

Oznaczanie, opis i klasyfikacja gruntów według norm PN-EN ISO 14688-1 oraz 14688-2

Edyta Majer¹, Adam Roguski¹, Alicja Grabowska¹, Aleksandra Łukawska¹



E. Majer



A. Roguski



A. Grabowska



A. Łukawska

Identification, description and classification of soil acc. to standards PN-EN ISO 14688-1 and 14688-2. Prz. Geol., 69: 937–948.

Abstract. The article introduces the methods of identification, description and classification of soils presented in the PN-EN ISO 14688-1 and PN-EN ISO 14688-2 standards. Experience shows that these standards, although referred to by Eurocode 7, are still not fully implemented and are most often applied incorrectly. In practice, the soil is still identified macroscopically using the principles presented in the withdrawn PN-B-02480:1986, PN-B-02481:1998 and PN-B-04481:1988 standards.

Keywords: identification of soils, description of soils, classification of soils, ISO 14688, macroscopic analysis

Normy PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2 (zwane dalej normami ISO) zostały wprowadzone do katalogu Polskich Norm w roku 2006. Przytaczane są w normie PN-EN 1997-2:2009 (Eurokod 7) jako jedno z wielu norm dotyczących rozpoznania i badań geotechnicznych (ryc. 1). Normy ISO w kolejnych latach były tłumaczone, poprawiane, uzupełniane i aktualizowane (PN-EN ISO 14688-1:2005, PN-EN ISO 14688-1:2006, PN-EN ISO 14688-1:2006/A1:2014-02, PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1, PN-EN ISO 14688-1:2018-05E, PN-EN ISO 14688-1:2018-05P, PN-EN ISO 14688-2:2005, PN-EN ISO 14688-2:2006, PN-EN ISO 14688-2:2006/A1:2014-02, PN-EN ISO 14688-2:2018-05E, PN-EN ISO 14688-2:2018-05P). Aktualne, przetłumaczone również na język polski wersje norm (PN-EN ISO 14688-1:2018-05P oraz PN-EN ISO 14688-2:2018-05P) zostały wydane pod koniec roku 2019 i można je kupić poprzez strony internetowe Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Wprowadzenie do katalogu Eurokodu norm ISO spowodowało wycofanie bez zastąpienia norm PN-B-02480:1986, PN-B-02481:1998 oraz PN-B-04481:1988 (zwanymi dalej normami B) z katalogu aktualnych Polskich Norm. Oznacza to, że nastąpiła dezaktualizacja ich treści i już nie odzwierciedlają one aktualnego stanu wiedzy technicznej. Wycofanie nie spowodowało jednak zakazu ich stosowania. Obowiązek lub zakaz stosowania norm wycofanych może nałożyć jedynie umowa/kontrakt zawierany pomiędzy stronami (Wytyczne GDDKiA, 2019).

Po wprowadzeniu norm ISO do katalogu Norm Polskich powstało wiele publikacji, których głównym celem było porównywanie podziałów i klasyfikacji wg ISO z wycofanymi normami B (Wysokiński, 1998; Gołębiowska, Wudzka 2006, 2008; Jaros, Majer, 2006; Gołębiowska, 2007, 2008, 2011, 2012; Garwacka-Piórkowska, 2010; Tarnawski i in., 2011; Sulewska, 2016, 2017a, b, 2018; Pieczyrak, 2017; Tarnawski, 2017; Straż, 2018). Analiza

dokumentacji archiwalnych (geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych) wskazuje, że dokumentowanie wg ISO w warunkach polskich polega najczęściej na nadawaniu gruntem symbolu zgodnego z normą ISO oraz prowadzeniu opisu zgodnie z wycofanymi normami budowlanymi. Wydaje się więc, że prowadzenie licznych analiz porównawczych norm B z ISO nie było dobrym podejściem, gdyż istnieje podejrzenie, że norma ISO nie została tak naprawdę wdrożona, a podane symbole są jedynie automatycznie tłumaczone/przepisywane z norm B na ISO.

Normy ISO zawierają określone zasady oznaczania, opisu i klasyfikacji gruntów, które są proste do zastosowania. Ich poprawne wdrożenie może jednak wymagać całkowitego oderwania się od zasad przedstawionych w normach B.

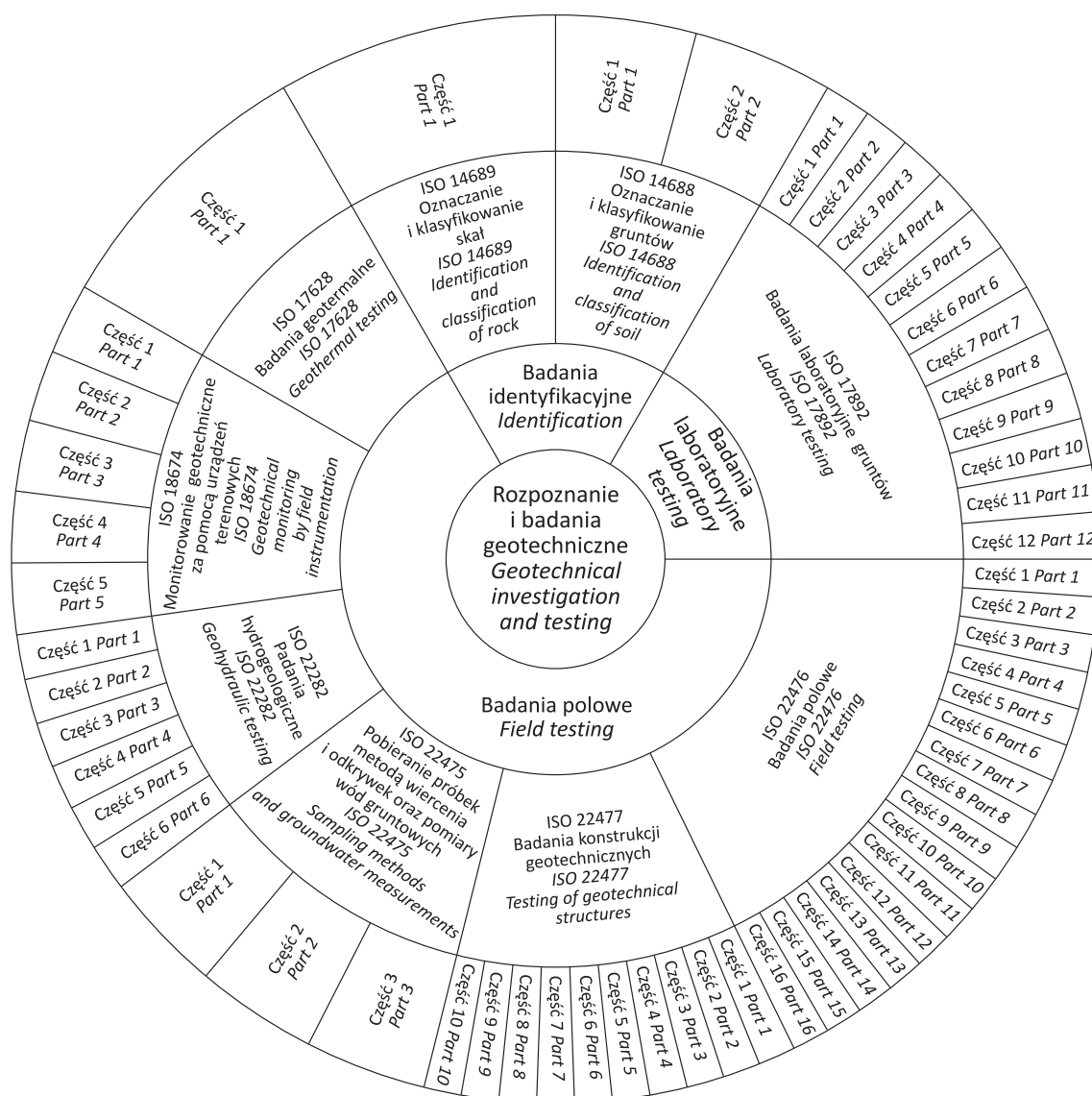
OZNACZANIE, OPIS I KLASYFIKOWANIE GRUNTÓW – DEFINICJE

Norma PN-EN ISO 14688-1:2018-05P ustala podstawowe zasady oznaczania i opisu gruntów, jest przeznaczona do stosowania razem z częścią drugą – PN-EN ISO 14688-2:2018-05P, która określa podstawy klasyfikowania gruntów na podstawie badań laboratoryjnych.

Norma PN-EN ISO 14688-1:2018-05P opisuje procedury przeprowadzania charakterystyk cech materiałowych oraz wagowych gruntów. Ocena gruntu jest wykonywana wzrokowo, manualnie oraz na podstawie wyników podstawowych badań makroskopowych prowadzonych w terenie. W normach znajdują się definicje trzech najważniejszych czynności, tj. oznaczania, opisu, klasyfikowania. Warto zauważyć, że pojęcia te są różne i raczej nie powinny być stosowane zamiennie.

Zgodnie z definicjami podanymi w normach ISO oznaczanie gruntu polega na określeniu nazwy gruntu na podstawie składu mineralnego, uziarnienia, i/lub plastyczności i/lub zawartości substancji organicznych. Oznaczenie grun-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; edyta.majer@pgi.gov.pl; alicja.grabowska@pgi.gov.pl



Ryc. 1. Normy uzupełniające oraz specyfikacje techniczne do PN-EN 1997-2 (Bond, Harris, 2008, zmodyfikowany)
 Fig. 1. Supplementary standards and technical specifications to PN-EN 1997-2 (Bond, Harris, 2008, modified)

tu może zawierać informacje dotyczące geologii, takie jak środowisko, w którym następowała sedimentacja materiału, wiek geologiczny i geneza (ryc. 2).

Opis gruntu obejmuje określenie rodzaju gruntu i charakterystykę jego składników mineralnych i/lub organicznych, jak również struktury, warstwowania lub nieciągłości (ryc. 3).

Klasyfikowanie gruntów jest rozumiane jako ich przyporządkowanie do grup na podstawie określonych cech, kryteriów i genezy (ryc. 4). Prowadzi się je w odniesieniu do możliwych zastosowań inżynierskich. Grunty klasyfikuje się na podstawie wyników badań terenowych i laboratoryjnych. Klasy odpowiadają najczęściej podobnemu składowi czy właściwościom geotechnicznym.

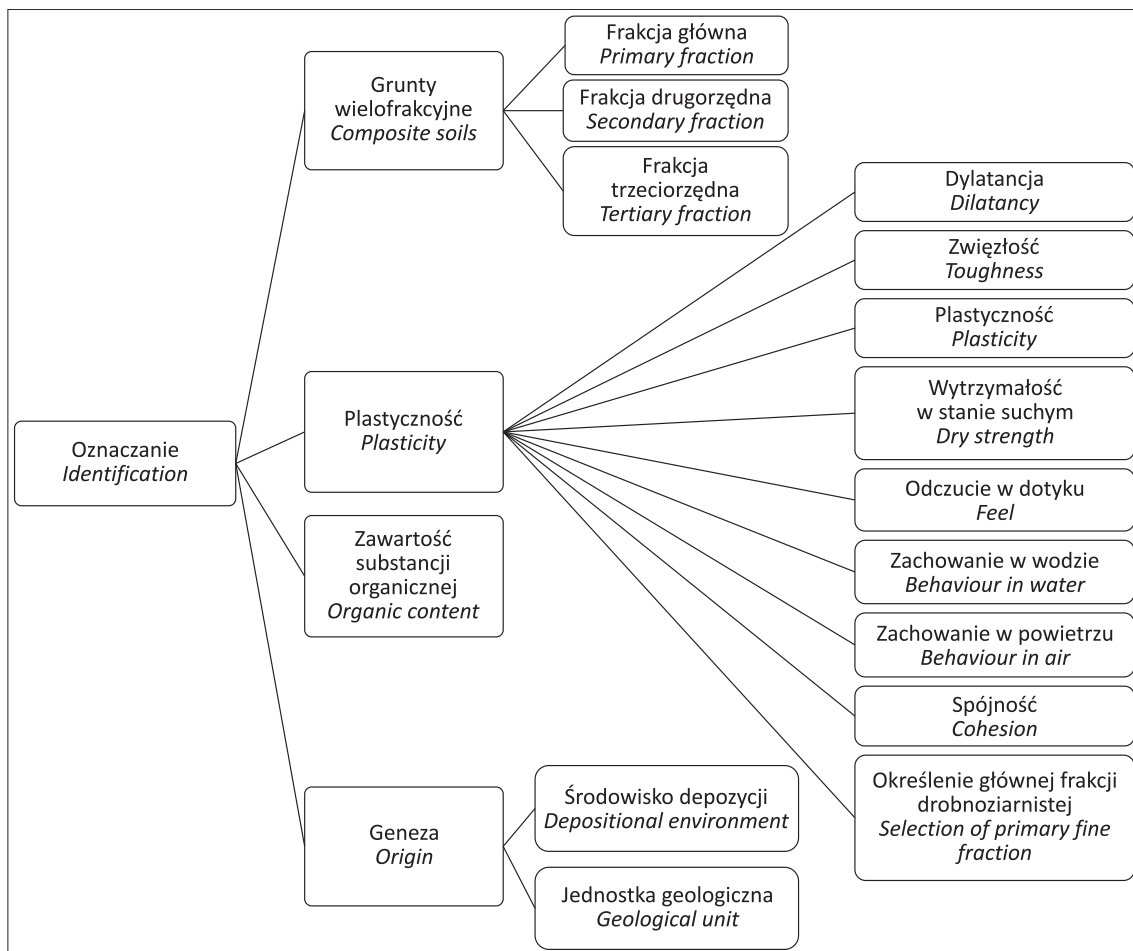
PODZIAŁ GRUNTÓW

Zgodnie z PN-EN ISO 14688-1:2018-05P grunt (ang. *soil* wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05E pkt 3.17) jest zbiorem minerałów, który można rękami zdezintegrować w wodzie. Podział gruntów wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P przedstawiono na rycinie 5. Pojęcie „grunt” jest rów-

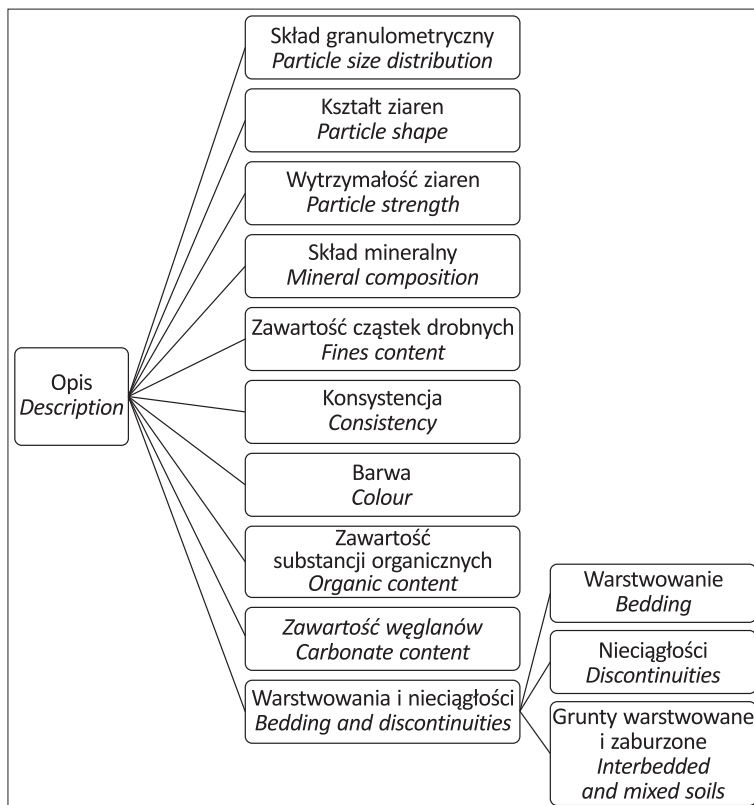
niez stosowane do gruntów antropogenicznych składających się z materiału wykazującego podobne właściwości, ale przerobionego lub wytworzonego sztucznie, np. nasyp budowlany, kruszywo skalne, odpady kopalniane (skała płonna).

Grunt może powstać w wyniku wietrzenia skał i mieć strukturę lub/i teksturę skały, ale mniejszą wytrzymałość niż skała. Wiąże się to z wprowadzeniem ilościowej granicy grunt-skała, która w PN-EN ISO 14688-2:2018-05P została wyznaczona na podstawie wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu $c_u = 300$ kPa. Dla tego materiał charakteryzujący się wytrzymałością na ścinanie w warunkach bez odpływu powyżej 300 kPa należy opisywać jak skałę, poniżej i równy tej wartości – jak grunt. Natomiast w normie PN-EN ISO 14689:2018-05, dotyczącej oznaczania i opisu skał, ilościowa granica grunt-skała została wyznaczona przez wartość wytrzymałości na ściskanie $R_c = 600$ kPa. Zatem materiał, który charakteryzuje się wytrzymałością na ściskanie poniżej 0,6 MPa należy klasyfikować i opisywać jak grunty.

Norma PN-EN ISO 14688-2:2018-05P podaje zasady klasyfikowania gruntów do 5 grup (tab. 5): bardzo grubo-



Ryc. 2. Oznaczenie gruntów mineralnych, wielofrakcyjnych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P
 Fig. 2. Identification of composite mineral soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P



Ryc. 3. Opis właściwości gruntów wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P

Fig. 3. Description of the properties of soil acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P

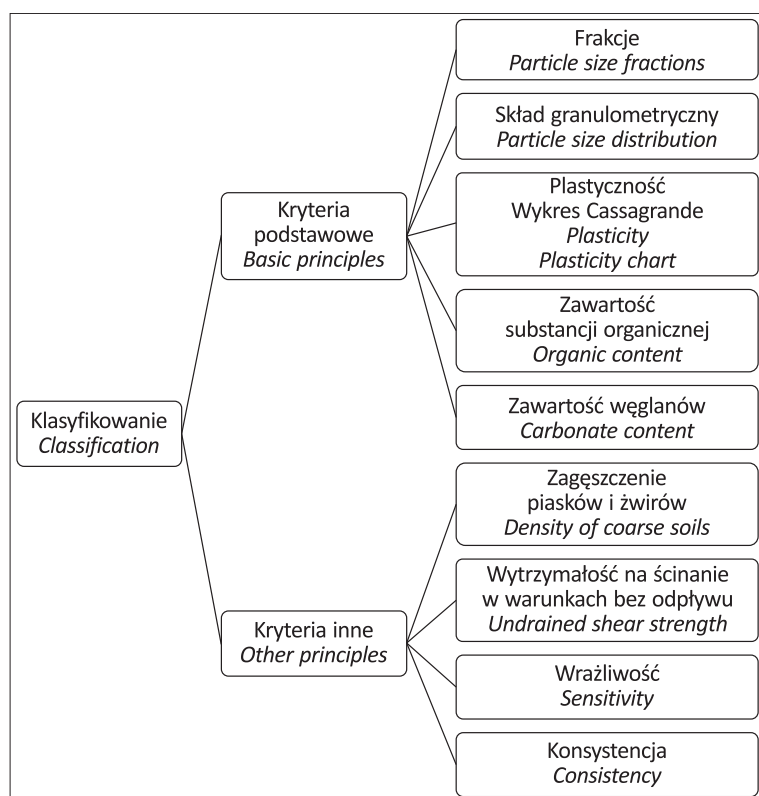
ziarniste, gruboziarniste, drobnoziarniste, organiczne, antropogeniczne.

Przy czym przez grupę gruntów rozumiane są grunty o podobnym składzie granulometrycznym i właściwościach geotechnicznych.

OZNACZANIE I OPIS GRUNTÓW

Norma PN-EN ISO 14688-1:2018-05P podaje procedury prawidłowego oznaczania i opisu gruntów w formie algorytmu, krok po kroku wymienia czynności, które należy wykonać. Czynności te opisano w tabelach 1–4:

- w pierwszej kolejności określamy rodzaj gruntu (tab. 1);
- dla gruntu mineralnego oznaczenie i opis prowadzimy, uwzględniając informacje podane w tabeli 2;

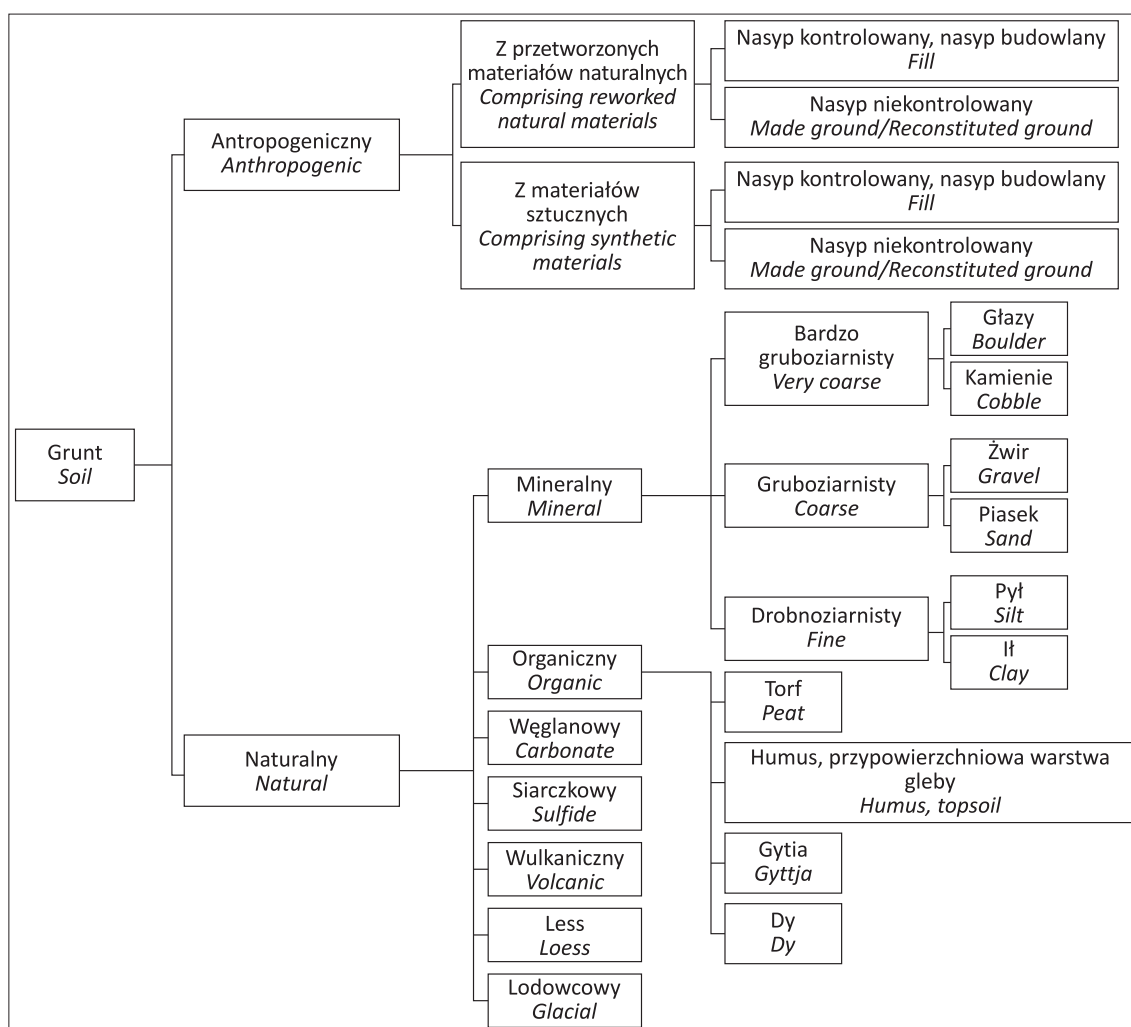


←

Ryc. 4. Klasyfikowanie gruntów wg PN-EN ISO 14688-2:2018-05P

Fig. 4. Classification of soil acc. to PN-EN ISO 14688-2:2018-05P

– grunty organiczne oznaczamy i opisujemy wg informacji podanych w tabeli 3;
 – grunty antropogeniczne – oznaczanie i opis przedstawione w tabeli 4. Bardziej szczegółowe klasyfikacje gruntów antropogenicznych zorientowane na specyficzne wymagania procedur robót ziemnych oraz elementów budowy ziemnych podano w normie PN-EN 16907-2:2019;
 – w przypadku zwierzelin, należy wziąć pod uwagę, że zwierzeliny są pojęciem genetycznym i odpowiadają różnym rodzajom skał i gruntów. Skały i grunty, które zalicza się do zwierzelin oznacza się zgodnie z normami ISO, jak dla gruntów lub skał, w zależności, czy zwierzelina wykazuje cechy gruntu czy skały oraz przyporządkowuje do strefy w profilu wieżeniowym.



Ryc. 5. Podział gruntów wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P i PN-EN ISO 14688-2:2018-05P

Ryc. 5. Soil systematization acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P and PN-EN ISO 14688-2:2018-05P

Tab. 1. Określenie rodzaju gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany)
Table 1. Soil type determination acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified)

Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis <i>Description</i>
Ustalić rodzaj gruntu <i>Determine the type of soil</i>	Grunt powstał w wyniku procesów naturalnych? <i>Was the soil laid down by natural processes?</i>	TAK – grunt naturalny <i>YES – mineral soil</i> NIE – grunt antropogeniczny <i>NO – anthropogenic soil</i>
Ustalić rodzaj gruntu naturalnego <i>Determine the type of mineral soil</i>	Grunt zawiera substancje organiczne i ma niską gęstość? <i>Does the soil comprise organic materials and is of low density?</i>	TAK – grunt organiczny <i>YES – organic soil</i> NIE – grunt mineralny <i>NO – mineral soil</i>

Warto podkreślić, że normy ISO nie mówią nic na temat opisu wilgotności gruntu. Autorzy wyszczególnili jednak tę cechę w tabeli 2, zaznaczając, że opis wilgotności powinien być prowadzony wg normy PN-B-04481:1988. Z dotychczasowego doświadczenia wynika, że wilgotność gruntu jest istotną cechą braną pod uwagę podczas opracowywania modelu geologicznego oraz wydzielania warstw geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych, dlatego warto jest ją opisać podczas wykonywania badań makroskopowych.

Zwróćmy uwagę, że norma PN-EN ISO 14688-1:2018-05P zobowiązuje do opisanie wszelkich rodzajów i cech warstwowania gruntu, w tym opisu właściwości pojedynczych warstw, każdej z osobna (nawet jeśli warstwy te są bardzo cienkie). Dlatego powinno się raczej odejść od stosowania w oznaczaniu nazw gruntów zwrotów takich jak „grunt A przewarstwiony gruntem B”.

Wyniki oznaczania i opis gruntów są najczęściej przedstawiane na kartach otworów wiertniczych. Przykładowa

Tab. 2. Oznaczanie i opis gruntów mineralnych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany)
Table 2. Identification and description of mineral soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified)

Lp. No.	Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/uwagi <i>Description/comments</i>
1	Oznaczyć grupę gruntu mineralnego <i>Identify the type of mineral soil</i>	Czy usunięte z gruntu mineralnego głązy i kamienie (ziarna o średnicy >63 mm) ważą więcej niż pozostały grunt? <i>Do the cobbles and boulders (particles with a diameter >63 mm) weigh more than the rest of the soil?</i>	TAK – grunt bardzo gruboziarnisty <i>YES – very coarse soil</i> NIE – grunt gruboziarnisty lub drobnoziarnisty <i>NO – coarse or fine soil</i>
		Czy grunt lepi się w trakcie ugniatania, kiedy jest wilgotny? <i>Does the mineral soil stick together when wet and remould?</i>	TAK – grunt drobnoziarnisty <i>YES – fine soil</i> NIE – grunt gruboziarnisty <i>NO – coarse soil</i>
2	Oznaczyć i opisać frakcję główną decydującą o właściwościach inżynierskich gruntów <i>Identify and describe the primary fraction determining the engineering properties of soil</i>	Czy wagowo w masie gruntu przeważają ziarna o średnicach >200mm? <i>Are particles with diameter >200 mm predominant in weight of the soil mass?</i>	TAK – głązy (Bo) <i>YES – boulders</i> NIE – kamienie (Co) <i>NO – cobbles</i>
Czy wagowo w masie gruntu przeważają ziarna o średnicach w przedziale <63–>2 mm? <i>Are particles with diameter in the range <63–>2 mm predominant in weight of the soil mass?</i>		TAK – żwir (Gr) <i>YES – gravel</i> NIE – piasek (Sa) <i>NO – sand</i>	
Czy grunt drobnoziarnisty charakteryzuje się niską plastycznością, dyatacją, jest jedwabisty w dotyku, szybko rozpada się w wodzie i szybko schnie? <i>Does the fine soil display low plasticity, dilatancy, silky touch, disintegrate in water and dry quickly?</i>		TAK – pył (Si) <i>YES – silt</i> NIE – il (Cl) <i>NO – clay</i>	
5	Oznaczyć i opisać frakcję drugorzędą <i>Identify and describe the secondary fraction</i>	Oznacz frakcję, która ma wpływ na właściwości inżynierskie frakcji głównej gruntu; sprawdź proporcje masy frakcji grubych w stosunku do masy pozostałych frakcji <i>Identify the fraction which modifies the engineering properties of the primary soil fraction; check the proportions of the weight of coarse fractions in relation to the weight of remaining fractions</i>	Każda dowolna kombinacja: bo, co, gr, sa, si, cl, or, umieszczona przed symbolem frakcji podstawowej, opisana jako przymiotnik <i>Any combination: bo, co, gr, si, cl, or, placed before the primary fraction symbol, described as an adjective</i>
6	Oznaczyć i opisać frakcję trzeciorzędą <i>Identify and describe the tertiary fraction</i>	Opisz frakcję, która jest istotna przy oznaczaniu genezy gruntu, lecz nie ma wpływu na zachowanie gruntu w rozumieniu inżynierskim <i>Describe the fraction that is important in assisting in the identification of the origin of the soil but does not affect the engineering behaviour of the soil</i>	Np. fragmenty muszelek, ziarna glaukonitu, конкреcje siarczków żelaza, wapieni i inne <i>E.g. fragments of shells, glauconite grains, concretions of iron sulfides, limestones and others</i>

Tab. 2. Oznaczenie i opis gruntów mineralnych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany) (cd.)
Table 2. Identification and description of mineral soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified) (cont.)

Lp. No.	Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/uwagi <i>Description/comments</i>	
7	Oznaczyć rodzaj cząstek drobnych <i>Identify the type of fines</i>	Przeprowadź testy i oceń: dylatację, zwięzłość, plastyczność, wytrzymałość w stanie suchym, odczucie w dotyku, zachowanie w powietrzu, zachowanie w wodzie, spójność, wilgotność <i>Carry out tests and assess: dilatancy, toughness, plasticity, dry strength, feel, behaviour in air, behaviour in water, cohesion, water content</i>	Patrz lp. 14–22 <i>See Nos. 14–22</i>	
8	Oznaczyć zawartość substancji organicznych w gruncie mineralnym <i>Identify organic content in mineral soil</i>	Oceń barwę gruntu i jego zmiany w stanie wilgotnym i suchym <i>Assess the colour of the soil and its changes in a wet and dry state</i>	–	
9	Opisać genezę gruntu <i>Describe the origin of the soil</i>	Ustal środowisko pochodzenia <i>Determine the depositional environment</i>	Oznaczenie wg ustalonego słownika <i>Determination acc. to the established dictionary</i>	
10		Ustal wiek geologiczny (stratygrafię) <i>Determine the geological age (stratigraphy)</i>	Oznaczenie wg ustalonego słownika <i>Determination acc. to the established dictionary</i>	
11	Opisać właściwości gruntu <i>Describe the properties of soil</i>	Opisać kształt cząstek <i>Describe the particle shape</i>	Opisz kształt i charakter powierzchni cząstek, stopień obtoczenia <i>Describe the form, surface texture, angularity/roundness</i>	Dotyczy tylko ziaren Bo, Co, Gr <i>Only for Bo, Co, Gr</i>
12		Opisać wytrzymałość ziaren <i>Describe the particle strength</i>	Opisz wytrzymałość cząstek bardzo gruboziarnistych wg PN-EN ISO 14689 <i>Describe the strength of very coarse particles</i>	Dotyczy tylko ziaren Bo, Co <i>Only for Bo, Co</i>
13		Opisać skład mineralny <i>Describe the mineral composition</i>	Podaj nazwę minerałów, z których zbudowane są ziarna <i>Give the name of the minerals from which the particles are formed</i>	Tylko dla ziaren (dla gruntów gruboziarnistych) <i>Only for coarse soils</i>
14		Opisać zawartość cząstek drobnych <i>Describe fines content</i>	Oceń dylatację <i>Assess dilatancy</i>	–
15			Oceń zwięzłość <i>Assess toughness</i>	–
16			Oceń plastyczność <i>Assess plasticity</i>	–
17			Oceń wytrzymałość gruntu suchego <i>Assess dry strength</i>	–
18			Oceń odczucie w dotyku <i>Assess feel</i>	–
19			Oceń zachowanie w powietrzu <i>Assess behaviour in air</i>	–
20			Oceń zachowanie w wodzie <i>Assess behaviour in water</i>	–
21			Oceń spójność <i>Assess cohesion</i>	–
22	Opisać wilgotność <i>Describe water content</i>	Opisz wilgotność <i>Describe water content</i>	Zgodnie z normą PN-B-04481:1988 <i>Acc. to the standard PN-B-04481:1988</i>	
23	Opisać konsystencje <i>Describe the consistency</i>	Oceń zachowanie się gruntu pod wpływem nacisku <i>Assess soil behaviour under pressure</i>	Dotyczy gruntów drobnoziarnistych <i>Applies for fine soils</i>	
24	Opisać barwę <i>Describe the colour</i>	Opisz kolor, odcień i jasność na świeżo odsłoniętej powierzchni przy pełnym świetle dziennym lub zastosuj wzorcową skalę barw <i>Describe the hue, chroma and lightness of a freshly cut surface in full daylight or use a colour chart</i>	Pierwszy element opisu określa odcień, drugi kolor, np. żółtawy czerwony <i>The first element of the description specifies the chroma, the second hue, e.g. yellowish red</i> Na początku możesz dodać informację o jasności barwy, stosując przymiotniki jasny lub ciemny, np. ciemny zielony, jasny szarawy brązowy <i>At the beginning you can add information about the lightness using adjectives light or dark, e.g. dark green, light greyish brown</i>	

Tab. 2. Oznaczanie i opis gruntów mineralnych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany) (cd.)
Table 2. Identification and description of mineral soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified) (cont.)

Lp. No.	Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/uwagi <i>Description/comments</i>
25	Opisać warstwowanie <i>Describe the bedding</i>	Opisz grubości lamin i przewarstwień <i>Describe the thickness of bedding units</i>	–
26	Opisać warstwowanie i nieciągłości <i>Describe the bedding and discontinuities</i>	Ustal genezę nieciągłości; opisz charakter powierzchni i rozstaw nieciągłości <i>Determine the origin of discontinuities, describe the bedding planes and spacing of discontinuities</i>	–
27	Opisać grunty warstwowane i zaburzone <i>Describe interbedding and mixed soils</i>	Opisz każdą warstwę <i>Describe every layer</i>	–
28	Ustalić czy grunt mineralny posiada inne cechy <i>Determine if the mineral soil has other characteristics</i>	Czy grunt zawiera w znaczącej proporcji węglan wapnia? <i>Does the soil comprise a significant proportion of calcium carbonate?</i>	TAK – grunt węglanowy <i>YES – carbonate soil</i>
29	Ustalić czy grunt mineralny posiada inne cechy <i>Determine if the mineral soil has other characteristics</i>	Czy grunt jest czarny lub szaroczarny; nie zawiera substancji organicznej lub zawiera substancję organiczną w bardzo małej ilości; powstał w środowisku redukcyjnym (bez dostępu tlenu)? <i>Is the soil black or grey-black; has no organic content or very small organic content; originated in a reducing environment (without oxygen access)?</i>	TAK – grunt siarczkowy <i>YES – sulfide soil</i>
30		Czy grunt zawiera cząstki wulkaniczne, np. pumeks, żużel, szkliwo wulkaniczne, pył, lapille, bloki, bomby? <i>Does the soil comprise volcanic particles, e.g. pumice, slag, volcanic glass, dust, lapilli, blocks, bombs?</i>	TAK – grunt wulkaniczny <i>YES – volcanic soil</i>
31		Czy grunt zawiera od 50 do 90% cząstek pyłu, powstały w wyniku działalności wiatru? <i>Does the soil comprise of 50 to 90% silt and was formed as a result of aeolian processes?</i>	TAK – less <i>YES – loess</i>
32		Czy grunt powstał w warunkach oddziaływania lodowca? <i>Was the soil formed by the action of ice?</i>	TAK – grunt lodowcowy <i>YES – glacial soil</i>

Tab. 3. Oznaczanie i opis gruntów organicznych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany)
Table 3. Identification and description of organic soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified)

Lp. No.	Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/uwagi <i>Description/comments</i>
1	Oznaczyć grunt organiczny <i>Identify the organic soil</i>	Torf / <i>Peat</i>	–
		Gytia / <i>Gyttja</i>	–
		Dy / <i>Dy</i>	–
		Powierzchniowa warstwa gleby, humus <i>Topsoil, humus</i>	–
2	Oznaczyć i opisać frakcję drugorzędą <i>Identify and describe the secondary fraction</i>	Oznacz frakcję, która ma wpływ na właściwości inżynierskie frakcji głównej gruntu <i>Identify the fraction which modifies the engineering properties of the primary soil fraction</i>	Każda dowolna kombinacja: bo, co, gr, sa, si, cl, or, umieszczona przed symbolem frakcji podstawowej, opisana jako przymiotnik <i>Any combination: bo, co, gr, sa, si, cl, or, placed before the primary fraction symbol, described as an adjective</i>
3	Oznaczyć i opisać frakcję trzeciorzędą <i>Identify and describe the tertiary fraction</i>	Opisz frakcję, która jest istotna przy oznaczaniu genezy gruntu, lecz nie ma wpływu na zachowanie gruntu w rozumieniu inżynierskim <i>Describe the fraction that is important in assisting in the identification of the origin of the soil but does not affect the engineering behaviour of the soil</i>	Np. fragmenty muszelek, ziarna glaukonitu, конкреcje siarczków żelaza, wapieni i inne <i>E.g. fragments of shells, glauconite grains, concretions of iron sulfides, limestones and others</i>

Tab. 3. Oznaczenie i opis gruntów organicznych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany) (cd.)
Table 3. Identification and description of organic soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified) (cont.)

Lp. No.	Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/uwagi <i>Description/comments</i>
4	Oznaczyć zawartość substancji organicznej <i>Identify organic content</i>	Oceń barwę gruntu i jego zmiany w stanie wilgotnym i suchym <i>Assess the colour of the soil and its changes in a wet and dry state</i>	–
5	Opisać genezę gruntu <i>Describe the origin of the soil</i>	Ustal środowisko pochodzenia <i>Determine the depositional environment</i>	Oznaczenie wg ustalonego słownika <i>Determination acc. to the established dictionary</i>
6		Ustal wiek geologiczny (stratygrafię) <i>Determine the geological age (stratigraphy)</i>	Oznaczenie wg ustalonego słownika <i>Determination acc.g to the established dictionary</i>
7	Opisać właściwości gruntu <i>Describe the properties of soil</i>	Opisać barwę <i>Describe the colour</i>	Opisz kolor, odcień i jasność na świeżo odsłoniętej powierzchni przy pełnym świetle dziennym lub zastosować wzorcową skalę barw <i>Describe the hue, chroma and lightness of a freshly cut surface in full daylight or use a colour chart</i> Pierwszy element opisu określa odcień, drugi kolor, np.: żółtawy czerwony <i>The first element of the description specifies the chroma, the second hue, e.g. yellowish red</i> Na początku możesz dodać informację o jasności barwy, stosując przymiotniki jasny lub ciemny, np.: ciemny zielony, jasny szarawy brązowy <i>At the beginning you can add information about the lightness using adjectives light or dark, e.g. dark green, light greyish brown</i>
8		Opisać stopień rozłożenia mokrego torfu <i>Describe the degree of decomposition of wet peat</i>	Przeprowadź test ściskania mokrej próbki gruntu w dłoni <i>Carry out the test of squeezing a wet sample in the hand</i>
9		Opisać warstwowanie <i>Describe the bedding</i>	Opisz grubości lamin i przewarstwień <i>Describe the thickness of bedding units</i>
10	Opisać warstwowanie i nieciągłości <i>Describe the bedding and discontinuities</i>	Opisać nieciągłości <i>Describe the discontinuities</i>	Ustal genezę nieciągłości; opisz charakter powierzchni i rozstaw nieciągłości <i>Determine the origin of discontinuities, describe the bedding planes and spacing of discontinuities</i>
11		Opisać grunty warstwowane i zaburzone <i>Describe interbedding and mixed soils</i>	Opisz każdą warstwę <i>Describe every layer</i>

kartę na potrzeby oznaczania i opisu gruntów wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P zaprezentowano na rycinie 6 (Wytyczne GDDKiA, 2019).

Makroskopowe oznaczanie i opis gruntów wykonuje się przede wszystkim podczas wierceń. Pamiętajmy, że jakość oznaczania i opisu w dużej mierze zależy od techniki wiercenia oraz kategorii i klasy jakości pobranych próbek. Istotnym czynnikiem jest również dobra znajomość norm badawczych przez osoby dozorujące wiercenia, a także posiadanie przez nie doświadczenia w zakresie wykonywania badań makroskopowych (Wytyczne GDDKiA, 2019).

Wyniki oznaczania i opisu makroskopowego gruntów i skał stanowią największy zbiór badań, na podstawie którego opracowuje się model budowy geologicznej, wydziała warstwy litologiczne oraz wstępnie ustala układ warstw geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych, dlatego bardzo ważna jest jakość oraz poprawność oznaczeń makroskopowych. Należy unikać korelowania metod oznaczania i zasad klasyfikowania gruntów opisanych w normach ISO i normach B ze względu na istniejące pomiędzy nimi różnice (Wytyczne GDDKiA, 2019).

Wyniki makroskopowego oznaczania gruntów i skał ustalone podczas wiercenia umieszczane są w karcie otworu wiertniczego. Nie powinny być one wykorzystywane na podstawie wyników przeprowadzonych później badań laboratoryjnych. Natomiast w celu weryfikacji makroskopowego oznaczania sporządzonego podczas wiercenia najlepiej jest w karcie otworu wiertniczego dodatkowo umieścić wyniki klasyfikacyjnych badań laboratoryjnych. W przypadku próbek gruntów pobieranych za pomocą próbników lub technikami wiertniczymi, które uniemożliwiają oznaczanie gruntów podczas wiercenia, makroskopowe oznaczanie wykonuje się w laboratorium, a następnie uzupełnia brakujący opis na karcie otworu wiertniczego z uwagą, że opis makroskopowy został wykonany w laboratorium (Wytyczne GDDKiA, 2019).

KLASYFIKOWANIE GRUNTÓW

Klasyfikowanie polega na wydzieleniu grup gruntów na podstawie określonych kryteriów. Pozwala łączyć w grupy grunty o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych na potrzeby oceny ich przydatności do celów inżynierskich, w tym: fundamentowania, wzmocniania i wy-

Tab. 4. Oznaczenie i opis gruntów antropogenicznych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany)
Table 4. Identification and description of anthropogenic soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05P (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified)

Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/uwagi <i>Description/comments</i>
Ustalić sposób umieszczenia gruntu antropogenicznego <i>Determine the method of placing anthropogenic soil</i>	Czy grunt został umieszczony pod kontrolą inżynierską? <i>Was the soil placed with engineering control?</i>	TAK – nasyp budowlany/nasyp kontrolowany <i>YES – fill</i>
	Czy grunt został umieszczony bez kontroli inżynierskiej? <i>Was the soil placed without engineering control?</i>	TAK – grunt odtworzony/nasyp niekontrolowany <i>YES – made ground/reconstituted ground</i>
Ustalić rodzaj materiału, z jakiego powstał grunt antropogeniczny <i>Determine the type of material from which the anthropogenic soil was formed</i>	Czy grunt zawiera przemieszczone/przetworzone materiały naturalne? <i>Does the soil comprise reworked natural materials?</i>	–
	Czy grunt jest zbudowany z materiałów sztucznych? <i>Does the soil comprise manufactured materials?</i>	–
Wykonać opis jak dla gruntów naturalnych (tab. 2, 3) <i>Identification and description as for natural mineral soils (Tables 2, 3)</i>	Zwróć uwagę na zawartość obiektów, tj. plastik, papier, metal, szkło, cegły, dachówki, płytki ceramiczne, żużel itp. <i>Pay attention to the content of objects e.g. plastic, paper, metal, glass, bricks, tiles, ceramic tiles, slag etc.</i>	Jeśli nie jest możliwe wykonanie opisu jak dla gruntów naturalnych, sporządź listę cech gruntu i je opisz, np. pochodzenie materiału; obecność dużych obiektów, np. bloki betonowe, fragmenty muru; obecność pustek, obiektów ulegających łatwemu zniszczeniu; obecność chemicznych i/lub niebezpiecznych odpadów, substancji; obecność substancji organicznej i jej stopień rozkładu; nieprzyjemny zapach; uderzające odcienie kolorów; czytelne napisy na obiektach; oznaki zwiększonej temperatury lub spalania; zmienność i sposób rozmieszczenia i inne <i>If it is not possible to make a description as for natural soils, make a list of characteristics and describe them, e.g. origin of the material; presence of large objects, e.g. concrete blocks, wall fragments; presence of voids, easily damageable objects; presence of chemical and/or hazardous waste, substances; presence of organic content and its degree of decomposition; unpleasant smell; striking colours; legible inscriptions on objects; signs of increased temperature or burning; variability and distribution, and others</i>

Przykładowa karta otworu wiertniczego – rozpoznanie gruntu metodą makroskopową wg norm PN-EN ISO 14688-1:2018
 An example of a borehole log sheet – macroscopic identification of soil according to PN-EN ISO 14688-1:2018

Nazwa/numer otworu badawczego: data i podpis:

Test hole name/number date and signature

Miejscowość: Data rozpoczęcia:

Location Start date

Rzędna terenu: Data zakończenia:

Elevation End date

X (PUWG 1992): Wykonawca:

The Contractor

Y (PUWG 1992): Dozór geologiczny:

Geological supervision

Strop/ slag Ceiling/ floor	Rodzaj gruntu ¹⁾ Type of soil	Fracja drugorzędna Secondary fraction		Fracja trzeciorzędna Tertiary fraction	Nazwa gruntu Identification of soil	Barwa Colour	Wilgotność wg PN-B- 04461:1988 Water content According to PN-B- 04481:1988	Plastyczność ²⁾ Plasticity	Konsystencja Consistency	Stopień obtoczenia/ forma/ charakter powierzchni ³⁾ Angularity/ roundness/ form/ surface texture	Zawartość węglanów Carbonate content	Zawartość substancji organicznej Organic content	Geneza, stratygrafia Origin, stratigraphy	Uwagi ⁴⁾ Comments	Zwierciadło nawiercone/ ustalone/ sączenie Water table drilled/ static/ filtration	Głębokość pobrania próbki/ kategoria i klasa jakości próbki Sample collection depth/sample category and quality class
		Opis ⁵⁾ Description	Rodzaj Type													

- Należy podać jeden z następujących rodzajów gruntu: antropogeniczny, naturalny mineralny, naturalny organiczny.
Specify one of the following types of soil: anthropogenic, natural mineral, natural organic.
- Należy wpisać, z małą ilością²⁾ lub z dużą ilością²⁾ dla każdej frakcji drugorzędnej w przypadku gruntów bardzo i gruboziarnistych, „z ilmem” lub „z pyłem” w przypadku gruntów drobnoziarnistych.
Enter: „with a low amount” or „with a high amount” for each secondary fraction in the case of very coarse or coarse soils, „with clay” or „with silt” in the case of fine soils.
- Jeżeli test nie określa jednoznacznie głównej frakcji drobnoziarnistej, należy wykonać testy opisane w normie PN-EN ISO 14688-1:2018 i zapisać ich wyniki w następującej kolejności: spójność, dylatancja, zwięzłość, odczucie w dotyku. Kolejne testy wykonujemy do momentu jednoznacznego określenia, która frakcja jest główna.
If the test does not clearly identify the primary fine fraction, perform the tests described in the PN-EN ISO 14688-1:2018 standard and record their results in the following order: consistency, dilatancy, toughness, feel. We perform further tests until it is clear which fraction is the main one.
- Dotyczy żwirów, kamieni i głazów.
Applies to gravel, cobbles and boulders.
- Np.: nazwa lokalna, warstwowanie, nieciągłości, stopień rozłożenia torfu, w przypadku gruntów antropogenicznych informacja czy był formowany pod kontrolą inżynierską czy bez kontroli inżynierskiej, warstwa w profilu zwierciadłowym wg PN-EN ISO 14689:2018 (Załącznik B), grunt wulkaniczny, siarczkowy, węglanowy, pozostałe wykonane testy il-pyl, itp.
For example: local name, bedding, discontinuities, sulfide soil, carbonate soil, degree of decomposition of peat, in the case of anthropogenic soils, information whether it was placed with or without engineering control, layer in weathering profile according to PN-EN ISO 14689:2018-05 (Annex B), volcanic soil, other performer clay-silt tests, etc.

Ryc. 6. Przykładowa karta otworu wiertniczego na potrzeby oznaczania i opisu gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688-1:2018-05P
Fig. 6. An example of a borehole log sheet for soil identification and description in accordance with PN-EN ISO 14688-1:2018-05P

Tab. 5. Zasady klasyfikowania gruntów wg PN-EN ISO 14688-2:2018-05P
Table 5. Principles of soil classification according to PN-EN ISO 14688-2:2018-05P

Grupa gruntów <i>Soil group</i>	Kwantyfikacja <i>Quantification</i>	Fracja główna <i>Primary fraction</i>	Pozostałe frakcje <i>Composite fractions</i>	
Bardzo gruboziarniste <i>Very coarse</i>	>50% ziaren wagowo ≥ 200 mm >50% of particles by mass ≥ 200 mm	(Bo) głazy <i>(Bo) boulders</i>	głazy z kamieniami <i>boulders with cobbles</i>	głazy z gruntami drobnoziarnistymi <i>boulders with finer soils</i>
	>50% cząstek i ziaren wagowo < 200 mm i ≥ 63 mm >50% of particles by mass < 200 mm and ≥ 63 mm	(Co) kamienie <i>(Co) cobbles</i>	kamienie z głazami <i>cobbles with boulders</i>	kamienie z gruntami drobnoziarnistymi <i>cobbles with finer soils</i>
Gruboziarniste <i>Coarse</i>	>50% cząstek i ziaren wagowo < 63 mm i ≥ 2 mm >50% of particles by mass < 63 mm and ≥ 2 mm	(Gr) żwir <i>(Gr) gravel</i>	żwir z kamieniami <i>gravel with cobbles</i> żwir z piaskiem i z kamie- niami <i>gravel with sand and</i> <i>cobbles</i>	żwir z piaskiem <i>gravel with sand</i> żwir z iłem i pyłem <i>gravel with clay and silt</i>
	>50% cząstek i ziaren wagowo < 2 mm i ≥ 0,063 mm >50% of particles by mass < 2 mm and ≥ 0.063 mm	(Sa) piasek <i>(Sa) sand</i>	piasek ze żwirem <i>sand with gravel</i>	piasek z iłem lub pyłem <i>sand with clay or silt</i>
Drobnoziarniste <i>Fine</i>	brak plastyczności lub mała plastyczność <i>low plasticity or non-plastic</i>	(Si) pył <i>(Si) silt</i>	pył z piaskiem <i>sandy silt</i>	pył z piaskiem i żwirem <i>sandy gravelly silt</i> pył z piaskiem i iłem <i>sandy clayey silt</i>
	–	Si/Cl <i>Cl/Si</i>	pył z iłem <i>clayey silt</i> ił z pyłem <i>silty clay</i>	–
	średnia lub duża plastyczność <i>medium or high plasticity</i>	(Cl) ił <i>(Cl) clay</i>	ił z piaskiem i żwirem <i>sandy gravelly clay</i> pył z organiczną <i>organic silt</i> ił z organiczną <i>organic clay</i>	–
Organiczne <i>Organic</i>	–	(Pt) torf <i>(Pt) peat</i> (Gy) gytia <i>(Gy) gyttja</i> (Dy) dy <i>(Dy) dy</i> (Hu) humus <i>(Hu) humus</i>	torf z piaskiem <i>sandy peat</i> gytia z piaskiem i iłem <i>sandy clayey gyttja</i>	–
Antropogeniczne <i>Anthropogenic</i>	–	nasyp niekontrolowany <i>made ground</i>	uformowany bez kontroli inżynierskiej <i>placed without engineering</i> <i>control</i>	materiał sztuczny lub przetworzony materiał naturalny <i>synthetic material or</i> <i>reworked natural material</i>
		nasyp kontrolowany <i>fill</i>	uformowany pod kontrolą inżynierską <i>placed with engineering</i> <i>control</i>	

korzystywania jako materiału do budowy ziemnych oraz do konstruowania modelu geologicznego. Klasyfikowanie wykonuje się w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych przy uwzględnieniu wyników badań terenowych, na podstawie składu granulometrycznego i właściwości wskaźnikowych każdej wydzielonej warstwy litologicznej. Wyniki klasyfikowania umieszcza się na kartach badań laboratoryjnych, kartach sondowań, kartach wierceń, w zestawieniach tabelarycznych i na wykresach statystycznych.

Klasyfikowanie gruntów polega na wykonaniu następujących czynności: ustalenie kryteriów klasyfikowania gruntów, wykonanie badań klasyfikacyjnych zgodnie z wymaganiami norm lub opisanymi metodami badawczymi (w przypadku braku norm), podzielenie gruntów na grupy wg wskazanych kryteriów.

Norma PN-EN ISO 14688-2:2018-05P podaje, że podczas klasyfikowania grunt należy przyporządkować do

określonej grupy gruntów na podstawie ich naturalnego składu, uwzględniając: uziarnienie, plastyczność, zawartość substancji organicznej, składniki chemiczne jak węglany, siarczki i genę. Zasady klasyfikowania podano w tabeli 5.

Grunty można klasyfikować wykorzystując wszystkie kryteria podane w normach lub wybrać kryteria, które są przydatne do celów inżynierskich (tab. 6).

PODSUMOWANIE I SPOSTRZEŻENIA

W warunkach krajowych modele podłoża budowlanego – modele geologiczne, są budowane głównie na podstawie wyników badań makroskopowych. Stanowią one podstawę projektowania, wykonywania często bardzo zaawansowanych obliczeń numerycznych, realizacji robót budowlanych, fundamentowych, specjalistycznych geotechnicznych.

Tab. 6. Kryteria klasyfikowania gruntów (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany)
Table 6. Soil classification criteria (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified)

Kryteria klasyfikowania wg PN-EN ISO 14688-2:2018-05P <i>Classification criteria acc. to PN-EN ISO 14688-2:2018-05P</i>	Kryteria klasyfikowania wg PN-B-02480:1986 <i>Classification criteria acc. to PN-B-02480:1986</i>
Uziarnienie na podstawie krzywej uziarnienia <i>Particle size distribution based on the particle size distribution curve</i>	uziarnienie na podstawie krzywej granulometrycznej i nomogramu <i>particle size distribution based on the particle size distribution curve and nomogram</i>
Plastyczność gruntów drobnoziarnistych na podstawie wykresu plastyczności Casagrande'a <i>Plasticity of fine soils based on Casagrande plasticity chart</i>	spoiłość gruntów spoiстых na podstawie wskaźnika plastyczności <i>cohesion of cohesive soils based on the plasticity index</i>
Zawartość substancji organicznych na podstawie procentu suchej masy <i>Organic content based on the percentage of a dry mass</i>	zawartość substancji organicznych na podstawie procentu suchej masy <i>organic content based on the percentage of a dry mass</i>
Zawartość węglanów na podstawie procentowej zawartości <i>Carbonate content based on percentage</i>	nie podano <i>not given</i>
Zagęszczenie gruntów gruboziarnistych (piaski i żwiry) na podstawie stopnia zagęszczenia <i>Relative density of coarse soils(sands and gravels) based on the desity index</i>	zagęszczenie gruntów drobnoziarnistych niespoistych (piaski) na podstawie stopnia zagęszczenia <i>relative density of non-cohesive soils(sands) based on the desity index</i>
Wytrzymałości na ścinanie bez odpływu gruntów drobnoziarnistych <i>Undrained shear strength of fine soils</i>	nie podano <i>not given</i>
Wrażliwość <i>Sensitivity</i>	wrażliwość <i>sensitivity</i>
Konsystencja gruntów drobnoziarnistych na podstawie wskaźnika konsystencji (zamiennie stopnia plastyczności) <i>Consistency of fine soils based on the consistency index (alternatively, the liquidity index)</i>	stan gruntów spoiстых na podstawie stopnia plastyczności <i>consistency of fine soils based on the liquidity index</i>
Inne parametry: wilgotność naturalna, gęstość właściwa, aktywność, skład mineralogiczny, wskaźnik nasycenia, przepuszczalność, wskaźnik ściśliwości, wskaźnik pęcznienia, wskaźnik osiadania zapadowego <i>Other parameters: natural water content, particle density, activity, mineralogical composition, saturation index, permeability, compression index, swelling index, collapse potential</i>	inne parametry: wilgotność gruntów niespoistych, ciśnienie pęcznienia, wskaźnik osiadania zapadowego, aktywność <i>other parameters: water content of non-cohesive soils, swelling pressure, collapse potential, activity</i>
Granica grunt-skała <i>Soil-rock boundary</i> $R_c < 0,6 \text{ MPa}$ $c_u < 300 \text{ kPa}$	granica grunt-skała <i>soil-rock boundary</i> $R_c < 0,2 \text{ MPa}$

Dlatego osoby dozorujące wiercenia powinny posiadać doświadczenie i praktyczne umiejętności makroskopowego rozpoznawania gruntów w terenie.

Według obserwacji autorów, liczba badań makroskopowych, na podstawie których tworzy się modele geologiczne, stanowi ok. 90% wszystkich wyników badań, zaś badania laboratoryjne stanowią zaledwie 10%. Z doświadczenia wynika, że większość wyników oznaczeń makroskopowych wykonywanych na próbkach gruntów pobieranych podczas wiercenia, po weryfikacji, na podstawie badań laboratoryjnych, nie pokrywa się. W efekcie 10% wyników badań makroskopowych jest analizowanych i prawie zawsze poprawianych. Pozostaje pytanie: jaka jest wiarygodność pozostałych 90% wyników, których nie weryfikujemy? Z tego powodu powinno się dbać o biegłe posługiwanie się normami dotyczącymi oznaczania i opisu gruntów. Biorąc pod uwagę, że w wielu przypadkach badania makroskopowe są wykonywane przez niedoświadczony personel, na kartach otworów wiertniczych powinno się zamieszczać wyniki oznaczania makroskopowego wykonywanego w terenie podczas wiercenia oraz osobno wyniki badań laboratoryjnych. Takie podejście umożliwiłoby dokumentatorowi lub projektantowi czy wykonawcy robót budowlanych ocenić skalę niezgodności, a w konsekwencji stopień niepewności modelu geologicznego.

Z obserwacji autorów wynika, że sposób wdrożenia normy ISO do praktyki krajowej jest niepokojący, ponieważ grunty są nieprawidłowo oznaczane i klasyfikowane,

co w konsekwencji może prowadzić do błędnych założeń projektowych. Z tego powodu należałoby zakończyć etap porównywania zasad oznaczania i klasyfikowania gruntów podanych w normach PN-EN ISO 14688-1:2018-05P, PN-EN ISO 14688-2:2018-05P z opisanymi w normach PN-B-02480:1986 i PN-B-04481:1988. Powinniśmy zapoznać się z normami ISO i zacząć je stosować w praktyce dokumentowania i rozpoznawania podłoża budowlanego. Ciągłe korelowanie norm powoduje, że nie możemy przedstawić się na normy ISO, a w konsekwencji na nowe zasady oznaczania, opisu i klasyfikacji gruntów. Nowe zasady oznaczania i klasyfikowania gruntów to przede wszystkim:

- inne podejście do gruntu, który jest traktowany jako mieszanina frakcji,
- prostszy podział gruntów,
- więcej testów w celu jednoznacznego określania frakcji,
- więcej przydatnych klasyfikacji jakościowych (np. zawartość węglanów) i ilościowych (np. c_u),
- oznaczanie gruntów wg genezy, w tym określanie środowiska sedymentacji i jednostki geologicznej,
- wprowadzenie wykresu plastyczności wg Casagrande'a,
- granica grunt-skała oparta na dwóch parametrach wytrzymałościowych.

Więcej informacji na temat nowych zasad oznaczania i klasyfikowania gruntów oraz ich zastosowania znajduje się w pozycji *Wytyczne badań podłoża budowlanego w dro-*

gownictwie (Wytyczne GDDKiA, 2019) oraz na stronach internetowych:

- www.gddkia.gov.pl/pl/3812/Rok-2019,
- www.pgi.gov.pl/drogi.html,
- atlasy.pgi.gov.pl.

Artykuł powstał w ramach zadania Państwowej Służby Geologicznej pn. *Prowadzenie i aktualizacja bazy danych geologiczno-inżynierskich (BDGI) oraz właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) wraz ze sporządzeniem atlasów geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000 finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Środowiska i Gospodarki Wodnej*. Autorzy składają serdeczne podziękowania Pani dr hab. Beacie Łuczak-Wilamowskiej za poświęcony czas i trud włożony w recenzowanie artykułu oraz cenne uwagi i komentarze.

LITERATURA

atlasy.pgi.gov.pl, dostęp: 18.02.2020 r.

- BOND A.J., HARRIS A. 2008 – Decoding Eurocode 7. Taylor & Francis, New York, USA
- GARWACKA-PIÓRKOWSKA S. 2010 – Określenie rodzajów gruntów według PN-EN ISO 14688-1, 2:2006 na podstawie składu granulometrycznego. *Inżynieria i Budownictwo*, 10: 549–552.
- GOŁĘBIEWSKA A. 2007 – Klasyfikacja gruntów według PN-EN ISO (cz. 1). *Inżynier budownictwa*, 12 (46): 32–36.
- GOŁĘBIEWSKA A. 2008 – Klasyfikacja gruntów według PN-EN ISO (cz. 2). *Inżynier budownictwa*, 1 (47): 43–48.
- GOŁĘBIEWSKA A. 2011 – Uwagi krytyczne do klasyfikacji gruntów według normy PN-EN ISO 14688:2006. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 446: 289–296.
- GOŁĘBIEWSKA A. 2012 – Polska klasyfikacja według PN-B-02480:1986 zgodna z wymaganiami PN-EN ISO 14688. *Acta Sci. Polon., Architect.*, 11 (3): 23–36.
- GOŁĘBIEWSKA A., WUDZKA A. 2006 – Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO. *Geoinżynieria drogi mosty tunele*, 4 (11): 44–45.
- GOŁĘBIEWSKA A., WUDZKA A. 2008 – Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO. *Inżynieria bezwykopowa*, 1: 52–65.
- JAROS M., MAJER K. 2006 – Porównanie klasyfikowania gruntów spoistych według nowej normy PN-EN ISO i dawnej polskiej klasyfikacji. *Zesz. Nauk. PBiałos., Budownictwo*, 29:69–78.
- PIECZYRAK J. 2017 – Klasyfikacja gruntów spoistych: modyfikacja trójkąta Fereta. [W:] Bzówka J., Łupieżowiec M. (red.), *Analizy i doświadczenia w Geoinżynierii*. Wyd. PŚI., Gliwice
- PN-B-02480:1986 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-B-02481:1998 Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- PN-B-04481:1988 Grunty budowlane – Badania próbek gruntu.
- PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- PN-EN 16907-2:2019-01 Roboty ziemne – Część 2: Klasyfikacja materiałów.
- PN-EN ISO 14688-1:2005 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i opis (wersja angielska).

- PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i opis (wersja polska).
- PN-EN ISO 14688-1:2006/A1:2014-02 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i opis (wersja angielska).
- PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i opis (poprawka).
- PN-EN ISO 14688-1:2018-05E Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i opis (wersja angielska).
- PN-EN ISO 14688-1:2018-05P Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i opis (wersja polska).
- PN-EN ISO 14688-2:2005 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania (wersja angielska).
- PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania (wersja polska).
- PN-EN ISO 14688-2:2006/A1:2014-02 Badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania (wersja angielska).
- PN-EN ISO 14688-2:2018-05E Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania (wersja angielska).
- PN-EN ISO 14688-2:2018-05P Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania (wersja polska).
- PN-EN ISO 14689:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Oznaczenie, opis i klasyfikowanie skał.
- STRAŻ G. 2018 – Identyfikacja, oznaczenie oraz metody klasyfikowania gruntów organicznych w aspekcie Eurokodu 7 i norm związanych. *Sci. Rev. Eng. Env. Sci.*, 27 (2): 227–235.
- SULEWSKA M.J. 2016 – Nowa klasyfikacja gruntów. *Sci. Rev. Eng. Env. Sci.*, 25 (3): 333–346.
- SULEWSKA M.J. 2017a – Aktualna klasyfikacja gruntów. *Inżynier budownictwa*, 10: 33–36.
- SULEWSKA M.J. 2017b – Nowe normy badań w celu klasyfikacji gruntów. *Drogownictwo*, 5: 174–177.
- SULEWSKA M.J. 2018 – Analysis of changes in the system of identification and classification of soils. *MATEC Web Conf. Volume 262, 2019. 64 Scientific Conference of the Committee for Civil Engineering of the Polish Academy of Sciences and the Science Committee of the Polish Association of Civil Engineers (PZITB)* (Krynica 2018).
- TARNAWSKI M. 2017 – Zharmonizowanie klasyfikacji gruntów spoistych według norm PN-EN ISO 14688:2006 i PN-86/B-02480. *Prz. Geol.*, 65 (10/2): 701–706.
- TARNAWSKI M., SYKUŁA U., URA M. 2011 – Problemy z nazewnictwem gruntów spoistych według normy PN-EN ISO 14688. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 446: 423–428.
- www.gddkia.gov.pl/frontend/web/userfiles/articles/z/zarządzenia-generalnego-dyrektor_31871/zarządzenie%202022.pdf, dostęp: 18.02.2020 r.
- WYSOKIŃSKI L. 1998 – Problemy harmonizacji polskich norm gruntowych z systemem europejskim. [W:] Liszkowski J. (red.), *Mat. II Ogólnopol. Symp. Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce*, Kiekrz k. Poznania, 28–30 maja 1998 r.
- WYTYCZNE wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego. Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w budownictwie, 2019. Państw. Inst. Geol. AGH, PW; www.pgi.gov.pl/drogi, <http://rid.agh.edu.pl>, dostęp: 18.02.2020 r.

Praca wpłynęła do redakcji 7.06.2021 r.

Akceptowano do druku 6.07.2021 r.