

Parametry geotechniczne częstochowskich ilów rudonośnych z rejonu Konopisk (SW obrzeżenie Częstochowy)

Iwona Dudko-Pawłowska¹, Magdalena Kowalska¹, Magdalena Gawlik¹



I. Dudko-Pawłowska



M. Kowalska



M. Gawlik

Geotechnical properties of siderite-rich clays from Konopiska municipality (SW margin of Częstochowa). Prz. Geol., 65: 848–855.

Abstract. In the vicinity of the Konopiska municipality (SW margin of Częstochowa) ore-bearing clays have been deposited. These formations, only locally covered by younger sediments, constitute direct foundation subsoil, so their geotechnical parameters may conditionate founding possibility of various structures. The paper presents results of a series of experiments (conducted accordingly to PN-B-04481: 1988) dedicated to estimation of the geological-engineering properties of these clays in terms of the possibility of their use as a founding ground or a material to build

earth structures. It has been learned that the tested soils contain high amounts of clayey fraction, occur in semi-solid state and show relatively high shear-strength parameters. Their natural water content is close to the optimum one (18–20%), at which a clear peak of the dry density (about 1.7 Mg/m³) is noted. Low colloidal activity proves that they are prone to expansion. All these properties indicate that they can constitute a competent subsoil for typical structures of the first or second geotechnical category, unless obviously the ultimate and serviceability limit states are checked and satisfied for the particular geotechnical case.

Keywords: ore-bearing clay, Konopiska, geological-engineering properties

Na południowo-zachodnim obrzeżeniu Częstochowy, w rejonie Konopisk, w podłożu projektowanej autostrady, zalegają tzw. rudonośne iły częstochowskie. Od XIV w. z tych ilów prowadzono eksploatację rud żelaza. W XX w. było czynnych 68 kopalń eksploatujących syderyty ilaste. W 1970 r. stopniowo zaczęto wygaszać eksploatację ze względów ekonomicznych (Ratajczak, 1998; Szczepańska, Witkowska, 2007). Iły syderytowe w okolicy Konopisk zalegają na powierzchni i stanowią bezpośrednie podłoże budowlane. Ich właściwości geotechniczne warunkują zatem sposób posadowienia obiektów oraz ich ewentualne wykorzystanie do budowy nasypów.

W rejonie Częstochowy formację rudonośną stanowi tzw. jura brunatna – utwory ilowcowo-mułowcowe jury środkowej zawierające sferosyderyty i warstwy syderytu ilastego (syderytową rudę pokładową) o zawartości Fe sięgającej 40%, występujące w trzech poziomach złożowych. Seria złożowa osiąga miąższość 140 m i ma kształt wydłużony o wymiarach 2–15 × 130 km, zapada na NE pod kątem 1–3°. Utwory ilaste są podścielone piaskowcami kościeliskimi (jura środkowa) i w kierunku północnym przykryte wapieniami jury środkowej i górnej (Premik, 1934; Krajewski, 1960a, b; Bardziński i in., 1986; Kopik, 1998). Utwory czwartorzędowe występują w tym rejonie w dolinach rzecznych – żwiry, piaski i gliny pochodzenia rzeczno- i lodowcowe. Jak wspomniano, w rejonie Konopisk ilaste utwory jury środkowej występują bezpośrednio na powierzchni lub pod cienkim przykryciem osadów fluwialnych i fluwioglacjalnych (Znosko, 1954; Bardziński i in., 1985, 1986). W części przypowierzchniowej są one wykształcone jako iły w stanie półzwałnym, zawierające niewiele drobnych kongregacji syderytowych. Ze względu na to, że podłoże jest zbudowane z utworów nieprzepuszczalnych, w wielu miejscach występują tereny czasowo lub

stale podmokłe, co stwarza warunki do lokalnego wzbogacenia gruntów w substancję organiczną oraz do uplastycznienia płytko zalegających ilów. Celem badań było określenie właściwości ilów syderytowych warunkujących zarówno bezpieczne posadowianie obiektów inżynierskich, jak i użycie ich do budowy nasypów drogowych.

METODY BADAŃ

Do badań wytypowano trzy próbki pobrane z głębokości ok. 1,5 m p.p.t. z wykopów znajdujących się w ciągu projektowanej autostrady A1. W celu określenia parametrów geotechnicznych, wykonano oznaczenia rodzaju (analiza makroskopowa oraz granulometryczna – metodą sitową i areometryczną), wilgotności naturalnej (w_n) gruntu oraz zawartości części organicznych (I_{om}) (metodą utleniania). Stan gruntu określono makroskopowo oraz na podstawie granic Atterberga, przy czym granicę plastyczności (w_p) badano metodą waleczkowania, a granicę płynności (w_L) metodą Casagrande'a. Granicę skurczalności (w_s) oszacowano na podstawie wzoru empirycznego:

$$w_s = w_L - 1,25 \cdot w_p$$

gdzie:

w_s – granica skurczalności,

w_L – granica płynności,

w_p – granica plastyczności.

Dla wszystkich próbek oznaczono także wilgotność optymalną (w_{opt}) i gęstość objętościową szkieletu gruntowego (ρ_{ds}) w standardowym badaniu Proctora metodą I. Parametry wytrzymałościowe (kąta tarcia wewnętrznego ϕ i spójność c) oznaczano w badaniu bezpośredniego ścinania na materiale o wilgotności naturalnej, zagęszczonym normalną energią Proctora. Po zagęszczeniu próbkę wyciskano

¹ Katedra Geotechniki i Dróg, Politechnika Śląska, ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice; iwona.pawlowska@polsl.pl, magdalena.kowalska@polsl.pl, magdalena.gawlik@polsl.pl.

z cylindra przy użyciu podnośnika hydraulicznego. Z tak przygotowanych bloków gruntu wycinano prostopadłościennie próbki o wymiarach $59 \times 59 \times 17$ mm, oznaczano ich wilgotność i przeprowadzono badanie wytrzymałości na ścinanie dla 5 różnych wartości naprężeń normalnych: 50, 100, 150, 200 i 250 kPa, odpowiadających warunkom pracy gruntu w typowych warunkach inżynierskich. Ścinanie rozpoczynano po zakończeniu procesu konsolidacji pierwotnej i prowadzono je z prędkością 0,05 mm/min, aż do uzyskania 20% odkształcenia poziomego. Wymienione oznaczenia wykonano wg normy PN-B-04481: 1988.

CHARAKTERYSTYKA GRUNTÓW – WYNIKI BADAŃ

Próbki nr 1 i 2 reprezentowały grunty silnie spoiste o barwie niebiesko-szarej, miejscami brązowej, zawierające niewielką ilość (ok. 1–3%) nieobtoczonych okruchów syderytów i syderytów ilastych o wielkości do 5 cm (ryc. 1). W ocenie makroskopowej wykazywały właściwości charakterystyczne dla ilów/ilów piaszczystych: występował wyraźny, silny połysk zarówno na powierzchni przecięcia, jak i podczas waleczkowania, waleczki pękały poprzecznie; w trakcie próby rozcierania w próbce nr 2 były wyczuwalne ziarenka o frakcji piaszczystej, natomiast nie było ich w próbce nr 1. Makroskopowo grunty oceniono jako mało wilgotne, w stanie półzwałym: grudki przy zgniataciu odkształcały się plastycznie, lecz papier filtracyjny przyłożony do gruntu nie stawał się wilgotny; dało się uformować kulkę o średnicy 7 mm, natomiast waleczki pękały przy pierwszej próbie waleczkowania. Nie zaobserwowano reakcji z kwasem solnym.

Grunt z próbki nr 3 różnił się makroskopowo od poprzednich. Był to również grunt bardzo spoisty, jednak o ciemniejszym i bardziej sinym zabarwieniu, nie zawierał okruchów syderytów. Wydzielał lekki zapach świadczący o zawartości substancji organicznej. Grudy gruntu spoistego były z zewnątrz otoczone dużą ilością jasnoszarego piasku kwarcowego o dobrze zaokrąglonych ziarnach. Grunt spoisty wykazywał makroskopowo cechy podobne do próbek nr 1 i 2, tzn. waleczki pękały poprzecznie i miały widoczny połysk. Jego charakterystyczną cechą było wyraź-

Tab. 1. Zawartość części organicznych i wilgotność naturalna
Table 1. Organic matter content and natural water content

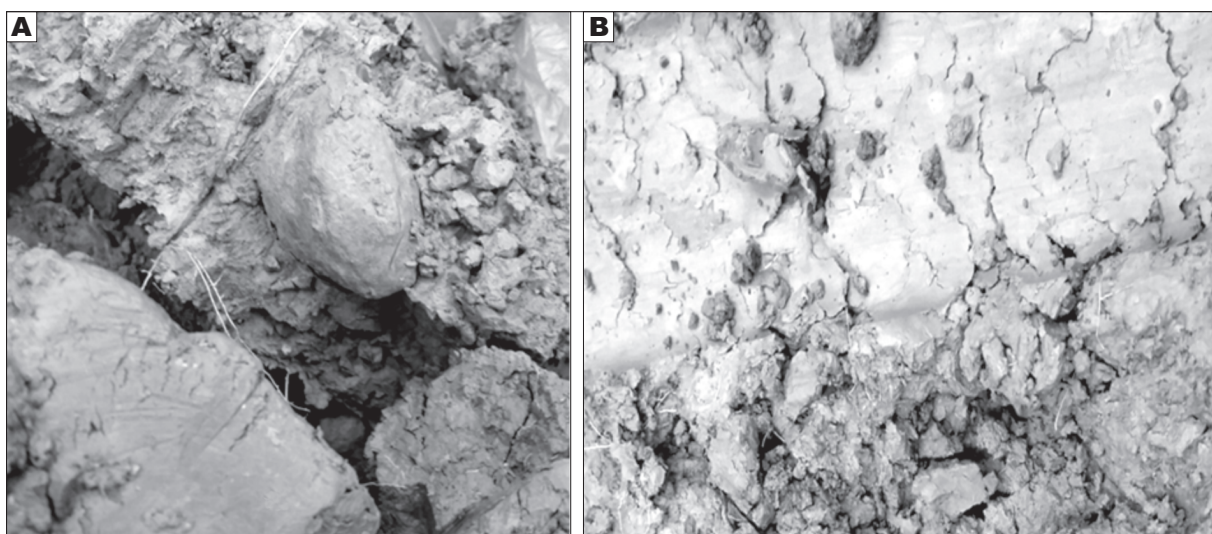
Próbka Sample	I_{om}	I_{om} średnie / average	w_n (od-do) (from-to)	w_n
	[%]			
1	2,15–2,19	2,17	20,19–23,21	21,73
2	2,45–2,48	2,46	20,85–25,99	22,90
3	4,20–4,46	4,33	19,16–24,69	22,02

ne „ciągnięcie się” przy rozrywaniu, przypominające plastelinę. Grunt ten również nie reagował z kwasem solnym, był mało wilgotny i w stanie półzwałym.

Oznaczenie zawartości części organicznych (I_{om}) przeprowadzono na dwóch próbkach z każdego punktu badawczego. Wyniki przedstawiono w tabeli 1. Należy zaznaczyć, że zastosowana metoda badania (przez utlenianie) stwierdza zawartość węgla pochodzenia organicznego i nieorganicznego, zatem może być zawyżona przez potencjalnie rozproszony w tych gruntach syderyt. Uzyskane wartości pozwalają zakwalifikować badane grunty jako próchnicze ($2\% < I_{om} \leq 5\%$). W próbce nr 3 stwierdzono wyższą zawartość części organicznych, co potwierdziło obserwacje makroskopowe. Możliwe, że w przeszłości, w miejscu pobrania tej właśnie próbki teren był podmokły, co doprowadziło do zwiększenia zawartości substancji organicznej.

Wilgotność naturalną (w_n) wszystkich gruntów oznaczono bezzwłocznie po dostarczeniu materiału, z ośmiu miejsc dla każdej próbki. W tabeli 1 przedstawiono średnią arytmetyczną uzyskanych wartości w_n wraz z wartościami najmniejszymi i największymi. Różnice w odczytach wynoszą nawet 13% wartości średniej, co wynika z silnego zróżnicowania gruntów i obecności okruchów skalnych, które mają zdecydowanie niższą wilgotność (ok. 5%).

Wartości granic Atterberga podano w tabeli 2. Na ich podstawie obliczono wskaźnik plastyczności (I_p), stopień plastyczności (I_L) oraz określono stan gruntu. Wilgotność naturalna badanych gruntów jest bardzo bliska granicy plastyczności, stopień plastyczności wynosi ok. 0,2, a granica



Ryc. 1. Próбка nr 1. **A** – owalny okruh syderytu o wielkości ok. 5 cm w przełamanej bryle iltu; **B** – błyszcząca powierzchnia iltu po przecięciu nożem

Fig. 1. Sample 1. **A** – siderite grain 5 cm in dia in the broken lump of clay; **B** – shiny knife-cut surface of clay

Tab. 2. Granice Atterberga i stan gruntów
Table 2. Atterberg limits and soil state

Próbka Sample	w_s	w_n	w_p	w_L	I_p	I_L	Stan gruntu Soil state
	[%]					[-]	
1	13	22	27	46	19	-0,25	półzwały semi-solid
2	6	23	25	37	12	-0,19	półzwały semi-solid
3	9	22	26	42	16	-0,26	półzwały semi-solid

skurczalności jest mniejsza niż wilgotność naturalna, więc ich stan można uznać za półzwały. Granica płynności (w_L) badanych łąw mieści się w przedziale 35–50%, co np. zgodnie z normą PN-S-02205: 1998 kwalifikuje te grunty jako „przydatne z zastrzeżeniami” do budowy nasypów drogowych.

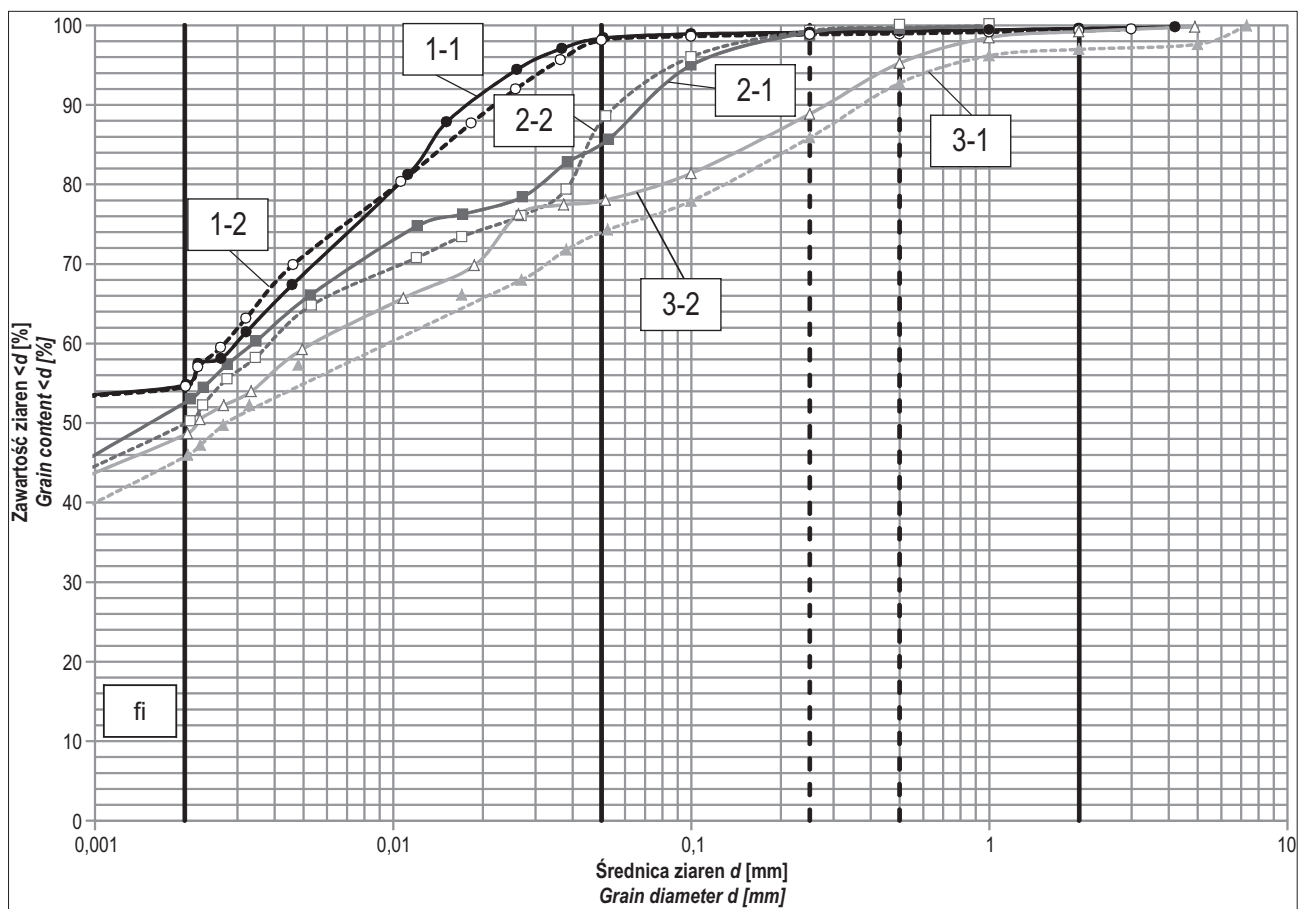
Gdyby założyć, że aktywność koloidalna (A) badanych gruntów jest równa 1, czyli, że wskaźnik plastyczności (I_p) jest równy zawartości cząstek ilastych, okazałoby się, że badane grunty są średnio spoiste. Nie jest to jednak zgodne z oceną makroskopową, w której wykazano, że mamy do czynienia z łąwami lub łąwami piaszczystymi. Określenie rodzaju gruntu uzupełniono więc o analizę granulometryczną, której wyniki przedstawiono na rycinie 2 oraz w tabelach 3 i 4. Dla każdego gruntu przeprowadzono dwa pełne oznaczenia (na rysunku i w tabelach opisano je symbolami, odpowiednio: 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1 i 3-2).

Tab. 3. Zawartość poszczególnych frakcji w badanych próbkach wg PN-B-04481: 1988

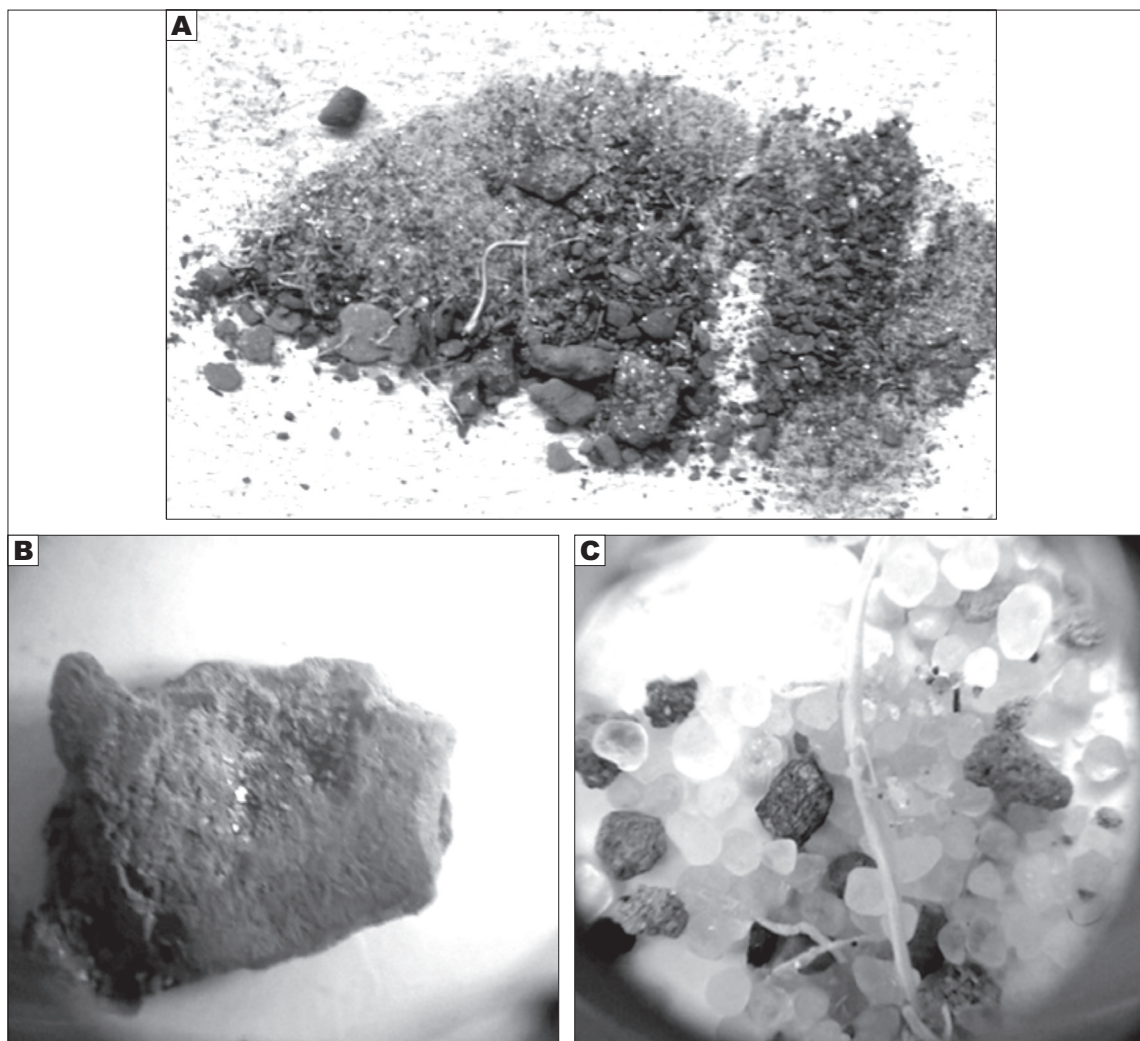
Table 3. Grain size distribution according in the tested samples to PN-B-04481: 1988

Zawartość frakcji Fraction [%]	Próbka / Sample					
	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2
Łłowa Clay	54	54	53	51	46	48
Pyłowa Silt	44	44	32	37	28	30
Piaskowa Sand	2	2	15	12	23	21
– Piasek drobny – Fine sand	1	1	14	11	12	11
– Piasek średni – Medium sand	<1	<1	<1	1	7	6
– Piasek grubo – Coarse sand	<1	<1	<1	0	4	4
Żwirowa Gravel	<1	<1	0	0	3	1

Na podstawie uzyskanych danych możliwe było jednoznaczne określenie zawartości poszczególnych frakcji i sklasyfikowanie gruntów na podstawie uziarnienia zgodnie z normami PN-B-02480: 1986 i PN-EN ISO 14688: 2006. We wszystkich próbkach stwierdzono wysoką zawartość frakcji ilastej – ok. 50% oraz brak frakcji kamienistej, natomiast różniły się one znacznie zawartością frakcji



Ryc. 2. Krzywe uziarnienia
Fig. 2. Grain distribution curves



Ryc. 3. Skład frakcji $>0,063$ mm w próbce 1. **A** – całkowita pozostałość z przemywania; **B** – największe ziarno – okruch syderytu o wielkości 4 mm (obraz powiększony ok. 50 \times); **C** – skład frakcji 0,25–0,5 mm (obraz powiększony ok. 50 \times) – ciemniejsze (brązowe) okruchy syderytu, białe ziarna kwarcu

Fig. 3. Contents of the fraction $>0,063$ mm in sample 1. **A** – the remains from washing; **B** – the biggest grain – siderite, 4 mm in dia. (picture zoomed by 50 \times); **C** – content of fraction 0,25–0,5 mm (picture zoomed 50 \times) – darker (brown) siderite grains, white quartz grains

pylastej, piaszczystej i żwirowej. Najmniej frakcji piaszczystej $>0,063$ mm stwierdzono w próbce nr 1 – zaledwie 2%. Była to mieszanina dobrze obtoczonych ziaren kwarcu i blaszek muskowitu o frakcji drobnopiaszczystej oraz ostrokrawędzistych okruchów skalnych (syderytu) o wielkości do 4 mm (ryc. 3). Zawartość okruchów syderytu zmniejszała się w kierunku frakcji drobniejszych na korzyść kwarcu i muskowitu. Próbka nr 2 zawierała kilkanaście procent dobrze obtoczonych ziaren piaszczystych o wielkości nieprzekraczającej 1 mm (głównie drobnopiaszczystych). Makroskopowo rozpoznano kwarc z niewielką domieszką muskowitu i minerałów rudnych (syderyt i in.). W próbce nr 3 zawartość omawianej frakcji była największa – wynosiła ponad 20%. Okruchy dochodziły do ponad 7 mm, przy czym były to wyłącznie obtoczone ziarna kwarcu, bez fragmentów syderytu (ryc. 4).

Należy nadmienić, że zgodnie z normą PN-B-04481:1988, próbki przygotowane do badań areometrycznych

Tab. 4. Zawartość poszczególnych frakcji wg PN-EN ISO 14688

Table 4. Grain size distribution according to PN-EN ISO 14688

Zawartość frakcji Fraction [%]	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2
Ilowa Clay	54	54	53	50	46	48
Pyłowa Silt	44	44	35	42	29	31
– Pył drobny – Fine silt	20	20	16	16	11	13
– Pył średni – Medium silt	18	15	9	9	8	10
– Pył gruby – Coarse silt	6	9	10	17	10	8
Piaskowa Sand	2	2	12	8	22	20
– Piasek drobny – Fine sand	1	1	14	11	9	8
– Piasek średni – Medium sand	<1	<1	<1	1	10	10
– Piasek gruby – Coarse sand	<1	<1	<1	0	3	2
Żwirowa Gravel	<1	<1	0	0	3	1

Tab. 5. Wyniki badania maksymalnej gęstości objętościowej i wilgotności optymalnej oraz jej korelacja z wilgotnością naturalną

Table 5. Results of maximum dry density and optimum water content, in relation to the natural water content

Próbka Sample	w_n	w_{opt}	$w_n - w_{opt}$	ρ_{ds} [g/cm ³]
	[%]			
1	21,7	20,3	1,4	1,660
2	22,9	19,3	3,6	1,672
3	22,0	18,0	4,0	1,695

(o masie 20–30 g) nie uwzględniają największych ziaren występujących w badanych gruntach, których wielkość osiągała nawet 50 mm. Oszacowano jednak, że udział tych ziaren (wagowo) w gruncie nie przekraczał kilku procent i nie powinien być brany pod uwagę w klasyfikowaniu. Badanie areometryczne może zostać uzupełnione o analizę sitową wykonywaną na większej próbce gruntu, a nie jedynie na pozostałości z sita. Jest to jednak metoda bardzo pracochłonna (szczególnie w przypadku gruntów bardzo spoistych z jakimi mamy tu do czynienia) i całkowicie bezcelowa przy badaniu gruntów zawierających niewiele naziaren.

Pozycje badanych gruntów w trójkącie Fereta (PN-B-02480: 1994) oraz w nomogramie ISO (Rys. NA. 1 w PN-EN ISO 14688: 2006) przedstawiono na rycinie 5. Pozwala to na bezsporne zakwalifikowanie wszystkich gruntów do ilów (I) wg normy polskiej oraz do ilów (CI) lub ilów z piaskiem (saCl – tylko próbka 3-1) wg normy europejskiej.

Duże różnice pomiędzy stwierdzoną w analizie areometrycznej zawartością frakcji ilastej a uzyskanym w badaniach wskaźnikiem plastyczności świadczą o bardzo małej aktywności koloidalnej (A) badanych gruntów. Policzone, że wynosi ona 0,23–0,36, zatem grunty te można zakwali-

Tab. 6. Zestawienie parametrów wytrzymałościowych

Table 6. Shear strength parameters

Próbka Sample	c	φ
	[kPa]	[°]
1	113,8	11,3
2	76,1	17,5
3	37,9	17,4

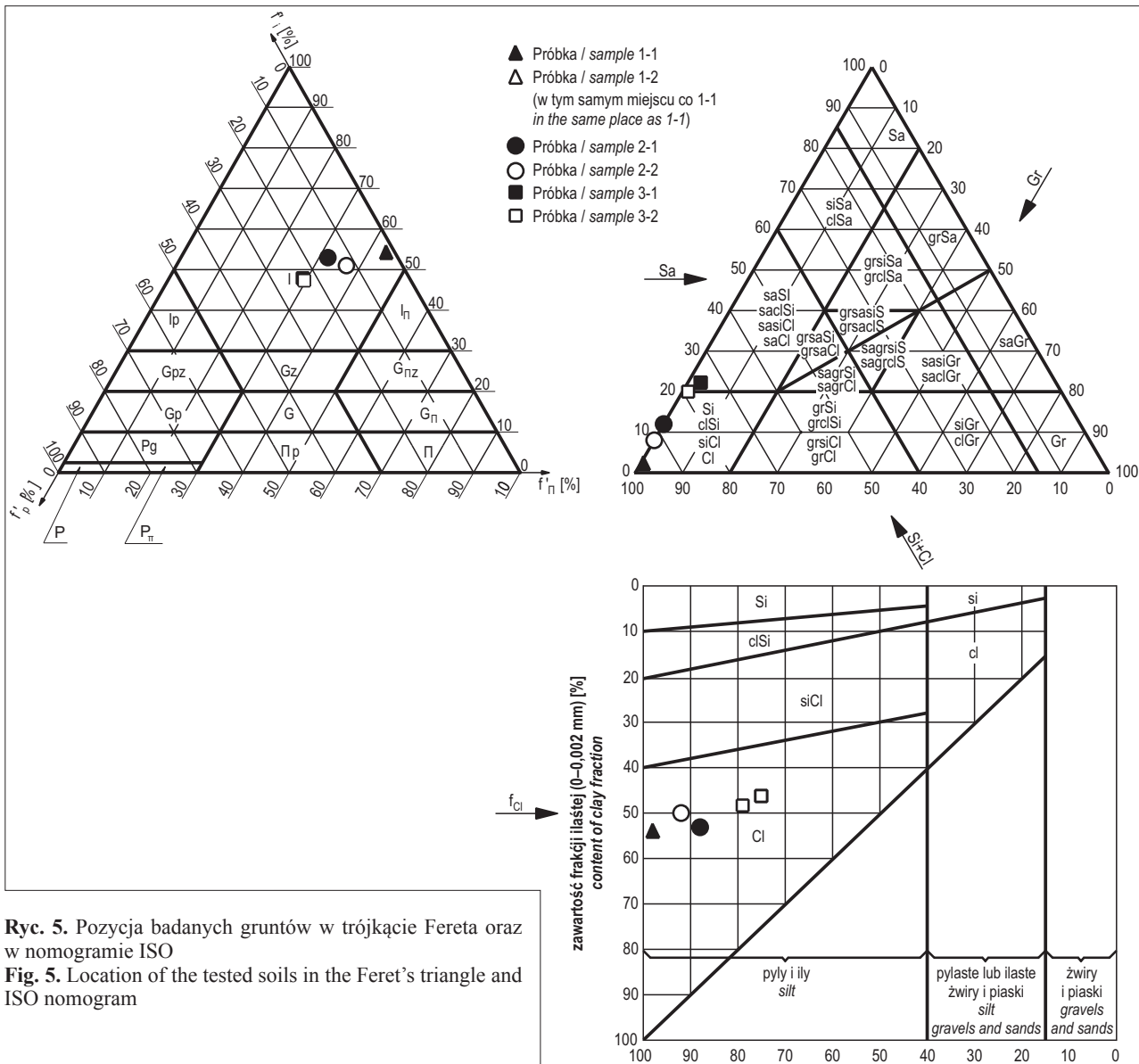
fikować jako nieaktywne ($A < 0,75$). Jak podają np. Kostrzewski (1980) i Bell (1993) grunty te będą się cechować niską ekspansywnością.

Parametry zagęszczalności przedmiotowych gruntów, tj. wilgotność optymalną (w_{opt}) i maksymalną gęstość objętościową szkieletu gruntowego (ρ_{ds}) przedstawiono w tabeli 5 oraz na rycinie 6.

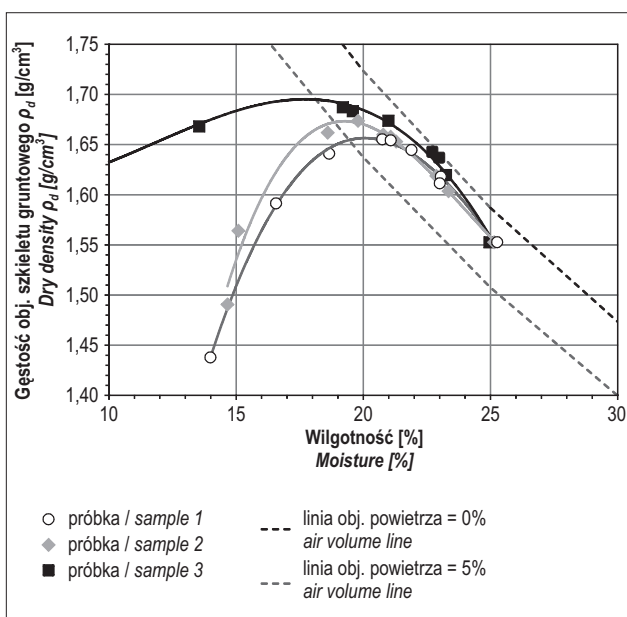
Na podstawie badań wykazano, że wilgotność optymalna ilów wynosi ok. 18–20% i jest tylko o kilka procent mniejsza od ich wilgotności naturalnej. Stwierdzono również, że maksymalne gęstości objętościowe gruntów nie różnią się od siebie w sposób znaczący i wynoszą 1,660–1,695 Mg/m³. Wartości te nie odbiegają od typowych wartości dla ilów piaszczystych (np. Johnson, Sallberg, 1960; Wiłun, 2013). Na uwagę zasługuje kształt uzyskanych krzywych. Z wykresu zależności gęstości objętościowej szkieletu gruntowego od wilgotności (ryc. 6) wynika, że im większa zawartość ziaren o frakcji piaszczystej i żwirowej w gruncie (pr. nr 3 w porównaniu do pr. nr 1 i 2), tym bardziej są spłaszczone krzywe zagęszczalności, czyli wilgotność ma mniejszy wpływ na możliwość zagęszczania. Normalna energia Proctora użyta podczas badania jest porównywalna jedynie z metodą zagęszczania nasypów przy użyciu walca ogumionego (Wiłun, 2013). Przy zastosowaniu innych metod zagęszczania np.: walcami 2,5–8 t, walcem okołkowanym lub ubijarką „żabą” uzyska się znacznie wyższą maksymalną gęstość objętościową.



Ryc. 4. Próbka nr 3 – widoczne białe, obtoczone ziarno kwarcu o średnicy ok. 20 mm, u góry przecięta nożem bryła łu otoczona piaskiem
Fig. 4. Sample 3 – visible white rounded quartz grain 20 mm in dia., higher – a knife-cut lump of clay with sandy grains around



Ryc. 5. Pozycja badanych gruntów w trójkącie Fereta oraz w nomogramie ISO
 Fig. 5. Location of the tested soils in the Feret's triangle and ISO nomogram



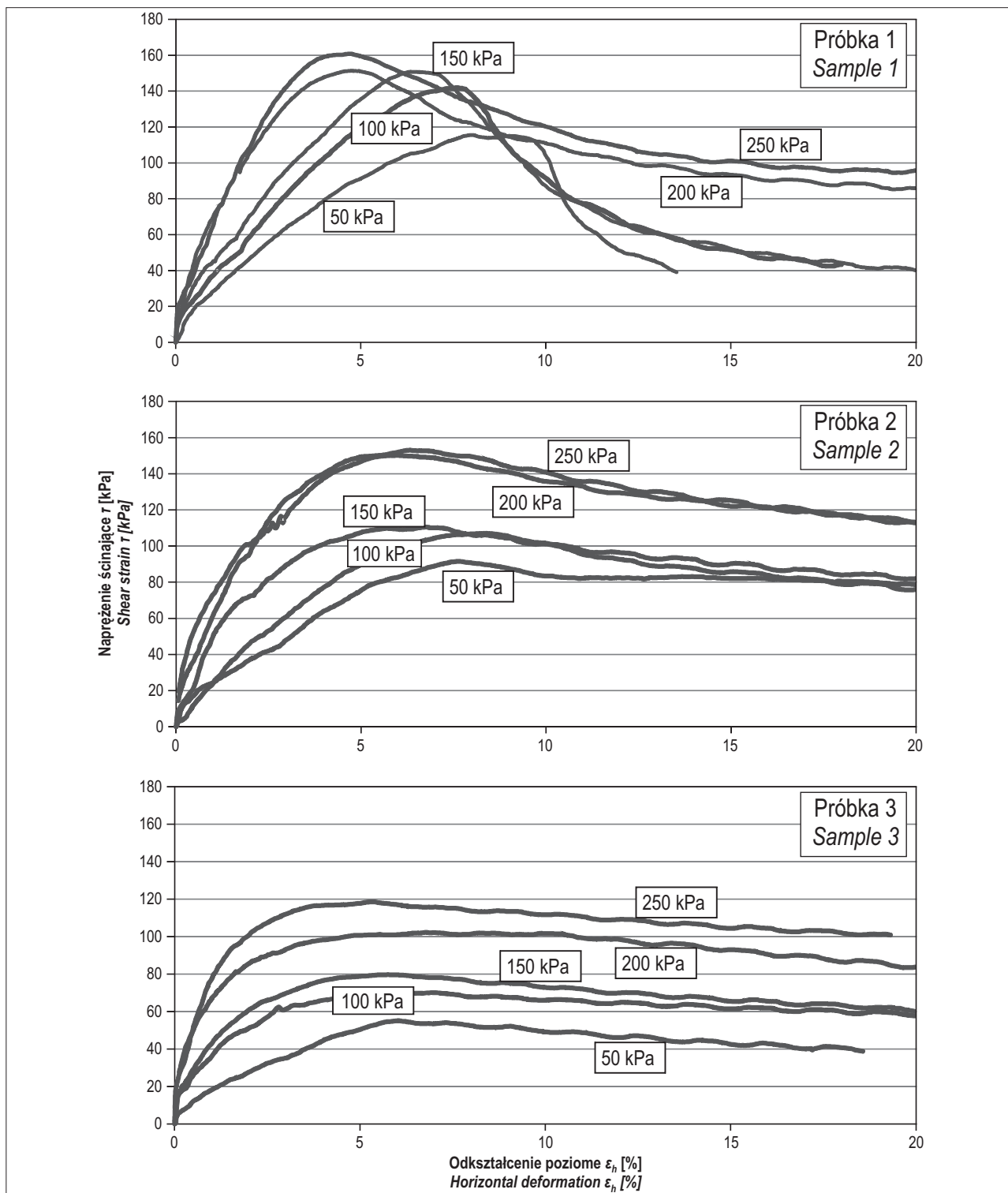
Ryc. 6. Charakterystyka zagęszczalności gruntów
 Fig. 6. Compaction curves

Wyniki badania wytrzymałości na ścinanie w aparacie bezpośredniego ścinania przedstawiono na rycinie 7 w postaci charakterystyk ścinania $\epsilon_h - \tau$, gdzie ϵ_h to odkształcenie poziome, a τ – naprężenie styczne. We wszystkich przypadkach naprężenie ścinające wykazało spadki po osiągnięciu wartości maksymalnej, co w przypadku ścinania gruntu w warunkach z drenażem jest charakterystyczne dla gruntów spoistych prekonsolidowanych. Największe spadki zanotowano w próbce nr 1, dla której obniżenie naprężenia wyniosło nawet 75%. Taki kształt krzywej można wytłumaczyć obecnością na powierzchni ścinania znacznej liczby leżących poprzecznie ostrokrawędzistych ziaren, które są kruszone lub przesuwane w trakcie ścinania. Jak ustalono w wyniku analizy sitowej i makroskopowej, w pozostałych próbkach ziarna piaskowe i żwirowe były obtoczone, co wyjaśnia różnicę w zachowaniu w trakcie ścinania. Zgodnie z oczekiwaniami, próbki ścinane przy wyższych naprężeniach normalnych wykazywały większą sztywność. Maksymalne wartości naprężenia ścinającego występowały przy odkształceniach 4–10%, przy czym w przypadku większych wartości naprężenia normalnego występowały one przy niższych wartościach odkształcenia poziomego.

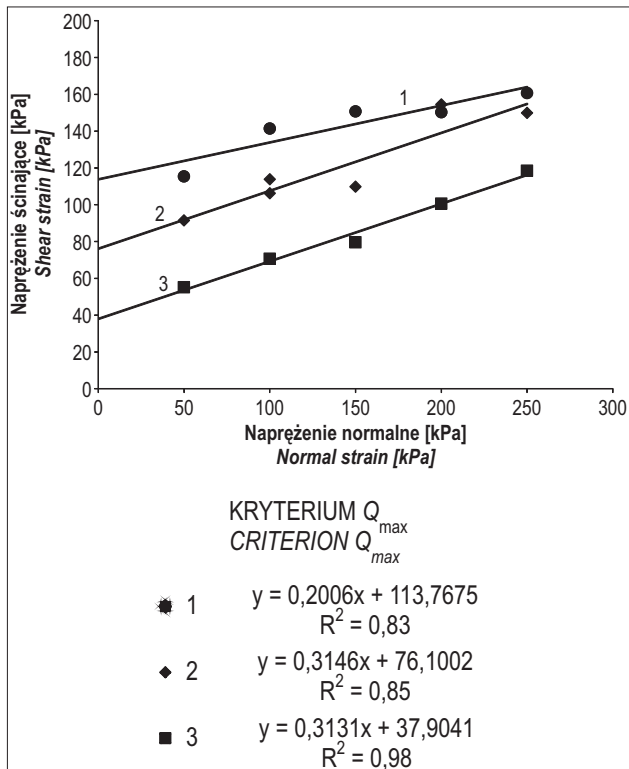
Norma PN-B-04481: 1988 definiuje wytrzymałość na ścinanie jako maksymalną wartość naprężeń ścinających w zakresie odkształceń względnych $\varepsilon \leq 10\%$. Na rycinie 8 wykreślono obwiednie zniszczenia próbek zgodnie z tym kryterium normowym. Wartości spójności (c) i kąta tarcia wewnętrznego (φ) przedstawiono w tabeli 6.

Badane grunty, szczególnie próbki nr 1 i 2, wykazują wysokie wartości parametru c , co jest charakterystyczne dla prekonsolidowanych iłów, głównie z dodatkiem ostro-

krawędzistych ziaren grubszych frakcji. W takich gruntach za wytrzymałość na ścinanie jest odpowiedzialna nie tylko spójność wynikająca z przyciągania międzycząsteczkowego minerałów iłowych, ale także tzw. spójność pozorna powodowana przez zazębianie się większych ziaren (dylatacja). Analizując rycinę 8, można zauważyć, że w przypadku próbek nr 1 i 2 rozrzut wyników jest dość znaczny ($R^2 < 0,90$), co jest zgodne z makroskopową niejednorodnością (różnoziarnistością) tych gruntów, w przeciwieństwie



Ryc. 7. Charakterystyki ścinania badanych próbek
 Fig. 7. Shearing characteristics



Ryc. 8. Obwiednie zniszczenia dla badanych ilów
Fig. 8. Shear strength failure envelopes

do próbki nr 3, dla której wartość współczynnika determinacji $R^2 = 0,98$.

W praktyce inżynierskiej, często stosuje się tzw. metodę B projektowania geotechnicznego wg PN-B-03020: 1981. Polega ona na przyjęciu do obliczeń parametrów gruntu na podstawie zależności korelacyjnych pomiędzy nazwą i stanem gruntu a analizowanym parametrem. Zgodnie z tym podejściem, dla ilów o $I_L = 0-0,17$ spójność wynosi 50–60 kPa, a kąt tarcia wewnętrzznego 11–13°. Użytkowana w badaniach wartość spójności jest dla próbek nr 1 i 2 wyższa (dla próbki nr 1 niemal dwukrotnie), przy podobnych lub nieco wyższych wartościach kąta tarcia wewnętrznego. Próbką nr 3 natomiast charakteryzuje się o wiele niższą spójnością, co najprawdopodobniej wiąże się z domieszką substancji organicznej.

WNIOSKI

Występujące w rejonie Konopisk grunty to wg klasyfikacji polskiej ily, a wg klasyfikacji europejskiej ily i (rzadziej) ily z piaskiem, zawierające niewielką, kilkuprocentową domieszkę frakcji żwirowej w formie ostrokrawędzistych okruchów syderytycznych lub obtoczonych ziaren żwiru kwarcowego. Są to stare (jurajskie), prekonsolidowane grunty występujące w stanie półzwartym. Charakteryzują się wysokimi parametrami wytrzymałościowymi – szczególnie spójnością, która w niektórych przypadkach jest nawet dwukrotnie wyższa niż proponowana dla tego typu gruntów przez normę PN-B-03020: 1981. Dobrze się zagęszczają, a ich wilgotność naturalna jest tylko nieznacznie większa od optymalnej. Pomimo, że są to grunty bar-

dzo spoiiste (zawierają ok. 50% cząstek o frakcji ilastej) wykazują znikome prawdopodobieństwo pęcznienia, ze względu na niską aktywność koloidalną.

Ze względu na nieprzepuszczalność podłoża zbudowanego z tych ilów, w obniżeniach terenu może dochodzić do ich lokalnego uplastyczniania, a nawet „wzbogacania” w substancję organiczną, co może w znaczący sposób obniżyć ich przydatność geotechniczną.

Badane grunty mogą stanowić dobre podłoże budowlane dla typowych obiektów, o ile oczywiście zostaną spełnione warunki stanu granicznego nośności i użytkowania, przy fundamentowaniu będzie zachowana głębokość przemarzania, a obiekty i podłoże zostaną zabezpieczone przed szkodliwym działaniem wody. W przypadku potrzeby wykorzystania tych gruntów w nasypach drogowych, zgodnie z wytycznymi normy PN-S-02205: 1998, grunty z próbek nr 1 i 2 mogłyby być zastosowane do budowy dolnych warstw nasypów nie wyższych niż 3 m i pod warunkiem ich zabezpieczenia przed zawilgoceniem lub po ulepszeniu spoiwami. Próbką nr 3 nie nadaje się do wykonawstwa nasypów drogowych z uwagi na podwyższoną zawartość substancji organicznej.

LITERATURA

- BARDZIŃSKI W., LEWANDOWSKI J., WIĘCKOWSKI R., ZIELIŃSKI T. 1985 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Częstochowa (845). Inst. Geol., Warszawa.
- BARDZIŃSKI W., LEWANDOWSKI J., WIĘCKOWSKI R., ZIELIŃSKI R. 1986 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski. Arkusz Częstochowa (845). Inst. Geol., Warszawa, s. 67.
- BELL F.G. 1993 – Engineering Geology. Blackwell Scientific Publication, Oxford, s. 581.
- JOHNSON A.W., SALLBERG J.G. 1960 – Factors that Influence Field Compaction of Soils... Compaction Characteristics of Field Equipment. Highway Research Board, Bull. 272, Highway Research Board, s. 206.
- KOPIK J. 1998 – Jura dolna i środkowa północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Państw. Inst. Geol., 378: 67–129.
- KOSTRZEWSKI W. 1980 – Mechanika gruntów. Państw. Wyd. Nauk., Warszawa, s. 284.
- KRAJEWSKI R. 1960a – Syderyty osadowe. [W:] Krajewski R. (red.), Geologia złóż surowców mineralnych Polski, surowce metaliczne. Biul. Inst. Geol., 53–78.
- KRAJEWSKI R. 1960b – Wiadomości ogólne. [W:] Krajewski R. (red.), Geologia złóż surowców mineralnych Polski, surowce metaliczne. Biul. Inst. Geol., 11–21.
- PN-B-03020: 1981 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-02480: 1986 – Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-B-04481: 1988 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- PN-EN ISO 14688: 2006 – Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów.
- PN-S-02205:1998 – Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- PREMIK J. 1934 – Budowa i dzieje geologiczne okolic Częstochowy. Uber den geologischen Bau und Geschichte der Umgegend von Częstochowa. Ziemia Częstochowska, 1: 256–266.
- RATAJCZAK T. 1998 – Hałdy po górnictwie rud żelaza w rejonie częstochowskim – stan aktualny i możliwości zagospodarowania. Wyd. Inst. Gospodarki Surow. Miner. i Energią PAN, Kraków: 1–92.
- SZCZEPAŃSKA M., WITKOWSKA M. 2007 – Surowce ilaste ceramiki budowlanej w dawnych ośrodkach wydobywania rud żelaza. Materiały Warsztatów PAN. WUG: bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie, 6: 58–61.
- WIŁUN Z. 2013 – Zarys geotechniki. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, s. 724.
- ZNOSKO J. 1954 – Stratygrafia ilów rudonośnych na podstawie otworów wiertniczych. Biul. Inst. Geol., 1: 183–281.