

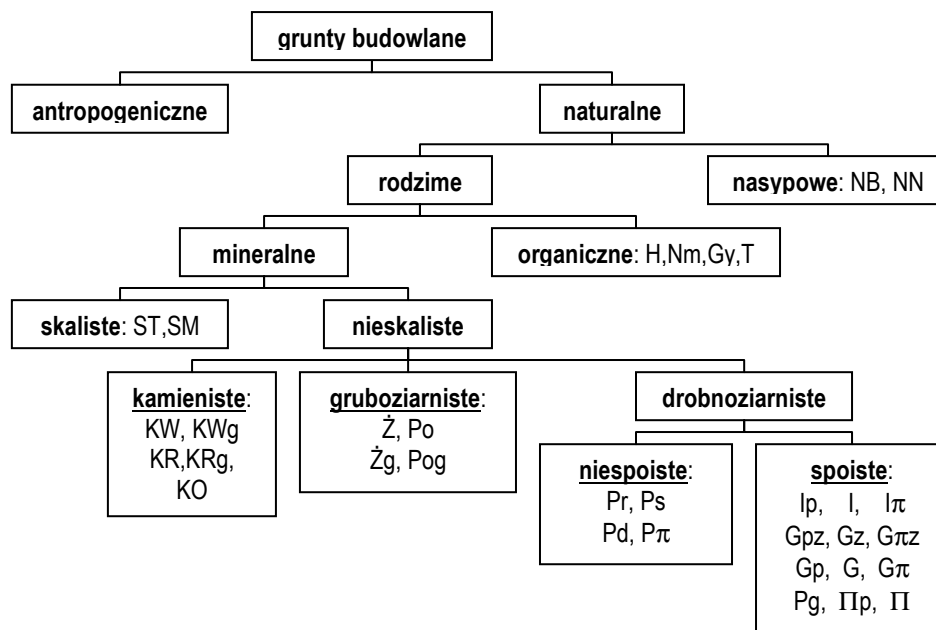
Klasyfikacja gruntu

Grunt to wielofazowy, rozdrobniony ośrodek porowaty, powstający w warunkach naturalnych, a stąd charakteryzujący się dużą zmiennością wartości parametrów. Ponieważ w projektowaniu geotechnicznym traktowany jest jako materiał konstrukcyjny, zasadniczymi jego cechami są: wytrzymałość, sztywność i zdolności filtracyjne. Pomocnicze w opisie gruntów cechy to: rodzaj, stan, struktura i geneza.

Grunt można klasyfikować i nazywać stosując różne kryteria podziału. W geotechnice podział powinien wyodrębniać grupy gruntów o podobnych zachowaniach mechanicznych. Przykładowo dwa rodzaje gruntu, a mianowicie piasek i żwir zaliczane są wg obowiązującej normy (PN-EN ISO 14688) do tej samej grupy gruntów gruboziarnistych, ze względu na jakościowo podobne zachowania mechaniczne pod obciążeniem i identyczny model obliczeniowy.

Ze względów historycznych warto jest przedstawienie klasyfikacji gruntów stosowane w Polsce przed wejściem w życie norm Eurokod, czyli przed rokiem 2010. Obowiązująca wówczas klasyfikacja określona była normą PN-86/02480. Klasyfikacja ta opisana jest szczegółowo w większości podręczników mechaniki gruntów, tu przedstawiona zostanie jedynie w sposób bardzo syntetyczny.

Uproszczony podział gruntów budowlanych wg PN-86/B-02480 pokazano na rys. 1



Oznaczenia:

NB nasyp budowlany	KW zwietrzelina	Pr piasek grubo	Gpz glina piaszczysta zwięzła
NN nasyp niekontrolowany	KWg zwietrzelina gliniasta	Ps piasek średni	Gz glina zwięzła
ST skała twarda	KR rumosz	Pd piasek drobny	Gπz glina pylasta zwięzła
SM skała miękka	KRg rumosz gliniasty	Pπ piasek pylasty	Gp glina piaszczysta
H humus	KO otoczaki	Ip il piaszczysty	G glina
T torf	Ż żwir	I il	Gπ glina pylasta
Nm namuł org.	Zg żwir gliniasty	Iπ il pylasty	Pg piasek gliniasty
Gy gytia	Po pospółka		Πp pył piaszczysty
	Pog pospółka gliniasta		Π pył

Rys. 1. Uproszczony podział gruntów budowlanych wg PN-86/B-02480

Dodatkowy podział gruntów spoistych, ważny z punktu widzenia ówczesnej metodyki wyznaczania parametrów, wprowadzała norma projektowania geotechnicznego PN-81/B-03020.

Symbole gruntów spoistych uwzględniające genezę (w ujęciu PN-81/B-03020 decydują o cechach mechanicznych):

- A – grunty morenowe skonsolidowane,
- B – inne grunty skonsolidowane oraz grunty morenowe nieskonsolidowane,
- C – inne grunty nieskonsolidowane,
- D – wszystkie łą.

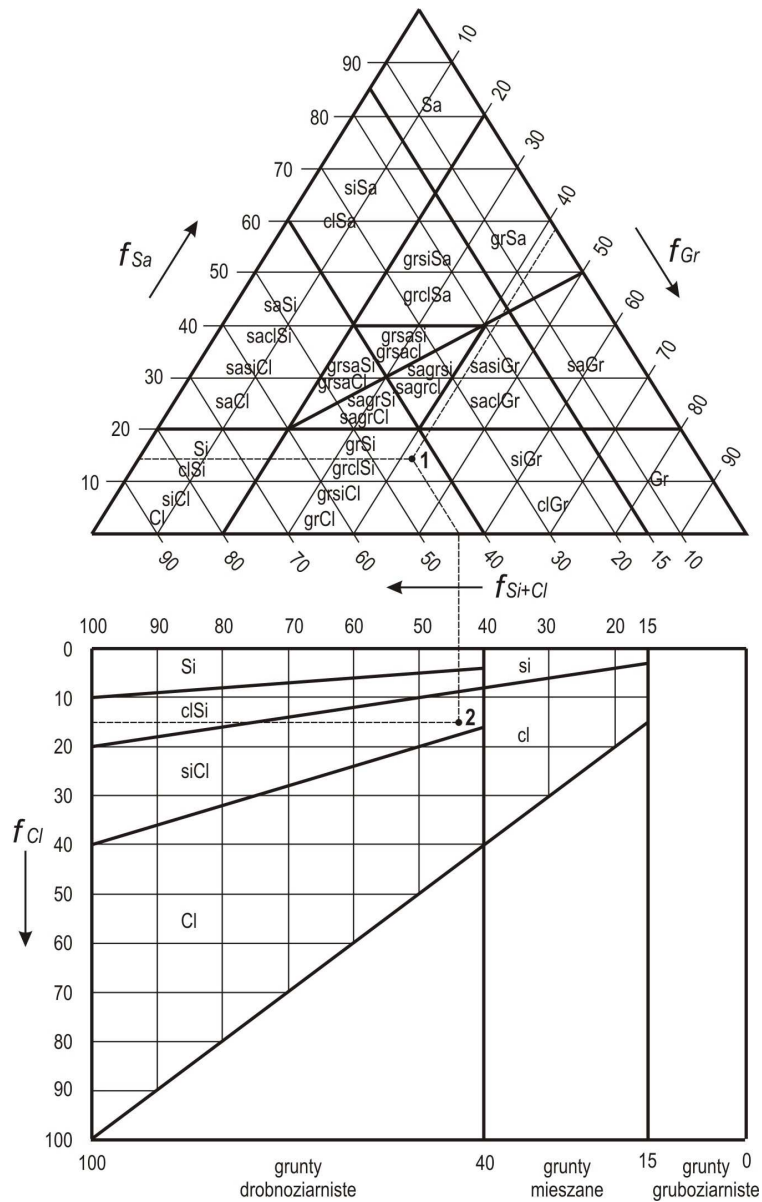
Zaletą powyższego podziału jest zwrócenie uwagi na wpływ genezy na cechy mechaniczne gruntów, chociaż w literaturze światowej brak jest jednoznacznego, ilościowego związku. Zasadniczą wadą jest brak obiektywnych kryteriów klasyfikowania gruntów do danej grupy genetycznej i wynikająca stąd dowolność klasyfikowania, stosowana w praktyce (niejednokrotnie nawet w zaawansowanych badaniach naukowych trudno jest o jednoznaczne przypisanie gruntu do danej grupy genetycznej, patrz [Kraiński, 2002]).

Nowa norma PN-EN ISO 14688-1, wprowadza inne symbole gruntów i nieco zmienia granice poszczególnych frakcji. Powyższe różnice pomiędzy normami pokazano w tab. 1.

Tab. 1. Porównanie frakcji wg PN ISO i PN-86

PN-EN ISO 14688-1				PN-86/02480			
Grunt	Frakcje	Sym-bol	Wymiary [mm]	Wymiary [mm]	Sym-bol	Frakcje	Grunt
Bardzo Gruboziarniste	Duże głazy (Large boulders)	LBo	>630				Kamieniste
	Głazy (Boulders)	Bo	>200-630				
	Kamienie (Cobbles)	Co	>63-200				
Gruboziarniste	Żwir (Gravel)	Gr	>2-63	>2-40	Ż	Żwirowa f_z	Gruboziarniste
	Żwir gruby (Coarse gravel)	CGr	>20-63				
	Żwir średni (Medium gravel)	MGr	>6,3-20				
	Żwir drobny (Fine gravel)	FGr	>2-6,3				
	Piasek (Sand)	Sa	>0,063-2	>0,05-2		Piaskowa f_p	Drobnociarniste
	Piasek gruby (Coarse Sand)	CSa	>0,63-2	>0,5-2	Pr	Piasek gruby	
Piasek średni (Medium Sand)	MSa	>0,2-0,63	>0,25-0,5	Ps	Piasek średni		
Piasek drobny (Fine Sand)	FSa	>0,063-0,2	>0,05-0,25	Pd P π	Piasek drobny Piasek pylasty		
Drobnociarniste	Pył (Silt)	Si	>0,002-0,063	>0,002-0,05		Pyłowa f_π	Drobnociarniste
	Pył gruby (Coarse Silt)	CSi	>0,02-0,063				
	Pył średni (Medium Silt)	MSi	>0,0063-0,02				
	Pył drobny (Fine Silt)	FSi	>0,002-0,0063				
	Ł (Clay)	Cl	<0,002	<0,002		Łkowa f_l	

Załącznik do normy [PN-EN ISO 14688-2] przedstawia propozycje klasyfikacji opartej wyłącznie na uziarnieniu gruntu. Odpowiedni trójkąt i nomogram ISO pokazano na rys. 2.



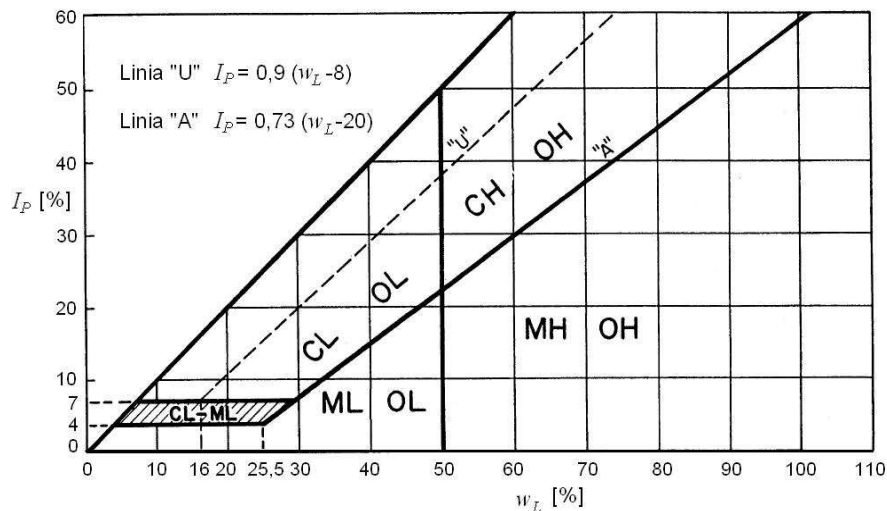
Rys. 2. Trójkąt i diagram ISO [PN-EN ISO 14688-2]

Ustalenie rodzaju gruntu (jego nazwy) jest zazwyczaj dwuetapowe. W pierwszym etapie ustala się pozycję punktu na trójkącie ISO o współrzędnych będących zawartością frakcji żwirowej, piaskowej oraz łącznej pyłowej i ilowej. W tym celu wymagane jest jedynie wykonanie analizy sitowej. Z rys. 2. wynika, że w pojedynczym polu trójkąta może wystąpić kilka nazw gruntów. W takim przypadku wykonuje się drugi etap badań (badania areometryczne), w którym następuje rozdzielanie frakcji pyłowej i ilowej. Badania te są czasochłonne.

Oceniając powyższą metodykę należy stwierdzić, że wyodrębnia się w niej aż 32 rodzaje gruntów. Metodyka jest czasochłonna. Ilość wydzielonych grup i czas poświęcony na klasyfikację nie przekłada się na dokładność wyznaczania parametrów, a co za tym idzie na dokładność projektowania. Z tych względów metodyka ta została w wielu krajach odrzucona.

Poprawka do normy PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap1:2012 dopuszczona w polskiej wersji normy stosowanie międzynarodowej klasyfikacji USCS. Podział gruntów drobnoziarnistych wg USCS pokazano na rys. 3.

Ustalenie rodzaju gruntu jest wynikiem prostych, standardowych badań geotechnicznych, w których należy wyznaczyć jedynie granice konsystencji (granice płynności gruntu w_L oraz granice plastyczności w_P). Parametry te pozwalają na obliczenie wskaźnika plastyczności ze wzoru $I_P = w_L - w_P$ i ustalenie nazwy gruntu z wykresu Casagrande'a.



Rys. 3. Wykres plastyczności gruntów Casagrande'a, do klasyfikacji gruntów USCS

Zasadniczym elementem wykresu jest tzw. linia „A”, narysowana w układzie współrzędnych $w_L - I_P$. Jeżeli granica płynności I_P i wskaźnik plastyczności w_L badanego gruntu wskazują na punkt powyżej tej linii, to grunt nazywany jest łem i jego symbol zaczyna się od litery **C**. Jeżeli natomiast tak określone współrzędne wskazują na punkt poniżej linii „A”, to grunt nazywany jest pyłem i jego symbol zaczyna się od litery **M**. Grunty organiczne oznaczane są symbolem zaczynającym się od litery **O**. Gdy dodatkowo granica płynności badanego gruntu jest mniejsza niż 50% to określa się go jako grunt o niskiej plastyczności i oznacza literą **L**. Gdy $w_L \geq 50\%$ to taki grunt określany jest jako materiał o wysokiej plastyczności i oznaczany jest literą **H**. Ostatecznie więc symbol **CL** oznacza łem o niskiej plastyczności, **MH** oznacza pył o wysokiej plastyczności, a **OH** grunt organiczny o wysokiej plastyczności. Grunty, których współrzędne sytuują się w zakreślowanym polu to łyły pyłaste oznaczane symbolem **CL-ML**.

Uwagi

- W klasyfikacji USCS gruntów drobnoziarnistych mało istotny jest skład granulometryczny materiału, istotne natomiast są zachowania mechaniczne przy różnej zawartości wody, oceniane na podstawie granic konsystencji.
- Istnieje sporo zależności korelacyjnych pomiędzy rodzajem gruntu ustalonym wg klasyfikacji USCS, jego stanem i parametrami mechanicznymi.
- Symbole używane na wykresie Casagrande'a nie korespondują z symboliką w pozostałej części normy PN-EN ISO 14688 (patrz tab. 1) i norma wymagałaby stosownych uzupełnień.