

EWA WOJNICKA-JANOWSKA *

CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA GRUNTÓW ORGANICZNYCH ZE SZCZECINKA

Streszczenie

Artykuł zawiera wyniki laboratoryjnych badań charakteryzujących organiczne grunty jeziorne ze Szczecinka. Na podstawie analizy stwierdzono niekorzystne parametry badanych próbek torfu, gytii wapiennej i kredy jeziornej. Grunty nie są przydatne jako podłoże do bezpośredniego posadowienia obiektów inżynierskich.

Słowa kluczowe: grunty organiczne, charakterystyka geotechniczna, Szczecinek

Wstęp

Pokrywające znaczną część obszaru Polski Północnej i Zachodniej złoża jeziornych gruntów organicznych są częstym źródłem problemów inżynierskich związanych z posadowieniem obiektów budowlanych. Niska wytrzymałość oraz duża ściśliwość takich gruntów jak torf, kreda jeziorna i gytia stwarzają szereg trudności na etapie badań, projektowania oraz wykonawstwa i eksploatacji obiektów inżynierskich.

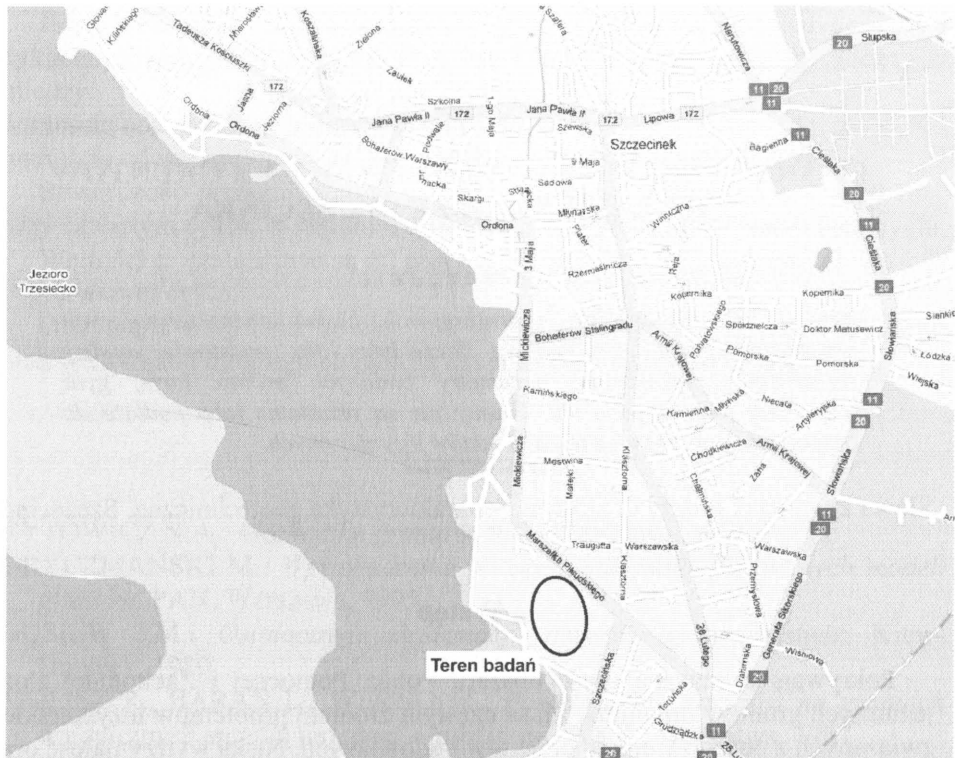
Opracowanie jest kontynuacją badań autorki w celu charakterystyki geotechnicznej złóż osadów jeziornych zlokalizowanych na obszarze Polski Zachodniej [Wojnicka-Janowska 1994, 1995a, 1995b, 2002, 2003, 2006, 2007]. Przedstawiona praca zawiera charakterystykę geotechniczną torfu, gytii i kredy jeziornej zalegających w podłożu miasta Szczecinka nad południowo-wschodnim brzegiem jeziora Trzesiecko.

Krótką charakterystyka i budowa geologiczna terenu badań

Obszar badań zlokalizowany jest w południowej części miasta Szczecinek i stanowi kompleks obiektów Ośrodka Sportu i Rekreacji w Szczecinku

* Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Inżynierii Łądowej i Środowiska, Zakład Geotechniki i Geodezji, ul. Z.Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra

położonego nad brzegiem jeziora Trzesiecko (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja terenu badań

Fig. 1. Location of the study area

Budowę geologiczną rozpoznano na podstawie badań własnych oraz badań archiwalnych [Piotrowski, Borkowski 2004]. Przykładowy profil osadów na badanym terenie przedstawia się następująco:

Głębokość Opis litologiczny

0,0 – 1,5 m – nasyp – piasek z humusem, gruz

1,5 – 2,9 m – torf brunatny, wysoko zhumifikowany, plastyczny,

2,9 – 7,0 m – gytia (kreda jeziorna), szara, miękkoplastyczna,

7,0 – 9,5 m – piasek średni, szary, nawodniony, średnio zagęszczony.

W podłożu zalega ustabilizowany poziom wody na głębokości ok. 1,0 m poniżej poziomu terenu i jest uzależniony od zmian stanu wody w jeziorze Trzesiecko.

W budowie geologicznej podłoża biorą udział młode osady postglacjalne wieku holoceniowego. Grunty rodzime pokrywa warstwa nasypów o miąższości 1,0 – 1,6 m. Pod nasypami zalegają na ogół amorficzne torfy o miąższości 0,6 – 1,4 m pokrywające warstwę gytii, której strop ukształtował się na głębokości 1,3 – 2,9 m. Miąższość gytii zmienia się od 0,9 m do 4,6 m. Grunty organiczne zalegają na gruntach mineralnych wykształconych w postaci średnio zagęszczonych piasków średnich lub plastycznej gliny piaszczystej.

W artykule zajęto się głównie charakterystyką torfu, gytii i kredy jeziornej na podstawie badań laboratoryjnych.

Metodyka badań

Badania laboratoryjne wykonano na próbkach NN gytii, kredy jeziornej i torfu pobranych w cylindry metalowe o średnicy 10 cm z głębokości do 6,0 m.

Skład granulometryczny

Analizę ziarnową przeprowadzono metodą areometryczną wg Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego opisaną przez Dobrzańskiego (1970), Lityńskiego, Jurkowską, Górlach (1972).

Zawartość części organicznych (Iom)

Pod pojęciem substancji (części) organicznych przyjmuje się różne związki organiczne węgla zarówno pochodzenia roślinnego jak i zwierzęcego.

Jedną z metod oznaczania części organicznych zalecaną przez normę PN-88/B-04481, jest prażenie próbek gruntu w piecu muflowym przez co najmniej 4 h w temperaturze 600 - 800 °C do uzyskania stałej masy. Wymieniona metoda normowa w przypadku osadów węglanowych jest nieprzydatna ze względu na rozkład CaCO₃ w temperaturze powyżej 600 °C. Również norma nie zaleca stosowania do takich osadów metody utleniania części organicznych 30% roztworem nadtlenu wodoru.

Wg Wyrwickiego (1988) substancja organiczna występująca w młodych osadach wieku czwartorzędowego spala się w przedziale 200 - 400 °C.

Brak jest jednolitego stanowiska w sprawie temperatury spalania części organicznych osadów jeziornych, np.: Jakuszko (1967) podaje za miarodajną temperaturę 400 °C, a Gołębiowski (1976) stosuje temperaturę 550 °C. W oparciu o te dane do oznaczenia zawartości części organicznych przyjęto temperaturę 300 °C, w której prażono próbkę przez 6 godzin z powtórzeniami do uzyskania stałej masy.

Zawartość części organicznych I_{om} obliczono w procentach wg wzoru:

$$I_{om} = \frac{m_{st} - m_u}{m_{st} - m_t} \cdot 100[\%] \quad (1)$$

w którym:

m_{st} – masa naczynka z próbką gruntu wysuszonego w temp. 110 °C do stałej masy, [g]

m_u – masa naczynka z próbką po wyprażeniu do stałej masy w temp. 500 °C, [g]

m_t – masa wyprażonego naczynka, [g].

Popielność (A_c)

Jednym z parametrów charakteryzujących osady jeziorne jest popielność. Popielność wg danych literaturowych (Maciak, Liwski 1979) oznacza się jako wynik spalania gruntu w wysokich temperaturach: 550 - 800 °C, tj. procentową zawartość popiołu w próbce.

Popielność oznaczono w piecu muflowym przez prażenie w temperaturze 550°C do stałej masy próbek umieszczonych w tygielkach ceramicznych. Najpierw stopniowo podnoszono temperaturę do 550 °C i po prażeniu przez 6 h i ochłodzeniu w eksykatorze próbki ważono. Czynność powtarzano do uzyskania stałej masy próbki.

Procentową zawartość popiołu w badanej próbce kredy jeziornej obliczono wg wzoru:

$$A_c = \frac{m_p - m_t}{m_{st} - m_t} \cdot 100[\%] \quad (2)$$

w którym:

m_p – masa tygielka z próbką gruntu po wyprażeniu do stałej masy w temp. 550 °C, [g]

m_{st} – masa tygielka z próbką gruntu wysuszonego w temp. 110 °C do stałej masy, [g]

m_t – masa wyprażonego tygielka, [g]

Zawartość węglanu wapnia ($CaCO_3$)

Obecność węglanu wapnia w gruntach wpływa na ich właściwości zarówno chemiczne jak i fizyko-mechaniczne. Szczególnie ma to znaczenie w osadach jeziornych, gdyż zawartość węglanów ma wpływ na ich klasyfikacje jak i parametry geotechniczne.

Oznaczenie węglanów wapnia przeprowadzono metodą zaproponowaną i opisaną przez Bauer, Beckett, Biem (1972). Metoda polega na rozłożeniu

zawartego w gruncie węglanu wapnia poprzez działanie na niego 10 % roztworem kwasu solnego. Różnica mas gruntu przed reakcją i po reakcji pozwala na określenie zawartości CaCO_3 .

Zawartość węglanu wapnia wyrażoną w procentach suchej masy gruntu oznaczono wg wzoru:

$$\text{CaCO}_3 = 227,4 \cdot \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} [\%] \quad (3)$$

w którym:

m_1 - masa zlewki z roztworem HCl oraz naczynkiem, [g]

m_2 - jw. + grunt - przed reakcją z HCl, [g]

m_3 - jw. - po reakcji gruntu z HCl, [g].

Stosowano naważki ok. 1 g gruntu wysuszonego w temperaturze 110 °C. Metodę przetestowano na chemicznie czystym CaCO_3 .

Stopień rozkładu torfu

Stopień rozkładu jest związany z procesami biochemicznymi w torfie i odbywa się tym intensywniej im korzystniejsze są warunki tlenowe. Zachodzące procesy humifikacji powodują przemianę szczątków roślin torfowych w bezpostaciową masę amorficzną. Od stopnia rozkładu torfu zależy wiele fizycznych i chemicznych właściwości torfu. Wśród wielu zarówno polowych jak i laboratoryjnych metod oznaczania stopnia rozkładu, w niniejszych badaniach zastosowano metodę mechaniczną opisaną przez [Maciek, Liwski 1979]. Metoda polega na mechanicznym oddzieleniu na sitach części zhumifikowanych od nierozłożonych i określeniu wagowo procentowej zawartości masy amorficznej w badanej próbce. Stopień rozkładu obliczono na podstawie wzoru:

$$R = 100 - \frac{a}{b} \cdot 100 [\%] \quad (4)$$

w którym:

a – masa suchych pozostałości w sicie o średnicy oczek 0,2 mm po wysuszeniu w temp. 105 °C,

b – masa suchego torfu po wysuszeniu w temp. 105 °C.

Tab. 1. Zestawienie zbiorcze wyników badań laboratoryjnych

Tab. 1. Results of laboratory tests

Parametr	Symbol	Jednostka	Torf	Gytia wapienna Kreda jeziorna
			Wartość średnia Wart. ekstremalne	Wartość średnia Wart. ekstremalne
Wilgotność naturalna	w	%	$\frac{313,2}{225,8-448,9}$	$\frac{105,7}{104,2-107,3}$
Gęstość objętościowa	ρ	g/cm^3	$\frac{1,08}{1,06-1,11}$	$\frac{1,50}{1,45-1,56}$
Gęstość właściwa	ρ_s	g/cm^3	$\frac{1,58}{1,55-1,62}$	$\frac{2,60}{2,58-2,62}$
Zawartość części organ.	I_{om}	%	$\frac{77,1}{68,9-84,2}$	$\frac{6,63}{5,40-8,20}$
Zawartość węglanu wapnia	CaCO_3	%	-	$\frac{87,7}{77,7-96,6}$
Granica plastyczności	w_p	%	$\frac{250}{245-260}$	$\frac{56,5}{55,2-60,2}$
Granica płynności	w_L	%	$\frac{383}{379-391}$	$\frac{126,2}{123,2-128,1}$
Stopień plastyczności	I_L	-	$\frac{0,48}{0,40-0,54}$	$\frac{0,70}{0,69-0,73}$
Stopień rozkładu	R	%	$\frac{83,4}{81,2-85,7}$	-
Kąt tarcia wewnętrznego	ϕ_u	°	$\frac{8,2}{7,8-10,2}$	$\frac{6,7}{5,2-8,2}$
Spójność	c_u	kPa	$\frac{15}{13-18}$	$\frac{13}{12-14}$
Edometryczny moduł ściśliwości Zakres obciążeń	M_o	kPa		
0 – 50		kPa	$\frac{614,8}{527,4-702,2}$	$\frac{419,8}{341,8-542,0}$
0 – 100		kPa	$\frac{659,3}{606,8-711,9}$	$\frac{581,9}{494,7-678,6}$
0 – 200		kPa	$\frac{716,6}{684,6-748,6}$	$\frac{833,0}{761,9-864,9}$

Właściwości fizyczne

Parametry fizyczno-mechaniczne gruntu tj.:
gęstość właściwa szkieletu gruntowego,
gęstość objętościowa,
wilgotność naturalna,
granice konsystencji,
stopień plastyczności,
edometryczne moduły ścisłości pierwotnej,
oznaczono zgodnie z zaleceniami normy PN-88/B-04481.

Badania kąta tarcia wewnętrznego i spójności gruntów wykonano w aparacie trójosiowego ściskania typu norweskiego EWA-2. Oznaczenia wykonywano na próbkach NNS bez konsolidacji, z pomiarem ciśnienia porowego, co umożliwiło oznaczenie parametrów wytrzymałościowych w naprężeniach efektywnych [Ewertowska-Madej 1969].

Wyniki badań parametrów geotechnicznych gruntów organicznych zestawiono w tabeli 1.

Wyniki badań

Torf – badane próbki torfu posiadały wysoki stopień rozkładu powyżej 80% oraz wysoką zawartość części organicznych (średnio ok. 77%). Gęstość objętościowa oscyluje wokół wartości $1,10 \text{ g/cm}^3$. Torf tworzy mazistą masę o barwie ciemnobrazowej i wilgotności w granicach 226 – 449 %.

Grunt występuje w stanie plastycznym na pograniczu miękkoplastycznego. Parametry mechaniczne: kąt tarcia wewnętrznego w granicach $7,8 - 10,2^\circ$, spójność 13 – 18 kPa oraz edometryczny moduł ścisłości pierwotnej w zakresie wartości 607 – 712 kPa (dla zakresu obciążeń 0 – 100 kPa) świadczą, że torf jest gruntem słabonośnym i jako taki nie może być wykorzystany do bezpośredniego posadowienia.

Gytia wapienna i kreda jeziorna – badane próbki osadów węglanowych zawierają od 77,7 – 96,6 % CaCO_3 , wg klasyfikacji Ilnickiego (1979) są kreda jeziorna lub gytia wapienna. W związku ze stosunkowo wysoką zawartością węglanów (zbliżoną do 80 %) w gytii wapiennej osady analizowano jako jeden rodzaj gruntów węglanowych.

Pod względem składu ziarnowego grunty te można zaliczyć do gliny pylastej ($f_p = 6 - 18 \%$, $f_\pi = 71 - 76 \%$, $f_i = 11 - 18 \%$). Grunty węglanowe występują w stanie miękkoplastycznym ($I_L > 0,69$) ich wilgotność zmienia się w granicach 104,2 – 107,3 %, gęstość objętościowa od $1,45 - 1,56 \text{ g/cm}^3$, zawierają 5,40 – 8,20 % części organicznych. Parametry mechaniczne są nieco gorsze niż w przypadku torfów. Kąt tarcia wewnętrznego zmienia się w granicach $5,2 - 8,2^\circ$,

natomiast spójność 12 – 14 kPa. Oznaczony edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej dla zakresu obciążeń 0 – 100 kPa, zmienia się od 494,7 – 678,6 kPa.

Na podstawie powyższych danych gytie wapienną i kredę jeziorną należy zaliczyć do gruntów słabonośnych.

Wnioski

1. Badane próbki gruntów organicznych pochodzenia jeziornego można podzielić na dwa rodzaje:
 - torfy amorficzne o bardzo znacznym stopniu rozkładu (ok. 83%) występujące w stanie plastycznym lub miękkoplastycznym,
 - węglanowe osady jeziorne – gytia wapienna i kreda jeziorna o zawartości węglanów 77,7 – 96,6%. Analiza ziarnowa wykazała, że jest to glina pylasta. Grunty występują w stanie miękkoplastycznym.
2. Analiza wykazuje zbliżone wartości parametrów fizyko-mechanicznych gruntów organicznych ze Szczecinka do innych gruntów zlokalizowanych w Polsce Zachodniej badanych przez autorkę we wcześniejszym okresie. Należy jednak zwrócić uwagę, że zróżnicowanie właściwości gruntów jest na tyle duże, że nie pozwala na obecnym etapie przeprowadzić jednoznacznych uogólnień.
3. Badane pod względem mechanicznym (ką tarcia wewnętrznego, spójność, ściśliwość) organiczne grunty jeziorne ze Szczecinka posiadają niską wytrzymałość i dużą ściśliwość i jako takie nie są przydatne do bezpośredniego posadowienia obiektów inżynierskich bez zabiegów ich wzmacniania.

Literatura

- BAUER H.P., BECKETT P.H., BIE S.W.: *A rapid gravimetric method for estimating Calcium carbonate in soils*. "Plant and Soil" nr 37, 1972.
- DOBRZAŃSKI B.: *Rozpoznanie i analiza gleb*. Wyd. PWN Warszawa, 1970.
- EWERTOWSKA-MADEJ Z.: *Parametry wytrzymałości gruntów spoistych na ścinanie określone w aparacie trójosiowego ściskania*. Rozprawy Hydrotechniczne, Z-24, 1969.
- JAKUSZKO O.F.: *Geografija ozier Bielorusсии*. Izd. Wyższaja Szkoła. Minsk, 1967.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H., GORLACH S.: *Analiza chemiczno rolnicza*. Wyd. PWN. Warszawa – Kraków, 1972.
- MACIAK F., LIWSKI S.: *Ćwiczenia z torfoznawstwa*. Skrypt SGGW AR w Warszawie, 1979.

- PIOTROWSKI A., BORKOWSKI A.: *Opinia geotechniczna dotycząca budowy podłoża gruntowego*, Szczecin, 2004.
- WYRWICKI R.: *Analiza derytograficzna skał ilastych*. Wyd. Uniwer. Warszawskiego, Warszawa, 1988.
- WOJNICKA E.I.: *Parametry fizyczne gytii oraz kredy jeziornej i ich wpływ na konsystencję*. 16. Międzynarodowe Sympozjum Naukowe Studentów i Młodych Pracowników Nauki, Zielona Góra, 1994.
- WOJNICKA-JANOWSKA E.: *Charakterystyka geotechniczna kredy jeziornej z Pomorska*. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej nr 40, Poznań, 1995.
- WOJNICKA-JANOWSKA E.: *Właściwości fizyko-chemiczne kredy jeziornej z Pomorska*. 17. Międzynarodowe Sympozjum Naukowe Studentów i Młodych Pracowników Nauki, Zielona Góra, 1995.
- WOJNICKA-JANOWSKA E.: *Charakterystyka złóż węglanowych osadów jeziornych Środkowego Nadodrza*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego nr 129, Zielona Góra, 2002.
- WOJNICKA-JANOWSKA E.: *Charakterystyka geotechniczna węglanowych osadów jeziornych Środkowego Nadodrza*. Aktualne problemy naukowo-badawcze budownictwa: Konferencja naukowo-techniczna. Olsztyn-Kortowo, Olsztyn, 2003.
- WOJNICKA-JANOWSKA E.: *Analiza wpływu obciążenia gytii na zmiany jej parametrów geotechnicznych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej. Budownictwo . Z. 28, T. 1, 2006.
- WOJNICKA-JANOWSKA E.: *Charakterystyka geotechniczna węglanowych osadów jeziornych ze złoża "Szumiąca"*. Geologos nr 11, 2007.

THE GEOTECHNICAL CHARACTERISTIC OF ORGANIC SOILS FROM SZCZECINEK

Summary

Organic soils are characterized by disadvantageous geotechnical parameters are numbered to so called weak soils. Lake marl, gytija and peat show great physically mechanical differentiation according to the kind and content of mineral and organical elements. In connection with great variability of examined soils, generalizations are possible only for selected areas of their occurrence. The present article shows the geotechnical characteristic of carbonate sediments originated from Szczecinek.

Key words: organic soils, geotechnical characteristic, Szczecinek.

