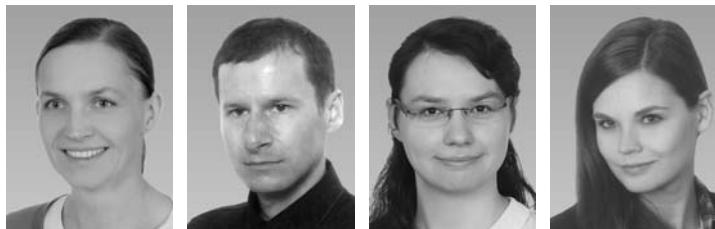


## Oznaczanie i opis gruntów drobnoziarnistych zgodnie z PN-EN ISO 14688-1:2018-05

Edyta Majer<sup>1</sup>, Adam Roguski<sup>1</sup>, Alicja Grabowska<sup>1</sup>, Aleksandra Łukawska<sup>1</sup>



E. Majer

A. Roguski

A. Grabowska

A. Łukawska

**Identification and description of fine soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05.** Prz. Geol., 69: 927–935.

*Abstract.* The principles of identification and description of soil presented in the PN-EN ISO 14688-1:2018-05 standard are clear and easy to apply. The most important step in the identification process is the determination of the primary fraction in terms of plastic behaviour. The standard provides 8 tests to distinguish between silt and silt and clay as primary fractions determining the geological and engineering properties of soil.

**Keywords:** fine soils, identification of soils, description of soils, ISO 14688, macroscopic analysis

W 2006 r. do katalogu aktualnych Polskich Norm zostały wprowadzone normy PN-EN ISO 14688-1 oraz PN-EN ISO 14688-2 (zwane dalej ISO), dotyczące oznaczania i opisu gruntów oraz zasad ich klasyfikowania. Normy te 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). Pod koniec roku 2019 zostały wydane aktualne wersje norm PN-EN ISO 14688-1:2018-05P oraz PN-EN ISO 14688-2:2018-05P przetłumaczone na język polski.

Po wprowadzeniu norm ISO w 2006 r. wycofano normy PN-B-02480:1986, PN-B-02481:1998 oraz PN-B-04481:1988 (zwane dalej B), ponieważ ich treść uległa zdezaktualizowaniu. Od czasu wprowadzenia norm ISO trwa ciągły proces „przestawiania się” z norm B na normy ISO w zakresie oznaczania, opisu i klasyfikacji gruntów.

Największą trudność w identyfikowaniu i opisie gruntów wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05 sprawiają grunty drobnoziarniste. Prawdopodobnie wynika to z faktu, że wytyczne z norm B są wciąż łączone z wytycznymi ISO i do oznaczania gruntów drobnoziarnistych wykonywane są testy wg założeń normy PN-B-04481:1988, a następnie na ich podstawie gruntowi nadawana jest nazwa wg terminologii zaczerpniętej z ISO. Wydaje się zatem, że warunkiem poprawnego oznaczania i opisu gruntów drobnoziarnistych jest dobra znajomość normy ISO, posiadanie doświadczenia w rozpoznawaniu gruntów oraz odejście od przyzwyczajień wyrobionych podczas badań z wykorzystaniem normy B.

### OZNACZANIE I OPIS GRUNTÓW DROBNOZIARNISTYCH WG NORMY ISO

Według norm ISO grunt drobnoziarnisty to grunt, który lepi się w trakcie ugniatania, kiedy jest wilgotny. Głównymi składnikami gruntu drobnoziarnistego, które decydują o jego właściwościach geologiczno-inżynierskich, są il (Cl) i/lub pył (Si). Aby dokonać prawidłowego opisu gruntu drobnoziarnistego w terenie konieczne jest ich rozróżnienie. Wykorzystuje się do tego wyniki prostych do przeprowadzenia badań/testów makroskopowych, które umożliwiają jednoznacznie określenie frakcji głównej gruntu drobnoziarnistego. Ponieważ norma ISO traktuje grunt jako mieszaninę frakcji (tzw. grunty wielofrakcyjne), oprócz frakcji głównej oznacza się również frakcje drugorzędne oraz, w uzasadnionych przypadkach (np. określenie genezy gruntu), frakcje trzeciorzędne. Opisuje się także wszystkie zaobserwowane właściwości i cechy gruntu.

Do badań wybiera się reprezentatywną próbkę gruntu drobnoziarnistego i usuwa z niej wszystkie ziarna o rozmiarze większym niż piasek średni. Następnie przeprowadza się badania makroskopowe. Sposób postępowania w zakresie oznaczania i opisywania gruntów drobnoziarnistych przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Należy pamiętać, że jakość opisu makroskopowego w dużej mierze zależy od sposobu wiercenia, a co za tym idzie – kategorii i klasy jakości pobranych próbek gruntów drobnoziarnistych.

### OPIS KONSYSTENCJI GRUNTÓW DROBNOZIARNISTYCH WG NORMY ISO

Norma ISO podaje sposób oceny konsystencji gruntu, który polega na wciskaniu palców w grunt, alternatywnie – ściskaniu gruntu w dłoni, jego formowaniu i waleczkowaniu. Waleczkowanie stosowane jest również do opisu

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

**Tab. 1.** Oznaczanie gruntów drobnoziarnistych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05 (Wytyczne GDDKiA, 2019, zmodyfikowany)  
**Table 1.** Identification of fine soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05 (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified)

Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/Uwagi <i>Description/comments</i>
Oznaczyć i opisać frakcję główną decydującą o właściwościach inżynierskich gruntów <i>Identify and describe the primary fraction determining the engineering properties of the soil</i>	Czy grunt drobnoziarnisty charakteryzuje się niską plastycznością, dylatacją, 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) YES – silt NIE – il (Cl) NO – clay
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; proporcje możesz oznaczyć dodając wyrażenia „z małą ilością” lub „z dużą ilością” <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; you can mark the proportions by adding the words “with a small amount” or “with a considerable amount”</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>
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, kongrecje siarczków żelaza, wapieni i inne <i>E.g. fragments of shells, glauconite grains, concretions of iron sulfides, limestones and others</i>
Oznaczyć zawartość substancji organicznych <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>	–
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 YES – carbonate soil
	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 YES – sulfide soil
	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 YES – volcanic soil
	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 YES – loess
	Czy grunt powstał w warunkach oddziaływania lodowca? <i>Was the soil formed by the action of ice?</i>	TAK – grunt lodowcowy YES – glacial soil
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>
	Ustal wiek geologiczny (stratygrafia) <i>Determine the geological age (stratigraphy)</i>	Oznaczenie wg ustalonego słownika <i>Determination acc. to the established dictionary</i>

stanu gruntów w normie PN-B-04481:1988, ale pokazany tam sposób jest nieco inny. Należy podkreślić, że opisana konsystencja powinna odpowiadać tej w stanie *in situ*. Zmiany konsystencji zależą przede wszystkim od zmian wilgotności gruntu. Technika wiercenia i proces pobiera-

nia prób mogą mieć na nią wpływ. W przypadku, kiedy nie jest możliwa rzetelna ocena konsystencji w warunkach *in situ*, jej opis może być pominięty. W tym wypadku do karty otworu można dołączyć wyniki badań wytrzymałości jako informację dodatkową. Kryteria opisu konsystencji poda-

**Tab. 2.** Opis właściwości gruntów drobnoziarnistych wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05 (Wytyczne GDDKiA 2019, zmodyfikowany)  
**Table 2.** Description of the properties of fine soils acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05 (Wytyczne GDDKiA, 2019, modified)

Oznaczenie gruntu <i>Soil identification</i>	Metoda oznaczenia <i>Method of identification</i>	Opis/Uwagi <i>Description/comments</i>	
Opisać właściwości gruntu <i>Describe the properties of soil</i>	Opisać konsystencję <i>Describe the consistency</i>	Oceń zachowanie się gruntu pod wpływem nacisku <i>Assess soil behaviour under pressure</i>	–
	Opisać barwę <i>Describe the colour</i>	Opisać kolor, odcień i jasność na świeżo odsłoniętej powierzchni przy pełnym świetle dziennym lub zastosować wzorcową skalę barw i podać kod barwy <i>Describe the hue, chroma and lightness of a freshly cut surface in full daylight or use a colour chart and state the colour code</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>
Opisać warstwowanie i nieciągłości <i>Describe the bedding and discontinuities</i>	Opisać warstwowanie <i>Describe the bedding</i>	Opisz grubości lamin i przewarstwień <i>Describe the thickness of bedding units</i>	–
	Opisać nieciągłości <i>Describe the discontinuities</i>	Ustal genę nieciągłości; opisz charakter powierzchni i rozstaw nieciągłości <i>Determine the origin of discontinuities, describe the bedding planes and spacing of discontinuities</i>	–
	Opisać grunty warstwowane i zaburzone <i>Describe interbedding and mixed soils</i>	Opisz każdą warstwę <i>Describe every layer</i>	–

no w tabeli 3. Należy zauważyć, że podany podział (tab. 3) jest dokładny dla gruntów o średniej i dużej plastyczności, a w przypadku gruntów o niskiej plastyczności i nieplastycznych stanowi przybliżenie.

**Tab. 3.** Kryteria opisu konsystencji wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05E

**Table 3.** Criteria for the description of consistency acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05E

Opis gruntu <i>Soil descriptor</i>	Kryteria <i>Criteria</i>
Miekkoplastyczny <i>Very soft</i>	łatwo można wcisnąć palec na głębokość do 25 mm <i>finger can be easily pushed in up to 25 mm</i> grunt wydostaje się między palcami podczas ściskania <i>soil exudes between the fingers when squeezed in the hand</i>
Plastyczny <i>Soft</i>	palec może być wciśnięty aż do 10 mm w głąb <i>finger can be pushed in up to 10 mm</i> grunt może być formowany przy lekkim nacisku palców <i>soil can be moulded by light finger pressure</i>
Twardoplastyczny <i>Firm</i>	w gruncie łatwo odcisnąć kciuk <i>thumb makes an impression easily</i> gruntu nie można formować palcami, lecz może być wałeczkowany w rękę do wałeczka o średnicy 3 mm bez spekania i rozdrabniania się <i>soil cannot be moulded by fingers, but rolls in the hand to 3 mm thick threads without breaking or crumbling</i>
Zwarty <i>Stiff</i>	grunt można nieco wgnieść kciukiem <i>soil can be indented slightly by thumb</i> grunt rozpada się i pęka podczas wałeczkowania do średnicy 3 mm, lecz pozostaje dostatecznie wilgotny, aby ponownie uformować z niego bryłkę <i>soil crumbles and breaks when rolling to 3 mm thick threads but is still sufficiently moist to be moulded to a lump again</i>

## OZNACZANIE FRAKCJI GŁÓWNEJ W GRUNTACH DROBNOZIARNISTYCH – PYŁ (Si) CZY IŁ (Cl)

Określenie, która frakcja jest główna ił (Cl) czy pył (Si), umożliwiają wyniki testów makroskopowych zestawione w tabeli 4 i zaprezentowane na rycinach 1–7.

Podczas wiercenia trudno jest wykonać wszystkie przedstawione testy, zwłaszcza, że niektóre wymagają upływu czasu (np. zachowanie w wodzie). W związku z tym autorzy proponują, żeby na początek wybrać dwa-trzy testy, w których mamy doświadczenie i które pozwolą szybko określić frakcję główną Cl lub Si. Kiedy po ich wykonaniu nie mamy pewności co do rodzaju frakcji głównej, wtedy możemy wykonać pozostałe testy.

Do wykonania każdego testu najlepiej przygotować kawałek gruntu z usuniętymi ziarnami żwiru, uformowany w kulkę o średnicy 25 mm o konsystencji plastycznej. Warto pamiętać, że podczas wykonywania testów ił-pył (Cl-Si) można dobierać wilgotność gruntu, tak aby osiągnąć odpowiednią konsystencję. W przypadku, gdy konsystencja gruntu *in situ* jest zwarta lub półzwarta, do próbki można dodać wodę. Gdy dodanej wody jest zbyt dużo, dodaje się więcej gruntu. Przy początkowej konsystencji plastycznej, utratę wilgotności można uzyskać przez urabianie gruntu w dłoniach, odcisnięcie nadmiaru wody w ręcznik papierowy lub odstawienie małych porcji gruntu na kilka minut do wyschnięcia. Po każdym zabiegu zmiany wilgotności należy dobrze wymieszać próbkę, żeby konsystencja gruntu był jednolita.

## DYLATANCJA

Istotnym testem, który może szybko dać jednoznaczny wynik jest test dylatacji. Do jego wykonania potrzebuje-

**Tab. 4.** Badania makroskopowe określające główną frakcję drobnoziarnistą wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05E  
**Table 4.** Hand test results for the determination of the primary fine fraction acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05E

Test – badanie makroskopowe <i>Macroscopic test</i>	II <i>Clay</i>	Pył <i>Silt</i>
Dylatacja <i>Dilatancy</i>	brak <i>none</i>	od powolnej do szybkiej <i>slow to rapid</i>
Zwięzłość <i>Toughness</i>	duża <i>high</i>	mała zwięzłość lub nie można uformować wałeczka <i>low toughness or thread cannot be formed</i>
Plastyczność <i>Plasticity</i>	duża <i>high</i>	brak lub mała <i>non-plastic to low plasticity</i>
Wytrzymałość w stanie suchym <i>Dry strength</i>	od dużej do bardzo dużej <i>high to very high</i>	od brak do małej <i>none to low</i>
Odczucie w dotyku <i>Feel</i>	gładki, lepki w stanie wilgotnym <i>smooth, sticky (when wet)</i>	jedwabisty, wydaje szorstki odgłos przy rozcieraniu między palcami <i>silky, sounds gritty</i>
Zachowanie w wodzie <i>Behaviour in water</i>	rozmała powoli lub nie rozmała <i>disintegrates slowly if at all</i>	rozmała szybko <i>disintegrates rapidly</i>
Zachowanie w powietrzu <i>Behaviour in air</i>	wysycha powoli z jednoczesnym skurczem <i>dries slowly with shrinkage</i>	wysycha szybko, ściera się <i>dries quickly, brushes off</i>
Spójność <i>Cohesion</i>	odkształca się bez spekań, zachowuje kształt i wilgotność w trakcie badania <i>deforms without rupture, maintains shape and moisture during handling</i>	spójność gruntu gwałtownie spada podczas urabiania, utrata wilgotności następuje szybko <i>rapidly slumps, moisture drains</i>

**Tab. 5.** Kryteria opisu dylatacji (De Graff, 2018)  
**Table 5.** Criteria for the description of dilatancy (De Graff, 2018)

Opis <i>Descriptor</i>	Kryteria <i>Criteria</i>
Brak <i>None</i>	brak widocznych zmian w wyglądzie próbki <i>no visible change in the specimen</i>
Powolna <i>Slow</i>	woda powoli pojawia się na powierzchni próbki podczas wytrząsania i nie zanika lub zanika powoli podczas ugniatania <i>water slowly appears on the surface of the specimen during shaking and does not disappear or disappears slowly upon squeezing</i>
Szybka <i>Rapid</i>	woda pojawia się szybko na powierzchni próbki podczas potrząsania i zanika podczas ugniatania <i>water quickly appears on the surface of the specimen during shaking and disappears upon squeezing</i>

my kulki gruntu o zawartości wody takiej, żeby kulka była dosyć wilgotna, ale nie lepła się do rąk. Kulkę kładziemy na wnętrzu dłoni i spłaszczamy ją za pomocą drugiej dłoni, noża lub szpatułki. Następnie, przez kilka sekund potrząsamy ręką z gruntem w poziomie, uderzając bokiem dłoni we wnętrze drugiej. Można również potrząsać, zamykając kulkę w dłoniach. Na powierzchni gruntu, którego frakcją główną jest pył, powinna się pojawić woda lub zawilgotnienie, które sprawia, że powierzchnia próbki jest błyszcząca (przypomina powierzchnię wątroby; *livery look*; De Graff, 2018). W gruntach nieplastycznych i o małej plastyczności zawilgotnienie na powierzchni pojawi się bardzo szybko, po potrząsaniu 2–4 razy. W miarę wzrostu plastyczności zawilgotnienie będzie pojawiać się po większej liczbie potrząsań. Przy gruntach o dużej plastyczności zawilgotnienie nie pojawi się w ogóle nawet przy 10 i więcej potrząsaniach (De Graff, 2018). Po pojawieniu się wody na powierzchni można przez krótką chwilę urabiać próbkę, żeby zobaczyć w jakim czasie zawilgotnienie zniknie. Kryteria opisu dylatacji przedstawione są w tabeli 5. Zdjęcia obrazujące wykonanie testu przedstawiono na rycinie 1. Ponieważ dylatacja jest testem dotychczas mało znanym

i rzadko prezentowanym autorzy zachęcają do zapoznania się z krótkimi filmami demonstracyjnymi, dostępnymi na stronach internetowych <https://www.youtube.com/watch?v=Okk2HzPrGbg>.

## ZWIĘZŁOŚĆ I PLASTYCZNOŚĆ

Testy zwięzłości i plastyczności można przeprowadzać razem, ponieważ oba polegają na wałeczkowaniu. Przed rozpoczęciem testów dobrze jest doprowadzić wilgotność gruntu do nieco większej od wilgotności granicy plastyczności. Grunt wałeczkujemy w dłoniach lub na płaskiej powierzchni do osiągnięcia wałeczka o średnicy ok. 3 mm. Wałeczek chwytemy na obu końcach palcami i rozciągamy do momentu przzerwania jego ciągłości. Następnie z wałeczka formujemy kulkę i ponownie wałeczkujemy. Czynności te wykonujemy do momentu, w którym na powierzchni wałeczka pojawią się pęknięcia. Po zauważeniu spekań grunt ponownie formujemy w kulkę i ugniatamy, dopóki kulka nie popęka.

Do opisu zwięzłości obserwujemy, jak duży wysiłek wkładamy w utworzenie wałeczka oraz ugniatanie kulki (czy grunt łatwo poddaje się wałeczkowaniu i ugniataniu czy nie). Zwracamy uwagę również na to, jaka siła była potrzebna do rozerwania wałeczka podczas rozciągania. Kryteria opisu przedstawiono w tabeli 6.

Zwróćmy uwagę, że podane powyżej kryteria opisu zwięzłości mogą się wydawać bardzo subiektywne (siła mała, przeciętna czy duża – bez odpowiedniego odniesienia różni się w zależności od sił fizycznych poszczególnych osób). Z tego powodu autorzy zalecają, aby, przed przystąpieniem do oznaczania gruntów w terenie, przeprowadzić badania na gruntach wzorcowych (jak najbardziej zbliżonych do postaci jednofrakcyjnych pyłu i iłu) w celu ustalenia indywidualnych punktów odniesienia. Badania na gruntach wzorcowych najlepiej wykonać nie tylko dla zwięzłości, ale wszystkich 8 testów pył-ił przedstawionych w normie ISO.

Podczas waleczkowania obserwacji poddajemy również plastyczność gruntu w relacji do jego wilgotności. Plastyczność opisujemy wg kryteriów podanych w tabeli 7. Zdjęcia testów przedstawiono na rycinie 2.

### WYTRZYMAŁOŚĆ W STANIE SUCHYM

Badanie to przeprowadza się głównie w laboratoriach, gdyż wymaga ono, aby grunt wysechł naturalnie. Z gruntu formujemy kilka kulek o średnicy ok. 12 mm i zostawiamy do naturalnego wyschnięcia. Następnie zgniatamy kulki w palcach i obserwujemy, jak bardzo są wytrzymałe. Kry-



Ryc. 1. Test dylatacji. Fot. A. Grabowska  
Fig. 1. Dilatancy test. Photo by A. Grabowska

Tab. 6. Kryteria opisu zwięzłości (De Graff, 2018, zmodyfikowany)  
Table 6. Criteria for the description of toughness (De Graff, 2018, modified)

Opis Descriptor	Kryteria Criteria
Mała Low	grunt łatwo poddaje się waleczkowaniu, wysiłek włożony w utworzenie waleczka i urabianie kulki gruntu po osiągnięciu granicy plastyczności jest niewielki; podczas rozciągania do rozerwania waleczka potrzebna jest bardzo mała siła <i>the soil is easily rollable, effort required to roll the thread and knead the lump after reaching the plastic limit is small; very little force is required to break the roller when it is stretched</i>
Średnia Medium	do uformowania waleczka i ugniatania kulki gruntu potrzebny jest nacisk o przeciętnej sile; waleczek pęka po przyłożeniu przeciętnej siły rozciągającej <i>average pressure is required to form a thread and to knead the lump; the thread breaks when an average tensile force is applied</i>
Duża High	do waleczkowania i formowania kulki gruntu potrzebny jest duży nacisk; do rozerwania waleczka potrzebna jest duża siła rozciągająca <i>considerable pressure is needed to roll and knead the lump; high tensile force is needed to break the roller</i>

Tab. 7. Kryteria opisu plastyczności wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05E

Table 7. Criteria for the description of plasticity acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05E

Opis gruntu Descriptor	Kryteria Criteria
Nieplastyczny Non-plastic	nie można uformować waleczka o średnicy 3 mm bez względu na wilgotność gruntu <i>a 3 mm thread cannot be rolled at any water content</i>
O małej plastyczności Low plasticity	waleczkowanie przychodzi z trudem, a kulka gruntu nie daje się formować przy wilgotności mniejszej od granicy plastyczności <i>the thread can barely be rolled and the lump cannot be formed when drier than the plastic limit</i>
O średniej plastyczności Medium plasticity	łatwo uformować waleczek i nie potrzeba wiele czasu, aby osiągnąć granicę plastyczności; po osiągnięciu granicy plastyczności nie da się ponownie uformować waleczka; kulka gruntu kruszy się przy wilgotności mniejszej niż granica plastyczności <i>the thread is easy to roll and not much time is required to reach the plastic limit; the thread cannot be rerolled after reaching the plastic limit; the lump crumbles when drier than the plastic limit</i>
O dużej plastyczności High plasticity	ugniatanie i waleczkowanie do osiągnięcia granicy plastyczności zabiera dużo czasu; kulka gruntu po osiągnięciu granicy plastyczności może być uformowana bez kruszenia się <i>it takes considerable time rolling and kneading to reach the plastic limit; the lump can be formed without crumbling when drier than the plastic limit</i>

teria opisu przedstawiono w tabeli 8. Zdjęcia obrazujące wykonanie testu zaprezentowano na rycinie 3.

### ODCZUCIE W DOTYKU

Pył i ił są inne w dotyku. Warto zwrócić na to uwagę podczas ich rozróżniania. Pył odczuwa się jako szorstkawy (jedwabisty), ił natomiast jako gładki i podczas waleczko-



Ryc. 2. Test zwięzłości i plastyczności. Fot. A. Grabowska (2020 r.)  
Fig. 2. Toughness and plasticity test. Photo by A. Grabowska (2020)

Tab. 8. Kryteria opisu wytrzymałości w stanie suchym (De Graff, 2018)

Table 8. Criteria for the description of dry strength (De Graff, 2018)

Opis Descriptor	Kryteria Criteria
Brak (żadna) None	kulka suchego gruntu kruszy się podczas brania w palce <i>the dry specimen crumbles with mere pressure of handling</i>
Mała Low	kulka suchego gruntu kruszy się przy niewielkim nacisku palcami <i>the dry specimen crumbles with some finger pressure</i>
Średni Medium	kulka suchego gruntu rozpada się na kawałki lub kruszy przy dużym nacisku palcami <i>the dry specimen breaks into pieces or crumbles with considerable finger pressure</i>
Duża High	kulka suchego gruntu nie może być zniszczona w palcach; rozpada się położona na twardej powierzchni pod naciskiem kciuka <i>the dry specimen cannot be broken with finger pressure; specimen will break into pieces between thumb and the hard surface</i>
Bardzo duża Very high	kulka suchego gruntu położona na twardej powierzchni nie rozpada się pod naciskiem kciuka <i>the dry specimen cannot be broken between thumb and the hard surface</i>

wania czy pocierania nabiera połysku. Mydlane odczucie w dotyku oznacza, że grunt najprawdopodobniej zawiera substancje organiczne. Aby wykonać to badanie pocieramy opuszkami palców świeżą powierzchnię gruntu. Oprócz tego, możemy także rozetrzeć w palcach niewielką kulkę gruntu, najlepiej wilgotnego. Zdjęcia obrazujące wykonanie testu przedstawione są na rycinie 4.

### ZACHOWANIE W WODZIE

Zachowanie w wodzie jest kolejnym testem wykonywanym głównie w laboratorium, gdyż wymaga czasu. Aby je przeprowadzić, kulkę gruntu o średnicy ok. 25 mm i wilgotności naturalnej lub wysuszonej na powietrzu umieszczamy na dnie naczynia z czystą wodą o temperaturze pokojowej i obserwujemy szybkość rozpadu. Pył po zanurzeniu w wodzie rozpada się w ciągu kilku minut, natomiast il na rozpad potrzebuje znacznie więcej czasu (do kilkunastu godzin). Przebieg testu pokazano na fotografiach (ryc. 5).

### ZACHOWANIE W POWIETRZU

Badanie zachowania w powietrzu polega na rozsmarowaniu wilgotnego gruntu na płaskiej powierzchni bądź na dłoni. Rozsmarowany pył szybko wysycha (do kilku minut), a w stanie suchym przy pocieraniu pyli się. Z kolei il wysycha znacznie dłużej (do kilkudziesięciu minut), a przy pocieraniu w stanie suchym skleja się i formuje w płatki. Wykonanie testu pokazane jest na rycinach (ryc. 6).

### SPÓJNOŚĆ

Do wykonania testu z gruntu usuwamy ziarna żwiru i przygotowujemy kulkę o średnicy ok. 25 mm i o konsystencji plastycznej. Test wykonujemy ściskając kulkę po-



**Ryc. 3.** Test wytrzymałości w stanie suchym. Fot. A. Grabowska  
**Fig. 3.** Dry strength test. Photo by A. Grabowska



**Ryc. 4.** Test odczucia w dotyku. Fot. A. Grabowska  
**Fig. 4.** Feel test. Photo by A. Grabowska

między palcami i obserwując sposób jej odkształcenia. Pył pod naciskiem kruszy się, a il odkształca w sposób plastyczny. Test pokazano na fotografiach (ryc. 7).

#### PODSUMOWANIE

Norma PN-EN ISO 14688-1 wprowadza nowe zasady oznaczania i opisu gruntów. Cechuje się przede wszystkim nowym podejściem do gruntu, który jest traktowany jako mieszanina frakcji. Frakcja główna gruntów drobnoziarnistych (Cl lub Si) jest określana na podstawie ich zachowania plastycznego. Na rozróżnienie pyłu od łu jako frakcji głównej norma proponuje aż 8 testów.

Dotychczas, jak zaobserwowali autorzy, największą przeszkodą w poprawnym oznaczaniu i opisie gruntów drobnoziarnistych zgodnie z normą ISO jest silne przywiązanie do zasad opisu i klasyfikacji gruntów zgodnie z normami B. Dodatkowo, w bogatej literaturze fachowej dotyczącej norm ISO (Wysokiński, 1998; Gołębiewska, Wudzka, 2006, 2008; Jaros, Majer, 2006; Gołębiewska, 2007, 2008, 2011, 2012; Garwacka-Piórkowska, 2010; Tarnawski i in., 2011; Sulewska, 2016, 2017a, b, 2018; Pieczyrak, 2017; Straż, 2018; Tarnawski, 2017) często obecna jest tendencja do porównywania i poszukiwania korelacji pomiędzy normami ISO i wycofanymi normami B. Być może brakuje też ich wyraźnego rozgraniczenia jako zupełnie odrębnych metod badawczych.



**Ryc. 5.** Test zachowania w wodzie. Fot. A. Grabowska  
**Fig. 5.** Behaviour in water test. Photo by A. Grabowska



**Ryc. 6.** Test zachowania w powietrzu. Fot. A. Grabowska  
**Fig. 6.** Behaviour in air test. Photo by A. Grabowska



**Ryc. 7.** Test spójności. Fot. A. Grabowska  
**Fig. 7.** Cohesion test. Photo by A. Grabowska

Wdrożenie normy ISO w badaniach terenowych w zakresie oznaczania i opisu gruntów drobnoziarnistych wymaga przede wszystkim zapoznania się najnowszym, aktualnym wydaniem normy i oderwania się od zasad przedstawionych w normach B. Pomocnym będzie praktyczna nauka przeprowadzania testów na oznaczenie frakcji głównej (testy il-pył) oraz wykonanie dla nich badań odniesienia na gruntach wzorcowych. Ponadto, jadąc w teren, można zaopatrzyć się we wzorcowe tabelki z kryteriami opisu.

Artykuł powstał w ramach zadania Państwowej Służby Geologicznej pn. *Prowadzenie i aktualizacja bazy danych geologiczno-inżynierskich (BDGI) oraz właściwości fizycznych i mecha-*



nicznych 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 Panu dr. hab. Radosławowi Mieszkowskiemu za poświęcony czas i trud włożony w recenzowanie artykułu oraz cenne uwagi i komentarze.

## LITERATURA

- ASTM D6572-13e1 Standard Test Methods for Determining Dispersive Characteristics of Clayey Soils by Crumb Test. atlasy.pgi.gov.pl, dostęp: 18.02.2020 r.
- DE GRAFF J.V. 2018 – Soil Field Tests. [W:] Bobrowsky P.T., Marker B. (red.), Encyclopedia of Engineering Geology. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9\\_265](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73568-9_265), dostęp: 01.06.2021 r.
- 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): 44–55.
- 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 spoiстых według nowej normy PN-EN ISO i dawnej polskiej klasyfikacji. Zesz. Nauk. PBiałost., Budownictwo, 29: 69–78.
- PIECZYRAK J. 2017 – Klasyfikacja gruntów spoiowych: modyfikacja trójkąta Fereta. [W:] Bzówka J., Łupieżowicz M. (red.), Analizy i doświadczenia w geoinżynierii. Wyd. PŚl., 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 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 spoiowych 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 spoiowych według normy PN-EN ISO 14688. Biul. Państw. Inst. Geol., 446: 423–428.
- WYSOKIŃSKI L. 1998 – Problemy harmonizacji polskich norm grunto-owych z systemem europejskim. [W:] Liszkowski J. (red.), Mat. II Ogólnopol. Symp. Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce, Kiekrz k. Poznań, 28–30 maja 1998 r.
- [www.gddkia.gov.pl/frontend/web/userfiles/articles/z/zarzadzania-generalnego-dyrektor\\_31871/zarzadzenie%2022.pdf](http://www.gddkia.gov.pl/frontend/web/userfiles/articles/z/zarzadzania-generalnego-dyrektor_31871/zarzadzenie%2022.pdf), dostęp: 18.02.2020 r.
- [www.youtube.com/watch?v=Okk2HzPrGbg](http://www.youtube.com/watch?v=Okk2HzPrGbg), dostęp: 01.06.2021 r., 18, Dilatancy, wet shaking test, TCM 326, USMA Soil App, Anderson Engineering, YouTube
- 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://www.pgi.gov.pl/drogi), <http://rid.agh.edu.pl>, dostęp: 18.02.2020 r.

Praca wpłynęła do redakcji 14.06.2021 r.  
Akceptowano do druku 20.07.2021 r.