

Rozdział I

KLASYFIKACJE

1. Wprowadzenie

Za grunt budowlany, zgodnie z normą PN-86/B-02480, uznaje się tę część skorupy ziemskiej, która współpracuje lub może współpracować z obiektem budowlanym, stanowi jego element lub służy jako tworzywo do wykonania z niego budowli ziemnych. Zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-1:2002 (mającą zastąpić zarówno normę PN-86/B-02480, jak i normę PN-B-02481:1998) grunt określanym jest jako: „zespół cząstek w postaci osadu. Może też być rozdrobniony przez delikatne rozcieranie w ręce. Zawiera wodę i powietrze (a także niekiedy inne gazy)”. W geologii inżynierskiej, zarówno w języku polskim, jak i angielskim, zamiast określenia grunt budowlany bardzo często używa się skrótowo pojęcia grunt. W literaturze anglojęzycznej pojęciem grunt (*soil*) określa się tylko grunty bez trwałych wiązań krystalicznych, odpowiadające gruntom nieskalistym wg polskiej normy i wyróżnia równoległe pojęcie skały (*rock*), odpowiadające gruntom skalistym wg tej normy.

2. Klasyfikacja gruntów według polskiej normy

(PN-86/B-02480)

Na schemacie 1 przedstawiono klasyfikację gruntów według normy PN-86/B-02480, w zasadzie już nie obowiązującej. Klasyfikacja ta jest przestarzała i nie we wszystkich punktach nawiązuje do klasyfikacji gruntów stosowanych w większości krajów na świecie. Mimo to stosują ją prawie wszyscy zajmujący się badaniami gruntów i jest wykorzystywana w literaturze naukowej i dokumentacjach, zarówno inżyniersko-geologicznych, jak i geotechnicznych, wykonywanych do tej pory w Polsce. Klasyfikacja ta jest oparta na różnych kryteriach, dobieranych tak, aby na ich podstawie można było wyróżnić grupy gruntów o jednakowych lub zbliżonych cechach z punktu widzenia geologii inżynierskiej. Jednak powstała już polska wersja norm europejskich dotyczących oznaczania i klasyfikowania gruntów, które zalecają stosowanie nowej klasyfikacji. Zostanie ona omówiona w § 3.

W dotychczasowej normie, ze względu na pochodzenie, grunty dzieli się na antropogeniczne i naturalne.

Grunt antropogeniczny jest to grunt nasypowy utworzony z produktów gospodarczej lub przemysłowej działalności człowieka (odpady komunalne, poflotacyjne itp.) w wysypiskach, zwałowiskach, budowlach ziemnych itp.

Grunty naturalne – to grunty, których szkielet powstał w wyniku procesów geologicznych. Dzieli się je ze względu na pochodzenie na: grunty rodzime i grunty nasypowe.

Za *grunt nasypowy* należy uznać grunt naturalny przerobiony w wyniku działalności człowieka, np. w wysypiskach, zwałowiskach, budowach ziemnych.

Grunty nasypowe dzieli się ze względu na pochodzenie na:

nasyp budowlany (NB) – grunt powstały wskutek kontrolowanego procesu technicznego, np. w budowach ziemnych,

nasyp niebudowlany (NN) – grunt powstały w sposób niekontrolowany, np. w zwałowiskach czy wysypiskach.

Przez pojęcie *grunt rodzimy* rozumie się grunt, który znajduje się w miejscu powstania w wyniku procesów geologicznych.

Ze względu na zawartość substancji organicznej grunty rodzime dzieli się na grunty mineralne i grunty organiczne.

Grunty mineralne są to grunty rodzime nie zawierające więcej niż 2% substancji organicznej. Ze względu na wytrzymałość (odkształcenie podłoża) grunty mineralne dzieli się na grunty skaliste mineralne i grunty nieskaliste mineralne.

Grunty skaliste – to grunty rodzime lite lub spękane o nie przesuniętych blokach (przy czym najmniejszy wymiar bloku musi przekraczać 10 cm), których próbki nie wykazują zmian objętości ani nie rozpadają się pod działaniem wody destylowanej i mają wytrzymałość na ściskanie $R_c > 0,2$ MPa.

Według N.R. Morgensterna i K.D. Eigenbroda (1974)* graniczne wartości dla skały i gruntu zawierają się w przedziale wytrzymałości od ok. 0,7 do ok. 7,0 MPa, według schematu przedstawionego w tabeli 1.

Tab. 1. Podział na skały i grunty (wg N.R. Morgensterna i K.D. Eigenbroda, 1974)

Wytrzymałość			
~0,7 MPa		3,6 MPa	~0,7 MPa
Spadek wytrzymałości po nawilgoceniu			
GRUNTY	>60%	←	<40% SKAŁA
	← margins →		

Grunty skaliste dzieli się ze względu na ich wytrzymałość na ściskanie, wyróżniając: grunt skalisty twardy (ST), o wytrzymałości na ściskanie $R_c > 5$ MPa, grunt skalisty miękki (SM), o wytrzymałości na ściskanie $R_c \leq 5$ MPa.

Gruntem nieskalistym mineralnym nazywa się grunt, którego nie można zaliczyć do gruntów skalistych (a więc jest rozdrobniony, bez silnych wiązań krystalicznych), w którym zawartość części organicznych wynosi 2% lub jest mniejsza.

Podział gruntów nieskalistych mineralnych jest oparty na ich uziarnieniu. Podstawą tej klasyfikacji jest procentowa zawartość poszczególnych frakcji w danym gruncie i ich

* N.R. Morgenstern, K.D. Eigenbrod *Classification of argillaceous soils and rocks*. J.G.E.D. ASCE, Vol. 100, GT 10, 1974.

** Średnica zastępcza jest to średnica cząstki kulistej o tej samej gęstości właściwej co cząstka gruntowa, opadającej w wodzie z taką samą prędkością jak rzeczywista cząstka gruntowa.

Tab. 2. Frakcje gruntów nieskalistych (wg PN-86/B-02480)

Nazwa frakcji		Symbol frakcji	Zakres średnic zastępczych d , mm
KAMIENIE	Kamienista	f_k	$d > 40$
ZIARNA	Żwirowa	f_z	$40 \geq d > 2$
	Piaskowa	f_p	$2 \geq d > 0,05$
CZĄSTKI	Pyłowa	f_π	$0,05 \geq d > 0,002$
	łłowa	f_i	$0,002 \geq d$
	Piaskowa zredukowana	f_p'	$f_p' = \frac{f_p}{100 - (f_k + f_z)} \cdot 100$
	Pyłowa zredukowana	f_π'	$f_\pi' = \frac{f_\pi}{100 - (f_k + f_z)} \cdot 100$
	łłowa zredukowana	f_i'	$f_i' = \frac{f_i}{100 - (f_k + f_z)} \cdot 100$

wzajemny stosunek. Przez pojęcie frakcja uziarnienia rozumie się zbiór wszystkich ziam (cząstek) gruntu nieskalistego o średnicach zastępczych (d)** znajdujących się w określonym zakresie wielkości. Podział frakcji przedstawia tabela 2.

Tabela 3 zawiera klasyfikację gruntów nieskalistych opartą na wielkości uziarnienia tych gruntów wg PN-86/B-02480; w przypadku gruntów kamienistych wprowadzono dodatkowy podział ze względu na genezę.

Grunty organiczne dzieli się podobnie jak grunty mineralne na grunty organiczne skaliste i grunty organiczne nieskaliste.

Grunty organiczne skaliste dzieli się ze względu na stopień ich uwęglenia na węgiel brunatny i węgiel kamienny.

Gruntem nieskalistym organicznym nazywa się grunt rodzimy, w którym zawartość części organicznych (I_{om}) jest większa niż 2%. Podział tych gruntów (wg PN-86/B-02480) został dokonany częściowo na podstawie procentowej zawartości części organicznych oraz innych domieszek i ich genezy. Jest on jednak obarczony pewnymi błędami, zwłaszcza przy opisie kryteriów wydzielania.

Zgodnie z tym podziałem wyróżnia się następujące grupy nieskalistych gruntów organicznych:

grunty próchniczne – grunty nieskaliste zawierające ponad 2% części organicznych pochodzenia roślinnego (obumarłej flory i mikrofauny),

namuły – grunty powstałe w wyniku osadzania się substancji mineralnych i organicznych w środowisku wodnym; piaszczyste lub gliniaste,

gytie – namuły o zawartości węgla wapnia ponad 5%, który może wiązać szkielet gruntu, nadając mu charakter gruntu skalistego o niskiej wartości wytrzymałości na ściskanie R_c . (Taka definicja gytii nie odpowiada żadnej dotąd publikowanej, niezależnie, czy podają ją geolodzy, geografowie czy gleboznawcy. Nie wszystkie gytie zawierają ponad 5% węgla wapnia i nie zawsze – a raczej bardzo rzadko – nadaje on gytiom charakter gruntu skalistego, nawet po wyschnięciu. Wręcz przeciwnie, gytie określa się zwykle makroskopowo jako „galaretowatą masę”),

torfy – grunty powstałe z obumarłych i podlegających stopniowej karbonizacji części roślinnych o zawartości części organicznych na ogół ponad 30%.

Tab. 3. Klasyfikacja gruntów nieskalistych mineralnych (na podstawie normy PN-86/B-02480)

Grunt	Nazwa gruntu	Symbol	Uziarnienie	Dodatkowe kryteria lub nazwy	
Kamienisty $d_{50} > 40$ mm	zwietrzelina	KW	$f_i \leq 2\%$	grunty występujące w miejscu wietrzenia skały w stanie nienaruszonym	
	zwietrzelina gliniasta	KWg	$f_i > 2\%$		
	rumosz	KR	$f_i \leq 2\%$	grunt występuje poza miejscem wietrzenia skały pierwotnej, lecz nie podlegał procesom transportu i osadzenia w wodzie	
	rumosz gliniasty	KRg	$f_i > 2\%$		
	otoczaki	KO		grunt osadzony w wodzie	
Gruboziarnisty $d_{50} \leq 40$ mm $d_{90} > 2$ mm	żwir	Ż	$f_i \leq 2\%$	$f_k + f_z > 50\%$	
	żwir gliniasty	Żg	$f_i > 2\%$		
	pospółka	Po	$f_i \leq 2\%$	$50\% \geq f_k + f_z > 10\%$	
	pospółka gliniasta	Pog	$f_i > 2\%$		
Niesposity (syпки) $I_p \leq 1\%$			Zawartość frakcji %		
			> 2 mm	$> 0,5$ mm	$> 0,25$ mm
	piasek gruby	Pr	< 10	> 50	— $d_{50} > 0,5$ mm
	piasek średni	Ps	< 10	< 50	$0,5$ mm $\geq d_{50} > 0,25$ mm
	piasek drobny	Pd	< 10	< 50	$d_{50} \leq 0,25$ mm
	piasek pylisty	Pπ	< 10	< 10	$f_p = 68-90\%$; $f_{\pi} = 10-30\%$; $f_i = 0-2\%$

Drobnoziaźnistość $d_{90} \leq 2 \text{ mm}$

Spoistość
 $I_p > 1\%$

		f_p	f_{π}	f_i	I_p
piasek gliniasty	Pg	60-98	0-30	2-10	mało spoiste: $1\% < I_p \leq 10\%$
pył piaszczysty	πp	30-70	30-70	0-10	
pył	π	0-30	60-100	0-10	
glina piaszczysta	Gp	50-90	0-30	10-20	średnio spoiste: $10\% < I_p \leq 20\%$
glina	G	30-60	30-60	10-20	
glina pylasta	G π	0-30	50-90	10-20	
glina piaszczysta zwięzła	Gpz	50-80	0-30	20-30	zwięzła spoiste $20\% < I_p \leq 30\%$
glina zwięzła	Gz	20-50	20-50	20-30	
glina pylasta zwięzła	G πz	0-30	50-80	20-30	
il piaszczysty	Ip	50-70	0-20	30-50	bardzo spoiste $I_p > 30\%$
il	I	0-50	0-50	30-100	
il pylasty	I π	0-20	50-70	30-50	

Tak więc problem klasyfikacji inżyniersko-geologicznej gruntów organicznych pozostaje nadal otwarty.

Z genetycznego punktu widzenia grunty organiczne można podzielić na:

grunty (skaty) o różnej genezie, pochodzenia lądowego lub wodnego wzbogacone, zwykle wtórnie (postsedymentacyjnie), w próchnicę lądową. Mieszczą się one w grupie gruntów próchnicznych wg normy PN-86/B-02480 i dość zasadniczym problemem jest ustalenie górnej zawartości substancji organicznej, jaka może w nich występować oraz jej charakteru;

mady – utwory facji powodziowej, zawierające różną ilość substancji organicznej, stąd też teoretycznie można je włączyć do wyżej wymienionej grupy;

grunty organiczne pochodzenia wodnego – bagienne – torfy o zawartości substancji organicznej już od 20%;

grunty organiczne pochodzenia wodnego – jeziorne – ogólnie uznawane za gytie, o zawartości substancji organicznej już od 2% i zmiennym stosunku ilościowym pozostałych dwóch składników: węglanu wapnia i części mineralnych – bezwęglanowych;

grunty (skaty) organiczne o różnym stopniu przeobrażenia polegającego na uwęgleniu substancji organicznej, zachodzącym pod wpływem różnych czynników – węgle brunatne, węgle kamienne.

Grunty zaliczone do każdej z tych grup charakteryzują się odrębnymi właściwościami wynikającymi z ich genezy i powinny być traktowane oddzielnie ze względu na różny charakter występującej w nich substancji organicznej, stosunki wodne, teksturę, a także różny charakter substancji mineralnej. Grunty próchniczne i mady, zwłaszcza te o niskiej zawartości substancji organicznej (do 3-4%), są na ogół badane podobnie jak grunty mineralne, z uwzględnieniem oczywiście zawartości substancji organicznej. Przy badaniu tych gruntów korzysta się zwykle z zawartych w normach budowlanych metod i niekiedy klasyfikacji.

Specyfika badań, wynikająca z genezy i właściwości innych gruntów organicznych, nie znalazła do tej pory miejsca w normach. Wielu badaczy podjęło trud ustalenia klasyfikacji gruntów organicznych (S. Zawadzki, 1970; A. Kłębek, 1980; A. Bartoszewicz, 1988; M. Długaszek, 1990). Są to jednak klasyfikacje niepełne, dotyczące tylko poszczególnych grup gruntów organicznych. Do tej pory nie powstała ogólna klasyfikacja wszystkich gruntów organicznych, uwzględniająca w obrębie wydzielonych genetycznie typów, podziały w zależności od głównych cech (zawartości substancji organicznej, wilgotności czy innych). Najbliższa tym wymaganiom jest klasyfikacja zaproponowana w 1988 r. przez W. Wolskiego (*Embankments on Organic Soils*, 1996). Stosunkowo pełne klasyfikacje gruntów organicznych są stosowane w gleboznawstwie. Kryteria tych podziałów nie odpowiadają jednak celom inżyniersko-geologicznym.

Szersze omówienie różnych klasyfikacji gruntów organicznych przedstawiono w rozdziale XVI.

3. Klasyfikacja gruntów według norm europejskich

(PN-EN ISO 14688-1; PN-EN ISO 14688-2)

Zgodnie z polską wersją Norm Europejskich (PN-EN ISO 14688-1; PN-EN ISO 14688-2), będącą dokładnym ich tłumaczeniem dokonany przez Polski Komitet Nor-