

BADANIA LABORATORYJNE WEDŁUG EUROKODU 7 I NORM ZWIĄZANYCH

Maria Jolanta Sulewska

Politechnika Białostocka, Białystok

Streszczenie. W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące metodyki badań laboratoryjnych gruntów zgodnie z zaleceniami Eurokodu 7 i norm związanych. Omówiono również, pod kątem aspektów poznawczych i praktycznych, referaty zakwalifikowane na I Konferencję Naukowo-Techniczną ProGeotech 2013 „Projektowanie geotechniczne – badania i dobór parametrów”. Do sesji 2. „Badania laboratoryjne według EC 7” zgłoszono 6 artykułów, których najważniejsze osiągnięcia i wnioski podsumowano w niniejszej pracy.

Słowa kluczowe: Eurokod 7-2, metody badań laboratoryjnych, parametry geotechniczne

WSTĘP

Projektowanie geotechniczne, zgodnie z zasadami i regułami podanymi w Eurokodzie 7 [PN-EN 1997-1:2008, PN-EN 1997-2:2009], polega na rozwiązywaniu zadań współpracy obiektu z podłożem gruntowym. Pierwszym etapem projektowania geotechnicznego jest opracowanie dokumentacji badań podłoża gruntowego, w której, według załącznika B do Eurokodu 7-2 [2009], wyróżniono następujące etapy: planowanie i weryfikacja programu badań, badania polowe i laboratoryjne oraz opracowanie modelu geologicznego. Badania laboratoryjne przeprowadzane są według ustalonych procedur, ich wyniki powinny być sprawdzalne i niezależne od osoby badacza. Zakres i metodyka badań powinny być określone zależnie od projektowanego obiektu. Z tych samych wyników badań można wyciągnąć różne wnioski i dla odmiennych budowli podać różne parametry współpracy budowli z gruntem [Wysokiński i in. 2011].

Część 1. Eurokodu 7 [2008] wraz z poprawkami (PN-EN 1997-1:2008/AC:2009, PN-EN 1997-1:2008/Ap1:2010, PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010, PN-EN 1997-1:2008/NA:2011) obejmuje zasady ogólne i metody projektowania geotechnicznego, natomiast część 2. Eurokodu 7 [2009] wraz z poprawkami (PN-EN 1997-2:2009/AC:2010, PN-EN 1997-2:2009/Ap1:2010) opisuje zasady i wymienia metody rozpoznawania i ba-

Adres do korespondencji – Corresponding author: Maria Jolanta Sulewska, Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Zakład Geotechniki, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok, e-mail: m.sulewska@pb.edu.pl

dania podłoża gruntowego. Postanowienia części 2. stosuje się głównie do dokumentacji obiektów 2. kategorii geotechnicznej. Do dokumentacji budowli 3. kategorii mogą być konieczne badania dodatkowe lub bardziej zaawansowane.

Część 2. Eurokodu 7 zawiera między innymi ogólne specyfikacje następujących grup badań laboratoryjnych gruntów (w rozdz. 5.1–5.11 i w zał. L–S):

- wymagania ogólne i przygotowanie próbek gruntów do badań,
- badania w celu klasyfikacji, oznaczenia i opisu gruntów (wilgotności, gęstości objętościowej, gęstości właściwej szkieletu gruntowego, składu granulometrycznego, granic konsystencji, stopnia zagęszczenia, dyspersyjności, wysadzinowości – mrozoodporności),
- badania składu chemicznego gruntu i wody gruntowej (zawartości części organicznych, zawartości węglanów, siarczanów, chlorków, odczynu pH),
- wskaźnikowe badania wytrzymałości gruntu (laboratoryjną sondą obrotową, penetrometrem stożkowym),
- badania wytrzymałości gruntu (w aparacie jednoosiowego ściskania, w aparacie trójosiowego ściskania, w aparacie bezpośredniego ścinania lub w aparacie pierścieniowym),
- badania ściśliwości i odkształcalności gruntu (badanie w edometrze, badanie odkształcalności metodami opartymi na rozchodzeniu się fal poprzecznych lub innymi metodami dynamicznymi),
- badanie zagęszczalności gruntu (badania Proctora, CBR),
- badanie przepuszczalności gruntu.

Procedury najważniejszych badań laboratoryjnych zostały zawarte w dwunastu specyfikacjach technicznych PKN-CEN ISO/TS 17892:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów, części 1–12 (Część 1: Oznaczanie wilgotności; Część 2: Oznaczanie gęstości gruntów drobnoziarnistych; Część 3: Oznaczanie gęstości właściwej – metoda piknometryczna; Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego; Część 5: Badanie edometryczne gruntów; Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym; Część 7: Badanie na ściskanie gruntów drobnoziarnistych w jednoosiowym stanie naprężenia; Część 8: Badanie gruntów nieskonsolidowanych w aparacie trójosiowego ściskania bez odpływu wody; Część 9: Badanie gruntów w aparacie trójosiowego ściskania po nasyceniu wodą; Część 10: Badanie w aparacie bezpośredniego ścinania; Część 11: Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym; Część 12: Oznaczanie granic Atterberga).

Spośród procedur badań wykonywanych w budownictwie drogowym, opisanych w normie PN-EN 13286:2007 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym, geotechnicy mogą wykorzystać następujące części: Część 2: Metody określenia gęstości i zawartości wody. Zagęszczenie metodą Proctora; Część 7: Próba cyklicznego obciążania trójosiowego mieszanek niezwiązanych; Część 47: Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego.

Klasyfikacja i badania makroskopowe gruntów zostały opisane w normie PN-EN ISO 14688:2006 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis, wraz z poprawką (PN-EN ISO 14688-1:2006/Am1:2012); Część 2:

Zasady klasyfikowania, wraz z poprawkami (PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap1:2010, PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012).

Badania laboratoryjne stanowią podstawowy sposób wyznaczania właściwości gruntów, a ich wyniki są często referencyjne w analizach porównawczych z innymi metodami badawczymi. Ich zaletą jest możliwość określania właściwości gruntów w ściśle kontrolowanych warunkach naprężenia, odkształcenia i odpływu. Głównymi wadami badań laboratoryjnych są: mały wymiar badanych próbek, lokalny charakter i ewentualna niereprezentatywność, trudności z wyeliminowaniem wpływu naruszenia struktury gruntu. Norma PN-EN 1997-2 [2009] zwraca szczególną uwagę na jakość badanych próbek, sposób ich pobierania i przygotowania (próbki naruszone, nienaruszone, ponownie zagęszczane, przerobione i odtworzone).

Rozwój zaawansowanych laboratoryjnych technik badawczych i współczesne kierunki w badaniach są tematem wielu konferencji i publikacji [Garbulewski 2009, Newson 2009, Pinto 2010, Lipiński 2012, 2013, Lechowicz i in. 2013]. W związku z rozwojem w ostatnich latach bazy laboratoryjnej w Polsce największym zainteresowaniem cieszą się badania wykonywane za pomocą nowoczesnego sprzętu, takiego jak:

- aparaty do badań trójosiowych (cyklicznych, z pomiarem mikroprzemieszczeń [Sawicki i in. 2011]; do badań próbek nienasyconych [Skutnik 2013]; z pomiarem prędkości fal sejsmicznych [Sas i in. 2013b]; z różnymi systemami pomiaru odkształceń [Jastrzębska i Kowalska 2013],
- kolumna rezonansowa [Gabryś i Szymański 2012],
- cylindryczny aparat skrętny [Kiziewicz i Lechowicz 2013],
- aparat bezpośredniego ścinania z obciążeniem cyklicznym [Jastrzębska 2012], cykliczny aparat CBR [Sas i Głuchowski 2012], dynamiczny aparat CBR [Zabielska-Adamska i Sulewska 2013],
- komora Rowe'a [Zabielska-Adamska 2011, Kowalczyk i in. 2013, Malinowska i in. 2013].

Wprowadzane są nowe metody analizy wyników badań geotechnicznych, między innymi za pomocą: sztucznych sieci neuronowych [Sulewska 2009, Ochmański i Bzówka 2013], algorytmów genetycznych [Srokosz 2012], fraktali [Bzówka i Skrzypczyk 2011], teorii Bayesa [Rabarijoely i in. 2013], logiki rozmytej [Daniszewska 2012, Tran 2012]. Praktyczne znaczenie mają prace i badania porównawcze, których celem jest wdrożenie w Polsce nowych specyfikacji badań laboratoryjnych [Jaśkiewicz i Wszędyrówny-Nast 2013] i nowej klasyfikacji gruntów [Tarnawski i in. 2011, Gołębiowska 2012].

Celem niniejszego artykułu jest analiza sześciu artykułów zakwalifikowanych do Sesji 2. „Badania laboratoryjne według Eurokodu 7” I Konferencji Naukowo-Technicznej ProGeotech 2013 „Projektowanie geotechniczne – badania i dobór parametrów”, Warszawa 2013.

ANALIZA REFERATÓW

Celem pracy Batoga i Hawrysza [2013] było określenie regionalnych zależności korelacyjnych między parametrami skurczu – skurczem liniowym (L_s), skurczem objętościowym (V_s) i granicą skurczalności (w_s) – a parametrami identyfikacyjnymi gruntów spoistych – stopniem plastyczności (I_L) i wskaźnikiem plastyczności (I_p).

Badania wykonano na 82 próbkach gruntów spoistych z terenu Górnego Śląska (48 próbek iłów, 8 próbek glin i glin zwięzłych, 4 próbki piasków gliniastych i pyłów, 22 próbki gruntów spoistych organicznych). Badania parametrów skurczu wykonano według normy ASTM D 4943-02 Standard test method for shrinkage factors of soils by the wax method.

Wynikiem badań jest zależność określająca maksymalną wartość skurczu liniowego dla gruntów o wilgotności mniejszej niż granica plastyczności (której wykres zamieszczono na rysunku 2 w publikacji Batoga i Hawrysza [2013]:

$$L_{s \max} \leq 35,9 I_L + 10,42 \quad (1)$$

Dla badanej serii gruntów nie udało się określić innych korelacji między parametrami skurczu a kolejno analizowanymi parametrami geotechnicznymi, takimi jak: wilgotność naturalna, zawartość części organicznych, granice Atterberga, wskaźnik i stopień plastyczności.

Majer i Pietrzykowski [2013] przedstawili ocenę przydatności penetrometru tłoczkowego do badania stopnia plastyczności gruntów spoistych na podstawie porównania wyników badań wykonanych tym przyrządem z wynikami badań laboratoryjnych. Wykonano badania porównawcze na 333 próbkach gruntów spoistych (rdzenie wiertnicze). Według PN-88/B-04481 [1988] wykonano oznaczenia penetrometrem tłoczkowym oraz badania laboratoryjne wilgotności naturalnej (w_n) i granicy plastyczności (w_p). Oznaczenia granicy płynności (w_L) metodą penetrometru stożkowego wykonano według PKN-CEN ISO/TS 17892-1 i PKN-CEN ISO/TS 17892-6. Badane grunty stanowiły: piaski gliniaste i gliny zlodowacenia południowopolskiego, przekonsolidowane ły triasowe i ły batońskie, pyły i gliny pylaste dolin rzecznych, zwietrzliny skał węglanowych i klastycznych, grunty organiczne. Były to głównie: grunty gliniaste o zawartości frakcji iłowej $f_i = 10\text{--}30\%$ (46% próbek) i ły o $f_i > 30\%$ (39% próbek). Wykorzystując wyniki badań, opracowano zależność stopnia plastyczności (I_L) od wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie (q_u), określanej penetrometrem tłoczkowym (przy wskaźniku determinacji $R^2 = 0,4527$), której wykres został zamieszczony na rysunku 1 w publikacji Majer i Pietrzykowskiego [2013]. Autorzy uważają, że zaproponowana krzywa jest dobrym przybliżeniem analizowanej zależności. Wnioskują, że penetrometr tłoczkowy może być uzupełnieniem makroskopowej oceny konsystencji i może stanowić obiektywną ocenę plastyczności w praktyce.

Malinowska i Domański [2013] przedstawili wyniki badań laboratoryjnych parametrów fizycznych i mechanicznych gruntu słabonośnego (torfu) zalegającego w podłożu, który będzie obciążony nasypem drogi miejskiej. Wykonano badania laboratoryjne właściwości fizycznych torfu o stopniu rozkładu części organicznych H6, określając następujące parametry: wilgotność naturalną ($w_n = 270\%$), wilgotność całkowitą ($w_r = 296\%$), stopień wilgotności ($S_r = 0,91$), ciężar właściwy szkieletu gruntowego ($\gamma_s = 16,6 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$), ciężar objętościowy gruntu ($\gamma = 10,25 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$), ciężar objętościowy szkieletu gruntowego ($\gamma_d = 2,78 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$), wskaźnik porowatości ($e = 5,0$), wskaźnik plastyczności ($I_p = 0,15$), wskaźnik konsystencji ($I_c = 0,85$). Zbadano wybrane właściwości chemiczne: odczyn ($\text{pH} = 7,0$), popielność ($P = 35\%$), zawartość części organicznych ($I_{om} > 20\%$). Określono parametry odkształcenia: naprężenie prekonsolidacji, edometryczne moduły ścisłości w różnych warunkach obciążenia oraz w zakresie naprężeń prekonsolidacji OC

($p'_p = 7,0$ kPa) i normalnej konsolidacji NC, oraz parametry wytrzymałościowe: efektywny kąt tarcia wewnętrznego (φ') i efektywną spójność (c'). Krzywa ścisłości z zakresem naprężeń OC i NC jest zamieszczona na rysunku 7, a ścieżki naprężeń na rysunku 11 publikacji Malinowskiej i Domańskiego [2013]. Otrzymano następujące wartości parametrów ścisłości: $M_{OC} = 89,7$ kPa w zakresie naprężeń OC oraz $M_{NC} = 330,5$ kPa w zakresie naprężeń NC, oraz parametrów wytrzymałościowych: $\varphi' = 31^\circ$ i $c' = 8,7$ kPa. Na podstawie analizy zmian wskaźnika porowatości grunt określono jako silnie odkształcalny.

Celem pracy Sasa, Gabryś i Szymańskiego [2013a] był opis idei wyznaczania początkowej wartości modułu odkształcenia postaciowego (G_0 lub G_{max}) za pomocą pomiaru prędkości fali ścinającej (V_S). Zaprezentowano metodykę badań w aparacie trójosiowego ściskania, wyposażonym w elementy typu *bender*, umieszczone w kopułce górnej i podstawie próbki. Pokazano przykładowe wyniki badań na gruntach spoistych (cISa, sasiCl) o nienaruszonej strukturze z terenu Warszawy. Badania wykonano w warunkach z konsolidacją izotropową i odpływem. Pomiaru prędkości (V_S) fali poprzecznej dokonano po etapie nasączenia próbek oraz po każdym etapie konsolidacji. Wynikiem badania był odczyt czasu (Δt) przepływu fali od nadajnika do odbiornika dla dziesięciu różnych częstotliwości drgań nadajnika. Wykresy przedstawiające przykładowe wyniki pomiarów pokazano na rysunku 5 publikacji Sas i inni [2013a]. Ostatnim etapem badań było ścięcie próbki. Wartość początkowego modułu ścinania (G_{max}) obliczono według wzoru:

$$G_{max} = \rho \cdot V_S^2 \quad (2)$$

w którym ρ jest gęstością objętościową gruntu. Stwierdzono, że prędkość fali ścinającej oraz początkowy moduł odkształcenia postaciowego zależą od średniego naprężenia efektywnego (p'). Dla większych stanów naprężenia otrzymano większe wartości V_S oraz G_{max} , co pokazano na rysunkach 7 i 8 publikacji Sas i inni [2013a].

Sas, Głuchowski, Bąkowski i Szymański [2013c] opisali zastosowanie metody badania cyklicznego CBR (cCBR). Założonym celem było określenie współczynników: sprężystego równomiernego pionowego ugięcia lub nacisku (C_u), sprężystego równomiernego poziomego przesuwu lub ścinania (C_x) oraz nierównomiernego pionowego ugięcia lub nacisku ($C_{\theta v}$), wykorzystywanych w obliczeniach za pomocą modelu Barkana przemieszczeń stopy fundamentowej obciążonej w sposób cykliczny.

W celu wyznaczenia współczynnika (C_u) iłu piaszczystego badania przeprowadzono na gruncie zagęszczonym w cylindrze Proctora przy wilgotności optymalnej. Grunt był obciążany cyklicznie za pomocą układu mechanicznego cyklicznego aparatu trójosiowego stałą siłą wynoszącą 3,9 kN (jest to wartość siły uzyskana w standardowym, statycznym badaniu CBR przy zagłębieniu trzpienia równym 2,54 mm). Wykres zależności siły od przemieszczeń z badania cCBR pokazano na rysunku 5 publikacji Sas i inni [2013c]. Na podstawie wyników badania obliczono wartości C_u , które dla pierwszego i ostatniego cyklu wynoszą odpowiednio: 27,26 i 30,76 MPa·m⁻¹ (rys. 6 w publikacji Sas i inni [2013c]). Zdaniem autorów do projektowania fundamentów obciążonych cyklicznie należy zalecić stosowanie metody Barkana z uwzględnieniem cyklicznego modułu sprężystości (M_R).

Tymiński i Kielczewski [2013] przedstawili badania gruntów spoistych (piaski gliniaste, pyły, gliny, ropy) w aparacie trójosiowego ściskania z izotropową konsolidacją i ścinaniem w warunkach z odpływem oraz w warunkach bez odpływu, prowadzone przy stałej wartości ciśnienia w komorze i wzrastającej wartości naprężenia pionowego. Opracowano zależności parametrów mechanicznych gruntów od wskaźnika plastyczności (I_p). W stosunku do normy PN-81/B-3020 [1981] szczególnie istotne różnice obserwuje się dla gruntów o $I_p = 0-20\%$, ponieważ z badań otrzymano $\varphi' = 25-40^\circ$, a w cytowanej normie maksymalna wartość $\varphi = 25^\circ$. Badania wykonano w zakresie naprężeń 50–500 kPa. Zależności korelacyjne są jedynie narzędziem pomocnym przy szacowaniu parametrów. W przypadku kąta tarcia wewnętrznego wydaje się istnieć wyraźna korelacja ze wskaźnikiem plastyczności, co widać na rysunku 3 publikacji Tymińskiego i Kielczewskiego [2013]. Jednoznacznej korelacji między wartościami c' i I_p nie uzyskano. Wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu (c_u) były wyraźnie mniejsze dla gruntów o większym I_p , jednak c_u należy zawsze odnosić do naprężenia efektywnego, przy którym zostały wyznaczone.

PODSUMOWANIE

Analizowane referaty dotyczą różnych zagadnień z zakresu badań laboratoryjnych gruntów i zawierają aspekty poznawcze oraz praktyczne, mające znaczenie inżynierskie. W każdym z nich można znaleźć nowe i interesujące elementy wiedzy: badania niezbyt często określanych parametrów skurczu przy zastosowaniu procedur normy ASTM [Batog i Hawrysz 2013], ocenę przydatności penetrometru tłoczkowego w makroskopowym badaniu konsystencji gruntów spoistych [Majer i Pietrzykowski 2013], zastosowanie edometru automatycznego [Malinowska i in. 2013], określenie parametrów sztywności gruntów na podstawie pomiaru prędkości fali poprzecznej w aparacie trójosiowego ściskania, wyposażonego w piezoelementy *bender* [Sas i in. 2013a], wyznaczenie dynamicznych współczynników gruntu za pomocą cyklicznego badania cCBR [Sas i in. 2013c], opracowanie lokalnych zależności parametrów wytrzymałościowych od wskaźnika plastyczności [Tymiński i Kielczewski 2013]. Z treści nadesłanych prac wynika, że wprowadzenie w Polsce Eurokodu 7 i norm związanych zainicjowało nowe interesujące kierunki badań laboratoryjnych i spowodowało intensyfikację starań o rozwój bazy laboratoryjnej.

PIŚMIENNICTWO

- Batog A., Hawrysz M., 2013. Parametry skurczu gruntów drobnoziarnistych z terenu Dolnego Śląska. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 12 (3), 125–134.
- Bzówka J., Skrzypczyk J., 2011. Wymiar fraktalny w geotechnice. *Proc. of the 9th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings*. Bratislava (Slovak Republic), 21–24 (full version on CD).
- Daniszewska E., 2012. Zastosowanie adaptacyjnego neuronowo-rozmytego systemu wnioskowania ANFIS w analizie wyników badania trójosiowego ściskania gruntów. *Rozprawa doktorska*. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Technicznych, Olsztyn.

- Gabryś K., Szymański A., 2012. Badania parametrów odkształceniowych gruntów spoistych w kolumnie rezonansowej. *Inżynieria Morska i Geotechnika* 4, 324–327.
- Garbulewski K., 2009. Wykonywanie i interpretacja badań laboratoryjnych według PN-EN 1997-2. XXI Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Wisła, 47–65.
- Gołębiewska A., 2012. Polska klasyfikacja według PN-B-02480:1986 zgodna z wymaganiami PN-EN ISO 14688:2006. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 11 (3), 23–36.
- Jastrzębska M., 2012. Wady i zalety aparatu bezpośredniego ścinania i aparatu trójosiowego ściskania w badaniach słabego gruntu spoistego obciążanego cyklicznie. *Inżynieria Morska i Geotechnika* 4, 344–348.
- Jastrzębska M., Kowalska M., 2013. Przydatność wybranych systemów pomiaru odkształceń w badaniach trójosiowych słabych gruntów spoistych. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (2), 105–112.
- Jaśkiewicz K., Wszędrywny-Nast M., 2013. Wpływ metodyki oznaczania granic Atterberga na uzyskiwane wartości stopnia plastyczności. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (2), 113–118.
- Kiziewicz D., Lechowicz Z., 2013. Anizotropia wytrzymałości na ścinanie bez odpływu gruntów spoistych w cylindrycznym aparacie skrętnym. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (2), 119–126.
- Kowalczyk S., Szczepański T., Dobak P., 2013. Charakterystyka rozkładu ciśnienia porowego w badaniach konsolidacji past gruntowych z północnopolskich glin zwałowych. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (2), 127–134.
- Lechowicz Z., Galas P., Kiziewicz D., Wrzesiński G., 2013. Wyznaczanie charakterystyk materiałowych i parametrów na podstawie badań *in situ* i badań laboratoryjnych. III Problemowa Konferencja Geotechniki „Współpraca budowlanej z podłożem gruntowym”, Białystok.
- Lipiński M., 2012. Wybrane kryteria określania parametrów gruntów naturalnych. *Inżynieria Morska i Geotechnika* 4, 267–277.
- Lipiński M., 2013. Kryteria wyznaczania parametrów geotechnicznych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Majer E., Pietrzykowski P., 2013. Propozycja obiektywizacji makroskopowej oceny konsystencji penetrometrem tłoczkowym. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 12 (3), 175–181.
- Malinowska E., Domański P., 2013. Określenie parametrów fizycznych i mechanicznych słabonośnych gruntów organicznych z podłoża trasy S2. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 22 (2), 60, 147–157.
- Malinowska E., Sas W., Szymański A., 2013. Analiza wpływu rodzaju obciążenia na odkształcalność podłoża słabonośnego. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (1), 47–52.
- Newson T., 2009. General Report – Session 1A: Laboratory testing. Proc. of the 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Alexandrie (Egypcie). IOS Press Amsterdam 4, 3231–3246.
- Ochmański M., Bzówka J., 2013. Wybrane przykłady zastosowań sztucznych sieci neuronowych w geotechnice. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (4), 287–294.
- Pinto P.S., 2010. Ground characterization. Proc. of the XIVth Danube-European Conference on Geotechnical Engineering from Research to Design in European Practice. Slovak University of Technology Bratislava, Bratislava (Slovak Republic), 79–104.
- PN-81/B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-88/B-04481:1988. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

- Rabarijoely S., Jabłonowski S., Garbulewski K., 2013. Dobór parametrów w projektowaniu geotechnicznym z wykorzystaniem teorii Bayesa. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (3), 211–218.
- Sas W., Głuchowski A., 2012. Metodyka wyznaczania modułów sprężystości (E i M_p) na podstawie badania CBR pod obciążeniem cyklicznym. *Przegląd Naukowy, Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 21 (3), 57, 171–181.
- Sas W., Gabryś K., Szymański A., 2013a. Laboratoryjne badanie sztywności gruntu według Eurokodu 7. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 12 (3), 39–50.
- Sas W., Gabryś K., Szymański A., 2013b. Laboratoryjne oznaczenie prędkości fali podłużnej i poprzecznej w gruncie. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (2), 151–157.
- Sas W., Głuchowski A., Bąkowski J., Szymański A., 2013c. Wyznaczanie współczynnika sprężystego równomiernego ucisku (C_u) za pomocą badań cCBR dla posadowienia obciążanego cyklicznie. *Przegląd Naukowy, Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 22 (2), 60, 137–146.
- Sawicki A., Świdziński W., Mierczyński J., 2011. Compaction and liquefaction of sand caused by a large number of loading cycles. *Proc. of the 15th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Athina (Greece)*. IOS Press Amsterdam, 1, 261–266.
- Skutnik Z., 2013. Badanie parametrów wytrzymałościowych piasku średniego w aparacie trójosiowego ściskania z kontrolowanym ciśnieniem ssania. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 4 (2), 159–165.
- Srokosz P.E., 2012. Wybrane zastosowania algorytmów genetycznych w geotechnice. *Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn*.
- Sulewska M.J., 2009. Sztuczne sieci neuronowe w ocenie parametrów zagęszczenia gruntów niespoistych. *Studia z Zakresu Inżynierii* 64, IPPT PAN, Warszawa – Białystok.
- Tarnawski M., Sykuła U., Ura M., 2011. Problemy z nazewnictwem gruntów spoistych według normy PN-EN ISO 14688. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 446, 423–428.
- Tran C., 2012. Dealing with geotechnical uncertainties using being-non-being philosophy and multi-valued logic. *Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn*.
- Tymiński W., Kielczewski T., 2013. Wpływ wskaźnika plastyczności na parametry wytrzymałościowe gruntu. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 12 (2), 73–82.
- Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T., 2011. Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7. *Poradnik*. ITB, Warszawa.
- Zabielska-Adamska K., 2011. Fly ash as a barrier material. *Proc. of the Conference Geo-Frontiers 2011 Advances in Geotechnical Engineering, Dallas (US)*, 947–956.
- Zabielska-Adamska K., Sulewska M.J., 2013. Dynamic CBR as a method of embankment compaction assessment. *Proc. of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris (France)*. Presses des Ponts Paris 1, 641–644.

LABORATORY TESTS ACCORDING TO EUROCODE 7 AND COMPLEMENTARY STANDARDS

Abstract. The paper presents the issues related to the methodology of laboratory tests in accordance with the recommendations of Eurocode 7 and complementary standards. The paper also discusses the papers submitted to the Session 2 “Laboratory tests according to EC 7” of the Conference ProGeotech 2013 “Geotechnical design – testing and selection of parameters” in terms of research and practical aspects.

Key words: Eurocode 7-2, methods of laboratory testing, geotechnical parameters

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2013