



Lech Wysokiński

Dokładność dokumentowania geotechnicznego

Accuracy of geotechnical reporting

Streszczenie: Artykuł podejmuje problematykę wykonywania dokumentacji geologiczno-inżynierskich w Polsce dziś i w niedalekiej przyszłości, gdy zacznie obowiązywać system norm oparty na Eurokodzie 7. Pokazuje miejsce dokumentacji geologicznych w projektach budowlanych oraz analizy tych danych geologicznych w celu wykorzystania ich do rozwiązania zadania współpracy obiektu z podłożem w całym okresie budowy i istnienia obiektu.

Słowa kluczowe: dokumentowanie geotechniczne

Abstract: The article presents the problem of geological and engineering documentation realization in Poland today and soon after Eurokod 7 implementation. The article shows the place of geological documentation in construction design projects and the role of geological data in solving the problem of the interaction between the object and ground in the process of construction and exploitation.

Key words: geotechnical reporting

Problem, który spróbuję tu rozpatrzyć w świetle dotychczasowej praktyki wykonywania **dokumentacji geologiczno-inżynierskich** oraz rzadko jeszcze robionych **geotechnicznych warunków posadowienia** na tle wkrótce wprowadzonych nowych norm europejskich, jest trudny do ścisłego ujęcia. Można by go postawić następująco – system dokumentowania powinien być tak opracowany i „obudowany” normami i procedurami badań, by w wyniku **procesu dokumentowania** zaprojektowany fundament miał podobne wymiary. Można też dążyć do tego, aby proces dokumentowania w wykonaniu różnych osób prowadził do jednakowego opisu podłoża.

Takie postawienie zadania, słuszne z punktu widzenia teorii nauki, w naszej dziedzinie wydaje się jeszcze dalekie od realizacji. Chodzi tu o zasadę, by osoby opisujące obiekt określały go w sposób identyczny. Pomiar nie powinien zależeć od osoby, która go dokonuje.

Czynności, które należy wykonać, by uzyskać „produkt” – dokumentację, jest kilka. Każda z nich wykonywana jest z użyciem „narzędzi” – przepisów, norm, procedur badawczych, ustalonych już i stosowanych w tej dziedzinie.

Początek procesu dokumentowania to analiza danych archiwalnych, tj. ogólnej wiedzy o terenie, która pozwala opracować projekt względnie program badań. Pozwala także określić sprzęt i metody konieczne do wykonywania rozpoznania.

Drugim czynnikiem, który od początku należy brać pod uwagę, są dane dotyczące obiektu. Bez tych danych nie można opracować poprawnej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej czy geotechnicznej. Gdy nie uwzględnia się obiektu, badanie należy uznać tylko za **geologiczne**.

Problemy geotechniczne czy geologiczno-inżynierskie dotyczą określenia współpracy obiektu budowlanego z podłożem gruntowym. Dokładność rozpoznania i oceny podłoża jest potrzebna, bo zapewnia poprawność techniczną rozwiązań konstrukcyjnych obiektu, jego bezpieczeństwo, trwałość, w końcu ekonomiczność. Trzeba zauważyć, że dokładność rozpoznania w zależności od projektowanego obiektu nie zawsze musi być taka sama.

Zgodnie z obowiązującym stanem prawnym – prawo budowlane, prawo geologiczne, rozporządzenie z dn. 12.09.1998, rozporządzenie o sporządzaniu dokumentacji geologiczno-inżynierskiej – proces dokumentowania rozpoczyna się od wydzielenia kategorii geotechnicznej obiektu.

Wprowadzenie norm europejskich opartych na EC-7 (PN-EN 1997-1) zmienia zasadniczo filozofię i praktykę projektowania fundamentów. Projektowanie fundamentów, które nosi teraz nazwę **projektowania geotechnicznego**, opiera się na **dobrowolności** norm i znacznie większej odpowiedzialności osobistej projektanta budowlanego za wynik niż to było w poprzednim systemie nakazowym, gdy za wynik projektowania odpowiadała norma.

Prawo ochrony środowiska i prawo budowlane ulegają ciągłym zmianom. Ostatnia nowelizacja rozporządzenia dotyczącego dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej, z 5.10.2005 r., dokonuje próby skorelowania ustaw geologicznych i budowlanych. Podaje ona, że część opisowa dokumentacji powinna zawierać informacje o zagospodarowaniu powierzchni, infrastrukturze podziemnej i stosunkach własnościowych, a także wymaganiach techniczno-budowlanych i **kategorii geotechnicznej** obiektu budowlanego.

Wprowadzenie do rozporządzenia (Rozporządzenie MSWiA, 1998) kategorii geotechnicznych jest uznaniem, że prawo geologiczne przyjmuje system norm dotyczących geotechniki w dokumentowaniu geologiczno-inżynierskim. W §19 (Rozporządzenie MSWiA, 2005) mówi też, że dokumentacja geologiczno-inżynierska wykonywana jest dla ustalenia **geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych**.

Pytanie, kto wykonuje geotechniczne warunki posadowienia? Jeśli rozumieć, że na podstawie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wykonuje je projektant geotechniczny (EN 1997.1 Eurocode 7), to należy uznać, że rozporządzenie (Rozporządzenie MSWiA, 2005) buduje nowe zasady systemu opracowywania danych o podłożu, w myśl których wykonujący dokumentację nie jest zobowiązany do interpretacji wyników badań w postaci parametrów geotechnicznych. Inną sprawą

jest, że wtedy konsekwentnie wszystkie opracowania dotyczące rozpoznania warunków wodno-gruntowych, nie tylko dla III kategorii geotechnicznej, powinny się nazywać dokumentacjami geologiczno-inżynierskimi, jeśli są wykonywane przy użyciu robót geologicznych.

Zasadniczą sprawą, która budzi wiele kontrowersji i nie ma moim zdaniem żadnego logicznego uzasadnienia, jest zatwierdzanie projektów badań do dokumentacji geologiczno-inżynierskich. W przypadku odstąpienia od tego warunku przez ministra system dokumentowania geologiczno-inżynierskiego znacznie by się poprawił i mógłby być spójny z przepisami budowlanymi. W tej chwili inwestorzy unikają dokumentacji geologicznych ze względu na konieczność jej opiniowania. Wydaje się, że wystarczyłoby (dla wszystkich prac rozpoznających podłoże budowlane) zgłaszanie robót i złożenie projektu czy programu badań w Urzędzie. W przypadkach wątpliwych Urząd, na podstawie innych przepisów, miałby prawo interwencji. Zatwierdzanie projektów powoduje, że Urząd nadal jest stroną w wykonywanej dokumentacji, mimo że obecnie ją tylko przyjmuje.

Ważną sprawą jest archiwizowanie dokumentacji geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych. Wydaje się, że w każdym województwie na zasadzie umowy mogłaby to robić jakaś firma. Dostęp do materiałów archiwalnych jest najtańszą formą pozyskiwania danych i powinna być możliwość korzystania z nich, zwłaszcza jeśli są to pomiary (sondowania).

Norma PN-EN 1997-1 mówi, że dla III i II kategorii należy uzyskać dane ilościowe o gruncie. Tylko dla I kategorii mamy możliwość określania warunków geotechnicznych na podstawie danych jakościowych. **Dane ilościowe** należy rozumieć jednoznacznie jako pomiary wykonane w gruncie lub badania na próbkach w takiej liczbie, by zezwalały na charakterystykę statystyczną gruntów. Sprowadza się to do wymagania, by każda dokumentacja kategorii II i III była wykonywana z wykorzystaniem sondowań. Sondowania pokazują zmienność oporów gruntów na całej drodze penetracji i przez to dają więcej informacji niż wiercenia. Tych danych dostarczają też badania laboratoryjne, ale, jak to zostanie przedstawione dalej, liczba badań dla określenia danych dotyczących wydzielonej warstwy musi być wystarczająca dla uzyskania rozkładów statystycznych do wyznaczenia **wartości charakterystycznych**. Z całą pewnością 5 wyników badań, jak to było podane w normie 03020 wzór (1), to za mało.

Sprawa definicji wartości charakterystycznych oczywista np. dla stali, betonu i innych materiałów, dla gruntu nie jest tak oczywista.

Wartość charakterystyczna zgodnie z EN 1997.1 Eurocode 7 to podstawowa, reprezentatywna wartość właściwości materiału, odpowiadająca założonemu prawdopodobieństwu nieprzekroczenia jej w nieograniczonej serii badań. Zwykle odpowiada ona określonej kwantyli przypuszczalnego rozkładu statystycznego określonej właściwości materiału. Niekiedy za wartość charakterystyczną przyjmuje się wartość nominalną.

Wartość nominalna to wartość określona w sposób nie statystyczny, a na podstawie zebranych doświadczeń lub warunków fizycznych.

W zadaniach praktycznych, w wartościach charakterystycznych parametrów gruntów wykorzystywanych do projektowania konstrukcji, należy uwzględnić nie

tylko stwierdzone warunki wodno-gruntowe, ale również to, że w zależności od typu obiektu, wartości obciążeń, szybkości ich narastania mamy różną odpowiedź gruntu, a zatem w wartości charakterystycznej gruntu trzeba uwzględnić rodzaj obciążeń. Jest to zapisane w postanowieniach EC-7: „Należy uwzględniać różnice między właściwościami podłoża, które decydują o zachowaniu konstrukcji, a parametrami geotechnicznymi otrzymanymi z wyników badań”. Należy to czytać, że wynik badań laboratoryjnych czy polowych otrzymany nawet przy maksymalnie spełnionych zasadach podobieństwa modelowego nie jest parametrem do projektowania. Do przekształcenia wyników badań laboratoryjnych i polowych na wartości, które będą charakteryzowały zachowanie gruntów i skał w danym stanie obciążenia (stanie granicznym), należy dołożyć obserwacje z obiektów i doświadczenie. Proste wyjaśnienie tej zasady możemy podać na przykładzie.

Gdy fundament jest wystarczająco sztywny, można uśredniać parametry gruntów dla całej strefy współpracującego podłoża pod obiektem. Jeżeli do opracowania wyników stosowane są metody statystyczne, to EN 1997.1 Eurocode 7 zaleca wyznaczać wartość charakterystyczną parametrów jako 5-procentowy kwantyl wartości średniej. Wartość ta przy małych zbiorach (a zwykle są takie), jak wykazali Schuppener (1999) i Fellin (2001) daje karykaturalne wyniki. Pokazali oni, że przy 4 seriach badań trójosiowych dla glin zwałowych, dla których geotechnicy uczestniczący w analizie (było ich 90) na podstawie badań i doświadczenia określali φ od 25° do 35° i c od 0 do 27 kPa – najczęściej podawane były $\varphi = 27^\circ$ i $c = 10$ kPa – 5-procentowy kwantyl wynosi $\varphi = 23^\circ$ i $c = 1$ kPa.

Zaprojektowane na podstawie podanych wartości fundamenty bezpośrednio miały wymiary od 0,90 do 2 m, przy czym najczęstszym wynikiem było 1,5 m, a 60% wyników mieściło się w przedziale między 1,3 a 1,6 m. Fundament przy przyjęciu parametrów zgodnych z 5-procentowym kwantylem miał szerokość 2,7 m (!).

Wielki rozrzut parametrów do projektowania pokazać można na przykładzie katastrofy ściany szczelinowej z roku 1998 w Warszawie przy ul. Puławskiej. Ściana szczelinowa o grubości 60 cm uległa złamaniu na odcinku ok. 100-metrowej ściany wykopu (ryc. 1).

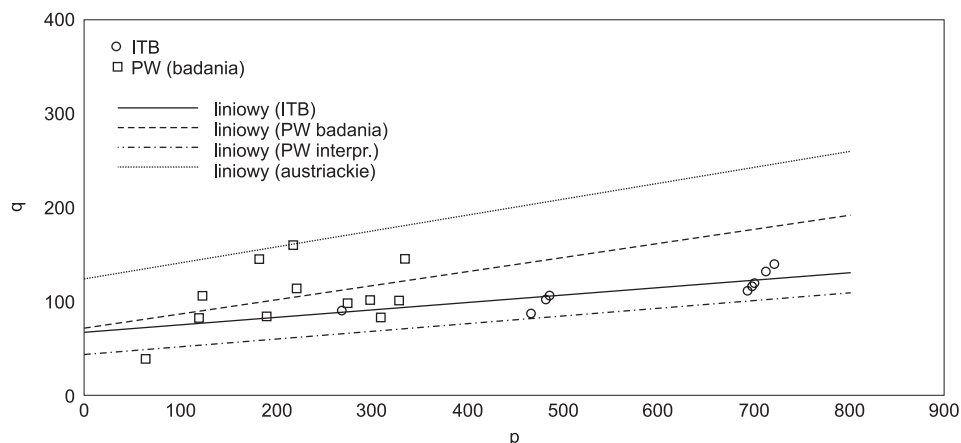


Ryc. 1. Katastrofa ściany szczelinowej – Europlex w Warszawie

Fig. 1. Failure of diaphragm wall – Europlex in Warsaw

Przyczyną katastrofy było podanie nieprawidłowych wartości parametrów geotechnicznych przez specjalistę z Wiednia (który nota bene nie był przedtem w Warszawie) austriackiemu projektantowi ścian szczelinowych. Dokumentację geotechniczną wykonywał Geoprojekt Warszawa, a parametry ustalała Politechnika Warszawska (Wysokiński, 1998).

Zestawienie wszystkich badań łącznie z wykonanymi po katastrofie pokazano na rycinie 2. Wynika z niego, że specjalista geotechnik austriacki oparł się na skrajnych wynikach Politechniki



Ryc. 2. Porównanie wyników badań i przyjętych parametrów dla ilów
 Fig. 2. Comparison of investigation results and established parameters for clays

(i pewnie na swoim doświadczeniu z innymi ilami) i podał konstruktorowi wartość kąta tarcia $\varphi = 10^\circ$ i spójność $c = 100$ kPa.

Wracając do możliwości ustalenia parametrów geotechnicznych dla analizowanego problemu, z wyników widzimy, że cały zbiór wartości Politechniki Warszawskiej dla ilów wykazał bardzo duży rozrzut, a dopiero usunięcie 3 najniższych wyników doprowadziło do określenia wartości $\varphi = 9^\circ$ i $c = 47,1$ kPa. Zabieg ten, dokonany przez autorów ekspertyzy, może być dyskusyjny, ale zmniejszył rozrzut wyników i pozwolił określić dodatni kąt φ .

Po szczegółowej analizie autorzy badań z Politechniki Warszawskiej podali do projektowania ścian szczelinowych wartość $\varphi = 5^\circ$ i $c = 17$ kPa.

Połączenie wyników Politechniki Warszawskiej i Instytutu Techniki Budowlanej, wykonanych po katastrofie, zawarte w opracowaniu ITB (Wysokiński, 1998), $\varphi = 3,2^\circ$; $c = 57,1$ kPa, pozwala ustalić metodą najmniejszych kwadratów przy liniowej zależności wykres (ryc. 2), który pokazuje porównanie parametrów przyjętych przez specjalistę austriackiego z wszystkimi wynikami.

Biorąc wszystkie wyniki razem, można wyprowadzić z tego zbioru wartości $\varphi = 9^\circ$ i $c = 30$ kPa, co daje wartość bliską wyznaczonej już po katastrofie metodą „back analysis” – od końca. Wynosi ona $\varphi = 10^\circ$ i $c = 37$ kPa. Wstawiając taką wartość, uzyskujemy zniszczenie ściany.

Przedstawione rozumowanie oczywiście nie mieści się w pojęciu dokumentacji, która zakłada, jak ten termin nakazuje podawanie tylko faktów, pomiarów itp., gdy, jak widać, ustalanie warunków posadowienia opiera się głównie na analizie pracy konstrukcji i doświadczeniu.

Wydzielenie jednostki przestrzennej w podłożu o jednakowych właściwościach jest następną podstawową czynnością dokumentowania. Żeby prawidłowo wydzielić **jednorodną** jednostkę przestrzenną w podłożu, należy przede wszystkim rozdzielać utwory powstałe w różnych procesach geologicznych – czyli uwzględnić **genezę**, za tym idzie diagenetyza, czyli procesy konsolidacji, dalej litologia i stan

gruntu. Tak te elementy wymienia opis wg nowej klasyfikacji gruntów (Klasyfikacja gruntów, 2002, 2004). Maniera, która stosowana jest powszechnie w polskich dokumentacjach geotechnicznych i inżyniersko-geologicznych polega na wydzieleniu każdej zmiany nazwy gruntu w osobną warstwę

W normie 03020 jest pojęcie współczynnika niejednorodności gruntu. Mówi się tam, że jeżeli wartość statystycznego współczynnika zmienności leży poza przedziałem (0,8; 1,25), to należy przeanalizować przestrzenną zmienność wyników i wydzielić dodatkową warstwę geotechniczną. Sztywna granica (0,8; 1,25) nie ma uzasadnienia. Lancellota pokazał, że współczynniki zmienności określonych cech gruntów są różne i w szerszych granicach niż to przyjmuje norma 03020. Podaje on dane wg literatury i swoją propozycję.

Tabela 1. Współczynniki zmienności dla różnych badań wg Lancelloty (1995)
Table 1. Coefficients of variability for various tests (according to Lancellota, 1995)

Cecha	Symbol	Wg literatury	Wg Lancelloty
Kąt tarcia	φ	piaski 5÷15 ity 10÷50	10
Wytrzymałość bez drenażu	c_u	20÷50	30
Moduł edometryczny ścisłości	M_{10}	18÷75	30
Moduł ścinania	G	5÷40	30
Współczynnik konsolidacji	C_v	5÷100	50
Gęstość	γ	1÷10	3

Zatem wydzielenie zbyt wielu warstw nie jest uzasadnione, tym bardziej że każdy podział powoduje, iż mamy dla wydzielonej warstwy coraz mniej wyników. Wydzielenie dużej liczby warstw geotechnicznych powinno pozornie prowadzić do większej dokładności projektowania fundamentów, ale, jak wskazuje praktyka, tak nie jest.

Podane przykłady pokazują, że ostateczny wynik dokumentowania, którym jest ustalenie granic warstw i wartości charakterystyk gruntowych (ω , γ , I_D , I_L , k , N_{10} , q_c , f_R , p_0 , p_1 , E_p), może być różny i prowadzi zazwyczaj do zbyt dużych zapasów bezpieczeństwa, a w przypadku próby zniwelowania tej nadmiernej ostrożności nawet do katastrofy (przykład Puławska).

Uzasadniona ostrożność jest konieczna, mówi o niej punkt 2.4.5.2 Eurokodu: „Wartość charakterystyczną parametru geotechnicznego należy wybrać jako ostrożne oszacowanie wartości wpływających na wystąpienie stanu granicznego”.

W doborze wartości charakterystycznych (EN 1997.1 Eurocode 7) należy uwzględnić:

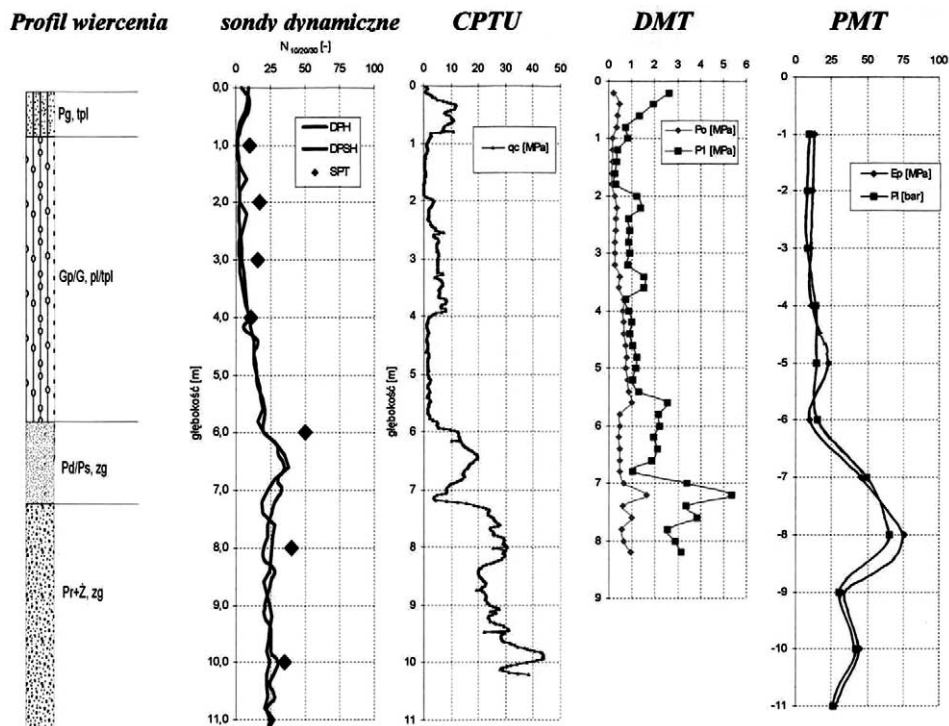
- informacje geologiczne i inne dotyczące otoczenia oraz dane archiwalne,
- zmienność mierzonych wartości właściwości gruntów,
- zakres badań laboratoryjnych i terenowych,
- rodzaj i liczbę próbek,
- zakres strefy aktywnej w podłożu,
- zdolność konstrukcji geotechnicznej do przekazywania obciążeń ze słabych do silnych stref podłoża.

Z omówienia wynika, że wartości charakterystyczne powinny być podawane wg naszego prawa w geotechnicznych warunkach posadowienia, natomiast dokumentacja geologiczno-inżynierska powinna być **prawdziwa**, zawierać fakty, uzyskane wyniki sondowań, badań laboratoryjnych, wierceń.

Łatwo dowieść, że z tego samego pomiaru w zależności od metody analizy możemy uzyskać różne parametry (wyniki). Ustalone zwykle przez różnych autorów związki, współczynniki korelacyjne dotyczą na ogół określonego gruntu. W innych gruntach, z którymi akurat mamy do czynienia, nie muszą mieć zastosowania. Fakt ten dobrze ilustrują różne wzory interpretacyjne do sond CPTU (Lunne, Robertson, Powell, 1997).

Jako przykład pokazuję tu profil zbadany różnymi sondami i otrzymane z nich wyniki. Widać, że w dokumentacji nie powinniśmy podawać interpretacji, a jedynie opis metody badań i wyniki, niech je interpretuje osoba, która będzie wykonywała geotechniczne warunki posadowienia.

W Polsce do dziś utrzymuje się błędna maniera rysowania w dokumentacjach geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych każdej zmiany nazw gruntu wg klasyfikacji (PN-86/B-02448), gdy parametry gruntów, które czytane są wg metody B z wykresów normy 03020, podają zmienność w zależności od 4 wydzieleni genetycznych i stopnia konsolidacji gruntów (wydzielenia A, B, C, D). Zamieszczone w tej tabeli



Ryc. 3. Wyniki uzyskane na podstawie sondowań
Fig. 3. Results obtained from soundings

Tabela 2. Interpretacja wyników wg stosowanych w praktyce metod – wartości modułów odkształcenia dla podanych wyżej sondowań

Table 2. Interpretation of results according to applied in practise methods – the values of deformation modulus for above mentioned soundings

Głębokości [m]	Moduły odkształcenia wg różnych metod					
	Geofizyka (CSWS)	DMT	PMT	CPTU	Konsolidometr	
	E_{max} [MPa]	M [MPa]	E_p [MPa]	M [MPa]	M_0 [MPa]	M [MPa]
2	150	73	11,8	35	32	130
4	260	21,8	11,3	23	–	–
6	175	106,9	10	120	–	–
8	250	140	75,7	302	–	–
10	318	–	44,8	375	–	–

normy 03020 parametry w świetle EN-7 można nazwać nominalnymi. Podobną zasadę przyjęto w polskim załączniku do EC-7, będzie to prawdopodobnie polska norma zharmonizowana z eurokodami, a nie załącznik krajowy do EN 1997-1. Na razie przyjęto, że parametry geotechniczne będą uzyskiwane 3 metodami.

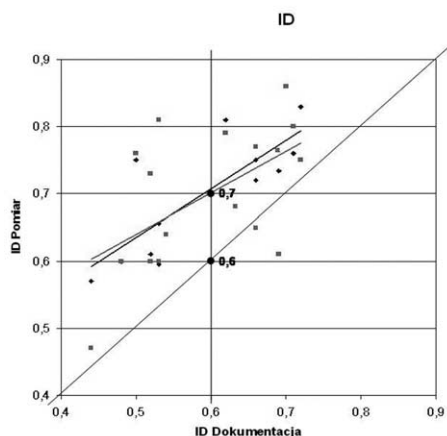
Metoda 1 – **Parametry charakterystyczne** ustalane są na podstawie badań dla pojedynczego obiektu. Parametry należy ustalać metodami statystycznymi na podstawie danych z wierceń oraz sondowań i badań laboratoryjnych jako wartości wyprowadzone przez korelację, teorię i doświadczenie.

Metoda 2 – **Parametry charakterystyczne** ustalone są na podstawie badań dla obiektu z uwzględnieniem zależności regionalnych. Parametry charakterystyczne należy ustalać jako wartości wyprowadzone osobno, analizując zbiór lokalny na tle z danych regionalnych.

Metoda 3 – **Parametry obliczeniowe** wyprowadzone z dotychczasowego doświadczenia. Przy braku odpowiedniego zbioru z badań możliwe jest ustalenie parametrów na podstawie tablic z doświadczeń regionalnych podanych w normie. W tym przypadku dla piasków i żwirów należy określić uziarnienie i stopień zagęszczenia. Dla gruntów spoistych należy ustalać genezę gruntu, jego nazwę, stopień plastyczności (sondowaniem, badaniami laboratoryjnymi). Na podstawie podanej tabeli odczytać będzie można minimalne wartości parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych.

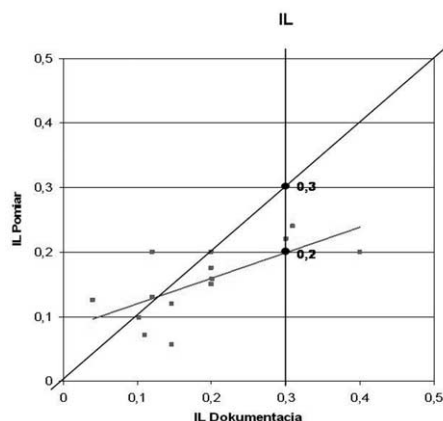
Uwaga – metoda niewiele różni się od metody B (PN-81/B-03020), ale podaje od razu **wartości obliczeniowe**.

W roku 2006 w ITB wykonano badania sprawdzające warunki geotechniczne (właściwie były to dokumentacje geologiczno-inżynierskie) kilku różnych firm na ok. 100 km budowanych tras autostradowych i szybkiego ruchu z ok. 90 obiektami. Sprawdzenia dokonywano przeważnie sondowaniami (również ok. 30% wierceniami). Wyniki ustaleń sprawdzających porównano z wynikami z dokumentacji, które służyły do projektowania. Każdy naniesiony punkt (ryc. 4, 5) podaje stwierdzone warunki w profilu odniesione do wyznaczonej wartości z dokumentacji (ryc. 4). Jeśli w dokumentacji np. podano $I_D = 0,6$, a w sprawozdaniu ustalono $I_D = 0,7$, to punkt odciętej 0,7 nanoszono na 0,6.



Ryc. 4. Porównanie wyników badań stanu zagęszczenia piasków (P_d , P_s , P_r) sondowaniami dynamicznymi ze średnimi stanami zagęszczenia w warstwach wg dokumentacji (jeden punkt średnia z kilku, kilkunastu pomiarów w warstwie)

Fig. 4. Comparison of compaction tests results obtained from dynamic soundings for sands (fine, medium, coarse) and average compaction values according to documentation (one point is the average value of a few or a dozen or so measurements in the layer)



Ryc. 5. Porównanie wyników sprawdzania stanów sondowaniami dla gruntów spoiistych (P_g , G_p , G_{π} , $G_{\pi z}$, $G_{p z}$) ze średnimi ustalonymi w warstwie wg dokumentacji geotechnicznej. Dla wartości ok. 0,1 występuje zgodność pomiarów z danymi podanymi w dokumentacjach

Fig. 5. Comparison of checkup results obtained from soundings for cohesive soils (clayey sands, sandy clays, silty clays) and average values from geotechnical report. For 0.1 value, there is a conformity with the values given in the documentation

Wyniki okazały się bardzo interesujące. W piaskach pomiar I_D sondą DH 50 kg dla kilkudziesięciu pomiarów wykazał, że prawie wszystkie wyniki w dokumentacji były zaniżone (bezpieczne!). Prosta poprowadzona przez środek zbioru (met. najmniejszych kwadratów) odległa jest od danych z dokumentacji o ok. 0,1 I_D , zatem jeśli w dokumentacji podawano $I_D = 0,5$, to w rzeczywistości prawdopodobnie może być $I_D = 0,6$.

Inną prawidłowość uzyskano dla gruntów spoiistych. Było tu mniej wyników. Sprawdzenia I_L dokonywano laboratoryjnie na próbkach gruntu metodą stożka. Uzyskany wynik daje dużo do myślenia. Punktem zgodności określenia stanu gruntu spoiстого w dokumentacji i badaniach sprawdzających jest $I_L = 0,1$ (dobry stan twardoplastyczny). Im grunt jest bardziej plastyczny, tym zapas bezpieczeństwa podawany w dokumentacji jest wyższy.

Dla stanu plastycznego podawanego w dokumentacji $I_L = 0,3$ w badaniach sprawdzających uzyskano $I_L = 0,2$ (po stronie bezpiecznej). Przedstawione wyniki dobrze świadczą o ostrożności wykonujących badania.

Podsumowanie

W pracy zwrócono uwagę na kilka problemów, które występują stale przy dokumentowaniu geotechnicznym wg dotychczasowej praktyki norm z lat 80. Zwrócono uwagę na możliwość ich identyfikacji i eliminacji przy przechodzeniu na nowy europejski system norm.

Literatura

- EN 1997.1 Eurocode 7. Geotechnical design 11.2004 (tłumaczenie polskie).
- Fellin W., 2001. Zur Auswirkung der Festlegung charakteristischer Bodenkennwerte am Beispiel einer Grundbruchberechnung. *Geotechnik* 24, 3.
- Klasyfikacja gruntów: PN EN – ISO 14688-1 2002; PN EN – ISO 14688-1 2004.
- Lancelotta R., 1995. *Geotechnical Engineering*. Balkema.
- Lunne T., Robertson P.K., Powell J., 1997. *Cone penetration testing in geotechnical practice*. E & FN Spon, London.
- Norma PN-81/B-03020. Projektowanie posadowień bezpośrednich.
- Norma PN-86/B-02448. Klasyfikacja gruntów.
- Prawo budowlane – ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. wraz z późniejszymi zmianami.
- Prawo geologiczne i górnictwo – ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. wraz z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3.10.2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie.
- Schuppener B., 1999. Die Festlegung charakteristischer Bodenkennwerte – Empfehlungen des Eurocodes 7. Teil 1 und die Ergebnisse einer Umfrage. *Geotechnik – Sonderheft*.
- Wysokiński L., 1998. Geotechniczne przyczyny katastrofy obudowy wykopu przy ul. Chocimskiej w Warszawie. Konferencja nt.: „Doświadczenia i wnioski wynikające z katastrofy budowlanej przy ul. Puławskiej w Warszawie”. Urząd Wojewódzki, wrzesień 1998.