

Badania i oceny żelbetowych sprężonych dźwigarów dachowych w obiektach eksploatowanych

Prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz, Instytut Techniki Budowlanej,
Politechnika Warszawska, mgr inż. Jan Sieczkowski, Instytut Techniki Budowlanej

1. Wprowadzenie

Sprężone żelbetowe dźwigary dachowe, zarówno strunobetonowe jak i kablobetonowe, były powszechnie stosowane w kraju od połowy lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku, stanowiąc główne, prefabrykowane elementy konstrukcji przekryć obiektów budowlanych. Dźwigary tego typu są nadal produkowane i stosowane, ale w zdecydowanie mniejszym zakresie (rys. 1). W większości przypadków żelbetowe dźwigary sprężone współpracują z nadbetonem konstrukcyjnym, wykonanym po ułożeniu płyt przekrycia, a także z samymi płytami dachowymi, co stanowi dodatkowy zapas bezpieczeństwa obiektów.

Żelbetowe dźwigary sprężone należą, z uwagi na swą specyfikę technologiczno-konstrukcyjną oraz wykonywanie na ogół przez wyspecjalizowane zakłady prefabrykacji, do jednych z najbardziej odpornych na oddziaływanie środowiska elementów konstrukcyjnych (rys. 2).

W dźwigarach tego typu stosowano beton o dość wysokiej klasie – dawniej B35-B45, co odpowiada C30/37-C35/45, a obecnie z reguły C50/60.

Konieczność przeprowadzania okresowych ocen żelbetowych sprężonych dźwigarów dachowych wynika zarówno z przepisów ustawy Prawo budowlane, jak i z większej wrażliwości stali sprężających na korozję w porównaniu

z innymi rodzajami stali w zwykłych konstrukcjach żelbetowych. Mniejsza odporność korozyjna stali sprężających może wynikać z naprężeń występujących w strunach, splotach lub kablach (od początku wykonania występują naprężenia rozciągające) [11].

W niniejszym artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące postępowania w celu oceny uszkodzeń lub zmian warunków eksploatacji żelbetowych dźwigarów sprężonych.

2. Charakterystyka sprężonych żelbetowych dźwigarów dachowych z ubiegłego wieku

Typowe żelbetowe dźwigary sprężone z reguły umożliwiły, oprócz przenoszenia obciążeń od pokrycia dachu, na podwieszenia wciągarek jednoszynowych (tzw. monorelsów) o udźwigu do 30 kN oraz zastosowanie świetlików dachowych o szerokości 3 lub 6 m.

Na żelbetowych sprężonych dźwigarach dachowych najczęściej stosuje się przekrycie z typowych płyt żebrowych o długości 5,87 m. Znacznie rzadziej, w konstrukcjach najstarszych, mogą występować prefabrykowane ruszty stropodachowe ze zbrojonymi płytami pianobetonowymi lub inne, podobne. Nad kablobetonowymi dźwigarami specjalnymi z reguły układane były łupinowe płyty stropodachowe.

Rozpiętości żelbetowych sprężonych dźwigarów wynoszą zazwyczaj od 9,0 do 24,0 m, a w niektórych obiektach przemysłowych nawet do 42 m.

W większości systemów dźwigary te są dwuspadowe, ze zmiennymi liniowo wysokościami.



Rys. 1. Montaż dźwigarów strunobetonowych (źródło – katalog inżyniera)



Rys. 2. Dźwigary kablobetonowe w trakcie produkcji (źródło: comfortsa.pl)

Zbrojenia sprężające dźwigarów są różnicowane w zależności od rozpiętości oraz wielkości obciążeń.

Bardziej szczegółowe dane techniczne dźwigarów znajdują się w dokumentacjach projektowych, np. w katalogach [8–10] lub innych dostępnych publikacjach.

Oprócz powszechnie stosowanych typowych żelbetonowych dźwigarów sprężonych (rys. 3 i 4) niekiedy spotykane są dźwigary projektowane indywidualnie. Szczególnie często znajdują się one w konstrukcjach dachów sal sportowych przy obiektach szkolnych.

3. Diagnostyka sprężonych żelbetonowych dźwigarów dachowych

3.1. Uwagi ogólne

Programy utrzymania obiektów budowlanych powinny obejmować:

- planowe (okresowe) kontrole obiektów,
- diagnostykę stanów obiektów, w tym i dźwigarów,
- naprawy lub remonty, wynikające z kontroli obiektów.

W diagnostykach obiektów ze sprężonymi żelbetonowymi dźwigarami dachowymi można wyodrębnić (podobnie jak w obiektach o innej konstrukcji) trzy rodzaje działań:

- kontrole techniczne okresowe,
- diagnostyki doraźne,
- diagnostyki docelowe.

Schemat działalności kontrolno-diagnostycznych pokazano na rysunku 5.

Kontrole okresowe wynikające z ustawy Prawo budowlane – przestrzeganie harmonogramu okresowych przeglądów technicznych oraz ich realizacja obowiązują użytkowników i mogą być wykonywane ich siłami własnymi lub przez utworzone w tym celu zespoły kontrolujące, w skład których powinny wchodzić osoby z uprawnieniami o specjalności konstrukcyjnej.

Diagnostyki doraźne wykonywane są po zauważeniu uszkodzeń konstrukcji lub wystąpieniu innych istotnych nieprawidłowości dotyczących zarówno elementów obiektów (głównie stropodachu), jak i ich funkcjonowania; potrzeby przeprowadzenia tego rodzaju diagnostyk powinny być sygnalizowane przez użytkowników obiektów lub nadzory budowlane, a także mogą one wynikać z ocen dokonanych w ramach kontroli okresowych.

Diagnostyki docelowe to oceny możliwości dalszego użytkowania dźwigarów będących w bardzo złym stanie (stopień IV wg tabeli 1), a także oceny możliwości i warunków przeprowadzenia planowanych zmian lub modernizacji konstrukcyjno-budowlanych oraz technologicznych obiektów.

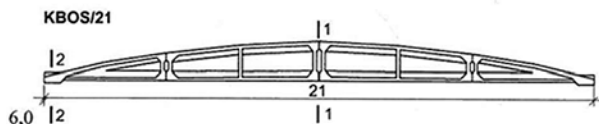
Wymienione rodzaje diagnostyk (doraźne i docelowe) wykonywane są przez rzeczoznawców ze specjalnością konstrukcyjno-budowlaną w zakresie żelbetonowych konstrukcji sprężonych lub przez jednostki badawcze, z wykorzystaniem specjalistycznych badań i analiz technicznych.

W zależności od stanów technicznych konstrukcji, a także potrzeb wykonania ocen, sposoby ich przeprowadzania w ramach diagnostyk mogą być jedno- lub dwuetapowe. Przykłady wybranych, typowych błędów popełnianych podczas diagnostyki dźwigarów kablobetonowych opisano w [14].

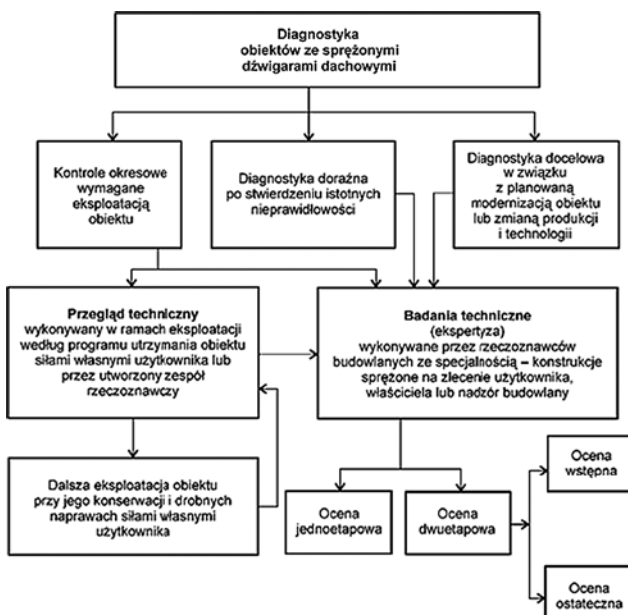
SBSFF-
90/18



Rys. 3. Typowy dźwigar strunobetonowy systemu FF (Fabryki Fabryk)



Rys. 4. Typowy dźwigar kablobetonowy systemu KBOS



Rys. 5. System diagnostyki obiektów budowlanych ze sprężonymi żelbetonowymi dźwigarami dachowymi

W niniejszym artykule zostały zawarte wskazówki dotyczące działań technicznych i badawczych w ramach kontroli okresowych, za wykonanie których są odpowiedzialni – zgodnie z ustawą Prawo budowlane – właściciele lub zarządcy obiektów. Metodyki oraz zakresy badań realizowanych bezpośrednio przez zespoły specjalistów powinny być ustalane indywidualnie, w zależności od stanów konstrukcji.

3.2. Okresowe kontrole obiektów

Przeglądy techniczne w ramach okresowych kontroli obiektów powinny być wykonywane przez przedstawicieli użytkowników obiektów oraz przez służby techniczne odpowiedzialne za bezpieczeństwo eksploatacji. W przypadku braku takich służb zespoły dokonujące przeglądów powinny być uzupełniane osobami z uprawnieniami rzeczoznawcy budowlanego. Zakresy wykonywanych czynności kontrolnych żelbetonowych dźwigarów sprężonych, przeprowadzanych w ramach kontroli okresowych, są podobne do zakresów czynności dla innych konstrukcji. Różnicowane mogą być jedynie przedziały czasowe przeprowadzania przeglądów technicznych, lecz

Tabela 1. Klasyfikacja wrażliwości konstrukcji obiektu ze sprężonymi żelbetowymi dźwigarami dachowymi ze względu na zagrożenia korozyjne

Klasa wrażliwości konstrukcji obiektu z uwagi na zagrożenie korozyjne żelbetowych dźwigarów sprężonych	Rodzaj konstrukcji
A	<ul style="list-style-type: none"> • dźwigary strunobetonowe: <ul style="list-style-type: none"> – dowolnego typu o rozstawach nie przekraczających 6 m, w halach jednonawowych • stypizowane dźwigary kablobetonowe <ul style="list-style-type: none"> – w halach bez świetlików (jednonawowych i wielonawowych) ze specjalnymi systemami odwadniania
	<ul style="list-style-type: none"> • dźwigary strunobetonowe: <ul style="list-style-type: none"> – o rozstawie nie przekraczającym 6 m, w halach wielonawowych, – o rozstawach powyżej 6 m, w halach jednonawowych • dźwigary kablobetonowe <ul style="list-style-type: none"> – stypizowane w halach ze świetlikami (jednonawowych i wielonawowych) oraz specjalnymi systemami odwadniania – kablobetonowe belki uniwersalne
B	<ul style="list-style-type: none"> • dźwigary strunobetonowe <ul style="list-style-type: none"> – o rozstawie nie przekraczającym 6 m, w halach wielonawowych, – o rozstawach powyżej 6 m, w halach jednonawowych • dźwigary kablobetonowe <ul style="list-style-type: none"> – stypizowane w halach ze świetlikami (jednonawowych i wielonawowych) oraz specjalnymi systemami odwadniania – kablobetonowe belki uniwersalne
	<ul style="list-style-type: none"> • dźwigary strunobetonowe <ul style="list-style-type: none"> o rozstawach powyżej 6 m, w halach wielonawowych • dźwigary kablobetonowe <ul style="list-style-type: none"> – specjalne z kablami w kanałach otwartych, – stypizowane w halach wielonawowych z korytowymi systemami odwadniania, – ze sprężonymi przekryciami fałdowymi lub szedowymi
C	<ul style="list-style-type: none"> • dźwigary strunobetonowe <ul style="list-style-type: none"> o rozstawach powyżej 6 m, w halach wielonawowych • dźwigary kablobetonowe <ul style="list-style-type: none"> – specjalne z kablami w kanałach otwartych, – stypizowane w halach wielonawowych z korytowymi systemami odwadniania, – ze sprężonymi przekryciami fałdowymi lub szedowymi
	<ul style="list-style-type: none"> • dźwigary kablobetonowe <ul style="list-style-type: none"> – specjalne z kablami w kanałach otwartych, – stypizowane w halach wielonawowych z korytowymi systemami odwadniania, – ze sprężonymi przekryciami fałdowymi lub szedowymi

Tabela 2. Maksymalne przedziały czasowe badań technicznych żelbetowych dźwigarów sprężonych

Klasa wrażliwości konstrukcji (według tabeli 1)	Maksymalny przedział czasowy okresowych badań technicznych żelbetowych dźwigarów sprężonych [lata]		
	klasa ekspozycji		
	XC1, XC3, XC4	XD1, XD2	XD3, oddziaływania innych agresywnych substancji
A	5	4	3
B	4	3	2
C	3	2	1

nie mogą być one dłuższe niż wynika to z ustawy Prawo budowlane. Harmonogramy przeglądów powinny być uzależniane przede wszystkim od stopnia agresywności środowisk w stosunku do żelbetowych sprężonych dźwigarów dachowych, jak również mogą uwzględniać specyfikę wrażliwości tych konstrukcji na zagrożenia korozyjne.

Oceny konstrukcji powinny obejmować następujące zagadnienia [1]:

- a) stany konstrukcji na podstawie ocen wizualnych;
- b) jakości betonu i stali zbrojeniowych;
- c) analizy oryginalnych projektów;
- d) agresywności środowisk, w tym możliwości skażenia betonu agresywnymi substancjami w trakcie eksploatacji;
- e) historię użytkowania konstrukcji, w tym oddziaływania środowiskowe;
- f) warunki użytkowania (np.: obciążenia i inne oddziaływania);
- g) wymagania dotyczące użytkowania w przyszłości.

Istotnymi zagadnieniami w ocenach ewentualnych uszkodzeń konstrukcji są ustalenia warunków środowiskowych, z wykorzystaniem w tym celu postanowienia PN-EN 1992-1-1 [2] i PN-EN 206 [3].

W celu określenia wrażliwości konstrukcji obiektów ze sprężonymi żelbetowymi dźwigarami dachowymi proponuje się stosować klasyfikację zamieszczoną w tabeli 1.

Hale wielonawowe z żelbetowymi dźwigarami o dużych rozpiętościach stanowią większe zagrożenie korozyjne ze względu

na występujące koszty odpływowe oraz dużą liczbę połączeń elementów.

Częstotliwości kontroli i badań technicznych dźwigarów sprężonych zależą od stopnia agresywności środowiska.

Posługując się charakterystykami zagrożeń korozyjnych, określonych klasami ekspozycji i klasami wrażliwości konstrukcji obiektu (klasy: A, B, C), wymagane częstotliwości przeprowadzania kontroli i badań technicznych określa się wg tabeli 2. Wartości zamieszczone w tej tabeli odpowiadają maksymalnym przedziałom czasowym okresowych przeglądów technicznych. W przypadkach, gdy stany konstrukcji są złe, rzeczoznawcy budowlani mogą ustalać inne przedziały częstotliwości kontroli okresowych.

Kontrole i badania stanu konstrukcji

Kontrole i badania techniczne żelbetowych dźwigarów sprężonych w obiektach powinny obejmować wszystkie ich elementy. Szczególnie ważne są elementy mające wpływ na pracę i trwałość żelbetowych dźwigarów sprężonych.

Kontrole stanu i badania sprężonych żelbetowych dźwigarów dachowych w ramach prowadzonych przeglądów technicznych są zasadniczo ograniczone do oględzin poszczególnych elementów konstrukcji oraz makroskopowych badań materiałów.

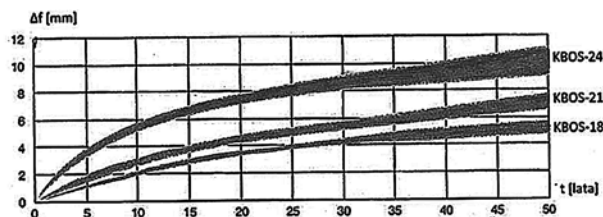
W czasie kontroli i badań konstrukcji w szczególności rejestruje się i ocenia:

- odkształcenia lub ugięcia konstrukcji żelbetowych dźwigarów sprężonych,
- rysy pionowe i rysy ukośne,
- ubytki, spękania i osłabienia struktury betonu oraz objawy korozji kabli sprężających,
- przecieki, wykwyty lub ślady lokalnych zawilgoczeń na powierzchniach dźwigarów oraz na sąsiadujących z nimi elementach żelbetowych,
- objawy korozji blach łączących segmenty prefabrykowanych żelbetowych konstrukcji sprężających,
- objawy odspojenia otulin betonowych zbrojenia sprężającego (podłużne spękania na powierzchni, głuchy ton uderzeń młotkiem),
- stany i jakość betonów/zapraw osłaniających czoła żelbetowych dźwigarów,
- zalegania pyłów na powierzchniach półek żelbetowych dźwigarów i powierzchniach dachowych,
- objawy uszkodzeń malarskich powłok ochronnych lub innych zabezpieczeń antykorozyjnych w postaci zmatowień, spęcherzeń, spękań, złuszczeń i odprysków,
- zalegania zanieczyszczeń lub wód opadowych na połaciach dachowych oraz w korytach lub rynnach odwadniających,
- uszkodzenia pokryć dachowych w postaci pęknięć, purchli itp.,
- braki lub nieszczelności obróbek blacharskich na dachach,
- przebicia pokryć dachowych spowodowane np. wadliwymi mocowaniami instalacji odgromowych,
- uszkodzenia korozyjne i deformacje rynien dachowych i rur spustowych,
- braki szczelności w miejscach połączeń rynien dachowych z rurami spustowymi,
- spękania i ubytki przeszklenia świetlików dachowych,
- zanieczyszczenia lub wadliwe spadki rynienek instalacji odbierających skropliny pod świetlikami,
- braki lub uszkodzenia uszczelnień w miejscach przebiegów instalacji technologicznych i wodno-kanalizacyjnych,
- braki lub wadliwe funkcjonowanie instalacji wentylacyjnych.

Pomiary ugięć żelbetowych dźwigarów należy wykonywać metodami niwelacji, przy zastosowaniu aparatury zapewniającej wiarygodne i dokładne wyniki. Konieczne jest przy tym zainstalowanie na badanych dźwigarach stałych reperów. Pomiarami powinny być objęte, w miarę możliwości, wszystkie kontrolowane dźwigary.

Pomiary niwelacyjne obejmują zarówno ugięcia dźwigarów, jak i imperfekcje, wynikające z niedokładności wykonania i scalania ich elementów. Dlatego jakiegokolwiek wnioskowanie o stanie dźwigarów na podstawie pierwszego pomiaru, porównywanie pomierzonego ugięcia z wartością dopuszczalną itp. jest niedopuszczalne.

Ocenie powinny podlegać jedynie przyrosty ugięć w czasie. Ponadto przyrosty ugięć ulegają znacznym wahaniom w czasie (również ze zmianami znaku), co jest spowodowane przede wszystkim zmiennym obciążeniem dachów śniegiem i zmianami temperatury, a także innymi czynnikami, jak



Rys. 6. Uzyskane z badań bezpieczne przyrosty ugięć dźwigarów dachowych w zależności od czasu eksploatacji

np. remontami pokrycia dachów, zawilgoceniem ich izolacji termicznych itp. Dlatego dąży się do wykonywania pomiarów ugięć w porównywalnych warunkach. Przy dokonywaniu pomiarów ugięć należy unikać okresów dużych zmian temperatury, a zawsze konieczne są jednoczesne precyzyjne pomiary temperatur, aby można było dokonać obliczeniowych analiz i wniesienia do wyników odpowiednich „poprawek” eliminujących wpływy termiczne. W szczególności, oprócz pomiarów temperatury otoczenia dźwigarów zarówno wewnątrz obiektów, jak i na zewnątrz, wskazane jest wyznaczanie za pomocą pirometru wartości temperatury na powierzchniach pasów dolnych i górnych dźwigarów.

Należy podkreślić, że tylko systematyczne pomiary ugięć w porównywalnych warunkach pozwalają na wykorzystanie rejestrowanych różnic przy ocenie zagrożenia awariami konstrukcji poszczególnych dźwigarów.

Przykładowe bezpieczne przyrosty ugięć żelbetowych dźwigarów nie powinny być większe od wartości podanych na rysunku 6.

Wyniki kontroli i badań technicznych poddaje się szczegółowym analizom. Na ich podstawie dokonuje się ogólnych ocen obiektów z dachowymi żelbetowymi dźwigarami sprężonymi, które są podstawą przyjęcia dalszego właściwego trybu postępowania.

W zależności od stwierdzonego stanu istniejącego wyróżnia się cztery klasy ocen:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| I – stan dobry i zadowalający, | III – stan zły, |
| II – stan dostateczny, | IV – stan bardzo zły. |

Kryteria ustalania odpowiednich klas ocen żelbetowych dźwigarów oraz wynikające z nich sposoby dalszego postępowania podano w [12, 13].

3.3. Diagnostyki doraźne i docelowe

Celem badań diagnostycznych są oceny stanu konstrukcji żelbetowych dźwigarów sprężonych, stopnia zniszczenia poszczególnych elementów, określenie charakterystyk betonów i zbrojenia (sprężającego i „miękkiego”), ustalenie przyczyn powstania uszkodzeń oraz prognozowanie trwałości konstrukcji.

Badania powinny obejmować:

- obserwacje i oceny wizualne,
- badania „in situ” konstrukcji lub ich elementów,
- badania laboratoryjne.

Pełne zakresy diagnostyk powinny dotyczyć diagnostyk docelowych. Do diagnostyk doraźnych zakres badań określają

specjaliści (osoby z uprawnieniami lub instytuty badawcze/uczelnie) w zależności od stanu konstrukcji.

Podczas obserwacji wizualnych konstrukcji uwzględnia się wszystkie wymagania zawarte w punkcie 3.2 oraz dodatkowo:

- stan powłok ochronnych na dźwigarach (jeżeli były wykonane);
- obecność zawilgoconych części oraz wykwitów soli;
- obecność rys i odprysków betonu.

Na podstawie wyników obserwacji i ocen warunków użytkowania konstrukcji planuje się badania „in situ” i badania laboratoryjne.

Badania „in situ” i badania laboratoryjne powinny obejmować określenie:

- wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji,
- jakości i uszkodzeń zbrojenia w konstrukcji,
- fizykochemicznych cech betonu, zawilgoceń i temperatury betonu w konstrukcjach.

Badania laboratoryjne powinny być wykonywane przez specjalistyczne laboratoria.

Wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach ocenia się za pomocą metod nieniszczących lub niszczących wg norm przedmiotowych, w zależności od rodzaju betonu.

Próbki betonu powinny być wycinane z konstrukcji, z miejsc, w których osłabienia przekroju w najmniejszym stopniu mogą wpłynąć na nośność konstrukcji, a następnie badane w laboratorium. Badania nieniszczące powinny obejmować od 2% (przy dobrej jednorodności) do 100% (przy jednorodności niedostatecznej) dźwigarów w danym obiekcie.

Ocena stopnia wypełnienia zamkniętych kanałów kablowych w sprężonych dźwigarach żelbetowych za pomocą odkrywek jest uciążliwa i nie zapewnia pełnej informacji o ich wypełnieniu wzdłuż długości dźwigara. Wadę tę można ograniczyć, stosując metody nieniszczące weryfikowane odkrywkami. Do tych metod należy metoda radiograficzna – wykorzystująca źródła promieniowania jonizującego w przenośnych defektoskopach. Mogą być również stosowane inne metody uzasadnione naukowo i dające gwarancję oceny z dostateczną dokładnością.

Rozmieszczenie zbrojenia w wybranych obszarach elementów dźwigarów żelbetowych można określać metodą elektromagnetyczną, zgodnie z instrukcją fabryczną zastosowanego przyrządu (np. femetr, pachometr) lub metodą radiograficzną. Metody te umożliwiają jednocześnie wyznaczenie miejsc odkrywek w celu bezpośredniego zbadania zbrojenia, jeżeli to jest konieczne.

Stopień korozji zbrojenia w sprężonych dźwigarach żelbetowych ocenia się na podstawie charakteru korozji (powierzchniowa, wżerowa, cienki nalot, rdza warstwowa, itp.), barwy i zwartości/szczelności produktów korozji na powierzchni elementów (wyrażonej w procentach w stosunku do całej odkrytej powierzchni), powierzchni przekroju, głębokości uszkodzeń korozyjnych.

W przypadku stwierdzenia występowania korozji wżerowej, głębokość uszkodzeń korozyjnych określa się przez pomiar głębokości wżerów.

Czas ochrony zbrojenia (t_i) liczony w latach od chwili wykonania żelbetowej konstrukcji, w trakcie, którego beton

jest w stanie ochronić zbrojenie, oblicza się wg następującego wzoru:

$$t_i = t_0(a^2 / L_0^2)$$

w którym:

t_0 – czas użytkowania konstrukcji żelbetowej do momentu badania, w latach,

L_0 – głębokość zubożenia betonu w chwili badania, cm,

a – grubość otuliny zbrojenia znajdującego się najbliższej powierzchni elementu żelbetowego, cm.

W przypadku zagrożenia korozją spowodowaną obecnością chlorków przewidywany okres użytkowania wyznacza się na podstawie specjalistycznych badań otuliny zbrojenia.

Głębokość zubożenia betonu w żelbetowych dźwigarach sprężonych określa się na podstawie pomiarów pH, wykonanych zgodnie z normą PN-EN 14630 [4].

Badania składu chemicznego betonów i produktów korozji w próbkach pobranych z konstrukcji wykonuje się w specjalistycznych laboratoriach. Badania te realizowane są z wykorzystaniem analiz chemicznych i instrumentalnych.

Zakres badań ustala się na podstawie danych o substancjach agresywnych uzyskanych z ustalenia warunków użytkowania oraz wykonania elementów żelbetowych.

Niezbędne jest oznaczanie metodą instrumentalną odczynu pH cieczy porowej betonu otuliny zbrojenia (sprężającego i zwykłego) oraz oznaczanie zawartości agresywnych jonów chlorkowych zgodnie z normą PN-EN 14629 [6]. Próbki betonu pobierane są bezpośrednio z obiektu przez przeszkolony personel, w miejscach wskazanych przez ekspertów.

Badania zdolności betonu do pasywowania stali w żelbetowych elementach sprężonych wykonuje się w specjalistycznych laboratoriach, na próbkach pobranych metodami wiercenia lub odwiertów przez przeszkolony personel, w miejscach wskazanych przez ekspertów. Zasada badania polega na doświadczalnym określeniu zależności między gęstością prądu a potencjałem stali umieszczonej w nasyconej wodą próbce zmielonego betonu. Metoda ta jest określona w normie PN-EN 480-14 [7] oraz w publikacji [5].

Podjęcie decyzji o spełnieniu wymagań dotyczących przyszłego użytkowania konstrukcji, bierze się pod uwagę – zgodnie z PN-EN 1504-9 [1] – następujące opcje:

- monitorowanie – przez pewien czas – stanu technicznego konstrukcji i ugięć dźwigarów żelbetowych,
- analizy nośności, które mogą ograniczyć funkcje obiektów,
- powstrzymanie lub ograniczenie dalszej degradacji przez ochronę powierzchniową lub strukturalną żelbetu,
- wzmocnienie lub naprawę i ochronę całych konstrukcji żelbetowych lub ich części,
- odbudowę lub wymianę całych konstrukcji żelbetowych lub ich części,
- rozbiórkę całych konstrukcji żelbetowych lub ich części.

Wzmocnienia żelbetowych dźwigarów sprężonych można wykonywać różnymi technikami, m.in. za pomocą elementów stalowych lub taśm poliwęglanowych według indywidualnego projektu, w zależności od występujących warunków techniczno-użytkowych.

4. Podsumowanie

Żelbetowe sprężone dźwigary dachowe w obiektach eksploatowanych powinny być utrzymywane zgodnie z wytycznymi projektowymi i zaleceniami ITB [12, 13].

Badania okresowe dźwigarów należy wykonywać zgodnie z ustawą Prawo budowlane i wytycznymi [12, 13] przez rzeczoznawców budowlanych, stosując odpowiednie metody zapewniające wiarygodne i dokładne oceny. Niedostateczne wykonanie badań oraz formułowanie błędnych ocen może doprowadzić do zagrożeń awariami lub katastrofami budowlanymi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] 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
- [2] PN-EN 1992-1-1: 2008 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [3] PN-EN 206:2014-04 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

- [4] PN-EN 14630:2007 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Metody badań. Oznaczanie głębokości karbonatyzacji w stwardniałym betonie metodą fenoloftaleinową
- [5] Zybura A., Jaśniok M., Jaśniok T., Diagnostyka konstrukcji żelbetowych, tom 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014
- [6] PN-EN 14629:2008 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Metody badań. Oznaczanie zawartości chlorków w betonie
- [7] PN-EN 480-14:2008 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 14: Oznaczanie podatności korozyjnej stali zbrojeniowej w betonie za pomocą potencjostatycznego badania elektrochemicznego
- [8] System konstrukcyjno-montażowy Fabryki Fabryk, Warszawa, Arkady 1976
- [9] System hal żelbetowych JSB, Warszawa, COBPBP Bistyp, 1978
- [10] Katalog Projektów Konstrukcji Sprężonych, Bistyp, Warszawa, 1957
- [11] Ścislewski Z., Korozja i ochrona zbrojenia, Warszawa, Arkady, 1981
- [12] Runkiewicz L., Ocena stanu technicznego eksploatowanych strunobetonowych dźwigarów dachowych, Wytyczne. ITB, Warszawa, 2017
- [13] Runkiewicz L., Ocena stanu technicznego eksploatowanych kablobetonowych dźwigarów dachowych. Wytyczne. ITB, Warszawa, 2018
- [14] Hulimka J., Wybrane problemy diagnostyki dachowych dźwigarów kablobetonowych, Materiały Budowlane 11/2016, str. 112-113

Studenckie Koło Naukowe DREWNO W ARCHITEKTURZE I BUDOWNICTWIE „LIGNUM”
serdecznie zaprasza STUDENTÓW I DOKTORANTÓW do udziału w

Seminarium WOOD & TECHNOLOGY

19 kwietnia 2018 r. – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Więcej informacji: facebook.com/Wood oraz wood.agh.edu.pl



9–11 maja 2018 r., Kielce-Cedzyna
www.rzeczoznawstwo2018.tu.kielce.pl

TEMATYKA WARSZTATÓW

1. Zagadnienia formalnoprawne i etyczne w działalności rzeczoznawcy i specjaliści budowlanego.
 2. Systemy monitoringów i nieniszczące metody badawcze stosowane w ocenie stanu technicznego obiektów budowlanych z analizą wyników i przykładami zastosowań.
 3. Oceny stanów technicznych, trwałości konstrukcji z uwzględnieniem wpływu środowiska i innych oddziaływań zewnętrznych.
 4. Zagadnienia obejmujące stosowanie nowoczesnych materiałów i technologii budowlanych, a także metody napraw i wzmacniania konstrukcji.
 5. Przykłady prawidłowego i nieprawidłowego opracowania ekspertyzy.
 6. Przystosowanie obiektów wielopłytowych do obecnych standardów technicznych.
- Uczestnicy konferencji otrzymają zaświadczenie o odbyciu szkolenia zawodowego, wydane przez organizatorów.

ADRES KOMITETU ORGANIZACYJNEGO

Politechnika Świętokrzyska
Wydział Budownictwa i Architektury
„Rzeczoznawstwo 2018”
25-314 Kielce, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
tel. +48 41 34 24 808
fax +48 41 34 43 784
e-mail: rzeczoznawstwo2018@tu.kielce.pl
www.rzeczoznawstwo2018.tu.kielce.pl

KOMITET ORGANIZACYJNY

Przewodniczący: dr hab. inż. Barbara Goszczyńska, prof. PŚk
Z-cy Przewodniczącego: mgr inż. Wiktor Piwkowski, dr inż. Stefan Szałkowski
Członkowie: mgr inż. Tadeusz Durak, dr hab. inż. Grzegorz Świt, prof. PŚk, dr hab. inż. Urszula Radoń, prof. PŚk, mgr inż. Sławomir Bęben,
Sekretariat: mgr Anna Pietraszek