

dr inż. Bolesław Kłosiński*

Rozwój europejskich norm dotyczących wykonywania fundamentów specjalnych

Trwające od 1975 r. działania Wspólnoty Europejskiej, których celem było usunięcie przeszkód technicznych w handlu i harmonizacja specyfikacji technicznych w budownictwie, doprowadziły do utworzenia zbioru europejskich norm budowlanych. Fundamentowania dotyczą normy projektowania, tzw. Eurokody (EC), które od kwietnia 2010 r. są podstawowymi normami projektowania budowli, a także normy wykonawstwa robót geotechnicznych oraz rozpoznania podłoża, badań gruntów i konstrukcji. Najbardziej popularny jest Eurokod 7 *Projektowanie geotechniczne* [9, 10], a uzupełnia go: grupa norm badań gruntów ISO i EN-ISO oraz instrukcje ISO/TS, a także grupa 13 norm EN *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych*. Informacje na ich temat zawierają publikacje [5, 6, 18, 19]. Zagadnienia fundamentowania występują także w PN-EN 1992 Eurokod 2 *Konstrukcje betonowe* lub PN-EN 206-1.

Normy projektowania i badań nie zaspokajały potrzeb wykonawców. Działająca od 1989 r. Europejska Federacja Wykonawców Fundamentów EFFC doprowadziła do wydzielenia w 1992 r., przez Europejskie Centrum Normalizacji, Komitetu CEN/TC 288 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych*. Głównym celem jego działań jest opracowanie norm dotyczących metod wykonawstwa robót. Pierwsze normy powstały w 1999 r. Dotychczas wydano 13 norm (PKN ustanowił już osiem polskich wersji PN-EN, a pozostałe są dostępne w wersjach oryginalnych). Normy wykonawstwa tworzą dwie grupy: fundamentowe dotyczące pali, ścian itp. oraz odnoszące się do wzmocnienia podłoża. Zagadnienia te uzupełniają prace [4, 7, 15]. W tabeli 1 podano numery i tytuły norm wg stanu w 2012 r.

* Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Tabela 1. Normy Europejskie *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych*

Nr EN	Tytuł normy	Początek prac	Planowane wprowadzenie	Tekst w PKN (wydanie PN)	Objętość stron
1536	Pale wiercone	1/1992	2/1999	PN-EN 2001 PN-EN 2010 <i>oryg.</i>	73
1537	Kotwy gruntowe	4/1992	12/1999	PN-EN 2002	68
1538	Ściany szczelinowe	4/1992	1/2000	PN-EN 2002 PN-EN 2010 <i>oryg.</i>	51
12063	Ścianki szczelne	4/1993	2/1999	PN-EN 2001	77
12699	Pale przemieszczeniowe	3/1994	12/2000	PN EN 2003	46
12715	Iniekcja	3/1994	10/2000	PN-EN 2003	54
12716	Iniekcja strumieniowa	3/1994	5/2001	PN EN 2002	38
14199	Mikropale	6/1996	2003	PN-EN 2008	57
14475	Grunt zbrojony	9/1997	2004	EN 2006 <i>oryg.</i>	48
14490	Gwoździe gruntowe	9/1997	2004	EN 2010 <i>oryg.</i>	67
14679	Wgłębne mieszanie gruntu	2/2000	2005	EN 2005 <i>oryg.</i>	52
14731	Wzmocnianie gruntu metodą wibrowania wgłębego	4/2000	2005	EN 2005 <i>oryg.</i>	24
15237	Drenaż pionowy	4/2000	2005	EN 2007 <i>oryg.</i>	57

Objaśnienia: EN – norma opublikowana, PN-EN – norma przetłumaczona na polski

W latach 2010 – 2011 opublikowano znowelizowane wersje norm EN 1536 *Pale wiercone* i EN 1538 *Ściany szczelinowe* (dostępne w PKN tylko w wersjach oryginalnych); EN 1537 *Kotwy gruntowe* jest ankietowana, a w opracowaniu znajduje się nowa EN 14199 *Mikropale*.

Głównym celem omawianych norm jest stworzenie szczegółowych dokumentów określających zasady wykonywania oraz warunki i kryteria odbioru fundamentów. Można sądzić, że normy takie interesują głównie wykonawców, a także służby techniczne inwestorów. Jednakże, choć z nazwy dotyczą wykonawstwa, zawierają one także niekiedy obszernie wymagania, które należy uwzględnić w projektowaniu oraz w badaniach elementów i konstrukcji.

Klasyfikacja i nazewnictwo pali w normach europejskich

Geotechniczne normy europejskie wprowadzają ujednoliconą terminologię (m.in. pali). Podstawowe termi-

ny zostały już wprowadzone normą PN-B-02481:1998 [8]. Zgodnie z Eurokodem 7 i przeważającą częścią literatury, fundamenty palowe zaliczane są do **fundamentów głębokich** (ang. *Deep foundations*), a używane dość często nieścisłe określenie **fundamenty pośrednie** nie powinno być stosowane.

Zbiór norm EN dotyczących wykonawstwa specjalnych robót geotechnicznych obejmuje normy związane z palami: PN-EN 1536 *Pale wiercone*, PN-EN 12699 *Pale przemieszczeniowe*, PN-EN 1538 *Ściany szczelinowe* i PN-EN 14199 *Mikropale*. Normy te zawierają m.in. klasyfikację (tabela 2) i bogaty słownik terminologii pali, która powinna być obecnie stosowana. W klasyfikacji tej nie określono miejsca *pali wierconych przemieszczeniowych*, np. pale Atlas są w EN 1536, a innych – ewidentnie przemieszczeniowych (*Omega, Tubex, Fundex, SDP, FDP i podobne*) brak. Nowszych rodzajów pali nie ma także w przestarzałej już normie palowej PN-B-02482:1983.

Tabela 2. Podział pali wg PN-EN 1536 i PN-EN 12699

Pale przemieszczeniowe	Pale wiercone z usuwaniem urobku
<ul style="list-style-type: none"> prefabrykowane: betonowe, stalowe, drewniane, formowane w gruncie: <ul style="list-style-type: none"> z rurą odzyskiwaną (betonową), z rurą pozostawianą (betonową, stalową) 	<ul style="list-style-type: none"> z rurą osłonową lub bez niej, z powiększoną lub iniektowaną podstawą, bareły, formowane świdrem ślimakowym CFA, formowane dwuetapowo (obecnie niestosowane)

Zbliżone do pali, **lecz do nich niezaliczane** i nieprojektowane jak pale, są różnego rodzaju **kolumny wzmacniające podłoże**. Należą do nich kolumny żwirowo-kamiennie wg PN-EN 14731; kolumny iniekcyjne (jet-grouting) wg PN-EN 12716 i formowane przez mieszanie wgłębne DSM wg PN-EN 14679; a także kolumny wibrobetonowe, wiercone przemieszczeniowe i wbijane udarowo (wymiana dynamiczna DR), których normy EN nie obejmują. Należy podkreślić, że często spotykane w projektach **terminy „pal iniekcyjny (jet-grouting)” lub „pal DSM” są błędne**. Nie spełniają m.in. warunku formowania z kontrolowanego materiału i jednorodności trzonu, a zatem **nie są palami!** Nie należy też stosować do nich wymagań takich jak do pali ani badać ich siłą do 1,5 nośności obliczeniowej.

Zgodnie z normą PN-EN 14199 **mikropale** (średnicy do 150 mm) dzielą się na **wiercone** oraz **przemieszczeniowe** (wbijane, wciskane, wwbrowywane lub wręcane).

Ścianki szczelne stalowe, żelbetowe i drewniane są przedmiotem normy EN 12063. W zbiorze norm PN jest także PN-EN 12794:2008 *Prefabrykaty z betonu – Pale fundamentowe*.

System norm dotyczących wykonawstwa fundamentów specjalnych

Normy podane w tabeli 1 są w Polsce powszechnie stosowane. Główne korzyści z norm to uporządkowana terminologia i ujednolicone wymagania dotyczące materiałów, wykonawstwa i kontroli, kryteria odbiorcze, dokumentacja wykonawcza. Normy **wykonawcze** zawierają rozdziały na temat projektowania, kontroli i badań elementów oraz są dobrą podstawą do specyfikacji technicznych.

Załączniki normatywne (nieliczne) podają szczególne wymagania dotyczą-

ce projektowania, badań kontrolnych itp. **Załączniki informacyjne** zawierają słowniczki terminów, typowe receptury, wzory metryk, szczegóły konstrukcji lub technologii, bibliografię. Normy opublikowane po polsku są już dobrze znane, dlatego też omówię zakres i zawartość wybranych norm dostępnych w wersji oryginalnej.

Norma EN 14475:2006 *Grunt zbrojony*

Norma określa podstawowe zasady wykonywania budowli z gruntu zbrojonego, ze zbrojeniem rozmieszczonym poziomo, pomiędzy warstwami układanego gruntu. Materiały zbrojenia to głównie geosyntetyki (geotkaniny, geosiatki, georuszty, maty komórkowe, taśmy), lecz także taśmy i siatki stalowe, włókna szklane itp. Norma zajmuje się:

- konstrukcjami oporowymi (pionowymi lub pochylonymi, przyczółkami mostowymi itp.) z osłoną utrzymującą grunt pomiędzy warstwami zbrojenia;
- stromymi skarpami z osłoną wbudowaną lub z zawijaniem zbrojenia albo w postaci osłon przeciwerozrywających;
- rekonstrukcją osuwisk skarp;
- naspami ze zbrojeniem w podstawie lub w górnej części.

Wymagania normy dotyczą materiałów nasypowych, elementów zbrojenia z geosyntetyków i metalu oraz osłon powierzchniowych (sztywnych, podatnych, z okrywą roślinną). W załącznikach przedstawiono wymagania dotyczące ochrony przed korozją oraz elementy i systemy osłon powierzchniowych.

Projekt konstrukcji z gruntu zbrojonego powinien określać rozwiązanie techniczne dostosowane do przewidzianej metody budowy, z uwzględnieniem wymagań bezpieczeństwa, użytkowości, ekonomii i trwałości w projektowanym okresie użytkowania. Konstrukcje te są podatne, odkształcają się w czasie budowy i użytkowania. Szczególne znaczenie ma określenie długotrwałej wytrzymałości i odkształceń zbrojenia z geosyntetyków. Specjalnej uwagi wymagają odkształcenia w miejscach styku z konstrukcjami sztywnymi.

W projekcie należy podać zakres i szczegóły robót, wymagany okres użytkowania budowli, zagrożenia związane z wykonawstwem. Konsekwencje zniszczenia konstrukcji należy uwzględnić odpowiednio do kategorii geotechnicznych podanych w PN-EN 1997-1. Uży-

teczną pomocą jest Instrukcja ITB projektowania konstrukcji zbrojonych geosyntetykami [17].

W przewidywanych oddziaływaniach należy uwzględnić obciążenia wyjątkowe i krótkotrwałe podczas robót, wpływy klimatyczne, warunki wodne, zarówno działające trwale, jak i tylko w czasie budowy. W przypadku konstrukcji z okrywą roślinną zaleca się stosować rozwiązania zapewniające jej trwałą vegetację. Jeżeli spodziewane jest duże osiadanie podłoża, to może być konieczne wznoszenie konstrukcji w kilku fazach. W razie potrzeby konstrukcja może być wstępnie przeciążona do wartości przyszłego obciążenia lub większej.

Projekt powinien określać wymagane wymiary konstrukcji, specyfikacje materiałów i wyrobów oraz inne warunki, jak fazowanie budowy. Podano szczegółowy zakres zawartości specyfikacji dotyczących ogólnych wymagań (geometrii, odwodnienia, monitorowania, odchyłek wykonawczych), materiału utrzymywanego nasypu, materiału do gruntu zbrojonego, zbrojenia (stalowego, z geosyntetyków) oraz osłony, połączeń i obudowy roślinnej. W załącznikach przedstawiono wymagania i informacje dotyczące materiałów gruntowych, systemów osłonowych (powłok powierzchniowych), typowych rodzajów zbrojenia, ochrony przed korozją itp.

Norma EN 14490 *Gwoździe gruntowe*

Gwoździowanie jest definiowane jako stabilizacja gruntu za pomocą gwoździ gruntowych (kotew biernych), wykonywanych z pręta stalowego, rzadziej rury, kątownika albo pręta lub taśmy z tworzywa sztucznego, umieszczonego poziomo lub ukośnie. Gwoździe są osadzone w gruncie metodą wbijania udarowego, wibracyjnego lub strzałowego, albo w wierconym otworze wypełnionym zaczynem cementowym. Ściana jest zabezpieczana powłoką (opinką) pokrywającą powierzchnię gruntu: wiotką (z siatki metalowej, geosyntetyków, ewentualnie z okrywą roślinną) albo sztywną – żelbetową (formowaną metodą natryskową – w deskowaniu lub z prefabrykatów).

Zagadnienia objęte normą to sposób instalacji i badań gwoździ w zastosowaniu do stabilizacji istniejących lub formowanych skarp i osłon. Zalecenia dotyczące projektowania zawiera załącznik B do normy. W konstrukcjach tymczasowo-

wych należy uwzględnić, że warunki (wytrzymałość gruntu, ciśnienie porowe itp.) mogą się zmieniać w czasie robót oraz okresu użytkowania budowli. Należy uwzględnić wpływy otoczenia, jak mróz lub podtapianie podczas budowy i eksploatacji obiektu.

Norma EN 14679:2005 Wgłębne mieszanie gruntu

EN 14679 określa wymagania dotyczące wykonywania, badań, nadzoru i monitorowania wgłębnego mieszania gruntu (na sucho i na mokro). Norma uwzględnia mieszanie za pomocą mechanicznego mieszadła obrotowego oraz inne podobne metody stabilizacji (hybrydowa, blokowa). Głębokość mieszania jest nie mniejsza niż 3 m. Konstrukcje mają formę pojedynczych kolumn, ścian, rusztów oraz bloków, z kolumn oddzielnych lub wciętych. Kolumny są formowane w gruncie rodzimym, nasypowym, zwałowiskach lub osadnikach odpadów itp.

Wskazówki dotyczące zagadnień wykonawczych, takie jak procesy technologiczne mieszania i stosowany sprzęt oraz przykłady podano w załączniku A. W załączniku B natomiast przedstawiono metody badań, specyfikacje oraz wyznaczenie parametrów obliczeniowych, na które ma wpływ sposób wykonawstwa.

Wytrzymałość in situ uformowanych kolumn zależy m.in. od rodzaju gruntu, warunków i procesu mieszania, warunków dojrzewania, rodzaju i ilości spoiwa. Trudno jest więc ocenić ją dokładnie w fazie projektu. Wskazane jest zbadać wytrzymałość kilku mieszanek w laboratorium, a następnie sprawdzić w terenie.

Projekt powinien uwzględniać wymagania bezpieczeństwa, użyteczności, ekonomii i trwałości. W załączniku B zestawiono główne parametry, decydujące o ogólnej stateczności i osiadaniu wzmocnionego podłoża. Należy przygotować też projekt technologiczny, określający szczegółowo roboty wgłębnego mieszania.

Obok bieżących badań wskazane jest monitorowanie zachowania budowli. Zalecane jest stosowanie metody obserwacyjnej i dostosowywanie projektu w miarę gromadzenia danych z terenu budowy. Rodzaj spoiwa i dodatki, dostosowane do wzmocnianego gruntu, określa się na podstawie wstępnych prób mieszanek oraz prób in situ. W związku z tym, że właściwości kolumn zależą od wielu

czynników, skuteczność zabiegu wymaga potwierdzenia próbami mieszania na budowie i badaniami kolumn, z uwzględnieniem wpływu czasu i warunków dojrzewania.

Załącznik B *Zagadnienia projektowania* przedstawia proces opracowania projektu, wyboru spoiwa, badania laboratoryjne i polowe oraz wpływ rozmieszczenia i zachowania kolumn na rozwiązanie projektowe. Mieszanie wgłębne może być stosowane w celu zmniejszenia osiadania (np. nasypu lub konstrukcji), poprawy stateczności, zabezpieczenia skarp lub ścian wykopu, zabezpieczenia podłoża przed oddziaływaniami dynamicznymi i cyklicznymi, wytworzenia przegrody izolującej składowiska odpadów lub skażonych gruntów, ograniczenia drgań oraz ich wpływu na budowle i ludzi. Zasadnicze znaczenie ma właściwy dobór spoiwa kolumn. W metodzie suchej jako spoiwo stosowany jest zwykle cement lub mieszanka cementu i wapna, a w metodzie mokrej cement. Wybór spoiwa zależy od warunków gruntowych oraz celu zabiegu, dlatego też bada się mieszanki spoiwa z gruntem podawanym zabiegowi. Dane dotyczące spoiw zawiera tabela 3.

Do gruntów silnie organicznych lub skrajnie miękkich, nawodnionych mogą być użyte specjalne spoiwa. Jeśli oczekuje się małej wytrzymałości tworzywa, to można zastosować mieszankę popiołów lotnych, gipsu i cementu. W celu poprawy właściwości reologicznych i stabilności mieszanki często dodawany jest bentonit.

Metody badania kolumn zależą od ich przeznaczenia: w przypadku redukcji osiadania najważniejszy jest moduł odkształcalności, przy poprawie stateczności główne znaczenie ma wytrzymałość kolumny. Badania laboratoryjne obejmują wykonanie mieszanek próbnych i określenie ich wytrzymałości, a także zbadanie próbek pobranych z kolumny na różnej głębokości. Mieszanki próbne służą do wyboru rodzaju i ilości spoiwa w określonym gruncie.

Tabela 3. Spoiwa powszechnie stosowane do mieszania na sucho

Rodzaj gruntu	Odpowiednie spoiwo
łł, glina; łł wrażliwy	wapno lub wapno/cement
Grunty spoiste organiczne i gytia	wapno/cement lub cement/granulowany żużel wielkopiecowy albo wapno/gips
Torf	cement lub cement/granulowany żużel wielkopiecowy albo wapno/gips/cement
Grunty z siarczanami	cement lub cement/granulowany żużel wielkopiecowy
Pył	wapno/cement lub cement

Norma EN 14731:2005 Wzmacnianie gruntu metodą wibrowania wgłębnego

Norma reguluje planowanie i wykonywanie robót, badania oraz monitorowanie zabiegów wgłębnego wibrowania gruntu w celu poprawy jego właściwości, z użyciem wibratorów wgłębnych oraz urządzeń (sond) zagęszczających. Uwzględniono metody: zagęszczanie gruntu w podłożu przy użyciu wgłębnego wibrowania oraz formowanie wzmocniających podłoża kolumn z zagęszczanego materiału ziarnistego (zwykle średnicy od 0,6 m do 1,2 m). Norma dotyczy głównie wzmocniania podłoża przy użyciu wibroflotacji i wibrowymiany. Opisano wymagania i zasady projektowania oraz zakres projektu i kontroli wykonania. Metody wykonawstwa są szczegółowo opisane w załącznikach A i B normy. Norma nie obejmuje m.in. ubijania dynamicznego i innych metod wzmocniania powierzchni gruntu oraz zagęszczania za pomocą wybuchów.

Wzmacnianie wgłębne powinno być projektowane na podstawie badań geotechnicznych dostosowanych do stosowanych zabiegów. Projekt powinien określać:

- cel techniczny zabiegu, np. zwiększenie nośności, zmniejszenie osiadań, zmniejszenie groźby upłynnienia lub osiadań zapadowych przy nawilgoceniu, zmniejszenie wodoprzepuszczalności;
- wymagane parametry geotechniczne gruntu poddanego zabiegom, np. wytrzymałość na ścinanie, sztywność lub przepuszczalność;
- kryteria, na podstawie których wyznaczana jest głębokość, rozstaw i zakres wibrowania;
- oczekiwane zachowanie budowli i sposób, w jaki oceniane są wyniki zabiegów za pomocą mierzalnych parametrów.

W przypadku wątpliwości lub braku doświadczeń należy wykonać próby wstępne. Zalecane jest praktyczne sprawdzenie.

ARBOCEL® + ALNASIL

= NOWY KIERUNEK

Multifunkcjonalne włókno celulozowe

ARBOCEL®
Naturalne włókno celulozowe



- Redukcja kosztów produkcji
- Silne mikrozbrojenie redukcja rys i mikropęknięć
- Poprawa właściwości aplikacyjnych
- Poprawa wyglądu powierzchni dzięki efektowi matującemu
- Znaczna poprawa odporności na szorowanie



Biały pigment i funkcjonalny wypełniacz

- Mniejsza podatność na zabrudzenia gotowej powłoki
- Obniżenie kosztów przez podstawienie nawet 30% TiO₂
- Lepsze krycie, wzrost stopnia białości

ALNASIL

Syntetyczny substytut bieli tytanowej

RETENMAIER Polska
Sp. z o.o.



Fibres designed
by Nature

Al. Jerozolimskie 181
02-222 Warszawa
Telefon: +48 22 608 51 00
Fax-Nr. +48 22 608 51 51
E-mail: arbocel@jrs.pl

www.jrs.pl

nie, czy zakładane w projekcie cele zabiegu są uzyskiwane. Norma opisuje zalecane metody kontroli wzmocnienia. Projekt powinien określać zasięg w planie, punkty wibrowania oraz górny i dolny poziom zabiegu. Dopuszcza się odchyłki położenia w planie do 150 mm. Głębokość wzmocnienia pod fundamenty powinna być następująca:

- wzmocnienie pełne – do poziomu warstwy o odpowiedniej nośności;
- wzmocnienie częściowe – do głębokości wystarczającej, by fundament spełniał wymagania nośności i osiadania; należy wówczas przeanalizować możliwe przemieszczenia podłoża poniżej strefy wzmocnionej.

Norma EN 15237:2005 Drenaż pionowy

Norma dotyczy ulepszania słabo przepuszczalnych, silnie ściśliwych gruntów za pomocą drenów pionowych oraz przeciążenia. Określa zasady wykonywania, badania, nadzorowania i monitorowania obiektów z pionowymi drenami prefabrykowanymi oraz drenami piaskowymi. Norma obejmuje wymagania do-

tyczące projektów, materiału drenów, metod instalacji i obciążenia podłoża (statycznego, próżniowego, przez obniżenie poziomu wody gruntowej), natomiast nie dotyczy ulepszania gruntów za pomocą studni, kolumn żwirowych i z kamieni, wielkośrednicowych kolumn w osłonie geotekstylnej oraz zbrojenia gruntu.

Dreny pionowe są stosowane na lądzie i w budowlach morskich w celu:

- (pre-)konsolidacji i redukcji osiadań po zakończeniu budowy;
- przyśpieszenia procesu konsolidacji przez skrócenie drogi filtracji wody w porach gruntu;
- poprawy stateczności (przez zwiększenie naprężeń efektywnych w gruncie).

Drenaż pionowy może być połączony z innymi metodami wzmocnienia podłoża, np. wstępnym przeciążeniem, elektroosmozą, palami zagęszczającymi, palami piaskowymi, zagęszczaniem dynamicznym i mieszaniem wgłębnym.

W normie EN 15237:2005 podano zasady wykonywania, badań, monitorowania; wymagania dotyczące projektów, materiału drenów, metod instalacji i ob-

ciążenia podłoża. Wskazówki dotyczące praktycznych zagadnień drenażu, jak badania właściwości drenów, procedur i sprzętu do ich wykonania, zawiera załącznik A. Badania charakterystyk drenów i określanie parametrów obliczeniowych związanych z właściwościami drenów i ich wykonaniem przedstawiono w załączniku B.

Projekt powinien zapewnić dokumenty techniczne, umożliwiające wykonanie robót z uwzględnieniem wymagań bezpieczeństwa i użyteczności, ekonomii i projektowanej trwałości budowli. Podstawowe parametry, wpływające na stateczność i proces konsolidacji, podane są w załącznikach A i B normy. Obciążenie podłoża można zastąpić lub połączyć z konsolidacją próżniową, wywołującą podciśnienie w porach gruntu warstwy drenowanej (wynosi ono zwykle ok. 30% ciśnienia atmosferycznego). W celu eliminacji konsolidacji wtórnej po wykonaniu obiektu zwykle stosuje się czasowe przeciążenie podłoża.

Projekt powinien uwzględniać warunki obciążenia i hydrauliczne, czynniki klimatyczne oraz wpływ na sąsiednie bu-

dowle. Powierzchniowy materac drenujący musi być chroniony przed zamarzaniem, aby zapewnić jego przepuszczalność. Wskazane jest, by wyboru ostatecznego rozwiązania dokonać na podstawie prób terenowych.

Nowe normy EN dotyczące robót ziemnych i fundamentowych

Z inicjatywy Komitetu CEN/TC 288 opracowany został **Załącznik D do normy EN 206-1 Beton** (normatywny), określający dodatkowe wymagania dotyczące właściwości i zgodności betonów stosowanych w palach wierconych i przemieszczeniowych formowanych w gruncie, ścianach szczelinowych i mikropalach. Załącznik D określa m.in. cementy (11 rodzajów, innych można użyć, jeśli zostanie wykazana przydatność). Kruszywo powinno być otoczkowe, o ciągłym uziarnieniu, o określonej maksymalnej średnicy (32 mm lub 16 mm, mniejsze od 1/4 lub 1/3 rozstawu prętów zbrojenia). Mieszanka betonowa powinna mieć określone właściwości, o większej od minimalnej zawartości frakcji pyłowych i cementu, wskaźniku w/c oraz o wymaganej konsystencji (kryterium: opad stożka lub średnica rozplywu). Załącznik ten jest bardzo potrzebny – rozwiąże także problemy występujące w kraju z wymaganiami właściwości „betonu mostowego”, nieprzydatnego technologicznie w fundamentach. Powołano nowy komitet roboczy CEN/TC 396 w celu opracowania normy **Roboty ziemne** (*Earthwork*). Dyskusje wykazały, że istnieje duży obszar zagadnień specyficznych dla wykonawstwa i kontroli robót ziemnych, nieobjętych istniejącymi normami. Norma ma mieć 8 części, obejmujących terminologię i definicje, metody badań właściwości gruntów i skał (laboratoryjne i polowe) do robót ziemnych oraz mieszanek ulepszonych spoiwami lub dodatkami, klasyfikację przydatności gruntów i skał do robót ziemnych, ocenę urabialności, a także projektowanie, kontrolę i monitorowanie robót. Zgłoszona została też propozycja normy EN **Zamrażanie gruntu**, ale po analizie zagadnienia Komitet TC 288 nie przyjął jej. Uznano, że jest to technika rzadko stosowana i trudna do kodyfikacji. Inną pokrewną normą jest opracowywana przez komitet CEN/TC 189 norma **Geosyntetyki**, która ma obejmować wymagania dotyczące geosyntety-

ków, terminologię, badania mechaniczne i hydrauliczne, trwałość (zalecana 100 lat!), bariery geosyntetyczne, ochronę przed erozją.

Normy klasyfikacji gruntów

Rozpoznanie i klasyfikacja gruntów i skał oraz procedury badawcze są przedmiotem norm ISO lub EN-ISO, opracowywanych w komisjach CEN/TC 341 i ISO/TC 182/SC 1 *Geotechnical investigation and testing*. Szczegółowe dane o ustanowionych i opracowywanych normach oraz specyfikacjach zawierają referaty WPPK z 2009 r. Natomiast ogólne zasady wykorzystania polowych i laboratoryjnych badań gruntów w projektowaniu geotechnicznym reguluje norma PN-EN 1997-2.

Prawdziwą rewolucją jest **nowa klasyfikacja gruntów i skał wg PN-EN ISO 14688-1 i -2** [11, 12] oraz PN-EN 14689-1 [13]. Stosowanie jej ułatwia „Komentarz...” [16] – Instrukcja ITB nr 428 z 2007 r. Klasyfikacja ta oraz krajowe propozycje jej stosowania są jednak krytykowane [3]. Wprowadzenie nowego nazewnictwa gruntów powoduje potrzebę wymiany lub aktualizacji dziesiątków norm, przepisów, wytycznych i innych dokumentów oraz literatury technicznej. Mimo niechęci zainteresowanych stopniowo to następuje.

Podsumowanie

Wprowadzenie europejskich norm dotyczących wykonawstwa robót geotechnicznych w Polsce zapełniło istotną lukę w normalizacji budownictwa. Obecnie normy te są powszechnie powoływane w projektach oraz wykorzystywane przez wykonawców i nadzór robót. Normy nie zastąpią jednak wiedzy projektantów, a zwłaszcza doświadczenia specjalistycznych wykonawców. Nie darmo roboty geotechniczne są często uważane za eksperyment w skali 1:1.

Istniejące normy nie obejmują wszystkich rodzajów pali, a także procesów wzmocnienia np. kolumnami wibrobetonowymi, konsolidacji dynamicznej CD i wymiany dynamicznej DR, ubijania impulsowego czy zagęszczania i formowania kolumn mikrowybuchami. Nie ma też krajowych przepisów projektowania fundamentów specjalnych i wzmocnienia podłoża lub poradnika dla projektantów, a Wytyczne [19] z 2002 r. wymagają aktualizacji.

Literatura

- [1] Gajewska B., Kłosiński B.: O projektowaniu obudów głębokich wykopów Metodą Obserwacyjną. Inżynieria i Budownictwo nr 11/2010.
- [2] Gajewska B., Kłosiński B.: Rozwój metod wzmocnienia podłoża gruntowego. Seminarium PZWFS i IBDiM Wzmocnienie podłoża i fundamentów. Warszawa, 31 marca 2011, s. 13 – 54.
- [3] Gołębiewska A., Wudzka A.: Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO. GEOINŻYNIERIA drogi mosty tunele nr 4/2006.
- [4] Gwizdała K.: Fundamenty palowe – Technologie i obliczenia. Wyd. PWN, Warszawa 2011.
- [5] Kłosiński B.: Projektowanie fundamentów palowych w normie PN-EN 1997 „Projektowanie geotechniczne” Inżynieria i Budownictwo nr 4/2012 s. 177 – 182.
- [6] Kłosiński B., Rychlewski P.: Charakterystyka nowych europejskich norm geotechnicznych. XXIV WPPK, Wisła, 2009.
- [7] Pisarczyk S.: Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego. Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005 r.
- [8] PN-B-02481:1998 Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [9] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod-7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
- [10] PN-EN 1997-2:2009 Eurokod-7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Badania geotechniczne.
- [11] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.
- [12] PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [13] PN-EN 14689-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie skał. Część 1: Oznaczanie i opis.
- [14] Rozporządzenie MTBiGM z 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Dz. Ust. poz. 463.
- [15] Rzeźniczak J.: Wzmocnienie słabych podłoży. Geoinżynieria nr 1/2007 s. 34 – 42.
- [16] Wysokiński L.: Komentarz do nowych norm klasyfikacji gruntów. ITB, Instrukcje, wytyczne, poradniki nr 428, Warszawa 2007, 41 s.
- [17] Wysokiński L., Kotlicki W.: Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami. ITB. Instrukcja nr 429, 2007, 52 s.
- [18] Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T.: Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7 – Poradnik. Wyd. ITB, Warszawa 2011, 289 s.
- [19] Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. GDDP. (Aut.: B. Kłosiński, K. Grzegorzewicz, P. Rychlewski, S. Wierzbicki, P. Wileński). Wyd. IBDiM, Warszawa 2002, 124 s.