

**ZASADY NOWEJ
KLASYFIKACJI
GRUNTÓW
ZALECANEJ PRZEZ
EUROKOD 7**

Autorzy opracowania: dr inż. Andrzej Batog
dr inż. Maciej Hawrysz
dr Joanna Stróżyk

Wrocław 2010

Zawartość

Załączniki	2
1. Wprowadzenie	3
2. Polskie normy geotechniczne zharmonizowane z normami europejskimi	3
3. Nowe pojęcia w projektowaniu geotechnicznym	7
4. Zasady ustalania wartości charakterystycznych i obliczeniowych parametrów geotechnicznych ..	9
5. Zasady poboru i kategoryzacji prób do badań laboratoryjnych	9
6. Opis i oznaczenie gruntów według ISO	10
6.1. Skład gruntu	11
6.2. Spoistość	12
6.3. Zawartość substancji organicznej	13
6.4. Nieciągłości	13
6.5. Warstwowania i stwierdzenie przemieszania	13
6.6. Geneza gruntu	13
7. Zasady klasyfikowania gruntów według standardu ISO	13
7.1. Skład granulometryczny	14
7.2. Plastyczność	15
7.3. Zawartość substancji organicznej	15
7.4. Geneza	16
7.5. Pozostałe kryteria klasyfikacji	16
7.5.1. Stopień zagęszczenia – grunty gruboziarniste (piaski i żwiry)	16
7.5.2. Wytrzymałość bez odplywu – grunty drobnoziarniste (pyły i iły)	17
7.5.3. Wskaźnik konsystencji	18
7.5.4. Trójkąt klasyfikacyjny wg ISO	18
8. Zalecenia podane w załączniku krajowym NA-1 do normy PN-EN ISO 14688 - 2	18
9. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – nowa analiza makroskopowa	21

Załączniki

- Załącznik 1. Algorytm identyfikacji i wstępnego opisu gruntów
- Załącznik 2. Nowa analiza makroskopowa – grunty gruboziarniste
- Załącznik 3. Nowa analiza makroskopowa – grunty drobnoziarniste
- Załącznik 4. Formularz do analizy makroskopowej gruntu

1. Wprowadzenie

W związku z wejściem Polski do struktur Unii Europejskiej konieczne stało się zharmonizowanie Polskich Norm (PN) z Normami Europejskimi (EN). Od stycznia 2004 r. Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) uzyskał status pełnoprawnego członka Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN). Członkowie CEN mają obowiązek wprowadzania norm EN ogłaszanych przez CEN i wycofywania norm sprzecznych z normami EN. Takie postępowanie ma doprowadzić do powstania wspólnego dla całej UE systemu Norm Europejskich, które są podstawą wolnego przepływu handlu i technologii pomiędzy krajami UE.

Prace nad Eurokodami Konstrukcyjnymi rozpoczęto w 1975 roku. Początkowo miał być to zbiór zharmonizowanych reguł technicznych dotyczących projektowania konstrukcji, które byłyby alternatywą dla norm krajowych. Pierwsza generacja Eurokodów pojawiła się w latach 80, XX wieku. Normy dotyczące projektowania geotechnicznego zawarto w Eurokodzie 7 – Projektowanie Geotechniczne, wydane w Polsce jako norma PN- EN 1997-1:2008 i PN-EN 1997-2:2009.

2. Polskie normy geotechniczne zharmonizowane z normami europejskimi

Eurokod 7 - Projektowanie Geotechniczne (EC7) został wprowadzony przez CEN w 2004 r. cz.1 i w 2007 r. cz.2, oryginalnie w trzech językach: francuskim, niemieckim, angielskim. CEN zobowiązał kraje członkowskie do wprowadzenia EC7 wraz z ewentualnymi Załącznikami Krajowymi w krajach członkowskich w przeciągu dwóch lat od wydania normy oryginalnej to jest w Polsce do roku 2010.

Z norm geotechnicznych zharmonizowanych możemy wyróżnić trzy grupy norm:

- **normy projektowe** – Eurokod 7 (Tab.1),
- **normy wykonywania badań gruntów** - normy ISO, EN-ISO oraz Instrukcje CEN/TC (Tab. 2),
- **normy wykonawcze** – normy EN „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych” (Tab. 3).

Do chwili obecnej ukazały się w wersji polskiej Eurokod 7 cz.1. Zasady ogólne i cz. 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego, oraz szereg norm ISO, EN-ISO a także Instrukcji CEN/TC. Opublikowano Załącznik Krajowy do normy PN-EN ISO 14688-2 (stanowiący

integralną część normy), dotyczący klasyfikacji gruntów oraz, w listopadzie 2010 r. Załącznik Krajowy do PN EN 1997-1:2008.

Na dzień 1 grudnia 2010 r. mamy 51 aktualnych norm z dziedziny geotechniki: 4 z nich są normami sprzed 1990 roku (niezharmonizowane) oraz 2 są normami w całości opracowanymi przez PKN (Tab. 4)

Tabela 1. Normy projektowe

(normy opracowane przez CEN wydane oryginalnie w trzech językach niemieckim, angielskim i francuskim i tłumaczone na języki pozostałych krajów członków CEN)

Norma	Zastępuje
<p>PN-EN 1997-1: 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Cz.1. Zasady ogólne</p> <p><i>Poprawki i uzupełnienia:</i></p> <p>PN-EN 1997-1:2008/AC:2009 PN-EN 1997-1:2008/Ap1:2010 PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010</p>	PN-EN 1997-1:2005 PN-B-02014:1988 PN-B-02479:1998 PN-B-02482:1983 PN-B-03010:1983 PN-B-03020:1981 PN-B-03040:1980 PN-B-03322:1980
<p>PN-EN 1997-2: 2009 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Cz.2. Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego</p> <p><i>Poprawki i uzupełnienia:</i></p> <p>PN-EN 1997-2:2009/AC:2010 PN-EN 1997-2:2009/Ap1:2010</p>	PN-EN 1997-2:2007 PN-B-02479:1998 PN-B-04452:2002

Tabela 2. Normy wykonywania badań gruntów

(Normy europejskie opracowane przez ISO opublikowane w języku polskim i angielskim (oryg.) oraz Specyfikacje techniczne ISO/TS - w przygotowaniu do ankietyzacji)

Norma	Zastępuje
<p>PN-EN ISO 14688-1: 2006 Badania geotechniczne Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.</p>	PN-EN ISO 14688-1:2005
<p>PN-EN ISO 14688-1: 2006 Badania geotechniczne Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.</p> <p><i>Poprawki:</i></p> <p>PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap1:2010</p>	PN-EN ISO 14688-2:2005
<p>PN-EN ISO 14689-1:2006 Badania geotechniczne -- Oznaczenie i klasyfikowanie skał -- Część 1: Oznaczenie i opis</p>	PN-EN ISO 14689-1:2005
<p>PN-EN ISO 22475-1: 2006 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonania (oryg.)</p>	

<p>PN-EN ISO 22476-2: 2005 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 2: Sondowanie dynamiczne (oryg.)</p>	
<p>PN-EN ISO 22476-3: 2005 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 3: Sonda cylindryczna SPT (oryg.)</p>	
<p>PN-EN ISO 22476-12:2009 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania polowe -- Część 12: Badanie sondą stożkową (CPTM) o końcówce mechanicznej</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-1 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 1: Oznaczenie wilgotności</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-2 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 2: Oznaczenie gęstości gruntów drobnoziarnistych</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-3 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 3: Oznaczenie gęstości właściwej – metoda piknometru</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-4 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-5 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 5: Badanie edometryczne gruntów</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-6 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-7 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 7: Badanie na ściskanie gruntów drobnoziarnistych w jednoosiowym stanie naprężenia</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-8 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 8: Badanie gruntów n nieskonsolidowanych w aparacie trójosiowego ściskania bez odpływu wody</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-9 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 9: Badanie gruntów w aparacie trójosiowego ściskania po nasyceniu wodą</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-10 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 10: Badanie w aparacie bezpośredniego ścinania</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-11 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 11: Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym</p>	
<p>PKN-CEN ISO/TS 17892-12 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 12: Oznaczenie granic Atterberga</p>	

Tabela 3. Normy wykonawcze
(Europejskie normy „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych”)

Norma	Zastępuje
Normy przetłumaczone na język polski	
PN-EN 1536: 2001 Pale wiercone (ważna do kwiecień 2011)	PN-EN 1536:2001
PN-EN 1536: 2010 Pale wiercone (oryg)	PN-EN 1536: 2001 Pale wiercone
PN-EN 1537: 2002 Kotwy gruntowe	
PN-EN 1538: 2002 Ściany szczelinowe (ważna do kwietnia 2011)	
PN-EN 1538: 2010 Ściany szczelinowe (oryg)	PN-EN 1538: 2002
PN-EN 12063: 2001 Ścianki szczelne	
PN-EN 12699: 2002 Pale przemieszczeniowe	PN-EN 12699:2002
PN-EN 12715: 2002 Iniekcja	PN-EN 12715:2002
PN-EN 12716: 2002 Iniekcja strumieniowa	PN-EN 12716:2002
PN-EN 14199:2008 Mikropale	PN-EN 14199:2005
PN -EN 14475: 2006 Grunt zbrojony(oryg) <i>Poprawka</i> : PN EN 14475:2006/AC:2006	
PN-EN 14490:2010 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych -- Gwoździe gruntowe (oryg)	
PN-EN 14679: 2005 Wgłębne mieszanie gruntu (oryg) <i>Poprawka</i> : PN EN 14679:2005/AC:2006	
PN-EN 14731: 2007 Wgłębne wibrowanie (oryg)	
PN-EN 15237: 2007 Drenaż pionowy (oryg)	

Tabela 4. Polskie Normy opracowane przez PKN

Norma	Zastępuje / Uwagi
PN-B-02481: 1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa. Symbole literowe, jednostki miar.	PN-B-02480:1986 w zakresie zał.1
PN-B-06050: 1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne	
PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów	
PN-B-02483:1978 Pale wielkośrednicowe wiercone. Wymagania i badania	
PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu	
PN-B-04493:1960 Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej	

Aktualny stan wprowadzania norm zharmonizowanych sprawdzić można na stronie PKN (Polskiego Komitetu Normalizacyjnego) www.pkn.pl. Normy najłatwiej znaleźć w wyszukiwarce PN po numerze Komitetu Technicznego. Normy z zakresu geotechniki opracowuje Komitet Techniczny KT nr 254 ds. Geotechniki.

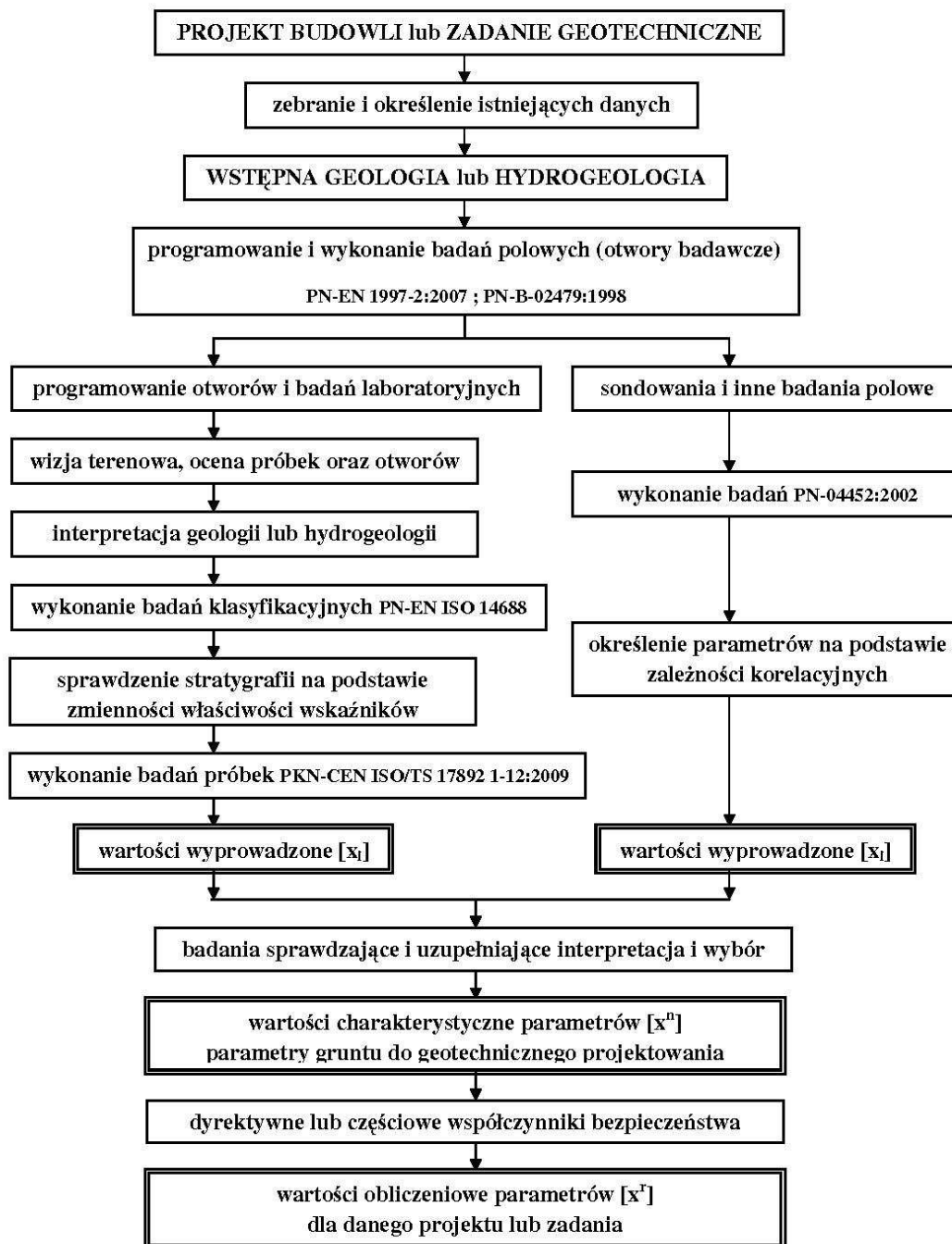
Szereg aktualnych informacji dotyczących wprowadzania EC7 znaleźć można na stronie Komisji ds. Wdrażania Eurokodu 7, Polskiego Komitetu Geotechniki - <http://www.pkg-bialystok.pb.edu.pl/eurokod>.

3. Nowe pojęcia w projektowaniu geotechnicznym

Nowe pojęcia w projektowaniu geotechnicznym wprowadzono normą PN-B-02481:1998. Są to następujące terminy:

- **wartość wyprowadzona parametru geotechnicznego [x_i]**
to wartość określona na podstawie wyników testów geotechnicznych polowych lub laboratoryjnych, korelacji, przesłanek teoretycznych, wyników badań archiwalnych lub doświadczenia stanowiąca podstawę do oszacowania wartości charakterystycznej parametru geotechnicznego.
- **wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego [x^n]**
to wartość oszacowana z wymaganym prawdopodobieństwem na podstawie zbioru wartości wyprowadzonych parametru geotechnicznego { x_i } z uwzględnieniem możliwych różnic między zmierzonymi a rzeczywistymi właściwościami gruntu lub skały „ *in situ* „ oraz z uwzględnieniem innych czynników.
- **wartość obliczeniowa parametru geotechnicznego [x^f]**
to wartość stosowana do sprawdzenia wybranego stanu granicznego, wyznaczona na podstawie wartości charakterystycznej parametru geotechnicznego [x^n], z uwzględnieniem odpowiedniej wartości częściowego { f_i } albo „*dyrektywnego*” [F] współczynnika bezpieczeństwa lub inną metodą , przy zachowaniu wymaganego poziomu bezpieczeństwa.
- **doświadczenie porównywalne**
dotyczące gruntów i skał tego samego rodzaju i o podobnym spodziewanym zachowaniu geotechnicznym, jakie występuje w podłożu gruntowym dla rozpatrywanej budowli lub zadania oraz dotyczące konstrukcji podobnych do projektowanej.

ETAPY USTALANIA WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNYCH
I OBLICZENIOWYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH



Rys. 1. Etapy ustalania wartości charakterystycznych i obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Doświadczeniem porównywalnym na przykład, mogą być zebrane lokalnie, na rozpatrywanym lub sąsiednim terenie:

- informacje o przebiegu osiadań i stanie technicznym istniejących konstrukcji,

- informacje o zależnościach między wartościami parametrów geotechnicznych, a wartościami mierzonymi w testach polowych i lub laboratoryjnych stanowiące podstawę ustalenia korelacji podawanych w normach lub w literaturze.

Doświadczenie porównywalne ma istotne znaczenie przy ustalaniu zakresu testów geotechnicznych.

4. Zasady ustalania wartości charakterystycznych i obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Wartości charakterystycznych i obliczeniowych parametrów geotechnicznych dla określonego zadania ustala się po wykonaniu badań geotechnicznych podłoża postępując według schematu przedstawionego na Rys.1

5. Zasady poboru i kategoryzacji prób do badań laboratoryjnych

Zasady pobierania próbek gruntów do badań laboratoryjnych podano w PN – EN 1997 – 2:2007, w rozdziale 3. Jako zasadę przyjmuje się wymagania EN ISO 22475-1. Według ISO wyróżnia się trzy kategorie metod pobierania prób, w zależności od zakładanej jakości pozyskiwanej próby:

- **Kategoria A**

metody pobierania próbek kat. A umożliwiają otrzymanie próbek w których nie występują lub zdarzają się sporadycznie niewielkie zmiany struktury, próbki zachowują naturalną wilgotność oraz nie występują zmiany w składzie mineralnym i chemicznym.

- **Kategoria B**

metody pobierania próbek kat. B umożliwiają otrzymanie próbek które zawierają wszystkie składniki w takich samych proporcjach jak grunt „ *in situ*” z zachowaniem naturalnej wilgotności, struktura gruntu naruszona.

- **Kategoria C**

Stosując metody pobierania próbek zaliczone do kat. C otrzymuje się próbki o zmienionej strukturze i nie zachowanej wilgotności naturalnej.

W celu uzyskania prób określonej klasy jakości dla poszczególnych kategorii stosuje się różne techniki pobierania prób:

- pobieranie próbek w postaci wycinanych bloków lub z wykorzystaniem specjalistycznych próbników (kat. A),
- pobieranie próbek z wykorzystaniem próbników rurowych lub szczelinowo-rurowych wprowadzanych do górotworu statycznie(kat. A lub B) albo dynamicznie przez wbijanie lub wibrowanie (kat. B),
- pobieranie próbek z rdzenia wierceń obrotowo-rdzeniowych (kat. B czasem kat. A),
- pobieranie próbek z wierceń ręcznych lub mechanicznych świdrem spiralnym (kat. C).

Tabela 5. Klasy jakości próbek (PN-EN 1997-2:2007)

Właściwości gruntu/klasy jakości	1	2	3	4	5
<i>Niezmienione właściwości gruntu:</i>					
- uziarnienie	*	*	*	*	
- wilgotność	*	*	*		
- gęstość, stopień zagęszczenia, przepuszczalność	*	*			
- ściśliwość, wytrzymałość na ścinanie	*				
<i>Właściwości, które mogą być określone:</i>					
- kolejność warstw	*	*	*	*	*
- granice warstw – przybliżone	*	*	*	*	
- granice warstw – dokładne	*	*			
- granice Atterberga	*	*	*	*	
- gęstość właściwa szkieletu gruntowego, zawartość części organicznych	*	*			
- wilgotność	*	*	*		
- gęstość, stopień zagęszczenia, przepuszczalność	*	*			
- ściśliwość, wytrzymałość na ścinanie	*				
Kategorie pobierania prób gruntu zgodnie z EN ISO 22475-1	A				
	B				
				C	

6. Opis i oznaczenie gruntów według ISO

Grunt – zespół cząstek mineralnych niekiedy z substancją organiczną w postaci osadu, który może być rozdrobniony przez delikatne rozcieranie w ręce i który zawiera wodę i powietrze (a niekiedy inne gazy) – PN EN ISO 14688 -1. Jak zapisano w PN EN 1997-

2:2009 pkt. 3.4.2 oznaczanie gruntu należy przeprowadzić zgodnie z EN ISO 14688-1. W EC7 przyjmuję się to jako zasadę (zapis poprzedzony literą P).

Oznaczenie gruntu polega na określeniu jego:

- 1) składu frakcyjnego,
- 2) spoistości,
- 3) zawartości substancji organicznej,
- 4) nieciągłości,
- 5) warstwowania i stwierdzenie przemieszania,
- 6) genezy.

6.1. Skład gruntu

Grunt jest mieszaniną wielu cząstek o różnych rozmiarach (frakcjach). Podział frakcyjny wg PN-EN ISO przedstawiono w Tabeli 6. Za podstawowe grunty uważa się grunty jednolite złożone z cząstek jednej frakcji Np.: Piasek średni – M_{Sa}, pył - Si itp. W skład większości gruntów wchodzi zwykle więcej niż jedna frakcja. Wyróżnia się **frakcję główną** i **frakcje drugorzędne**.

Frakcja główna to frakcja, która determinuje właściwości inżynierskie gruntu. W przypadku gruntów bardzo grubo i gruboziarnistych frakcja główna jest zarazem frakcją o dominującej masie, w przypadku gruntów drobnoziarnistych warunek ten niekoniecznie jest spełniony. Czy dany grunt drobnoziarnisty nazwiemy pyłem czy iłem zależy przede wszystkim od jego plastyczność nie zaś od dominującej frakcji pod względem masy.

Frakcje drugorzędne to frakcje, które nie określają właściwości inżynierskich gruntu lecz mają na nie wpływ.

Nazwę gruntu podaje się podając frakcję główną w formie rzeczownika i frakcje drugorzędne w formie przymiotnika albo ze spójnikiem „z” lub wyrazem „domieszka”. Symbol frakcji głównej stoi na końcu symbolu nazwy gruntu i pisany jest z dużej litery. Frakcje drugorzędne pisane z małej litery poprzedzają symbol frakcji głównej np. Ił pylasty siCl, żwir średni z piaskiem drobnym fsaMGr, pył z piaskiem drobnym z domieszką żwiru drobnego fgrfsaSi. W przypadku gruntów gruboziarnistych, w których spotyka się dwie frakcje dominujące obie podajemy z dużej litery oddzielając ukośnikiem np.: FGr / CSa. Grunty stanowiące przewarstwienia mogą być pisane z małej litery a ich symbol umieszcza się na końcu symbolu gruntu z podkreśleniem np.: żwir piaszczysty przewarstwiony pyłem saGrsi.

Tabela 6. Frakcje gruntów, wymiary cząstek

Grupa gruntów	Frakcja		Symbol	Wymiar cząstek d [mm]
	polski	angielski		
Bardzo Gruboziarniste	Duże głazy	<i>Large boulder</i>	LBo	> 630
	Głazy	<i>Boulder</i>	Bo	200 < d ≤ 630
	Kamienie	<i>Cobble</i>	Co	63 < d ≤ 200
Gruboziarniste	Żwir	<i>Gravel</i>	Gr	2 < d ≤ 63
	Żwir gruby	<i>Coarse gravel</i>	CGr	20 < d ≤ 63
	Żwir średni	<i>Medium gravel</i>	MGr	6,3 < d ≤ 20
	Żwir drobny	<i>Fine gravel</i>	FGr	2,0 < d ≤ 6,3
	Piasek	<i>Sand</i>	Sa	0,063 < d ≤ 2,0
	Piasek gruby	<i>Coarse sand</i>	CSa	0,63 < d ≤ 2,0
	Piasek średni	<i>Medium sand</i>	MSa	0,2 < d ≤ 0,63
	Piasek drobny	<i>Fine sand</i>	FSa	0,063 < d ≤ 0,2
Drobnoziarniste	Pył	<i>silt</i>	Si	0,002 < d ≤ 0,063
	Pył gruby	<i>Coarse silt</i>	CSi	0,02 < d ≤ 0,063
	Pył średni	<i>Medium silt</i>	MSi	0,0063 < d ≤ 0,02
	Pył drobny	<i>Fine silt</i>	FSi	0,002 < d ≤ 0,0063
	Ił	<i>Clay</i>	Cl	d ≤ 0,002

6.2. Spoistość

Grunty wykazujące właściwości spoiste to grunty, dla których jest możliwe ustalenie granicy plastyczności w_p . Dalsza ocena plastyczności i zakwalifikowanie gruntu jako iłu lub pyłu pozwala zakwalifikować grunty jako grunty o małej spoistości lub grunty o dużej spoistości.

6.3. Zawartość substancji organicznej

Na zawartość substancji organicznej C_{om} wskazują, charakterystyczny zapach oraz ciemna barwa. W gruncie zauważalne mogą być również fragmenty szczątków roślinnych w różnym stadium rozkładu.

6.4. Nieciągłości

Nieciągłości to powierzchnie oddzielające różne warstwy gruntu lub powierzchnie osłabień wewnątrz masywu gruntowego. Nieciągłości generalnie zaliczamy do dwóch grup:

- **nieciągłości sedymentacyjne** - pomiędzy warstwami gruntów, na których mogą występować struktury sedymentacyjne,
- **nieciągłości mechaniczne** – najczęściej spękania, uskoki, szczeliny i ścicia.

6.5. Warstwowania i stwierdzenie przemieszania

W czasie oznaczania gruntów należy opisywać nawet najcieńsze warstwy. Powinno się zwrócić uwagę czy struktura gruntu nie została wtórnie zaburzona np. poprzez korzenie drzew, krioturbacje czy proces soliflukcji lub osuwisko.

6.6. Geneza gruntu

Zaleca się podać geologiczną genezę gruntu. Wskazuje ona na właściwości i skład mineralny zanim uzyskamy wyniki pierwszych badań.

7. Zasady klasyfikowania gruntów według standardu ISO

Klasyfikacja gruntów polega na przyporządkowaniu danego gruntu do określonej grupy gruntów uwzględniając :

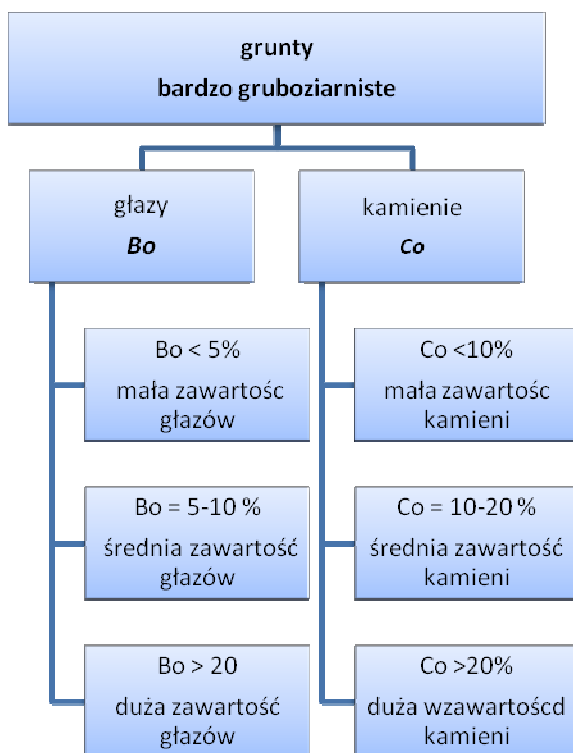
- skład granulometryczny,
- plastyczność,
- zawartość substancji organicznych,
- genezę.

Klasyfikację można oprzeć również na innych wskaźnikach ilościowych w zależności od potrzeb dla jakich klasyfikowany jest dany grunt.

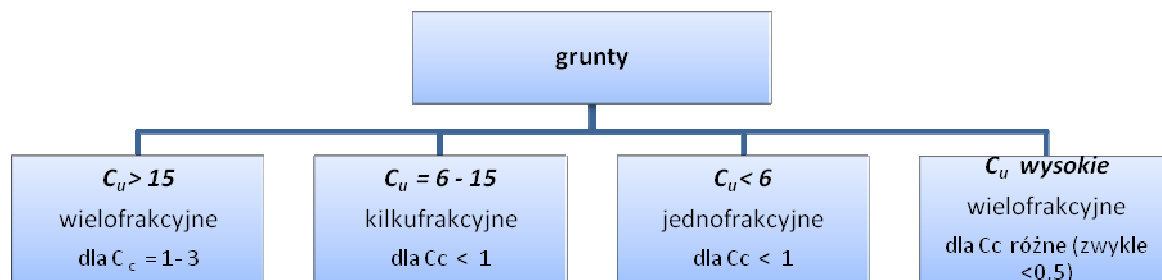
7.1. Skład granulometryczny

Grunt jest mieszaniną wielu cząstek o różnych rozmiarach, które grupuje się w poszczególne frakcje. Wymiary cząstek ustala się stosując analizę sitową dla frakcji grubszych a dla frakcji drobniejszych jedną z metod sedymentacyjnych wg ISO lub inną ogólnie przyjętą metodą, np. optyczną.

Klasyfikację gruntów bardzo gruboziarnistych i gruboziarnistych (bez uwzględniania zagęszczenia) opiera się na składzie granulometrycznym - Rys.2 i Rys.3. Klasyfikację gruntów składających się z frakcji grubych i drobnych powinno się oprzeć na plastyczności i składzie granulometrycznym.



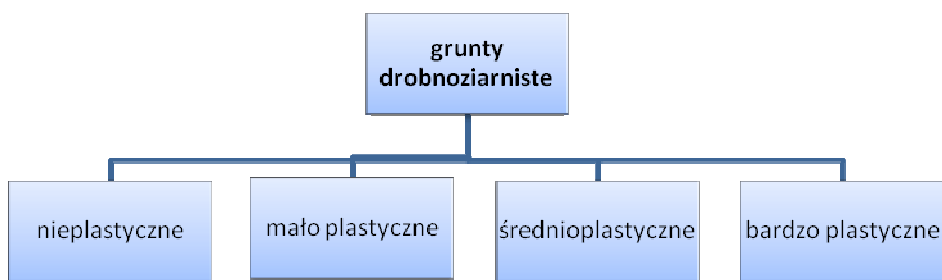
Rys.2. Klasyfikacja gruntów bardzo gruboziarnistych



Rys.3. Klasyfikacja gruntów oparta na charakterystyce krzywej uziarnienia. C_u i C_c są odpowiednio wskaźnikami różnoziarnistości i krzywizny uziarnienia

7.2. Plastyczność

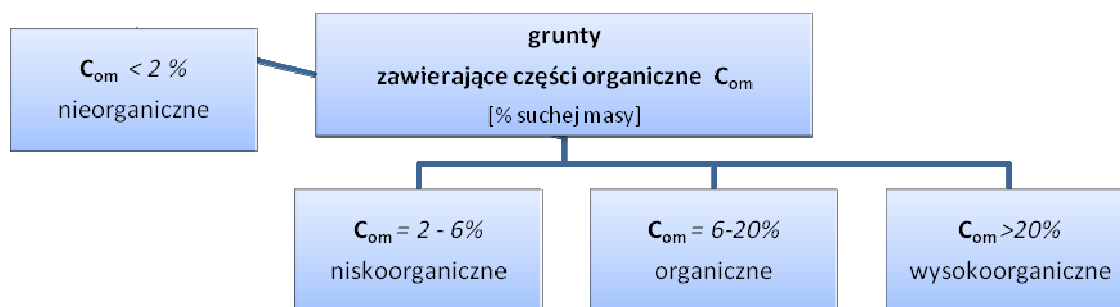
Plastyczność określa się na podstawie laboratoryjnych badań granic Atterberga: granicy plastyczności w_p i granicy płynności w_L . Plastyczność gruntów związana jest z obecnością w frakcji iłowej i pyłowej, których występowanie wskazuje na obecność minerałów ilastych. Zwykle im większy udział w składzie mineralnym minerałów ilastych tym większa plastyczność danego gruntu. Zaleca się klasyfikacje gruntów drobnoziarnistych wg plastyczności jak na Rys. 4.



Rys.4. Klasyfikacja gruntów wg plastyczności (ISO 14688-2)

7.3. Zawartość substancji organicznej

W zależności od zawartości substancji organicznej C_{om} (określonej jako % suchej masy) wyróżnia się grunty organiczne i grunty mineralne zawierające części organiczne. Klasyfikacje ze względu na udział części organicznych przedstawiono na Rys. 5.



Rys.5. Klasyfikacja gruntów zawierających części organiczne

Klasyfikacja gruntów organicznych opiera się na rodzaju substancji organicznej jej stopniu rozłożenia i pochodzeniu materiału wyjściowego.

7.4. Geneza

Geneza określana jest według zasad geologii. Najczęściej spotykane typy genetyczne gruntów to:

- ropy zastoiszkowe, ropy warwowe, ropy zwietrzelinowe, ropy morskie,
- grunty lodowcowe: gliny zwałowe, gliny morenowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe (soczewki),
- grunty fluwioglacjalne: żwiry, pospółki i piaski (ozów, kemów i sandrów),
- grunty aluwialne: żwiry, piaski, mady, namuły,
- grunty eoliczne: pyły, lessy, piaski wydmowe,
- osady organogeniczne: torfy, namuły, gytie,
- deluwia,
- koluwia,
- utwory antropogeniczne : nasypy, odpady.

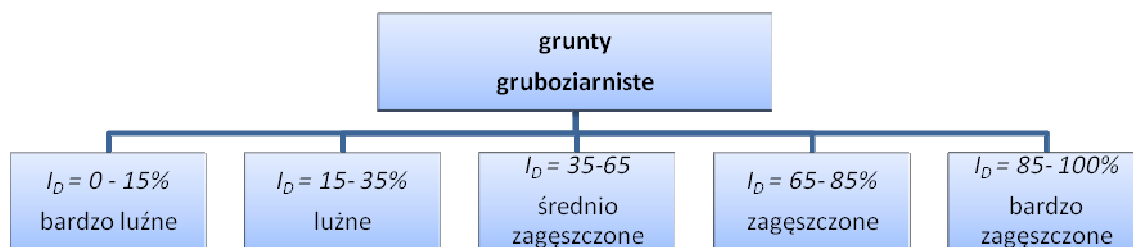
7.5. Pozostałe kryteria klasyfikacji

Do opisu gruntów używa się wielu wskaźników ilościowych uwzględniających zagęszczenie, wytrzymałość na ścinanie bez odpływu i wskaźnik konsystencji. Klasyfikacje opiera się głównie na :

- stopniu zagęszczenia,
- wytrzymałości na ścinanie bez odpływu,
- wskaźniku konsystencji.

7.5.1. Stopień zagęszczenia – grunty gruboziarniste (piaski i żwiry)

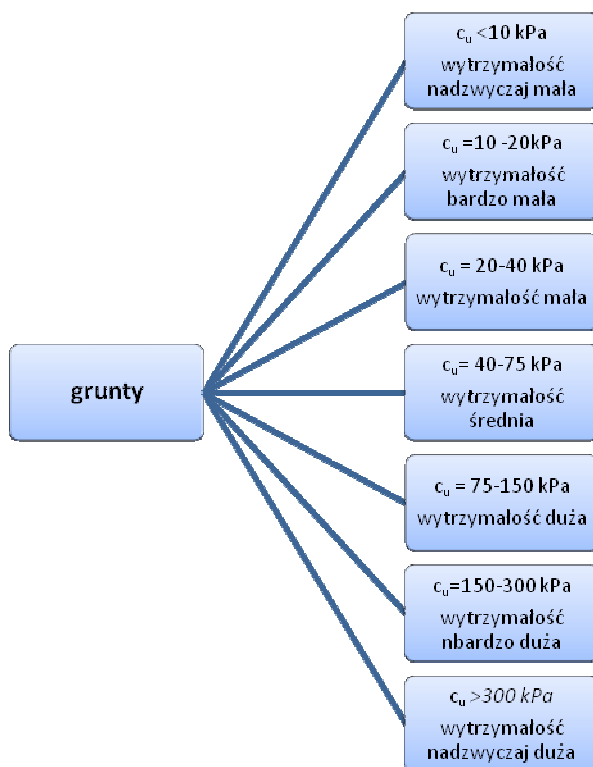
Klasyfikacja gruntów gruboziarnistych piasków i żwirów oparta jest na wielkości stopnia zagęszczenia gruntów I_D . Stopień ten można wyznaczyć z badań polowych np.: sondą dynamiczną DP, z końcówką cylindryczną SPT, sondą statyczną CPT, czy presjometrem PMT. Klasyfikacje ze względu na zagęszczenie gruntu podano na Rys. 6.



Rys.6. Klasyfikacja zagęszczenia gruntu

7.5.2. Wytrzymałość bez odpływu – grunty drobnoziarniste (pyły i ropy)

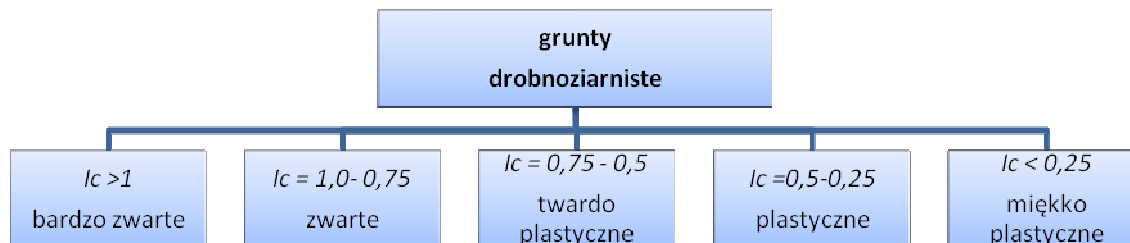
Wytrzymałość bez odpływu wyznaczać można z badań terenowych i laboratoryjnych a także makroskopowo i za pomocą ścinarki obrotowej czy penetrometru tłoczkowego. Klasyfikację podano na Rys. 7.



Rys. 7. Klasyfikacja wytrzymałości na ścinanie bez odpływu c_u gruntów drobnoziarnistych

7.5.3. Wskaźnik konsystencji

Dla gruntów drobnoziarnistych pyłów i ilów klasyfikacje przeprowadza się wg wartości wskaźnika konsystencji I_c obliczanego w oparciu o granice plastyczności w_p i płynności w_L . Klasyfikacje podano na Rys.8.



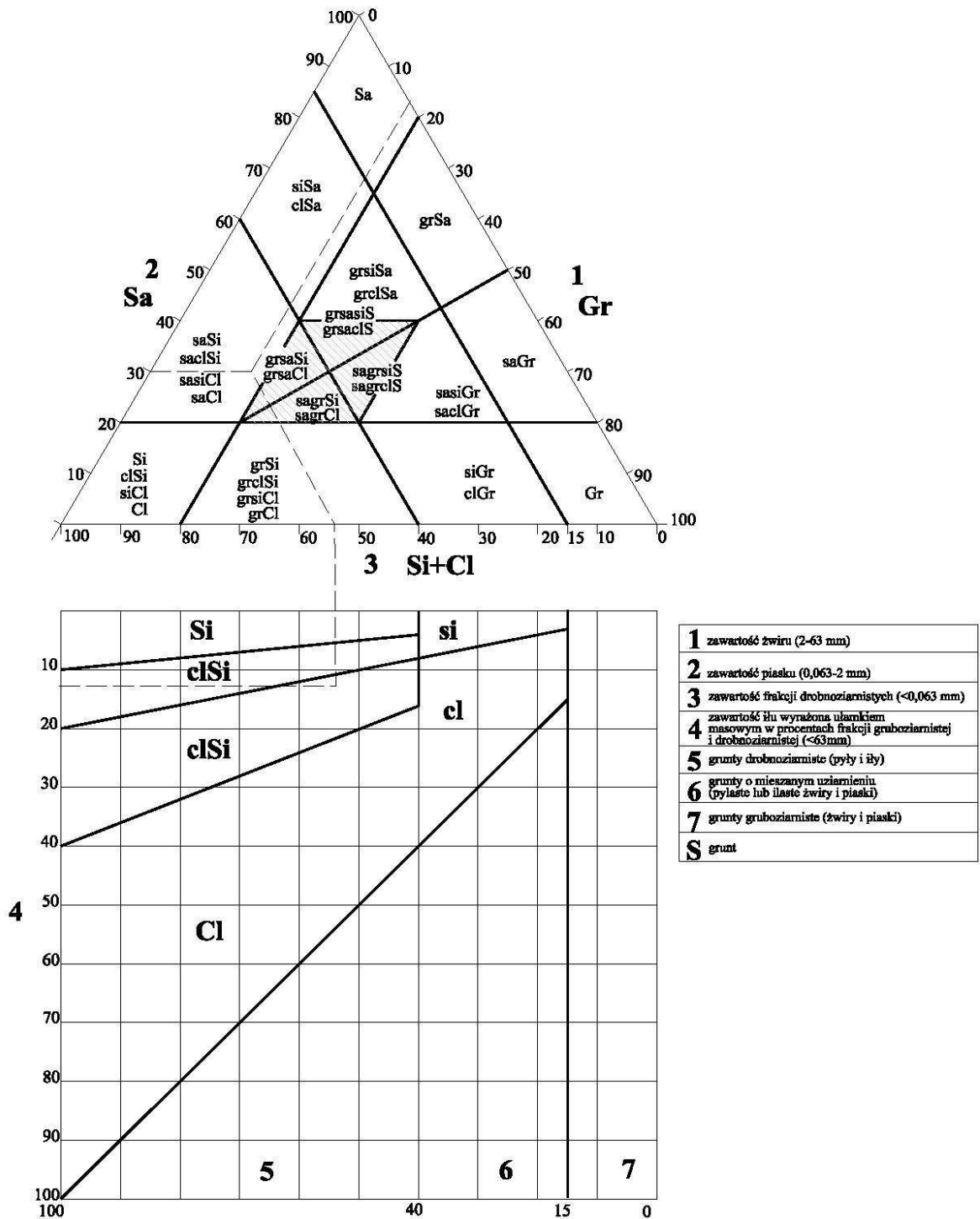
Rys.8. Klasyfikacja konsystencji gruntów drobnoziarnistych

7.5.4. Trójkąt klasyfikacyjny wg ISO

Do klasyfikacji gruntu, gdzie kryterium jest tylko uziarnienie wykorzystuje się diagramy w formie trójkątów. W normie EN ISO 14688-2 przykład klasyfikacji na trójkącie ISO zaprezentowano jak na Rys.9.

8. Zalecenia podane w załączniku krajowym NA-1 do normy PN-EN ISO 14688 - 2

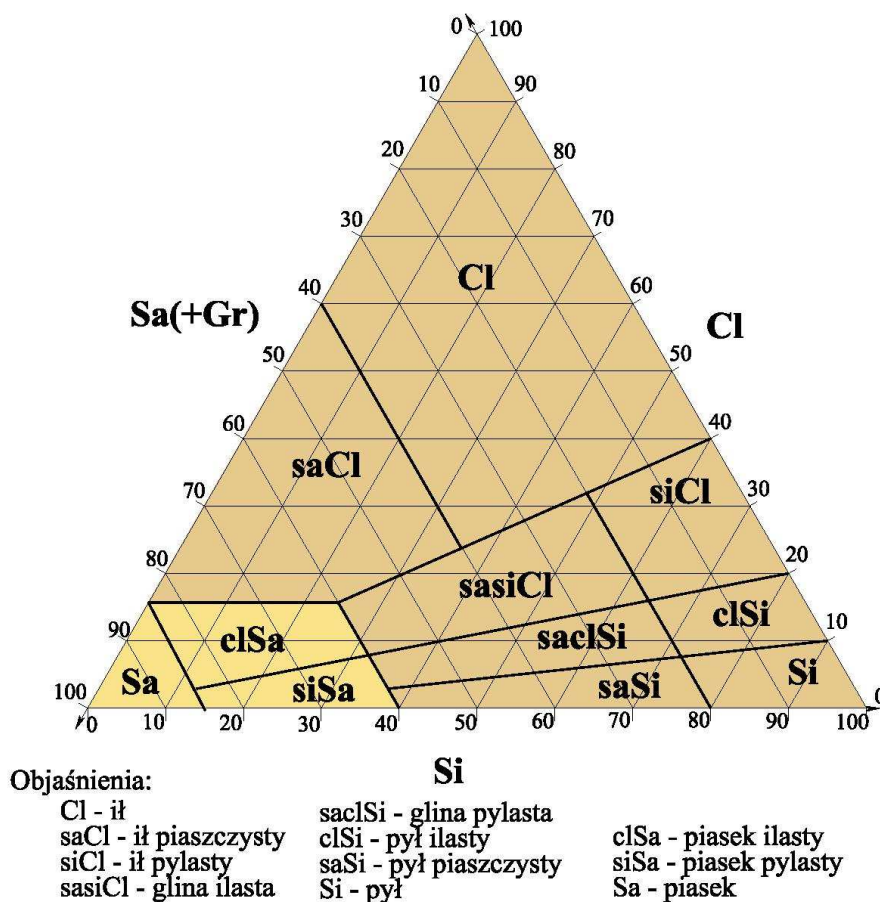
Każdy kraj należący do CEN ma prawo do Eurokodu i norm związanych z nim opracować Załącznik Krajowy, który doprecyzowuje zasady stosowania określonej normy w danym kraju. Do normy PN EN 14866-2 opracowano załącznik Krajowy NA-1, który wprowadza podstawowe nazwy gruntów w Polsce (por. Tabela 7 i Rys. 10)



Rys.9. Klasyfikacja gruntów tylko na podstawie uziarnienia. Przykład klasyfikacji na trójkącie ISO (PN-EN 14688-2)

Tabela.7. Nazwy gruntów polskich wg zawartości frakcji z załącznika krajowego do PN EN ISO 14688

Grunt	Symbol	Zawartość frakcji [%]			
		Gr	Sa	Si	Cl
Żwir	Gr	80-100	0-20	0-15	<3
Żwir piaszczysty	saGr	50-80	20-50	0-15	<3
Piasek ze żwirem	grSa	20-50	50-80	0-15	<3
Piasek drobny	FSa	0-20	85-100	0-15	<3
Piasek średni	MSa	0-20	85-100	0-15	<3
Piasek grubo	CSa	0-20	85-100	0-15	<3
Żwir pylasty	siGr	40-85	0-20	15-40	<3
Żwir ilasty	clGr	40-85	0-20	15-40	<3
Żwir pylasto-piaszczysty	sasiGr	40-65	20-45	15-40	<3
Żwir piaszczysto - pylasty	sisaGr	40-65	20-45	15-40	<3
Piasek pylasty ze żwirem	grsiSa	20-40	40-65	15-40	<3
Piasek ilasty ze żwirem	grclSa	20-40	40-65	15-40	<3
Piasek zapyłony	siSa	0-20	40-85	15-40	<3
Piasek zailony	clSa	0-20	40-85	15-40	<3
Żwir ilasty Pył ze żwirem	grSi grclSi siGr	20-60	0-20	40-80	0-8
Gлина pylasta	saclSi	20-60		33-72	8-17
Gлина ilasta	sasiCl	20-60		25-65	8-31
pył	Si	0-20		72-10	0-10
Pył ilasty	clSi	0-20		65-90	8-20
ł	Cl	0-40		0-60	25-60
ł pylasty	siCl	0-20		48-80	20-40
Grunty różne		20-40	30-40	20-40	10-30
		30-40	20-40	20-40	10-30
		30-60		40-60	10-60
Grunty organiczne	Or				



Rys. 10. Trójkąt klasyfikacji gruntów wg załącznika krajowego NA-1 z PN-EN ISO 14688-2

9. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – nowa analiza makroskopowa

PN-EN ISO 14688 ustala zasady oznaczania i klasyfikowania gruntów dla celów inżynierskich na podstawie charakterystyk materiałowych masywu gruntowego, stosowanych powszechnie dla gruntów. Podstawowym kryterium oznaczania gruntów mineralnych dla oceny właściwości mechanicznych jest rozmiar ziarn (skład granulometryczny) – zawartość frakcji klasyfikacyjnych.

Oznaczenie makroskopowe gruntów polega, poza oszacowaniem składu granulometrycznego i mineralnego gruntu, na określenia kształtu i formy poszczególnych ziarn, a także barwy gruntu. Analiza makroskopowa pozwala na podanie nazwy gruntu, jego plastyczności i konsystencji oraz wytrzymałości w stanie suchym, po przeprowadzeniu szeregu szybkich i prostych testów. Analizę makroskopową przeprowadza się zgodnie ze standardem ISO według Instrukcji ITB (Instrukcja ITB nr 428/2007: Komentarz do nowych

norm klasyfikacji gruntów.). Algorytm postępowania przy wstępnej identyfikacji gruntów przedstawiono w Zał. 1 oraz w kolejnych krokach testowych zestawionych w Zał. 2 i Zał. 3.