

Fracje zredukowane do ustalenia rodzaju gruntu spoistego:

- piaskowa: $f'_p = \frac{100f_p}{100 - (f_k + f_z)} =$

- pyłowa: $f'_\pi = \frac{100f_\pi}{100 - (f_k + f_z)} =$

- iłowa: $f'_i = \frac{100f_i}{100 - (f_k + f_z)} =$

Rodzaj gruntu:.....

Wskaźnik jednorodności uziarnienia: $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} =$

Różnoziarnistość gruntu:

OPRACOWANIE ĆWICZENIA POWINNO ZAWIERAĆ:

1. Krótki opis przebiegu ćwiczenia.
2. Obliczenia stopnia plastyczności i określenie spoistości badanego gruntu..
3. Obliczenie wskaźnika plastyczności badanego gruntu.
4. Krótką analizę otrzymanych wyników pod kątem przydatności badanego gruntu do celów budowlanych.

PRZYKŁADOWE PYTANIA KONTROLNE:

1. Podaj definicję wskaźnika różnoziarnistości.
2. Podział gruntów w zależności od wskaźnika różnoziarnistości.
3. Wymień frakcje gruntu z podaniem wymiarów ziaren.
4. Jakie badania przeprowadzamy w celu określenia rodzaju gruntu?
5. Na czym polega analiza areometryczna?
6. Jakie próby pobierane są do analizy sitowej i areometrycznej?

Analiza granulometryczna

Analizę granulometryczną wykonuje się w celu określenia składu granulometrycznego gruntów nieskalistych. Oznacza to wyznaczenie procentowej zawartości występujących w nich poszczególnych frakcji, które pozwalają na wykreślenie krzywej uziarnienia oraz ustalenie rodzaju i nazwy gruntu. Oznaczanie to jest podstawowe przy laboratoryjnych badaniach inżyniersko-geologicznych właściwości gruntów, pozwala na ustalenie zakresu dalszych badań.

Istnieją dwie metody, jakimi wykonuje się analizę granulometryczną:

- **mechaniczna (analiza sitowa)**
- **metody sedymentacyjne (analiza areometryczna, pipetowa in.).**

Wybór metody zależy od wielkości ziaren. Jeżeli ziarna w gruncie mają wymiary większe niż 0,06mm stosujemy analizę sitową, jeżeli natomiast ziarna są mniejsze niż 0,06mm, stosuje się jedną z metod sedymentacyjnych. W przypadku, gdy ziarna są większe i mniejsze od 0,06mm (dotyczy to najczęściej różnych glin i piasków gliniastych) stosuje się kombinację obydwu metod.

Analiza sitowa

Analiza sitowa polega na określaniu składu granulometrycznego gruntu przez rozdzielanie poszczególnych frakcji na sitach. Dzięki tej analizie określa się skład granulometryczny gruntów sypkich (kamienistych, gruboziarnistych, drobnoziarnistych, niespoistych z wyjątkiem piasku pylastego) oraz określa się ich nazwę. Analizę sitową stosuje się również jako badanie uzupełniające przy analizach sedymentacyjnych.

Analizę sitową należy stosować jako badanie podstawowe dla gruntów niespoistych oraz jako badanie uzupełniające dla gruntów spoistych.

Przebieg badania

- Grunt przeznaczony do badania wysuszyć do stałej masy w temp. 105 ÷ 110 oC. Z próbki przeznaczonej do badania usunąć ziarna o średnicy powyżej 40 [mm].
- Zważyć około 1000 [g] gruntu.
- Komplet czystych i suchych sit należy zestawić w ten sposób, aby najwyżej znalazło się sito o największym wymiarze oczek, tj. 25 [mm], a następnie kolejne sita o coraz mniejszych oczkach. Spód stanowi płaskie naczynie do zebrania pozostałości przesiewanego gruntu.
- Wsypać próbkę gruntu na sito górne, a następnie przykryć je szczelnym wieczkiem i przymocować uchwytami.
- Uruchomić wstrząsarkę na 5 minut.
- Po zakończeniu przesiewania pozostałości na poszczególnych sitach zważyć.
- Wyniki zapisać w tabeli.

Przyrządy:

- komplet sit (rys.1) o wymiarach oczek kwadratowych: 25; 10; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1 oraz 0,070 lub 0,063 [mm],
- wytrząsarka,
- waga techniczna.

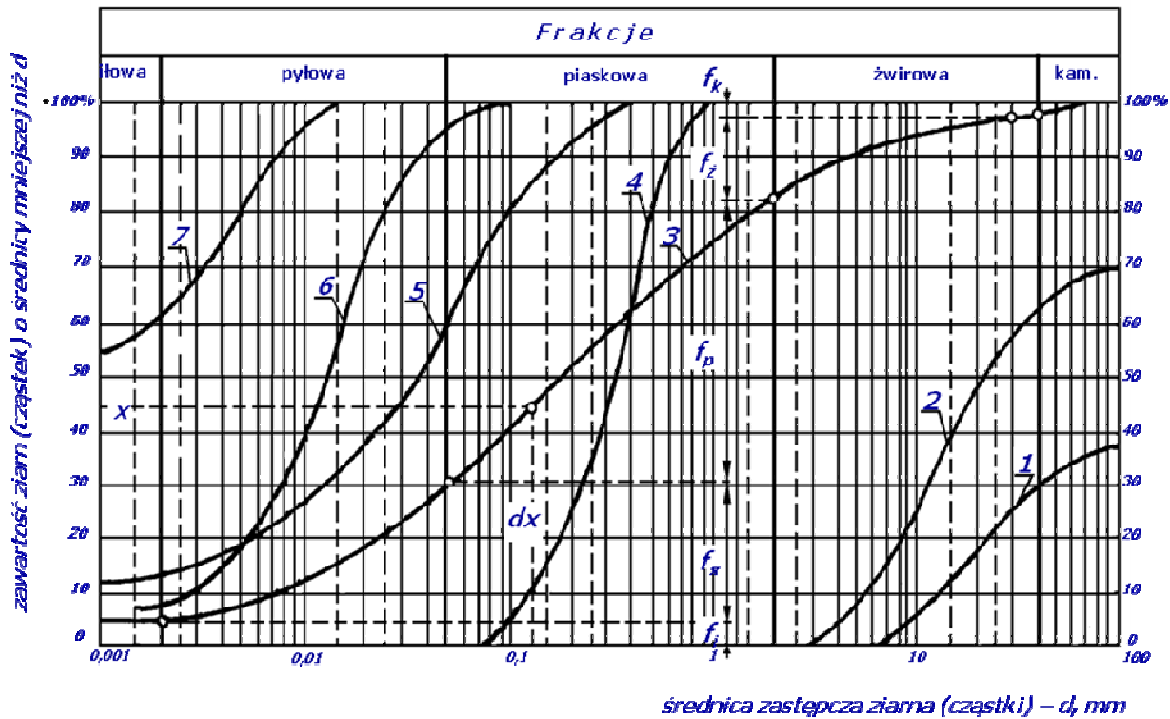
Zawartość procentową poszczególnych frakcji (Z_i) należy obliczyć według wzoru:

$$Z_i = (m_i / m_s) \cdot 100\%$$

gdzie:

- m_i – masa skorygowana frakcji gruntu pozostałej na sicie [g],
- m_s – masa szkieletu gruntowego (całej próbki) [g].

Otrzymane wyniki należy nanieść na wykres uziarnienia gruntu (rysunek poniżej), a na podstawie procentowej zawartości poszczególnych frakcji ustala się nazwę gruntu.



1 - grunt kamienisty; 2 - żwir; 3 - pospółka gliniasta; 4 - piasek średni; 5 - glina; 6 - pył; 7 - ił

Wskaźnik niejednorodności uziarnienia (różnoziarnistości) U :

$$U = d_{60} / d_{10}$$

gdzie:

- d_{60} - średnica ziarn (cząstek), których wraz z mniejszymi jest w gruncie 60%,
- d_{10} - średnica ziarn (cząstek), których wraz z mniejszymi jest w gruncie 10%.

Sedymentacyjne analizy granulometryczne

- wykonuje się w osadach drobnoziarnistych i bardzo drobnoziarnistych, głównie z frakcji pyłowej i ilowej.

Zarówno granulometryczna analiza pipetowa, jak i granulometryczna analiza areometryczna polegają na wyznaczaniu zmian gęstości zawiesiny jednorodnej w czasie sedymentacji. Wykorzystuje się w praktyce tzw. prawo Stokes'a, które określa prędkość swobodnego opadania kul w cieczy. W obydwu przypadkach stosuje się do oceny wielkości ziaren pojęcie sedymentacyjnej średnicy zastępczej.

„Prędkość swobodnego opadania cząstek jest wprost proporcjonalna do ich średnicy i gęstości właściwej i zależy ponadto od lepkości cieczy, jej gęstości właściwej i przyspieszenia ziemskiego ”

$$v = (2 (\rho_s - \rho_w)g d_r^2) / (9 \eta 4)$$

gdzie:

- v = prędkość opadania cząstek
- d_r = średnica zastępcza cząstki
- ρ_s = gęstość właściwa szkieletu gruntowego
- ρ_w = gęstość właściwa wody
- g = wartość przyspieszenia ziemskiego
- η = współczynnik lepkości

Analiza pipetowa

Analiza pipetowa jest jedną z metod analizy granulometrycznej (analizy sedymentacyjnej). Wzór Stokesa przekształca się w stosunku do czasu, odpowiadając na pytanie: po jakim czasie cząstki o założonej nas średnicy (d_T) przejdą określoną drogę, np. 10cm.

$$T = (9\eta h 4) / (2 (\rho_s - \rho_w)g 0,01 d^2 T)$$

gdzie:

- h – droga cząstki (cm)
- 0,01 – współczynnik przeliczeniowy z mm na cm

Po wyliczonym ze wzoru czasie, przy użyciu pipety, pobiera się określoną objętość zawiesiny i po odparowaniu, wysuszeniu i zważeniu oznacza w niej procentową zawartość cząstek o średnicy mniejszej niż d_T . Dzieląc wynik przez masę wysuszonej próbki użytej do analizy i mnożąc wynik przez 100 uzyskuje się procentową zawartość określonych cząstek w całej próbce. Dalsze opracowanie wyników (sporządzanie krzywej uziarnienia oraz ustalanie nazwy gruntu) przebiega jak w analizie areometrycznej.

Aparat do analizy pipetowej - istnieje kilka wersji przyrządu od aparatu Köhna, który stanowi szklany przyrząd z pojemnikiem na wodę destylowaną umieszczony na drewnianym lub plastikowym statywie, przy pomocy którego pobiera się próbkę z zawiesiny oraz spłukuje pipetę bez używania dodatkowych tryskawek, do różnego typu prostych pipet.

Analiza areometryczna

Analiza areometryczna stosowana jest do oznaczania zawartości cząstek frakcji iłowej i frakcji pyłowej. Nazwa analizy pochodzi od stosowanego w niej specjalnie wyskalowanego areometru, za pomocą którego mierzy się gęstość zawiesiny gruntowej a drogą pośrednią procentową zawartość cząstek o określonej średnicy zastępczej (d_T), uzyskanej na podstawie przekształconego wzoru Stokesa. Analiza areometryczna jest najczęściej (obok analizy pipetowej) stosowaną metodą oznaczania zawartości w gruncie cząstek mniejszych niż 0,074mm (0,06mm).

Analiza areometryczna polega na przygotowaniu jednorodnej zawiesiny badanego gruntu i wyznaczeniu jej gęstości objętościowej, zmniejszającej się, w miarę opadania cząstek zawiesiny. Po dokładnym wymieszaniu zawiesiny w cylindrze otrzymuje się jednakowa zawartość takich samych cząstek (a). Z chwilą postawienia cylindra z zawiesiną na stole rozpoczyna się opadanie jej cząstek w dół (b).

Kolejność czynności przedstawia się następująco:

- wyznaczenie gęstości objętościowej zawiesiny (zależnej od masy zawartych w niej cząstek gruntu),
- wyznaczenie prędkości opadania cząstek (zależnej od ich średnicy i lepkości cieczy) ze wzoru Stokesa,
- obliczenie średnicy cząstek (zależnej od wyznaczonej głębokości H_i poniżej zwierciadła zawiesiny, czasu ich opadania oraz lepkości wody).

Przed rozpoczęciem analizy należy wycechować aerometr. Procentową zawartość cząstek oblicza się biorąc za podstawę pomiary gęstości zawiesiny po określonym czasie T za pomocą areometru.

Procentowa zawartość cząstek dana jest wzorem:

$$Z_T = (\rho_s / m_s (\rho_s - \rho_w)) * R_T * 100\%$$

gdzie:

- Z_T – procentowa zawartość cząstek,
- ρ_s – gęstość właściwa szkieletu gruntowego [g/cm^3],
- ρ_w – gęstość wody [g/cm^3],
- m_s – masa gruntu użytego do danej analizy [g],
- R_T – skrócony wskaźnik odczytu dla czasu trwania sedymentacji T .

Cząstki o jednakowych wymiarach opadają na całej wysokości cylindra z jednostajną prędkością. W dolnych partiach zawiesiny w miejsce cząstek, które opadły niżej, wchodzi od góry nowe cząstki o tych samych wymiarach. Czyli gęstość objętościowa zawiesiny na tych poziomach w początkowym okresie nie zmienia się. Zmienia się gęstość zawiesiny w górnych partiach cieczy, bo w miejsce większych cząstek, które opadły na dół, nie mogą wejść od góry takie same następne cząstki, gdyż zdążyły już opaść poniżej rozpatrywanego poziomu.

Czyli po upływie czasu t_i na głębokości H_i , poniżej zwierciadła zawiesiny nie będzie cząstek o średnicy równej lub większej niż d_i , którą to średnicę można obliczyć ze wzoru **Stokes'a**.