

**INSTRUKCJE
WYTYCZNE
PORADNIKI**

Leonard Runkiewicz, Jan Sieczkowski

Ocena bezpieczeństwa istniejących konstrukcji żelbetowych

Poradnik

Safety assessment of existing
reinforced concrete structures

Guidance



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2022

KOMITET REDAKCYJNY SERII

Redaktor naczelny
Zastępca redaktora naczelnego
Sekretarz
Członkowie

prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ
dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT, prof. ITB
mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA
dr inż. JAN BOBROWICZ
dr inż. BARBARA FRANCKE
mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Recenzenci

prof. dr hab. inż. WIESŁAW BUCZKOWSKI
dr inż. PIOTR KNYZIAK

Redaktor prowadzący serii

mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Opracowanie redakcyjne

DANUTA SZCZEPAŃSKA

Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

Poradnik 500/2022 zastępuje wydanie z 2019 r.

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej
Warszawa 2022

ISBN 978-83-249-8617-0

ISBN 978-83-249-8618-7 (PDF)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności, ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



Instytut Techniki Budowlanej

Dział Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19
tel.: 22 56 64 208, e-mail: wydawnictwa@itb.pl, www.itb.pl

Spis treści

<i>Streszczenie</i>	4
<i>Summary</i>	4
Przedmowa.....	5
1. Wstęp.....	9
1.1. Przedmiot i zakres opracowania	9
1.2. Terminy i definicje	9
1.3. Rodzaje opracowań technicznych stosowanych w diagnostyce	11
2. Bezpieczeństwo istniejących konstrukcji żelbetowych	12
3. Diagnostyka techniczna istniejących konstrukcji żelbetowych.....	15
3.1. Zagadnienia ogólne	15
3.2. Rodzaje diagnostyk istniejących konstrukcji żelbetowych.....	15
4. Ogólna metodyka diagnostyki istniejących konstrukcji żelbetowych.....	18
5. Pomiar i badania istniejących konstrukcji żelbetowych	20
5.1. Wymagania ogólne	20
5.2. Badania geodezyjne	22
5.3. Badania geotechniczne	23
5.4. Badania fotogrametryczne	23
5.5. Badania betonów	24
5.6. Badania stali zbrojeniowej.....	28
5.7. Badania środowiskowe	29
5.8. Oceny zabezpieczeń chemoodpornych i przeciwwilgociowych.....	29
6. Analiza bezpieczeństwa istniejących konstrukcji.....	30
6.1. Obciążenia istniejących konstrukcji	30
6.2. Bezpieczeństwo istniejących konstrukcji	30
7. Obciążenia próbne istniejących elementów i konstrukcji.....	31
8. Ocena bezpieczeństwa istniejących konstrukcji.....	32
8.1. Konstrukcje, których bezpieczeństwo nie jest zagrożone.....	32
8.2. Konstrukcje, których bezpieczeństwo jest zagrożone	33
Bibliografia.....	34

PRZEDMOWA

Termin „bezpieczeństwo konstrukcji” obejmuje zarówno stany graniczne nośności, jak i stany graniczne użyteczności konstrukcji. Obliczeniowe sprawdzenia bezpieczeństwa konstrukcji polegają na wykazaniu, że w żadnej sytuacji obliczeniowej stany graniczne konstrukcji nie zostaną przekroczone. Bezpieczeństwo konstrukcji wyraża się częściowymi współczynnikami bezpieczeństwa, określanymi w normach projektowania konstrukcji. Natomiast termin „niezawodność konstrukcji”, według PN-EN 1990 [25], jest to zdolność konstrukcji do spełnienia określonych wymagań z uwzględnieniem projektowego okresu użytkowania, na który konstrukcja ta została zaprojektowana. Niezawodność konstrukcji wyraża się zwykle miarami probabilistycznymi.

Stany graniczne nośności to stany związane z katastrofami lub innymi podobnymi postaciami zniszczenia konstrukcji, takie jak:

- utrata równowagi konstrukcji uważanej za ciało sztywne,
- zniszczenie na skutek nadmiernego odkształcenia, przekształcenia się w mechanizm, zniszczenie materiałowe, utrata stateczności,
- zniszczenie na skutek zmęczenia materiału lub innych efektów, zależnych od czasu.

Stany graniczne użyteczności to stany odpowiadające warunkom, po przekroczeniu których konstrukcje przestają spełniać stawiane im wymagania użytkowe.

W myśl PN-EN 1990 [25] sytuacje obliczeniowe to zbiory warunków fizycznych, reprezentujących rzeczywiste warunki w określonych przedziałach czasowych, dla których sprawdza się bezpieczeństwo konstrukcji. Sprawdzenia obliczeniowe dokonuje się metodami częściowych współczynników bezpieczeństwa, zwanymi w poprzedniej generacji PN projektowania konstrukcji metodami stanów granicznych. Metody częściowych współczynników bezpieczeństwa polegają na posługiwaniu się w nierównościach, wyrażających nieprzekroczenie stanów granicznych, obliczeniowymi wartościami zmiennych niezależnych. W ustaleniach normowych są to zwykle oddziaływania i wytrzymałości materiałów, niekiedy również wielkości geometryczne.

Przez termin „oddziaływania” rozumie się [45], [48]:

- oddziaływania bezpośrednie, obejmujące siły przyłożone do konstrukcji i określane terminami „obciążenia”,
- oddziaływania pośrednie, wynikające z narzuconych lub wymuszonych odkształceń konstrukcji, powodowanych na przykład nierównomiernymi osiadaniem

podłoży, skurczem betonu, wpływami temperatury; do oddziaływań pośrednich zaliczane są także oddziaływania wynikające z wpływów eksploatacji górniczej.

Potrzeby przeprowadzenia ocen bezpieczeństwa dotyczą wszystkich konstrukcji, w tym również konstrukcji żelbetowych, pomimo powszechnego przeświadczenia o ich trwałości, czyli zdolności do pełnienia żądanych funkcji przez określony czas w warunkach oddziaływania czynników przewidywanych w okresie użytkowania. Oceny bezpieczeństwa istniejących konstrukcji wykonuje się zwykle przy przebudowie, rozbudowie lub zmianie przeznaczenia oraz w przypadkach wystąpienia zjawisk losowych, np. huraganów, które mają lub mogą mieć wpływ na warunki użytkowania i bezpieczeństwo istniejących konstrukcji. Konstrukcje podczas użytkowania ulegają także postępującej w czasie degradacji wywołanej zjawiskami fizycznymi i/lub chemicznymi oraz mechanizmami wytrzymałościowymi i biologicznymi powodowanymi oddziaływaniem tych zjawisk. W praktyce zazwyczaj występują kombinacje wynikające z różnych mechanizmów w postaci złożonych procesów degradacyjnych, powodujących uszkodzenia istniejących konstrukcji, decydujących w efekcie o ich bezpieczeństwie, niezawodności i trwałości. Oceny bezpieczeństwa konstrukcji wchodzą w zakres diagnostyki obiektów budowlanych.

Warunek bezpieczeństwa istniejących konstrukcji jest spełniony, gdy konstrukcje zostały zaprojektowane i wykonane zgodnie z przepisami (obowiązującymi w czasie realizacji konstrukcji), w tym techniczno-budowlanymi i wiedzą techniczną (Polskimi Normami, warunkami technicznymi wykonania i odbioru itd.) oraz są prawidłowo użytkowane.

W projekcie wykonawczym powinny być uwzględnione wymagania konstrukcyjne, zapewniające przystawalność założeń obliczeniowych do warunków występujących w realizowanej konstrukcji, a także zapewniające trwałość konstrukcji w zadanych warunkach użytkowania obiektu budowlanego. Niedopełnienie wymagań konstrukcyjnych podważa słuszność założeń, przyjętych do wykazania bezpieczeństwa konstrukcji.

Obliczenia konstrukcji zwykle ograniczają się do trwałych sytuacji obliczeniowych. Niekiedy zachodzi również potrzeba sprawdzenia przejściowych sytuacji obliczeniowych.

Bezpieczeństwa konstrukcji w sytuacjach wyjątkowych zapewniane są poprzez zastosowanie zbrojenia, ograniczającego zakres szkód wywołanych oddziaływaniem wyjątkowym.

W obliczeniach konstrukcji stosuje się uproszczone modele rozpatrywanych zjawisk. Zasadność przyjęcia modeli do obliczeń oraz ocenę ich niepewności można sprawdzić empirycznie, poddając badaniu fizyczny element lub nawet całą konstrukcję. Natomiast w przypadku ustalania wymaganego poziomu bezpieczeństwa nie ma możliwości empirycznej weryfikacji przyjętych założeń, a przy tym powin-

no się uwzględnić aspekty ekonomiczne i społeczne, postęp techniczny, umiejętności wykonawców i dyscyplinę realizacji. Problem staje się bardzo złożony i nie sposób go rozwiązać inaczej niż przez rozsądny konsensus inżynierski w stosunku do poczynań poprzedników i przyjętych przez nich ustaleń [45]. Podstawowym stwierdzeniem jest to, że konstrukcje obliczone z dotychczas stosowanym zapasem bezpieczeństwa, uwzględniając też przewidywane w projekcie obciążenia budowli, należycie wykonane, przy użyciu materiałów nie gorszych niż wymagał tego projekt, zachowują się prawidłowo.

Budynki i budowle podlegają w trakcie ich eksploatacji wielokrotnym zmianom i modernizacji, niektóre typy budynków (np. sklepy i biura) modernizowane są co około 10 lat [38], co też wymaga ocen stanu technicznego i zapewnienia bezpieczeństwa. Wiąże się z tym potrzeba wykonania różnego rodzaju opracowań diagnostycznych, których zakres zależy głównie od przyczyn i potrzeb ich wykonania. Niemniej jednak w każdym przypadku oceny stanów technicznych powinny opierać się na szczegółowych badaniach istniejących konstrukcji i wszystkich czynników na nie oddziałujących.

Niniejszy poradnik zawiera podstawowe zasady przeprowadzania ocen bezpieczeństwa istniejących konstrukcji żelbetowych i powinien stanowić pomoc dla osób przeprowadzających takie oceny.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest ocena bezpieczeństwa istniejących konstrukcji żelbetowych, występujących w budownictwie powszechnym.

W opracowaniu podano metodykę diagnostyki oraz oceny bezpieczeństwa istniejących konstrukcji żelbetowych zgodnie z wymaganiami ustawy Prawo budowlane [1], zawartymi w art. 5, ust. 1, p. 1. W artykule tym stwierdzono, że: „... *obiekty budowlane jako całość oraz ich poszczególne części, wraz ze związanymi z nimi urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywane okresy użytkowania, projektować i budować w sposób zgodny z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając spełnienie podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych określonych w załączniku I do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011... ([3]), dotyczących:*

- *nośności i stateczności konstrukcji,*
- *bezpieczeństwa pożarowego,*
- *higieny, zdrowia i środowiska,*
- *bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektów,*
- *ochrony przed hałasem,*
- *oszczędności energii i izolacyjności cieplnej,*
- *zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych.”*

Niniejsze opracowanie przeznaczone jest dla ośrodków diagnostycznych, inżynierów i rzeczoznawców wykonujących badania i oceniających stany techniczne istniejących konstrukcji żelbetowych, szczególnie stany bezpieczeństwa z uwagi na ich nośność i stateczność.

1.2. Terminy i definicje

Awaria budowlana – stan uniemożliwiający lub ograniczający użytkowanie obiektu budowlanego w wyniku uszkodzenia jego elementów lub zepsucia się urządzeń technicznych [58].

Budowa – wykonywanie obiektu budowlanego w określonym miejscu, a także odbudowa, rozbudowa, nadbudowa obiektu budowlanego [1].

Katastrofa budowlana – niezamierzone, gwałtowne zniszczenie obiektu budowlanego lub jego części, a także konstrukcyjnych elementów rusztowań, elementów urządzeń formujących, ścianek szczelnych i obudowy wykopów.

Katastrofą budowlaną nie jest:

- uszkodzenie elementu wbudowanego w obiekt budowlany, nadającego się do naprawy lub wymiany,
- uszkodzenie lub zniszczenie urządzeń budowlanych związanych z obiektem budowlanym,
- awaria instalacji [1].

Konserwacja – wykonywanie robót mających na celu utrzymanie sprawności technicznej elementów obiektu budowlanego [4].

Modernizacja – ulepszenie obiektów zgodnie z aktualnymi normami i oczekiwaniami [37].

Naprawa – przywrócenie zadowalającego stanu elementu obiektu budowlanego przez odnowienie, wymianę lub naprawę części uszkodzonych i tych, które uległy degradacji [37].

Naprawa bieżąca – okresowy remont elementów obiektu budowlanego, który ma na celu zapobieganie skutkom zużycia tych elementów i utrzymanie obiektu we właściwym stanie technicznym [4].

Naprawa główna – remont polegający na wymianie co najmniej jednego elementu obiektu budowlanego [4].

Niezawodność – zdolność konstrukcji lub elementu konstrukcji do spełnienia określonych wymagań, łącznie z uwzględnieniem projektowego okresu użytkowania, na który została zaprojektowana. Niezawodność wyraża się zwykle miarami probabilistycznymi; obejmuje nośność, użytkowalność i trwałość konstrukcji [25].

Odbudowa – odtworzenie (budowa) obiektu budowlanego w całości lub części, w miejscu i o wymiarach obiektu zniszczonego lub uszkodzonego, przy zastosowaniu takich samych lub innych wyrobów budowlanych, niż użyto w stanie pierwotnym.

Odnowa – doprowadzenie elementu obiektu budowlanego do jego pierwotnego wyglądu lub stanu [37].

Przebudowa – wykonywanie robót budowlanych, w wyniku których następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych istniejącego obiektu budowlanego, z wyjątkiem charakterystycznych parametrów, jak: kubatura, powierzchnia zabudowy, wysokość, długość, szerokość bądź liczba kondygnacji [1].

Remont – wykonywanie w istniejącym obiekcie budowlanym robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, a niestanowiących bieżącej konserwacji, przy czym dopuszcza się stosowanie wyrobów budowlanych innych niż użyto w stanie pierwotnym [1]; remont obejmujący prace o koszcie nieprzekraczającym 20% wartości obiektu traktowany jest jako remont bieżący, a obejmujący prace o koszcie nieprzekraczającym 60% wartości obiektu – jako remont kapitalny.

Roboty budowlane – budowa, a także prace polegające na przebudowie, montażu, remoncie lub rozbiórce obiektu budowlanego [1].

Trwałość – zdolność obiektu budowlanego lub jego części do pełnienia żądanych funkcji przez określony czas w warunkach oddziaływania czynników przewidywanych w okresie użytkowania [38].

Uszkodzenie – utrata zdolności obiektu budowlanego lub jego części do spełniania wymaganych funkcji [38].

Utrzymanie – łączenie działań technicznych i związanych z nimi działań administracyjnych podejmowanych w okresie użytkowania w celu utrzymania obiektu budowlanego lub jego części w stanie, w którym mogą one spełniać żądane funkcje [38].

1.3. Rodzaje opracowań technicznych stosowanych w diagnostyce

Pod terminem **diagnostyka** rozumie się tok postępowania zmierzający do postawienia diagnozy. Diagnoza może dotyczyć oceny stanu technicznego, prognozy, przyczyn rozwoju lub zmian tego stanu, lub łącznie wszystkich wymienionych działań.

W diagnostyce budowlanej stosowane są cztery rodzaje opracowań technicznych, które nie zostały zdefiniowane w przepisach prawnych. Opracowaniami tymi są: **ocena techniczna, opinia techniczna, orzeczenie techniczne i ekspertyza techniczna**. Na podstawie literatury technicznej, np. [43], [54], terminy te można zdefiniować, jak podano niżej.

Ocena techniczna – opracowanie dotyczące określonych zdarzeń, zjawisk lub procesów bez podawania przyczyn, ale z oceną zagrożeń i stanu elementów, konstrukcji lub całego obiektu, wykonywane w oparciu o te same zasady, co sporządzanie projektów budowlanych. Oznacza to, że oceny techniczne powinny być opracowywane przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia budowlane.

Opinia techniczna – opracowanie dotyczące określonych rozwiązań projektowych, zdarzeń lub zjawisk, które wystąpiły w procesie projektowania, realizacji lub użytkowania. Może ona zawierać również osąd rozwiązań materiałowych, a także nakładów finansowych. Określa się w niej, analizuje i interpretuje stan projektowy, a w niektórych elementach odnosi się do stanu rzeczywistego obiektu budowlanego. Opracowanie to ma umożliwić sformułowanie wniosków dających odpowiedź na postawione przez zamawiającego pytanie co do dalszych zamierzeń w odniesieniu do opiniowanego obiektu. Do jej wykonania wykorzystuje się wiedzę powszechnie dostępną, lecz z pogłębioną analizą techniczno-ekonomiczną. Oznacza to, że opinie techniczne powinny być opracowywane przez osoby posiadające uprawnienia budowlane lub specjalistyczne.

Orzeczenie techniczne – opracowanie zawierające ocenę rozwiązań technicznych, zjawisk i zdarzeń zachodzących w procesie projektowania, realizacji oraz użytkowania obiektu budowlanego. Może również obejmować ocenę poszczególnych elementów konstrukcyjnych, elementów ogólnobudowlanych, ocenę rozwiązań technologicznych i materiałowych, a także ocenę nakładów finansowych. W przy-

padku wystąpienia niekorzystnych zdarzeń lub zjawisk określa się w niej przyczyny ich powstania oraz formułuje ocenę końcową. Orzeczenia techniczne powinny być opracowywane przez osoby posiadające uprawnienia budowlane lub specjalistyczne.

Orzeczenie techniczne to termin zarezerwowany dla ocen, w których rozstrzygane są sprawy sporne, oraz dla ocen o charakterze sprawdzenia lub weryfikacji.

Ekspertyza techniczna – opracowanie zawierające dokumentację i ocenę zjawisk, zdarzeń i procesów zachodzących w czasie realizacji lub użytkowania obiektu budowlanego, którego zadaniem jest określenie aktualnego stanu technicznego obiektu budowlanego lub jego części, po zaistnieniu okoliczności wywołujących powstanie przemieszczeń, zarysowań, pęknięć, nadmiernych ugięć itp. Na ogół obejmuje ona inwentaryzację uszkodzeń elementów konstrukcyjnych i elementów ogólnobudowlanych, badania podłoża gruntowego, badania kontrolne podstawowych materiałów konstrukcyjnych, badania mechaniczno-strukturalne wbudowanych materiałów. Zawiera ona także sprawdzającą analizę statyczną elementów i ustroju konstrukcyjnego, ocenę rozwiązań technologicznych w poszczególnych fazach realizacji obiektu, określa się w niej i podaje główne przyczyny uszkodzeń, proponuje zalecenia i wariantowe sposoby wzmocnienia uszkodzonych elementów budynku oraz formułuje wnioski końcowe. Wnioski z ekspertyzy powinny stanowić podstawę do ustalenia dalszego postępowania z obiektem lub konstrukcją budowlaną. Ekspertyzy powinny być opracowywane wyłącznie przez rzeczoznawców budowlanych odpowiednich specjalności.

Istotnym rozgraniczeniem pomiędzy oceną i opinią techniczną, a ekspertyzą techniczną jest to, że wykonywanie tych pierwszych opiera się o spodziewany (projektowy) stan elementów i konstrukcji, zaś tych drugich – o rzeczywisty stan materiałowo-konstrukcyjny analizowanego obiektu. Do wykonywania ekspertyz budowlanych wymagane jest specjalistyczne przygotowanie zawodowe oraz odpowiednia wiedza teoretyczna, w szczególności dotycząca zachowania się materiałów, elementów i konstrukcji w czasie oraz w stanach krytycznych.

Rozbudowa, nadbudowa, przebudowa oraz zmiana przeznaczenia budynku powinny być poprzedzone ekspertyzą techniczną stanu konstrukcji i elementów budynku, z uwzględnieniem stanu podłoża gruntowego.

2. BEZPIECZEŃSTWO ISTNIEJĄCYCH KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH

Bezpieczeństwo konstrukcji jest jednym z podstawowych wymagań stawianych konstrukcjom budowlanym, określonych w ustawie Prawo budowlane (art. 5, ust. 1, p. 1a [1]). Wymaganie to jest określone przez przeznaczenie obiektu i miejsce, w którym obiekt się znajduje. W zależności od stopnia spełnienia wymagania bezpieczeństwa podczas jego użytkowania stwierdza się – w wyniku przeprowadzenia