

MARZENA NAJDUCHOWSKA*

Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych

W artykule omówiono stan normalizacji w zakresie wyrobów i systemów do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Podjęto zagadnienia wspólne dla wszystkich kategorii wyrobów i systemów opisanych w serii norm PN-EN 1504. Przedstawiono zadania producenta materiałów i systemów do napraw konstrukcji betonowych przed wprowadzeniem wyrobu na rynek budowlany. Omówiono także zagadnienia, jak wstępne badania typu, zakładową kontrolę produkcji, systemy oceny zgodności oraz deklarację zgodności i oznakowanie wyrobu znakiem CE.

W roku 2010 Polski Komitet Normalizacyjny zakończył prace nad wprowadzaniem w Polsce norm z serii PN-EN 1504, dotyczących wyrobów i systemów do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Normy PN-EN 1504 zostały wprowadzone do stosowania jako zharmonizowane normy europejskie o statusie Norm Polskich. Norma PN-EN 1504 składa się z dziesięciu części.

W części 1 normy PN-EN 1504 [1] zostały zdefiniowane terminy dotyczące wyrobów i systemów ochrony i napraw konstrukcji betonowych, natomiast w częściach od 2 do 7 określono wymagania i kryteria zgodności dotyczące cech identyfikacyjnych oraz właściwości użytkowych poszczególnych kategorii wyrobów [2–7]. Procedury sterowania jakością i oceny zgodności wyrobów oraz systemów ochrony i napraw betonu podejmuje część 8 normy PN-EN 1504 [8]. Z kolei ostatnia 10 część serii norm PN-EN 1504 dotyczy stosowania wyrobów i systemów na placu budowy oraz sterowania jakością prac [10]. W normie tej podano wymagania odnośnie do stanu podłoża przed robotami i podczas prowadzenia robót, obejmujące stabilność konstrukcyjną, przechowywanie, przygotowywanie i stosowanie wyrobów oraz systemów do ochrony i napraw konstrukcji betonowych, w tym sterowanie jakością, konserwacja, higiena i bezpieczeństwo oraz wpływ na środowisko.

Dla materiałów do naprawy konstrukcji betonowych w drogowych obiektach inżynierskich, takich jak np.: obiekty mostowe, tunele, przepusty i konstrukcje oporowe, wymagane jest uzyskanie aprobaty technicznej (AT) wydanej przez

* Dr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie.

Instytut Badawczy Dróg i Mostów (IBDiM). Wytyczne uzyskania AT IBDiM znajdują się w zaleceniach IBDiM dotyczących udzielania aprobat technicznych nr Z/2009-03-019 [11]. Zalecenia te obejmują materiały przeznaczone do napraw konstrukcyjnych, które odpowiadają w przybliżeniu materiałom klasy R3 i R4, według PN-EN 1504-3.

Materiały przeznaczone do naprawy nawierzchni betonowych na lotniskach powinny uzyskać oprócz aprobaty technicznej IBDiM, orzeczenie o przydatności stosowania do nawierzchni lotniskowych, wydane przez Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych.

W artykule zostaną omówione zagadnienia wspólne dla wszystkich kategorii wyrobów i systemów opisanych w częściach od 2 do 7 normy PN-EN 1504.

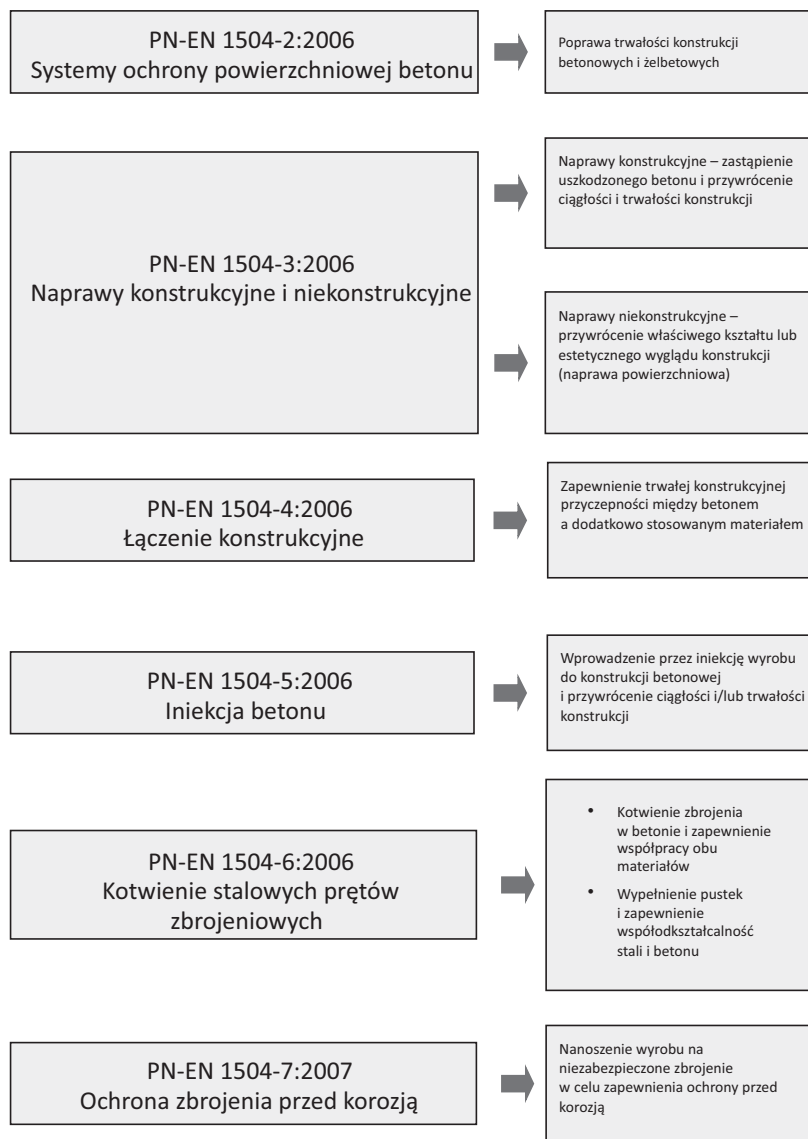
1. Podstawy deklaracji zgodności wyrobów i systemów do ochrony powierzchniowej betonu z serią norm PN-EN 1504

W związku z wprowadzeniem serii europejskich norm PN-EN 1504 producenci wyrobów i systemów do ochrony powierzchniowej betonu powinni wprowadzać do obrotu swoje produkty poprzez deklarowanie ich zgodności z wymienioną serią norm oraz znakować je znakiem CE. W tym celu producent po zakończeniu etapu opracowania nowego typu wyrobu, przed rozpoczęciem ciągłej produkcji i zaoferowaniem go do sprzedaży, powinien przeprowadzić odpowiednie wstępne badania typu wskazane w serii PN-EN 1504-2-7, by wykazać, że przewidywane podczas opracowania wyrobu właściwości są spełnione.

Wyrób należy zaklasyfikować do odpowiedniej kategorii wyrobów i systemów ochrony powierzchniowej betonów, a następnie wybrać i przypisać mu właściwą zasadę i/lub zasady naprawy. Główne kategorie wyrobów i systemów do napraw wraz z ich zadaniami przedstawiono na rycinie 1.

W normie PN-EN 1504-9:2010 w tablicy 1 zamieszczono 11 zasad dotyczących napraw betonu. Rozróżnione zostały zasady napraw betonu wynikające z wad betonu oraz korozji zbrojenia. Zasady naprawy samego betonu podano w wierszach od 1 do 6 i dotyczyły one:

- ochrony przed wnikaniem,
- ograniczenia zawilgocenia,
- odbudowy elementu betonowego,
- wzmocnienia konstrukcji,
- zwiększenia odporność na czynniki fizyczne,
- odporności na czynniki chemiczne.



Ryc. 1. Kategorie wyrobów i systemów do napraw

Natomiast w przypadku korozji zbrojenia lub niebezpieczeństwa, że taka korozja wystąpi w przyszłości norma przewiduje 5 kolejnych zasad napraw. Są one następujące:

- utrzymanie lub przywrócenie stanu pasywnego stali zbrojeniowej,
- podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej,

- kontrola obszarów katodowych,
- ochrona katodowa,
- kontrola obszarów anodowych.

Obok zasad napraw norma podaje metody technicznej realizacji tych zasad oraz odpowiednią część normy PN-EN 1504, w której między innymi należy szukać wymagań dotyczących właściwości materiału lub systemu do napraw. Zasady i metody oraz odpowiednie części normy PN-EN 1504 dotyczące wymagań przedstawiono na rycinie 2.

Zasada 1 (PI) Ochrona przed wnikaniem

Zmniejszenie lub zapobieganie wnikaniu szkodliwych czynników, tj. wody lub innych cieczy, par, gazów, czynników chemicznych i biologicznych

Metody oparte na zasadzie 1

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1.1. Impregnacja hydrofobizująca | 2 |
| 1.2. Impregnacja | 2 |
| 1.3. Nakładanie powłok | 2 |
| 1.4. Powierzchniowe zamykanie rys | |
| 1.5. Wypełnienie rys | 5 |
| 1.6. Przeniesienie rys przez złącza | |
| 1.7. Stosowanie zewnętrznych płyt | |
| 1.8. Stosowanie membran | |

Zasada 2 (MC) Ograniczenie zawilgocenia

Dostosowywanie i utrzymywanie wilgoci w betonie na założonym poziomie

Metody oparte na zasadzie 2

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 2.1. Impregnacja hydrofobizująca | 2 |
| 2.2. Impregnacja | 2 |
| 2.3. Nakładanie powłok | 2 |
| 2.4. Stosowanie zewnętrznych płyt | |
| 2.5. Ochrona elektrochemiczna | |

Zasada 3 (CR) Odbudowa elementu betonowego

Odbudowa elementu do pierwotnego kształtu i przywrócenie pierwotnej funkcji. Odbudowa konstrukcji z betonu poprzez wymianę jej części

Metody oparte na zasadzie 3

- | | |
|---|---|
| 3.1. Ręczne nakładanie zaprawy naprawczej | 3 |
| 3.2. Nałożenie warstwy betonu lub zaprawy | 3 |
| 3.3. Natryskiwanie betonu lub zaprawy | 3 |
| 3.4. Wymiana elementów | |

Zasada 4 (SS) Wzmocnienie konstrukcji

Zwiększenie lub odtworzenie nośności elementu, konstrukcji betonowej

Metody oparte na zasadzie 4

- | | |
|--|------|
| 4.1. Uzupelnienie lub wymiana wewnętrznych lub zewnętrznych prętów zbrojeniowych | |
| 4.2. Zakotwienie prętów w przygotowanych wcześniej lub wywierconych otworach w betonie | 6 |
| 4.3. Doklejanie płyt wzmacniających | 4 |
| 4.4. Nadkład zaprawy lub betonu | 3, 4 |
| 4.5. Iniekcja rys i pustek | 5 |
| 4.6. Wypełnianie rys i pustek | 5 |
| 4.7. Sprężanie (strunobeton lub kablobeton) | |

<p>Zasada 5 (PR) Zwiększenie odporność na czynniki fizyczne Zwiększanie odporności na oddziaływanie fizyczne lub mechaniczne</p>	<p>Metody oparte na zasadzie 5 5.1. Nakładanie powłok 2 5.2. Impregnacja 2 5.3. Nadkład zaprawy lub betonu 3</p>
<p>Zasada 6 (RC) Odporność na czynniki chemiczne Zwiększenie odporności powierzchni betonowych na uszkodzenia pochodzące od oddziaływań chemicznych</p>	<p>Metody oparte na zasadzie 6 6.1. Nakładanie powłok 2 6.2. Impregnacja 2 6.3. Nadkład zaprawy lub beton 3</p>
<p>Zasada 7 (RP) Utrzymanie lub przywrócenie stanu pasywnego stali zbrojeniowej Stwarzanie warunków, w których powierzchnia zbrojenia jest utrzymywana w stanie pasywnym lub przywracana do takiego stanu</p>	<p>Metody oparte na zasadzie 7 3.1. Ręczne nakładanie zaprawy naprawczej 3 3.2. Nałożenie warstwy betonu lub zaprawy 3 3.3. Natryskiwanie betonu lub zaprawy 3</p>
<p>Zasada 8 (IR) Podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej Zwiększanie rezystywności betonu</p>	<p>Metody oparte na zasadzie 8 8.1. Impregnacja hydrofobizująca 2 8.2. Impregnacja 2 8.3. Nałożenie powłok 2</p>
<p>Zasada 9 (CC) Kontrola obszarów katodowych Stwarzanie warunków, w których potencjalnie katodowe obszary zbrojenia nie są w stanie napędzać reakcji anodowych</p>	<p>Metody oparte na zasadzie 9 9.1. Ograniczanie dostępu tlenu (na katodzie) przez nasycenie lub nałożenie powłoki</p>
<p>Zasada 10 (CP) Ochrona katodowa</p>	<p>Metody oparte na zasadzie 10 10.1. Przyłożenie napięcia elektrycznego</p>
<p>Zasada 11 (CA) Kontrola obszarów anodowych Stwarzanie warunków, w których na potencjalnie anodowych obszarach zbrojenia nie mogą przebiegać procesy jego korozji</p>	<p>Metody oparte na zasadzie 11 11.1. Nakładanie na zbrojenie powłoki zawierającej aktywne domieszki 7 11.2. Nakładanie na zbrojenie powłoki ochronnej 7 11.3. Stosowanie inhibitorów korozji w betonie</p>

Ryc. 2. Zasady i metody napraw betonu wg PN-EN 1504-9:2010

Po zaklasyfikowaniu wyrobu lub systemu do odpowiedniej kategorii, wybraniu właściwej zasady i/lub zasad naprawy należy wykonać wstępne badania typu, które są opisane w arkuszach od 2 do 7 normy PN-EN 1504. Próbkę do wstępnych badań typu powinny być pobrane zgodnie z punktem 4 normy PN-EN 1504-8:2006.

2. Wstępne badania typu

Struktura poszczególnych części normy PN-EN 1504 od 2 do 7 jest taka sama. W normach tych w rozdziale 4, w tablicy 1, podane są właściwości użytkowe wyrobów i systemów w odniesieniu do zasad i metod, jakie należy określić we wstępnych badaniach typu. Badania obowiązkowe dla wszystkich zamierzonych zastosowań zaznaczone są za pomocą znaku ■. W tablicy 1 zaznaczone są również badania opcjonalne, które wybiera producent z uwagi na niektóre zamierzone zastosowania, oznaczone są one za pomocą znaku □. Właściwości użytkowe opcjonalne mogą być np. wymagane i wskazane w projekcie konkretnej naprawy.

Wymagania dotyczące właściwości identyfikacyjnych i użytkowych wyszczególnione są w rozdziale 5 w poszczególnych częściach normy PN-EN 1504.

W tablicy 2 normy podane są wymagania dotyczące cech identyfikacyjnych, spośród których producent powinien przeprowadzić, wybrane, reprezentatywne dla danego wyrobu lub systemu badania. Mają one na celu potwierdzanie składu wyrobu podczas produkcji w dowolnym czasie.

By ocenić zgodność wyrobu lub systemu, wyniki otrzymane podczas wstępnych badań typu należy porównać z wymaganiami dotyczącymi właściwości użytkowych. Wymagania te podane są w tablicy 3 normy lub kolejnych w zależności od rodzaju wyrobu lub systemu do napraw. W niektórych częściach normy PN-EN 1504 rozróżniane są również klasy wyrobu, np. dla wyrobów konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych (norma PN-EN 1504-3:2006) [3].

3. Znakowanie CE wyrobów i systemów do ochrony i napraw konstrukcji betonowych

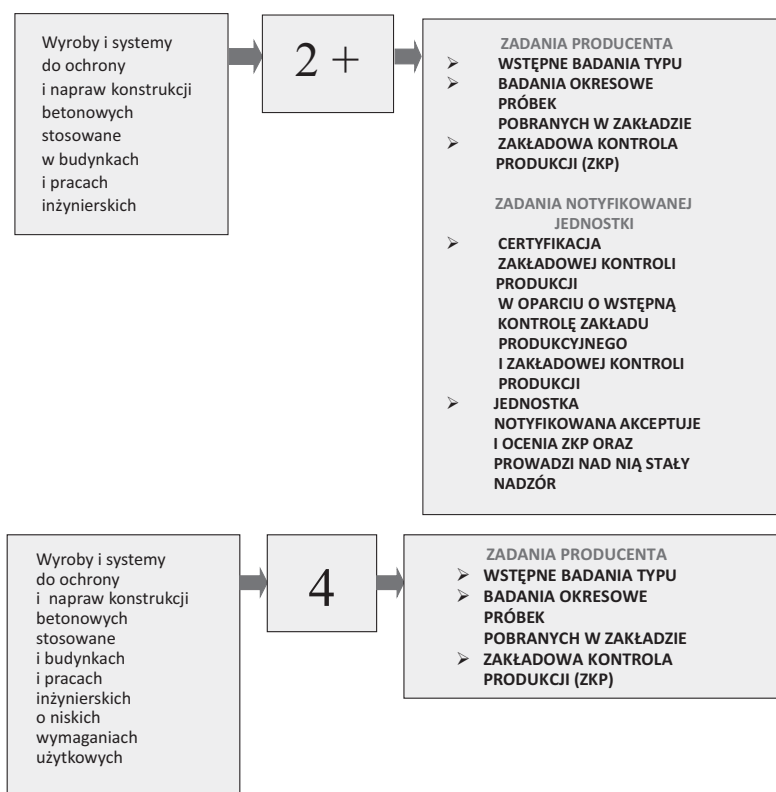
Warunki znakowania wyrobów znakiem CE podane są w załącznikach ZA w poszczególnych częściach normy PN-EN 1504-2-7.

3.1. Systemy oceny zgodności wyrobów i systemów do ochrony powierzchniowej betonu

Wyroby i systemy do ochrony powierzchniowej betonu stosowane w budynkach i pracach inżynierskich podlegają systemowi oceny zgodności 2+, natomiast stosowane w budynkach i pracach inżynierskich o niskich wymaganiach użytkowych systemowi 4. Jeżeli natomiast zastosowanie wyrobu lub systemu podlega przepisom dotyczącym reakcji na ogień, to podlegają one dodatkowo systemom 1, 3 lub 4 w zależności od deklarowanej klasy odporności na ogień.

Oznacza to, że wyroby i systemy do napraw można produkować, powołując się na odpowiednią część normy PN-EN 1504-2 do 7, w przypadku gdy producent

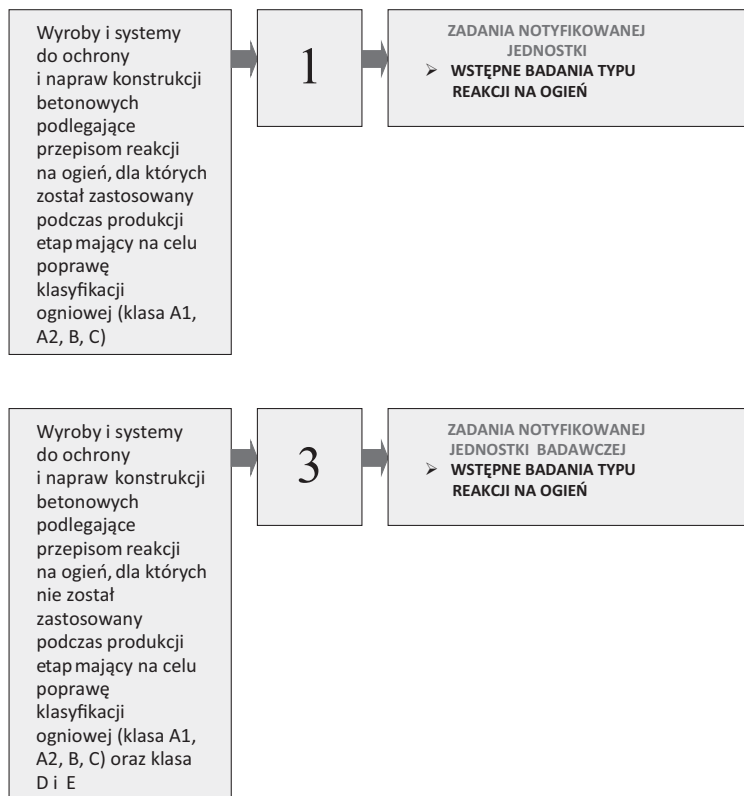
spełnia zadania określone przez odpowiedni system oceny zgodności. Jak już wcześniej wspomniano, zadaniem producenta jest przeprowadzenie wstępnych badań typu metodami opisanymi w wyżej wymienionych normach oraz prowadzenie zakładowej kontroli produkcji. W przypadku systemu oceny zgodności 2+ wymagana jest dodatkowo certyfikacja zakładowej kontroli produkcji przez jednostkę notyfikowaną w oparciu o wstępną kontrolę zakładu produkcyjnego i zakładową kontrolę produkcji oraz ciągłego jej nadzoru, oceny i akceptacji. Na rycinie 3 przedstawiono zadania wynikające z systemu oceny zgodności 2+ i 4.



Ryc. 3. Systemy oceny zgodności dla wyrobów i systemów do ochrony i napraw

Systemy 1, 3 i 4 w przypadku wyrobów lub systemów podlegających przepisom dotyczącym reakcji na ogień dotyczą tylko parametru reakcji na ogień (rycina 4). Pozostałe zadania wynikają z systemów 2+ lub 4 w zależności od zastosowania wyrobu. W przypadku systemu 1, wstępne badania typu reakcji na ogień, wykonuje jednostka notyfikowana certyfikująca zakładową kontrolę produkcji, natomiast w systemie 3 badania typu zleca producent do notyfikowanego laboratorium badawczego. Systemowi oceny zgodności 4 podlegają wyroby na-

prawcze, w przypadku których nie jest wymagane badanie reakcji na ogień. Na przykład zgodnie z decyzją Komisji 96/603/WE (w zmienionej wersji w 2000/WE), można bez przeprowadzenia badań reakcji na ogień, deklorować klasę A1 dla wyrobów zawierających nie więcej niż 1,0%, licząc masowo lub objętościowo (należy przyjąć wartość o większym znaczeniu) jednolicie rozmieszczonych materiałów organicznych.



Ryc. 4. Systemy oceny zgodności dla wyrobów i systemów do ochrony i napraw podlegającym przepisom reakcji na ogień

3.2. Zakładowa kontrola produkcji

Każdy producent odpowiedzialny jest za zorganizowanie i wdrożenie zakładowej kontroli produkcji zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 1504-8:2006 [8]. Zakładowa kontrola produkcji jest to stała wewnętrzna kontrola procesu produkcyjnego prowadzona przez producenta. Zazwyczaj zawiera ona badania wykonywane przez producenta w celu zapewnienia zgodności produkowanych wyrobów z zadeklarowanymi właściwościami identyfikacyjnymi i użytkowymi we wstępnych badaniach typu.

System zakładowej kontroli produkcji powinien być ustalony i udokumentowany oraz powinien składać się z procedur wewnętrznej kontroli produkcji, tak aby producent mógł zapewnić, że wszystkie partie wyrobu wprowadzane na rynek w sposób ciągły spełniają wymagania odpowiedniej części normy PN-EN 1504 z deklarowanymi wartościami. System zakładowej kontroli produkcji powinien obejmować:

- regularne inspekcje, sprawdzenia i badania oraz wykorzystywanie ich wyników do kontroli wyposażenia technicznego, surowców lub materiałów wejściowych i procesu produkcji;
- regularne inspekcje, sprawdzenia i badania gotowych wyrobów wykonywanych z częstotliwością zalecaną w załącznikach A poszczególnych części normy PN-EN 1504 (zwiększenie częstotliwości może być konieczne w czasie początkowej produkcji oraz w następstwie wystąpienia niezgodności).

Wszystkie wyniki inspekcji, badań i ocen oraz podjęte działania powinny być zapisywane i przechowywane przez okres co najmniej pięciu lat.

Dokumentacja zakładowej kontroli produkcji powinna zawierać procedury dotyczące:

- wzorcowania, sprawdzania i konserwacji wszystkich przyrządów używanych do ważenia, mierzenia oraz badania,
- oznakowania i odzienia wszystkich materiałów, surowców oraz materiałów gotowych niezgodnych z wymaganiami,
- identyfikacji i monitorowania materiałów od przyjęcia surowców przez wszystkie etapy produkcji i dostawy.

3.3. Deklaracja zgodności i oznakowanie CE

Na podstawie przeprowadzonych wstępnych badań typu oraz po wdrożeniu zakładowej kontroli produkcji, oraz gdy jest to wymagane do otrzymania certyfikatu wydanego przez jednostkę notyfikowaną, producent powinien wydać deklarację zgodności WE, która upoważnia go do umieszczenia oznakowania CE na wyrobie. W załącznikach ZA w punkcie ZA.2.2. w poszczególnych częściach normy PN-EN 1504 zostały podane wytyczne, jakie informacje powinna zawierać deklaracja zgodności w zależności od systemu atestacji zgodności. W punkcie ZA.3 zostały natomiast podane sposoby znakowania CE i etykietowania wyrobów.

Literatura

[1] PN-EN 1504-1:2006 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 1: Definicje.

- [2] PN-EN 1504-2:2006 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 2: Systemy ochrony powierzchni betonu.
- [3] PN-EN 1504-3:2006 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 3: Naprawy konstrukcyjne i niekonstrukcyjne.
- [4] PN-EN 1504-4:2006 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 4: Łączenie konstrukcyjne.
- [5] PN-EN 1504-5:2006 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 5: Iniekcja betonu.
- [6] PN-EN 1504-6:2007 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 6: Kotwienie stalowych prętów zbrojeniowych.
- [7] PN-EN 1504-7:2007 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 7: Ochrona zbrojenia przed korozją.
- [8] PN-EN 1504-8:2006 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 8: Sterowanie jakością i ocena zgodności.
- [9] PN-EN 1504-9:2010 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 9: Ogólne zasady dotyczące stosowania wyrobów i systemów.
- [10] PN-EN 1504-10:2005; PN-EN 1504-10:2005/AC:2006 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności – Część 10: Stosowanie wyrobów i systemów na placu budowy oraz sterowanie jakością prac.
- [11] Wyroby i systemy do napraw konstrukcji betonowych (naprawy konstrukcyjne). Zalecenia IBDiM do udzielenia aprobat technicznych nr Z/2009-03-019, z. 78, Warszawa 2010.

MARZENA NAJDUCHOWSKA

REPAIR AND PROTECTION OF CONCRETE STRUCTURES

State of normalization in the area of products and systems for protection and repair of concrete structures is presented in the paper. In the present part 1 of the paper problems common for all categories of products and systems described in series of standards PN-EN 1504 are discussed. Duties of producers of materials and systems for protection and repair of concrete structures before bringing product on the building market are presented. Such a problems as initial type testing, factory production control, evaluation of conformity systems as well as declaration of conformity and CE marking of the product are discussed in the paper.