

**INSTRUKCJE
WYTYCZNE
PORADNIKI**

Leonard Runkiewicz
Jan Sieczkowski

Wzmacnianie konstrukcji żelbetowych i murowych

Poradnik

Strengthening of reinforced concrete
and masonry constructions

Guidance



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2023

KOMITET REDAKCYJNY SERII

Redaktor naczelny	prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ
Zastępca redaktora naczelnego	dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT, prof. ITB
Sekretarz	mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA
Członkowie	dr inż. JAN BOBROWICZ
	dr hab. inż. BARBARA FRANCKE
	mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Recenzenci

prof. dr hab. inż. ŁUKASZ DROBIEC
prof. dr hab. inż. MIECZYŚLAW KAMIŃSKI

Redaktor prowadzący serii

mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Opracowanie redakcyjne

DANUTA SZCZEPAŃSKA

Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

Poradnik 468/2023 zastępuje publikację z 2020 roku.

Wydanie poprawione, uzupełnione i rozszerzone

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej
Warszawa 2023

ISBN 978-83-249-8640-8, 978-83-249-8644-6 (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>	5
<i>Summary</i>	5
1. Wstęp	7
1.1. Przedmiot poradnika	7
1.2. Cel i przeznaczenie poradnika	7
1.3. Zakres stosowania poradnika	7
2. Bezpieczeństwo i niezawodność istniejących konstrukcji żelbetowych i murowych	8
3. Diagnostyka techniczna konstrukcji żelbetowych i murowych	9
3.1. Zagadnienia ogólne.....	9
3.2. Rodzaje diagnostyki konstrukcji żelbetowych i murowych.....	10
4. Ogólna metodyka diagnostyki konstrukcji żelbetowych i murowych	16
5. Pomiary i badania konstrukcji żelbetowych i murowych.....	19
5.1. Wymagania ogólne	19
5.2. Badania geodezyjne konstrukcji	19
5.3. Badania geotechniczne podłoża.....	20
5.4. Badania fotogrametryczne obiektu	20
5.5. Badania betonu	20
5.6. Badania stali zbrojeniowej.....	23
5.7. Badania muru.....	24
5.8. Badania środowiskowe	28
5.9. Ocena zabezpieczeń chemooodpornych i przeciwwilgociowych	29
6. Ocena bezpieczeństwa i niezawodności konstrukcji	30
6.1. Ocena obciążeń konstrukcji	30
6.2. Ocena nośności i stateczności konstrukcji	30
6.3. Obciążenia próbne elementów i konstrukcji.....	32
7. Zasady wzmacniania elementów i konstrukcji	34
7.1. Wprowadzenie i zalecenia ogólne	34
7.2. Wzmacnianie metodą dobetonowywania	35
7.3. Wzmacnianie metodą iniekcji rys	37
7.4. Wzmacnianie przez doklejanie stalowych elementów zewnętrznych.....	37
7.5. Wzmacnianie przez doklejanie taśm, mat lub siatek kompozytowych	40
7.6. Wzmacnianie elementów konstrukcji betonem natryskowym.....	50
7.7. Wzmacnianie elementami stalowymi lub kompozytowymi	52

7.8. Wzmacnianie cięgnami sprężającymi	58
7.9. Wzmacnianie konstrukcji metodą iniekcji	59
7.10. Wzmacnianie budynków wielkopłytowych	61
7.11. Wzmacnianie i zabezpieczanie istniejących budynków przy realizacji obiektów plombowych.....	64
8. Przykłady wzmacniania elementów konstrukcji żelbetowych i murowych	73
8.1. Wzmacnianie fundamentów	73
8.2. Wzmacnianie ścian	81
8.3. Wzmacnianie słupów	86
8.4. Wzmacnianie belek.....	95
8.5. Wzmacnianie stropów	108
9. Wzmocnienia istniejących budynków w sąsiedztwie realizowanych obiektów.....	112
10. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót wzmacniających.....	120
Bibliografia	121

WZMACNIANIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH I MUROWYCH

Streszczenie

W poradniku podano zasady diagnostyki, oceny bezpieczeństwa i niezawodności oraz przeprowadzania wzmocnień konstrukcji żelbetowych i murowych budownictwa powszechnego – płaskich lub przestrzennych ustrojów słupowych, słupowo-ryglowych, płytowo-słupowych, ramowych, powłokowych oraz mieszanych. Opisano ogólną metodę diagnostyki konstrukcji żelbetowych i murowych, zasady przeprowadzania badań konstrukcji i podłoża oraz materiałów, z których konstrukcje te są wykonane. Przedstawiono ocenę obciążeń konstrukcji, analizę i ocenę bezpieczeństwa i niezawodności, zasady obciążeń próbnych elementów i konstrukcji oraz zasady wzmocnień elementów konstrukcji. Podano przykłady wzmocnienia fundamentów, słupów, belek, stropów oraz istniejących budynków w sąsiedztwie obiektów realizowanych, a także warunki techniczne wykonania i odbioru robót wzmacniających.

Poradnik jest przeznaczony dla specjalistów związanych z eksploatacją, ośrodków diagnostycznych, projektantów oraz rzeczoznawców oceniających stan techniczny konstrukcji żelbetowych i murowych oraz ich bezpieczeństwo, a także niezawodność ze względu na nośność i stateczność konstrukcji.

STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE AND MASONRY CONSTRUCTIONS

Summary

The guidebook describes principles of diagnosing and strengthening reinforced concrete and masonry constructions used in the construction industry, such as two-dimensional and spatial column systems, mullion and transom systems, slab and column constructions, frame systems, covering systems and mixed systems, as well as assessing their safety and reliability. It gives an overview of a general method of diagnosing reinforced concrete and masonry constructions, principles of examining them, their base and materials they are made from, assessing construction load, analysing and assessing their safety and reliability, trial loads of elements and systems and principles of strengthening construction elements. The guidebook provides examples of reinforcing foundations, columns, beams and floors, buildings near those under construction as well as technical conditions of carrying out and commissioning strengthening work.

It is meant for maintenance services, diagnostic centres, designers and experts that assess the technical condition of reinforced concrete and masonry constructions, their safety and reliability as far as the load capacity and stability of such a construction are concerned.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot poradnika

Przedmiotem poradnika są wzmocnienia konstrukcji żelbetowych i murowych. Przez konstrukcje żelbetowe i mury należy rozumieć płaskie lub przestrzenne ustroje ścianowe, słupowe, słupowo-ryglowe, płytowo-słupowe, płytowe, ramowe, powłokowe oraz mieszane.

1.2. Cel i przeznaczenie poradnika

Celem poradnika jest podanie zasad diagnostyki, oceny bezpieczeństwa i niezawodności oraz przeprowadzania wzmocnień konstrukcji żelbetowych i murowych zgodnie z wymaganiami ustawy *Prawo budowlane* [1].

Poradnik jest przeznaczony dla służb eksploatacji, ośrodków diagnostycznych, projektantów oraz rzeczoznawców oceniających stan techniczny konstrukcji żelbetowych i murowych oraz ich bezpieczeństwo, a także niezawodność ze względu na nośność i stateczność konstrukcji.

1.3. Zakres stosowania poradnika

Zakres stosowania poradnika obejmuje konstrukcje żelbetowe i mury budownictwa powszechnego.

W poradniku przedstawiono problemy związane z określaniem stanu technicznego eksploatowanych konstrukcji żelbetowych lub murowych.

2. BEZPIECZEŃSTWO I NIEZAWODNOŚĆ ISTNIEJĄCYCH KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH I MUROWYCH

Zakres wzmocnień konstrukcji żelbetowych lub murowych oraz stosowane w tym celu metody zależą od oceny bezpieczeństwa i niezawodności konstrukcji.

Bezpieczeństwo i niezawodność są określone przez przeznaczenie obiektu i miejsce, w którym ten obiekt się znajduje. W zależności od stopnia, w jakim jest spełnione wymaganie niezawodności konstrukcji żelbetowych lub murowych podczas eksploatacji, stwierdza się mniejszą lub większą ich niezawodność.

Bezpieczeństwo i niezawodność konstrukcji w teorii stanów granicznych oznacza nieprzekroczenie stanów granicznych nośności i użyteczności w określonych warunkach i zamierzonym czasie użytkowania. Obecnie w normach oceny stanów granicznych przyjęto metodę rozdzielonych współczynników bezpieczeństwa [6–15], [20–26] i [37–45].

Bezpieczeństwo i niezawodność istniejących konstrukcji żelbetowych lub murowych są – w takim ujęciu, w jakim stanowią one „przedmiot analizy teoretycznej” – tym dokładniej oszacowane, im bliższe rzeczywistości są założenia i dane przyjęte do analizy konstrukcji oraz im dokładniejsze są wyniki przeglądów, badań i ocen.

W zależności od przyjętej teorii niezawodności oraz warunków, bezpieczeństwo i niezawodność obiektu mogą być różnie określane na podstawie osiągnięć nauki, techniki i sztuki budowlanej [6–45], [58–60] i [81–89].

Ocena niezawodności i bezpieczeństwa istniejących konstrukcji wykonywana w sposób odbiegający od zasad podanych w normach aktualnych powinna być uzasadniona naukowo. Wcześniejsze edycje norm [3–15, 19–30] mogą być, w uzasadnionych przypadkach, traktowane jako wiedza techniczna. Elementy i konstrukcje żelbetowe lub murowe powinny być wzmocniane zgodnie z normami [3–54].

3. DIAGNOSTYKA TECHNICZNA KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH I MUROWYCH

3.1. Zagadnienia ogólne

Bezpieczeństwo i niezawodność istniejących konstrukcji żelbetowych i murowych ocenia się na podstawie szeregu czynności nazywanych diagnostyką [3–5], [16–18], [59–61] i [81–86].

Diagnostyki konstrukcji żelbetowych i murowych wraz z oceną ich stanu technicznego przeprowadza się najczęściej w wyniku przeglądów obiektów, jak również w przypadku pojawienia się nieprzewidzianych oddziaływań wynikających z:

- innych zachowań podłoża niż przyjęto w projekcie pierwotnym (nierównomierne osiadanie podłoża, działalność górnicza, głębokie wykopy w pobliżu obiektu itp.),
- wystąpienia zjawisk świadczących o uszkodzeniach konstrukcji, np. rysy, nadmierne przemieszczenia lub odkształcenia wymagające oceny stanu bezpieczeństwa konstrukcji,
- zmian sposobu użytkowania obiektu budowlanego, co zwykle jest związane ze zmianami wielkości i rodzaju obciążeń,
- rozbudowy lub nadbudowy, co zwykle jest związane ze zmianami działających obciążeń, a niekiedy ze zmianami przestrzennej pracy konstrukcji,
- uszkodzeń obiektów budowlanych spowodowanych działaniem obciążeń wyjątkowych (pożary, wybuchy, powódzie itp.),
- korozyjnego oddziaływania środowiska,
- zawilgoceń elementów konstrukcji.

Rozwiązywanie problemów występujących podczas diagnozy konstrukcji eksploatowanych jest często trudniejsze niż projektowanie konstrukcji nowych. Bierze się to stąd, że w czasie eksploatacji konstrukcje często ulegają niejednorodnemu osłabieniu i podlegają niszczeniu w wyniku korozji elementów, zmian warunków posadowienia, zmian obciążenia, działania szkodliwego ośrodka, procesów starzenia materiałów, działania czynników losowych itp.

Diagnostyka konstrukcji żelbetowych i murowych wymaga stosowania nowoczesnych metod badawczych i analitycznych, pozwalających na dostatecznie dokładną ocenę właściwości technicznych konstrukcji [32–36], [46–54], [61–65], [75–77] i [85–92].

Realizacja diagnostyki wymaga znajomości pracy i właściwości ocenianej konstrukcji oraz umiejętności wykorzystania wiedzy z wielu dziedzin i dyscyplin nauki oraz techniki.

W zależności od cech budowli i liczby diagnozowanych parametrów stawia się diagnozy mniej lub bardziej kompleksowe. Rozróżnia się diagnozy *proste jednoparametrowe* oraz diagnozy *wieloparametrowe*, ukierunkowane na wiele cech użytkowych obiektu żelbetowego lub murowego.

Kompleksowe i szczegółowe diagnozy techniczne obejmujące wszystkie użytkowe cechy budowli są trudne do przeprowadzenia i powinny być wykonywane przez zespoły specjalistów z różnych dziedzin techniki. Do prawidłowego wykonania diagnozy technicznej potrzebni są specjaliści o wszechstronnych kompetencjach, rzetelności i sumienności.

Ze względu na cel, zakres i specyfikację diagnozy stosuje się różne odmiany diagnostyki technicznej, w której wykorzystuje się odmienne metody przeglądów i ocen. W praktyce, w wyniku przeglądów okresowych, przeprowadza się najczęściej diagnozy wieloparametrowe, wymagające stosowania skomplikowanych badań, pomiarów, obserwacji oraz opracowań analitycznych, często porównywalnych z badaniami naukowymi.

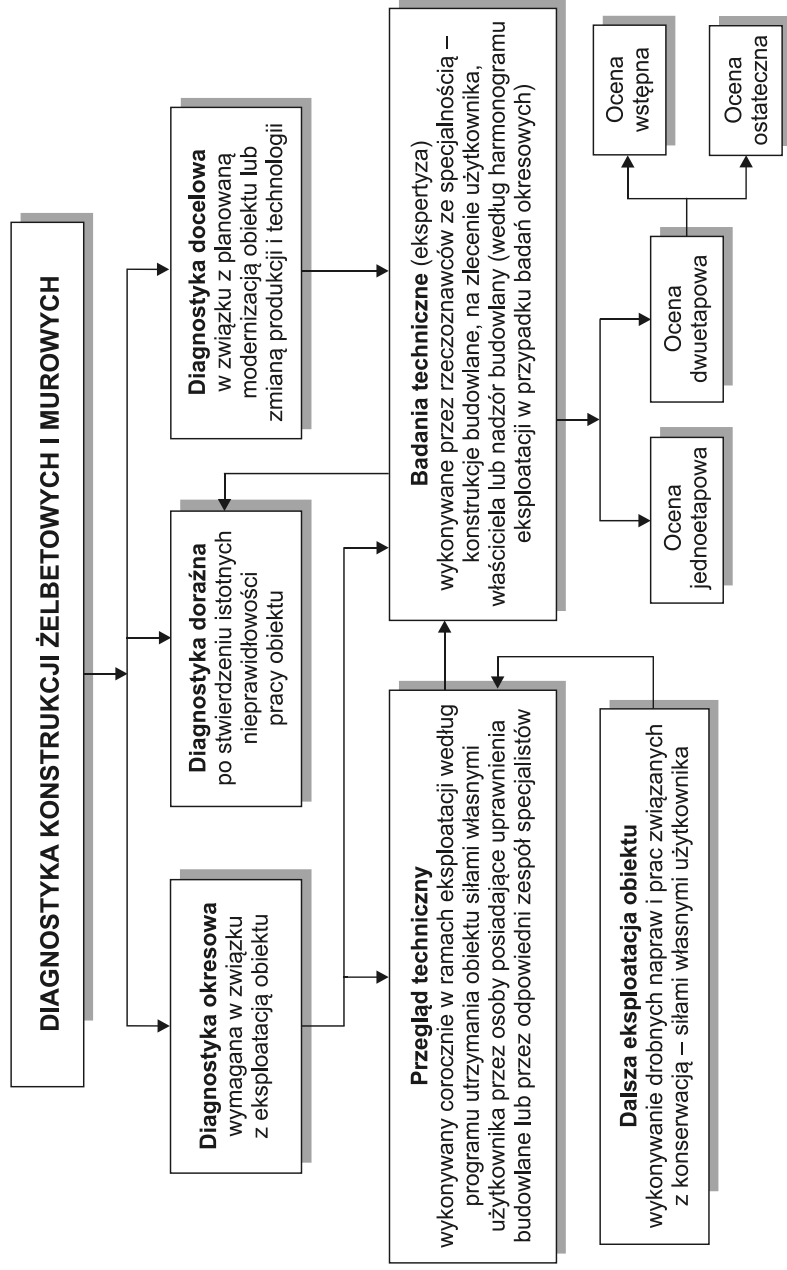
Diagnostyki konstrukcji żelbetowych i murowych obiektów eksploatowanych należą do najbardziej skomplikowanych. Obejmują one badania, obliczenia i analizy uwzględniające rzeczywisty stan konstrukcji, występujące obciążenia i wpływy eksploatacyjne oraz wymagają przyjęcia adekwatnej pracy konstrukcji. Stąd często diagnostyki konstrukcyjne wymagają zastosowania najlepszych i najnowocześniejszych metod badawczych oraz skomplikowanych wariantowych metod analitycznych, oczywiście z wykorzystaniem metod komputerowych.

3.2. Rodzaje diagnostyki konstrukcji żelbetowych i murowych

Wyróżnia się trzy rodzaje diagnostyk konstrukcji żelbetowych i murowych (rys. 1):

- okresowe – przeglądy techniczne,
- doraźne,
- docelowe.

Diagnostyki okresowe są związane z wykonywaniem przeglądów technicznych, które powinny stanowić jeden z podstawowych warunków prawidłowej eksploatacji obiektu zgodnie z wymaganiami ustawy *Prawo budowlane*. Przestrzeganie harmonogramu przeglądów technicznych oraz ich realizacja powinny należeć do użytkownika (zarządcy). Diagnostyki okresowe mogą być wykonane jego siłami własnymi lub przez utworzony w tym celu zespół specjalistów, przy czym powinny być przeprowadzane corocznie i wpisywane do książki obiektów.



Rys. 1. System diagnostyki konstrukcji żelbetowych i murowych

Diagnostyki doraźne mogą być przeprowadzone po stwierdzeniu uszkodzeń konstrukcji lub zauważeniu innych nieprawidłowości dotyczących zarówno elementów, jak i całego obiektu. Potrzebę przeprowadzenia tego rodzaju diagnostyki powinien sygnalizować użytkownik obiektu lub nadzór techniczny. Mogą one wynikać także z oceny dokonanej w ramach przeglądów technicznych lub z oceny państwowego nadzoru budowlanego.

Według ustawy *Prawo budowlane* [1] diagnostyki doraźne powinny być wykonywane podczas normalnej eksploatacji nie rzadziej niż co 5 lat, a w przypadku obiektów szczególnych – co 0,5 roku.

Diagnostyki docelowe są najczęściej związane z ocenami możliwości i warunków przeprowadzania planowanych zmian lub modernizacji konstrukcyjno-budowlanych, rozbudowy, nadbudowy oraz zmian technologicznych w obiektach.

Diagnostyki doraźne i docelowe konstrukcji żelbetowych i murowych wykonuje się najczęściej z powodu:

- występujących uszkodzeń lub lokalnych zniszczeń elementów konstrukcji,
- planowanych zmian sposobu użytkowania lub przedłużenia planowanego okresu eksploatacji,
- pogorszenia się stanu technicznego konstrukcji na skutek eksploatacji, czynników środowiskowych lub obciążeń wyjątkowych (pożaru, wstrząsu, wybuchu itp.),
- planowanej modernizacji lub innych zmian, podczas których będą wymieniane elementy konstrukcyjne lub wprowadzane nowe elementy konstrukcyjne, obok istniejącego układu konstrukcyjnego przenoszącego obciążenia,
- obniżonej niezawodności konstrukcji na skutek wstrząsów parasejsmicznych, zalania wodą, działania pożaru itp.,
- wymagań nadzoru budowlanego, firmy ubezpieczeniowej, właściciela, zarządcy, użytkownika itp.

Diagnostyki okresowe (przeglądy techniczne) mogą być przeprowadzane własnymi siłami *właścicieli* lub *użytkowników (zarządców) obiektów budowlanych*.

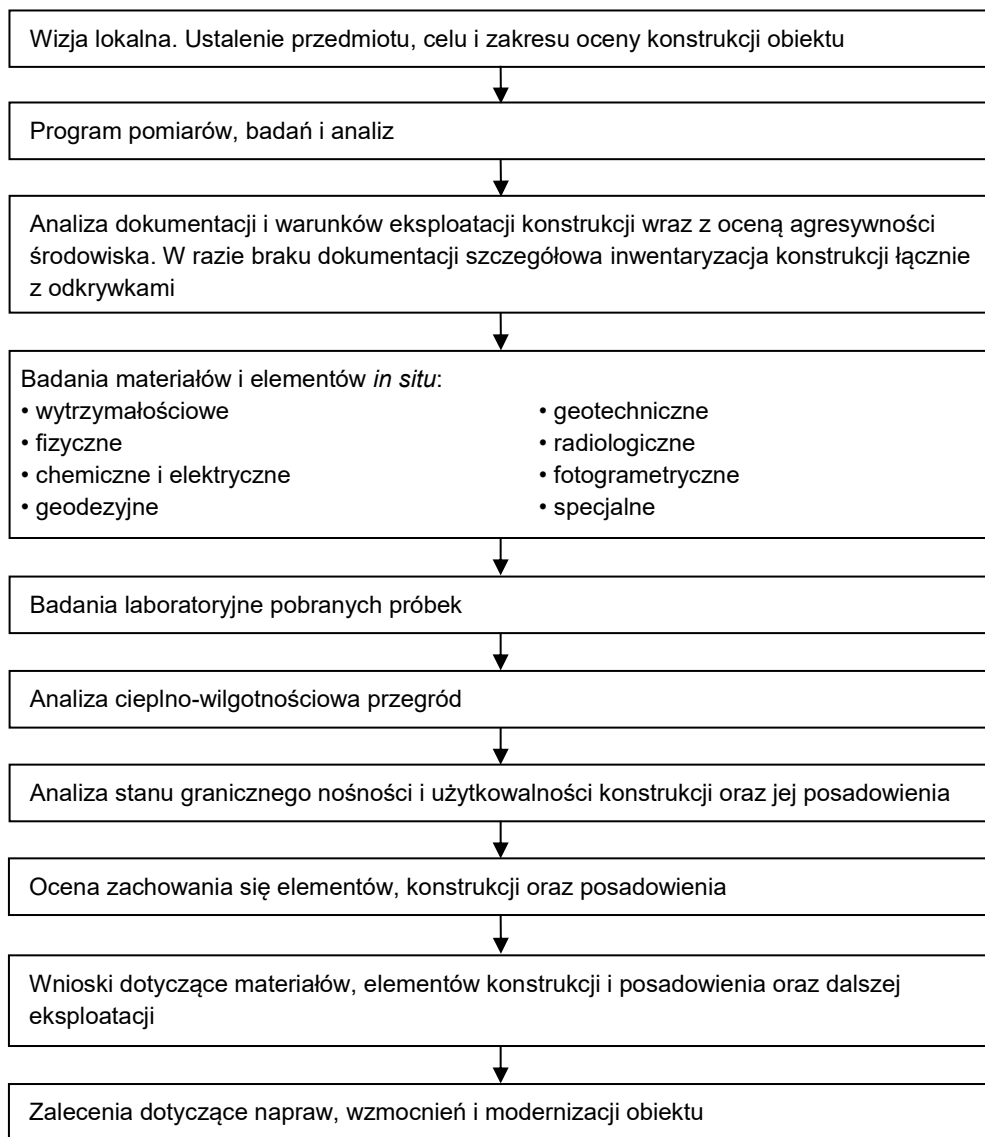
Diagnostyki doraźne lub *docelowe*, które wymagają przeprowadzania badań technicznych i analiz, powinny być wykonywane przez *zespoły specjalistów* lub *uprawnionych rzeczoznawców*.

W zależności od specyfiki poszczególnych przypadków, ocenę (diagnozę) można realizować jednoetapowo lub dwuetapowo.

Jednoetapową ocenę stanu konstrukcji żelbetowych i murowych można wykonać w normalnym trybie postępowania (niewymuszonym wyjątkowo złym stanem technicznym konstrukcji lub koniecznością podjęcia szybkich decyzji w związku z planowaną modernizacją lub innymi czynnościami administracyjno-technicznymi – rys. 2).

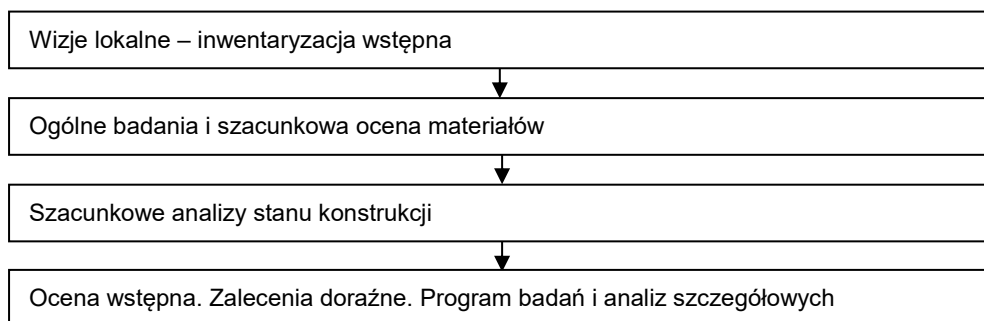
Dwuetapową ocenę stanu technicznego konstrukcji żelbetowych i murowych należy przeprowadzać głównie w razie potrzeby podejmowania decyzji o doraźnym wzmocnieniu lub zabezpieczeniu konstrukcji znajdujących się w wyjątkowo złym

stanie technicznym, a także w celu ukierunkowania dalszych działań (rys. 3). Ten system oceny może być również przydatny w sytuacjach, gdy konieczna jest szybka orientacja dotycząca możliwości adaptacji obiektu w razie planowanych zmian funkcji obiektu lub przewidywanego wprowadzenia istotnych zmian technologicznych i organizacyjnych.

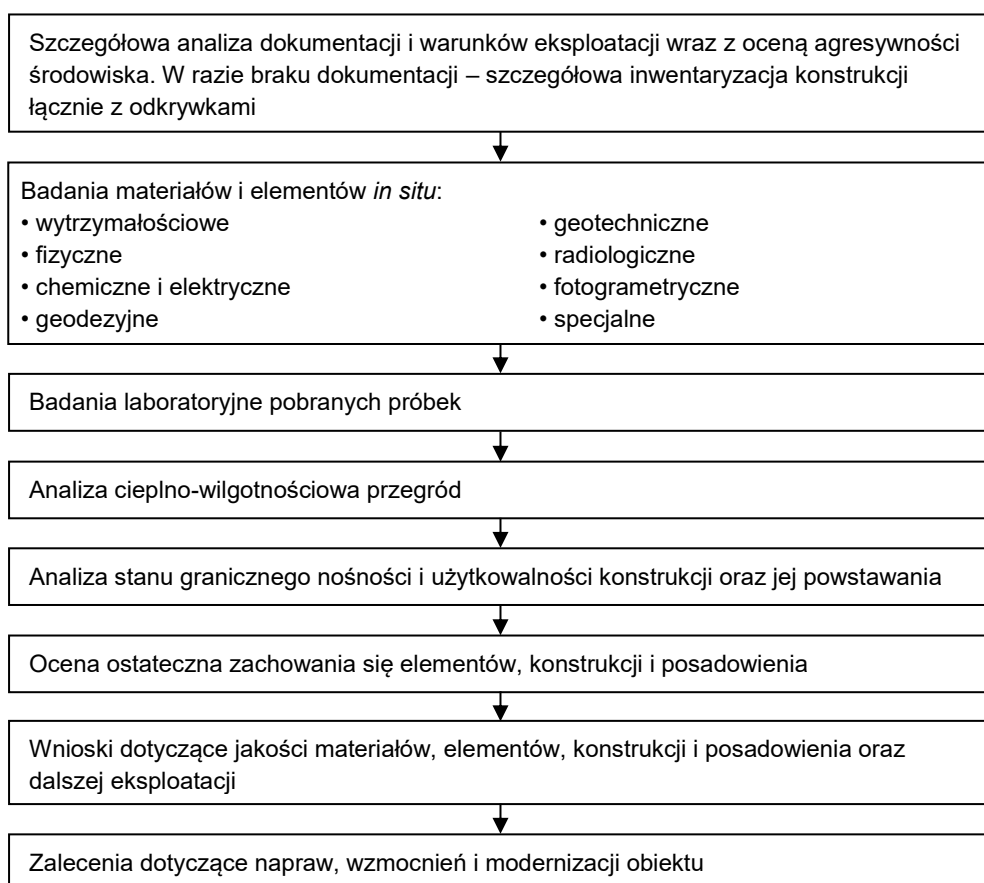


Rys. 2. Schemat jednoetapowej oceny konstrukcji żelbetowych i murowych

I etap



II etap



Rys. 3. Schemat dwuetapowej oceny konstrukcji żelbetowych i murowych

Dwuetapowa ocena konstrukcji żelbetowych i murowych składa się z oceny *wstępnej* i *ostatecznej*.

Bezpieczeństwo i niezawodność żelbetowych i murowych konstrukcji eksploatowanych mogą być (w zależności od wymagań) określane w przypadkach sytuacji:

- trwałych, odpowiadających normalnym warunkom użytkowania,
- przejściowych, odpowiadających warunkom występującym w czasie remontów, modernizacji lub wzmocnień,
- wyjątkowych, odpowiadających warunkom losowym (wypadkowym), nieujętych normami, jak pożar, uderzenie, wichura, zalanie, wybuch.