

Projektowanie geotechniczne

Autor prof. dr hab. inż. Lech Wysocki – Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie

Od klasyfikacji gruntów do monitoringu obiektu według norm europejskich.

Cele Eurokodu, historia polskiej normalizacji geotechnicznej

Ujednolicenie projektowania budowlanego w zjednoczonej Europie, w krajach o różnej historii, klimacie, warunkach geologicznych jest wielkim wyzwaniem. Początkowo rzecz dotyczyła 10 krajów, obecnie 27 i są dalsze możliwości rozszerzenia Unii na pozostałe kraje Europy, a nawet kraje pozaeuropejskie.

Co najmniej ½ krajów świata stosuje w praktyce budowlanej standardy amerykańskie (czemu nie europejskie?). Postępująca globalizacja prowadzi do zbliżania świata, kurczą się odległości między miejscami na Ziemi, wszechogarniająca informacja dociera obecnie praktycznie w czasie rzeczywistym, do wszystkich ludzi na całym świecie.

Osiągnięcia techniczne, budownictwo, produkcja, handel mają charakter międzynarodowy. Ambitne obiekty wykonywane są przez międzynarodowe konsorcja, ludzi różnych kultur, religii, doświadczenia.

Potrzeba ujednolicenia definicji, zasad, metod projektowania i postępowania jest w tym przypadku oczywista. Służą temu ogólnie mówiąc NORMY – STANDARDY. Pozwalają one znacznie skuteczniej porozumiewać się, skracać dyskusje, przyspieszać terminy, wyjaśniać (nawet w sądach) nieporozumienia.

Tej idei służą realizowane przez Unię Europejską ujednolicone przepisy w dziedzinie budownictwa – Eurokody.

W celu spełnienia podstawowych wymagań z zakresu bezpieczeństwa, użyteczności w Eurokodach zakłada się, że:

- Podczas całego okresu życia budowli, powinna ona zachować zdolność do użytkowania zgodnie z przeznaczeniem, przy utrzymaniu odpowiedniego stopnia niezawodności i ekonomiki.
- Budowla powinna przenieść wszystkie oddziaływania i wpływy powstałe podczas procesu wykonywania i eksploatacji.
- Budowla powinna być odporna na zagrożenia, takie jak: ogień, eksplozje, uderzenia, czy konsekwencje ludzkich błędów.

W analizach i ocenach posługujemy się teorią niezawodności, obecnie również coraz częściej ryzyka. Przyjmujemy różne poziomy niezawodności w odniesieniu do nośności i użyteczności. Przy wyborze poziomu niezawodności należy uwzględnić:

- przyczyny oraz tryb wystąpienia stanów granicznych;
- możliwe konsekwencje awarii z uwzględnieniem wystąpienia zagrożenia życia, zdrowia lub wystąpienia strat ekonomicznych;
- społeczne i środowiskowe warunki konkretnej lokalizacji;
- nakłady finansowe i procedury konieczne do ograniczenia możliwości wystąpienia awarii.

W projektach wprowadza się pojęcie założonego okresu użytkowania, wykorzystywane przy:

- doborze oddziaływań projektowych (takich jak na przykład wiatr, czy wpływy sejsmiczne);
- ocenach pogarszania się właściwości materiałowych, np. w czasie;
- określaniu kosztów użytkowania budowli;
- określaniu strategii utrzymania obiektu oraz skutków rozbiórki, tzw. „budownictwo zrównoważone”.

Budowla powinna być zaprojektowana w taki sposób, by procesy niszczenia nie wpływały na jej trwałość i zachowanie, przy przewidzianym poziomie konserwacji.

Eurokod zakłada, że prowadzone są odpowiednie kroki co do działań organizacyjnych i kontroli na etapie wstępnych badań, projektu, wykonawstwa, użytkowania i obsługi.

W Polsce za wdrożenie systemu Eurokodów jest odpowiedzialny Polski Komitet Normalizacyjny. Komitety Techniczne PKN, zaangażowane w prace nad wdrożeniem Eurokodów to:

- KT 102 ds. Podstaw Projektowania Konstrukcji Budowlanych
- KT 128 ds. Projektowania i Wykonawstwa Konstrukcji Metalowych
- KT 180 ds. Bezpieczeństwa Pożarowego Obiektów
- KT 213 ds. Projektowania i Wykonawstwa Konstrukcji z Betonu i Konstrukcji Zespolonych
- KT 215 ds. Projektowania i Wykonawstwa konstrukcji z Drewna i z Materiałów Drewnopochodnych
- KT 251 ds. Obiektów Mostowych
- KT 252 ds. Projektowania Konstrukcji Murowych
- KT 254 ds. Geotechniki

Do października 2008 r. ukazało się 28 Norm Europejskich z działu geotechnika i 12 Specyfikacji Technicznych, które mają chyba (?) niższą rangę niż normy, lecz też opracowane i opublikowane są na podobnych co normy zasadach. Ogółem jest to ogromny materiał liczący ponad 2000 stron druku. Ranga tych norm jest różna – od bardzo szczegółowych, dotyczących wykonawstwa geotechnicznego, czy procedur wykonywania badań laboratoryjnych (specyfikacje), do zasadniczych, czy lepiej może powiedzieć norm podstawowych do projektowania, jak PN-EN 1997-1 Zasady ogólne.

Przypomnijmy, że na starcie wykonywania Eurokodu 7 w 1981 r. przyjęty był układ czterech norm geotechnicznych:

- Eurokod 7.1 Zasady ogólne
- Eurokod 7.2 Projektowanie z uwzględnieniem badań laboratoryjnych
- Eurokod 7.3 Projektowanie z uwzględnieniem badań polowych
- Eurokod 7.4 Normy wykonawcze

Układ ten, w trakcie ponad 20-letniej pracy, ulegał przekształceniom i zmianom. Pierwsze odeszły normy wykonawcze, bo na pewno nie mają one walorów „kodów” (code). Następnie odeszły procedury badań. Obecnie po przyjęciu przez CEN norm ISO mamy:

- Eurokod – 2 normy (1997-1 i 1997-2)
- Normy dotyczące pobierania próbek – 3
- Normy dotyczące klasyfikacji skał i gruntów – 4
- Normy dotyczące badań polowych – 13
- Normy dotyczące badań konstrukcji geotechnicznych (1 gotowa, 6 w planach) – 7
- Normy dotyczące wykonawstwa geotechnicznego – 13 (w razie zgłaszania nowych technologii może być więcej)
- Specyfikacji dotyczących laboratoryjnych badań gruntów – 12

Są to łącznie 54 normy. Poza tym, w dziale Geotechnika PKN, mamy w systemie dawne polskie normy w liczbie 10. Łącznie system norm geotechnicznych liczyć będzie ponad 60 norm – w 1994 r., kiedy weszła Ustawa o PKN było ich 19. Nie mówimy tu o Eurokocie 8 Projektowanie na terenach sejsmicznych, który nie ma swojej komisji, a normy przyjęte są bez tłumaczenia. Wydaje się, że należałoby część ich przetłumaczyć i przyjąć w języku polskim.

Nie wszystkie normy europejskie są już gotowe, liczne krążą w postaci draftów, norm próbnych (Pr) czy ENV – do wstępnego stosowania. Z norm geotechnicznych, które przyjęte są do systemu polskiego ponad połowa jest już przetłumaczona, pozostałe są w języku angielskim jako normy okładowe (U).

W Polsce normy te są klasyfikowane przez PKN jako:

- PN-EN-ISO – polskie normy europejskie opracowane przez ISO
- PN-EN – normy opracowane przez CEN
- PN – normy opracowane przez PKN

Eurokodami są tylko dwie normy: PN-EN 1997-1 [1] „Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne” i PN-EN 1997-2 [2] „Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”. Zgodnie z początkową ideą, Eurokody powinny w momencie ich wprowadzenia być prawem, zatem stosowanie ich powinno chronić inżyniera w przypadku awarii przed odpowiedzialnością. Pozostałe normy takiej rangi nie będą miały i zgodnie z zasadami normalizacji, ich stosowanie ma walor dobrowolności.

Przypomnijmy powojenną historię „norm geotechnicznych” – dawniej występujących pod nazwą gruntów budowlanych, tak nazywano te normy do 1994 r. Pierwszą normą powojenną była opracowana w 1949 r. przez prof. R. Piętkowskiego norma PN/B-184 „Klasyfikacja gruntów i ich bezpieczne obciążanie”. Norma ta zawierała całą dostępną w tym czasie praktyczną wiedzę geotechniczną do stosowania przy ocenach gruntów (wykonywaniu dokumentacji z badań podłoża), ustalaniu warunków posadowienia obiektu (projekt) i wykonania fundamentów.

Trzeba zaznaczyć, że wartości podawanych dopuszczalnych obciążeń w tej normie dla powszechnie występujących w Polsce gruntów były niskie. Przykładowo dla glin, glin piaszczystych na granicy stanów półzwarłego i twardoplastycznego (dziś $IL = 0$) podawane były wartości naprężeń dopuszczalnych $1,5 \text{ kg/cm}^2$ (tj. 150 kPa). Wartość nacisków dla piasku gliniastego, który w tej normie był gruntem sypkim i podlegał ocenie jak piaski na granicy stanów zwartego i średniozwartego (dziś $ID = 0,66$) w zależności od wilgotności, dla gruntów pól suchych $2,0 \text{ kg/cm}^2$ (200 kPa), a mokrych (pod wodą) $1,0 \text{ kg/cm}^2$ (100 kPa). Ogólnie można stwierdzić, że podawane wartości były bardzo zachowawcze, ostrożne.

Dруга norma polska, wydana w 1959 r. [5] autorstwa zespołu – początkowo (1950–1952) prof. R. Cebertowicza, W. Żenczykowskiego, S. Hückla, następnie (1953–1955) prof. R. Cebertowicza,

Z. Wiłuna, B. Rosińskiego. W końcu trzeci projekt wydany jako PN/59 – B-03020, opracowany przez prof. S. Hückla, doc. Z. Wiłuna i mgr inż. Z. Kowalewskiego nosił nazwę „Gruntby budowlane. Wytyczne wyznaczania dopuszczalnych obciążeń jednostkowych”.

W tej normie, dla podanych wyżej gruntów glin, glin piaszczystych przy identycznym stanie ($I_L = 0$) naprężenie dopuszczalne było $K_2 = 3,0 \text{ kg/cm}^2$ (300 kPa); dla piasków gliniastych, które w tej normie stały się gruntem spoistym również wynosiły $K_2 = 3,0 \text{ kg/cm}^2$ (300 kPa) bez wpływu wilgotności. Za opracowanie tej normy, ponieważ niosła znaczne oszczędności betonu używanego do wykonania fundamentów, prof. Z. Wiłun otrzymał nagrodę państwową (najwyższe techniczne wyróżnienie w PRL).

Norma z roku 1959 była normą naprężeń dopuszczalnych. Jednak podawała wzór na naprężenie graniczne oraz konieczne do obliczeń wartości współczynników N_c , N_h , N_b , czyli już zawierała elementy stanów granicznych.

Następna norma „Gruntby budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie” [6] została wydana w 1981 r. Ta norma, a właściwie już wcześniejsza próbna wersja z 1974 r., były oparte na założeniu stanów granicznych. Normę z 1974 r. opracowywał doc. Z. Kowalewski, a wersję z 1981 r. doc. Z. Kowalewski i mgr inż. J. Pogorzelska z ITB.

Jeszcze na jeden fakt należy zwrócić uwagę. W normie 03020 z 1959 r. podane wartości naprężeń dopuszczalnych K_2 – podawane były na głębokości 2 m. Przy większych głębokościach posadowienia można było zwiększać liniowo wartość dopuszczalnego nacisku, np. dla 3 m głębokości, przy podanych przykładach gliny twp/pzw można było powiększyć naprężenie do $\sigma_d = 3,3 \text{ kg/cm}^2$ (330 kPa), a na głębokości 1 m dla tego gruntu należało σ_d przyjmować $2,25 \text{ kg/cm}^2$. Norma PN-B-03020 jest normą stanów granicznych, które każdorazowo należy wyznaczać przy projektowaniu posadowień. W omawianym przykładzie dla gliny ($IL = 0$), wartości obliczeniowe (do projektowania) wynosić będą w przypadku ławy $L : B > 10$ i szerokości 60 cm zagłębionej na 1 m od poziomu terenu q_f wynosi 1050 kPa $0,9 = 900 \text{ kPa}$. Jest to znacznie więcej niż pozwalała przyjąć norma z 1959 r. Często wartości nośności gruntów, obliczane na podstawie tej normy były tak duże, że projektanci z przyczyn konstrukcyjnych (i ostrożności) nie akceptowali ich wartości, przyjmując tradycyjne niższe, np. bliskie tym z 1959 r.

Norma PN/81-B-03020 oraz wcześniejsza z 1959 r. były nakazowe. Na każde odstępstwo od normy trzeba było mieć zgodę Prezesa PKN.

Po 1994 r. norma 03020 znalazła się w wykazie Ministra norm obligatoryjnych. Obecnie też jest powszechnie stosowana, choć nie ma już rangi obligatoryjności.

Należy nadmienić, że przy projektowaniu wg stanów granicznych w EC 7 i 03020 (B/r) projektant przyjmuje w sposób przez siebie uzasadniony wartość nacisku na grunt do projektowania i sprawdza, czy nie przekracza ona warunków granicznych.

Trzeba powiedzieć, że już w normie z 1949 r. są stwierdzenia, które kierowały projektowanie do stosowanych dziś zasad. Podajemy kilka wybranych stwierdzeń z normy PN/B-184 [7]:

- (1) „W zwykłych obliczeniach statycznych naprężenia w podstawie fundamentu należy przyjmować wg ogólnych wzorów wytrzymałościowych na ściskanie i zginanie, uwzględniając niemożli-

wość powstania naprężeń rozciągających między fundamentem a gruntem”.

- (2) „W obecnym stanie nauki daje się obliczyć naprężenia w gruncie pod fundamentem na różnych głębokościach, o ile grunt zachowuje się pod obciążeniem podobnie do ciał sprężystych lub też, jeżeli odkształcenia gruntu przy ściskaniu są proporcjonalne do naprężeń, co według spostrzeżeń nad zachowaniem się gruntu pod obciążeniami stosowanymi w praktyce w najogólniejszych wypadkach zachodzi”.
- (3) „Odkształcenia powodowane wyciskaniem wody z porów gruntu niekiedy mogą przewlekać się całe lata. Zdarza się to wówczas, jeżeli pory są bardzo małe, jak np. w ilach i glinach, w tychże gruntach na skutek zmniejszenia obciążeń zachodzi również przebieg odwrotny, a mianowicie wchłanianie wody”.
- (4) „Jeżeli budynek jest lekki i nieduży o 1, 2 kondygnacjach, a rozpoznawcze dane z sąsiednich budynków wskazują, że podłoże jest dobre, wówczas wystarczy zazwyczaj wykonać dół próbny...”

Norma PN/B-184, w odróżnieniu od późniejszych, nie miała charakteru nakazowego. Zwracała uwagę, zalecała przeanalizować, nie podawała też jednoznacznych rozstrzygnięć. W filozofii podejścia bliższa była Eurokodom niż późniejsze normy nakazowe. Norma z 1959 r. opierała się na wielkiej liczbie podsumowanych doświadczeń, była normą „doświadczenia porównywalnego” (stwierdzenie z EC 7). Tysiące ekspertyz dotyczących posadowienia, wykonanych we wczesnych latach powojennych pod kierownictwem prof. Z. Wiłuna w laboratorium ITB, pozwoliło na opracowanie tabeli parametrów gruntów i dosyć szczegółową charakterystykę polskich gruntów.

Projektowanie geotechniczne (definicja)

Termin „geotechnika” w praktyce inżynierskiej pojawił się około 50 lat temu. Wcześniej w Polsce, np. w normach z 1947 r. ani 1959 r. słowo to nie występowało.

Na świecie, wydaje się, główną rolę w przyjęciu tego słowa ma pismo „Geotechnique” wydawane od 1948 r. W Polsce termin ten utrwaliła książka Z. Wiłuna „Zarys Geotechniki”, Wyd. I 1976 r. [8].

Według Wiłuna „Geotechnika obejmuje bardzo szeroki zakres zagadnień teoretycznych i praktycznych, związanych z badaniem gruntów budowlanych oraz projektowaniem i wykonawstwem fundamentów budynków i obiektów inżynierskich, korpusów ziem-

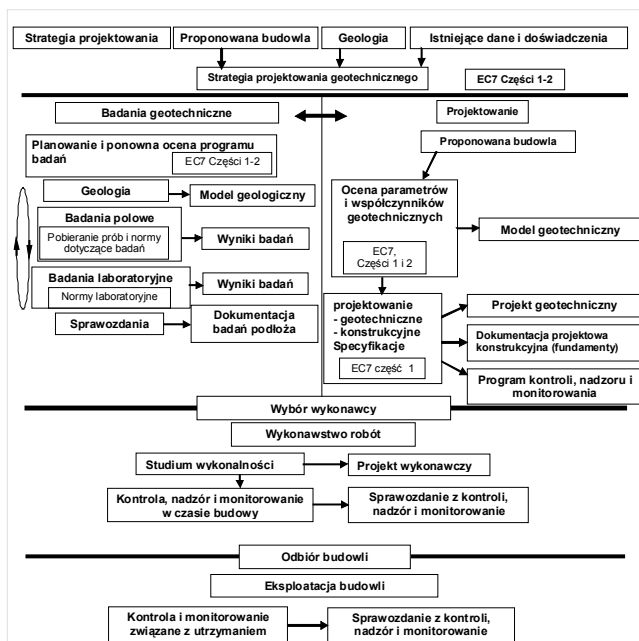
	1949 r.		1959 r.		1981 r.		EC 2010	
	φ	c	φ	c	φ	c	φ	c
gliny ($I_L \approx 0$)	20	25	22	40	25*	50		
piaski gliniaste ($I_L = 0$)	25	0	24	30	25	50		
piaski średnie ($I_p = 0,67$)	34	0	38	0	33	0		

* czytane z wykresu (rys. 5 PN-03020) jak dla grupy gruntów: A grunty morenowe skonsolidowane

Tab. 1. Przykładowe parametry wytrzymałościowe gruntów (φ , c), zestawione z norm z różnych okresów

nych, nawierzchni – drogowych, kolejowych, lotniskowych, zapór ziemnych i betonowych oraz budowli podziemnych i głębokich wykopów, także w kopalniach odkrywkowych”.

Geotechnika jest dyscypliną naukową, zajmującą się zastosowaniem teorii naukowych i metod inżynierskich, wykorzystującą wie-



Rys. 1. Etapy badań podłoża podczas projektowania geotechnicznego, wykonawstwa i eksploatacji budynków

dzę o gruntach w celu ustalenia warunków budowlanych na określonym terenie pod projektowany obiekt. Wiedza geotechniczna jest wiedzą interdyscyplinarną, wykorzystującą: geologię, hydrogeologię, mechanikę gruntów, mechanikę skał, gruntoznawstwo i wiele innych nauk pokrewnych.

Termin „projektowanie geotechniczne” jest w języku polskim terminem nowym, tłumaczonym wprost z angielskiego: geotechnical design, Francuzi to tłumaczą: calcul geotechnique, Niemcy: Entwurf, Berechnung und Bemessung der Geotechnik.

Na pytanie, co wchodzi w zakres projektowania geotechnicznego wydaje się najlepiej odpowiada Załącznik B (Informacyjny) Planowanie badań geotechnicznych w EN 1997-2 (rys. 1).

Śledząc dokładnie przedstawiony schemat dochodzimy do wniosku, że „projektowaniem geotechnicznym” jest rozwiązywanie zadań współpracy obiektu z podłożem gruntowym na wszystkich etapach budowy. Rysunek 1 na nasze potrzeby można interpretować następująco: lewa strona to dane, które podsumowujemy w dokumentacji badań podłoża. Są tu dane z wierceń, sondowań, badań laboratoryjnych; są to wyniki badań statystycznie opracowane na tle ogólnej wiedzy o terenie i danych geologicznych. Prawą stronę stanowią interpretacje, czyli – jak to nazywa się dotychczas w naszym prawie – geotechniczne warunki posadowienia. Badania wykonane w części „Badania geotechniczne” są ścisłe, sprawdzalne. Odbývają się wg ustalonych procedur i niezależnie od osoby ich rezultat powinien być identyczny. Liczba badań, ich program powinny być takie, aby umożliwić wnioskowanie, które opisuje prawa strona rysunku. Z tych samych wyników, które podaje „dokumentacja badań podłoża”, można wyciągnąć wnioski i podać dla odmiennych budowli różne parametry współpracy konstrukcji z gruntem. Interpretacje badań gruntu dla obiektu wykonuje się w projekcie geotechnicznym. Z Eurokodu 7 wynika jednoznacznie teza o konieczności udziału geotechniki w całym procesie projektowania budowlanego i opracowywania w tym czasie kilku dokumentów geotechnicznych.

Eurokod formalizuje proces opracowywania projektu geotechnicznego, zakłada ustalenie granic dopuszczalnych zachowań kon-

STABILATOR sp. z o. o.

STABILATOR Sp. z o.o. zajmuje się kompleksowym wykonawstwem specjalistycznych usług budowlanych na terenie całej Polski.

W zakresie robót budowlanych na potrzeby drogownictwa oferujemy:

- wykonywanie posadowień wszelkich nowobudowanych obiektów infrastruktury drogowej,
- wzmacnianie fundamentów obiektów istniejących,
- stabilizowanie, wzmacnianie i uszczelnianie podłoża gruntowego pod nowobudowane i modernizowane drogi,
- zabezpieczanie głębokich wykopów fundamentowych,
- budowę ekranów akustycznych.



1



2



3

1. Ekran akustyczny w Gdańsku przy ul. Słowackiego.
2. Wykonanie palisady z pali CFA na terenie Parku Handlowego Matarnia w Gdańsku.
3. Wykonanie kotwienia nowej konstrukcji Nabrzeża Pomorskiego w Porcie w Gdyni.

STABILATOR sp. z o.o.

81-506 Gdynia

ul. Stryjska 24

biuro: 80-280 Gdańsk

ul. Szymanowskiego 2

tel. / fax: 058 521 93 00 / 03

info@stabilator.com.pl

www.stabilator.com.pl

stabilator

**BEZPIECZNIE
SOLI DNIE
KOMPLEKSOWO**

strukcji, zobowiązuje do wykonywania kontroli, do wykonania programu monitorowania oraz opracowanie procedury reakcji na wykonane pomiary, a także plan działań interwencyjnych.

Podstawowa treść projektu geotechnicznego zgodnie z EN 1997-1 (2.8) to:

- opis działki i jej otoczenia;
- opis warunków w podłożu gruntowym;
- **wartości obliczeniowe**, właściwości gruntów i skał, w razie potrzeby łącznie z ich uzasadnieniem;
- wykaz stosowanych norm i przepisów;
- geotechniczne obliczenia projektowe i rysunki;
- **zalecenia dotyczące projektu fundamentów**;
- wykaz zagadnień do sprawdzania podczas budowy lub wymagających monitorowania.

Treść „Projektu geotechnicznego” mieści się w pojęciu „Geotechnicznych warunków posadowienia”, które obok dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wymienione są w 34§ Prawa budowlanego.

W komentarzu twórców Eurokodu T. Orr i E. Farrell [9] (w wersji angielskiej) autorzy piszą:

„Część terminologii użytej w EC 7 może zdawać się nieznana i obca. Większość terminów przyjęto za EC 0 i jako takie stosowane są we wszystkich innych normach *Eurocode*, ale niektóre występują tylko w projektowaniu geotechnicznym. Wymienimy je:

Comparable experience (doświadczenie porównywalne): definiowane jako udokumentowane lub inaczej, wyraźnie określone dane odnoszące się do podłoża rozpatrywanego w projekcie, w którym występują te same rodzaje gruntu lub skały, i dla których spodziewane jest podobne zachowanie podłoża oraz projektowana jest podobna budowla. Termin podkreśla znaczenie informacji zdobytej lokalnie. Zwrotu «doświadczenie porównywalne» użyto w miejsce powszechnego terminu «tradycja inżynierska», «rutynowe rozwiązanie» uważanego za ogólnikowy i tym samym za niezadowalający.

Design (projektowanie): proces decyzyjny, w którym określana jest geometria i charakter budowli i procesów wykonawczych. Projekty geotechniczne wg EC 7 uwzględniają wszystkie takie decyzje do czasu zakończenia budowy i obejmują wszelkie związane dokumentacje projektu, sprawdzenia oraz warunki techniczne monitorowania i wymagania utrzymania budowli”.

Prof. B. Lewicki [10] pisze, że termin „design”, w zależności od kontekstu, należy rozumieć jako projektowanie, obliczanie lub wymiarowanie. „Projektowanie konstrukcji to termin ogólny obejmujący całość prac związanych z wykonaniem projektu budowli, a więc ustalenie koncepcji ustroju konstrukcyjnego, obliczenia i kształtowanie szczegółów konstrukcyjnych... Nie wszystkie decyzje wynikają tylko z obliczeń. Dużą rolę ma tu doświadczenie, a także intuicja inżynierska”.

Zwracamy na to szczególną uwagę, by nie traktować „projektu geotechnicznego” tylko jako obliczenia i projektowania fundamentów. Podkreślamy jeszcze raz, że projektowanie geotechniczne występuje na wszystkich etapach budowy i utrzymania obiektu.

W Eurokodach polskich przyjęto jednolitą formę tłumaczenia i tak czasownik *shall* tłumaczy się – należy; *should* – zaleca się, jest zalecane; *can* – można.

EC 7 podaje, że pewne czynniki albo wymagania będą: „rozpatrywane”, „brane pod uwagę”, „oceniane” czy „wyznaczane”. To, co te czasowniki dokładnie oznaczają w EC 7, nie zostało zdefiniowane,

T. Orr i E. Farrell [9] sugerują następujące definicje:

To consider (rozpatrywać): oznacza uważne i racjonalne myślenie o skutkach danego czynnika w projektowaniu oraz podejmowanie decyzji na bazie dostępnych informacji, jaki może być prawdopodobny efekt jego zastosowania. Rozpatrywanie czynnika może wymagać, lub nie, obliczeń. Aby umożliwić rozpatrzenie wszystkich związanych czynników autorzy proponują, aby sporządzać ich wykazy i odhaczać rozpatrzone pozycje.

To take into account (brać pod uwagę): oznacza uwzględniać wpływ lub skutek czynnika w procesie projektowania. Generalnie w EC 7 czasownik ten ma mocniejsze znaczenie niż „rozpatrywać”.

To assess (szacować): oznacza stosowanie procesu angażującego pewną kombinację obliczeń, pomiarów i doświadczeń porównawczych dla uzyskania wartości parametru lub sprawdzenia czy spełnione są pewne kryteria.

To evaluate (wyznaczać wartość): oznacza uzyskiwanie wartości parametru przez pomiar lub obliczenie, na przykład wytrzymałość gruntu, obciążenie lub odkształcenie konstrukcji.

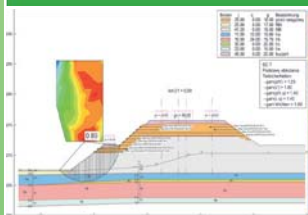
Zasady te szanowano w tłumaczeniu polskim EC 7.

Inna sprawa, że dziś w Polsce stawia się pytanie, ile jest osób przygotowanych do wykonania projektu geotechnicznego. Normalny projektant budowlany tego nie robi i nie będzie chciał robić. Czynność tę może wykonać tylko ta osoba, która dotykała gruntów. Dziś osób, które mogą być realnymi projektantami geotechnicznymi w Polsce jest mało. „Normalny” inżynier budowlany po wyjściu z uczelni ma bardzo małą wiedzę geotechniczną. Jeśli w trakcie praktyki jej nie uzupełni, to często działanie „normalnych” projektantów budowlanych jest przesunięte bardzo daleko poza granice rozsądnej ostrożności w stosunku do gruntów i podłoża. Mimo dobrych gruntów wykonuje się zabiegi wzmacniające podłoże. U podstawy tych działań leży niewiedza i nieznajomość gruntów, ich właściwości. Projektanta interesuje wartość parametru, którą należy podstawić do wzoru, aby uzyskać wynik, a nie skąd wziął się parametr geotechniczny, jak powstał, czy jest prawdziwy i z jaką dokładnością oddaje rzeczywistość. Projektanci nie uwzględniają przemian gruntu w trakcie obciążania i pracy konstrukcji (Eurokod wprowadza nowe podejście: c_u – wytrzymałość natychmiastową (bez odpływu) i ϕ , c' – parametry efektywne). Dalej należy zauważyć, że projektantami geotechnicznymi nie są geolodzy czy nawet geotechnicy, którzy tylko wiercą, sondują i opracowują dokumentację. Nie są też nimi profesorowie i wysoko wyszkoleni w geotechnice pracownicy uczelni, którzy znają się na gruntach i konstrukcji, ale realnie mogą tylko konsultować, a nie wykonywać projekty geotechniczne. Jest kilka firm konstrukcyjnych, w których projektanci własną pracą zdobyli doświadczenie w tej dziedzinie i którzy nie narzekają na brak pracy – są to w tej chwili jedyni realni projektanci geotechniczni. Projektują oni głębokie posadowienia, zapory, elektrownie. Grupa ta jest nieliczna, nie ma własnych laboratoriów, opiera się na badaniach innych (dokumentacjach). Osoby te są zdolne dobierać parametry do rodzaju konstrukcji i projektować je, biorąc za nie odpowiedzialność.

Rozwój grupy projektantów geotechnicznych i poprawne umocowanie prawne w procesie projektowania jest sprawą bardzo ważną. Świadomość, że nieraz z nadmiernej ostrożności, spowodowanej często niewiedzą, projektanci projektują nieekonomicznie, robią błędy, przyjmując złe parametry, które tłumaczą trudnymi gruntami lub złym rozpoznanem, tak jakby, gdy rozpoznanie jest złe nie powinno

PROFESJONALNA GEOTECHNIKA I INŻYNIERIA Z GEOSYNTETYKAMI

18 LAT DOŚWIADCZENIA
FACHOWA POMOC,
EKSPERTYZY I ANALIZY



Wybrane realizacje:



Skrzyżowanie autostrad A4 i A1.



Obwodnica Bytomia.



Modernizacja ul. Pszczyńskiej
w Jastrzebie Zdroju.



Składowisko odpadów w Krośnie.

Przedsiębiorstwo specjalizujące się
w GEOTECHNICE, GEOINŻYNIERUNGU
I APLIKACJACH GEOSYNTETYKÓW

oferuje pomoc w doborze technologii i materiałów
geosyntetycznych m.in. dla:

- posadowień konstrukcji obiektów w trudnych i bardzo trudnych warunkach geotechnicznych
- konstrukcji ścian oporowych i nasypów, dróg tymczasowych
- renowacji nawierzchni bitumicznych
- zabezpieczania przed erozją oraz zazieleniania
- odwodnienia terenu drenażem francuskim
- przyczółków mostowych z gruntu zbrojonego
- posadowiania i uszczelniania składowisk odpadów
- konstrukcji pod posadzkami hal przemysłowych
- systemów monitoringu
- obliczania ścian oporowych

świadczy usługi projektowe i doradcze w zakresie geotechniki:

- doradztwa technicznego
- pomocy projektowej dla Inwestorów, Projektantów i Wykonawców
- projektów
- ekspertyz i analiz porównawczych

wykonuje badania geotechniczne, m.in.:

- oznaczenia modułu odkształcenia podłoża płytą VSS
- badania wytrzymałości gruntu na ścinanie sondą krzyżakową
- pomiary nośności podłoża gruntowego sondą CBR
- pomiar czasy ugięć ugięciomierzem dynamicznym FWD oraz Belką Benkelmana



projekty | badania | geosyntetyki www.inora.pl

Przedsiębiorstwo Realizacyjne "INORA" Sp. z o.o.
44-101 Gliwice 1; skr. poczt. 482; ul. Prymasa Stefana Wyszyńskiego 11
tel.: (032) 238.86.23 fax: (032) 230.49.97 e-mail: inora@inora.pl



się wymagać jego uzupełnienia i potwierdzenia innymi badaniami. W końcu konstruktor odpowiada za obiekt i musi mieć pewność, że dane do projektowania są odpowiednie. Jest to nie tylko prawo, ale i obowiązek projektanta.

W dziedzinie badania gruntów i dokumentowania warunków geotechnicznych stan prawny w Polsce nie jest zadowalający. W chwili obecnej mamy w Prawie budowlanym § 34.4 stwierdzenie, że projekt budowlany powinien zawierać: w zależności od potrzeb, wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych. Środowisko geotechników (Polski Komitet Geotechniki) uważa, że częścią projektu budowlanego zawsze powinien być projekt geotechniczny (patrz definicja PN-EN 1997-1 p. 28), a nie dokumentacja geologiczno-inżynierska oraz geotechniczne warunki posadowienia, jak to jest dziś w Prawie budowlanym.

Nie trzeba się bać projektu geotechnicznego. EC 7 mówi, że „poziom szczegółowości projektu geotechnicznego różni się znacznie w zależności od rodzaju obiektu. Dla prostych projektów wystarczająca może być jedna strona”.

Należy podkreślić, że potrzeba oceny podłoża istnieje zawsze i stwierdzenie „w zależności od potrzeb”, występujące w polskim Prawie budowlanym, może prowadzić do błędów i awarii.

Na podstawie delegacji wykonanej w §34.6 Prawa budowlanego wykonano zarządzenie dotyczące ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 126, poz. 839). Rozporządzenie to ukazało się 24 września 1998 roku. Ze strony geotechników jest nacisk na nowelizację tego Rozporządzenia [11].

Rozporządzenie opierało się o wstępne drafty EC 7 (1997 r.), wprowadziło do praktyki polskiej kategorie geotechniczne obiektów, stanowiło poważny krok w kierunku harmonizacji z Eurokodem. Po 10 latach stosowania i 5 latach od wejścia Polski do UE wymaga ono pilnej zmiany, tym bardziej, że zmieniono w tym czasie również Prawo budowlane i Geologiczne. Zachowanie ładu i logiki w badaniach geotechnicznych w oparciu o standardy europejskie wymaga pilnego prawnego uporządkowania.

Nowe normy jako system

Przepisy Unii Europejskiej o swobodzie wymiany towarów i usług stanowią, że w niedalekiej przyszłości w całej Europie, we wszystkich przetargach publicznych i kontraktach na budowę, stosowane będą Eurokody.

Wprowadzanie Eurokodu zakłada, że:

- dane wymagane do projektowania są zbierane, rejestrowane i interpretowane przez osoby z odpowiednimi kwalifikacjami;
- konstrukcje są projektowane przez osoby z odpowiednimi kwalifikacjami i doświadczeniem;
- istnieje stała współpraca między osobami odpowiedzialnymi za zbieranie danych, projektowanie i wykonawstwo;
- zapewniony jest odpowiedni nadzór i kontrola jakości w wytwórniach, warsztatach i na placu budowy;
- roboty są prowadzone zgodnie ze stosownymi normami i przepisami, przez personel mający odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie;
- materiały i wyroby budowlane są używane zgodnie z wymaganiami niniejszej normy lub odpowiednimi przepisami, dotyczącymi tych materiałów i wyrobów budowlanych;

- konstrukcje będą odpowiednio utrzymywane w celu zapewnienia ich bezpieczeństwa i użyteczności przez założony okres eksploatacji;
- konstrukcje będą eksploatowane zgodnie z przeznaczeniem określonym w projekcie.

Założenia te powinny być uwzględniane zarówno przez projektanta, jak i użytkownika obiektu. W celu uniknięcia wątpliwości, zaleca się udokumentowanie zgodności z tymi założeniami w projekcie geotechnicznym.

Każde z podanych stwierdzeń wymaga komentarza czy rozwi-

Numer roboczy ISO	Skrócony tytuł normy	Wydanie EN/ISO lub PN
Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów		
14688-1	Część 1: Oznaczanie i opis	PN 2006
14688-2	Część 2: Zasady klasyfikowania	PN 2006
14688-3	Electronic data exchange - soil	TS pr2007
Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie skał		
14689-1	Część 1: Oznaczanie i opis	PN 2006
14689-2	Electronic data exchange - rock	TS pr2007
Rozpoznanie i badania geotechniczne - Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych		
22475-1	Część 1: Techniczne zasady wykonania	PN 2006
22475-2	Part 2: Sampling - qualification criteria	2006
22475-3	Part 3: Sampling - conformity assessment	2006
Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe		
22476-1	Part 1: Electrical cone penetration tests	pr 2007
22476-2	Część 2: Sondowanie dynamiczne	PN 2005 (U)
22476-3	Część 3: Sonda cylindryczna SPT	PN 2005 (U)
22476-4	Menard pressuremeter test	2009
22476-5	Flexible dilatometer test	2008
22476-6	Self-boring pressuremeter test	2009
22476-7	Borehole jack	2008
22476-8	Full displacement pressuremeter	2009
22476-9	Field vane test	w przygotowaniu
22476-10	Weight sounding test	TS 2005
22476-11	Fiat dilatometer test	TS 2005
22476-12	Mechanical cone penetration tests	2008
22476-13	Plate loading test	w przygotowaniu
Badania konstrukcji geotechnicznych		
22477-1	Pile load test - static axially loaded compression test	2008
22477-2	Pile load test - static axially loaded tension test	w przygotowaniu
22477-3	Pile load test - static transversally loaded tension test	w przygotowaniu
22476-4	Pile load test - dynamic axially loaded compression test	w przygotowaniu
22476-5	Testing of anchorages	w przygotowaniu
22476-6	Testing of nailing	w przygotowaniu
22476-7	Testing of reinforced fill	w przygotowaniu

Tab. 2.

Stan norm badań geotechnicznych PN, ISO i EN-ISO otoczenia Eurokodu (10/2008)

nięcia. O ile Izby Budowlane uporządkowały problem kwalifikacji, to w geotechnice mamy z tym problem, są uprawnienia geologiczne, są certyfikaty PKG. Kariera geotechnika (badacza) nie ułatwia zdobycia uprawnień budowlanych, stąd brak wystarczającej liczby osób mających formalne uprawnienia do projektowania znających się wystarczająco na gruntach i ich mechanice. Certyfikaty Polskiego Komitetu Geotechniki ma ok. 300 osób, być może ranga ich powinna być równa uprawnieniom około budowlanym dla geotechników (dla osób, które z przyczyn formalnych nie mogą uzyskać uprawnień budowlanych).

Należy zauważyć, że tak jak projektant budowlany nie jest zainteresowany metodami badań i oceny gruntu, tak geotechnik nie jest zainteresowany rozkładaniem zbrojenia w fundamencie.

Pomóc tu może współpraca, którą zakłada Eurokod, ale z praktyki wiadomo, że wygląda to różnie. Projektant konstrukcji zawsze powinien dbać o właściwą jakość danych geotechnicznych i nie oszczędzać na ich koszcie zmuszając, kiedy trzeba, inwestora do ich uzupełnienia. Zakres projektu geotechnicznego jest znacznie bliższy potrzebom projektu budowlanego niż fakty zebrane w dokumentacji podłoża.

Eurokod 7 wielokrotnie zwraca uwagę na konieczność współpracy uczestników procesu budowlanego, w którym zawsze bierze udział geotechnik.

W tabeli 3 zestawiono Specyfikacje Techniczne ISO, dotyczące badań laboratoryjnych gruntów. Wersje angielskie wydano w 2004 r. W końcowej fazie opracowania przez ITB są wersje polskie.

Opracowanie dobrego „projektu geotechnicznego” wymaga ściślego stosowania procedur i zasad podanych w Eurokodzie EN 1997-1 i 2 oraz licznych normach, które stanowią otoczenie Eurokodu. Należą do nich procedury badań laboratoryjnych, polowych, klasyfikacje. Mniejsze znaczenie na tym etapie mają normy wykonawcze, ważne przy realizacji robót. Tabela 2 podaje zestawienie norm i specyfikacji otoczenia EC 7 do stosowania w badaniach. Pełny zestaw norm, nad którymi pracuje KT 254 podany jest na stronie internetowej PKN.

Projektowanie geotechniczne rozpoczyna się od uzgodnienia terminów i definicji. Pierwsza norma opracowana w KT 254 to PN-B-02481 Geotechnika [12]. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar (1998) jest już normą zharmonizowaną z Eurokodem 7. Zawiera wprowadzie tylko 86 terminów i definicji wskaźników geotechnicznych, ale stanowi dobrą podstawę do pracy.

Klasyfikacje gruntów

Następną ważną normą jest norma klasyfikacji. Normę tę przystosowano do stosowania w Polsce [13] tak, by mogła być łatwo wprowadzona do praktyki. Norma ta bliska jest w założeniach do polskich norm klasyfikacji, jest różna od stosowanej przez liczne kraje „klasyfikacji międzynarodowej”. W tych krajach występuje duży opór przed wprowadzeniem normy. Polska, wydaje się, należy w tym przypadku do czołówki krajów przygotowanych do jej przyjęcia.

Generalna różnica polega na tym, że nowa klasyfikacja łącznie traktuje frakcje drobne (fine) ilaste i pylaste i jest stricte klasyfikacją makroskopową. Nie ma weryfikacji. Do weryfikacji w załączniku do PN-EN-ISO 14688-2 podano skandynawską (trójkąt i kwadrat) klasyfikację.

Metodę tę przystosowano do polskiej praktyki [17] w postaci

Numer ISO	Skrócony tytuł	Wydanie ISO
17892-1	Oznaczanie wilgotności	2004
17892-2	Oznaczanie gęstości gruntów drobnopziarnistych	2004
17892-3	Oznaczanie gęstości właściwej - metoda piknometru	2004
17892-4	Określanie składu granulometrycznego	2004
17892-5	Badanie edometryczne gruntów przy przyroście obciążenia	2004
17892-6	Badanie penetrometrem stożkowym	2004
17892-7	Badanie ścisłości gruntów drobnopziarnistych w jednoosiowym stanie naprężeń	2004
17892-8	Badanie w aparacie trójosiowego ściskania bez odpływu wody gruntów nieskonsolidowanych	2004
17892-9	Badanie w aparacie trójosiowego ściskania gruntów nasyconych wodą	2004
17892-10	Badanie metodą bezpośredniego ścinania	2004
17892-11	Oznaczanie filtracji przy stałym i obniżającym spadku hydraulicznym	2004
17892-12	Określanie granic Atterberga	2004
Tab. 3.	Specyfikacje Techniczne ISO/TS 17892: Badania laboratoryjne gruntu	

trójkąta (rys. 2c) i nowych polskich nazw gruntów. Główna różnica polega na zmianie symboli gruntów na zrozumiałe w całej Europie. Nastąpiła też redukcja liczby nazw różnych glin, z dziewięciu na jedną glinę, która może być ilasta lub pylasta. Ważną rolę odgrywa w tej klasyfikacji podawanie nazwy genetycznej (geologia) gruntu (np. glina zwałowa).

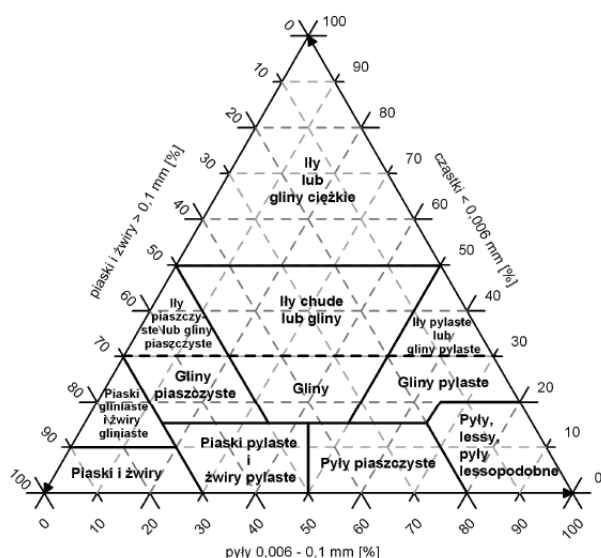
Do klasyfikacji opracowano polski komentarz, który pozwala dosłownie w ciągu dwóch godzin opanować nową klasyfikację (doświadczenie ze szkoleń w ITB).

Badania polowe i laboratoryjne, wartości wyprawdzone

Ostatnie lata przyniosły w Polsce ogromny potęg w geotechnicznych badaniach polowych. Stało to się głównie za sprawą sondowań statycznych CPT, CPTU i DMT, bez których właściwie nie opracowuje się już poważniejszych dokumentacji. Rozwój kraju (silna złotówka) pozwalają na zakup tego sprzętu za granicą. Każda licząca się firma geotechniczna posiada już taki sprzęt. Także liczba zestawów sond dynamicznych DPL, DPH DPSH jest taka, że zagęszczenie piasków ustala się ze znacznie lepszą dokładnością niż jeszcze 10 lat temu.

Nowe inwestycje obecnie często wykonuje się na dostępnych terenach. Są to miejsca poprzednio niezagospodarowane ze względu na występowanie na nich słabych gruntów. Ocena terenu, na którym występują trudne warunki geotechniczne wymaga dobrego dokumentowania. W warunkach występowania słabych gruntów mnożą się zbyt ostrożne oceny, które sugerują bardzo duże zakresy wzmocnienia gruntów. Można to uznać za „chorobę” obecnych czasów. Lokalizacje obiektów bez geotechnicznych wzmocnień stanowią obecnie rzadkość.

Znacznie mniejszy postęp dokonał się w badaniach laboratoryjnych, które w znacznie mniejszej liczbie badań niż kiedyś, ale zawsze, powinny sprawdzać określenia polowe. Związane jest to z brakiem

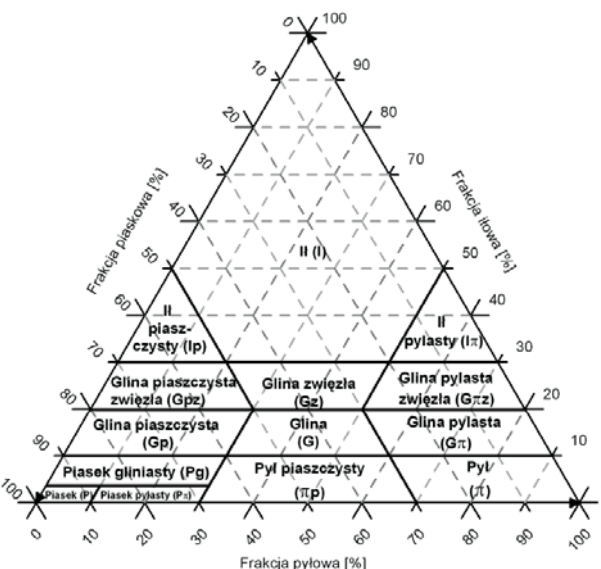


Wg PN/B-184

Lp.	Nazwy gruntów	Lp.	Nazwy gruntów
1	Iły	13	Piaski gliniaste
2	Gliny ciężkie	14	Piaski różnoziarniste
3	Iły chude	15	Piaski drobnoziarniste
4	Iły piaszczyste	16	Piaski średnioziarniste
5	Iły pylaste	17	Piaski gruboziarniste
6	Gliny	18	Żwiry
7	Gliny piaszczyste	19	Pospółka
8	Gliny pylaste	20	Żwiry pylaste
9	Pyły	21	Żwiry gliniaste
10	Lesy i pyły lesowe	22	Pospółka pylasta
11	Pyły piaszczyste	23	Pospółka gliniasta
12	Piaski pylaste		

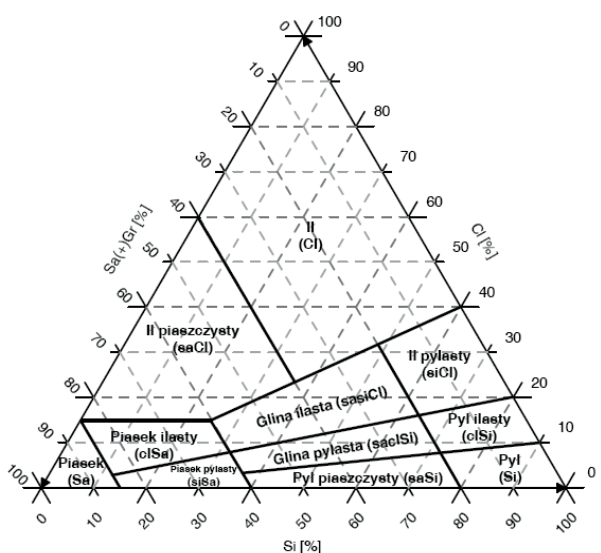
Wg PN-86/B-02480

Lp.	Nazwa gruntu	Symbol	Lp.	Nazwa gruntu	Symbol
1	Zwierzelnina	KW	14	Piasek gliniasty	P _g
2	Zwierzelnina gliniasta	KW _g	15	Pył piaszczysty	π _p
3	Rumosz	KR	16	Pył	π
4	Rumosz gliniasty	KR _g	17	Gлина piaszczysta	G _p
5	Otoczaki	KO	18	Gлина	G
6	Żwir	Ż	19	Gлина pylasta	G _π
7	Żwir gliniasty	Ż _g	20	Gлина piaszczysta zwięzła	G _{pz}
8	Pospółka	Po	21	Gлина zwięzła	G _z
9	Pospółka gliniasta	P _{og}	22	Gлина pylasta zwięzła	G _{πz}
10	Piasek grubo	P _r	23	Ił piaszczysty	I _p
11	Piasek średni	P _s	24	Ił	I
12	Piasek drobny	P _d	25	Ił pylasty	I _π
13	Piasek pylasty	P _π			



Wg PN-EN-ISO 14688-1

Lp.	Rodzaj gruntu	Symbol	Lp.	Rodzaj gruntu	Symbol
1	Żwir	Gr			
2	Żwir piaszczysty	saGr	8	Piasek zapyłony (zailony)	siSa clSa
3	Piasek ze żwirem (pospółka)	grSa			
4	Piasek drobny Piasek średni Piasek grubo	F M C	9	Żwir ilasty Pył ze żwirem	grSi grclSi siGr
5	Żwir pylasty Żwir ilasty (pospółka ilasta)	siGr clGr	10	Gлина pylasta ilasta	sacISi sasiCl
6	Żwir piaszczysto-pylasty Żwir piaszczysto-ilasty (pospółka ilasta)	sasiGr siclGr	11	Pył	Si
7	Piasek pylasty ze żwirem	grsiSa grclSa	12	Pył ilasty	clSi
			13	Ił	Cl
			14	Ił pylasty	siCl
			15	Zwierzelniny	



Rys. 2.

Porównanie klasyfikacji gruntów z norm z 1947 r., 1986 r. i proponowanej w systemie europejskim – symbole, nazwy gruntów proponowane w Polsce. Porównując klasyfikacje należy zwrócić uwagę na drobne zmiany przedziałów frakcji gruntów

HABA-BETON

rury betonowe

rury żelbetowe

rury do mikrotuningu

profile jajowe

studnie perfekt



Johann Bartlechner Sp. z o.o.
ul. Niemiecka 1, PL 47-143 Ujazd
Tel. 48 (0) 77/ 405 69 00
Faks 48 (0) 77/ 405 69 50
e-mail: ujazd@haba-beton.pl
www.haba-beton.pl



Instytut
Badawczy
Dróg
i Mostów



akredytowanych laboratoriów gruntoznawczych (właściwie są tylko na uczelniach czy instytutach). Brak ich w przedsiębiorstwach czy firmach.

Nie można się zgodzić z faktem, że wykonanie wierceń, analiza makroskopowa i sondowanie są wystarczającym materiałem do ocen podłoża. Badanie laboratoryjne, sprawdzające oznaczenia polowe, powinno być bezwzględnie wykonywane. Wiąże się to np. z koniecznością, wynikającą z EC 7, ustalania wartości c_u – spójności bez odplywu. Konieczne także są stwierdzenia stanów gruntów spoistych, granulometrii, badanie konsolidometryczne.

Przejście na Eurokody wymaga innej niż dotychczas procedury ustalania parametrów wytrzymałościowych. Eurokod wymaga „wartości wyprowadzonych” (derived values). Wartość wyprowadzona to wartość parametru geotechnicznego określona z wyników badań na podstawie teorii, korelacji lub doświadczenia.

Wartości wyprowadzone parametru geotechnicznego są zatem podstawą do wyznaczenia wartości charakterystycznej tego parametru zgodnie z Częścią 1. Eurokodu 7 (pkt. 2.4.5.2), a następnie ustalenie wartości obliczeniowej, przez zastosowanie współczynnika częściowego γ_M („współczynnik materiałowy” wg 2.4.6.2) załącznik A.

„Właściwości podłoża (2.4.3) [1] gruntów lub skał podawane są do obliczeń projektowych jako parametry geotechniczne. Mogą być wyznaczane bezpośrednio z wyników badań, przez korelację, teorię i doświadczenie z innych dostępnych danych.” EC 7-1 dopuszcza stosowanie parametrów normatywnych (2.4.5.2(12)P, wymaga tylko, żeby były to parametry możliwie bezpieczne.

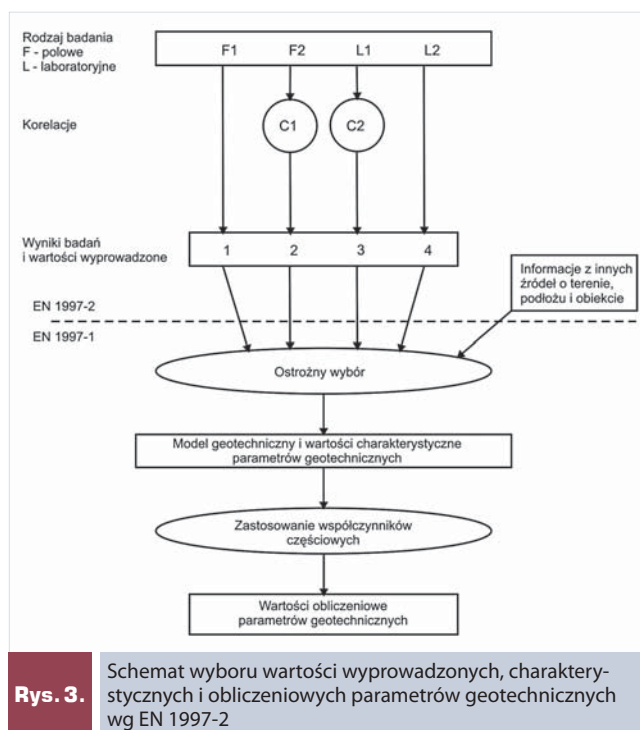
Dane geometryczne (2.4.4) [1], to poziom nachylenia powierzchni terenu, poziom wody, linie graniczne między warstwami, zarysy wykopów oraz wymiary konstrukcji.

Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych (2.4.5) są wartościami parametrów geotechnicznych i geometrycznych. Wartości obliczeniowe mogą być określane bezpośrednio lub z wartości charakterystycznych przy zastosowaniu współczynników częściowych.

Wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych można lepiej zrozumieć z pomocą rys. 3, pochodzącego z Części 2. Eurokodu 7. Na rysunku pokazano także granicę pomiędzy Częścią 1. (EN 1997-1) i Częścią 2. (EN 1997-2) Eurokodu 7. Można zauważyć, że wymagania dotyczące pomiarów właściwości geotechnicznych, jak i ich wartości wyprowadzone, należą do zakresu Części 2. EC 7, podczas gdy określanie wartości charakterystycznych i obliczeniowych jest regulowane w Części 1.

Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych

Wartość charakterystyczną właściwości gruntu zdefiniowano w PN-EN 1997-1 jako ostrożne oszacowanie wartości wpływającej na wystąpienie stanu granicznego. A zatem wybrana musi być wartość charakterystyczna w odniesieniu do danego stanu granicznego, stąd parametr, np. ϕ , w każdej warstwie może posiadać odmienne wartości charakterystyczne dla różnych mechanizmów zniszczenia – stanów granicznych. Wartość wpływająca na pojawienie się stanu granicznego jest wartością średnią (tj. przeciętną), określaną z uwzględnieniem efektu skali. Przykładowo w przypadku osuwiska zbocza angażującego rozległe masy ziemne, średnia wartość wytrzymałości odpowiadająca za stateczność zbocza jest



średnią wszystkich wytrzymałości wzdłuż powierzchni poślizgu. Mechanizm zniszczenia pojedynczego fundamentu palowego angażuje znacznie mniejsze masy ziemne i jeśli np. pał opiera się w słabej warstwie tego samego gruntu co zbocze, to średnia wartość odpowiadająca za stateczność pała będzie niższa niż ta decydująca o stateczności zbocza, a wartość charakterystyczna wybrana do projektowania pała będzie ostrożnym oszacowaniem wartości lokalnej i będzie bardziej ostrożna (niższa) niż wartość charakterystyczna tego samego parametru dla tej samej warstwy w całości. Wyboru wartości charakterystycznej dokonujemy dla wydzielonej warstwy gruntu.

Przy wyznaczaniu wartości charakterystycznej należy rozpatrywać sytuację, dla której w danej warstwie wyniki tego samego parametru pochodzące z różnych badań mogą się różnić wartościami. Konieczne może się okazać stosowanie współczynników przeliczeniowych do wyników badań, tak aby mogły one reprezentować zachowanie gruntu w poszczególnych stanach granicznych.

Podstawą projektów geotechnicznych wg EC 7 jest filozofia metody stanów granicznych, której główne cechy opisane zostały w paragrafie 2. EC 7 [2]. Uwzględniają one generalne wymagania jakie muszą być spełnione i czynniki, które mają być rozpatrzone w projekcie, wybór obciążeń i parametrów materiału, współczynniki częściowe obciążeń i parametry materiałów, obliczenia sprawdzające stan zniszczenia i granicę stanu przydatności eksploatacyjnej. Również w paragrafie 2. podano wymagania dotyczące prezentacji wyników (geotechnical design report) w projekcie geotechnicznym.

Minimalne wymagania co do zakresu i jakości badań geotechnicznych, obliczeń i nadzoru budowy powinny brać pod uwagę złożoność danego projektu i ryzyko w odniesieniu do mienia i życia. Stopień złożoności projektowania geotechnicznego jest bardzo zróżnicowany; od prostego dla lekkich konstrukcji na gruntach zwartych do konstrukcji złożonych, jak duże konstrukcje wrażliwe posadowione na słabych podłożach lub w głębokich wykopach blisko starych budynków. EC 7 wyróżnia kategorie geotechniczne:



DOŚWIADCZONY WYKONAWCA ROBÓT FUNDAMENTOWYCH

Franki Fundamenty sp. z o.o.

● 60-118 Poznań ● ul. Krzywa 19

FUNDAMENTY PALOWE

- pale Franki
- pale przemieszczeniowe Spire
- pale wiercone CFA
- pale Atlas
- kolumny betonowe
- stalowe ścianki szczelne

SPECJALNE ROBOTY GEOTECHNICZNE

- przesłony przeciwpowodziowe w wałach przeciwpowodziowych
- Deep Soil Mixing
- iniekcje wzmacniające i uszczelniające
- iniekcja strumieniowa „jet grouting”
- mikropale

WSPÓŁPRACUJEMY z placówkami naukowo-badawczymi
WYKONUJEMY projekty budowlane i wykonawcze

tel. 061 853 15 66 ● fax: 061 855 18 62 ● e-mail: franki@franki.pl

1. kategoria to lekkie i proste konstrukcje, dla których możliwe jest spełnienie podstawowych wymagań na bazie doświadczenia i jakościowych badań geotechnicznych, przy pomijalnym ryzyku mienia oraz konstrukcje skomplikowane, w bardzo trudnych warunkach geotechnicznych to 3. kategoria.

Kategorie geotechniczne

Kategorie geotechniczne zakładają różne stopnie złożoności projektowania geotechnicznego, w zależności od obiektu i warunków w podłożu. W zależności od kategorii geotechnicznej różnicuje się wymagania, co do „projektu geotechnicznego”.

Problemy 1. kategorii można rozwiązać na podstawie doświadczenia i jakościowych badań geotechnicznych. Są to obiekty, gdzie występuje małe ryzyko dla mienia i życia.

Problemy 3. kategorii są na tyle trudne z racji złożoności konstrukcji lub podłoża, lub wysokiej aktywności sejsmicznej, że nie podlegają normalizacji i rozwiązywanie ich jest poza postanowieniami Eurokodu. Wymagają rozwiązań indywidualnych, specjalnych i zaangażowania specjalisty geotechnika do zespołu projektującego obiekt. Eurokod i jego postanowienia dotyczą zatem głównie 2. kategorii geotechnicznej. W 3. kategorii mogą być konieczne, poza wymaganiami sformułowanymi w 2. kategorii (które powinny być spełnione) różne inne dodatkowe wymagania, jak też możliwe jest wykonywanie analiz nowymi metodami, które nie są powszechnie stosowane.

Kategoria 2. obejmuje konstrukcje powtarzalne, fundamenty bez nadzwyczajnego ryzyka lub niezwykle trudnych warunków gruntowych i obciążeń. Kategoria 2. wymaga ilościowych danych geotechnicznych i analiz, by spełnić podstawowe wymagania. Powinno się tu stosować postępowanie znormalizowane zarówno w badaniach polowych i laboratoryjnych, obliczeniach, jak przy budowie.

Należy zauważyć, że w takim przypadku Eurokod normalizuje postępowanie w ok. 85% inwestycji. Zdaniem autora jedynie 15% nowych obiektów budowlanych należy do 3. kategorii. Obecność geotechnika w zespole projektującym od początku projektowania przynosi wielkie korzyści. Pozwala na racjonalne kształtowanie obiektu, wykopów, właściwej metody wzmocnienia podłoża, dobór systemu konstrukcyjnego. Z załem należy zauważyć, że jest to postępowanie nader rzadkie (jeśli w ogóle w praktyce występuje).

Zaproszenie geotechnika do zespołu należy do konstruktora, on bowiem rozumie i odpowiada za problemy posadowienia i powinien się domagać od inwestora oraz prowadzącego projekt zapewnienia odpowiedniej pomocy. Pewność siebie niektórych konstruktorów wiele razy narażona była tu na szwank w zetknięciu z rzeczywistym gruntem, a zrealizowanym projektem daleko było do optymalności. Fundamenty, wzmocnienia podłoża stanowią zwykle kilka, kilkanaście procent kosztów budowy i są to pozycje kosztów, w których najłatwiej jest uzyskać oszczędności, jak i „ułożyć pieniądze w błocie”.

Sprawdzanie stanów granicznych

EC 7 wymaga rozpatrywania wzajemnego oddziaływania między konstrukcją i podłożem. Oddziaływanie to, często zwane oddziaływaniem grunt-konstrukcja (współpraca konstrukcji z podłożem) jest procesem, w którym sztywność konstrukcji i sztywność podłoża wpływają na naprężenia w konstrukcji i w podłożu, czego skutkiem

jest odkształcenie konstrukcji. Inny rodzaj oddziaływania konstrukcja-podłoże, to wpływ budowy na sąsiadujące obiekty. Należy go brać pod uwagę przy wykonywaniu tuneli, głębokich wykopów, wykonywaniu pali, innych wzmocnień itp.

Zmiana rozkładu obciążeń konstrukcji statycznie niewyznaczalnych z powodu oddziaływania podłoże-konstrukcja, np. pod grupą fundamentów stopowych ma tendencje do przenoszenia obciążenia z partii ze słabszych na mocniejsze warstwy gruntu, zdolne do przeniesienia takich obciążeń. Podobnie, odkształcenie grodzicy czy ściany oporowej powoduje zmiany rozkładu obciążenia od parcia gruntu na ścianę. Stąd w konstrukcjach geotechnicznych zmiana rozkładu obciążeń w konstrukcjach statycznie niewyznaczalnych wywołana jest oddziaływaniem podłoże-konstrukcja.

W Eurokodzie 7-1 podano cztery metody projektowania, które można stosować dla wykazania, że nie przekroczono stanów granicznych:

- przeprowadzenie obliczeń;
- zastosowanie wymagań przepisów;
- użycie modeli doświadczalnych i próbnych obciążeń;
- użycie metody obserwacyjnej.

Większa część EC 7 dotyczy obliczeń. Czasami tylko obliczenia umożliwiają projektowanie i w wielu sytuacjach doświadczenie określa, która z metod obliczeniowych jest bardziej właściwa do wykorzystania. Podane cztery podejścia można stosować w kombinacji, np. w projektowaniu pali. Opór pala można wyznaczać z próbnych obciążeń, a następnie używać tak określonej wartości w projektowaniu fundamentów palowych. Tak naprawdę, to w projektowaniu geotechnicznym wskazane jest stosowanie większej ilości metod niż jedna. Doświadczenie, zwłaszcza w miejscowych warunkach gruntowych i podobnych projektach, jest szczególnie ważne przy korzystaniu z każdego z ww. podejść projektowych.

Podstawą filozofii projektowania wg stanów granicznych przedstawioną w PN-EN1990[3] i stąd przejętą w EC 7 jest to, że mają być rozpatrywane wszystkie możliwe przypadki stanów granicznych nośności (awarii konstrukcji) oraz to, że należy weryfikować, czy nie przekroczono stanów granicznych dla każdej sytuacji projektowej. Należy wykazać, że przekroczenie jakiegokolwiek stanu granicznego jest dostatecznie mało prawdopodobne. W projektowaniu wg stanów granicznych każdy ze stanów granicznych zniszczenia i użytkowania jest rozpatrywany osobno. Jednakże praktycznie wiadomo z doświadczenia, który stan graniczny będzie decydujący, a unikanie innych stanów granicznych można wykluczyć przez sprawdzenia kontrolne. Prawdopodobnie osuwiska są najpowszechniejszymi stanami granicznymi zniszczenia, a nadmierne osiadania fundamentów najpowszechniejszymi stanami granicznymi przydatności eksploatacyjnej, z którymi spotykamy się w praktyce.

Analizowane w EC 7 stany graniczne to:

- EQU – utrata równowagi konstrukcji lub podłoża, rozpatrywanych jako ciało sztywne, gdy wytrzymałość materiałów konstrukcyjnych i gruntu ma znaczenie nieistotne dla zapewnienia nośności;
- STR – wewnętrzne zniszczenie albo nadmierne odkształcenie konstrukcji lub elementów konstrukcji, w tym np. fundamentów bezpośrednich, pali lub ścian podziemia, gdy wytrzymałość materiałów konstrukcyjnych jest istotna w zapewnieniu nośności;
- GEO – zniszczenie albo nadmierne odkształcenie podłoża, gdy

PODSTAWOWE ZALETY PPZ SYSTEMU HOBAS®



HOBAS® zapewnia 3 metody budowy przepustów i przejść dla zwierząt:

wykop otwarty; relining i przewiert (mikrotuneling), kompleksowo obsługując wszystkie rodzaje szlaków komunikacyjnych, istniejących i nowo budowanych.

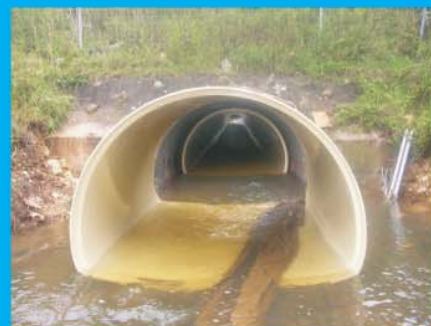
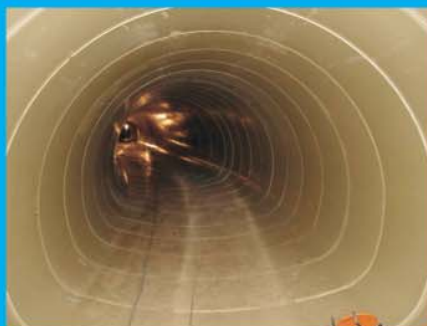
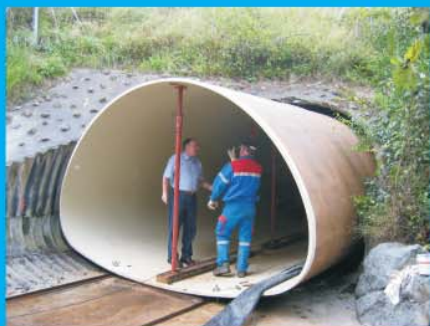
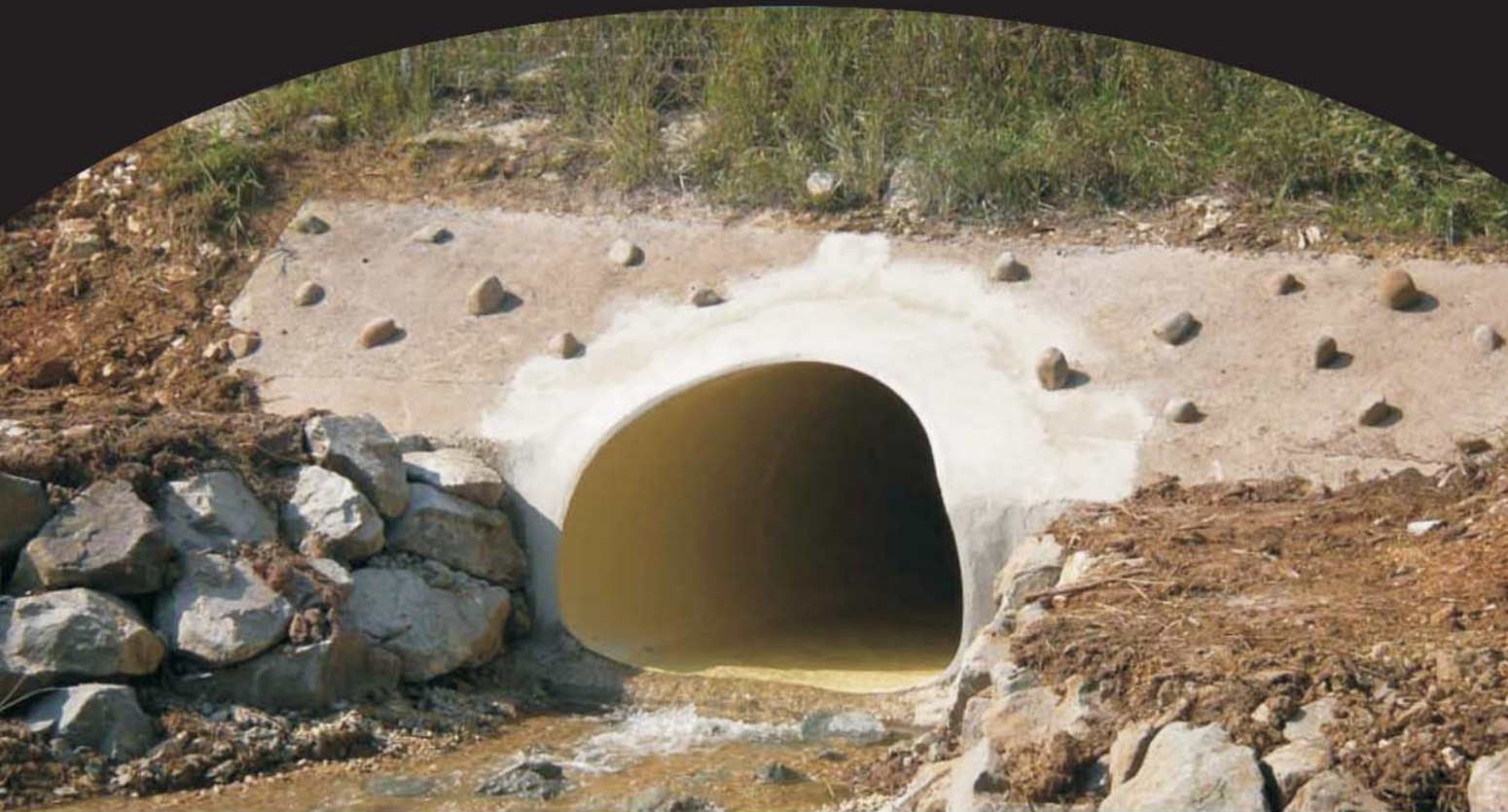
Przepusty i przejścia są gotowe do natychmiastowego montażu i nie wymagają dodatkowych zabiegów konserwacyjnych, co chroni środowisko i skraca czas montażu.

Nowoczesne komponenty, a szczególnie żywica poliestrowa gwarantuje brak korozji nawet w najbardziej agresywnym środowisku i w obecności prądów błądzących, co zapewnia kilkadziesiąt lat eksploatacji bez przeglądów i konserwacji.

Trwałe zamocowanie półek dla zwierząt wewnątrz przejścia obniża koszty i skraca montaż.

W wyniku procesu odlewania odśrodkowego ścianki rur są gładkie, co zapewnia znakomite parametry hydrauliczne przepływu cieczy i chroni zwierzęta przed okaleczeniem.

Jasny beżowy kolor żywicy sprawia, że nawet niewielka ilość światła rozjaśnia wnętrze przejścia dla zwierząt, czyniąc je bezpieczniejszym. Jednorodny materiał, z którego wykonane są rura i półki chroni przejścia przed wytwarzaniem dźwięków i wibracjami, co sprawia, że zwierzęta chętnie z nich korzystają.



wytrzymałość gruntu lub skały jest decydująca dla zapewnienia nośności;

- UPL – utrata stateczności konstrukcji albo podłoża (utrata równowagi pionowej) spowodowana ciśnieniem wody (wyporem) lub innymi oddziaływaniami pionowymi;
- HYD – wypiętrzenie hydrauliczne, erozja wewnętrzna lub przebiecie hydrauliczne w podłożu spowodowane spadkiem hydraulicznym.

Stanami w EC 7, które decydują w przypadku posadowienia budynków są podobnie, jak w polskiej normie 03020, stany GEO, a więc nośność i osiadania rządzą projektowaniem (są decydujące). Zwłaszcza warunki użytkowalności są zwykle decydujące w projektowaniu fundamentów.

Stany graniczne nośności, których np. rozważenie przy projektowaniu posadowienia bezpośredniego jest niezbędne zestawiono w tabeli 4.

Sprawdzenie stateczności ogólnej podłoża traktowane jest w EC 7, podobnie jak w naszej normie, jako odrębne zagadnienie. W EC 7 zasady wykonywania tych obliczeń zawarte są w rozdziale 11 „Stateczność ogólna”.

Stany graniczne 2 i 3 (tab. 4) należą do podstawowych stanów granicznych, których sprawdzenie wymagane jest zawsze, w każdym przypadku projektowania posadowienia.

Stan graniczny 4 (tab. 4), polegający na łącznym zniszczeniu konstrukcji i podłoża, nie znajduje w normie żadnego komentarza. W komentarzu do Eurokodu [19] podaje się jako przykład przykład załamania ściany szczelinowej.

Możliwość wystąpienia stanów granicznych nośności konstrukcji w wyniku nadmiernych przemieszczeń podłoża wiąże się przede wszystkim z posadowieniem obiektu na szczególnych terenach (działalności górniczej) lub w specyficznych warunkach gruntowych (grunty zapadowe, lessowe, kras). Z problemem tym można mieć również do czynienia w przypadku konieczności realizacji głębokiego wykopu w sąsiedztwie istniejącego obiektu.

Zakres polskiej normy tych przypadków nie obejmuje. Stwierdza się jedynie, że wymagają one spełnienia dodatkowych wymagań.

Podobnie jest w EC 7. Poza zaakcentowaniem możliwością wystąpienia stanu granicznego nośności w wyniku przemieszczeń podłoża, żadnych dodatkowych zaleceń odnośnie do sposobów sprawdzenia tego typu stanu granicznego w normie nie ma.

Projekt geotechniczny

Rozwiązując dowolne zadanie geotechniczne, pierwszym elementem, który musimy uzyskać, jest model geologiczny terenu badań. Na model ten nakładamy uzyskane wyniki badania podłoża.

Podczas wykonywania dokumentacji badań podłoża powinniśmy w ogólnych zarysach znać dane o obiekcie, by np. ustalać głębokość rozpoznania, zwracać uwagę na specyficzne wymagania obiektu.

Wykonana dokumentacja badań, po uwzględnieniu danych budowlanych, służy do opracowania modelu geotechnicznego podłoża. Model ten zawiera wydzielone i przypisane im, po analizie dokumentacji badań podłoża, oceny parametrów.

Na podstawie analizy dokumentacji badań podłoża, modelu geotechnicznego oraz badań uzupełniających wykonuje się projekt geotechniczny. Bardzo często na tym etapie konieczne są sondowania lub wierceń i badania uściślające dane. Opracowanie to zawiera po-

Lp.	Rodzaj stanu granicznego	PN-81/B-03020	PN-EN 1997-1
1.	Utrata stateczności ogólnej podłoża	+	+
2.	Wyparcie gruntu spod fundamentu	+	+
3.	Poślizg fundamentu po gruncie	+	+
4.	Łączne zniszczenie w konstrukcji i podłożu	–	+
5.	Zniszczenie konstrukcji w wyniku przemieszczeń podłoża	–	+
„+” – wymagane „–” – nie wymagane			
Tab. 4. Stany graniczne nośności w projektowaniu posadowień bezpośrednich wg PN-81/B-03020 i PN-EN 1997-1			

dział na jednostki przestrzenne (warstwy) oraz przypisuje warstwom określone dla danego obiektu wskaźniki i parametry gruntów. Zawiera, jeśli trzeba, obliczenia i analizy wartości osiadań, nośności podłoża, stateczności skarp zboczy, filtracji wyporu. Obowiązkiem tej części projektowania geotechnicznego jest specyfikacja wszystkich stanów granicznych oraz pokazanie drogi eliminacji zagrożeń. Wnioskami z projektu geotechnicznego są podane metody wzmocnienia, metody palowania, ochrony przed wodą i wilgocią itp. Często konieczne są np. obliczenia optymalizujące metody zabezpieczeń obudów wykopów. Wnioski z geotechnicznych warunków posadowienia powinien opracowywać geotechnik z inżynierem konstruktorem obiektu.

Obliczenia konstrukcyjne, kształtowanie fundamentów i zbrojenie należy do projektu budowlanego i wykonuje je inżynier konstruktor. Częścią geotechnicznych warunków posadowienia często jest program kontroli, nadzoru i monitoringu podczas budowy. Program ten może być wykonany jako osobny dokument (projekt).

Oddziaływania

W analizie sytuacji obliczeniowych, w celu zestawienia możliwych stanów granicznych, należy ustalić oddziaływania ich kombinacji i przypadki komunikacji.

Zaleca się uwzględnienie w projekcie geotechnicznym następujących czynników jako oddziaływania:

- ciężar gruntu, skały i wody;
- naprężenia w gruncie;
- parcie gruntu i ciśnienie wody gruntowej;
- ciśnienie wody powierzchniowej, włączając ciśnienie fal;
- ciśnienie wody gruntowej;
- ciśnienie spływowe;
- obciążenia stałe i przyłożone od konstrukcji;
- obciążenia naziomu;
- siły kotwienia lub cumowania;
- usunięcie obciążenia (odciążenie) lub wykonanie wykopu;
- obciążenie pojazdami;
- przemieszczenia spowodowane eksploatacją górniczą albo wykonywaniem wykopów lub tuneli;
- pęcznienie i skurcz spowodowane przez rośliny, wpływy klimatyczne lub zmiany wilgotności;
- przemieszczenia związane z pęzaniem lub osiadaniem mas gruntu;
- przemieszczenia związane z degradacją zmianami w składzie mi-

neralnym, samozagęszczaniem i rozpuszczaniem gruntu;

- przemieszczenia i przyspieszenia spowodowane trzęsieniami ziemi, wybuchami, drganiami i obciążeniami dynamicznymi;
- skutki działania temperatur, w tym zamarzania;
- obciążenie lodem;
- wstępne sprężenie kotew gruntowych lub rozpór;
- tarcie negatywne.

Niesłuchanie ważnym czynnikiem projektowania geotechnicznego jest określenie poziomu wody gruntowej. Położenie zwierciadła wody gruntowej ma zasadnicze znaczenie w umożliwieniu oceny wielkości ciśnienia wód infiltracyjnych, izolacji i bezpieczeństwa. Wiele awarii geotechnicznych, jak: osuwiska, wyniesienia podłoża i rurociągów w wykopach, jest wynikiem wysokiego ciśnienia wód infiltracyjnych lub nadmiernych przepływów wód gruntowych.

Uwzględnienie zmian i wpływu środowiska obejmuje także takie czynniki, jak: regionalne zmiany ogólnego poziomu zwierciadła wód gruntowych, np. obniżenie poziomu tych wód w związku z wydobywaniem wody i kanalizacją lub, co obecnie ma miejsce w niektórych miastach (Londyn), podnoszenie się poziomu wód gruntowych z powodu ograniczonego pompowania. Inne czynniki środowiskowe uwzględniają osiadanie z powodu usuwania wody przez korzenie sąsiadujących drzew czy zapadanie terenu, wywołane działaniem kopalni.

Szczególnie trudne ustalenia dotyczą wód powierzchniowych. Poprawne przyjęcie ciśnienia wody, sił od wody filtrującej (ciśnienie spływowe) muszą być wartościami najniekorzystniejszymi, jakie mogą wystąpić w obliczeniach wyjątkowych.

Takimi przypadkami są oddziaływania w czasie powodzi lub np. pęknięcie magistrali wodnej. Eurokod zaleca też rozważać przypadek wzrostu ciśnienia wody wskutek nieprawidłowej pracy systemu odwodnienia czy drenażu.

Należy zauważyć, że parcie gruntu, które w pewnych sytuacjach jest oddziaływaniem, w innych jest oporem, np. odpór gruntu, który przeciwstawia się osuwaniu nie jest oddziaływaniem.

Obliczenia sprawdzające

W praktyce inżynierskiej większość uzasadnień, że stan graniczny nie jest przekroczony, wykazuje się przy pomocy obliczeń.

Sprawdzenie w EC 7 stanów granicznych nośności podłoża, podobnie jak i w polskiej normie, polega na wykazaniu, że spełniony zostaje warunek:

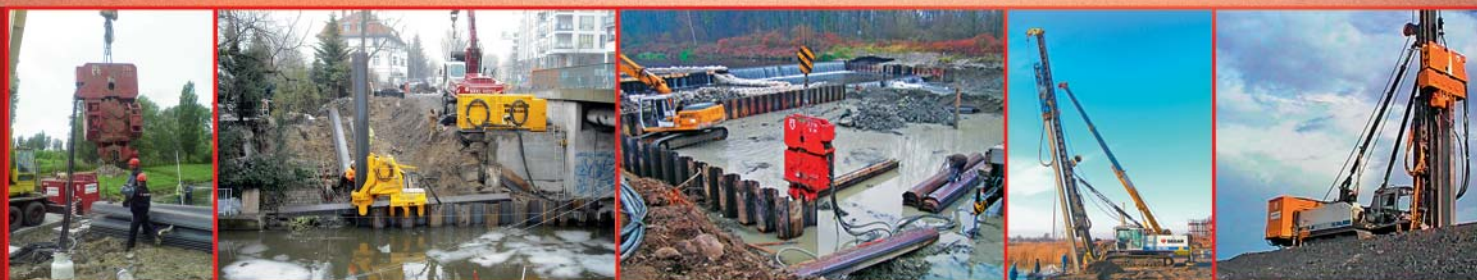
$$E_d \leq R_d \quad (1)$$

gdzie:

E_d – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań (siła przekazywana na podłoże)

R_d – wartość obliczeniowego oporu granicznego podłoża

Eurokod przewiduje możliwość stosowania jednej z trzech procedur postępowania, przy sprawdzaniu powyższego warunku. Procedury te określone są mianem „Podejście”. Norma wyróżnia trzy podejścia. Różnice dotyczą wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa, stosowanych w ocenie obliczeniowego efektu oddziaływań E_d i oporu granicznego podłoża R_d .



Nasza działalność z zakresu wykonawstwa obejmuje przede wszystkim:

Głębokie fundamentowanie

- pale VIBRO SEGAR
- pale wiercone CFA SEGAR
- pale wiercone
- pale w rurze osłonowej
- pale prefabrykowane
- pale stalowe
- pale drewniane
- mikro pale
- ściany szczelinowe

Zabezpieczenia wykopów

- ścianki szczelne (wwibrowywane i wciskane)
- ścianki berlińskie
- palisady z pali

Stabilizacja podłoża

- kolumny z dowolnego materiału
- kolumny jet-grouting

Przesłony przeciwiłtracyjne

- przesłony w technologii WIPS
- przesłony z grodzic winylowych

Regulacja nabrzeży

- grodzice stalowe
- grodzice winylowe

Segar Sp. z o.o.
ul. A. Krzywoń 8/48
01-391 Warszawa
tel.: + 48 22 353 80 60
fax: + 48 22 353 80 61
e-mail: segar@segar.pl
www.segar.pl

Ponadto oferujemy wynajem sprzętu w podanym zakresie.

Parametr gruntu	Symbol	Wartość
Kąt tarcia wewnętrznego ^a	γ_{φ}	1,25
Spójność efektywna	γ_c	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odplywu	γ_{cu}	1,4
Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	γ_{qu}	1,4
Ciężar objętościowy	γ_v	1,0

^a Współczynnik ten stosuje się do wartości $\tan \varphi'$

Tab. 5. Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych (γ_m)

Wybór określonego podejścia pozostawia się poszczególnym krajom. Zostanie on określony w załączniku krajowym. W Polsce decyzją KT 254 proponuje się podejście 2. i 3. w odniesieniu do sprawdzenia stateczności ogólnej.

W przypadku posadowień bezpośrednich, w których z reguły nie mamy do czynienia z istotnymi efektami od obciążeń geotechnicznych (od gruntu lub wody), różnice pomiędzy tymi podejściami sprowadzają się tylko do różnic w sposobie liczenia obliczeniowego oporu granicznego.

Podany na wstępie warunek przyjmuje postać:

$$\text{podejście 2.} \quad (\gamma_F F_{\text{rep}}) = R (x_k) / \gamma_R \quad (2)$$

$$\text{podejście 3.} \quad (\gamma_F F_{\text{rep}}) = R (x_k / \gamma_M) \quad (3)$$

Jak widać przy podejściu 2., nośność podłoża liczymy przy charakterystycznych wartościach parametrów i wynik dzielimy przez ogólny współczynnik oporu γ_R . W podejściu 3. nośność podłoża liczy się przy obliczeniowych wartościach parametrów wytrzymałościowych. Jak łatwo stwierdzić, podejście 3. jest analogicznie metodą, jak podano w polskiej normie 03020.

Przyjmując, że znane z mechaniki gruntów zależności służące do wyznaczania wartości granicznych, np. wzory na stateczność zboczy, nośność podłoża, osiadania, nośność pali itp., zawsze mamy konieczność ustalania oddziaływań i wartości parametrów. W przypadku stosowania Eurokodu są to głównie parametry charakterystyczne. Do wartości parametrów stosuje się współczynniki częściowe. Decyzją KT 102 i KT 254 wartości współczynników częściowych, które mogą być zmieniane w stosunku do podanych w tabeli. A załącznika do normy EN 1997-1 w każdym kraju, w Polsce pozostają bez zmian. Stanowisko to jest zgodne z postanowieniami np. Niemiec i wielu innych krajów.

Zmiany współczynników częściowych decydują o poziomie bezpieczeństwa. Porównanie, które wykonano dla dawnych norm polskich (np. 03020) i EC 7 pokazuje, że różnice w wartościach parametrów są nieistotne.

Tabela 5 pokazuje tablicę A2 z załącznika normy PN-EN 1997-1 wartości γ_m dla parametrów geotechnicznych.

Stosowane powszechnie w obliczeniach, dla trwałych stanów (oddziaływań) wartości efektywne, porównywane z obu norm, dają dla przyjętej przykładowo wartości charakterystycznej jakiegoś gruntu:

$$\varphi' = 24^\circ; c' = 20 \text{ kPa}$$

wartość obliczeniowa wg EC 7

$$\tan 24^\circ = \frac{0,445}{1,25} = 0,356 \rightarrow \varphi_r' = 19,6^\circ$$

$$c_r' = \frac{20}{1,25} = 16 \text{ kPa}$$

wartość obliczeniowa wg 03020

$$\varphi_r' = 24 \cdot 0,9 = 21,6^\circ$$

$$c_r' = 0,9 \cdot 20 = 18 \text{ kPa}$$

uwzględniając konieczną w obliczeniach w metodzie B wartość współczynnika modelu $m = 0,9$ mamy:

$$\varphi' = 21,6 \cdot 0,9 = 19,4^\circ$$

$$c' = 0,9 \cdot 18 = 16,2 \text{ kPa}$$

Bardziej szczegółową analizę zagadnienia można przeprowadzić na podstawie zadań pokazanych w referatach W. Kotlickiego [21] i M. Świecy [22].

R. Frank [20] zwraca uwagę, że: „Główna dyskusja podczas tworzenia Eurokodu 7 dotyczyła sposobu sprawdzania SG nośności ULS w sytuacjach trwałych i przejściowych. Jednak sprawdzanie SG użyteczności (SLS) jest zagadnieniem równie ważnym we współczesnym projektowaniu geotechnicznym. Znalazło to właściwy wyraz w Eurokodzie 7, który rzeczywiście często wymaga obliczeń przemieszczeń fundamentów i konstrukcji oporowych. W dotychczasowej praktyce problem ten usiłowano rozwiązać przez ograniczanie do stosunkowo małych wartości bądź nośności podłoża, bądź też wzbudzanego oporu gruntu na ścinanie. Sprawdzanie SG użyteczności, realnie wprowadzone w Eurokodzie 7 (prognozowanie przemieszczeń fundamentów), musi stać się powszechne w projektowaniu konstrukcji. Obecnie to zagadnienie jest zbyt często pomijane w praktyce.”

Trzeba podkreślić, że znajomość osiadań pozwoli w przyszłości na kontrolę konstrukcji w całym cyklu jej życia oraz kontrolę założeń i obliczeń projektowych prostymi pomiarami geodezyjnymi. W tej chwili dla wielu obiektów trudno jest stwierdzić do momentu awarii, czy spełniają założenia projektu.

Nadzór robót, monitorowanie i utrzymanie

Tytuł tego rozdziału odpowiada §4 EC 7. Zawarte są w nim następujące bardzo ważne postanowienia:

„W celu zapewnienia bezpieczeństwa budowli i jakości robót należy sprawdzać i nadzorować:

- procesy budowlane, w tym jakość wykonawstwa,
- zachowanie konstrukcji podczas budowy i po jej zakończeniu,
- eksploatację konstrukcji.

Zakres nadzoru nad robotami budowlanymi i jakością wykonawstwa oraz monitorowania zachowania konstrukcji podczas budowy i po jej zakończeniu należy szczegółowo określić w projekcie geotechnicznym.

W ramach nadzoru nad procesem budowlanym i jakością wykonawstwa zaleca się:

- sprawdzenie słuszności założeń projektowych,
- określenie różnic pomiędzy rzeczywistymi warunkami gruntowymi a przyjętymi w projekcie,
- sprawdzenie, czy budowa jest prowadzona zgodnie z projektem.”

Zachodzi praktyczne pytanie, kto i za czyje pieniądze ma to robić. Często inwestor do momentu braku kłopotów wykazuje brak zainteresowania tematem. Obecne przepisy o przeglądach pozwalają a okresowe obserwacje budynków, ale dopiero właściwe prowadzenie książki przeglądów z danymi o osiadańach daje możliwość właściwego kontrolowania zachowania budynku w czasie jego eksploatacji.

Eurokod wymaga, by zakres sprawdzania, kontroli oraz badań terenowych i laboratoryjnych wymaganych do wykonywania nadzoru nad budowlą do jej monitorowania zaplanować w fazie projektowania.

Programy kontroli i nadzoru

Rozpoczęcie budowy powinno uruchomić następny etap – działanie nadzoru geotechnicznego w trakcie budowy. Przy obiektach 1. kategorii jest to tylko odbiór wykopu, który może zrobić konstruktor. W obiektach 2. kategorii zadań jest o wiele więcej. Należą do tego: kontrola zagęszczenia zasypek, podbudów, wymian gruntów itp. Nadzór geotechniczny na budowie stanowi bardzo istotny element osiągnięcia właściwej jakości prac ziemnych i fundamentowych. W Polsce, zwykle na średnich, czasem nawet dużych budowlach, geotechnika jeszcze nie ma i wykonawca sam się ocenia, a inspektor nadzoru, bez sprawdzania (badań), akceptuje i przyjmuje roboty. Trzeba stwierdzić, że jest to niewłaściwe.

Ostatnio obserwujemy (ITB) pewną poprawę sytuacji. Na coraz większej liczbie budów w czasie całego procesu budowy istnieje stały nadzór geotechniczny.

Na przykład w zakres nadzoru geotechnicznego, na jednej z budów (dane z umowy), wchodzi:

- odbiór gruntów rodzimych w dnie wykopów pod fundamenty;
- badanie zagęszczenia podsypki pod posadzki;
- badanie zagęszczenia podsypki pod fundamentami;
- badanie zagęszczenia zasypek wokół fundamentów;

- ocena nośności gruntu pod żurawie budowlane;
- ocena nośności gruntu rodzimego i warstw podbudowy dla dróg dojazdowych i ciągów komunikacyjnych;
- badanie zagęszczenia i uziarnienia kruszywa stosowanego do podbudowy dróg dojazdowych i ciągów komunikacyjnych;
- badanie-kontrola gruntów istniejących wraz z ich porównaniem do wykazania w Programie Funkcjonalno-Użytkowym;
- analiza jakości i przydatności gruntów do wbudowania w stosunku do wymagań Programu Funkcjonalno-Użytkowego (badania zagęszczenia i uziarnienia);
- sporządzenie sprawozdań z nadzoru geotechnicznego.

Monitorowanie należy prowadzić w celu sprawdzenia, czy konstrukcja zachowuje się zgodnie z założeniami poczynionymi podczas projektowania. Zapewnia to, że po zakończeniu budowy konstrukcja będzie nadal zachowywać się zgodnie z wymaganiami.

Ogólnie monitoring geotechniczny obejmuje:

- pomiary odkształceń podłoża spowodowane przez budowlę;
 - wartości oddziaływań (ciśnienia wody);
- sporadycznie także
- wartości naprężeń kontaktowych między podłożem gruntowym a konstrukcją.

Należy dokonywać obserwacji przemieszczeń, uplastycznienia, stateczności ścian wykopów i jego dna; wpływ na sąsiednie budynki i instalacje; zmiany parcia gruntu na konstrukcje oporowe; zmiany ciśnienia wody będące wynikiem wykopu lub obciążeń. Wykaz konczy bezpieczeństwo pracowników w nawiązaniu do stanów granicznych, które mogą wystąpić.

Wykonujemy:

w ramach budownictwa inżynierskiego:

- * pale wiercone wykonywane w technologii CFA
- * pale formowane w gruncie w rurze obsadowej
- * palisady z pali żelbetowych
- * ścianki szczelne z grodzic stalowych
- * ścianki berlińskie
- * kolumny żwirowe
- * mikropale
- * zabezpieczanie osuwisk
- * budowy i remonty mostów

w ramach diagnostyki wibroakustycznej:

- * monitorowanie drgań
- * badanie wpływu drgań na człowieka i budynki



w ramach hydrauliki siłowej:

- * naprawę i diagnozowanie siłowników i rozdzielaczy
- * pomiar wydajności pomp hydraulicznych
- * diagnostykę układów hydraulicznych maszyn budowlanych i drogowych

www.aprofi.pl

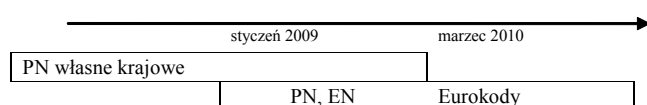
tel. (014) 681 99 91

Przy planowaniu monitoringu należy uwzględnić możliwość przecieków lub zmiany przepływu wody gruntowej, szczególnie w przypadku występowania gruntów spoistych. Budowle, które wymagają takiego monitorowania to: konstrukcje piętrzące wodę, konstrukcje przeznaczone do ograniczenia filtracji, tunele, duże konstrukcje podziemne, głębokie podpiwniczenia, skarpy i konstrukcje oporowe, wzmocnienia podłoża gruntowego.

Terminy wdrożenia

Prowadzone systematycznie przez kilkanaście lat (od 1994 r.) prace przez Komitet Techniczny PKN nr 254 Geotechnika zbliżyły możliwość przejścia w Polsce na normy geotechniczne. Przetłumaczone i przyjęte główne PN-EN 1997-1 i PN-EN 1997-2 oraz liczne normy z otoczenia Eurokodu klasyfikacje, badania polowe, badania laboratoryjne, normy wykonawcze pozwalają na projektowanie wg materiałów polskich.

PKN podaje następujący harmonogram przejścia na Eurokody:



Moment ten jest więc bardzo blisko. Niemcy, którzy w znacznym stopniu tworzyli system i wprowadzili do niego wiele swoich rozwiązań testują EN 1997-1 od czterech lat mają więc łatwiejszą drogę.

Podają za [23] niemiecką drogę do EC 7 (rys. 4, rys. 5)

Zwłaszcza zharmonizowany DIN 1054 ułatwił przejście i projektowanie zharmonizowane z Eurokodem 7. Istnieje bogata literatura [33], w Europie opracowano kilka komentarzy [9][19][23][33] do Eurokodu, które pozwalają zrozumieć opracowany system.

Mimo, że oba Eurokody PN-EN 1997-1 i PN-EN 1997-2 mają szansę być przyjęte i podpisane przez Prezesa PKN do 1 stycznia 2009 r. to start Eurokodów w przypadku geotechniki należy wi-

dzieć ok. marca 2010 r. Do tego czasu (przy zapewnionym finansowaniu ukazać musi się Załącznik krajowy i przynajmniej dwie normy uzupełniające, tj. parametrów geotechnicznych gruntów Polski, posadowień bezpośrednich. Proponowane są jeszcze dwie – pale, konstrukcje oporowe oraz komentarz pokazujący przykłady postępowania. Taką metodę przyjęli Niemcy i Francuzi i wydaje się, że inaczej Eurokod geotechniczny będzie miał bardzo trudny start.

Bez tych materiałów tylko przyjęcie EC 7 jako polskiej normy w języku polskim będzie niewystarczające do praktycznego działania. Konieczny także będzie system szkoleń i kursów regionalnych, który powinien objąć kilka tysięcy inżynierów. Eurokodu 7 muszą nauczyć się geotechnicy – w pełnym zakresie, jak i konstruktorzy – w koniecznym. Konieczny zakres znajomości Eurokodu dla konstruktora szacujemy jako kurs dwudniowy – 15 godzin zajęć, które wskażą na możliwości i pułapki.

Podsumowanie

Trzeba podkreślić ważną rolę z Eurokodu 1. Mówi ona, że dobre rozpoznanie warunków gruntowych i jakość badań geotechnicznych w większym stopniu wpływa na spełnienie podstawowych wymagań niż dokładność modeli obliczeniowych i współczynniki częściowe. Zasadniczą rolę w wynikach obliczeń projektowych odgrywają przyjmowane do obliczeń wartości parametrów geotechnicznych.

Wprowadzenie w Polsce do projektowania Eurokodu wymaga jeszcze dalszych prac. Dotąd ustalono wartości współczynników częściowych, określono podejścia projektowe, przygotowano zasady i materiały pozwalające stosować nową klasyfikację gruntów PB-EN-ISO 14688.1, 14688.2 i 14689. Prowadzone są w miarę możliwości i środków prace nad dostosowaniem naszych nawyków i tradycji do projektowania zgodnie z Eurokodem [21][22][30][34]. W najbliższej przyszłości przewiduje się wykonanie 4. polskich norm zharmonizowanych.

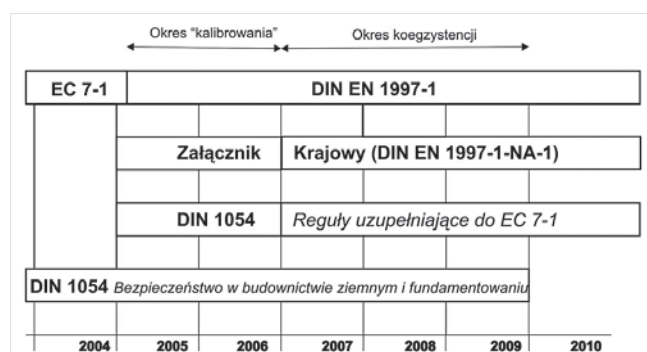
Są to normy:

- Parametry geotechniczne gruntów polskich.
- Posadowienie bezpośrednie.
- Wzmocnienie gruntów i posadowienie na palach.
- Konstrukcje oporowe.

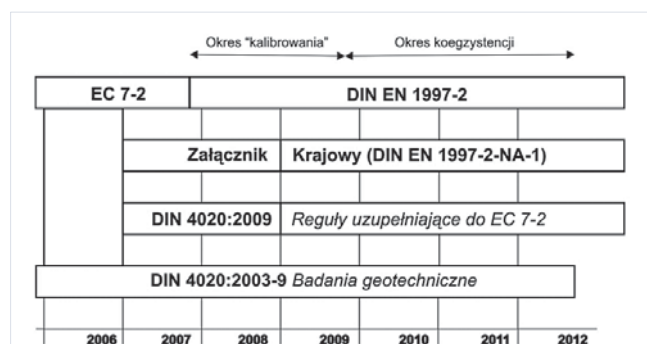
Opracowanie tych norm, do których konieczne jest zebranie licznych danych, wymaga finansowania. Trzeba powiedzieć, że brak jest zrozumienia we władzach państwowych (granty) dla sprawy. Nie ma też (nawet w planach) powoływania programów resortowych, które finansowałyby Eurokody. Może PIIB byłby w stanie sfinansować prace nad wykonaniem tych norm (kilka milionów złotych).

Podjęcie decyzji przez KT 254, dotyczących zintegrowania podejść do projektowania z DIN i przyjęcie tych samych wartości współczynników częściowych, pozwoli na wykorzystywanie programów obliczeniowych, które wkrótce się ukażą i pozwoli na prostsze pokonanie dystansu polskim konstruktorom do stosowania Eurokodu.

Projektowanie geotechniczne jest procesem. W trakcie cyklu budowy powstają na różnych etapach „dokumenty geotechniczne”. Zasadnicze znaczenie należy przywiązywać do projektu geotechnicznego, który w założeniach zawiera parametry geotechniczne i wytyczne dotyczące konstruowania fundamentów, i z którego bezpośrednio korzystać powinien konstruktor.



Rys. 4. Harmonogram wdrażania Eurokodu 7-1 (DIN EN 1997-1)



Rys. 5. Harmonogram wdrażania Eurokodu 7-2 (DIN EN 1997-2)



GONAR SYSTEMS INTERNATIONAL

Posiadamy Aprobatę Techniczną IBDiM oraz Krajowy Certyfikat Zgodności w zakresie stosowania naszych systemów do rozwiązań tymczasowych oraz trwałych.

Firma Gonar Systems International jest producentem systemów samowiercących iniekcyjnych kotew, mikropali i gwoździ gruntowych. Wyroby firmy znajdują swoje zastosowanie:

- w geotechnice do zabezpieczania powstających osuwisk
- w budownictwie podziemnym jako obudowa wstępna i kotwiowa tuneli, wyrobisk korytarzowych i komorowych
- w przemyśle wydobywczym do wzmacniania górotworu oraz wiercenia otworów strzałowych, kotwionych, technologicznych i innych
- w przemyśle komunikacyjnym do wzmacniania skarp nasypów i wykopów drogowych, autostradowych bądź kolejowych oraz posadowienia wyposażenia na mikropalach
- w budownictwie do zabezpieczania ścian wykopów oraz posadowienia i podchwytowania fundamentów za pomocą mikropali

Zapraszamy na Targi Autostrada Hala B stoisko 83

www.gonar-systems.com **GSI**



GONAR Systems International sp. z o.o.
40-833 Katowice
ul. Obroki 109

Sekretariat
tel. +48 32 20 71 201
fax +48 32 20 71 250
gsi@gonar.com.pl

Dział Handlowy:
tel. +48 32 20 71 295
+48 32 20 71 220
fax +48 32 20 71 296
mariusz.maltazar@gonar-systems.com

Ważnym wskazaniem Eurokodu, które należałoby powszechnie realizować jest udział geotechnika w obiektach 3. kategorii w procesie projektowania budowlanego od samego początku, tj. od założeń czy studiów przedprojektowych. Udział geotechniki w fazie do projektu budowlanego i wykonawczego jest oczywisty i właściwie dziś tylko ten punkt jest realizowany. Geotechnika spełnia istotną rolę także w czasie budowy, realizując nadzory geotechniczne, przez co poprawia się jakość robót ziemnych i fundamentowych.

Istotny dla obiektów 2. kategorii geotechnicznej, a obowiązkowy dla 3. kategorii jest monitoring geotechniczny.

Zadaniem monitoringu jest sprawdzenie założeń projektowych z rzeczywistym zachowaniem budowli. Obiekty 3. i 2. kategorii geotechnicznej powinny mieć ustalone wartości prognozowanych osiadań, które należy sprawdzać podczas monitoringu.

Wprowadzenie systemu Eurokodów wymaga wspólnych działań PIIB (środowiska inżynierów), uczelni i instytutów (szkolenie), władz państwowych (zmiany przepisów). Jak każda duża, ważna zmiana, wymaga przekonania o celowości, determinacji i konsekwencji, a także czasu na pełną akceptację środowisk budowlanych. ■

Referat został wygłoszony w trakcie XXIV Ogólnopolskich Warsztatów Pracy Projektanta Konstrukcji. Wisła 17-20 marca 2009 roku.

Literatura

- [1] EN 1997-1:2004 Eurocode 7. Geotechnical design. Part 1. General rules PN-EN 1997-1 (2008) Eurocod 7: Projektowanie geotechniczne- Część 1: Zasady ogólne
- [2] EN 1997-2 Eurocode 7: Geotechnical design. Part 2: Ground investigation and testin PN-EN 1997-2 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego (tłumaczenie polskie wersja do akceptacji Prezesa PKN 2008 r.)
- [3] PN-EN 1990 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji
- [4] PN-74/B-03020 Grunty budowlane. Projektowanie i obliczenia statyczne fundamentów bezpośrednich
- [5] PN-59/B-03020 Grunty budowlane. Wytyczne wyznaczania dopuszczalnych obciążeń jednostkowych
- [6] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [7] PN/B-184 Klasyfikacja gruntów i ich bezpieczne obciążanie
- [8] WIEŁUN Z.: Zarys Geotechniki. Wyd. I 1976
- [9] ORR T. L. L. and FARRELL E. R.: Geotechnical Design to Eurocode 7, Springer, London 1999
- [10] LEWICKI B.: Metoda stanów granicznych w zastosowaniu do normy projektowania fundamentów
- [11] Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Dz. U nr 126 poz. 839
- [12] PN-B-02481. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar, 1998
- [13] PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne, zasady ogólne
- [14] PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe
- [15] PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Części: Oznaczanie i opis, 2006
- [16] PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania, 2006
- [17] WYSOKIŃSKI L.: Wdrażanie norm europejskich w polskiej praktyce geotechnicznej. Miedz. Targi Geologiczne „Geologia-2006”, Warszawa, 6-7.06.2006
- [18] GOŁĘBIEWSKA A., WUDZKA A.: Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO. GEOINŻYNIERIA drogi mosty tunele nr 4/2006
- [19] FRANK R., BAUDUIN C, DRISCOLL R., KAVVADAS M., KREBS OVESEN N., ORR T., SCHUPPENER B.: Designers Guide to EN 1997-1, Eurocode 7: Geotechnical design Part 1: General rules. Th. Telford, London 2004
- [20] FRANK R.: Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne – prezentacja założeń. Inżynieria i Budownictwo, nr 7-8/2007
- [21] KOTLICKI W.: Projektowanie posadowień bezpośrednich wg EC 7 (w materiałach sesji)
- [22] ŚWIECA M.: Projektowanie pali wg Eurokodu 7 – przykłady obliczeń (w materiałach sesji)
- [23] SCHUPPENER B.: Die Festlegung charakteristischer Bodenkennwerte – Empfehlungen des Eurocodes 7 Teil 1 und die Ergebnisse einer Umfrage. Geotechnik – Sonderheft, 1999
- [24] KOWALEWSKI Z., PIASKOWSKI A.: O wiarygodności prognozowania osiadań budynków wg PN-74/B-03020 oraz PN-81/B-03020. XXXIII Konferencja Naukowa KILiW, 1987
- [25] MOTAK E.: Zagadnienia projektowania fundamentów bezpośrednich na tle wybranych norm polskich i zagranicznych. Materiały konferencyjne ITB. Wyszaków 1989
- [26] POGORZELSKA J.: II stan graniczny w świetle obserwacji budowli. Materiały konferencyjne ITB. Wyszaków 1989
- [27] KŁOŚIŃSKI B.: Perspektywy wdrażania Eurokodów geotechnicznych. Inżynieria i Budownictwo nr 6/2006, s. 318-322
- [28] KŁOŚIŃSKI B.: Problemy wdrażania normy EN 1997 Projektowanie geotechniczne. Inżynieria i Budownictwo nr 7-8/2007, s. 361-364
- [29] KONDERLA H.: Stateczność skarp i zboczy w ujęciu Eurokodu 7. GEOINŻYNIERIA drogi mosty tunele nr 2/2008 s. 26-28
- [30] WYSOKIŃSKI L.: Podstawy projektowania geotechnicznego – Klasyfikacja gruntów, wydzielanie warstw, ustalanie parametrów geotechnicznych z uwzględnieniem nowych norm europejskich. XX ogólnopolska konferencja „Warsztat pracy projektanta konstrukcji”, Wisła-Ustroń, 1-4 marca 2005, tom I, s. 35-70
- [31] WYSOKIŃSKI L.: Wdrażanie norm europejskich w polskiej praktyce geotechnicznej. Miedz. Targi Geologiczne „Geologia-2006”, Warszawa, 6-7.06.2006
- [32] WYSOKIŃSKI L.: Information of Technical Committee of Polish Committee for Standardization, TC 254 (Geotechnics) about the Eurocode 7 implementation in Poland. ITB Warsaw, June 2008, 11 s
- [33] SMOLTCHYK U. (editor): Geotechnical Engineering. Handbook t. I Ernst&Sohn, 2002
- [34] GODLEWSKI T.: Wykonywanie i interpretacja badań polowych według PN-EN 1997-2 (w materiałach sesji)