

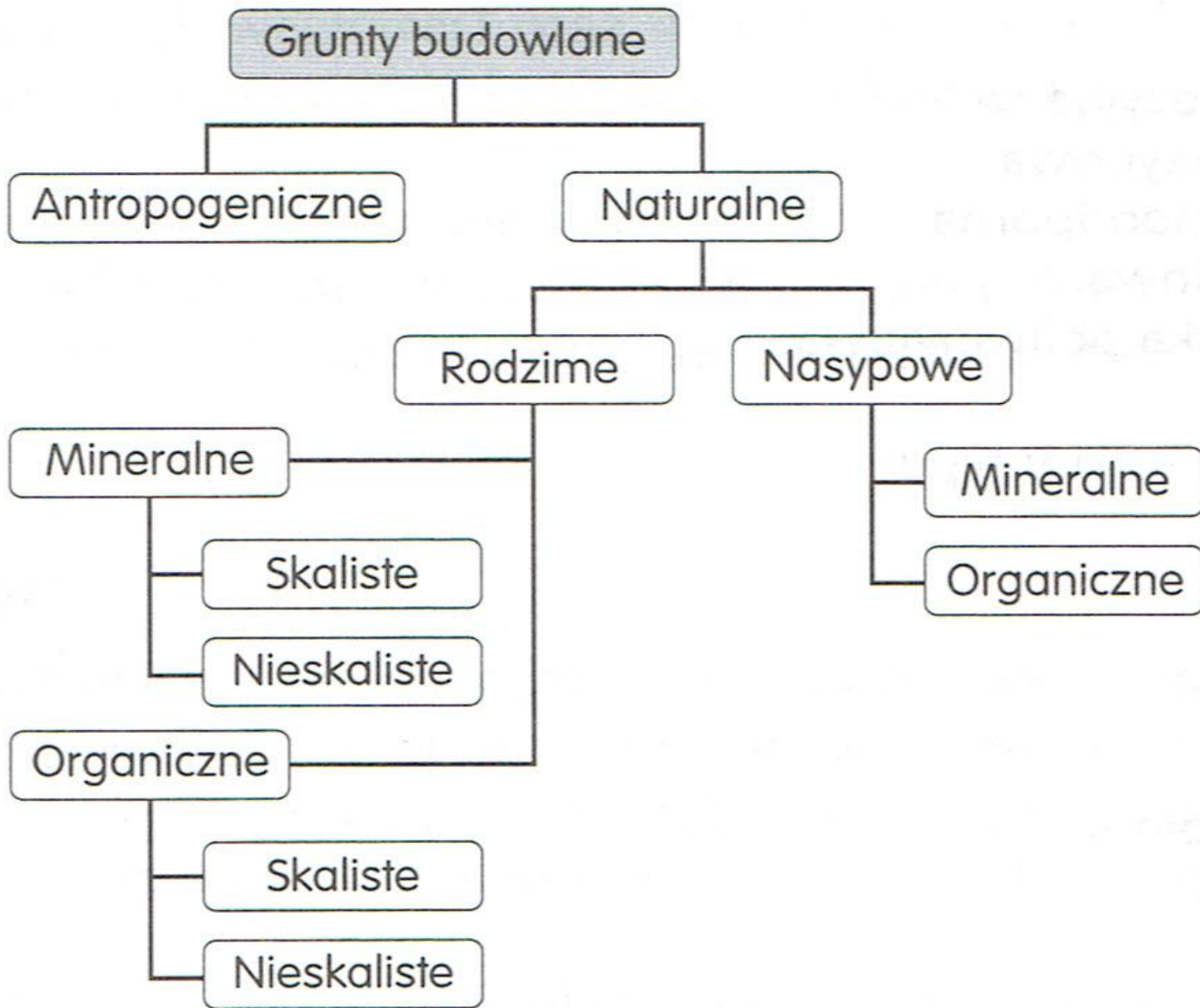
RODZAJE I WŁAŚCIWOŚCI GRUNTÓW BUDOWLANÝCH

dr inż. Henryk Źelazny

Rodzaje gruntów

Grunt budowlany jest to część skorupy ziemskiej mogąca współdziałać z obiektem budowlanym, stanowiąca jego element lub służąca jako tworzywo do wykonywania budowli ziemnych.





Klasyfikacja gruntów budowlanych

Grunty antropogeniczne zostały utworzone z produktów działalności gospodarczej lub przemysłowej człowieka i zalicza się do nich np. odpady komunalne, pyły dymnicowe, odpady powstające przy pozyskiwaniu rud metali.

Grunty naturalne są to grunty powstałe w miejscu ich występowania.

Właściwości fizyczne gruntu

1. Uziarnienie (skład granulometryczny – jest to procentowy udział w gruncie nieskalistym ziaren określonej wielkości, tzw. frakcji).

Skład granulometryczny można określić na podstawie analizy sitowej.

Komplet sit zestawia się w kolumnę w taki sposób, aby w dolnym sicie oczka były najmniejsze, a w każdym następnym – zwiększały się kolejno, aż do największych na górze zestawu.



Frakcje wg PN-EN ISO 14688-1:2006				Frakcje wg PN-B-02480:1986			
Grunty	frakcje	symbol procentowej zawartości frakcji w masie szkieletu gruntowego	wymiary cząstek (zakres średnic zastępczych) d [mm]	wymiary cząstek (zakres średnic zastępczych) d [mm]	symbol procentowej zawartości frakcji w masie szkieletu gruntowego	frakcje	grunty
Bardzo gruboziarniste	Duże głazy (Large Boulder)	LBo	$d > 630$	$d > 40$	f_k	kamienista	kamieniste
	Głazy (Boulder)	Bo	$630 \geq d > 200$				
	Kamienie (Cobble)	Co	$200 \geq d > 63$				
Gruboziarniste	Żwir (Gravel):	Gr	$63 \geq d > 2$	$40 \geq d > 2$	f_z	żwirowa	gruboziarniste
	– żwir gruby (Coarse Gravel)	CGr	$63 \geq d > 20$				
	– żwir średni (Medium Gravel)	MGr	$20 \geq d > 6,3$				
	– żwir drobny (Fine Gravel)	FGr	$6,3 \geq d > 2$				
	Piasek (Sand):	Sa	$2 \geq d > 0,063$				
– piasek gruby (Coarse Sand)	CSa	$2 \geq d > 0,63$	$2 \geq d > 0,5$	f_p	piaskowa piasek gruby piasek średni piasek drobny	drobnoziarniste	
– piasek średni (Medium Sand)	MSa	$0,63 \geq d > 0,2$	$0,5 \geq d > 0,25$				
– piasek drobny (Fine Sand)	FSa	$0,2 \geq d > 0,063$	$0,25 \geq d > 0,05$				
Pył (Silt):	Si	$0,063 \geq d > 0,002$	$0,05 \geq d > 0,002$				f_π
– pył gruby (Coarse Silt)	CSi	$0,063 \geq d > 0,02$					
– pył średni (Medium Silt)	MSi	$0,02 \geq d > 0,0063$					
– pył drobny (Fine Silt)	FSi	$0,0063 \geq d > 0,002$					
Drobnoziarniste	Il (Clay)	Cl	$0,002 \geq d$	$0,002 \geq d$	f_i	iłowa	

Procentową zawartość poszczególnych frakcji oblicza się zgodnie ze wzorem

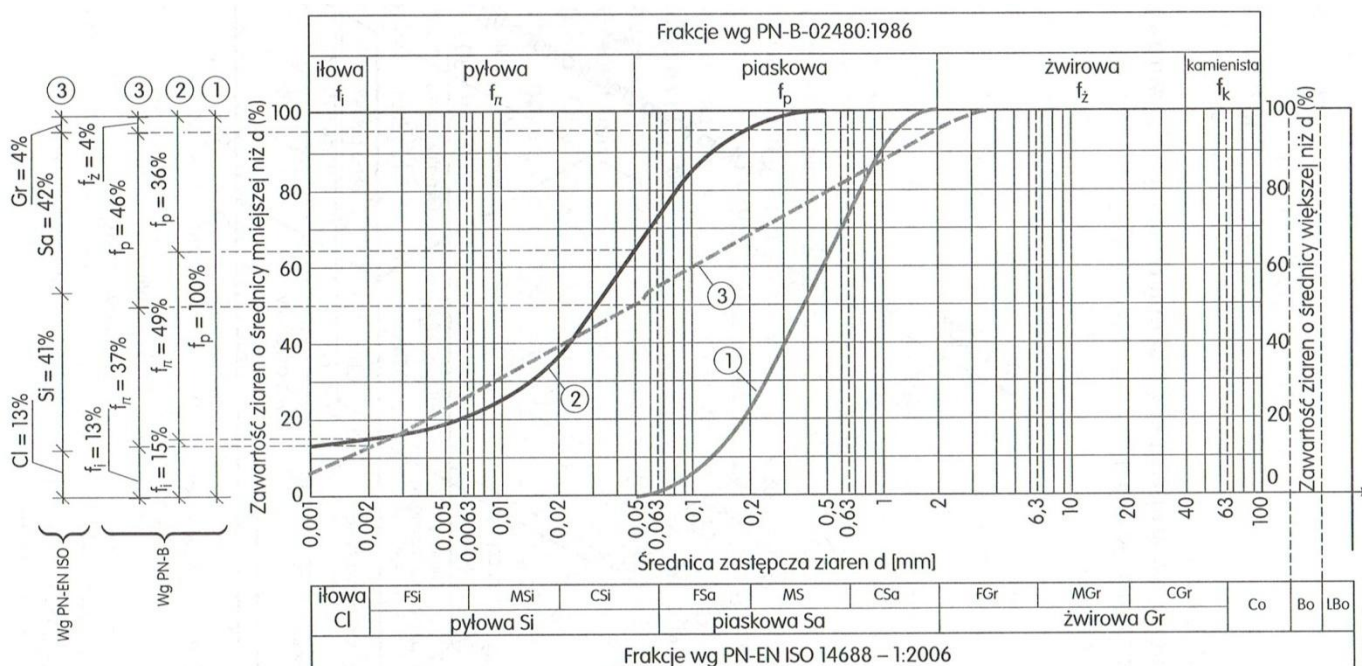
$$Z_f = \frac{m_f}{m_c} 100\%$$

gdzie:

m_f – masa danej frakcji, która pozostała na sicie, g,

m_c – masa całej próbki, g.

Znając zawartość cząstek o odpowiednich średnicach wykreśla się krzywe uziarnienia.



Dla gruntów drobnoziarnistych, zawierających mniej niż 10% ziaren o średnicy $d > 2$ mm oblicza się tzw. frakcje zredukowane ze wzoru

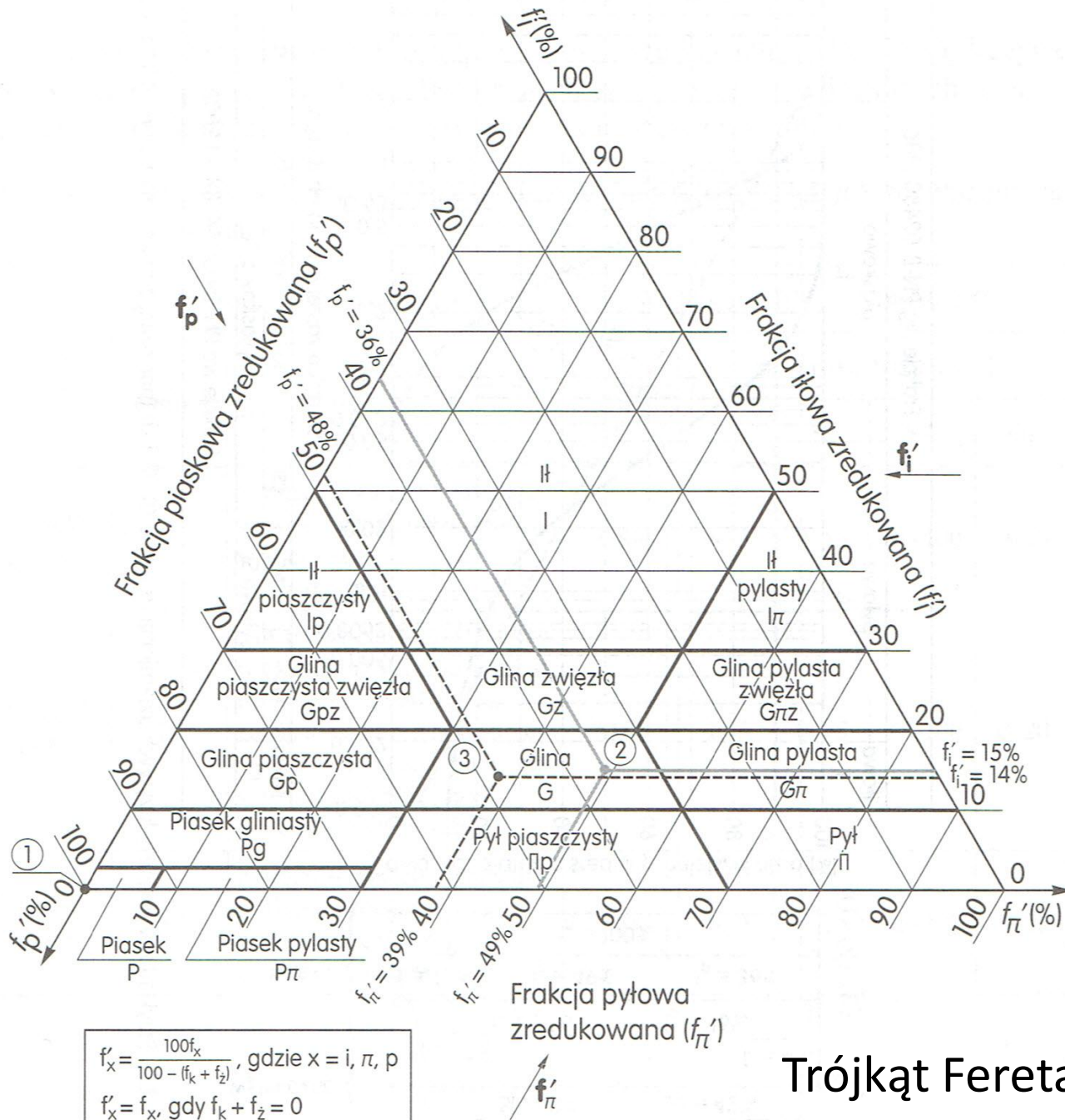
$$f'_x = \frac{f_x \cdot 100\%}{100 - (f_k + f_z)}$$

gdzie:

$f_k + f_z$ – procentowa zawartość frakcji > 2 mm
(kamiennej i żwirowej),

f_x – procentowa zawartość danej frakcji.

Wiedząc, jaki jest udział poszczególnych frakcji, można określić rodzaj gruntu na podstawie specjalnego wykresu – trójkąta Fereta.



2. Objętość gruntu – jest to całkowita objętość próbki, czyli szkieletu gruntowego wraz z porami.

Objętość szkieletu gruntowego jest to objętość wszystkich cząstek stałych w badanej próbce:

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s} \quad [\text{cm}^3]$$

gdzie:

m_s – masa szkieletu gruntowego powstałego w wyniku wysuszenia próbki do stałej masy w temperaturze 105 do 110 °C, g,

ρ_s – gęstość właściwa szkieletu gruntowego będąca stosunkiem masy szkieletu gruntowego w próbce do jego objętości, g/cm³.

Objętość porów gruntu jest to różnica między objętością całkowitą próbki gruntu a objętością jego szkieletu gruntowego.

3. Objętość wody w porach gruntu – jest to iloraz masy wody w porach próbki do gęstości wody w porach tego gruntu.

4. Porowatość gruntu – jest to stosunek objętości porów w danej próbce do całkowitej objętości gruntu, czyli szkieletu gruntowego i porów łącznie:

$$n = \frac{V_p}{V}$$

gdzie:

V_p – objętość porów w próbce gruntu, cm^3 ,

V – całkowita objętość próbki gruntu (szkieletu gruntowego i porów), cm^3 .



5. Wskaźnik porowatości – jest to stosunek objętości porów do objętości stałych cząstek gruntu:

gdzie:
$$e = \frac{V_p}{V_s}$$

V_p – objętość porów w próbce gruntu, cm^3 ,

V_s – objętość szkieletu gruntowego w próbce, cm^3 .

6. Gęstość właściwa szkieletu gruntowego – jest to stosunek masy suchego szkieletu gruntowego do jego objętości bez porów:

gdzie:
$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad [\text{g}/\text{cm}^3]$$

m_s – masa suchego szkieletu gruntowego, g,

V_s – objętość suchego szkieletu gruntowego w próbce, cm^3 .

Gęstość właściwa wybranych gruntów

Grunt	Gęstość właściwa [g/cm ³]
Piasek kwarcowy	2,65
Pył	2,66–2,67
Gлина	2,67–2,70
Gлина zwięzła	2,69–2,72
Ił	2,71–2,78
Torfy	1,40–1,70
Namuły	1,40–2,60

7. Gęstość objętościowa gruntu – jest to stosunek masy próbki gruntu do jej objętości:

gdzie:
$$\rho = \frac{m_m}{V} \quad [\text{g/cm}^3]$$

m_m – masa próbki gruntu w stanie naturalnie wilgotnym, g,

V – całkowita objętość próbki gruntu (szkieletu gruntowego i porów), cm^3 .

8. Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego – jest to stosunek masy szkieletu gruntowego, czyli próbki wysuszonej do stałej masy, do jego objętości wraz z porami przed wysuszeniem:

gdzie:
$$\rho_s = \frac{m_s}{V} \quad [\text{g/cm}^3]$$

V – całkowita objętość próbki gruntu, cm^3 .

9. Ciężar objętościowy gruntu – jest to iloczyn jego gęstości objętościowej i wartości przyspieszenia ziemskiego:

$$\gamma = \rho \cdot g \text{ [kN/m}^3\text{]}$$

gdzie:

ρ – gęstość objętościowa gruntu, kg/m^3 ,

g – przyspieszenie ziemskie, $9,81 \text{ m/s}$.

10. Zawartość części organicznych I_{om} – jest to stosunek masy domieszek organicznych zawartych w próbce gruntu do masy szkieletu gruntowego.



11. Stopień zagęszczenia – jest to iloraz różnicy wskaźnika porowatości przy najluźniejszym ułożeniu ziaren i wskaźnika porowatości oraz różnicy wskaźnika porowatości przy najluźniejszym ułożeniu ziaren i wskaźnika porowatości przy maksymalnym zagęszczeniu gruntu:

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

gdzie:

e_{\max} – wskaźnik porowatości przy najluźniejszym ułożeniu ziaren,

e – wskaźnik porowatości,

e_{\min} – wskaźnik porowatości przy maksymalnym zagęszczeniu gruntu.

Stan zagęszczenia gruntów niespoistych

Stan gruntu	Stopień zagęszczenia
Luźny	$I_D \leq 0,33$
Średnio zagęszczony	$0,33 < I_D \leq 0,67$
Zagęszczony	$0,67 < I_D \leq 0,80$
Bardzo zagęszczony	$0,80 < I_D \leq 1,00$



12. Wilgotność gruntu – jest to wyrażony w procentach stosunek masy wody zawartej w porach gruntu w próbce do masy jego szkieletu gruntowego:

$$w = \frac{m_w}{m_s} 100\% = \frac{m_m - m_s}{m_s} 100\%$$

gdzie:

m_w – masa wody w porach gruntu w próbce, g,

m_s – masa szkieletu gruntowego, czyli próbki gruntu wysuszonej w temperaturze 105–110 °C do stałej masy, g,

m_m – masa próbki gruntu wilgotnego, g.

W gruntach spoistych rozróżnia się trzy konsystencje (stany gruntu):

- 1) zwarty,
- 2) plastyczny,
- 3) płynny.

Do właściwości fizycznych gruntu zalicza się także:

- stopień plastyczności,
- granicę plastyczności,
- granicę płynności,
- granica skurczliwości,
- wskaźnik konsystencji,
- stopień plastyczności,
- filtrację i wznios kapilarny.



Właściwości mechaniczne gruntu

1. Ściśliwość gruntu – jest to zdolność do zmniejszania objętości pod wpływem przyłożonego obciążenia.

Przyczyną tego zjawiska jest:

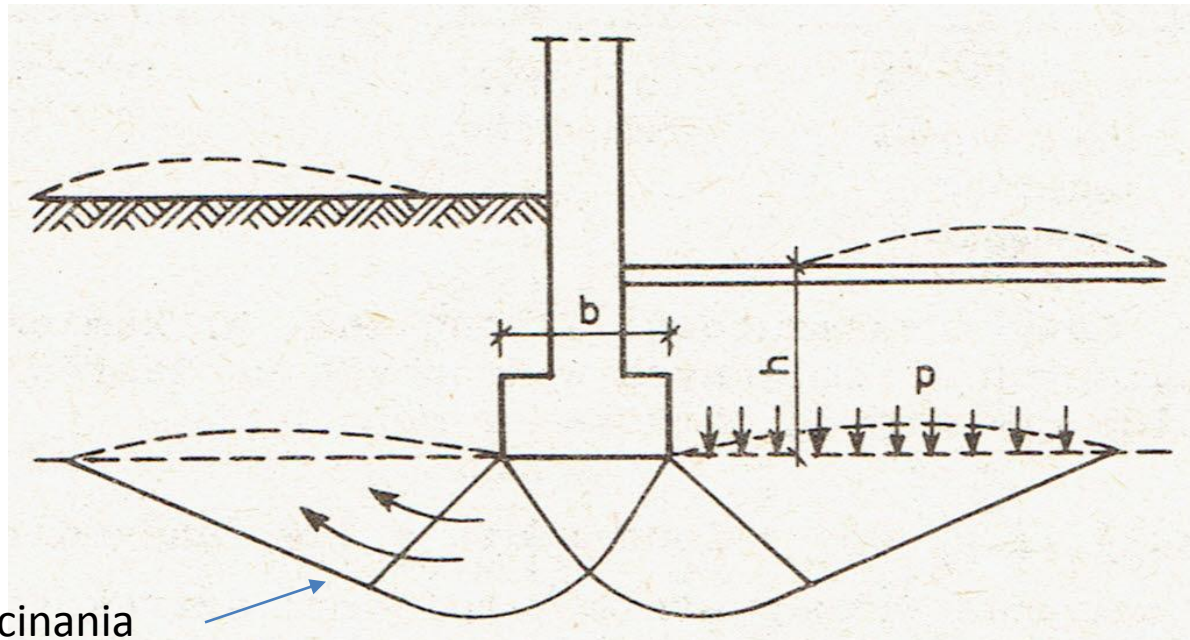
- a) wyciskanie wody i powietrza z porów,
- b) przemieszczanie się ziaren względem siebie,
- c) zgniatanie ziaren.

Skutkiem tego jest zmniejszenie się wolnych przestrzeni między cząstkami gruntu.

Grunty niespoiste osiadają szybciej, ponieważ woda przez nie szybko przesiąka.

2. Odprężenie gruntu – jest to zwiększenie się objętości gruntu na skutek spadku zewnętrznego obciążenia.

3. Ścinanie – jest to przesunięcie między sobą różnych części gruntu pod wpływem przyłożonej siły.



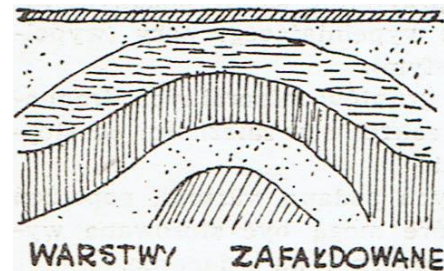
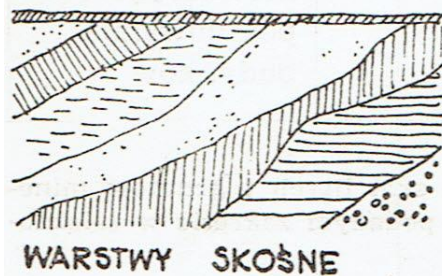
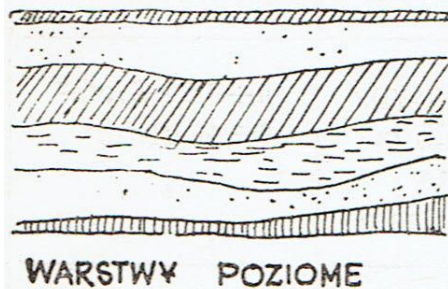
płaszczyzna ścinania

Przydatność gruntów do celów budowlanych

O przydatności gruntu do robót ziemnych decyduje łatwość odspajania, zdolność do utrzymywania się skarp wykopów i nasypów bez dodatkowych zabezpieczeń oraz gęstość, od której uzależnia się ilość i jakość sprzętu do ładowania i transportu.

Przydatność gruntu do posadowienia na nim budynków określa przede wszystkim jego nośność i związana z tym odporność na osiadanie. Cechy te zależą od rodzaju gruntu, wilgotności, kierunku warstw i ich grubości.

Warstwy →
najbardziej
przydatne do
posadowienia
obiektu
budowlanego.



W skrócie można przyjąć, że o przydatności gruntów do celów budowlanych decydują:

- 1) zdolność do przenoszenia obciążeń,
- 2) łatwość wykonywania robót ziemnych, wpływająca na koszty i czas wykonywania robót.

1. Grunty skaliste – są korzystne pod względem właściwości mechanicznych, stwarzają trudności w pracach ziemnych, wymagają użycia specjalistycznego sprzętu, zamarzająca woda w szczelinach może prowadzić do rozsadzania skał.



2. Grunty mineralne gruboziarniste – charakteryzują się dużą przepuszczalnością wody oraz małą nasiąkliwością i dlatego są bardzo dobrym podłożem pod fundamenty.

3. Grunty gliniaste i ły – osiadają powoli i równomiernie, stanowią trudności podczas odspajania.

Kurzawka – jest to warstwa drobnoziarnistych luźnych osadów złożona z piasków pylastych i nasycona wodą. Gdy zostanie naruszona pod wpływem robót ziemnych, zachowuje się jak ciecz. Stosuje się wtedy np. ścianki szczelne.



4. Grunty organiczne – nie są korzystne do posadowienia przez dużą zawartość wody, co wpływa negatywnie na wiązanie zapraw i betonów oraz powoduje ich korozję.

5. Grunty antropogeniczne – muszą być poddane dokładnym badaniom i wzbogacane mogą być innymi gruntami. Stosowane są do wałów, przy rekultywacjach terenów itd.

