

KOD CPV

45262300 – 4 Betonowanie

45262310 – 7 Zbrojenie

45262311 – 4 Betonowanie konstrukcji

45262350 – 9 Betonowanie bez zbrojenia

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot specyfikacji

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) są wymagania dotyczące realizacji robót konstrukcyjnych betonowych i żelbetowych w deskowaniu tradycyjnym przewidzianych do wykonania w ramach robót budowlanych związanych z zadaniem „**Budowa boiska wielofunkcyjnego przy zespole szkolno-przedszkolnym zlokalizowanym na dz. nr 521/33, obręb Boruszowice, jednostka ewidencyjna 241308_2 Tworóg, ul. Szkolna 2 , 41-690 Boruszowice**”.

1.2. Zakres stosowania specyfikacji

Niniejsza specyfikacja będzie stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie wszystkich robót betonowych i żelbetowych przewidzianych w projekcie. Obejmują prace związane z przygotowaniem deskowania, dostawą materiałów, wykonawstwem i wykończeniem robót konstrukcyjnych betonowych i żelbetowych wykonywanych na miejscu.

Roboty betonowe obejmują konstrukcyjne betony zbrojone oraz nie zbrojone, betony fundamentowe i podbudowy. Betony fundamentowe mają zastosowanie do płyt fundamentowych, wypełnień z chudego betonu i innych robót.

1.3. Zakres robót objętych specyfikacją

W ramach prac budowlanych przewiduje się wykonanie następujących robót:

- przygotowanie i montaż deskowania;
- przygotowanie mieszanki betonowej;
- przygotowanie i montaż zbrojenia;
- wszystkie inne nie wymienione wyżej roboty betonowe i żelbetowe jakie występują przy realizacji umowy.

W zakresie robót żelbetowych w ramach zadania należy wykonać następujące elementy:

- fundamenty pod urządzenia, piłkochwyty,
- fundamenty pod elementy małej architektury,
- chudy beton pod fundamenty,
- wszystkie inne nie wymienione wyżej roboty związane z wykonaniem elementów konstrukcji żelbetowej jakie występują przy realizacji umowy.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe użyte w niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami i Ogólną Specyfikacją Techniczną – punkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące zasad prowadzenia robót

Ogólne wymagania dotyczące zasad prowadzenia robót podano w Ogólnej Specyfikacji Technicznej. Niniejsza specyfikacja obejmuje całość robót związanych z wykonaniem elementów betonowych i żelbetowych : szalowanie, zbrojenie, przygotowanie i układanie mieszanki betonowej oraz wszystkie prace pomocnicze.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania tych robót oraz ich zgodność z umową, projektem wykonawczym, pozostałymi szczegółowymi specyfikacjami technicznymi i poleceniami zarządzającego realizacją umowy. Wprowadzenie jakichkolwiek odstępstw od tych dokumentów wymaga akceptacji zarządzającego realizacją umowy.

1.6. Dokumentacja, którą należy przedstawić w trakcie budowy

Dokumentacja przedstawiona przez wykonawcę w trakcie budowy musi być zgodna z zasadami podanymi w ogólnej specyfikacji technicznej. Dodatkowo wykonawca dostarczać będzie następujące informacje :

- harmonogram i kolejność prac betonowych;
- rysunki robocze wymagane przez zarządzającego realizacją umowy;
- skład mieszanki betonowej i granulację kruszywa;
- świadectwa jakości przedstawione przez producenta wyszczególnione w dalszej części opracowania;
- zalecenia i instrukcje dostarczane przez producentów, wyszczególnione w dalszej części opracowania.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów i ich rodzaju podano w ogólnej specyfikacji technicznej – punkt 2.

2.2. Deskowania

Deskowanie do betonu powinno być wykonane w taki sposób aby mogło przenieść obciążenia wywołane :

- ✧ masą własną oraz masą sprzętu do robot betonowych;
- ✧ masą układanej mieszanki betonowej, z uwzględnieniem obciążeń dynamicznych od rzucanej lub opuszczanej mieszanki, jak też parcia mieszanki w trakcie jej zagęszczania;
- ✧ masą zbrojenia konstrukcji.

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 z dokumentacją techniczną oraz potwierdzić jego zgodność z wymaganiami technicznymi. Dopuszczenie rusztowania do użytkowania powinno być potwierdzone zapisem inspektora nadzoru technicznego w dzienniku budowy.

Deskowania z drewna lub z częściowym użyciem materiałów drewnopochodnych i innych wykonane na miejscu robot betonowych lub żelbetowych powinno być stosowane w przypadkach konieczności technicznej lub celowości gospodarczej.

Stojaki stanowiące podpory deskowania powinny być z okrągłaków o średnicy $8 \div 15$ cm, w uzasadnionych przypadkach z krawędziaków o przekroju 10×10 lub 16×16 i ustawione na podłożu na podkładkach ciągłych drewnianych lub na podkładkach z kawałków desek grubości $32 \div 36$ mm z podklinowaniem zapewniającym rozłożenie obciążenia przenoszonego przez stojaki na większą płaszczyznę. Zaleca się zamiast stojaków drewnianych stojaki metalowe teleskopowe usztywniane za pomocą stężeń poziomych z rur i złączy stalowych. Stężenia stojaków drewnianych przybite krzyżowo w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach powinny być z desek grubości co najmniej 25mm. Stężenia ukośne należy przybijać trzema gwoździami do każdego stojaka, jak najbliżej górnego i dolnego ich końca. Lęźnie, stojaki, podwaliny ciągłe oraz stężenia poziome i ukośne powinny zapewniać sztywny układ trójkątny. Stojaki należy rozstawiać w odstępach $1 \div 1,40$ m. Rozbiórkę rusztowania należy rozpoczynać od wybijania klinów spod stojaków i opuszczenia deskowania.

Płyty deskowania należy wykonać z drewna lub sklejki, w miejscach gdzie jest to konieczne metalowe formy kształtowe, łączenie deskowań za pomocą złączy usuwalnych lub na zatrzaskach metalowych o stałej lub zmiennej długości, nie posiadające elementów pozostawiających na powierzchni betonu otworów o średnicy większej niż 25mm.

Środek antyprzyczepny : aktywne chemicznie środki zawierające składniki wchodzące w reakcję z wolnym wapnem znajdującym się w betonie, powodujące wytwarzanie się nierozpuszczalnych substancji, zapobiegających przywieraniu betonu do deskowania.

Środek używany przy demontażu deskowań : bezbarwny olej mineralny, nie zawierający kerosenu, o lepkości od 100 do 110s (w uniwersalnej skali Saybolta) w temperaturze 40°C oraz temperaturze zapłonu wyższej od 150°C w otwartych pojemnikach.

2.3. Stal zbrojeniowa

Klasy i gatunki stali zbrojeniowej

Do zbrojenia konstrukcji z betonu należy stosować pręty ze stali wg projektu konstrukcyjnego:

Dopuszcza się do zbrojenia konstrukcji z betonu inne rodzaje stali, nie określone Polskimi Normami, na podstawie świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie wydanego przez Instytut Techniki Budowlanej.

Stal zbrojeniowa musi spełniać wymagania norm PN – 82 / H – 93215, PN – 84 / B – 03264.

Elektrody spawalnicze powinny odpowiadać warunkom normy PN – 84 / B – 03264

Drut do wiązania prętów musi być typu czarnego, o średnicy 1,6mm miękkiej. Klocki dystansowe pod zbrojenie muszą odpowiadać celom jakim mają służyć.

2.4. Składniki mieszanki betonowej

Cement

Do betonów należy stosować cementy odpowiadające wymaganiom podanym w Polskich Normach. Cementy importowane mogą być użyte do betonów po zakwalifikowaniu ich do odpowiedniej marki i rodzaju według norm. Do wykonania betonu może być użyty cement magazynowany i chroniony przed zawilgoceniem, zanieczyszczeniem oraz zmieszaniem z cementami innych marek i rodzajów.

Okres pomiędzy data wysłania cementu z wytworni a datą użycia cementu nie powinien być dłuższy niż :

- 30 dni przy cementach szybkotwardniejących;
- 45 dni przy cementach portlandzkich marki 450 i wyżej;
- 3 miesiące przy cementach innych rodzajów.

Do produkcji poszczególnych klas betonu należy stosować cement portlandzki następujących marek :

- cement marki 25 – beton klasy B 7,5 do B 30;
- cement marki 35 – beton klasy B 20 do B 40;
- cement marki 45 – beton klasy B 30 do B 50;
- cement marki 55 – beton klasy powyżej B 40;

Cementy dostarczane 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.

Do stosowania dopuszczone są tylko cementy podane niżej. Nie wolno stosować żadnych materiałów zamiennych :

- cement hutniczy marki 25 i 35 zgodnie z normą PN – 88 / B – 30005
- cement portlandzki marki 25 i 35 zgodnie z normą PN – 88 / B – 30000

Woda

Czysta woda, nie zawierająca oleju, kwasu, zasad, związków organicznych i innych substancji zabronionych w normie PN – 88 / B – 32250

Kruszywo

Do betonów należy stosować kruszywa mineralne zgodnie z wymaganiami Polskich Norm. Kruszywo do betonu powinno się charakteryzować stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia. Do betonu należy stosować kruszywo o marce nie niższej niż klasa betonu.

Uziarnienie kruszywa powinno zapewniać uzyskanie szczelnej mieszanki betonowej o wymaganej konsystencji przy możliwie najmniejszym użyciu cementu i wody, prawidłowego zagęszczenia oraz odpowiedniej urabialności. Zalecane uziarnienie kruszyw: drobne 0 – 2 mm, grube powyżej 2mm.

Do betonu do konstrukcji żelbetowych należy stosować kruszywo przechodzące przez sito o boku oczka kwadratowego 32mm.

W zależności od rodzaju elementu wymiar największego ziarna kruszywa powinien być mniejszy od :

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

Kruszywo grube do betonu o określonej marce mrozoodporności lub marce wodoszczelności powinno mieć odporność na działanie mrozu nie większą niż 2%.

Kruszywa do betonu różniące się asortymentem należy magazynować w oddzielonych od siebie usypiskach w taki sposób, aby zabezpieczyć składowanie kruszywa przed zmieszaniem.

Kruszywa wielofrakcyjne z różnych dostaw, ale tego samego asortymentu, można magazynować w jednym usypisku, jeżeli zawartość frakcji poniżej 2mm nie różni się więcej niż 10%.

Przy formowaniu usypiska kruszywa grubego lub wielofrakcyjnego wysokość pojedynczej przymy nie powinna przekraczać 5m, przy czym nie ogranicza się wielkości usypiska.

Przed użyciem należy sprawdzić zawartość ziaren do 2mm (punkt piaskowy).

Kruszywo naturalne, wolne od zanieczyszczeń. Kruszywo nie powinno wchodzić w reakcje chemiczne. Przed użyciem powinno być w całości i dokładnie przepłukane.

Zawartość siarczanów powinna być mniejsza od 1%. kruszywo drobnopziarniste (0 – 2mm) : frakcje o uziarnieniu mniejszym niż 0,063mm nie powinny przekraczać 4%, należy używać tylko czystego, naturalnego pisku o ostrych krawędziach.

Kruszywo grube (2 – 96mm) : należy używać żwiru naturalnego, mieszanki żwiru i łamanego żwiru, łamanych kamieni lub mieszanki tych materiałów, zawierającej nie więcej niż 15% płaskich bądź wydłużonych ziaren (długość pięć razy większa od szerokości). Frakcje o uziarnieniu mniejszym niż 0,063mm nie powinny przekraczać 2%.

Mrozoodporność kruszywa : ubytek masy nie powinien przekraczać 5%.

2.5. Beton samozagęszczający

Jako alternatywa do betonów standardowych wg PN-B-03264 z zagęszczeniem mechanicznym są betony samozagęszczające.

Mieszanki SCC są niezwykle przydatne do betonów architektonicznych, ze względu na zdolność szczelnego wypełnienia deskowań, samoczynnego odpowietrzania i zagęszczania pod ciężarem własnym bez segregacji składników.

Podstawą do uzyskania betonów SCC jest technologia oparta na uzyskaniu wysokiego stopnia płynności przy utrzymaniu niskiej wartości wskaźnika $c/w < 0,4$.

Uzyskuje się te parametry poprzez zastosowanie odpowiednich plastyfikatorów, odpowiedni skład mieszanki, szczególnie właściwe dobranie frakcji drobnych i pylistych.

Koszt 1 m³ jest znacznie wyższy od betonów tradycyjnych porównywalnych klas, uzyskuje się natomiast walory:

- nie występują drgania od wibratorów,
- wysoka jednorodność mieszanki betonowej,
- wysoka jakość powierzchni elementów,
- duża spójność zapobiega wyciekaniu mieszanki przez złącza deskowań.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ogólnej specyfikacji technicznej w punkcie 3.

3.2. Sprzęt niezbędny do wykonania robót

Zastosowane rodzaje sprzętu używanego do robót betonowych i zbrojarskich oraz deskowań powinny

odpowiadać wymaganiom zastosowanych technologii oraz warunkom BHP obowiązującym w konkretnej dziedzinie, po uzgodnieniu z zarządzającym realizacją umowy.

Jakiegokolwiek sprzęt, maszyny lub narzędzie nie gwarantujące zachowania wymagań jakościowych robót i przepisów BIOZ zostaną przez zarządzającego realizacją umowy zdyskwalifikowane i niedopuszczane do robót. Do robót betonowych i żelbetonowych używa się sprzętu i narzędzi ręcznych znajdujących zastosowanie przy wykonywaniu niewielkich ilości robót betonowych oraz betoniarki służące zarazem do przygotowywania zapraw murarskich.

Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo legalizacji. Mieszanie składników powinno się odbywać wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu.

Za jakość sprzętu dla betonu towarowego odpowiada producent.

Do robót betonowych i żelbetonowych przewiduje się sprzęt :

- a) Przygotowanie mieszanki betonowej
 - betoniarki o wymuszonym działaniu,
 - dozowniki wagowe o odpowiedniej dokładności.
- b) Wykonanie deskowań
 - zgodnie ze złożonym zamówieniem i ustalonymi warunkami z PodwykonawcąWykonawca zapewnia żuraw szynowy do montażu szalunków.
- c) Przygotowanie rusztowań.
- d) Przygotowanie zbrojenia:
 - wg Szczegółowej Specyfikacji Technicznej B.06.00.00
- e) Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej:
 - pojemniki do betonu,
 - pompy do betonu,
 - sprężarki do pneumatycznego podawania mieszanki betonowej,
 - wibratory wgłębne o odpowiedniej średnicy,
 - wibratory przyczepne,
 - łąty wibracyjne.
- f) Do obróbki i pielęgnacji betonu:
 - zacieraczki do betonu,
 - szlifierki do betonu, 10

Przy większych ilościach robót betoniarskich należy stosować beton towarowy dostarczany z betoniarni przy pomocy betonowozów.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ogólnej specyfikacji technicznej – punkt 4.

4.2. Transport materiałów

Mieszankę betonową i wszystkie materiały niezbędne do wykonania elementów wchodzących w skład robót betonowych można przewozić środkami transportu zaakceptowanymi przez zarządzającego realizacją umowy. Do transportu mieszanki betonowej i cementu luzem oraz pozostałych materiałów należy stosować pojazdy do tego przystosowane.

Załadunek, transport i rozładunek materiałów należy prowadzić zgodnie z przepisami BIOZ i przepisami o ruchu drogowym.

4.3. Czas transportu gotowej mieszanki betonowej

Beton powinien być dostarczony i wbudowany w ciągu 1 godziny po wyprodukowaniu, przetransportowany przy użyciu samochodów – betoniarek. Użycie domieszek redukujących ilość wody oraz opóźniających wiązanie może zmienić wymieniony wyżej czas. Wymaga ono akceptacji wytwórcy betonu i zarządzającego realizacją umowy.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Zasady ogólne wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ogólnej specyfikacji technicznej – punkt 5.1.

5.2. Deskowania

Deskowania indywidualne

Deskowania indywidualne z drewna lub z częściowym użyciem materiałów drewnopochodnych i innych wykonane na miejscu robót betonowych lub żelbetonowych powinno być stosowane w przypadkach konieczności technicznej lub celowości gospodarczej. Stojaki stanowiące podpory deskowania powinny być z okrągłaków o średnicy 8 ÷ 15 cm, w uzasadnionych przypadkach z krawędziaków o przekroju 10 x 10 lub 16 x 16 i ustawione na podłożu na podkładkach ciągłych drewnianych lub na podkładkach z kawałków desek grubości 32 ÷ 36 mm z

podklinowaniem zapewniającym rozłożenie obciążenia przenoszonego przez stojaki na większą płaszczyznę. Zaleca się zamiast stojaków drewnianych stojaki metalowe\teleskopowe usztywniane za pomocą stężeń poziomych z rur i złączy stalowych.

Stężenia stojaków drewnianych przybite krzyżowo w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach powinny być z desek grubości co najmniej 25mm.

Stężenia ukośne należy przybijać trzema gwoździami do każdego stojaka, jak najbliżej górnego i dolnego ich końca. Łężnie, stojaki, podwaliny ciągłe oraz stężenia poziome i ukośne powinny zapewniać sztywny układ trójkątny. Stojaki należy rozstawiać w odstępach $1 \div 1,40\text{m}$. Rozbiórkę rusztowania należy rozpoczynać od wybijania klinów spod stojaków i opuszczenia deskowania.

Deskowania fundamentów

Deskowania indywidualne ław lub stop fundamentowych należy wykonywać z tarcz zbijanych z desek grubości 25mm. Tarcze powinny być usztywnione nakładkami z desek grubości 38mm lub bali 50mm. Tarcze powinny być podparte rozporkami ustawionymi między tarczami a ścianą wykopu w celu przejęcia parcia świeżo ułożonej mieszanki betonowej. Tarcze wewnętrzne w wykopach szerokoprzestrzennych powinny być u dołu usztywnione kołkami wbitymi w grunt na głębokość około 60cm a gorą kleszczami przybijanymi do nakładek oraz zastrzałami podpartymi palikami wbijanymi w grunt.

Zaleca się dla oszczędności drewna stabilizować tarcze za pomocą chomąt stalowych przy jednoczesnym wstawieniu pomiędzy tarcze tymczasowych rozporek.

Ze względów ekonomicznych i technicznych zaleca się deskowania systemowe.

Zestaw elementów deskowania systemowego powinien zawierać elementy umożliwiające wykonywanie ław o przekroju prostokątnym oraz elementy uzupełniające wsporcze, które umożliwiają betonowanie ław o przekroju schodkowym. Zestawem elementów deskowania systemowego można wykonywać stopy fundamentowe pod słupy pod warunkiem kolejnego wykonania deskowania każdego stopnia stopy. Każdy wyższy stopień może być deskowany dopiero po uzyskaniu przez beton niższego stopnia dostatecznej wytrzymałości na ściskanie.

Usuwanie deskowań

Usunięcie deskowania i rusztowania konstrukcji 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 przeprowadzone w sposób wykluczający uszkodzenie powierzchni rozdeskowanych konstrukcji oraz elementów deskowania.

Usuwanie podpór, dźwigarów i innych elementów podtrzymujących deskowanie konstrukcji nośnych może być dokonane po usunięciu deskowania bocznego i stwierdzeniu prawidłowości wykonania rozdeskowanych fragmentów konstrukcji.

Rozbiórkę deskowań tradycyjnych należy przeprowadzić ostrożnie, aby nie niszczyć materiału, materiał uzyskany z rozbiórki należy oczyścić z gwoździ i zaprawy, posegregować i przygotować do ponownego wykorzystania.

5.3. Zbrojenie

Dokumentacja techniczno – robocza

Projekt zbrojenia powinien zawierać :

- ✧ rozmieszczenie zbrojeniowych prętów stalowych w poszczególnych elementach prefabrykowanych lub w elementach konstrukcji żelbetowej;
- ✧ wykazy prętów zbrojeniowych;
- ✧ sposób łączenia pojedynczych prętów w siatki lub szkielety zbrojeniowe;
- ✧ inne szczegółowe dane niezbędne do prawidłowego wykonania zbrojenia w określonych warunkach wykonania.

Na rysunkach techniczno – roboczych konstrukcji żelbetowych należy podawać :

- klasę stali i znak gatunku stali prętów zbrojeniowych i innych elementów stalowych;
- liczbę i średnicę prętów zbrojeniowych;
- zwymiarowany kształt wszystkich prętów zbrojenia, a w razie potrzeby – uchwytów montażowych.

Zmiana klasy lub gatunku stali podanych w projekcie zbrojenia może być dokonana przez projektanta danej konstrukcji, inspektora nadzoru inwestorskiego lub nadzoru technicznego. Zmiana powinna być zaznaczona na rysunkach i potwierdzona wpisem do dziennika budowy. Zbrojenie elementów konstrukcji żelbetowych może być wykonane w postaci pojedynczych prętów i szkieletów, połączonych drutem

wiązałkowym lub za pomocą elektrycznego zgrzewania punktowego, a w przypadkach uzasadnionych technicznie również przez spawanie. Połączenie pojedynczych prętów w szkielet powinno zapewnić stałe położenie zbrojenia w czasie transportu i montażu zbrojenia oraz w czasie betonowania.

Przygotowanie prętów zbrojeniowych

Pręty stalowe przed ich użyciem do wkładek zbrojeniowych zgodnie z projektem, należy oczyścić z kurzu, ziemi, zgorzeliny, luźnej rdzy, tłustych plam lub innych zanieczyszczeń. Czyszczenie prętów powinno być dokonywane metodami nie powodującymi zmian we właściwościach technicznych stali ani późniejszej korozji.

Pręty stalowe użyte do wkładek zbrojeniowych powinny być wyprostowane.

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.

Wprowadzanie końca pręta ze zwoju do prościarki jest dozwolone tylko przy jej zatrzymaniu. Kołowrotki do rozwijania zwojów stali zbrojeniowej oraz przestrzeń pomiędzy kołowrotkami a prościarkami powinny być ogrodzone.

Przy cięciu 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 20mm nożycami jest zabronione;
- przy mechanicznym przecinaniu prętów chwytanie ręką prętów w odległości mniejszej niż 50cm od nożyc tnących jest zabronione.

Przy gięciu prętów zbrojeniowych należy przestrzegać następujących zasad :

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

Składowanie odgiętych prętów zbrojeniowych

Odgięte pręty zbrojeniowe powinny być składowane na wydzielonych, uporządkowanych miejscach, w sposób nie powodujący ich uszkodzenia lub pomieszenia. Chodzenie po odgiętych prętach zbrojeniowych jest zabronione. W przypadku prętów dostarczonych luzem na budowę należy odgięte pręty dostarczyć w paczkach z podaniem ich charakterystyki na trwałych przewiązkach. Elementy zbrojenia przewożone za pomocą dźwigów lub żurawi powinny być zawieszone w sposób stabilny oraz zabezpieczone przed wysunięciem się. Przemieszczane elementy zbrojenia należy opuszczać i układać ostrożnie. Rzucanie elementów zbrojenia jest zabronione. Składowanie zbrojenia na pomostach roboczych, przeznaczonych wyłącznie do pracy zbrojarzy jest zabronione.

Konstruowanie zbrojenia

Nominalna średnica prętów okrągłych gładkich i żebrowanych oraz ich nominalne powierzchnie przekroju poprzecznego podano w normach. Średnice nominalne prętów żebrowanych lub profilowanych są to średnice odpowiadające średnicom prętów gładkich o przekroju równoważnym przekrojowi nominalnemu prętów żebrowanych.

Rzeczywistą powierzchnię przekroju pręta określa się na podstawie wzorów zawartych w Polskich Normach. Rzeczywistą średnicę prętów okrągłych gładkich można również określić przez bezpośredni pomiar suwmiarką lub śrubą mikrometryczną. Rzeczywista średnica pręta i rzeczywista powierzchnia przekroju pręta powinny odpowiadać wartościom nominalnym w granicach dopuszczalnych odchyłek.

Minimalny rozstaw prętów zbrojenia nośnego powinien być ustalony w zależności od przewidywanego sposobu zagęszczania betonu, z tym że odległości między prętami mierzone w świetle powinny być nie mniejsze niż :

- ⤴ 20mm – jeżeli pręty są usytuowane prostopadle lub ukośnie do kierunku betonowania, i nie mniej niż średnica nominalna grubszego pręta;
- ⤴ 50mm – jeżeli pręty są usytuowane równolegle do kierunku betonowania.

Dla prętów zbrojenia górnego odległość powinna wynosić 30mm i nie mniej niż średnica pręta. Przy zbrojeniu układanym w kilku warstwach prostopadłych do kierunku betonowania pręty powinny być usytuowane jeden nad drugim, przy czym odległość między prętami poszczególnych warstw powinna wynosić co najmniej 20mm i nie mniej niż średnica pręta. W przypadku elementów prefabrykowanych

wykonywanych przy użyciu wibratorów odległości między prętami można zmniejszyć do :

- ⤴ 15mm i nie mniej niż średnica pręta – jeżeli pręty są usytuowane prostopadle lub ukośnie do kierunku betonowania;
- ⤴ 10mm i nie mniej niż 0,5 średnicy – między prętami pierwszej i drugiej warstwy, licząc od dołu.

W przypadku gdy są zapewnione warunki prawidłowego zagęszczania betonu dopuszcza się grupowanie prętów parami. Odległość między parami prętów powinna wynosić nie mniej niż 1,5 średnicy i nie mniej niż 30mm.

Minimalny rozstaw prętów w szkieletach powinien być ustalony w zależności od możliwości ich zgrzewania, z

tym że odległość pomiędzy prętami nie powinna być mniejsza niż :

- ⤴ 30mm i nie mniej niż 2 średnice pręta podłużnego nośnego dla odległości osiowego rozstawu nośnych prętów podłużnych;
- ⤴ 75mm dla odległości osiowego rozstawu nośnych prętów podłużnych w słupach;
- ⤴ 50mm i nie mniej niż 10 średnic pręta poprzecznego dla odległości osiowego rozstawu prętów poprzecznych;
- ⤴ 20mm i nie mniej niż 1 średnica dla długości wolnego końca pręta w szkielecie.

Maksymalny rozstaw prętów zbrojenia nośnego ułożonych w jednej płaszczyźnie powinien wynosić :

- ⤴ w elementach zginanych, w miejscach maksymalnych momentów zginających : przy zbrojeniu jednokierunkowym dla przekroju o wysokości $h > 100\text{mm}$ – $1,20h$ i nie więcej niż 250mm; przy zbrojeniu dwukierunkowym – 250mm;
- ⤴ w elementach ściskanych – 400mm.

Wykonywanie haków, pętli i odgięć

Pręty rozciągane i strzemiona ze stali klasy A-0 i A-I, łączone w szkielety za pomocą wiązania drutem, powinny być zakończone hakami lub pętlami kotwiącymi. Pręty rozciągane ze stali A-II, A-III i A-IIIN mogą być zakończone hakami prostymi lub pętlami kotwiącymi. Pręty ze stali klasy A-II do A-IIIN mogą być stosowane bez haków. Strzemiona ze stali od A-II do A-IIIN powinny być zakończone hakami prostymi. Haki i pętle należy wykonywać przy użyciu trzpieni rolkowych, których średnica nie może być mniejsza niż :

a). dla prętów ze stali klasy A-0 i A-I :

- $2,5d$ przy $d \leq 20\text{mm}$;

- $3d$ przy $d > 20\text{mm}$;

b). dla prętów ze stali klasy A-II i A-III :

- $4d$ przy $d < 20\text{mm}$;

- $5d$ przy $d > 20\text{mm}$;

c). dla prętów ze stali A-IIIN :

- $5d$ przy $d < 18\text{mm}$.

Średnica oraz lokalizacja zagięć prętów powinna być podana na rysunkach techniczno – roboczych.

Wewnętrzna średnica zagięć prętów zbrojenia głównego powinna być nie mniejsza niż :

- $10d$ dla prętów ze stali klasy A-0, A-I i A-II;

- $15d$ dla prętów ze stali klasy A-III i A-IIIN.

W miejscach zagięć i załamów elementów, w których zagięciu ulegają jednocześnie wszystkie pręty zbrojenia rozciąganego, należy stosować średnicę zagięcia równą co najmniej 20 średnicom. Wewnętrzna średnica zagięć strzemiona i prętów montażowych powinna spełniać warunki podane dla haków.

Kotwienie prętów zbrojenia i siatek

W elementach zbrojonych z betonu rozciągane pręty zbrojeniowe kotwi się w betonie za pomocą odcinków prostych, odcinków prostych zakończonych hakami, pętli oraz prętów poprzecznych połączonych z prętami kotwiącymi za pomocą zgrzewania punktowego. Pręty zbrojeniowe zaleca się tak kształtować, aby ich zakotwienie w konstrukcji żelbetowej znajdowało się w strefie ściskanej danego elementu.

Podstawowa długość zakotwienia prętów gładkich zakończonych hakami i żebrowanych bez haków podana została w normie. Podstawową długość zakotwienia należy zwiększyć o 20% w przypadku :

- ⤴ kotwienia prętów poziomych usytuowanych w odległości mniejszej niż 100mm od górnej powierzchni elementu o wysokości większej niż 0,40m wykonywanego na placu budowy;
- ⤴ kotwienia poziomych prętów w konstrukcjach betonowych w sposób ciągły systemem ślizgowym.

Podstawową długość zakotwienia należy zwiększyć o 50% w przypadku konstrukcji obliczonych na obciążenie wielokrotnie zmienne.

Długość zakotwienia prętów odgiętych to znaczy długość odcinków prostych na końcach prętów odgiętych powinna wynosić :

⤴ $20d$ – jeżeli kotwienie następuje w strefie rozciąganej;

⤴ $10d$ – jeżeli kotwienie następuje w strefie ściskanej.

Pręty należy przedłużać poza przekrój, w którym obliczeniowo przestają być potrzebne, na długość nie mniejszą od :

- ⤴ $0,5h + 20d$, lecz nie większą od podstawowej długości zakotwienia – w przypadku prętów rozciąganych;
- ⤴ $20d$ i 250mm – w przypadku prętów ściskanych.

Pręty rozciągane doprowadzone do podpór elementów zginanych należy przedłużyć poza krawędź podpory o odcinek równy :

a). w elementach nie wymagających obliczenia zbrojenia na siłę poprzeczną – $5d$;

b). w elementach wymagających obliczenia zbrojenia na siłę poprzeczną :

- $15d$ – przy doprowadzeniu do podpory $1/3$ prętów wymaganych w przęśle i co najmniej 2 prętów;

- $10d$ – przy doprowadzeniu do podpory $2/3$ prętów wymaganych w przęśle.

Wymagania podane wyżej nie dotyczą zakotwień specjalnych w postaci płytek oporowych, śrub, połączeń

specjalnych itp. Określenie długości tego rodzaju zakotwień należy ustalić na podstawie obliczeń statycznych opartych na wynikach badań.

Zasady łączenia prętów zbrojenia

Zbrojenie powinno się składać, jeżeli jest to możliwe, z prętów nie przerwanych na długości jednego przęsła lub jednego elementu konstrukcyjnego. Gdy warunek nie może być spełniony, odcinki prętów mogą być w zasadzie łączone za pomocą spajania. Dopuszcza się łączenie prętów na zakład.

Pręty ze stali klasy A-0, A-I, A-II, A-III i A-IIIN mogą być spajane za pomocą zgrzewania elektrycznego doczołowego, spawania elektrycznego łukowego i zgrzewania elektrycznego punktowego. Zaleca się, aby łączenia prętów znajdowały się w tych przekrojach konstrukcji, w których nośność prętów nie jest w pełni wykorzystana.

Połączenia na zakład

Połączenia na zakład należy wykonywać w sposób podany w normie. Prętów o średnicy 25mm i większej oraz prętów zbrojenia w elementach konstrukcji, których cały przekrój jest rozciągany nie należy łączyć na zakład. Rozstaw strzemion na długości połączenia powinien być zmniejszony dwukrotnie w stosunku do wymaganego na odcinku elementu. Długość zakładu prętów należy przyjmować równą co najmniej długości zakotwienia. Łączenie siatek zbrojeniowych na zakład w kierunku pracy siatek można wykonywać zgodnie z normą przyjmując długość zakładu równą długości zakotwienia. Elementy zbrojone szkieletami zgrzewanymi zaleca się wykonywać bez połączeń na zakład prętów nośnych szkieletów.

Konieczne łączenia szkieletowych elementów zbrojeń belek i słupów należy wykonywać według zaleceń dla prętów zbrojeniowych. Na długości łączenia należy wykonać strzemiona zamknięte. Do stabilizacji połączeń prętów w szkieletach wiązanych należy stosować drut wiązałkowy goły żarzony o średnicy 1 lub 1,20mm.

Drut wiązałkowy może być zastąpiony odpowiednimi spinaczami.

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

- ▲ znak wytwórcy;
- ▲ oznaczenie i zasadnicze wymiary szkieletu;
- ▲ zaświadczenie producenta o jakości wyrobu.

Pakiety szkieletów mogą być transportowane żurawiem w pozycji na płask. W pozycji tej pakiety należy podnosić za pomocą czterech zawiesz. Zawiesia lub haki należy zaczepić o pręty podłużne o większej średnicy.

Montaż zbrojenia

Ustawienie lub układanie elementów zbrojenia powinno być wykonywane według przygotowanych schematów zapewniających kolejność robot, 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.

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 robot zbrojarskich.

Łączenie poszczególnych prętów zbrojenia między sobą powinno odpowiadać wymaganiom podanym wyżej.

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.

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 zgodnie z Polską normą. Na długości łączenia powinny być wykonywane strzemiona zamknięte.

Kolejność i sposób łączenia fragmentów szkieletów pomiędzy sobą powinny być określone w projekcie.

Sprzęt i urządzenia techniczne

Do wykonania zbrojenia elementów i konstrukcji z betonu powinny być stosowane następujące urządzenia :

- ▲ urządzenia i maszyny do prostowania prętów cienkich oraz do prostowania prętów dostarczonych w

- odcinkach prostych;
- ⌘ urządzenia i maszyny do cięcia prętów zbrojeniowych na odpowiednią długość;
- ⌘ urządzenia i maszyny do kształtowania prętów zbrojeniowych;
- ⌘ urządzenia i sprzęt do zgrzewania i spawania prętów zbrojeniowych.

Urządzenia do cięcia i gięcia prętów mogą być ręczne lub mechaniczne. Ręczne cięcie i gięcie może być wykonane na prętach o średnicy nie większej niż 20mm.

Zbrojarnie powinny być wyposażone w urządzenia do transportu poziomego i pionowego. Zbrojarnie wytwarzające siatki i szkielety zbrojeniowe zgrzewane powinny być wyposażone w :

- ⌘ zgrzewarki elektryczne punktowe jedno lub wielopunktowe;
- ⌘ zgrzewarki elektryczne doczołowe;
- ⌘ agregaty spawalnicze;
- ⌘ piece do suszenia elektrod;
- ⌘ pojemniki do przechowywania wysuszonych elektrod.

Bezpieczeństwo pracy przy przygotowaniu zbrojenia

Warunki pracy w zbrojarniach oraz organizacja stanowisk obsługi poszczególnych maszyn i urządzeń powinny być zgodne z wymaganiami przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy zwrócić szczególną uwagę na stanowiska pracy, na których wykonywane jest cięcie i gięcie prętów oraz zgrzewanie i spawanie stali. Przy tych czynnościach mogą występować gwałtowne reakcje obrabianego materiału grożące urazami przez odpryski metalu skruszonego przy cięciu lub gięciu oraz rozpryski gorącego metalu przy spawaniu i zgrzewaniu.

Wyposażenie stanowisk pracy i odzież ochronna pracowników powinny zabezpieczać przed urazami i szkodliwymi dla zdrowia oddziaływaniami warunków produkcji.

Wymagania dotyczące przygotowania zbrojenia

Zbrojarnia powinna być wyposażona w sprzęt i urządzenia techniczne umożliwiające prowadzenie robot zgodnie z wymaganą technologią produkcji zbrojeń. Zbrojarnie powinny być podzielone na następujące stanowiska :

- ⌘ prostowania prętów dostarczonych w kręgach;
- ⌘ prostowania prętów dostarczonych w odcinkach prostych;
- ⌘ cięcia i gięcia prętów;
- ⌘ zgrzewania i spawania prętów;
- ⌘ montażu zbrojeń.

Poza tym w zbrojarni powinien znajdować się odpowiednio wyposażony skład stali zapewniający łatwy dostęp do wszystkich asortymentów prętów oraz składowisko gotowych zbrojeń.

Przygotowanie zbrojenia elementów i konstrukcji z betonu powinno być wykonane w specjalnych pomieszczeniach, zabezpieczonych przed wpływami czynników atmosferycznych.

5.4. Betonowanie

Właściwości betonu

Wytrzymałość na ściskanie

W zależności od wytrzymałości gwarantowanej na ściskanie rozróżnia się 11 następujących klas betonów : C 12/15; C 20/25; C 25/30; C 30/37.

Wytrzymałość gwarantowana jest to wielkość podana w MPa wyrażająca minimalną wytrzymałość na ściskanie określoną na próbkach kontrolnych 15x15x15cm obliczoną zgodnie z zasadami statystycznej kontroli jakości z uwzględnieniem liczby próbek, przy założeniu wadliwości 5% i przy poziomie ufności oceny co najmniej 0,5.

Beton może być zakwalifikowany do danej klasy, jeżeli spełnione zostaną warunki określone w Polskich normach.

Jeżeli stwierdzi się niespełnienie warunków określonych w normach z dopuszczalnym odstępstwem należy zaliczyć beton kontrolowanej partii do odpowiednio niższej klasy albo przeprowadzić badania próbek wyciętych z elementów lub konstrukcji lub wykonać badanie nieniszczące betonu w konstrukcji; jeżeli wyniki tych badań będą pozytywne, to beton należy uznać za odpowiadający wymaganej klasie.

Wymaganą wytrzymałość gwarantowaną na ściskanie beton powinien uzyskać, zanim konstrukcja będzie poddana pełnemu obciążeniu, w czasie nie dłuższym niż 90 dni. Jeżeli dokumentacja techniczna nie określa czasu, po którym beton powinien uzyskać wytrzymałość gwarantowaną, to czas ten należy przyjmować na 28 dni.

Mrozoodporność

W przypadku betonu przeznaczonego do wykonania elementów lub konstrukcji o wymaganej odporności na wielokrotne zamrażanie i odmrażanie w stanie całkowitego lub częściowego zawilgocenia betonu określa się i kontroluje stopień mrozoodporności.

W zależności od ilości cykli zamrażania i odmrażania (F), po których beton spełnia wymagania, rozróżnia się siedem marek mrozoodporności : F 25; F 50; F 75; F 100; F 150; F 200 i F 300.

Beton można zakwalifikować do danej marki mrozoodporności, jeżeli po określonej liczbie cykli zamrażania i odmrażania beton spełnia następujące warunki :

- ⌘ po badaniu metodą zwykłą : oględziny wykazują brak pęknięć i utraty monolityczności próbek; łączna masa ubytków betonu w postaci zniszczonych narożników i krawędzi, odprysków kruszywa itp. nie przekracza 5% masy próbek zamrażanych; obniżenie wytrzymałości w stosunku do wytrzymałości

- próbek nie zamrażanych nie jest większe niż 20%;
- ▲ po badaniu metodą przyspieszoną : oględziny wykazują brak pęknięć i utraty monolityczności próbki; ubytek objętości w postaci złuszczeń, odłamków i odprysków nie przekracza w żadnej próbce 0,05 cm³/cm² powierzchni zanurzonej w wodzie.

Przepuszczalność wody przez beton

W zależności od projektowanego ciśnienia wody, grubości przegrody i warunków oddziaływania wody na beton rozróżnia się sześć stopni wodoszczelności : W2; W4; W6; W8; W10 i W12. Symbol liczbowy przy literze W oznacza dziesięciokrotną wartość ciśnienia w MPa, przy którym w czterech na sześć badanych próbek nie stwierdza się oznak przepuszczalności wody.

Betony narażone na ciśnienie wody mniejsze niż 0,05 MPa nie wymagają stwierdzenia wodoszczelności. Betony zwykle mogą być co najwyżej stopnia W4.

Betony o wyższych stopniach zalicza się do betonów specjalnych tak zwanych wodoszczelnych.

Nasiąkliwość

Nasiąkliwość betonu w stosunku do masy nie powinna być większa niż :

- ▲ 5% - w przypadku betonów narażonych w warunkach eksploatacji na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych (konstrukcje nieotynkowane);
- ▲ 9% - w przypadku betonów bezpośrednio nie narażonych na działanie czynników atmosferycznych (konstrukcje otynkowane).

Właściwości mieszanki betonowej

Zawartość cementu w betonie

Najmniejszą dopuszczalną zawartość cementu w betonie, zależnie od warunków eksploatacji należy przyjmować według określeń Polskiej Normy. Przy ręcznym zagęszczaniu mieszanki betonowej ilość cementu podaną według Polskiej Normy należy zwiększyć o 20 kg/m³. Największa dopuszczalna zawartość cementu w betonie nie powinna być większa niż :

- ▲ 450 kg w betonach klasy poniżej 35;
- ▲ 550 kg w betonach pozostałych klas.

Stosunek w/c

Wartość w/c w mieszance betonowej w zależności od warunków użytkowania powinna być określona tak jak zawartość cementu według Polskiej Normy.

Zawartość powietrza w mieszance betonowej

Zawartość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających nie powinna być większa niż 2%.

W przypadku stosowania domieszek napowietrzających zawartość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej nie powinna być większa niż :

- a. dla betonu narażonego na czynniki atmosferyczne :
 - 4,50 do 6,50% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 8 mm;
 - 3,50 do 5,50% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 16 mm;
 - 3,00 do 5,00% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 31,5 mm;
 - 2,00 do 4,00% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 63 mm;
- b. dla betonu narażonego na stały dostęp wody przed jego zamarznięciem :
 - 5,50 do 7,50% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 8 mm;
 - 4,50 do 6,50% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 16 mm;
 - 4,00 do 6,00% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 31,5 mm;
 - 3,00 do 5,00% przy uziarnieniu kruszywa od 0 do 63 mm.

Sprawdzenia zawartości powietrza w mieszance betonowej należy dokonywać podczas projektowania składu mieszanki betonowej i co najmniej raz w czasie zmiany roboczej podczas betonowania.

Urabialność i konsystencja mieszanki betonowej

Dobór urabialności mieszanek betonowych powinien uwzględniać sposób zagęszczenia mieszanki betonowej, kształt przekroju elementu, ilość i zagęszczenie zbrojenia.

Właściwości techniczne mieszanki betonowej ze względu na jej urabialność powinny odpowiadać wymaganiom określonym w Polskich Normach.

Konsystencja betonu powinna być ustalona doświadczalnie, w dostosowaniu do rodzaju konstrukcji i sposobu zagęszczania mieszanki betonowej. W zależności od przeznaczenia rozróżniamy następujące konsystencje mieszanki betonowej :

- ▲ wilgotna K – 1 – betony wibrowane i wibroprasowane, rzadko zbrojone, przekrój prosty;
- ▲ gęstoplastyczna K – 2 – betony wibrowane lub ubijane ręcznie, rzadko zbrojone przekrój prosty;
- ▲ plastyczna K – 3 – betony normalnie zbrojone (1 – 2,5%) o przekroju prostym lub rzadko zbrojone o przekroju złożonym;
- ▲ półciekła K – 4 – betony wibrowane, gęsto zbrojone o przekroju złożonym lub ręcznie zagęszczane normalnie zbrojone o prostym przekroju;
- ▲ ciekła K – 5 – betony ręcznie zagęszczane, gęsto zbrojone o przekroju złożonym.

Jeżeli projekt techniczny nie przewiduje inaczej, dobór konsystencji powinien być uzależniony od zastosowania mieszanki betonowej :

- ⤴ wilgotna – wyroby prefabrykowane zagęszczane mechanicznie za pomocą wibrowania z częstotliwością powyżej 6000 drgań / min.; wyroby prefabrykowane zagęszczane mechanicznie (przy niższych częstotliwościach wibrowania) przy zastosowaniu docisku (wibroprasowanie); betony niekonstrukcyjne ubijane ręcznie;
- ⤴ gęstoplastyczna – wyroby betonowe i żelbetowe zagęszczane mechanicznie; konstrukcje betonowe, żelbetowe i prefabrykowane przy zastosowaniu wibratorów wgłębnych i powierzchniowych przy nieskomplikowanym kształcie przekroju elementu; betony niekonstrukcyjne zagęszczane ręcznie;
- ⤴ plastyczna – przeciętne konstrukcje betonowe i żelbetowe zagęszczane mechanicznie za pomocą wibratorów wgłębnych i przyczepnych; wyroby betonowe płytowe cienkościennie zagęszczane wibratorami przyczepnymi i formowane w pozycji pionowej;
- ⤴ ciekła i półciekła – betony konstrukcyjne zagęszczane ręcznie.

Przy wykonywaniu betonów o objętości powyżej 200m³ formowanych w jednakowy sposób konsystencja i urabialność mieszanki betonowej powinny być ustalone doświadczalnie na podstawie prób formowania w rzeczywistych warunkach. Wnioski z tych badań wyrażone rodzajem konsystencji, zawartością zaprawy oraz sumą objętości frakcji do 0,125mm i zawartością cementu powinny stanowić podstawę do ustalenia składu betonu.

W przypadku gdy dla betonu określono w projekcie szczegółowe wymagania jakościowe, konsystencja i urabialności powinny być sprawdzone dla każdej ilości mieszanki betonowej. Rzeczywiste właściwości zaprojektowanej mieszanki betonowej powinny być sprawdzone laboratoryjnie i zgodne z założeniami projektowymi.

Zasady ustalania składu betonu

Skład betonu może być ustalony dowolną metodą i powinien być sprawdzony doświadczalnie na podstawie badań wstępnych z uwzględnieniem rzeczywistych warunków wykonania betonu przy założeniu, że beton o wymaganych właściwościach należy uzyskać przy najmniejszej ilości cementu.

Przy ustalaniu składu betonu należy uwzględnić :

- ⤴ cechy fizyczne wynikające z przeznaczenia wykonanej konstrukcji oraz zachowania trwałości w czasie eksploatacji;
- ⤴ wymaganą wytrzymałość betonu na ściskanie;
- ⤴ wymaganą konsystencję, urabialność i porowatość.

Przy ustalaniu składu betonu zaleca się ustalić proporcje cementu i wody w sposób podany w Polskich Normach. Proporcje te można ustalić również doświadczalnie.

Doświadczalne sprawdzenie wytrzymałości betonu należy przeprowadzić w każdym przypadku, gdy wymagana wytrzymałość betonu na ściskanie wynosi co najmniej 30 MPa i we wszystkich pozostałych przypadkach, gdy :

- ⤴ brak świadectwa stwierdzającego jakość cementu przy jednoczesnym braku danych o jego rzeczywistych cechach wytrzymałościowych;
- ⤴ cement był magazynowany niezgodnie z postanowieniami polskich norm;
- ⤴ stosuje się dodatki lub domieszki, których działanie w określonych warunkach wykonania betonu nie było uprzednio sprawdzone.

Wytrzymałość betonu może być sprawdzona przed upływem 28 dni w sposób podany w polskich normach, z wyjątkiem przypadku niewłaściwego magazynowania, w którym czas dojrzewania próbek powinien wynosić 28 dni.

Roboczy skład mieszanki betonowej powinien określać :

- ⤴ rodzaj i ilość mieszanki betonowej w dostosowaniu do pojemności i rodzaju betoniarki;
- ⤴ dozowanie składników do betoniarki w jednostkach zgodnych z przyjętym sposobem dozowania;
- ⤴ aktualne zawilgocenie kruszywa, a przy dozowaniu objętościowym również gęstość objętościową kruszywa w stanie luźnym i w stanie zawilgoconym;
- ⤴ przeznaczenie betonu i jego konsystencję;
- ⤴ dopuszczalny najkrótszy czas mieszania składników po ich załadunku do betoniarki;
- ⤴ kolejność dozowania składników.

Dane dotyczące receptury roboczej powinny być umieszczone trwale na tablicy w odniesieniu do 1m³ i do jednego zarobu dostosowanego do wielkości betoniarki.

Tablica powinna być umieszczona w pobliżu miejsca składników betonu. Podane na tablicy dane powinny być korygowane, gdy zachodzi co najmniej jeden z następujących przypadków :

- ⤴ zmiana rodzaju składników betonu;
- ⤴ zmiana uziarnienia kruszywa;
- ⤴ zmiana w zawilgoceniu kruszywa powodująca w stosunku do poprzedniej receptury roboczej zmianę zawartości całkowitej ilości wody zarobowej w 1m³ mieszanki betonowej o więcej niż } 5 dm³; jest to tak zwana korekta receptury roboczej.

Przygotowanie mieszanki betonowej

Składniki betonu powinny być dozowane według masy z wyjątkiem wody. Celem dokładnego dozowania zaleca się stosowanie dozowania dwuetapowego, w którym najpierw jest odważana w sposób przybliżony znaczna

część materiału w krótkim czasie, a następnie powoli i dokładnie pozostała niewielka część.

Najkrótszy czas mieszania wszystkich składników, mierzony od chwili ich wprowadzenia do betoniarki do początku wylewania gotowej masy z betoniarki zaleca się przyjmować zgodnie z wymaganiami dla poszczególnych klas konsystencji mieszanki betonowej.

Objętość składników jednego zarobu nie powinna być mniejsza niż 0,90 pojemności betoniarki, w której te składniki mają być mieszane.

Mieszanka betonowa powinna być zużyta w możliwie krótkim czasie od momentu jej zarobienia.

Dodawanie dodatkowej wody do mieszanki na stanowisku formowania w celu polepszenia jej urabialności jest niedopuszczalne. Dodawanie do mieszanki betonowej zeschniętych resztek betonu jest również niedopuszczalne.

Transport mieszanki betonowej

Środki transportu mieszanki betonowej nie powinny powodować :

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

Czas trwania transportu, dobór środków i organizacja powinna zapewniać dostarczenie do miejsca układania mieszankę betonową o takim stopniu ciekłości, jaki został przyjęty przy ustalaniu składu betonu i dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konsystencji.

Dopuszczalne odchylenie w konsystencji mieszanki betonowej badanej po transporcie w chwili ułożenia, w stosunku do założonej receptury, może wynosić 1cm przy stosowaniu stożka opadowego.

W czasie transportu mieszanki betonowej powinny być zachowane wymagania :

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

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 w pobliżu betonowanej konstrukcji lub jej elementu.

Opróżnianie pojemnika samochodowego powinno być dokonywane do skrzyni, jeżeli dalszy transport odbywa się pompami lub bezpośrednio do pojemników kołowych za pomocą, których mieszanka jest transportowana na miejsce jej ułożenia.

Zaleca się używanie do transportu mieszanki betonowej pojemników zamontowanych 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 dostarczanie jej na miejsce ułożenia za pomocą wózków kołowych lub taczek, z tym że napełnianie tych urządzeń powinno być dokonywane bezpośrednio z betoniarki.

Mieszanka betonowa transportowana za pomocą przenośników taśmowych na miejsce ułożenia nie powinna ulegać segregacji lub ubytkowi jej części składowych i powinna być w konsystencji co najmniej plastycznej. Kąt nachylenia taśmy przenośnika nie powinien przekraczać wartości 10 – 18 st. Kąty nachylenia przenośnika większe są dopuszczalne po uprzednim sprawdzeniu doświadczalnym.

Prędkość przesuwu taśmy przenośnika nie powinna być większa niż 1 m/s.

Przenośnik powinien być wyposażony w urządzenia do równomiernego wysypywania mieszanki betonowej na taśmę warstwą o grubości zbliżonej do maksymalnie dopuszczalnej dla danego typu przenośnika.

Przenośnik powinien mieć urządzenie do zgarniania zaprawy i zaczynu z taśmy przy jej ruchu powrotnym, usytuowane w taki sposób, aby zgarnięty materiał był stopniowo wprowadzany z powrotem do transportowanej mieszanki betonowej. Układ przenośników taśmowych powinien być taki, aby :

- ruch taśm przenośników uzależnionych od siebie odbywał się z prędkością różniącą się nie więcej niż 0,10 m/s;
- przy większych transportach mieszanki betonowej istniała możliwość automatycznego zatrzymania całego układu przenośników w przypadku zatrzymania jednej sekcji;
- przeładowanie mieszanki z przenośnika centralnego na przenośniki rozdzielcze było dokonywane ruchomymi zrzutnicami bębnowymi;
- w razie potrzeby istniała możliwość zastosowania osłon przenośników centralnych.

Transport za pomocą pomp lub urządzeń pneumatycznych można stosować przy odległości do 300m lub przy wysokości do 35m, przy dużych ilościach mieszanki betonowej i zapewnionej ciągłości betonowania. Trasy przewodów do transportu mieszanki betonowej powinny mieć w planie i w profilu pionowym możliwie najmniejszą liczbę załamań. Złącza przewodów powinny być szczelne. Przekrój przewodów powinien być dobrany do uziarnienia kruszywa użytego do produkcji mieszanki betonowej. Przed przystąpieniem do tłoczenia mieszanki betonowej urządzenie transportujące powinno być zbadane na ciśnienie hydrauliczne. Ustalone składy i ciekłość mieszanki betonowej powinny być sprawdzone i skorygowane na podstawie próbnych przepompowań.

Bezpośrednio przed przystąpieniem do transportu mieszanki betonowej należy zwilżyć wewnętrzną powierzchnię przewodów i przetłoczyć przez nie zaprawę cementowo – wapienną. W przypadku konieczności przerwy w pompowaniu mieszanki betonowej trwającej dłużej niż 0,5 godziny przewód do tłoczenia powinien być opróżniony lub przepłukany. Po zakończeniu tłoczenia przewody powinny być niezwłocznie oczyszczone z resztek mieszanki betonowej przez przepłukanie wodą pod ciśnieniem lub w inny równorzędny sposób. Transport mieszanki betonowej, niezależnie od spełnienia wymagań podanych powyżej, powinien być dokonany w sposób określony w instrukcji producenta danego urządzenia.

Przy transporcie mieszanki betonowej w zależności od rodzajów środków transportowych zaleca się przyjmować następujące odległości :

- ✧ do 15km – w przypadku transportu mieszanki betonowej o temperaturze normalnej i konsystencji od wilgotnej do półcieklej, pod warunkiem że transport odbywa się po drogach i dobrze utwardzonej powierzchni;
- ✧ do 12km – w przypadku transportu mieszanki betonowej w specjalnych wywrotkach;
- ✧ do 5 ÷ 8 km – w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęsto plastycznej urządzeniami przystosowanymi do mieszania w czasie transportu;
- ✧ do 4 ÷ 5km – w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej bez mieszania w czasie transportu;
- ✧ do 2 ÷ 3km – w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji półcieklej bez mieszania w czasie transportu.

W przypadku układania mieszanki betonowej w dużych masowach można przygotować pomosty dla samochodów, przenośników lub przewodów do transportu mieszanki betonowej, a także pomocnicze konstrukcje niezbędne do prawidłowego ułożenia mieszanki betonowej. Rozmieszczenie tego rodzaju pomostów, ich konstrukcje, materiał, sposób zamocowania i możliwości pozostawienia podpór w betonie powinny być uzgodnione z biurem projektów.

Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej

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 i tym podobnych;
- ✧ 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, itp.;
- ✧ gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania.

Deskowanie i zbrojenie powinno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci, brudy, płatków rdzy, ze zwróceniem uwagi na oczyszczenie dolnej części słupów 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.

Wysokość swobodnego zrzucania mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej nie powinna przekraczać 3,0m.

Słupy o przekroju co najmniej 40 x 40cm lecz nie większym niż 80 x 80cm, bez krzyżującego się zbrojenia, mogą być betonowane od góry z wysokości nie większej niż 5,0m. Przy stosowaniu mieszanki o konsystencji plastycznej lub ciekłej betonowanie słupów od góry może się odbywać z wysokości nie większej niż 3,50m.

W przypadku układania mieszanki betonowej z wysokości większych niż podane wyżej należy stosować rynny, rury teleskopowe, rury elastyczne (rękawy). Przy konieczności zastosowania urządzeń pochyłych należy ich wyloty zaopatrzyć w urządzenia (ruchome kłapy) pozwalające na pionowe opadanie mieszanki betonowej nad miejscem jej ułożenia bez rozwarstwienia. Przy układaniu mieszanki betonowej z wysokości większej niż 10,0m 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 betonowej;
- ✧ 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 oznakowanie, a następnie wyniki i terminy badań;
- ✧ temperatura zewnętrzna powietrza i inne dane dotyczące warunków atmosferycznych.

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 mieszance betonowej po zagęszczeniu nie powinna być większa od dopuszczalnej. Ręczne zagęszczanie może być stosowane tylko do mieszanej o konsystencji ciekłej i półciekłej lub gry zbrojenie jest zbyt gęsto rozstawione i nie pozwala na użycie wibratorów pogrążalnych.

Przy stosowaniu wibratorów pogrążalnych 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. Wibrator w czasie pracy powinien być zagłębiony na $5 \div 10$ cm w dolną warstwę poprzednio ułożonej mieszanki.

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

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

Czas wibrowania na jednym stanowisku dla wibratorów pogrążalnych, prędkość przesuwu 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 i tym podobnych. Opieranie wibratorów wszelkich typów o pręty zbrojeniowe jest niedopuszczalne.

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

- ✧ wibratory wgłębne należy stosować do mieszanki betonowej o konsystencji plastycznej i gęstoplastycznej; wibratory wgłębne o dużej mocy (powyżej 1,47 kW) należy stosować do konstrukcji betonowych i żelbetowych o niewielkim procencie zbrojenia i o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,80m; wibratory wgłębne małej mocy (poniżej 1,47 kW) należy stosować do konstrukcji betonowych oraz żelbetowych o normalnym zbrojeniu i o wymiarach $0,20 \div 0,80$ m;
- ✧ wibratory powierzchniowe należy stosować do konstrukcji betonowych i żelbetowych o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,80m i o rzadko rozstawionym zbrojeniu oraz do wibrowania podłoży, stropów, płyt itp.; płaszczyzny działania wibratorów powierzchniowych na sąsiednich stanowiskach powinny zachodzić na siebie na odległość około 20cm; grubość warstwy betonu zagęszczanego wibratorami powierzchniowymi nie powinna być większa niż : 25cm w konstrukcjach pojedynczo zbrojonych i 12cm w konstrukcjach podwójnie zbrojonych;
- ✧ 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 wytrzymałości co najmniej 2,0 MPa i odpowiednim przygotowaniu stwardniałego betonu.

Zagęszczanie mieszanki betonowej przez odwadnianie urządzeniami próżniowymi powinno być prowadzone według instrukcji dostosowanych do rodzaju urządzenia i konstrukcji, ze zwróceniem szczególnej uwagi na zapewnienie :

- ✧ dostatecznej sztywności płyt deskowania umożliwiających odciąganie nadmiaru wody z mieszanki betonowej;
- ✧ łatwości montażu i rozbiórki deskowania;
- ✧ dużej szczelności komór podciśnieniowych przylegających do płyt deskowania odciągających wodę;
- ✧ łatwości oczyszczania tkanin filtracyjnych oraz komór podciśnieniowych;
- ✧ możliwości niwelowania odchyłek wymiarowych wynikających z niedokładności położenia elementów i montażu zbrojenia.

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

Fundamenty

Podłoże pod fundamenty

Wykopy pod fundamenty należy wykonywać w taki sposób by nie nastąpiło naruszenie naturalnej struktury gruntu rodzimego poniżej podstawy fundamentów.

Przed rozpoczęciem robót fundamentowych należy sprawdzić stan podłoża w sposób przewidziany do badania gruntu metodami polowymi. W zależności od otrzymanych wyników badania należy sprawdzić aktualność lub skorygować projekt techniczny fundamentów.

Jeżeli zachodzi konieczność wyrównania podłoża do projektowanego poziomu posadowienia należy zastosować podsypkę piaskową lub chudy beton. Warstwa betonu nie powinna być grubsza niż . szerokości fundamentu. W razie konieczności zastosowania grubszej warstwy należy sprawdzić czy nie spowoduje ona nadmiernych różnic w osiadaniu poszczególnych fragmentów fundamentów.

Wyrównanie podłoża pod stopę fundamentową podsypką piaskowo – żwirową powinno być wykonane z czystego piasku o uziarnieniu średnim lub grubym albo z pospółki piaskowej lub żwiru. W przypadku gdy grubość podsypki jest większa niż 20 cm, piasek należy układać warstwami i zagęścić. Wilgotność podsypki podczas zagęszczania powinna być taka, aby umożliwione było skuteczne jej zagęszczenie bez pojawienia się wody na jej powierzchni.

W przypadku fundamentu na podłożu gruntowym plastycznym należy górną warstwę podłoża o grubości 10cm usunąć i zastąpić podsypką piaskową lub betonem jednofrakcyjnym, które ułatwią zespolenie i usztywnienie podłoża pod fundamentem.

Podłoże pod fundamentem należy zabezpieczyć na całej powierzchni dna wykopu przed napływem wód opadowych i powierzchniowych.

Ławy fundamentowe

Ławy zależnie od usytuowania budynku, mogą być symetryczne lub niesymetryczne.

Jeżeli ławy ścian budynku nie pracują w kierunku podłużnym na zginanie, a podłoże gruntowe jest jednorodne, to mogą być one wykonane z kamienia, cegły lub betonu. Jeżeli występuje podłużne zginanie ławy to należy ją wykonać z betonu wzmocnionego podłużnymi wkładkami stalowymi. W szczególności zbrojenie podłużne ław należy stosować przy spodziewanych nieznaczących różnicach w osiadaniu poszczególnych części fundamentu, wynikających z powodu różnej ściśliwości podłoża gruntowego pod długimi ławami.

Ławy betonowe i żelbetowe powinny być wykonywane wtedy, gdy stosowanie ław z innego rodzaju materiałów jest nieekonomiczne lub technicznie niewskazane oraz gdy fundament znajduje się poniżej poziomu wody gruntowej.

Żelbetowe fundamenty bezpośrednio należy wykonywać na uprzednio ułożonej warstwie dobrze ubitego chudego betonu o wilgotnej konsystencji. Grubość warstwy chudego betonu powinna wynosić co najmniej 6cm. Świeżo ułożoną mieszankę betonową w fundamentach bezpośrednich należy chronić przed wstrząsami oraz uderzeniami przez co najmniej 36 godzin od zakończenia betonowania w warunkach, gdy temperatura otoczenia nie spadła poniżej +10st.C. W przypadkach wystąpienia niższych temperatur czas ochrony betonu w okresie jego wiązania i twardnienia należy przedłużyć do czasu uzyskania przez beton co najmniej 50% wymaganej 28 – dniowej wytrzymałości na ściskanie.

Inne wymagania dotyczące fundamentów bezpośrednich.

Jeżeli obok siebie ma być wzniesionych kilka budowli, to roboty fundamentowe należy rozpocząć od budynku najgłębiej posadowionego. Dotyczy to również głębiej posadowionych części tego samego budynku.

Odkrycie fundamentów budynków istniejących należy wykonywać odcinkami nie dłuższymi niż 1,50m, a odległości między tymi odcinkami nie mogą być mniejsze niż 4,50m. Równocześnie należy sprawdzić czy poziom posadowienia istniejącego budynku odpowiada założeniom przyjętym w dokumentacji technicznej. W razie stwierdzenia niezgodności należy zastosować środki zapewniające bezpieczeństwo istniejących budynków w uzgodnieniu z nadzorem autorskim.

W przypadku wykonywania fundamentów w zasięgu wód gruntowych wszystkie instalacje i drenaże projektowane w poziomie posadowienia należy wykonać przed przystąpieniem do wykonania fundamentu. Części wykopu pozostałe po wykonaniu fundamentu należy zasypać po zakończeniu robót fundamentowych i wykonaniu niezbędnych izolacji przeciwwilgociowych i termicznych. Zasyпка powinna być dokonana warstwami

w odwodnionym wykopie a każda warstwa powinna być ubita.

Do zasypiania wykopu należy stosować grunt rodzimy pochodzący z wykopu jeżeli dokumentacja nie przewiduje użycia innych rodzajów gruntu. Grunt użyty do zasypiania wykopów nie powinien zawierać odpadków materiałów budowlanych lub innych zanieczyszczeń zwłaszcza organicznych.

Zasypkę fundamentów należy wykonać ze spadkami ułatwiającymi odprowadzenie wody od ścian fundamentu. Zasypkę można wykonać po osiągnięciu przez konstrukcję fundamentu nośności wymaganej projektem. Zaleca się aby zasypianie fundamentu nastąpiło po wykonaniu stropu nad pomieszczeniami podziemnymi.

Odbiór wykonanych fundamentów

Rozpoczęcie robót fundamentowych może nastąpić po odbiorze przygotowanego podłoża. Odbioru podłoża dokonuje się bezpośrednio przed wykonaniem fundamentów. Odbiór podłoża przeprowadza się przed ułożeniem podsypki piaskowej, chudego betonu i warstw izolacyjnych lub wyrównawczych. Odbiór podsypki piaskowej i innych warstw wyrównawczych przeprowadza się po ich ułożeniu. Odbiór podłoża polega na sprawdzeniu zgodności warunków gruntowo – wodnych w podłożu z danymi zawartymi w dokumentacji geologiczno – inżynierskiej, wyników badań przydatności gruntów. Odbioru podłoża należy dokonać komisyjnie i sporządzić protokół odbioru, który powinien zawierać dokładne wyniki badań gruntu.

Do prowadzenia robót fundamentowych można przystąpić po dokonaniu odbioru podłoża gruntowego.

Odbiór fundamentów polega na sprawdzeniu : prawidłowości ich usytuowania w planie, poziomu posadowienia zgodnie z dokumentacją techniczną, prawidłowości wykonania robót ciesielskich, zbrojarskich, betonowych, żelbetowych, murowych i izolacyjnych. Wyniki odbioru powinny być zapisane w protokołach odbioru robót zanikających.

Odchylenia w poziomach spodu konstrukcji fundamentowych nie powinny być większe niż 5cm a odchylenia w poziomach wierzchu konstrukcji fundamentowych nie powinny być większe niż 2cm. Odchylenia w usytuowaniu osi fundamentów w planie nie mogą przekraczać podanych w projekcie.

Z odbioru robót fundamentowych należy sporządzić protokół odbioru i fakt odnotować w dzienniku budowy.

Przerwy w betonowaniu

Przerwy robocze w betonowaniu konstrukcji powinny się znajdować w miejscach uprzednio przewidzianych w projekcie. Ukształtowanie powierzchni betonu w miejscu przerwy roboczej przy bardziej odpowiedzialnych konstrukcjach powinny być uzgodnione z nadzorem technicznym. Przerwy robocze w konstrukcjach mniej skomplikowanych powinny się znajdować :

- w belkach i podciągach – w miejscach najmniejszych sił poprzecznych;
- w słupach – w płaszczyznach stropów, belek i podciągów;
- w płytach – w linii prostopadłej do belek lub żeber, na których wspiera się płyta; przy betonowaniu płyt w kierunku równoległym do podciągu dopuszcza się przerwę roboczą w środkowej części przęsła płyty równoległe do żeber, na których wspiera się płyta.

Powierzchnia betonu w miejscu przerwy roboczej powinna być prostopadła do kierunku naprężeń głównych, to jest w zasadzie pod kątem około 45 st. W słupach i belkach powierzchnia betonu w przerwie roboczej powinna być prostopadła do osi tych elementów, a w płytach i ścianach – do ich powierzchni.

Powierzchnia betonu w miejscu przerywania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia stwardniałego ze świeżym betonem przez usunięcie z powierzchni stwardniałego betonu luźnych okruszków betonu oraz warstwy szklawa cementowego i przepłukaniu przerywania 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 w zależności od temperatury zewnętrznej, warunków klimatycznych, właściwości cementu i innych czynników wpływających na jakość konstrukcji. Jeżeli temperatura powietrza wynosi więcej niż 20stC, czas trwania przerwy roboczej nie powinien być dłuższy niż 2 godziny. Przy wznowieniu betonowania nie należy dotykać wibratorami deskowania, zbrojenia i uprzednio ułożonego betonu. W przypadku konieczności przerwy w betonowaniu konstrukcji wykonywanych w deskowaniu ślizgowym konieczne jest powolne podnoszenie deskowania na niezbędną wysokość po zabetonowaniu warstwy ostatniej przed przerwą, aż do ukazania się widocznej szczeliny pomiędzy deskowaniem a powierzchnią betonu.

Pielęgnacja i dojrzewanie betonu

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

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

W okresie pielęgnacji betonu należy :

- a). chronić odsłonięte powierzchnie betonu przed szkodliwym działaniem warunków atmosferycznych, a szczególnie wiatru i promieni słonecznych oraz mrozu przez ich osłonięcie i zwilżanie w dostosowaniu do pory roku i miejscowych warunków klimatycznych;
- b). utrzymywać ułożony beton w stałej wilgotności przez co najmniej :
 - 7 dni – przy stosowaniu cementów portlandzkich;

- 14 dni – przy stosowaniu cementów hutniczych;
- c). polewać beton normalnie twardniejący, rozpoczynając polewanie po 24 godzinach od chwili ułożenia,
- d). przy temperaturze +15°C i wyżej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej jeden raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę;
- e). przy temperaturze +5°C betonu nie należy polewać;
- f). nawilżać beton bezpośrednio po naparzeniu przez co najmniej 3 dni; woda do polewania betonów w okresie kilku godzin po zakończeniu naparzania powinna mieć odpowiednią temperaturę, dostosowaną do temperatury elementu.

Duże masywy betonowe powinny być polewane wodą według specjalnych instrukcji.

Duże i poziome lub o niewielkim nachyleniu powierzchnie betonu mogą być powlekane środkami blonotwórczymi zabezpieczającymi przed parowaniem wody.

Środki te наносzone na powierzchnię świeżego betonu powinny odpowiadać następującym warunkom :

- ▲ utworzenie się szczelnej powłoki powinno nastąpić nie później niż w 24 godziny od chwili posmarowania nimi betonu;
- ▲ utworzona powłoka powinna być elastyczna i mieć dobrą przyczepność do betonu świeżego i stwardniałego oraz nie ulegać zmyciu podczas deszczu;
- ▲ środek blonotwórczy nie powinien przy nanoszeniu przenikać głębiej w świeży beton niż na 1mm 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 sposób przez co najmniej 4 dni od chwili wykonania betonu.

Przyspieszenie twardnienia betonu przez naparzanie lub nagrzewanie betonu powinno być dokonywane w sposób zgodny z uprzednio ustalonymi zasadami technologicznymi przy zachowaniu następujących warunków :

- ▲ maksymalna temperatura betonu w czasie obróbki cieplnej nie powinna być większa niż +70st.C;
- ▲ rozpoczęcie podnoszenia temperatury powyżej 20st.C, od chwili zakończenia betonowania konstrukcji lub jej elementu, powinno nastąpić nie wcześniej niż po upływie : 4 godzin przy początkowej temperaturze betonu +20st.C; 6 godzin przy początkowej temperaturze betonu +10st.C; 8 godzin przy początkowej temperaturze betonu +5st.C.

Przebieg obróbki cieplnej powinien być ustalony doświadczalnie w taki sposób, aby obniżenie wytrzymałości betonu poddanego obróbce w stosunku do wytrzymałości takiego samego betonu dojrzewającego w warunkach normalnych po 28 dniach twardnienia było nie większe niż 10%. Naparzane konstrukcje należy po zakończeniu obróbki cieplnej utrzymać w stanie nawilżonym przez co najmniej 3 dni. Do kontroli wytrzymałości na ściskanie betonu poddanego obróbce cieplnej wykonać próbki kontrolne, które należy przechowywać w takich warunkach cieplnych, w jakich będzie twardnieć konstrukcja. Zgodność warunków cieplnych dojrzewania betonu w próbkach i w konstrukcjach powinna być potwierdzona pomiarami temperatury.

Przyspieszenie twardnienia betonu przez podgrzewanie prądem elektrycznym bezpośrednio przewodzoną przez zbrojenie znajdujące się w mieszance betonowej może być stosowane tylko na podstawie uprzednio przygotowanej dokumentacji uwzględniającej rodzaj i gęstość zbrojenia, markę betonu, wielkość modułów powierzchniowych elementów przewidzianych do nagrzania, temperaturę otoczenia, wymaganą minimalną markę betonu po zakończeniu nagrzewania, rodzaj i rozstaw elektrod, czas nagrzewania izotermicznego i czas stygnięcia. Nagrzew elektryczny należy dokonać obciążonym napięciem sieciowym nie większym niż 51V; stosowanie wyższych napięć dopuszcza się pod warunkiem stałego nadzoru specjalisty elektryka o co najmniej średnim wykształceniu technicznym.

Układanie mieszanki betonowej o podwyższonej temperaturze (tzw. mieszanki gorącej) zaleca się w przypadkach, gdy zachodzi potrzeba intensywnego wzrostu wytrzymałości betonu oraz przyspieszenia rozformowania elementów lub konstrukcji.

Przygotowanie mieszanki gorącej może być dokonywane metodą podgrzewania składników (woda i kruszywo) przed ich wymieszaniem lub w czasie mieszania składników parą wodną doprowadzoną do betoniarki. Ilość wody, jaka skrapla się w tym przypadku w czasie mieszania składników, należy odliczyć od ilości wody ustalonej w recepturze.

Przy ustaleniu temperatury mieszanki gorącej wychodzącej z betoniarki należy uwzględnić utratę ciepła przez mieszankę w czasie przeładunków, transportu i układania w deskowaniu. Straty temperatury mieszanki betonowej na skutek transportu, układania i ewentualnych przeładunków powinny być ustalone doświadczalnie w dostosowaniu do faktycznych warunków i środków transportu na budowie.

5.5. Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu

(1) Temperatura otoczenia

Betonowanie należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż +5°C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton pełnej wytrzymałości.

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C, jednak wymaga to zgody Inspektora oraz zapewnienia mieszance betonowej temperatury +25° do +30°C w chwili układania i zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 14 dni.

Temperatury otoczenia, których średnie dobowe spadają poniżej $+10^{\circ}\text{C}$, przyjmuje się jako temperatury zaniżone, a warunki wykonywania betonu w takich temperaturach jako warunki w obniżonych temperaturach.

(2) Zabezpieczenie betonu przy niskich temperaturach otoczenia.

Przy niskich temperaturach otoczenia ułożony beton powinien być chroniony przed zamarznięciem przez okres pozwalający na uzyskanie pełnej wytrzymałości.

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

(3) 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.

5.6. Pielęgnacja betonu

(1) Materiały i sposoby pielęgnacji betonu.

– Bezpośrednio po zakończeniu betonowania, przy wysokich temperaturach otoczenia, zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi zapobiegającymi gwałtownemu odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed nasłonecznieniem.

– Przy temperaturze otoczenia wyższej niż $+15^{\circ}\text{C}$ należy nie później niż po 12 godzinach od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 7 dni (przez polewanie co najmniej 3 razy na dobę).

– Nanoszenie błon nieprzepuszczających wody jest dopuszczalne tylko wtedy, gdy beton nie będzie się łączył z następną warstwą konstrukcji monolitycznej, a także gdy nie są stawiane specjalne wymagania odnośnie jakości pielęgnowanej powierzchni.

– Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN-EN 1008:2004.

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

(2) Okres pielęgnacji

– Ułożony beton należy utrzymywać w stałej wilgotności przez okres osiągnięcia przez beton 80% wytrzymałości projektowanej. Polewanie betonu normalnie twardniejącego (w temp. 15°C) prowadzić przez min. 10 dni. Przy temp. wyższych niż $+30^{\circ}\text{C}$ zraszanie utrzymywać przez min. 3 tygodnie, o ile wytyczne receptury betonu nie określają inaczej.

– Rozformowanie konstrukcji może nastąpić po osiągnięciu przez beton wytrzymałości rozformowania określonej w projekcie.

5.7. Wykańczanie powierzchni betonu

Dla powierzchni betonów konstrukcyjnych obowiązują następujące wymagania: wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień między ziarnami kruszywa, przełomów i wybrzuszeń ponad powierzchnię.

Pęknięcia są niedopuszczalne. Pustki, raki i wykuszyny są dopuszczalne pod warunkiem, że otulenie zbrojenia betonu będzie nie mniejsze niż 2,5 cm, a powierzchnia na której występują nie większa niż 1% powierzchni odpowiedniej ściany. Równość gorszej powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolację powinna odpowiadać warunkom technicznym odbioru podłoża pod izolację.

5.8. Zwiększenie trwałości powierzchni

Jednym ze sposobów zwiększających trwałość jest hydrofobizacja. Są to impregnaty, które chronią beton przed działaniem wody oraz brudem.

Impregnaty nanoszone są na beton bezpośrednio po rozdeskowaniu lub na całkowicie utwardzony beton.

Do zabezpieczenia powierzchni przed graffiti należy stosować preparaty przeznaczone do tego celu.

5.9. Wykonanie podbetonu

Przed przystąpieniem do układania podbetonu należy sprawdzić podłoże gruntowe pod względem nośności założonej w projekcie technicznym.

Podłoże winno być równe, czyste i odwodnione.

Beton winien być rozkładany w miarę możliwości w sposób ciągły z zachowaniem kontroli grubości oraz rzędnych wg projektu technicznego.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ogólnej specyfikacji technicznej – punkt 6.

Kontrola jakości robót polega na sprawdzeniu :

- ⤴ deskowania;
- ⤴ zbrojenia;
- ⤴ cementów i kruszyw do betonu;
- ⤴ receptury betonu;
- ⤴ sposobu przygotowania mieszanki betonowej przed wbudowaniem;
- ⤴ sposobu ułożenia betonu i jego zawibrowania;
- ⤴ dokładności prac wykończeniowych;

- ▲ pielęgnacji betonu.

W czasie kontroli szczególną uwagę będzie zwracana na sprawdzenie zgodności prowadzenia robót z projektem organizacji robót i przepisami BIOZ.

6.2. Kontrola jakości wykonanego deskowania

Ocena wykonania deskowań

Jeżeli wszystkie sprawdzenia wymienione wyżej dadzą wynik dodatni, deskowanie należy uznać za wykonane prawidłowo. W przypadku gdy chociaż jedno ze sprawdzeń da wynik ujemny, deskowanie należy uznać w całości lub w części za wykonane nieprawidłowo.

W razie uznania całości lub części deskowania jako wykonane 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 ono rozebrane i wykonane ponownie.

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

Odbiór deskowań

Do odbioru deskowań powinny być przedłożone dokumentacje poszczególnych rodzajów deskowań oraz dziennik wykonania 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 wykonywana pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy i zaświadczeń o jakości materiałów lub elementów wystawionych przez producentów.

Przy odbiorze deskowań i rusztowań do wykonania konstrukcji z betonu należy sprawdzić :

- ▲ przekroje i rozstawy stojaków oraz ich usztywnienie;
- ▲ szczelność deskowania;
- ▲ wartość roboczej strzałki ugięcia, jeżeli taka była przewidziana;
- ▲ prawidłowość wykonania deskowania w poziomie i w pionie;
- ▲ powleczenie deskowania preparatami zmniejszającymi przyczepność betonu;
- ▲ sprawdzenie dopuszczalnych odchyłek wymiarowych.

Dopuszcza się następujące odchyłki wymiarowe przy wykonaniu deskowań :

- ▲ odchyłka płaszczyzny lub krawędzi od pionu na 1m – 2 mm;
- ▲ odchyłka płaszczyzny deskowania fundamentu, ściany lub słupa od pionu na 1m wysokości – 1,50mm;
- ▲ odchyłka płaszczyzny deskowania od pionu na całej wysokości – 15,0mm;
- ▲ odchyłka płaszczyzny deskowania ściny lub słupa na całej wysokości – 10,0 mm;
- ▲ odchyłka od pionu bocznego deskowania żebra lub podciągu oraz krawędzi przecięcia deskowań tych belek – 2,50mm;
- ▲ odchyłki od rozpiętości projektowanych : belki lub płyty bezżebrowej ± 15 mm, płyty w przekryciach żebrowych ± 10 mm.

Odchyłki osi ścian i słupów od projektowanego ich położenia powstałe przy montażu deskowań dolnych kondygnacji należy usunąć na wyższych kondygnacjach.

6.3. Kontrola jakości betonów

Kontrola wykonania i jakości betonu

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 prowadzić systematyczną kontrolę dla bieżącego ustalenia :

- 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 jakości betonu w konstrukcji może być przeprowadzona za pomocą sprawdzonych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych i innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą.

W przemysłowych i przeciętnych warunkach wykonania betonu zakres kontroli powinien obejmować wszystkie

wymagane normami właściwości betonu. Jeżeli beton poddawany jest specjalistycznym zabiegom technologicznym, należy opracować plan kontroli jakości dostosowany do wymagań technologii produkcji. W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane normami, warunkami technicznymi oraz ewentualne inne badania konieczne do potwierdzenia prawidłowości przebiegu zabiegów technologicznych. Dokumentacja techniczna kontroli jakości powinna zawierać wszystkie wyniki badań betonu przewidziane planem kontroli.

Kontrola jakości składników betonu

Cement :

- ⤴ dla każdej partii cementu należy przeprowadzić badania czasu wiązania, stałości objętości i wytrzymałości na ściskanie;
- ⤴ cement nie musi być badany , z wyjątkiem cech opisanych wyżej, jeżeli jest przechowywany zgodnie z wymaganiami norm, a jego jakość została potwierdzona przez cementownię. W pozostałych przypadkach wymagane są badania kontrolne cementu przed użyciem go do wykonania betonu przez sprawdzenie zgodności cech fizycznych i wytrzymałościowych z wymaganiami odpowiednich norm. Sprawdzenia jakości cementu może być przeprowadzone przez badanie wytrzymałości betonu wykonanego z tego cementu.

Kruszywo :

- ⤴ dla każdej dostarczonej partii powinna być przeprowadzona kontrola w zakresie badań niepełnych obejmujących oznaczenie : składu ziarnowego, kształtu ziaren, zawartości pyłów mineralnych, zawartości zanieczyszczeń obcych;
- ⤴ w przypadku gdy badania wykazą 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 należy prowadzić w celu ewentualnej korekty zaprojektowanego składu betonu.

Woda

Badanie wody do celów budowlanych należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami norm. Nie należy badać wody wodociągowej.

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 ponad to barwę, stan skupienia, termin ważności.

Kontrola procesu wykonania betonu

Wykonanie mieszanki betonowej powinno być kontrolowane na bieżąco. W przypadkach gdy beton jest poddawany 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;
- ⤴ ciśnienie – w przypadku prasowania mieszanki betonowej;
- ⤴ podciśnienie – przy odwadnianiu próżniowym;
- ⤴ inne wielkości, których kontrolowanie przewidują wymagania technologiczne.

Kontrola jakości mieszanki betonowej

Konsystencja i urabialność mieszanki betonowej powinna być sprawdzana z częstotliwością nie mniejszą niż dwa razy na każdą zmianę roboczą. Konsystencji mieszanki betonowej można nie sprawdzić bezpośrednio po jej zagęszczeniu, gdy wyrób lub element betonowy lub żelbetowy jest rozformowany. Różnica pomiędzy przyjętą konsystencją mieszanki a konsystencją kontrolowaną w chwili układania mieszanki nie powinna być większa niż :

- ± 1 cm według stożka opadowego – dla konsystencji plastycznej;
- ± 2 cm według stożka opadowego – dla konsystencji ciekłej i półciekłej;
- $\pm 20\%$ ustalonej wartości wskaźnika $V_e - B_e$ – dla konsystencji gęstoplastycznej i wilgotnej.

Urabialność powinna być sprawdzona 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 betonowej.

Kontrola wytrzymałości betonu na ściskanie

Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania wytrzymałości na ściskanie 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 50m³ betonu, 3 próbki na dobę oraz 6 próbek na partię betonu. Zmniejszenie liczby próbek na partię do 3 wymaga zgody nadzoru inwestorskiego. Prócki pobiera się losowo, po jednej, równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje, przygotowuje i bada zgodnie z normą. Jeżeli w normie lub dokumentacji technicznej jest określony termin, po którym beton powinien uzyskać wymaganą wytrzymałość, to należy ją sprawdzić po 28 dniach.

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.

Kontrola przepuszczalności wody przez beton

Badanie przepuszczalności wody przez beton przeprowadza się na próbkach sporządzonych w laboratorium przed rozpoczęciem wykonania obiektu oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania co najmniej raz w okresie betonowania obiektu, a także przy zmianie składników betonu i sposobu jego wykonania. Dopuszcza się badanie przepuszczalności na próbkach wyciętych z konstrukcji pod warunkiem, że nie powoduje to obniżenia wodoszczelności obiektu.

Dokumentacja z kontroli jakości betonu

Dla każdej partii betonu powinno być wystawione przez producenta zaświadczenie o jakości betonu. Najdłuższy okres na wystawienie zaświadczenia o jakości nie może być dłuższy niż 3 miesiące, licząc od daty rozpoczęcia produkcji betonu zaliczanego do danej partii. Zaświadczenie o jakości powinno zawierać następujące dane merytoryczne :

- ⤴ charakterystykę betonu, jak klasę betonu, jego cechy fizyczne oraz inne niezbędne dane;
- ⤴ wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badania;
- ⤴ wyniki badań dodatkowych;
- ⤴ 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.

6.4. Kontrola jakości zbrojenia

Stal zbrojeniowa dostarczona na budowę powinna odpowiadać wymaganiom podanym w normach, a w przypadku braku norm , w świadectwach Instytutu Techniki Budowlanej.

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 ÷ 1000mm, a ich masa do 1000kg. Masa wiązek prętów nie powinna przekraczać 5000kg. Pręty proste wszystkich klas powinny być dostarczone o długościach :

- 10 ÷ 12m – jeżeli w zamówieniu nie określono innej długości wymaganej;
- określonych w zamówieniu z dopuszczalną odchyłką + 100mm.

Pręty o długościach większych od 12m lub mniejszych niż 6,0m mogą być dostarczone tylko po uzgodnieniu z wytwórcą. W każdej zamówionej partii stali dopuszcza się 6% masy prętów o długościach mniejszych niż 6,0m, 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 i uźebrowania powinny mieścić się w granicach określonych dla danej klasy stali w normach;
- ⤴ pręty dostarczone z wiązkach nie powinny wykazywać odchylenia od linii prostej większego niż 5mm na 1m długości pręta.

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

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

Kontrola wykonania i montażu zbrojenia

Zbrojenie wszystkich elementów żelbetowych powinno być poddane kontroli przed zabetonowaniem. Kontrola zbrojenia obejmuje :

- ⤴ oględziny;
- ⤴ badania 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 jak również w ustawieniu zbrojenia w deskowaniu nie powinny być większe niż podane w normach.

Kontrola ustawionego zbrojenia polega na :

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

Dokumentacja z odbioru i ocena jakości

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.

6.5. Odbiór końcowy

Przy odbiorze końcowych konstrukcji monolitycznych powinny być przedstawione następujące dokumenty:

- ✧ rysunki robocze (lub wykonawcze) z naniesionymi na nich wszystkimi zmianami, jakie zostały zatwierdzone w czasie budowy
- ✧ dokumentacja stwierdzająca uzgodnienie i zatwierdzenie dokonanych zmian
- ✧ dziennik robót / dziennik budowy
- ✧ wyniki badań kontrolnych betonu wg 6.3
- ✧ protokoły odbioru robót zanikających (deskowania, rusztowania, zbrojenia, robót i elementów zanikających)
- ✧ inne dokumenty przewidziane w dokumentacji technicznej lub związane z procesem budowy, mające wpływ na udokumentowanie jakości wykonania konstrukcji, wymagane zgodnie z ustawą Prawo Budowlane

Przy kontroli jakości wykonanych robót należy sprawdzić:

- ✧ prawidłowość położenia obiektu budowlanego w planie i przekroju pionowym (badana przyrządami geodezyjnymi lub innymi dającymi wymaganą dokładność)
- ✧ prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów tj. dylatacje, szczeliny
- ✧ jakości betonu pod względem jego zagęszczenia, jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń (raki, rysy, odpryski).

Łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cieńkościennych nie większa niż 1%. Lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu

- ✧ zbrojenie główne nie może być odsłonięte

W poniższej tabeli podano dopuszczalne ewentualne odchyłki od wymiarów i położenia konstrukcji.

Odchylenie	Dopuszczalna odchyłka , mm
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia na 1 m. wysokości	5
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia na całą wysokość konstrukcji i w fundamentach	20
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupów podtrzymujących stropy monolityczne	15
Odchylenie płaszczyzn poziomych od poziomu na 1 m. płaszczyzny w dowolnym kierunku	5
Odchylenie płaszczyzn poziomych od poziomu na całą płaszczyznę	15

Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzaniu łata długości 2m., powierzchni bocznych i spodnich (z wyjątkiem powierzchni podporowych)	± 4
Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzaniu łata długości 2m., powierzchni górnych (z wyjątkiem powierzchni podporowych)	± 8
Odchylenia w długości i rozpiętości elementów	± 20
Odchylenia w wymiarach przekroju poprzecznego	± 8
Odchylenia w rzędnych powierzchni innych elementów	± 5

W przypadku jeżeli chociaż jedno z badań da wynik ujemny, odbieraną konstrukcję lub jej część należy uznać za niezgodną z wymogami niniejszych warunków.

W przypadku stwierdzenia w czasie kontroli niezgodności konstrukcji z wymogami Specyfikacji Technicznej, wymogami Polskich Norm lub projektem należy ustalić czy w danym przypadku odstępstwa zagrażają bezpieczeństwu budowli lub jej części. Konstrukcja lub jej część zagrażająca bezpieczeństwu powinna być rozebrana, ponownie wykonana i przedstawiona do badań.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady prowadzenia obmiarów robót

Ogólne zasady odbiorów robót i dokonywania płatności podano w Ogólnej Specyfikacji Technicznej – pkt 7. Podstawą dokonywania obmiarów, określającą zakres prac wykonywanych w ramach poszczególnych pozycji, jest załączony do dokumentacji przetargowej przedmiar robót.

7.2. Jednostki obmiarów

Jednostkami obmiarowymi są :

- 1m³ – kubatury stóp i ław fundamentowych,
- 1 m³ – podbetonu,
- 1 m³ – słupów, rdzeni, belek, wieńców,
- 1m² – płaskich płyt żelbetowych,
- 1m² – ścian żelbetowych,
- 1m² - rzutu schodów żelbetowych.

8. ODBIORY ROBÓT I PODSTAWY PŁATNOŚCI

Ogólne zasady odbioru i dokonywania płatności podano w ogólnej specyfikacji technicznej – punkt 8 i 9.

Odbiór robót polega na sprawdzeniu wymiarów konstrukcji oraz wyników badań laboratoryjnych wbudowanej mieszanki betonowej.

Rozliczenie robót może być dokonane jednorazowo po wykonaniu pełnego zakresu robót i ich końcowym odbiorze lub etapami określonymi w umowie, po dokonaniu odbiorów częściowych robót.

Ostateczne rozliczenie umowy pomiędzy zamawiającym a wykonawcą następuje po dokonaniu odbioru pogwarancyjnego.

Podstawę rozliczenia oraz płatności za wykonany i odebrany zakres stanowi wartość tych robót obliczona na podstawie:

- ✧ określonych w dokumentach umownych (ofercie) cen jednostkowych i ilości robót zaakceptowanych przez Zamawiającego lub,
- ✧ ustalonej w umowie kwoty ryczałtowej za określony zakres robót.

Ceny jednostkowe obejmują :

- ✧ dostarczenie niezbędnych materiałów i innych czynników produkcji;
- ✧ przygotowanie i montaż zbrojenia;
- ✧ wykonanie i rozbiórka potrzebnych rusztowań i deskowań;
- ✧ dostarczenie i ułożenie mieszanki betonowej z zagęszczeniem, pielęgnacją i wszystkimi pracami dodatkowymi.

Prace wykończeniowe oraz oczyszczenie stanowiska pracy i usunięcie – będących własnością wykonawcy – materiałów rozbiórkowych z placu budowy.

9. PRZEPISY I DOKUMENTY ZWIĄZANE

9.1. Związane normatywy

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych – tom I – Budownictwo ogólne – rozdział 1 – Warunki ogólne wykonania

- rozdział 5 – Deskowania
- rozdział 6 – Roboty betonowe;
- rozdział 7 – Zbrojenie
- rozdział 8 – Konstrukcje drewniane
- rozdział 12 – Betonowe elementy prefabrykowane

9.2. Zalecane normy

Mają zastosowanie wszystkie związane z tym tematem Polskie Normy (PN) i normy branżowe (BN) a w szczególności :

- PN – 63 / B – 06251 – Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne
- PN – 69 / B – 10023 – Roboty murowe. Konstrukcje zespolone ceglano – żelbetowe wykonywane na budowie. Wymagania i badania przy odbiorze
- PN – EN 206 – 1 – Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- PN – B – 03263 : 2000 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone wykonywane z kruszywowych betonów lekkich. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN – B – 03264 : 2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN – 90 / B – 06240 – 44 - Domieszki do betonu
- PN – 79 / B – 06711 – Kruszywa mineralne
- PN – 81 / B - 30003 – Cement murarski 15
- PN – 90 / B – 30010 – Cement portlandzki
- PN – ISO 6935 – 1 – Stal zbrojeniowa. Pręty gładkie
- PN – ISO 6935 – 2 – Stal zbrojeniowa. Pręty żebrowane
- PN – EN ISO 15630 – 1 : 2002 – Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część I – pręty, walcówka i drut do zbrojenia betonu
- PN – EN ISO 15630 – 2 : 2002 – Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część II – zgrzewane siatki zbrojeniowe
- PN – ISO 3443 – 8 – Tolerancja w budownictwie.

Uwaga. Jeśli w czasie pomiędzy opracowaniem niniejszej ST, a rozpoczęciem realizacji inwestycji wymienione wyżej przepisy zostaną zmienione, lub zostaną wprowadzone nowe przepisy i rozporządzenia mające zastosowanie dla niniejszego zamierzenia, to należy je odpowiednio stosować.