

# Wykonywanie, kontrola i odbiór robót budowlanych przy wzmacnianiu konstrukcji żelbetowych

Prof. Leonard Runkiewicz, Instytut Techniki Budowlanej

## 1. Wprowadzenie

Remonty, rozbudowy i modernizacje obiektów budowlanych wymagają stosowania nowoczesnych technologii na bardzo wysokim poziomie.

Budynki i budowle inżynierskie często posiadają skomplikowane konstrukcje pracujące w bardzo trudnych i różnorodnych warunkach. Ponadto wymagają one bardzo dużej trwałości i niezawodności.

Do ich remontów, wzmocnień lub modernizacji stosowane są różnorodne technologie z zastosowaniem nowoczesnych technik wytwarzania [1 ÷ 3].

Dotychczas, najbardziej rozpowszechnione są konstrukcje żelbetowe.

Zarówno projektowanie, jak i wykonawstwo wzmocnień obiektów budowlanych wymaga bardzo wysokiego poziomu i stosowania systemów zarządzania wg PN-ISO 9000 [5].

Projektanci wzmocnień obiektów budowlanych powinni mieć dużą wiedzę i doświadczenie, aby wykonywać projekty na wysokim poziomie.

Natomiast wykonawcy wzmocnień obiektów żelbetowych powinni przestrzegać warunków i zasad wykonywania i odbioru robót żelbetowych [3 ÷ 13].

## 2. Dokumentacja projektowa

Dokumentacja projektowa wzmocnień żelbetowych konstrukcji bu-

dowlanych powinna być zgodna z normami powołanymi w odpowiednich rozporządzeniach (np. PN-B-03264:2002 lub PN-EN-1992-1-1:2008, PN-EN 13670 i PN-EN 206-1:2003), aprobatkach technicznych oraz normach na wyroby budowlane.

Dokumentacja dotycząca wykonywania wzmocnień konstrukcji żelbetowych obiektów budowlanych powinna być przygotowana zgodnie z wymaganiami podanymi w normie PN-EN 206-1:2003 oraz PN-EN 13670 [12], z tym że:

- konstrukcje żelbetowe powinny być zaprojektowane zgodnie z polskimi normami państwowymi oznaczonych symbolami PN-B lub PN-EN, powołanymi w odpowiednich rozporządzeniach dotyczących tego typu konstrukcji,
- projekty zbrojenia poszczególnych elementów (obiektu) powinny być opracowane zgodnie z wymaganiami podanymi w przepisach, PN-B-03264:2002, normach PN-EN, PN-ISO oraz wytycznych i instrukcjach ITB,
- projekty organizacji wzmocniających robót betonowych i żelbetowych powinny być dostosowane do rodzaju i wielkości wzmocnianych obiektów oraz przyjętych zasad wykonywania robót.

W projektach wykonawczych należy określać kształty każdego wzmocnianego elementu oraz zaznaczać położenia prętów zbrojeniowych lub innych elementów konstrukcji wzmocniającej i istniejącej.

Do dokumentacji powinny być dołączone wymagania techniczne lub technologiczne w zakresie niezbędnym do prawidłowego wykonywania wzmocniających robót betonowych i żelbetowych, z ewentualnym podaniem wymagań dotyczących przygotowania mieszanki betonowej, metod wykonywania robót, wskazówek stosowania przerw roboczych w elementach konstrukcyjnych, wymagań dotyczących warunków obciążania lub odciążania konstrukcji itp.

Dokumentacja powykonawcza żelbetowych konstrukcji wzmocnianych obiektów budowlanych powinna zawierać:

- uaktualniony projekt wykonawczy z naniesionymi zmianami potwierdzonymi przez nadzór techniczny inwestora,
- wyniki badań technicznych wynikających z obowiązujących norm i przepisów oraz/lub dokumentację projektową,
- dziennik budowy i dzienniki badań przeprowadzonych w laboratorium,
- ważniejsze wyniki badań laboratoryjnych i dokonanych na ich podstawie zmian w technologii wykonywania,
- wyniki odbiorów częściowych robót oraz robót zanikających.

## 3. Materiały

### Beton

Do betonów należy stosować cementy, kruszywa, wodę, domieszki i dodatki odpowiadają-

ce wymaganiom podanym w normach lub aprobatkach technicznych [3÷13].

Cementy importowane mogą być użyte do betonów po zakwalifikowaniu ich do odpowiedniej marki i rodzaju wg norm lub aprobat technicznych.

Cementy dostarczane w workach, a różniące się rodzajem, marką oraz świadectwem jakości, powinny być magazynowane oddzielnie w sposób umożliwiający łatwe ich rozróżnianie.

Dobór kruszywa powinien uwzględniać charakterystykę i warunki pracy wzmacnianego elementu żelbetowego, a szczególnie warunki środowiska zewnętrznego (np. wilgotność, agresywność chemiczną).

Kruszywo do betonu powinno charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia.

Do betonu należy stosować kruszywo o marce nie niższej niż klasa betonu wzmacniającego.

Uziarnienie kruszywa powinno zapewniać uzyskanie szczelnej mieszanki betonowej o wymaganej konsystencji, przy możliwie najmniejszym zużyciu cementu i wody, prawidłowym zagęszczeniu oraz odpowiedniej urabialności.

#### Stal

Do wzmacniania konstrukcji z betonu należy stosować pręty ze stali według [8]. Dopuszcza się stosowanie innego rodzaju stali, nieokreślonego normami lub aprobatami technicznymi na podstawie jednorazowego dopuszczenia.

Do wzmacniania żelbetowych konstrukcji obiektów mogą być stosowane zgrzewane siatki zbrojeniowe typowe lub wykonywane na zamówienie. Siatki powinny być wykonywane z prętów z drutu gładkiego lub profilowanego na zimno, krzyżujących się pod kątem 90°, połączonych za pomocą elektrycznego zgrzewania punktowego.

Do zbrojenia konstrukcji mogą być także używane zgrzewane płaskie i przestrzenne szkielety zbrojeniowe.

Przestrzenne szkielety zbrojenio- we należy wykonywać z płaskich szkieletów zbrojeniowych i pojedynczych prętów stalowych połączonych za pomocą elektrycznego zgrzewania punktowego lub spawania elektrycznego łukowego.

#### 4. Transport i warunki dostawy

Transport i warunki dostawy materiałów i wyrobów powinny być zgodne z normami, aprobatami technicznymi, wytycznymi i instrukcją lub zaleceniami producenta.

- Środki transportu mieszanki betonowej nie powinny powodować:
  - naruszenia jednorodności mieszanki (segregacja składników),
  - zmian w składzie mieszanki (w stosunku do stanu początkowego) wskutek dostawiania się do niej opadów atmosferycznych, ubytku zaczynu cementowego lub zaprawy, ubytku wody w czasie wysychania pod wpływem wiatru lub promieni słonecznych itp.,
  - zanieczyszczenia,
  - zmiany temperatury mieszanki przekraczającej granice określone wymaganiami technologicznymi.

- Czas trwania transportu, dobór środków i organizacja powinny zapewniać dostarczenie do miejsca układania mieszanki betonowej o takim stopniu ciekłości, jaki został przyjęty przy ustalaniu składu betonu dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji.

- Podczas transportu mieszanki betonowej powinny być zachowane wymagania:

- mieszanka powinna być dostarczona na miejsce ułożenia w zasadzie bez przeładunku; w razie konieczności liczba przeładunków powinna być jak najmniejsza,
- pojemniki użyte do przewożenia mieszanki powinny zapewniać możliwość stopniowego ich opróżniania oraz łatwość oczyszczania i przepłukiwania,
- przewożenie mieszanki w skrzyniach samochodów ciężarowych jest niedopuszczalne, z wyjątkiem betonów podkładowych o konsystencji półsuchej.

- Czas transportu (od momentu załadunku samochodu do jego wyładunku) nie powinien przekraczać okresu wstępnego wiązania w zależności od konsystencji betonu i warunków atmosferycznych. Powinien on być określony przez wytwórcę betonu.

#### 5. Rusztowania i deskowania

Rusztowania i deskowania drewniane do modernizacyjnych i wzmacniających robót betonowych i żelbetowych powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami podanymi w zaleceniach projektowych i aprobatkach technicznych.

W przypadkach technicznie uzasadnionych, do deskowania mogą być użyte materiały drewnopochodne odporne na działanie wilgoci i ługu.

Odkształcalność rusztowań i deskowań powinna zapewniać wykonanie elementu i konstrukcji zgodnie z dopuszczoną w projekcie tolerancją.

Rusztowania stalowe zinwentaryzowane (do wielokrotnego użycia) lub indywidualne (do jednorazowego użycia) powinny być wykonane zgodnie z projektem, a sposób ich montażu, rozbiórki i konserwacji powinien zostać podany w instrukcji opracowanej przez producenta rusztowań i deskowań, przy równoczesnym zachowaniu wymagań podanych w projekcie zgodnie z aprobatami technicznymi.

Wykorzystanie w charakterze deskowania odpowiednio wytrzymałych prefabrykatów betonowych i żelbetowych, elementów kamiennych i ceramicznych pustakowych jest dopuszczalne pod warunkiem, że:

- zapewnione zostanie prawidłowe połączenie elementów wzmacniających i okładzinowych ze starą monolityczną częścią konstrukcji,
- przyczepność powierzchni elementów wzmacniających i okładzinowych do betonu monolitycznego zapewni prawidłową współpracę danego elementu w konstrukcji,
- zapewnione zostanie prawidłowe

we wykonanie zbrojenia konstrukcji wzmacniającej.

Sposoby łączenia elementów wzmacniających z okładzin ze starą monolityczną częścią budowli oraz pomiędzy sobą powinny być podane w projekcie.

Elementy betonowe i żelbetowe lub inne wykorzystywane jako deskowania powinny w chwili rozpoczęcia betonowania konstrukcji lub wzmocnień mieć wytrzymałość i stateczność dostosowaną do przenoszenia sił od świeżo ułożonej mieszanki betonowej i innych ewentualnych obciążeń występujących przy betonowaniu konstrukcji, w celu zapewnienia dopuszczalnej tolerancji elementów i konstrukcji według projektu. Dopuszcza się stosowanie (zgodnie z projektem) samonośnego deskowania traconego.

## 6. Wykonywanie robót betonowych

Do wykonywania wzmocnień konstrukcji z betonu monolitycznego należy stosować sprzęt zapewniający prawidłowy transport mieszanki betonowej, jej prawidłowe ułożenie w deskowaniu i prawidłowe zagęszczenie. Wyposażenie w sprzęt i urządzenia powinno być określone w projekcie organizacji robót betonowych na danym obiekcie.

Gdy nie ma potrzeby opracowywania projektu organizacji robót betonowych ze względu na ich niewielki zakres, zasady organizacji robót i wyposażenia w sprzęt umożliwiające prawidłowe ułożenie, zagęszczenie i pielęgnację mieszanki betonowej powinien ustalać kierownik budowy.

Do wzmacniających robót betonowych o bardziej skomplikowanym charakterze, np. wykonywanie wzmocnień fundamentów masywnych o skomplikowanym uzbrojeniu danej konstrukcji lub elementu i konstrukcji z betonów o ściśle wymaganych parametrach technicznych, zaleca się opracowanie szczegółowych wytycznych

lub instrukcji technologicznych w uzgodnieniu z właściwą jednostką naukowo-badawczą.

- Rusztowanie podtrzymujące deskowanie powinno być wykonane zgodnie z projektem w taki sposób, aby mogło przenosić obciążenia wywołane masą:

- własną oraz sprzętu do robót betonowych (np. taczki, wózki, wibratory),

- układanej mieszanki betonowej, z uwzględnieniem obciążeń dynamicznych od rzucanej lub opuszczanej mieszanki oraz parciem mieszanki w trakcie jej zagęszczania,
- zbrojenia konstrukcji wzmacniającej,

- robotników zatrudnionych przy robotach betonowych i żelbetowych.

- Deskowania wzmocnień ścian i słupów powinny być zaprojektowane w zależności od obciążenia deskowań pionowych parciem mieszanki betonowej ( $p_b - kN/m^2$ ), zmiennym na wysokości deskowań w zależności od parametrów technologicznych w przebiegu betonowania:

- wysokości parcia hydrostatycznego ( $h_s - m$ ) w zależności od:

- » dopuszczalnego  $p_b$  (według systemu deskowań),

- » ciężaru objętościowego  $26 kN/m^3$ ;

- prędkości betonowania i wzrostu wysokości  $h_s$  przy obniżeniu temperatury względnej – średnio o 30% na  $10^\circ C$  w stosunku do  $T_{sr} = +15^\circ C$ .

Zaleca się warstwowe betonowanie wzmocnień ścian z kontrolowaną prędkością, planowaną odpowiednio do wytrzymałości deskowań i parcia określonego w projekcie z uwzględnieniem odkształceń płyt deskowań w technice ślizgowej.

Przy wyborze systemu deskowań, wielkość dopuszczalnych odkształceń powinna być odniesiona do przyjętych tolerancji wykonania elementów konstrukcji i równości powierzchni, z uwzględnieniem oczekiwanego stopnia wykończenia ścian; równość powierzchni ścian należy spraw-

dzić za pomocą łąty o długości 2,5 m, przyłożonej w dwóch punktach, po rozdeskowaniu. Pomiar przeprowadza się po przekątnej między otworami na ściąg wewnątrz odcisku płyt wielkowymiarowych.

Przy wyborze technik wzmocnienia konstrukcji (rozbieralno-przestawnych, przestawnych, wspinająco-przestawnych i samoczynnego wspinania) należy:

- uwzględnić kryteria technologiczne, techniczne i organizacyjne,

- podziały konstrukcji w zadeskowaniu i robotach betonowych uzależniać od naprężeń termiczno-skurczowych,

- zapewniać monolityczność połączeń ścian i stropów wykonywanych w odrębnych etapach przez zastosowanie zastawek w przerwach roboczych z zachowaniem ciągłości zbrojenia, wkładek formujących połączenie z odginanym zbrojeniem, taśm uszczelniających itp.,

- przestrzegać wymaganych średnich wytrzymałości betonu w podłożu i elementach pionowych konstrukcji ze względu na zakotwienie zastrzałów deskowań, kozłów oporowych deskowań jednostronnych i elementów zawieszenia pomostów w fazie montażu i wspinania, według projektu i aprobat technicznych.

Usunięcie rusztowania i deskowania przy wzmacnianiu żelbetowych konstrukcji zbiorników może nastąpić wtedy, gdy beton osiągnie wytrzymałość określoną w projekcie, stwierdzoną na próbkach przechowywanych w warunkach zbliżonych do warunków dojrzewania betonu w konstrukcji lub określoną metodami nieniszczącymi.

Niezależnie od rodzaju deskowań, przy ich usuwaniu należy przestrzegać następujących zasad:

- usunięcie bocznych elementów deskowania nieprzenoszących obciążenia od ciężaru konstrukcji dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów, jeżeli projekt nie zawiera innych wytycznych w tym zakresie,

– usunięcie nośnego deskowania konstrukcji żelbetonowych dopuszcza się po osiągnięciu przez beton średniej wytrzymałości: w płytach 50% projektowanej oraz w belkach 70%,  
 – deskowania inwentaryzowane po zdemontowaniu oczyszcza się z resztek zaprawy, sprawdza starannie, czy nie wymagają naprawy lub wymiany uszkodzonych elementów, pokryć specjalnymi środkami zmniejszającymi przepuszczalność betonu oraz usuwa nadmiar środka z deskowania; zabronione jest stosowanie środków niewłaściwych, mogących wchodzić w reakcję z betonem lub powodować ograniczenie przyczepności powierzchni betonowych do okładzin (np. tynków),  
 – rozbiórkę deskowań tradycyjnych przeprowadza się ostrożnie, aby nie niszczyć materiału; materiał uzyskany z rozbiórki oczyszcza się z gwoździ i zaprawy, a następnie przygotowuje do ponownego wykorzystania.

Dopuszcza się usuwanie nośnego deskowania przed osiągnięciem przez beton pełnej wytrzymałości w przypadku:

– uzyskania przez beton wytrzymałości umożliwiającej przeniesienie obciążeń od ciężaru własnego konstrukcji i od czasowych obciążeń technologicznych,  
 – zastosowania lub pozostawienia wtórnego podparcia elementu uniemożliwiającego jego uszkodzenie (zniszczenie pod obciążeniem od ciężaru własnego i obciążeń zewnętrznych).

Zbrojenie układa się po sprawdzeniu i odbiorze deskowań.

Zbrojenie powinno być trwale usytuowane w deskowaniu w sposób zabezpieczający przed uszkodzeniami i przemieszczeniami podczas podawania materiału i zagęszczania mieszanki betonowej.

Zaleca się dobieranie średnicy prętów zbrojeniowych, zwłaszcza wzmocnień elementów stropowych, uwzględniając możliwość przenoszenia obciążeń technologicznych (od ludzi), jak również stosowanie pomostów technolo-

gicznych (np. z desek) na siatkach zbrojeniowych płyt stropowych i fundamentowych umożliwiającich poruszanie się pracowników. Pręty, siatki i szkielety należy układać w deskowaniu tak, aby grubość otuliny betonu odpowiadała wartościom podanym w projekcie lub – w przypadku braku takiej informacji – według norm lub aprobat technicznych. Tolerancja wykonania otulin i usytuowanie zbrojenia powinny być również określane zgodnie z dokumentami technicznymi.

Wysokość, z której następuje swobodne zrzucanie mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej, nie powinna przekraczać 3 m.

W przypadku układania mieszanki betonowej z większych wysokości, należy stosować rynny, rury teleskopowe, rury elastyczne (rękawy) itp. Przy konieczności zastosowania urządzeń pochyłych, należy ich wyloty zaopatrywać w urządzenia pozwalające na pionowe opadanie mieszanki betonowej nad miejscem jej ułożenia, bez rozwarstwienia. Przy układaniu mieszanki betonowej z wysokości większej niż 10 m należy stosować odcinkowe przewody giętkie zaopatrzone w pośrednie i końcowe urządzenia do redukcji prędkości spadającej mieszanki.

Mieszanka betonowa w czasie zagęszczania nie powinna ulegać rozsegregowaniu, a ilość powietrza w mieszance po zagęszczeniu nie powinna być większa od dopuszczalnej.

Zakres i sposób stosowania wibratorów powinny być ustalone doświadczalnie w zależności od przekroju konstrukcji, mocy wibratorów, odległości ich ustawienia, charakterystyki mieszanki betonowej itp.

Wibratory powinny być dobierane do konstrukcji i rodzaju deskowań. Wznowienie betonowania po przerwie, w czasie której mieszanka betonowa związała na tyle, że nie ulega uplastycznieniu pod wpływem działania wibratora, jest moż-

liwe dopiero po osiągnięciu przez beton odpowiedniej wytrzymałości i odpowiednim przygotowaniu powierzchni stwardniałego betonu. Przebieg betonowania konstrukcji masywnych oraz pomiar temperatury zabetonowanych części powinien być podawany w projekcie technologii wykonywania robót betonowych, a w szczególności dotyczy to:

- przewidywanej wydajności układania betonu,
- kierunków betonowania,
- poszczególnych faz betonowania i planowanych czasów ich osiągnięcia,
- metodyki ochrony betonu przed czynnikami atmosferycznymi.

Mieszanka betonowa powinna być układana warstwami poziomymi o jednakowej grubości, dostosowanej do charakterystyki wibratorów przewidzianych do zagęszczania mieszanki. Każda warstwa mieszanki powinna być układana bez przerwy i tylko w jedną stronę. Układanie mieszanki uskokami (schodkami) może być dopuszczane, jeżeli tego rodzaju przebieg betonowania został ustalony w projekcie wykonywania robót, a sam przebieg układania mieszanki został szczegółowo określony.

Okres pomiędzy wykonaniem jednej warstwy a rozpoczęciem układania następnej powinien być ustalany doświadczalnie przez laboratorium badawcze, w zależności od temperatury otoczenia, warunków atmosferycznych, właściwości cementu i innych przewidywanych czynników.

Wzmocnienie ścian powinno być betonowane odcinkami o wysokości nieprzekraczającej wysokości pozwalającej opuszczać swobodnie mieszankę (3 m). Ściany powinny być betonowane z pionowymi przerwami roboczymi na długości, ze względu na odkształcenia termiczno-skurczowe.

Wzmacnianie betonowanych konstrukcji ramowych powinno być prowadzone bez przerw. W przypadku konieczności wykonywania



przerw roboczych, miejsca przerywania konstrukcji powinno być przyjęte zgodnie z wymaganiami projektu.

Górna część ściany, celowo wypełniona na wysokości 15 cm mieszanką betonową o wytrzymałości na ściskanie mniejszej niż przewidziana w projekcie, powinna być usunięta przed rozpoczęciem dalszego betonowania.

Prędkość betonowania powinna być dostosowana do wielkości dopuszczalnej dla danego systemu deskowań pionowych, mieszanki betonowej, temperatury i klasy konsystencji. Kontrolowanie przyrostu wysokości układanej warstwy mieszanki w czasie godziny jest podstawowym wyznacznikiem nieprzekraczania dopuszczalnych odkształceń deskowań pionowych w betonowaniu.

Przerwy robocze w betonowaniu wzmocnień konstrukcji powinny znajdować się w miejscach uprzednio przewidzianych w projekcie.

W okresie pielęgnacji betonu należy:

- chronić odstonięte powierzchnie betonu przed szkodliwym działaniem warunków atmosferycznych, a szczególnie wiatru i promieni słonecznych (w okresie zimowym – mrozu), przez ich osłanianie i zwilżanie w dostosowaniu do pory roku i miejscowych warunków klimatycznych,

- utrzymywać ułożony beton w stałej wilgotności przez co najmniej:

- 7 dni – przy stosowaniu cementów portlandzkich,

- 14 dni – przy stosowaniu cementów hutniczych i innych,

- polewać wodą beton normalnie twardniejący, rozpoczynając polewanie po 24 godz. od chwili jego ułożenia:

- przy temperaturze  $+15^{\circ}\text{C}$  i wyższej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godz. w dzień i co najmniej jeden raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę,

- przy temperaturze poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$  betonu nie należy polewać.

Duże masywy betonowe powinny być zwilżone wodą według specjalnych instrukcji.

Duże, poziome lub o niewielkim nachyleniu powierzchnie betonu mogą być powlekane środkami błonotwórczymi zabezpieczającymi przed parowaniem wody. Środki te nanoszone na powierzchnię świeżego betonu powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- utworzenie się szczelnej powłoki powinno nastąpić nie później niż w 24 godz. od chwili posmarowania nimi betonu,

- utworzona powłoka powinna być elastyczna i mieć dobrą przyczepność do betonu świeżego i stwardniałego oraz nie ulegać zmyciu pod wpływem deszczu.

Rozdeskowanie konstrukcji powinno być dokonywane w terminach i w sposób podany w projekcie.

Obciążanie zabetonowanych konstrukcji przez ludzi, lekkie środki transportu i przygotowywanie deskowania następnej wzmocniającej kondygnacji dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości na ściskanie co najmniej 10 MPa oraz pod warunkiem, że odkształcenie zabetonowanej konstrukcji lub elementu nie spowoduje rys i uszkodzeń w niedojrzałym betonie.

Przy stosowaniu technik deskowań rozbieralno-przestawnych i przestawnych można dopuszczać wcześniejsze rozformowanie konstrukcji, pod warunkiem stosowania tymczasowych podpór zabezpieczających przed ugięciem we wczesnym wieku betonu – do czasu uzyskania projektowanej wytrzymałości. Zakres i formy takich rozformowań powinny być sprawdzone przez projektanta lub rzeczoznawcę.

Stwierdzenie osiągnięcia przez beton odpowiedniej wytrzymałości powinno zostać dokonane przez upoważnione laboratorium badawcze na próbkach pobranych w chwili betonowania danego fragmentu obiektu.

Wykonywanie wzmocniających elementów stalowych, drewnia-

nych lub z tworzywa sztucznego należy realizować według projektu zgodnie z odpowiednimi normami, instrukcjami, wytycznymi lub aprobatami technicznymi.

## 7. Kontrola wykonywania wzmocnień konstrukcji

Kontrolę wykonania betonu przeprowadza się przy:

- dostawie betonu z wytwórni betonów przez wykonawcę obiektu i wykonawcę betonu towarowego zgodnie z normami lub aprobatami technicznymi,

- wykonywaniu betonu na placu budowy według projektu i norm.

Badania składników betonu powinny być wykonane przed przystąpieniem do przygotowania mieszanki betonowej i prowadzone systematycznie przez cały czas trwania robót betonowych.

Podczas wzmocniających robót betonowych należy przeprowadzać systematyczną kontrolę:

- jakości składników betonu oraz prawidłowości ich składowania,

- dozowania składników mieszanki betonowej,

- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania,

- cech wytrzymałościowych betonu,
  - prawidłowości przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz częściowego lub całkowitego obciążenia konstrukcji.

Kontrola betonu powinna obejmować sprawdzenie wszystkich cech technicznych podanych w instrukcjach oraz ewentualnie innych cech zaznaczonych w dokumentacji technicznej wzmocnienia.

Kontrola jakości betonu we wzmocnianej konstrukcji może być przeprowadzana za pomocą sprawdzonych i wiarygodnych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą, według PN-B lub PN-EN [4, 9÷12].

W przemysłowych i przeciętnych warunkach wykonania betonu zakres kontroli powinien obejmo-

wać wszystkie właściwości betonu wymagane normami i projektem. Jeżeli beton poddawany jest specjalnym zabiegom technologicznym, należy opracować plan kontroli jakości dostosowany do wymagań technologii produkcji. W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane normami, projektem i warunkami technicznymi oraz ewentualnie inne badania konieczne do potwierdzenia prawidłowości przebiegu zabiegów technologicznych.

Dokumentacja techniczna kontroli jakości powinna zawierać wszystkie wyniki badań betonu przewidziane planem kontroli.

Badania odbiorcze wzmocnień konstrukcji betonowych i żelbetonowych powinny dotyczyć prawidłowości i dokładności:

- materiałów,
- wykonania zbrojenia,
- wykonania deskowań i rusztowań,
- przygotowania mieszanki betonowej, jej ułożenia, zagęszczenia i pielęgnacji,
- wykonania konstrukcji wzmocniającej.

Odbiory robót zanikających należy przeprowadzać w trakcie wykonywania robót wzmocniających (odbioru częściowe), a wyniki wpisywać do protokołu i dziennika budowy. Odbiór końcowy powinien uwzględniać wyniki odbiorów częściowych ze szczególnym zwróceniem uwagi na to, czy zalecenia zawarte w protokole odbioru częściowego (jeżeli takie były) zostały w pełni wykonane.

Dokumenty warunkujące przystąpienie do badań technicznych przy odbiorze powinny odpowiadać wymaganiom podanym w odpowiednich normach, aprobaty technicznych i projekcie.

Badanie materiałów należy przeprowadzać na podstawie zapisów w dzienniku budowy, zaświadczeń producentów o jakości materiałów i innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji technicznej oraz normami lub aprobatami tech-

nicznymi dopuszczającymi dany materiał do stosowania w budownictwie.

Materiały niemające dokumentów stwierdzających ich jakość, a budzące pod tym względem wątpliwości, powinny być poddawane badaniom laboratoryjnym przed ich wbudowaniem.

Badanie betonów powinno być dokonane w sposób zgodny z PN-EN 206-1:2003. W przypadku betonów specjalnych, należy dodatkowo uwzględniać wymagania wynikające ze specjalnych właściwości betonu, zgodnie z odpowiednimi aprobatami technicznymi i projektem.

Kontrola wzmocniającego zbrojenia polega na:

- sprawdzeniu wymiarów zgodnie z projektem roboczym,
- zewnętrznych oględzinach połączeń wykonanych przy ustawianiu zbrojenia,
- sprawdzeniu usytuowania zbrojenia w deskowaniu zgodnie

z wymaganiami podanymi w projekcie.

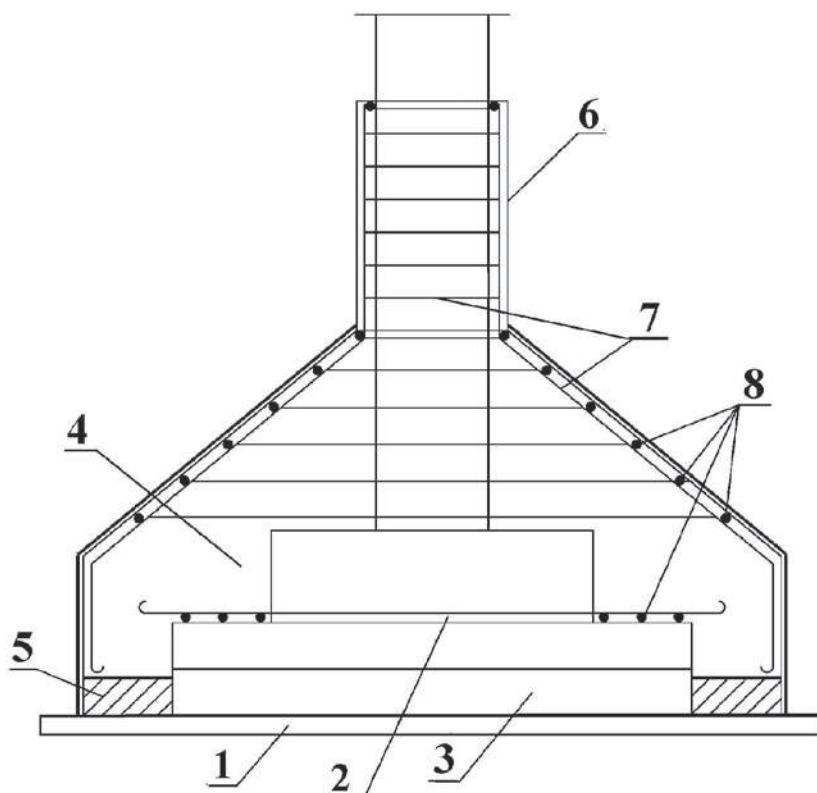
Badanie deskowań i rusztowań powinno obejmować sprawdzenie ich pod względem zgodności z wymaganiami podanymi w projekcie.

Sprawdzanie prawidłowości wykonania deskowania i rusztowania powinno być dokonywane przez pomiar instrumentami geodezyjnymi.

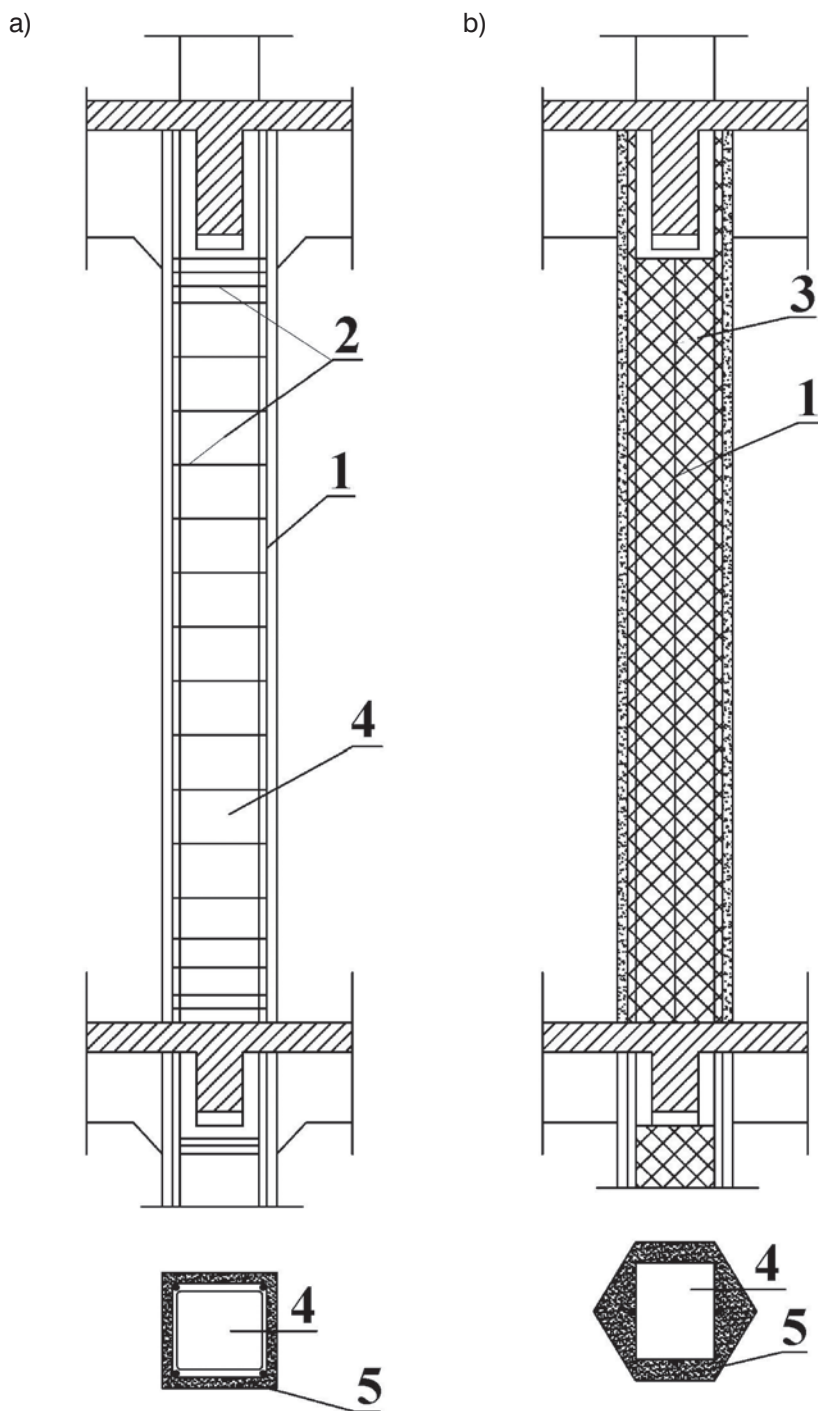
Badania ustawionego w deskowaniu zbrojenia na zgodność z wymaganiami podanymi w projekcie powinno być dokonywane przed rozpoczęciem betonowania i powinny obejmować:

- sprawdzanie wymiarów prętów, ich położenia, miejsc mocowania skrzyżowań oraz stabilizacji prętów zbrojenia zapobiegającej ich przesunięciu w czasie betonowania.
- Wykonywanie mieszanki betonowej powinno być kontrolowane na bieżąco.

Kontrola betonu powinna obejmować sprawdzanie wszystkich cech



**Rys. 1.** Przykład wzmocnienia stopy fundamentowej od góry: 1 – chudy beton, 2 – zbrojenie poziome, 3 – stary fundament, 4 – nowy fundament, 5 – nowa opaska, 6 – koszulka słupa, 7 i 8 – zbrojenie nowego fundamentu



**Rys. 2.** Wzmacnianie słupów żelbetonowych międzystropowych za pomocą koszulki żelbetowej: a) ze zbrojeniem podłużnym i strzemionami, b) zbrojonej prętami podłużnymi i uzwojeniem: 1 – pręty pionowe, 2 – strzemiona (przy podporach zagęszczone), 3 – uzwojenie, 4 – stary słupek, 5 – nowy beton zwykły lub specjalny (kompozytowy)

technicznych podanych wcześniej oraz ewentualnie innych cech zaznaczonych w dokumentacji technicznej.

Kontrola jakości betonu przy wzmacnianiu konstrukcji może być przeprowadzana za pomocą

sprawdzonych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą.

W przemysłowych i przeciętnych warunkach wykonywania betonu zakres kontroli powinien obejmować

wszystkie właściwości betonu wymagane w normach i aprobatkach technicznych.

Dokumentacja techniczna kontroli jakości powinna zawierać wszystkie wyniki badań betonu przewidzianych planem kontroli.

## 8. Odbiory robót wzmacniających

Odbiory robót wzmacniających powinny obejmować:

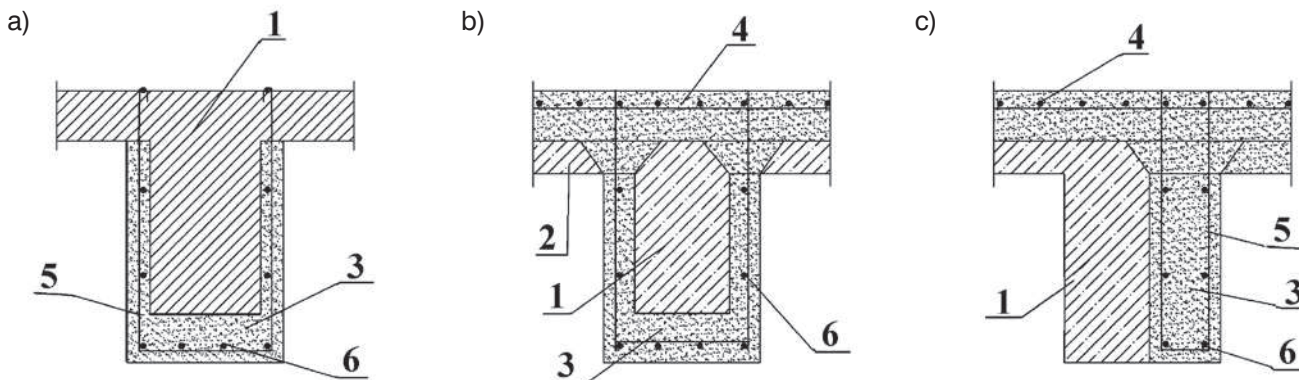
- odbiór i ocenę wykonania deskowań,
- odbiór i ocenę jakości wykonania zbrojenia,
- badania elementów i konstrukcji wzmacniających.

Niezależnie od wymienionych wcześniej badań przy badaniu wzmocnień konstrukcji betonowych i żelbetonowych powinna być poddana sprawdzeniu i ocenie:

- prawidłowość cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów oraz zgodność z projektem otworów i kanałów w konstrukcjach, prawidłowość ustawienia części zabetonowanych, wykonania szczelin dylatacyjnych, położenia budowli w planie i jej rzędnych wysokościowych itp.;
- sprawdzenie powinno być wykonane przez przeprowadzenie odpowiednich uznanych pomiarów,
- jakość betonu pod względem jego zagęszczenia i jednolitości struktury, na podstawie dokładnych oględzin powierzchni betonu lub dodatkowo za pomocą nieniszczących metod badań,
- prawidłowość wykonania robót zanikających (np. przygotowania zbrojenia, ułożenia izolacji itp.).

Przy sprawdzeniu jakości betonów należy wymagać, aby łączna powierzchnia ewentualnych raków nie była większa niż 2% całkowitej powierzchni danego elementu. Lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 3% przekroju danego elementu odniesione do powierzchni nie mniejszej niż 0,1 m<sup>2</sup>. Zbrojenie główne nie powinno być odstonięte. Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia elemen-





**Rys. 3.** Przykłady wzmocnienia belek stropowych: a) powiększenie przekroju żebra, b) powiększenie przekroju belki zespolenie z płytą, c) jednostronne poszerzenie belki i zespolenie z płytą: 1 – belka, 2 – płyta, 3 – nowy beton zwykły lub specjalny (kompozytowy), 4 – nowe zbrojenie płyty, 5 – nowe strzemiona, 6 – nowe zbrojenie z prętów stalowych lub włókien węglowych

tów lub konstrukcji nie mogą być większe od podanych w tabeli 1.

• Wykonane konstrukcje betonowe lub żelbetonowe należy uznać za zgodne z wymaganiami warunków technicznych, jeżeli badania dadzą wynik dodatni. W przypadku – gdyby chociaż jedno z badań miało wynik ujemny, odbieraną konstrukcję bądź określoną jej część należy uznać za niezgodną z wymaganiami.

W przypadku stwierdzenia (w czasie badań konstrukcji) niezgodności z wymaganiami podanymi w opracowaniu oraz w razie uznania całości lub części wykonywanych konstrukcji za niezgodne z wymaganiami projektu lub warunków podanych wcześniej należy ustalić, czy w danym przypadku stwierdzone odstępstwa zagrażają bezpieczeństwu budowlu lub jej części.

Wzmocniająca konstrukcja lub jej część zagrażająca bezpieczeństwu powinna być rozebrana, ponownie wykonana i przedstawiona do badań.

### 9. Przykłady wnoszenia konstrukcji budowlanych

Konstrukcje budowlane źle wykonane, zniszczone w czasie eksploatacji lub modernizowane dość często są wzmocniane elementami żelbetowymi prefabrykowanymi lub wykonywanymi w sposób monolityczny na obiekcie.

Przykładowymi elementami budowlanymi wzmocnianymi techniką żelbetową są:

- fundamenty – przez nadbetonowanie, obetonowanie i poszerzenie istniejących (rys. 1),
- słupy – przez obetonowanie fragmentami lub na całej wysokości (rys. 2),
- belki – przez częściowe lub całkowite obetonowanie lub dodanie nowych żeber (rys. 3),
- ściany – przez wzmocnienie lokalne lub obetonowane jednostronne lub dwustronne,

– stropy – przez dobetonowanie płyt lub żeber.

Natomiast przykładowymi obiektami budowlanymi wzmocnianymi technikami żelbetowymi są:

- zbiorniki żelbetowe na cieczę – przez dodatkowe monolityczne żelbetowe ściany, belki, słupy i fundamenty;
- silosy żelbetowe na cukier, zboże i cement – przez dodatkowe żelbetowe monolityczne płaszcze lub uźebrowanie;
- chłodnie żelbetowe – przez dodatkowe żelbetowe monolitycz-

**Tabela 1.** Dopuszczalne odchyłki wymiarów zewnętrznych i powierzchni wzmocnień konstrukcji betonowych i żelbetowych

| Wymiar  | Dopuszczalna odchyłka [mm]                          |
|---|---|
| Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia w pionie:<br>– na wysokości 1 m,<br>– na całą wysokość konstrukcji:   | 5   |
| • w fundamentach  | 20  |
| • w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupach podtrzymujących stropy monolityczne,<br>• w ścianach (budowlach) wzniesionych w deskowaniu ślizgowym lub przestawnym. | 15  |
|   | 1/500 wysokości budowli, lecz nie więcej niż 100 mm |
| Odchylenie płaszczyzn poziomych od poziomu:<br>– na 1 m płaszczyzny w dowolnym kierunku,<br>– na całą płaszczyznę.  | 5   |
|   | 15  |
| Płaskość powierzchni betonu przy sprawdzeniu łata o długości 2 m, z wyjątkiem powierzchni podporowych:<br>– powierzchni bocznych i spodnich,<br>– powierzchni górnych.                | ±4  |
|   | ±8  |
| Długość lub rozpiętość elementów.   | ±20   |
| Wymiary przekroju poprzecznego.   | ± 8   |
| Rzędna powierzchni stanowiąca podparcie dla innych elementów.   | ±3  |



ne współpracujące płaszcze uzupełnienia lub uźebrowania;  
– kominy żelbetowe – przez dodatkowe żelbetowe uzupełnienia lub opaski.

## 10. Wnioski

Wykonywanie i odbiór żelbetowych wzmocnień konstrukcji obiektów budowlanych powinny być określone w sposób bardziej szczegółowy w warunkach technicznych. Powinny one być traktowane jako element specyfikacji technicznych. Bez względu na ich przestrzeganie zapewni wykonywanie żelbetowych wzmocnień konstrukcji o wymaganej jakości, trwałości i niezawodności, zgodnie z oczekiwaniami inwestorów. Powinny one być stosowane i przestrzegane przez projektantów, kierowników budów i inspektorów nadzoru.

Ponadto stanowią one zasadniczy czynnik w zapewnieniu wymaganej skuteczności i trwałości obiektów budowlanych.

Wszyscy uczestnicy procesu inwestycyjnego przy realizacji wzmocnień obiektów lub modernizacji obiektów istniejących powinni świadomie przestrzegać podanych w artykule podstawowych zasad.

Dla zapewnienia wymaganych właściwości i jakości realizowanych wzmocnień obiektów budowlanych, zarówno firmy projektowe, jak i wykonawcze powinny posiadać systemy zarządzania jakością wg PN-ISO 9000 [8].

W przypadku wzmocnień trudnych i nietypowych należy zasięgać opinii rzeczoznawców budowlanych w danych specjalnościach, wyższych uczelni lub ośrodków badawczo-rozwojowych.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Brunarski L., Runkiewicz L., Diagnostyka obiektów budowlanych. Mat. Konf. N-T PAN i PZITB, Krynica, 2010
- [2] Runkiewicz L., Ocena stanu technicznego konstrukcji żelbetowych, Instrukcja ITB
- [3] Runkiewicz L., Wzmacnianie i naprawy szkieletowych konstrukcji żelbetowych. Instrukcja ITB
- [4] Runkiewicz L., Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Cz. A, Wyd. ITB, W-wa, 2010
- [5] Runkiewicz L., Nowoczesne zarządzanie jakością w budownictwie. Kalendarz budowlany 2008. Wyd. WACETOB, W-wa
- [6] PN-EN 1992 Eurokod 2 Projektowanie konstrukcji z betonu
- [7] PN-B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [8] PN-EN 206-1 Beton – Część 1. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [9] PN-EN10080 Stal do zbrojenia betonu
- [10] PN-EN 12350 Badanie mieszanki betonowej
- [11] PN-EN 12390 Badanie betonu
- [12] PN-EN Badanie betonu w konstrukcjach
- [13] PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji żelbetowych

# DOBRE NOCLEGI dla Twoich pracowników

Do Państwa dyspozycji:

- HOSTELE SŁUŻEWIEC i TO-TU
- HOTELE ATOS i ARAMIS

noclegi pracownicze  
w Warszawie już od  
**30 zł/osobę**

[www.puhit.pl](http://www.puhit.pl)

[zakwaterowanie@puhit.pl](mailto:zakwaterowanie@puhit.pl)

Rezerwacja: 22 20 76 550