



TERESA MOŻARYN, *t.mozaryn@itb.pl*
Instytut Techniki Budowlanej

ASPEKTY TRWAŁOŚCI OBIEKTÓW ŻELBETOWYCH W ŚWIETLE WYMAGAŃ WYBRANYCH NORM EN I ISO

ASPECTS OF DURABILITY OF RC STRUCTURES TOWARDS THE REQUIREMENTS OF SOME EN AND ISO STANDARDS

Streszczenie Projekt zmian regulacji europejskich dotyczących wprowadzania na rynek wyrobów budowlanych rozszerza dotychczasowe wymagania o zagadnienia zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych. W tym wymaganiu zawiera się trwałość obiektów budowlanych. Do szacowania trwałości obiektów budowlanych, na kolejnych etapach istnienia, niezbędne jest posiadanie kryterialnych wartości właściwości użytkowych. Referat dotyczy możliwości wykorzystania zapisów z wybranych norm EN i ISO do planowania badań trwałości wyrobów budowlanych i wyznaczania porównawczych wartości właściwości użytkowych. Omówiono również zagadnienia trwałości ochrony powierzchniowej i napraw obiektów żelbetowych.

Abstract Draft amendments to European regulations on the marketing of building products extends the existing requirements on issues of sustainable use of natural resources. This requirement includes the durability of building structures. The criterion of performance requirements at different stages of life cycle are necessary to estimate the durability of buildings. This paper concerns the possible use of selected EN and ISO standards for the design of the study on the durability of concrete structures as well as the determination of reference service-life data. The durability of the repair and surface protection of reinforced concrete structures is discussed.

1. Wstęp

Trwałość wyrobu budowlanego to jego zdolność do utrzymywania wymaganych właściwości użytkowych w czasie, pod wpływem możliwych do przewidzenia oddziaływań. Oznacza to, że przy normalnej konserwacji wyrób budowlany powinien umożliwiać prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym obiektom spełnienie wymagań podstawowych w ekonomicznie uzasadnionym przedziale czasu – okresie użytkowania wyrobu. Podczas okresu użytkowania podstawowe cechy wyrobu spełniają lub są wyższe od dopuszczalnych minimalnych wartości kryterialnych, bez ponoszenia kosztów nieprzewidzianych napraw lub wymiany. W tym kontekście okres użytkowania wynika z naturalnej trwałości wyrobu i jego rutynowej konserwacji.

Obecnie stawiane wyrobom budowlanym wymagania techniczne obejmują sześc obszarów: nośność i stateczność, bezpieczeństwo pożarowe, higienę, zdrowie i środowisko, bezpieczeństwo użytkowania, ochronę przed hałasem oraz oszczędność energii i izolacyjność termiczną. Projekt zmian regulacji europejskich dotyczących wprowadzania na rynek wyrobów budowlanych rozszerza powyższe wymagania [1].

Dodatkowe wymaganie podstawowe nr 7 dotyczy zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych. Zgodnie z tym wymaganiem, obiekty budowlane muszą być zaprojekto-

wane, wykonane i rozebrane w taki sposób, aby wykorzystanie zasobów naturalnych było zrównoważone i zapewniało:

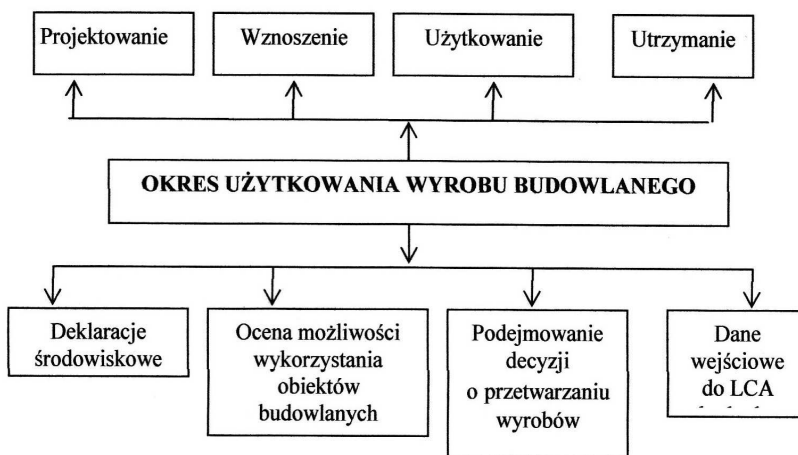
- możliwość ponownego wykorzystania obiektów budowlanych oraz wchodzących w ich skład materiałów i części po rozbiórce;
- trwałość obiektów budowlanych;
- wykorzystanie w obiektach budowlanych przyjaznych środowisku surowców i materiałów wtórnych.

Wdrożenie wymagania podstawowego nr 7 do wprowadzania na rynek wyrobów budowlanych będzie wymagało zamieszczania w dokumentacji technicznej wyrobu budowlanego danych dotyczących jego trwałości. Konieczne będzie przedstawienie dokumentów oceny dotyczących trwałości takich jak: okres użytkowania, właściwości krytyczne i odpowiadające im wymagania użytkowe.

Powstaje więc potrzeba opracowania procedur wyznaczanie i szacowanie trwałości wyrobów budowlanych.

2. Planowanie okresu użytkowania w świetle norm ISO 15686

Grupa norm ISO 15686 „Budynki i budowle – Planowanie okresu użytkowania” może stanowić istotną pomoc podczas planowania badań nad trwałością wyrobów budowlanych. Dotychczas opracowano dziewięć części, a pięć z nich (części 1, 2, 3, 6 i 7) przyjęto w Polsce. Część pierwsza [1] wprowadza w zagadnienia planowania okresu użytkowania, podaje definicje i szczegółowo wprowadza w zagadnienia objęte pozostałymi częściami. Jest dokumentem scalającym i do niej odnoszą się wszystkie pozostałe części normy 15686. Zakres wykorzystania okresu użytkowania wyrobu budowlanego, który wynika z analizy tej części normy przedstawiono na rys 1.



Rys. 1. Obszary wykorzystania okresu użytkowania wyrobu budowlanego

Część druga podaje zasady, na których opiera się przewidywanie okresu użytkowania elementów budynku, uwzględniających różne środowiska użytkowania. Ogólna metoda przedstawiona w normie ma zastosowanie do wszystkich typów elementów budowlanych i może pełnić funkcję przewodnika we wszystkich rodzajach procesów przewidywania okresu użytkowania dotyczących: nowych i innowacyjnych wyrobów, oceny posiadanych wyników wyrobów tradycyjnych, dokonania ustaleń, czy posiadane wyniki są wystarczające

i czy istnieje potrzeba badań uzupełniających. Metoda została opracowana jako narzędzie do ustalania wzorcowego/porównawczego okresu użytkowania (RSL) elementów budowlanych, w zdefiniowanym zbiorze warunków ich użytkowania (RSL data). Dane uzyskane tą metodą mogą być stosowane szczególnie w celu określenia szacowanego okresu użytkowania (ESL) dla określonego obiektu, metodą współczynników [3].

Szacowany okres użytkowania opiera się na referencyjnym okresie użytkowania i serii modyfikujących współczynników, które odnoszą się do specyficznych warunków rozpatrywanego przypadku. Zagadnienia szacowania okresu użytkowania i pozyskiwania danych do zbioru wzorcowych warunków użytkowania przedstawiono w częściach ósmej i dziewiątej [4, 5].

Ogólne zasady oceny właściwości użytkowych na podstawie danych z praktyki przedstawiono w części 7. Opisano procedury, warunki i sposoby przeglądu oceny właściwości użytkowych związanych z trwałością (okresem użytkowania) wyrobów w istniejących obiektach budowlanych. Podano przykłady rejestracji danych z przeglądów oraz klasyfikację warunków użytkowania w odniesieniu do współczynników modyfikujących stosowanych podczas szacowania okresu użytkowania [6].

Zasady przeprowadzania audytów i przeglądów właściwości użytkowych stanowią przedmiot trzeciej części. Audyt właściwości w okresie użytkowania jest działaniem formalnym, zdefiniowanym jako systematyczne badania przez stronę niezależną wymagań, wstępnych i szczegółowych rozwiązań projektowych, instrukcji montażu, odbioru technicznego i użytkowania, w celu określenia ich poprawności w odniesieniu do właściwości w okresie użytkowania. Przeglądy wewnętrzne właściwości w okresie użytkowania są działaniem mniej formalnym i mogą wynikać z procedur kontroli jakości lub innych wymagań wynikających z zarządzania przedsięwzięciem [7].

Przedstawione powyżej części normy ISO 15686 mogą być podstawą do usystematyzowania działań umożliwiających spełnienie przez budynki i ich elementy żadanego poziomu właściwości użytkowych.

Określenie na etapie założeń projektowych zakresu właściwości użytkowych, wybranych jako najbardziej istotne dla trwałości obiektu budowlanego, umożliwi gromadzenie danych ułatwiających podejmowanie decyzji o postępowaniu z obiektem podczas użytkowania. Obecnie dane o okresie użytkowania wyrobów są w większości rozproszone, niedostatecznie udokumentowane lub udokumentowane w taki sposób, że trudno jest wykorzystać je do szacowania okresu użytkowania. Normy serii 15686 mogą stanowić również istotną pomoc w przy opracowywaniu programów utrzymania obiektów budowlanych czy charakterystyk technicznych wyrobów budowlanych z uwzględnieniem trwałości.

3. Przykład doboru poziomu właściwości użytkowych z uwzględnieniem norm zharmonizowanych

Do zapewnienia trwałości konstrukcji żelbetowych w projektowanym okresie użytkowania powinny zostać uwzględnione, między innymi:

- zamierzony lub przewidywany sposób użytkowania,
- przewidywane warunki środowiskowe podczas użytkowania,
- właściwości i zachowanie się materiałów i wyrobów,
- kształt elementów i szczegóły konstrukcyjne,
- jakość wykonawstwa i poziom kontroli,
- utrzymanie i konserwacja obiektu podczas projektowanego okresu użytkowania.

Narażenia środowiskowe dla obiektów betonowych i żelbetowych klasyfikuje się zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003, a dotyczą one szczególnie skutków karbonatyzacji otuliny

zbrojenia, korozji wywoływanej przez chlorki pochodzące ze środowiska, fizycznego działania zamrażania-rozmrażania oraz agresji chemicznej. W części 7 normy 15686 [6] również zamieszczono klasyfikację zanieczyszczenia środowiska przemysłowego i morskiego.

Źródłem informacji o właściwościach materiałów i wyrobów powinny być dokumenty odniesienia: dokumenty techniczne producentów, deklaracje zgodności, aprobaty techniczne. Jak wspomniano wcześniej, w dokumentach tych nie ma informacji o okresie użytkowania. Możliwe jest jednak szacowanie okresu użytkowania wyrobów wbudowanych w istniejące obiekty i tworzenie baz danych o zachowaniu się tych wyrobów w rzeczywistych warunkach użytkowania. Dla wyrobów stosowanych możliwe jest uzupełnienie dokumentacji technicznej o szacowany okres użytkowania jeżeli pozyskane zostaną odpowiednie dane z przeglądów właściwości użytkowych np. podczas przygotowywania prac konserwacyjnych, ekspertyz technicznych wykonywanych w ramach programów utrzymania czy przeprowadzanych remontów. Dla wyrobów nowych możliwe jest wyznaczenie wzorcowego okresu użytkowania, wykonując laboratoryjne badania przyspieszone [3]. Jednak zarówno dla potrzeb projektowania, utrzymania obiektów jak i badań laboratoryjnych do wyznaczenia wzorcowego okresu użytkowania muszą zostać określone te właściwości użytkowe, które będą kontrolowane podczas użytkowania. Dla tych właściwości użytkowych powinny zostać określone krytyczne poziomy wymagań, których przekroczenie będzie wymagało podjęcia decyzji strategicznej (naprawa, remont, odbudowa, wymiana).

Dziesięcioczęściowa norma PN-EN 1504 pod ogólnym tytułem „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, sterowanie jakością i ocena zgodności” może stanowić istotną pomoc przy doborze właściwości użytkowych i ich krytycznych wartości dla obiektów żelbetowych. Części 2÷7 są normami zharmonizowanymi i odnoszą się do badania i oceny wyrobów i systemów do ochrony i napraw konstrukcji betonowych, w tym:

- wyrobów i systemów do ochrony powierzchniowej betonu,
- wyrobów i systemów do napraw konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych,
- wyrobów i systemów stosowanych w łączeniach konstrukcyjnych,
- wyrobów iniekcyjnych,
- wyrobów i systemów do wykonywania powłok ochronnych na niezabezpieczonym zbrojeniu stalowym i wbudowanej stali w naprawianych konstrukcjach betonowych,
- wyrobów i systemów do kotwienia stali zbrojeniowej (prętów), stosowanych do konstrukcyjnego wzmacniania.

Normy zharmonizowane podają zbiory właściwości identyfikacyjnych i użytkowych tych wyrobów oraz uwzględniają ich właściwości odnoszące się do trwałości konstrukcji, klasyfikują wymagania użytkowe i ujednolicają metody badania. Stosując się do zasad wyznaczania wzorcowego i szacowanego okresu użytkowania [4, 5, 6], przyjmując właściwości użytkowe oraz wymagania ze zbiorów zawartych w normie PN-EN 1504 można opracowywać programy badań i plany przeglądu właściwości użytkowych do wyznaczania okresu użytkowania wyrobów, elementów i obiektów.

Takie postępowanie przyjęto w Zakładzie Materiałów Budowlanych ITB, planując badania do oceny trwałości zabezpieczenia powierzchniowego chłodni kominowych, które były naprawiane i zabezpieczane w taki sam sposób, przez tę samą firmę wykonawczą. Na powierzchniach żelbetowych chłodni kominowych zostały zastosowane dwa systemy powłokowe: epoksydowy – na powierzchniach wewnętrznych i siloksanowo/metakrylowy – na powierzchniach zewnętrznych. System epoksydowy składał się z dwóch wyrobów epoksydowych: bezbarwnej, wysoko penetrującej żywicy gruntującej i barwionej żywicy tiksotropizowanej, przeznaczonej do wykonywania warstw pośrednich i wierzchnich na wewnętrznych powierzchniach chłodni kominowych, wentylatorowych i konstrukcji obciążonych wodą i kondens-

satem. System siloksanowo/metakrylowy również składał się z dwóch wyrobów: wyrobu siloksanowego przeznaczonego do hydrofobowej impregnacji podłoża betonowych i wyrobu opartego na żywicy metakrylowej, przeznaczonego do wykonywania wierzchnich warstw ochronno-dekoracyjnych, użytkowanych w warunkach atmosferycznych.

Tablica 1. Porównanie wyników właściwości użytkowych powłok wykonanych w laboratorium z systemów: epoksydowego i siloksanowo/metakrylowego z kryteriami przyjętymi w normie zharmonizowanej PN-EN 1504-2 [8]

Wyniki badań (wartości średnie)	Próbki powłoki z systemu epoksydowego	Próbki powłoki z systemu siloksanowo/metakrylowego	Wymagania PN-EN 1504-2
Przyczepność do betonu, [MPa]	>2,0	1,9	≥ 0,8
	zerwanie kohezyjne w betonie		
Przepuszczalność wody, [kg/m ² h ^{0,5}]	0,025	0,0138	< 0,1
Grubość powłoki, [μm]	100÷250	200÷250	–

Tablica 2. Porównanie wyników właściwości użytkowych badanych próbek systemów powłok z kryteriami przyjętymi w normie zharmonizowanej PN-EN 1504-2 [8]

Wyniki badań (wartości średnie)	Powłoka z systemu epoksydowego po 16 latach użytkowania	Powłoka z systemu siloksanowo/metakrylowego		Wymagania PN-EN 1504-2
		po 12 latach użytkowania	po 15 latach użytkowania	
Przyczepność do podłoża betonowego, [MPa]	2,2 zerwanie kohezyjne w betonie	2,4 zerwanie kohezyjne w betonie	2,4 zerwanie kohezyjne w betonie	≥ 0,8
Przepuszczalność wody, [kg/m ² h ^{0,5}]	< 0,082	0,0038	0,0052	< 0,1
Przepuszczalność pary wodnej, [m]	–	7,3	4,7	< 5
Przepuszczalność dwutlenku węgla, [m]	–	> 240	92	> 50

Oceniono warunki użytkowania oraz program utrzymania chłodni kominowych. W programie badań zastosowano metody i kryteria oceny zgodnie z normą zharmonizowaną PN-EN 1504. W tablicach nr 1 i 2 przedstawiono wyniki badań. Porównanie wyników wartości właściwości użytkowych próbek powłok pobranych z obiektów z próbkami odniesienia wykonanymi w laboratorium i badanymi bezpośrednio po uzyskaniu sprawności technicznej wykazało, że okres użytkowania zbadanej ochrony powierzchniowej w określonych warunkach użytkowania wyniósł co najmniej kilkanaście lat.

4. Podsumowanie

Wyznaczanie okresu użytkowania obiektów i wyrobów budowlanych jest procesem wymagającym systematycznych badań. Procedury, które są przedmiotem norm serii ISO

15686 systematyzują proces zbierania i opracowywania danych do oceny trwałości obiektów i wyrobów budowlanych. Zapisy i wymagania zawarte w normie PN-EN 1504, w zastosowaniu z normami serii ISO 15686 mogą być podstawą opracowania procedur badań przyspieszonych oraz badań in situ do wyznaczania referencyjnego lub szacowanego okresu użytkowania wyrobów i obiektów budowlanych.

Literatura

1. KOM(2008) 311 wersja ostateczna, Wniosek „Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych” Komisja Wspólnot Europejskich, Bruksela, dnia 23.5.2008 r.
2. PN-ISO 15686-1:2005 Budynki i budowle – Planowanie okresu użytkowania – Część 1: Zasady ogólne.
3. PN-ISO 15686-2:2005 Budynki i budowle – Planowanie okresu użytkowania – Część 2: Procedury związane z przewidywaniem okresu użytkowania.
4. ISO 15686-8:2008 Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 8: Reference service life and service-life estimation.
5. ISO 15686-9:2008 Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 9: Guidance on assessment of service-life data.
6. PN-ISO 15686-7:2006 Budynki i budowle – Planowanie okresu użytkowania – Część 7: Ocena właściwości użytkowych na podstawie danych z praktyki dotyczących okresu użytkowania.
7. PN-ISO 15686-3:2005 Budynki i budowle – Planowanie okresu użytkowania – Część 3: Audyty i przeglądy właściwości użytkowych.
8. T. Możaryn, J. Kokowska, The service life of coatings systems applied on cooling towers – a laboratory study and in-situ investigations, RILEM Workshop on Long-term performance of cementitious barriers and reinforced concrete in nuclear plants and waste management. EFC Event 317. NUCPERF 2009, March 30-April 2, 2009, Cadarache, France s. 305÷312.