

Prefabrykowane pale żelbetowe

– wymagania normowe i znakowanie

Dr inż. Małgorzata Lenart, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

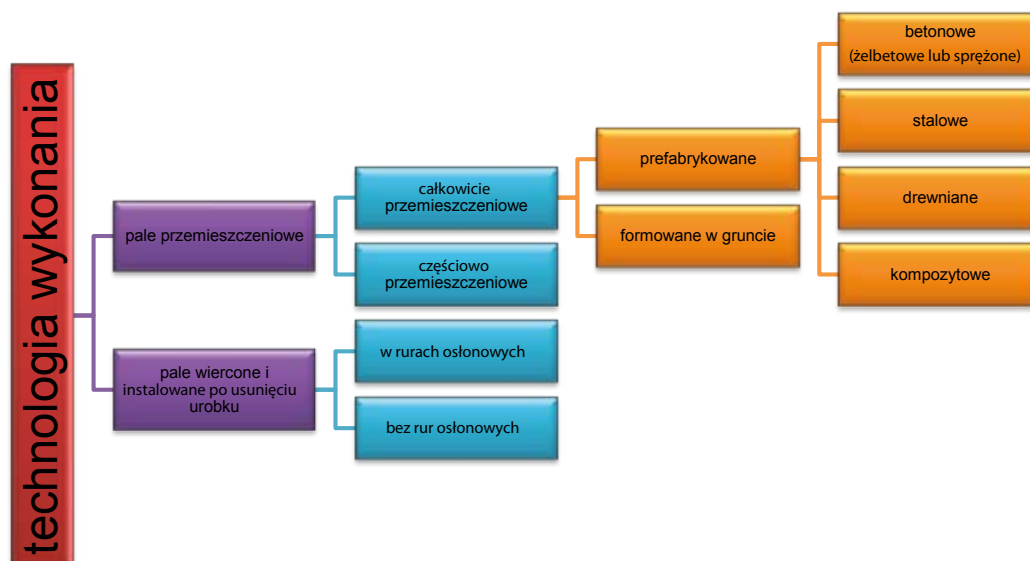
Wykorzystanie pali jako fundamentów jest znane od wieków. Odkrycia archeologiczne udowodniły, że już w okresie neolitu ludzie budowali domy, stawiając je na drewnianych palach, np. wbitych w dna jezior, przykładowo Swiss Lake Dwellers [1]. Również w Polsce np. w Biskupinie (kultura łużycka ok. XIV w. p.n.e.), ze względu na słabe podłoże, wykorzystywano drewniane pale jako fundamenty.

Zmianę technologiczną przyniosła rewolucja przemysłowa z końca XIX wieku i początku XX wieku, kiedy to zastosowano żelbet jako materiał konstrukcyjny pali [2]. Pierwsze patenty związane z żelbetowymi palami zgłosili Philip Brannon w 1871 roku oraz Francois Hennebique w 1896 roku we Francji i Wielkiej Brytanii (rok później). Na terenach Polski ciekawym przykładem zastosowania pali żelbetowych na początku XX wieku jest most przez rzekę San w Radymnie, zbudowany w latach 1902–1907. W trakcie remontu tego mostu w 2002 roku odkopano pale, a ich stan okazał się na tyle dobry, że ponownie je wykorzystano, posadawiając na nich remontowany most [3].

Rozwój techniczny i materiałowy w zakresie budownictwa w XIX wieku spowodował rozwój wielu rodzajów technologii wykonania pali [2]. Klasyfikację pali ze względu na technologię wykonania przedstawia rysunek 1. Wśród współcześnie

stosowanych pale żelbetowe stanowią najszerzej wykorzystywaną grupę.

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 305/2011 [4] (tzw. CPR) wyroby budowlane podlegają obowiązkowemu oznakowaniu CE. Wśród tej grupy wyrobów znajdują się również prefabrykowane pale żelbetowe. Założenia tego rozporządzenia bazują na wycofanej dyrektywie 89/106/EEC i zakładają, że aby wyrób budowlany mógł być wprowadzony do obrotu, producent musi wypełnić deklarację właściwości użytkowych wyrobu oraz oznakować wyrób symbolem CE. Jednakże podpisanie i wypełnienie deklaracji właściwości użytkowych (DWU) musi być poprzedzone wykonaniem zadań przynależnych dla danego systemu oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobu. Zadania te są rozdzielone pomiędzy producenta i jednostkę notyfikowaną, a w zależności od poziomu systemu zmienia się ich liczba i rodzaj. Ogólny zarys systemów oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów wraz z podstawą oznakowania CE przedstawia rysunek 2. W zależności od zamierzonego zastosowania danego wyrobu budowlanego wszelkie wymagania, specyfikacje oraz zadania producenta i jednostki notyfikowanej są zawarte w tzw. specyfikacji zharmonizowanej. Należą do niej, między innymi, zharmonizowane normy europejskie.



Rys. 1. Klasyfikacja pali ze względu na technologię wykonania i zastosowany materiał

2. Wymagania normowe dla prefabrykowanych pali żelbetowych

W przypadku prefabrykowanych pali żelbetowych normą specyfikującą wymagania i system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych jest PN-EN 12794+A1:2008 „Prefabrykaty betonowe. Pale fundamentowe” [5] oraz norma ogólna dla prefabrykatów betonowych: PN-EN 13369:2013-09 „Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu” [6]. Norma [5] zakresem swym obejmuje prefabrykowane pale fundamentowe z betonu (zarówno zbrojone jak i sprężone), przeznaczone do obiektów inżynierskich i budowlanych, wykonanych w wtwórni lub na placu budowy, ale z zastrzeżeniem, że produkcja ta jest kontrolowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozdziale 6 wspomnianej normy. Ponieważ norma ta obejmuje zarówno pale żelbetowe, jak i sprężone, w dalszym ciągu artykułu, ze względu na jego zakres, zostaną przedstawione wymagania tylko dla pali żelbetowych. Wymagania zawarte w normie PN-EN 12794+A1:2008 [5] dotyczącej prefabrykowanych żelbetowych pali fundamentowych odnoszą się do materiałów, etapu produkcji wyrobów oraz do parametrów gotowych wyrobów. Wymagania odnoszące się do materiałów dotyczą składników betonu oraz stali zbrojeniowej. Przy czym należy stosować materiały, o ustalonej przydatności, określonej w normach europejskich, międzynarodowych, krajowych, ewentualnie przepisach obowiązujących w miejscu stosowania wyrobu lub w europejskich ocenach technicznych. Wymagania dotyczące składu betonu, rodzaju cementu, kruszyw, domieszek i dodatków specyfikuje norma PN-EN 206:2014-04 „Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” [7]. Na etapie produkcji wyspecyfikowane wymagania obejmują działania związane z:

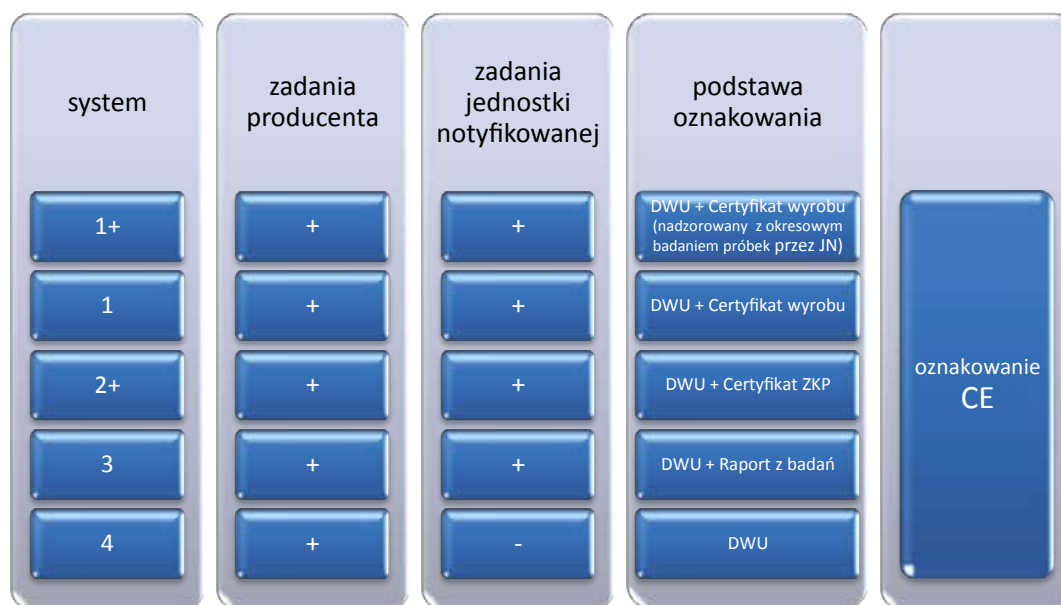
- etapem produkcji betonu, a w szczególności: układaniem i zagęszczaniem betonu, jego pielęgnacji – w tym ochrony

przed wysychaniem. Norma [6] specyfikuje trzy metody ochrony przed wysychaniem (A – bez zastosowania wody, np. przykrycie matami nie przepuszczającymi wilgoci, B – z zastosowaniem wody, np. zraszanie, C – z zastosowaniem środków do pielęgnacji), równocześnie zaznaczając, że pielęgnację należy prowadzić do momentu osiągnięcia przez beton wytrzymałości minimalnej. Wytrzymałość ta może być wyrażona poprzez stopień stwardnienia lub badana na próbkach normowych (walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm lub sześciennych o boku 150 mm), przechowywanych w tych samych warunkach co wyrób;

- oznaczeniem cech betonu stwardniałego, a zwłaszcza: wytrzymałości na ściskanie, minimalnej wytrzymałości transportowej oraz minimalnej wytrzymałości przed instalacją pala. Ta ostatnia wytrzymałość jest oznaczana tylko w wybranych, istotnych przypadkach. Minimalna klasa wytrzymałości betonu dla prefabrykowanych żelbetowych pali fundamentowych to C35/45;
- przygotowaniem stali zbrojeniowej, przy czym stal powinna spełniać wymagania PN-EN 10080:2007 „Stal do zbrojenia betonu – Spawalna stal zbrojeniowa – Postanowienia ogólne” [8] lub norm krajowych, lub przepisów obowiązujących w danym miejscu zastosowania.

W przypadku gotowych wyrobów wymagania specyfikuje się jak poniżej.

- Właściwości geometryczne – w tym tolerancje produkcji (dopuszczalne odchylenie prostoliniowości pala, odchylenie kątowe pala, odchylenie od wymiarów nominalnych oraz grubości otulenia i inne, przy czym położenie zbrojenia i tolerancje jego umieszczenia powinny być przedstawione na rysunkach wykonawczych) oraz wymiary minimalne. W przypadku pali segmentowych specyfikuje się również wymagania i tolerancje geometryczne dla złączy pala.



Rys. 2. Ogólny schemat systemów oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów zgodnie z rozporządzeniem UE 305/2011

Tabela 1. Sprawdzanie gotowych wyrobów zgodnie z PN-EN 12794+A1:2008

Właściwość	Metoda wg rozdziału PN-EN 12794	Częstotliwość	Rejestracja
Całkowita długość	Rozdz. 4.3 i 5.2	Raz w miesiącu dla każdej linii produkcyjnej i każdego rodzaju wyrobu	Zapis w formularzu
Prostolinijność	Ocena wizualna	Raz dziennie dla każdej linii produkcyjnej	Zapis o wadach w formularzu
	Rozdz. 4.3 i 5.2	Raz na miesiąc dla każdej linii produkcyjnej	Zapis o wadach w formularzu
Oznakowanie, etykietowanie	Ocena wizualna	Codziennie	Zapis w formularzu
Inne tolerancje geometryczne	Rozdz. 4.3 i 5.2	Raz na miesiąc dla każdej linii produkcyjnej	Zapis w formularzu

- **Nośność** – właściwość ta odnosi się tylko do samego pala, a nie do nośności pala w gruncie, gdyż ta ostatnia zależy także od warunków geotechnicznych występujących w miejscu wbudowania pala. Ze względu na położenie zbrojenia w palu norma [5] klasyfikuje pale na dwa rodzaje: klasa 1 – to pale lub segmenty z rozmieszczonym zbrojeniem, z poszerzoną stopą lub bez, natomiast klasa 2 – to pale lub segmenty z centralnie umieszczonymi pojedynczymi prętami. Nośność pali określa się na podstawie obliczeń, przy czym specyfikuje się wymaganą nośność w trakcie transportu, instalowaniu pali (jeśli jest to wymagane) oraz nośność przy obciążeniach obliczeniowych. Weryfikację nośności pali można przeprowadzić poprzez badania próbek gotowych wyrobów. Badania te przeprowadza się przy obciążeniach granicznych wynikających z warunków projektowych.
- **Trwałość** – założona trwałość pali jest uzyskana poprzez zachowanie odpowiedniej grubości otulenia zbrojenia i tolerancji jej odchylenia oraz poprzez zastosowanie betonu o właściwościach i składnikach odpowiednich dla danej, założonej klasy ekspozycji występującej w gruncie w miejscu wbudowania pala. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na stosowanie różnych rodzajów cementu. Betony wykonane na cementach z dodatkami, np. żużlem wielkopieczowym, wykazują znacznie wyższą odporność na środowiska agresywne niż betony wykonane bez dodatków, na cementach czysto portlandzkich [9].
- **Dodatkowe, inne wymagania**, np. sztywność złączy dla segmentów pala. Producent w takim przypadku powinien zadeklarować klasę złączy pala oraz odpowiednią nośność złącza. Klasy złącza pala oznaczają poziom naprężenia dynamicznego podczas badania przez uderzenie. Występują klasy od A do D w zależności od wymaganej nośności, właściwości użytkowych oraz od sposobu i metody sprawdzenia.

3. Ocena zgodności prefabrykowanych pali żelbetowych

Prefabrykowane pale żelbetowe podlegają ocenie i weryfikacji stałości właściwości użytkowych według systemu 2+. W systemie tym do zadań producenta należy: ustalenie typu wyrobu, prowadzenie zakładowej kontroli produkcji oraz badanie próbek zgodnie z ustalonym planem badania. Do zadań jednostki notyfikowanej należy: certyfikacja zakładowej kontroli produkcji na podstawie wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego oraz ciągły nadzór, ocena i akceptacja działań

prowadzonych przez producenta w zakresie zakładowej kontroli produkcji.

Producent ustala typ wyrobu, określając deklarowane parametry istotnych właściwości. W tym celu przeprowadza wstępne badania obejmujące określenie: wytrzymałość na ściskanie betonu, wytrzymałość na rozciąganie i granicę plastyczności stali, szczegóły konstrukcyjne (takie jak właściwości geometryczne, szczegóły konstrukcyjne zbrojenia, jak i elementów oraz dokumentację techniczną), trwałość z uwagi na nośność, sztywność złączy pali oraz nośność pala. Nośność pala można oznaczyć jedną z trzech metod. Metoda 1 polega na określeniu i zadeklarowaniu wymiarów geometrycznych i właściwości materiałowych pala. Metoda 2 – na określeniu i deklaracji właściwości wyrobu na podstawie obliczeń lub na podstawie obliczeń wspomaganych badaniami fizycznymi. Metoda 3 z kolei na ustaleniu zgodności z założeniami projektowymi. W zależności od przyjętej metody oznaczania nośności pala producent będzie wystawiał różną etykietę przy oznakowaniu CE.

Zakładowa Kontrola Produkcji oznacza „udokumentowaną stałą i wewnętrzną kontrolę produkcji w zakładzie produkcyjnym zgodnie ze stosownymi zharmonizowanymi specyfikacjami technicznymi” [4]. W ramach Zakładowej Kontroli Produkcji producent przeprowadza kontrole i badania zarówno surowców, jak i gotowych wyrobów (niezależnie od badań typu), z określoną ustaloną wcześniej częstotliwością, wynikającą z ustaleń normowych. Częstotliwość, metodę i parametr badany przy sprawdzaniu gotowych pali lub segmentów przedstawia tabela 1. Sprawdzenie gotowych pali prefabrykowanych należy przeprowadzić jak najwcześniej, jak tylko jest to możliwe. Sprawdzenie to powinno mieć miejsce w wytwórni lub na placu składowym. Niedopuszczalne jest przeprowadzanie tych badań po dostarczeniu i przyjęciu wyrobu przez zamawiającego. Ponadto producent w ramach ZKP zobowiązany jest do prowadzenia [10, 11] m.in:

- kontroli w trakcie procesu produkcji,
- nadzoru nad wyposażeniem (obejmujący procedury regularnego wzorcowania, sprawdzania i konserwacji przyrządów do ważenia, mierzenia i badania),
- procedur postępowania z wyrobem niezgodnym,
- działań w przypadku zgłoszenia reklamacji,
- działań korygujących, które mają na celu usunięcie niezgodności oraz identyfikację i usunięcie przyczyn ich powstania,
- działań zapobiegawczych, mających na celu usunięcie przyczyn potencjalnych niezgodności mogących występować w przyszłości.

Bardzo istotnym elementem Zakładowej Kontroli Produkcji jest prowadzenie i przechowywanie przez producenta zapisów, które stanowią dowód przeprowadzenia poszczególnych czynności. Przykładowo zapisy z kontroli i badań powinny zawierać m.in.: datę kontroli lub badań, zastosowane metody badawcze, wynik oraz ewentualną ocenę zgodności wyników z wcześniej ustalonymi wymaganiami. Ponadto dla gotowych wyrobów zapisy obejmują: niepowtarzalny kod lub oznaczenie, miejsce produkcji, datę wykonania pała i inne. Zapisy powinny być przechowywane przez producenta przez określony okres archiwizacji.

4. Deklaracja właściwości użytkowych i oznakowanie CE

Poprzez wypełnienie deklaracji właściwości użytkowych producent bierze na siebie pełną odpowiedzialność za zgodność wyrobu z zadeklarowanymi właściwościami użytkowymi. Deklaracja właściwości użytkowych zawiera [12]:

- numer deklaracji,
- niepowtarzalny kod identyfikacyjny wyrobu,
- zamierzone zastosowanie wyrobu,
- nazwę producenta i/lub upoważnionego przedstawiciela,
- zastosowany system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych (w przypadku prefabrykowanych pali żelbetowych jest to 2+),
- numer normy zharmonizowanej (tj. PN-EN 12794+A1:2008),
- numer i nazwę jednostki notyfikacyjnej certyfikującej ZKP,
- deklarowane właściwości użytkowe,
- sformułowanie: „Właściwości użytkowe określonego powyżej wyrobu są zgodne z zestawem deklarowanych właściwości użytkowych. Niniejsza deklaracja właściwości użytkowych wydana zostaje zgodnie z rozporządzeniem (UE) nr 305/2011 na wyłączną odpowiedzialność producenta określonego powyżej.”
- data, miejsce, podpis.

Samo oznakowanie CE, zgodnie z wytycznymi rozporządzenia nr 305/2001 [4], należy umieścić na gotowym wyrobie lub na jego etykiecie w sposób widoczny, czytelny i trwałe. Norma PN-EN 12794+A1:2008 [5] zaznacza, że każdy pał lub segment pała powinien być oznakowany lub zaopatrzony w etykietę umieszczoną w pobliżu głowicy pała. Oznakowaniu CE wg [4] towarzyszą następujące informacje:

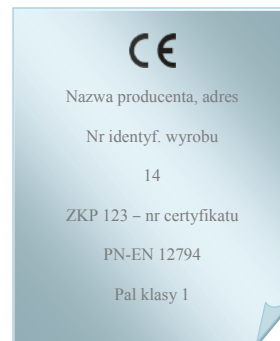
- dwie ostatnie cyfry roku, w którym po raz pierwszy wyrób został oznakowany,
- nazwa i adres producenta,
- kod identyfikacyjny typu wyrobu,
- numer referencyjny deklaracji właściwości użytkowych wyrobu,
- poziomy lub klasy zadeklarowanych właściwości,
- numer zharmonizowanej normy (w tym przypadku [5]),
- numer jednostki notyfikowanej,
- zamierzone zastosowanie wyrobu.

Jak już wcześniej wspomniano, w zależności od metody oznaczania i deklarowania nośności pała występują trzy wersje etykiet: dla metody 1 – deklarowanie cech geometrycznych

i właściwości materiału, metody 2 – deklarowanie właściwości wyrobu oraz metody 3 – deklarowanie zgodności z ustaleniami projektowymi. Ponadto norma PN-EN 12794+A1:2008 [5] umożliwia stosowanie tzw. etykiety uproszczonej. Jej przykładowa forma graficzna przedstawiona jest na rysunku 3. Na etykiecie uproszczonej zamieszczone są następujące informacje:

- dwie ostatnie cyfry roku, w którym po raz pierwszy wyrób został oznakowany,
- nazwa i adres producenta,
- kod identyfikacyjny typu wyrobu lub datę wyprodukowania pała,
- numer certyfikatu ZKP,
- klasa pała,
- w przypadku pali segmentowych klasyfikację złączy i ewentualnie dodatkowe właściwości,

- powołanie na normę PN-EN 12794+A1:2008. Etykieta uproszczona może być z powodzeniem powszechnie stosowana, gdyż zgodnie z rozporządzeniem nr 305/2011 kopia deklaracji właściwości użytkowych wyrobu budowlanego (wraz ze wszystkimi deklarowanymi parametrami technicznymi pała) powinna być dostarczana w formie papierowej lub elektronicznej na żądanie odbiorcy. Kopia deklaracji może być również umieszczona na stronie internetowej producenta wyrobu.



Rys. 3. Przykład informacji uproszczonej przy oznakowaniu CE prefabrykowanych pali żelbetowych klasy 1, zgodnie z PN-EN 12794+A1:2008

5. Podsumowanie

Szeroki asortyment oraz niezaprzeczalne zalety prefabrykowanych pali żelbetowych, do których należą między innymi: szybkość wykonania palowania, kontrolowana w warunkach laboratoryjnych wysoka wytrzymałość betonu oraz odporność betonu na środowiska agresywne, sprawiają, że pale te są szeroko stosowane w posadowieniu obiektów komunikacyjnych. Ponadto wysoka jakość procesu produkcji, kontrolowana i nadzorowana przez niezależną jednostkę, sprzyja nie tylko wzrostowi zaufania pomiędzy producentem a odbiorcą wyrobu, ale również gwarantuje trwałość posadowienia obiektów budowlanych. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 ustanowiło ogólnoeuropejskie warunki wprowadzenia wyrobów budowlanych do obrotu. Rozporządzenie to objęło swym zasięgiem również prefabrykowane pale żelbetowe. Dla odbiorcy najistotniejsza jest jednak wiedza na temat wymaganych dokumentów, dostarczanych wraz z wyrobem np. informacji towarzyszących oznakowaniu CE i deklaracji właściwości użytkowych.

KONSTRUKCJE – ELEMENTY – MATERIAŁY

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Sobala D., Prefabrykowane żelbetowe pale wbijane. Projektowanie, wykonawstwo, nadzór. Seminarium Fundamenty palowe, Warszawa, 22.04.2009
- [2] Rybak J., Sobala D., Pale prefabrykowane w fundamentowaniu mostów. Wrocławskie Dni Mostowe Prefabrykacja w mostownictwie, Wrocław, 23–24.11.2010
- [3] Czarnecki L., Piotrowski T., Trwałość żelbetowych pali fundamentowych, Materiały budowlane 2/2008 (nr 426)
- [4] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 roku ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG
- [5] PN-EN 12794+A1:2008 Prefabrykaty betonowe. Pale fundamentowe
- [6] PN-EN 13369:2013–09 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu
- [7] PN-EN 206:2014–04 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

- [8] PN-EN 10080:2007 Stal do zbrojenia betonu. Spajalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne
- [9] Giergiczny Z., Dobór cementu w produkcji elementów prefabrykowanych. Wrocławskie Dni Mostowe Prefabrykacja w mostownictwie, Wrocław, 23–24.11.2010
- [10] Instrukcja ITB nr 414/2006 Zakładowa kontrola produkcji wyrobów budowlanych. Wymagania, Wydawnictwo ITB, Warszawa, 2006
- [11] Wytyczne dla producentów wyrobów budowlanych dotyczące Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP), Wydawnictwo ITB VIII/1, marzec 2015; dostęp on-line: <http://www.itb.pl/pl/certyfikacja.html>, data pobrania grudzień 2016
- [12] Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) nr 574/2014 z dnia 21 lutego 2014 r. zmieniające załącznik III do Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 w odniesieniu do wzoru, który należy stosować przy sporządzaniu deklaracji właściwości użytkowych wyrobów budowlanych