następnie jego kruszenie w kruszarkach i sortowanie.

Ze względu na sposób i stopień obróbki kruszywa dzielimy na podgrupy:

- **kruszywa naturalne:**

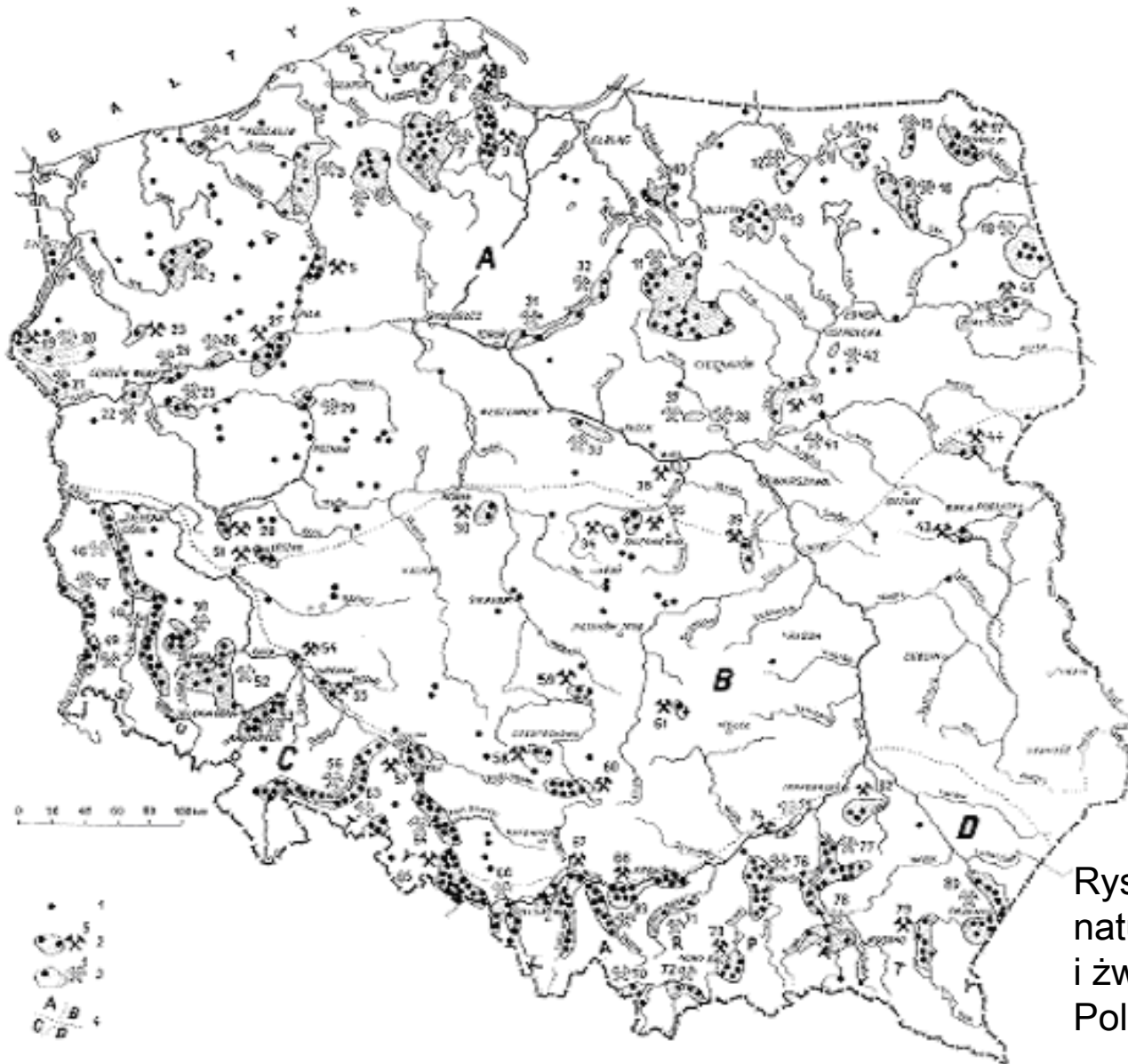
- ❖ **niekruszone,**

- ❖ **kruszone:** otrzymywane w wyniku kruszenia surowca skalnego luźnego, charakteryzujące się ziarnami **ostrokrawędziastymi o powierzchniach szorstkich,**

- **kruszywa łamane:**
  - ❖ **zwykłe:** uzyskane w wyniku co najmniej jednokrotnego przekruszenia skał litych, charakteryzujące się ziarnami **ostrokrawędziastymi** o **nieforemnych kształtach**,
  - ❖ **granulowane:** kruszywo zwykłe poddane dodatkowemu uszlachetnieniu, **charakteryzujące się** **stępionymi krawędziami i narożami**.



# Kruszywa skalne



Rys. 1. Występowanie naturalnego kruszywa żwirowego i żwirowo-piaszczystego w Polsce wg Siliwończuka

Ze względu na genezę wyróżniamy złoża skalne:

- lodowcowe,
- wodnolodowcowe,
- rzeczne i morskie (np. na dnie Bałtyku).

### Właściwości kruszyw naturalnych (ogólnie):

- wytrzymałość na miażdżenie (% rozkruszenia) - 24%
- zawartość ziarn słabych do 15%
- nasiąkliwość do 5%
- mrozoodporność (ubytek masy) do 10%
- zawartość pyłów mineralnych do 4-10%
- zawartość zanieczyszczeń ilasto-gliniastych do 5%

**Ze względu na uziarnienie kruszywa skalne dzieli się na trzy rodzaje:**

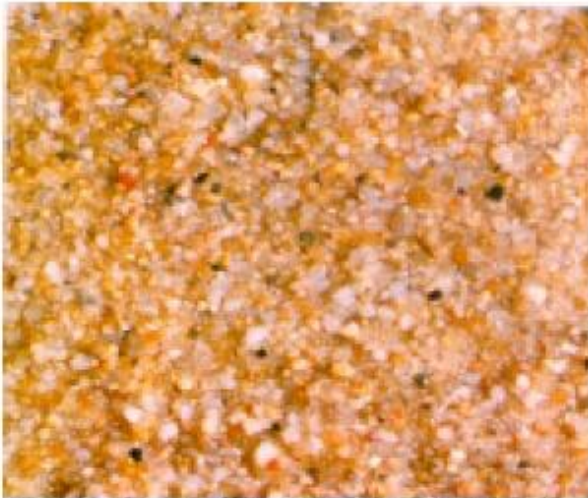
- **drobne** – o wymiarze ziaren do 4 mm
- **grube** - o wymiarze ziaren do 4-63 mm
- **bardzo grube** - o wymiarze ziaren do 63-250 mm

**Kruszywa mineralne do betonu zwykłego dzielą się na trzy podstawowe grupy asortymentowe:**

- piasek, piasek łamany;
- żwir, grys, grys z otoczków;
- mieszanka kruszywa naturalnego, mieszanka z otoczków i mieszanka kruszywa łamanego sortowana.

## Kruszywa skalne

a) piasek 0,063-2,0mm



b) żwir 8-16



c) bazalt 4-8mm

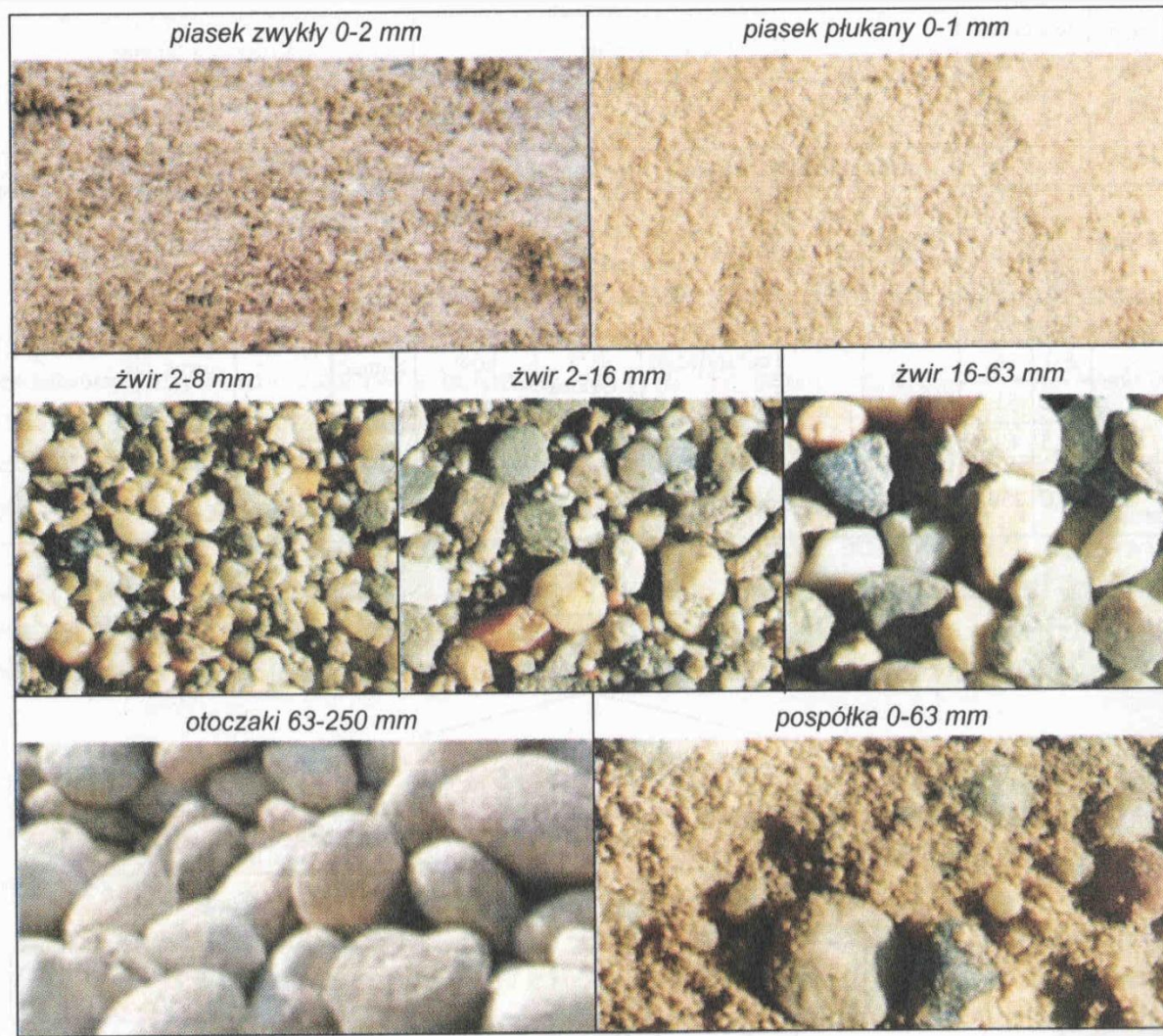


d) granit 8-32mm

Rys. 2. Kształty ziarn kruszywa: otoczkowego – a), b) oraz kruszyw łamanych – c), d)



# Kruszywa skalne



Rys. 3. Kruszywa skalne rozdrobnione w sposób naturalny



## Kruszywa skalne

| Rodzaj skały<br>Asortyment | Magmowe wylewne | Magmowe głębinowe | Metamorficzne | Osadowe    |
|----------------------------|-----------------|-------------------|---------------|------------|
| Miał                       | Bazalt          | Granit            | Marmur        | Piaskowiec |
| Kliniec                    | Diabaz          | Granit            | Kwarcyt       | Wapień     |
| Tłuczeń                    | Bazalt          | Gabro             | Marmur        | Dolomit    |
| Kamień łamany              | Bazalt          | Granit            | Marmur        | Dolomit    |
| Mieszanka                  | Bazalt Marmur   |                   | Bazalt Marmur |            |

Rys. 4. Kruszywa skalne łamane



## Kruszywa skalne

| Rodzaj kruszywa | Wymiar ziaren wg oczek kwadratowych sit kontrolnych |       | Asortyment            |          |                                |                    |                 |                      |                      |             |               |                                       |      |
|-----------------|---|-------|-----------------------|----------|--------------------------------|--------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------------|------|
|                 |   |       | Grupy                 |          |                                |                    |                 |                      |                      |             |               |                                       |      |
|                 |   |       | Kruszywa naturalne    |          |                                |                    |                 |                      | Kruszywa łamane      |             |               |                                       |      |
|                 |   |       | Podgrupy              |          |                                |                    |                 |                      |                      |             |               |                                       |      |
|                 | od  | do    | Naturalne niekruszone |          |                                | Naturalne kruszone |                 | Zwykłe               |                      | Granulowane |               |                                       |      |
| Drobne          | 0,0   | 2,0   | piasek zwykły         | pospółka | mieszanka kruszywa naturalnego | piasek kruszony    | grys z otoczków | mieszanka z otoczków | miął                 | niesort     | piasek łamany | mieszanka kruszywa łamanego sortowana |      |
|                 | 2,0   | 4,0   | żwir                  |          |                                | grys z otoczków    |                 |                      | mieszanka z otoczków |             | kliniec       |                                       | grys |
| Grube           | 4,0   | 8,0   |                       |          |                                |                    |                 |                      |                      |             |               |                                       |      |
|                 | 8,0   | 16,0  |                       |          |                                |                    |                 |                      |                      |             |               |                                       |      |
|                 | 16,0  | 31,5  |                       |          |                                |                    |                 |                      |                      |             |               |                                       |      |
|                 | 31,5  | 63,0  |                       |          |                                |                    |                 |                      |                      |             |               |                                       |      |
| Bardzo grube    | 63,0  | 250,0 | otoczaki              |          |                                |                    |                 | tłuczeń              |                      |             |               |                                       |      |
|                 |   |       |                       |          |                                |                    |                 | kamień naturalny     |                      |             |               |                                       |      |

Rys. 5. Podział kruszywa skalnego na asortymenty, rodzaje, grupy i podgrupy wg PN-87/B-01100

## Kruszywa skalne

---

Zestawienie norm dotyczących kruszyw budowlanych:

- **PN – EN 12620** - Kruszywa do betonu
- **PN – EN 13139** - Kruszywa do zapraw
- **PN - EN 13242** - Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
- **PN - EN 13043** - Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu
- **PN-EN 13055 cz. 1 i 2** - Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i zaczynu”.
- **PN-EN 13383-1** - Kamień do robót hydrotechnicznych”.
- **PN-EN 13450** - Kruszywa na podsypkę kolejową”.

### Podstawowe pojęcia związane z kruszywem budowlanym - oznaczenia wg norm PN-EN 12620:2004 i PN-EN 12620/AC:2004 :

- **wymiar kruszywa** – ułamek  $d/D$ , gdzie  $d$  i  $D$  odpowiadają wymiarom oczek dwóch sit tak dobranych, by wszystkie ziarna kruszywa miały wielkość pośrednią, tzn. przechodziły przez sito o oczkach wielkości  $D$  mm i pozostawały na sicie z oczkami  $d$  mm (np. ziarna kruszywa przechodzące przez sito o oczkach 8 mm i pozostające na sicie 2 mm mają wymiar  $2/8$ );

- $d$  – wymiar ziaren drobnych;
- $D$  - wymiar ziaren grubych;
- $d/D$  oraz  $D/d$  – współczynniki;
- **kruszywo drobne** – ziarna, których wymiar  $D$  jest mniejszy niż 4 mm ( $D < 4\text{ mm}$ ), zalicza się do nich pyły, tj. kruszywa wypełniające, których wszystkie ziarna przechodzą przez sito o oczkach 0,063 mm;
- **kruszywo grube** – ziarna o wymiarach  $D \geq 4\text{ mm}$  i  $d \geq 2\text{ mm}$  – nie przechodzą przez sito o oczkach 4 mm;

- **otoczaki** - kruszywo naturalne o wielkości ziaren od 63 do 250 mm;
- **piasek zwykły** - kruszywo naturalne o wielkości ziaren do 2 mm o nienormowanym składzie ziarnowym;
- **piasek łamany** - kruszywo granulowane, frakcja 0/2 mm powstająca po przekruszeniu tłucznia w granulatorze, czyli po drugim kruszeniu surowca skalnego;
- **piasek kruszony** - piasek 0/2 mm otrzymany z rozdrobnienia piasku zwykłego, żwiru, otoczaków;

- **grys** - kruszywo łamane granulowane o wielkości ziaren od 2 do 20,0 mm, powstające po przekruszeniu tłucznia w granulatorze, czyli po drugim kruszeniu skały;
- **kliniec** - kruszywo łamane zwykłe z pierwszego kruszenia o wielkości ziaren od 4 do 31,5 mm;
- **kruszywo drobne granulowane** - najdrobniejszy materiał z drugiego lub trzeciego kruszenia surowca skalnego o wielkości ziaren od 0,063 do 4mm;

- **pospółka** - kruszywo naturalne, zawierające ziarna różnych wielkości: piasek i żwir, czyli o wielkości ziaren do 63 mm;
- **tłuczeń** - kruszywo łamane, otrzymywane z niesortu (pierwszego kruszenia), o wielkości ziaren od 3 do 31,5 mm;
- **żwir** - kruszywo naturalne o wielkości ziaren od 2 do 63 mm.

- **frakcja** - zbiór ziaren kruszywa zawierający się między dwoma sitami kontrolnymi, będącymi górną i dolną granicą frakcji, następującymi kolejno po sobie; np. frakcja 2/4 mm oznacza kruszywo przechodzące przez sito # 4 mm i pozostające na sicie # 2 mm;
- **frakcja grysowa** - zbiór ziaren grysów (w mieszance mineralnej) o wielkości większej niż 2 mm (pozostających na sicie # 2 mm) i mniejszej niż 20,0 mm;



- **frakcja piaskowa** - zbiór ziaren (w mieszance mineralnej) o wielkości od 0,063 mm do 2 mm;
- **grupa frakcji** - kruszywo zawierające co najmniej dwie sąsiednie frakcje;
- **pyły** - zbiór ziaren (w mieszance mineralnej) o wielkości poniżej 0,063 mm (przechodzących przez sito # 0,063 mm);

- **partia kruszywa** – ilość kruszywa wyprodukowana w tym samym czasie i w warunkach przyjmowanych za jednakowe;
- **kruszywo wypełniające** – w większości przechodzące przez sito o oczkach 0,063 mm; dodawane do zapraw i betonów w celu poprawienia urabialności lub plastyczności;
- **uziarnienie kruszywa** – określa zawartość ziaren poszczególnych frakcji wyrażoną w %;

- sita kontrolne** – zestaw sit o oczkach kwadratowych do określania wielkości ziaren kruszywa; sita wg PN-EN 13043

| Zestaw podstawowy<br>[mm] | Zestaw podstawowy plus 1<br>[mm] | Zestaw podstawowy plus 2<br>[mm] |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 63                        | 63                               | 63                               |
| -                         | 45                               | -                                |
| -                         | -                                | 40                               |
| 31,5 (32)                 | 31,5 (32)                        | 31,5 (32)                        |
| -                         | 22,4 (22)                        | -                                |
| -                         | -                                | 20                               |
| 16                        | 16                               | 16                               |
| -                         | -                                | 14                               |
| -                         | -                                | 12,5 (12)                        |
| -                         | 11,2 (11)                        | -                                |
| -                         | -                                | 10                               |
| 8                         | 8                                | 8                                |
| -                         | -                                | 6,3 (6)                          |
| -                         | 5,6 (5)                          | -                                |
| 4                         | 4                                | 4                                |
| -                         | 2                                | 2                                |
| -                         | 1                                | -                                |
| Denko=0                   | Denko=0                          | Denko=0                          |

- **analiza sitowa** (uziarnienie, skład ziarnowy) – rozdzielenie kruszywa na ziarna pozostające na kolejnych sitach (o coraz mniejszych oczkach); w ten sposób dowiemy się, ile procent wagowych materiału pozostaje na każdym sicie - i to jest właśnie analiza sitowa, z którą wiążą się dwa pojęcia:

- **odsiew na sicie** - ilość materiału pozostająca na sicie, (czyli większa od oczek danego sita);
- **przesiew przez sito** - ilość materiału przechodząca przez sito, (czyli mniejsza od oczek danego sita);

**Analizę sitową można przeprowadzić dwoma metodami:**

- **na mokro** - dla kruszyw zawierających grudki gliny lub ziarna oblepione gliną lub pyłem;
- **na sucho** - dla kruszyw nie zawierających grudek gliny lub ziaren oblepionych gliną;

# Kruszywa skalne – podstawowe pojęcia



**Zestaw sit  
wraz ze stolikiem  
wstrząsowym**



**Sita certyfikowane**

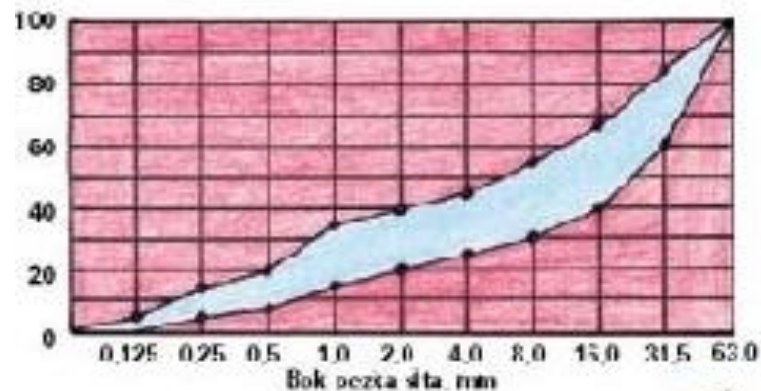
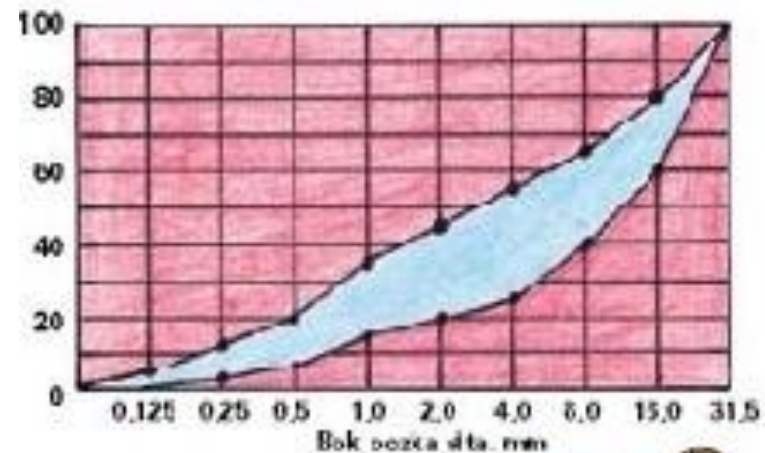
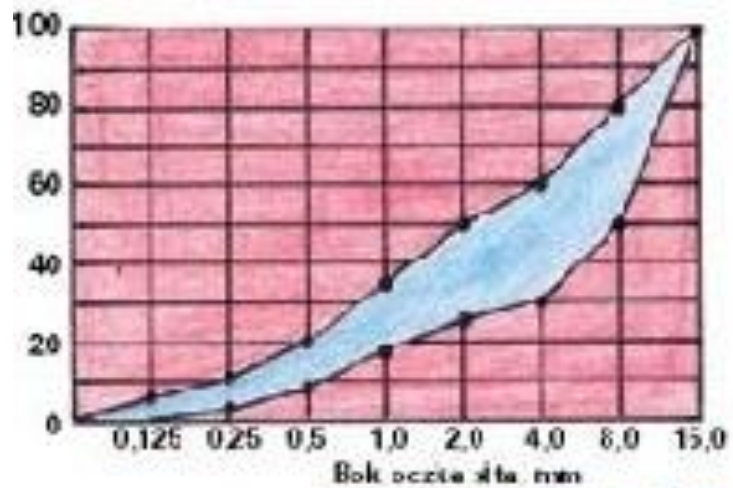


**Sita z siatki drucianej**

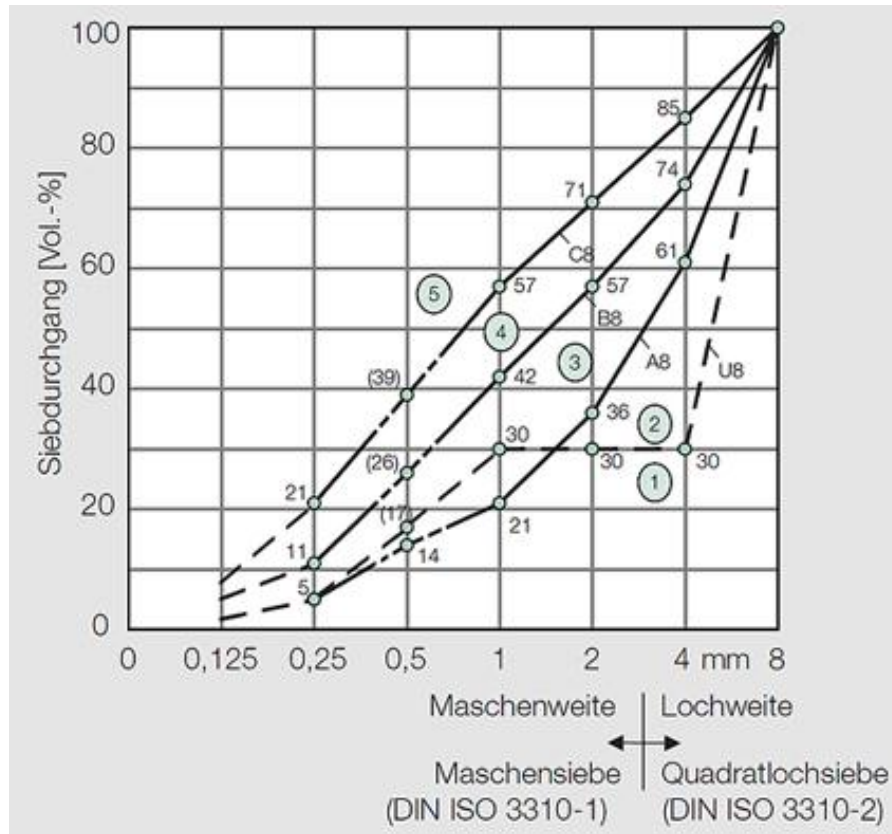
- **krzywa uziarnienia** (krzywa składu ziarnowego) -  
na podstawie wykonanej analizy sitowej,  
nanosimy na specjalną siatkę półlogarytmiczną  
jej wyniki i otrzymujemy ciągłą krzywą  
uziarnienia dla danego kruszywa lub mieszanki  
mineralnej - inaczej mówiąc graficzne  
przedstawienie uziarnienia;



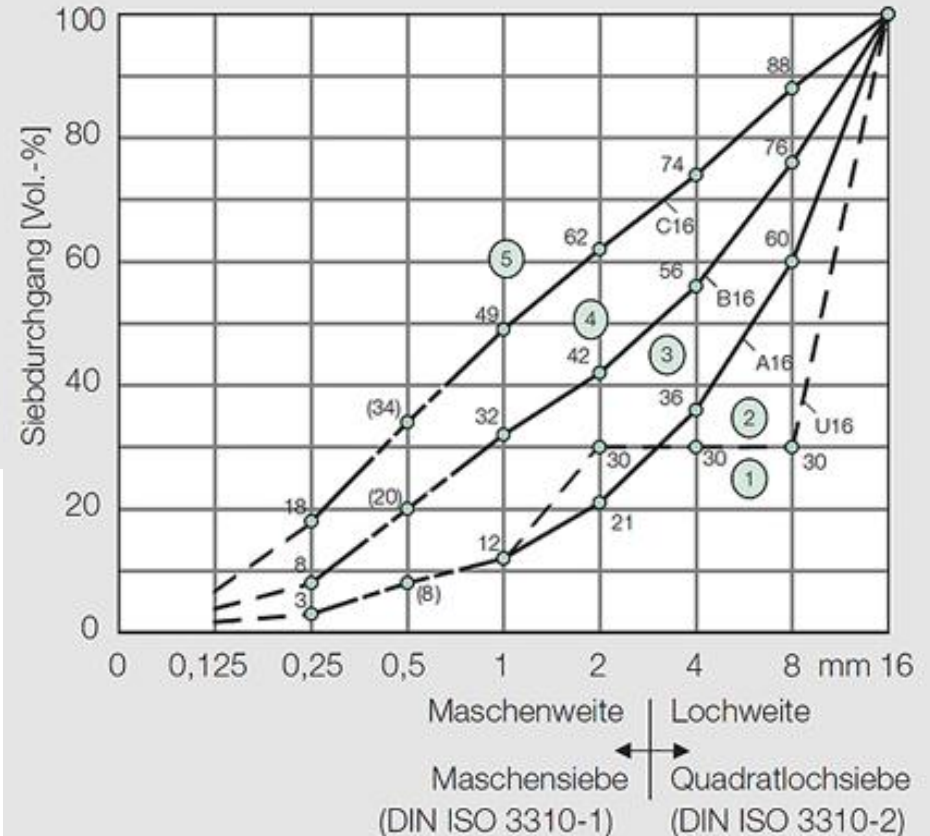
## Kruszywa skalne – krzywe przesiewu



# Kruszywa skalne – krzywe przesiewu

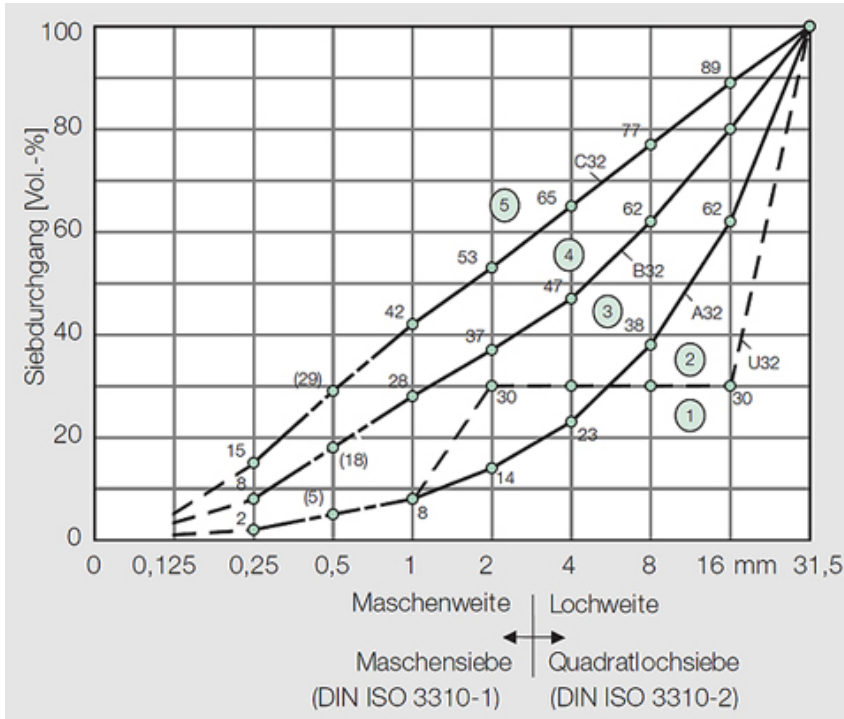


- 1 - kruszywo za drobne
- 2 - kruszywo dopuszczalne
- 3 - kruszywo o korzystnym uziarnieniu

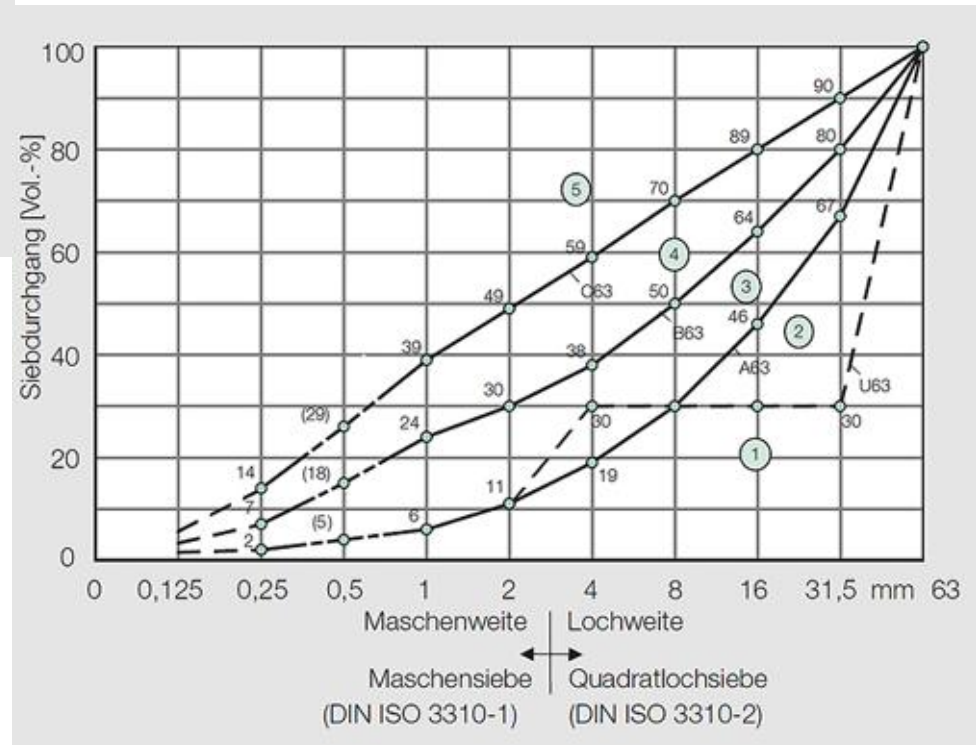


- 4 - kruszywo korzystne dla uziarnienia nieciągłego
- 5 - kruszywo zbyt grube

# Kruszywa skalne – krzywe przesiewu

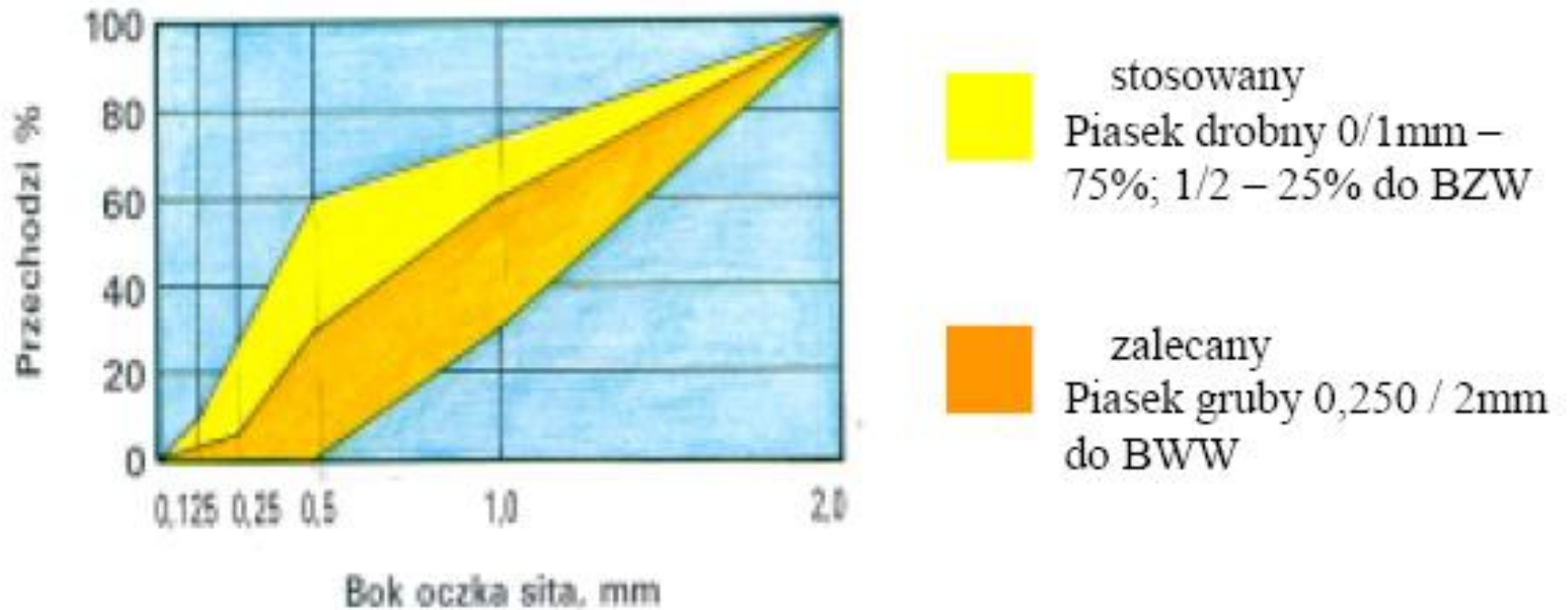


- 1 - kruszywo za drobne
- 2 - kruszywo dopuszczalne
- 3 - kruszywo o korzystnym uziarnieniu



- 4 - kruszywo korzystne dla uziarnienia nieciąglego
- 5 - kruszywo zbyt grube

## Kruszywa skalne – krzywe przesiewu



Rys. 6. Uziarnienie piasku do betonu: BZW, BWW.

- **powierzchnia właściwa** - stosunek sumy zewnętrznych powierzchni ziaren kruszywa do masy tych ziaren;
- **wskaźnik kształtu ziarna** - stosunek wymiary najdłuższego do najkrótszego wymiaru ziarna kruszywa;



- **punkt piaskowy** - procentowy udział w kruszywie masy ziaren o wymiarach 0,063-2,0 mm;
- **wskaźnik piaskowy** - stosunek objętości ziaren frakcji piaskowej ( do 2 mm) i częściowo żwirowej (do 4 mm) do objętości tych frakcji wraz z cząstkami występującymi w formie zawiesiny przygotowanej zgodnie z odpowiednią normą;

- **ziarno nieforemne** - ziarno kruszywa, którego wskaźnik kształtu jest  $\geq 3$  (stosunek największego wymiaru ziarna (długość) do najmniejszego (grubość));
- **ziarno słabe** - ziarno kruszywa naturalnego o obniżonej wytrzymałości określonej według odpowiedniej normy;
- **ziarno zwietrzałe** - ziarno kruszywa zmienione wtórnie, dające się odróżnić od pozostałych ziaren na podstawie barwy, powierzchni itp.;

- **ziarno z korą** - ziarna kruszywa mające na powierzchni zwietrzelinę skalną o odmiennej od reszty ziaren skalnych barwie lub strukturze;
- **ziarna ze zgorzelą słoneczną** - ziarna kruszywa ze skał bazaltowych wykazujące obecność jasnych, szarych lub niebieskawych plam, drobnych spękań, włoskowatych szczelin, charakteryzujących się nierównym, gruzełkowatym lub zadziorowatym przełomem.



- **kruszywo sztuczne** – kruszywo pochodzenia mineralnego uzyskane w wyniku procesu przemysłowego, obejmującego termiczną lub inną modyfikację;
- **kruszywo z recyklingu** – kruszywo powstałe w wyniku przeróbki nieorganicznego materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie;

- **mieszanka mineralna** - jest to kruszywo łamane i/lub naturalne z wypełniaczem mineralnym, wymieszane w odpowiednich proporcjach (tzn. zgodnie z projektem i przeznaczeniem);
- **niesort** - kruszywo zwykle powstające podczas pierwszego kruszenia skał w kruszarce; zawiera zwykle dość duży zakres wielkości ziaren, np. 0/25 mm lub 0/63mm; następnie po jego przesortowaniu otrzymuje się tłuczeń, kliniec i miął;

## Cechy kruszyw skalnych:

- **cechy klasowe** - są niezależne od człowieka, wynikają, z właściwości skały, z której otrzymano kruszywo. Do tych cech zaliczamy kwasowość, ścieralność, nasiąkliwość, mrozoodporność, zawartość związków siarki lub reaktywność alkaliczną;
- **cechy gatunkowe** - są zależne od działań człowieka, np. procesu wydobywania, technologii produkcji, składowania. Do nich zaliczamy, więc zawartość ziaren nieforemnych, nadziarna, podziarna, zapylenie itd.

- **kwasowość** - zależy ona od zawartości krzemionki  $\text{SiO}_2$  w skale, z której pochodzi kruszywo; o kwasowości należy pamiętać podczas projektowania mieszanki mineralno-asfaltowej i w razie potrzeby dodać środek adhezyjny;

- **mrozoodporność** - odporność kruszywa na wielokrotne cykle zamrażania i rozmrażania, zależy najczęściej od jego nasiąkliwości, czyli ilości wody pozostającej wewnątrz ziaren podczas zamarzania. Badana jest także mrozoodporność kruszywa po nasączeniu wodnym roztworem **NaCl**, (czyli soli, co pozwala oszacować odporność kruszywa na działanie środków adhezyjnych;

- **porowatość i nasiąkliwość** - porowatość (odwrotność szczelności) i jej konsekwencja, czyli nasiąkliwość są cechami kruszywa wpływającymi na jego trwałość; nasiąkliwość jest zdolnością kruszywa do wchłaniania i magazynowania wody w porach i drobnych spękania, co ma istotny wpływ na mrozoodporność;

zwykle większą nasiąkliwość mają skały osadowe takie jak piaskowiec;

podczas projektowania mieszanek mineralno-asfaltowych interesuje nas, jaka ilość asfaltu może zostać wchłonięta przez zewnętrzną powierzchnię ziaren kruszywa; w wielu przypadkach, głównie w skałach magmowych i przeobrażonych, ta wchłonięta ilość asfaltu jest minimalna;

- **polerowalność** - odporność kruszywa na polerowanie (wygładzanie krawędzi i powierzchni ziaren);

- **ścieralność i odporność na uderzenia** - cecha ta badana jest w bębnie Los Angeles i ma na celu sprawdzenie podatności kruszywa na rozkruszanie; duża strata masy wskazuje na możliwość kruszenia się ziaren podczas :
  - produkcji mieszanki w otaczarce,
  - rozkładania i wałowania,
  - obciążania nawierzchni pojazdami;



- **stopień zwietrzenia** - rzadko się zdarza, aby kruszywo stosowane do nawierzchni drogowych było zwietrzałe; po prostu dlatego, że badania takich cech jak nasiąkliwość czy ścieralność zawczasu je eliminują.

Groźniejsze są przypadki stosowania bazaltów z tzw. zgorzelą, kiedy efekt procesu wietrzenia pojawiają się z pewnym opóźnieniem i nie zawsze są wykrywalne we wstępnych badaniach;

- **kształt ziaren** - ma kluczowe znaczenie dla odporności nawierzchni bitumicznej na koleinowanie; kruszywa łamane, dzięki klinowaniu się sąsiednich ziaren tworzą znacznie stabilniejszą warstwę bitumiczną; efekt ten wzmacnia się im bardziej foremne ziarna zastosujemy; z kolei kruszywa naturalne, o charakterystycznie okrągłych kształtach sprawiają kłopoty, począwszy od zagęszczania (syndrom zagęszczania kulek łożyskowych), a skończywszy na szybkim skoleinowaniu nawierzchni (brak klinowania ziaren);

## Wymagania chemiczne:

- **chlorki** – oznaczenie zawartości jonów chlorkowych rozpuszczalnych w wodzie (chlorki mogą być przyczyną powstawania złuszczeń na odkrytych powierzchniach zaprawy a także powodować korozję elementów metalowych umieszczonych w zaprawie);

- **siarczany rozpuszczalne w kwasie** – badanie należy przeprowadzić zgodnie z EN 1744-1:1998, a wyniki deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią (**AS**);  
**zawartość związków siarki** - decydują o przydatność danego kruszywa do stosowania w betonach cementowych.

### **2. Kruszywa lekkie do betonów**

Kruszywa lekkie dzieli się w zależności od sposobu produkcji i metody uzyskiwania na grupy i sortymenty:

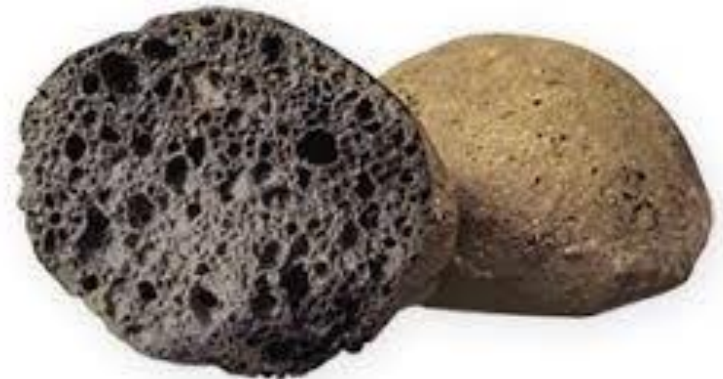
**A** – kruszywa z surowców mineralnych poddanych obróbce termicznej:

**B** – kruszywa z odpadów przemysłowych poddanych obróbce termicznej:

**C** – kruszywa z odpadów przemysłowych nie poddanych obróbce termicznej:

### A – kruszywa z surowców mineralnych poddanych obróbce termicznej:

- **keramzyt** (gliniec) otrzymuje się przez pęcnienie łatwo topliwych iłó w procesie wypalania w piecach obrotowych. Ziarna kruszywa mają kształt zbliżony do kuli z porami zamkniętymi o czerepie spieczonym;



- **glinoporyt** (agloporyt) otrzymuje się przez spiekanie surowców ilasto-glinowych niepęczniejących w panwiach i w piecach rusztowych, po rozkruszeniu otrzymuje się tłuczeń ceramiczny z porami otwartymi o czerepie spieczonym;



## Kruszywa lekkie

- **perlitoporyt** wytwarzany przez ekspandowanie w wysokiej temp. uwodnionych szkliv wulkanicznych – obsydianu, perlitu;



- **vermikuloporyt** otrzymywany przez ekspandowanie w wysokiej temp. vermikulitu.



### B – kruszywa z odpadów przemysłowych poddanych obróbce termicznej:

- **łupkoporyt** otrzymuje się przez spiekanie łupków przywęglowych na taśmie aglomeracyjnej. Następnie spieki te są kruszone i rozsiewane na określone frakcje. Ziarna mają kształt nieregularny z otwartymi porami od 0,06 mm do 1 mm lub kawernami oraz szorstką powierzchnię;

## Kruszywa lekkie

---

- **popiołoporyt** uzyskiwany przez granulowanie, a następnie spiekanie popiołów lotnych z domieszkami niewielkiej ilości skały ilastej (gralit, pollytag, fasla)
- **kruszywo popiołowe** otrzymywane przez granulowanie i utwardzanie w procesie niskoprężnego naparzania i autoklawizacji (pregran, cegran, stargran)



- **żużel granulowany** - to odpad hutniczy o uziarnieniu do 5 mm, uzyskiwany przez gwałtowne schładzanie metodą suchą, półsuchą lub moką płynnego żużla;
- **pumeks hutniczy** otrzymywany przez poryzację płynnego żużla parą wodną i przekruszenie spienionego materiału.

### C – kruszywa z odpadów przemysłowych nie poddanych obróbce termicznej:

- **elporyt** - otrzymywany przez rozdrobnienie żużli powstałych przy spalaniu węgla w paleniskach pyłowych;
- **łupkoporyt ze zwałów** - uzyskiwany przez rozdrobnienie przepalonych na zwałach łupków przywęglowych;

- **żużel wielkopiecowy** - otrzymywany przez rozdrobnienie żużla ze zwałów hutniczych lub przez powolne chłodzenie płynnego żużla w tzw. dołach zlewnych) i inne żużle hutnicze - otrzymywane przez rozdrobnienie żużli pomiedziowych, poniklowych itp.

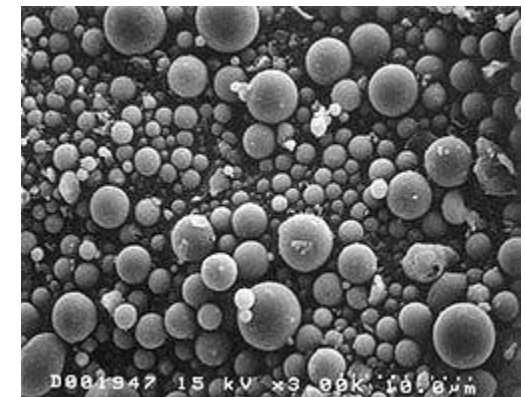
## Kruszywa lekkie

- **żużel paleniskowy** - otrzymywany przez rozdrobnienie produktu odpadowego spalania węgla w paleniskach rusztowych bezpośrednio z bieżącej produkcji lub składowanego na zwałach;
- **popiół lotny** - otrzymywany przez spalanie paliw stałych w paleniskach pyłowych i unoszony z palenisk w strumieniu spalin.



żużel; źródło: Wikipedia

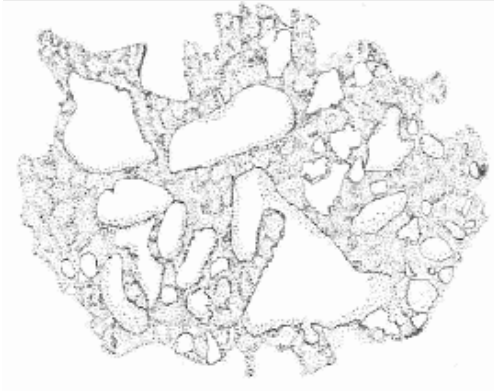
Popiół lotny, mikrofotografia, powiększenie 2000x





## Porowata struktura ziarn przykładowych kruszyw lekkich

a) pumeks hutniczy



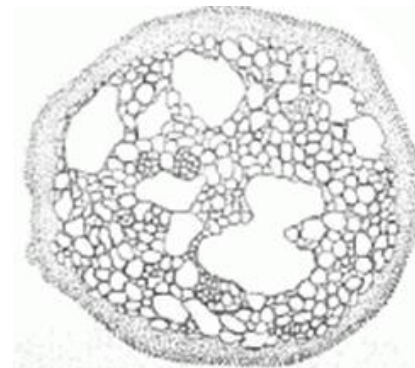
c) łupek



b) pumeks naturalny



d) keramzyt



# Kruszywa produkowane przez Szczecińskie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.

## PIASEK

| Nr kat. | Rodzaj kruszywa              | Zastosowanie   | Dostępne  |
|---------|------------------------------|--|---|
| P-0/2   | piasek<br>0/2 mm             | produkcja betonów i<br>prefabrykatów<br>budownictwo ogólne, drogowe i<br>hydrotechniczne | wszystkie kopalnie,<br>dostępny również na<br>nabrzeżu w Szczecinie |
| PZ-0/2  | piasek<br>zasypowy<br>0/2 mm | budownictwo ogólne, drogowe,<br>wymiana podłoża, budowa<br>nasypów                       | wszystkie kopalnie,<br>dostępny również na<br>nabrzeżu w Szczecinie |

# Kruszywa produkowane przez Szczecińskie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.

## ŻWIR

| Nr kat. | Rodzaj kruszywa | Zastosowanie   | Dostępne   |
|---------|-----------------|--|--|
| Z-2/4   | żwir 2/4 mm     | produkcja betonów i<br>prefabrykatów<br>budownictwo ogólne,<br>drogowe i hydrotechniczne | Bielinek   |
| Z-2/8   | żwir 2/8 mm     |  | wszystkie kopalnie; dostępny<br>również na nabrzeżu w Szczecinie |
| Z-2/16  | żwir 2/16 mm    |  | wszystkie kopalnie   |
| Z-8/16  | żwir 8/16 mm    |  | wszystkie kopalnie; dostępny<br>również na nabrzeżu w Szczecinie |
| Z-16/32 | żwir 16/32 mm   |  | Bielinek, Golice; dostępny również<br>na nabrzeżu w Szczecinie   |
| Z-2/32  | żwir 2/32 mm    |  | Bielinek, Golice   |

# Kruszywa produkowane przez Szczecińskie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.

## MIESZANKI

| Nr kat. | Rodzaj kruszywa   | Zastosowanie  | Dostępne                      |
|---------|-------------------|---|-------------------------------|
| M-0/4   | mieszanka 0/4 mm  | produkcja betonów<br>i prefabrykatów<br>budownictwo ogólne<br>budownictwo drogowe | Bielinek, Storkowo            |
| M-0/8   | mieszanka 0/8 mm  |   | wszystkie kopalnie            |
| M-0/16  | mieszanka 0/16 mm |   | Bielinek, Storkowo            |
| M-0/32  | mieszanka 0/32 mm |   | Bielinek, Golice,<br>Storkowo |
| M-0/63  | mieszanka 0/63 mm |   | Bielinek, Golice,<br>Storkowo |

# Kruszywa produkowane przez Szczecińskie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.

## MATERIAŁY KRUSZONE

| Nr kat.   | Rodzaj kruszywa                        | Zastosowanie   | Dostępne  |
|-----------|--|--|---|
| G-4/8     | grys 4/8 mm                            | mieszanki<br>mineralno-asfaltowe                     | Golice, Storkowo  |
| G-8/12,8  | grys 8/12,8 mm                         |  |   |
| G-12,8/20 | grys 12,8/20 mm                        |  |   |
| MK-0/4    | mieszanka drobna<br>granulowana 0/4 mm |  |   |
| MK-0/32   | mieszanka kruszona<br>0/32 mm          | podbudowy drogowe<br>do stabilizacji<br>mechanicznej | Bielinek, Golice,<br>Storkowo, Dębówko,<br>Krzyńka, dostępna<br>również na nabrzeżu w<br>Szczecinie |
| MK-0/63   | mieszanka kruszona<br>0/63 mm          | podbudowy drogowe<br>do stabilizacji<br>mechanicznej | Bielinek, Golice,<br>Storkowo, Dębówko,<br>Krzyńka, dostępna<br>również na nabrzeżu w<br>Szczecinie |

# Kruszywa produkowane przez Szczecińskie Kopalnie Surowców Mineralnych S.A.

## POZOSTAŁE MATERIAŁY

| Nr kat. | Rodzaj kruszywa  | Zastosowanie                | Dostępne           |
|---------|------------------|-----------------------------|--------------------|
| PO      | pospółka         | budownictwo ogólne, drogowe | wszystkie kopalnie |
| Z       | ziemia           | budownictwo ogólne          |                    |
| K       | kamień naturalny | budownictwo hydrotechniczne |                    |