# Klasyfikacje i jakość gruntów wg norm ISO

Od 2011 r. klasyfikacja gruntów w Polsce opiera się na normach ISO zgodnych z dotyczącym projektowania geotechnicznego Eurokodem 7. Są one zsynchronizowane z nowymi instrukcjami wykonywania badań laboratoryjnych parametrów gruntu. Mimo że stan ten trwa już 10 lat, nadal wielu projektantów nie zna tej klasyfikacji lub boi się jej używać.

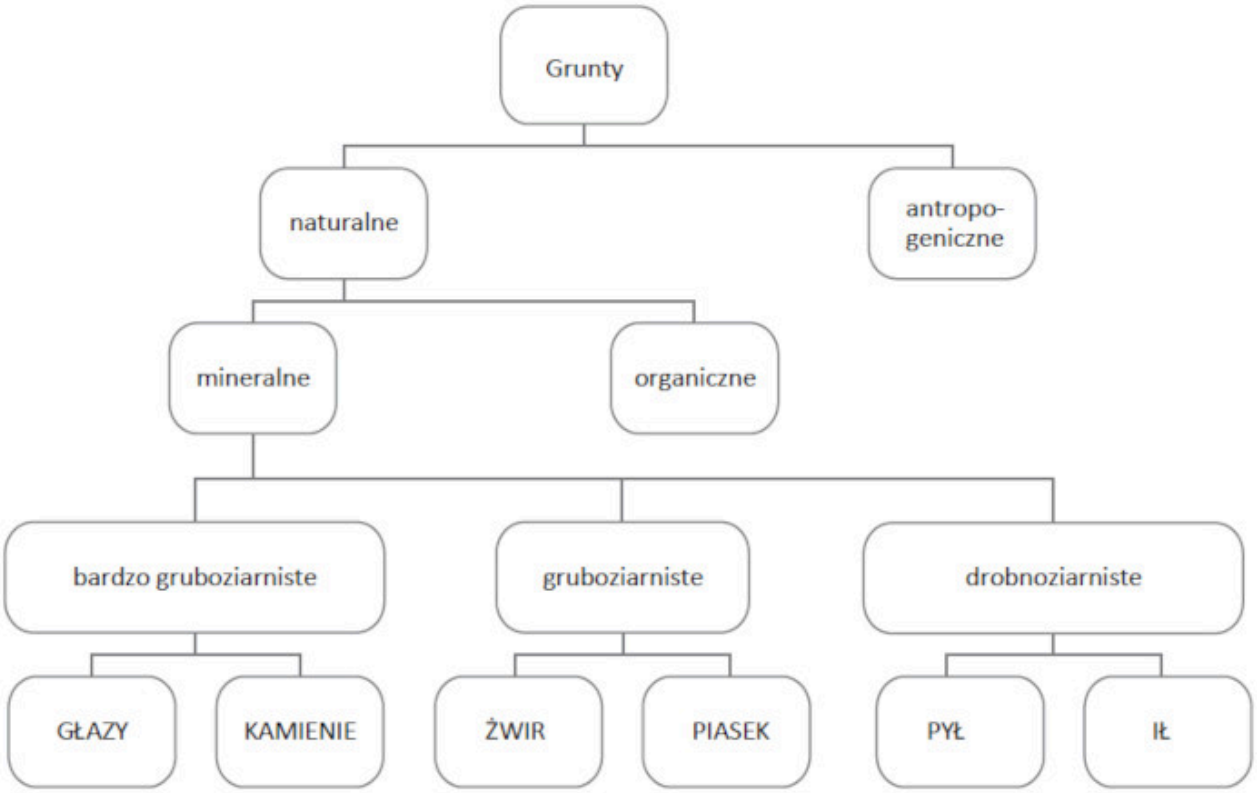
W 2002 r. wprowadzono w Polsce klasyfikację gruntów opartą na Eurokodzie 7 w formie dwuczęściowej normy ISO: PN-EN ISO 14688 „Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis” oraz „Część 2: Zasady klasyfikowania” [N1 i N2]. Normę tę stosuje się tylko do oznaczania, opisu i klasyfikowania gruntów naturalnych in situ oraz antropogenicznych – opis skał ujęto w osobnej normie PN-EN ISO 14689 [N3].

Normy ISO wprowadziły całkiem nową klasyfikację gruntów budowlanych i w 2011 r. formalnie zastąpiły klasyfikację opartą na normach polskich (PN-86/B-02480 i wcześniejsze [N4 i N5]), które funkcjonowały w niemal niezmiennym stanie od lat 70. XX w. Po klasyfikacji weszły w życie nowe instrukcje wykonywania badań określających parametry gruntu [1 oraz N6–N17]. Mimo że normy te funkcjonują na polskiej scenie geotechnicznej już 20 lat, a od 10 są uznane za obowiązujące, do dziś wiele dokumentacji geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich wykonuje się na podstawie „starej, polskiej” normy. Dlaczego tak się dzieje? Doświadczeni geolodzy i geotechnicy przyzwyczaili się do pewnego sposobu postępowania oraz do nazewnictwa i trudno im przekonać się do czegoś całkiem nowego, co na dodatek wciąż się zmienia (bywa, że nowelizacje normy ISO pojawiają się co roku). Dodatkowo znajomość normy „starej” jest konieczna przy analizie materiałów archiwalnych. Najważniejszy jednak jest fakt, że wiele norm branżowych do tej pory nie zostało dostosowanych do zapisów Eurokodu 7 i nowej klasyfikacji – np. normy drogowe [N18]. Z czasem należy jednak spodziewać się całkowitego przejścia na normalizację europejską, dlatego warto zapoznać się z zasadami klasyfikowania gruntu „po nowemu”.

## WSTĘPNA KLASYFIKACJA – PODZIAŁ NA GRUNTY ANTROPOGENICZNE I NATURALNE: MINERALNE I ORGANICZNE

Jak już wcześniej wspomniano, norma PN-EN ISO 14688 opisuje wyłącznie grunty, czyli zbiór cząstek mineralnych i/lub organicznych, który może być rozdrobniony ręcznie przez rozcieranie w wodzie w odróżnieniu od skał, które nie spełniają tego warunku. Do opisu skał służy dodatkowa norma. To nowość, ponieważ w poprzednio obowiązującej klasyfikacji nie było jednoznacznego odróżnienia gruntów od skał – opisywała ona np. wapienie czy granity jako grunty skaliste.

Grunty dzieli się na naturalne i antropogeniczne (rys. 1), w zależności od tego, czy grunt powstał w wyniku procesów wyłącznie naturalnych, czy też z udziałem człowieka.




Rys. 1. Ogólny podział gruntów wg normy PN-EN ISO 14688

Grunty antropogeniczne możemy podzielić na dwie grupy:

■ grunty naturalne (PIASEK, ŻWIR, IŁ) przemieszczone i/lub zmienione przez człowieka (np. nasyp drogowy zbudowany z PIASKU) – opisuje się je tak samo jak grunty naturalne

■ grunty złożone w całości lub częściowo z substancji wytworzonych celowo przez człowieka, lub będących odpadem/produktem ubocznym jego działalności, takich jak plastik, tkaniny, szkło, metal, cegły, guma, beton czy odpady przemysłowe, np. łupek przywęglowy, żużel, popioły lotne – w takim przypadku należy podać proporcje, cechy i rodzaj składników gruntu ze szczególnym uwzględnieniem obecności i ilości elementów sztucznych wytworzonych przez człowieka, pochodzenie tych materiałów, struktury nasypu, obecności dużych elementów, obecności pustek lub pustych elementów, które mogłyby się zapaść; zawartości odpadów i innych substancji szkodliwych dla środowiska itp.

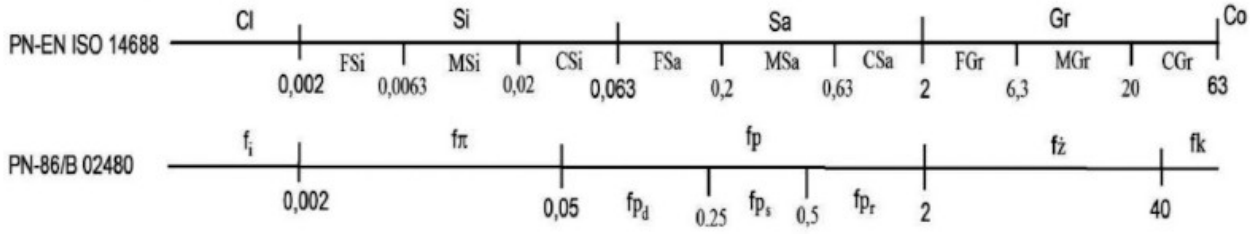
| Nazwa gruntu | Opis |
|---|---|
| Humus | Szczątki roślinne, żywe organizmy i ich odchody razem ze składnikami nieorganicznymi; tworzy przypowierzchniową warstwę gleby. |
| Gytia | Sedymentuje w środowisku wodnym bogatym w składniki odżywcze, zawiera głównie w różnym stopniu rozłożone szczątki roślinne i zwierzęce (detrytus). |
| Dy | Sedymentuje w środowisku wodnym ubogim w składniki odżywcze, zawiera głównie bardzo drobne (koloidalne) produkty rozkładu materii organicznej. |
| Torfy | Powstają na torfowiskach, charakteryzują się małą gęstością i wyraźnym zapachem pleśni. |
| Torf włóknisty | Wyraźna struktura włóknista, łatwo rozpoznawalne tkanki roślinne (wcale lub mało rozłożone), zachowuje pewną wytrzymałość. W teście wyciskania spomiędzy palców wydostaje się tylko woda bez części stałych. |
| Torf pseudowłóknisty | Mieszanka włókien roślinnych i rozłożonej substancji amorficznej. W teście wyciskania spomiędzy palców wydostaje się mętna woda, z mniej niż 50% zawartością części stałych. |
| Torf amorficzny | Brak rozpoznawalnych struktur roślinnych (w pełni rozłożone), konsystencja papkowata. W teście wyciskania spomiędzy palców wydostaje się pasta z ponad 50% zawartością części stałych. |

Tabl. 1. Oznaczanie i opis gruntów organicznych (PN-EN ISO 14688)

Grunty naturalne, dzieli się na mineralne i organiczne.
Grunty organiczne zawierają substancję mineralną oraz pewną ilość substancji organicznej, czyli niecałkowicie rozłożonych ciał roślin i (rzadziej) zwierząt. Można je łatwo rozpoznać, gdyż są lekkie, kiedy są suche. Mają specyficzny zapach pleśni i ciemną barwę (w odcieniach brązu lub szarości/czerni). Zawartość substancji organicznej w gruncie może być różna, stąd podział gruntów na niskoorganiczne (2–6% s.org.), organiczne (6–20%) i wysokoorganiczne (> 20%).
W zależności od genezy i składu wyróżnia się cztery rodzaje gruntów organicznych: humus, gytia (sapropel), dy i torf, który dodatkowo dzieli się w zależności od stopnia rozłożenia (tabl. 1). W normie ISO poszczególnym nazwom gruntów organicznych nie przyporządkowano konkretnych symboli.
Kiedy w gruncie organicznym są wyraźnie widoczne również składniki mineralne, zaleca się ich opisywanie terminami kwalifikującymi, np. torf z piaskiem drobnym.

| Nazwa frakcji | Nazwa podfrakcji | Symbol | Wymiary cząstek i ziaren [mm] |
|---|---|---|---|
| Bardzo gruboziarnista | duże GŁAZY (Large boulder) | LBo | > 630 |
| | GŁAZY (Boulder) | Bo | od > 200 do ≤ 630 |
| | KAMIENIE (Cobble) | Co | od > 63 do ≤ 200 |
| Gruboziarnista | ŻWIR (Gravel) | Gr | od > 2,0 do ≤ 63 |
| | ŻWIR gruby (Coarse gravel) | CGr | od > 20 do ≤ 63 |
| | ŻWIR średni (Medium gravel) | MGr | od > 6,3 do ≤ 20 |
| | ŻWIR drobny (Fine gravel) | FGr | od > 2,0 do ≤ 6,3 |
| | PIASEK (Sand) | Sa | od > 0,063 do ≤ 2,0 |
| | PIASEK gruby (Coarse sand) | CSa | od > 0,63 do ≤ 2,0 |
| | PIASEK średni (Medium sand) | MSa | od > 0,2 do ≤ 0,63 |
| | PIASEK drobny (Fine sand) | FSa | od > 0,063 do ≤ 0,2 |
| Drobnoziarnista | PYŁ (Silt) | Si | od > 0,002 do ≤ 0,063 |
| | PYŁ gruby (Coarse silt) | CSi | od > 0,02 do ≤ 0,063 |
| | PYŁ średni (Medium silt) | MSi | od > 0,0063 do ≤ 0,02 |
| | PYŁ drobny (Fine silt) | FSi | od > 0,002 do ≤ 0,0063 |
| | IŁ (Clay) | Cl | ≤ 0,002 |

Tabl. 2. Frakcje (PN-EN ISO 14688) [N1]




Rys. 2. Porównanie frakcji wg normy PN-EN ISO 14688 oraz poprzednio obowiązującej PN-86/B-02480 [2]

KLASYFIKACJA NA PODSTAWIE UZIARNIENIA

Proces identyfikacji gruntów mineralnych opiera się na ich uziarnieniu lub plastyczności (granicach konsystencji) podobnie jak w poprzednio stosowanym systemie, ale zarówno granice poszczególnych frakcji, jak i sposób klasyfikowania na podstawie plastyczności jest całkowicie odmienny.

Norma ISO wprowadziła nowe podfrakcje oraz zmieniła wielkości graniczne frakcji (tabl. 2, rys. 2). Granice frakcji i podfrakcji można łatwo zapamiętać, gdyż na przemian powtarzają się liczby 2 i 63 (rys. 2), przesuwa się tylko położenie przecinka. Wszystkie symbole nazw frakcji stanowią skróty odpowiedników w języku angielskim.

Wg Eurokodu wyróżniamy 3 grupy gruntów mineralnych: bardzo gruboziarniste, gruboziarniste i drobnoziarniste. Nie stosuje się tu określeń „grunt spoisty” i „grunt niespoisty”. Oznaczanie gruntów bardzo gruboziarnistych i gruboziarnistych opiera się na ich uziarnieniu, tj. zawartości poszczególnych frakcji. Oznaczanie gruntów drobnoziarnistych – będących odpowiednikiem gruntów spoistych w starej normie polskiej – bazuje na ich plastyczności, chociaż norma dopuszcza również klasyfikowanie takich gruntów na podstawie uziarnienia.

Schemat postępowania przy identyfikacji rodzaju gruntu jest następujący:

■ jeżeli ponad 50% masy gruntu stanowią ziarna > 63 mm, grunt taki identyfikuje się jako bardzo gruboziarnisty

■ jeżeli frakcja ta stanowi mniej niż 50% masy gruntu, należy sprawdzi
, czy grunt wilgotny zachowuje formę bryłkową:
– jeżeli nie, to grunt identyfikujemy jako gruboziarnisty
– jeżeli tak, to jako drobnoziarnisty.

Jeżeli grunt zbudowany jest z ziaren należących do jednej frakcji lub nawet podfrakcji, jego nazwanie nie nastręcza większych trudności. Przykładem takiego gruntu może być np. piasek wydmowy, składający się zwykle wyłącznie z ziaren o wielkości 0,1–0,25 mm, który zgodnie z normą ISO nazwalibyśmy „PIASKIEM drobnym, eolicznym”. Zazwyczaj jednak grunty składają się z ziaren i cząstek o różnej wielkości w różnych proporcjach. Zwykle można w nich wyróżnić:

■ frakcję dominującą – nazywaną w normie ISO frakcją główną

■ jedną lub więcej frakcji drugorzędnych

■ składniki lub frakcje trzeciorzędne.

Nazwa gruntu powstaje ze złożenia tych wszystkich frakcji.

Frakcja główna to ta, która określa właściwości inżynierskie gruntu. W gruntach bardzo gruboziarnistych i gruboziarnistych jest to frakcja o przeważającej masie, a w gruntach drobnoziarnistych – frakcja decydująca o plastyczności gruntu. Oznacza to, że grunt powinniśmy nazywać IŁEM lub PYŁEM w zależności od jego zachowania w badaniu makroskopowym (lub dokładniej w badaniu granic konsystencji), a nie od uziarnienia.

Frakcje drugorzędne to te, które mogą zmieniać właściwości inżynierskie frakcji głównej. Składniki trzeciorzędne natomiast to takie składniki gruntu, które wskazują na jego genezę i mogą wpływać na charakterystykę gruntu, lecz nie zmieniają jego właściwości inżynierskich. Mogą to być np. fragmenty muszli, specyficzne związki chemiczne lub korzenie roślin.

Nazwa gruntu opisywana jest rzeczownikiem oznaczającym frakcję główną oraz terminami opisującymi frakcje drugorzędne i trzeciorzędne. Wersja angielska normy określa, że frakcja główna powinna być zapisana w formie rzeczownika wielkimi literami, natomiast frakcje drugorzędne i trzeciorzędne powinny

być podane jako przymiotniki przed lub za rzeczownikiem, małymi literami, czyli np. fine sandy GRAVEL, SAND gravelly czy slightly medium sandy CLAY. Norma zakłada, że kolejność zapisu frakcji powinna być ustalona niezależnie w każdym kraju członkowskim CEN. W momencie publikacji nie wydano żadnego załącznika krajowego do polskiej wersji normy, precyzującego ten zapis. Poniżej podane zasady nazewnictwa opierają się więc częściowo na polskiej wersji normy z 2006 r. [N19].

Polskojęzyczna wersja normy określa, że frakcje drugorzędne powinny być wymienione nie jako przymiotniki, lecz jako rzeczowniki ze spójnikiem „z" po terminie określającym frakcję główną – np. PIASEK z iłem. Określenie „gruby", „średni" lub „drobny" (z ang. coarse, medium, fine) stosuje się, jeżeli któraś z podfrakcji wyraźnie dominuje nad pozostałymi. Jeśli, w przypadku gruntów gruboziarnistych, występują dwie frakcje w przybliżeniu w równych proporcjach, pomiędzy ich nazwami powinien być umieszczony ukośnik, np. PIASEK/ŻWIR. Norma podaje kryterium określenia jakiejś frakcji jako głównej – jest to 50% masy próbki. Nie zostały jednak podane zasady uznawania frakcji za podrzędną (poprzednio było to 20%) ani sposób zapisu frakcji trzeciorzędnych.

W aktualnej wersji normy nie podano także sposobu tworzenia symboli gruntów. W poprzednich wersjach symbol gruntu tworzony był przez połączenie symbolu frakcji głównej, pisanego dużą literą oraz symboli frakcji drugorzędnych, pisanych z przodu małą literą. Ten system był spójny i przejrzysty, nie ma potrzeby go zmieniać. Przykładowo:

- PYŁ z iłem: clSi
- ŻWIR gruby z piaskiem: saCGr
- PIASEK średni z iłem i pyłem drobnym: fsiclMSa
- ŻWIR i PIASEK: Gr/Sa
- PIASEK drobny/średni: FSa/MSa.

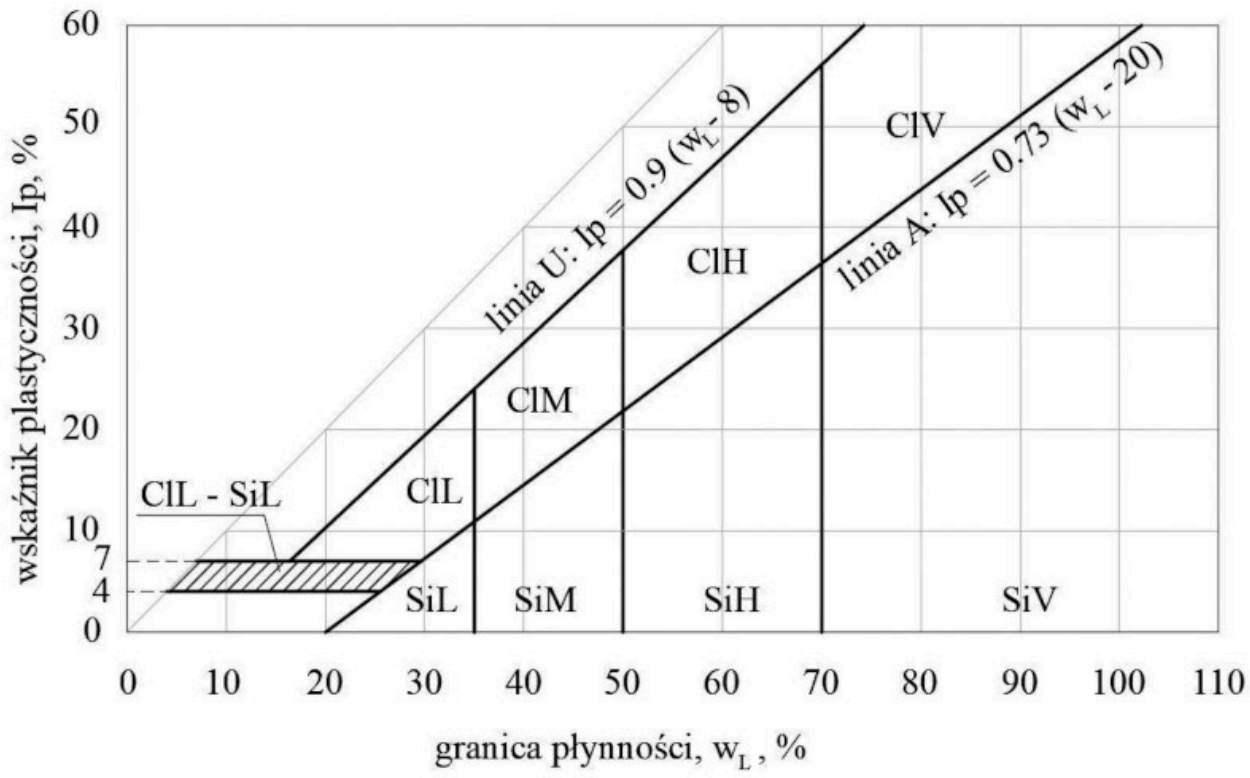
KLASYFIKACJA GRUNTÓW DROBNOZIARNISTYCH NA PODSTAWIE PLASTYCZNOŚCI (GRANIC KONSYSTENCJI)

Jak wspomniano wyżej, identyfikacja frakcji głównej gruntów drobnoziarnistych (IŁ czy PYŁ) wymaga określenia ich plastyczności. Oznaczenia można dokonać w warunkach polowych lub laboratoryjnych na podstawie analizy makroskopowej, obejmującej opis szeregu właściwości. Rodzaj dominującej frakcji można również określić w sposób bardziej precyzyjny, na podstawie oznaczonych laboratoryjnie wartości wskaźnika plastyczności Ip oraz granicy płynności wL danego gruntu (badania granic konsystencji gruntu). Korzysta się wówczas z nomogramu Casagrande'a, przedstawionego na rys. 3. Metoda ta opiera się częściowo na Ujednoliconym Systemie Klasyfikacji Gruntów (USCS – Unified Soil Classification System), opracowanym przez A. Casagrande'a i stosowanym w wielu krajach nie tylko w Europie, ale też na świecie. Linia A na tym wykresie oddziela IŁY (Cl) od PYŁÓW (Si). Linia U stanowi górną granicę dla gruntów naturalnych. W zależności od wartości granicy płynności wyróżniono 4 rodzaje iłów (ClL, ClM, ClH, ClV) i 4 rodzaje pyłów (SiL, SiM, SiH, SiV) oraz grunt przejściowy (ClL – SiL). Użyte w tych symbolach litery L, M, H i V oznaczają plastyczność gruntów: L – małą (ang. low), M – średnią (ang. medium), H – dużą (ang. high) i V – bardzo dużą (ang. very high). Taki podział gruntów kłóci się niestety z zasadami klasyfikacji przedstawionymi w tabl. 3 – np. grunt o symbolu SiV na rys. 3 należałoby nazwać pyłem o bardzo dużej plastyczności, podczas gdy pyłami są z definicji grunty o małej plastyczności. Według autorki litery L, M, H i V na rys. 3 nie powinny określać poziomu plastyczności, lecz po prostu wartość granicy płynności, więc grunt o symbolu SiV należałoby nazwać pyłem o bardzo wysokiej granicy płynności, a grunt ClL – iłem o niskiej granicy płynności.

| Grupa | Kryteria kwalifikacji | Nazwa gruntu | | |
|---|---|---|---|---|
| | | jednofrakcyjnego | złożonego | |
| Bardzo gruboziarniste | > 50% masy próbki stanowią ziarna ≥ 200 mm | Głazy (Bo) | GŁAZY,<br>GŁAZY z kamieniami | GŁAZY z frakcjami drobniejszymi |
| | > 50% masy próbki stanowią ziarna < 200 mm i ≥ 63 mm | Kamienie (Co) | KAMIENIE,<br>KAMIENIE z głazami | KAMIENIE z frakcjami drobniejszymi |
| Gruboziarniste | > 50% masy próbki stanowią ziarna < 63 mm i ≥ 2 mm | Żwir (Gr) | ŻWIR z kamieniami,<br>ŻWIR,<br>ŻWIR z piaskiem i kamieniami | ŻWIR z piaskiem,<br>ŻWIR z iłem i pyłem |
| | > 50% masy próbki stanowią ziarna < 2 mm i ≥ 0,063 mm | Piasek (Sa) | PIASEK ze żwirem,<br>PIASEK | PIASEK z iłem lub pyłem |
| Drobnoziarniste | brak plastyczności lub mała plastyczność | Pył (Si) | PYŁ z piaskiem | PYŁ z piaskiem i żwirem,<br>PYŁ z piaskiem i iłem |
| | średnia plastyczność* | | PYŁ z iłem,<br>IŁ z pyłem | |
| | duża plastyczność* | Ił (Cl) | IŁ z piaskiem i żwirem,<br>PYŁ z organiką,<br>IŁ z organiką | |

* UWAGA: według autorki plastyczność (małą, średnią, dużą lub jej brak) powinno się określać na podstawie badań makroskopowych, stąd w niniejszej tabeli jako kryterium kwalifikacji dla PYŁU z iłem i IŁU z pyłem podano średnią plastyczność – inaczej niż w normie (tabela 1 normy)

Tabl. 3. Zasady klasyfikacji gruntów na podstawie PN-EN ISO 14688




Rys. 3. Nomogram plastyczności wg Casagrande'a

Mimo że podstawowym sposobem klasyfikowania gruntów drobnoziarnistych wg PN-EN ISO 14688-2:2018 jest ich podział na podstawie plastyczności, dopuszcza się również ich klasyfikowanie na bazie uziarnienia, przy czym należy zawsze wyraźnie zaznaczyć, z jakiej metody się korzysta.
Przykładem klasyfikacji opartej wyłącznie na uziarnieniu jest metoda szwedzka, opisana  poprzedniej wersji normy [N1], stosowana dla gruntów gruboziarnistych i drobnoziarnistych. Używa się w niej tzw. diagramu klasyfikacyjnego ISO (rys. 4).

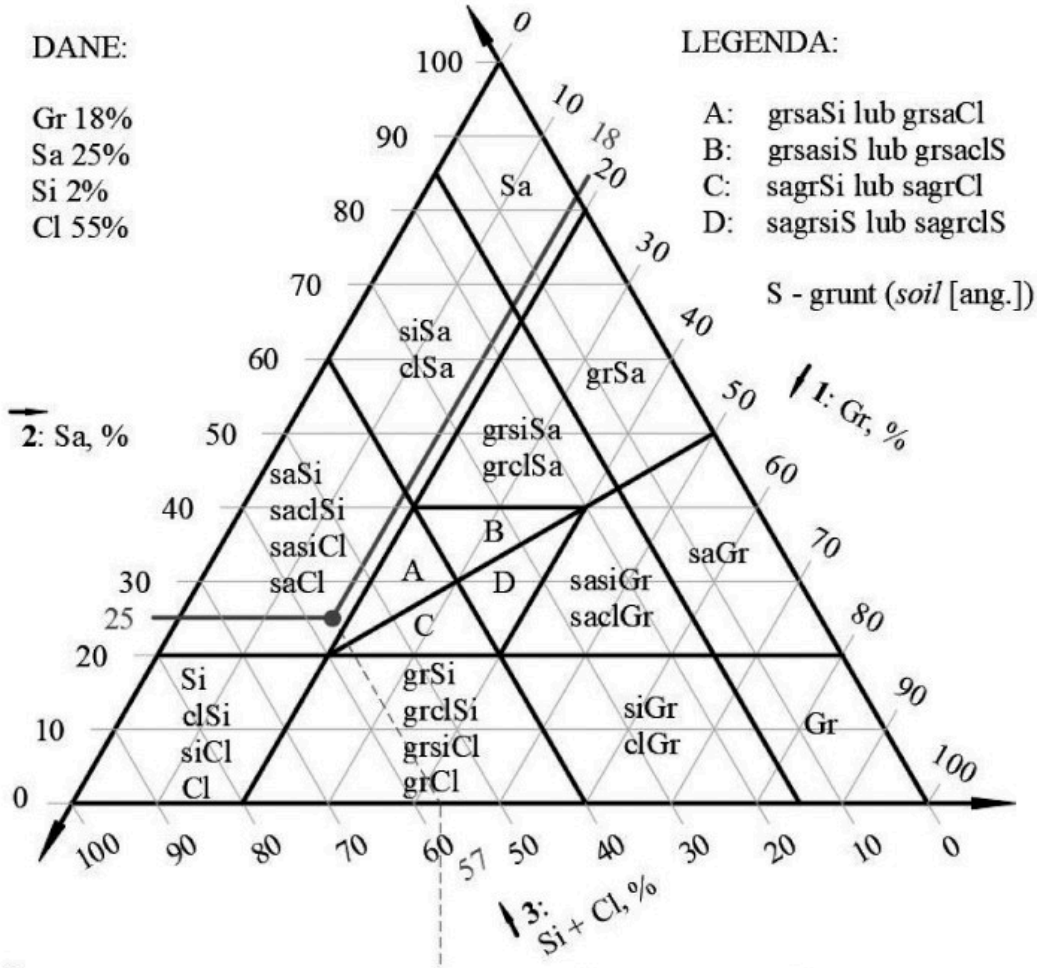
DANE:

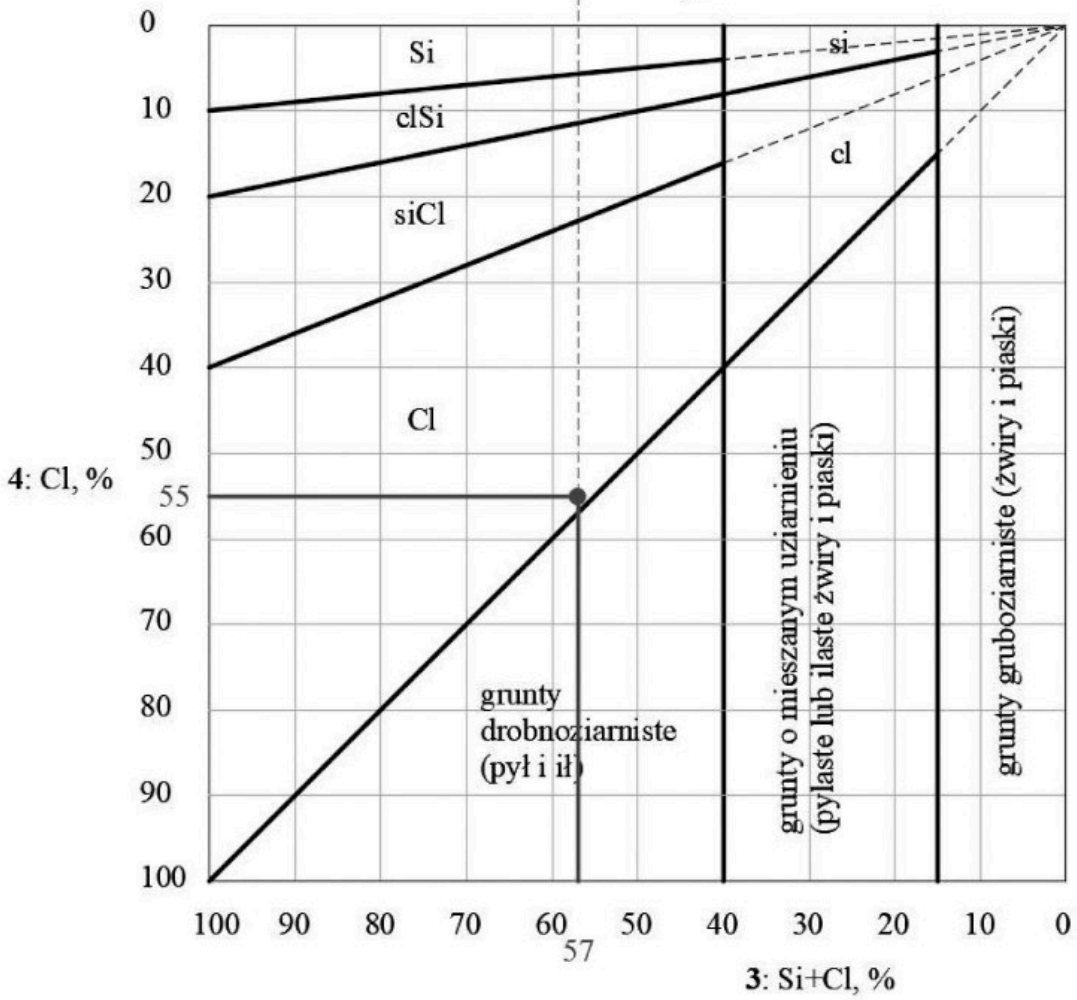
Gr 18%
Sa 25%
Si 2%
Cl 55%

LEGENDA:

A: grsaSi lub grsaCl
B: grsasiS lub grsaclS
C: sagrSi lub sagrCl
D: sagrsiS lub sagrclS

S - grunt (*soil* [ang.])



Rys. 4. Klasyfikacja gruntów na podstawie składu granulometrycznego wg PN-EN ISO 14688-2:2006 [N1]

Diagram ten składa się z 2 części: w górnym trójkącie na osiach zaznacza się zawartość frakcji żwirowej, piaskowej oraz łączną zawartość frakcji iłowej i pyłowej. Na tej podstawie wyznacza się odpowiednie pole na trójkącie klasyfikacyjnym. Jeżeli na tym polu znajdują się symbole więcej niż jednego rodzaju gruntów, należy określić pole pomocnicze na kwadracie stanowiącym dolną część diagramu, zaznaczając na osi pionowej zawartość frakcji iłowej. Przykład na rys. 4 przedstawia grunt, dla którego zawartość frakcji żwirowej i piaskowej wskazuje na jeden z 4 rodzajów gruntu: saSi, saclSi, sasiCl, saCl (pole na trójkącie). Zawartość frakcji iłowej wskazuje, że należy spośród nich wybrać grunt, dla którego frakcją główną jest ił (Cl), a frakcją drugorzędną nie jest pył (pole Cl na kwadracie). Szukanym gruntem jest więc saCl – IŁ z piaskiem. Jedną z zalet tego diagramu jest fakt, że możemy, przynajmniej zgrubnie, ustalić nazwę gruntu na podstawie uziarnienia, bez wykonywania analizy areometrycznej (czyli bez rozdzielania frakcji iłowej od pyłowej). Szkoda, że metoda ta nie znalazła się w najnowszej wersji normy.
W załączniku informacyjnym B do wspomnianej wyżej poprzedniej wersji normy można znaleźć tabelaryczny odpowiednik diagramu ISO (tabl. 4). Może być on szczególnie pożyteczny w warunkach terenowych, gdy szacujemy zawartości frakcji, a nie mamy możliwości umieszczenia ich w diagramie. Przykładowo, jeżeli próbka grunt zawiera 30% żwiru, 45% piasku i 25% pyłu, nazwiemy taki grunt grsiSa – PIASEK ze żwirem i pyłem. Problematyczny może się okazać np. grunt o składzie 5% żwiru, 45% piasku, 20% pyłu i 30% iłu. Wydawałoby się, że należy go nazwać PIASKIEM z iłem (clSa), lecz jednocześnie Cl + Si > 40%, w tym Cl = 60% (30% * 100/(30 + 50) = 60), zatem ił jest drugą frakcją główną. W takich przypadkach rozsądne wydaje się podejście zakładające, że gdy Cl lub Si jest w gruncie tyle, że może stanowić frakcję podstawową, to Sa i Gr zostają „zdegradowane” do frakcji drugorzędnych, gdyż frakcje drobniejsze mają o wiele większy wpływ na własności gruntu niż grubsze.

| Frakcja | Zawartość frakcji w masie próbki ≤ 63 mm [%] | Zawartość frakcji ≤ 0,002 mm we frakcji ≤ 0,063 mm [%] | Nazwa gruntu | |
|---|---|---|---|---|
| | | | rozszerzona | podstawowa |
| Żwirowa $f_{Gr}$ | 20–40 | – | ze żwirem | |
| | > 40 | | | ŻWIR |
| Piaskowa $f_{Sa}$ | 20–40 | | z piaskiem | |
| | > 40 | | | PIASEK |
| Pyłowa i iłowa łącznie $f_{Si+Cl}$ | 5–15 | < 20 | z małą ilością pyłu | |
| | | ≥ 20 | z małą ilością iłu | |
| | 15–40 | < 20 | z pyłem | |
| | | ≥ 20 | z iłem | |
| | > 40 | < 10 | | PYŁ |
| | | 10–20 | z iłem | PYŁ |
| | | 20–40 | z pyłem | IŁ |
| | | > 40 | | IŁ |

Tabl. 4. Orientacyjne zawartości poszczególnych frakcji do podziału gruntów mineralnych (PN-EN ISO 14688-2:2006) [2, N1]

ZARYS KLASYFIKACJI GENETYCZNEJ I JEJ ZNACZENIE

Zgodnie z normą ISO, opis gruntu powinien być uzupełniony określeniem genezy gruntu, czyli środowiska, w jakim grunt się tworzył. Klasyfikacja genetyczna nie została ujęta zapisami żadnej normy budowlanej, opiera się na wiedzy o procesach powstawania gruntów i skał [2, 3]. Jest niesłychanie ważna, gdyż pozwala nie tylko na oszacowanie spodziewanych inżynierskich parametrów gruntu na podstawie wstępnych obserwacji, lecz także na przewidywanie zmienności gruntów w pobliżu punktu badawczego czy wystąpienia potencjalnych problemów geologiczno-inżynierskich.
Na przykład, gdy w wykopie/otworze badawczym napotkamy piasek średni pochodzenia rzecznego, możemy się spodziewać, że w jego pobliżu (zarówno w profilu pionowym, jak i poziomym) znajdują się

piaski o różnym uziarnieniu, żwiry oraz grunty mieszane, bardzo prawdopodobne jest również występowanie niekorzystnych dla budownictwa gruntów organicznych (np. namułów, torfów). Jednocześnie możemy się spodziewać, że podłoże będzie przepuszczalne. W niniejszym opracowaniu nie ma miejsca na opisanie klasyfikacji genetycznej gruntów, zostanie zaledwie opisany jej zarys.

Z geologicznego punktu widzenia grunty, to luźne skały osadowe, które powstały stosunkowo niedawno i nie uległy jeszcze diagenezie (przekształceniu w litą skałę). Możemy je podzielić na [1, 2, 3]:

■ grunty antropogeniczne, które powstały w wyniku działalności człowieka w sposób celowy i kontrolowany (np. nasyp pod autostradę) lub też przypadkowy (np. dzikie wysypisko gruzu i innych odpadów po remoncie łazienki)

■ grunty morskie, powstałe w morzach i oceanach wskutek opadania na dno deszczu materiału ziarnowego przyniesionego przez rzeki, lodowce czy wiatr, w wyniku krystalizacji minerałów z wody morskiej w specyficznych warunkach lub też poprzez nagromadzenie mineralnych elementów organizmów żyjących w morzu. Ze względu na ogromne dostawy materiału ziarnowego, rozległość mórz i oceanów oraz brak procesów niszczących na ich dnach, osady morskie tworzą się w ogromnych ilościach i wielkiej różnorodności – od wielkich głazów przy brzegach do drobnych iłów w centralnych częściach oceanów i mułu wapiennego czy skamieniałych raf koralowych w płytkich, ciepłych zbiornikach. Grunty pochodzenia morskiego, jako że zalegają na dnach morskich, są spotykane przez inżynierów budownictwa w wyjątkowych sytuacjach

■ grunty rzeczne (fluwialne), powstałe w wyniku działalności rzeki w obrębie jej koryta oraz na obszarach zalewowych podczas powodzi. W korytach rzek gromadzą się głównie piaski, żwiry i ich mieszaniny w różnych proporcjach, a w górnych biegach rzek również głazy i kamienie. Ich cechą charakterystyczną jest duża różnorodność wielkości ziaren oraz brak osadów drobnoziarnistych (iłów i pyłów), ponieważ drobne cząstki są wynoszone przez płynącą wodę. Lokalnie mogą powstawać piaski czy żwiry zawierające domieszki frakcji drobnoziarnistych. Osady te zbudowane są z ziaren o zaokrąglonych (obtoczonych) kształtach, duże ziarna mogą mieć również spłaszczony kształt. Podczas powodzi powstają z kolei osady drobnoziarniste, często z domieszkami lub soczewami gruntów organicznych

■ grunty jeziorne (limniczne) i bagienne, powstałe w śródlądowych zbiornikach wodnych. Są to zwykle grunty drobnoziarniste – głównie pyły oraz bardzo niebezpieczne grunty organiczne. Powszechnie na niektórych obszarach Polski (np. w Wielkopolsce) występują jeziorne iły, często o charakterystycznym „pstrym” zabarwieniu – mają one własności silnie ekspansywne, zwiększają objętość w kontakcie z wodą

■ grunty eoliczne, które powstały w wyniku działalności wiatru; możemy tu odróżnić piaski wydmowe – drobnoziarniste piaski, złożone z doskonale kulistych, matowych od ciągłego obijania się o siebie ziaren kwarcu oraz lessy – scementowane węglanem wapnia jednofrakcyjne pyły o specyficznej mikrostrukturze

■ grunty lodowcowe (glacjalne, morenowe, zwałowe), powstałe w wyniku uwalniania materiału mineralnego niesionego przez lodowiec podczas jego topnienia. W ten sposób powstają osady o bardzo zmiennym uziarnieniu (np. gliny morenowe zawierające w sobie wszystkie frakcje od ilastej do kamienistej, a nawet ogromne głazy), zróżnicowanym składzie i słabo obtoczonych ziarnach. Do tej grupy zalicza się również grunty, które gromadzone były w dolinach rzek wypływających z topniejącego lodowca (grunty fluwioglacjalne) i wykształcone są podobnie do gruntów rzecznych oraz grunty zastoiskowe, powstające w jeziorkach tworzących się na przedpolu lodowca (np. iły warwowe)

■ zwietrzeliny, powstałe w wyniku wietrzenia skał i gruntów, czyli w wyniku ich niszczenia w warunkach atmosferycznych. Mogą powstawa w wyniku wietrzenia fizycznego, czyli mechanicznego rozdrabniania skał (rumosz) lub też w wyniku wietrzenia chemicznego – glina zwietrzelinowa.

## CO DALEJ Z TYMI WYNIKAMI – CZYLI PORADNIK PROJEKTANTA W DWÓCH ZDANIACH

Oczywiście samo sklasyfikowanie, nazwanie gruntu to zaledwie połowa sukcesu, gdyż nie daje automatycznie wiedzy o wartościach opisujących go parametrów mechanicznych. Te powinny być poznane w odrębnych ukierunkowanych badaniach. Dopiero pełen opis danego gruntu, tj. nazwa, granulometria, geneza oraz wartości parametrów fizycznych i mechanicznych, stanowi informację wystarczającą do projektowania obiektów budowlanych na podłożu gruntowym [1].

Po nowej klasyfikacji weszły w życie nowe instrukcje wykonywania badań określających parametry gruntu [1]. Najważniejszymi badaniami klasyfikującymi grunty i określającymi ich jakość jest opis makroskopowy oraz analiza uziarnienia. Metodyka wykonywania badań uziarnienia nie uległa specjalnej zmianie. Stosuje

się analizę sitową oraz – jako uzupełnienie – analizę aerometryczną cząstek mniejszych od 0,063 mm. Znacząco zmieniła się jednak metodyka wykonywania opisu makroskopowego. Mimo jednak tych zmian efekty są podobne do metod wykonywanych poprzednio.

Jakie zatem należy wykonywać badania gruntu, aby ustrzec się przed awarią? Do zadań projektanta należy umieć zadać odpowiednie pytania, ponieważ to projektant wie co będzie w danym miejscu budowane i w jaki sposób będzie pracował grunt. Całkiem inne parametry gruntu są ważne pod dużym i ciężkim obiektem posadowionym na płycie fundamentowej, a inne pod wysokim, smukłym obiektem posadowionym na palach. Zalecenia Eurokodu 7 są oczywiste – nie należy korzystać z tabelarycznych zestawień parametrów gruntów (np. tych z owianej złą sławą normy PN-81-B-03020 [N20]). Każdy grunt powinien zostać zbadany, a o tym, jakie badania wykonać powinien decydować projektant, najlepiej we współpracy z geotechnikiem lub geologiem inżynierskim.

dr inż. Iwona Dudko-Pawłowska,
Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa, Katedra Geotechniki i Dróg

**Artykuł zamieszczony w „Przewodniku Projektanta” nr 2/2022**

Członkowie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa mogą składać zamówienie na drukowane wydanie „Przewodnika Projektanta” nr 3/2022.

Zachęcamy członków PIIB do wypełnienia formularza zgłoszeniowego zamieszczonego na stronie **www.izbudujemy.pl/formularze/przewodnikprojektanta**

W kolejnym wydaniu „Przewodnika Projektanta” będziemy poruszać m.in. tematy związane z projektowaniem węzłow drogowych, fundamentami w zabudowie miejskiej, a także dotyczące eksploatacji instalacji wodociągowej po przestojach i ograniczeniach. Kontynuujemy cykl artykułów dotyczących BIM, a także będą zamieszczone artykuły prawne.

NORMY

N1. PN-EN ISO 14688-1:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis.
N2. PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania.
N3. PN-EN ISO 14689:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczanie, opis i klasyfikowanie skał.
N4. PN-74/B-02480 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
N5. PN-86/B-02480 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
N6. PN-EN ISO 17892-1:2015-02 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej.
N7. PN-EN ISO 17892-12:2018-08 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 12: Oznaczanie granic płynności i plastyczności.
N8. PN-EN ISO 17892-2:2015-02 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 2: Oznaczanie gęstości objętościowej.
N9. PN-EN ISO 17892-3:2016-03 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 3: Badanie gęstości właściwej.

N10. PN-EN ISO 17892-4:2017-01 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 4: Badanie uziarnienia gruntów.
N11. PN-EN ISO 17892-5:2017-06 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 5: Badanie edometryczne gruntów.
N12. PN-EN ISO 17892-6:2017-06 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym.
N13. PN-EN ISO 17892-7:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 7: Ściskanie jednoosiowe.
N14. PN-EN ISO 17892-8:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 8: Badania trójosiowe bez konsolidacji i bez drenażu.
N15. PN-EN ISO 17892-9:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 9: Ściskanie trójosiowe z konsolidacją na próbkach całkowicie nasyconych wodą.
N16. PN-EN ISO 17892-10:2019-01 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 10: Badania w aparacie bezpośredniego ścinania.
N17. PN-EN ISO 17892-11:2019-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 11: Badania filtracji.
N18. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania.
N19. PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania.
N20. PN-B-03020:1981 Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie.

LITERATURA

1. Kowalska M., Geologia inżynierska dla inżynierów budownictwa. Część II: Terenowe, laboratoryjne i kameralne prace geologiczno-inżynierskie, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2020.
2. Dudko-Pawłowska I., Geologia inżynierska dla inżynierów budownictwa. Część I: Podstawowe informacje o minerałach, skałach, gruntach, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2020.
3. Gradziński R., Kostecka A., Radomski A., Unrug R., Zarys sedymentologii, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1986.