

STRONA TYTUŁOWA

SZCZEGÓŁOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE (SST) WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

SST 03

ROBOTY BETONOWE, ŻELBETOWE I ZBROJENIOWE

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO

Adaptacja typowej kontenerowej stacji podnoszenia ciśnienia wraz ze zbiornikiem retencyjnym wody pitnej w ramach inwestycji pod nazwą: „Modernizacja systemu zaopatrzenia w wodę - modernizacja sieci wodociągowej zasilanej z SUW w Szczutowie, gm. Szczutowo”.

ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO

Szcechowo, gm. Szczutowo / dz.nr ew.62/9

KATEGORIE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

XXX (obiekty służące do korzystania z zasobów wodnych);

XXVI (sieci uzbrojenia terenu);

XXV (drogi wewnętrzne);

XXII (place postojowe wewnętrzne);

Ogrodzenie - urządzenia budowlane;

NAZWA I ADRES INWESTORA:

Gmina Szczutowo

ul. Lipowa 5a

09-227 Szczutowo

JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA:

Prywatna Pracownia Projektowa Sieci i Instalacje Sanitarne SANICO

mgr inż. Grażyna Dzięglewska

09-407 Płock, ul. Powstańców Styczniowych 17 m 8

PROJEKTANT

ABI. Biuro projektowe architekt Marek Dzięglewski

09-407 Płock, ul. Powstańców Styczniowych 17 m 8

uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności architektonicznej nr 123/88

Mazowiecka Okręgowa Izba Architektów nr ew.: MA-1019

Zakres opracowania projekt techniczny w branży architektoniczno-budowlanej.

KODY CPV

45000000-7 - Roboty budowlane

45200000-9 - Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych

lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej

45262000-1 - Specjalne roboty budowlane inne niż dachowe

45262100-2 - Roboty przy wznoszeniu rusztowań

45262110-5 - Demontaż rusztowań

45262120-8 - Wznoszenie rusztowań

45262300-4 - Betonowanie

45262310-7 - Zbrojenie

45262311-4 - Betonowanie konstrukcji

45262320-0 - Wyrównywanie

45262321-7 - Wyrównywanie podłóg

45262340-6 - Wstrzykiwanie zaprawy

45262350-9 - Betonowanie bez zbrojenia

45262360-2 - Cementowanie

45262370-5 - Roboty w zakresie pokrywania betonem

Uwaga:

W odniesieniu do gotowych systemów i technologii budowlanych wykorzystywanych przy realizacji inwestycji specyfikacje techniczne montażu, wykonania i odbioru wraz z warunkami gwarancji, certyfikatami, atestami lub świadectwami dopuszczenia do stosowania i użytkowania należy uzyskać od producentów lub dostawców, od których zostaną zakupione.

Systemy opracowane przez producentów materiałów, zawierające szczegółowe wytyczne wykonania i odbioru, których spełnienie pozwala uzyskać wieloletnią gwarancję.

SPIS TREŚCI

STRONA TYTUŁOWA	1
SPIS TREŚCI.....	2
I. INFORMACJE OGÓLNE	3
II. WARUNKI OGÓLNE	3
III. DOKUMENTACJA PROJEKTOWA	3
IV. DOKUMENTACJA KONSTRUKCJI.....	4
V. MATERIAŁY POMOCNICZE, NIEZBĘDNE ROBOTY TYMCZASOWE I TOWARZYSZĄCE PRZY ROBOTACH BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH	4
VI. INFORMACJE NIEZBĘDNE DO PROWADZENIA ROBÓT A ZWIĄZANE Z TERENEM BUDOWY I ORGANIZACJĄ ROBÓT	5
VII. MATERIAŁY	5
VIII. ZBROJENIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH.....	10
IX. ZASADY WYKONANIA ROBÓT ZBROJENIOWYCH.....	12
X. SKŁADOWANIE MAGAZYNOWANIE I PRZECHOWYWANIE MATERIAŁÓW	14
XI. DEKLARACJA ZGODNOŚCI	14
XII. TRANSPORT I WARUNKI DOSTAWY	14
XIII. WYTWARZANIE I TRANSPORT MIESZANKI BETONOWEJ.....	14
XIV. KONTROLA WYKONYWANIA I JAKOŚCI BETONU	15
XV. MASZYNY I SPRZĘT ZALECANE I NIEZBĘDNE DO WYKONANIA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH	17
XVI. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU NA PLACU BUDOWY	18
XVII. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH	18
XVIII. ROBOTY BETONOWE W OKRESIE OBNIŻONYCH TEMPERATUR.....	24
XIX. PIELĘGNACJA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH	25
XX. KONTROLA, BADANIA ORAZ ODBIÓR ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH.....	27
XXI. PRZEDMIAROWANIE I OBMAROWANIE ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH.....	28
XXII. ODBIORY ROBÓT	29
XXIII. ROZLICZENIE ROBÓT TYMCZASOWYCH I PRAC TOWARZYSZĄCYCH	30
XXIV. NORMY, INSTRUKCJE, WYTYCZNE.....	30

I. INFORMACJE OGÓLNE

1. Wymóg stosowania specyfikacji technicznych wynika z przepisów:
 - ustawy z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych (Dz.U.2019 poz. 2019 z późn.zm.);
 - rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U.2021 poz.2454);
2. Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych stanowią opracowania zawierające zbiory wymagań, które są niezbędne do określenia standardu i jakości wykonania robót, w zakresie wykonania robót budowlanych, właściwości wyrobów budowlanych oraz oceny prawidłowości wykonania poszczególnych robót.
3. Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych zawierają reguły związane z obliczaniem kosztów robót budowlanych, warunków badania, kontroli i przyjmowania robót budowlanych, jak też technik i metod budowy oraz wszystkie inne warunki o charakterze technicznym, o jakich zamawiający może stanowić w drodze przepisów ogólnych lub szczegółowych.
4. Podstawą dla wykonania wszelkich robót budowlanych związanych z realizacją inwestycji jest Dokumentacja projektowa /projekt budowlany techniczny.

II. WARUNKI OGÓLNE

1. Wstęp

1.1. Przedmiot opracowania SST

Przedmiotem opracowania jest szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) wykonania i odbioru robót betonowych, żelbetonowych i zbrojeniowych, która powinna być dotrzymywana przy wykonywaniu robót związanych ze wznoszeniem obiektów budowlanych: budynków, budowli, obiektów małej architektury i urządzeń budowlanych.

2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) została wykonana w oparciu o dokumentację projektową, która będzie dokumentem przetargowym i załącznikiem do umowy przy realizacji i rozliczaniu robót budowlanych zgodnie z przepisami ustawy o zamówieniach publicznych.

3. Zakres robót objętych SST

Zakres, którego dotyczy specyfikacja obejmuje czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie robót objętych dokumentacją techniczną przewidzianych do wykonania w ramach zadania powołanego w pkt 1.1.

Zakres rzeczowy: roboty betonowe, żelbetonowe i zbrojeniowe, w tym:

- deskowanie robót betonowych i żelbetonowych,
- wymogi podstawowe i skład betonów,
- zbrojenie obiektów betonowych,
- wykonanie obiektów betonowych,
- wykonanie obiektów żelbetonowych.

4. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano OST.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową i ST.

5. Podstawowe określenia i pojęcia stosowane w SST

Określenia użyte w niniejszej ST są zgodne z określeniami zawartymi w OST.

III. DOKUMENTACJA PROJEKTOWA

Wymagania określone w niniejszej SST odnoszą się do następującej dokumentacji projektowej:

CZĘŚĆ I: Projekt zagospodarowania terenu

TOM 1: Projekt zagospodarowania terenu

Branża architektoniczno-budowlana • Część opisowa i rysunkowa;

2.2. CZĘŚĆ II: Projekt architektoniczno-budowlany

TOM 1A: Projekt architektoniczno-budowlany • Część opisowa;

TOM 1B: Projekt architektoniczno-budowlany • Część rysunkowa;

2.3. CZĘŚĆ III: Projekt techniczny

TOM 1: Branża architektoniczno budowlana • Część opisowa i rysunkowa;

IV. DOKUMENTACJA KONSTRUKCJI

1. Dokumentacja konstrukcji betonowych i żelbetowych

- 1.1. Dokumentacja projektowa dotycząca wykonania konstrukcji betonowych i żelbetowych została przygotowana zgodnie z normami i obowiązującymi przepisami budowlanymi.
Rozwiązania konstrukcyjne zostały opisane w części tekstowej i graficznej dokumentacji budowlanej.
- 1.2. W trakcie robót dopuszcza się uzasadnione zmianą, np. warunków technicznych lub geotechnicznych podłoża, bądź poziomu wód gruntowych, odstępstwa od projektu polegające na wprowadzeniu korekt, pod warunkami:
 - ich udokumentowania, potwierdzonym przez nadzór techniczny, zapisem w dzienniku budowy,
 - zmiana w stosunku do zatwierdzonego projektu powinna być dokonana przez projektanta danego rozwiązania lub na podstawie jego pisemnej zgody przez nadzór techniczny pod warunkiem, że osoba dokonująca zmian ma uprawnienia do projektowania uzyskane na podstawie obowiązujących przepisów.
- 1.3. Projekt organizacji robót betonowych i żelbetowych powinien być dostosowany do rodzaju i wielkości wznoszonego obiektu oraz przyjętych zasad wykonywania robót.

2. Dokumentacja mieszanki betonowej

Przygotowanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane odpowiednio do parametrów betonów określonych w dokumentacji projektowej i ze składników odpowiadających normom państwowym, na które producent danego składnika wystawił zaświadczenie o jakości. Mieszanka betonowa powinna być wykonywana zgodnie z recepturą roboczą, ustaloną na podstawie wyników badań laboratoryjnych w dostosowaniu do jakości surowców, stopnia ich zawilgocenia, pory roku i innych wymagań wynikających z projektu lub ustaleń między wykonawcą robót a projektantem. Ustalona receptura mieszanki betonowej powinna być przechowywana przez wykonawcę robót i dołączona do dokumentacji powykonawczej danego obiektu.

Jeżeli dla różnych fragmentów budowy pojawia się potrzeba ustalenia odmiennej receptury, to każda z nich stanowi oddzielny dokument i powinna być przechowywana oraz dołączona do dokumentacji powykonawczej danego obiektu. Wszelkie zmiany dokonywane przez laboratorium w ostatniej recepturze powinny być odnotowywane w dzienniku budowy lub dzienniku betonowania danej konstrukcji, jeżeli taki był prowadzony.

W okresie przygotowania mieszanek betonowych, ich transportu i układania w konstrukcji należy prowadzić dziennik zmian atmosferycznych (dane meteorologiczne), ze szczególnym zwróceniem uwagi na okresy poniżej +5°C i powyżej 25°C. Dane te powinny być odnotowywane w dzienniku betonowania, jeżeli taki jest na budowie prowadzony, lub w dzienniku budowy.

3. Dokumentacja zbrojenia

- 3.1. Projekt zbrojenia określa dane niezbędne do prawidłowego wykonania zbrojenia w określonych warunkach wykonania.
- 3.2. Na rysunkach konstrukcji żelbetowych podano stosownie do potrzeb:
 - klasę stali i znak gatunku stali prętów zbrojeniowych i innych elementów stalowych,
 - liczbę i średnicę prętów zbrojeniowych,
 - wymiarowany kształt prętów zbrojenia oraz uchwytów montażowych.

Zmiana klasy lub gatunku stali podanych w projekcie zbrojenia może być dokonana przez projektanta danej konstrukcji, lub - pod warunkiem uzyskania pisemnej zgody projektanta - przez inspektora nadzoru inwestorskiego lub nadzoru technicznego. Zmiana powinna być zaznaczona na rysunkach i potwierdzona wpisem do dziennika budowy.

4. Dokumentacja powykonawcza

Dokumentacja powinna zawierać:

- uaktualniony (o ile zaistnieje taka konieczność) projekt obiektów lub urządzeń z naniesionymi zmianami potwierdzonymi przez nadzór techniczny inwestora,
- 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.

5. Dokumentacja prawna

Roboty budowlane można rozpocząć jedynie na podstawie ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zgodnie z warunkami zawartymi w OST.

6. Projekt organizacji robót

Roboty betonowe i żelbetowe powinny być wykonane na podstawie projektów organizacji robót zgodnie z warunkami podanymi w OST.

V. MATERIAŁY POMOCNICZE, NIEZBĘDNE ROBOTY TYMCZASOWE I TOWARZYSZĄCE PRZY ROBOTACH BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

1. Deskowania,
2. Zabezpieczenie wykonywanych przy pielęgnacji obiektów betonowych lub żelbetowych w okresach obniżonych i podwyższonych temperatur, opadów atmosferycznych itp.

VI. INFORMACJE NIEZBĘDNE DO PROWADZENIA ROBÓT A ZWIĄZANE Z TERENEM BUDOWY I ORGANIZACJĄ ROBÓT

Zgodnie z warunkami podanymi w OST, a w szczególności informacje dotyczące:

- organizacji robót,
- zabezpieczenia interesów osób trzecich,
- ochrony środowiska,
- warunków bezpieczeństwa pracy,
- zaplecza wykonawcy,
- warunków dotyczących organizacji ruchu
- ogrodzeń,
- zabezpieczenia dróg publicznych

VII. MATERIAŁY

1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Przygotowanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane ze składników odpowiadających odpowiednim normom. Zbrojenie powinno odpowiadać warunkom zgodnym z SST. Elementy stalowe do mocowania marek zakotwione w betonie winny spełniać wymogi projektowe. Przy wykonywaniu robót żelbetowych należy przestrzegać kolejności i zasad organizacji robót żelbetowych i betonowych.

Roboty budowlane stanowiące przedmiot niniejszej SST powinni wykonywać wyspecjalizowani pracownicy posiadający właściwe uprawnienia oraz doświadczenie przy tego typu robotach i dla tego typu materiałów.

2. Klauzula

Nazw firmowych (handlowych) materiałów budowlanych, technologii, urządzeń bądź instalacji użytych w Specyfikacji Technicznej nie należy traktować, jako obligatoryjnych, narzuconych bądź sugerowanych przez Zamawiającego. Poszczególne produkty wymienione lub użyte w Dokumentacji Projektowej i Specyfikacjach Technicznych zostały przyjęte w celu jak najdokładniejszego określenia charakterystyki i parametrów technicznych jakie winny spełniać projektowane rozwiązania architektoniczne, budowlano-konstrukcyjne i instalacyjne.

Wymienione produkty, urządzenia, instalacje i materiały konkretnych producentów należy traktować wyłącznie jako służące do określenia parametrów przedmiotu zamówienia oraz do oceny rozwiązań równoważnych.

Dla wszystkich użytych w projekcie wyrobów dopuszcza się rozwiązania równoważne.

3. Warunki stosowania materiałów i wyrobów budowlanych

Przy wykonywaniu robót budowlanych należy stosować wyroby budowlane dopuszczone do obrotu i powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie, o właściwościach użytkowych umożliwiających zaprojektowanym i wykonanym obiektom budowlanym spełnienie wymagań podstawowych.

Dopuszczone do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie są:

- a) wyroby budowlane, właściwie oznaczone, dla których zgodnie z odrębnymi przepisami:
 - wydano certyfikat na znak bezpieczeństwa, wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie Polskich Norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych - w odniesieniu do wyrobów podlegających tej certyfikacji,
 - dokonano oceny zgodności i wydano certyfikat zgodności lub deklarację zgodności z Polską Normą lub z aprobatą techniczną - w odniesieniu do wyrobów nie objętych certyfikacją - mających istotny wpływ na spełnienie co najmniej jednego z wymagań podstawowych,
- b) wyroby budowlane umieszczone w wykazie wyrobów nie mających istotnego wpływu na spełnianie wymagań podstawowych oraz wyrobów wytwarzanych i stosowanych według tradycyjnie uznanych zasad sztuki budowlanej.

Ustalenia dotyczące rozwiązań zamiennych - równoważnych:

Opis do projektu technicznego Część III. Klauzula projektowa.

4. Charakterystyka i rodzaje betonu

Beton jest materiałem sztucznym składającym się z kruszywa (wypełniacze), spoiwa (najczęściej cementu) i wody, a także ewentualnie odpowiednich domieszek i dodatków. Po zmieszaniu tych składników (utworzeniu mieszanki betonowej), dobranych w odpowiednich proporcjach, zaczyn cementowy (cement zmieszany z wodą) twardnieje w wyniku zachodzących w nim reakcji fizyczno-chemicznych i zapewnia zespolenie mieszanki w monolityczną całość. Kruszywo powinno mieć odpowiednią wytrzymałość, dostosowaną do projektowanej wytrzymałości betonu, duży moduł sprężystości, dobrą przyczepność ziarn do zaczynu cementowego, małą nasiąkliwość, trwałość i odporność na działanie wpływów atmosferycznych. Cement jest składnikiem betonu mającym zasadniczy wpływ na jego wytrzymałość. Najczęściej stosuje się cementy powszechnego użytku, którymi są cementy: portlandzki, portlandzki mieszany, hutniczy i pucolanowy. Woda w mieszance betonowej zapewnia wiązanie cementu oraz zwilża powierzchnie ziaren kruszywa, dzięki czemu nadaje mieszance odpowiednią konsystencję (ciekłość).

Zależnie od rodzaju użytego kruszywa i technologii wytwarzania otrzymuje się beton o różnej gęstości objętościowej.

Rozróżnia się betony:

- lekkie o gęstości objętościowej do 2000 kg/m³,
- zwykłe, o gęstości objętościowej 2000-2600 kg/m³,
- ciężkie, o gęstości objętościowej większej niż 2600 kg/m³

Betony można też klasyfikować według innych kryteriów. I tak rozróżnia się:

- ze względu na funkcję spełnianą w obiekcie budowlanym: beton konstrukcyjny, konstrukcyjno-izolacyjny oraz izolacyjny,
- ze względu na miejsce przygotowania mieszanki betonowej: beton wykonany na placu budowy i beton towarowy, wykonany z mieszanki betonowej przygotowanej zazwyczaj poza placem budowy w specjalnej wytwórni,

- ze względu na zastosowanie: beton drogowy, mostowy, chemooodporny i architektoniczny (dekoracyjny),
- ze względu na technologiczne warunki pracy: beton hydrotechniczny, żaroodporny, kwasoodporny, wodoszczelny, mrozoodporny, o podwyższonej odporności na ścieranie, itp.
- ze względu na rodzaj kruszywa: beton żwirowy, żuźlowy, keramzytowy, itp.
- w zależności od sposobu zagęszczania: beton zagęszczany ręcznie, zagęszczany mechanicznie (wibrowany, próżniowany, natryskiwany, prasowany, wirowany, samozagęszczony, itp.).
- w zależności od sposobu dojrzewania: beton dojrzewający w warunkach naturalnych, obrabiany cieplnie, (np. naparzony), itp.

Poszczególne betony mogą należeć do różnych grup klasyfikacji. Na przykład beton może być zwykły, towarowy i konstrukcyjny. Podstawową właściwością mechaniczną betonu jest jego wytrzymałość na ściskanie. Inne właściwości, jak wytrzymałość na rozciąganie czy docisk, rozpatruje się przeważnie jako funkcje tej wytrzymałości.

Ze względu na wytrzymałość betonu na ściskanie na ogół rozróżnia się:

- beton zwykły (BZ) o wytrzymałości do 50 MPa,
- beton wysokowartościowy (BWW) o wytrzymałości od 50 do 100 MPa,
- beton bardzo wysokowartościowy (BBWW) o wytrzymałości od 100 do 150 MPa,
- beton ultrawysokowartościowy (BUWW) o wytrzymałości powyżej 150 MPa.

Uzyskanie betonów wysokowartościowych wymaga doboru odpowiedniego składu mieszanki betonowej (użycia właściwego kruszywa, cementu, superplastyfikatorów, mikrokrzemionki, mączki kwarcowej, itp.) i stosowania właściwej technologii ich wykonania.

Wytrzymałość betonu zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od uziarnienia i jakości kruszywa, ilości oraz jakości cementu i wody, a także od technologii produkcji mieszanki betonowej, warunków dojrzewania betonu w konstrukcji i wieku betonu.

Podstawowym parametrem przyjmowanym w projektowaniu składu mieszanki betonowej jest wskaźnik wodno-cementowy w/c, tj. stosunek wagowy wody do cementu.

Przy danej ilości cementu tym większa jest wytrzymałość betonu, im mniejsza jest wartość w/c. ze względu na niezbędną ilość wody do wiązania i twardnienia zaczynu cementowego wskaźnik w/c powinien wynosić około 0,2. Jednak z uwagi na wymagania technologiczne związane z formowaniem elementów konstrukcji przyjmuje się na ogół w/c w 0,4÷0,6.

Trzeba dodać, że do wykonania konstrukcji stosuje się beton zwykły klas: B15, B20, B30, B37, B45, B50, B55, B60.

W poszczególnych rodzajach konstrukcji należy używać betonu klasy nie niższej niż podana poniżej:

Najniższe klasy betonu do poszczególnych rodzajów konstrukcji (wg PN-B-03264:2002)

Rodzaj konstrukcji	Najniższa klasa betonu
Konstrukcje betonowe	B15
Konstrukcje betonowe - zbrojeniowe stałą klasą A-0, A-I, A-II i A-III	B15
Konstrukcje betonowe - zbrojone stałą A-IIIN	B20
Konstrukcje sprężone - kablobetonowe	B30
Konstrukcje sprężone - strunobetonowe	B37
Konstrukcje Żelbetowe poddane obciążeniu wielokrotnie zmiennemu	B30

5. Beton zwykły

Beton zwykły uzyskuje się z mieszanki betonowej, w której skład wchodzi: kruszywo mineralne o frakcjach piaskowych (do 2 mm) i grubszych, cement, woda oraz ewentualne dodatki mineralne (udział w mieszance przekraczający 5% masy cementu) i domieszki chemiczne (udział do 5% masy cementu).

5.1. Cement

Do betonów należy stosować cementy odpowiadające wymaganiom podanym w normach państwowych.

Cementy importowane mogą być użyte do betonów po zakwalifikowaniu ich do odpowiedniej marki i rodzaju wg norm państwowych. Cementy dostarczone w workach, a różniące się rodzajem, marką oraz świadectwem jakości, powinny być magazynowane oddzielnie, w sposób umożliwiający łatwe ich rozróżnienie. Cementy dostarczane luzem, a różniące się rodzajem, marką oraz świadectwem jakości, powinny być składowane w oddzielnych silosach.

Silosy powinny być oznaczone w sposób umożliwiający rozróżnienie cementu.

5.2. Kruszywa

Do betonów należy stosować kruszywa mineralne zgodnie z normami państwowymi. Kruszywo do betonu powinno charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia. Do betonu należy stosować kruszywo o marce nie niższej niż klasa betonu. Uziarnienie kruszywa powinno zapewnić uzyskanie szczelnej mieszanki betonowej o wymaganej konsystencji przy możliwie najmniejszym zużyciu cementu i wody, prawidłowego zagęszczenia oraz odpowiedniej urabialności. Kruszywo mineralne może być naturalne (kruszywo w stanie naturalnym) lub łamane.

Rozróżnia się trzy podstawowe grupy asortymentowe tego kruszywa:

- piasek, piasek łamany (ziarna o średnicy 0-2 mm),
- żwir, grys, grys z otoczek (ziarna o średnicy od 2 mm do $d_{max}=16;31,5$ lub 63 mm),
- mieszankę kruszywa naturalnego sortowaną, kruszywa łamanego i otoczek.

W zależności od uziarnienia kruszywo dzieli się na trzy rodzaje:

- drobne o ziarnach do 4 mm,
- grube o ziarnach 4 do 63 mm,
- bardzo grube o ziarnach 63 do 250 mm.

Ze względu na cechy jakościowe kruszywo dzieli się na:

- odmiany I i II, zależnie od zawartości grudek gliny w kruszywach łamanych ze skał węglanowych i/lub nasiąkliwości w grysach ze skał magmowych i metamorficznych,
- gatunki 1 i 2, zależnie od zawartości poszczególnych frakcji w kruszywie,
- marki 10, 20, 30, 50 zależnie od przydatności do odpowiedniej klasy betonu,

Cechy fizyczne poszczególnych asortymentów i marek kruszyw do betonów powinny odpowiadać wymaganiom podanym w PN-86/B-06712. W przypadku betonu o określonym stopniu mrozoodporności lub wodoszczelności zaleca się stosowanie kruszywa marki nie niższej niż 20. Zalecane łączne graniczne krzywe uziarnienia kruszyw do betonu podano w PN-88/B-06250. Przy ustalaniu proporcji kruszyw frakcji piaskowej i grubszych należy brać pod uwagę urabialność mieszanki betonowej.

Ta urabialność powinna być stosowana do warunków formowania, które są określane przez:

- kształt i wymiary konstrukcji, elementu lub wyrobu oraz ilość zbrojenia,
- zakładaną gładkość i wygląd powierzchni betonu,
- sposoby układania i zagęszczania mieszanki betonowej (ręczne przez sztychowanie lub ubijanie, mechaniczne przez wibrowanie, ubijanie, prasowanie, itd.).

Dostosowanie urabialności mieszanki betonowej do wymienionych warunków polega na doborze odpowiedniej ilości zaprawy i łącznej ilości cementu i frakcji kruszywa poniżej 0,125 mm (przedstawiono w tabeli poniżej wg PN-88/B-06250) oraz konsystencji.

Rodzaje wyrobów elementów lub konstrukcji	Zalecana ilość zaprawy w dm ³ na 1 m ³ mieszanki betonowej	Najmniejsza suma objętości absolutnych cementu i ziaren kruszywa poniżej 0,125 mm w dm ³ na 1 m ³ mieszanki betonowej
Żelbetowe i betonowe konstrukcje masywne o najmniejszym wymiarze przekroju większym niż 500 mm i kruszywie do 63 mm	400-500	70
Sprężone, Żelbetowe i betonowe wyroby, elementy konstrukcji o najmniejszym wymiarze przekroju większym niż 60 mm i kruszywie do 31,5 mm	450-550	80
Sprężone, Żelbetowe i betonowe wyroby, elementy konstrukcji o najmniejszym wymiarze i przekroju większym niż 60 mm i kruszywie do 16 mm	500-550	95

Konsystencję mieszanki betonowej sprawdza się metodą Ve-Be lub metodą stożka opadowego.

Betony o konsystencji półciekłej i ciekłej zaleca się uzyskiwać w wyniku stosowania domieszek uplastyczniających lub upłynniających. Wymagane wskaźniki konsystencji mieszanek betonowych, zależne od metod badań, podano w tabeli (wg PN-88/B-06250):

Konsystencja i jej symbol	Sposoby zagęszczania i warunki formowania (kształt przekroju, ilość zbrojenia)	Wskaźnik wg metody:	
		Ve-Be, s	Stożka opadowego, cm
Wilgotna K-1	Mieszanki wibrowane (powyżej 100 Hz) i wibroprasowane, przekroje proste, rzadko zbrojone	≥28	-
Gęstoplastyczna K-2	Mieszanki wibrowane lub ubijane ręcznie, przekroje proste, rzadko zbrojone	27-14	-
Plastyczne K-3	Mieszanki wibrowane i ręcznie sztychowane, przekroje proste, normalnie zbrojone (około 1-2,5%) lub mieszanki wibrowane w przekroju złożone, rzadko zbrojone,	13-7 (metoda zalecana)	2-5
Półciekła K-4	Mieszanki wibrowane lub ręcznie sztychowane, przekroje złożone, gęsto zbrojone lub ręcznie sztychowane, proste przekroje, normalnie zbrojone	≤6	6-11 (metoda zalecana)
Ciekła K-5	Mieszanki ręcznie sztychowane	-	12-15

Ziarna kruszywa nie powinny być większe niż:

- 1/3 najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego elementu,
- 3/4 odległości w świetle między prętami zbrojenia, leżącymi w jednej płaszczyźnie prostopadłej do kierunku betonowania.

Do wykonania mieszanek betonowych stosuje się cementy powszechnego użytku:

portlandzki (CEM I), portlandzki mieszański (CEM II), hutniczy (CEM III) i pucolanowy (CEM IV).

Rozróżnia się sześć klas cementu: 32,5; 32,5R; 42,5; 42,5R; 52,5 i 52,5R,

(symbol R oznacza cement o wysokiej wytrzymałości wczesnej).

Szczegółowe informacje dotyczące cementu powszechnego użytku są zawarte w instrukcji ITB nr 356/98[8].
Zalecane uziarnienie kruszyw: drobnego (0-2 mm) i grubego (powyżej 2 mm). Do betonu do konstrukcji żelbetowych należy stosować kruszywo przechodzące przez sito o boku oczka kwadratowego 32 mm.

5.3. Woda

Do produkcji betonu należy używać wody o właściwościach określonych w normach państwowych.
Woda stosowana do mieszanki betonowej powinna spełniać wymagania PN-88/B-32250. Nie powinna zawierać składników wpływających niekorzystnie na wiązanie i twardnienie betonu. W przypadku wątpliwości należy przeprowadzić jej odpowiednie badanie. Ogólnie należy stwierdzić, że woda pitna (oprócz wód mineralnych) nadaje się do mieszanek betonowych. Wymagania ogólne dotyczące wody do mieszanek betonowych i zapraw

(wg PN-88/B-32250) podano w tabeli:

Barwa	Powinna odpowiadać barwie wody wodociągowej
Zapach	Woda nie powinna wydzielać zapachu gnilnego
Zawiesina	Woda nie powinna zawierać zawiesiny
pH	≥4

5.4. Domieszki i dodatki

Do zmiany warunków wiązania i twardnienia betonu, poprawy właściwości mieszanki bez zmian w zawilgoceniu kruszywa powodująca w stosunku do poprzedniej receptury roboczej zmianą zawartości całkowitej ilości wody zarobowej w 1 m³ mieszanki betonowej o więcej niż $\pm 5 \text{ dm}^3$. Jest to tzw. korekta receptury roboczej.

Domieszki chemiczne stosuje się w celu poprawienia różnych właściwości mieszanki betonowej i betonu.

Domieszki mają postać płynu lub proszku. W zależności od głównych funkcji domieszki można (wg instrukcji ITB nr 358/98) podzielić na: przyspieszające, opóźniające, redukujące wodę, napowietrzające. Klasyfikacja domieszek chemicznych wg PN-85/b-23010.

Całkowita ilość domieszek chemicznych powinna wynosić 0,2-5% masy cementu. Domieszki płynne stosowane w ilości przekraczającej 3 l/m³ mieszanki betonowej należy brać pod uwagę przy obliczaniu wskaźnika wodno-cementowego w/c. Wpływ domieszki na mieszanekę betonową zależy od: rodzaju cementu, rodzaju i ilości domieszki, wartości wskaźnika w/c. Różne rodzaje cementu, a także różne partie cementu z tego samego źródła mogą wymagać użycia różnej ilości tej samej domieszki do osiągnięcia jej założonego wpływu. Domieszki przyspieszające są dodawane do mieszanki betonowej w celu skrócenia czasu wiązania i/lub twardnienia betonu, a więc przyspieszenia tzw. wczesnej wytrzymałości betonu. Tego rodzaju domieszki stosuje się w przypadku potrzeby szybszego rozformowania elementu betonowego, w mieszanekach betonowych używanych np. w naprawach, itp. Domieszki opóźniające spowalniają wiązanie cementu, jego twardnienie i efekt cieplny twardnienia. Stosuje się je:

- do betonu towarowego przewożonego na dalekie odległości, zwłaszcza przy wyższej temperaturze (powyżej 18°C),
- przy betonowaniu elementów o dużych przekrojach w celu zapobiegania występowaniu rys,
- przy betonowaniu w upalne dni.

Domieszki redukujące wodę, tzn. domieszki uplastyczniające i upłynniające - plastyfikatory i superplastyfikatory, zmniejszają wodożądność i/lub polepszają urabialność mieszanki betonowej.

Mogą też dodatkowo powodować opóźnienie lub przyspieszenie wiązania bądź twardnienia betonu.

Domieszki napowietrzające powodują powstanie w betonie systemu mikroporów, co zapewnia zwiększenie mrozoodporności betonu oraz jego odporności na działanie środków odladzających.

Dodatki te wpływają też na poprawę urabialności mieszanki betonowej. Stosowane są też inne domieszki, w tym tzw. domieszki kompleksowe, charakteryzujące się kombinowanym działaniem dwu-lub nawet trójfunkcyjnym.

Nieodpowiednie stosowanie oraz niedokładne dozowanie domieszek może być przyczyną pogorszenia efektów ich działania, a nawet uzyskania niepożądanych efektów w mieszance betonowej, polegających np. na braku lub nadmiernym przyspieszeniu wiązania, itp. Zastosowanie odpowiedniej domieszki powinno wynikać z opracowanej recepty (składu) mieszanki betonowej. Powinno też być zgodne z aprobatami technicznymi, bądź normami dotyczącymi poszczególnych domieszek oraz dostosowane do rodzaju stosowanego cementu. Domieszki dozuje się głównie w sposób wagowy (w stosunku do masy cementu). Dodatki stosowane do mieszanki betonowej (mogą one być również składnikami cementu), to przede wszystkim popiół lotny, granulowany żużel wielkopiecowy, pucolany i pył krzemionkowy. Są one dozowane w celu zmniejszenia kosztów wytwarzania, bądź zmodyfikowania właściwości betonu. Dodatki stosuje się w ilości większej niż 5% w stosunku do masy cementu. Zastosowanie dodatku powinno wynikać z opracowanej recepty (składu) mieszanki betonowej.

6. Mieszanka betonowa

Do wykonywania konstrukcji betonowych i żelbetowych można stosować mieszanekę betonową wykonywaną samodzielnie przez wykonawcę lub mieszanekę betonową wykonywaną w wytwórni tzw. "beton towarowy".

Składniki mieszanki betonowej jak i sama mieszanka muszą być zgodne z wymaganiami niniejszej SST i dokumentacji projektowej.

Mieszanka betonowa powinna odpowiadać klasie podanej w projekcie oraz spełniać wymagania norm: PN-8-10040:1999, PN88'-06250 lub PN-ENV 206-1.

W przypadku stosowania mieszanki wykonywanej samodzielnie przez wykonawcę produkcja mieszanki betonowej powinna się odbywać na podstawie receptury laboratoryjnej opracowanej przez wykonawcę lub na jego zlecenie i zatwierdzonej przez inżyniera. Wykonawca musi posiadać własne laboratorium lub też za zgodą inżyniera, zleci nadzór laboratoryjny niezależnemu laboratorium.

7. Beton wodoszczelny

7.1. Właściwości i przygotowanie mieszanki betonowej

Wykonywanie betonu wodoszczelnego powinno być zgodne z ogólnymi zasadami podanymi w normach państwowych z uwzględnieniem następujących wymagań dodatkowych:

- wskaźnik cementowo-wodny powinien być zgodny z założeniami projektowymi,
- przed przystąpieniem do wykonania należy sprawdzić laboratoryjnie wodoszczelność betonu,
- mieszanka betonowa powinna być co najmniej o konsystencji gęstoplastycznej,
- rodzaj i ilość dodatków uszczelniających powinny być dobierane na podstawie prób laboratoryjnych, albo wytycznych producentów dodatków.

Zagęszczanie betonu wodoszczelnego powinno być wyłącznie mechaniczne.

Beton wodoszczelny należy utrzymać w stałym nawilżeniu wodą przez co najmniej 14 dni oraz chronić przed bezpośrednimi wpływami atmosferycznymi do czasu uzyskania przez niego wymaganej wytrzymałości na ściskanie.

7.2. Zasady ustalania składu betonu wodoszczelnego

Skład betonu wodoszczelnego może być ustalony dowolną metodą i powinien być sprawdzany doświadczalnie w drodze badań wstępnych z uwzględnieniem rzeczywistych warunków wykonywania betonu, zakładając, że beton o wymaganych właściwościach należy uzyskać przy najmniejszej ilości cementu.

Przy ustalaniu składu betonu wodoszczelnego należy uwzględnić:

- cechy fizyczne wynikające z funkcji i przeznaczenia wykonywanego betonu, zwłaszcza cechy decydujące o trwałości w czasie eksploatacji (porowatość, nasiąkliwość, wodoszczelność i ew. inne),
- wymaganą wytrzymałość betonu zgodnie z normą państwową,
- wymaganą konsystencję i urabialność zgodnie z normą państwową,

Beton wodoszczelny powinien mieć klasę nie niższą niż B17,5.

8. Beton hydrotechniczny

8.1. Cement

Do betonu hydrotechnicznego należy stosować cementy o właściwościach technicznych zgodnych z normami państwowymi pod warunkiem uwzględnienia wymagań określonych dla tych spoiw w niniejszych SST i normach na beton hydrotechniczny. Ciepło hydratacji cementów do betonu hydrotechnicznego układanego w konstrukcjach masywnych o przekroju poprzecznym powyżej 1,5 m powinno być zgodne z normami państwowymi.

W przypadku dodawania do cementu drobno mielonych dodatków hydraulicznych ciepło hydratacji należy oznaczać łącznie dla cementu i dodatków. Początek wiązania oraz odporność na działanie danego środowiska wodnego w konstrukcjach masywnych o przekroju poprzecznym powyżej 1,5 m nie powinien następować wcześniej niż po 5 godz. i nie później niż po 10 godz., licząc od chwili zarobienia mieszanki betonowej wodą.

W przypadku przeznaczenia cementów do wykonywania betonu hydrotechnicznego w konstrukcjach masywnych należy ustalić dla danej konstrukcji wymagania techniczne dla cementów oraz kontrolować ściśle ich jakość w ciągu całego okresu trwania budowy.

8.2. Kruszywo

Do betonów hydrotechnicznych należy stosować kruszywo mineralne w postaci piasków, żwirów lub kruszyw łamanych, których właściwości techniczne odpowiadają wymaganiom określonym w normach na beton hydrotechniczny.

Kruszywo naturalne (piasek, żwir) powinno być zbadane na zawartość skał osadowych.

Stosowanie kruszyw zawierających skały osadowe jest dopuszczalne po laboratoryjnym zbadaniu betonu z tego rodzaju kruszywa na wytrzymałość na ściskanie oraz odporność na działanie danego środowiska wodnego.

Cechy fizyczne i chemiczne piasku powinny odpowiadać wymaganiom określonym dla piasków do betonu zwykłego, z tym, że zależnie od położenia betonu hydrotechnicznego w budowlu piasek powinien spełniać dodatkowo wymagania zgodnie z normami państwową. Żwir i kruszywo łamane powinno odpowiadać wymaganiom normy jak dla betonu zwykłego, z tym, że zawartość ziaren wydłużonych i płaskich nie powinna być większa niż 20% w stosunku do masy.

W przypadkach technicznie uzasadnionych dopuszcza się w konstrukcjach hydrotechnicznych kruszywo o uziarnieniu do 120 mm. Ilość frakcji kruszywa w betonie powinna odpowiadać normom państwowym.

8.3. Woda

Woda do betonu hydrotechnicznego powinna odpowiadać wymaganiom podanym w normach państwowych.

8.4. Dodatki i domieszki

W razie potrzeby można stosować do betonu hydrotechnicznego drobno zmielone aktywne lub wypełniające dodatki mineralne oraz powierzchniowo czynne domieszki organiczne. Ilość i wpływ dodatków i domieszek na właściwości mieszanki betonowej i stwardniałego betonu należy ustalić w laboratorium badawczym.

Dodatki do betonu hydrotechnicznego można stosować jak do betonu zwykłego, w ilości nie przekraczającej 20% ciężaru cementu, i odpowiadać normom państwowym lub wytycznym producenta dodatków.

Jako domieszki zabezpieczające beton przed przesiąkaniem wody lub działaniem wód agresywnych można stosować związki chemiczne, jednak użycie ich wymaga uprzedniego sprawdzenia dopuszczalności do stosowania.

8.5. Właściwości betonu

W zależności od rzeczywistych warunków pracy beton powinien odpowiadać wymaganiom zawartym w normach państwowych. W zależności od sposobu układania i zagęszczania mieszanki betonowej, od wymiarów elementów konstrukcji i od procentu zbrojenia, konsystencja mieszanki betonów powinna być zgodna polską normą.

Hydrotechniczny beton podwodny i beton w strefie zmiennych położań zwierciadła wody powinien być odporny na chemiczne, niszczące działanie wody.

Określenie stopnia agresywności wody jako środowiska, w którym będzie znajdował się beton, wybór rodzaju cementu i ewentualne zastosowanie środków podwyższających odporność betonu na działanie wód agresywnych powinny być zgodne z normami państwowymi. Wodoszczelność betonu stref wewnętrznych budowli powinna być uzależniona od wartości parcia hydrostatycznego. Dla konstrukcji cienkościennych narażonych na duże parcie wody (stosunek parcia wody do grubości konstrukcji) należy przyjmować większą markę wodoszczelności.

VIII. ZBROJENIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH

1. Informacje ogólne

Stal jest stopem Żelaza (Fe) z węglem (C) i innymi pierwiastkami, jak: mangan (Mn), krzem (Si), fosfor (P), siarka (S), chrom (Cr), nikiel (Ni), miedź (Cu), molibden (Mo), wolfram (V). Jej gęstość wynosi 7850 kg/m³. Stal zbrojeniową, zależnie od jej właściwości mechanicznych, zalicza się do odpowiedniej klasy jakości.

Stal do zbrojenia betonu zgodna z projektem powinna spełniać wymagania norm:

PN-S-1 0040: 1999, PN91'S-10042, a ponadto norm: PN-ISO 6935-1:1998, PN-ISO 6935-2:1998, PN-ISO 6935-2IAk:1998, PN-89'H84023.06, PN-821H-93215.

Odbiór stali na budowie powinien być dokonany na podstawie atestu hutniczego dołączonego przez wytwórcę stali. Treść atestu powinna być zgodna z postanowieniami powyżej przytoczonych norm.

Cechowanie wiązek i kręgów powinno być zgodne z postanowieniami powyżej przytoczonych norm.

Stal zbrojeniowa powinna być magazynowana pod zadaszeniem w przegrodach lub stojakach z podziałem wg wymiarów i gatunków. Należy dążyć, by stal była magazynowana w miejscu nie narażonym na nadmierne zawilgocenie lub zanieczyszczenie. Do montażu prętów zbrojenia należy używać wyżarzonego drutu stalowego tzw. wiązałkowego o średnicy nie mniejszej niż 1,0 mm.

Przy średnicach większych niż 12 mm stosować drut wiązałkowy o średnicy 1,5 mm.

2. Klasy i gatunki stali zbrojeniowej

Do zbrojenia konstrukcji z betonu należy stosować pręty ze stali określonego gatunku i klasy określonych w normach polskich. Dopuszcza się do zbrojenia konstrukcji z betonu inne rodzaje stali nie określone normami państwowymi, na podstawie świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie wydanego przez Instytut Techniki Budowlanej. Do zgrzewanych punktowo płaskich i przestrzennych szkieletów przeznaczonych do zbrojenia konstrukcji z betonu należy stosować pręty ze stali zgodnie z polską normą. Właściwości mechaniczne klas stali zbrojeniowej jak również siatek zgrzewanych oraz wytrzymałości charakterystyczne i obliczeniowe określają polskie normy.

Rozróżnia się pięć klas tej stali: A-O, A-I, A-II, A-III i A-IIIN. W każdej z tych klas stali zbrojeniowej wyróżnia się jej gatunki. Klasa i gatunek oraz średnice prętów zbrojenia powinny być zgodne z projektem.

Niżej podano ogólne zasady doboru stali gatunków najczęściej stosowanych w praktyce.

- Pręty ze stali klasy A-O gatunku St0s-b są używane jako zbrojenie konstrukcyjne, rozdzielcze i strzemiona w konstrukcjach z betonu oraz jako zbrojenie nośne w elementach o małym stopniu zbrojenia i niskiej klasie betonu,
- Pręty ze stali klasy A-I gatunku St3SX-b, St3SY-b i St3S-b stosuje się jako zbrojenie nośne w konstrukcjach pracujących pod obciążeniem wielokrotnie zmiennym i dynamicznym, w konstrukcjach narażonych na drgania sejsmiczne, na działanie ciśnienia gazów lub cieczy oraz w konstrukcjach pracujących w środowiskach agresywnych, pod warunkiem zabezpieczenia tych konstrukcji przed korozją,
- Ze stali klasy A-I gatunku St3SY-b należy wykonywać uchwyty montażowe elementów prefabrykowanych.
- Pręty ze stali klasy A-II gatunku St50B stosuje się jako zbrojenie nośne. Nie należy ich jednak stosować w konstrukcjach poddanych działaniu obciążeń wielokrotnie zmiennych. Nie nadają się do spawania łukowego i zgrzewania punktowego.
- Pręty ze stali klasy A-II gatunku 18G2-b stosuje się jako zbrojenie nośne w konstrukcjach pracujących pod obciążeniem wielokrotnie zmiennym i dynamicznym, w podwyższonej temperaturze, narażonych na drgania sejsmiczne, na działanie ciśnienia gazów i cieczy, gwałtowne działanie ciśnienia powietrza (podmuch) oraz pracujących w środowiskach agresywnych, pod warunkiem zabezpieczenia konstrukcji przed korozją.
- Pręty ze stali klasy A-II gatunku 20G2Y-b stosuje się jako zbrojenie nośne w konstrukcjach żelbetowych. Dopuszcza się używanie tej stali w konstrukcjach pracujących pod obciążeniem wielokrotnie zmiennym.
- Podstawowym rodzajem zbrojenia nośnego w konstrukcjach z betonu są pręty ze stali klasy A-III gatunku 34GS. Dopuszcza się ich stosowanie w konstrukcjach pracujących pod obciążeniem wielokrotnie zmiennym i w konstrukcjach w podwyższonej temperaturze.
- Pręty ze stali klasy A-IIIN gatunku 20G2VY-b są stosowane jako zbrojenie nośne podłużne w żelbetowych elementach zginanych o stopniu zbrojenia większym niż 0,25%. Nie należy stosować tej stali w konstrukcjach poddanych działaniu obciążeń wielokrotnie zmiennych lub dynamicznych, podwyższonej temperatury oraz w konstrukcjach pracujących w środowiskach agresywnych.
- Oprócz prętów jako zbrojenie konstrukcji żelbetowych stosuje się druty o średnicy 3-15 mm.
- W elemencie żelbetowym pręty nośne zaleca się wykonywać ze stali jednego gatunku.
W szczególnych wypadkach dopuszcza się stosowanie w jednym przekroju prętów różnych gatunków i klas stali od A-O do A-IIIN, pod warunkiem uwzględnienia ich wytrzymałości i zakresów stosowania.
- W wypadku stosowania w konstrukcjach lub elementach z betonu blach węzłowych, marek, itp., wykonuje się je ze stali St3S i projektuje wg PN-90/B-03200.
- Stal zbrojeniową z importu (a także inne gatunki stali, nie wymienione wyżej) można stosować wyłącznie po uzyskaniu odpowiedniego dokumentu dopuszczającego do obrotu i stosowania w budownictwie.
- Stal zbrojeniowa jest dostarczana jako walcówka w kręgach o średnicy 55-100 cm i masie do 1000 kg lub w postaci prętów długości 10-12 m.
- Pręty ze stali klasy A-O i A-I są okrągłe, gładkie, a ze stali wyższych klas - okrągłe, żebrowane.

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami oraz z definicjami podanymi w OST.

3. Pręty zbrojeniowe

Dostarczone na budowę pręty zbrojeniowe w postaci kręgów lub prętów prostych w wiązkach powinny mieć zaświadczenie o jakości (atest hutniczy). Kręgi i wiązki prętów powinny być zaopatrzone w przywieszki zawierające: znak wytwórcy, średnicę nominalną, znak stali, numer wytopu, znak obróbki cieplnej.

- Pręty ze stali klasy A-0 powinny być okrągłe o gładkiej powierzchni.
 - Pręty ze stali klasy A-I powinny być okrągłe o gładkiej powierzchni i być oznaczone czerwoną farbą olejną przez malowanie z jednej strony końców prętów.
 - Pręty ze stali klasy A-II, III powinny być okrągłe, a na ich powierzchni powinny znajdować się ukształtowane dwa żeberka podłużne usytuowane przeciwległe do siebie i biegnące równoległe do podłużnej osi pręta. Między tymi żeberkami powinny znajdować się żeberka poprzeczne nachylone jednoskośnie (śrubowo) do osi podłużnej pręta pod kątem 60° i równomiernie rozmieszczone wzdłuż całej długości pręta.
 - Druty zbrojeniowe powinny być okrągłe o gładkiej powierzchni zewnętrznej.
- Należy stosować w budownictwie druty gołe, szare i twarde o dokładności wymiarów średnicy określonych w normie państwowej.

4. Siatki zbrojeniowe i szkielety zgrzewane

Do zbrojenia konstrukcji z betonu odpowiednio do przyjętych rozwiązań projektowych, mogą być stosowane zgrzewane siatki zbrojeniowe standardowe lub typowe. Siatki powinny być wykonane z prętów z drutu gładkiego lub profilowanego na zimno, krzyżujących się pod kątem 90°, połączonych za pomocą elektrycznego zgrzewania punktowego.

Do zbrojenia konstrukcji z betonu mogą być stosowane zgrzewane płaskie i przestrzenne szkielety zbrojeniowe. Płaskie szkielety zbrojeniowe w postaci prefabrykowanych elementów zbrojeń konstrukcji z betonu powinny być wykonywane ze stalowych prętów prostych krzyżujących się pod kątem 90°, połączonych za pomocą elektrycznego zgrzewania punktowego w miejscach styków.

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

5. Materiały spawalnicze

Do spawania należy używać elektrody odpowiednie do gatunku stali z której wykonane jest zbrojenie oraz odpowiadające wymaganiom normy: PN-91/M-69430.

6. Podkładki dystansowe

Dopuszcza się stosowanie stabilizatorów i podkładek dystansowych z betonu lub zaprawy oraz z tworzyw sztucznych. Podkładki dystansowe muszą być mocowane do prętów. Nie dopuszcza się stosowania podkładek dystansowych z drewna, cegły lub prętów stalowych.

7. Elementy kotwiące

Elementy kotwiące zabetonowane w elementach żelbetowych winny być wykonane ze stali zabezpieczonej antykorozyjną powłoką malarską. Elementy winny być osadzane wg szablonu wykonanego na podstawie marki.

8. Warunki stosowania materiałów

Stal zbrojeniowa dostarczana na budowę powinna odpowiadać wymaganiom podanym w odpowiednich normach.

Pręty zbrojeniowe powinny być dostarczane w kręgach lub prostych wiązkach zaopatrzonych w przywieszki zawierające znak obróbki cieplnej oraz posiadać atest hutniczy

9. Wymagania szczegółowe dla materiałów

- stal dostarczana w kręgach
średnica kręgów powinna wynosić 500-1000 mm, a ich masa do 1000 kg.
- stal dostarczana jako pręty proste
pręty proste powinny być dostarczane na budowę w długościach 10-12 m, jeśli w zamówieniu nie określono inaczej.

10. Składowanie materiałów

Stal zbrojeniową należy składować pod zadaszeniem, posortowaną wg wymiarów i gatunków.

Odgięte pręty zbrojeniowe powinny być składowane na wydzielonych, uporządkowanych miejscach, w sposób nie powodujący ich uszkodzenia i pomieszenia.

Druty składowane być winny w magazynie zamkniętym, w kręgach, posortowane wg wymiarów i gatunków.

11. Deklaracja zgodności

Każda partia stali musi być zaopatrzona w atest hutniczy.

12. Sprzęt do wykonywania robót zbrojarskich

Do wykonywania zbrojenia winny być wykorzystywane następujące urządzenia:

- urządzenia i maszyny do prostowania prętów cienkich (walcówki) oraz do prostowania prętów cienkich dostarczanych w odcinkach prostych,
- urządzenia do cięcia prętów zbrojeniowych na odpowiednią długość,
- urządzenia do kształtowania prętów zbrojeniowych,
- urządzenia i sprzęt do zgrzewania i spawania prętów zbrojeniowych.

IX. ZASADY WYKONANIA ROBÓT ZBROJENIOWYCH

1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w OST.

2. Przygotowanie zbrojenia

Zbrojenie elementów żelbetowych jest obecnie przygotowywane w warsztatach zbrojarskich, wyposażonych w niezbędne urządzenia i maszyny. Warsztaty są urządzane na placu budowy, bądź na terenie zaplecza przedsiębiorstwa wykonawczego (jako tzw. zbrojarnie centralne). Dostarczona stal zbrojeniowa (kręgi, pręty, szkielety zbrojeniowe) powinna być na budowie składowana na placu magazynowym, na podkładach drewnianych (rozstawionych co około 2,0-2,5 m), bądź przenośnych stojakach, pod zadaszeniem. Nie wolno układać tej stali bezpośrednio na gruncie. Pręty zbrojeniowe należy segregować według klas i gatunków, średnicy i długości.

Stal w kręgach układa się na placu magazynowym na płask (do ośmiu warstw) lub opierając jeden krąg o drugi. Przygotowanie i obróbka zbrojenia obejmują takie czynności, jak czyszczenie, prostowanie, cięcie, gięcie i montaż. Zbrojenie powinno być oczyszczone, aby zapewnić dobrą współpracę (przyczepność) betonu i stali w konstrukcji. Należy więc usunąć z powierzchni prętów zanieczyszczenia smarami, farbą olejną, itp.,

a także łuszczącą się rdzę (lekki nalot rdzy nie łuszczącej się nie jest szkodliwy). W celu usunięcia farb olejnych, bądź zatłuszczenia stosuje się opalanie lampami benzynowymi (po wypaleniu się zanieczyszczeń pręty wyciera się; jeśli jest to niezbędne - również papierem ściernym). Nalot rdzy łuszczącej się można usunąć za pomocą szczotek drucianych. Niekiedy stosuje się też piaskowanie.

Pręty używane do przygotowania muszą być proste. Dlatego - w przypadku występowania miejscowych zakrzywień - należy te pręty wyprostować przed przystąpieniem do dalszej obróbki (cięcia, itp.). Pręty zbrojeniowe w kręgach można prostować przez wciąganie za pomocą np. wciągarki lub mechaniczne prostowanie prętów przy użyciu prostowników mechanicznych. Niekiedy dopuszcza się, zwłaszcza pręty większych średnic, prostuje się ręcznie za pomocą klucza zbrojarskiego, na stole zbrojarskim z odpowiednio umocowanymi trzpieniami.

Oczyszczone i wyprostowane pręty tną się na odcinki długości wynikającej z projektu. Stosuje się do tego celu nożyce ręczne, a także (zwłaszcza w przypadku prętów większych średnic) nożyce mechaniczne o napędzie elektrycznym. Nożycami mechanicznymi można przecinać jednocześnie więcej niż jeden pręt. Do cięcia siatek zbrojeniowych stosuje się nożyce hydrauliczne przewoźne. Pocięte pręty są następnie wyginane zgodnie z rysunkami zbrojenia podanymi w projekcie. Pręty można wyginać ręcznie kluczem zbrojarskim, wykorzystując trzpienie zamocowane w blacie stołu stolarskiego lub za pomocą giętarek ręcznych lub za pomocą giętarek mechanicznych. Można przy tym jednocześnie wyginać więcej niż jeden pręt. Wygięte pręty zbrojeniowe i strzemiona montuje się bezpośrednio w deskowaniu lub przygotowuje w postaci szkieletów zbrojeniowych.

Szkielety krótkich belek i słupów można montować na dwóch lub trzech kozłach. Na tych kozłach układa się pręty dolne zbrojenia belki lub zbrojenia stosowanego przy jednym boku słupa, a następnie nakłada się strzemiona i rozsuwa je zgodnie z rozstawem określonym w projekcie. Po połączeniu strzemion z prętami szkielet odwraca się i wsuwa w strzemiona pozostałe pręty, łącząc je (np. drutem wiązkowym) ze strzemionami. Gotowy szkielet wstawia się w deskowanie. Zbrojenie płyt można układać od razu w deskowaniu. Najpierw na deskowaniu oznacza się kredą lub ołówkiem ciesielskim rozstaw prętów nośnych (głównych) i rozdzielczych. Następnie rozkłada się pręty nośne i na nich układa się i od razu łączy pręty rozdzielcze usytuowane u dołu płyty. Później montuje się pręty rozdzielcze w zagięciach prętów nośnych, a na końcu pręty u góry płyty. Podobnie montuje się szkielety zbrojeniowe ścian.

Na ustawionej jednej stronie deskowania wyznacza się rozstaw prętów. Ustawia się pręty pionowe, a następnie, poczynając od spodu, łączy z nimi pręty poziome. Pionowe pręty ścian i słupów przywiązuje się do prętów wystających z fundamentu lub poprzedniej kondygnacji. Długość zakładu powinna być zgodna z projektem. W celu zapewnienia wymaganej grubości otuliny betonowej zaleca się założyć na pręty specjalne krążki z tworzywa sztucznego.

Pręty łączy się w szkielety, stosując zgrzewanie, spawanie lub wiązanie drutem. Połączenia zgrzewane i spawane są sztywne. W deskowaniu można pręty zgrzewać za pomocą przewoźnych zgrzewarek. W zbrojarniach są instalowane zgrzewarki stałe. Do wykonywania siatek zbrojeniowych używa się zgrzewarek wielopunktowych.

Pręty ze stali spawalnej można łączyć za pomocą spawania. Wykorzystuje się do tego celu różnego rodzaju spawarki.

Pręty należy wiązać wyżarzonym drutem o średnicy 1 mm, stosując np. węzeł prosty pojedynczy lub podwójny, bądź węzły krzyżowe albo martwe.

Zbrojenie elementów żelbetowych powinno składać się, jeśli to możliwe, z prętów nieprzerwanych na długości jednego przęsła lub jednego elementu konstrukcyjnego. Jeżeli ten warunek nie może być spełniony, to odcinki prętów trzeba w zasadzie łączyć za pomocą spawania lub zacisków mechanicznych. Dopuszcza się też łączenie prętów na zakład. Zaleca się, aby połączenia prętów znajdowały się w przekrojach, których nośność prętów nie jest całkowicie wykorzystana. Rodzaje połączeń spajanych i sposoby ich wykonania są podane w PN-B-03264:2002.

3. Montaż zbrojenia

Ustawienie elementów zbrojenia powinno być wykonywane według przygotowanych schematów zapewniających kolejność robót, przy której wcześniej ułożone elementy będą umożliwiały dalszy montaż zbrojenia.

Zbrojenie należy układać po odbiorze deskowań. Zbrojenie powinno być trwale usytuowane w deskowaniu w sposób zabezpieczający od uszkodzeń i przemieszczeń podczas betonowania i zagęszczania mieszanki betonowej.

Pręty, siatki i szkielety należy układać w deskowaniu tak, aby grubość otuliny odpowiadała wartościom podanym w projekcie.

4. Zasady zbrojenia elementów

Zbrojenie konstrukcji żelbetowych można ogólnie podzielić na nośne (nazywane też głównymi) i uzupełniające, gdzie zbrojenie nośne określone jest na podstawie obliczeń konstrukcyjnych, natomiast zbrojenie uzupełniające stosowane jest jako technologiczne. Słupy są projektowane i wykonywane jako nieuzwojone, zazwyczaj o przekroju poprzecznym w kształcie kwadratu, prostokąta, bądź koła, a także jako uzwojone na ogół o przekroju poprzecznym okrągłym.

Zbrojenie podłużne słupów nieuzwojonych powinno składać się co najmniej z takiej liczby prętów, aby w każdym narożu znajdował się jeden pręt; resztę prętów należy rozmieszczać na obwodzie, w odstępach nie przekraczających 400 mm. W przekroju okrągłym liczba prętów powinna wynosić co najmniej 6. Całkowity przekrój zbrojenia podłużnego poza zakładami powinien być nie większy niż 4% powierzchni przekroju słupa. Do zbrojenia podłużnego słupów należy stosować pręty o średnicy od 12 do 40 mm. W słupach prefabrykowanych można stosować pręty o średnicy nie mniejszej niż 10 mm. Średnica strzemion powinna być nie mniejsza niż 0,2 średnicy zbrojenia podłużnego i wynosić nie mniej niż 4,5 mm. Rozstaw strzemion powinien być nie większy niż:

- 150 zbrojenia podłużnego, gdy sumaryczny stopień zbrojenia słupa jest nie większy niż 3%,
- 100 zbrojenia podłużnego, gdy sumaryczny stopień zbrojenia słupa jest większy niż 3%,
- najmniejszy wymiar poprzeczny słupa lub jego średnica i nie większy niż 400 mm.

Na długości równej większemu wymiarowi przekroju (obliczeniowej długości zakotwienia) rozstaw ten powinien być zmniejszony do połowy ($52=0,5s_l$), a na końcach słupów prefabrykowanych, na odcinku równym większemu wymiarowi przekroju słupa - do $1/3$ rozstawu. Stosowanie strzemion pojedynczych jest dozwolone tylko w tych przypadkach, w których wymiary boków słupa są nie większe niż 450 mm, przy liczbie prętów zbrojenia podłużnego z każdej strony nie większej niż cztery. W innych przypadkach należy stosować strzemiona podwójne. Jeżeli stopień zbrojenia słupa jest większy niż 3%, strzemiona podwójne należy stosować bez względu na wymiary przekroju poprzecznego słupa. Słupy uzwojone zbroi się zgodnie z zasadami podanymi w PN-B-03264:2002.

5. Zasady BHP

Stoły warsztatowe ustawiać w pomieszczeniach zamkniętych lub pod wiatami z umocowanymi od strony nawietrznej osłonami. Stanowiska po obu stronach stołu należy oddzielić siatką o wysokości 1 m, o oczkach max 20 mm. Podczas cięcia pręta nożycami należy pręt oprzeć obustronnie na kozłach lub stole zbrojarskim. Cięcie nożycami prętów o średnicy większej niż 20 mm jest zabronione. Przy mechanicznym cięciu prętów nie wolno chwytać ręką prętów w odległości mniejszej, niż 50 cm od nożyc tnących. Pręty o średnicy większej, niż 20 mm mogą być gięte tylko mechanicznie. Zakładanie prętów na mechanicznej giętarcie dopuszczalne jest tylko przy unieruchomieniu tarczy giętarki. Zabronione jest przebywanie pracowników na terenie ogrodzonym wzdłuż wyciąganego pręta w czasie prostowania zbrojenia. Składowanie zbrojenia na pomostach przeznaczonych wyłącznie do pracy zbrojarzy jest zabronione.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Ogólne zasady kontroli

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w OST.

6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy:

- oględziny,
- badanie zgodności wykonania zbrojenia z obowiązującymi przepisami,
- badanie zgodności usytuowania zbrojenia z projektem,
- badanie jakości połączeń zgrzewanych wykonywanych na placu budowy.

Dostarczoną na budowę partię stali należy przed wbudowaniem zbadać laboratoryjnie w przypadku, gdy nie ma zaświadczenia o jakości stali, nasuwają się wątpliwości co do jej właściwości technicznych na podstawie oględzin zewnętrznych lub gdy stal pęka przy gięciu.

6.3. Kontrola jakości robót zbrojarskich

Zbrojenie należy układać po sprawdzeniu i odbiorze deskowań. Powinno być ono tak usytuowane, aby nie uległo uszkodzeniom i przemieszczeniom podczas układania i zagęszczania mieszanki betonowej. Do stabilizacji zbrojenia w deskowaniu, w celu zapewnienia wymaganego otulenia prętów betonem, stosować należy różnego rodzaju wkładki i podkładki dystansowe (z zaprawy, stali, tworzyw sztucznych).

Zbrojenie powinno być połączone drutem wiązałkowym w sztywny szkielet. Obecnie szkielety zbrojeniowe przygotowuje się najczęściej poza placem budowy i gotowe umieszcza się w deskowaniu. Zbrojenie przed betonowaniem powinno być skontrolowane. Kontrola ta polega na sprawdzeniu zgodności ułożonego zbrojenia z projektem oraz wymaganiami norm. Sprawdza się wymiary zbrojenia, jego usytuowanie (w tym grubość otuliny), rozstaw strzemion, położenie złączy, długość zakotwienia, itp. Dopuszczalne odchyłki w wykonaniu zbrojenia i jego ustawienia w deskowaniu podano w tablicy poniżej. Odbiór zbrojenia i zezwolenie na betonowanie należy odnotować w dzienniku budowy. Dopuszczalne odchyłki wymiarów w wykonaniu zbrojenia

Określenie wymiaru	Wartość odchyłki
Od wymiarów siatek i szkieletów wiązanych lub zgrzewanych	
a) długość elementu	$\pm 10 \text{ mm}$
b) szerokość (wysokość) elementu	
- przy wymiarze do 1 m	$\pm 5 \text{ mm}$
- przy wymiarze powyżej 1 m	$\pm 10 \text{ mm}$
W rozstawie prętów podłużnych, poprzecznych i strzemion	
a) przy $\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$
b) przy $\varnothing > 20 \text{ mm}$	$\pm 0,50$
W położeniu odgięć prętów	± 20
W grubości warstwy otulającej	$\pm 10 \text{ mm}$
W położeniu połączeń (styków) prętów	$\pm 25 \text{ mm}$

X. SKŁADOWANIE MAGAZYNOWANIE I PRZECHOWYWANIE MATERIAŁÓW

Zgodnie z warunkami podanymi w OST oraz według zaleceń producenta.

Mieszanka betonowa winna być dostarczana bezpośrednio przed wbudowaniem z wyspecjalizowanej wytwórni. Elementy stalowe kotwiące składować pod zadaszeniami lub w pomieszczeniach zamkniętych w sposób uniemożliwiający uszkodzenie powłoki antykorozyjnej.

XI. DEKLARACJA ZGODNOŚCI

Do każdej partii betonu powinno zostać wystawione przez producenta zaświadczenie o jakości betonu.

Zaświadczenie to winno zawierać charakterystykę betonu, zastosowane dodatki; wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badań; wyniki badań dodatkowych; okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

XII. TRANSPORT I WARUNKI DOSTAWY

1. Ogólne zasady transportu

Środki transportu mieszanki betonowej nie powinny powodować:

- naruszenia jednorodności mieszanki (segregacja składników),
- zmian w składzie mieszanki w stosunku do stanu początkowego wskutek dostawania się do niej opadów
- ubytku zaczynu cementowego lub zaprawy,
- ubytku wody na skutek wysychania pod wpływem wiatru lub promieni słonecznych itp.,
- zanieczyszczenia,
- zmiany temperatury przekraczającej granice określone wymaganiami technologicznymi.

Czas trwania transportu, dobór środków i organizacja powinny zapewniać dostarczenie do miejsca układania mieszankę betonową o takim stopniu ciekości, jaki został przyjęty przy ustalaniu składu betonu i dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji. Dopuszczalne odchylenie w konsystencji mieszanki betonowej badanej po transporcie w chwili jej ułożenia, w stosunku do założonej receptury, może wynosić ± 1 cm przy stosowaniu stożka opadowego.

W czasie transportu mieszanki betonowej powinny być zachowane wymagania:

- mieszanka powinna być dostarczona na miejsce ułożenia w zasadzie bez przeładunku;
- w razie konieczności przeładunku liczba przeładunków powinna być możliwie najmniejsza,
- pojemniki użyte do przewożenia mieszanki powinny zapewniać możliwość stopniowego ich opróżnienia oraz być łatwe do oczyszczenia i przepłukania,
- przewożenie mieszanki w pudłach samochodów ciężarowych jest niedopuszczalne.

2. Transport za pomocą urządzeń samochodowych oraz pojemnikami przemieszczanymi siłą ludzką

Transport mieszanki betonowej w pojemnikach samochodowych (gruszkach) mieszających ją w czasie jazdy powinien być tak zorganizowany, aby wyładunek mieszanki następował bezpośrednio nad miejscem jej ułożenia lub - jeżeli jest to niemożliwe - w pobliżu betonowanej konstrukcji lub jej elementu. Opróżnianie pojemnika samochodowego powinno być dokonywane do skrzyni, jeżeli dalszy transport mieszanki odbywa się pompami, lub bezpośrednio do pojemników kołowych (japonek), za pomocą których mieszanka jest transportowana na miejsce jej ułożenia.

Przy transporcie mieszanki betonowej w zależności od rodzajów środków transportowych, temperatury i czasu transportu zaleca się przyjmować następujące odległości:

- do 15 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej o temperaturze normalnej i konsystencji od wilgotnej do półciekłej, pod warunkiem że transport odbywa się po drogach i dobrej nawierzchni,
- do 12 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej w specjalnych wywrotkach,
- do 5-8 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej urządzeniami przystosowanymi do mieszania w czasie transportu,
- do 4-5 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej bez mieszania w czasie transportu,
- do 2-3 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji półciekłej bez mieszania w czasie transportu.

3. Transport zbrojenia

Elementy zbrojenia, siatki, pakiety szkieletów płaskich i szkielety przestrzenne powinny być przewożone środkami transportowymi przystosowanymi do tego typu przewozów, bez uszkodzeń i deformacji.

Wymiary i masa elementów zbrojenia powinny być dostosowane do środków transportu.

Oddzielne pręty należy przewozić w pęczkach, oznakowane i związane drutem.

Szkielety płaskie jednego rozmiaru powinny być układane na przemian na płask w pakiety po 10—20 szt.

Każdy szkielet płaski lub przestrzenny, wyprodukowany w zakładzie zbrojarskim, powinien być oznakowany przymocowaną do niego przywieszką zawierającą:

- znak wytwórczy,
- oznaczenie i zasadnicze wymiary szkieletu,
- zaświadczenie producenta o jakości wyrobu.

XIII. WYTWARZANIE I TRANSPORT MIESZANKI BETONOWEJ

Mieszanka betonowa jest mieszaniną wszystkich składników użytych do wykonania betonu przed i po jej zagęszczeniu, ale przez związaniem zaczynu cementowego (mieszaniny cementu i wody). Skład mieszanki betonowej (jej recepta) jest projektowany metodami obliczeniowymi, obliczeniowo-doświadczalnymi oraz doświadczalnymi.

Poszczególne fazy procesu wytwarzania mieszanki betonowej, to:

- przygotowanie składników,
- dozowanie i mieszanie składników,
- transport mieszanki do miejsca jej wbudowania.

Jeżeli jest potrzebna niewielka ilość mieszanki betonowej, to wytwarza się ją na placu budowy za pomocą betoniarek, które zazwyczaj mają pojemność 0,15; 0,25 lub 0,5 m³. Czas mieszania składników mieszanki (dozowane w kolejności - kruszywo, cement i woda) zależy od konsystencji mieszanki, ale nie może być krótszy niż 1 min (w przypadku konsystencji półcieklej i ciekłej). Przy większym zapotrzebowaniu mieszankę betonową uzyskuje się najczęściej ze stałych wytwórni, zwanych betonowniami. Na większych budowach są też niekiedy instalowane betonownie przestawne.

Opracowanie recepty mieszanki betonowej obejmuje:

- ustalenie wstępnych założeń, jak przeznaczenie i warunki użytkowania betonu, klasa betonu, ewentualnie stopień mrozoodporności i wodoszczelności, warunki formowania, urabialność mieszanki betonowej,
- dobór i ewentualne badania składników mieszanki betonowej,
- ustalenie wstępne składu mieszanki,
- próby kontrolne, kolejne korekty składu i ustalenie recepty laboratoryjnej,
- ustalenie recepty roboczej, uwzględniającej zawilgocenie kruszywa, pojemność urządzenia mieszającego i sposób dozowania składników.

Betonownie stanowią zespół maszyn i urządzeń przeznaczonych do produkcji mieszanki betonowej w sposób zmechanizowany, z zastosowaniem częściowej lub pełnej automatyzacji. Kruszywo jest dostarczane do betonowni transportem samochodowym, kolejowym lub wodnym. Do transportu samochodowego używa się samochodów wywrotek. Powierzchnia placu składowego powinna być utwardzona, z odpływem wód opadowych.

Mieszanka betonowa wytworzona w betoniarkach na placu budowy jest zazwyczaj przewożona taczkami.

Przewóz w poziomie odbywa się przeważnie po ułożonych deskach. W pionie taczkę unosi dźwig towarowy lub osobowo-towarowy. Większe ilości mieszanki przewozi się wózkami dwukołowymi, tzw. japonkami.

Przy większych odległościach dowozu są stosowane wózki o napędzie elektrycznym.

Mieszanka o konsystencji co najmniej plastycznej może być też podawana przenośnikami taśmowymi na odległość do 25 m, przy kącie nachylenia w przypadku transportu w górę 18° a w dół 12°.

Trzeba zwracać uwagę, żeby mieszanka spadając z przenośnika nie uległa rozsegregowaniu.

Przenośnik powinien być wyposażony w zgarniacz zbierający resztki mieszanki w czasie ruchu powrotnego.

Zwykle mieszankę betonową podaje się za pomocą pomp do mieszanki betonowej, wykorzystując rurociąg składający się z prostych odcinków długości od 0,5 do 3 m i kolan o różnym kącie nachylenia.

Pompy z rurociągami są zazwyczaj umieszczone na samochodach lub przyczepach samochodowych.

Mieszankę betonową za pomocą pompy można podawać na znaczne odległości w poziomie i w pionie.

Przy doborze konkretnej pompy bierze się pod uwagę sumę długości poziomych i pionowych odcinków podawania mieszanki oraz liczbę załamań rurociągów i kąty nachylenia kolan.

XIV. KONTROLA WYKONYWANIA I JAKOŚCI BETONU

1. Wymagania ogólne

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

Podczas robót betonowych należy przeprowadzać systematyczną kontrolę dla bieżącego ustalania:

- 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.

Sposób, liczba kontroli jak również forma prowadzenia sprawozdawczości i wyników kontroli powinny być dostosowane do rodzaju budowy i przyjętych metod realizacji. Przy dostawie betonu lub wykonywaniu betonu na placu budowy z wytwórni betonów według polskich norm. Kontrola betonu powinna obejmować sprawdzenie wszystkich cech technicznych podanych w niniejszych warunkach technicznych oraz ewentualnie innych cech zaznaczonych w dokumentacji technicznej. Kontrola jakości betonu w konstrukcji może być przeprowadzona za pomocą sprawdzonych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą.

W przemysłowych i przeciętnych warunkach wykonania betonu zakres kontroli powinien obejmować wszystkie wymagane normami państwowymi właściwości betonu. 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 normą państwową i niniejszymi warunkami technicznymi oraz ewentualnie inne badania konieczne do potwierdzenia prawidłowości przebiegu zabiegów technologicznych. Dokumentacja techniczna kontroli jakości powinna zawierać wszystkie wyniki badań betonu przewidzianych planem kontroli.

2. Kontrola jakości składników betonu

2.1. Cement

- dla każdej partii cementu należy przeprowadzać badania czasu wiązania, stałości objętości i wytrzymałości na ściskanie,
- cement nie musi być badany, z wyjątkiem cech podanych wyżej, jeżeli jest przechowywany zgodnie z wymaganiami norm państwowych, a jego jakość została potwierdzona przy dostawie przez cementownię.

- w pozostałych przypadkach są wymagane badania kontrolne cementu przed użyciem go do wykonania betonu przez sprawdzenie zgodności cech fizycznych i wytrzymałościowych z wymaganiami norm.
- sprawdzenie jakości cementu może być przeprowadzone przez badanie wytrzymałości betonu wykonanego z tego cementu.

2.2. Kruszywo

- dla każdej dostarczonej partii powinna być przeprowadzona kontrola w zakresie badań niepełnych wg polskiej normy obejmującym oznaczenia składu ziarnowego, kształtu ziaren, zawartości pyłów mineralnych, zawartości zanieczyszczeń obcych,
- w przypadku, gdy badania wykażą niezgodność właściwości danego kruszywa z wymaganiami norm, użycie takiego kruszywa do produkcji betonu może nastąpić tylko łącznie z innym kruszywem i pod warunkiem, że mieszanina tych kruszyw spełnia wymagania określone w normach na kruszywo stosowane do betonów,
- bieżące badanie kruszywa (np. określenie aktualnej wilgotności, zawartości kruszywa drobnego lub grubego) należy przeprowadzać w celu ewentualnej korekty zaprojektowanego składu betonu.

2.3. Woda

- badanie wody do celów budowlanych należy przeprowadzać zgodnie z wymaganiami norm państwowych.
- nie należy badać wody wodociągowej.

2.4. Domieszki

- każda partia domieszek lub dodatków powinna mieć zaświadczenie o jakości wystawione przez producenta,
- domieszki do betonu należy sprawdzić przed użyciem na zgodność z odpowiednimi normami, a ponadto barwę, stan skupienia (płyn, proszek, pasta), termin ważności.

3. Kontrola procesu wykonywania betonu

Wykonywanie mieszanki betonowej powinno być kontrolowane na bieżąco. W przypadkach gdy beton poddawany jest specjalnym procesom technologicznym, powinna być prowadzona kontrola przebiegu tych procesów.

Kontroli powinny podlegać parametry, od których zależy jakość betonu, a szczególnie:

- temperatura betonu dojrzewającego w warunkach innych niż naturalne lub w warunkach obniżonej temperatury,
- inne wielkości, których kontrolowanie przewidują wymagania technologiczne.

4. Kontrola jakości mieszanki betonowej

Konsystencja i urabialność mieszanki betonowej powinna być sprawdzana z częstotliwością nie mniejszą niż 2 razy na każdą zmianę roboczą. Różnica pomiędzy przyjętą konsystencją mieszanki a konsystencją kontrolowaną w chwili układania mieszanki nie powinna być większa niż:

- a) ± 1 cm wg stożka opadowego - dla konsystencji plastycznej,
- b) ± 2 cm wg stożka opadowego - dla konsystencji półciekłej i ciekłej,
- c) $\pm 20\%$ ustalonej wartości wskaźnika - dla konsystencji gęstoplastycznej i wilgotnej.

Urabialność powinna być sprawdzana doświadczalnie przez próbę formowania w rzeczywistych, lub zbliżonych do nich warunkach betonowania.

W wyniku prawidłowo dobranej urabialności powinno się uzyskać zagęszczoną mieszankę betonową o wymaganej szczelności. Miara tej szczelności jest porowatość zagęszczonej mieszanki.

5. Kontrola wytrzymałości betonu na ściskanie

Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania wytrzymałości na ściskanie R_t próbek pobranych z danej partii betonu przy stanowisku betonowania.

Liczba próbek powinna być ustalona w planie kontroli jakości betonu, przy czym nie może być mniejsza niż:

- 1 próbka na 100 zarobów,
- 1 próbka na 50 m³ betonu,
- 3 próbki na dobę,
- 6 próbek na partię betonu.

Zmniejszenie liczby próbek na partię do 3 wymaga zgody nadzoru inwestorskiego.

Próbki pobiera się losowo, po jednej, równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje, przygotowuje i bada zgodnie z normą państwową.

Jeżeli w normie lub dokumentacji technicznej nie jest określony termin, po którym beton powinien uzyskać wymaganą wytrzymałość, to należy ją sprawdzić po 28 dniach. Dopuszcza się pobieranie dodatkowych próbek i badania wytrzymałości w wieku wcześniejszym od 28 dni - wg polskiej normy.

6. Kontrola nasiąkliwości i mrozoodporności betonu

Betony o odpowiedniej marce mrozoodporności należy kontrolować zgodnie z polską normą.

Badania należy przeprowadzać na próbkach z betonu przygotowanego laboratoryjnie.

Dopuszcza się badania nasiąkliwości na próbkach wyciętych z konstrukcji.

7. Kontrola przepuszczalności wody przez beton

Badanie przepuszczalności wody przez beton przeprowadza się na próbkach sporządzonych w laboratorium przed rozpoczęciem wykonywania obiektu oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania, co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu, a także przy zmianie składników betonu i sposobu jego wykonywania.

Dopuszcza się badanie przepuszczalności na próbkach wyciętych z konstrukcji pod warunkiem, że nie powoduje to obniżenia wodoszczelności obiektu.

8. Dokumentacja z kontroli jakości betonu

Dla każdej partii betonu powinno być wystawione przez producenta zaświadczenie o jakości betonu.

Zaświadczenie o jakości powinno zawierać następujące dane merytoryczne:

- charakterystykę betonu, jak klasę betonu, jego cechy fizyczne (np. beton odporny na wpływy atmosferyczne, wodoszczelny) oraz inne niezbędne dane,
- wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badania,
- wyniki badań dodatkowych (nasiąkliwość, mrozoodporność, wodoszczelność),
- okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

Dokumentacja kontroli betonu powinna w sposób ścisły odzwierciedlać jakość i ilość użytych składników oraz sposób i warunki wykonania, twardnienia, a także rzeczywiste cechy betonu znajdującego się w konstrukcji.

9. Kontrola jakości stali zbrojeniowej

Stal zbrojeniowa dostarczona na budowę powinna odpowiadać wymaganiom podanym w normach.

W zależności od średnicy prętów i klasy stali pręty zbrojeniowe powinny być dostarczone w postaci kręgów lub wiązek prętów prostych. Średnica kręgów powinna wynosić 550 - 1000 mm, a ich masa do 1000 kg.

Masa wiązek prętów nie powinna przekraczać 5000 kg.

Pręty proste wszystkich klas powinny być dostarczone o długościach:

- a) 10 -12 m - jeżeli w zamówieniu nie określono innej długości wymaganej,
- b) określonych w zamówieniu (6-12 m) z dopuszczalną odchyłką + 100 mm.

Pręty o długościach większych od 12 m lub mniejszych od 6 m mogą być dostarczone tylko po uzgodnieniu

z wytwórcą. W każdej zamówionej partii stali dopuszcza się 6% masy prętów o długościach mniejszych od zamawianych, lecz nie mniejszych niż 6 m, jeżeli w zamówieniu nie uzgodniono inaczej. Do każdej partii stali przeznaczonej do zbrojenia konstrukcji z betonu powinno być dołączone zaświadczenie o jakości (atest hutniczy).

Każdą partię otrzymanej stali i siatek należy poddać kontroli na zgodność dostarczonego materiału z zamówieniem, sprawdzając: cechowanie, wygląd powierzchni, wymiary, masę oraz prostoliniowość prętów.

Wygląd zewnętrzny prętów zbrojeniowych dostarczonej partii powinien być następujący:

- na powierzchni prętów nie powinno być zgorzeliny, odpadającej rdzy, tłuszczów, farb lub innych zanieczyszczeń,
- odchyłki wymiarów przekroju poprzecznego prętów i uźebrowania powinny się mieścić w granicach określonych dla danej klasy stali w normach państwowych,
- pręty dostarczone w wiązkach nie powinny wykazywać odchylenia od linii prostej większego niż 5 mm na 1 m długości pręta.

Dostarczoną na budowę partię stali do zbrojenia konstrukcji z betonu należy przed wbudowaniem zbadać laboratoryjnie w przypadku gdy:

- nie ma zaświadczenia o jakości stali,
- nasuwają się wątpliwości co do jej właściwości technicznych na podstawie oględzin zewnętrznych,
- stal pęka przy gięciu.

XV. MASZyny I SPRZĘT ZALECANE I NIEZBĘDNE DO WYKONANIA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano OST.

Roboty związane z wykonaniem konstrukcji betonowych i żelbetowych mogą być wykonywane ręcznie lub mechanicznie przy użyciu dowolnego sprzętu przeznaczonego do wykonywania zamierzonych robót.

Wykonawca powinien dysponować m.in.:

1) do przygotowania mieszanki betonowej:

- betoniarkami o wymuszonym działaniu,
- dozownikami wagowe o odpowiedniej dokładności z aktualnym świadectwem legalizacji,
- odpowiednio przeszkoloną obsługą.

2) do wykonania deskowań:

- sprzętem ciesielskim,
- samochodem skrzyniowym,
- żurawiem o udźwigu dostosowanym do ciężaru elementów deskowań,

3) do przygotowania zbrojenia:

- giętarkami,
- nożycami,
- prostowarkami,
- innym sprzętem wymienionym w SST.

4) do układania mieszanki betonowej:

- pojemnikami do betonu,
- pompami do betonu,
- wibratorami wgłębnymi o odpowiedniej średnicy,
- wibratorami przyczepnymi.
- łałami wibracyjnymi.
- zacieraczkami do betonu.

5) do obróbki i pielęgnacji betonu:

- szlifierkami do betonu,

Sprzęt wykorzystywany przez Wykonawcę powinien być sprawny technicznie i spełniać wymagania w zakresie BHP.

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w OST.

2. Zagęszczanie mieszanki betonowej

Ręczne zagęszczanie może być stosowane tylko do mieszanek betonowych o konsystencji ciekłej i półciekłej lub gdy zbrojenie jest zbyt gęsto rozstawione i nie pozwala na użycie wibratorów pogrążanych. Zagęszczanie wówczas należy wykonywać za pomocą sztychowania każdej ułożonej warstwy prętami stalowymi. Do zagęszczania stosuje się: wibratory pogrążane i wibratory powierzchniowe płaszczyznowe.

Wibratory powinny być dobierane do konstrukcji i rodzaju deskowań, przy czym:

- wibratory wgłębne należy stosować do mieszanki betonowej o konsystencji plastycznej i gęstoplastycznej;
- wibratory wgłębne należy stosować do konstrukcji betonowych i konstrukcji żelbetowych o niewielkim procencie zbrojenia,
- wibratory powierzchniowe należy stosować do konstrukcji betonowych lub żelbetowych o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,8 m i o rzadko rozstawionym zbrojeniu,
- wibratory prętowe należy stosować do konstrukcji żelbetowych o bardzo gęstym zbrojeniu, nie pozwalającym na użycie wibratorów wgłębnych.

3. Prostowanie i cięcie prętów zbrojeniowych

W przypadku prostowania stali metodą wyciągania - stanowiska pracy, miejsca zamocowania prętów oraz trasę z obu stron toru wyciągowego należy zabezpieczyć ogrodzeniem chroniącym pracowników.

Na terenie ogrodzonym zabronione jest:

- przebywanie pracownikom wzdłuż wyciąganego pręta zbrojeniowego w czasie prostowania stali,
- przebywanie osób nie zatrudnionych przy prostowaniu,
- organizowanie innych stanowisk roboczych i składowisk.

Do cięcia prętów można stosować gilotyny lub nożyce ręczne.

Przy cięcia prętów zbrojeniowych należy przestrzegać następujących zasad:

- w przypadku cięcia prętów nożycami ręcznymi należy cięty pręt oprzeć obustronnie na kozłach lub stole zbrojarskim,
- cięcie prętów o średnicy większej niż 20 mm nożycami jest zabronione,
- przy mechanicznym przecinaniu prętów chwytanie ręką prętów w odległości mniejszej niż 50 cm od nożyc tnących jest zabronione.

4. Gięcie prętów zbrojeniowych ręcznie i mechanicznie

Przy gięciu prętów zbrojeniowych należy przestrzegać następujących zasad:

- gięcie prętów o średnicy do 20 mm może być wykonywane ręcznie lub mechanicznie,
- pręty o średnicy większej niż 20 mm mogą być odginane wyłącznie za pomocą urządzeń mechanicznych,
- gięcie prętów o średnicy powyżej 30 mm w stanie ogrzanym należy ograniczyć tylko do stali walcowanych na gorąco i przy zachowaniu szczegółowych wytycznych dla tego rodzaju gięcia,
- zakładanie prętów, przestawianie odbojnic lub trzpieni przy gięciu prętów zbrojeniowych na mechanicznej giętarni dopuszczalne jest tylko przy unieruchomionej tarczy giętarki.

XVI. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU NA PLACU BUDOWY

Zaleca się używanie do transportu mieszanki betonowej pompami zamontowanymi na podwoziu samochodowym z ruchomym wysięgnikiem i przymocowanymi do nich przewodami rurowymi, umożliwiającymi podawanie mieszanki betonowej bezpośrednio na miejsce jej ułożenia. Należy unikać przemieszczania mieszanki betonowej za pomocą łopat, gdyż występuje niekorzystne zjawisko napowietrzania betonu oraz segregacja kruszywa.

Przy niewielkich ilościach mieszanki betonowej zaleca się jej dostarczenie na miejsce ułożenia za pomocą wózków kołowych lub tacek, z tym że napełnianie tych urządzeń powinno być dokonywane bezpośrednio z betoniarki.

Zbrojenia szkieletów mogą być transportowane ręcznie lub dźwigiem w pozycji na płask.

W pozycji tej pakiety transportowane dźwigiem należy podnosić za pomocą 4 zawiesi w stosownym rozstawie.

Zawiesia lub haki należy zaczepić o pręty podłużne o większej średnicy.

XVII. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w OST.

Przed przystąpieniem do betonowania należy sprawdzić poprawność wykonania robót poprzedzających betonowanie, a w szczególności:

- wykonanie deskowań, rusztowań, usztywnień i pomostów,
- wykonanie zbrojenia,
- przygotowanie powierzchni betonu poprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- wykonanie robót zanikających,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezawodność mocowań elementów kotwiących zbrojenie i deskowanie,
- gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania,

2. Deskowanie

2.1 Wymagania ogólne

Konstrukcja podtrzymująca deskowanie do betonu powinno być wykonane zgodnie z projektem w taki sposób, aby mogło przenosić obciążenia wywołane:

- masą własną oraz masą sprzętu do robót betonowych (np. taczki, wózki, wibratory),
- masą układanej mieszanki betonowej, z uwzględnieniem obciążeń dynamicznych od rzucanej lub

opuszczanej mieszanki, jak też parcia mieszanki w trakcie jej zagęszczania,

- masą zbrojenia konstrukcji,
- masą robotników zatrudnionych przy robotach betonowych i żelbetowych.

Wykonane deskowanie nie powinno odkształcać się pod działaniem omówionych w/w obciążeń.

Rusztowanie powinno zachowywać sztywność oraz niezmienność konstrukcji zarówno w trakcie betonowania, jak i dojrzewania mieszanki betonowej. Deskowania, w których będzie układana mieszanka betonowa, powinny być szczelne i zabezpieczone przed wyciekaniem zaprawy cementowej z mieszanki.

Prawidłowość wykonania deskowań i rusztowań należy dokładnie sprawdzić oraz potwierdzić jego zgodność z wymaganiami technicznymi. Dopuszczenie rusztowania do użytkowania powinno być potwierdzone zapisem inspektora nadzoru technicznego w dzienniku budowy. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe deskowania nie mogą odbiegać od podanych w polskiej normie. Do wykonywania deskowań należy stosować materiały zgodne z wymaganiami normy PN-S-10040:1999, a ponadto:

- drewno powinno odpowiadać wymaganiom norm:
PN-92/0-95017, PN-91/0-95018, PN-75/0-96000, PN-7210-96002, PN-63/B-06251,
- sklejka powinna odpowiadać wymaganiom norm:
PN-EN 313-1:2001, PN-EN 313 2:2001 oraz PN-EN 636--3:200,
- gwoździe budowlane powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-84/M-81000,
- deskowania uniwersalne powinny być w dobrym stanie technicznym,
- do smarowania elementów deskowań stykających się z betonem należy stosować środki antyadhezyjne parafinowe przeznaczone do tego typu zastosowań.

Materiały stosowane na deskowania nie mogą deformować się pod wpływem warunków atmosferycznych, ani na skutek zetknięcia się z mieszanką betonową.

2.2. Rodzaje deskowań i zasady wykonania

Deskowania indywidualne (tradycyjne) z drewna lub z częściowym użyciem materiałów drewnopochodnych i innych wykonane na miejscu robót betonowych lub żelbetowych powinno być stosowane w przypadkach konieczności technicznej lub celowości gospodarczej. Deskowanie systemowe inwentaryzowanych wykonywane z stypizowanych elementów (płyt) łączonych odpowiednimi ściągami z ustawianiem rozstawu za pomocą rozpórek.

Deskowanie elementów licowych powinno być wykonywane z elementów deskowań uniwersalnych umożliwiających uzyskanie estetycznej faktury zewnętrznej.

Deskowania powinny spełniać warunki podane w normie PN-S-10040:1999.

Elementy dodatkowe można wykonać z drewna w postaci tarcicy lub sklejki.

Materiały stosowane na deskowania nie mogą deformować się pod wpływem warunków atmosferycznych, ani na skutek zetknięcia się z masą betonową.

Elementy ulegające zakryciu można deskować przy użyciu tarcicy.

Deskowania z tarcicy należy wykonać z desek drzew iglastych klasy nie niższej niż K33.

Deski grubości nie mniejszej niż 18 mm i szerokości nie większej niż 18 cm, powinny być jednostronne strugane i przygotowane do zestawienia na pióro i wpust.

W przypadku stosowania desek bez wpustu i pióra należy szczeliny między deskami uszczelnić taśmami z blachy metalowej lub z tworzyw sztucznych albo masami uszczelniającymi z tworzyw sztucznych.

Należy zwrócić szczególną uwagę na uszczelnienie styków ścian z dnem deskowania.

Szczególną uwagę przy wykonywaniu deskowań należy zwrócić na elementy tworzące fakturę ścian licowych i zapewniające niezmienność przekroju poprzecznego elementów konstrukcji.

Zaleca się stosowanie fazowania krawędzi elementu betonowego listwami o wymiarach od 2-4 cm na stykach dwóch prostokątnych do siebie ścian, szczególnie w stykach wklęsłych.

Można takie fazowania wykonywać również wtedy, gdy nie przewidziano ich w projekcie.

W takim przypadku należy przeprowadzić w razie potrzeby, korektę rozmieszczenia zbrojenia.

Zmianę rozmieszczenia zbrojenia powinien zatwierdzić projektant i inżynier.

Przy podparciu deskowania rusztowaniem należy unikać punktowego przekazywania sił.

Po zmontowaniu deskowania powierzchnię styku z betonem pokrywać trzeba środkami o działaniu antyadhezyjnym.

Środki te nie mogą powodować plam ani zmian w odcieniach powierzchni betonu.

Przed przystąpieniem do betonowania należy usunąć z powierzchni deskowania wszelkie zanieczyszczenia (wióry, wodę, lód, liście, elektrody, gwoździe, drut wiązałkowy itp.).

Dopuszczalne odchylenia od wymiarów nominalnych przewidzianych projektem należy przyjmować zgodnie z odpowiednimi normami.

2.3. Rozbiórka deskowania

Usunięcie deskowania konstrukcji betonowej lub żelbetowej może nastąpić, gdy beton osiągnie wymaganą projektem wytrzymałość, stwierdzoną na próbkach przechowywanych w warunkach zbliżonych do warunków dojrzewania betonu w konstrukcji lub stwierdzoną nieniszczącymi metodami badań.

Usuwanie deskowania powinno być przeprowadzane w sposób wykluczający uszkodzenie powierzchni rozdeskowanych konstrukcji oraz elementów deskowań.

Płyty deskowań usuwane za pomocą urządzeń podnośnikowych powinny być przed ich podniesieniem oddzielone od betonu. Usuwanie deskowania przestawnego konstrukcji bardziej skomplikowanych powinno być przeprowadzone w sposób podany w instrukcji roboczej lub w projekcie deskowania.

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

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

- usunięcie nośnego deskowania konstrukcji żelbetowych dopuszcza się po osiągnięciu przez beton pełnej wytrzymałości.
- deskowania inwentaryzowane po zdemontowaniu należy oczyścić z resztek zaprawy, sprawdzić starannie, czy nie wymagają naprawy lub wymiany uszkodzonych elementów, pokryć środkami zmniejszającymi przyczepność betonu,
- rozbiórkę deskowań tradycyjnych należy przeprowadzać ostrożnie, aby nie niszczyć materiału,
- materiał uzyskany z rozbiórki należy oczyścić z gwoździ i zaprawy, posegregować i przygotować do ponownego wykorzystania.

3. Zbrojenie

3.1. Ogólne zasady montażu

Ustawianie lub układanie elementów zbrojenia powinno być wykonywane według przygotowanych schematów zapewniających kolejność robót, przy której wcześniej ułożone elementy będą umożliwiały dalszy montaż zbrojenia. Nie należy podwieszać i mocować do zbrojenia deskowań, pomostów transportowych, urządzeń wytwórczych i montażowych. Zbrojenie należy układać po sprawdzeniu i odbiorze deskowań.

Zbrojenie powinno być trwale usytuowane w deskowaniu w sposób zabezpieczający od uszkodzeń i przemieszczeń podczas podawania materiału i zagęszczania mieszanki betonowej.

Pręty, siatki i szkielety należy układać w deskowaniu tak, aby grubość otuliny betonu odpowiadała wartościom podanym w projekcie lub - w przypadku braku w projekcie według polskich norm.

3.2. Przygotowanie zbrojenia

Pręty i walcówki przed ich użyciem do zbrojenia konstrukcji należy oczyścić z zendry, luźnych płatków rdzy, kurzu i błota.

Pręty zbrojenia zanieczyszczone tłuszczem (smary, oliwa) lub farbą olejną należy opalać np. lampami lutowniczymi, aż do całkowitego usunięcia zanieczyszczeń. Czyszczenie prętów powinno być dokonywane metodami nie powodującymi zmian we właściwościach technicznych stali ani późniejszej ich korozji. Stal pokrytą rdzą oczyszcza się szczotkami ręcznymi lub mechanicznie. Po oczyszczeniu należy sprawdzić wymiary przekroju poprzecznego prętów. Stal tylko zabłoconą można zmywać strumieniem wody. Pręty oblodzone odmraża się strumieniem ciepłej wody.

Stal narażoną na choćby chwilowe działanie słonej wody należy zmyć wodą słodką.

Dopuszczalna wielkość miejscowego wykrzywienia prętów nie powinna przekraczać 4 mm, w przypadku większych odchyłków stal zbrojeniową należy prostować. Pręty ucinają się z dokładnością do 1 cm. Cięcie przeprowadza się przy pomocy mechanicznych noży. Dopuszcza się również cięcie palnikiem acetylenowym.

Haki, odgięcia i rozmieszczenie zbrojenia należy wykonywać wg dokumentacji projektowej z równoczesnym zachowaniem postanowień normy PN-91/S-10042. Gięcie prętów należy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową i normą PN-91/S-10042. Należy zwrócić uwagę przy odbiorze haków i odgięć na ich zewnętrzną stronę.

Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania.

3.3. Montaż zbrojenia

Zbrojenie należy układać po sprawdzeniu i odbiorze deskowań. Nie należy podwieszać i mocować do zbrojenia deskowań, pomostów transportowych, urządzeń wytwórczych i montażowych. Montaż zbrojenia bezpośrednio w deskowaniu zaleca się wykonywać przed ustawieniem szalowania bocznego. Montaż zbrojenia fundamentów wykonać na podbetonie. Dla zachowania właściwej otuliny należy układać w deskowaniu zbrojenie podpiąć podkładkami betonowymi lub z tworzyw sztucznych o grubości równej grubości otulenia. Stosowanie innych sposobów zapewnienia otuliny, a szczególnie podkładek z prętów stalowych jest niedopuszczalne. Na wysokości ścian licowych wykonuje się konieczne otulenie za pomocą podkładek plastikowych pierścieniowych. Rodzaj podkładek dystansowych podlega akceptacji przez inżyniera. Szkielety zbrojenia powinny być, o ile to możliwe, prefabrykowane na zewnątrz.

W szkieletach tych węzły na przecięciach prętów powinny być połączone przez spawanie, zgrzewanie lub wiązanie na podwójny krzyż wyżarzonym drutem wiązałkowym:

- przy średnicy prętów do 12 mm o średnicy nie mniejszej niż 1,0 mm
- przy średnicy prętów powyżej 12 mm o średnicy nie mniejszej niż 1,5 mm

Układ zbrojenia konstrukcji musi umożliwić jego dokładne otoczenie przez jednorodny beton. Po ułożeniu zbrojenia w deskowaniu, rozmieszczenie prętów względem siebie i względem deskowania nie może ulec zmianie.

Rozstawa zbrojenia, średnice i otuliny powinny być zgodne z dokumentacją projektową i normą PN-91/S-10042. Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią wysokość w trakcie betonowania jest niedopuszczalne. Łączenie prętów należy wykonywać zgodnie z PN-91/S-10042.

Do zgrzewania i spawania prętów mogą być dopuszczeni tylko spawacze mający odpowiednie uprawnienia.

Skrzyżowania prętów należy wiązać miękkim drutem lub spawać w ilości min 30% skrzyżowań.

Minimalna odległość od krzywizny pręta do miejsca gdzie można na nim położyć spoinę wynosi 10 d.

4. Montaż zbrojenia z pojedynczych prętów

Montaż zbrojenia z pojedynczych prętów powinien być dokonywany bezpośrednio w deskowaniu.

Zbrojenie płyt prętami pojedynczymi powinno być układane według rozstawienia prętów oznaczonego w projekcie.

Montaż zbrojenia z prętów pojedynczych w belkach i słupach można wykonać bezpośrednio w deskowaniu pod warunkiem zapewnienia odpowiedniego dostępu w czasie robót zbrojarskich.

Łączenie poszczególnych prętów zbrojenia między sobą powinno odpowiadać wymaganiom podanym w polskiej normie.

Do zgrzewania i spawania prętów mogą być dopuszczeni tylko spawacze mający odpowiednie uprawnienia.

Skrzyżowania prętów należy wiązać miękkim drutem lub spawać w ilości min 30% skrzyżowań. Minimalna odległość od krzywizny pręta do miejsca gdzie można na nim położyć spoinę wynosi 10 d.

5. Montaż zbrojenia z siatek zgrzewanych i szkieletów płaskich

Montaż zbrojenia z siatek zgrzewanych i szkieletów płaskich należy wykonywać dokładnie według rysunków roboczych elementów. Poszczególne siatki i szkielety powinny być usytuowane zgodnie z projektem.

Przy montażu zbrojenia płyt siatkami zgrzewanymi należy zwrócić szczególną uwagę na usytuowanie prętów nośnych i rozdzielczych w sposób zapewniający projektowaną wysokość użytkową płyty.

Obrócenie siatki, czyli zmiana położenia prętów rozdzielczych i głównych, może bowiem spowodować zmniejszenie nośności elementu oraz znaczne przesunięcie pionowe zbrojenia w stykach siatek.

Na długości styków i na długości zakotwienia siatek i szkieletów płaskich powinien znajdować się co najmniej jeden pręt poprzeczny lub rozdzielczy.

6. Montaż zbrojenia ze szkieletów przestrzennych

Szkielety przestrzenne konstruuje się ze szkieletów płaskich, siatek i prętów łączących za pomocą zgrzewania punktowego lub spawania łukowego. Elementy zaleca się projektować i wykonywać bez połączeń na zakład prętów nośnych szkieletów. Konieczne połączenia szkieletów należy wykonywać wg wymagań polskiej normy.

Na długości łączenia powinny być wykonywane strzemiiona zamknięte.

7. Betonowanie

7.1. Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu

Betonowanie należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż +5°C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości co najmniej 15 MPa przed pierwszym zamarznięciem.

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C, jednak wymaga to zgody Inżyniera, potwierdzonej wpisem do dziennika budowy. Jednocześnie należy zapewnić mieszankę betonową o temperaturze +20°C, w chwili układania i zabezpieczenie uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni lub uzyskania przez beton wytrzymałości co najmniej 15 MPa.

Przy niskich temperaturach otoczenia ułożony beton powinien być chroniony przed zamarznięciem przez okres pozwalający na uzyskanie wytrzymałości co najmniej 15 MPa.

Uzyskanie wytrzymałości 15 MPa powinno być zbadane na próbkach przechowywanych w takich samych warunkach jak zabetonowana konstrukcja.

Przy przewidywaniu spadku temperatury poniżej 0°C w okresie twardnienia betonu należy wcześniej podjąć działania organizacyjne pozwalające na odpowiednie osłonięcie i podgrzanie zabetonowanej konstrukcji.

7.2. Zabezpieczenie podczas opadów

Przed przystąpieniem do betonowania należy przygotować sposób postępowania na wypadek wystąpienia ulewnego deszczu. Konieczne jest przygotowanie odpowiedniej ilości osłon wodoszczelnych dla zabezpieczenia odkrytych powierzchni świeżego betonu.

7.3. Przygotowanie do układania mieszanki betonowej

Przed przystąpieniem do betonowania powinna być formalnie stwierdzona prawidłowość wykonania wszystkich robót poprzedzających betonowanie, a w szczególności:

- wykonanie deskowania, rusztowań, usztywnień, pomostów itp.,
- wykonanie zbrojenia,
- przygotowanie powierzchni betonu poprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- wykonanie wszystkich robót zanikających, np. warstw izolacyjnych, szczelin dylatacyjnych,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezawodność zamocowania elementów kotwiących zbrojenie i deskowanie formujące kanały, przepony oraz innych elementów ustalających położenie armatury itd.,
- gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania.

Deskowanie i zbrojenie powinno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci, brudu, płatków rdzy, ze zwróceniem uwagi na oczyszczenie dolnej części słupków i ścian. Powierzchnie okładzin z betonu przylegające do betonu powinny być zwilżone wodą bezpośrednio przed betonowaniem. Powierzchnie deskowania powtarzalnego z drewna, stali lub innych materiałów powinny być powleczone środkiem uniemożliwiającym przywarcie betonu do deskowania.

Jeżeli w warunkach uzasadnionych technicznie stosuje się deskowanie drewniane jednorazowe, należy je zmoczyć wodą. Powierzchnie uprzednio ułożonego betonu konstrukcji monolitycznych i prefabrykowanych elementów wbudowanych w konstrukcje monolityczne powinny być przed zabetonowaniem oczyszczone z brudu i szkliska cementowego. Woda pozostała w zagłębieniach betonu powinna być usunięta.

7.4. Wymagania ogólne dotyczące układania mieszanki betonowej

Roboty związane z podawaniem i układaniem mieszanki betonowej powinny być wykonywane zgodnie z wymaganiami normy PN-S-10040:1999.

Przed przystąpieniem do układania betonu należy sprawdzić:

- położenie zbrojenia,
- zgodność rzędnych z projektem,
- czystość deskowania oraz obecność wkładek dystansowych zapewniających wymaganą wielkość otuliny.

Wysokość swobodnego zrzucania mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej nie powinna przekraczać 3 m. W przypadku układania mieszanki betonowej z większych wysokości należy stosować ryny, rury teleskopowe, rury elastyczne (rękawy) itp.

Przy konieczności zastosowania urządzeń pochyłych należy ich wyloty zaopatrzyć 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 urządzenie do redukcji prędkości spadającej mieszanki.

Układanie mieszanki betonowej powinno być wykonywane przy zachowaniu następujących warunków ogólnych:

- w czasie betonowania należy stale obserwować zachowanie się deskowań i rusztowań, czy nie następuje utrata prawidłowości kształtu konstrukcji,

- szybkość i wysokość wypełnienia deskowania mieszanką betonową powinny być określone wytrzymałością i sztywnością deskowania przyjmującego parcie świeżo ułożonej mieszanki,
 - w okresie upalnej, słonecznej pogody ułożona mieszanka powinna być niezwłocznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wody,
 - w czasie deszczu układana i ułożona mieszanka betonowa powinna być niezwłocznie chroniona przed wodą opadową,
 - w przypadku, gdy na świeżo ułożoną mieszankę betonową spadła nadmierna ilość wody powodująca zmianę konsystencji mieszanki, należy ją usunąć,
 - w miejscach, w których skomplikowany kształt deskowania formy lub gęsto ułożone zbrojenie utrudnia mechaniczne zagęszczanie mieszanki, należy dodatkowo stosować zagęszczanie ręczne za pomocą sztychowania.
- Przebieg układania mieszanki betonowej w deskowaniu powinien być rejestrowany w dzienniku robót, w którym powinny być podane:
- data rozpoczęcia i zakończenia betonowania całości i ważniejszych fragmentów lub części budowli,
 - wytrzymałość betonu na ściskanie,
 - robocze receptury mieszanek betonowych,
 - konsystencja mieszanki betonowej,
 - daty, sposób, miejsce i liczba pobranych próbek kontrolnych betonu oraz ich oznakowanie, a następnie wyniki i terminy badań,
 - temperatura zewnętrzna powietrza i inne dane dotyczące warunków atmosferycznych.

7.5. Zagęszczanie mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa powinna być zagęszczana za pomocą urządzeń mechanicznych.

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

Ręczne zagęszczanie może być stosowane tylko do mieszanek betonowych o konsystencji ciekłej i półciekłej lub, gdy zbrojenie jest zbyt gęsto rozstawione i nie pozwala na użycie wibratorów pograżalnych.

Przy stosowaniu wibratorów pograżalnych odległość sąsiednich zagłębień wibratora nie powinna być większa niż 1,5-krotny skuteczny promień działania wibratora.

Grubość warstwy zagęszczanej mieszanki betonowej nie powinna być większa od 1,25 długości buławy wibratora (roboczej jego części).

Wibrator w czasie pracy powinien być zagłębiony na 5-10 cm w dolną warstwę poprzednio ułożonej mieszanki.

Przy stosowaniu wibratorów powierzchniowych płaszczyzny ich działania na kolejnych stanowiskach powinny zachodzić na siebie na odległość 10-20 cm.

Grubość zagęszczanej warstwy mieszanki betonowej nie powinna przekraczać w konstrukcjach zbrojonych pojedynczo 20 cm, a w konstrukcjach zbrojonych podwójnie - 12 cm.

Czas wibrowania na jednym stanowisku dla wibratorów pograżalnych, prędkość posuwu wibratorów powierzchniowych, jak i skuteczny promień działania obydwu typów wibratorów powinny być ustalone doświadczalnie dla każdego rodzaju mieszanki betonowej. Zakres i sposób stosowania wibratorów powinny być ustalone doświadczalnie w zależności od przekroju konstrukcji, mocy wibratorów, odległości ich ustawienia, charakterystyki mieszanki betonowej itp.

Opieranie wibratorów wszelkich typów o pręty zbrojeniowe jest niedopuszczalne.

Wibratory powinny być dobierane do konstrukcji i rodzaju deskowań, przy czym:

- wibratory wgłębne należy stosować do mieszanki betonowej o konsystencji plastycznej i gęstoplastycznej,
- wibratory wgłębne o dużej mocy należy stosować do konstrukcji betonowych i konstrukcji żelbetowych o niewielkim procencie zbrojenia i o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,8 m,
- wibratory wgłębne małej mocy należy stosować do konstrukcji betonowych oraz żelbetowych o normalnym zbrojeniu i o wymiarach 0,2-0,8 m,
- wibratory powierzchniowe należy stosować do konstrukcji betonowych lub żelbetowych o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,8 m i o rzadko rozstawionym zbrojeniu oraz do wibrowania podłogi, stropów, płyt itp.,
- płaszczyzny działania wibratorów powierzchniowych na sąsiednich stanowiskach powinny zachodzić na siebie na odległość około 20 cm,
- grubość warstwy betonu zagęszczanego wibratorami powierzchniowymi nie powinna być większa niż 25 cm w konstrukcjach zbrojonych pojedynczo i 12 cm w konstrukcjach zbrojonych podwójnie,
- wibratory prętowe należy stosować do konstrukcji żelbetowych o bardzo gęstym zbrojeniu, nie pozwalającym na użycie wibratorów wgłębnych.

Wznowienie betonowania po przerwie, w czasie której mieszanka betonowa związała na tyle, że nie ulega uplastycznieniu pod wpływem działania wibratora, jest możliwe dopiero po osiągnięciu przez beton odpowiedniej wytrzymałości i odpowiednim przygotowaniu powierzchni stwardniałego betonu.

Ręczne zagęszczanie mieszanki betonowej należy wykonywać za pomocą sztychowania każdej ułożonej warstwy prętami stalowymi w taki sposób, aby końce prętów wchodziły na głębokość 5 -10 cm w warstwę poprzednio ułożoną, oraz jednoczesnego lekkiego opukiwania deskowania młotkiem drewnianym.

7.6. Zasady ogólne układania mieszanki betonowej

Mieszankę betonową układa się po sprawdzeniu deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów.

Skład mieszanki powinien być zgodny z opracowaną receptą roboczą. Jednym z najważniejszych problemów podczas układania mieszanki jest niedopuszczenie do rozsegregowania jej składników.

Dlatego wysokość swobodnego zrzucania mieszanki o konsystencji gęstoplastycznej nie powinna przekraczać 1,5 m. Im mieszanka jest bardziej ciekła, tym łatwiej rozsegregowuje się. Dlatego mieszanka ciekła powinna być układana przy użyciu rynien lub rur i tak, aby wysokość jej swobodnego opadania nie przekraczała 50 cm.

Słupy o przekroju co najmniej 40x40 cm, lecz nie większym niż 0,8 m², bez krzyżującego się zbrojenia, mogą być betonowane od góry z wysokości nie większej niż 5 m; w wypadku mieszanki o konsystencji plastycznej lub ciekłej wysokość ta nie powinna przekraczać 3,5 m. Mieszanka betonowa przygotowana w temperaturze do 20°C powinna być zużyta w czasie do 1,5 h, a w temperaturze wyższej - do 1,0 h.

Jeżeli są stosowane środki przyspieszające wiązanie cementu, to czas ten zmniejsza się do 0,5 h.

W zależności od wielkości elementu betonuje się go albo od razu całym przekrojem, albo warstwami.

Stosuje się praktycznie trzy sposoby układania mieszanki warstwami:

- poziomymi warstwami ciągłymi na całej powierzchni danego elementu ten sposób stosuje się w przypadku niezbyt dużych powierzchni betonowania;
 - w celu zapewnienia jednorodności betonu każda kolejna warstwa musi być ułożona przed rozpoczęciem wiązania poprzedniej warstwy,
 - poziomymi warstwami ze stopniowaniem;
- ten sposób stosuje się przy dużych powierzchniach betonowania i stosunkowo niewielkiej grubości, gdy układanie pełnymi warstwami jest niemożliwe z uwagi na długi okres ich betonowania; warstwy układa się w ten sposób, że położone niżej wykonuje się z wyprzedzeniem 2 do 3 m w stosunku do położonych wyżej.
- warstwami pochyłymi o nachyleniu 1:3;
- element betonuje się na ogół na całą jego wysokość; sposób ten stosuje się m.in. w przypadku betonowania wysokich belek o gęsto rozmieszczonym zbrojeniu; nie jest zalecany przy zagęszczaniu przez wibrowanie.

Ułożona mieszanka betonowa powinna być zagęszczona za pomocą odpowiednich urządzeń mechanicznych: wibratorów wglębnych, powierzchniowych, przyczepnych, prętowych.

Zagęszczanie ręczne (za pomocą sztychowania i jednoczesnego lekkiego opukiwania deskowania młotkiem drewnianym) może być stosowane tylko w wypadku mieszanek betonowych o konsystencji ciekłej i półciekłej lub gdy zbrojenie jest zbyt gęste i uniemożliwia użycie wibratorów pogrążanych. W przypadku wibratorów wglębnych drgania są przekazywane przez buławę zatapianą w mieszance betonowej, połączoną giętym wałem z silnikiem elektrycznym. Ponieważ drgania ulegają tłumieniu w mieszance, trzeba tak przesunąć buławę, aby poszczególne pola oddziaływania wibratora zachodziły na siebie. Należy stosować wibratory, które mają zestawy buław o różnych parametrach. Gdy cała powierzchnia wibrowanej mieszanki betonowej w elemencie pokryje się zaczynem cementowym, wibrowanie można zakończyć. Po zanurzeniu należy buławę kilkakrotnie unosić na 10-20 cm w górę, bo promień skuteczności wibracji nie jest jednakowy na całej długości buławy.

Po przyjętym czasie wibracji buławę powoli wyjmuje się, aby nie pozostał po niej otwór, i zanurza w następne miejsce. Buława nie powinna dotykać deskowania ani zbrojenia.

Gdy promień oddziaływania wibratora pokrywa się z przekrojem słupa, buławę zanurza się w środku tego przekroju.

Słupy o większym przekroju wibruje się przez zanurzenie buławy wzdłuż kilku osi.

Gdy chce się uzyskać powierzchnię elementu gładką i bez raków, trzeba osie wibracji przybliżyć do deskowania.

Ważne jest również staranne pokrycie powierzchni deskowania odpowiednim środkiem antyadhezyjnym.

Ważne jest również staranne pokrycie powierzchni deskowania odpowiednim środkiem antyadhezyjnym.

Mieszanek półpłynnych i ciekłych nie trzeba wibrować.

Cienkie elementy pionowe grubości do 25 cm, zagęszcza się wibratorami przyczepnymi, przymocowanymi np.

do jarzma deskowania słupa, bądź stężeń deskowania ścian. Oś wirnika powinna być pionowa.

Zasięg wibracji wynosi od 100 do 150 cm. Cienkie elementy poziome zagęszcza się wibratorem powierzchniowym, który przesunąć się po powierzchni elementu.

Wibrator prowadzi się tak, aby zachodził 10 cm na pasmo zawibrowane uprzednio.

Takie elementy jak podłogi betonowe wyrównuje się i zagęszcza listwami wibracyjnymi.

Mieszanek betonową można też zagęszczać przez odpowietrzanie, stosując odpowiednie płyty odpowietrzające.

Można stosować również specjalne mieszanki betonowe samozagęszczalne.

Mają one odpowiednio dobrany skład, różniący się od składu tradycyjnych mieszanek betonowych.

Zasadnicza różnica polega na zwiększeniu udziału frakcji pylistych do 0,125 mm, którymi są np. popiół lotny, drobno zmielony wapień, metakaolinit, itp. Zaletą mieszanki betonowej samozagęszczalnej jest przede wszystkim możliwość jej układania bez konieczności zagęszczania, a poza tym łatwość wykonania konstrukcji z gęsto ułożonym zbrojeniem.

Mieszanki betonowe samozagęszczalne muszą być odpowiednio zaprojektowane.

7.7. Układanie mieszanki betonowej w konstrukcjach masywnych

Przebieg betonowania konstrukcji masywnych oraz pomiar temperatury zabetonowanych części powinien być podany w projekcie wykonywania robót. Mieszanka betonowa powinna być dostarczana na miejsce ułożenia w sposób ciągły przy maksymalnym zmechanizowaniu jej transportu i układania. Zagęszczanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane za pomocą wibratorów wglębnych - pojedynczych lub zespołu wibratorów na wspólnej ramie.

Zagęszczanie mieszanki betonowej w konstrukcjach masywnych za pomocą wibratorów powierzchniowych dopuszcza się tylko w przypadku warstwy wierzchniej. W przypadku układania w konstrukcjach masywnych mieszanki betonowej warstwami, górna powierzchnia poszczególnych warstw nie powinna być wygładzana (z wyjątkiem ostatniej warstwy wierzchniej).

Betonowanie w konstrukcjach masywnych części zamykających budowlę powinno być przeprowadzone dopiero po zakończeniu osiadania i uzyskaniu przez beton wykonanych części sąsiednich temperatury ustalonej w projekcie wykonania robót. Betonowanie bloków fundamentowych pod urządzenia wywołujące obciążenia dynamiczne powinno być wykonane bez przerw roboczych i zgodnie z wytycznymi podanymi w projekcie wykonania robót.

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 dopuszczone, 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 warstwy powinien być ustalony doświadczalnie przez laboratorium badawcze w zależności od temperatury otoczenia, warunków atmosferycznych, właściwości cementu i innych przewidywanych czynników.

7.8. Układanie mieszanki betonowej w konstrukcjach z dodawaniem dużych kamieni

Najmniejszy wymiar elementu konstrukcji, w którym mogą być ułożone kamienie, nie powinien być mniejszy niż 100 cm. Kamień dodawany do mieszanki betonowej powinien mieć średnicę nie większą niż 1/3 grubości elementu i nie większą niż 300 mm. Wzajemny stosunek wymiarów kamienia nie powinien przekraczać 2,5 : 1.

Kamienie powinny być tak ułożone w konstrukcji, aby każdy był otoczony warstwą mieszanki betonowej grubości co najmniej 20 cm i aby można było między nie wprowadzić wibrator wgłębny.

Odległość kamieni od powierzchni ograniczających konstrukcję powinna wynosić co najmniej 30 cm.

Wytrzymałość układanego kamienia nie powinna być mniejsza niż wytrzymałość kruszywa grubego użytego do przygotowania mieszanki betonowej. Poza tym kamienie układane w mieszance betonowej nie powinny mieć przerostów i spękań, nie powinny być zwietrzałe, a ich powierzchnia powinna być chropowata.

Kamienie przed ułożeniem powinny być oczyszczone i opłukane silnym strumieniem wody. Spryskiwanie kamieni zaczynem cementowym jest niedozwolone. Kamienie ułożone w konstrukcji nie powinny stykać się ze zbrojeniem i innymi elementami układanymi w mieszance betonowej. Ogólna objętość kamieni dodanych do betonu nie może przekroczyć 30% objętości mieszanki betonowej użytej do betonowania danej konstrukcji.

7.9. Układanie mieszanki betonowej w ścianach

Ściany powinny być betonowane bez przerw roboczych, odcinkami o wysokości nie przekraczającej wysokości 3 m.

Betonowanie konstrukcji ramowych powinno być dokonywane bez przerw.

W przypadku konieczności wykonania przerwy roboczej w tego rodzaju konstrukcjach miejsce przerwania konstrukcji powinno być przyjęte zgodnie z wymaganiami określonymi w niniejszej SST. Dolna część ściany powinna być wypełniona na wysokość 15 cm mieszanką betonową przeznaczoną do betonowania po uprzednim usunięciu kruszywa o uziarnieniu większym niż 10 mm i o wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż przewidziana w projekcie.

8. Przerwy w betonowaniu

Ukształtowanie powierzchni betonu w miejscu przerwy roboczej przy złożonych konstrukcjach powinno być uzgodnione z nadzorem technicznym. Powierzchnia betonu w miejscu przerwy roboczej powinna być prostopadła do kierunku naprężeń głównych, tj. w zasadzie pod kątem ok. 45°. Powierzchnia betonu w miejscu przerwania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia stwardniałego ze świeżym betonem przez usunięcie z powierzchni stwardniałego betonu luźnych okruszków betonu oraz warstwy szkliva cementowego i przepłukaniu miejsca przerwania betonu wodą. Resztki wody w zagłębieniach betonu powinny być usunięte przed rozpoczęciem betonowania.

Okres pomiędzy ułożeniem jednej warstwy mieszanki betonowej a nałożeniem na tę warstwę drugiej warstwy mieszanki, bez zaliczenia tego okresu jako przerwy roboczej, powinien być ustalony przez nadzór techniczny (laboratorium kontrolne) w zależności od temperatury zewnętrznej, warunków klimatycznych, właściwości cementu i innych czynników wpływających na jakość konstrukcji. Jeżeli temperatura powietrza wynosi więcej niż 20°C, czas trwania przerwy roboczej nie powinien być dłuższy niż 2 godz. Przy wznowieniu betonowania nie należy dotykać wibratorami deskowania, zbrojenia i uprzednio ułożonego betonu. Powierzchnia betonu w miejscu przerwania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia betonu stwardniałego ze świeżym przez:

- usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego, luźnych okruszków betonu oraz warstwy pozostałego szkliva cementowego,
- obfite zwilżenie wodą i narzucenie kilkumilimetrowej warstwy zaprawy cementowej o stosunku zbliżonym do zaprawy w betonie wykonywanym albo też narzucenie cienkiej warstwy zaczynu cementowego.

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.

Dotyczy to również dobetonowywania elementów do istniejącej konstrukcji.

9. Osadzanie elementów kotwiących

Osadzenie w betonie elementów kotwiących do mocowania marek musi odbywać się pod ścisłym nadzorem geodezyjnym w celu wyeliminowania jakichkolwiek odchyłek.

XVIII. ROBOTY BETONOWE W OKRESIE OBNIŻONYCH TEMPERATUR

Roboty betonowe mogą być prowadzone w okresie obniżonych temperatur, weseli zostaną zachowane warunki umożliwiające wiązanie i twardnienie mieszanki betonowej w temperaturach dodatnich.

Jako temperaturę obniżoną, wpływającą na spowolnienie tego procesu, przyjmuje się temperaturę otoczenia wynoszącą poniżej + 10°C, a średnią dobową temperaturę do +5°C należy traktować jako graniczną, przy której mieszankę betonową ułożoną w deskowaniu trzeba chronić przed utratą ciepła.

Nie należy betonować konstrukcji w temperaturze poniżej -15°C na wolnym powietrzu.

Pełna mrozoodporność - w przypadku betonu narazonego na działanie czynników atmosferycznych - należy przez to rozumieć osiągnięcie wytrzymałości na ściskanie:

- 5 MPa przez beton na cemencie portlandzkim,
- 8 MPa przez beton na cemencie portlandzkim z dodatkami,
- 10 MPa przez beton na cemencie hutniczym.

Sposoby zabezpieczeń stosowanych w celu uzyskania przez beton pełnej mrozoodporności - zgodnie z instrukcją ITB nr 282/88:

- zwiększenie o około 10% ilości cementu lub zmianę cementu przewidzianego w projekcie na cement wyższej klasy; wymaga to przeprowadzenia laboratoryjnych badań porównawczych,

- dodanie do mieszanki betonowej właściwych domieszek chemicznych i dodatków dobranych odpowiednio do rodzaju cementu; wymaga to przeprowadzenia wstępnych badań laboratoryjnych,
- podgrzewanie składników mieszanki betonowej (z wyjątkiem cementu) do odpowiedniej temperatury, w celu uzyskania określonej temperatury mieszanki betonowej w chwili jej układania w deskowaniu,
- osłanianie elementów lub całej konstrukcji materiałami ciepłochronnymi w celu zachowania ciepła w mieszance betonowej ułożonej w deskowaniu lub formie przez czas niezbędny do uzyskania przez beton pełnej mrozoodporności,
- ogrzewanie świeżego betonu w deskowaniu za pomocą pary, ciepłego powietrza lub - w przypadkach technicznie uzasadnionych - za pomocą prądu elektrycznego,
- wykonywanie robót betonowych w pomieszczeniach zamkniętych ogrzanych lub w ciepłakach stałych albo przesuwnych, o temperaturze wewnątrz ciepłaka nie niższej niż $+10^{\circ}\text{C}$

W przypadku gdy konstrukcja jest betonowana w temperaturach ujemnych, przy których nie można zapewnić dojrzewania betonu, lub gdy w deskowaniu ma być układana mieszanka betonowa o stosunku wodno-cementowym w/c mniejszym niż 0,55 - świeży beton należy chronić przed dopływem wilgoci z zewnątrz szczelnymi osłonami aż do czasu uzyskania przez niego pełnej mrozoodporności.

Jeżeli spadek temperatury poniżej -3°C jest spodziewany w okresie dłuższym niż 3 dni, lecz poniżej 10 dni, licząc od chwili zakończenia betonowania, to należy chronić beton przed napływem wilgoci z zewnątrz przez stosowanie właściwych w danym przypadku materiałów ciepłochłonnych, jak maty słomiane, papa, itp., nie zanieczyszczających jednak powierzchni świeżo ułożonego betonu.

Jeżeli spadek temperatury poniżej -3°C spodziewany jest przed upływem 3 dni, licząc od chwili zabetonowania konstrukcji, bądź nastąpił w trakcie układania mieszanki betonowej w deskowaniu, to należy układać mieszankę betonową o podwyższonej temperaturze i niezwłocznie ochronić zabetonowany fragment konstrukcji przed stratami ciepła. W przypadku wykonywania z betonów monolitycznych konstrukcji cienkościennych zaleca się stosować przyspieszone dojrzewanie betonu w wyniku jego podgrzewania lub betonowanie w ciepłakach.

Pozwala to na uzyskanie przez beton w krótkim czasie wymaganej wytrzymałości na ściskanie oraz zapewnia stateczność konstrukcji po usunięciu deskowania.

Przed przystąpieniem do betonowania należy oczyścić deskowanie ze śniegu i lodu oraz sprawdzić jego szczelność.

Wykonane zbrojenie trzeba chronić przed oblodzeniem i zasypaniem śniegiem odpowiednimi osłonami. Jeżeli jednak zbrojenie zostało oblodzone lub zasypane śniegiem, to przed ułożeniem mieszanki betonowej śnieg i lód należy usunąć. Szczegółowe informacje dotyczące wykonywania robót betonowych w okresie obniżonych temperatur są podane m.in. w instrukcji ITB nr 282/88.

XIX. PIELĘGNACJA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w OST.

2. Twardnienie betonu w warunkach naturalnych i jego pielęgnacja

Warunki dojrzewania świeżo ułożonego betonu i jego pielęgnacja w początkowym okresie twardnienia powinny:

- zapewnić utrzymanie określonych warunków ciepłno-wilgotnościowych niezbędnych do przewidywanego tempa wzrostu wytrzymałości betonu,
- uniemożliwiać powstawanie rys skurczowych w betonie,
- chronić twardniejący beton przed uderzeniami, wstrząsami i innymi wpływami pogarszającymi jego jakość w konstrukcji.

Roboty związane z pielęgnacją betonu powinny być wykonywane zgodnie z wymaganiami normy PN-S-10040:1999.

Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN-881B-32250.

W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami.

Rozformowanie konstrukcji może nastąpić po osiągnięciu przez beton wytrzymałości rozformowania dla konstrukcji monolitycznych (zgodnie z normą PN-63/B-O6251) lub wytrzymałości manipulacyjnej dla prefabrykatów.

W okresie pielęgnacji betonu należy:

- chronić odsłonięte 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 oraz 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 wyżej 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 polewane wodą według specjalnych instrukcji.

Duże, poziome lub o niewielkim nachyleniu powierzchnie betonu mogą być powlekane środkami błonotwórczymi zabezpieczającymi przed parowaniem wody. Środki te наносzone 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,
- środek błonotwórczy nie powinien przy nanoszeniu przenikać głębiej w świeży beton niż na 1 mm i nie powinien wywoływać korozji betonu oraz stali.

Świeżo ułożony beton stykający się z wodami gruntowymi, a szczególnie płynącymi, powinien być chroniony przed ich ujemnym wpływem przez czasowe odprowadzenie wody, wykonanie warstwy izolacyjnej wodochronnej lub w inny równorzędny sposób przez co najmniej 4 dni od chwili wykonania betonu.

3. Kontrola i pielęgnacja świeżych betonów

Mieszanekę betonową układa się po odbiorze deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów.

Skład mieszanki powinien być uzgodniony z opracowaną receptą roboczą. Zasady układania mieszanki betonowej w konstrukcjach masowych, deskowaniach ślizgowych, a także przerwy robocze w betonowaniu konstrukcji powinny być określone w projekcie. W konstrukcjach mniej skomplikowanych można przerwy robocze stosować:

- w belkach i podciągach - w miejscach występowania najmniejszych sił poprzecznych,
- w słupach - w płaszczyznach stropów, belek lub podciągów;
belki i płyty związane monolitycznie ze słupami lub ścianami należy betonować nie wcześniej niż po upływie 1 do 2 h od zabetonowania tych słupów i ścian,
- w płytach - na linii prostopadłej do belek lub żeber, na których opiera się płyta;
- przy betonowaniu płyt w kierunku równoległym do podciągu dopuszcza się przerwę w środkowej części przęsła płyty, równoległą do żeber, na których wspiera się płyta,

Powierzchnia betonu w miejscu przerwy roboczej powinna być prostopadła do kierunku naprężeń głównych.

Powierzchnię tę należy przed wznowieniem betonowania starannie przygotować do połączenia betonu stwardniałego z betonem nowym. Wymaga to usunięcia z powierzchni stwardniałego betonu luźnych okruszków betonu oraz warstwy szkliska cementowego i przepłukania wodą.

Beton dojrzewający należy pielęgnować:

- chronić jego odsłonięte powierzchnie przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych, szczególnie wiatru i promieni słonecznych (w zimie mrozu),
- utrzymywać w stałej wilgotności:
 - 3 dni w wypadku użycia cementu portlandzkiego szybko twardniejącego,
 - 7 dni, gdy użyto cementu portlandzkiego,
 - 14 dni, gdy użyto cementu hutniczego i innych.

Polewanie wodą betonu normalnie dojrzewającego należy rozpocząć po 24 h od jego ułożenia.

Jeżeli temperatura wynosi $+15^{\circ}\text{C}$ i więcej, należy w pierwszych trzech dniach beton polewać co 3 h w dzień i co najmniej raz w nocy, a w następnych dniach - co najmniej 3 razy na dobę.

Jeżeli temperatura jest niższa niż $+5^{\circ}\text{C}$ betonu nie polewa się.

Obciążenie zabetonowanej konstrukcji przez ludzi, lekki sprzęt transportowy (ruch po torach z desek grubości 36 mm) i deskowanie dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości na ściskanie co najmniej 2,5 MPa, pod warunkiem, że odkształcenie deskowania nie spowoduje rys i uszkodzeń w niedojrzałym betonie.

Nie należy obciążać stropów i schodów przez co najmniej 36 h od ich zabetonowania, przy czym okres ten przy twardnieniu betonu w temperaturę poniżej $+10^{\circ}\text{C}$ powinien być odpowiednio przedłużony.

Całkowite usunięcie deskowania i rusztowania konstrukcji żelbetowej może nastąpić, gdy beton osiągnie wytrzymałość wymaganą według projektu. Wytrzymałość tę należy sprawdzać na próbkach przechowywanych w warunkach zbliżonych do warunków dojrzewania betonu w konstrukcji.

Orientacyjnie można przyjąć, że:

- boczne elementy deskowań nie przenoszące obciążenia od ciężaru konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów,
- nośne deskowanie konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości:
 - w stropach 15 MPa (lato) i 17,5 MPa (w okresie obniżonych temperatur),
 - w ścianach - odpowiednio 2 i 10 MPa,
 - w belkach i podciągach o rozpiętości do 6 m - 70% wytrzymałości projektowej,
a powyżej 6 m - 100% tej wytrzymałości.

Podpory, dźwigary i inne elementy podtrzymujące deskowanie wznoszonej konstrukcji należy usuwać w takiej kolejności, aby nie spowodować szkodliwych naprężeń w tej konstrukcji.

Podczas rozdeskowywania zabetonowanych stropów budynków wielokondygnacyjnych należy przestrzegać następujących zasad:

- usunięcie podpór deskowania stropu znajdującego się bezpośrednio pod betonowym stropem jest niedopuszczalne,
- podpory deskowania następnego, niżej położonego stropu mogą być usunięte tylko częściowo;
pod wszystkimi belkami i podciągami o rozpiętości 4 m i większej powinny być pozostawione stojaki w odległości nie większej niż 3 m,
- całkowite usunięcie deskowania stropów leżących niżej może nastąpić pod warunkiem osiągnięcia przez beton tych stropów wytrzymałości projektowanej.

Usuwanie deskowań powinno odbywać się pod ścisłym nadzorem technicznym.

4. Naprawa betonów

Przed przystąpieniem do napraw betonów powierzchnia ubytku powinna być dokładnie oczyszczona.

Roboty naprawcze wykonywać materiałami naprawczymi systemowymi, przestrzegając technologii nakładania zapraw podanej przez producenta.

XX. KONTROLA, BADANIA ORAZ ODBIÓR ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w OST.

2. Kontrola wykonania i montaż zbrojenia - wymagania ogólne

Zbrojenie wszystkich elementów żelbetowych powinno być poddane kontroli przed zabetonowaniem.

Kontrola zbrojenia obejmuje:

- oględziny,
 - badanie zgodności wykonania zbrojenia z obowiązującymi przepisami,
 - badanie zgodności wymiarów zbrojenia z projektem,
 - badanie zgodności usytuowania zbrojenia z projektem,
 - sprawdzenie zaświadczeń jakości zgrzewanych siatek szkieletów wykonanych w specjalistycznych zakładach centralnych,
 - badanie jakości połączeń zgrzewanych wykonywanych na placu budowy.
- Dopuszczalne odchyłki w wykonaniu zbrojenia nie powinny być większe niż podano w polskiej normie. Dopuszczalne odchyłki w ustawieniu zbrojenia w deskowaniu należy określić wg dopuszczalnych odchyłek podanych w polskiej normie.

Kontrola ustawionego 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 rozdziałach specjalistycznych.

3. Kontrola wykonywania i jakości betonu - wymagania ogólne

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

Podczas robót betonowych należy przeprowadzać systematyczną kontrolę dla bieżącego ustalania:

- 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.

Sposób, liczba kontroli jak również forma prowadzenia sprawozdawczości i wyników kontroli powinny być dostosowane do rodzaju budownictwa i przyjętych metod realizacji.

Kontrola betonu powinna obejmować sprawdzenie wszystkich cech technicznych podanych w niniejszych SST oraz ewentualnie innych cech zaznaczonych w dokumentacji technicznej. Kontrola jakości betonu w konstrukcji może być przeprowadzona za pomocą sprawdzonych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą.

W przemysłowych i przeciętnych warunkach wykonania betonu zakres kontroli powinien obejmować wszystkie wymagane normami państwowymi właściwości betonu. 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 normą państwową i niniejszymi warunkami technicznymi oraz ewentualnie inne badania konieczne do potwierdzenia prawidłowości przebiegu zabiegów technologicznych. Dokumentacja techniczna kontroli jakości powinna zawierać wszystkie wyniki badań betonu przewidzianych planem kontroli.

4. Sprawdzenie jakości wykonanych robót

Sprawdzenie jakości wykonanych robót obejmuje:

- prawidłowości położenia obiektu budowlanego w planie,
 - prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów, np. szczelin dylatacyjnych
 - jakości betonu pod względem jego zagęszczenia, jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń, łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie większa niż 1%;
- Lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu;
Zbrojenie główne nie może być odsłonięte.

Maksymalne odległości pomiędzy przerwami dylatacyjnymi

Rodzaj konstrukcji	Odległość między dylatacjami, m
Konstrukcje poddane wahaniom temperatury zewnętrznej	
a)ściany niezbrojone	5
b)ściany zbrojone	20
c)żelbetowe konstrukcje szkieletowe	30
d)dachy nieocieplane, gzymsy	20
Ogrzewane budynki wielokondygnacyjne	
a)wewnętrzne ściany i stropy betonowe w jednym ciągu	30
b)jak wyżej - betonowane odcinkami nie większymi niż 15 m z pozostawieniem przerw do późniejszego betonowania	jak w przypadku wewnętrznych ścian prefabrykowanych
c)wewnętrzne ściany prefabrykowane, z zewnętrznymi ścianami wielowarstwowymi	50
d)jak wyżej - ze ścianami zewnętrznymi z betonu komórkowego	40
e)jak wyżej - z lekkimi ścianami zewnętrznymi, podłużna ściana usztywniająca w części środkowej budynku	70
f)jak wyżej - ze ścianami usztywniającymi w częściach skrajnych budynku	50
g)prefabrykowane konstrukcje szkieletowe i konstrukcje monolityczne z usztywnieniem w części środkowej budynku	jak w przypadku wewnętrznych ścian prefabrykowanych
h) monolityczne konstrukcje szkieletowe ze ścianami usztywniającymi w częściach skrajnych budynku -odpowiednio	jak dla a) lub b)
Ogrzewane jednokondygnacyjne hale żelbetowe bez ścian usztywniających lub tylko w części środkowej z zewnętrznymi ścianami o małej sztywności - w zależności od wysokości konstrukcji h	
a)h<5 m	60
b)5<h<8 m	10+10h
c)h>8 m	90

Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia konstrukcji betonowych i żelbetowych

Odchylenia	Dopuszczalna odchyłka, mm
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego odchylenia	
a)na 1 m wysokości	5
b)na całą wysokość konstrukcji w fundamentach	120
c)w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupów podtrzymujących stropy monolityczne	15
d)w ścianach (budowlach) wzniesionych w deskowaniu ślizgowym lub przestawnym	1/500 wysokości obiektu budowlanego, lecz nie więcej niż 100 m
Odchylenia płaszczyzn poziomych od poziomu	
a)na 1 m płaszczyzny w dowolnym kierunku	5
b)na całą płaszczyznę	15
Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzeniu łatą długości 2 m z wyjątkiem powierzchni podporowych	
a)powierzchni bocznych i spodnich	±4
b)powierzchni górnych	±8
Odchylenia w długości lub rozpiętości elementów	±20
Odchylenia w wymiarach przekroju poprzecznego	±8
Odchylenia w rzędnych powierzchni innych elementów	±5

XXI. PRZEDMIAROWANIE I OBMAROWANIE ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

1. Podstawowe zasady sporządzania przedmiaru i obmiaru robót

Ilość robót ustala się w oparciu o dokumentację projektową - przed przystąpieniem do realizacji robót – tzw. przedmiar, bądź w oparciu o dokumentację budowy, prowadzoną na placu budowy - książkę obmiaru - jest to tzw. obmiar. Obmiar robót, to ustalenie z natury ilości robót już wykonanych. Sporządza go wykonawca na budowie w tzw. książce obmiaru robót przede wszystkim w celu rozliczenia robót po ich zakończeniu. Zasady określania ilości robót zależą od ich rodzaju oraz warunków wykonywania i są takie same w odniesieniu do przedmiaru oraz obmiaru.

2. Forma przedmiaru i jednostki miary

Przedmiarowanie (obmiarowanie) robót powinno być wykonywane na ujednoliconych formularzach, które powinny być czytelne i jednoznaczne dla negocjujących stron.

Warunkiem koniecznym, przed przystąpieniem do wykonania przedmiaru lub obmiaru robót, jest zapoznanie się z zasadami przedmiarowania robót podanymi w założeniach ogólnych oraz w założeniach szczegółowych do danego rozdziału katalogu (KNR, KSNR lub inny katalog będący podstawą przyjęcia nakładów rzeczowych).

Podstawową jednostką miary jest;

- przy wyliczeniach powierzchniowych szalowanych - m^2 ,
- przy wyliczeniach kubaturowych betonu - m^3 ,
- przy wyliczaniu stali zbrojeniowej w kg lub tonach,
- wszelkie dodatki według danych producenta.

XXII. ODBIORY ROBÓT

1. Odbiór końcowy deskowań

1.1. Odbiór deskowań

Do odbioru deskowań powinny być przedłożone wymienione w specyfikacji dokumentacje oraz dziennik wykonywania deskowań, jeżeli taki był prowadzony na danej budowie, albo zapisy w dzienniku budowy dotyczące danego rodzaju deskowania. Odstępstwa od postanowień projektu lub instrukcji wykonywania deskowań systemowych inwentaryzowanych powinny być uzasadnione zapisem w dzienniku budowy i potwierdzone przez nadzór techniczny albo innym równorzędnym dowodem.

Badanie materiałów lub gotowych elementów stosowanych do wykonywania deskowania powinno być dokonywane przy dostawie tych materiałów na budowę. Ocena jakości materiałów przy odbiorze deskowania powinna być dokonywana pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy i zaświadczeń o jakości materiałów lub elementów wystawionych przez producentów.

Przy odbiorze deskowań do wykonywania konstrukcji z betonu należy sprawdzać:

- przekroje i rozstawy stojaków (podpór) oraz ich usztywnienie (niezmiennność w trakcie betonowania),
- szczelność deskowania,
- prawidłowość wykonania deskowania w poziomie i pionie,
- usunięcie z deskowań wszelkich zanieczyszczeń,
- powleczenie deskowania preparatami zmniejszającymi przyczepność betonu,
- sprawdzenie dopuszczalnych odchyłek wymiarowych.

Dopuszcza się następujące odchyłki wymiarowe przy wykonywaniu deskowań:

- odchyłka płaszczyzny lub krawędzi od pionu na 1 m - 2 mm,
- odchyłka płaszczyzny deskowania fundamentu, ściany lub słupa od pionu na 1 m wysokości - 1,5 mm,
- odchyłka płaszczyzny deskowania od pionu na całej wysokości - 15,0 mm,
- odchyłka płaszczyzny deskowania ściany lub słupa na całej wysokości - 10,0 mm.

1.2. Ocena wykonania deskowań

Jeżeli wszystkie w/w sprawdzenia dadzą dodatni wynik, deskowanie należy uznać za wykonane prawidłowo.

W przypadku gdy chociaż jedno ze sprawdzeń da ujemny wynik, należy deskowanie uznać w całości lub w części za wykonane niewłaściwie. W razie uznania całości lub części deskowania jako wykonanych niewłaściwie należy ustalić zakres napraw deskowania i odnotować to w protokole z oceny deskowań. W przypadku gdyby wykonane deskowanie zagrażało bezpieczeństwu obiektu lub powstałaby możliwość jego deformacji w trakcie betonowania, deskowanie należy uznać za niezgodne z wymaganiami i powinno być rozebrane oraz wykonane ponownie.

Dopuszczenie deskowania do układania w nim zbrojenia i układania mieszanki betonowej powinno być potwierdzone zapisem w protokole z odbioru deskowania i w dzienniku budowy.

2. Dokumentacja z odbioru i ocena jakości wykonania zbrojenia

Z dokonanego odbioru zbrojenia należy sporządzić protokół, w którym powinny być podane numery rysunków roboczych zbrojenia, wszystkie odstępstwa od projektu, stwierdzenie o usunięciu ewentualnych wad i usterek zbrojenia i wniosek o dopuszczenie do betonowania.

Do protokołu odbioru zbrojenia należy dołączyć:

- zaświadczenia o jakości producentów siatek i szkieletów zgrzewanych,
- protokoły badania połączeń zgrzewanych i spawanych wykonanych na placu budowy,
- odpisy lub wykaz dokumentów o pozwoleniu na wprowadzenie zmian w projekcie roboczym.

Niezależnie od protokołu odbioru zbrojenia, dokonanie odbioru zbrojenia wraz z wnioskiem dopuszczającym zbrojenie do zabetonowania powinny być wpisane do dziennika budowy.

3. Odbiór końcowy elementów betonowych i żelbetowych

3.1. Dokumenty stanowiące podstawę odbioru

Przy odbiorze konstrukcji monolitycznych z betonu powinny być przedstawione następujące dokumenty:

- rysunki robocze z naniesionymi na nich wszystkimi zmianami, jakie zostały zatwierdzone w czasie budowy, a przy zmianach związanych z bezpieczeństwem obiektu również rysunki wykonawcze,
- dokumenty stwierdzające uzgodnienie dokonanych zmian,
- dzienniki robót (jeżeli takie były prowadzone) i dziennik budowy,
- wyniki badań kontrolnych betonu,
- protokoły odbioru deskowań przed rozpoczęciem betonowania,
- protokoły odbioru zbrojenia przed jego zabetonowaniem,

- protokoły z pośredniego odbioru elementów konstrukcji lub robót zanikających,
- protokoły z odbioru fundamentów i ich podłoża,
- inne dokumenty przewidziane w dokumentacji technicznej lub związane z procesem budowy, mające wpływ na udokumentowanie jakości wykonania obiektu budowlanego.

3.2. Badanie konstrukcji

Niezależnie od w/w badań przy badaniu 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 wykonanych w konstrukcjach,
- prawidłowość ustawienia części zabetonowanych,
- prawidłowość wykonania szczelin dylatacyjnych,
- prawidłowość położenia budowli w planie i jej rzędnych wysokościowych itp.,
- prawidłowość wykonania robót zanikających, np. przygotowania zbrojenia, ułożenia izolacji itp.

Sprawdzenie powinno być wykonane przez przeprowadzenie uznanych, odpowiednich pomiarów,

Jakość betonu pod względem jego zagęszczenia i jednolitości struktury, sprawdzona na podstawie dokładnych oględzin powierzchni betonu lub dodatkowo za pomocą nieniszczących metod badań,

Przy sprawdzeniu jakości powierzchni betonów należy wymagać, aby łączna powierzchnia ewentualnych raków nie była większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie więcej niż 1%.

Lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu.

Zbrojenie główne nie powinno być odsłonięte. Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia elementów lub konstrukcji nie powinny być większe od podanych w polskiej normie.

3.3. Ocena wykonanych konstrukcji

Jeżeli badania dadzą wynik dodatni, wykonane konstrukcje betonowe lub żelbetonowe należy uznać za zgodne z wymaganiami warunków technicznych. W przypadku gdy chociaż jedno z badań da wynik ujemny, odbieraną konstrukcję bądź określoną jej część należy uznać za niezgodną z wymaganiami niniejszych warunków.

Deskowanie lub zbrojenie nie przyjęte w wyniku sprawdzenia powinno być przedstawione do ponownego badania po wykonaniu poprawek mających na celu doprowadzenie deskowania lub zbrojenia do wymagań zgodnych z niniejszymi warunkami.

W przypadku stwierdzenia w czasie badań konstrukcji niezgodności z wymaganiami podanymi w niniejszych warunkach oraz w razie uznania całości lub części wykonywanych konstrukcji za niezgodne z wymaganiami projektu i niniejszych warunków należy ustalić, czy w danym przypadku stwierdzone odstępstwa zagrażają bezpieczeństwu budowli lub jej części. Konstrukcja lub jej część zagrażająca bezpieczeństwu powinna być rozebrana, ponownie wykonana i przedstawiona do badań.

XXIII. ROZLICZENIE ROBÓT TYMCZASOWYCH I PRAC TOWARZYSZĄCYCH

Sposób rozliczania prac towarzyszących i robót tymczasowych zgodnie z warunkami podanymi w OST.

XXIV. NORMY, INSTRUKCJE, WYTYCZNE

1. Polskie Normy przywołane w Załączniku nr 1 do rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2019 poz. 1065) Polskie Normy projektowania wprowadzające europejskie normy projektowania konstrukcji – Eurokody, zatwierdzone i opublikowane w języku polskim, są stosowane do projektowania konstrukcji, jeżeli obejmują one wszystkie niezbędne aspekty związane z zaprojektowaniem tej konstrukcji (stanowią kompletny zestaw norm umożliwiający projektowanie). Projektowanie każdego rodzaju konstrukcji wymaga stosowania PN-EN 1990 i PN-EN 1991. W przypadku gdy przywołano niedatowaną Polską Normę, należy stosować najnowszą normę opublikowaną w języku polskim.

2. Polskie Normy przywołane w projekcie jako podstawa projektu lub rozwiązania

3. Polskie Normy przywołane w niniejszej specyfikacji technicznej

- PN-82/B-01801 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetonowe. Podstawowe zasady projektowania.
- PN-86/B-01802 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetonowe. Nazwy i określenia.
- PN-88/B-01807 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetonowe. Zasady diagnostyki konstrukcji.
- PN-EN 206-1:2003/Ap1:2004 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- PN-89/B-30016 Cementy specjalne.
- PN-88/B-30005 Cement hutniczy.
- PN-88/B-30000 Cement portlandzki.
- PN-B-14501 Zaprawy budowlane zwykłe.
- PN-B-04500 Zaprawy budowlane. Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych.
- PN-B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonu i zaprawy.
- PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
- PN-EN 12350-1:2001 Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek.
- PN-EN 12390-1:2001/AC:2004 Badania betonu. Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
- PN-EN 12390-2:2001 Badania betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.
- PN-EN 12504-1:2001 Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe. Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie.

- PN-EN 12620:2004/AC:2004 Kruszywa do betonu.
- PN-63/B-06251 Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne.
- PN-ENV 10080:2004 Stal do zbrojenia betonu. Spawalna stal żebrowana B500.
Warunki techniczne dostawy prętów, kręgów i siatek zgrzewanych.
- PN-ISO 6935-1:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie.
- PN-ISO 6935-1/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.
- PN-ISO 6935-2:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane.
- PN-ISO 6935-2/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.
- PN-ISO 6935-2/Ak:1998/Ap1:1999 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.
- PN-H-84023-6/A1:1996 Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki.
- PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
- PN-EN 197-1:2002 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- PN-91/B-06716 Kruszywa mineralne. Piaski i żwiry filtracyjne. Wymagania techniczne.
- PN-91/B-06716/Az1:2001 Kruszywa mineralne. Piaski i żwiry filtracyjne. Wymagania techniczne.
- PN-76/B-06714.00 Kruszywa mineralne. Badania. Postanowienia ogólne.
- PN-89/B-06714.01 Kruszywa mineralne. Badania. Podział, terminologia.
- PN-EN 480-1:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań.
Beton wzorcowy i zaprawa wzorcowa do badania.
- PN-EN 480-2:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie czasu wiązania.
- PN-ENV-206-1 Beton, właściwości, produkcja, układanie i kryteria zgodności
- PN-B-03264:1999 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statystyczne i projektowanie
- PN-88/B-06250 Beton zwykły (zmiany: 1-BI 9/89 poz. 78; 2-BI 12/90 poz. 95; 3-BI 10/91 poz. 67)
- PN-83/B-06256 Beton odporny na ścieranie
- PN-62/B-06257 Beton Żaroodporny na cemencie portlandzkim lub hutniczym
- PN-91/B-06263 Beton lekki kruszywowy
(zastąpiona częściowo przez: PN-EN 992:1999 w zakresie p. 4.4. oraz PN-EN 1354 w zakresie p. 4.2.)
- PN-88/6738-07 Beton hydrotechniczny. Wymagania techniczne
- PN-EN 934-2:1999 Domieszki do betonu zaprawy i zaczynu. Definicje i wymagania
- PN-EN 992:1999 Oznaczenie gęstości w stanie suchym betonu lekkiego kruszynowego o otwartej strukturze
- PN-EN 1354:1999 Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie betonu lekkiego kruszynowego o zwartej strukturze;
- PN-EN 10020: 1996 Stal. Klasyfikacja
- PN-EN 10021: 1997 Ogólne techniczne warunki dostaw stali i wyrobów stalowych
- PN-EN 10027: 1994 Systemy oznaczania stali. Znaki stali, symbole główne
- PN-EN 10027: 1994 Systemy oznaczania stali. System cyfrowy
- PN-EN 10079: 1996 Stal. Wyroby. Technologia
- PN-83/H-84017 Stal niskostopowa trudno rdzewiejąca. Gatunki (zmiany: BI 11/84, BI 1/90, BI 10/91 oraz PN-83/H-84017 Zmiana 4)
- PN-86/H-84018 Stal niskostopowa o podwyższonej wytrzymałości. Gatunki (zmiany: BI 10/88, BI 3/90, BI 10/91, BI 5/92, BI 4/93)
- PN-88/H-84020 Stal niskostopowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia. Gatunki (zmiany: BI 9-10/90, BI 10/91, BI 4/94)
- PN-EN 10088-I: 1998 Stal odporna na korozję. Gatunki
- PN-EN 10088-3: 1999 Stale odporne na korozję.
Warunki techniczne dostawy półwyrobów, prętów, walcówki i kształtowników ogólnego przeznaczenia
- PN-ISO 6935-1:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie
- PN-ISO 6935-1/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju
- PN-ISO 6935-2:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane
- PN-ISO 6935-2/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane.
Dodatkowe wymagania stosowane w kraju
- PN-89/H-84023.06 Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki
(poprawki: PN-ISO 6935-2/Ak:1998/Ap1:1999)
- PN-82/H-93215 Walcówki i pręty stalowe do zbrojenia betonu (zmiana BI 4/84, poprawki: BI 4/91 i BI 8/92)
- PN-71/M-80014 Druty stalowe gładkie do konstrukcji sprężonych

4. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych

Zeszyty A – Roboty ziemne i konstrukcyjne

Instytut Techniki Budowlanej 02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21

5. Najważniejsze oznaczenia i skróty

ST – Specyfikacja Techniczna

SST – Szczegółowa Specyfikacja Techniczna

ITB – Instytut Techniki Budowlanej

Jednostka autorska, opracowanie edytorskie i rozpowszechnianie:

Ośrodek Wdrożeń Ekonomiczno-Organizacyjnych Budownictwa „Promocja” Sp. z o.o. 02-548 Warszawa, ul. Grażyny 15

Wykorzystanie treści niniejszej specyfikacji technicznej dozwolone jest wyłącznie do przygotowania dokumentacji

budowlanej. Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie całości lub fragmentów niniejszej publikacji

w celach komercyjnych bez pisemnej zgody wydawcy zabronione.

Opracował:

mgr inż. architekt

Marek Dziągiewski