

dr inż. Bolesław Kłosiński¹⁾

Zmiany w europejskich normach fundamentowych

Progress in European Standards for foundations

Artykuł przeglądowy

DOI: 10.15199/33.2015.02.06

Streszczenie. Normy europejskie dotyczące projektowania (Eurokod 7), wykonywania i badań podłoża są systematycznie rozwijane i ulepszone. W artykule zebrano informacje o zmianach norm i nowych dokumentach z lat 2013 – 2014 oraz aktualne informacje o ich wdrażaniu w Polsce.

Słowa kluczowe: fundamenty; badania gruntu; normy europejskie; projektowanie; wykonawstwo.

Abstract. European Standards for foundations design (Eurocode 7), construction and ground investigation are constantly developed and improved. The paper compiled information on changes in norms and new documents made in 2013 – 2014, and updated information on their implementation in Poland.

Keywords: foundations; ground investigation; European Standards; design; construction.

Tematyka fundamentowania jest przedmiotem trzech grup norm europejskich:

- **projektowanie:** Eurokod 7 *Projektowanie geotechniczne – PN-EN 1997-1 i 2*;

- **wykonywanie:** 13 norm EN *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych*;

- **badanie podłoża:** ponad 30 norm ISO i EN-ISO rozpoznania podłoża, badania gruntów i konstrukcji oraz instrukcje ISO/TS.

Zagadnienia fundamentowania znajdują się także w innych normach, jak PN-EN 1992 Eurokod 2 *Konstrukcje betonowe* lub PN-EN 206 *Beton* [9].

W artykule przedstawiono informacje na temat norm fundamentowych oraz ich wdrażania w Polsce, aktualizujące dane w publikacjach [2, 20].

Rozwój norm projektowania tzw. Eurokodów

Prace nad zbiorem norm projektowania konstrukcji, tzw. Eurokodów (EC), trwają od ponad 30 lat. Eurokody określają zasady projektowania budynków i budowli inżynierskich. W 1994 r. opublikowano tzw. prenormę ENV 1997-1 *Projektowanie geotechniczne Część 1: Zasady ogólne*, którą przekształcono w normę EN 1997-1:2004, a w 2007 r. normę EN 1997-2 *Część 2: Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego*. Od kwietnia 2010 r. do zbioru norm polskich należą polskie wersje Eurokodów PN-EN 1997-1:2008 i 1997-2:2009 *Projektowanie geotechniczne* [12, 14]. W 2010 r. ustanowiono Załącznik Krajowy EC7-1 [13], tworząc warunki umożliwiające stosowanie Eurokodu 7 w praktyce projektowej. W Polsce normy nie są dokumentami obligatoryjnymi, a status prawny Eurokodów budzi wątpliwości i dyskusje [7]. Stosowanie Eurokodu 7 zaleca jednak Rozporządzenie MTBiGM [19] z 2012 r. Projektowanie wg Eurokodów coraz częściej jest wymagane przez inwestorów.

W 2012 r. rozpoczęto prace nad II generacją Eurokodów. Zaangażowanych jest 14 zespołów ekspertów „Evaluation Groups” EG, w tym kilkoro ochotników z Polski. W kwietniu 2014 r. na posiedzeniu CEN/TC 250/SC7 w Bernie ustalono m.in. planowy przegląd EN 1997 Cz. 1 i 2 po 5 la-

tach stosowania, a także konsultacje wspólnych zmian norm EN 1990 i EN 1997. Opracowano Zmianę A1 (Amendment A1) do EN 1997-1, zawierającą całkowicie nowy Rozdział 8 „Kotwy”, co jest efektem uzgodnienia Komitetów CEN/TC 250/SC7, TC 288 i TC 341, którego wynikiem jest usunięcie powtórzeń i niezgodności oraz dostosowanie postanowień trzech norm dotyczących: projektowania kotew EN 1997-1, wykonywania EN 1537 [11] oraz badań prEN-ISO 22477-5 [17].

Podkomitet SC7 formuje sześć zespołów *Project Teams* (PT) do opracowania nowego tekstu EC7 oraz sześć *Review Task Groups* (TG) wspomagających (recenzowanie, doradztwo) zespoły PT. W listopadzie 2014 r. na Konferencji Ekspertów *Evolution Groups SC7/WG1* w Pradze przyjęto proponowany nowy układ Eurokodu 7 oraz sformułowano wytyczne dla zespołów PT i TG. Zgodnie z mandatem Komitetu CEN/TC 250 nowelizacja powinna uwzględnić nowe materiały, przepisy i wymagania rynkowe, poprawić harmonizację postanowień oraz wygodę stosowania.

Przyjęty w Wiedniu [1] terminarz prac przewiduje nowelizację Eurokodów 7-1 i 7-2 w 2015 r., a do 2020 r. opracowanie drugiej generacji Eurokodów. W przyjętym nowym układzie normy EN 1997 przewidziano ujednoczenie rozdziałów części 1 i 2 z układem innych Eurokodów. Poparto podział na trzy części: 1. „Zasady ogólne”, 2. „Badania podłoża” (dodano w nim nowy rozdział 2. Cele badań podłoża) oraz nową część 3. „Budowle geotechniczne” obejmującą reguły stosowania i projektowania konstrukcji, takich jak:

- skarpy, wykopy i nasypy;
- fundamenty bezpośrednie;
- fundamenty palowe;
- konstrukcje oporowe;
- zakotwienia;
- wzmocnianie gruntu;
- konstrukcje z gruntu zbrojonego.

Przewidziano likwidację trzech Podejść Obliczeniowych DA. Zastąpią je trzy rodzaje współczynników częściowych: EFA (do efektu oddziaływań – zbliżony do DA2*), MFA (materiałowy – zbliżony do DA3) oraz RFA (do oporów lub wytrzymałości – zbliżony do DA2). Powstanie też kilka zupełnie nowych współczynników dla różnych typów konstrukcji oraz rozważa-

¹⁾ Instytut Badawczy Dróg i Mostów; e-mail: bklosinski@ibdim.edu.pl

ne jest przyjęcie innych ich wartości do obliczeń metodami numerycznymi. Proponowane zmiany powinny uporządkować stosowanie współczynników, ale w efekcie, w miejsce obecnych 4 kombinacji współczynników ma ich być 12, w dodatku różne dla sytuacji trwałych, przejściowych i wyjątkowych.

Przyjmując za podstawę obecne wersje EC 7-1 i -2 oraz zachowując wybrany istniejący materiał, uczynienie Eurokodu 7 bardziej wygodnym w użyciu ma polegać na skróceniu i uproszczeniu tekstu oraz eliminowaniu powtórzeń. Istniejące „zasady” (P), jeżeli nie podają bezpośrednich i praktycznych zaleceń (a np. wyjaśnienia), powinny zostać zmienione w „reguły stosowania” albo przeniesione do załączników informacyjnych, lub całkiem usunięte. Materiał podręcznikowy i wyjaśnienia, które „personel odpowiednio wykwalifikowany i z doświadczeniem geotechnicznym” powinien znać, należy przenieść do załącznika informacyjnego, gdyż w zasadniczym tekście będą odniesienia do tego załącznika. Zalecono, by nowa wersja bardziej nawiązywała do norm dotyczących badań geotechnicznych, co pozwoli skrócić tekst i ułatwi korzystanie. EN 1997-2 powinna być przeznaczona dla projektantów, a nie dla personelu laboratoriów i badań terenowych. Podkreśla się rolę projektanta konstrukcji w planowaniu badań podłoża oraz jego wymagań wobec zawartości wyników badań. Szczególnie krytycznie oceniono informacje o projektowaniu konstrukcji w skałach, a właściwie ich brak lub małą przydatność.

Wdrażanie Eurokodów geotechnicznych w Polsce

W ostatnich latach prowadzono działania mające na celu analizę i popularyzację Eurokodów, w tym EC7. Wiele materiałów opublikowano lub są ogólnie dostępne w internecie (np. Elearning PIIB [21]). Informacje na temat fundamentowych norm europejskich oraz ich wdrażania w Polsce zawiera np. Poradnik ITB [22] oraz wiele innych publikacji.

Studia i praktyka projektowa wykazały, że PN-EN 1997 ma wiele braków i wad, a na pewno nie stanowi wystarczającej podstawy do projektowania. Najważniejsze praktyczne postanowienia tej normy to procedury obliczeń geotechnicznych i zestawy współczynników częściowych. Podano jednak tylko ogólne wzory obliczeniowe, natomiast przykładowe zasady odniesiono do fundamentów i ścian oporowych. Brak jest danych dla pali, kotew i innych konstrukcji. W związku z tym, po wprowadzeniu Eurokodu 7 nadal są niezbędne zaktualizowane, zharmonizowane z Eurokodem, krajowe normy geotechniczne (podobnie jak w innych krajach UE), np. PN-B-03020, PN-B-02482, PN-B-03010, albo inne dokumenty techniczne, uzupełniające brakujące postanowienia, co było od początku planowane, lecz zabrakło środków i determinacji decydentów, by to zrealizować.

Normy EN dotyczące wykonawstwa fundamentów

Komitet CEN/TC 288 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych* opracowuje normy dotyczące metod wykonawstwa robót geotechnicznych, badań i kontroli, a także wymaganych właściwości materiałów. Pierwsze normy EN z tej dziedziny powstały w 1999 r. Dotychczas wydano 13 norm (PKN ustanowił już osiem polskich wersji PN-EN, pozostałe pięć jest dostępnych w wersjach oryginalnych, podobnie jak

wersje ostatnio znowelizowane). Normy dotyczące wykonawstwa tworzą dwie grupy: **fundamentowe** oraz odnoszące się do **wzmacniania podłoża**. W tabeli podano numery i tytuły norm (wg stanu z końca 2014 r.), które w Polsce są powszechnie stosowane, głównie przez wykonawców, a także służby techniczne inwestorów.

Normy Europejskie „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych”

European Standards for “Execution of special geotechnical works”

Nr EN	Tytuł normy	Początek prac	Tekst w PKN (wydanie PN)	Objętość [strony]
1536	Pale wiercone	1/1992	PN-EN 2001 PN-EN 2010 E	73 82
1537	Kotwy gruntowe	4/1992	PN-EN 2002 PN-EN 7-2013 E	68 52
1538	Ściany szczelinowe	4/1992	PN-EN 2002 PN-EN 2010 E	51 50
12063	Ścianki szczelne	4/1993	PN-EN 2001	77
12699	Pale przemieszczeniowe	3/1994	PN EN 2003 PrEN 5-2014	46 63
12715	Iniekcja	3/1994	PN-EN 2003	54
12716	Iniekcja strumieniowa	3/1994	PN EN 2002	38
14199	Mikropale	6/1996	PN-EN 2008 PrEN 5-2013	57 61
14475	Grunt zbrojony	9/1997	EN 2006 <i>oryg.</i>	48
14490	Gwoździe gruntowe	9/1997	EN 2010 <i>oryg.</i>	67
14679	Wgłębne mieszanie gruntu	2/2000	EN 2005 <i>oryg.</i>	52
14731	Wzmacnianie gruntu metodą wibrowania wgłębnego	4/2000	EN 2005 <i>oryg.</i>	24
15237	Drenaż pionowy	4/2000	EN 2007 <i>oryg.</i>	57

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

Zgodnie z zasadami CEN, co 5 lat normy podlegają ocenie, w wyniku której są nowelizowane lub wprowadzane korekty. W latach 2010 – 2011 opublikowano znowelizowane wersje norm EN 1536 *Pale wiercone* i EN 1538 *Ściany szczelinowe* (dostępne w PKN tylko w wersjach oryginalnych); w 2013 r. wydano EN 1537 *Kotwy gruntowe*, a ankietowane są nowe wersje EN 12699 *Pale przemieszczeniowe* oraz EN 14199 *Mikropale*, z których usunięto wymagania dotyczące zaczynów i mieszanek betonowych, gdyż znalazły się obecnie w PN-EN 206:2014 [9].

Nowelizacja i unifikacja norm dotyczących kotew gruntowych

Wymaganie dotyczące kotew gruntowych zawierały dotychczas dwie normy: PN-EN 1997-1:2008, w szczególności Rozdział 8. Kotwy i PN-EN 1537:2002 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Kotwy gruntowe*. Opracowany został również projekt normy prEN-ISO 22477-5 *Badanie sprężanych kotew gruntowych*. Normy te tworzyły różne zespoły i w efekcie występują w nich różnice w nazewnictwie, powtórzenia i niezgodności lub nawet sprzeczności. Z inicjatywy Komitetu CEN/TC 250/SC7 *Projektowanie geotechniczne* dokonano unifikacji postanowień tych trzech norm [5]. Wydano już znowelizowaną normę EN 1537:2013, a w Zmianie A1 do normy EN 1997-1:2004 wprowadzono całkowicie nową wersję Rozdziału 8. Natomiast projekt prEN-ISO 22477-5 nadal budzi dyskusje specjalistów.

Założeniem nowelizacji tych trzech norm było zamieszczenie postanowień dotyczących projektowania, w szczególności związanych z bezpieczeństwem, wyłącznie w nowym Rozdziale 8 normy EN 1997-1; procedur naciągu i badania kotew w nowej normie EN-ISO 22477-5; a w normie EN 1537:2013 pozostały tylko wymagania dotyczące wykonawstwa, usunięto natomiast zagadnienia dotyczące badania kotew (i także załączniki D i E). Ponadto postanowiono, że wyrażenia, symbole i definicje mają być jednakowe we wszystkich normach.

Układ trzech norm jest podobny. Mają wspólną terminologię, definicje i symbole. Norma EN-ISO 22477-5 obejmuje rozdziały: zakres; urządzenia; procedury badania oraz wymagania dotyczące raportu z badań (ze stopniami siły i czasu pomiarów). Załączniki informacyjne przedstawiają metody badań nr 1, 2 i 3 oraz interpretację wyników badań. Nowy Rozdział 8 normy EN 1997-1 obejmuje sytuacje obliczeniowe i oddziaływania; zagadnienia projektowe i wykonawcze; stany graniczne kotew; geotechniczną nośność graniczną; geotechniczny stan graniczny użyteczności; wytrzymałość konstrukcji (materiałową) kotwy; badania kotew iniekcyjnych; siły kotwienia kotew sprężonych; nadzór nad budową, monitorowanie i utrzymanie. Załącznik informacyjny zawiera zalecane współczynniki częściowe do nośności kotew sprężonych (zmienione w stosunku do obecnej wersji EC7-1). Wymieniono wiele zagadnień, które mogą być w Załącznikach Krajowych. Norma EN 1537:2013 zawiera rozdziały: informacja potrzebne do wykonania robót; badania geotechniczne, materiały i wyroby; zagadnienia projektowe (wynikające z wykonawstwa); wykonawstwo kotew; nadzór, monitorowanie i badania (inne niż naciąg kotew); metryki i monitorowanie okresu trwałości kotew; wymagania bezpieczeństwa. Załączniki informacyjne opisują: badania elektryczne ochrony przed korozją; kryteria odbiorcze ochrony przed korozją; przykłady metryk.

Najważniejsze postanowienia nowych wersji norm to:

- Rozdział 8 EN 1997-1 dotyczy tylko projektowania i badań kotew z długością swobodną; elementy bez długości swobodnej (np. pale kotwiące) należy projektować zgodnie z Rozdziałem 7. Pale; zakotwienia bierne (niesprężane) projektuje się wg zasad dotyczących konstrukcji oporowych.

- wprowadzono terminy *kotwy (anchors)* i *kotwy iniekcyjne (grouted anchors)* zamiast zakotwienia (*anchorages*).

- zachowano warunek, że **każda kotwa podlega podczas naciągu badaniu odbiorczemu**, uściślono wymagania dotyczące wielkości naciągu próbnego P_p oraz kryteriów odbiorczych.

- wprowadzono do sprawdzeń obliczeniowych pojęcie siły F_{serv} (maksymalnego obciążenia kotwy z uwzględnieniem wpływu naciągu blokowania, wystarczającej do wykluczenia wystąpienia stanu granicznego użyteczności SLS w pełnym okresie użytkowania kotwy), będące nowością w systemie Eurokodów.

W efekcie tych zmian stworzono racjonalne podstawy projektowania kotew i ujednolicono metody ich badań (spowoduje to zmianę praktyki badań w niektórych krajach). Należy jednak podkreślić, że obecny stan powoduje zamieszanie. Z ustanowionej normy PN-EN 1537:2013 usunięto za-

sady badań kotew, a norma dotycząca ich badania jest od wielu lat w fazie projektu budzącego kontrowersje. Powstała więc luka w przepisach. Zainteresowani badaniem i odbiorem kotew nie mają dobrego rozwiązania.

Zmiany klasyfikacji w normie dotyczącej wykonywania mikropali

Klasyfikację mikropali określała norma EN 14199:2005 „Micropiles”, ustanowiona jako PN-EN 14199:2009 *Mikropale* [5], zgodnie z którą mikropale były definiowane jako:

- **wiercone** o średnicy trzonu do 300 mm;
- **przemieszczeniowe** (wbijane, wciskane, wwibrowywane lub wkręcane) średnicy do 150 mm;
- zawierające element nośny (najczęściej jest to pręt, wiązka prętów, rura lub kształtownik stalowy);
- pale, których nośność może być powiększona przez iniekcję poboczniczy i podstawy.

W nowej wersji normy prEN 14199:2013-05 uznano za mikropale TYLKO WIERCONE średnicy do 300 mm, a mikropale przemieszczeniowe wykreślono, zaliczając je do pali przemieszczeniowych. Celowość tej zmiany jest dyskusyjna – czy mikropale wbijane, wciskane lub wkręcane o średnicy do 150 mm są „palami przemieszczeniowymi”? Klasyfikacja normowa mikropali jest bardzo ogólna. W praktyce są stosowane szczegółowe klasyfikacje metod wykonania – istotne, gdyż służą do przypisania danych do projektowania, np. jednostkowych oporów poboczniczy [5].

Wymagania dotyczące betonów fundamentowych w normie PN-EN 206:2014

Z inicjatywy Komitetu CEN/TC 288 opracowano **Załącznik D (normatywny) do normy EN 206-1 Beton**, określający dodatkowe wymagania dotyczące właściwości i zgodności betonów stosowanych w palach wierconych oraz przemieszczeniowych formowanych w gruncie, ścianach szczelinowych i mikropalach. Zawiera on wymagania zaczerpnięte z norm dotyczących specjalnych robót geotechnicznych, które w miarę aktualizacji zostają z nich wycofane. Załącznik ten jest bardzo potrzebny, gdyż rozwiąże także krajowe problemy odnoszące się do wymagań właściwości „betonu mostowego”, nieprzydatnego technologicznie w fundamentach.

Betony i zaczyny stosowane w tzw. specjalnych robotach geotechnicznych, zwłaszcza w palach i ścianach szczelinowych, powinny spełniać specyficzne wymagania [6]. Wynikają one ze stosowanych technologii fundamentowych i warunków użytkowania konstrukcji. Różnią się istotnie od wymagań dotyczących mieszanek, układanych z reguły w deskowaniach, przeznaczonych do formowania innych elementów, a szczególnie konstrukcji mostowych.

Ostatnio ustanowiona wersja normy PN-EN 206:2014 [8] uwzględnia ponad dziesięcioletnie doświadczenia stosowania normy EN 206-1:2000 oraz zmiany w przepisach UE, np. dotyczące „zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych”. Zmiany w normie dotyczą m.in. stosowania dodatków typu II, włókien stalowych i z tworzyw sztucznych, cementów nieobjętych normą EN 197-1:2012, kruszyw grubych z recyklingu. Normatywny Załącznik D *Wymagania dodatkowe dotyczące specyfikacji i zgodności betonu do specjalnych robót geotechnicznych* zawiera wymagania dotyczące właści-

wości betonów stosowanych w palach wierconych wg EN 1536, ścianach szczelinowych EN 1538, palach przemieszczonych formowanych w gruncie wg EN 12699 i mikropalach wg EN 14199.

Mieszanka w palach lub ścianach szczelinowych układa się w trudnych warunkach – pod zawieszoną bentonitową i nie podlega zagęszczaniu wibratorami. **Powinna mieć konsystencję ciekłą**, być odporna na segregację, wysokoplastyczna, spoiwa, o dobrej płynności, wykazywać zdolność do samozagęszczania i zachować wystarczającą urabialność przez cały czas układania, co jest istotne w przypadku dużych wymiarów i głębokich ścian. **Należy stosować kruszywa naturalne, nie wolno używać kruszywa łamanego**, które stawia większy opór przepływowi mieszanki, klinuje się na zbrojeniu i pogarsza wypełnianie szczeliny. Kruszywo powinno zawierać odpowiednio dużo frakcji piaskowej i pyłowej, natomiast skład mieszanki betonowej powinien być dobrany w sposób uniemożliwiający jej segregację podczas układania, zapewniający swobodny przepływ wokół zbrojenia, a po stwardnieniu uzyskanie materiału zagęszczonego i wodoszczelnego.

Szczegółowe wymagania dotyczące betonu podane były dotychczas w PN-EN 1536:2002 i PN-EN 1538:2002. Ze znowelizowanych w 2010 r. wersji [10, 12] usunięto je i przeniesiono z małymi zmianami do Załącznika D normy PN-EN 206:2014. Beton do ścian i pali powinien być zgodny z EN 206. W przypadku rozbieżności postanowień stosuje się wymagania z Załącznika D. Podkreślono, że w przypadku konstrukcji geotechnicznych wymagania te mogą być odmienne niż w innych robotach. W Załączniku D szczegółowo określono rodzaje dopuszczonych cementów. Powinny one spełniać wymagania wynikające z klasy ekspozycji w miejscu wbudowania i mieć potwierdzoną przydatność do zastosowań geotechnicznych. Nowa norma EN 206 uwzględnia fakt, że w masywnych fundamentach objętość betonowania dość często jest duża i wynosi ponad 500 m³. W takich warunkach następuje wydzielanie dużej ilości ciepła wiązania, co powoduje silne nagrzanie i spękania świeżego betonu. Zalecono więc stosowanie cementów o obniżonym cieple hydratacji. Norma określa też zawartość cementu, skład kruszywa, wskaźnik wodno-cementowy w/c (powinien być nie większy niż 0,6 oraz niż wartość wynikająca z klasy ekspozycji elementu) oraz konsystencję mieszanki betonowej (należy ją określać, podając wartość średnicy rozplywu, opadu stożka lub obu tych wielkości).

Błędnym podejściem jest wymaganie stosowania betonu mostowego (na kruszywie łamanym) do ścian szczelinowych, baret i pali **w obiektach mostowych i tunelach komunikacyjnych**. Zgodnie z warunkami PN-EN 206:2014 w przypadku betonów „geotechnicznych” nie mogą być stosowane wymagania dotyczące betonów mostowych. Krajowe przepisy, a zwłaszcza Rozporządzenie [18] z 2000 r., są przestarzałe i wymagają dostosowania do zasad sztuki budowlanej i zdrowego rozsądku.

Podsumowanie

Od 2010 r. Eurokody są podstawowymi dokumentami do projektowania budowli w krajach należących do CEN. Celem tworzenia Eurokodów było ujednoczenie wymagań w skali UE, ale zaprzeczają temu liczne odmienne ustalenia

w Załącznikach Krajowych. W Polsce, pomimo wielu prac wspomagających wdrażanie Eurokodów w praktyce, ich stosowanie rozwija się opornie.

Wprowadzanie europejskich norm geotechnicznych wymaga zmiany unifikujące dokumenty. Normy wykonawstwa i badań podłoża zapełniają luki w krajowej normalizacji. Obecnie normy te są powszechnie powoływane w projektach oraz wykorzystywane przez wykonawców i nadzór robót.

Istniejące normy nie obejmują wszystkich rodzajów konstrukcji i procesów geotechnicznych. Wskazywane są różne ich niedostatki. Nadal nie ma zharmonizowanych z EN krajowych przepisów dotyczących projektowania fundamentów i wzmocnienia podłoża lub poradników dla projektantów.

Literatura

- [1] Bond A., van Setters A., Lurvink M.: Towards the second generation of Eurocodes. Meeting of CEN/TC 250/SC7/WG1 „Evolution of Eurocode 7” Vienna 2013.
- [2] Kłosiński B.: Rozwój europejskich norm wykonywania fundamentów specjalnych. Materiały Budowlane nr 3/2013, s. 2 – 6.
- [3] Kłosiński B.: Wdrażanie w Polsce i przyszłość Eurokodu 7 „Projektowanie geotechniczne”. Inżynieria i Budownictwo nr 3/2013, s. 124 – 127.
- [4] Kłosiński B.: Zasady i problemy projektowania mikropali według Eurokodu 7. Geoinżynieria – drogi, mosty, tunele nr 3/2014 s. 26 – 32.
- [5] Kłosiński B.: Zmiany norm europejskich dotyczących kotew gruntowych. Seminarium FUNDAMENTY PALOWE 2015. PZWFS i IBDIM, Warszawa, 5 marca 2015.
- [6] Kłosiński B., Kamiński P.: O racjonalnych wymaganiach dotyczących betonów fundamentowych. Drogownictwo nr 10/2014, s. 327 – 331.
- [7] Lechowicz Z.: Ustalanie geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Geoinżynieria – drogi, mosty, tunele nr 1/2013, s. 24 – 27.
- [8] PN-EN 206:2014 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [9] PN-EN 1536:2010E Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale wiercone.
- [10] PN-EN 1537:2013E Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Kotwy gruntowe.
- [11] PN-EN 1538:2010E Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Ściany szczelinowe.
- [12] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod-7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
- [13] PN-EN 1997-1:2008/Ap2 wrzesień 2010 – Załącznik krajowy NA – Postanowienia krajowe w zakresie przedmiotowym EN 1997-1:2004.
- [14] PN-EN 1997-2:2009 Eurokod-7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Badania geotechniczne.
- [15] PN-EN 14199:2008P Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Mikropale.
- [16] prEN 12699:5-2013E Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale przemieszczeniowe.
- [17] prEN-ISO 22477-5:2010 Badania konstrukcji geotechnicznych – Badanie sprężonych kotew gruntowych.
- [18] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. Dz.U. nr 63 poz. 735.
- [19] Rozporządzenie MTBiGM z 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Dz.U. poz. 463.
- [20] Wysokiński L.: Eurokod 7 – planowanie, interpretacja i projektowanie geotechniczne zgodne z PN EN 1997 i nowymi normami europejskimi. Materiały E-learningu PIIB, 2013.
- [21] Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T.: Projektowanie geotechniczne wg Eurokodu 7 – Poradnik. Wyd. ITB, Warszawa 2011, s. 289.