

**Określenie rodzaju gruntu niespoistego na podstawie krzywej uziarnienia, wyznaczanie współczynnika filtracji metoda empiryczną i laboratoryjną-przy zmiennym spadku hydraulicznym.**

Przygotować próbkę piasku suchego o masie ok. 400 g ( $m_s$ ), z dokładnością 0.01 g. Następnie przygotować komplet sit. Sita ustawiamy od największego wymiaru oczek (sito górne) do najmniejszego wymiaru oczek (sito dolne). Pod sitem dolnym umieszczamy podstawkę. Zważoną próbkę gruntu wsypać na sito górne, następnie komplet sit umieścić na wstrząsarce. Wstrząsarce uruchomić na okres około 5 min. Po zakończeniu przesiewu określić, z dokładnością 0.01 g, masę pozostałości na każdym sicie oraz na podstawie. Wyniki zapisać w tabeli.

Zawartość poszczególnych frakcji obliczyć ze wzoru:

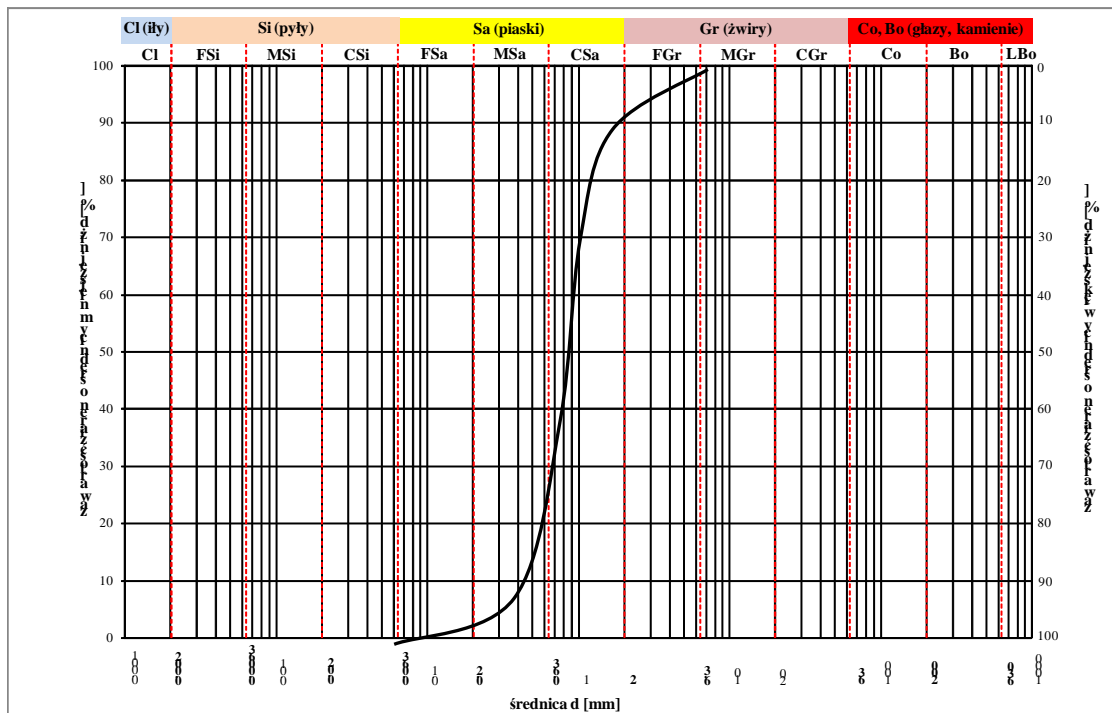
$$Z_i = \frac{m_i}{m_s} \cdot 100 [\%]$$

gdzie:  $m_i$  – oznacza masę gruntu pozostałego na sicie.

Prawidłowość pomiarów sprawdzamy z warunku:

$$|m_s - \sum m_i| \leq 0,005 \cdot m_s$$

Uzyskane wyniki w postaci procentowej zawartości poszczególnych frakcji badanej próbki, nanieść na wykres uziarnienia. Przykład wykresu uziarnienia przedstawiono na rys. 6.1. Otrzymany wykres stanowi podstawę do określenia rodzaju gruntu oraz współczynnika filtracji.



Rys. 6.1. Krzywa uziarnienia gruntu.

Współczynnik wodoprzepuszczalności obliczyć stosując empiryczne wzory Krügera i Hazena.

**Wzór Krügera:**

$$k_{10} = \frac{182 \cdot 10^4 \cdot n^3}{C^2 \cdot (1-n)^2} \text{ [m/dobę]}$$

gdzie: **n** – porowatość gruntu liczona z zależności:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \quad \text{dla} \quad \rho_s = 2,65 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

**C** – współczynnik uwzględniający pole powierzchni cząstek gruntu zawartych w 1 cm<sup>3</sup> obliczamy ze wzoru:

$$C = \frac{60 \times (1-n)}{d_q}$$

**d<sub>q</sub>** – średnica miarodajna określana na podstawie krzywej uziarnienia za pomocą wzoru:

$$\frac{1}{d_q} = \sum \frac{a_i}{d_i} \left[ \frac{1}{mm} \right]$$

**a<sub>i</sub>** – zawartość poszczególnych frakcji wyrażona w postaci ułamka dziesiętnego, określona wagowo,

**d<sub>i</sub>** – średnia średnica cząstek w granicach poszczególnych przedziałów [mm].

**Wzór Hazena:**

$$k_{10} = C \cdot (d_{10})^2 \quad \text{[m/dobę]}$$

gdzie:

**d<sub>10</sub>** – średnica miarodajna, poniżej której zawartość ziaren wynosi 10% masy gruntu; [mm]

**C** – współczynnik empiryczny zależny od porowatości

$$C = 400 + 40 \cdot (n - 26)$$

gdzie: **n** – porowatość; [%]

Wzór Hazena można stosować do gruntów niespoistych, w których uziarnienie spełnia następujące warunki:

- średnica miarodajna:

$$0,1 \text{ mm} \leq d_{10} \leq 3,0 \text{ mm}$$

- wskaźnik równoziarnistości:

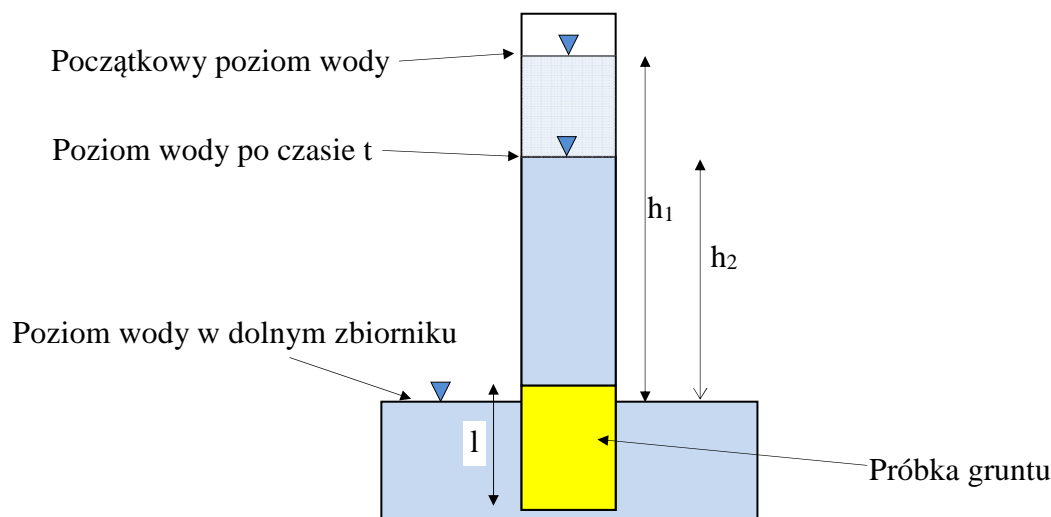
$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} < 5$$

Porowatość gruntu „**n**” obliczyć na podstawie gęstości objętościowej szkieletu gruntowego **ρ<sub>a</sub>**, wyznaczonej w badaniu laboratoryjnym współczynnika filtracji,

**d<sub>x</sub>** – średnica miarodajna, poniżej której znajduje się w gruncie x % masy gruntu.

## Wyznaczanie współczynnika filtracji gruntu na podstawie badań laboratoryjnych.

### *Wyznaczanie współczynnika wodoprzepuszczalności metodą rurki Kamieńskiego (przy zmiennym spadku).*



Do rurki o pomierzonej średnicy wsypać małymi porcjami suchy grunt zagęszczając go ubijakiem. Określić masę „ $m_s$ ” wsypanego gruntu oraz jego miąższość. Masa „ $m_s$ ” wsypanego gruntu stanowić będzie podstawę do określenia gęstości objętościowej szkieletu gruntowego „ $\rho_d$ ” oraz do określenia porowatości „ $n$ ”. Gęstość właściwą przyjąć „ $\rho_s$ ” = 2.65 g/cm<sup>3</sup>. Grubość warstwy gruntu „ $l$ ” powinna wynosić około 5÷10 cm. Do dolnego naczynia nalać wodę, w celu pełnego nasycenia gruntu pod wpływem kapilarnego podciągania. Do rurki wlewać ostrożnie od góry wodę, ustalając dokładnie jej pierwotny poziom (najlepiej na górnym poziomie podziałki). Od tego momentu można przystąpić do właściwego badania. Notować czas odpowiadający obniżeniu się poziomu wody w rurce. Należy wykonać kilka pomiarów, z których obliczamy wartość średnią.

Współczynnik filtracji  $k$  obliczyć z wzoru:

$$k = (l/\Delta t) \times \ln(h_1/h_2)$$

gdzie:

$l$  – wysokość próbki gruntu (cm),

$h_1$  – początkowa wysokość słupa wody (mierzona od poziomu wody w dolnym zbiorniku)

$\Delta t$  – czas obniżenia się słupa wody z  $h_1$  do  $h_2$

$h_2$  – końcowa wysokość słupa wody (mierzona od poziomu wody w dolnym zbiorniku)

Otrzymaną wartość współczynnika filtracji przeliczyć dla temperatury  $T$  wody równej 10°C ( $k_{10}$ ), według poniższego wzoru;

$$k_{10} = \frac{k_t}{0,7 + 0,03 \cdot T}$$

### Wyznaczanie współczynnika filtracji przy stałym spadku hydraulicznym

W badaniach laboratoryjnych należy pomierzyć wydatek wody o temperaturze  $T$  przepływającej przez pole przekroju gruntu  $A$  w czasie  $t$  przy spadku hydraulicznym  $i$ .

Należy zmierzyć średnicę cylindra przeznaczonego do wypełnienia gruntem. Następnie układamy w cylindrze uprzednio przygotowany suchy grunt o znanej masie. Grubość warstwy gruntu mierzymy suwmiarką, w ten sposób, że w pierwszej kolejności dokonujemy pomiaru odległości pomiędzy górną krawędzią cylindra, a górnym sitkiem, ułożonym na dnie cylindra, bez gruntu. Następnie po ułożeniu gruntu i przykryciu go górnym sitkiem, pomierzyć ponownie odległość pomiędzy górną krawędzią cylindra, a sitkiem. Różnica pomierzonych odległości stanowi wysokość próbki gruntu „ $I$ ”. Cylinder umieścić w aparacie, obciążając górne sitko odważnikiem. Zewnętrzną komorę aparatu wypełnić wodą. Po ustabilizowaniu się zwierciadła wody w dwóch komorach aparatu na różnych poziomach, pomierzyć kilka razy wydatek wody ( $Q$ ) oraz temperaturę ( $T$ ) wody.

Wartość współczynnika filtracji obliczyć ze wzoru:

$$k_t = \frac{Q}{A \cdot t \cdot i} \quad (1)$$

gdzie:  $Q$  – wydatek wody pomierzony w czasie  $t$ ; [ $\text{cm}^3$ ]

$A$  – pole przekroju poziomego próbki; [ $\text{cm}^2$ ]

$I$  – wysokość próbki [cm]

$t$  – czas badania [s]

$\Delta h$  – różnica poziomów wody [cm]

$i$  – spadek hydrauliczny „ $\Delta h/I$ ”

$k_t$  – współczynnik filtracji dla wody o temperaturze  $T$ ; [cm/s]

Otrzymaną wartość współczynnika filtracji przeliczyć dla temperatury  $T$  wody równej  $10^\circ\text{C}$  ( $k_{10}$ ), według poniższego wzoru;

$$k_{10} = \frac{k_t}{0,7 + 0,03 \cdot T} \quad (2)$$

gdzie:  $T$  – temperatura wody [ $^\circ\text{C}$ ]

$k_t$  – współczynnik filtracji dla  $T \neq 10^\circ\text{C}$  liczony z wzoru (1); [cm/s]

