

## ***Katedra Budownictwa Ogólnego***



### ***ĆWICZENIE NR 4***

Kruszywa budowlane  
- oznaczenie składu ziarnowego

#### **Instrukcja z laboratorium:**

„Budownictwo ogólne i materiałoznawstwo”

#### 4.0. Oznaczanie składu ziarnowego (wg PN-EN 933-1)

Badanie to polega na rozdzieleniu materiału, za pomocą zestawu sit, na kilka frakcji ziarnowych klasyfikowanych według zmniejszających się wymiarów. Zarówno liczbę sit, jak i wymiary otworów dobiera się w zależności od rodzaju próbki i wymaganej dokładności. Oznaczanie składu ziarnowego kruszyw mineralnych wykonuje się metodą przesiewania na sucho lub mokro. Jeśli przemywanie może zmienić fizyczne właściwości kruszyw lekkich, należy stosować wyłącznie przesiewanie na sucho.

Zasada obu metod polega na rozdzieleniu kruszywa na frakcje przez przesianie (na sucho, na mokro) na zestawie sit kontrolnych o znormalizowanych wymiarach oczek kwadratowych, a następnie ustaleniu procentowego udziału (masowego) poszczególnych frakcji w badanej próbce.

##### Zestaw przyrządów

Do oznaczenia składu ziarnowego są wymagane następujące przyrządy:

- waga lub wagi o dokładności  $\pm 0,1\%$  masy próbki analitycznej;
- sita kontrolne z otworami według EN 933-2 i zgodne z wymaganiami ISO 3310-1 i ISO 3310-2;
- wstrząsarka do mechanicznego przesiewania (nieobowiązkowo);
- pojemnik dolny (denko) i pokrywa górna dopasowana do ramek sit lub pojemnik dolny z możliwością odprowadzenia zawiesiny;
- suszarka z wentylacją i termostatem utrzymującym temperaturę  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  lub inne urządzenie do suszenia kruszyw, nie powodujące zmiany wymiarów ziaren.

Pobieranie średniej próbki laboratoryjnej należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 932-1. Masa i liczba pobranych próbek zależy od wielkości partii i rodzaju kruszywa przeznaczonego do badań.

Masa każdej **próbki analitycznej** kruszyw o gęstości objętościowej pomiędzy  $2,00 \text{ Mg/m}^3$  i  $3,00 \text{ Mg/m}^3$  powinna być taka jak w tablicy 1. W przypadku innych wymiarów ziaren poniżej 63 mm minimalna masa próbki analitycznej może być interpolowana z mas podanych w tablicy 1.

Wysuszoną próbkę analityczną należy ostudzić do temperatury pokojowej, zważyć i zapisać masę jako  $M_1$ .

Próbkę analityczną kruszywa, badaną metodą na mokro, należy następnie umieścić w pojemniku i zalać wodą na 24 h. W celu doprowadzenia do powstania zawiesiny przez rozpuszczenie grudek gliny roztwór miesza się w regularnych odstępach czasu.

Tab.1. Minimalna wielkość próbek analitycznych kruszywa

Wymiar ziarn kruszywa D (max) mm	Masa próbki analitycznej (min) kg
90	80
63	40
32	10
16	2,6
8	0,6
$\leq 4$	0,2

## Wykonanie oznaczenia

**Przesiewanie.** Przemyty i wysuszony materiał (lub bezpośrednio suchą próbkę) należy wsypać na zestaw sit kontrolnych ustawiony na pojemniku dolnym (denku), kolejno od najmniejszego do największego wymiaru oczka. Obudowy poszczególnych sit powinny zapewniać szczelność całego zestawu. Jeżeli przesiewanie odbywa się w sposób mechaniczny, zamontowany zestaw sit należy umieścić na wstrząsarce.

Często okazuje się, że przemywanie niedostatecznie usuwa wszystkie pyły, należy więc włączyć sito o wymiarze 63  $\mu\text{m}$  do zestawu sit badawczych.

Następnie można przystąpić do przesiewania kruszywa. Proces przesiewania może być uznany za zakończony, gdy masa zatrzymywanego materiału nie zmienia się więcej niż o 1% po 1 min przesiewania.

Aby uniknąć przesypania sit, frakcja pozostająca na każdym sicie po zakończeniu przesiewania (wyrażona w gramach) nie powinna przekraczać wartości obliczonej na podstawie wzoru:

$$m_i = \frac{A \sqrt{d}}{200} \quad (4.1)$$

gdzie:  $A$  - powierzchnia danego sita kontrolnego,  $\text{mm}^2$ ;

$d$  - nominalny wymiar oczka kwadratowego danego sita kontrolnego, mm.

Jeśli jakaś frakcja przekracza wielkość określoną wzorem (4.1) należy podzielić frakcje na mniejsze porcje niż wynosi maksimum i kolejno je przesiewać.

Po stwierdzeniu prawidłowości przesiewania (zgodnie z powyższym wzorem) należy frakcje zatrzymane na poszczególnych sitach zważyć wagą techniczną lub analityczną i zapisać poszczególne masy jako  $R_i$ . Materiał pozostający na denku także należy zważyć i oznaczyć tą masę jako  $P$ . Jeżeli ziarna kruszywa zostały uwięzione w otworach sita, należy je usunąć, odwracając sito do góry dnem, tak aby nie uszkodzić otworu. Ziarna takie dołącza się do danej frakcji.

**Obliczanie wyników.** Skład ziarnowy należy obliczyć w procentach ( $m_i/m$ ) z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku, w sposób następujący:

a) obliczyć procentowy udział poszczególnych frakcji kruszywa ( $a_i$ ) w próbce analitycznej według zależności:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \quad (4.2)$$

gdzie:  $m_i$  - całkowita masa frakcji wydzielonej w wyniku przesiewania z próbki analitycznej, g;

$m$  - masa próbki analitycznej, g.

b) obliczyć procentowy udział przesiewu przez poszczególne sita ( $b_n$ ) zestawu sit kontrolnych według zależności:

$$b_n = a_1 + a_2 + \dots + a_{(n-1)}$$

gdzie:  $a_1 + a_2 + \dots + a_{(n-1)}$  - suma procentowych udziałów w masie próbki analitycznej wszystkich frakcji kruszywa o ziarnach mniejszych od wymiaru oczka sita kontrolnego  $n$ .

c) obliczyć procentową zawartość pyłów (f) przechodzących przez sito 63 µm według wzoru:

$$f = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100 \quad (4.3)$$

$$f = \frac{P}{M_1} \times 100 \quad (4.4)$$

gdzie:  $M_1$  – masa suchej próbki analitycznej, kg;  
 $M_2$  – masa suchej pozostałości na sicie 63 µm, kg;  
 $P$  – masa przesianego materiału znajdującego się na denku, kg.

Wynik oznaczania składu ziarnowego należy uznać za poprawny, jeżeli suma wszystkich frakcji ( $a_1 + a_2 + \dots + a_{(n-1)}$ ) nie różni się od masy próbki analitycznej o więcej niż  $\pm 1\%$ , tj. zawiera się w granicach  $99 \div 101\%$ . Brakującą część kruszywa lub jego nadmiar należy dodać/odjąć od frakcji mającej największy udział procentowy (suma wszystkich frakcji powinna wynosić dokładnie 100%). W razie wystąpienia większej różnicy niż 1% badanie należy powtórzyć.

Z wykonania oznaczania składu ziarnowego kruszyw należy sporządzić protokół badań. Powinien on zawierać następujące dane:

- zestawienie tabelaryczne obliczonych wyników;
- metodę wykonania analizy;
- podanie sposobu przesiewania (ręczny, mechaniczny);
- wymiary oczka sita kontrolnego;
- datę wykonania oznaczania.

Dodatkowo zaleca się graficzne przedstawienie wyników przesiewu (tzw. krzywa uziarnienia kruszywa lub krzywa stosu okruszowego).

**PRZYKŁAD:** Obliczyć skład ziarnowy kruszywa na podstawie wykonanego przesiewu próbki laboratoryjnej o masie 13 040 g i naszkicować wykres krzywej uziarnienia. Dane wyjściowe przyjąć wg tab.2.

Tab. 2. Normowe rozmiary sita i zważone pozostałości kruszywa

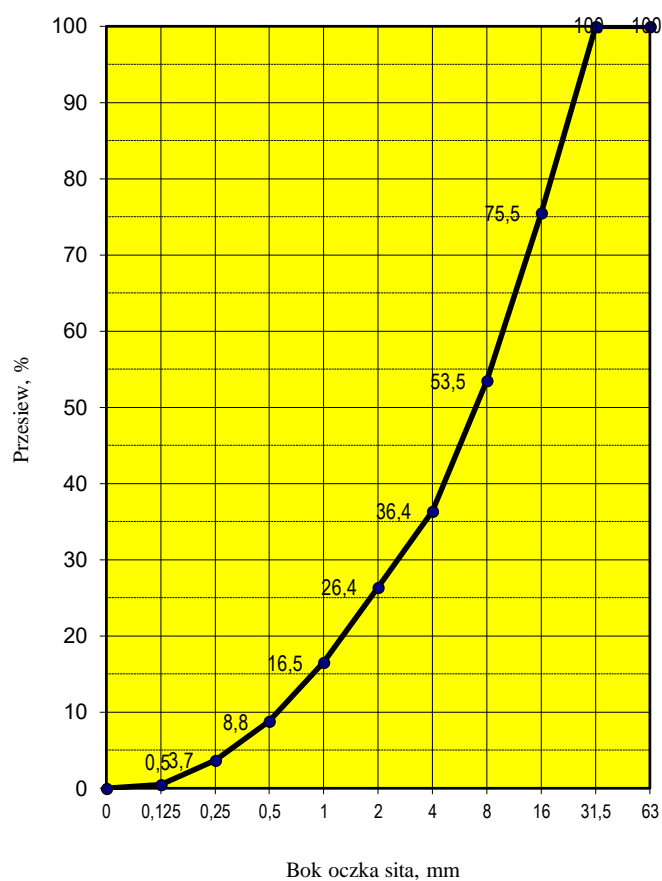
Sito, mm	63	31,5	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0
Pozostałość, g	0	0	3200	2870	2230	1300	1290	1010	660	420	60

Obliczenia wykonano w formie tabelarycznej i zamieszczono w tab.3, natomiast na rys. 1 wynik przedstawiono graficznie.

Tab. 3. Tabelaryczny wynik badania

Wymiar sita $D$ mm	Masa frakcji $M_i$ g	Udział frakcji $a_i$ %	Przesiew $b_n$ %
63	0	0,0	100,0
31,5	0	0,0	100,0
16	3200	24,5	75,5
8	2870	22,0	53,5
4	2230	17,1	36,4
2	1300	10,0	26,4
1	1290	9,9	16,5
0,5	1010	7,7	8,8
0,25	660	5,1	3,7
0,125	420	3,2	0,5
0	60	0,5	0,0
Suma :		100,0	

Rys. 1. Krzywa uziarnienia kruszywa do omawianego przykładu



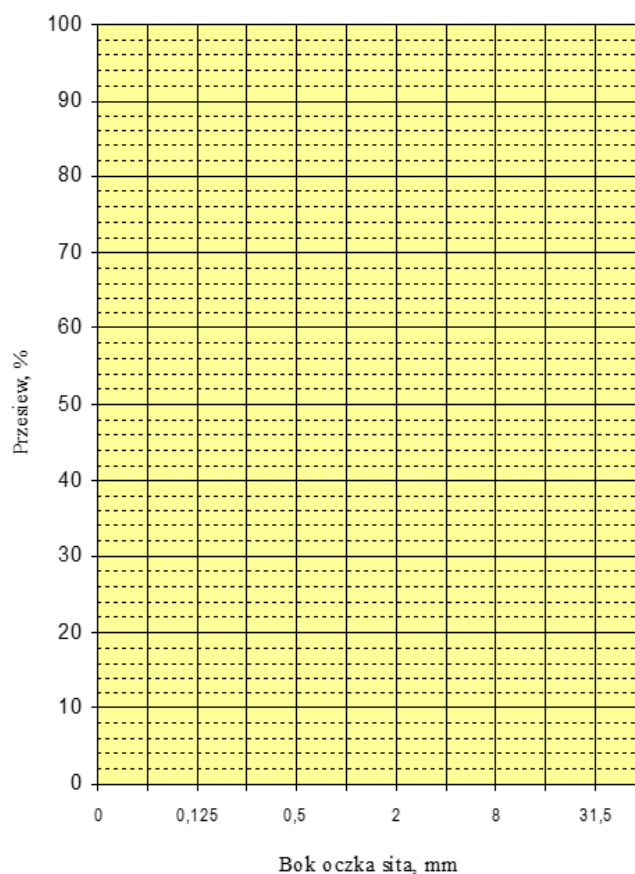
Grupa LP-...../zespół .....

Data.....

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

Ćwiczenie 4**OZNACZANIE GĘSTOŚCI NASYPOWEJ I SKŁADU ZIARNOWEGO KRUSZYW**

<b>Metoda przesiewania:</b>			
<b>Całkowita sucha masa próbki przed przesianiem <math>M_{1p}</math>: ..... g</b>			
<b>Całkowita sucha masa próbki po przesianiu <math>M_{1k}</math>: ..... g</b>			
<b>Brak lub nadwyżka kruszywa:</b> ..... %			
<b>Sito</b>	<b>Pozostałość na sicie</b>		<b>Przesiew</b>
mm	g	%	%
<b>63,0</b>			
<b>31,5</b>			
<b>16,0</b>			
<b>8,0</b>			
<b>4,0</b>			
<b>2,0</b>			
<b>1,0</b>			
<b>0,5</b>			
<b>0,25</b>			
<b>0,125</b>			
<b>0,063</b>			
<b>0</b>			

Procent pyłów (f) przechodzących przez sito 63  $\mu\text{m}$ :

$$f = \frac{P}{M_1} \times 100 = \dots\dots\dots\%$$

Dodatkowe uwagi:

.....

.....