

Badania rodzajów i konsystencji gruntów wg nowych norm klasyfikacyjnych PN-EN ISO 14688:2018-05

Tests for types and consistency of soil in according to new classification standards PN-EN ISO 14688:2018-05

DOI: 10.15199/33.2022.10.07

Streszczenie. Celem artykułu jest analiza i dyskusja zmian w zasadach klasyfikacji i głównych badaniach klasyfikacyjnych gruntów mineralnych wg normy PN-EN ISO 14688:2018-05. Najważniejsze zmiany, w stosunku do norm klasyfikacyjnych z 2006 r., dotyczą wprowadzonych pojęć, zasad i kryteriów klasyfikacyjnych oraz nowych badań makroskopowych rodzajów i konsystencji gruntów – głównie drobnoziarnistych. Przeprowadzono dyskusję, wyszczególniono zalety i niedoskonałości nowej klasyfikacji gruntów oraz podsumowano je wnioskami.

Słowa kluczowe: nowa europejska klasyfikacja gruntów; badania makroskopowe.

Abstract. The aim of the article is to analyse and discuss changes in the classification rules and in the main classification studies of mineral soils according to the latest PN-EN ISO 14688:2018-05 standards. The most important changes in relation to the classification standards of 2006 concern the introduced notions, principles and classification criteria as well as new macroscopic tests of soil types and consistency – mainly fine-grained. There was a discussion, highlighted the advantages and disadvantages of the new soil classification and summarized the conclusions.

Keywords: new European classification of soils; macroscopic tests.

W 2018 r. Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN) wprowadził normy klasyfikacyjne EN ISO 14688:2018-05 Cz.1 i 2, a w 2019 r. Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) opublikował polskie wersje językowe tych norm: PN-EN ISO 14688:2018-05 Cz. 1 i 2 [1, 2], którymi zastąpiono normy z 2006 r. oraz wszystkie poprawki do nich [3, 4]. Normy te należy stosować do opisu gruntów powstałych w wyniku procesów naturalnych, działalności człowieka oraz zawierających materiały syntetyczne.

Celem artykułu jest analiza ostatnio wprowadzonych zmian. Najważniejsze z nich dotyczą nowych pojęć i kryteriów klasyfikacyjnych oraz nowych badań makroskopowych rodzajów i konsystencji – głównie gruntów drobnoziarnistych. Nad poprzednią wersją norm klasyfikacyjnych z 2006 r. toczyły się w środowisku geotechnicznym liczne dyskusje [5]. Wersja ostatnia także została poddana analizie i dyskusji [6, 7]. Jednolita klasyfikacja oraz ujednolicenie opisów badań różnych parametrów gruntów są ważne w praktyce inżynierskiej, a także w gospodarce i naukowej współpracy międzynarodowej [8, 9].

¹⁾ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku; m.sulewska@pb.edu.pl

Zasady klasyfikacji gruntów wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05

Grunty dzielą się na naturalne i antropogeniczne. Wśród gruntów naturalnych wyróżnia się mineralne (w tym węglanowe, siarczkowe, wulkaniczne, lessy, polodowcowe) i organiczne. **Ze względu na uziarnienie, naturalne grunty mineralne dzieli się na** bardzo gruboziarniste (głazy (lBo lub Bo) lub kamienie (Co)), gruboziarniste (żwir (Gr) lub piasek (Sa)) oraz drobnoziarniste (pył (Si) lub il (Cl)). **Algorytm procedury** oznaczania i opisu wszystkich gruntów zamieszczono na rysunku 1 normy [1].

Nazwy gruntów ustala się na podstawie zawartości frakcji głównej, drugorzędnej i ewentualnie trzeciorzędnej (wycofano pojęcie „domieszki”). **Frakcja**

główna determinuje właściwości inżynierskie gruntu i stanowi największą masę ziaren w próbce gruntów bardzo gruboziarnistych i gruboziarnistych. W przypadku gruntów drobnoziarnistych określa się ją na podstawie plastyczności (tabela 1). **Frakcja drugorzędna** modyfikuje właściwości inżynierskie gruntu, a **frakcja trzeciorzędna** nie ma wpływu na te właściwości, ale jest ważna przy określaniu genezy gruntu (np. muszle, części roślin). Nazwy gruntów zapisuje się słownie w języku angielskim w formie przymiotnikowej, a w języku polskim wg przyjętego schematu, ze spójnikiem „z”, np.: coarse sandy fine GRAVEL = ŻWIR drobny z piaskiem grubym; fine gravelly coarse sandy SILT = PYŁ z piaskiem grubym i ze żwirem drobnym. Nazwę gruntu

Tabela 1. Badania plastyczności gruntu [1]
Table 1. Examination of soil plasticity [1]

Opis	Kryteria
Grunt nieplastyczny (Non-plastic)	nie jest możliwe uformowanie waleczka o średnicy 3 mm przy żadnej wilgotności
Mała plastyczność (Low)	z trudem udaje się uformować waleczek, a bryłka gruntu nie daje się formować, gdy grunt ma wilgotność mniejszą niż granica plastyczności
Średnia plastyczność (Medium)	waleczek formuje się z łatwością i nie potrzeba wiele czasu, by osiągnąć granicę plastyczności. Po jej osiągnięciu nie udaje się ponownie uformować waleczka. Bryłka gruntu ulega spękaniu przy wilgotności mniejszej niż granica plastyczności
Duża plastyczność (High)	formowanie waleczków i ugniatanie do czasu osiągnięcia granicy plastyczności jest długotrwałe. Waleczkowanie udaje się powtarzać kilkakrotnie po osiągnięciu granicy plastyczności. Bryłkę można formować bez spękań, gdy wilgotność jest mniejsza niż granica plastyczności

tu uzupełnia się określeniem genezy gruntu oraz opisem innych właściwości. Podstawą klasyfikacji gruntów są badania makroskopowe, ewentualnie uzupełnione badaniami laboratoryjnymi. *Zaleca się, aby oznaczenie gruntu zostało poparte badaniami laboratoryjnymi, tak aby oznaczenie gruntu było kompletne* [1]. *Podczas klasyfikowania wykorzystuje się wyniki badań laboratoryjnych. Dlatego klasyfikowanie powinno być oparte na badaniach wykonywanych zgodnie z ISO 17892 – ISO 17892-12* [2]. Aktualne normy dotyczące dwunastu procedur badań PN-EN ISO 17892-1:2015-02 – PN-EN ISO 17892-12:2018-08 zostały przyjęte przez PKN w języku angielskim. PKN wycofał specyfikacje techniczne PKN CEN ISO/TS 17892:2009 Cz. 1-12 wydane w języku polskim. Usunięto „trójkąt ISO” i cały Załącznik B (informacyjny) do normy [4], który zawierał symbole literowe gruntów i orientacyjne wartości zawartości poszczególnych frakcji do podziału gruntów mineralnych, nie informując, w jaki sposób należy interpretować wyniki laboratoryjnych badań uziarnienia i jak klasyfikować grunty na tej podstawie.

Nowe badania makroskopowe gruntów drobnoziarnistych

W gruntach gruboziarnistych frakcją główną (Gr lub Sa) jest ta, której masa jest przeważająca w próbce (proporcja objętości ok. 2,7: 1,7) [1]. Podobnie jest w przypadku gruntów bardzo gruboziarnistych. W celu ustalenia frakcji głównej gruntów drobnoziarnistych (Si lub Ci) zaproponowano osiem badań makroskopowych próbek gruntu wilgotnego [1]:

1) **dylatacja** (*Dilatancy*) – potrząsanie i przyciskanie palcem kulki o średnicy 25 mm z gruntu doprowadzonego do konsystencji kitu w celu oceny prędkości pojawiania się wody na jej powierzchni; wyniki: brak dylatacji; dylatacja powolna; dylatacja szybka;

2) **zwięzłość** (*Toughness*) – waleczkowanie gruntu do uzyskania waleczka o średnicy 3 mm w celu oceny wysiłku potrzebnego do jego utworzenia – zwięzłość gruntu mała, średnia, duża;

3) **plastyczność** (*Plasticity*) – określana jest na podstawie badania zwięzłości – grunt nieplastyczny, mała plastyczność, średnia, duża (tabela 1);

4) **wytrzymałość gruntu suchego** (*Dry strength*) – zginięcie między palcami kulek gruntu o średnicy ok. 12 mm wysuszonych na powietrzu – brak wytrzymałości, mała, średnia, duża, bardzo duża;

5) **odczucie w dotyku** (*Feel*) – rozcieranie gruntu między palcami i opis odczucia podczas dotyku: ility – gładkie, z połyskiem; pyły – jedwabiste; grunty organiczne – mydlane w dotyku;

6) **zachowanie się gruntu na powietrzu** (*Behaviour in air*) – obserwacja gruntu rozsmarowanego na gładkiej powierzchni lub na dłoni: pył wysycha szybciej niż ility i po wyschnięciu pyli;

7) **zachowanie się gruntu w wodzie** (*Behaviour in water*) – obserwacja kuli gruntu zanurzonej w wodzie – pył rozpada się w ciągu kilku minut;

8) **spójność** (*Cohesion*): ściskanie między palcami kulki gruntu o śred-

nicy 25 mm i obserwacja sposobu odkształcania się kulki – ility odkształca się plastycznie, bez spękań, pył kruszy się.

Interpretacja wyników badań makroskopowych, określających frakcję główną gruntów drobnoziarnistych, została pokazana w tabeli 2. Ponadto wprowadzono m.in. nowe badania makroskopowe konsystencji gruntów drobnoziarnistych (tabela 3).

Określenia konsystencji gruntów drobnoziarnistych wg Tablicy 8 z PN-EN ISO 14688-2:2018-05 [2] różnią się od nazw konsystencji gruntów zamieszczonych w Tablicy 4 wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05 [1]. Te niekonsekwencje należy usunąć (za pomocą poprawki Ap do PN-EN 14688:2018-05 lub w Załączniku krajowym). Moja propozycja nazw konsystencji, w odniesieniu do obu części PN-EN ISO 14688:2018-05 [1, 2], została zamieszczona w tabeli 4,

Tabela 2. Wyniki badań makroskopowych określających główną frakcję drobnoziarnistą [1]

Table 2. Results of macroscopic tests determining the main fine-grained fraction of soil [1]

Próba	IL (CLAY)	PYL (SILT)
Dylatacja	brak	od powolnej do szybkiej
Zwięzłość	duża	mała lub nie można uformować waleczka
Plastyczność	duża	brak lub mała
Wytrzymałość w stanie suchym	od dużej do bardzo dużej	brak lub mała
Odczucie w dotyku	gładki, lepki (gdy jest wilgotny)	jedwabisty, wydaje szorstki odgłos przy rozcieraniu pomiędzy palcami
Zachowanie w wodzie	rozmała powoli w wodzie lub nie rozmała wcale	rozmała szybko w wodzie
Zachowanie w powietrzu	wysycha powoli z jednoczesnym skurczem	szybko wysycha
Spójność	odkształca się bez spękań; zachowuje kształt i wilgotność w trakcie badania	rozplywa się, następuje utrata wilgotności

Tabela 3. Badania konsystencji gruntów drobnoziarnistych wg [1] (tu są błędne nazwy konsystencji)

Table 3. Examination of the consistency of fine-grained soils [1] (here are incorrect consistency names)

Konsystencja	Opis badania próbki o wilgotności naturalnej
Miękkoplastyczna (Very soft)	łatwo wcisnąć palce na głębokość do 25 mm; grunt wydostaje się pomiędzy palcami podczas ściskania
Plastyczna (Soft)	udaje się wcisnąć palce na głębokość do 10 mm; grunt może być formowany przy lekkim nacisku palców
Twardoplastyczna (Firm)	kciuk daje się łatwo odcisnąć w gruncie; gruntu nie można formować palcami, lecz może być waleczkowany w rękę do waleczka o średnicy 3 mm bez spękań i rozdrabniania się
Zwarta (Stiff)	grunt daje się nieco odkształcić za pomocą kciuka; rozpada się i pęka podczas waleczkowania do waleczka o średnicy 3 mm, lecz pozostaje dostatecznie wilgotny, aby ponownie uformować z niego bryłkę
Bardzo zwarta (Very stiff)	grunt daje się zarysować za pomocą paznokcia; nie można z niego uformować kulki; rozdrabnia się pod naciskiem

Tabela 4. Porównanie określeń konsystencji w normach [1] i [2] oraz propozycja poprawnych nazw konsystencji, gdzie: $I_C = 1 - I_L$, I_C – wskaźnik konsystencji, I_L – stopień plastyczności; w_n – wilgotność naturalna; w_p – granica plastyczności; w_s – granica skurczalności
 Table 4. Comparison of terms of consistency in standards [1] and [2] and a proposal of correct names of consistency, where: $I_C = 1 - I_L$, I_C – consistency index, I_L – liquidity index; w_n – natural moisture; w_p – plastic limit; w_s – shrinkage limit

Konsystencja wg PN-EN ISO 14688-1 [1]	Konsystencja wg PN-EN ISO 14688-2 [2]	Propozycja poprawnych nazw konsystencji wg autorki
Miękkoplastyczna (Very soft)	Bardzo miękkoplastyczna (Very soft) $I_C < 0,25$	Bardzo miękkoplastyczna (Very soft) $I_C < 0,25$; $I_L = 1 - 0,75$; $w_n < w_L$
Plastyczna (Soft)	Miękkoplastyczna (Soft) $I_C = 0,25 - 0,50$	Miękkoplastyczna (Soft) $I_C = 0,25 - 0,50$; $I_L = 0,50 - 0,75$
Twardoplastyczna (Firm)	Plastyczna (Firm) $I_C = 0,50 - 0,75$	Plastyczna (Firm) $I_C = 0,50 - 0,75$; $I_L = 0,25 - 0,50$
Zwarta (Stiff)	Twardoplastyczna (Stiff) $I_C = 0,75 - 1,00$	Twardoplastyczna (Stiff) $I_C = 0,75 - 1,00$; $I_L = 0,00 - 0,25$
Bardzo zwarta (Very stiff)	Zwarta (Very stiff) $I_C > 1,00$	Zwarta i bardzo zwarta (Very stiff) $I_C > 1,00$; $I_L < 0,00$; $w_s < w_n < w_p$ Zwarta $w_n < w_s$ Bardzo zwarta

przy czym nazwy w języku angielskim przytoczono zgodnie z oryginalnymi wersjami norm.

Zalety i niedoskonałości zmian w normach klasyfikacyjnych gruntu

Na podstawie analizy zmian w normach klasyfikacyjnych [1, 2] sformułowano następujące wnioski:

- nowy algorytm procedury oznaczania i opisu gruntów (rysunek 1 w [1]) jest prosty i czytelny oraz zawiera opisy podstawowych grup gruntów;
- klasyfikacja została uzupełniona o badania i dodatkowe opisy ważnych właściwości gruntów (w tym genezy);
- skrócono nazwy gruntów do zestawienia frakcji głównej i drugorzędnej oraz ewentualnie trzeciorzędnej; pokazano, jak należy czytać nazwy gruntów;
- położono nacisk na słowne nazwy gruntów, a nie na ich zapis ciągiem symboli literowych, który dotychczas spotykał się z niezrozumieniem, chociaż był wygodny i czytelny;
- badacz nie jest w stanie makroskopowo odróżnić od siebie frakcji pyłu cSi, mSi, fSi;
- brakuje badań makroskopowych i klasyfikacji gruntów ze względu na wilgotność naturalną;
- badania makroskopowe gruntów są proste, ale wymagają od badacza doświadczenia przy wykonywaniu i interpretacji wyników badań;

- wprowadzono nowe badania makroskopowe rodzaju gruntów drobnoziarnistych oraz ich konsystencji, które **nadal są subiektywne** (w szczególności badania plastyczności, wytrzymałości w stanie suchym, odczucia w dotyku, spójności, konsystencji); niektóre są zbyt czasochłonne, a wyniki są niejednoznaczne i trudne do interpretacji;

- normy w polskich wersjach językowych (części 1 i 2) należy ujednolicić i poprawić określenia konsystencji gruntów drobnoziarnistych; w normach europejskich nie uwzględniono konsystencji płynnej; oprócz konsystencji miękkoplastycznej wprowadzono konsystencję bardzo miękkoplastyczną [2];

- istotną wadą był i jest brak możliwości prostego przejścia z nazwy gruntu wg „starej” polskiej klasyfikacji PN-B-02480:1986 [10] na nazwę gruntu wg PN-EN ISO 14688:2018-05 [1, 2] i odwrotnie. W efekcie nie ma możliwości korzystania z bogatego powojennego dorobku badawczego oraz archiwalnych wyników polskich badań geotechnicznych i geologicznych [11 ÷ 13].

Podsumowanie

Wydaje się, że w CEN przyjęto założenie, że bardzo dokładne określenie nazw gruntów nie ma wielkiego znaczenia, ponieważ wg Eurokodu 7-1 w przypadku obiektów 2. i 3. kategorii geotechnicznej jest obowiązek wykonywania badań polowych i laboratoryjnych

parametrów geotechnicznych potrzebnych do projektowania.

Parametry geotechniczne w przypadku obiektów kategorii 1. można byłoby przyjmować z materiałów archiwalnych oraz z opracowanych w przeszłości polskich, lokalnych i regionalnych zależności i tabel. W tym celu należy opracować i wprowadzić jednolity sposób na przejście (nawet orientacyjne) ze „starej” polskiej klasyfikacji na najnowszą europejską klasyfikację gruntów. Zaleca się też opracować nowy Załącznik krajowy do najnowszych norm klasyfikacyjnych.

Literatura

- [1] PN-EN ISO 14688-1:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- [2] PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [3] PN-EN ISO 14688-1:2006 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis + poprawka Ap1: 2012.
- [4] PN-EN ISO 14688-2:2006 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania + poprawki: Ap1: 2010, Ap2: 2012.
- [5] Gołębiwska A. Uwagi krytyczne do klasyfikacji gruntów według normy PN-EN ISO-14688:2006. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego. 2011; 446 (2): 289 – 296.
- [6] Kovačević MS, Jurić-Kačunić D, Librić L, Ivoš G. 2018 Engineering soil classification according to EN ISO 14688-2:2018. Građevinar. 2018; <https://doi.org/10.14256/JCE.2437.2018>.
- [7] Majer E, Roguski A, Łukawska A, Grabowska A. Problematyka oznaczania i opisu gruntów według Eurokodu 7. Przegląd Geologiczny. 2021; 69 (12): 949 – 953.
- [8] Traczyński K. Błędy w rozpoznaniu podłoża gruntowego. Materiały Budowlane. 2020; 570 (2): 8 – 9.
- [9] Gosk W. Lekka płyta dynamiczna – fakty o module E_{vd} podłoża. Materiały Budowlane. 2019; doi:10.15199/33.2018.03.09.
- [10] PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [11] Gołębiwska A. Polska klasyfikacja według PN-B-02480:1986 zgodna z wymaganiami PN-EN ISO 14688. Acta Sci Pol, Architectura. 2012; 11 (3): 23 – 36.
- [12] Sulewska MJ. Nowe normy badań w celu klasyfikacji gruntów. Drogownictwo. 2017; 5: 174 – 177.
- [13] Kowalska M, Dudko-Pawłowska I, Gawlik M. Wpływ uziamienia i granic konsystencji na klasyfikację wybranych gruntów spoistych w świetle zmieniających się kryteriów normowych. Przegląd Geologiczny. 2017; 65 (10/2): 707 – 716.

Przyjęto do druku: 21.09.2022 r.