

**Budynek usługowy - Centrum Inicjatyw Kulturalnych w Komorowie wraz z
przyłączami i zagospodarowaniem terenu**

Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych

KO-B. Konstrukcje betonowe i żelbetowe

**Kody CPV:
45262300-4
45262310-7**

Sporządził:
BJ-CONS Jerzy Leszczyński
ul. Kondratowicza 65B/3
03-642 Warszawa

mgr inż. Jerzy Leszczyński

SPIS TREŚCI.

1. WSTĘP	4
1.1 Przedmiot i zakres robót budowlanych	4
1.2 Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej	4
1.3 Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	4
1.4 Określenia podstawowe	4
1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót	6
2. MATERIAŁY	7
2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów	7
2.2 Składniki mieszanki betonowej	7
2.3 Beton	10
2.4 Szczególne wymagania projektowe dotyczące betonu architektonicznego	12
2.5 Warunki przyjęcia na budowę materiałów i wyrobów do robót betonowych	13
2.6 Warunki przechowywania materiałów i wyrobów do robót betonowych	13
2.7 Stal zbrojeniowa	13
2.8 Drut montażowy	14
2.9 Podkładki dystansowe, stabilizatory, korki	14
2.10 Impregnat do betonu	15
2.11 Pozostałe wyroby stosowane do wykonania konstrukcji żelbetowych	15
3. SPRZĘT	15
3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	15
3.2 Sprzęt do wykonywania robót betonowych	15
3.3 Sprzęt do przygotowania i montażu zbrojenia	16
3.4 Sprzęt do wykonania robót pomocniczych	16
4. TRANSPORT	16
4.1 Wymagania ogólne	16
4.2 Transport i magazynowanie materiałów	16
4.3 Transport i składowanie materiałów pomocniczych	18
5. WYKONANIE ROBÓT	18
5.1 Wymagania ogólne	18
5.2 Warunki przystąpienia do robót	19
5.3 Wytwarzanie, podawanie i układanie mieszanki betonowej	19
5.4 Osadzenie elementów kotwiących	20
5.5 Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu	20
5.6 Pielęgnacja betonu	21
5.7 Wykańczanie powierzchni betonu, impregnacja	21
5.8 Rusztowania	21
5.9 Deskowania	22
5.10 Usuwanie deskowań i rusztowań	22
5.11 Szczególne wymagania dotyczące wykonawstwa robót betonowych w standardzie betonu architektonicznego	23
5.12 Przygotowanie zbrojenia	29
5.13 Montaż zbrojenia	30
6. KONTROLA JAKOŚCI	31
6.1 Postanowienia ogólne	31
6.2 Zakres badań prowadzonych w czasie budowy	31
6.3 Badania kontrolne betonu	31
6.4 Kontrola robót betonowych	33
6.5 Kontrola deskowań i rusztowań	35
6.6 Kontrola jakości zbrojenia	36
7. OBMIAR ROBÓT	37
7.1 Ogólne zasady obmiaru robót	37

7.2	Szczegółowe zasady obmiaru robót	37
8.	ODBIÓR ROBÓT	37
8.1	Zgodność robót z dokumentacją.....	37
8.2	Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu	37
8.3	Odbiór elementów wykonanych w technologii betonu architektonicznego.....	39
8.4	Odbiór częściowy	39
8.5	Odbiór ostateczny (końcowy)	39
8.6	Odbiór po upływie okresu rękojmi i gwarancji.....	39
9.	ROZLICZENIE ROBÓT.....	39
10.	PRZEPISY ZWIĄZANE.....	40
10.1	Ustawy.....	40
10.2	Rozporządzenia.....	40
10.3	Normy	40
10.4	Inne dokumenty	43

1. WSTĘP

1.1 Przedmiot i zakres robót budowlanych

1.1.1 Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w zakresie wykonania konstrukcji betonowych i żelbetowych.

1.1.2 Klasyfikacja wg Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

Kody CPV: 45262300-4 Betonowanie
45262310-7 Zbrojenie

1.2 Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji wykonania konstrukcji betonowych i żelbetowych, związanych z budową **Budynku Usługowego - Centrum Inicjatyw Kulturalnych w Komorowie wraz z przyłączami i zagospodarowaniem terenu.**

1.3 Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną.

Specyfikacja Techniczna dotyczy obejmuje wykonanie robót i elementów żelbetowych ujętych w tomie Konstrukcji w Dokumentacji oraz wszystkich pozostałych robót żelbetowych i betonowych zaprojektowanych w innych tomach Dokumentacji.

W skład elementów konstrukcji żelbetowych i betonowych, objętych niniejszą Specyfikacją, wchodzi:

- Płyta fundamentowa żelbetowa z betonu C30/37;
- Ściany żelbetowe z betonu C20/25;
- Ściany zewnętrzne podziemia z betonu C30/37;
- Słupy żelbetowe z betonu C30/37;
- Stropy żelbetowe nad kond. -1 z betonu C30/37;
- Stropy żelbetowe nad kond. parteru z betonu C20/25;
- Belki i podciąg żelbetowe z betonu C20/25;
- Schody monolityczne żelbetowe z betonu C20/25;
- Beton podkładowy C8/10;
- Stal zbrojeniowa A-IIIIN;
- Wykonanie określonych w Dokumentacji elementów żelbetowych w standardzie betonu architektonicznego z zaimpregnowaniem powierzchni betonu;
- Inne elementy żelbetowe i betonowe, występujące w projektach branżowych w Dokumentacji.

Specyfikacja dotyczy wszystkich czynności mających na celu wykonanie konstrukcji i elementów betonowych i żelbetowych, w zakresie:

- przygotowania mieszanki betonowej;
- wykonania deskowań wraz z usztywnieniem i podporami;
- przygotowania zbrojenia;
- montażu zbrojenia;
- układania i zagęszczaniem mieszanki betonowej;
- pielęgnacji betonu;
- zdjęcia deskowania;
- impregnacji powierzchni betonu;

zgodnie z dokumentacją projektową.

Przedmiotem opracowania jest określenie wymagań odnośnie właściwości materiałów wykorzystywanych do powyższych robót, wymagań w zakresie robót przygotowawczych i zasadniczych oraz wymagań dotyczących wykonania i odbiorów konstrukcji żelbetowych.

1.4 Określenia podstawowe

Określenia podstawowe użyte w niniejszej specyfikacji są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 1.6.

Pozostałe określenia podstawowe:

Beton – zgodnie z normą PN-EN 206-1 „Beton – Część 1. Wymagania, właściwości produkcyjne i zgodność” – materiał powstały ze zmieszania kruszywa, kruszywa drobnego i grubego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu.

Mieszanka betonowa – całkowicie wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą.

Beton zwykły – beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2000 kg/m³, ale nieprzekraczającej 2600 kg/m³

Beton lekki – beton o gęstości w stanie suchym nie mniejszej niż 800 kg/m³ i nie większej niż 2000 kg/m³. Beton ten jest produkowany z zastosowaniem wyłącznie lub częściowo kruszywa lekkiego

Beton ciężki – beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2600 kg/m³

Beton stwardniały – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien poziom wytrzymałości.

Beton wytworzony na budowie – beton wyprodukowany na placu budowy przez wykonawcę na jego własny użytek.

Beton towarowy – beton dostarczony jako mieszanka betonowa przez osobę lub jednostkę nie będącą wykonawcą. W znaczeniu niniejszej normy betonem towarowym jest również:

- beton produkowany przez wykonawcę poza miejscem budowy;
- beton produkowany na miejscu budowy, ale nie przez wykonawcę.

Prefabrykowany wyrób betonowy – wyrób betonowy formowany i dojrzewający w miejscu innym niż ostateczne miejsce jego zastosowania.

Beton wysokiej wytrzymałości – beton klasy wytrzymałości na ściskanie wyższej niż C50/60 w przypadkach betonu zwykłego lub betonu ciężkiego i beton klasy wytrzymałości na ściskanie wyższej niż LC50/55 w przypadku betonu lekkiego.

Beton projektowany – beton, którego wymagane właściwości i dodatkowe cechy są podane producentowi, odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnie z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami.

Beton recepturowy – beton, którego skład i składniki, jakie powinny być użyte, są podane producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu o tak określonym składzie.

Normowy beton recepturowy – beton recepturowy, którego skład jest podany w normie przyjętej w kraju stosowania betonu.

Rodzina betonów – grupa betonów, dla których jest ustalona i udokumentowana zależność pomiędzy odpowiednimi właściwościami.

Beton architektoniczny – jest to beton specjalnie projektowany na etapie tworzenia dokumentacji, w której określone są wymagania odnośnie do jego powierzchni oraz w wyniku ekspozycji wpływa on na wizualny charakter obiektu. Według powyższej definicji za beton architektoniczny uważa się nie tylko beton uzyskiwany przez pozostawienie go w jego naturalnej formie po rozdeskowaniu pod warunkiem, że będzie on wykonany z zachowaniem odpowiedniego „reżimu” technologicznego, który ma spowodować uzyskanie powierzchni bez porów i odbarwień, ale również beton, którego powierzchnia została poddana barwieniu przy zachowaniu faktury oraz obróbce przez np. szlifowanie, groszkowanie, spiekanie itp. Według powyższej definicji do betonów architektonicznych zaliczyć należy również nawierzchnie z betonu, m.in. uzyskane przez ekspozycję kruszywa czy też polerowanie.

Faktura – charakterystyczna powierzchnia przedmiotu zależna od właściwości tworzywa, sposobu obróbki i zastosowanych narzędzi.

Element referencyjny (powierzchnia odniesienia, mock-up) – jest to element o wcześniej określonych kształcie i wymiarach, który został wykonany na terenie budowy i uznany za wzorzec przy odbiorze wykonywanych elementów z betonu architektonicznego.

Powierzchnia próbna – jest to powierzchnia, która została wykonana w celu wypracowania elementu referencyjnego lub powstała w trakcie działań zmierzających do dopracowania technologii wykonywania elementów. Powierzchnia próbna nie podlega ocenie pod względem wymagań dotyczących betonu architektonicznego.

Specyfikujący – osoba, instytucja (architekt, projektant, inwestor) określająca wymagania odnośnie do jakości wykonania i wyglądu betonu architektonicznego.

Odstęp obserwacyjny – odległość, z której najczęściej użytkownicy konstrukcji będą oglądali beton architektoniczny. Stanowi ona jednocześnie odległość dokonywania oceny wizualnej wykonania betonu w trakcie odbioru konstrukcji.

Klasa betonu – Zgodnie z normą PN-EN 206-1 klasa betonu to symbol literowo-liczbowy (np. C25/30) określający beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie. Liczby po literze C oznaczają wytrzymałość charakterystyczną w MPa oznaczaną na próbkach walcowych o wysokości 300mm i średnicy 150mm oraz sześciennych o wymiarach 150x150x150mm.

Wg poprzedniej normy PN-88/B-06250 klasa betonu to symbol literowo-liczbowy (np. B30) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie; liczba po literze B oznacza wytrzymałość gwarantowaną R_b (np. beton klasy B30 przy $R_{b0}=30$ MPa).

Wytrzymałość charakterystyczna – wartość wytrzymałości, poniżej której może się znaleźć 5 % populacji wszystkich możliwych oznaczeń wytrzymałości dla danej objętości betonu.

Nasiąkliwość betonu – stosunek masy wody, którą zdolny jest wchłoniąć beton do jego masy w stanie suchym.

Stopień mrozoodporności – symbol literowo-liczbowy (np. F50) klasyfikujący beton pod względem jego odporności na działanie mrozu; liczba po literze F oznacza wymaganą liczbę cykli zamrażania i odmrażania próbek betonowych.

Stopień wodoszczelności – symbol literowo-liczbowy (np. W4) klasyfikujący beton pod względem przepuszczalności wody; liczba po literze W oznacza 10-krotną wielkość ciśnienia wody w MPa, przy którym woda przenika przez próbkę w ilości dopuszczalnej podczas normowego badania tzw. badania przepuszczalności wody.

Klasy ekspozycji – symbol literowo-liczbowy (np. xA2) określają zagrożenia oddziaływaniem środowiska na element konstrukcji wg PN-EN206-1.

Metr sześcienny betonu – ilość mieszanki betonowej, która po zagęszczeniu zgodnie z procedurą podaną w PN-EN 12350-6, zajmuje objętość jednego metra sześciennego.

Urządzenie mieszające – urządzenie z reguły montowane na podwoziu samojedznym i umożliwiające utrzymywanie mieszanki betonowej w stanie jednorodnym podczas transportu.

Zarób – ilość mieszanki betonowej wyprodukowana w jednym cyklu operacyjnym betoniarki lub ilość rozładowana w ciągu 1 min z betoniarki o pracy ciągłej.

Cement (spoiwo hydrauliczne) – drobno zmielony materiał nieorganiczny, który po zmieszaniu z wodą daje zaczyn, wiążący i twardniejący w wyniku hydratacji oraz innych procesów, zachowujący po stwardnieniu wytrzymałość i trwałość także pod wodą.

Kruszywo – ziarnisty materiał mineralny odpowiedni do stosowania do betonu. Kruszywa mogą być naturalne, pochodzenia sztucznego lub pozyskane z materiału wcześniej użytego w obiekcie budowlanym.

Kruszywo zwykłe – kruszywo o gęstości ziaren w stanie suchym $> 2000 \text{ kg/m}^3$ i $< 3000 \text{ kg/m}^3$, oznaczanej zgodnie z PN-EN 1097-6.

Kruszywo lekkie – kruszywo pochodzenia mineralnego o gęstości ziaren w stanie suchym $< 2000 \text{ kg/m}^3$, oznaczanej zgodnie z PN-EN 1097-6, lub gęstości nasypowej w stanie luźnym suchym $< 1200 \text{ kg/m}^3$, oznaczanej zgodnie z PN-EN 1097-3

Kruszywo ciężkie – kruszywo o gęstości ziaren w stanie suchym $> 3000 \text{ kg/m}^3$, oznaczanej zgodnie z PN-EN 1097-6

Domieszka (do betonu) – składnik dodawany podczas procesu mieszania betonu w małych ilościach w stosunku do masy cementu w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej lub betonu stwardniałego.

Dodatek (do betonu) – drobnoziarnisty składnik stosowany do betonu w celu poprawy pewnych właściwości lub uzyskania specjalnych właściwości. W niniejszej normie rozróżnia się dwa typy dodatków nieorganicznych:

- prawie obojętne (typ I);
- o właściwościach pucolanowych lub utajonych właściwościach hydraulicznych (typ II).

Całkowita zawartość wody – woda dodana oraz woda już zawarta w kruszywie i znajdująca się na jego powierzchni a także woda w domieszkach i dodatkach zastosowanych w postaci zawieszin jak również woda wynikająca z dodania jodu lub naparzenia.

Efektywna zawartość wody – różnica między całkowitą ilością wody w mieszance betonowej a ilością wody zaabsorbowaną przez kruszywo.

Współczynnik woda/cement – stosunek efektywnej zawartości masy wody do zawartości masy cementu w mieszance betonowej.

Powietrze wprowadzone przy napowietrzaniu – mikroskopijne pęcherzyki powietrza, zwykle o średnicy między $10 \mu\text{m}$ i $300 \mu\text{m}$ oraz kształcie sferycznym lub zbliżonym do sferycznego, celowo wprowadzone do mieszanki betonowej podczas mieszania, z reguły przez zastosowanie środka powierzchniowo czynnego.

Powietrze uwięzione – pory powietrzne w betonie, które nie powstały w wyniku celowego ich wprowadzenia.

Badanie wstępne – badanie lub badania mające na celu sprawdzenie przed podjęciem produkcji, jaki powinien być skład nowego betonu lub rodziny betonów, aby spełnił wszystkie określone wymagania dotyczące mieszanki betonowej i betonu stwardniałego.

Badanie identyczności – badanie mające na celu określenie, czy wytypowane zaroby lub ładunki pochodzą z odpowiedniej populacji.

Badanie zgodności – badanie wykonywane przez producenta w celu oceny zgodności betonu.

Pręty zbrojenia – pręty proste lub odcinki walcówki dostarczanej w kręgach oraz druty, przycięte i ukształtowane odpowiednio do wymagań projektu.

Siatki zbrojeniowe – elementy zbrojenia złożone z prętów podłużnych i poprzecznych, połączonych za pomocą zgrzewania.

Spajanie – łączenie prętów ze sobą lub z innymi elementami stalowymi za pomocą spawania lub zgrzewania.

Cięgna sprężające – druty, sploty, pręty lub ich wiązki ze stali o wysokiej wytrzymałości, przeznaczone do sprężania konstrukcji.

Klasa stali – określanie własności mechanicznych stali zbrojeniowych stosowanych w konstrukcjach żelbetowych, wyrażone literą A i cyfrą 0 lub cyfrą rzymską (w jednym przypadku uzupełnioną literą N). PRZYKŁAD – A-III

Charakterystyczna granica plastyczności stali zbrojeniowej – gwarantowana wyraźna granica plastyczności stali zbrojeniowej lub gwarantowana wartość naprężenia odpowiadającego odkształceniu trwałemu stali zbrojeniowej 0,2 %.

Obliczeniowa granica plastyczności stali zbrojeniowej – wartość uzyskana w wyniku podzielenia charakterystycznej granicy plastyczności stali zbrojeniowej przez częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla stali zbrojeniowej.

Wytrzymałość charakterystyczna stali zbrojeniowej na rozciąganie – gwarantowana wytrzymałość stali zbrojeniowej na rozciąganie, nie większa niż 1,35 charakterystycznej granicy plastyczności.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla stali – współczynnik uwzględniający możliwość występowania niższej granicy plastyczności stali niż charakterystyczna granica plastyczności, a także odchyłki wymiarów przekroju pręta i elementu konstrukcji (nie większe jednak od dopuszczalnych).

Konstrukcje betonowe – konstrukcje z betonu bez zbrojenia lub ze zbrojeniem mniejszym, niż minimalne.

Konstrukcje żelbetowe – konstrukcje z betonu zbrojone wiotkimi prętami stalowymi w taki sposób, że sztywność i nośność konstrukcji uwarunkowana jest współpracą betonu i stali.

Otulenie (betonem) – odległość pomiędzy powierzchnią zbrojenia a najbliższą powierzchnią betonu.

1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w OST AR-0 pkt 1.7.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami przedstawiciela nadzoru robót ze strony Zamawiającego.

2. MATERIAŁY

2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów określone zostały w OST AR-0 pkt 2.1.

Wszystkie użyte materiały powinny mieć aktualne, wymagane przepisami znaki i świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, określone w OST AR-0 pkt 2.1.

2.2 Składniki mieszanki betonowej

2.2.1 Cement – wymagania i badania

Do wykonania mieszanek betonowych stosuje się cementy powszechnego użytku: portlandzki (CEM I), portlandzki mieszany (CEM II), hutniczy (CEM III) i pucolanowy (CEM IV). Rozróżnia się sześć klas cementu: 32,5; 32,5R; 42,5; 42,5R; 52,5 i 52,5R (symbol R oznacza cement o wysokiej wytrzymałości wczesnej).

Szczegółowe informacje dotyczące cementu powszechnego użytku są zawarte w instrukcji ITB nr 356/98.

Do wykonania betonów klasy od C20/25 do C40/50 powinien być stosowany cement klasy 42,5 spełniający wymagania PN-EN 197-1:2002. Dla niższych klas stosowany jest cement klasy 32,5, a dla wyższych cement klasy 52,5. Stosowane cementy powinny charakteryzować się następującym składem:

- zawartość krzemianu trójwapniowego alitu (C_3S) do 60%,
- zawartość alkaliów do 0,6%,
- zawartość alkaliów pod warunkiem zastosowania kruszywa niereaktywnego do 0,9%,
- zawartość $C_4AF + 2 \times C_3A \leq 20\%$,
- zawartość glinianu trójwapniowego $C_3A \leq 7\%$.

Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w PN-EN 197-1:2002. Przed użyciem cementu do wykonania mieszanki betonowej należy przeprowadzić kontrolę obejmującą:

- oznaczenie wytrzymałości wg PN-EN 196-1
- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3
- sprawdzenie zawartości grudek cementu nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

Wyniki badań powinny spełniać następujące wymagania:

- początek wiązania najwcześniej po upływie 60 minut
- koniec wiązania najpóźniej po upływie 10 godz.
- oznaczenie zmiany objętości: nie więcej niż 8 mm

Nie dopuszcza się występowania w cemencie portlandzkim normalnie i szybko twardniejącym, większej niż 20% ciężaru cementu ilości grudek nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie. Grudki należy usunąć poprzez przesianie przez sito o boku oczka kwadratowego 2 mm. W przypadku, gdy wymienione badania wykażą niezgodność z normami, cement nie może być użyty do wykonania betonu.

Magazynowanie:

- cement pakowany (workowany) – składy otwarte (wydzielone miejsca zadaszone na otwartym terenie, zabezpieczone z boków przed opadami) lub magazyny zamknięte (budynki lub pomieszczenia o szczelnym dachu i ścianach);
- cement luzem – magazyny specjalne (zbiorniki stalowe lub żelbetowe przystosowane do pneumatycznego załadunku i wyładunku cementu luzem, zaopatrzone w urządzenia do przeprowadzania kontroli objętości cementu znajdującego się w zbiorniku lub otwory do przeprowadzania kontroli objętości cementu, włązy do czyszczenia oraz klamry na wewnętrznych ścianach). Podłoża składów otwartych powinny być twarde i suche, odpowiednio pochylone, zabezpieczające cement przed ściekami wody deszczowej i zanieczyszczeń. Podłogi magazynów zamkniętych powinny być suche i czyste, zabezpieczające cement przed zawiłowaniem i zanieczyszczeniem. Dopuszczalny okres przechowywania cementu zależy od miejsca przechowywania. Cement nie może być użyty do betonu po okresie:
- 10 dni, w przypadku przechowywania go w zadaszonych składach otwartych,
- po upływie terminu trwałości podanego przez wytwórnę, w przypadku przechowywania w składach zamkniętych.

Każda partia cementu, dla której wydano oddzielne świadectwo jakości powinna być przechowywana osobno w sposób umożliwiający jej łatwe rozróżnienie.

2.2.2 Kruszywo

Ogólną przydatność ustala się dla:

- kruszyw zwykłych i ciężkich zgodnie z PN-EN 12620:2000;
- kruszyw lekkich zgodnie z PN-EN 13055-1:1997.

Kruszywo do betonu powinno charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia pozwalającą na wykonanie partii betonu o stałej jakości. Poszczególne rodzaje i frakcje kruszywa muszą być na placu oddzielnie składowane,

na umocnionym i czystym podłożu w sposób uniemożliwiający mieszanie się. W przypadku stosowania kruszywa pochodzącego z różnych źródeł należy spowodować, aby udział tych kruszyw był jednakowy dla całej konstrukcji betonowej. Kruszywo mineralne może być naturalne (kruszywo w stanie naturalnym) lub łamane. Rozróżnia się trzy podstawowe grupy asortymentowe tego kruszywa:

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

W zależności od uziarnienia kruszywo dzieli się na trzy rodzaje: drobne o ziarnach do 4 mm, grube o ziarnach 4 do 63 mm i bardzo grube o ziarnach 63 do 250 mm.

Ze względu na cechy jakościowe kruszywo dzieli się na:

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

Cechy fizyczne poszczególnych asortymentów i marek kruszyw do betonów powinny odpowiadać wymaganiom podanym w PN-86/B-06712. W przypadku betonu o określonym stopniu mrozoodporności lub wodoszczelności zaleca się stosowanie kruszywa marki nie niższej niż 20.

Kruszywa grube powinny spełniać wymagania norm PN-EN 932 oraz PN-EN 933. W kruszywie grubym nie dopuszcza się grudek gliny. W kruszywie grubym zawartość podziarna nie powinna przekraczać 5%, a nadziarna 10%.

Ziarna kruszywa nie powinny być większe niż:

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

Do betonów klas B30 i wyższych należy stosować wyłącznie grysy granitowe lub bazaltowe marki 50, o maksymalnym wymiarze ziarna 16 mm. Stosowanie grysów z innych skał dopuszcza się pod warunkiem, że zostały one zbadane w placówce badawczej wskazanej przez zamawiającego, a wyniki badań spełniają wymagania dotyczące grysów granitowych i bazaltowych.

Grysy powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- zawartość pyłów mineralnych – do 1%,
- zawartość ziaren nieforemnych (to jest wydłużonych płaskich) – do 20%,
- wskaźnik rozkruszenia:
 - o dla grysów granitowych – do 16%,
 - o dla grysów bazaltowych i innych – do 8%,
- nasiąkliwość – do 1,2%,
- mrozoodporność według metody bezpośredniej – do 2%,
- mrozoodporność wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej do 10%,
- reaktywność alkaliczna z cementem określona wg normy PN-EN 480-12:2006(u) nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%,
- zawartość związków siarki – do 0,1%,
- zawartość zanieczyszczeń obcych – do 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych, nie dających barwy ciemniejszej od wzorcowej.

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm pochodzenia rzeczno lub kopalnianego uszlachetnionego. Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okruszowym piasku powinna się mieścić w granicach:

- do 0,25 mm – 14÷19%,
- do 0,50 mm – 33÷48%,
- do 1,00 mm – 53÷76%.

Piasek powinien spełniać następujące wymagania:

- zawartość pyłów mineralnych – do 1,5%,
- reaktywność alkaliczna z cementem określona wg normy PN-EN 480-12:2006(u) nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%,
- zawartość związków siarki – do 0,2%,
- zawartość zanieczyszczeń obcych – do 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych – nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej,
- w kruszywie drobnym nie dopuszcza się grudek gliny.

Piasek pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom obejmującym:

- oznaczenie składu ziarnowego wg normy PN-EN 933-1:2000 lub PN-EN 933-2:1999,
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg normy PN-EN 933-7:2000,
- oznaczenie zawartości grudek gliny, które oznacza się podobnie, jak zawartość zanieczyszczeń obcych,
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg normy PN-EN 933-8:2001, PN-EN 933-9:2001 lub PN-EN 933-10:2002.

Dostawca kruszywa jest zobowiązany do przekazania dla każdej partii kruszywa wyników jego pełnych badań wg normy PN-EN 932 i PN-EN 933 oraz wyników badania specjalnego dotyczące reaktywności alkalicznej w terminach przewidzianych przez Inspektora nadzoru. W przypadku, gdy kontrola wykaże niezgodność cech danego kruszywa z wymaganiami normy PN-EN 932 i PN-EN 933, użycie takiego kruszywa może nastąpić po jego uszlachetnieniu (np. przez płukanie lub dodanie odpowiednich frakcji kruszywa) i ponownym sprawdzeniu. Należy prowadzić bieżącą kontrolę wilgotności kruszywa wg normy PN-EN 1097-6:2002 dla korygowania receptury roboczej betonu.

2.2.3 Woda

Do przygotowania mieszanki betonowej i skrapiania podłoża stosować można wodę odpowiadającą wymaganiom normy PN-EN 1008-1:2004 „Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu”. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. Niedozwolone jest użycie wód ściekowych, kanalizacyjnych, bagiennych oraz wód zawierających tłuszcze organiczne, oleje i muł.

2.2.4 Domieszki i dodatki do betonu

Ogólną przydatność dodatków typu I, patrz p. 1.4, ustala się dla:

- wypełniacza mineralnego zgodnie z PN-EN 12620:2000;
- barwników zgodnie z PN-EN 12878.

Ogólną przydatność dodatków typu II, patrz p. 1.4, ustala się dla:

- popiołu lotnego zgodnie z PN-EN 450;
- pyłu krzemionkowego zgodnie z PN-EN 13263:1998

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu:

- napowietrzającym,
- uplastyczniającym,
- przyspieszającym lub opóźniającym wiązanie.

Dopuszcza się stosowanie domieszek kompleksowych:

- napowietrzająco-uplastyczniających,
- przyspieszająco-uplastyczniających.

Domieszki chemiczne stosuje się w celu poprawienia różnych właściwości mieszanki betonowej i betonu. Domieszki mają postać płynu lub proszku. W zależności od głównych funkcji domieszki można (wg instrukcji ITB nr 358/98) podzielić na: przyspieszające, opóźniające, redukujące wodę, napowietrzające. Całkowita ilość domieszek chemicznych powinna wynosić 0,2-5% masy cementu.

Domieszki płynne stosowane w ilości przekraczającej 3 l/m³ mieszanki betonowej należy brać pod uwagę przy obliczaniu wskaźnika wodno-cementowego w/c. Wpływ domieszki na mieszankę betonową zależy od: rodzaju cementu, rodzaju i ilości domieszki, wartości wskaźnika w/c. Różne rodzaje cementu, a także różne partie cementu z tego samego źródła mogą wymagać użycia różnej ilości tej samej domieszki do osiągnięcia jej założonego wpływu.

Domieszki przyspieszające są dodawane do mieszanki betonowej w celu skrócenia czasu wiązania i/lub twardnienia betonu, a więc przyspieszenia tzw. wczesnej wytrzymałości betonu. Tego rodzaju domieszki stosuje się w przypadku potrzeby szybszego rozformowania elementu betonowego, w mieszkach betonowych używanych np. w naprawach itp.

Domieszki opóźniające spowalniają wiązanie cementu, jego twardnienie i efekt cieplny twardnienia. Stosuje się je:

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

Domieszki redukujące wodę, tzn. domieszki uplastyczniające i upłynniające – plastyfikatory i superplastyfikatory, zmniejszają wodoodporność i/lub polepszają urabialność mieszanki betonowej. Mogą też dodatkowo powodować opóźnienie lub przyspieszenie wiązania bądź twardnienia betonu.

Domieszki napowietrzające powodują powstanie w betonie systemu mikroporów, co zapewnia zwiększenie mrozoodporności betonu oraz jego odporności na działanie środków odladzających. Dodatki te wpływają też na poprawę urabialności mieszanki betonowej.

Stosowane są też inne domieszki, w tym tzw. domieszki kompleksowe, charakteryzujące się kombinowanym działaniem dwu- lub nawet trójfunkcyjnym.

Trzeba dodać, że nieodpowiednie stosowanie oraz niedokładne dozowanie domieszek może być przyczyną pogorszenia efektów ich działania, a nawet uzyskania niepożądanych efektów w mieszance betonowej, polegających np. na braku lub nadmiernym przyspieszeniu wiązania itp. Zastosowanie odpowiedniej domieszki powinno wynikać z opracowanej recepty (składu) mieszanki betonowej. Powinno też być zgodne z aprobatami technicznymi bądź normami dotyczącymi poszczególnych domieszek oraz dostosowane do rodzaju stosowanego cementu. Domieszki dozuje się głównie w sposób wagowy (w stosunku do masy cementu).

Dodatki stosowane do mieszanki betonowej (mogą one być również składnikami cementu), to przede wszystkim popiół lotny, granulowany żużel wielkopiecowy, pucolany i pył krzemionkowy. Są one dozowane w celu zmniejszenia kosztów wytwarzania bądź zmodyfikowania właściwości betonu. Dodatki stosuje się w ilości większej niż 5% w stosunku do masy cementu. Zastosowanie dodatku powinno wynikać z opracowanej recepty (składu) mieszanki betonowej.

2.2.5 Stosowanie domieszek

Całkowita ilość domieszek, o ile są stosowane, nie powinna przekraczać dopuszczalnej największej ilości zalecanej przez producenta domieszek oraz nie powinna być większa niż 50 g (w postaci dostarczonej) na kg cementu, chyba, że znany jest wpływ większego dozowania na właściwości i trwałość betonu. Stosowanie domieszek w ilościach mniejszych niż 2 g/kg cementu dopuszcza się wyłącznie w przypadku wcześniejszego ich wymieszania z częścią wody zarobowej. Jeżeli całkowita ilość domieszek ciekłych przekracza 3 l/m³ betonu, zawartą w nich wodę, należy uwzględnić przy obliczaniu współczynnika woda/cement. W przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki, kompatybilność tych domieszek należy sprawdzić w badaniach wstępnych.

UWAGA Zaleca się, aby mieszanka betonowa o konsystencji > S₄, V₄, C₃ lub > F₄ była wykonywana z użyciem domieszek znacznie redukujących ilość wody/upłynniających.

Domieszki do betonów muszą mieć aprobaty, wydane przez Instytut Techniki Budowlanej lub Instytut Dróg i Mostów oraz posiadać atest producenta.

2.3 Beton

Zarówno beton towarowy jak i beton wytwarzany na terenie budowy, stosowane do wykonywania konstrukcji betonowych i żelbetowych, powinny być zgodne z normą PN-EN 206-1.

Skład betonu oraz składniki betonu projektowanego lub recepturowego należy tak dobrać, aby zostały spełnione określone wymagania dla mieszanki betonowej i betonu, łącznie z konsystencją, gęstością, wytrzymałością, trwałością, ochroną przed korozją stali w betonie, z uwzględnieniem procesu produkcyjnego i planowanej metody realizacji prac betonowych.

Mieszanka betonowa wytwarzana na terenie budowy powinna być wykonana zgodnie z recepturą ustaloną na podstawie badań laboratoryjnych w dostosowaniu do jakości surowców, stopnia ich zawilgocenia, pory roku i innych wymagań wynikających z projektu lub ustaleń między wykonawcą robót i projektantem. Ustalona receptura mieszanki betonowej powinna być przechowywana przez wykonawcę robót i dołączona do dokumentacji powykonawczej danego obiektu.

Do wykonania konstrukcji żelbetowych w obiektach budowlanych objętych zakresem kontraktu w projekcie przewidziano zastosowanie betonu klasy C30/37, fundamenty i ściany fundamentowe oraz ściany nadziemne i część słupów wykonane będą z betonu klasy C25/30.

Mieszanka betonowa winna być modyfikowana plastifikatorami i dostosowana na podstawie odrębnego projektu do wymogów konstrukcji budynku. Ustalona receptura mieszanki betonowej winna być przechowywana przez wykonawcę robót i dołączona do dokumentacji powykonawczej obiektu. Wszelkie zmiany dokonywane przez laboratorium w ostatniej recepturze powinny być odnotowywane w dzienniku budowy lub dzienniku betonowania. W okresie przygotowywania mieszanek betonowych, ich transportu i układania w konstrukcji należy prowadzić dziennik zmian atmosferycznych. Mieszanka betonowa winna być zagęszczana za pomocą urządzeń mechanicznych.

Beton do konstrukcji obiektów kubaturowych musi spełniać następujące wymagania:

- nasiąkliwość – do 5%; badanie wg normy PN-EN 206-1:2003,
- mrozoodporność – ubytek masy nie większy od 5%, spadek wytrzymałości na ściskanie nie większy niż 20% po 150 cyklach zamrażania i odmrażania (F150); badanie wg normy PN-EN 206-1:2003,
- wodoszczelność (dla elementów konstrukcji podziemia i fundamentów) – większa od 0,8MPa (W8),
- wskaźnik wodno-cementowy (w/c) – ma być mniejszy od 0,5.

Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003 tak, aby przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie. Skład mieszanki betonowej ustala laboratorium Wykonawcy lub wytwórni betonów i wymaga on zatwierdzenia przez Inspektora nadzoru. Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalany doświadczalnie powinien odpowiadać najmniejszej jamistości. Zawartość piasku w stosie okruszowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna być większa niż 42% przy kruszywie grubym do 16 mm. Optymalną zawartość piasku w mieszanke betonowej ustala się następująco:

- z ustalonym składem kruszywa grubego wykonuje się kilka (3÷5) mieszanek betonowych o ustalonym teoretycznie stosunku w/c i o wymaganej konsystencji zawierających różną, ale nie większą od dopuszczalnej, ilość piasku,
- za optymalną ilość piasku przyjmuje się taką, przy której mieszanka betonowa zagęszczona przez wibrowanie charakteryzuje się największą masą objętościową.

Wartość parametru A do wzoru Bolomey'a stosowanego do wyznaczenia wskaźnika w/c charakteryzującego mieszankę betonową należy określić doświadczalnie. Współczynnik ten wyznacza się na podstawie uzyskanych wytrzymałości betonu z mieszanek o różnych wartościach w/c (mniejszych i większych od wartości przewidywanej teoretycznie) wykonanych ze stosowanych materiałów. Dla teoretycznego ustalenia wartości wskaźnika w/c w mieszanke można skorzystać z wartości parametru A podawanego w literaturze fachowej.

Maksymalne ilości cementu w zależności od klasy betonu są następujące:

- 400 kg/m³ – dla betonu klas C25/30 i C30/37,
- 450 kg/m³ – dla betonu klas C30/37 i wyższych.

Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczanej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych (średnia temperatura dobowo nie niższa niż 10 st. C), średnią wymaganą wytrzymałość na ściskanie należy określić jako równą 1,3 R_b^G. Zawartość powietrza w mieszanke betonowej badana metodą ciśnieniową wg normy PN-EN 206-1:2003 nie powinna przekraczać:

- wartości 2% – w przypadku niestosowania domieszek napowietrzających,

- wartości 3,5÷5,5% – dla betonu narażonego na czynniki atmosferyczne, przy uziarnieniu kruszywa do 16 mm,
- wartości 4,5÷6,5% – dla betonu narażonego na stały dostęp wody przed zamarznięciem przy uziarnieniu kruszywa do 16 mm. Konsystencja mieszanek betonowych powinna być nie rzadsza od plastycznej, oznaczonej w normie symbolem K-3. Sprawdzanie konsystencji mieszanki przeprowadza się podczas projektowania jej składu i następnie przy wytwarzaniu.

Dopuszcza się dwie metody badania:

- metodą Ve-Be,
- metodą stożka opadowego.

Różnice pomiędzy założoną konsystencją mieszanki a kontrolowaną metodami określony-mi w normie PN-EN 206-1:2003 nie mogą przekraczać:

- $\pm 20\%$ wartości wskaźnika Ve-Be,
- ± 10 mm przy pomiarze stożkiem opadowym.

Pomiaru konsystencji mieszanek K1 do K3 (wg normy PN-EN 206-1:2003) trzeba dokonać aparatem Ve-Be. Dla konsystencji plastycznej K3 dopuszcza się na budowie pomiar przy pomocy stożka opadowego.

2.3.1 Deklaracja zgodności

Do każdej partii betonu powinno zostać wystawione przez producenta zaświadczenie o jakości betonu. Zaświadczenie to winno zawierać charakterystykę betonu, zastosowane dodatki; wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badań; wyniki badań dodatkowych; okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

2.3.2 Dowód dostawy betonu towarowego

Przy dostawie każdego ładunku mieszanki betonowej, producent powinien dostarczyć wykonawcy dowód dostawy, na którym są wydrukowane lub napisane ręcznie następujące informacje:

- nazwa wytwórni betonu towarowego;
- numer dowodu dostawy;
- data i godzina załadunku, np. godzina pierwszego kontaktu cementu i wody;
- numer rejestracyjny ciężarówki lub identyfikacja pojazdu;
- nabywca;
- nazwa i lokalizacja miejsca dostawy;
- szczegóły lub powołania specyfikacji, np. numer przepisu, numer zamówienia;
- ilość mieszanki betonowej w metrach sześciennych;
- deklaracja zgodności z powołaniem na specyfikację oraz EN 206-1;
- nazwa lub oznaczenie jednostki certyfikującej (jeśli dotyczy);
- godzina dostawy betonu na miejsce;
- godzina rozpoczęcia rozładunku;
- godzina zakończenia rozładunku.

Dodatkowo, dowód dostawy powinien zawierać następujące dane:

a) dla betonu projektowanego:

- klasę wytrzymałości;
- klasy ekspozycji;
- klasę zawartości chlorków;
- klasę konsystencji lub jej założoną wartość;
- wartości graniczne składu betonu, jeśli są określone;
- rodzaj i klasę wytrzymałości cementu, jeśli są określone;
- typ domieszki i typ dodatku, jeśli są określone;
- właściwości specjalne, jeśli są wymagane;
- maksymalny nominalny górny wymiar ziarna kruszywa;
- w przypadku betonu lekkiego lub ciężkiego: klasę gęstości lub założoną gęstość.

b) dla betonu recepturowego:

- szczegóły dotyczące składu, np. zawartość cementu i, jeśli to wymagane, typ domieszki;
- współczynnik w/c albo klasę konsystencji lub jej założoną wartość, jeśli są określone;
- maksymalny nominalny górny wymiar ziarna kruszywa.

W przypadku normowego betonu recepturowego, informacje, które mają być podane, powinny spełniać wymagania odpowiedniej normy.

2.3.3 Konsystencja betonu przy dostawie

W zasadzie zabrania się dodawania wody i domieszek do mieszanki betonowej przy jej dostarczaniu. W szczególnych przypadkach, na odpowiedzialność producenta, aby osiągnąć określoną wartość konsystencji dopuszcza się dodanie wody lub domieszek, pod warunkiem, że nie zostaną przekroczone wartości graniczne dopuszczane w specyfikacji, a dodanie

domieszki zostało uwzględnione w projekcie mieszanki betonowej. Każdorazowo należy odnotować w dowodzie dostawy ilość dodatkowej wody lub domieszki dodanej do betoniarki samochodowej.

UWAGA W przypadku dodania do mieszanki betonowej w betoniarnie samochodowej większej ilości wody lub domieszek niż dopuszcza specyfikacja, zaleca się zapisanie w dowodzie dostawy, że zarób lub ładunek betonu są "niezgodne". W dowodzie dostawy zaleca się zapisanie, że strona, która podjęła decyzję o dodaniu takich ilości jest odpowiedzialna za następstwa tej decyzji.

2.4 Szczególne wymagania projektowe dotyczące betonu architektonicznego

W wielu elementach budynku wskazanych w Dokumentacji, końcowe wykończenie stanowi surowa konstrukcja żelbetowa, wykonana w standardzie betonu architektonicznego

W celu zapewnienia wysokiej jakości betonu architektonicznego konieczne jest powołanie zespołu, który powinien składać się z przedstawicieli reprezentujących projektanta, wykonawcę (kierownika budowy), dostawcę deskowania i dostawcę betonu (technolog) oraz, jeśli zajdzie taka potrzeba, koordynatora (specjalistę, technologa ds. betonu architektonicznego).

Przy przeprowadzaniu wyceny i nakładu pracy związanej z wykonaniem części konstrukcji w betonie architektonicznym należy wziąć pod uwagę przedstawione poniżej zalecenia dotyczące wytwarzania betonu architektonicznego, opracowane przez Niemieckie Federalne Stowarzyszenie Producentów Cementu oraz przez Stowarzyszenie Producentów Cementu (wymagania dotyczące wykonawstwa elementów konstrukcji w standardzie betonu architektonicznego przedstawione zostały w pkt 5.11 niniejszej specyfikacji):

- Z uwagi na konieczność zapewnienia zaprojektowanej wytrzymałości oraz właściwej trwałości konstrukcji żelbetowych, beton powinien spełniać wymagania normy PN-EN 206-1,
- Receptura betonu musi być tak dobrana, by beton miał dobrą urabialność i by nie występowało zjawisko oddzielania się wody z betonu.
- Zawartość frakcji kruszywa o wymiarze do 0,25 mm powinna odpowiadać wartościom podanym w tabeli:

Zalecana wartość frakcji do 0,25 mm

Maksymalna wielkość ziaren kruszywa (mm)	Zalecana ilość mialkich frakcji (kg/m ³)
8	550
16	500
32	450

- Maksymalna wielkość kruszywa jest mniejsza niż minimalna grubość otuliny zbrojenia, przy gęstym zbrojeniu należy pomniejszyć tę wartość. W krytycznych miejscach złączyć należy zmniejszyć wielkość kruszywa.
- Faktura powierzchni betonu zależy od zawartości drobnych frakcji kruszywa. Zmiana stosu okruszowego w mieszance może mieć wpływ na jednorodność faktury powierzchni betonu. Stosowanie frakcjonowanego kruszywa pozwala na precyzyjne dobranie i utrzymywanie stałego składu mieszanki betonowej.
- Wartość stosunku wodno-cementowego nie powinna przekroczyć 0,55.
- Konsystencja zabudowy betonu winna leżeć w górnej granicy konsystencji plastycznej i powinna być jednakowa dla całej partii betonu użytej do wykonania danego elementu konstrukcji.
- Recepturę należy ustawić z możliwie małą ilością wody, a konsystencję regulować domieszkami plastyfikującymi – plastyfikatorami i superplastyfikatorami.
- Do wykonania betonu architektonicznego przyjmuje się zazwyczaj konsystencję S3 (100-150 mm) lub S4 (160-210 mm), dla których uzyskuje się łatwiejsze odpowietrzenie mieszanki. W szczególnych przypadkach, dla skomplikowanych przekrojów elementów lub bardzo gęstego zbrojenia, stosuje się konsystencję S5 (>200 mm) lub beton samozagęszczalny.
- W betonach architektonicznych wymaga się wysokiej optycznej jednorodności powierzchni, stąd dopuszcza się jedynie niewielkie odchyłki w składzie betonu. Przy stosowaniu domieszek, które zwykle mają wpływ na kolorystykę betonu, należy utrzymywać ich dozowanie na stałym poziomie w całej partii mieszanki do wykonania danego elementu konstrukcji.
- Z uwagi na decydujący wpływ cementu na barwę betonu, przy produkcji tych betonów należy stosować tylko jeden rodzaj cementu od jednego producenta pochodzący z tego samego klinkieru.
- Należy zadbać o to by kruszywa pochodziły z jednego źródła; szczególnie należy kontrolować i ograniczać wahania drobnych frakcji w piaskach.
- Zaleca się by ograniczyć do minimum dopuszczalne wahania wartości współczynnika wodno-cementowego. Stwierdzono bowiem, że wahania w/c w betonie w granicach 0,02 powodują wyraźne różnice w jego zabarwieniu.
- Mieszanka dla betonu architektonicznego wymaga zwykle użycia większej ilości cementu, niż jest to wymagane dla osiągnięcia wyspecyfikowanej klasy. Dla konstrukcji monolitycznych, wylewanych na budowie, wartość ta zwykle jest nie mniejsza, niż 350 kg/m³.
- Nie należy stosować do produkcji betonu wody resztkowej, czy kruszywa z odzysku, gdyż ma to niekontrolowany wpływ na kolor betonu.
- Parametry powyższe powinny być bardzo starannie kontrolowane w wytwórni i na budowie i ściśle utrzymywane w założonych granicach.
- Do powtarzalnej produkcji jednorodnej mieszanki betonowej nadają się jedynie mieszarki w dobrym stanie technicznym. Czas mieszania nie powinien przekraczać dwóch minut.
- Należy wybierać betoniarnie leżące w pobliżu placu budowy, tak aby możliwie skrócić czas transportu.

- Należy ustalić częstotliwość dowozu betonu, rozpisując plan przyjazdu na budowę poszczególnych betonowozów.
- Różnice łącznego czasu transportu od momentu załadunku betonu na betoniarni aż do jego rozładunku na placu budowy, pomiędzy poszczególnymi betonowozami nie mogą być duże i większe niż 15 min.
- Przy odbiorze betonu należy sprawdzić powtarzalność konsystencji.
- Przed rozpoczęciem realizacji należy sporządzić plan kontroli jakości, który zawiera dane odnośnie nadzoru poszczególnych zadań i odcinków budowy.
- Należy odpowiednio przeszkolić personel nadzoru technicznego.

Celowym też będzie wykonanie próbek betonu o różnych recepturach (z użyciem cementu z różnych cementowni i różnych kruszyw), aby osiągnąć możliwie jasny kolor dojrzalego betonu. Próbkę taką można testować na ścianach kondygnacji podziemnych. Wybraną recepturę należałoby konsekwentnie stosować w nadziemiu, opierając się na betonie z jednej wytwórni. Ważnym będzie uzyskanie możliwie jednolitego koloru betonu wykonywanego z różnych zarobów.

2.5 Warunki przyjęcia na budowę materiałów i wyrobów do robót betonowych

Materiały i wyroby do robót betonowych mogą być przyjęte na budowę, jeśli spełniają następujące warunki:

- są zgodne z ich wyszczególnieniem i charakterystyką podaną w dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej (szczegółowej)
- są właściwie opakowane, firmowo zamknięte (bez oznak naruszenia zamknięć) i oznakowane (pełna nazwa wyrobu, ewentualnie nazwa handlowa oraz symbol handlowy wyrobu),
- spełniają wymagane właściwości wskazane odpowiednimi dokumentami odniesienia,
- producent dostarczył dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego zastosowania wyrobów oraz karty techniczne (katalogowe) wyrobów lub firmowe wytyczne (zalecenia) stosowania wyrobów,
- spełniają wymagania wynikające z ich terminu przydatności do użycia.

Przyjęcie materiałów i wyrobów na budowę powinno być potwierdzone wpisem do dziennika budowy lub protokołem przyjęcia materiałów.

2.6 Warunki przechowywania materiałów i wyrobów do robót betonowych

Materiały i wyroby do robót betonowych powinny być przechowywane i magazynowane zgodnie z instrukcją producenta oraz wymaganiami odpowiednich dokumentów odniesienia tj. norm bądź aprobat technicznych. Pomieszczenie magazynowe do przechowywania materiałów i wyrobów opakowanych powinno być kryte, suche oraz zabezpieczone przed zawilgoceniem, opadami atmosferycznymi, przemarznięciem i przed działaniem promieni słonecznych. Wyroby konfekcjonowane powinny być przechowywane w oryginalnych, zamkniętych opakowaniach w temperaturze powyżej +5°C a poniżej +35°C. Wyroby pakowane w worki powinny być układane na paletach lub drewnianej wentylowanej podłodze, w ilości warstw nie większej niż 10. Jeżeli nie ma możliwości poboru wody na miejscu wykonywania robót, to wodę należy przechowywać w szczelnych i czystych pojemnikach lub cysternach. Nie wolno przechowywać wody w opakowaniach po środkach chemicznych lub w takich, w których wcześniej przetrzymywano materiały mogące zmienić skład chemiczny wody.

2.7 Stal zbrojeniowa

2.7.1 Asortyment stali zbrojeniowej

Stal zbrojeniową, zależnie od jej właściwości mechanicznych, zalicza się do odpowiedniej klasy jakości. Rozróżnia się pięć klas tej stali: A-0, A-I, A-II, A-III i A-IIIIN. W każdej z tych klas stali zbrojeniowej wyróżnia się jej gatunki, różniące się składem chemicznym i właściwościami fizycznymi.

Do podstawowych gatunków stali do zbrojenia konstrukcji żelbetowych zalicza się stal klasy A-IIIIN gatunku RB500W, A-III gatunek 34GS, A-II gatunek 18G2A, oraz stal klasy A-I gatunku St3S, A-0 gatunek St0S.

Ze względu na najlepsze parametry wytrzymałościowe należy w jak najszerszym zakresie stosować stal A-IIIIN.

Do zbrojenia konstrukcji żelbetowych prętami wiotkimi w obiektach budowlanych objętych zakresem kontraktu stosuje się stal klas i gatunków wg dokumentacji projektowej, wg normy PN-H-84023/6: AIIIIN, gatunku RB500W/BS500S-O.T.B. oraz stal klasy A-0, gatunku St0S.

Stal zbrojeniowa jest dostarczana jako walcówka w kręgach średnicy 55-do-100 cm i masie do 1000 kg lub w postaci prętów długości 10 do 12 m. Pręty ze stali klasy A-0 i A-I są okrągłe, gładkie, a ze stali wyższych klas – okrągłe, żebrowane.

Oprócz prętów jako zbrojenie konstrukcji żelbetowych stosuje się druty o średnicy 3-5 mm. W elemencie żelbetowym pręty nośne zaleca się wykonywać ze stali jednego gatunku.

Stal zbrojeniową z importu (a także inne gatunki stali, nie wymienione wyżej) można stosować wyłącznie po uzyskaniu odpowiedniego dokumentu dopuszczającego do obrotu i stosowania w budownictwie.

2.7.2 Właściwości mechaniczne i technologiczne stali zbrojeniowej

Pręty okrągłe żebrowane ze stali gatunku RB500W/BS500S-Q.T.B. (Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/ 2001-04-1115) o następujących parametrach:

- średnica pręta w mm 6÷40

- granica plastyczności R_e (min) w MPa 500
- wytrzymałość na rozciąganie R_m (min) w MPa 550
- wytrzymałość charakterystyczna w MPa 490
- wytrzymałość obliczeniowa w MPa 375
- wydłużenie (min) w % 10
- zginanie do kąta 60° brak pęknięć i rys w złączu.

Pręty okrągłe żebrowane ze stali gatunku 18G2-b wg normy PN-H-84023/06 o następujących parametrach:

- średnica pręta w mm $6 \div 32$
- granica plastyczności R_e (min) w MPa 355
- wytrzymałość na rozciąganie R_m (min) w MPa 490
- wytrzymałość charakterystyczna w MPa 355
- wytrzymałość obliczeniowa w MPa 295
- wydłużenie (min) w % 20
- zginanie do kąta 60° brak pęknięć i rys w złączu.

Pręty okrągłe żebrowane ze stali gatunku St3SX-b wg normy PN-H-84023/01 o następujących parametrach:

- średnica pręta w mm $5,5 \div 40$
- granica plastyczności R_e (min) w MPa 240
- wytrzymałość na rozciąganie R_m (min) w MPa 370
- wytrzymałość charakterystyczna w MPa 240
- wytrzymałość obliczeniowa w MPa 200
- wydłużenie (min) w % 24
- zginanie do kąta 180° brak pęknięć i rys w złączu.

Pręty okrągłe gładkie ze stali gatunku St0S-b wg normy PN-H-84023 o następujących parametrach:

- średnica pręta w mm $5,5 \div 40$
- granica plastyczności R_e (min) w MPa 220
- wytrzymałość na rozciąganie R_m (min) w MPa 310
- wydłużenie (min) w % 22
- zginanie do kąta 180° brak pęknięć i rys w złączu.

Powierzchnia walcówki i prętów powinna być bez pęknięć, pęcherzy i naderwań. Na powierzchni czołowej prętów niedopuszczone są jamy usadowe, rozwarstwienia, pęknięcia widoczne gołym okiem.

2.7.3 Wymagania przy odbiorze

Pręty stalowe do zbrojenia betonu powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-H-93215. Przeznaczona do odbioru na budowie partia prętów musi być zaopatrzona w atest, w którym mają być podane:

- nazwa wytwórcy,
- oznaczenie wyrobu wg normy PN-H-93215,
- numer wytopu lub numer partii,
- wszystkie wyniki przeprowadzonych badań oraz skład chemiczny według analizy wytopowej,
- masa partii,
- rodzaj obróbki cieplnej.

Na przywieszkach metalowych przymocowanych do każdej wiązki prętów lub kręgu prętów (po dwie do każdej wiązki) muszą znajdować się następujące informacje:

- znak wytwórcy,
- średnica nominalna,
- znak stali,
- numer wytopu lub numer partii,
- znak obróbki cieplnej.

2.8 Druć montażowy

Do montażu prętów zbrojenia należy używać wyżarzonego drutu stalowego, tzw. wiązałkowego.

2.9 Podkładki dystansowe, stabilizatory, korki

W celu zapewnienia wymaganej grubości otuliny betonowej używane są odpowiednie podkładki dystansowe z betonu lub tworzywa, krażki dystansowe z tworzywa sztucznego zakładane na pręty lub inne specjalistyczne elementy dystansowe ze stali, betonu lub tworzyw sztucznych. Podkładki dystansowe muszą być przymocowane do prętów.

Otworki w ścianach i innych elementach po rurkach dystansowych powinny być zamknięte specjalnymi korkami z tworzywa lub betonu.

Z uwagi na wykonawstwo dużej części konstrukcji żelbetowych w standardzie betonu architektonicznego, dla tej części konstrukcji żelbetowych dopuszcza się stosowanie stabilizatorów, podkładek dystansowych i korków wyłącznie z betonu.

2.10 Impregnat do betonu

Przeznaczenie

- Preparat ochronny do zabezpieczenia widocznej powierzchni konstrukcji betonowych przed pyleniem i brudzeniem.

Parametry:

- Niewidoczny impregnat zabezpieczający beton przed brudem i pyleniem.
- Wykonawca zobowiązany jest do uzgodnienia z Architektem rodzaju przewidzianego do zastosowania impregnatu.

Przykładowe marki referencyjne:

1. SOPRO Polska Sp. z o.o. – Sopro FS 714,
2. Sika Sikagard®-703W
3. Wojciech Gołdziński MEEX S-GRUNT
lub równorzędne

2.11 Pozostałe wyroby stosowane do wykonania konstrukcji żelbetowych

Do wykonywania zbrojenia konstrukcji żelbetowych stosuje się – poza wyrobami wymienionymi powyżej, prętami, siatkami i szkieletami – inne wyroby umożliwiające jego prawidłowe wykonanie lub stanowiące zakotwienie innych elementów.

Do wyrobów tych można zaliczyć:

- szyny i uchwyty montażowe do umocowania np. elementów elewacji,
- systemowe łączniki dylatacyjne w dylatacjach stropów i belek wg wymagań Dokumentacji, np. firmy Schock, Halfen, Pfeifer, lub równorzędne
- marki i okucia,
- urządzenia kotwiące,
- łączniki prętów,
- stojaki,
- zabezpieczenia końców prętów,
- listwy narożnikowe,
- pozostałe materiały nie uwzględnione w specyfikacji a wymagane do prawidłowego, zgodnego z Dokumentacją i i sztuką budowlaną wykonania projektowanych elementów żelbetowych.

Marki, okucia, urządzenia kotwiące i stojaki wykonuje się zgodnie z wymaganiami dla konstrukcji stalowych i normą PN-90/B-03200.

Wszystkie wyroby, przeznaczone do zabetonowania, powinny być dopuszczone do obrotu i stosowania.

3. SPRZĘT

3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu określone zostały w OST AR-0 pkt 3.

Wykonawca jest zobowiązany do używania takiego sprzętu i narzędzi, które nie spowodują niekorzystnego wpływu na jakość materiałów i wykonywanych robót oraz będą przyjazne dla środowiska.

Do wykonywania robót betonowych i zbrojeniowych należy stosować następujący sprzęt i narzędzia pomocnicze:

3.2 Sprzęt do wykonywania robót betonowych

3.2.1 Dozowanie składników

Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo legalizacji. Składniki muszą być dozowane wagowo.

3.2.2 Mieszanie składników

Mieszanie składników musi odbywać się wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosować mieszarek wolnospadowych).

3.2.3 Transport mieszanki betonowej

Do transportu zewnętrznego mieszanek betonowych należy stosować mieszalniki samochodowe (tzw. „gruszki”). Ilość „gruszek” należy dobrać tak, aby zapewnić wymaganą szybkość betonowania z uwzględnieniem odległości dowozu, czasu twardnienia betonu oraz koniecznej rezerwy w przypadku awarii samochodu. Niedozwolone jest stosowanie samochodów skrzyniowych ani wywozów, z wyjątkiem betonów podkładowych o konsystencji półsuchej.

3.2.4 Podawanie mieszanki

Do podawania mieszanek należy stosować pojemniki lub pompy do podawania mieszanek plastycznych. Dopuszcza się także przenośniki taśmowe jednoosekcyjne do podawania mieszanki na odległość nie większą niż 10 m.

3.2.5 Zagęszczanie

Mieszanke betonową zagęszcza się wibratorami wglębnymi (pograżalnymi) oraz powierzchniowymi (płaszczyznowymi).

Do zagęszczania mieszanki betonowej o konsystencji plastycznej i gęstoplastycznej stosuje się wibratory wglębne o częstotliwości drgań min. 6000 drgań/min. z buławami lub prętami o średnicy nie większej od 0,65 odległości między prętami zbrojenia krzyżującymi się w płaszczyźnie poziomej.

Wibratory powierzchniowe, w postaci np. belek i łąt wibracyjnych stosuje się do wyrównywania powierzchni betonu w podłożach, posadzkach i stropach. Powinny one charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości.

3.3 Sprzęt do przygotowania i montażu zbrojenia

Sprzęt używany przy przygotowaniu i montażu zbrojenia wiotkiego w konstrukcjach budowlanych powinien spełniać wymagania obowiązujące w budownictwie ogólnym. W szczególności wszystkie rodzaje sprzętu, jak: giętarki, prościarki, zgrzewarki, spawarki powinny być sprawne oraz posiadać fabryczną gwarancję i instrukcję obsługi. Sprzęt powinien spełniać wymagania BHP, jak przykładowo osłony zębatych i pasowych urządzeń mechanicznych. Miejsca lub elementy szczególnie niebezpieczne dla obsługi powinny być specjalnie oznaczone. Sprzęt ten powinien podlegać kontroli osoby odpowiedzialnej za BHP na budowie. Osoby obsługujące sprzęt powinny być odpowiednio przeszkolone.

Do wykonywania zbrojenia winny być wykorzystywane następujące urządzenia:

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

3.4 Sprzęt do wykonania robót pomocniczych

Sprzęt do czyszczenia i mycia powierzchni betonu – agregaty ciśnieniowe do mycia powierzchni wodą zimną i podgrzaną pod wysokim ciśnieniem, ręczne i elektryczne narzędzia do czyszczenia betonu (młotki, szczotki, szlifierki itp.).

Sprzęt do szpachlowania i wyrównywania betonu – ręczne i elektryczne narzędzia do wyrównywania betonu (młotki, szlifierki itp.) mieszadła i pojemniki do przygotowywania zapraw naprawczych, ręczne narzędzia do nakładania i zacierania zapraw.

Sprzęt do malowania – ręczne narzędzia malarskie (pędzle, wałki, pojemniki na farbę, szpachelki, uchwyty do papieru ściernego), ewentualnie pneumatyczne lub elektryczne pistolety do malowania, drabiny, rusztowania, podnośniki mechaniczne.

4. TRANSPORT

4.1 Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące transportu określone zostały w OST AR-0 pkt 4.

4.2 Transport i magazynowanie materiałów

4.2.1 Transport cementu i przechowywanie cementu – wg PN-EN 197-1:2002

- Cement wysyłany w opakowaniu powinien być pakowany w worki papierowe WK co najmniej trzywarstwowe wg PN-EN 197-1:2002.
- Masa worka z cementem powinna wynosić 50 ± 2 kg. Kolory rozpoznawcze worków oraz napisy na workach powinny być zgodne z PN-EN 197-1:2002.
- Dla cementu luzem należy stosować cementowagony i cementosamochody wyposażone we wsypy umożliwiające grawitacyjne napełnianie zbiorników i urządzenie do ładowania i wyładowania cementu. Cement wysyłany luzem powinien mieć identyfikator zawierający dane zgodnie z PN-EN 197-1:2002.
- Do każdej partii dostarczanego cementu powinien być dołączony dokument dostawy zawierający dane oraz sygnaturę odbiorczą kontroli jakości wg PN-B-197-1:2002.
- Cementy dostarczane w workach, różniące się rodzajem, klasą wytrzymałości lub innymi właściwościami, powinny być magazynowane oddzielnie w sposób umożliwiający ich łatwą identyfikację.
- Cementy dostarczane luzem, różniące się rodzajem, klasą wytrzymałości lub innymi właściwościami, powinny być składowane w oddzielnych silosach, oznaczonych w sposób umożliwiający rozróżnienie cementu.
- Cementy, dodatki i domieszki do betonu należy starannie chronić przed wodą i wilgocią.

4.2.2 Magazynowanie kruszywa

Kruszywo należy przechowywać na dobrze zagęszczonym i odwodnionym podłożu w warunkach zabezpieczających je przed rozfrakcjonowaniem, zanieczyszczeniem oraz zmieszaniem z kruszywem innych klas petrograficznych, asortymentów, marek i gatunków.

4.2.3 Ogólne zasady transportu masy betonowej

Masę betonową należy transportować środkami nie powodującymi segregacji ani zmian w składzie masy w stosunku do stanu początkowego, w miarę możliwości bez przeładunków. Masę betonową można transportować mieszalnikami samochodowymi, tzw. „gruszkami”, mieszającymi ją w czasie jazdy. Ilość gruszek należy dobrać tak, aby zapewnić wymaganą szybkość betonowania z uwzględnieniem odległości dowozu, czasu twardnienia betonu oraz koniecznej rezerwy w przypadku awarii samochodu. Niedozwolone jest stosowanie samochodów skrzyniowych ani wywrotek, z wyjątkiem betonów podkładowych o konsystencji półsuchej.

Czas trwania transportu i jego organizacja powinny zapewniać dostarczenie do miejsca układania masy betonowej o takim stopniu ciekłości i temperaturze, jakie zostały ustalone dla danego sposobu zagęszczenia i rodzaju konstrukcji, dla określonej temperatury otoczenia w miejscu betonowania.

Czas transportu nie powinien przekraczać okresu wstępnego wiązania mieszanki betonowej i powinien być określony przez wytwórcę w zależności od konsystencji betonu i panujących warunków atmosferycznych.

Przy braku określenia czasu transportu przez wytwórcę można przyjąć, że czas transportu i wbudowania mieszanki nie powinien być dłuższy niż:

- 90 minut przy temperaturze otoczenia +15°C
- 70 minut przy temperaturze otoczenia +20°C
- 30 minut przy temperaturze otoczenia +30°C

W przeciętnych warunkach można także przyjmować, że odległość dostawy mieszanki betonowej nie powinna być większa, niż:

- 15 km – w przypadku transportu mieszanki betonowej o temperaturze normalnej i konsystencji od wilgotnej do półcieklej, z jej mieszaniem podczas transportu i pod warunkiem, że transport odbywa się po drogach o dobrze utrzymanej nawierzchni,
- 12 km – w przypadku transportu mieszanki w specjalnych pojemnikach, w warunkach jak powyżej,
- 5 do 8 km – w przypadku transportu mieszanki o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej urządzeniami przystosowanymi do mieszania podczas transportu,
- 4 do 5 km – w przypadku transportu mieszanki o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej bez mieszania podczas transportu,
- 2 do 3 km – w przypadku transportu mieszanki o konsystencji półcieklej bez mieszania podczas transportu,

Transport mieszanek betonowych w gruszkach powinien być tak zorganizowany, aby wyładunek następował bezpośrednio nad miejscem ułożenia mieszanki lub – jeśli jest to niemożliwe – w pobliżu betonowanej konstrukcji lub elementu. Natomiast w przypadku, gdy dalszy transport mieszanki na miejsce jej ułożenia ma odbywać się:

- za pomocą pomp do betonu – pojemnik samochodu należy opróżniać bezpośrednio do skrzyni załadowniczej pompy,
- pojemnikami kołowymi lub przenoszonymi przy pomocy urządzeń dźwigowych – pojemnik samochodu należy opróżniać bezpośrednio do tych pojemników.

Do transportu mieszanki betonowej na terenie budowy zaleca się stosowanie:

- pomp zamontowanych na podwoziu samochodowym z ruchomym wysięgnikiem wyposażonym w ruchome i elastyczne przewody do podawania mieszanki betonowej pod ciśnieniem bezpośrednio w miejsce wbudowania,
- pomp stacjonarnych z zastosowaniem systemu rurociągów i specjalistycznych urządzeń do układania betonu (poruszanych mechanicznie lub ręcznie), usytuowanych w pobliżu miejsca układania mieszanki,
- urządzeń dźwigowych przy zastosowaniu specjalnych pojemników do przenoszenia i układania mieszanki betonowej,

Niewielkie ilości mieszanki betonowej zaleca się dostarczać na miejsce ułożenia za pomocą wózków kołowych (japonek) taczek lub pojemników do transportu mieszanki, napełnianych bezpośrednio z betoniarki lub gruszki do transportu mieszanki betonowej.

4.2.4 Transport masy betonowej przenośnikami taśmowymi

Dopuszcza się transportowanie przenośnikami taśmowymi przy zachowaniu następujących warunków:

- masa betonowa powinna być co najmniej konsystencji plastycznej
- szybkość posuwu taśmy nie powinna być większa niż 1 m/s
- kąt pochylenia przenośnika nie powinien być większy niż 18° przy transporcie do góry i 12° przy transporcie w dół
- przenośnik powinien być wyposażony w urządzenie do równomiernego wysypywania masy oraz do zgarniania zaprawy i zaczynu z taśmy przy jej ruchu powrotnym przy czym zgarnięty materiał powinien być stopniowo wprowadzony do dostarczanej masy betonowej.

4.2.5 Transport stali zbrojeniowej

Pręty do zbrojenia powinny być przewożone odpowiednimi środkami transportu, w sposób zapewniający uniknięcie trwałych odkształceń oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego.

Wymiary i masa elementów zbrojenia powinny być dostosowane do środków transportu, którymi dysponuje Wykonawca.

4.2.6 Składowanie stali zbrojeniowej

Zarówno pręty, jak siatki i szkielety do zbrojenia konstrukcji, powinny być oznakowane w sposób umożliwiający ich jednoznaczną identyfikację.

Dostarczone kręgi i wiązki prętów powinny być zaopatrzone w przywieszki zawierające:

- znak wytwórcy,
- średnicę nominalną,
- znak gatunku stali,
- numer wytopu,
- znak obróbki cieplnej.

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.

Każda partia dostarczonej stali powinna mieć zaświadczenie o jakości (atest hutniczy).

Wiązki prętów, pakiety siatek, szkieletów płaskich i przestrzennych powinny być składowane na utwardzonym podłożu, na podkładkach drewnianych bądź przenośnych stojakach, rozstawionych co maksimum 1,5 m, jeżeli średnica prętów podłużnych wynosi < 12 mm, lub co maksimum 2,0 m, jeżeli średnica prętów podłużnych wynosi ≥ 12 mm, pod zadaszeniem, posortowane wg wymiarów i gatunków. Odgięte pręty zbrojeniowe powinny być składowane na wydzielonych, uporządkowanych miejscach, w sposób nie powodujący ich uszkodzenia i pomieszania. Druty składowane być winny w magazynie zamkniętym, w kręgach, posortowane wg wymiarów i gatunków. Stal w kręgach układa się na płask (do ośmiu warstw) lub opierając jeden krąg o drugi. Szkielety płaskie jednego rozmiaru powinny być układane na płask w taki sposób, aby pręty poprzeczne i podłużne leżały na przemian, tj. pręt poprzeczny nad i pod prętem podłużnym, w pakietach po 10 do 20 szt. Pakiety szkieletów układa się w stosy o wysokości nie większej, niż trzykrotna szerokość szkieletu.

Pręty zbrojeniowe i siatki należy segregować według klas i gatunków, średnicy i długości prętów oraz wymiarów siatek.

Nie wolno układać stali bezpośrednio na gruncie.

4.3 Transport i składowanie materiałów pomocniczych

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i właściwości przewożonych materiałów i urządzeń.

Materiały pomocnicze do robót betoniarskich należy przewozić na paletach, w szczelnych opakowaniach fabrycznych, dowolnymi środkami transportu, skutecznie zabezpieczone przed zawilgoceniem i uszkodzeniem.

Załadunek i rozładunek powinien odbywać się w sposób zmechanizowany przy pomocy wózka widłowego o udźwigu dostosowanym do ciężaru palety lub żurawia wyposażonego w zawieszki z widłami.

Na każdym opakowaniu wyrobów budowlanych powinna znajdować się etykieta zawierająca oznakowanie znakiem CE lub znakiem budowlanym, zawierająca wymagane prawem informacje o producencie i o spełnieniu wymagań odpowiednich zharmonizowanych (znak CE) lub krajowych (znak budowlany) norm i specyfikacji technicznych, wyszczególnione w OST AR 0 pkt 4.2.

Dodatkowo na etykiecie powinny się znaleźć istotne informacje handlowe, w tym przede wszystkim:

- nazwa, rodzaj, typ, odmiana, gatunek itp. wyrobu, umożliwiające jego jednoznaczną identyfikację,
- wymiary i inne istotne parametry techniczne,
- ilość i jednostka miary wyrobu, zawarta w opakowaniu jednostkowym i / lub zbiorczym,
- datę produkcji i nr partii,

oraz inne, istotne informacje o wyrobie budowlanym.

Do wyrobów powinna być dołączona instrukcja przechowywania i stosowania sporządzona w języku polskim.

Dodatkowo, do wyrobów powinny być dołączone przez producenta wszelkie inne dokumenty, wymagane przepisami, wyszczególnione w OST AR-0 pkt 4.2.

Materiały przechowywać w oryginalnych opakowaniach w pomieszczeniach zabezpieczonych przed wpływem warunków atmosferycznych, w temperaturze dodatniej, zgodnie z instrukcją producenta.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1 Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w OST AR-0 pkt 5.1.

W ramach wykonywania Robót, poza pracami zasadniczymi, Wykonawca jest zobowiązany wykonać także wszystkie inne prace towarzyszące i pomocnicze oraz dostarczyć i wbudować wszelkie materiały pomocnicze, także nie wymienione bezpośrednio w Dokumentacji projektowej, Specyfikacjach lub przedmiarach, możliwe do przewidzenia przez Wykonawcę zgodnie z aktualną wiedzą i sztuką budowlaną lub wymaganiami dostawców podstawowych materiałów i urządzeń, niezbędne do poprawnego i zgodnego z Dokumentacją wykonania i odbioru Robót zasadniczych.

Wykonawca przedstawi Inspektorowi nadzoru do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniające wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty betonowe i zbrojarskie oraz projekty deskowań i rusztowań.

5.2 Warunki przystąpienia do robót

Rozpoczęcie robót betoniarskich może nastąpić na podstawie dostarczonego przez Wykonawcę szczegółowego programu i dokumentacji technologicznej (zaakceptowanej przez Inspektora nadzoru) obejmującej:

- wybór składników betonu,
- opracowanie receptur laboratoryjnych i roboczych,
- sposób wytwarzania mieszanki betonowej,
- sposób transportu mieszanki betonowej,
- kolejność i sposób betonowania,
- wskazanie przerw roboczych i sposobu łączenia betonu w tych przerwach,
- sposób pielęgnacji betonu,
- warunki rozformowania konstrukcji (deskowania),
- zestawienie koniecznych badań.

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

- prawidłowość wykonania deskowań, rusztowań, usztywnień pomostów itp.,
- prawidłowość wykonania zbrojenia,
- zgodność rzędnych z projektem,
- czystość deskowania oraz obecność wkładek dystansowych zapewniających wymaganą wielkość otuliny,
- przygotowanie powierzchni betonu uprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- prawidłowość wykonania wszystkich robót zanikających, między innymi wykonania przerw dylatacyjnych, warstw izolacyjnych, itp.,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezmiennosć kształtu elementów wbudowanych w betonową konstrukcję (kanałów, wpustów, sączków, kotw, rur itp.),
- gotowość sprzętu i urządzeń do prowadzenia betonowania.

Deskowanie i zbrojenie winno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci, brudu, płatków rdzy. Powierzchnia deskowania winna być powleczone środkiem uniemożliwiającym przywarcie betonu do deskowania.

Roboty betoniarskie muszą być wykonane zgodnie z wymaganiami norm: PN-EN 13670, PN-EN 206-1:2003 i PN-B-06251. Betonowanie można rozpocząć po uzyskaniu zezwolenia Inspektora nadzoru potwierdzonego wpisem do dziennika budowy.

5.3 Wytwarzanie, podawanie i układanie mieszanki betonowej

Wytwarzanie mieszanki betonowej powinno odbywać się wyłącznie w wyspecjalizowanym zakładzie produkcji betonu, który może zapewnić żądane w ST wymagania. Możliwe jest też wytwarzanie mieszanki betonowej w węzłach betoniarskich, zorganizowanych na placu budowy, pod warunkiem właściwego ich zorganizowania, wyposażenia w atestowany sprzęt do produkcji i badania jakości surowców i wytworzonego betonu oraz prowadzenia ich eksploatacji przez odpowiednio wykwalifikowany specjalistyczny personel. Stan techniczny takich węzłów, procedury produkcji i badania jakości betonu, wyszkolenie i doświadczenie personelu, receptury produkowanego betonu oraz atesty stosowanych surowców podlegają zatwierdzeniu przez Inspektora nadzoru.

Dozowanie składników do mieszanki betonowej powinno być dokonywane wyłącznie wagowo z dokładnością:

- $\pm 2\%$ – przy dozowaniu cementu i wody,
- $\pm 3\%$ – przy dozowaniu kruszywa.

Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo legalizacji. Wagi powinny być kontrolowane co najmniej raz w roku. Urządzenia dozujące wodę i płynne domieszki powinny być sprawdzane co najmniej raz w miesiącu. Przy dozowaniu składników powinno się uwzględniać korektę związaną ze zmiennym zawilgoceniem kruszywa. Czas mieszania należy ustalić doświadczalnie, jednak nie powinien on być krótszy niż 2 minuty.

Do podawania mieszanek betonowych należy stosować pojemniki o konstrukcji umożliwiającej łatwe ich opróżnianie lub pompy przystosowanej do podawania mieszanek plastycznych. Przy stosowaniu pomp wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie.

Jednym z najważniejszych problemów podczas układania mieszanki jest **niedopuszczenie do rozsegregowania jej składników**, dlatego mieszanki betonowej nie należy zrzucać z wysokości większej niż 0,75 m od powierzchni, na którą spada. W przypadku, gdy wysokość ta jest większa, należy mieszankę podawać za pomocą rynny zsykowej (do wysokości 3,0 m) lub leja zsykowego teleskopowego (do wysokości 8,0 m).

Należy unikać rozmieszczania mieszanki betonowej w deskowaniu za pomocą łopat, gdyż następuje wówczas niekorzystne zjawisko napowietrzania betonu oraz segregacji kruszywa.

Przy wykonywaniu elementów konstrukcji monolitycznych należy przestrzegać wymogów dokumentacji technologicznej, która powinna uwzględniać następujące zalecenia:

- w fundamentach, ścianach i ramach mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy bądź też za pośrednictwem rynny warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami wgłębnymi,
- przy wykonywaniu płyt mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy,
- przy betonowaniu ociepów, gzymsów, wsporników, zamków i stref przydylatacyjnych stosować wibratory wgłębne,

- słupy o przekroju co najmniej 40 x 40 cm, lecz nie większym niż 0,8 m², bez krzyżującego się zbrojenia, mogą być betonowane od góry do wysokości nie większej niż 5 m; w wypadku mieszanki o konsystencji plastycznej lub ciekłej wysokość ta nie powinna przekraczać 3,5 m.
- Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy spełniać następujące warunki:
 - wibratory węgłne stosować o częstotliwości min. 6000 drgań na minutę, z buławami o średnicy nie większej niż 0,65 odległości między prętami zbrojenia łączącymi w płaszczyźnie poziomej,
 - podczas zagęszczania wibratorami węgłnymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora,
 - podczas zagęszczania wibratorami węgłnymi należy zagłębiać buławę na głębokość 5÷8 cm w warstwę poprzednią i przytrzymywać buławę w jednym miejscu w czasie 20÷30 s., po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym,
 - kolejne miejsca zagłębienia buławy powinny być od siebie oddalone o 1,4 R, gdzie R jest promieniem skutecznego działania wibratora; odległość ta zwykle wynosi 0,3÷0,5 m,
 - belki (ławy) wibracyjne powinny być stosowane do wyrównania powierzchni betonu płyt pomostów i charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości;
 - czas zagęszczania wibratorem powierzchniowym lub belką (ławą) wibracyjną w jednym miejscu powinien wynosić od 30 do 60 s.,
 - cienkie elementy pionowe grubości do 25 cm, zagęszcza się wibratorami przyczepnymi, przymocowanymi np. do jarzma deskowania słupa bądź stężeń deskowania ścian, oś wirnika wibratora powinna być pionowa;
 - zasięg działania wibratorów przyczepnych wynosi zwykle od 20 do 50 cm w kierunku głębokości i od 1,0 do 1,5 m w kierunku długości elementu; rozstaw wibratorów należy ustalić doświadczalnie tak, aby nie powstawały martwe pola,
 - zagęszczanie ręczne (za pomocą sztychowania i jednoczesnego lekkiego opukiwania deskowania młotkiem drewnianym) może być stosowane tylko w wypadku mieszanek betonowych o konsystencji ciekłej i półciekłej lub gdy zbrojenie jest zbyt gęste i uniemożliwia użycie wibratorów pogrążalnych.
- Zasady układania mieszanki betonowej w konstrukcjach masywnych, deskowaniach ślizgowych, a także przerwy robocze w betonowaniu konstrukcji powinny być ustalone z Projektantem.
- Ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej powinno być uzgodnione w Projektantem, a w prostszych przypadkach można się kierować zasadą, że powinna ona być prostopadła do powierzchni elementu.
- Powierzchnia betonu w miejscu przerwania betonowania powinna mieć temperaturę powyżej 0°C a także powinna być starannie przygotowana do połączenia betonu stwardniałego ze świeżym przez usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego, luźnych okruszków betonu i warstwy szklawa cementowego oraz zwilżenie wodą. Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.
- W przypadku przerwy w układaniu betonu zagęszczanym przez wibrowanie wznowienie betonowania nie powinno się odbyć później niż w ciągu 3 godzin lub po całkowitym stwardnieniu betonu.
- Jeżeli temperatura powietrza jest wyższa niż 20 st. C, czas trwania przerwy nie powinien przekraczać 2 godzin.
- Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu.
- W przypadku, gdy betonowanie konstrukcji wykonywane jest także w nocy, konieczne jest wcześniejsze przygotowanie odpowiedniego oświetlenia, zapewniającego prawidłowe wykonawstwo robót i dostateczne warunki bezpieczeństwa pracy.

5.4 Osadzenie elementów kotwiących

Osadzenie w betonie elementów kotwiących i marek dla konstrukcji stalowej i elementów wyposażenia budynku musi odbywać się pod ścisłym nadzorem geodezyjnym w celu wyeliminowania jakichkolwiek odchylek.

5.5 Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu

Betonowanie konstrukcji należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż plus 5 st. C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości co najmniej 15 MPa przed pierwszym zamarznięciem. Uzyskanie wytrzymałości 15 MPa powinno być zbadane na próbkach przechowywanych w takich samych warunkach, jak zabetonowana konstrukcja.

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do –5 st. C, jednak wymaga to zgody Inspektora nadzoru oraz zapewnienia temperatury mieszanki betonowej +20 st. C w chwili układania i zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni. Temperatura mieszanki betonowej w chwili opróżniania betoniarki nie powinna być wyższa niż 35 st. C.

Podłoże, deskowanie lub elementy konstrukcyjne stykające się z częścią konstrukcji przeznaczoną do betonowania powinny mieć temperaturę, która nie powoduje zamarzania betonu, zanim osiągnie on wystarczającą wytrzymałość gwarantującą odporność na zamarzanie. Nie zaleca się betonowania na zamrożonym gruncie, jeżeli nie zostaną zastosowane specjalne procedury.

Roboty betonowe mogą być prowadzone w okresie obniżonych temperatur, jeżeli zostaną zachowane warunki umożliwiające wiązanie i twardnienie mieszanki betonowej w temperaturach dodatnich. Jako temperaturę obniżoną, wpływającą na spowolnienie tego procesu, przyjmuje się temperaturę otoczenia wynoszącą poniżej +10°C, a średnią dobową temperaturę

+5°C należy traktować jako graniczną, przy której mieszaninę betonową ułożoną w deskowaniu trzeba chronić przed utratą ciepła. Jeżeli przewiduje się wykonywanie robót betonowych w okresie obniżonych temperatur, to w dokumentacji technicznej należy określić właściwą organizację i technologię wykonania tych robót. W razie konieczności należy ustalić z Projektantem wymagania dotyczące prowadzenia prac przy temperaturach granicznych: do +5°C, do —3, poniżej —3 do —10 oraz poniżej —10 do —15°C.

Wymagania te muszą zabezpieczyć uzyskanie przez beton pełnej wymaganej mrozoodporności. Pod tym pojęciem – w przypadku betonu narażonego na działanie czynników atmosferycznych – należy rozumieć osiągnięcie wytrzymałości na ściskanie: 5 MPa przez beton na cemencie portlandzkim, 8 MPa przez beton na cemencie portlandzkim z dodatkami, 10 MPa przez beton na cemencie hutniczym.

Nie dopuszcza się prowadzenia betonowania w temperaturach poniżej +5°C w odniesieniu do konstrukcji płyty fundamentowej, stropu poziomu 0.00 oraz ścian i słupów podziemia.

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

Szczegółowe informacje dotyczące wykonywania robót betonowych w okresie obniżonych temperatur są podane m.in. w instrukcji ITB nr 282/88.

Niedopuszczalne jest kontynuowanie betonowania w czasie ulewnego deszczu, należy wówczas zabezpieczyć miejsce robót za pomocą mat lub folii.

5.6 Pielęgnacja betonu

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi wodoszczelnymi osłonami zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i nasłonecznieniem.

Przy temperaturze otoczenia wyższej niż +5 st. C należy nie później niż po 12 godz. od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 7 dni (przez polewanie co najmniej 3 razy na dobę).

Przy temperaturze otoczenia +15 st. C i wyższej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej 1 raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę.

Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN-EN 1008-1:2004.

W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami przynajmniej do chwili uzyskania przez niego wytrzymałości na ściskanie co najmniej 15 MPa.

5.7 Wykańczanie powierzchni betonu, impregnacja

Ogólne warunki wykonania robót dla impregnacji ścian przyjmuje się analogicznie, jak dla robót malarskich (SST AR-MA pkt 5.3).

Dla powierzchni betonu obowiązują następujące wymagania:

- wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień między ziarnami kruszywa, przełomami i wyrzuszeniami ponad powierzchnię,
- pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
- wypukłości i wgłębienia nie powinny być większe niż 2 mm.

Ostre krawędzie betonu po rozdeskowaniu powinny być oszlifowane. Jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje specjalnego wykończenia powierzchni betonowych konstrukcji, to bezpośrednio po rozebraniu deskowań należy wszystkie wystające nierówności wyrównać za pomocą tarcz karborundowych i czystej wody. Wyklucza się szpachlowanie konstrukcji po rozdeskowaniu.

Otworki w ścianach i innych elementach po rurkach dystansowych powinny być zamknięte specjalnymi korkami z tworzywa lub betonu.

Do wykonywania robót wykończeniowych powierzchni betonowych można przystąpić w przypadku ustalenia przez Inspektora nadzoru i Architekta, że wykonanie takich prac jest niezbędne dla uzyskania właściwego stanu wykończonych powierzchni odsłoniętego betonu. Inspektor nadzoru i Architekt ustali miejsca wykonania tych robót i zakres prac do wykonania, wpisując te informacje do dziennika budowy.

Ściany w obszarach prowadzenia prac należy przygotować przez oczyszczenie z zanieczyszczeń, luźnego betonu, pozostałości materiałów po wykonaniu ścian szczelinowych itp.

5.8 Rusztowania

Rusztowania służące do podparcia deskowań należy wykonać na podstawie projektu technologicznego opracowanego przez Wykonawcę w ramach ceny kontraktowej i uzgodnionej z Inspektorem nadzoru.

Rusztowania mogą być wykonane z elementów drewnianych lub stalowych.

Rusztowania powinny w czasie ich eksploatacji zapewnić sztywność i niezmienność układu geometrycznego i bezpieczeństwo konstrukcji.

Wykonanie rusztowań powinno uwzględniać „podniesienie wykonawcze” związane za strzałką konstrukcji oraz ugięciem i osiadaniem rusztowań pod wpływem ciężaru układanego betonu.

Wykonawca powinien przedłożyć Inspektorowi nadzoru do akceptacji szczegółowe rysunki robocze rusztowań.

Całkowita rozbiórka rusztowań może nastąpić po osiągnięciu przez beton wytrzymałości wymaganej przez PN-B-06251.

Rusztowanie należy rozbierać stopniowo, pod ścisłym nadzorem, unikając jednoczesnego usunięcia większej liczby podpór. Terminy rozdeskowania konstrukcji należy ustalić według PN-B-06251.

5.9 Deskowania

Prawidłowość wykonania deskowań i rusztowań należy sprawdzić przed ich użytkowaniem (dokonać odbioru). Sprawdzenie to i dopuszczenie do użytkowania powinno być potwierdzone zapisem w dzienniku budowy. Deskowania i związane z nimi rusztowania powinny zapewnić sztywność i niezmienność wymiarów konstrukcji podczas układania zbrojenia, betonowania i dojrzewania betonu, a więc w całym okresie ich eksploatacji.

Deskowania dla podstawowych elementów konstrukcji obiektu (ustroju nośnego, podpór) należy wykonać według projektu technologicznego deskowania, opracowanego na podstawie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. Projekt opracuje Wykonawca w ramach ceny kontraktowej i uzgadnia z Projektantem. Konstrukcja deskowań powinna być sprawdzana na siły wywołane parciem świeżej masy betonowej i uderzeniami przy jej wylewaniu z pojemników oraz powinna uwzględniać:

- ciężar własny deskowania, zbrojenia i betonu,
- parcie betonu na deskowanie,
- szybkość betonowania,
- sposób zagęszczania,
- obciążenia technologiczne (ekipa wykonawcza, sprzęt, pomosty robocze itp.), obejmujące statyczne i dynamiczne oddziaływania związane z układaniem i wibrowaniem mieszanki betonowej oraz lokalnym transportem po wznoszonej konstrukcji,
- obciążenia wiatrem i śniegiem.

Konstrukcja deskowania powinna spełniać następujące warunki:

- zapewniać odpowiednią sztywność i niezmienność kształtu konstrukcji,
- zapewniać jednorodną powierzchnię betonu,
- zapewniać odpowiednią szczelność,
- zapewniać łatwy ich montaż i demontaż oraz wielokrotność użycia,
- wykazywać odporność na deformację pod wpływem warunków atmosferycznych.

Deskowania belek, łuków i sklepień o rozpiętości powyżej 4 m powinny być wykonane ze strzałką konstrukcyjną odwrotną do kierunku ugięcia konstrukcji. Wartość tej strzałki powinna być określona w projekcie lub instrukcji dotyczącej danego rodzaju deskowania.

Powierzchnię wewnętrzną deskowania zaleca się wykonywać z odpowiedniej sklejki szalunkowej. W uzasadnionych przypadkach na część deskowań można użyć desek z drzew iglastych III lub IV klasy. Minimalna grubość desek wynosi 32 mm. Deski powinny być jednostronnie strugane i przygotowane do łączenia na wpust i pióro. Styki, gdzie nie można zastosować połączenia na pióro i wpust, należy uszczelnić taśmami z tworzyw sztucznych albo pianką.

Należy zwrócić szczególną uwagę na uszczelnienie styków ścian z dnem deskowania oraz styków deskowań belek i poprzecznic. Sfazowania należy wykonywać zgodnie z dokumentacją projektową, z wykorzystaniem listew narożnikowych o przekroju trójkątnym. Belki gzymsowe oraz gzymsy wykonywane razem z pokrywami okapowymi muszą być wykonywane w deskowaniu z zastosowaniem wykładzin. Otwory w konstrukcji i osadzanie elementów typu odcinki rur, łączniki należy wykonać wg wymagań dokumentacji projektowej.

5.10 Usuwanie deskowań i rusztowań

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 przeprowadzane w sposób wykluczający uszkodzenie powierzchni rozdeskowanych konstrukcji oraz elementów deskowań. Płyty deskowań, usuwane za pomocą urządzeń podnośnikowych, powinny być przed ich podniesieniem oddzielone od betonu.

Usuwanie podpór, dźwigarów i innych elementów podtrzymujących deskowanie konstrukcji nośnych może być dokonane po usunięciu deskowania bocznego i stwierdzeniu prawidłowości wykonania rozdeskowanych fragmentów konstrukcji. Usuwanie podpór rusztowań należy przeprowadzać w takiej kolejności, aby nie wywołać szkodliwych naprężeń we wznoszonej konstrukcji.

Usuwanie deskowań zabetonowanych stropów budynków wielokondygnacyjnych należy przeprowadzać przy zachowaniu następujących zasad:

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

Usuwanie deskowania przestawnego konstrukcji bardziej skomplikowanych, powinno być przeprowadzone w sposób podany w instrukcji roboczej lub w projekcie deskowania.

Kolejność i sposób demontażu deskowania ślizgowego powinny być ustalone w jego projekcie, a w przypadku deskowań inwentarzowych w instrukcji o ich eksploatacji. Kolejność rozbiórki deskowania ślizgowego i wszystkich przytwierdzonych do niego urządzeń powinna zapewniać stateczność pozostałych konstrukcji deskowania po usunięciu poszczególnych jego

części. W przypadku gdy pomost roboczy deskowania ślizgowego jest jednocześnie deskowaniem górnego stropu, rozebranie deskowania może nastąpić dopiero po osiągnięciu przez beton tego stropu wytrzymałości projektowanej.

Usuwanie deskowań przesuwanych powinno być dokonane w sposób ustalony w projekcie.

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

- usunięcie bocznych elementów deskowania nie przenoszących obciążenia od ciężaru konstrukcji dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów, jeżeli projekt nie zawiera innych wytycznych w tym zakresie,
- usunięcie nośnego deskowania konstrukcji żelbetowych dopuszcza się po osiągnięciu przez beton:
 - dla konstrukcji betonowych i żelbetowych, wykonywanych w okresie letnim — 15 MPa w stropach i 2 MPa w ścianach,
 - dla konstrukcji betonowych i żelbetowych wykonanych w okresie obniżonych temperatur — 17,5 MPa w stropach i 10 MPa w ścianach,
 - dla belek i podciągów o rozpiętości do 6 m — 70% projektowanej wytrzymałości betonu, a dla konstrukcji nośnych o rozpiętości powyżej 6 m — 100% projektowanej wytrzymałości betonu,
- deskowania inwentaryzowane po zdemontowaniu należy oczyścić z resztek zaprawy, sprawdzić starannie, czy nie wymagają naprawy lub wymiany uszkodzonych elementów i pokryć środkami zmniejszającymi przyczepność betonu,
- rozbiórkę deskowań tradycyjnych należy przeprowadzać ostrożnie, aby nie niszczyć materiału; materiał uzyskany z rozbiórki należy oczyścić z gwoździ i zaprawy, posegregować i przygotować do ponownego wykorzystania.

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

- uzyskania przez beton wytrzymałości umożliwiającej przeniesienie obciążeń od ciężaru własnego konstrukcji i od czasowych obciążeń technologicznych,
- zastosowania lub pozostawienia wtórnego podparcia elementu, uniemożliwiającego jego uszkodzenie lub zniszczenie pod obciążeniem ciężarem własnym i obciążeniami zewnętrznymi,

W tych przypadkach warunki i tryb postępowania należy podać w wytycznych organizacji i wykonania robót, które powinny zawierać:

- metodykę postępowania,
- metodykę określenia wytrzymałości betonu w konstrukcji w zakładanym okresie rozszalowania,
- wymagane minimalne wytrzymałości betonu dla poszczególnych elementów konstrukcji.

5.11 Szczególne wymagania dotyczące wykonawstwa robót betonowych w standardzie betonu architektonicznego

Żelbetowa konstrukcja nośna: ściany, słupy i stropy, na obszarach wskazanych w projekcie wykonawczym nie będzie dodatkowo wykańczana. Beton w tych elementach należy traktować, jako beton architektoniczny.

Dotyczy to obszarów w głównych ciągach komunikacyjnych i przestrzeniach ogólnodostępnych budynku, gdzie zaprojektowano ściany żelbetowe, wylewane z wysokiej klasy betonu architektonicznego (licowego). Przewidziano podział modułowy ścian, wynikający z zastosowania powtarzalnego modułu deskowania, dający pożądaną efekt estetyczny.

5.11.1 Wymagania ogólne.

Elementy konstrukcji żelbetowych ze względu na sposób wykonania i wygląd zewnętrzny podzielono w Dokumentacji na dwie grupy: powierzchnie standardowe bez szczególnych wymagań [1] i powierzchnie w standardzie betonu architektonicznego [2]. Lokalizację powierzchni konstrukcji żelbetowych, przewidzianych do wykonania w poszczególnych grupach, przedstawiono w Dokumentacji, na odpowiednich rysunkach w tomie A – Architektura.

Wymagania jakościowe, dotyczące poszczególnych grup przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 1. Wymagania jakościowe dla powierzchni betonu architektonicznego.

Grupa	Wymagania podstawowe	Faktura*	Porowatość**	Równomierność zabarwienia***	Kategoria deskowań****	Wykończenie
[1]	Powierzchnie betonowe wewnętrzne bez szczególnych wymagań	Bez wymagań	Bez wymagań	Bez wymagań	Bez wymagań	Impregnacja powierzchni [WB-b1]
[2]	Elementy betonowe o typowych wymaganiach ze szczególnie starannym wykonaniem widocznych powierzchni betonowych.	Kategoria F2	Porowatość P2	Kategoria RZ2. Dopuszczalne równomierne, wielkopowierzchniowe zmiany odcienia na jasny/ciemny. Rdza i brudne zacieki niedopuszczalne. Różne rodzaje	KD2	Impregnacja powierzchni [WB-b1] W pom. „mokrych” dodatkowo elementy żelbetowe malowane do

				powierzchni deskowania (różne sklejki), jak również różnego rodzaju materiały wykończeniowe są niedopuszczalne.		200cm od wykończonej posadzki, farbą silikonową.
--	--	--	--	---	--	--

* Patrz tab. 2.

** Patrz tab. 3.

*** Patrz tab. 4.

**** Patrz tab. 5.

Tab. 2. Wymagania dotyczące faktury powierzchni betonowych kształtowanych przed zabudowaniem (efekt końcowy jest odzwierciedleniem formy deskowania) [wg: Krzysztof Kuniczuk, Beton Architektoniczny wytyczne techniczne. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2011].

Faktura (kategoria)	Opis wymagań
F1	<ul style="list-style-type: none"> – w dużej mierze jednorodna powierzchnia betonowa, – zaczyn cementowy/zaprawa występujące w złączach elementów deskowania nie powinny być większe niż: <ul style="list-style-type: none"> o szerokość: do ok. 20 mm o głębokość: do ok. 10 mm, – dozwolony odcisk ramy elementu deskowania, – przesunięcia płaszczyzn – maksymalnie do 10 mm.
F2	<ul style="list-style-type: none"> – w dużej mierze jednorodna i zamknięta powierzchnia betonowa, – zaczyn cementowy/zaprawa występujące w złączach elementów deskowania nie powinny być większe niż: <ul style="list-style-type: none"> o szerokość: do ok. 10 mm o głębokość: ok. 5 mm, – dozwolony odcisk ramy elementu deskowania. <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> – zapewnić ten sam rodzaj deskowania i jego przygotowania, – zapewnić czystość deskowania oraz równe nałożenie środka antyadhezyjnego, – należy ustalić ze Specyfikującym sposób uszczelnienia styków deskowania, – należy ustalić ze Specyfikującym rodzaj wkładek dystansowych, – zaleca się stosować deskowania o tej samej jakości powierzchni, – zaleca się przygotowanie powierzchni próbnej, – przesunięcia płaszczyzn w miejscu przerwy – maksymalnie do 10 mm.
F3	<ul style="list-style-type: none"> – gładka, zamknięta i w dużej mierze jednorodna powierzchnia betonowa, – zaczyn cementowy/zaprawa występujące w złączach elementów deskowania nie powinny być większe niż <ul style="list-style-type: none"> o szerokość do ok. 3 mm, – dalsze wymagania odnośnie do np. złączy deskowania, odcisku ramy należy szczegółowo ustalić. <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> – jak dla F2, – konieczne jest szczegółowe zaprojektowanie deskowania (styki, uszczelnienia, rozmieszczenie blatów itd.), – należy chronić deskowania przed wpływem warunków atmosferycznych, – zaleca się ustalenie krótkiego odstępu czasu od montażu deskowania do przeprowadzenia betonowania, – należy określić wytyczne do wykonania szczelin roboczych (listwa trapezowa, szczelina łącząca itd.), – należy sporządzić instrukcję wykonania, – należy zapewnić ochronę wykonanym elementom (zabezpieczenie naroży, ochrona przed zabrudzeniem), – przesunięcia płaszczyzn w miejscu przerwy – maksymalnie do 5 mm.

Tab. 3. Wymagania dotyczące porowatości powierzchni betonowych kształtowanych przed zabudowaniem [wg: Krzysztof Kuniczuk, Beton Architektoniczny wytyczne techniczne. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2011].

Porowatość*	Opis wymagań
P1	<p>Maksymalna powierzchnia porów na standardowej pow. kontrolnej 500mm x 500mm:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dla deskowania standardowego – do 3000 mm² – dla deskowania chłonnego – do 3000 mm².
P2	<p>Maksymalna powierzchnia porów na standardowej pow. kontrolnej 500mm x 500mm:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dla deskowania standardowego – do 2350 mm² – dla deskowania chłonnego – do 2000 mm². <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> – sprawdzić wzajemne oddziaływanie rodzaju betonu, środka antyadhezyjnego i deskowania, – należy zapewnić ten sam rodzaj i przygotowanie deskowania, – należy zapewnić czystość deskowania i równomierne nałożenie środka antyadhezyjnego, – zaleca się przygotowanie powierzchni próbnej.
P3	Maksymalna powierzchnia porów na standardowej pow. kontrolnej 500mm x 500mm:

	<ul style="list-style-type: none"> – dla deskowania standardowego – do 1600 mm² – dla deskowania chłonnego – do 1000 mm². <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> – jak dla P2, – należy wykluczyć zmianę składu betonu, – należy wykluczyć stosowanie wody i kruszywa z recyklingu, – zaleca się przygotowanie co najmniej 2 powierzchni próbnych.
--	--

* Powierzchnia porów o średnicy ϕ w granicach $2\text{mm} < \phi < 15\text{ mm}$

Tab. 4. Wymagania dotyczące równomierności zabarwienia powierzchni betonowych kształtowanych przed zabudowaniem [wg: Krzysztof Kuniczuk, Beton Architektoniczny wytyczne techniczne. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2011].

Równomierność zabarwienia	Opis wymagań
RZ1	<ul style="list-style-type: none"> – zmiana zabarwienia i uzyskanie jasnej/ciemnej barwy jest dopuszczalne, – rdza i brudne zacieki są niedopuszczalne.
RZ2	<ul style="list-style-type: none"> – równomierne, wielkopowierzchniowe zmiany odcienia na jasny/ciemny są dopuszczalne, – rdza i brudne zacieki są niedopuszczalne, – różne rodzaje powierzchni deskowania (różne sklejki), jak również różnego rodzaju materiały wykończeniowe są niedopuszczalne. <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> – należy ustalić czas mieszania betonu na co najmniej 60 sekund, – należy przewidzieć wykonanie większej liczby powierzchni próbnych.
RZ3	<ul style="list-style-type: none"> – wielkopowierzchniowe zmiany zabarwienia, spowodowane różnego rodzaju materiałami wykończeniowymi, różnorodne rodzaje powierzchni deskowania oraz różna końcowa obróbka betonu są niedopuszczalne, – niewielkie zmiany zabarwienia są dopuszczalne, – rdza, brudne zacieki, wyraźnie widoczne poszczególne warstwy wbudowanej mieszanki, jak również zmiany w zabarwieniu są niedopuszczalne, – konieczny jest wybór specjalnego i właściwego środka adhezyjnego. <p>Dodatkowe wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> – jak dla RZ2, – należy uwzględnić zmianę czasu rozdeskowania wynikającą z różnych warunków atmosferycznych, – zaleca się tak zaplanować rozmieszczenie zbrojenia, aby uniemożliwić zetknięcie się buławy wibracyjnej z deskowaniem i zbrojeniem, – należy przewidzieć miejsca zrzutu mieszanki do deskowania w równych odstępach, – geometria elementów konstrukcji i układ zbrojenia musi pozwalać na szybki proces betonowania, – należy zachować współczynnik w/c na poziomie $\pm 0,02$ lub zachować konsystencję z dokładnością do $\pm 20\text{ mm}$. <p>Uwaga! Nawet przy największej dbałości i zachowaniu zasad nie da się całkowicie uniknąć zmian odcienia betonu.</p>

Tab. 5. Kategorie deskowania [wg: Krzysztof Kuniczuk, Beton Architektoniczny wytyczne techniczne. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2011].

Wymagania dla kategorii	KD1	KD2	KD3 (duże prawdopodobieństwo jedno-razowego użycia deskowania)
Otworki wiercone	dozwolone	dozwolone do napraw*	niedozwolone
Otworki po gwoździach i śrubach	dozwolone	dozwolone bez odprysków	dozwolone jako miejsca napraw po uzgodnieniu ze Zleceniodawcą*
Uszkodzenie deskowania w wyniku działania wibratora pogrążalnego	dozwolone	niedozwolone / dozwolone po uzgodnieniu ze Zleceniodawcą	niedopuszczalne
Zadrapania	dozwolone	dozwolone jako miejsca napraw*	dozwolone jako miejsca napraw po uzgodnieniu ze Zleceniodawcą*
Resztki betonu	dopuszczalne w zagłębieniach (otworki po gwoździach, kraterzy itd.) bez przylepionego powierzchniowo betonu	niedozwolone	niedozwolone
Zabrudzenia zaczynem cementowym	dozwolone	niedozwolone	niedozwolone

Małe fałdki, pomarszczenia sklejki, znajdujące się w obszarze wiercenia, gwoździowania („rippings”)	dozwolone	niedozwolone / dozwolone po uzgodnieniu ze Zleceniodawcą	niedozwolone
Miejscowe naprawy	dozwolone	dozwolone	niedozwolone / dozwolone po uzgodnieniu ze Zleceniodawcą
Powierzchnia próbna	dowolna	zalecane wykonanie	wymagane wykonanie

5.11.2 Beton.

Jeżeli w dokumentacji projektowej nie stwierdzono inaczej lub inaczej nie zdecydował Architekt, mieszanka do wykonania betonu architektonicznego będzie w całości pochodziła od jednego producenta, a użyte materiały będą pochodzić z tego samego źródła dla całości robót.

Parametry betonu należy ustalić z technologiem betonu na etapie przygotowywania projektu do realizacji oraz przedstawić Architektowi próbkę betonu.

5.11.2.1 Mieszanka betonowa

Przedłożyć projekty mieszanek betonowych dla betonu architektonicznego. Przedstawić dokumentację Zakładowej Kontroli Produkcji prowadzonej przez dostawcę mieszanki.

Warunki dostawy i sposób kontroli jakości mieszanki betonowej i betonu zostanie określony w Planie Zapewnienia Jakości dla betonu architektonicznego.

5.11.2.2 Składniki betonu

Dostawca betonu towarowego będzie stosował tylko takie surowce do produkcji, które mają deklaracje zgodności z odpowiednimi normami europejskimi i zostały zaakceptowane przez Wykonawcę.

Magazynowanie składników betonu oraz obchodzenie się z nimi w wytwórniach dostawcy będzie realizowane tak, że nie spowoduje znaczących zmian ich właściwości (np. na skutek działania czynników atmosferycznych, zmieszania lub zanieczyszczenia). Miejsca składowania surowców (np. silosy, kontenery, zasieki) będą wyraźnie oznakowane w taki sposób, by wykluczyć ryzyko pomyłkowego zastosowania.

5.11.2.3 Cement

Dostawca będzie udostępniał na bieżąco średnie miesięczne parametry stosowanego cementu (wartości wytrzymałości, czas wiązania cementu itp.). Wartości te są odniesione do wymagań normowych zgodnie z EN 197-1 Cementy powszechnego użytku.

5.11.2.4 Kruszywo naturalne i łamane

Zakres badań wg PN-EN 12620 Kruszywa do betonu i PN-EN 206-1 będzie realizowany i dokumentowany w trakcie trwania dostaw przez obsługujące proces produkcyjny laboratorium dostawcy betonu. Certyfikaty kruszyw wraz z potwierdzeniem zgodności będą przysyłane przez producenta systematycznie wraz z dostawami. Nie należy stosować kruszywa z recyklingu.

5.11.2.5 Domieszki chemiczne

Kontrola jakości opiera się na podstawie deklaracji zgodności producenta z EN 934-2:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje i wymagania oraz z odpowiednimi aprobatami technicznymi. Oprócz tego każda dostawa powinna być kontrolowana wizualnie, a w razie wątpliwości w laboratorium zewnętrznym przez oznaczenie gęstości domieszki lub przez oznaczenie masy suchej.

5.11.2.6 Woda

Dopuszcza się stosowanie pitnej wody wodociągowej z sieci miejskiej bez dodatkowych badań. Nie należy stosować wody z recyklingu. W przypadku stosowania wody głębinowej dostawca mieszanki betonowej przed rozpoczęciem dostaw przedstawi badania zgodnie z PN-EN 1008.

5.11.2.7 Dodatki

Popiół lotny będzie stosowany tylko w szczególnych przypadkach po uzyskaniu akceptacji zespołu ds. betonu architektonicznego / technologa betonu architektonicznego.

5.11.2.8 Zabezpieczenie wykonanych elementów

Sposób zabezpieczenia wykonanych elementów przed uszkodzeniem i zabrudzeniem w trakcie prowadzenia dalszych prac zostanie podany w Planie Zapewnienia Jakości dla betonu architektonicznego.

Wszystkie powierzchnie betonowe należy zabezpieczyć przed brudem i pyleniem impregnatem wg Dokumentacji.

5.11.2.9 Pielęgnacja

Sposób pielęgnacji zostanie podany w Planie Zapewnienia Jakości dla betonu architektonicznego.

5.11.2.10 Naprawy

Zostanie opracowana procedura naprawcza, która będzie stanowiła załącznik do Planu Zapewnienia Jakości dla betonu architektonicznego. Wszelkiego typu naprawy będą prowadzone tylko i wyłącznie po uzyskaniu zgody Specyfikującego.

Przed rozpoczęciem napraw należy wykonać próbną naprawę, lub ich serię, dla sprawdzenia i ewentualnego doboru rodzaju i składu zaprawy naprawczej najlepiej dostosowanej do kolorystyki i faktury naprawianych powierzchni.

Procedura naprawcza powinna być opracowana na podstawie rodziny norm PN-EN 1504 *Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych*.

5.11.3 Powierzchnie odniesienia.

Przed wykonaniem właściwego betonu architektonicznego wykonać powierzchnię odniesienia dla każdego wykończenia architektonicznego. Przed przystąpieniem do wykonania powierzchni odniesienia należy przewidzieć możliwość wykonania najlepiej kilku powierzchni próbnych, które mają na celu:

- ustalenie o optymalizację wymaganych nakładów
- pouczenie i szkolenie personelu,
- konsultację wykonanej powierzchni ze zleceniodawcą,
- sprawdzenie alternatywnych rozwiązań i opracowanie praktycznych szczegółów realizacji zadania.

Podczas wykonywania powierzchni odniesienia należy odwzorować warunki wykonywania elementów architektonicznych. W związku z tym trzeba uwzględnić kształt elementów, stopień zbrojenia i jego rozmieszczenie, rodzaj środka antyadhezyjnego, skład betonu itd. W przypadku uzyskania zadowalających rezultatów powierzchnię próbną można uznać za powierzchnię odniesienia. Wielkość i składowe powierzchni referencyjnej należy skonsultować z projektantem. Beton architektoniczny usytuowany jest na powierzchni wewnętrznej.

Powierzchnie odniesienia należy wykonać na fragmencie sufitu lub ściany w wybranym przez Architekta miejscu pomieszczenia kondygnacji podziemnej, przewidzianej do późniejszego wykończenia elementami okładzin. Wzór jakościowy należy wykonać min. szerokości 2 płyt szalunkowych. Komplet próbek należy przedstawić w wersjach: wykończonej i niewykończonej preparatem ochronnym. Nie dopuszcza się występowania jakichkolwiek plam czy przebarwień od stosowanego środka antyadhezyjnego.

5.11.4 Deskowanie.

Sposób przygotowania deskowania, jego czyszczenia, nałożenia środka antyadhezyjnego i montażu zostanie opisany w Planie Zapewnienia Jakości dla betonu architektonicznego.

W celu uzyskania optymalnego wyrazu estetycznego, oraz dobrej jakości wykonanych powierzchni betonu, należy używać systemowych deskowań renomowanych producentów. Szczegółowy podział modułarny szalunków opracowany zostanie po Wykonawca winien sam dobrać odpowiedni typ szalowania tak, aby spełniały one wszystkie wymagania szczególnie w zakresie podziału na płyty szalunkowe i ustawiania ściągów.

wyłonieniu Wykonawcy i ustaleniu z nim technologii wykonawstwa.

Wykonawca jest zobowiązany do wykonania skoordynowanej z innymi branżami, pełnej dokumentacji wykonawczej, uwzględniającej klasę betonu, rodzaj kruszywa czy preparatów i środków chemicznych, użytych do produkcji betonu, a także rodzaj, układ płyt szalunkowych i lokalizację ściągów oraz uzyskać jej akceptację u Architekta. Przy tworzeniu projektu układu płyt szalunkowych, należy przyjąć zasadę rozmieszczenia łączeń płyt szalunków w symetrii do poszczególnych elementów konstrukcyjnych jak ściany czy stropy; szczegóły na etapie projektowania do uzgodnienia z Architektem.

Wykonawca zobowiązany jest przedłożyć rysunki warsztatowe wytwarzania i wylewania betonu architektonicznego. Należy dołączyć oddzielny zestaw rysunków warsztatowych dotyczących elementu referencyjnego, pokazać ogólną budowę deskowania, w tym układ i łączenie przeciwległych paneli, specjalnie formowane spoiny, położenie i układ ściągów deskowania; położenie fazowania krawędzi betonu, położenie każdego z otworów, dylatacji, szwu roboczego oraz inne czynniki wpływające na wygląd odkrytego betonu. Należy przedstawić szczegóły wkładek i stożków.

Wykonawca sporządzi projekt łączeń płyt szalunkowych, nacięć, elementów do rozbierania szalunków oraz innych elementów pomocniczych i uzyska jego akceptację u Architekta.

Nie dopuszcza się napraw szalunków bez uzyskania akceptacji Architekta; uszkodzone płyty szalunkowe muszą być wymienione na płyty o takich samych właściwościach użytkowych oraz przemycie zaczynem cementowym w celu dostosowania ich powierzchni do pozostałych płyt.

Nie wolno wymieniać części płyt szalunkowych w przypadku, gdyby mogło to spowodować zmianę w zabarwieniu czy fakturze powierzchni betonu.

Wkładki dystansowe do zbrojenia nie mogą być widoczne; nie można także dopuścić do pojawienia się plam rdzy na powierzchni betonu.

Otwory po ściągach szalunków muszą być wykonane w zaakceptowanym przez Architekta, regularnym układzie, następnie muszą być wypełnione dokładnie dobraną masą cementową z drobnym piaskiem według zaakceptowanej przez Architekta próbki. Generalnie należy przyjąć założenie występowania na jednej płycie szalunkowej po 2 ściągi szalunkowe (górne i dolne) ustawione centralnie (symetrycznie) w stosunku do tej płyty. Łączniki szalunków muszą być rozmieszczone regularnie w stosunku do osi otworów ściągów szalunkowych.

Koordynator/specjalista/technolog ds. betonu architektonicznego lub osoba wskazana przez zespół ds. betonu architektonicznego każdorazowo przed przystąpieniem do betonowania przeprowadzi odbiór jakości przygotowania deskowania. Zostanie to potwierdzone na specjalnie przygotowanym formularzu.

5.11.5 Pozostałe zalecenia jakościowe.

Przy opracowywaniu technologii wykonania ścian z betonu architektonicznego, należy dostosować się do poniższych wytycznych:

- 1) dostawca deskowań ma obowiązek przedstawienia do akceptacji projektu technologicznego deskowania specjalnego, przed jego wykonaniem i dostarczeniem na budowę;
- 2) dostawcy deskowań, płynów antyadhezyjnych, betonu, chemii do betonu – powinni udokumentować swoje działania na terenie kraju w zakresie wykonywania betonów architektonicznych, co będzie miało duży wpływ na jakość produktu finalnego;
- 3) w celu zapewnienia wysokiej jakości powierzchni z betonu architektonicznego konieczne jest powołanie zespołu, który powinien składać się z przedstawicieli reprezentujących Projektanta, Wykonawcę (Kierownika budowy), dostawcę deskowania i dostawcę betonu (technolog) oraz, jeśli zajdzie taka potrzeba, koordynatora (specjalistę, technologa ds. betonu architektonicznego).
- 4) powołany zespół powinien dokonać przeglądu warunków realizacji robót, wymagań i procedur związanych z dokumentacją dodatkową do przedłożenia, z elementami referencyjnymi, koordynacją, z proponowanymi materiałami, deskowaniem, projektami mieszanek betonowych, z dostawą, wbudowywaniem, zagęszczaniem, wykańczaniem betonu, zabezpieczeniem wykonanych elementów. Po spotkaniu zostanie opracowany Plan Zapewnienia Jakości dla betonu architektonicznego.
- 5) dostawca deskowań odpowiada tylko za formę deskowania, kluczowym czynnikiem w całym procesie tworzenia elementu z betonu architektonicznego jest technolog i dostawca betonu;
- 6) Architekt musi jednoznacznie określić kategorię betonu architektonicznego, jaką chce otrzymać w produkcie finalnym (np. kategorie od BA1 do BA3 wg: Krzysztof Kuniczuk, Beton Architektoniczny wytyczne techniczne. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2011);
- 7) przy wykonywaniu betonu architektonicznego ważną rolę odgrywa pora roku i pogoda; należy ująć ten czynnik podczas tworzenia harmonogramu prac.

Przy przeprowadzaniu wyceny i nakładu pracy związanej z wykonaniem części konstrukcji w betonie architektonicznym należy wziąć pod uwagę przedstawione poniżej zalecenia dotyczące wykonawstwa elementów konstrukcji w standardzie betonu architektonicznego, opracowane przez Niemieckie Federalne Stowarzyszenie Producentów Cementu (wymagania dotyczące wytwarzania betonu architektonicznego przedstawione zostały w pkt 2.4 niniejszej specyfikacji):

- Kształt szalunków ma wpływ na bezusterkowe betonowanie. Podcięte czy sufitowe szalunki, a także poziome kanty i listwy, utrudniają odpowietrzenie betonu, co może prowadzić do zbierania się dużych pęcherzy.
- Wybór rodzaju szalunków musi odpowiadać ustaleniom projektu, winien być dokonany wraz z inwestorem i być potwierdzony pisemnie w warunkach kontraktu. Na końcowy wygląd powierzchni ma też częstotliwość używania szalunku i jego rodzaj w połączeniu z warunkami atmosferycznymi panującymi na budowie.
- Zaleca się przeprowadzenie na mniej odpowiedzialnych elementach budowli próbnych betonowań celem określenia wpływu warunków zabudowy na optykę powierzchni betonu.
- W trakcie realizacji zaleca się zwrócić szczególną uwagę na następujące czynniki:
 - nowe chłonne szalunki drewniane należy sztucznie postarzyć przez malowanie ich mleczkiem cementowym, które po utwardzeniu starannie się usuwa,
 - nowe i stare szalunki, ze względu na ich różny wpływ na kolor betonu, nie mogą być wspólnie stosowane,
 - powierzchnia szalunku powinna być dokładnie oczyszczona i skontrolowana przez każdym następnym zastosowaniem; należy kontrolować częstość zastosowania jednego szalunku,
 - styki szalunków winny umożliwiać ich doszczelnienie,
 - naroża ścian i słupów prostokątnych należy ścinać, wstawiając listwy w szalunek,
 - preparat antyadhezyjny należy nanosić w minimalnej koniecznej ilości; przed doбором takiego preparatu należy sprawdzić na drodze prób jego wpływ na tworzenie się porów na powierzchni betonu oraz na jego kolor,
 - wszelkie naprawy deskowania muszą być przeprowadzone przez wykwalifikowany i kompetentny personel, natomiast deskowanie musi być przed zastosowaniem sprawdzone.
 - należy preferować betonowe podkłady dystansowe. Zaletą podkładek betonowych jest dobre związanie ich z betonem. Podkłady plastikowe tego nie zapewniają, a drobne powstające wokół nich rysy mogą stanowić otwarte wrota dla czynników korozyjnych.
 - beton winien być zabudowywany bez przerw; przy tym wysokość warstwy betonu nie powinna być większa jak 50 cm; w szczególnych wypadkach (podcięte szalunki, beton lekki, gęste zbrojenie) nie większa jak 30 cm,
 - przy wysokich elementach budowli, od wysokości zrzucania betonu powyżej 1,5 m, należy przewidzieć rury zsypowe lub urządzenia podające o podobnym przeznaczeniu,
 - przerwy czasowe między układaniem poszczególnych warstw betonu architektonicznego nie powinny przekraczać 15 min.,
 - nie należy dopuszczać do wyschnięcia zabrudzeń betonem górnych części deskowania, nie przykrytych jeszcze betonem, co powoduje powstawanie ciemnych palm o odmiennej fakturze na powierzchni ścian,

- beton musi być właściwie zagęszczony. Buława wibratora powinna być zanurzana prostopadle w regularnych odstępach wynoszących 1,5 promienia działania, wynoszącego zwykle 8 do 10 średnic buławy wibratora. Prędkość wyciągania buławy nie powinna przekroczyć 8 cm/s. Nie wolno dopuścić do stykania się głowicy wibratora z deskowaniem i zbrojeniem, a minimalna odległość buławy od deskowania nie powinna być mniejsza niż 75 mm,
 - w górnym obszarze pionowego elementu zaleca się wtórne zawibrowanie betonu,
 - niezwykle istotne jest zabezpieczenie betonowanych elementów przed opadami deszczu. Nie zaleca się prowadzenia prac w czasie opadów a Wykonawca obowiązany jest przygotować odpowiednią ilość folii do okrycia deskowania w czasie opadów,
 - powierzchnie betonu architektonicznego należy chronić przed zabrudzeniem i plamami rdzy. Stąd stalowe elementy stykające się z tymi powierzchniami można zabezpieczyć przed bezpośrednim kontaktem przez przesmarowanie ich mleczkiem cementowym lub zastosować okrycie z folii,
 - należy zapewnić równomierny i jednakowy sposób pielęgnacji betonu w całym betonowanym elemencie, przy zachowaniu minimalnych okresów pielęgnacji podanych w normie PN-EN 13670:2011, gdyż różny stopień hydratacji cementu może prowadzić do różnic w barwie betonu,
 - nie zaleca się wykonywania betonu architektonicznego w warunkach zimowych.
- Należy odpowiednio przeszkolić personel nadzoru technicznego w zakresie technologii wykonawstwa betonu architektonicznego.

5.12 Przygotowanie zbrojenia

5.12.1 Przygotowanie, montaż i odbiór zbrojenia

Przygotowanie, montaż i odbiór zbrojenia powinien odpowiadać wymaganiom normy PN 91/5-10042, a klasy i gatunki stali winny być zgodne z dokumentacją projektową.

Zbrojenie elementów żelbetowych jest obecnie przygotowywane w warsztatach zbrojarskich, wyposażonych w niezbędne urządzenia i maszyny. Te warsztaty są urządzone na placu budowy bądź na terenie zaplecza przedsiębiorstwa wykonawczego (jako tzw. zbrojarnie centralne). Gotowe prefabrykaty zbrojarskie dostarczane są także na plac budowy przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa, wytwarzające je na indywidualne zamówienie Wykonawcy.

Przygotowanie i obróbka zbrojenia obejmują takie czynności jak czyszczenie, prostowanie, cięcie, gięcie i montaż.

5.12.2 Czyszczenie prętów

Pręty przed ich użyciem do zbrojenia konstrukcji należy oczyścić z zendry, luźnych płatków rdzy, kurzu i błota. Pręty zbrojenia zatłuszczone lub zabrudzone farbą olejną można opalać lampami benzynowymi lub czyścić preparatami rozpuszczającymi tłuszcze. Stal narażoną na choćby chwilowe działanie słonej wody należy zmyć wodą słodką. Stal pokrytą łuszczącą się rdzą i zabłoconą oczyszcza się szczotkami drucianymi ręcznie lub mechanicznie bądź też przez piaskowanie. Po oczyszczeniu należy sprawdzić wymiary przekroju poprzecznego prętów. Stal tylko zabrudzoną można zmyć strumieniem wody. Pręty oblodzone odmraża się strumieniem ciepłej wody. Możliwe są również inne sposoby czyszczenia stali zbrojeniowej akceptowane przez Inspektora nadzoru.

5.12.3 Prostowanie prętów

Pręty dostarczone w kęgach oraz druty dostarczone na szpulach powinny być wyprostowane przed wykonaniem zbrojenia. Dopuszcza się prostowanie prętów ręcznie za pomocą kluczy zbrojarskich i młotków na stole zbrojarskim z odpowiednio umocowanymi trzpieniami lub mechanicznie przy użyciu prościarek rolkowych dwupłaszczyznowych. Pręty zbrojeniowe w kęgach można prostować przez przeciąganie za pomocą np. wciągarki lub przy pomocy mechanicznej prościarki. W przypadku prostowania prętów przez przeciąganie należy przeprowadzić badania kontrolne właściwości stali po wyprostowaniu.

Prętów obrobionych na zimno nie należy prostować przez przeciąganie.

Dopuszczalna wielkość miejscowego odchylenia od linii prostej wynosi 4 mm.

5.12.4 Cięcie prętów zbrojeniowych

Cięcie prętów należy wykonywać przy maksymalnym wykorzystaniu materiału. Wskazane jest sporządzenie w tym celu planu cięcia. Cięcia przeprowadza się przy użyciu nożyc ręcznych lub nożyc (pręty o średnicy do 20 mm) bądź gilotyn mechanicznych. Gilotynami mechanicznymi można przecinać jednocześnie więcej niż jeden pręt. Do cięcia siatek zbrojeniowych stosuje się nożyce hydrauliczne przewożne. Cięcia można również przeprowadzić przy użyciu mechanicznych noży. Dopuszcza się również cięcie palnikiem acetylenowym.

5.12.5 Odgięcia prętów, haki

Minimalne średnice trzpieni używanych przy wykonywaniu haków zbrojenia podaje tabela Nr 23 normy PN-S-10042. Minimalna odległość od krzywizny pręta do miejsca, gdzie można na nim położyć spoinę, wynosi 10d dla stali A-III i A-II lub 5d dla stali A-I.

Na zimno na budowie można wykonywać odgięcia prętów o średnicy $d \leq 12$ mm. Pręty o średnicy $d > 12$ mm powinny być odginane z kontrolowanym podgrzewaniem. Gięcie prętów o średnicy większej niż 30 mm w stanie ogrzanym należy ograniczyć do stali walcowanych na gorąco, przy zachowaniu wytycznych dla tego typu gięcia, stanowiących załącznik do dokumentacji technicznej robót zbrojarskich.

W miejscach zagięć i załamania elementów konstrukcji, w których zagięciu ulegają jednocześnie wszystkie pręty zbrojenia rozciąganego, należy stosować średnicę zagięcia równą co najmniej 20d.

Wewnętrzna średnica odgięcia strzemion i prętów montażowych powinna spełniać warunki podane dla haków. Przy odbiorze haków i odgięć prętów należy zwrócić szczególną uwagę na ich zewnętrzną stronę. Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania.

Pręty można wyginać ręcznie kluczem zbrojarskim, wykorzystując trzpień zamocowane w blacie stołu zbrojarskiego lub za pomocą giętarek ręcznych lub mechanicznych. Można przy tym jednocześnie wyginać więcej niż jeden pręt.

5.12.6 Przygotowanie szkieletów zbrojeniowych

Wygięte pręty zbrojeniowe i strzemiona montuje się bezpośrednio w deskowaniu lub przygotowuje w postaci szkieletów zbrojeniowych. Szkielety krótkich belek i słupów można montować na dwóch lub trzech kozłach. Na tych kozłach układa się pręty dolne zbrojenia belki lub zbrojenia stosowanego przy jednym boku słupa, a następnie nakłada się strzemiona i rozsuwa je zgodnie z rozstawem określonym w projekcie. Po połączeniu strzemion z prętami szkielet odwraca się i wsuwa w strzemiona pozostałe pręty, łącząc je (np. drutem wiązkowym) ze strzemionami.

W szkieletach zbrojenia belek i słupów należy łączyć wszystkie skrzyżowania prętów narożnych ze strzemionami, a pozostałych prętów – na przemian.

Pręty łączy się w szkielety, stosując zgrzewanie, spawanie lub wiązanie drutem. Połączenia zgrzewane i spawane są sztywne. W deskowaniu można pręty zgrzewać za pomocą przewoźnych zgrzewarek. W zbrojeniach są instalowane zgrzewarki stałe. Do wykonywania siatek zbrojeniowych używa się zgrzewarek wielopunktowych. Pręty ze stali spawalnej można łączyć za pomocą spawania. Wykorzystuje się do tego celu różnego rodzaju spawarki.

5.13 Montaż zbrojenia

5.13.1 Wymagania ogólne

Układ zbrojenia w konstrukcji musi umożliwiać jego dokładne otoczenie przez jednorodny beton. Po ułożeniu zbrojenia w deskowaniu rozmieszczenie prętów względem siebie i względem deskowania nie może ulec zmianie. W konstrukcję można wbudować stal pokrytą co najwyżej nalotem nieluszczącej się rdzy. Nie można wbudować stali zatłuszczonej smarami lub innymi środkami chemicznymi, zabrudzonej farbami, zablokowanej i oblodzonej, stali, która była wystawiona na działanie słonej wody. Minimalna grubość otuliny zewnętrznej w świetle prętów i powierzchni przekroju elementu żelbetowego powinna wynosić co najmniej:

- 0,07 m – dla zbrojenia głównego fundamentów i podpór masywnych,
- 0,055 m – dla strzemion fundamentów i podpór masywnych,
- 0,05 m – dla prętów głównych lekkich podpór i pali,
- 0,03 m – dla zbrojenia głównego ram, belek, pociągów, gzymsów,
- 0,025 m – dla strzemion ram, belek, podciągów i zbrojenia płyt, gzymsów.

Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią wysokość w trakcie betonowania jest niedopuszczalne. Niedopuszczalne jest chodzenie po wykonanym szkielecie zbrojeniowym.

5.13.2 Montowanie zbrojenia

Pręty zbrojenia należy łączyć w sposób określony w dokumentacji projektowej. Skrzyżowania prętów należy wiązać drutem wiązkowym, zgrzewać lub łączyć tzw. słupkami dystansowymi. Drut wiązkowy, wyżarzony o średnicy 1 mm, używa się do łączenia prętów o średnicy do 12 mm, przy średnicach większych należy stosować drut o średnicy 1,5 mm. Pręty należy wiązać drutem, stosując np. węzeł prosty pojedynczy lub podwójny bądź węzły krzyżowe albo martwe.

W deskowanie wstawia się gotowy szkielet zbrojeniowy elementów konstrukcji żelbetowej, przygotowany w zbrojarni.

Zbrojenie płyt można układać od razu w deskowaniu. Najpierw na deskowaniu oznacza się kredą lub ołówkiem ciesielskim rozstaw prętów nośnych (głównych) i rozdzielczych. Następnie rozkłada się pręty nośne i na nich układa się i od razu łączy pręty rozdzielcze usytuowane u dołu płyty. Później montuje się pręty rozdzielcze w zagięciach prętów nośnych, a na końcu pręty u góry płyty.

Podobnie montuje się szkielety zbrojeniowe ścian. Na ustawionej jednej stronie deskowania wyznacza się rozstaw prętów. Ustawia się pręty pionowe, a następnie, poczynając od spodu, łączy z nimi pręty poziome. Pionowe pręty ścian i słupów przywiązuje się do prętów wystających z fundamentu lub poprzedniej kondygnacji. Długość zakładu powinna być zgodna z projektem.

W celu zapewnienia wymaganej grubości otuliny betonowej powinny być używane odpowiednie podkładki dystansowe z betonu lub tworzywa, krążki dystansowe z tworzywa sztucznego zakładane na pręty lub inne specjalistyczne elementy dystansowe ze stali, betonu lub tworzyw sztucznych. Podkładki dystansowe muszą być przymocowane do prętów.

Zbrojenie elementów żelbetowych powinno składać się, jeśli to możliwe, z prętów nieprzerwanych na długości jednego przęsła lub jednego elementu konstrukcyjnego. Jeżeli ten warunek nie może być spełniony, to odcinki prętów trzeba w zasadzie łączyć

za pomocą spawania lub zacisków mechanicznych. Dopuszcza się też łączenie prętów na zakład. Zaleca się, aby połączenia prętów znajdowały się w przekrojach, których nośność prętów nie jest całkowicie wykorzystana. Rodzaje połączeń spajanych i sposoby ich wykonania są podane w PN-B-03264:2002.

6. KONTROLA JAKOŚCI

6.1 Postanowienia ogólne

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 6.

6.2 Zakres badań prowadzonych w czasie budowy

Podczas robót betonowych należy prowadzić systematyczną kontrolę:

- jakości składników betonu oraz prawidłowości ich składowania,
- dozowania składników mieszanki betonowej,
- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania,
- cech wytrzymałościowych betonu,
- prawidłowości przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz częściowego lub całkowitego obciążenia konstrukcji,
- prawidłowości wykonania deskowań i rusztowań,
- prawidłowości wykonania i montażu zbrojenia konstrukcji.

Dla robót betonowych w standardzie betonu architektonicznego, poza powyższym zakresem kontroli, należy prowadzić w sposób ciągły w trakcie wykonawstwa kontrolę zgodności wykonywania robót z wytycznymi, przedstawionymi w p. 5.11 niniejszej specyfikacji.

6.3 Badania kontrolne betonu

Na Wykonawcy spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań betonu (przez własne laboratoria lub inne uprawnione) przewidzianych normą PN-EN 206-1, a także gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inspektorowi nadzoru wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

Sprawdzenie jakości betonu w gotowej konstrukcji może być wykonane za pomocą wiarygodnych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem i Zamawiającym.

Jeżeli beton poddany jest specjalnym zabiegom technologicznym, należy opracować plan kontroli jakości betonu dostosowany do wymagań technologii produkcji. W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane aktualną normą i niniejszą ST oraz ewentualnie inne, konieczne do potwierdzenia prawidłowości zastosowanych zabiegów technologicznych.

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

Kontrolę betonu przeprowadza się przy:

- dostawie betonu z wytwórni,
- wykonywaniu betonu na placu budowy.

Badania składników betonu powinny być wykonane przed przystąpieniem do przygotowania mieszanki betonowej.

Podczas robót betonowych należy przeprowadzać systematyczną kontrolę:

- jakości składników betonu oraz prawidłowości ich składowania,
- dozowania składników mieszanki betonowej,
- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania,
- własności wytrzymałościowych betonu,
- prawidłowości przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz obciążania konstrukcji.

Częstotliwość kontroli, sposób jej prowadzenia, forma sprawozdawczości i przedstawiania wyników kontroli powinny być dostosowane do wielkości i rodzaju obiektu budowlanego oraz przyjętych metod jego realizacji.

Zestawienie wymaganych badań wg PN-EN 206-1:

a) Badania składników betonu:

1) Badanie cementu na zgodność z wymaganiami PN-EN 197-1:

- czasu wiązania
 - stałość objętości
 - obecności grudek
 - wytrzymałości na ściskanie,
- bezpośrednio przed użyciem każdej dostarczonej partii.

2) Badanie kruszywa na zgodność z wymaganiami PN-EN 12620 :

- składu ziarnowego
 - kształtu ziaren
 - zawartości pyłów
 - zawartości zanieczyszczeń
 - wilgotności
- bezpośrednio przed użyciem każdej dostarczonej partii.

3) Badanie wody na zgodność z wymaganiami PN-EN 1008 (nie jest wymagane badanie wody wodociągowej):

- Przy rozpoczęciu robót \ w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń.
- 4) Badanie dodatków i domieszek na zgodność z wymaganiami PN-EN 934-2:
Bezpośrednio przed użyciem każdej dostarczonej partii.
Każda partia dodatków lub domieszek do betonu powinna mieć zaświadczenie o jakości wystawione przez producenta. Oprócz sprawdzenia zgodności z normą należy skontrolować barwę, stan skupienia (płyn, proszek, pasta itp.) i termin ważności. W przypadku, gdy mieszanka betonowa jest produkowana w wytwórni, zalecenia te dotyczą producenta.
 - b) Badanie mieszanki betonowej:
 - 1) Urabialności:
Przy rozpoczęciu robót.
 - 2) Konsystencji:
Przy projektowaniu recepty i 2 razy na zmianę roboczą.
 - 3) Zawartości powietrza
Przy projektowaniu recepty i 2 razy na zmianę roboczą.
 - c) Badania betonu:
 - 1) Wytrzymałość na ściskanie na próbkach:
Po ustaleniu recepty i po wykonaniu każdej partii betonu.
 - 2) Wytrzymałość na ściskanie – badania nieniszczące:
W przypadkach technicznie uzasadnionych.
 - 3) Nasiąkliwość:
Po ustaleniu recepty, 3 razy w okresie wykonywania konstrukcji i raz na 5000m³ betonu.
 - 4) Mrozoodporność:
Po ustaleniu recepty, 3 razy w okresie wykonywania konstrukcji i raz na 5000m³ betonu.
 - 5) Przepuszczalność wody:
Po ustaleniu lub zmianie recepty lub sposobu wykonywania, co najmniej 1 raz w okresie wykonywania konstrukcji i raz na 5000m³ betonu.

6.3.1 Wykonanie badań mieszanki betonowej

6.3.1.1 Konsystencja

Przy badaniu mieszanki betonowej różnica między przyjętą konsystencją mieszanki a konsystencją kontrolowaną w chwili układania nie powinna być większa, niż:

- ± 1 cm według stożka opadowego (konsystencja plastyczna)
- ± 2 cm według stożka opadowego (konsystencja półciekła i ciekła)
- $\pm 20\%$ ustalonej wartości wskaźnika (konsystencja gęstoplastyczna i wilgotna).

6.3.1.2 Urabialność

Urabialność powinna być sprawdzona doświadczalnie przez próbę formowania w rzeczywistych lub zbliżonych do przewidywanych warunkach betonowania. W wyniku poprawnie dobranej urabialności powinno się uzyskać prawidłowo zagęszczoną mieszankę betonową o wymaganej szczelności. Miarą tej szczelności jest porowatość zagęszczonej mieszanki.

6.3.1.3 Zawartość powietrza

Badanie zawartości powietrza przeprowadza się (dla klasy ekspozycji XF) zgodnie z normą PN-EN 12350-7.

6.3.1.4 Przepuszczalność wody przez beton

Przepuszczalność wody przez beton określa się przez pomiar głębokości penetracji wody, zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 12350-7. Badania przeprowadza się na próbkach sporządzonych w laboratorium przed rozpoczęciem wykonywania obiektu oraz na próbkach pobranych na stanowisku betonowania.

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

Dla każdej dostawy betonu producent powinien wystawić zaświadczenie o jakości betonu. Zaświadczenie powinno zawierać:

- charakterystykę betonu: klasę betonu, jego właściwości fizyczne, (np. beton odporny na wpływy atmosferyczne, odporność na penetrację wody) oraz inne niezbędne informacje,
- wyniki badań kontrolnych na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badania,
- wyniki badań dodatkowych (zawartości powietrza, głębokości penetracji wody),
- okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

6.3.2 Wykonanie badań betonu

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

6.3.2.1 Wytrzymałość betonu na ściskanie.

Klasy wytrzymałości betonu na ściskanie podano w PN-EN 206-1, a właściwości betonów do celów projektowych w PN-B-03264. Minimalna klasa betonu stosowanego do produkcji wyrobów żelbetowych powinna wynosić C20/25.

Podstawą klasyfikacji betonu jest wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie określona w 28 dniu dojrzewania na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm. Sposób wykonywania, pielęgnowania i badania próbek powinien być zgodny z PN-EN 12390-2 i PN-EN 12390-3. W szczególnych przypadkach może wystąpić konieczność określenia wytrzymałości betonu na ściskanie w wieku wcześniejszym lub późniejszym niż 28 dni (np. dla maszynowych elementów konstrukcyjnych) lub po przechowywaniu w warunkach specjalnych (np. obróbka cieplna).

Wytrzymałość betonu w konstrukcji może być określona:

- na próbkach (rdzeniach) wycinanych z gotowego wyrobu lub elementu wg zaleceń PN-EN 12504-1 oraz Instrukcji ITB nr 194/2006, albo na wyciętych prostopadłościanach, przeliczając wyniki na wytrzymałość kostkowa lub walcową z zastosowaniem odpowiednich współczynników przeliczeniowych,
- metodami nieniszczącymi wg PN-EN 12504-2 i -4 oraz Instrukcji ITB nr 210/77.

Dla określenia wytrzymałości na ściskanie betonu wbudowanego w konstrukcję należy w trakcie betonowania pobierać próbki kontrolne w postaci kostek sześciennych o boku 15 cm w liczbie nie mniejszej, niż:

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

Próbki pobiera się losowo po jednej, równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje się, przygotowuje i bada w okresie 28 dni zgodnie z normą PN-EN 12390-2 i PN-EN 12390-3. Na jedno pobranie przypadają 3 próbki.

Częstotliwość pobierania, w przypadku ścisłej kontroli, jest następująca:

Całkowita objętość betonu	Jedno pobranie próbek, co najmniej, co :	Minimalna ilość pobrań
V < 1000 m ³	100 m ³	5
1 000 do 5 000 m ³	200 m ³	10
V > 5 000 m ³	300 m ³	15

Jeżeli próbki pobrane i badane jak wyżej wykazą wytrzymałość niższą od przewidzianej dla danej klasy betonu, należy przeprowadzić badania próbek wyciętych z konstrukcji.

Jeżeli wyniki tych badań będą pozytywne, to beton należy uznać za odpowiadający wymaganej klasie betonu. W przypadku niespełnienia warunków wytrzymałości betonu na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inspektora nadzoru, spełnienie tego warunku w okresie późniejszym, lecz nie dłuższym niż 90 dni.

Dopuszcza się pobieranie dodatkowych próbek i badanie wytrzymałości betonu na ściskanie w okresie krótszym niż od 28 dni.

6.3.2.2 Nasiąkliwość betonu.

Dla określenia nasiąkliwości betonu należy pobrać przy stanowisku betonowania co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników betonu, sposobu układania i zagęszczania po 3 próbki o kształcie regularnym lub po 5 próbek o kształcie nieregularnym, zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003. Probki trzeba przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać w okresie 28 dni zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003. Nasiąkliwość zaleca się również badać na próbkach wyciętych z konstrukcji.

6.3.2.3 Mrozoodporność betonu.

Dla określenia mrozoodporności betonu należy pobrać przy stanowisku betonowania co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników i sposobu wykonywania betonu po 12 próbek regularnych o minimalnym wymiarze boku lub średnicy próbki 100 mm. Probki należy przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać w okresie 90 dni zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003. Zaleca się badać mrozoodporność na próbkach wyciętych z konstrukcji. Przy stosowaniu metody przyspieszonej wg normy PN-EN 206-1:2003 liczba próbek reprezentujących daną partię betonu może być zmniejszona do 6, a badanie należy przeprowadzić w okresie 28 dni.

6.3.2.4 Wodoszczelność betonu.

Wymagany stopień wodoszczelności sprawdza się, pobierając co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników i sposobu wykonywania betonu po 6 próbek regularnych o grubości nie większej niż 160 mm i minimalnym wymiarze boku lub średnicy 100 mm. Probki przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w okresie 28 dni wg normy PN-EN 206-1:2003. Dopuszcza się badanie wodoszczelności na próbkach wyciętych z konstrukcji.

6.4 Kontrola robót betonowych

6.4.1 Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji budowlanych

Podane niżej tolerancje wymiarów należy traktować jako miarodajne tylko wtedy, gdy Dokumentacja Projektowa nie przewiduje inaczej.

Dotyczą one konstrukcji żelbetowych monolitycznych i wykonanych z elementów prefabrykowanych. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe od określonych w Dokumentacji Projektowej wynoszą:

- długość przęsła ± 2 cm,
- oś podłużna w planie ± 3 cm,
- wymiary przekrojów dźwigarów ± 1 cm,
- grubość płyty pomostu $\pm 0,5$ cm,
- rzędne wysokościowe ± 1 cm.

Tolerancje dla fundamentów:

- usytuowanie w planie – 2% największego wymiaru, ale nie więcej niż 50 mm,
- wymiary w planie – ± 30 mm,
- różnice poziomu na płaszczyznach widocznych – ± 20 mm,
- różnice poziomu płaszczyzn niewidocznych – ± 30 mm,
- różnice głębokości – $\pm 0,05$ h ale nie więcej niż ± 50 mm.

Tolerancje dla podpór:

- pochylenie ścian 0,5% wysokości,
- wymiary w planie ± 1 cm,
- rzędne wierzchu podpory ± 1 cm.

6.4.2 Sprawdzenie jakości robót betonowych

Sprawdzenie jakości wykonanych robót obejmuje ocenę:

- a) prawidłowości położenia obiektu budowlanego w planie i jej rzędnych wysokościowych,
- b) prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów, np. szczelin dylatacyjnych (tabela poniżej),

Maksymalne odległości między przerwami dylatacyjnymi (wg PN-B-03264:2002):

Rodzaj konstrukcji	Odległość między dylatacjami (m)
Konstrukcje poddane wahaniom temperatury zewnętrznej:	
a) ściany niezbrojone:	5
b) ściany zbrojone:	20
c) żelbetowe konstrukcje szkieletowe:	30
d) dachy nieocieplane, gzymsy:	20
Ogrzewane budynki wielokondygnacyjne:	
a) wewnętrzne ściany i stropy monolityczne betonowane w jednym ciągu:	30
b) jak wyżej – betonowane odcinkami nie większymi niż 15 m z pozostawieniem przerw do późniejszego betonowania:	jak w przypadku wewnętrznych ścian prefabrykowanych
c) wewnętrzne ściany prefabrykowane, z zewnętrznymi ścianami wielowarstwowymi:	50
d) jak wyżej – ze ścianami zewnętrznymi z betonu komórkowego:	40
e) jak wyżej – z lekkimi ścianami zewnętrznymi, podłużna ściana usztywniająca w części środkowej budynku:	70
f) jak wyżej – ze ścianami usztywniającymi w częściach skrajnych budynku:	50
g) prefabrykowane konstrukcje szkieletowe i konstrukcje monolityczne z usztywnieniem w części środkowej budynku:	jak w przypadku wewnętrznych ścian prefabrykowanych
h) monolityczne konstrukcje szkieletowe ze ścianami usztywniającymi w częściach skrajnych budynku:	odpowiednio jak dla a) lub b)

- c) zgodności z projektem usytuowania otworów, kanałów,
- d) prawidłowości ustawienia części zabetonowanych,
- e) jakości betonu pod względem jego zagęszczenia, jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń (np. raki, rysy); łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 2% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie większa niż 1 %; lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 3% przekroju danego elementu odnosząc się do powierzchni nie mniejszej, niż 0,1 m²; zbrojenie główne nie może być odsłonięte.
- f) Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia konstrukcji betonowych i żelbetowych podano w tabeli poniżej.

Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia konstrukcji betonowych i żelbetowych:

Odchylenia	Dopuszczalna odchyłka (mm)
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia:	
a) na 1 m wysokości:	5
b) na całą wysokość konstrukcji:	

<ul style="list-style-type: none"> – w fundamentach: – w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupów podtrzymujących stropy monolityczne: – w ścianach (budowlach) wzniesionych w deskowaniu ślizgowym lub przestawnym: 	20 15 1/500 wysokości obiektu budowlanego, lecz nie więcej niż 100 mm
Odchylenia płaszczyzn poziomych od poziomu: a) na 1 m płaszczyzny w dowolnym kierunku: b) na całą płaszczyznę:	5 15
Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzeniu łata długości 2 m, z wyjątkiem powierzchni podporowych: a) powierzchni bocznych i spodnich: b) powierzchni górnych:	±4 ±8
Odchylenia w długości lub rozpiętości elementów:	±20
Odchylenia w wymiarach przekroju poprzecznego:	±8
Odchylenia w rzędnych powierzchni innych elementów:	±5

6.5 Kontrola deskowań i rusztowań

Badania elementów rusztowań należy przeprowadzić w zależności od użytego materiału zgodnie z:

- PN-M-47900-2:1996 w przypadku elementów stalowych,
- PN-B-03163:1998 w przypadku konstrukcji drewnianych.

Każde deskowanie powinno być odebrane. Przedmiotem sprawdzenia w czasie odbioru powinny być:

- klasy drewna i jego wady (sęki),
- szczelność deskowań w płaszczyznach i narożach wklęsłych,
- przekroje i rozstawy stojaków (podpór) oraz ich usztywnienie (niezmiennność w trakcie betonowania),
- wartość roboczej strzałki ugięcia, jeżeli taka była przewidziana,
- prawidłowość wykonania deskowania w poziomie i pionie,
- poziom górnej krawędzi i powierzchni deskowania przed i po betonowaniu,
- usunięcie z deskowań wszelkich zanieczyszczeń,
- powleczenie deskowania preparatami zmniejszającymi przyczepność betonu,
- sprawdzenie dopuszczalnych odchylek wymiarowych.

Dopuszcza się następujące odchylki deskowań w stosunku do wielkości założonych w projekcie technologicznym deskowań:

- odchylenie deskowań od prostoliniowości lub od płaszczyzny o 0,1%,
- odchylenie płaszczyzny deskowania lub jego krawędzi od pionu o $\pm 0,2\%$, lecz nie więcej niż 15 mm na całej wysokości,
- odchylenie płaszczyzny deskowania fundamentu, ściany lub słupa od pionu o $\pm 0,15\%$, lecz nie więcej niż 15 mm na całej wysokości (10 mm dla ściany lub słupa),
- odchylenie płaszczyzny bocznego deskowania żebra lub podciągu oraz krawędzi przecięcia deskowań tych belek od pionu o nie więcej niż 2,5 mm,
- wybrzuszenie powierzchni o $\pm 0,2$ cm, na odcinku 3 m,
- odchylki wymiarów wewnętrznych deskowań (przekrojów betonowych):
 - - 0,2% wysokości, lecz nie więcej niż - 0,5 cm,
 - + 0,5% wysokości, lecz nie więcej niż + 2 cm,
 - $\pm 0,2\%$ grubości (szerokości), lecz nie więcej niż $\pm 0,5$ cm.
- rozstaw żeber $\pm 0,5\%$, lecz nie więcej niż o 2 cm,
- odchylki od rozpiętości projektowanych:
 - o belki lub płyty bezżebrowej ± 15 mm,
 - o płyty w przekryciach żebrowych ± 10 mm.
- różnice w grubości desek $\pm 0,2$ cm,

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

W projekcie mogą być przyjęte przez Projektanta inne tolerancje i odchylki. Wartości tolerancji i odchylek określone w dokumentacji projektowej są wiążące dla Wykonawcy robót.

W każdym rusztowaniu w czasie odbioru należy sprawdzić:

- rodzaj materiału (klasę drewna – nie należy stosować do rusztowań klasy niższej niż K27),
- łączniki i złącza,
- poziomy górnych krawędzi przed obciążeniem i po obciążeniu oraz krawędzie dolne,
- efektywność stężeń,
- przygotowanie podłoża i sposób przekazywania nacisków na podłoże.

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

Rusztowania i deskowania powinny być przedmiotem bieżącej kontroli geodezyjnej podczas ich budowy, w czasie betonowania oraz demontażu (sprawdzenie wpływu zdjęcia rusztowań i deskowań na odkształcenia konstrukcji nośnej).

6.6 Kontrola jakości zbrojenia

Kontrola jakości wykonania zbrojenia polega na sprawdzeniu zgodności z dokumentacją projektową oraz podanymi poniżej wymaganiami. Powierzchnia prętów zbrojeniowych powinna być wolna od luźnej rdzy i substancji szkodliwych, które mogą mieć niekorzystny wpływ na stal, beton lub przyczepność pomiędzy nimi. Zbrojenie podlega odbiorowi przed betonowaniem.

Przy odbiorze stali dostarczonej na budowę należy przeprowadzić następujące badania:

- sprawdzenie zgodności przywieszek z zamówieniem,
- sprawdzenie stanu powierzchni wg normy PN-H-93215,
- sprawdzenie wymiarów wg normy PN-H-93215,
- sprawdzenie masy wg normy PN-H-93215,
- próba rozciągania wg normy PN-EN 10002-1 + AC1:1998,
- próba zginania na zimno wg normy PN-H-04408.

Do badania należy pobrać minimum 3 próbki z każdego kręgu lub wiązki. Próbkę należy pobrać z różnych miejsc kręgu. Jakość prętów należy ocenić pozytywnie, jeżeli wszystkie badania odbiorcze dadzą wynik pozytywny.

6.6.1 Kontrola jakości robót zbrojarskich

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

Zbrojenie przed betonowaniem powinno być skontrolowane. Kontrola ta polega na sprawdzeniu zgodności ułożonego zbrojenia z projektem oraz wymaganiami norm. Sprawdza się gatunek stali oraz zaświadczenia o jej jakości, wymiary zbrojenia, jego usytuowanie (w tym grubość otuliny), rozstaw strzemion, położenie złączy i ich stabilizacja zabezpieczająca przed przesunięciem w trakcie betonowania, długość zakotwienia, jakość połączeń spawanych i zgrzewanych (ewentualne badanie wytrzymałości 0,5% do 1% ogólnej liczby złączy – w porozumieniu z nadzorem dopuszcza się sprawdzanie połączeń metodami nieniszczącymi), zaświadczenia jakości siatek zgrzewanych i szkieletów wykonanych w wytwórni. Dopuszczalne odchyłki w wykonaniu zbrojenia i jego ustawienia w deskowaniu podano w tablicy poniżej.

Dopuszczalne tolerancje wymiarów w zakresie cięcia, gięcia i rozmieszczenia zbrojenia podano poniżej.

Tolerancje cięcia, gięcia i montażu zbrojenia:

Parametr	Zakres tolerancji	Dopuszczalna odchyłka
Długość po przycięciu (L-długość pręta wg Dokumentacji Projektowej)	dla $L < 6,0$ m dla $L > 6,0$ m	± 20 mm ± 30 mm
Miejsce odgięcia (w stosunku do wymagań Dokumentacji Projektowej)	dla $< 0,5$ m dla $0,5 \text{ m} < L < 1,5 \text{ m}$ dla $L > 1,5 \text{ m}$	± 10 mm ± 15 mm ± 20 mm
Ułożenie prętów: (w stosunku do wymagań Dokumentacji Projektowej): a) otulina zbrojenia – zmniejszenie wymiaru		nie przewiduje się
b) otulina zbrojenia – zwiększenie wymiaru w zależności od całkowitej grubości elementu (h)	dla $h < 0,5$ m dla $0,5 \text{ m} < h < 1,5 \text{ m}$ dla $h > 1,5 \text{ m}$	+5 mm + 10mm +20 mm
c) odległość pomiędzy sąsiednimi równoległymi prętami	$a < 0,05$ m $0,05 < a < 0,20$ m $0,20 < a < 0,40$ m $a > 0,40$ m	± 5 mm ± 10 mm ± 20 mm ± 30 mm
d) odchylenia ułożenia prętów zbrojenia w stosunku do wymiarów elementu (b – całkowita grubość lub szerokość elementu)	$b < 0,25$ m $0,25 < b < 0,50$ m $0,50 < b < 1,50 \text{ m}$ $b > 1,5 \text{ m}$	± 10 mm ± 15 mm ± 20 mm ± 30 mm

Zbrojenie powinno być połączone drutem wiązkowym w sztywny szkielet. Obecnie szkielety zbrojeniowe przygotowuje się najczęściej poza placem budowy i gotowe umieszcza się w deskowaniu.

Dopuszczalne odchyłki wymiarów w wykonaniu gotowych szkieletów zbrojenia:

Określenie wymiaru	Wartość odchyłki
Od wymiarów siatek i szkieletów wiązanych lub zgrzewanych: a) długość elementu:	± 10 mm
b) szerokość (wysokość) elementu	
— przy wymiarze do 1 m	± 5 mm
— wymiarze powyżej 1 m	± 10 mm

W rozstawie prętów podłużnych, poprzecznych i strzemion	
a) przy $\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$
b) przy $\varnothing > 20 \text{ mm}$	$\pm 0,50 \varnothing$
W położeniu odgięć prętów	$\pm 20 \text{ mm}$
W grubości warstwy otulającej	$\pm 10 \text{ mm}$
W położeniu połączeń (styków) prętów	$\pm 25 \text{ mm}$
W rozstawie strzemion	$\pm 20 \text{ mm}$
W odchyleniu strzemion od linii prostopadłej do zbrojenia głównego	3%

W projekcie mogą być przyjęte przez Projektanta inne tolerancje i odchyłki. Wartości tolerancji i odchyłek określone w dokumentacji projektowej są wiążące dla Wykonawcy robót.

Odbiór zbrojenia i zezwolenie na betonowanie należy odnotować w dzienniku budowy i sporządzić z niego protokół.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1 Ogólne zasady obmiaru robót

Obmiaru ilości robót dokonuje się zgodnie z zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 7.

Prowadzenie szczegółowych obmiarów robót jest niezbędne tylko dla prac, które zgodnie z zapisami umowy rozliczane będą na podstawie cen jednostkowych i ilości rzeczywiście wykonanych robót i do nich się odnoszą wszystkie ustalenia niniejszego punktu.

Dla umów ryczałtowych obmiar sprowadza się jedynie do szacunkowego określenia zaawansowania robót dla potrzeb wystawienia przejściowej faktury.

7.2 Szczegółowe zasady obmiaru robót

Objętość konstrukcji betonowej lub żelbetowej oblicza się w metrach sześciennych (m^3). Elementy i konstrukcje płaskie, jak: ściany, płyty itp. oblicza się w metrach kwadratowych ich powierzchni w podziale na grubości elementów żelbetowych. Do obliczenia ilości przedmiarowej lub obmiarowej przyjmuje się wymiary według dokumentacji projektowej. Z kubatury betonu nie potrąca się otworów o objętości mniejszej od $0,1 \text{ m}^3$ każdy oraz kubatury szfowań o szerokości skosu do 15 cm .

Ściany proste oraz ściany łukowe należy obliczać w metrach kwadratowych przyjmując wymiary po osi ścian w świetle ograniczających je elementów jak słupy, belki, stropy itp. z potrąceniem otworów w świetle betonu, jeśli kubatura każdego przekracza $0,1 \text{ m}^3$.

Objętość słupów oblicza się mnożąc ich średni przekrój przez wysokość od wierzchu płyty dolnej lub fundamentu do spodu płyty górnej lub wierzchu słupa wolnostojącego.

Belki i podciąg stropowe oblicza się uwzględniając ich długość pomiędzy słupami, podciągami lub wieńcami, a dla belek wolnopodpartych całkowitą ich długość wraz z oporami. Z objętości belek i podciągów należy odejmować objętości betonu wliczonego do płyty.

Stropy i płyty monolityczne należy obliczać w metrach kwadratowych ich powierzchni z uwzględnieniem części wpuszczonych w mur oraz powierzchni oparcia na ścianach, belkach itp.

Schody należy obliczać w metrach kwadratowych rzutu biegów na płaszczyznę poziomą, uwzględniając również powierzchnie spoczników.

Jednostką obmiarową zbrojenia stalowego jest 1 kilogram. Do obliczania należności przyjmuje się teoretyczną ilość (kg) zmontowanego uzbrojenia, tj. łączną długość prętów poszczególnych średnic pomnożoną odpowiednio przez ich masę jednostkową (kg/m). Nie dolicza się stali użytej na zakłady przy łączeniu prętów, przekładek montażowych ani drutu wiązkowego. Nie uwzględnia się też zwiększonej ilości materiału w wyniku stosowania przez Wykonawcę prętów o średnicach większych od wymaganych w dokumentacji projektowej.

8. ODBIÓR ROBÓT

Odbioru robót dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 8.

8.1 Zgodność robót z dokumentacją

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, SST i wymaganiami Inspektora nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania (z uwzględnieniem dopuszczalnych tolerancji) wg pkt. 6 SST dały pozytywny wynik.

8.2 Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

8.2.1 Dokumenty i dane

Podstawą odbioru robót zanikających lub ulegających zakryciu są:

- pisemne stwierdzenie Inspektora nadzoru w dzienniku budowy o wykonaniu robót zgodnie z dokumentacją projektową i ST,
- inne pisemne stwierdzenia Inspektora nadzoru o wykonaniu robót.

8.2.2 Zakres robót

Zakres robót zanikających lub ulegających zakryciu określają pisemne stwierdzenia Inspektora nadzoru lub inne potwierdzone przez niego dokumenty.

Dla konstrukcji żelbetowych robotami zanikającymi jest montaż deskowań i zbrojenia.

8.2.3 Odbiór deskowań i rusztowań

Do odbioru deskowań i rusztowań powinien być przedłożony dziennik wykonywania deskowań, jeżeli taki był prowadzony na danej budowie, albo zapisy w dzienniku budowy dotyczące przebiegu wykonywania danego rodzaju deskowania.

W czasie odbioru należy dokonać sprawdzenia zgodności wykonania deskowań z Dokumentacją Projektową oraz wymaganiami podanymi w pkt 6.5 ST. Deskowanie podlega odbiorowi robót ulegających zakryciu.

Odstępstwa od postanowień projektu lub instrukcji wykonywania deskowań systemowych inwentaryzowanych powinny być uzasadnione zapisem w dzienniku budowy i potwierdzone przez nadzór techniczny albo innym równorzędnym dowodem.

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

Sprawdzenia prawidłowości wykonania rusztowania i deskowania dokonuje się przez pomiar instrumentami geodezyjnymi.

8.2.4 Ocena wykonania deskowań

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

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

8.2.5 Odbiór zbrojenia

Kontrola jakości robót wykonania zbrojenia polega na sprawdzeniu zgodności z Dokumentacją Projektową oraz wymaganiami podanymi w pkt 6.6 ST. Zbrojenie podlega odbiorowi robót zanikających.

Odbiór zbrojenia odbywa się po pisemnym stwierdzeniu przez Inspektora nadzoru w dzienniku budowy zakończenia robót zbrojarskich i pisemnego zezwolenia Inspektora nadzoru na rozpoczęcie betonowania elementów, których zbrojenie podlega odbiorowi. Odbiór powinien polegać na sprawdzeniu:

- gatunków stali oraz zaświadczeń o ich jakości,
- zgodności wykonania zbrojenia z obowiązującymi przepisami,
- zgodności z dokumentacją projektową wymiarów prętów i ich położenia (w tym grubość otuliny),
- zgodności z dokumentacją projektową liczby prętów w poszczególnych przekrojach,
- zgodności z dokumentacją projektową rozstawu strzemion,
- zgodności z dokumentacją projektową położenia złączy i ich stabilizacji zabezpieczającej przed przesunięciem w trakcie betonowania,
- prawidłowości wykonania haków, złączy i długości zakotwień prętów,
- jakość połączeń spawanych i zgrzewanych wykonywanych na placu budowy (ewentualne badanie wytrzymałości 0,5% do 1% ogólnej liczby złączy – w porozumieniu z nadzorem dopuszcza się sprawdzanie połączeń metodami nieniszczącymi),
- zaświadczenia jakości siatek zgrzewanych i szkieletów wykonanych w wytwórni.

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

Z dokonanego odbioru zbrojenia należy sporządzić protokół, w którym powinny zostać podane numery rysunków roboczych zbrojenia, wszystkie odstępstwa od projektu, informacje o usunięciu ewentualnych wad i usterek, oraz wnioski o dopuszczenie do betonowania. Do protokołu odbioru zbrojenia załącza się:

- zaświadczenie producenta o jakości siatek zgrzewanych i szkieletów,
- protokołu badań połączeń spawanych i zgrzewanych wykonanych na budowie,
- odpisy lub wykazy dokumentów zezwalających na wprowadzenie zmian w projekcie roboczym (np. zapisy w dzienniku budowy).

Niezależnie od protokołu, odbiór zbrojenia i zezwolenie na betonowanie należy odnotować w dzienniku budowy.

8.3 Odbiór elementów wykonanych w technologii betonu architektonicznego

Dla robót betonowych w standardzie betonu architektonicznego, poza powyższymi zakresami kontroli robót betonowych, każdy element konstrukcji powinien być poddawany ocenie wyglądu z odległości przewidzianej jako standardowa dla późniejszego użytkownika (odstęp obserwacyjny). W trakcie oceny należy zwrócić uwagę na to, że każdy element był wykonywany w innych warunkach atmosferycznych, a także na to, że mogły występować różnice w jakości użytych materiałów (w przewidzianym dopuszczalnym zakresie). Niewielkie różnice w fakturze, porowatości, kolorystyce są dopuszczalne w każdej z opisanych kategorii betonu architektonicznego. Dlatego istnieje konieczność indywidualnej oceny każdego elementu konstrukcji.

W pierwszej kolejności należy oceniać ogólne wrażenie z odstępu obserwacyjnego, odnosząc uzyskane efekty do wyglądu elementu referencyjnego.

Następnie dla elementów przyporządkowanych danej grupie robót dla betonu architektonicznego, należy sprawdzić zgodność jakości powierzchni betonu z wymaganiami podanymi w p. 5.11. niniejszej Specyfikacji.

Spełnienie powyższych wymogów jest podstawą dokonania odbioru Robót w zakresie betonu architektonicznego.

8.4 Odbiór częściowy

Odbioru częściowego robót dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 8.4.

8.5 Odbiór ostateczny (końcowy)

Odbioru końcowego robót dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 8.5.

8.5.1 Szczegółowe zasady odbioru końcowego robót betonowych

W toku odbioru komisja obowiązana jest zapoznać się z przedłożonymi dokumentami, przeprowadzić badania zgodnie z wytycznymi podanymi niniejszej ST, porównać je z wymaganiami podanymi powyżej w pkt 6.4, 6.5 i 6.6 oraz dokonać oceny wizualnej robót.

Roboty betonowe powinny być odebrane, jeżeli wszystkie wyniki badań są pozytywne, a dostarczone przez wykonawcę dokumenty są kompletne i prawidłowe pod względem merytorycznym. Jeżeli chociażby jeden wynik badań był negatywny roboty nie powinny być przyjęte. W takim wypadku należy przyjąć jedno z następujących rozwiązań:

- jeżeli to możliwe należy ustalić zakres prac korygujących, usunąć niezgodności z wymaganiami określonymi w ST i przedstawić roboty ponownie do odbioru,
- jeżeli odchylenia od wymagań nie zagrażają bezpieczeństwu budowli w okresie jej całej przewidywanej eksploatacji, nie uniemożliwiają wykonania zgodnie z projektem pozostałych robót stanu surowego i wykończeniowych oraz nie ograniczają trwałości wykonanych konstrukcji, zamawiający może wyrazić zgodę na dokonanie odbioru końcowego z jednoczesnym obniżeniem wartości wynagrodzenia w stosunku do ustaleń umownych,
- w przypadku, gdy nie są możliwe podane wyżej rozwiązania wykonawca zobowiązany jest usunąć wadliwie wykonane roboty, wykonać je ponownie i powtórnie zgłosić do odbioru.

W przypadku niekompletności dokumentów odbiór może być dokonany po ich uzupełnieniu. Z czynności odbioru sporządza się protokół podpisany przez przedstawicieli zamawiającego i wykonawcy. Protokół powinien zawierać:

- ustalenia podjęte w trakcie prac komisji,
- ocenę wyników badań,
- wykaz wad i usterek ze wskazaniem sposobu ich usunięcia,
- stwierdzenie zgodności lub niezgodności wykonania robót z zamówieniem.

Protokół odbioru końcowego jest podstawą do dokonania rozliczenia końcowego pomiędzy zamawiającym a wykonawcą.

8.6 Odbiór po upływie okresu rękojmi i gwarancji

Odbioru robót po upływie okresu rękojmi i gwarancji dokonuje się zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 8.5.3., z uwzględnieniem zasad opisanych w pkt. 8.5. „Odbiór ostateczny (końcowy)”.

9. ROZLICZENIE ROBÓT

Ogólne zasady rozliczenia robót i płatności za ich wykonanie podane są w Ogólnej Specyfikacji (OST) AR-0 pkt 9.

Podstawę rozliczenia oraz płatności wykonanego i odebranego zakresu robót stanowi wartość tych robót obliczona na podstawie szczegółowych ustaleń umownych.

Rozliczenie robót betonarskich 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 wykonywanego i odebranego zakresu robót betonarskich 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 wykonania 1 m³ konstrukcji betonowych lub żelbetowych lub kwoty ryczałtowe uwzględniają:

- przygotowanie stanowiska roboczego,

- dostarczenie do stanowiska roboczego materiałów, narzędzi i sprzętu,
- obsługę sprzętu,
- montaż rusztowań z pomostami i deskowań,
- przygotowanie mieszanki betonowej i jej transport wraz z wbudowaniem w konstrukcję oraz z zagęszczeniem i pielęgnacją,
- wykonanie przerw dylatacyjnych,
- wykonanie w konstrukcji wszystkich wymaganych projektem otworów, jak również osadzenie potrzebnych zakotwień, marek, rur itp.,
- montaż, umocowanie, scalenie i zabetonowanie elementów prefabrykowanych konstrukcji żelbetowych,
- demontaż deskowań, rusztowań i pomostów wraz z ich oczyszczeniem,
- oczyszczenie stanowiska pracy i usunięcie, będących własnością Wykonawcy, materiałów rozbiórkowych i urządzeń,
- usunięcie i utylizacja pozostałości, resztek i odpadów materiałów,
- wykonanie badań i pomiarów kontrolnych standardowych,
- wszystkie inne prace towarzyszące, nie wymienione bezpośrednio w Dokumentacji projektowej lub przedmiarach, możliwe do przewidzenia przez Wykonawcę zgodnie z aktualną wiedzą i sztuką budowlaną i niezbędne do poprawnego i zgodnego z Dokumentacją wykonania Robót zasadniczych,
- koszty pośrednie, zysk kalkulacyjny i ryzyko.

Ceny jednostkowe montażu 1 kg stali zbrojeniowej lub kwoty ryczałtowe uwzględniają:

- dostarczenie materiałów do stanowiska roboczego,
- oczyszczenie i wyprostowanie, wygięcie, przycinanie prętów stalowych,
- łączenie prętów, w tym spawane „na styk” lub „na zakład”,
- montaż zbrojenia przy użyciu drutu wiązałkowego w deskowaniu zgodnie z dokumentacją projektową i niniejszą ST,
- wykonanie badań i pomiarów,
- oczyszczenie terenu robót z odpadów zbrojenia, stanowiących własność Wykonawcy i usunięcie ich poza teren budowy z utylizacją,
- wszystkie inne prace towarzyszące, nie wymienione bezpośrednio w Dokumentacji projektowej lub przedmiarach, możliwe do przewidzenia przez Wykonawcę zgodnie z aktualną wiedzą i sztuką budowlaną i niezbędne do poprawnego i zgodnego z Dokumentacją wykonania Robót zasadniczych,
- koszty pośrednie, zysk kalkulacyjny i ryzyko.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

Podstawowymi dokumentami odniesienia jest Dokumentacja projektowa, opisująca przedmiot zamówienia na wykonanie robót budowlanych. Zawartość i układ Dokumentacji projektowej przedstawiono w pkt. 1.2. Ogólnej Specyfikacji Technicznej (OST) AR-0.

Pozostałe dokumenty:

10.1 Ustawy

Wykaz podstawowych ustaw zawarto w OST AR-0 pkt 10.1.

Pozostałe, podstawowe ustawy:

- Ustawa z dnia 11 stycznia 2001 r. o substancjach i preparatach chemicznych (tekst jedn. Dz. U. z 2009 nr 152 poz. 1222).

10.2 Rozporządzenia

Wykaz podstawowych rozporządzeń zawarto w OST AR-0 pkt 10.2.

10.3 Normy

- PN-EN 197-1:2002 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dla cementu powszechnego użytku.
- PN-EN 197-1:2002/A1:2005 – jw. –
- PN-EN 197-2:2002 Cement. Część 2: Ocena zgodności.
- PN-B-04320:1986 Cement. Odbiorcza statystyczna kontrola jakości.
- PN-EN 932-1:1999 Badania podstawowych właściwości kruszyw – Część 1: Metody pobierania próbek.
- PN-EN 932-2:2001 Badania podstawowych właściwości kruszyw – Część 2: Metody pomniejszania próbek laboratoryjnych.
- PN-EN 932-3:1999 Badania podstawowych właściwości kruszyw – Część 3: Procedura i terminologia uproszczonego

opisu petrograficznego.

- PN-EN 932-3:1999/A1:2004 – jw. –
- PN-EN 932-5:2001 Badania podstawowych właściwości kruszyw – Część 5: Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie.
- PN-EN 932-6:2002 Badania podstawowych właściwości kruszyw – Część 6: Definicje powtarzalności i odtwarzalności.
- PN-EN 933-1:2000 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 1: Oznaczenie składu ziarnowego – Metoda przesiewowa.
- PN-EN 933-1:2000/A1:2006 – jw. –
- PN-EN 933-2:1999 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 2: Oznaczenie składu ziarnowego – Nominalne wymiary otworów sit badawczych.
- PN-EN 933-3:1999 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Część 3: Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości.
- PN-EN 933-3:1999/A1:2004 – jw. –
- PN-EN 933-4:2001 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu.
- PN-EN 933-5:2000 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczenie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych.
- PN-EN 933-5:2000/A1:2005 – jw. –
- PN-EN 933-6:2002 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 6: Ocena właściwości powierzchni – Wskaźnik przepływu kruszyw.
- PN-EN 933-6:2002/AC:2004 – jw. –
- PN-EN 933-7:2000 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 7: Oznaczenie zawartości muszli – Zawartość procentowa muszli w kruszywach grubych.
- PN-EN 933-8:2001 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek – Badanie wskaźnika piaskowego.
- PN-EN 933-9:2001 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 9: Ocena zawartości drobnych cząstek – Badanie błękitem metylenowym.
- PN-EN 933-10:2002 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 10: Ocena zawartości drobnych cząstek – Uziarnienie wypełniaczy (przesiewanie w strumieniu powietrza).
- PN-EN 1097-3:2000 Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 3: Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości.
- PN-EN 1097-6:2002 Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości.
- PN-EN 1097-6:2002/AC:2004 – jw. –
- PN-EN 1097-6:2002/Ap1:2005 – jw. –
- PN-EN 1097-6:2002/A1:2006 – jw. –
- PN-EN 12620:2004 Kruzywa do betonu.
- PN-EN 12620:2004/AC:2004 – jw. –
- PN-EN 934-2:2002 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje i wymagania.
- PN-EN 934-2:2002/A1:2005 – jw. –
- PN-EN 934-2:2002/A2:2006 – jw. –
- PN-EN 480-1:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 1: Beton wzorcowy i zaprawa wzorcowa do badania.
- PN-EN 480-1:2006(u) – jw. –
- PN-EN 480-2:2006 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 2: Oznaczanie czasu wiązania.
- PN-EN 480-4:2006(u) Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 4: Oznaczanie ilości wody

wydzielającej się samoczynnie z mieszanki betonowej.

- PN-EN 480-5:2006(u) Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 5: Oznaczanie absorpcji kapilarnej.
- PN-EN 480-6:2006(u) Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 6: Analiza w podczerwieni.
- PN-EN 480-8:1999 Domieszki do betonu, zapraw i zaczynu. Metody badań. Część 8: Oznaczanie umownej zawartości suchej substancji.
- PN-EN 480-10:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 10: Oznaczanie zawartości chlorków rozpuszczalnych w wodzie.
- PN-EN 480-12:2006(u) Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 12: Oznaczanie zawartości alkaliów w domieszkach.
- PN-EN 1008-1:2004 Woda zarobowa do betonu. Część 1: Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
- PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- PN-EN 206-1:2003/Ap1:2004 – jw. –
- PN-EN 206-1:2003/A1:2005 – jw. –
- PN-EN 206-1:2003/A2:2006 – jw. –
- PN-EN 12350 Badania mieszanki betonowej.
- PN-EN 12390 Badania betonu.
- PN-EN 12504-1:2001 Badanie betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe – Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie.
- PN-EN 12504-2:2002 Badanie betonu w konstrukcjach. Część 2: Badania nieniszczące – Oznaczanie liczby odbicia.
- PN-EN 12504-2:2002/Ap1:2004 – jw. –
- PN-EN 12504-3:2006 Badanie betonu w konstrukcjach. Część 3: Oznaczanie siły wyrywającej.
- PN-EN 12504-4:2005 Badanie betonu w konstrukcjach. Część 4: Oznaczanie prędkości fali ultradźwiękowej.
- PN-B-06261:1974 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.
- PN-B-06262:1974 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.
- PN-75/D-96000 Tarcica iglasta ogólnego przeznaczenia.
- PN-72/D-96002 Tarcica liściasta ogólnego przeznaczenia.
- PN-92/D-95017 Surowiec drzewny. Drewno wielkowymiarowe iglaste. Wspólne wymagania i badania.
- PN-83/D-97005/19 Sklejka. Sklejka do deskowań. Wymagania i badania.
- PN-N-02211:2000 Geodezyjne wyznaczenie przemieszczeń. Terminologia podstawowa.
- PN-M-47900-1:1996 Rusztowania stojące metalowe robocze. Część 1: Określenia, podział i główne parametry.
- PN-M-47900-2:1996 Rusztowania stojące metalowe robocze. Część 2: Rusztowania stojakowe z rur stalowych. Ogólne wymagania i badania oraz eksploatacja.
- PN-M-47900-3:1996 Rusztowania stojące metalowe robocze. Część 3: Rusztowania ramowe.
- PN-EN 74-1:2006(u) Złącza, sworznie centrujące i podstawki stosowane w deskowaniach i rusztowaniach. Część 1: Złącza do rur – Wymagania i metody badań.
- PN-EN 1065 Regulowane podpory stalowe. Charakterystyka, konstrukcja i ocena na podstawie obliczeń i badań.
- PN-B-03163-1:1998 Konstrukcje drewniane. Rusztowania – Terminologia.
- PN-B-03163-2:1998 Konstrukcje drewniane. Rusztowania – Wymagania.
- PN-B-03163-3:1998 Konstrukcje drewniane. Rusztowania – Badania.
- PN-EN 10020:1996 Stal. Klasyfikacja

- PN-EN 10021:1997 Ogólne techniczne warunki dostaw stali i wyrobów stalowych
- PN-EN 10027-1:1994 Systemy oznaczania stali. Znaki stali, symbole główne
- PN-EN 10027-2:1994 Systemy oznaczania stali. System cyfrowy
- PN-EN 10079:1996 Stal. Wyroby. Terminologia
- PN-ISO 6935-1:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie.
- PN-ISO 6935-1/AK:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania.
- PN-ISO 6935-2:1998 Stal do zbrojenia betonu.
- IDT-ISO 6935-2:1991 Pręty żebrowane
- PN-EN 10080 Stal do zbrojenia betonu. Spajalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne.
- PN-ISO 6935-2/AK:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty Żebrowane. Dodatkowe wymagania Poprawki PN-ISO 6935-2/AK:1998/Ap1:1999
- PN 82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu Poprawki: 1. BI 4/91 poz. 27 2. BI 8/92 poz. 38 Zmiany 1. BI 4/84 poz. 17
- PN-EN 13670:2011 Wykonywanie konstrukcji betonowych.
- PN-EN 1504-1 do 10 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych.
- PN-B-06251 Roboty betonowe i Żelbetowe. Wymagania techniczne. Zmiany PN-H-84023-06/A1:1996 Stal określonego stosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki.

10.4 Inne dokumenty

- Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych wyd. Instytutu Techniki Budowlanej:
 - Zeszyt A5: Konstrukcje betonowe i żelbetowe (2018)
 - Zeszyt A6: Zbrojenie konstrukcji żelbetowych (2021)
- Krzysztof Kuniczuk, Beton Architektoniczny wytyczne techniczne. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2011
- Stosowanie cementu powszechnego użytku wg PN-B-19701:1997 w budownictwie. Instrukcja ITB nr 356/98. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1998.
- Wytyczne wykonywania robót budowlano--montażowych w okresie obniżonych temperatur. Instrukcja ITB nr 282/88. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1988.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I – Budownictwo ogólne. Arkady Warszawa 1989.
- Neville A.M.: Właściwości betonu. Polski Cement, Kraków 1999.
- Łukowski P.: Domieszki chemiczne do zapraw i betonów. Polski Cement, Kraków 1998.
- Śliwiński J.: Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement, Kraków 1999.
- Król M., Tur W.: Beton ekspansywny. Arkady, Warszawa 1999.
- Śliwiński J.: Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement. Kraków 1999.
- Instrukcje i aprobaty techniczne producentów i dostawców materiałów.