

Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO

W roku 2005 Polski Komitet Normalizacyjny przesłał do ankietyzacji projekt dwuczęściowej normy, dotyczącej oznaczania i klasyfikowania gruntów. Część 1 normy, obejmująca procedury makroskopowego opisu gruntu została przyjęta jako norma międzynarodowa przez CEN (Comite Europeen de Normalisation) w 2002 r., a część 2, zawierająca zasady klasyfikacji gruntów, została akceptowana w 2004 r. Obie części zostały opracowane przez Komitet Techniczny ISO/TC 182 „Geotechnika” (Geotechnics) we współpracy z Komitetem Technicznym CEN/TC 341 „Badanie i Rozpoznanie Geotechniczne” (Geotechnical Investigation and Testing), którego sekretariat jest prowadzony przez DIN. Normy opracowano w trzech oficjalnych wersjach językowych: angielskiej, francuskiej i niemieckiej. Wersja w każdym innym języku, tłumaczona na odpowiedzialność danego członka CEN i notyfikowana w Centrum Zarządzania CEN, ma ten sam status, co wersje oficjalne.

Przedstawione do ankietyzacji dwie części normy są tłumaczeniem – bez jakichkolwiek zmian – angielskich wersji norm europejskich EN ISO 14688-1:2002 i EN ISO 14688-2:2004, będących kopiami norm międzynarodowych ISO-14688-1:2004 i ISO 14688-2:2004. Wymienione normy wraz z opracowywaną normą EN ISO 14689-1 (oznaczanie i opis skał) zastąpią normę PN-86/B-02480. Norma 14688-2 zawiera krajowy załącznik informacyjny NB, w którym podano nazwy polskich gruntów w zależności od ustalonych symboli klasyfikacji gruntów oraz szczegółowe zasady opisu próbek gruntów zgodnie z podaną klasyfikacją (cytat z przedmowy krajowej w normie PN-EN ISO 14688-2).

Wymienione normy europejskie powinny uzyskać status normy krajowej przez opublikowanie identycznego tekstu lub uznanie najpóźniej do lutego 2003 r. (część 1) i najpóźniej do stycznia 2005 r. (część 2). Wymienione normy wraz z załącznikiem krajowym zostały opracowane przez Komitet Techniczny ds. Geotechniki, ale dotychczas nie zostały zatwierdzone przez Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Zgodnie z przepisami wewnętrznymi CEN/CENELEC do wprowadzenia niniejszej normy europejskiej są zobowiązane krajowe jednostki normalizacyjne następujących państw: Austrii, Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Islandii, Luksemburga, Malty, Niemiec, Norwegii, Portugalii, Republiki Czeskiej, Szwajcarii, Włoch i Zjednoczonego Królestwa. (Polska nie jest wymieniona?)

W niniejszym artykule przedstawione zostaną zasady opisu gruntu według wyżej wymienionych norm i zestawione będą różnice w klasyfikacji gruntu zgodnie z normą PN-86/B-02480 i według norm EN ISO 14688 cz. 1 i 2, zwanych dalej w skrócie PN i ISO.

Ponadto przedstawione zostanie porównanie gruntów z klasyfikacji ISO z nazwami gruntów z klasyfikacji PN oraz uwagi krytyczne do klasyfikacji ISO.

RÓŻNICE W KLASYFIKACJI GRUNTÓW WEDŁUG PN I ISO

Różnice w klasyfikacji gruntów według PN i ISO zestawione zostały w tab. 1. W trzeciej kolumnie podano stronę w normie ISO, na której występuje określona zmiana w stosunku do normy PN. W kolumnie 1 jest zapis danej informacji według normy PN, a w kolumnie 2 odpowiednik tej samej lub podobnej informacji w normie ISO.

Zasadniczą zmianą w podejściu do opisu gruntu według ISO jest przypisanie większego znaczenia makroskopowemu rozpoznaniu gruntów niż miało to miejsce w PN. Według ISO inne są próby makroskopowe do określenia rodzaju gruntu spoistego, prostszy jest sposób określenia stanu gruntu; tylko na podstawie odkształcalności gruntu. Nie ma potrzeby wykonywania pracochłonnego waleczkowania gruntu – próba waleczkowania stosowana jest tylko do oznaczenia granicy plastyczności i granicy spoistości.

Trudną zmianą jest zasada określenia rodzaju gruntu; w analizie makroskopowej ta zmiana nie jest tak kłopotliwa, natomiast określenie rodzaju gruntu w oparciu o zawartość frakcji jest dość złożone, gdyż nie ma tabeli z zawartościami frakcji, odpowiadającymi danemu rodzajowi gruntu. Określenie rodzaju gruntu dokonuje się w drodze graficznej interpretacji na trójkącie (zwanym tutaj trójkątem ISO) i ściśle z nim związanym diagramie. Norma PN wyróżniała łącznie 20 gruntów gruboziarnistych i drobnoziarnistych, a w normie ISO gruntów z obu grup jest 32. Ponadto są zmiany mniejszej wagi, takie jak: nieco inne granice frakcji klasyfikacyjnych gruntu, piaski zaliczono do gruntów gruboziarnistych, wprowadzono dodatkowy stan gruntu niespoistego – bardzo luźny, stan płynny gruntu spoistego określa się już od $I_p > 0,75$, nie ma wyróżnionych stanów uwilgotnienia gruntów według stopnia wilgotności.

DIAGRAMY BLOKOWE KLASYFIKACJI GRUNTÓW

W obu normach przedstawiono system krokowego dochodzenia do określenia rodzaju gruntu w formie schematu blokowego. Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy w normie PN z naniesionymi zmianami według normy ISO, a na rys. 2 schemat blokowy w normie ISO. Na rys.3 wyszczególniono fragment ogólnego schematu blokowego normy ISO, dotyczący gruntów najczęściej występujących w zadaniach geotechnicznych, tj. gruntów gruboziarnistych i gruntów drobnoziarnistych.

OKREŚLENIE RODZAJU GRUNTU

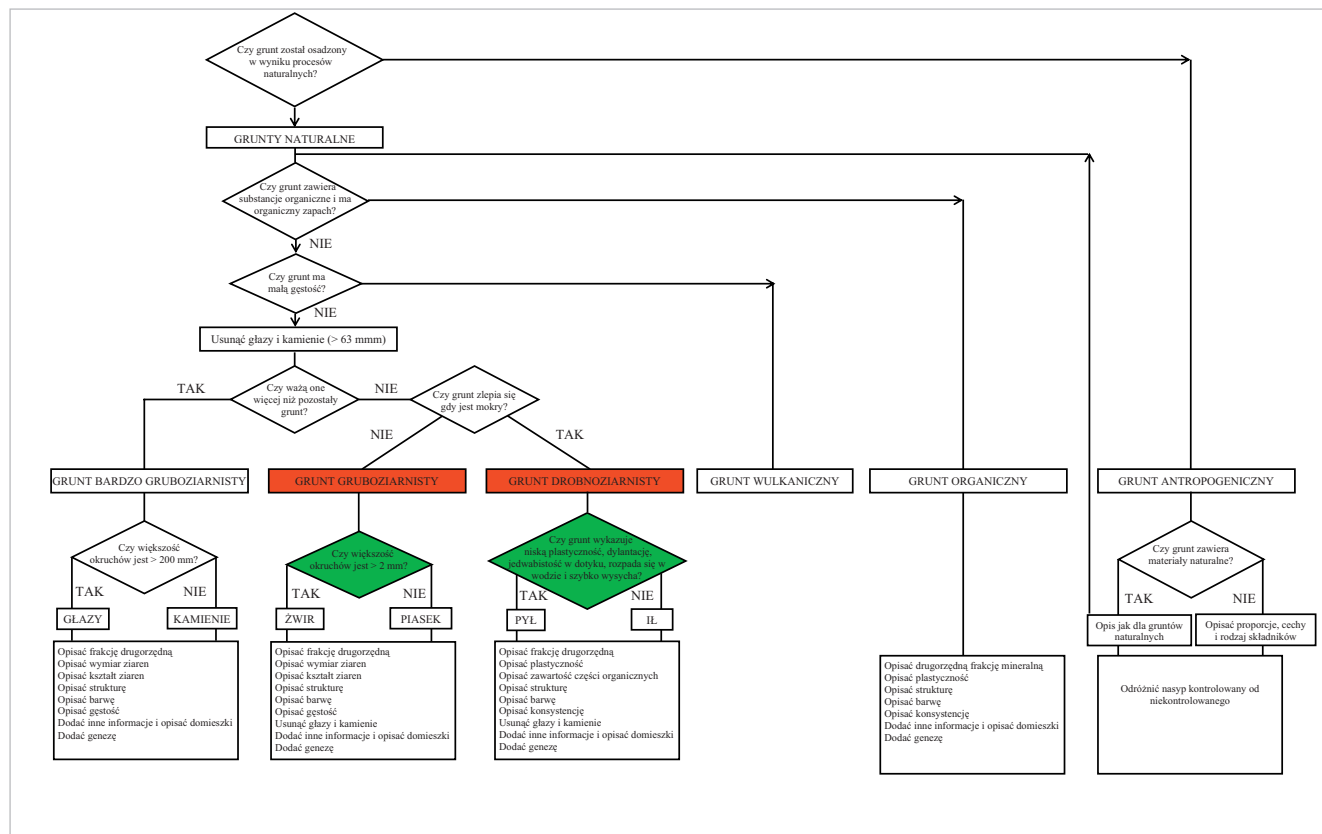
Frakcje klasyfikacyjne gruntu według PN i ISO

Porównanie frakcji według PN i ISO przedstawiono w tab. 2 i na rys. 4. Frakcje: ilowa, pyłowa, piaszkowa, żwirowa w zasadzie pozostają niemal zgodne z frakcjami według PN; zmieniły się jedynie granica frakcji pyłowej z ilową z 0,05 mm na 0,063 mm i granica frakcji żwirowej z kamienistą z 40 mm na 63 mm. Wprowadzono ponadto trzy podfrakcje w obrębie każdej frakcji. Wartość średnic na granicy poszczególnych frakcji i podfrakcji ma zawsze te same cyfry znaczące: 2 lub 6,3. Frakcja kamienista według PN nie ma swojego odpowiednika w nazwie frakcji

Tab. 1. Różnice w klasyfikacji gruntów według PN-86/B-02480 i PN-EN ISO 14688

PN-86/B-02480	PN-EN ISO 14688	Strona w normie ISO
Granice frakcji klasyfikacyjnych		
$f_z = 2 \div 40$ mm $f_{z'} = 0,05 \div 2$ mm $f_p = 0,002 \div 0,05$ mm $f_{pi} < 0,002$ mm	$Gr = 2 \div 63$ mm $Sa = 0,063 \div 2$ mm $Si = 0,002 \div 0,063$ mm $Cl < 0,002$ mm	Cz. 1 str. 5
Są grunty nasypowe Nie ma gruntów wulkanicznych Są grunty skaliste Piaski są w grupie gruntów drobnoziarnistych Podział gruntów w/g stopnia wilgotności Jest podział w/g aktywności koloidalnej	Nie ma gruntów nasypowych Są grunty wulkaniczne Nie ma gruntów skalistych (są w normie EN ISO 14689-1) Piaski są w grupie gruntów gruboziarnistych Nie ma Nie ma	Cz. 1 str. 6
Nazwy gruntów System określenia nazwy gruntu		
Określenie rodzaju gruntu na podstawie zawartości frakcji		
Kryteria zawartości frakcji w poszczególnych gruntach podane są w tabeli lub na trójkącie Fereta.	Rodzaj gruntu określa się graficznie na podstawie konstrukcji złożonej z trójkąta i diagramu.	
Makroskopowe określenie rodzaju gruntu		
Zawartość frakcji gruboziarnistych (żwir, piasek) określa się wizualnie. Zawartość frakcji piaszczystej w gruncie drobnoziarnistym określa się przez rozcieranie gruntu w wodzie. Zawartość frakcji ilowej szacuje się pośrednio na podstawie spoistości określanej w próbie wałeczowania.	Frakcja główna (tj. frakcja, która dominuje w danym gruncie) – określa właściwości inżynierskie gruntu. Frakcje: drugorzędna i kolejne nie określają właściwości inżynierskich gruntu, lecz mają na nie wpływ. W gruncie frakcją główną stanowi żwir lub piasek, jeśli wzrokowo ocenia się przewagę danej frakcji w masie gruntu. W gruncie frakcją główną stanowi pył lub il, jeśli wytrzymałość gruntu w stanie suchym jest większa niż „mała” (według rozdz. 5.6 cz.1), bądź spoistość gruntu wilgotnego jest większa niż „mała” (według rozdz. 5.8, cz. 1). Ustalenie, czy frakcją dominującą jest pył czy il, następuje w wyniku przeprowadzenia prób na wytrzymałość (rozdz. 5.6, cz. 1), spoistość (rozdz. 5.8, cz. 1), wstrząsanie (rozdz. 5.7, cz. 1) i rozcieranie (rozdz. 5.9, cz. 1).	Cz.1 str. 7
Zmiana terminów		
Spoistość	Plastyczność	Cz. 1 str. 8
Torf Namuł Grunt próchniczny Gytia	Torf - Humus Gytia	Cz. 1 str. 9
Nie ma terminów określających kształt ziaren	Jest 11 terminów określających kształt ziaren	Cz. 1 str. 10
Określenie barwy gruntu		
Jest zasada podania kolejności odcienia i barwy dominującej.	Brak zasady określania barwy; jest zalecenie stosowania wzorcowej skali barw, ale nie ma tej skali w normie.	Cz. 1 str. 11
Nie ma podziału gruntu według wytrzymałości na ścinanie.	Wyróżnia 3 klasy wytrzymałości na ścinanie gruntu.	Cz. 1 str. 11
Zasada określenia – makroskopowo – rodzaju gruntu spoistego		
Próba rozcierania gruntu w wodzie – zawartość piasku. Próba wałeczowania – spoistość i pośrednio zawartość frakcji ilowej.	4 próby dla określenia frakcji głównej: pył czy il, tj. próba wytrzymałości, próba wstrząsania gruntu wilgotnego, próba plastyczności (spoistości), próba na zawartość piasku, pyłu i łu.	Cz. 1 str. 12
Makroskopowe określenie zawartości $CaCO_3$		
20% roztwór HCl > 5% burzy się intensywnie i długo 3÷5% burzy się intensywnie i krótko 1÷3% burzy się słabo < 1% nie burzy się	10% roztwór HCl ++ pieni się intensywnie + pieni się lekko 0 nie pieni się	Cz. 1 str. 11 i 12

Makroskopowe określenie stanu gruntu		
Próba wałeczkowania – liczba wałeczkowań do pojawienia się spękań wałeczka.	Według stopnia odkształcalności.	Cz. 1 str. 13
Zmiana nazw stanów gruntu		
Półzwały Zwały	Zwały Bardzo zwały	
Wskaźnik różnoziarnistości C_u		Cz. 2 str. 8
$C_u \geq 5$ grunt niejednorodnie uziarniony $C_u \leq 5$ grunt jednorodnie uziarniony	$C_u > 15$ grunt wielofrakcyjny $C_u = 6 \div 15$ grunt kilkufrakcyjny $C_u < 6$ grunt jednofrakcyjny	
Spoistość. Podział według I_p [%]: niespoiste ≤ 1 mało spoiste $1 \div 10$ średnio spoiste $10 \div 20$ spoiste zwarte $20 \div 30$ bardzo spoiste > 30	Plastyczność. Brak liczbowego kryterium podziału. Podział tylko na podstawie prób makroskopowych. nieplastyczny mało plastyczny średnio plastyczny bardzo plastyczny	Cz. 2 str. 8
Podział gruntów według zawartości części organicznych I_{om} [%]		Cz. 2 str. 9
> 2 namuły > 5 gytie, namuły > 30 torfy	$2 \div 6$ nisko organiczny $6 \div 20$ organiczny > 20 wysoko organiczny	
Stany zagęszczenia gruntów niespoistych; podział według I_p		Cz. 2 str. 9
$< 0,33$ luźny $0,33 \div 0,67$ średnio zagęszczony $0,67 \div 0,80$ zagęszczony $> 0,80$ bardzo zagęszczony	$0 \div 15\%$ bardzo luźne $15 \div 35\%$ luźne $35 \div 65\%$ średnio zagęszczone $65 \div 85\%$ zagęszczone $85 \div 100\%$ bardzo zagęszczone	
Podział gruntów drobnoziarnistych (pyłów i ilów) według wytrzymałości bez odpływu c_u		Cz. 2 str. 9
Nie ma	Wyróżnia 7 klas gruntów: od $c_u < 10\text{kPa}$ do $c_u > 300\text{kPa}$	
Stany gruntów spoistych, podział według I_L : płynny $> 1,00$ miękkoplastyczny $0,51 \div 1,00$ plastyczny $0,26 \div 0,50$ twardoplastyczny $0,00 \div 0,25$ półzwały $I_L < 0 \quad w_s < w_n < w_p$ zwały $I_L < 0 \quad w_n < w_s$	Konsystencje gruntów drobnoziarnistych (pyłów i ilów), podział według I_L lub I_c płynna $> 0,75$ lub $< 0,25$ miękkoplastyczna $0,50 \div 0,75$ lub $0,25 \div 0,50$ plastyczna $0,25 \div 0,50$ lub $0,50 \div 0,75$ twardoplastyczna $0,00 \div 0,25$ lub $0,75 \div 1,00$ zwarta < 0 lub $> 1,01$ bardzo zwarta < 0 lub $> 1,01$	Cz. 2 str. 10
Jest podział gruntów według S_r : suchy $S_r = 0$ mało wilgotny $0,01 \div 0,40$ wilgotny $0,41 \div 0,80$ nawodniony $0,81 \div 1,00$	Norma stwierdza, że można stosować dalsze podziały w/g p_{ar} , aktywności koloidalnej, składu mineralnego, stopnia wilgotności S_r , przepuszczalności, wskaźnika ściśliwości C_c , wskaźnika pęcznienia, CaCO_3 ; nie ma kryteriów podziału.	Cz. 2 str. 11
Rodzaje gruntów		Cz. 2 str. 14
$I\pi, I, I_{p'}$ $G\pi z, G_z, G_{pz'}$ $G\pi, G, G_{p'}$ $\pi, \pi_{p'}, P_{p'}$ $P\pi, P_{p'}, P_{s'}, P_r$ $P_{p'}, P_{og'}, Z, Z_g$ $\Sigma = 20$ KW, KW_g R, R_g O Określenie rodzaju gruntu według zawartości frakcji (tabela) lub według trójkąta Fereta	$Cl, siCl, clSi, Si,$ $saCl, sasiCl, saclSi, saSi$ $clSa, siSa, Sa$ $grCl, grsiCl,$ $grclSi, grSi$ $sagrCl, sagrSi, grsaCl, grsaSi,$ $sagrclS, sagrsiS, grsaclS, grsasiS,$ $clGr, siGr, saclGr, sasiGr, grclSa,$ $grsiSa, Gr, saGr, grSa$ $\Sigma = 32$ Te grunty będą ujęte w normie ISO (Oznaczenie i opis skał, EN ISO 14689-1). Określenie rodzaju gruntu według zawartości frakcji tylko według trójkąta i diagramu ISO	



Rys. 2. Schemat blokowy klasyfikacji gruntów według ISO

według ISO; w normie ISO zachowała się tylko nazwa podfrakcji – gruntów bardzo gruboziarnistych – kamienista. Decydujące o rozróżnieniu piasków podfrakcji według PN zmieniły nieznacznie swoje granice według ISO; tam, gdzie cyfrą znaczącą na granicy podfrakcji była cyfra 5 zmieniła się ona na 6,3, a cyfra znacząca 2,5 zmieniła się na 2.

Odczuwa się brak ogólnej, jednowyrazowej nazwy obejmującej frakcje: kamienie, glazy, duże glazy.

Rodzaj gruntu

O nazwie gruntu decyduje frakcja główna, tj. frakcja o przeważającej masie w danym gruncie. Zapisuje się ją rzeczownikiem na początku nazwy gruntu. Większość gruntów składa się z frakcji głównej i frakcji drugorzędnych. Frakcję drugorzędną i ewentualnie kolejne wymienia się wtedy, gdy uznajemy, że mogą one mieć wpływ na właściwości inżynierskie gruntu i wówczas zapisuje się ją przymiotnikowo za frakcją główną np. żwir piaszczysty (saGr), il pylasty (siCl) lub ze spójnikiem „z” np. piasek z drobnym żwirem (fgrSa), żwir drobny z piaskiem (saFGr) lub z wyrazem „domieszka”, np. pył z piaskiem grubym z domieszką żwiru drobnego (fgrsaSi). Jak można zauważyć powyżej, w oznaczeniach literowych stosuje się odwrotną kolejność wymieniania frakcji: na początku podaje się frakcje drugorzędne w kolejności ważności (od mniej do bardziej ważnej), zapisywane małymi literami, a na końcu frakcję główną, zapisywaną dużymi literami. Grunty stanowiące przewarstwienia wymienia się za frakcją główną; w oznaczeniach literowych grunt przewarstwienia podaje się za frakcją główną, małymi literami podkreślonymi: np. il pylasty przewarstwiony piaskiem (siCl_{sa}). Jeśli grube frakcje drugorzędne występują w wyjątkowo małej lub dużej ilości, określenia mało („slightly”) lub dużo („very”), powinny poprzedzać termin kwalifikujący. W normie nie podano symbolu dla tych oznaczeń ani przykładu opisowego gruntu z dużą lub małą zawartością frakcji drugorzędnej.

MAKROSKOPOWE OKREŚLENIE RODZAJU GRUNTU

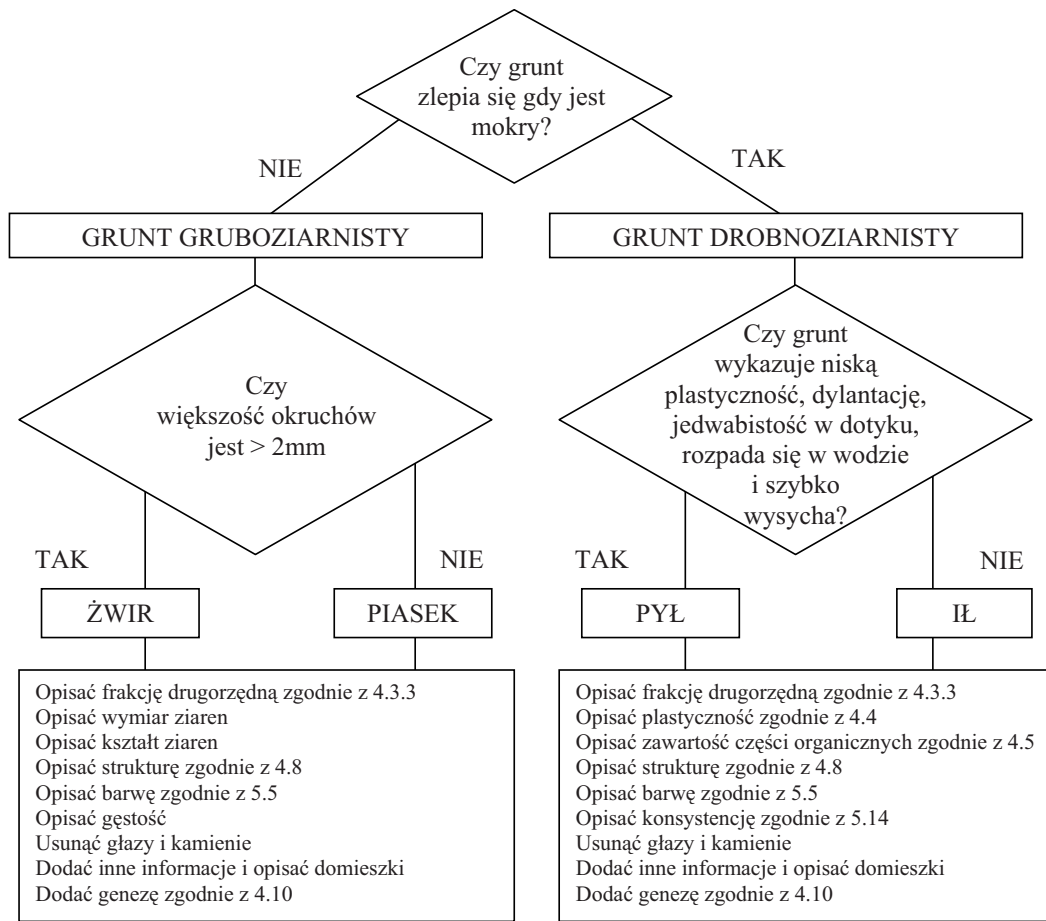
Rozpoznanie gruntu niespoistego

W normie ISO nie eksponuje się podziału na grunty spoiste i niespoiste. Do gruntów niespoistych w rozumieniu PN, według ISO zalicza się grunty gruboziarniste (żwiry i piaski) i grunty bardzo gruboziarniste (kamienie, glazy i duże glazy). Żwiry i piaski dzielą się na grube, średnie i drobne. O nazwie gruntu decyduje frakcja główna, tj. frakcja o przeważającej masie. Frakcją główną może być żwir, jeśli w badanym gruncie przeważają w nim ziarna w przedziale średnic od 2 mm do 63 mm lub może nią być np. żwir średni, jeśli dominują w nim ziarna w przedziale średnic od 6,3 mm do 20 mm. Frakcję drugorzędną i ewentualnie kolejne podaje się w nazwie gruntu wówczas, gdy uznajemy, że mogą one mieć wpływ na właściwości inżynierskie gruntu. Frakcje drugorzędne są umieszczane w nazwie gruntu w drugiej kolejności ze spójnikiem „z” lub wyrazem „domieszka”. W oznaczeniach literowych nazwy gruntu - odwrotnie, frakcje drugorzędne umieszcza się na początku, stosując małe litery, a frakcję główną umieszcza się na końcu używając dużych liter. Poniżej przedstawiono kilka przykładów nazw gruntu: żwir piaszczysty (saGr), żwir drobny z piaskiem grubym (csaFGr), piasek gruby ze żwirem drobnym (fgrCSa), żwir z piaskiem średnim i domieszką pyłu (simsaGr). Jeśli w gruncie występują dwie frakcje w przybliżeniu w równych proporcjach, pomiędzy odnośnymi nazwami umieszcza się ukośnik, np. żwir/piasek Gr/Sa lub piasek drobny/piasek średni (FSa/MSa).

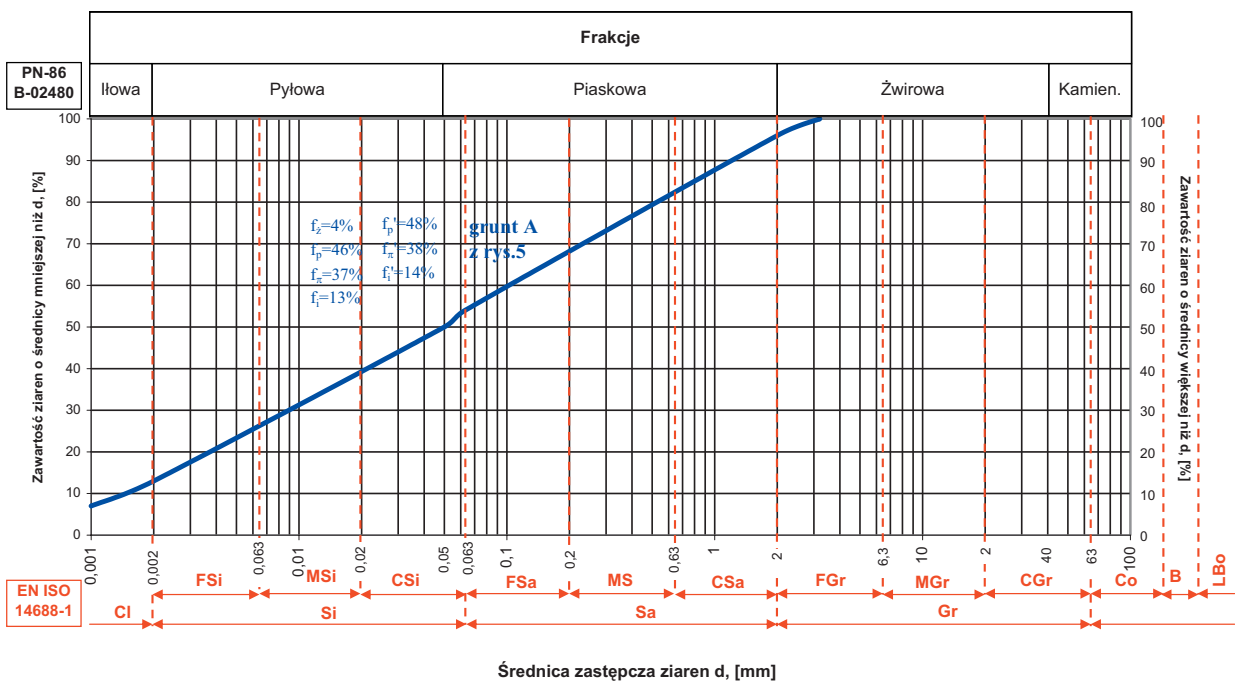
Rozpoznanie gruntu spoistego

Jak powiedziano wyżej w normie ISO nie eksponuje się terminu grunty spoiste. Słowo „spoiste” zostało zastąpione słowem „plastyczne”. Do gruntów spoistych w rozumieniu normy PN zalicza się według normy ISO grunty drobnoziarniste, to znaczy pyły i ily.

Określenie nazwy gruntu drobnoziarnistego, tj. stwierdzenie



Rys. 3 Fragment schematu blokowego klasyfikacji gruntów (w/g ISO) dotyczący gruntów gruboziarnistych i drobnoziarnistych (obszary czerwone i zielone z rys.2)



Rys. 4. Frakcje klasyfikacyjne według PN i ISO

PN-EN ISO 14688-1				PN-86/02480			
Grunty	Fracje	Sym-bol	Wymiary cząstek [mm]	Wymiary cząstek [mm]	Sym-bol	Fracje	Grunty
BARDZO GRUBOZIARNISTE	Duże głazy (Large boulder)	LBo	>630				KAMIENISTE
	Głazy (Boulder)	Bo	>200-630				
	Kamienie (Cobble)	Co	>63-200				
GRUBOZIARNISTE	Żwir (Gravel)	Gr	>2,0 – 63	>2,0 – 40	f_z	Żwirowa	GRUBO-ZIARNISTE
	Żwir gruby (Coarse gravel)	CGr	>20 – 63				
	Żwir średni (Medium gravel)	MGr	>6,3 – 20				
	Żwir drobny (Fine gravel)	FGr	>2,0 – 6,3				
	Piasek (Sand)	Sa	>0,063 – 2,0	>0,05 – 2,0	f_p	Piaskowa Piasek gruby Piasek średni Piasek drobny	DROBNOZIARNISTE
	Piasek gruby (Coarse sand)	CSa	>0,63 – 2,0				
	Piasek średni (Medium sand)	MSa	>0,2 – 0,63				
Piasek drobny (Fine sand)	FSa	>0,063 – 0,2					
DROBNOZIARNISTE	Pył (Silt)	Si	>0,002 – 0,063	>0,002 – 0,05	f_n	Pyłowa	DROBNO-ZIARNISTE
	Pył gruby (Coarse silt)	CSi	>0,02 – 0,063				
	Pył średni (Medium silt)	MSi	>0,0063 – 0,02				
	Pył drobny (Fine silt)	FSi	>0,002 – 0,0063				
	Ił (Clay)	Cl	$\leq 0,002$	$\leq 0,002$	f_i	Iłowa	

Tab. 2. Frakcje klasyfikacyjne w/g ISO i PN

Rodzaj testu	Rozdz. w ISO cz.1	Pył (Si)	Pył/ił (Si/Cl)	Ił (Cl)
Wytrzymałość w stanie suchym (c_u)	5.6	Mała (grudka gruntu pod lekkim lub średnim naciskiem palców rozpada się na pojedyncze ziarna)	Średnia (grudka gruntu pod wyraźnym naciskiem palców rozpada się na mniejsze bryłki)	Duża (grudka gruntu nie daje się rozdrobnić pod naciskiem palców, może być jedynie rozłamana)
Dylatacja Reakcja przy wstrząsaniu próbki wilgotnego gruntu o wymiarach 10-20 mm podczas przerzucania go między dłońmi lub przy naciskaniu palcami	5.7	Na powierzchni gruntu woda pojawia się i znika szybko		Wstrząsanie i nacisk nie dają efektu, woda się nie pojawia
Plastyczność (spistość)	5.8	Mała (nie można wykonać wałeczka 3 mm)		Duża (próbka gruntu daje się wałeczkować do uzyskania cienkich wałeczków)
Zawartość piasku, pyłu, iłu	5.9	Przy rozcieraniu grunt gładki lub szorstki, grunt łatwo zmyć lub łatwo zdmuchnąć z palców		W dotyku przypomina mydło, przykleja się do palców; grunt trudno zmyć lub zdmuchnąć z palców
		Powierzchnia próbki matowa		Powierzchnia próbki błyszcząca

Tab. 3. Kryteria do makroskopowego rozpoznania stanu gruntu spoiстого

czy w gruncie tym dominuje, czyli stanowi frakcję główną, frakcja pyłowa czy ilowa, następuje w wyniku przeprowadzenia czterech prób: oceny wytrzymałości w stanie suchym, oceny reakcji gruntu przy wstrząsaniu wilgotnej próbki, oceny plastyczności (w rozumieniu PN spoistości) i oceny zawartości piasku, pyłu i łu. Wymienione próby i kryteria oceny zestawiono w tab. 3. Po wykonaniu wyżej wymienionych prób podejmuje się decyzję czy frakcją dominującą (frakcją główną w danym gruncie jest pył –Si czy łu –Cl, ewentualnie w gruncie mogą występować równorzędnie dwie frakcje –Si/Cl.

OKREŚLENIE RODZAJU GRUNTU NA PODSTAWIE BADAŃ LABORATORYJNYCH

Wynikiem badania laboratoryjnego uziarnienia gruntu (analiza sitowo-areometryczna) jest graficzny obraz gruntu przedstawiony w postaci krzywej uziarnienia. Na podstawie krzywej uziarnienia określa się zawartość frakcji, przyjętych jako kryterium klasyfikacji gruntów. W normie PN rodzaj gruntu można ustalać, korzystając z tabeli, w której zestawiono rodzaje gruntów i odpowiadające im zawartości poszczególnych frakcji lub z graficznej konstrukcji w postaci trójkąta Fereta, na którym zestawiono dominującą grupę gruntów drobnoziarnistych. Dodatkowo podane są kryteria dla rozróżnienia piasków, żwirów i pospółek. W normie ISO zasada określenia rodzaju gruntu na podstawie zawartości frakcji jest dość skomplikowana; konieczne jest korzystanie z graficznej konstrukcji składającej się z trójkąta z zaznaczonymi obszarami, w których znajduje się kilka gruntów i diagramu, na podstawie którego wybiera się rodzaj gruntu spośród gruntów występujących w danym obszarze. W dalszej części ta podwójna konstrukcja w skrócie będzie nazywana trójkątem ISO.

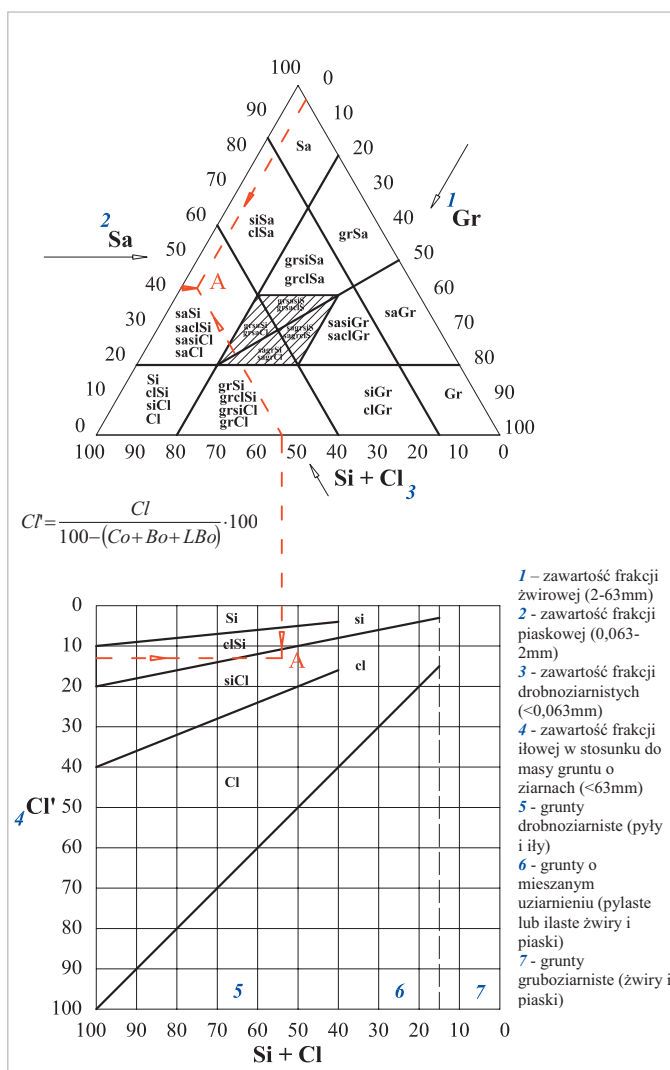
Trójkąt ISO

Konstrukcja graficzna składająca się z trójkąta i diagramu jest pokazana na rys. 5.

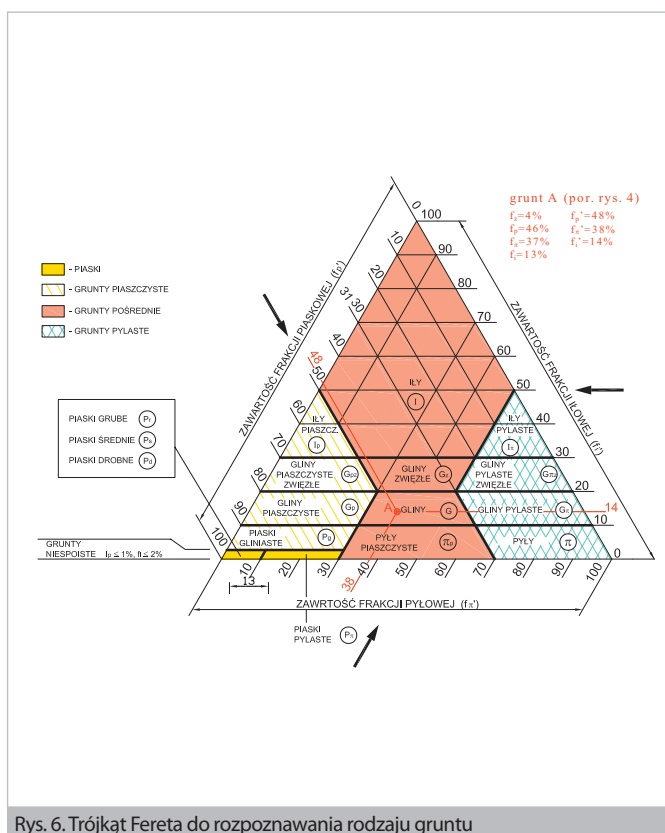
Na bokach trójkąta zaznaczono skalę zawartości frakcji: piaskowej, żwirowej i frakcji drobnoziarnistej, tj. łącznie frakcji pyłowej z ilową. Pod trójkątem znajduje się diagram, na którym zaznaczono obszary gruntów drobnoziarnistych, służących do rozróżnienia gruntów wyszczególnionych w dowolnym obszarze na trójkącie. Skala na osi poziomej diagramu pokrywa się ze skalą poziomą na trójkącie. Na osi pionowej diagramu występuje zredukowana zawartość frakcji ilowej, tzn. zawartość frakcji ilowej odczytana z krzywej uziarnienia odniesiona do części gruntu bez frakcji bardzo gruboziarnistych.

Mając określone – z krzywej uziarnienia – zawartości frakcji, nanosi się grunt na trójkąt, zgodnie z zaznaczonymi kierunkami (kierunki są inne niż na trójkącie Fereta), jak pokazano przykładowo dla gruntu „A”.

Grunt „A” znajduje się w obszarze, w którym występują cztery rodzaje gruntów. Grunt „A” przedstawiony na rys. 5 składa się z następujących frakcji: żwirowej 4%, piaskowej 42%, pyłowej 41%, ilowej 13%. (Bez krzywej uziarnienia nie jest wiadome, czy grunt ten zawiera frakcję bardzo gruboziarnistą; tu założono, że nie zawiera i stąd $Cl = Cl'$. Większość gruntów nie zawiera frakcji powyżej 63 mm, więc takie założenie jest na ogół prawdziwe). Po naniesieniu gruntu na trójkąt przenosimy ten grunt na diagram według zawartości frakcji drobnoziarnistej ($Si + Cl$) i frakcji ilowej zredukowanej (Cl') jak pokazano linią przerywaną na rys. 5. Ponieważ grunt „A” znalazł się na diagramie w obszarze gruntów oznaczonych symbolem siCl, to spośród czterech gruntów na trójkącie, dla gruntu „A” wybieramy ten z oznaczeniem siCl tzn. grunt saSiCl. Nazwa tego gruntu brzmi: łu pylasto piaszczysty. Krzywą uziarnienia tego gruntu przedstawiono na rys. 4. Według PN jest to glina (por. rys. 6).



Rys. 5. „Trójkąt ISO” do rozpoznawania rodzaju gruntu



Rys. 6. Trójkąt Fereta do rozpoznawania rodzaju gruntu

W części środkowej trójkąta ISO w obszarze zakreskowanym znajdują się cztery grunty o symbolach kończących się literą „S”, co oznacza, że nazwa tych gruntów nie pochodzi od żadnej frakcji; jest to grunt składający się z trzech frakcji, z których żadna nie ma znaczenia dominującego dla właściwości inżynierskich tego gruntu. Nazwę takiego gruntu opisuje się następująco: np. grsasiS – grunt pylasto piaszczysto żwirowy.

Porównanie trójkąta ISO z trójkątem Fereta

Określenie rodzaju gruntu według PN następuje w oparciu o kryterium zawartości czterech frakcji, a dodatkowo w piaskach według zawartości podfrakcji.

Trójkąt Fereta stanowi pomocniczą konstrukcję graficzną do rozpoznania rodzajów gruntów drobnoziarnistych według PN (rys. 6). Poza trójkątem Fereta są cztery grunty gruboziarniste. Budowa trójkąta jest przejrzysta, a wyróżnione obszary gruntów łatwe do zapamiętania.

Podział poziomy według zawartości frakcji ilowej, wyróżnia cztery grupy spoistości (do celów klasyfikacyjnych przyjęto założenie, że zawartość frakcji ilowej odpowiada wskaźnikowi plastyczności gruntu) i odpowiadające im główne nazwy gruntów: pyły, gliny, gliny zwięzłe i ropy. Dalsze zróżnicowanie gruntów następuje według frakcji drugorzędnej: piaszczystej bądź pylastej i wówczas do nazwy głównej dochodzi dodatkowe określenie pylasty bądź piaszczysty. Systematyka nazw jest bardzo czytelna. Nazwę gruntu można określać w oparciu o zawartość frakcji podaną w tabeli lub korzystając z trójkąta Fereta.

Łącznie gruntów drobnoziarnistych i gruboziarnistych wyszczególniono: według PN 20 rodzajów, według ISO – 32 rodzaje.

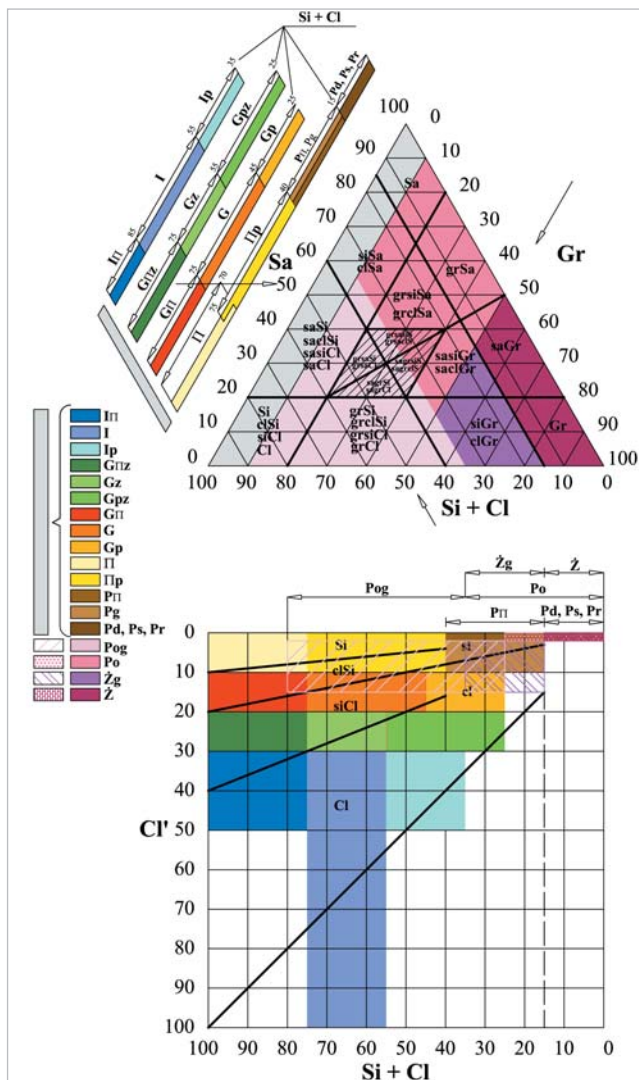
Jak przedstawiono w poprzednim rozdziale, określenie rodzaju gruntu na podstawie krzywej uziarnienia jest możliwe tylko na podstawie konstrukcji graficznej i jest procedurą dość złożoną.

W celu porównania klasyfikacji gruntów według PN i ISO na trójkącie ISO i na diagramie przedstawiono (rys. 7), w przybliżeniu obszary, w których znajdują się grunty wyróżnione w klasyfikacji według PN (przybliżenie wynika z innych granic frakcji według PN i ISO).

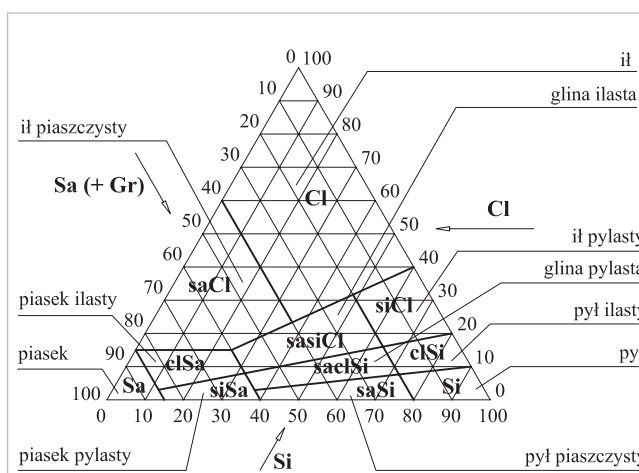
W obszarze szarym na trójkącie znajdują się wszystkie grunty drobnoziarniste według PN, tj. piaski, pyły, gliny i ropy. Zakresy zawartości frakcji drobnej (Si + Cl) zaznaczono dla tych gruntów odpowiednimi kolorami w paskach narysowanych powyżej trójkąta od strony frakcji Sa. Tymi samymi kolorami zaznaczono obszary poszczególnych gruntów na diagramie. Np. grunty I, Gz, G, π_p, znajdują się w obszarze gruntów oznaczonych według ISO saSi, saclSi, sasiCl, saCl. Zatem π_p to może być saSi lub saclSi, G to może być saclSi lub sasiCl, Gz to może być sasiCl lub saCl, il to może być sasiCl lub saCl. Poza obszarem szarym pozostała część trójkąta wypełniają pospółki i żwiry np. pospółki gliniaste – kolor jasno fioletowy. Na diagramie odpowiednie obszary tych gruntów zaznaczono szrafurą (np. pospółka gliniasta – linie nachylnie w prawą stronę w zakresie zawartości frakcji ilowej (Cl) od 2 do 15%). Zatem np. pospółka gliniasta - według ISO to może być jeden z 22 gruntów wyszczególnionych na trójkącie w obszarze jasno fioletowym, żwir gliniasty to może być jeden z czterech gruntów wyróżnionych na trójkącie (clGr, siGr, saclGr, sasiGr).

Trójkąt ISO „krajowy”

W normie ISO dopuszczono możliwość, aby poszczególne kraje sformułowały uzupełniające zasady klasyfikacji gruntów zgodne z normą ISO. W Polsce Komitet Techniczny d/s Geotechniki przygotował propozycję 2 załączników krajowych: NA i NB. Załącznik NA ma charakter informacyjny i zawiera „wykaz norm powołanych w normie europejskiej i ich krajowych odpowiedników”. W załączniku NB „podano nazwy polskich



Rys. 7. „Trójkąt ISO” z zaznaczonymi obszarami rodzajów gruntów wyróżnionych w PN



Rys. 8. Trójkąt ISO „Krajowy” do rozpoznawania rodzaju gruntu w/g zawartości frakcji (Rysunek NB1 w normie ISO)

gruntów w zależności od ustalonych symboli klasyfikacji gruntów oraz szczegółowe zasady opisu próbek gruntów zgodnie z podaną klasyfikacją”. Grunty te wyszczególniono w tabeli 4 i na trójkącie ISO „krajowym” rys. 8 oraz żółtym kolorem na rys. 10.

Nie wszystkie grunty wyszczególnione na trójkącie ISO, znalazły się w tab. 4 (NB1). Brak 13 gruntów wyróżnionych na trójkącie ISO np. saSi, grsiSa, saclGr, itd. Natomiast w tab. 4 (NB1) znalazł się grunt sisaGr, którego nie ma na trójkącie ISO i wystąpił

Lp.	Rodzaj gruntu	Symbol	Zawartość frakcji [%]			
			Cl (f _c)	Si (f _s)	Sa (f _p)	Gr (f _z)
1	Żwir	Gr	do 3	0 – 15	0 – 20	80 – 100
2	Żwir piaszczysty	saGr	do 3	0 – 15	20 – 50	50 – 80
3	Piasek ze żwirem (pospółka)	grSa	do 3	0 – 15	50 – 80	20 – 50
4	Piasek drobny Piasek średni Piasek grubo	F M Sa C	do 3	0 – 15	85 – 100	0 – 20
5	Żwir pylasty Żwir ilasty (pospółka ilasta)	siGr ciGr	do 3	15 – 40	0 – 20	40 – 85
6	Żwir pylasto-piaszczysty Żwir piaszczysto-pylasty (pospółka ilasta)	sasiGr sisaGr	do 3	15 – 40	20 – 45	40 – 65
7	Piasek pylasty ze żwirem	grsiSa grciSa	do 3	15 – 40	40 – 65	20 – 40
8	Piasek zapylony (zailony)	siSa ciSa	do 3	15 – 40	40 – 85	0 – 20
9 10	Żwir ilasty Pył ze żwirem Gлина	grSi grciSi siGr	0 – 8	40 – 80	0 – 20 20 – 60	
		Gлина pylasta				
	Gлина ilasta	sasiCl	8 – 31	25 – 65	20 – 60	
11	Pył	Si	0 – 10	72 – 100	0 – 20	
12	Pył ilasty	ciSi	8 – 20	65 – 90	0 – 20	
13	łł	Cl	25 – 60	0 – 60	0 – 40	
14	łł pylasty	siCl	20 – 40 10-30	48 – 80	0 – 20	
15	Grunty różne			20 – 40	30 – 40	20 – 40
				20 – 40		
				30 – 40		
16	Symbole dla zwierzelin			40 – 60	30 – 60	
17	Grunty organiczne	Or				

Tab. 4. Proponowane polskie nazwy gruntów wyszczególnionych w ISO (Tabela NB1. Zawartość frakcji, symbole i proponowane polskie nazwy gruntów).

dokładnie ten sam grunt siGr w poz. 5 i 9 (raz jako żwir pylasty, a niżej jako pył ze żwirem). W poz. 9 występują trzy grunty grSi, grciSi, siGr, a nazwy – zresztą nieadekwatne do symboli – są tylko dwie. Część gruntów z tab. 4 przedstawiono na trójkącie (rys. 8), (NB1 w normie ISO), który dalej nazywany będzie w skrócie trójkątem ISO „krajowym”. Jednak obszary gruntów na tym trójkącie nie odpowiadają zapisom zawartości frakcji w tab. 4 (NB1); np. z zapisów zawartości gruntów saclSi, sasiCl wynika, że na trójkącie powinny być obszary tych gruntów w formie równoległoboków, a są trapezy. Na trójkącie ISO „krajowym” przedstawiono tylko grupę gruntów z trójkąta ISO, zawierających do 20% frakcji żwirowej, uznając zapewne, że są to grunty, które najczęściej występują w praktyce inżynierskiej (rys.10).

Trójkąt ISO „krajowy” ma osie opisane tak, jak trójkąt Fereta, i takie same kierunki nanoszenia zawartości frakcji. Niektóre grunty mają inną nazwę na tym trójkącie i inną w tab. 4, np. dla ciSa (piasek ilasty według rys.8 (NB1), a piasek zapylony (zailony) według tab. 4).

Wprowadzono dwie nazwy glin, w tym jedna glina ilasta, która nie ma swojego odpowiednika w klasyfikacji PN i jest neologizmem, gdyż w klasyfikacji PN przymiotnik gliniasty pochodził od odpowiedniej zawartości frakcji ilowej.

Wydaje się, że załącznik krajowy NB nie przybliży polskim geotechnikom klasyfikacji ISO, a dodatkowo utrudni korzystanie z niej i będzie powodem wielu błędów w oznaczeniach rodzaju gruntu.

OKREŚLENIE STANU GRUNTÓW SPOISTYCH

Nie jest jasne, czy nowa norma likwiduje pojęcie stanu, pozostawiając tylko pojęcie konsystencji gruntu czy tylko zamienia znaczenia określeń stan i konsystencja. W wyka-

zie terminów w rozdz. 3.6 i 3.7 cz. 2 normy ISO występuje pojęcie stanu gruntu ale w rozumieniu konsystencji według PN, natomiast w rozdz. 5.14 cz. 1 i rozdz. 5.4 cz. 2 stosuje się pojęcie konsystencji w rozumieniu PN. Norma ISO wyróżnia sześć konsystencji (stanów według PN). Zmieniają się nazwy konsystencji półzwarłej w zwartą i zwartą w bardzo zwartą.

Do oznaczenia konsystencji gruntu stosuje się wskaźnik konsystencji. Zmienia się granica pomiędzy konsystencją (stanem) miękkoplastycznym i płynnym.

Makroskopowe oznaczenie stanu gruntu

Według PN stan gruntu makroskopowo określa się na podstawie liczby wałeczkowań tej samej kulki gruntu do chwili pojawienia się spękań wałeczka, gdy osiągnie średnicę 3 mm i wcześniej ustalonego rodzaju gruntu. Według normy ISO konsystencję gruntu (stan) określa się głównie na podstawie odkształcalności gruntu w próbie manualnej i ewentualnie jednorazowego wałeczkowania. To podejście na pewno zadowolonych wykonujących wiercenia, gdyż ograniczy pracochłonne i czasochłonne wielokrotne wałeczkowanie wymagane według PN.

W tab.5 przedstawiono kryteria do makroskopowego oznaczenia stanu gruntu spoistego.

Laboratoryjne oznaczenie stanu gruntu

Laboratoryjne oznaczenie stanu gruntu spoistego dokonuje się na podstawie wskaźnika konsystencji I_c lub stopnia plastyczności I_p . Wskaźnik konsystencji i stopień plastyczności

Stany gruntu	Opis według rozdz. 5.14 cz. 1
Miękkoplastyczny (very soft)	Grunt ściskany w dłoni, wydostaje się między palcami.
Plastyczny (soft)	Grunt odkształca się przy lekkim nacisku palców.
Twardoplastyczny (firm)	Grunt nie odkształca się przy lekkim nacisku palców, ale daje się wałeczować do wałeczka o średnicy 3 mm bez spękań i rozdrabniania się.
Zwarty (stiff)	Rozpada się i pęka podczas wałeczkowania do wałeczka o średnicy 3 mm, ale daje się z niego ponownie uformować bryłkę.
Bardzo zwarty (very stiff)	Wysuszony i najczęściej o jasnej barwie. Nie można z niego uformować bryłki, lecz rozdrabnia się pod naciskiem palców. Daje się zarysować paznokciem.

Tab. 5. Kryteria do makroskopowego oznaczenia stanu gruntu spoistego według ISO

ISO 14688-2 rozdz. 5.4		PN-86/B-02480	
Konsystencje (stany) gruntów drobnoziarnistych (pyłów i ilów)	Wskaźnik konsystencji (stanu) I_c	Stopień plastyczności I_L	Konsystencja (stan) gruntu spoistego
Bardzo zwarty	>1	$I_L < 0 \quad w_n < w_s$	Zwarty
Zwarty		$I_L < 0 \quad w_s < w_n < w_p$	Półzwarty
Twardoplastyczny	0,75 do 1,0	0,01 do 0,25	Twardoplastyczny
Plastyczny	0,50 do 0,75	0,26 do 0,50	Plastyczny
Miękkoplastyczny	0,25 do 0,50	0,51 do 1,0	Miękkoplastyczny
Płynny	<0,25	>1,0	Płynny

Tab. 6. Stany gruntów spoistych według ISO i PN

wyrażają się wzorami:

$$I_c = \frac{w_L - w_n}{I_p} \quad I_L = \frac{w_n - w_p}{I_p}$$

gdzie:

- w_n – wilgotność naturalna gruntu
- w_L – wilgotność gruntu odpowiadająca granicy płynności
- w_p – wilgotność gruntu odpowiadająca granicy plastyczności
- I_p – wskaźnik plastyczności; $I_p = w_L - w_p$

Do określenia wskaźnika konsystencji i stopnia plastyczności potrzebne są laboratoryjne oznaczenia granic: płynności i plastyczności.

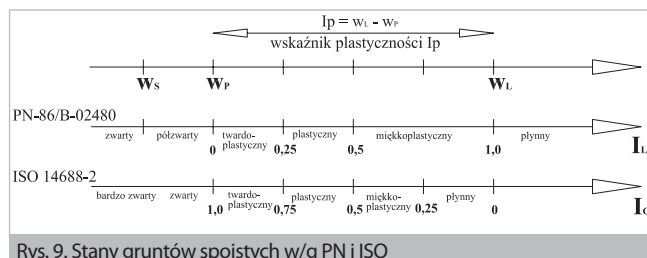
W tab. 6 wyróżniono konsystencje (stany) gruntów drobnoziarnistych (według ISO i PN) i odpowiadające poszczególnym konsystencjom wartości I_c i I_L . Norma ISO dopuszcza stosowanie – do określenia konsystencji gruntu – stopienia plastyczności zamiast wskaźnika konsystencji. Porównanie wartości granicznych I_c i I_L dla wyróżnionych konsystencji gruntu przedstawiono na rys. 9 i w tab. 6.

Przy stosowaniu stopnia plastyczności należy zwrócić uwagę, że grunt uzyskuje konsystencję płynną od wartości $I_L = 0,75$ (według PN stan płynny grunt osiąga, gdy $I_L = 1,01$).

PODSUMOWANIE

W dobie globalizacji ujednoczona klasyfikacja gruntów jest na pewno potrzebna. Przedstawiona w ISO klasyfikacja eksponuje makroskopowe rozpoznanie gruntu i jego cechy mające wpływ na jego właściwości mechaniczne (frakcje, kształt ziaren, wytrzymałość bez odpływu itd.).

Zasada makroskopowego rozpoznania gruntu w zasadzie jest czytelna. Mogą wystąpić wątpliwości, w jakich przy-



Rys. 9. Stany gruntów spoistych w/g PN i ISO

padkach w nazwie gruntu podajemy frakcję drugorzędą i ewentualnie kolejne.

Określenie makroskopowe stanu gruntu jest proste i łatwiejsze niż według PN.

Sposób określania nazwy gruntu na podstawie krzywej uziarnienia według ISO jest dużo bardziej złożony niż według PN. W ISO wyróżnia się 32 rodzaje gruntów, a w PN 20 rodzajów.

Norma ISO zawiera wiele nieścisłości, które być może w wersji ostatecznej – którą akceptuje prezes PKN – zostaną usunięte bądź zminimalizowane. (A. Gołębiewska przekazała w ramach ankietyzacji normy uwagi krytyczne do ISO). Niedopracowana norma będzie przyczyną codziennego rozdrażnienia tysięcy inżynierów z niej korzystających.

Wydaje się, że zaproponowany w załączniku krajowym trójkąt ISO „krajowy” – w zamierzeniu mający ułatwić rozpoznanie gruntu i zachować niektóre polskie nazwy gruntów, w naszym odczuciu nie spełni tej roli, a wprowadza dodatkowe zamieszanie.

Można wyrazić żal, że Europejski Komitet Normalizacyjny zamiast opracowywać własną klasyfikację, nie zalecił do stosowania sprawdzonej w wieloletniej praktyce amerykańskiej klasyfikacji „Unified Soil Classification System” (USCS). „Ta klasyfikacja oparta na doświadczeniu licznych rzesz inżynierskich w okresie

II wojny światowej oraz na wieloletnim doświadczeniu dwóch potężnych amerykańskich organizacji została szerzej udostępniona w 1957 roku”. [Broś 2003, Wagner 1957].

„Z systemem tym związana jest Karta Inżynierskiego Wykorzystania, w której wskazane są dla różnych celów technicznych właściwości zagęszczonych gruntów poszczególnych grup gruntów, m.in. takie jak ściśliwość, wodoprzepuszczalność, wytrzymałość na ścinanie i inne. Uzyskane na tej drodze informacje o właściwościach inżynierskich gruntów są wystarczające do projektu technicznego małych budowli oraz do projektu wstępnego dużych budowli”. [Broś 2003].

LITERATURA

Broś B., Zagadnienia geotechniczne wynikię podczas wznoszenia zapór ziemnych zbiorników wodnych. Acta Scientiarum Polonorum, Architectura 2 (2) 2003, Warszawa.

Wagner A., The Use of the Unified Soil Classification System by the Bureau of Reclamation. Proc. of the 4-th ICSMFE, London 1957.

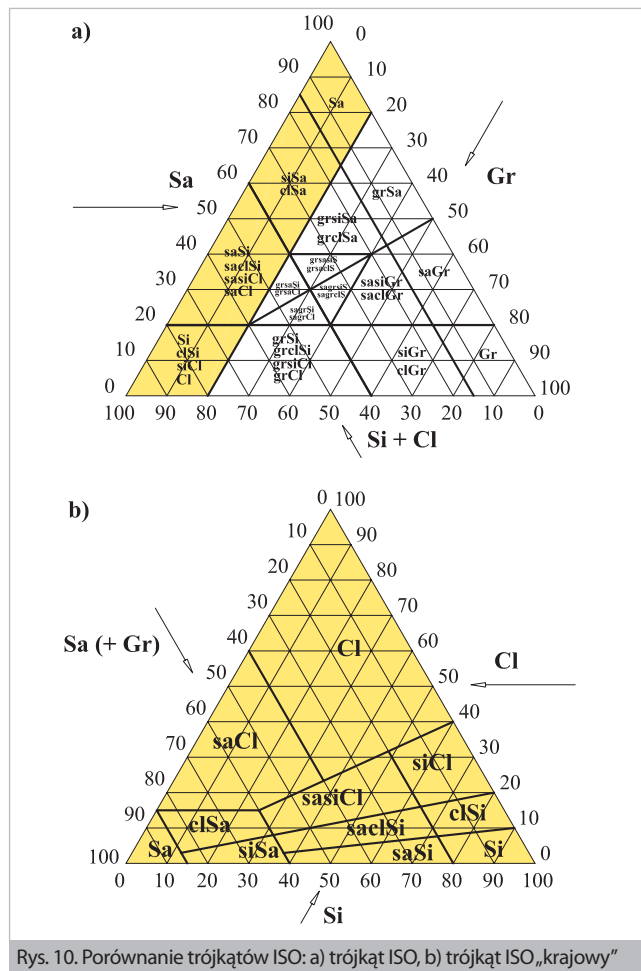
PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis. Projekt do ankiety (2005-05-31).

PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania. Projekt do ankiety (2005-06-01).

PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

dr inż. Anna Gołębiwska
mgr inż. Anna Wudzka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego



PRZEDSIĘBIORSTWO INŻYNIERYJNE
IMB-PODBESKIDZIE Sp. z o.o.

Nasza Firma oferuje usługi w zakresie realizacji inwestycji budowlanych między innymi:

- Budownictwo inżynieryjne, specjalistyczne geotechniczne, jet-grouting, DSM, kolumny żwirowe, ścianki szczelne.
- Pale wszystkich typów i średnic w tym: OMEGA, CFA.

- Produkcja betonu
- Prefabrykaty
- Laboratorium
- Konstrukcje stalowe
- Wynajem sprzętu

Przedsiębiorstwo Inżynieryjne
IMB Podbeskidzie Sp. z o.o.
43-430 Skoczów ul. Górny Bór 31a
tel./fax. (033) 853 25 65
e-mail: biuro@imbpodbeskidzie.pl

www.imbpodbeskidzie.pl

