

SPECYFIKACJE TECHNICZNE

ST- 04

Roboty betonowe i żelbetowe

Nazwy i kody robót według kodu numerycznego słownika głównego Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

Dział robót – 45000000-7 – Prace budowlane

Grupy robót występujące przy realizacji przedsięwzięcia:

Grupa robót – 45200000-9 Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej

Klasa robót: 45260000-7 Wykonywanie pokryć i konstrukcji dachowych i inne podobne roboty specjalistyczne

Kategoria robót:

45262000-1 Specjalne roboty budowlane inne niż dachowe

- 45262210-6 fundamentowanie
- 45262300-4 betonowanie
- 45262311-4 betonowanie konstrukcji
- 45262350-9 betonowanie bez zbrojenia

SPIS TREŚCI

1. CZĘŚĆ OGÓLNA.....	5
1.1. Przedmiot ST	5
1.2. Zakres stosowania ST	5
1.3. Zakres robót objętych specyfikacją	5
1.4. Zakres robót dla wybranych obiektów	5
1.4.1. Osadniki wstępne - obiekt nr 5.1, 5.2	5
1.4.2. Zbiornik retencyjny i pompownia ścieków zretencjonowanych - obiekt nr 8.1 i 8.2	6
1.4.3. Ujęcie wody technologicznej z zestawem hydroforowym – obiekt nr 11.3	7
1.4.4. Automatyczna stacja poboru prób z pomiarami online - obiekt nr 20	7
1.4.5. Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych (ob. nr 21) z komorami zasuw (szt. 2) i osadnik 11.3.....	7
1.4.6. Analizator ścieków przed/po I stopnia czyszczenia - ob. nr 28.....	8
1.4.7. Dezodoryzacja Nr2 zanieczyszczonego powietrza - obiekt 32.2	8
1.4.8. Kanały międzyobiektywne	8
1.5. Roboty betonowe	9
1.6. Określenia podstawowe.....	9
1.7. Ogólne wymagania dotyczące Robót	10
1.8. Dokumentacja, którą należy przedstawić w trakcie budowy	10
2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW BUDOWLANYCH.....	10
2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów	10
2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów	10
2.2.1. Cement – wymagania i badania	10
2.2.2. Domieszki i dodatki do betonu	11
2.2.3. Kruszywo	11
2.2.4. Woda zarobowa – wymagania i badania	13
2.2.5. Beton	13
2.2.6. Elementy kotwiące	13
2.2.7. Składowanie materiałów	13
2.2.8. Deklaracja zgodności	14
3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN	14
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	14
4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU	14
4.1. Ogólne wymagania	14
5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BUDOWLANYCH	14
5.1. Ogólne zasady wykonania Robót	14
5.2. Przygotowanie betonowania.....	14
5.3. Wytwarzanie i podawanie mieszanki betonowej	15
5.4. Układanie mieszanki betonowej	16
5.5. Roboty betonowe w okresie obniżonych temperatur.....	18
5.6. Kontrola i pielęgnacja świeżych betonów	18
5.7. Wykańczanie powierzchni betonu	19
5.8. Drobne naprawy	19
5.9. Deskowania i rusztowania	19
5.10. Beton podkładowy, wyrównawczy, izolacje wodochronne i beton ochronny	20
5.10.1. Osadzenie przejść szczelnych PS	21
5.11. Wykonanie otworów, nisz, zagłębień.....	21
5.12. Przerwy robocze	21
5.13. Dylatacje	21
6. KONTROLA BADANIA I ODBIÓR WYROBÓW ORAZ ROBÓT BUDOWLANYCH.....	21
6.1. Kontrola wykonanych konstrukcji betonowych	21
6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy	21
6.3. Badania kontrolne betonu.....	22
6.3.1. Badanie wytrzymałości betonu.....	22
6.3.2. Kontrola zgodności pozostałych właściwości betonu.....	22
6.3.3. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji budowlanych	23
6.3.3.1 Wymagania ogólne	23

6.3.3.2 System odniesienia.....	23
6.3.3.3 Fundamenty (ławy-stopy).....	23
6.3.3.4 Słupy i ściany	23
6.3.3.5 Belki i płyty	24
6.3.3.6 Przekroje	24
6.3.3.7 Powierzchnie i krawędzie.....	25
6.3.3.8 Otwory i wkładki	25
6.3.3.9 Maksymalne odległości między przerwami dylatacyjnymi (wg EN 1992-1-1: 2004/AC: 2008)	25
7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIARU I OBMIARU ROBÓT	26
8. ODBIÓR ROBÓT BUDOWLANYCH.....	26
8.1. Odbiór końcowy konstrukcji	26
9. SPOSOBY ROZLICZENIA ROBÓT	26
9.1. Cena jednostkowa	26
10. DOKUMENTY ODNIESIENIA	27
10.1. Normy	27
10.2. Inne	28

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót betonowych i żelbetowych przewidzianych do wykonania w ramach Kontraktu „**ZADANIE 9.2 Przebudowa części biologicznej Oczyszczalni Ścieków w Nowej Wsi Etckiej**”

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i umowny przy zlecaniu robót wymienionych w pkt.1.3.

Specyfikacje związane:

ST-06 - Naprawy i zabezpieczenie betonu

ST-07 - Roboty izolacyjne

ST-08 – Montaż konstrukcji żelbetowych

1.3. Zakres robót objętych specyfikacją

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu przygotowanie i wykonanie betonowania przewidzianego w projekcie przy wykonywaniu następujących obiektów:

Wykaz obiektów, w których przewiduje się prace objęte specyfikacją:

➤ **obiekty istniejące do przebudowy:**

- Osadniki wstępne - obiekt nr 5.1 i 5.2
- Zbiornik retencyjny i pomp. ścieków zretencjonowanych - obiekt nr 8.1, 8.2,
- Osadniki wtórne - obiekt nr 11.3
- Instalacje zewnętrzne: technologiczne, wod.-kan., oświetleniowe i sterownicze,
- Drogi i place

➤ **obiekty nowoprojektowane do wykonania:**

- Automatyczna stacja poboru prób z pomiarami online - obiekt nr 20,
- Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych - obiekt nr 21,
- Analizator ścieków przed/po I stopnia czyszczenia - obiekt nr 28,
- Dezodoryzacja zanieczyszczonego powietrza Nr 2 - obiekt nr 32.2

w zakresie:

Roboty przygotowawcze

- Zabezpieczenie obiektów istniejących w pobliżu wykonywanych robót
- Wykonanie niezbędnych prac badawczych
- Przejęcie i odprowadzenie z terenu robót wód opadowych i gruntowych.
- Dostarczenie na plac budowy niezbędnych materiałów, urządzeń i sprzętu

Roboty zasadnicze

- Przygotowanie mieszanki betonowej
- Betonowanie konstrukcji
- Naprawa powierzchni betonowych
- Montaż przejść szczelnych

Roboty końcowe

1.4. Zakres robót dla wybranych obiektów

1.4.1. Osadniki wstępne - obiekt nr 5.1, 5.2

W ramach przebudowy istniejących obiektów przewidziano:

- hydromechaniczne oczyszczenie pow. betonowych zbiornika ora kanałów wg dyspozycji na rysunkach,
- naprawa ubytków pow. betonowych na bazie zapraw PCC HSR (siarczanoodpornych),

- naprawa uszczelnienia przerw dylatacyjnych przy użycie kitów trwaleelastycznych odpornych na siarczan,
- wypełnienie betonem pęczniącym istniejącej rynny części pływakowych,
- wykonanie przejścia rurociągów technologicznych przez ściany obiektu w otworach wierconych/istniejących wykonać jako szczelne na bazie łańcuchów uszczelniających (elastomer EPDM + stal nierdzewna), wykonanie podparcia proj. rurociągów w oparciu o systemowe konsole podpierające w wykonaniu nierdzewnej AISI 316,
- zaślepienie betonem klasy C30/37 HSR + profil pęczniący po obwodzie, istniejących otworów wyłączonych z eksploatacji,
- wykonanie nowych otworów w istniejącej studzience odprowadzającej części pływakowej DN400 oraz nowych otworów w ścianach osadników wstępnych; wykonanie przejścia rurociągów technologicznych przez ściany obiektu w otworach wierconych wykonać jako szczelne na bazie łańcuchów uszczelniających (elastomer EPDM + stal nierdzewna),
- wykonanie nowych przykryć z laminatów oraz w miejscach dojść do urządzeń przykryć z prefabrykowanych płyt żelbetowych.

Materiały konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny:	C35/45, wodoszczelny W6, mrozoodporny F100, Na cemencie siarczanoodpornym CEM III/A 32.5N LH/HSR/NA) wg PN-EN 206: 2014 badany laboratoryjnie.
Klasa ekspozycji	XA3
Stal zbrojeniowa:	A-IIIN (B500SP), A-I (St3S)
Otulina zbrojenia:	a = 3cm (prefabrykaty)

1.4.2. Zbiornik retencyjny i pompownia ścieków zretencjonowanych - obiekt nr 8.1 i 8.2

W ramach przebudowy istniejących obiektów przewidziano:

- hydromechaniczne oczyszczenie pow. betonowych zbiornika oraz kanału,
- naprawa ubytków pow. betonowych na bazie zapraw PCC HSR (siarczanoodpornych),
- naprawa uszczelnienia przerw dylatacyjnych przy użycie kitów trwaleelastycznych odpornych na siarczan,
- wykonanie komory czerpnej pomp o poj. ok 6,2 m³ - studnia okrągła prefabrykowana o średnicy $\phi 2000$ mm, zagłębiona w otworze wykutym w płycie dennej w technologii studni zapuszczanej. Płyta denna żelbetowa o grubości ~0,25 m z betonu C35/45 HSR zbrojonego stalą A-IIIN, wykonana na korku betonowym z betonu C25/30.
- wykonanie przejścia rurociągów technologicznych przez ściany obiektu w otworach wierconych/istniejących wykonać jako szczelne na bazie łańcuchów uszczelniających (elastomer EPDM + stal nierdzewna),
- przykrycie istn. otworu w pomoście o wym. 3,20x3,20m proj. płytą żelbetową, wylewaną na mokro o gr. 0,20m z betonu C35/45HSR, stal A-IIIN; zbrojenie wklejać do istn. elementów żelb.
- na potrzeby montażu i obsługi mieszadeł wolnoobrotowych oraz dla podparcia żurawików zaprojektowano pomosty robocze w konstrukcji żelbetowej, monolitycznej wsparte na układzie słupowo- belkowym lub na ścianach projektowanych. Wykonać z betonu klasy C35/45 HSR + stal zbrojeniowa A-IIIN, zbrojenie kotwione do istn. płyty dennej i ścian zbiornika
- zaślepienie istniejących otworów wyłączonych z eksploatacji, betonem klasy C30/37 HSR + profil pęczniący po obwodzie, stal A-IIIN; zbrojenie wklejać do istn. elementów żelb.
- wymianę zastawek na istniejących kanałach dopływowych ścieków /wg wytycznych technologicznych/;
- istniejący odcinek kanału przykryć proj. prefabrykowanymi płytami żelb. beton C35/45, stal A-IIIN - grubości 0,16m - wg dyspozycji na rysunku
- Wykonanie przekrycia z laminatu dla zbiornika i części kanału – wg dyspozycji w proj. technologii
- wykonanie fundamentów żelbetowych pod podpory systemowe rurociągów instalacyjnych i technologicznych. Beton C25/30, wodoszczelny W6, mrozoodporny F100, stal A-IIIN i A-I.

Materiały konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny:	C35/45, wodoszczelny W6, mrozoodporny F100, Na cemencie siarczanoodpornym CEM III/A 32.5N LH/HSR/NA) wg PN-EN 206: 2014 badany laboratoryjnie.
Klasa ekspozycji	C25/30, wodoszczelny W6, mrozoodporny F100, XA3, XC2
Stal zbrojeniowa:	A-IIIN (B500SP), A-I (St3S)
Otulina zbrojenia:	a = 4cm , 3cm (prefabrykaty)

1.4.3. Ujęcie wody technologicznej z zestawem hydroforowym – obiekt nr 11.3

W zakresie budowy należy przewidzieć:

- wykonanie przejścia rurociągów technologicznych przez ściany obiektu w otworach wierconym; wykonać jako szczelne na bazie łańcuchów uszczelniających (elastomer EPDM + stal nierdzewna),

1.4.4. Automatyczna stacja poboru prób z pomiarami online - obiekt nr 20

W ramach przebudowy przewidziano:

- hydrodynamiczne oczyszczenie powierzchni betonowych na obiekcie,
- uzupełnienie i naprawa ubytków betonu na pomocą systemowych zapraw polimerowo-cementowych odpornych na siarczany (PCC HSR),
- zamontowanie nowej płyty pokrywowej, otworowanej, prefabrykowanej z betonu C30/37 zbrojonego stalą żebrowaną A-IIIN, na koronie ścian istniejącej komory,
- wejście do budynku kontenera z pomocą nowoprojektowanych schodów z beton C25/30 (W6, F100, zbrojonego przeciwskurczowo włóknami polipropylenowymi w ilości $0,6\text{kg/m}^3$ betonu) o szerokości biegu 100cm wyposażonych w balustradę ochronną wys. 1,1m ze stali 1.4401,
- przestrzeń między nowoprojektowaną płytą pokrywową, a istniejącym terenem zniwelować.

Materiały konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny: C30/37, wodoszczelny W8, mrozoodporny F100,
C25/30, wodoszczelny W6, mrozoodporny F100,
wg PN-EN 206-1: 2003, badany laboratoryjnie;

Klasa ekspozycji: XA2, XC2

Beton podłoża: C8/10

Stal zbrojeniowa: A-IIIN (B500SP, RB500W),
A-I (St3SX)

Otulina zbrojenia: a = 3cm (płyta stropowa)

1.4.5. Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych (ob. nr 21) z komorami zasuw (szt. 2) i osadnik 11.3

Pomiar ścieków oczyszczonych, odpływających, realizowany będzie w nowoprojektowanej komorze zlokalizowanej na rurociągu DN800.

Nowoprojektowana komora to zbiornik żelbetowy, monolityczny, zamknięty, jednokomorowy, wylewany na mokro. Wyniesiony nad teren na wysokość ok. 0,40m.

Elementy konstrukcyjne:

- płyta denna gr. 0,25m

- ściany gr. 0,25m

- płyta stropowa gr. 0,15m monolityczna,

Wymiary wewnętrzne komory:

a x b x h = 2,00 x 2,00 x 4,25m

Przejścia rurociągów przez ściany szczelne, uszczelnienie łańcuchami uszczelniającymi (EPDM + stal 1.4401).

Przerwy robocze zaopatrzone w bentonitowo-kauczukowe taśmy uszczelniające.

Na płycie dennej komory beton spadkowy C20/25 (zbrojony włóknami polipropylenowymi) w zakresie grubości 10÷4cm.

Dla zapewnienia warunków do prawidłowego pomiaru ilości ścieków należy dodatkowo wybudować dwie komory zasuw (komory mokre), w których zamontowane będą zastawki.

Nowoprojektowane komory (szt. 2) to zbiorniki żelbetowe, monolityczne, zamknięte, jednokomorowe, wylewane na mokro. Wyniesione nad teren na wysokość ok. 0,40m.

Elementy konstrukcyjne komór mokrych z zastawkami:

- płyta denna gr. 0,25m

- ściany gr. 0,25m

- płyta stropowa gr. 0,15m monolityczna,

Wymiary wewnętrzne komór:

a x b x h = 1,20 x 3,60 x 4,25m

W płytach stropowych komór przewidziano otwory rewizyjne 60x60cm oraz otwory o średnicy 8cm dla przeprowadzenia trzpieni sterujących pracą zastawek.

Przejścia rurociągów przez ściany szczelne, uszczelnienie łańcuchami uszczelniającymi (EPDM + stal 1.4401).

Przerwy robocze zaopatrzone w bentonitowo-kauczukowe taśmy uszczelniające.

Komunikacja zapewniona przez stopnie złączowe podwójne, powlekane w rozstawie co 0,3m.

Materiały konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny: C35/45, wodoszczelny W8, mrozoodporny F100,
Na cemencie siarczanoodpornym CEM III/A 32.5N LH/HSR/NA)
wg PN-EN 206: 2014 badany laboratoryjnie.

Klasa ekspozycji: XA3

Beton podłoża: C8/10

Stal zbrojeniowa: A-IIIN (B500SP, RB500W),
A-I (St3SX)

Otulina zbrojenia: a = 4cm

1.4.6. Analizator ścieków przed/po I stopnia czyszczenia - ob. nr 28.

Obiekt to żelbetowy fundament płytowy o grubości 0,30m i wymiarach w rzucie 2,20x1,70m. Płytę żelbetową wykonać z betonu klasy C25/30 zbrojonego stalą żebrowaną A-IIIN. Fundament przeznaczony dla posadowienia na nim kontenera (wg części technologicznej). Otworowanie płyt dostosować do wymogów dostawcy kontenera mając na uwadze wytyczne z opracowań instalacyjnych.

Materiały konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny: C25/30, wodoszczelny W6, mrozoodporny F100,
wg PN-EN 206-1: 2003, badany laboratoryjnie;

Klasa ekspozycji: XC2

Beton podłoża: C8/10

Stal zbrojeniowa: A-IIIN (B500SP, RB500W),

Otulina zbrojenia: a = 4cm (płyta fundamentowa)

1.4.7. Dezodoryzacja Nr2 zanieczyszczonego powietrza - obiekt 32.2

Obiekt to żelbetowy fundament płytowy o grubości 0,40m i wymiarach w rzucie 2,6x5,1m z narożnym wcięciem. Płytę żelbetową wykonać z betonu klasy C25/30 zbrojonego stalą żebrowaną A-IIIN. Fundament zlokalizowany w sąsiedztwie istn. hali dmuchaw, stanowi podparcie dla kontenera dezodoryzacji powietrza zanieczyszczonego. Otworowanie płyt należy dostosować do wymogów dostawcy kontenera.

Materiały konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny: C25/30, wodoszczelny W6, mrozoodporny F100,
wg PN-EN 206-1: 2003, badany laboratoryjnie;

Klasa ekspozycji: XC2

Beton podłoża: C8/10

Stal zbrojeniowa: A-IIIN (B500SP, RB500W),
A-I (St3SX)

Otulina zbrojenia: a = 4cm (płyta fundamentowa)

1.4.8. Kanały międzyobiektywne

Kanał odpływowy z osadników wstępnych:

Obecnie ścieki przepływają kanałem żelbetowym przykrytym płytami betonowymi. W zakresie modernizacji przewidziano:

- wymianę istniejących zastawek kanałowych na nowe;
- demontaż przykrycia z płyt betonowych
- remont ścian kanałów (piaskownie i naprawa betonu kanałów za pomocą zapraw PCC HSR oraz zabezpieczenie ścian i dna kanałów powłoką chemoodporną;
- wykonanie nowych przykryć z laminatów oraz w miejscach dojść do urządzeń przykryć żelbetowych

Kanał od osadników wstępnych do zbiornika retencyjnego oraz ominiecie zbiornika:

Obecnie ścieki przepływają kanałem żelbetowym przykrytym płytami betonowymi. W zakresie modernizacji przewidziano:

- wymianę istniejących zastawek kanałowych na nowe;
- demontaż przykrycia z płyt betonowych,
- remont ścian kanałów (piaskownie i naprawa betonu kanałów za pomocą zapraw PCC HSR oraz zabezpieczenie ścian i dna kanałów powłoką chemoodporną;
- wykonanie nowych przykryć z laminatów oraz w miejscach dojść do urządzeń przykryć żelbetowych.

Kanał odpływowy ze zbiornika retencyjnego:

Obecnie ścieki przepływają kanałem żelbetowym przykrytym płytami betonowymi. W zakresie modernizacji przewidziano:

- demontaż przykrycia żelbetowego;
- remont ścian kanałów (piaskownie i naprawa betonu kanałów za pomocą zapraw PCC HSR oraz zabezpieczenie ścian i dna kanałów powłoką chemoodporną;
- wykonanie nowych przykryć z laminatów oraz w miejscach dojeżdż do urządzeń przykryć żelbetowych.

Materiały konstrukcyjne

Beton konstrukcyjny: C35/45, wodoszczelny W8, mrozoodporny F100,
Na cemencie siarczanoodpornym CEM III/A 32.5N LH/HSR/NA)
wg PN-EN 206: 2014 badany laboratoryjnie.

Klasa ekspozycji: XA3

Stal zbrojeniowa: A-IIIN (B500SP, RB500W),
A-I (St3SX)

Otulina zbrojenia: a = 3cm (prefabrykaty)

1.5. Roboty betonowe

SZALOWANIE – zaleca się użycie szalunków chłonnych (ściany pionowe zbiornika); dopuszcza się użycie szalunków stalowych lub obłożonych tworzywem sztucznym.

BETONOWANIE – beton konstrukcyjny o konsystencji gęstoplastycznej. Beton należy obrabiać w miarę możliwości po zmieszaniu.

Przy transporcie mieszanki w miarę możliwości natychmiast po dostarczeniu bez odmierzania. Temperatura świeżego betonu nie powinna być niższa +5°C i wyższa niż +30°C. Nie wolno betonować na zamrożonym gruncie i na zamrożonych elementach konstrukcyjnych. Beton należy zalewać warstwami o jednakowej grubości, z krótkimi odstępami czasowymi w miejscach zalewania mieszanki betonowej. Wysokość zalewanych warstw – 30 – 50 cm. Należy unikać podawania betonu z wysokości wyższej jak 1,00 m. Przy większych wysokościach podawania mieszanki betonowej należy do pojemników stosować rury zsypowe.

ZAGĘSZCZANIE – mieszanki betonowej przy użyciu wibratorów mechanicznych powierzchniowych i wglębnych.

Podczas zagęszczania należy szczególną uwagę zwrócić na ściany i miejsca dylatacji. Wibrowanie końcowe należy przeprowadzić w miarę późno, jednakże w takim czasie, aby beton podczas wibrowania wykazał właściwości plastyczne.

PIELĘGNACJA BETONU – ochrona betonu przed wyschnięciem powinna rozpocząć się bezpośrednio po zakończeniu prac betoniarskich. Beton należy utrzymywać w stanie wilgotnym przez okres co najmniej 14 dni, przy całkowitym nasyceniu wodą.

1.6. Określenia podstawowe

Beton zwykły – beton o gęstości w stanie suchym $2,0 \div 2,6 \text{ t/m}^3$ wykonany z cementu, wody, kruszywa mineralnego o frakcjach piaskowych i grubszych oraz ewentualnych dodatków mineralnych i domieszek chemicznych.

Mieszanka betonowa – mieszanina wszystkich składników przed związaniem betonu.

Zaczyn cementowy – mieszanina cementu i wody.

Zaprawa – mieszanina cementu, wody składników mineralnych i ewentualnych dodatków przechodzących przez sito kontrolne o boku oczka kwadratowego 2 mm.

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

Stopień wodoszczelności – symbol literowo-liczbowy (np. W8) klasyfikujący beton pod względem przepuszczalności wody. Liczba po literze W oznacza dziesięciokrotną wartość ciśnienia wody w MPa, działającego na próbki betonowe.

Stopień mrozoodporności - symbol literowo-liczbowy (np. F 150) klasyfikujący beton pod względem jego odporności na działanie mrozu.

Klasa betonu - symbol literowo-liczbowy (np. C 25/30) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie. Liczby po literze C oznaczają: minimalną wytrzymałość charakterystyczną na próbkach walcowych (25) i próbkach sześciennych (30) w MPa.

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

Konstrukcje monolityczne z betonu realizuje się na miejscu wbudowania mieszanki betonowej. Na ich wykonanie składają się na ogół następujące czynności:

- ustawienie deskowania konstrukcji,
- przygotowanie i montaż zbrojenia,

- przygotowanie, ułożenie i zagęszczenie mieszanki betonowej,
- pielęgnowanie betonu oraz zdjęcie deskowania po uzyskaniu przez beton wymaganej wytrzymałości.

Otrzymana w ten sposób konstrukcja charakteryzuje się dużą sztywnością, gdyż wszystkie elementy stanowią jednolitą całość, a więc wykazują ciągłość struktury betonu oraz tzw. ciągłość konstrukcyjną. Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami oraz definicjami podanymi w ST-00 „Wymagania ogólne” oraz z ST-05 „Roboty zbrojarskie”.

1.7. Ogólne wymagania dotyczące Robót

Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w ST –00 „Wymagania ogólne”.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania Robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową i ST.

1.8. Dokumentacja, którą należy przedstawić w trakcie budowy

- Harmonogram i kolejność robót betonowych
- Rysunki robocze wymagane przez Inżyniera
- Skład mieszanki betonowej i granulacje kruszywa
- Świadectwa jakości przedstawione przez producenta betonu wyszczególnione w dalszej części ST
- Zalecenia i instrukcje dostarczone przez producentów, wyszczególnione w dalszej części ST

2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW BUDOWLANYCH

2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Przygotowanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane ze składników odpowiadających odpowiednim normom. Zbrojenie powinno odpowiadać warunkom zgodnym ze ST-05 „Roboty zbrojarskie”. Elementy stalowe do mocowania marek zakotwione w betonie winny spełnić wymogi zawarte w Dokumentacji projektowej. Wszystkie materiały przewidywane do wbudowania będą zgodne z postanowieniami Umowy i poleceniami Inżyniera. W oznaczonym czasie przed wbudowaniem Wykonawca przedłoży wniosek o akceptację betonu, do którego załącznikiem będzie oświadczenie producenta o możliwości wykonania betonu zgodnie z odpowiednimi normami. Materiały powinny posiadać własności określone w specyfikacji, bądź inne, o ile zatwierdzone zostaną przez Inżyniera. Materiały użyte do wykonania instalacji muszą ściśle spełniać wymagania niniejszej specyfikacji oraz być zgodne z dokumentacją projektową. Możliwe jest zaproponowanie produktów równorzędnej jakości. Jakikolwiek przeróbki projektowe, budowlane i instalacyjne muszą być wykonane na koszt i odpowiedzialność wykonawcy. Wszystkie materiały wymagają akceptacji Inżyniera.

2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów

2.2.1. Cement – wymagania i badania

Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w PN-EN 197-1:2012. Dopuszczalne jest stosowanie jedynie cementu portlandzkiego czystego (bez dodatków)

Do każdej partii dostarczonego cementu musi być dołączone świadectwo jakości (atest) wraz z wynikami badań z uwzględnieniem wymagań. Cement pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom wg norm: PN-EN 196-1:2006, PN-EN 196-3+A1:2011, PN-EN 196-6:2011

Zakazuje się pobierania cementu ze stacji przesypowych (silośów), jeżeli nie ma pewności, że dostarczony jest tam tylko jeden rodzaj cementu z tej samej cementowni. Przed użyciem cementu do wykonania mieszanki betonowej cement powinien podlegać następującym badaniom:

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-1:2006, PN-EN 196-3+A1:2011, PN-EN 196-6:2011;
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-1:2006, PN-EN 196-3+A1:2011, PN-EN 196-6:2011, sprawdzenie zawartości grudek.

Wyniki w/w badań dla cementu portlandzkiego normalnie twardniejącego muszą spełniać następujące wymagania (przy oznaczaniu czasu wiązania w aparacie Vicata):

- początek wiązania najwcześniej po upływie 60 min,
- koniec wiązania po upływie 10 godz.

Przy oznaczaniu równomierności zmiany objętości:

- wg próby Le Chateliera nie więcej niż 8 mm,
- wg próby na placach – normalna.

Cementy portlandzkie normalne i szybko twardniejące – sprawdzenie zawartości grudek(zbryleń), nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie. Nie dopuszcza się występowania w cemencie, większej niż 20% ciężaru cementu ilość 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 w/w badania wykażą niezgodność z normami, cement nie może być użyty do betonu.

Magazynowanie i okres składowania:

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, żelbetowe lub betonowe 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, włączy do oczyszczenia 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 zawilgoceniem i zanieczyszczeniem. Dopuszczalny okres przechowywania cementu zależy jest 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.

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; 32,5; 42,5; 42,5; 52,5 i 52,5 R (symbol R oznacza cement o wysokiej wytrzymałości wczesnej).

Do betonu stosować cementy o zawartości C_3H poniżej 8%. Wskazane jest stosowanie cementów o zawartości C_3H poniżej 5%.

Szczegółowe informacje dotyczące cementu powszechnego użytku są zawarte w instrukcji ITB nr 356/98 (8).

2.2.2. Domieszki i dodatki do betonu

Ogólną przydatność domieszek określa norma PN-EN 934-2:2009/A1:2012.

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu:

- napowietrzającym,
- uplastyczniającym,
- przyspieszającym lub opóźniającym.

Dopuszcza się stosowanie domieszek kompleksowych:

napowietrzająco - uplastyczniających,
przyspieszająco-uplastyczniających.

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.

Dodatki stosuje się w ilości większej niż 5% w stosunku do masy cementu. Zastosowanie dodatku powinno wynikać z opracowanej recepty (składu) mieszanki betonowej.

2.2.3. Kruszywo

Kruszywo do betonu powinno charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia pozwalającą na wykonanie betonu o stałej jakości. Poszczególne rodzaje i frakcje kruszywa muszą być na placu składowym 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. Kruszywa grube powinny

wykazywać wytrzymałość badaną przez ściskanie w cylindrze zgodną z wymaganiami normy PN-EN 12620/A1:2010. W kruszywie grubym zawartość podziarna nie powinna przekroczyć 5% a nadziarna 10%.

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

Cechy fizyczne poszczególnych asortymentów i marek kruszyw do betonów powinny odpowiadać wymaganiom podanym w PN-EN 12620/A1:2010.

Ziarna kruszywa nie powinny być większe niż:

1/3 najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego elementu,

3/4 odległości w świetle między prętami zbrojenia, leżącymi w jednej płaszczyźnie prostopadłej do kierunku betonowania.

Stosowanie grysów z innych skał dopuszcza się pod warunkiem, że zostały one zbadane , 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 rozkruszania:

dla grysów granitowych – do 16%

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 PN-B-06714-46:1992 nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%

zawartość związków siarki – do 0,1%

zawartość zanieczyszczeń obcych – do 0,25%

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm pochodzenia rzeczno lub kompozycja piasku rzeczno i kopalnego 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 - 57-76%

Piasek powinien spełniać następujące wymagania:

zawartość pyłów mineralnych – do 1,5%

reaktywność alkaliczna z cementem określona wg PN-EN 1097-6:2013-11 nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%

zawartość związków siarki – do 0,2%

zawartość zanieczyszczeń obcych – do 0,25%

Piasek pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom niepełnym obejmującym:

- oznaczenie składu ziarnowego wg PN-EN 933-1:2012
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg PN-EN 1097-6:2013-11
- oznaczenie zawartości grudek gliny, które oznacza się jak zawartość zanieczyszczeń obcych ,
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg PN-EN 1097-6:2013-11

Dostawca kruszywa jest zobowiązany do przekazania dla każdej partii kruszywa wyników pełnych badań wg PN-EN 12620/A1:2010 oraz wyników badania specjalnego dotyczącego reaktywności alkalicznej w terminach przewidzianych przez Inżyniera. W przypadku , gdy kontrola wykaże niezgodność cech danego kruszywa z wymaganiami wg PN-EN 12620/A1:2010 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 PN-EN 1097-6:2013-11 - wersja angielska dla korygowania recepty roboczej betonu.

2.2.4. Woda zarobowa – wymagania i badania

Jeżeli wodę do betonu przewiduje się czerpać z wodociągów miejskich, to woda ta nie wymaga badań.

Woda stosowana do mieszanki betonowej powinna spełniać wymagania PN-EN 1008:2004. Nie powinna zawierać składników wpływających niekorzystnie na wiązanie i twardnienie betonu. W przypadku wątpliwości należy przeprowadzić jej odpowiednie badanie. Ogólnie należy stwierdzić, że woda z wodociągów miejskich nadaje się do mieszanek betonowych i nie wymaga badania.

Wymagania ogólne dotyczące wody do mieszanek betonowych i zapraw podano w tabeli poniżej.

Barwa	Powinna odpowiadać barwie wody wodociągowej
Zapach	Woda nie powinna wydzielać zapachu gnilnego
PH	Powyżej 4

2.2.5. Beton

Beton użyty do wykonania robót objętych ST musi spełniać następujące wymagania dla betonu normowego recepturowego:

Beton konstrukcyjny:

C35/45, wodoszczelny W8, mrozoodporny F150 (prefabrykowane elementy studni żelbetowych)

C30/37 wodoszczelny W6, wodoszczelny F100, Klasa ekspozycji: XA1

C30/37 – wodoszczelny W6, mrozoodporny F100, Klasa ekspozycji XC2, XA2

C30/37, wodoszczelny W8, mrozoodporny F100, Klasa ekspozycji: XA1

C25/30 – wodoszczelny W6, mrozoodporny F100, Klasa ekspozycji XC2

C20/25 – wodoszczelny W6, mrozoodporny F100, Klasa ekspozycji XC1

C20/25

C12/15

C16/20, (beton spadkowy, beton kinety)

Beton podłoża, beton ochronny izolacji: C8/10

Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony zgodnie z normą PN-EN 206:2014-04 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 wystawi oświadczenie, że beton został wyprodukowany zgodnie z odpowiednią normą. Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalony doświadczalnie powinien odpowiadać najmniejszej jamistości.

Konsystencję mieszanki betonowej sprawdza się metodą Ve-Be wg normy PN-EN 12350-3:2011 lub metodą stożka opadowego wg PN-EN 12350-2:2011

Różnice pomiędzy założoną konsystencją mieszanki, a kontrolowaną metodami określonymi w normach nie mogą przekroczyć:

➤ $\pm 20\%$ wartości wskaźnika Ve-Be,

➤ ± 10 mm przy pomiarze stożkiem opadowym.

Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczanej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych (średnia temperatura dobową nie niższa niż 10° C).

Zawartość powietrza w mieszance betonowej należy określić zgodnie z normą PN-EN 12350-7:2011.

2.2.6. Elementy kotwiące

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

2.2.7. Składowanie materiałów

Składowanie zbrojenia wg warunków podanych w ST 05. „Roboty zbrojarskie”. Mieszanka betonowa winna być dostarczana bezpośrednio przed wbudowaniem z wyspecjalizowanej wytwórni betonu. Elementy stalowe kotwiące składować pod zadaszeniami lub w pomieszczeniach zamkniętych w sposób uniemożliwiający uszkodzenie powłoki antykorozyjnej.

Kruszywa powinny być składowane na utwardzonym placu z odpływem wód opadowych. Każdy rodzaj kruszywa, klasa i frakcja musi leżeć na osobnej hałdzie.

2.2.8. 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, pochodzenie składników.

3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące Sprzętu podano w ST 00 „Wymagania ogólne”.

Roboty można wykonać przy użyciu dowolnego typu sprzętu zaakceptowanego przez Inżyniera. Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo legalizacji. Mieszanie składników powinno się odbywać wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych).

Do podawania mieszanek należy stosować pojemniki lub pompy przystosowane do podawania mieszanek plastycznych. Do zagęszczania mieszanki należy stosować wibratory z buławami o średnicy nie większej od 0,65 odległości między prętami zbrojenia leżącymi w płaszczyźnie poziomej, o częstotliwości 6000 drgań/min i taty wibracyjnej charakteryzującej się jednakowymi drganiami na całej długości.

Układanie mieszanki betonowej w szalunkach prowadzić za pomocą pomp. Przekrój przewodów powinien być dobrany do uziarnienia kruszywa zastosowanego do przygotowania mieszanki. Mieszanka betonowa powinna być zagęszczona przy pomocy urządzeń mechanicznych. Wibratory powinny być dostosowane do pozycji i kształtu betonowanego elementu.

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU

4.1. Ogólne wymagania

Mieszanke betonową należy transportować przy pomocy mieszalników samochodowych (tzw. gruszek). Ilość „gruszek” należy dobrać tak, aby zapewnić wymaganą szybkość betonowania z uwzględnieniem odległości dowozu, czasu twardnienia betonu oraz koniecznej rezerwy w przypadku awarii samochodu. Podawanie i układanie mieszanki betonowej można wykonywać przy pomocy pompy do betonu lub innych środków zaakceptowanych przez Inżyniera.

Czas transportu i wbudowania mieszanki nie powinien być dłuższy niż:

- 90 min – przy temperaturze + 15 C
- 70 min – przy temperaturze + 20 C
- 30 min – przy temperaturze + 30 C

5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BUDOWLANYCH

5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

5.2. Przygotowanie betonowania

Zalecenia ogólne

Rozpoczęcie Robót betoniarskich może nastąpić w oparciu o dostarczony przez Wykonawcę szczegółowy program obejmujący:

- kolejność i sposób betonowania,
- wskazanie przerw roboczych i sposobu łączenia betonu w przerwach,
- sposób pielęgnacji betonu,
- warunki rozformowania konstrukcji,
- zestawienie koniecznych badań.

Za produkcję betonu i jego transport odpowiada wytwórca betonu. Każda partia betonu powinna posiadać dokument określający jej parametry.

Przed przystąpieniem do betonowania, powinna być stwierdzona przez Inżyniera 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, ułożenie łożysk, itp.,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezmienność kształtu elementów wbudowywanych w betonową konstrukcję (kanały, wpusty, sączki, kotwy, rury, 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 antyadhezyjnym podlegającym biodegradacji.

5.3. Wytwarzanie i podawanie mieszanki betonowej

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

Do każdej partii betonu przed jej rozładowaniem do wbudowania należy dostarczyć metrykę dostawy zawierającą informacje jak opisano w pkt. 2.2.8.

Poszczególne fazy procesu wytwarzania mieszanki betonowej to:

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

Wytwarzanie mieszanki betonowej powinno odbywać się wyłącznie w wyspecjalizowanym zakładzie produkcji betonu, który może zapewnić wymagania ujęte w ST.

Mieszanka i beton powinny być każdorazowo projektowane i badane dla danych składników w laboratorium.

Opracowanie recepty mieszanki betonowej obejmuje:

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

Dozowanie składników winno odbywać się 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 przynajmniej raz w roku. Urządzenia dozujące wodę i płynne domieszki powinny być sprawdzane przynajmniej raz w miesiącu. Przy dozowaniu składników należy uwzględnić korektę związaną ze zmiennym zawilgoceniem kruszywa.

Mieszanie składników powinno odbywać się wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych). Czas mieszania należy ustalić doświadczalnie, jednak nie powinien 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.

Jeśli transport mieszanki do pojemnika będzie wykonywany przy użyciu betoniarki samochodowej jej jednorodność powinna być kontrolowana w czasie rozładunku. Obowiązkiem Inżyniera jest odrzucenie transportu betonu nie odpowiadającego opisanym wyżej wymaganiom.

Jeżeli jest potrzebna niewielka ilość mieszanki betonowej, to dopuszcza się jej wytworzenie na placu budowy za pomocą betoniarek, które zazwyczaj mają pojemność 0,15; 0,25 lub 0,5 m³. Czas mieszania składników mieszanki (dozowane w kolejności – kruszywo, cement i woda) zależy od konsystencji

mieszanki, ale nie może być krótszy niż 1 min (w przypadku konsystencji półciekłej i ciekłej). Przy większym zapotrzebowaniu mieszankę betonową uzyskuje się najczęściej ze stałych wytwórni.

Inżynier dopuszcza produkcję na placu budowy tylko betonu C8/10.

Mieszankę betonową można podawać za pomocą pomp do mieszanki betonowej, wykorzystując rurociąg składający się z prostych odcinków długości od 0,5 do 3 m i kolan o różnym kącie nachylenia. Pompy z rurociągami są umieszczone na samochodach lub przyczepach samochodowych. Mieszankę betonową za pomocą pompy można podawać na znaczne odległości w poziomie i w pionie .Przy doborze konkretnej pompy bierze się pod uwagę sumę długości poziomych i pionowych odcinków podawania mieszanki oraz liczbę załamań rurociągów i kąty nachylenia kolan.

5.4. Układanie mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa przygotowana w temperaturze do 20°C powinna być zużyta w czasie do 1,5 h, a w temperaturze wyższej do 1,0 h. Jeżeli są stosowane środki przyspieszające wiązanie cementu, to czas ten zmniejsza się do 0,5 h.

Przy stosowaniu pomp wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie. Mieszankę betonową układa się po sprawdzeniu deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów. Skład mieszanki powinien być zgodny z opracowaną receptą roboczą. Jednym z najważniejszych problemów podczas układania mieszanki jest **niedopuszczenie do rozsegregowania jej składników**. Dlatego wysokość swobodnego zrzucania mieszanki o konsystencji gęstoplastycznej nie powinna przekraczać 3,0m. Im mieszanka jest bardziej ciekła, tym łatwiej rozsegregowuje się. Dlatego mieszanka ciekła powinna być układana przy użyciu rynien lub rur i tak, aby wysokość jej swobodnego opadania nie przekraczała 50 cm. W przypadku, gdy wysokość ta jest większa, należy mieszankę podawać za pomocą za pomocą rynny zsykowej (do wysokości 3,0 m) lub leja zsykowego teleskopowego (do wysokości 8,0 m).

Przy betonowaniu w czasie deszczu należy zabezpieczyć mieszankę przed wodą opadową. Przebieg układania mieszanki betonowej w deskowaniu winien być rejestrowany w dzienniku robót. Po zakończeniu betonowania należy zapewnić właściwą pielęgnację betonu.

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

- w fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, bądź też za pośrednictwem rynny, warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami wgłębными,
- przy betonowaniu chodników, gzymsów, wsporników, zamków i stref przydylatacyjnych stosować należy wibratory wgłębne.
- w słupach, w których strzemiona nie przecinają płaszczyzny poziomej, układać mieszankę betonową w sposób ciągły segmentami o wysokości do 5.0 m, w wypadku mieszanki o konsystencji plastycznej lub ciekłej wysokość ta nie może przekraczać 3,5m, podając ją od góry do rdzenia słupa za pośrednictwem leja lub rurociągu pompy i zagęszczać warstwami o grubości do 40 cm, stosując wibratory przyczepne lub wgłębne, w przypadku stosowania wibratorów przyczepnych pierwszą warstwę mieszanki należy zagęszczać wibratorami wgłębными,
- w słupach z gęstym zbrojeniem i strzemionami przecinającymi ich przekrój poprzeczny, o najmniejszym wymiarze przekroju > 40cm, mieszankę betonową układać bez przerwy segmentami o wysokości do 2.0m, wprowadzając ją od góry lejem lub rurociągiem pompy, lub z boku przez okienka za pośrednictwem rynienki lub rurociągu, skierowanych do osi słupa; mieszankę zagęszczać warstwami o grubości do 40cm przy użyciu wibratorów wgłębnych wprowadzonych od góry w osi słupa,
- gdy wysokość słupa jest większa od jednego segmentu ($H > 5.0\text{m}$ lub $H > 2.0\text{m}$), wówczas betonowanie kolejnego segmentu można rozpocząć po upływie 1-2 godzin,
- w płytach, mieszankę betonową układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy. W płytach o grubości >12cm zbrojonych górną i dolną należy stosować wibratory wgłębne. Do wyrównywania powierzchni betonowej należy stosować belki (łaty wibracyjne). Celem ograniczenia wpływów skurczu i pęcznienia, betonowanie płyty winno być prowadzone całą jej szerokością, na podstawie opracowanego uprzednio projektu technologicznego. Przed betonowaniem należy osadzić i wyregulować wszystkie elementy kotwione w betonie.

Zasady układania mieszanki betonowej w konstrukcjach masowych, deskowaniach ślizgowych, a także **przerwy robocze** w betonowaniu konstrukcji powinny być ustalone z Projektantem.

W konstrukcjach mniej odpowiedzialnych można przerwy robocze stosować:

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

Przerwy robocze kończyć taśmą uszczelniającą bentonitowo – kauczukową a w prostszych przypadkach (tylko w elementach nie narażonych na działanie wody lub ścieków) można się kierować zasadą, że powinna być starannie przygotowana do połączenia betonu stwardniałego ze świeżym przez usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego, luźnych okruszków betonu oraz warstwy szkliska cementowego oraz zwilżenia wodą.

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.

W przypadku przerwy w układaniu betonu zagęszczanego przez wibrowanie, wznowienie betonowania nie powinno się odbywać później niż w ciągu 3 godzin lub po całkowitym stwardnieniu betonu. Jeżeli temperatura powietrza jest wyższa niż 20°C, to czas trwania przerwy nie powinien przekroczyć 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.

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

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy stosować następujące warunki:

- wibratory wgłębne stosować o częstotliwości min. 6000 drgań na minutę, z buławami o średnicy nie większej niż 0,65 odległości między prętami zbrojenia leżącymi w płaszczyźnie poziomej;
- podczas zagęszczania wibratorami wgłębnymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora,
- podczas zagęszczania wibratorami wgłębnymi należy zagłębić buławę na głębokość 5-8 cm w warstwę poprzednią i przytrzymać 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 (łaty) wibracyjne powinny być stosowane do wyrównania powierzchni betonu płyt pomostów i charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości,
- czas zagęszczania wibratorem powierzchniowym lub belką (łatą) wibracyjną w jednym miejscu powinien wynosić od 30 do 60 s,
- 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.

W przypadku wibratorów wgłębnych drgania są przekazywane przez buławę zatopioną w mieszance betonowej, połączoną giętym wałem z silnikiem elektrycznym. Ponieważ drgania ulegają tłumieniu w mieszance, trzeba tak przesuwać buławę, aby poszczególne pola oddziaływania wibratora zachodziły na siebie. Należy stosować wibratory, które mają zestawy buław o różnych parametrach. Gdy cała powierzchnia wibrowanej mieszanki betonowej w elemencie pokryje się zaczynem cementowym, wibrowanie można zakończyć. Po zanurzeniu należy buławę kilkakrotnie unosić na 10-20 cm w górę, bo promień skuteczności wibracji nie jest jednakowy na całej długości buławy. Po przyjętym czasie wibracji buławę powoli wyjmujemy, aby nie pozostał po niej otwór i zanurza w następne miejsce. Buława nie powinna dotykać deskowania ani zbrojenia. Gdy promień oddziaływania wibratora pokrywa się z przekrojem słupa, buławę zanurza się w środku tego przekroju. Słupy o większym przekroju wibruje się przez zanurzenie buławy wzdłuż kilku osi. Gdy chce się uzyskać powierzchnię elementu gładką bez raków, trzeba osie wibracji przybliżyć do deskowania.

Ważne jest również staranne pokrycie powierzchni deskowania odpowiednim środkiem antyadhezyjnym.

Mieszanek półpłynnych i ciekłych nie trzeba wibrować. Cienkie elementy pionowe grubości do 25 cm, zagęszcza się wibratorami przyczepnymi, przymocowanymi np. do jarzma deskowania słupa bądź stężeń deskowania ścian. Oś wirnika powinna być pionowa. Zasięg wibracji wynosi od 100 do 150 cm. Cienkie

elementy poziome zagęszcza się wibratorem powierzchniowym, który przesuwany się po powierzchni elementu. Wibrator prowadzi się tak, aby zachodził 10 cm na pasmo zawibrowane uprzednio. Takie elementy jak podłogi betonowe wyrównuje się i zagęszcza listwami wibracyjnymi. Mieszkankę betonową można zagęszczać przez odpowietrzenie, stosując odpowiednie płyty odpowietrzające.

5.5. Roboty betonowe w okresie obniżonych temperatur

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

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do – 5°C, jednak wymaga to zgody Inżyniera oraz zapewnienia temperatury mieszanki betonowej + 20°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°C. Niedopuszczalne jest kontynuowanie betonowania w czasie ulewnego deszczu – należy przed rozpoczęciem betonowania zabezpieczyć miejsce robót za pomocą mat lub folii.

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 mieszankę 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.

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

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

- zwiększenie o około 10% ilości cementu lub zmianę cementu przewidzianego w projekcie na cement wyższej klasy; wymaga to przeprowadzenia laboratoryjnych badań porównawczych,
- dodanie do mieszanki betonowej właściwych domieszek chemicznych i dodatków dobranych odpowiednio do rodzaju cementu; wymaga to przeprowadzenia wstępnych badań laboratoryjnych,
- podgrzewanie składników mieszanki betonowej (z wyjątkiem cementu) do odpowiedniej temperatury, w celu uzyskania określonej temperatury mieszanki betonowej w chwili jej układania w deskowaniu,
- osłanianie elementów lub całości konstrukcji materiałami ciepłochronnymi w celu zachowania ciepła w mieszance betonowej ułożonej w deskowaniu lub formie przez czas niezbędny do uzyskania przez beton pełnej mrozoodporności,
- ogrzewanie świeżego betonu w deskowaniu za pomocą pary, ciepłego powietrza lub w przypadkach technicznie uzasadnionych – za pomocą prądu elektrycznego
- wykonywanie robót betonowych w pomieszczeniach zamkniętych ogrzanych lub w ciepłakach stałych albo przesuwnych, o temperaturze powietrza wewnątrz ciepłaka nie niższej niż + 10°C

Wymienione sposoby zabezpieczeń mogą być stosowane rozdzielnie lub w zestawieniu w uzgodnieniu z Inżynierem.

Przed przystąpieniem do betonowania należy oczyścić deskowanie ze śniegu i lodu oraz sprawdzić jego szczelność. Wykonane zbrojenie trzeba chronić przed oblodzeniem i zasypaniem śniegiem odpowiednimi osłonami. Jeżeli jednak zbrojenie zostało oblodzone lub zasypane śniegiem, to przed ułożeniem mieszanki betonowej śnieg i lód należy usunąć. Szczegółowe informacje dotyczące wykonywania robót betonowych w okresie obniżonych temperatur są podane m.in. w instrukcji ITB nr 282/88.

Niedopuszczalne jest kontynuowanie betonowania w czasie ulewnego deszczu. Miejsce robót należy zabezpieczyć matami lub folią.

5.6. Kontrola i pielęgnacja świeżych betonów

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i nasłonecznieniem. Przy temperaturze otoczenia wyższej niż +5°C należy nie później niż po 12 godz.

Od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 14 dni (przez polewanie co najmniej 3 razy na dobę).

Przy temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$, 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 jak wyżej. Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN-EN 1008:2004.

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

Beton dojrzewający należy pielęgnować, a więc:

chronić jego odsłonięte powierzchnie przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych, szczególnie wiatru i promieni słonecznych (w zimie mrozu),

utrzymywać w stałej wilgotności:

3 dni w wypadku użycia cementu portlandzkiego szybkotwardniejącego,

7 dni, gdy użyto cementu portlandzkiego,

14 dni, gdy użyto cementu hutniczego i innych.

Polewanie wodą betonu normalnie dojrzewającego należy rozpocząć po 24 h od jego ułożenia. Jeżeli temperatura wynosi $+15^{\circ}\text{C}$ i więcej, należy w pierwszych trzech dniach beton polewać co 3 h w dzień i co najmniej raz w nocy, a w następnych dniach – co najmniej 3 razy na dobę. Jeżeli temperatura jest niższa niż $+5^{\circ}\text{C}$, betonu nie polewa się. Obciążenie zabetonowanej konstrukcji przez ludzi, lekki sprzęt transportowy (ruch po torach z desek grubości 36 mm) i deskowanie dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości na ściskanie co najmniej 2,5 MPa, pod warunkiem, że odkształcenie deskowania nie spowoduje rys i uszkodzeń w niedojrzałym betonie. Nie należy obciążać stropów i schodów przez co najmniej 36 h od ich zabetonowania, przy czym okres ten przy twardnieniu betonu w temperaturze poniżej $+10^{\circ}\text{C}$ powinien być odpowiednio przedłużony.

5.7. Wykańczanie powierzchni betonu

Dla powierzchni betonów obowiązują następujące wymagania:

- wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień między ziarnami, kruszywa, przełomami i wybrzuszeniami ponad powierzchnię,
- pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
- równość powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolację powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 15814:2011 wypukłości i wgłębienia nie powinny być większe niż 2 mm.
- dylatacje pionowe i przerwy robocze należy na całej długości zabezpieczyć taśmą dylatacyjną

Ostre krawędzie betonu, po rozdeskowaniu, powinny być oszlifowane pod kątem 45° z wykonaniem skosów $1,5 \times 1,5 \text{ (cm)}$. 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.

5.8. Drobne naprawy

Wszystkie uszkodzenia wykonanych betonów niezależnie od tego czy są ekspozowane, czy nie powinny być naprawiane zgodnie z zaleceniami niniejszego działu.

Przed przystąpieniem do napraw Wykonawca:

- jest zobowiązany uzyskać (poza określonymi wyjątkami) zgodę Inżyniera co do sposobu wykonywania mieszanki przeznaczonej do napraw.
- powinien przedstawić Inżynierowi do akceptacji próbki mieszanki w stanie płynnym. Powierzchnia zewnętrzna uzupełnień betonu powinna być zgodna co do koloru i faktury ze stykającymi się z nią powierzchniami betonu.
- naprawy konstrukcji betonowych powinny być wykonywane zaprawami PCC. Propozycję zastosowania konkretnego systemu należy przedstawić do akceptacji Inżyniera.

5.9. Deskowania i rusztowania

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 dla podstawowych elementów konstrukcji obiektu (ustrój nośny, podpory) należy wykonać według projektu technologicznego deskowania, opartego na obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych. 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.

Projekt opracuje Wykonawca w ramach ceny umownej i uzgodni z Inżynierem.

Do wykonania robót betonowych realizowanego projektu należy stosować deskowania rozbiegające – przestawne systemowe drobnowymiarowe i wielkowymiarowe.

Belki gzymsowe i gzymsy – wykonywane razem z pokrywami okapowymi – muszą być wykonywane w deskowaniu z zastosowaniem wykładzin syntetycznych do deskowań.

Deskowania słupów o wymiarach prostokątnych można wykonać ze sklejki wzmocnionej dźwigarkami pionowymi lub tarczami.

Deskowania nieimpregnowane należy przed ułożeniem mieszanki betonowej obficie zlać wodą.

Otwory w konstrukcji i osadzanie elementów typu odcinki rur, łączniki należy wykonać wg wymagań Dokumentacji Projektowej.

Konstrukcja deskowań powinna być sprawdzana na siły wywołane parciem świeżej masy betonowej i uderzeniami przy jej wylewaniu z pojemników oraz uwzględniać:

- szybkość betonowania,
- sposób zagęszczania,
- obciążenia pomostami roboczymi.

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.

Wszystkie powierzchnie deskowań wchodzące w kontakt z betonem przed przystąpieniem do robót zbrojarskich i betonowych należy gruntownie oczyścić z pozostałości wcześniejszego betonu, brudu, wszelkich złuszczeń stali i innych zanieczyszczeń powierzchniowych. Nie wolno używać powtórnie deskowań o uszkodzonej powierzchni. Przed zainstalowaniem płyty deskowań należy pokryć środkiem zapobiegającym przywieraniu betonu. Środek ten nie może zmieniać barwy betonu i po 30 dniach nie powinien być toksyczny.

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

Wymagania szczegółowe dotyczące usuwania deskowań konstrukcji betonowych i żelbetowych powinny być podane przez projektanta. Orientacyjnie można przyjąć, że:

- boczne elementy deskowań nie przenoszące obciążenia os ciężaru konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów,
- nośne deskowanie konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wymaganej wytrzymałości:

Podpory, dźwigary i inne elementy podtrzymujące deskowanie wznoszonej konstrukcji należy usuwać w takiej kolejności, aby nie spowodować szkodliwych naprężeń w tej konstrukcji. Podczas rozdeskowania zabetonowanych stropów budynków wielokondygnacyjnych należy przestrzegać następujących zasad:

usunięcie podpór deskowania stropu znajdującego się bezpośrednio pod betonowym stropem jest niedopuszczalne,

podpory deskowania następnego, niżej położonego stropu mogą być usunięte tylko częściowo; pod wszystkimi belkami i podciągami o rozpiętości 4 m i większej powinny być pozostawione stojaki w odległości nie większej niż 3 m,

całkowite usunięcie deskowania stropów leżących niżej może nastąpić pod warunkiem osiągnięcia przez beton tych stropów wytrzymałości projektowanej.

Usuwanie deskowań powinno odbywać się pod ścisłym nadzorem technicznym

5.10. Beton podkładowy, wyrównawczy, izolacje wodochronne i beton ochronny

Wszystkie betony podkładowe, wyrównawcze, izolacje wodochronne i betony ochronne winny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i zachowaniem następujących wymagań:

- powierzchnie podkładów pod izolacje powinny być równe, czyste i odpylone, pęknięcia o szerokości ponad 2 mm za szpachlowane kitem asfaltowym
- podkłady pod izolację trwałe i nieodkształcalne, wytrzymałość na ściskanie > 9 MPa
- styki sąsiadujących płaszczyzn złagodzone przez zaokrąglenie, promień zaokrąglenia > 30 cm

- izolacje w konstrukcjach odwadnianych położone ze spadkiem $> 1\%$
- zakładki materiałów rolowych $> 10\text{ cm}$
- szczeliny dylatacyjne powinny być uszczelnione taśmami wzmacniającymi z PCV o szerokości min 30 cm
- warstwy ochronne i dociskowe z betonu klasy $> \text{niż B15}$,

5.10.1. Osadzenie przejść szczelnych PS

W trakcie przygotowania do betonowania konstrukcji żelbetowych w miejscach przejść rurociągów technologicznych należy osadzić tuleje stalowe (wg ST-09). Po osadzeniu tulei ścianę można betonować.

5.11. Wykonanie otworów, nisz, zagłębień

Wykonawca ma obowiązek ścisłego wykonywania konstrukcji zgodnie z dokumentacją techniczną, uwzględniając ewentualne korekty wprowadzane przez nadzór autorski lub Inżyniera. Dotyczy to wykonania wszelkiego rodzaju otworów, nisz i zagłębień w konstrukcjach betonowych.

Wszystkie konsekwencje wynikające z braku lub nieprawidłowości tych elementów obciążają całkowicie wykonawcę zarówno jeśli chodzi o rozkucia i naprawy, jak i ewentualne opóźnienia w wykonaniu prac własnych i towarzyszących (wykonywanych przez innych wykonawców).

5.12. Przerwy robocze

Przerwy robocze zaopatrzone w taśma bentonitowo-kauczukowa.

Powierzchnię przerw roboczych przed przystąpieniem do betonowania, należy przygotować następująco:

- usunąć zanieczyszczenia i luźne resztki betonu
- powierzchnię stwardniałego betonu wypiąskować
- beton wyschnięty należy nawilżyć co najmniej jeden dzień przed betonowaniem następnej partii.

Na tak przygotowaną powierzchnię należy ułożyć warstwę betonu połączeniowego.

5.13. Dylatacje

Przygotowanie podłoża

Brzegi fugi należy oczyścić z wszelkich substancji działających rozdzielczo. Winny być nośne i suche.

Wypełnienie dylatacji

Powierzchnię betonu mającą styk z kitem wypełniającym zagruntować do wysycenia poliuretanowym materiałem gruntującym. Następnie osadzić profil okrągły gumowy (tzw. „rundschnur”) o średnicy większej od szerokości wypełnianej dylatacji. Profil powinien tworzyć niszę dla kitu o wymiarach ok. Głębokość = 50% Szerokości. Dylatację wypełnić kitem dylatacyjnym dwuskładnikowym, opartym na żywicach epoksydowych odpornych na benzen. Sposób przygotowania materiałów podaje instrukcja producenta.

6. KONTROLA BADANIA I ODBIÓR WYROBÓW ORAZ ROBÓT BUDOWLANYCH

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości Robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne”.

6.1. Kontrola wykonanych konstrukcji betonowych

Kontrola jakości wykonanych robót betonowych obejmuje ocenę:

Prawidłowości położenia obiektu budowlanego w planie

Prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji i jej elementów np. szczelin dylatacyjnych

Jakości betonu pod względem jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń

Łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu a konstrukcjach cienkościennych 1%

Lokalne raki nie mogą obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu

Zbrojenie główne nie może być odsłonięte.

6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy

Podczas robót betonowych należy prowadzić systematyczną kontrolę:

- deskowań
- jakości składników betonu oraz prawidłowość ich składowania,
- dozowania składników mieszanki betonowej,
- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania,
- cech wytrzymałościowych betonu,

- prawidłowego przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz częściowego lub całkowitego obciążenia konstrukcji.

Kontrola wytrzymałości betonu na ściskanie powinna być przeprowadzana na próbkach pobranych przy danym stanowisku betonowania.

Dla określenia wytrzymałości betonu wbudowanego w konstrukcję należy w trakcie betonowania pobrać próbki kontrolne. Częstotliwość pobierania próbek i oceny zgodności określa norma PN-EN 206-1 tab.13.

6.3. Badania kontrolne betonu

6.3.1. Badanie wytrzymałości betonu

Próbki pobiera się losowo po jednej równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje, przygotowuje i bada w wieku 28 dni zgodnie z normą PN-EN 12390-3:2011. Jeżeli próbki pobrane i badane jak wyżej wykażą 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 nie spełnienia warunku wytrzymałości betonu na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inżyniera, spełnienie tego warunku w okresie późniejszym, lecz nie dłuższym niż 90 dni. Dopuszcza się pobieranie dodatkowych próbek i badanie wytrzymałości betonu na ściskanie w wieku wcześniejszym niż 28 dni.

Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości betonu na ściskanie i na rozciąganie określa norma PN-EN 206-1 tab. 14; 15; 16.

6.3.2. Kontrola zgodności pozostałych właściwości betonu

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 niniejszym SST oraz ewentualnie inne, konieczne do potwierdzenia prawidłowości zastosowanych zabiegów technologicznych.

Jeżeli projekt budowlany nie przewiduje inaczej, to pozostałe badania wykonać należy zgodnie z normą PN-EN 206:2014-04

Badania powinny obejmować:

- badanie składników betonu,
- badanie mieszanki betonowej,
- badanie betonu

Zestawienie wymaganych badań wg PN-EN 206-1

	Rodzaj badania	Metoda badania wg	Termin lub częstość badania
Badanie składników betonu	1.Badanie cementu: - czasu wiązania, - stałość objętości, - obecność grudek - wytrzymałość	PN-EN 196-3+A1:2011 j.w PN-EN 196-6:2011 PN-EN 196-1:2006	Bezpośrednio przed użyciem każdej dostarczonej partii
Badanie składników betonu	2.Badanie kruszywa: - składu ziarnowego - kształtu ziaren - zawartości pyłów -zawartości zanieczyszczeń - wilgotności	PN-EN 933-1:2012 PN-EN 933-3:2012 PN-EN 933-9+A1:2013-07 PN-B-06714.12 PN-EN 1097-6:2002/AC:2004	j.w.
Badanie składników betonu	3.Badanie wody	PN-EN 1008:2004	Przy rozpoczęciu robót (w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń)
Badanie składników betonu	4.Badanie dodatków i domieszek	PN-EN 480-1:2014-12 i Aprobata Techniczną	
Badanie mieszanki betonowej	Urabialność	PN-EN 206-1:2003	Przy rozpoczęciu robót
Badanie	Konsystencja	PN-EN 12350-2;3;4;5	Zgodnie z PN-EN 206-1 tab.18

	Rodzaj badania	Metoda badania wg	Termin lub częstość badania
mieszanki betonowej			
Badanie mieszanki betonowej	Zawartość powietrza	PN-EN 12390-7:2011	1 próbka na dzień produkcji z PN-EN 206-1 tab.17
Badanie betonu	1.Wytrzymałość na ściskanie na próbkach	PN-EN 12390-3:2011	Po ustaleniu recepty zgodnie z tab. 13
Badanie betonu	2.Wytrzymałość na ściskanie-nieniszczące badania	PN-EN 12504-4:2005 PN-EN 12504-2:2002	W przypadkach technicznie uzasadnionych
Badanie mieszanki betonowej	3.Współczynnik woda/cement -nasiąkliwość kruszywa	PN-EN 1097-6	1 oznaczenie na dzień
Badanie mieszanki betonowej	4.Zawartość cementu	PN-EN 206-1:2003	j.w.
Badanie mieszanki betonowej	5.Zawartość chlorków	PN-EN 206-1:2014-04	Tab.10

6.3.3. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji budowlanych

6.3.3.1 Wymagania ogólne

Rozróżnia się tolerancje normalne klasy N1 i N2 oraz specjalne. Klasę tolerancji N2 zaleca się w przypadku wykonywania elementów szczególnie istotnych z punktu widzenia niezawodności konstrukcji o poważnych konsekwencjach jej zniszczenia oraz konstrukcji o charakterze monumentalnym.

Ustalenia projektowe powinny określać wszelkie wymagania dotyczące tolerancji specjalnych z podaniem: zmian wartości odchyłek dopuszczalnych podanych w niniejszym rozdziale, innych typów odchyłek, które powinny być dodatkowo kontrolowane, poza wartościami podanymi w normie, łącznie z określonymi parametrami i wartościami dopuszczalnymi, specjalnych tolerancji w odniesieniu do wszystkich lub szczególnych elementów konstrukcji.

Dokładność pomiarów odchyłek geometrycznych powinna być określona w ustaleniach projektowych.

Odchylenia poziome usytuowania podpór i elementów powinny być mierzone w stosunku do osi podłużnych i poprzecznych osnowy geodezyjnej pokrywających się z osiami ścian lub słupów.

Odchylenia poziome wzdłuż wysokości budynku powinny przyjmować wartości różnoimienne w stosunku do układu rzeczywistego. W przypadku stwierdzenia odchyłek o charakterze systematycznym należy podjąć działania korygujące.

6.3.3.2 System odniesienia

Przed przystąpieniem do robót na budowie należy ustalić punkty pomiarowe zgodne z przyjętą osnową geodezyjną stanowiącą przestrzenny układ odniesienia do określania usytuowania elementów konstrukcji zgodnie z normami PN-N-99310:2000 i PN-N-02211:2000.

Punkty pomiarowe powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem lub zniszczeniem.

6.3.3.3 Fundamenty (ławy-stopy)

Dopuszczalne odchylenie usytuowania osi fundamentów w planie nie powinno być większe niż:

- ± 10 mm przy klasie tolerancji N1,
- ± 5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie usytuowania poziomu fundamentu w stosunku do poziomu pozycyjnego nie powinno być większe niż:

- ± 20 mm przy klasie tolerancji N1,
- ± 15 mm przy klasie tolerancji N2.

6.3.3.4 Słupy i ściany

Dopuszczalne odchylenie usytuowania słupów i ścian w planie w stosunku do punktu pozycyjnego (lub osi pozycyjnej) nie powinno być większe niż:

- ± 10 mm przy klasie tolerancji N1,
- ± 5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie wymiaru wolnej odległości usytuowania słupów i ścian w planie w stosunku do słupów i ścian sąsiednich nie powinno być większe niż:

± 15 mm przy klasie tolerancji N1,

± 10 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie wymiaru budynku L (szerokości lub długości w metrach) na każdym poziomie nie powinno być większe niż:

± 20 mm przy L ≤ 30 m,

± 0,25 (L + 50) przy 30 m < L < 250 m,

± 0,10 (L + 500) przy L ~ 500 m.

Dopuszczalne odchylenie słupa lub ściany od pionu pomiędzy poziomami przyległych kondygnacji o wysokości h nie powinny być większe niż:

± h/300 przy klasie tolerancji N 1 I

± h/400 przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne wygięcie słupa lub ściany pomiędzy poziomami przyległych kondygnacji nie powinno być większe niż:

± 10 mm lub h/750 przy klasie tolerancji N1,

± 5 mm lub h/1000 przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie usytuowania słupa lub ściany na poziomie dowolnej n-tej kondygnacji budynku na wysokości $\sum h_i$ w stosunku do osi pionowej od poziomu fundamentu nie powinna być większa niż:

$\sum h_i 1300 \sqrt{n}$ przy klasie tolerancji N1,

$\sum h_i 1400 \sqrt{n}$ przy klasie tolerancji N2.

6.3.3.5 Belki i płyty

Dopuszczalne odchylenie usytuowania osi belki w stosunku do osi słupa nie powinno być większe niż:

± 10 mm przy klasie tolerancji N1,

± 5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie poziomu podpór belki lub płyty o rozpiętości L nie powinno być większe niż:

± L300 lub 15 mm przy klasie tolerancji N1,

± L500 lub 10 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie poziomu przyległych belek nie powinno być większe niż:

± 15 mm przy klasie tolerancji N1,

± 10 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie rozstawu między belkami nie powinno być większe niż:

± 10 mm przy klasie tolerancji N1,

± 5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne wygięcie belek i płyt od poziomu nie powinno być większe niż:

± 15 mm przy klasie tolerancji N1,

± 10 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie poziomu przyległych stropów sąsiednich kondygnacji nie powinno być większe niż:

± 15 mm przy klasie tolerancji N1,

± 10 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie poziomu H_j stropu na najwyższej kondygnacji w stosunku do poziomu podstawy nie powinno być większe niż:

± 20 mm przy $H_i \leq 20$ m,

± 0,5 ($H_i + 20$) przy 20 m < H_i < 100 m,

± 0,2 ($H_i + 200$) przy $H_i > 100$ m

6.3.3.6 Przekroje

Dopuszczalne odchylenie wymiaru li przekroju poprzecznego elementu nie powinno być większe niż:

± 0,04 li lub 10 ° mm przy klasie tolerancji N1,

± 0,02 li lub 5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie szerokości przekroju elementu na poziomach górnym i dolnym oraz odchylenie płaszczyzny bocznej od pionu nie powinno być większe niż:

± 0,04 li lub 10 ° mm przy klasie tolerancji N1,

± 0,02 li lub 5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie usytuowania strzemion nie powinno być większe niż:

-10° mm przy klasie tolerancji N1,

-5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenie usytuowania odgięć i połączeń prętów nie powinno być większe niż:

- 10 mm przy klasie tolerancji N1
- 5 mm przy klasie tolerancji N2.

6.3.3.7 Powierzchnie i krawędzie

Dopuszczalne odchylenia od płaskiej formowanej lub wygładzonej powierzchni na odcinku 2 m nie powinny być większe niż:

- 7 mm przy klasie tolerancji N1,
- 5 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenia od płaskiej niewygładzonej powierzchni na odcinku 2 m nie powinny być większe niż:

- 15 mm przy klasie tolerancji N1,
- 10 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne lokalne odchylenia od płaskiej formowanej lub wygładzonej powierzchni na odcinku 0,2 m nie powinny być większe niż:

- 5 mm przy klasie tolerancji N1,
- 2 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne lokalne odchylenia od płaskiej niewygładzonej powierzchni na odcinku 0,2 m nie powinny być większe niż:

- 6 mm przy klasie tolerancji N 1,
- 4 mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenia elementu o długości L (w mm) powodujące jego skośność (odchylenie od obrysu) w płaszczyźnie nie powinno być większe niż:

- $L/100 \leq 20$ mm przy klasie tolerancji N 1,
- $L/200 \leq 10$ mm przy klasie tolerancji N2.

Dopuszczalne odchylenia linii krawędzi elementu na odcinku 1,0 m nie powinno być większe niż:

- 4 mm przy klasie tolerancji N1,
- 2 mm przy klasie tolerancji N2.

6.3.3.8 Otwory i wkładki

Dopuszczalne odchylenia w usytuowaniu otworów i wkładek nie powinno być większe niż:

- ± 10 mm przy klasie tolerancji N1,
- ± 5 mm przy klasie tolerancji N2.

6.3.3.9 Maksymalne odległości między przerwami dylatacyjnymi (wg EN 1992-1-1: 2004/AC: 2008)

Rodzaj konstrukcji	Odległości 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) j.w. –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) j.w. – ze ścianami zewnętrznymi z betonu komórkowego,	40
e) j.w. – z lekkimi ścianami zewnętrznymi, podłużna ściana usztywniająca w części środkowej budynku,	70
f) j.w. – 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 -	jak dla a) lub b)

odpowiednio	
Ogrzewane jednokondygnacyjne hale żelbetowe bez ścian usztywniających lub tylko w części środkowej z zewnętrznymi ścianami o małej sztywności – w zależności od wysokości konstrukcji h	
a) $h < 5$ m	60
b) $5 < h < 8$ m	10+10 h
c) $h > 8$ m	90

7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIARU I OBMIARU ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru Robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne”.

Jednostką obmiaru jest :

- 1 m³ – elementy konstrukcyjne jak podciągi, belki, słupy, płyty fundamentowe itp.,
- 1 m² – elementy konstrukcyjne jak stropy i ściany itp.,

8. ODBIÓR ROBÓT BUDOWLANYCH

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru Robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne”.

Roboty wymienione w ST podlegają zasadom odbioru robót zanikających.

8.1. Odbiór końcowy konstrukcji

Odbiór końcowy odbywa się po pisemnym stwierdzeniu przez Inżyniera w Dzienniku Budowy zakończenia robót betonowych i spełnieniu innych warunków dotyczących tych Robót zawartych w umowie.

Podczas odbioru końcowego powinny być przedstawione następujące dokumenty :

- dokumentacja techniczna (projekt) z naniesionymi wszystkimi zmianami w czasie budowy,
- dziennik budowy,
- protokoły stwierdzające uzgodnienie zmian i uzupełnień dokumentacji,
- operaty geodezyjne
- wyniki badań kontrolnych betonu,
- protokoły z odbioru robót zanikających (np. fundamentów, zbrojenia elementów konstrukcji),
- inne dokumenty przewidziane w dokumentacji technicznej lub związane z procesem budowy, mające wpływ na udokumentowanie jakości wykonania konstrukcji, wymagane zgodnie z ustawą Prawo budowlane.

Dla zbiorników pracujących w napełnieniu „pod wodą” przeprowadzić próbę szczelności zgodnie z normą PN-B-10702/1999 „Wodociągi i kanalizacja. Zbiorniki. Wymagania i badania”.

Przed przystąpieniem do wykonywania próby szczelności należy wykonać izolacje wewnętrzne oraz zamontować instalacje technologiczne.

Po uzyskaniu pozytywnej próby wodnej wykonać próbę gazoszczelności. Ciśnienie robocze biogazu wynosić będzie 0,1 atm. A więc próbę wykonać na ciśnienie 0,2 atm. Na czas przeprowadzenia próby część gazową kopuły posmarować mydlinami.

Po pozytywnym zakończeniu obu prób szczelności wodę w komorach fermentacyjnych pozostawiać, zostanie wypchnięta osadami.

9. SPOSOBY ROZLICZENIA ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w ST 00 „Wymagania ogólne”.

Płatność należy przyjmować zgodnie z obmiarem i oceną jakości robót, w oparciu o wyniki pomiarów i badań laboratoryjnych.

9.1. Cena jednostkowa

Cena jednostkowa konstrukcji betonowej elementów takich jak: podciągi, belki, słupy, płyty fundamentowe w m³ obejmuje:

Cena jednostkowa konstrukcji betonowej elementów takich jak: stropy i ściany w m² cena obejmuje:

- przygotowanie obiektów do betonowania
- wykonanie projektu mieszanki
- przygotowanie lub zakup mieszanki betonowej
- transport mieszanki betonowej

- montaż i demontaż szalunków, deskowań i rusztowań wraz ze wszelkimi kosztami (np. dzierżawa, impregnacja, itp.),
- prace zasadnicze - układanie mieszanki betonowej i jej zagęszczanie
- wykonanie przerw dylatacyjnych
- wyrównanie i wygładzenie powierzchni betonowych,
- pielęgnacja betonu,
- wykonanie określonych w postanowieniach Umowy badań, pomiarów, i sprawdzeń robót,
- uporządkowanie placu budowy po robotach
- wywóz z terenu budowy materiałów zbędnych

10. DOKUMENTY ODNIESIENIA

10.1. Normy

PN-EN 206:2014-04	Beton -- Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
PN-EN 197-1:2012	Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
PN-EN 196-1:2006	Metody badania cementu. Część 1: Oznaczanie wytrzymałości (oryg.)
PN-EN 196-3+A1:2011	Metody badania cementu. Część 3: Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości (oryg.)
PN-EN 196-6:2011	Metody badania cementu. Część 6: Oznaczanie stopnia zmielenia
PN-EN 480-1:2014-12	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 1: Beton wzorcowy i zaprawa wzorcowa do badania
PN-EN 934-2+A1 /A1:2012	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 2: Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie
PN-EN 12620/A1:2010	Kruszywa do betonu
PN-EN 1097-6:2013-11 - wersja angielska	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw -- Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
PN-EN 933-1:2012	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
PN-EN 933-3:2012	Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 3: Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
PN-EN 933-9+A1:2013-07	Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Część 9: Ocena zawartości drobnych cząstek -- Badanie błękitem metylenowym
PN-EN 1097-6:2002/AC:2004	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
PN-EN 1008:2004	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
PN-EN 12350-2: 2009	Badania mieszanki betonowej - Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka
PN-EN 12350-3: 2011	Badania mieszanki betonowej - Część 3: Badanie konsystencji metodą Vebe
PN-EN 12350-4: 2011	Badania mieszanki betonowej - Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności

PN-EN 12350-5: 2011	Badania mieszanki betonowej - Część 5: Badanie konsystencji metodą stolika rozplwowego
PN-EN 12350-7: 2011	Badania mieszanki betonowej - Część 7: Badanie zawartości powietrza - Metody ciśnieniowe
PN-ISO 10260:2002	Jakość wody - Pomiar parametrów biochemicznych - Spektrometryczne oznaczanie stężenia chlorofilu a
PN-EN 12390-3:2011	Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania
PN-N-02211:2000	Geodezja - Geodezyjne wyznaczanie przemieszczeń - Terminologia podstawowa
EN 1992-1-1: 2004/AC: 2008	EUROKOD 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków
PN-M-47900-1:1996	Rusztowania stojące metalowe robocze. Określenia, podział i główne parametry
PN-M-47900-2:1996	Rusztowania stojące metalowe robocze. Rusztowania stojakowe z rur.
PN-M-47900-3:1996	Rusztowania stojące metalowe robocze. Rusztowania ramowe

10.2. Inne

1. Instrukcja ITB nr 356/98. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1998.
2. Wytyczne wykonywania robót budowlano-montażowych w okresie obniżonych temperatur. Instrukcja ITB nr 282/88. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1988.
3. Instrukcja ITB nr 306/91 – Zabezpieczenie korozji alkalicznej betonu przez zastosowanie dodatków mineralnych
4. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I – Budownictwo ogólne. Arkady. Warszawa 1989.
5. Śliwiński J.: Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement, Kraków 1999.