

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA  
I ODBIORU ROBÓT  
BUDOWLANYCH**

**ST – 03**

**ROBOTY BETONOWE**

## **1. DANE OGÓLNE**

### **1.1. Przedmiot specyfikacji**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót betonowych dla zadania pod nazwą: „Rozbudowa stacji uzdatniania wody Lubaszowa do wydajności 360 m<sup>3</sup>/h”

W celu pełnego zrozumienia zakresu robót, standardów materiałów i wykonania robót niniejszą Specyfikację Techniczną należy rozpatrywać łącznie z odpowiednimi rysunkami w Dokumentacji Projektowej oraz z odpowiednimi pozycjami przedmiarowymi w Przedmiarze Robót.

### **1.2. Przedmiot i zakres robót**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą prowadzenia prac przy realizacji robót betonowych na terenie SUW Lubaszowa.

Ustalenia zawarte w niniejszej ST dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem konstrukcji betonowych i żelbetowych. ST dotyczy wszystkich czynności mających na celu wykonanie robót związanych z:

- wykonaniem deskowań wraz z usztywnieniem,
- układaniem i zagęszczaniem mieszanki betonowej,
- pielęgnacją betonu.
- przygotowaniem zbrojenia,
- montażem zbrojenia,
- kontrolą jakości robót i materiałów.

### **1.3. Nazwy i kody WSZ**

Przedmiot zamówienia objęty niniejszą Specyfikacją odpowiada następującym robotom budowlanym opisanym kodem Wspólnego Słownika Zamówień (CPV):

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

CPV- 45220000-5 Roboty inżynieryjne i budowlane

### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z ST-00 „Wymagania ogólne” oraz z określeniami podanymi w pozostałych ST.

#### **Ponadto:**

- Beton (beton zwykły); mieszanka o gęstości powyżej 1,5 t/m<sup>3</sup> wykonana z cementu, wody, kruszywa mineralnego o frakcjach piaskowych i grubych oraz ewentualnych dodatków mineralnych i domieszek chemicznych
- Klasa betonu - symbol literowo-liczbowy C (np. C35/45) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie. Podstawę klasyfikacji zgodnie z normą PN-EN 206-1 stanowi wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie określona w MPa w 28 dniu dojrzewania na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm. Jeżeli w opracowaniu mowa o betonie oznaczonym literą B i symbolem cyfrowym, należy przez to rozumieć beton klasy C fck cube. np. oznaczenie B45 odpowiada klasie betonu C35/45
- Mrozoodporność betonu - odporność betonu stwardniałego na działanie mrozu. Wyróżniamy stopnie np. F25, F50, F100, F150, F200, F300, gdzie liczby oznaczają ilość cykli zamrażania i odmrażania, które beton znosi bez utraty wartości
- Wodoszczelność betonu - odporność betonu stwardniałego na przenikanie wody. W niniejszej Specyfikacji stopnie wodoszczelności (W2, W4, W6, W8) określono zgodnie z normą PN/B-06250
- Odporność korozyjna betonu - odporność betonu stwardniałego na działanie substancji chemicznych szkodliwych dla jego struktury. Wyróżniamy stopnie X0, XC, XD, XF

- Szczelina dylatacyjna - celowo wykonana przerwa w masie betonowej, odpowiednio wykończona i uszczelniona, umożliwiająca wydłużanie i kurczenie elementu żelbetowego
- Izolacje - warstwy budowlane spełniające w zależności od przeznaczenia funkcje izolacji wodochronnej (przeciwwilgociowej, przeciwwodnej, parochronnej), ciepłochronnej, ogniochronnej, przeciwhałasowej i przeciwkorozyjnej i wykonane jako powłokowe (nanoszone natryskiem lub przez malowanie), warstwowe (z zapraw, materiałów rolowanych i płytowych klejonych), strukturalne (iniekcje, dodatki do betonu, impregnacja)
- PCC (Polimer Cement Concrete) - system jednoskładnikowych materiałów do naprawy betonu konstrukcyjnego w budownictwie

## 2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW

### 2.1. Wymagania ogólne

Żelbetowe obiekty SUW i ich części składowe sklasyfikować można w trzech grupach:

- elementy konstrukcyjne nie narażone na bezpośredni kontakt z wodą i środowiskiem wilgotnym,
- elementy konstrukcyjne w pomieszczeniach o podwyższonej wilgotności,
- elementy konstrukcyjne narażone na ciągłe, bezpośrednie oddziaływanie wody.

Na tak opisane grupy konstrukcji nakładają się wymagania wyłącznie konstrukcyjne (klasa ekspozycji XO wg PN-EN 206-1) lub konstrukcyjne i środowiskowe (karbonatyzacja - klasy ekspozycji XC1 □ XC4, oddziaływanie chlorków nie pochodzących z wody morskiej - klasy ekspozycji XD1 - XD3, zamrażanie-odmrażanie bez środków odladzających - klasa ekspozycji XF1 lub XF3).

W przypadku zbiorników wody dodatkowym parametrem wyróżniającym konstrukcję jest wodoszczelność przegród, opisywana stopniem wodoszczelności „W” nawiązującym do wskaźnika ciśnienia, obliczanym jako stosunek wysokości słupa wody w m do grubości przegrody, w m.

Zbiorniki wody klasyfikowane są jako masywne i niemasywne (grubości ścian poniżej 0,5 m). Zbiorniki SUW należą do klasy niemasywnych, stąd spełniać muszą wymagania odnośnie kryteriów wytrzymałościowych oraz wodoszczelności, niskiej nasiąkliwości, odporności mrozowej, odporności na karbonatyzację i środowiska chlorkowe.

Właściwości te determinują cechy materiałowe (cement, kruszywo, woda, domieszki chemiczne i dodatki mineralne), właściwości mieszanki betonowej (konsystencja, urabialność, pompowalność), warunki wykonania i pielęgnacji na placu budowy, warunki eksploatacji.

Pozostałe wymagania ogólne są zgodne z ST-00 "Wymagania ogólne".

### 2.2. Wymagania szczegółowe

Uwaga: Zaproponowane materiały, produkty i urządzenia można zastąpić innymi, które są tożsame pod kątem jakości, parametrów, specyfikacji zaproponowanych stosunku do zaproponowanych w niniejszym opracowaniu, innymi technicznymi identycznymi parametrami technicznymi wykonanych wg obowiązujących Polskich Norm, posiadających wszystkie niezbędne certyfikaty i atesty dopuszczające do stosowania w budownictwie wymaganych Polskim Prawem

#### 2.2.1. Cement

Do betonów zwykłych, nie narażonych na ciągłe oddziaływanie wody, stosować należy cementy klas wytrzymałościowych 32,5 lub 42,5 alternatywnie z grup CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV, CEM V (wg PN-EN 197-1:2002). Dla elementów prefabrykowanych należy stosować cement o oznaczeniu R (wysoka wczesna wytrzymałość), dla betonów formowanych na budowie cementy o oznaczeniu N (normalna wytrzymałość wczesna). Początek czasu wiązania cementu nie powinien nastąpić wcześniej niż po 75 min (cementy

32,5) lub 60 min (cementy 42,5). Powierzchnia właściwa cementu wg Bleine'a powinna zawierać się w przedziale 3000-3800 cm<sup>2</sup>/g. Składniki główne cementów powinny mieścić się w przedziałach określonych w Tabeli 1 normy PN-EN 197-1.

Do betonów narażonych na ciągłe oddziaływanie wody, szczególnie dużych powierzchni zbiorników, dobór rodzaju cementu powinien wynikać z cech betonu o charakterze hydrotechnicznym.

Zgodnie z PN-89/B-30016 należy przestrzegać:

- ograniczenie ilości cementu do poziomu zapewniającego uzyskanie żądanej klasy betonu (od 270 do 360 kg/m<sup>3</sup>),
- zastosowanie cementu wolnowiążącego i niskokalorycznego o cieple hydratacji:
  - po 3 dniach 210 J/g,
  - po 7 dniach 250 J/g,
- zastosowanie cementu niskoalkalicznego Na<sub>2</sub>O<sub>eq</sub> - 0,6%,
- zastosowanie cementu z małą ilością faz C3S i C3A:
  - C3S w klinkierze nie więcej niż 60%,
  - C3A w klinkierze nie więcej niż 5%,
- przyjęcie cementu o powierzchni właściwej < 3000 cm<sup>2</sup>/g,
- wybór cementu o początku wiązania najwcześniej po upływie 120 min oraz końcu wiązania najwcześniej po upływie 270 minut, a najpóźniej po upływie 12h,
- wybór cementu o skurczu zaprawy po 28 dniach < 0,5 mm/m.

Wymienione wymagania spełniają cementy CEM 4II i CEM 4II 4II oznaczeniach N-HSR/LH/NA.

### **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, 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 zawilgoceniem 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 wytwórnię, 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. Woda zarobowa**

Do produkcji mieszanki betonowej oraz pielęgnacji powierzchniowej betonów używać należy wody zarobowej wg wymagań normy PN-EN 1008:2003: Woda zarobowa do betonu.

Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody uzyskiwanej z produkcji betonu.

W zakresie właściwości chemicznych norma stawia wodzie następujące wymagania:

- zawartość chlorków:
- dla betonu sprężonego i zaczynu iniekcyjnego - do 500 mg/l wody,
- dla betonów zbrojonych - do 1000 mg/l wody,
- dla betonów niezbrojonych - do 2000 mg/l wody,
- zawartość siarczanów - poniżej 2000 mg/l wody,
- zawartość alkaliów (NaOH) < 1500 mg/l wody,
- inne zanieczyszczenia - eliminacja zanieczyszczeń ograniczających czas wiązania i wytrzymałość betonu.

### 2.2.3. Kruszywo

#### Wymagania ogólne

Kruszywo do betonów konstrukcyjnych zwykłych i o cechach hydrotechnicznych powinno spełniać wymagania zawarte w normie PN-EN 12620:2004 „Kruszywa do betonu”. Kruszywo może się składać z ziaren pochodzenia naturalnego (otoczakowego) i łamanego, lub też stanowić mieszaninę obu rodzajów ziaren. W celu zapewnienia jednorodności betonu kruszywo powinno charakteryzować się stałością cech fizycznych i uziarnienia. Do betonu stosować należy kruszywo o marce nie niższej niż klasa betonu. Dobór kruszywa drobnego i grubego winien dążyć do uzyskania maksymalnej szczelności stosu okruszowego. Wyższa sumarycznie zawartość ziaren grubych obniża wodożądność oraz skurcz.

Frakcje kruszywa wykorzystywane do betonów:

- frakcje pyłowe < 0,125 mm,
- frakcje drobne 0/4 mm,
- frakcje grube > 4 mm.

Do produkcji betonów, prefabrykatów, betonów hydrotechnicznych i innych stosowane są:

- piaski 0/2, 0/4,
- żwiry 2/8, 8/16, 16/31.5, 2/16, 4/16, 16/32, 31.5/63,
- mieszanki 0/8, 0/16, 0/31.5.

#### Kruszywo drobne

Kruszywa drobne powinny spełniać wymagania podstawowe dotyczące uziarnienia zawarte w tabeli 1 oraz wymagania dodatkowe co do udokumentowania i deklarowania typowego uziarnienia odpowiednio do wymiarów ich górnego sita D zgodnie z tabelą 2.

**Tabela 1. Podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia kruszywa drobnego**

Wymiar	Procent masy przechodzącej [%]			Kategoria Gd
	2D	1,4Da,b	Dc	
$D \leq 4$ i $d = 0$	100	od 95 do 100	od 85 do 99	GF85

a Tam gdzie określone sita nie są dokładnymi numerami z serii R20 wg ISO 565:1990, należy przyjąć następny najbliższy wymiar sita.

b Dla betonu o nieciągłym uziarnieniu lub dla innych specjalnych zastosowań mogą być określone inne wymagania dodatkowe.

c Procentowa zawartość ziaren przechodzących przez D może być większa niż 99% masy, ale w takim przypadku producent powinien udokumentować i zadeklarować typowe uziarnienie, łącznie z sitami D, d, d/2 oraz sitami zestawu podstawowego plus zestaw 1, lub zestawu podstawowego plus zestaw 2, dla wartości pośrednich pomiędzy d i D.

d W normach dotyczących innych kruszyw podano inne wymagania odnoszące się do kategorii.

**Tabela 2. Tolerancja typowego uziarnienia kruszywa drobnego ogólnego zastosowania deklarowanego przez producenta**

Wymiar sita [mm]	Tolerancja w % przechodzącej masy		
	0/4	0/2	0/1
4	± 5a	-	-
2	-	±5a	-
1	±20	±20	±5a
0,250	±20	±25	±25
0,063b	±3	±5	±5

a Tolerancje ±5 są ograniczone również wymaganiami wg tablicy 4dotyczącymi procentu masy przechodzącej przez D.

b Oprócz podanych tolerancji ustala się dla danej kategorii maksymalną zawartość pyłów określoną procentem masy przechodzącej przez sito 0,063 mm.

### **Kruszywo grube**

Uziarnienie kruszywa grubego powinno spełniać wymagania podstawowe podane w tabeli 3, na podstawie których określone są kategorie uziarnienia.

**Tabela 3. Podstawowe wymagania dotyczące kruszyw grubych**

Wymiar	Procent masy przechodzącej [%]					Kategoria Gd
	2D	1,4 Da,b	Dc	db	d/2a,b	
$D/d \leq 2$ lub $D \leq 11,2 \text{ mm}$	100	od 98 do 100	od 85 do 99	od 0 do 20	od 0 do 5	Gc85/20
		od 98 do 100	od 80 do 99	od 0 do 20	od 0 do 5	Gc80/20
	100					
$D/d > 2$ i $D > 11,2 \text{ mm}$	100	od 98 do 100	od 90 do 99	od 0 do 15	od 0 do 5	Gc90/15

a Tam gdzie określone sita nie są dokładnymi numerami z serii R20 wg ISO 565:1990, należy przyjąć następny najbliższy wymiar sita.

b Dla betonu o nieciągłym uziarnieniu lub dla innych specjalnych zastosowań mogą być określone inne wymagania dodatkowe.

c Procentowa zawartość ziaren przechodzących przez D może być większa niż 99% masy, ale w takim przypadku producent powinien udokumentować i zadeklarować typowe uziarnienie, łącznie z sitami D, d, d/2 oraz sitami zestawu podstawowego plus zestaw 1, lub zestawu podstawowego plus zestaw 2, dla wartości pośrednich pomiędzy d i D.

d W normach dotyczących innych kruszyw podano inne wymagania odnoszące się do kategorii.

W przypadku kruszyw dla których:

$D \geq 11,2 \text{ mm}$  i  $D/d > 2$  lub  $D \leq 11,2 \text{ mm}$  i  $D/d > 4$  stosowane są dodatkowe wymagania zawarte w tabeli 4.

**Tabela 4. Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich**

D/d	Sito pośrednie mm	Ogólne granice i tolerancje na sitach pośrednich (procent przechodzącej masy)		Kategoria GT
		Ogólne granice	Tolerancje dla typowego uziarnienia deklarowanego przez producenta	
< 4	D/1,4	od 25 do 70	$\pm 15$	GT15

≥ 4	D/2	od 25 do 70	±17,5	GT17,5
Tam gdzie określone sита nie są dokładnymi numerami z serii R20 wg ISO 565:1990 należy przyjąć następny najbliższy wymiar sита.				

Punkt piaskowy mieszanki kruszyw

Zawartość frakcji piasku 0-2mm w mieszance kruszyw oznacza ich punkt piaskowy. W celu zapewnienia cech technologicznych mieszanki betonowej, jej właściwego układania i zagęszczania niezbędny jest dobór właściwego punktu piaskowego kruszywa, który powinien mieścić się w przedziałach:

- 27÷30 % - mieszanki układane ręcznie, zagęszczane mechanicznie,
- 35÷40 % - mieszanki pompowalne,
- 45÷50 % - mieszanki wibroprasowane.

### Kruszywo wypełniające

Kruszywo wypełniające stosowane do betonów specjalnych powinno odpowiadać wymaganiom zawartym w tabeli 5.

**Tabela 5. Wymagania uziarnienia dla kruszywa wypełniającego**

Wymiar sита [mm]	Procent masy przechodzącej [%]	
	Ogólny zakres wyników	Maksymalny zakres deklarowany przez producenta
2	100	-
0,125	od 85 do 100	10
0,063	od 70 do 100	10
a Zakres uziarnienia deklarowany na podstawie ostatnich 20 wartości 90% wyników powinno znaleźć się w tym zakresie, ale wszystkie powinny mieścić się w ogólnym zakresie uziarnienia		

### Zawartość pyłów

Obecność pyłów powyżej wartości granicznych obniża przyczepność między kruszywem, a zaczynem cementowym. Uzyskanie dobrej przyczepności uwarunkowane jest stosowaniem czystego kruszywa, pozbawionego pyłów, części organicznych oraz cząstek minerałów ilastych. Pyły znajdujące się w kruszywie drobnym można uznać za nieszkodliwe jeśli:



- całkowita zawartość pyłów w kruszywie drobnym jest mniejsza od 3%,
- wartość wskaźnika piaskowego (SE) przekracza określoną dolną granicę,
- badanie błękitem metylowym (MB) daje wartość mniejszą niż określone granice,
- stwierdzono zadowalające zachowanie się kruszywa w betonie.

### **Dodatkowe wymagania w stosunku do betonów hydrotechnicznych i wodo-szczelnych**

Należy stosować kruszywo mineralne w postaci piasków, żwirów lub kruszyw łamanych, których właściwości techniczne odpowiadają wymaganiom normowym. Kruszywo naturalne powinno być zbadane na zawartość skał osadowych. Stosowanie kruszyw zawierających skały osadowe jest dopuszczalne po laboratoryjnym zbadaniu betonu z tego rodzaju kruszywa na wytrzymałość na ściskanie oraz odporność na działanie danego środowiska wodnego. Cechy fizyczne i chemiczne piasku powinny odpowiadać wymaganiom określonym dla piasków do betonu zwykłego, z tym że zależnie od położenia betonu hydrotechnicznego w budowlu piasek powinien dodatkowo spełniać wymagania podane w tablicy 6.

**Tabela 6. Dodatkowe wymagania dla piasków stosowanych do betonu hydrotechnicznego**

Rodzaj cechy	Miejsce położenia betonu hydrotechnicznego		
	Pochodny podwodny	zalewany okresowo	nadwodny
	dopuszczalna ilość, %		
Pyły mineralne poniżej 0,063mm wydzielone metodą płukania	4	2	3
Ziarna frakcji żwirowej nie więcej niż	10		
Zanieczyszczenia organiczne badane metodą chemiczną	barwa cieczy pod piaskiem badanym nie ciemniejsza niż żółta		

Żwir i kruszywo łamane powinno odpowiadać wymaganiom normy jak dla betonu zwykłego, z tym że zawartość ziaren wydłużonych i płaskich nie powinna być większa niż 20 % w stosunku do masy.

### **Wymagania odnoszące się do uziarnienia kruszyw**

Do wykonywania masywnych betonów konstrukcji hydrotechnicznych należy stosować kruszywa o możliwie maksymalnej wielkości ziaren, gdyż pociąga to za sobą ograniczenie zużycia cementu, a tym samym eliminuje niekorzystne wpływy termiczne, skurcze, zarysowania konstrukcji. Przy doborze maksymalnej wielkości ziaren kruszywa w betonie należy przestrzegać, aby wymiar największych ziaren nie przekraczał:

- $1/3$  najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego konstrukcji,
- $2/3$  najmniejszego ostępu pomiędzy sąsiednimi prętami zbrojeniowymi ułożonymi w jednej płaszczyźnie poziomej,
- $1/2$  odległości pomiędzy sąsiednimi prętami zbrojeniowymi ułożonymi w jednej płaszczyźnie pionowej.

Maksymalna wielkość ziaren kruszywa w niemasywnych konstrukcjach hydrotechnicznych musi spełniać wymagania normy PN-EN 206-1. Nie dopuszcza się stosowania w betonach hydrotechnicznych pospółek naturalnych.

### **Składowanie**

Poszczególne rodzaje i frakcje kruszywa muszą być na placu składowym oddzielnie składowane na umocnionym i czystym podłożu w sposób uniemożliwiający mieszanie się.

#### **2.2.4. Domieszki chemiczne do betonów**

Dozowanie domieszek do betonu ustala się zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 934-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje i wymagania. W zależności od potrzeb dopuszcza się następujące rodzaje domieszek:

- domieszki uplastyczniające i upłynniające – plastyfikatory i superplastyfikatory - pozwalają na redukcję ilości wody w mieszance betonowej i poprawę jej urabialności, przez obniżenie współczynnika W/C przy zachowaniu tej samej konsystencji beton osiąga wyższą wytrzymałość - wczesną i końcową, zwiększa się jego trwałość, wodoszczelność, odporność na działanie agresywnych środowisk,
- domieszki przyspieszające wiązanie i twardnienie betonu – głównie jako dodatki ułatwiające betonowanie w okresie niskich temperatur,
- domieszki opóźniające wiązanie i twardnienie betonu – spowalniają wydzielanie ciepła hydratacji przydatne przy transporcie betonu na dłuższe odległości, produkcji betonów masywnych, betonowaniu przy wysokich temperaturach,
- domieszki uszczelniające – hamujące chłonność kapilarną betonu, ograniczają lub blokują przepływ fazy ciekłej,
- domieszki napowietrzające – tworzące pory powietrza w betonie, przerywające ciągłość kapilar, zmniejszające przenikanie wody, powiększające mrozoodporność betonu,
- domieszki ziarnowe – przyspieszające proces twardnienia betonu bez zmiany początku związania cementu; przydatne w okresach obniżonych temperatur do uzyskania tzw. mrozoodporności betonu,

- domieszki do betonowania pod wodą – stosowane do betonów podwodnych; stabilizowane mieszanki mogą być swobodnie zrzucone przez warstwę wody bez ryzyka segregacji składników,
- domieszki do zaczynów iniekcyjnych – powodują obniżenie wodożądności zaczynu cementowego, działają stabilizująco na zawieszinę i zapobiegają jej sedymentacji; stosowane do zaczynów cementowych używanych do uszczelnienia rys w konstrukcjach betonowych oraz do iniekcyjnego wzmocnienia gruntów,
- domieszki spęczniające – naprawy iniekcyjne, wypełnienie szczelin w konstrukcjach betonowych,
- preparaty antyadhezyjne do deskowań,
- środki błonotwórcze umożliwiające odparowywanie wody ze świeżego betonu,
- koncentraty polimerowe i inne w stosunku do szczególnych zastosowań.

Dobór ilościowy domieszki zależy od jej charakteru, rodzaju użytego cementu, funkcji spełnianej przez beton (wodoszczelność, mrozoodporność), technologii transportu i układania mieszanki. Wszystkie mieszanki betonowe modyfikowane domieszkami chemicznymi wymagają wcześniejszych prób laboratoryjnych wyznaczających kompatybilność domieszki z cementem, określających stopień i trwałość upłynnienia mieszanki, efekty wytrzymałościowe.

#### **2.2.5. Mieszanka betonowa**

Wyróżnia się następujące rodzaje betonów przeznaczonych do zbudowania w konstrukcje:

- C8/10, XO - podbetony,
- C20/25, XO, XC3 - bloki oporowe, podpory rurociągów, betony ochronne,
- C20/25 i C25/30, XC3, XF1 oraz F150 - części szkieletowe budynków,
- C25/30, XC1, XD2, XF1 oraz F150 i W4 - części dolne budynków narażone na kontakt z wodą,
- C30/37, XC3, XF1 oraz F150 - płyty stropowe komór,
- C30/37, XC1, XF3 oraz F150 i W8 - płyty dna i ściany komór,
- C35/45, XC2, XF3 oraz F150 i W8 - zbiorniki wyrównawcze, osadniki, części budynków narażone na stały kontakt z wodą.

#### **Uwaga:**

Obowiązująca norma PN-EN 2006-1 zakłada w odniesieniu do betonu projektowanego jak i recepturowego wyspecyfikowanie - obok szczegółowych klas ekspozycji – także innych koniecznych wymagań technicznych. Dla betonów hydrotechnicznych istotne są

wodoszczelność i mrozoodporność. Parametry te w niniejszej specyfikacji technicznej przyjęto zgodnie z normą PN-88/B-06150 Beton zwykły.

#### **2.2.5.1. Urabialność i konsystencja mieszanki betonowej**

Przy betonie o niskiej nasiąkliwości i wysokiej wodoszczelności szczególną uwagę należy zwrócić na stosowanie urabialnej mieszanki betonowej. Urabialność to podatność do dokładnego wypełniania form przy jednoczesnym zachowaniu jednorodności i bez pozostawienia w niej nie więcej niż 2% pustek. To normowe określenie trzeba rozszerzyć na cały okres procesu betonowania – od rozpoczęcia produkcji do chwili zagęszczenia w deskowaniu. Urabialność ocenia się według uzyskanych efektów o których świadczą: długość okresu zagęszczania, gładkość uzyskanej powierzchni, dokładność otulenia zbrojenia. Urabialność można regulować konsystencją, ilością zaczynu, ilością zaprawy, kształtem ziaren kruszywa grubego, sumą ilości cementu i innych składników o ziarnach do 0,125 mm, ilością plastyfikatora, stosunkiem W/C. odpowiedni dobór wymienionych parametrów decyduje o wodoszczelności betonu.

Alternatywnie, w zależności od potrzeb, stosować należy następujące metody pomiaru urabialności i konsystencji w zakresach:

- opad stożka  $\geq 10 \text{ mm}$  i  $\leq 210 \text{ mm}$ ,
- czas VeBe  $\leq 30 \text{ s}$  i  $> 5 \text{ s}$ ,
- stopień zagęszczalności  $\geq 1,04$  i  $< 1,46$ ,
- średnica rozplywu  $> 340 \text{ mm}$  i  $\leq 620 \text{ mm}$ .

Urabialność i konsystencję należy przyjmować w stosunku do metody transportu mieszanki, rodzaju i kształtu elementu (ściany, przegrody poziome), wymiarów poprzecznych, ilości zbrojenia.

Tolerancje przyjmowanych wartości konsystencji zawiera tablica 11 normy PN-EN 206-1.

Jako zasadę przy betonach hydrotechnicznych przyjmuje się konsystencję gęstoplastyczną (opad stożka 10÷40 mm, czas VeBe 20-30 s) dla konstrukcji masywnych i mało zbrojonych (do 0,2 %) oraz konsystencję plastyczną (opad 40÷80mm, czas VeBe 5÷20 s) dla konstrukcji żelbetowych z ilością zbrojenia powyżej 0,2 %.

#### **2.2.5.2. Zawartość powietrza w mieszance betonowej**

Zawartość powietrza w mieszance betonowej, jeśli powinna być oznaczana należy określić w betonie zgodnie z EN 12350-7. Zawartość powietrza jest specyfikowana jako wartość minimalna. Górna granice zawartości powietrza stanowi wyspecyfikowana wartość powiększona o 4 %.

#### **2.2.5.3. Ilość cementu i stosunek W/C**

Ilość cementu i wartość stosunku W/C w mieszance betonowej należy przyjmować w stosunku do przyjętych rodzajów betonów i ich projektowanych właściwości. Dane te, w nawiązaniu do wymagań normy PN-EN 206-1, przyjmować należy jak w tabelicy 7.

**Tabela 7. Minimalne klasy betonu, minimalne ilości cementu oraz maksymalne wartości W/C dla betonów objętych specyfikacją**

Opis	Klasa ekspozycji	Środowisko	Wymagania			
			max W/C	min. zawartość cementu [kg]	min. klasa betonu	min. napowie-trzenie [%]
Brak ryzyka korozji lub brak oddziaływania	XO	Nieagresywne	-	-	C12/15	-
Korozja wywołana karbonatyzacją	XC1	Suche	0,65	260	C20/25	-
	XC2	Stałe mokre	0,60	280	C25/30	-
	XC3	Umiarkowanie wilgotne	0,55	280	C30/37	-
	XC4	Cyklicznie mokre i suche	0,50	300	C30/37	-
Korozja wywołana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej	XD1	Umiarkowanie wilgotne	0,55	300	C30/37	-
	XD2	mokre, sporadycznie suche	0,55	300	C30/37	-
	XD3	Cyklicznie mokre i suche	0,45	320	C35/45	-
Agresja mrozowa <sup>1</sup>	XF1	Umiarkowane nasycenie wodą	0,55	300	C30/37	-
	XF2	Umiarkowane nasycenie wodą ze środkami odladzającymi	0,55	300	C25/30	4,0

	XF3	Silne nasycenie wodą bez środków odladzających	0,50	320	C30/37	4,0
	XF4	Silne nasycenie wodą ze środkami odladzającymi	0,45	340	C30/37	4,0
Środowisko agresywne chemicznie <sup>2</sup>	XA1	Słaba agresja chemiczna	0,55	300	C30/37	-
	XA2	Umiarkowana agresja chemiczna	0,50	320	C30/37	-
	XA3	Silna agresja chemiczna	0,45	360	C35/45	-

1 Kruszywo zgodne z PrEN 12620:2000, o odpowiedniej odporności na zamrażanie/rozmarzanie.

2 Przy klasach ekspozycji XA2 i XA3 – w przypadku agresji siarczanowej należy stosować cementy HSR.

Dodatkowo, dla betonów wodoszczelnych i mrozoodpornych przyjmować należy wartość W/C jak w tabelach 8 i 9.

**Tabela 8. Minimalna wartość W/C dla wodoszczelności**

Stopień wodoszczelności	Wartość stosunku W/C najwyżej
W2, W4	0,65
W6, W8	0,60
W10, W12	0,55

**Tabela 9. Minimalne wartości W/C dla stopnia mrozoodporności**

Stopień mrozoodporności	Wartość stosunku W/C najwyżej
F50, F100	0,60
F150, F200	0,55
F250	0,50

#### **2.2.5.4. Produkcja mieszanki betonowej**

Mieszanka betonowa może być produkowana wyłącznie na podstawie zatwierdzonej przez Inspektora Nadzoru receptury laboratoryjnej.

Wytwórnia betonów typu stacjonarnego z odpowiednim zapleczem magazynowym dla cementu i kruszywa oraz w pełni zautomatyzowana i sterowana komputerowo musi stanowić kompletny obiekt spełniający wymagania standardów europejskich. Wytwórnia podlega akceptacji Inspektora Nadzoru.

Dopuszczalne odchylenia w dokładności dozowania w procencie ciężaru dla poszczególnych składników nie mogą przekroczyć:

- dla cementu +2%,
- dla kruszywa +3%,
- dla wody +2%,
- dla domieszek +2%.

#### **2.2.6. Zbrojenie elementów żelbetowych**

Własności mechaniczne i technologiczne stali klasy od A-0 do A-III powinny być zgodne z wymaganiami norm PN-ISO 6935-1:1998, PN-ISO 693-2:1998, PN-82/H-93215.

Atestowanie i znakowanie stali

Do każdej stali zbrojeniowej dostarczonej na budowę wytwórca zobowiązany jest załączyć na żądanie zamawiającego zaświadczenie o jakości (atest) stwierdzające zgodność wyrobu z wymogami norm.

Na oznaczenie wyrobu opisanego w PN-82/H-93215 składają się:

- nazwa wyrobu WALCÓWKA OKRĄGŁA, PRĘT OKRĄGŁY, PRĘT ŻEBROWANY,
- liczba oznaczająca średnicę podana w milimetrach,
- długość pręta, jeżeli jest inna niż fabrykacyjna,
- znak stali (gatunek),
- znak obróbki cieplnej litera N, jeżeli zastosowano obróbkę, braku obróbki cieplnej nie oznacza się,
- numer normy PN-82/H-93215.

Wiązki prętów oraz kręgi stali zbrojeniowej, której dotyczy cytowana norma, muszą być oznaczone przynajmniej dwoma przywieszkami metalowymi zawierającymi następujące

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

Na oznaczenie wyrobów opisanych w PN-ISO 6935-1 i PN-ISO 6935-2 składają się:

- nazwa wyrobu - stal do zbrojenia betonu,
- numer arkusza normy: PN-ISO 6935-1 lub PN-ISO 6935-2,
- średnica nominalna w milimetrach,
- gatunek stali.

#### **2.2.6.1. Kontrola stali zbrojeniowej**

Dostarczoną na budowę każdą partię stali zbrojeniowej należy poddać kontroli sprawdzając: zgodność atestu z zamówieniem oraz cechami oznaczonymi na przywieszkach załączonych do kręgów i wiązek prętów. Ponadto, należy sprawdzić wygląd powierzchni, wymiary, masę oraz prostoliniowość prętów dostarczonych w wiązkach.

#### **2.2.6. 2. Składowanie stali zbrojeniowej i gotowych elementów zbrojenia**

Dostarczana na plac budowy stal zbrojeniowa, jak również gotowe do wbudowania elementy zbrojenia (pręty) powinny być składowane na odpowiednio do tego celu przystosowanych składowiskach, które zabezpieczałyby je przed zanieczyszczeniami, wpływem czynników atmosferycznych oraz uszkodzeniami mechanicznymi.

#### **2.2.6.3. Przygotowanie i kształtowanie zbrojenia**

Zbrojenie należy wykonywać zgodnie z danymi zawartymi w projekcie. Wszelkie odstępstwa muszą być zatwierdzone przez projektanta i Inspektora Nadzoru i odnotowane w dokumentacji technicznej oraz w dzienniku budowy. Dotyczy to zarówno zmiany klasy i gatunku stali, jak i rozmieszczenia zbrojenia w przekrojach i na długości elementu oraz typu zbrojenia.

Zmiany w zbrojeniu nie mogą powodować obniżenia nośności i trwałości konstrukcji.

Dokumentacja zbrojenia konstrukcji lub jej części musi zawierać następujące informacje:

- rozmieszczenia zbrojenia podłużnego i strzemion (otulina, ilość warstw, odległości) oraz uchwytów montażowych w elementach prefabrykowanych,
- szczegółowe zasady przedłużania prętów pojedynczych, siatek i szkieletów (sposób i lokalizacja miejsc przedłużania),
- zestawienie stali z podziałem na gatunki i średnice,
- wykaz akcesoriów do przedłużania zbrojenia,
- szczegółowy rysunek ukształtowania elementów zbrojenia i uchwytów montażowych (kąty zagięć, długości odcinków składowych i inne informacje



niezbędne do nadania prawidłowego kształtu, długość całkowita, średnica i znak stali, numer pręta, ilość sztuk).

Haki i pętle kotwiące oraz odgięcia prętów należy wykonywać wg projektu przy jednoczesnym przestrzeganiu zasad podanych w normie PN-B-03264:2002. Haki, pętle oraz odgięcia prętów należy wykonywać przy pomocy trzpieni rolkowych, średnica trzpieni rolkowych zależna jest od klasy stali oraz średnicy pręta.

#### **2.2.7. Deskowanie**

Deskowanie i związane z nim rusztowania powinny w czasie ich eksploatacji zapewnić sztywność i niezmienność układu oraz bezpieczeństwo konstrukcji. Konstrukcja deskowań powinna umożliwiać łatwy ich montaż i demontaż oraz wielokrotność ich użycia. Deskowania powinny spełniać wymagania techniczne określone w "Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych", tom I - Budownictwo ogólne, część 1, pkt. 5 Rusztowania i deskowania.

#### **2.2.8. Inne materiały**

Jako uszczelnienie połączeń technologicznych (przerw roboczych) w danym elemencie betonowym należy stosować przegrody z blachy czarnej w postaci pasa o szerokości 30 cm oraz wkładki taśmowe zwiększające swoją objętość pod wpływem wilgoci (bentonit, guma hydrofilowa).

Jako przejścia szczelne przez ściany należy stosować systemowe elementy segmentowo-łańcuchowe (bezdławicowe) typu elastycznego oraz wkładki taśmowe opisane wyżej (po 2 na każde przejście).

Jako uszczelnienie i wypełnienie dylatacji szczelinowych należy stosować poliuretanowe masy dylatacyjne podparte elastycznym „sznurem” izolacyjnym.

Włókna salowe do zbrojenia betonu (tzw. zbrojenie rozproszone) z zimnociągniętego drutu z niskowęglowej stali C1008.

Jako izolacje powierzchniowe elementów betonowych należy stosować ulepszone sztucznym tworzywem dwukomponentowe masy bitumiczne do nakładania natryskowego (powierzchnie zewnętrzne w gruncie) zgodnie z wymaganiami DIN 18195.

Jako wyprawy powierzchniowe elementów betonowych należy stosować, niezawierające rozpuszczalnika, dwukomponentowe żywice reaktywne na bazie żywicy epoksydowej z odpowiednimi gruntownikami.

Elementy wyposażenia (przekrycia, okucia, kratki) ze stali nierdzewnej 0H18N9.

### **3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN**

Wymagania ogólne dotyczące maszyn budowlanych określono w ST-00 "Wymagania ogólne".

Do wykonania robót będących przedmiotem niniejszej ST stosować następujący, sprawny technicznie i zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru, sprzęt:

- wytwórnia betonu - stacjonarna z automatycznym nagarnianiem kruszywa, wody i cementu, system sterowania mikroprocesorowego z elektronicznym systemem korekty wilgotności kruszywa; dozowanie wagowe, system ogrzewania produkcji; pełna systematyka danych produkcyjnych i gospodarki magazynowej, zakres rodzajów kruszyw -8,
- żurawie samochodowe o udźwigu 5÷6,10÷16,20 ton
- betonomieszarki samochodowe 6÷9 m<sup>3</sup>,
- samochodowa pompa do mieszanek betonowych o wydajności 45÷60 m<sup>3</sup>/h i 30÷40 m<sup>3</sup>/h, ciśnienie robocze 220 bar
- wibratory pogrążalne i listwowe,
- deskowania płytowe średnio- i wielkowymiarowe płaskie systemowe,
- zagęszczarki płytowe,
- urządzenia i maszyny do prostowania stali dostarczonej w kręgach oraz do prostowania prętów dostarczonych w wiązkach, cięcia oraz gięcia prętów, zgrzewania i spawania.

**Uwaga:**

Parametry sprzętu i maszyn podane są orientacyjnie. Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu i maszyn, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość robót i właściwości przewożonych towarów. Środki transportu i maszyny winny być zgodne z ustaleniami ST, PZJ oraz projektu organizacji robót, który uzyskał akceptację Inspektora Nadzoru.

#### **4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU**

Wymagania ogólne dotyczące maszyn budowlanych określono w ST-00 "Wymagania ogólne"

Do transportu materiałów, sprzętu budowlanego i urządzeń stosować następujące, sprawne technicznie i zaakceptowane przez Inspektora Nadzoru środki transportu:

- samochód ciężarowy, skrzyniowy 5 ÷ 8 t,
- samochód dostawczy 0,9 t,
- cementowóz cysternowy 25+60 m<sup>3</sup>,
- ciągnik siodłowy z naczepą towarową

- samochodowa pompa do mieszanek betonowych o wydajności 45÷60 m<sup>3</sup>/h, ciśnieniu roboczym 220 bar.
- betoniarki samochodowe 6÷8 m<sup>3</sup>

#### **Uwaga:**

Parametry sprzętu podane są orientacyjnie. Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość robót i właściwości przewożonych towarów. Środki transportu winny być zgodne z ustaleniami ST, PZJ oraz projektu organizacji robót, który uzyskał akceptację Inspektora Nadzoru.

## **5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT**

### **5.1. Ogólne warunki wykonania robót budowlanych**

Ogólne warunki wykonania robót są zawarte w ST 00 - „Wymagania ogólne”

### **5.2. Szczegółowe warunki wykonania**

Wykonanie robót wykończeniowych powinno odbywać się zgodnie z właściwymi WTWiORB-M - Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych - ITB, normami, a także instrukcjami producentów i dostawców systemów technologicznych. W szczególności należy stosować wytyczne zamieszczone poniżej.

#### **5.2.1. Uwagi wstępne**

Roboty betonowe przewidziane do realizacji w zakresie uzbrojenia terenu oraz budowy obiektów kubaturowych i inżynierskich związanych z rozbudową SUW, obejmują wykonanie następujących elementów budowlanych:

- płyty fundamentowe, denne, stropowe,
- ściany,
- wieńce, nadproża i wsporniki,
- ławy i bloki oraz ściany fundamentowe,
- komory, kanały, koryta technologiczne i umocnienia brzegowe,
- podłoża i posadzki.

Ponadto, przewidziano roboty towarzyszące związane z elementami w/w konstrukcji w postaci:

- izolacje powierzchniowe powłokowe z mas bitumicznych,
- wyprawy powierzchniowe powłokowe z żywic reaktywnych,

- przejścia szczelne rurociągów,
- dylatacje,
- przekrycia otworów technologicznych, okucia i ciągi odwodnienia liniowego, konstrukcje wsporcze i komunikacyjne, itp. ze stali nierdzewnej 0H18N9,
- elementy prefabrykowane przekryć komór i kanałów,
- remont i wyprawa istniejących elementów betonowych,
- warstwy podkładowe i spadkowe betonowe.

Z uwagi na konieczność unifikacji rozwiązań materiałowych wyróżniono następujące rodzaje betonów przeznaczonych do zbudowania w konstrukcje SUW:

- C8/10,XO-podbetony,
- C20/25, XO, XC3 - bloki oporowe, betony ochronne,
- C20/25 i C25/30, XC3, XF1 oraz F150 - części szkieletowe budynków,
- C25/30, XC1, XD2, XF1 oraz F150 i W8 - części dolne budynków narażone na kontakt z wodą.

### **5.2.2. Podłoże pod fundamenty**

Wykopy pod fundamenty należy wykonać w taki sposób, aby nie nastąpiło naruszenie naturalnej struktury gruntu rodzimego poniżej podstawy fundamentu.

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

Jeżeli zachodzi konieczność wyrównania podłoża do projektowanego poziomu posadowienia (np. wskutek przekopania albo usunięcia słabego gruntu), można stosować podsypkę piaskowo-żwirową lub chudy beton. Warstwa betonu nie powinna być grubsza od 1/4 szerokości fundamentu.

Żelbetowe fundamenty bezpośrednie należy wykonywać na uprzednio ułożonej warstwie dobrze ubitego chudego betonu (klasy C8/10) o wilgotnej konsystencji. Grubość warstwy chudego betonu powinna wynosić co najmniej 10cm.

Świeżo ułożoną mieszankę betonową w fundamentach bezpośrednich należy chronić przed wstrząsami oraz uderzeniami przez co najmniej 36 godz. od zakończenia betonowania w warunkach, gdy temperatura otoczenia nie spadła poniżej +10°C. W przypadkach wystąpienia niższej temperatury, czas ochrony betonu w okresie jego wiązania i twardnienia należy przedłużyć.

### **5.3. Deskowanie elementów żelbetowych (fundamenty, ściany, belki, wieńce, stropy, płyty)**

Z uwagi na wymaganą jakość elementów żelbetowych zaleca się stosowanie deskowań systemowych, zwanych inaczej urządzeniami formującymi, określanych klasyfikacyjnie jako deskowania przesławne, rozdzielcze drobno, średnio lub wielkowymiarowe.

Dla większości obiektów wymagany będzie projekt zaformowania wraz z obliczeniami dla wybranego systemu urządzeń formujących, spełniających niżej wymieniony warunek parcia dopuszczalnego:

- deskowania drobnowymiarowe - 40 kN/m<sup>2</sup>,
- deskowania średniowymiarowe - 60 kN/m<sup>2</sup>,
- deskowania wielkowymiarowe - 80 kN/m<sup>2</sup>,

Przed przystąpieniem do betonowania, powierzchnię deskowania należy powlec możliwie cienką warstwą środka zmniejszającego przyczepność betonu do deskowania. Nie należy dopuścić do zanieczyszczenia środkami zmniejszającymi przyczepność betonu powierzchni przerwy roboczej, prętów zbrojenia oraz elementów stalowych wbudowanych w konstrukcję. Środki zmniejszające przyczepność betonu nie mogą zniszczyć jego struktury.

Odbiór rusztowań i deskowań należy przeprowadzić zgodnie z trybem ustalonym w "Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych".

Deskowania i związane z nim rusztowania powinny w czasie ich eksploatacji zapewnić sztywność i niezmienność układu oraz bezpieczeństwo konstrukcji. Konstrukcja deskowań powinna umożliwiać łatwy ich montaż i demontaż oraz wielokrotność ich użycia. Deskowania powinny spełniać wymagania techniczne określone w "Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych".

### **5.4. Przygotowanie i montaż stali zbrojeniowej**

Właściwości mechaniczne i technologiczne stali klasy od A-0 do A-III powinny być zgodne z wymaganiami norm określonych w niniejszej ST.

Elementy zbrojenia powinny być wykonywane w warsztatach zbrojarskich, zabezpieczonych przed wpływem czynników atmosferycznych, wyposażonych w sprzęt i urządzenia pozwalające na wykonanie zbrojenia zgodnie z projektem, wymaganą technologią i zachowaniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Haki i pętle kotwiące oraz odgięcia prętów należy wykonywać wg projektu przy jednoczesnym przestrzeganiu zasad podanych w normie PN-B-03264-2002 przy pomocy trzpieni rolkowych, średnica trzpieni rolkowych zależy jest od klasy stali oraz średnicy pręta.

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

Zbrojenie należy układać po sprawdzeniu i odbiorze deskowań.

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

Rozstaw prętów w przekroju powinien umożliwiać należyte ułożenie mieszanki betonowej bez segregacji składników, przy zapewnieniu właściwych warunków przyczepności zbrojenia do betonu.

Przyjmując jako  $\phi_s$  - średnica strzemion,  $d_g$  - maksymalny wymiar ziaren kruszywa odległości  $s$  między prętami głównymi (w poziomie i pionie) powinny spełniać zależności

$$s \geq \begin{cases} \phi \\ 20\text{mm} \\ d_g + 5\text{mm} \end{cases}$$

Minimalne grubości otulenia powinny być zwiększone co najmniej o 5 mm w elementach o nierównej lub porowatej powierzchni (np. przy odsłoniętym kruszywie). W przypadku układania mieszanki betonowej bezpośrednio na podłożu gruntowym grubość otulenia powinna być nie mniejsza niż 75mm.

Jeżeli betonowanie wykonuje się na podłożu betonowym, to grubość otuliny powinna być nie mniejsza niż 50mm.

W środowiskach agresywnie oddziaływujących na beton (klasy XF oraz XA) należy zwrócić szczególną uwagę na strukturę betonu, a w środowisku agresji chemicznej (XA) - na konieczność powierzchniowej ochrony betonu.

Minimalne grubości otulenia w tych przypadkach można określać wg tabeli 10 w zależności od występowania czynników powodujących korozję stali w wyniku karbonatyzacji lub na skutek działania chlorków.

**Tabela 10. Minimalna grubość otulenia prętów**

Klasa ekspozycji wg tabel 5.5.2.1/1.-6		Przyczyny korozji							
		brak	karbonatyzacja				chlorki		
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD 1	XD2	XD3
Minimalna grubość otulenia [mm]	Stal zwykła	10	15	20	25	40	40		
	Stal sprężająca	15	20	30	35	50	50		
Minimalna klasa betonu		C12/15	C16/20	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45
Maksymalny stosunek w/c		-	0,65	0,60	0,60	0,50	0,55	0,55	0,45
Minimalna zawartość cementu [kg/m <sup>3</sup> ]		-	260	280	280	300	300	300	320

Przy projektowaniu konstrukcji minimalną grubość otulenia należy zwiększyć o wartość dopuszczalnej odchyłki, zależnej od poziomu wykonawstwa i kontroli jakości:

$\Delta c = 0 \div 5 \text{ mm}$  w elementach prefabrykowanych,

$\Delta c = 5 \div 10 \text{ mm}$  w elementach betonowanych na miejscu budowy

Aby zagwarantować odpowiednie otulenie prętów zbrojeniowych, w konstrukcjach należy stosować akcesoria w postaci podkładek dystansowych. Podkładki dystansowe zapewniają odpowiednie odległości między prętami oraz prętami i deskowaniem.

Stosowanie podkładek ma istotne znaczenie dla nośności konstrukcji, jej trwałości i ochrony przed korozją. Powinny one być odpowiednio wytrzymałe, dobrze powiązane z betonem, odporne na korozję i wysokie temperatury oraz, w miarę możliwości, niewidoczne po usunięciu deskowania. Podkładki dystansowe są obciążone ciężarem własnym zbrojenia, masą betonową, obciążeniem montażowym oraz zmiennym (urządzenia podczas betonowania).

W przeciętnych warunkach rozstaw i liczba podkładek powinny wynosić:

- dla elementów powierzchniowych (płyty stropowe, ściany) co  $50 \div 100 \text{ cm}$ , czyli  $2 \div 4$  podkładki na  $\text{m}^2$  deskowania,
- dla elementów prętowych (belki, słupy) rozstaw podłużny co  $50 \div 125 \text{ cm}$ , a poprzeczny maks.  $75 \text{ cm}$ .

Podkładki należy stosować również na końcach szkieletu zbrojeniowego oraz w narożach.

Podkładki liniowe stosuje się do jednoczesnego podpierania kilku prętów zbrojenia głównego gęsto ułożonych oraz do podparcia siatek zbrojeniowych.

Podkładki w zależności od przeznaczenia mają różne kształty. Najczęściej stosuje się podkładki z tworzyw sztucznych w postaci kółek zębatach nasadzanych na pręty zbrojenia, szczególnie przydatne do zbrojenia ścian lub słupów.

Podkładki o przekroju poprzecznym trapezu z siodelkami w górnej części służą do zbrojenia stropów i belek.

Podkładki o przekroju poprzecznym trójkątnym o różnej wysokości boków, kształcie podłużnym prostoliniowym lub wężowatym wykonane są w odcinkach o długości  $10 \div 50 \text{ cm}$ . Tego typu podkładki powodują małe naciski na deskowanie, są łatwe w układaniu oraz mają dużą skuteczność przy pęknięciu poprzecznym. Mogą być układane pod zbrojeniem lub mocowane do niego drutem wiązałkowym.

W płytach stropowych lub fundamentowych dolna warstwa zbrojenia opierana jest na deskowaniu lub na podłożu przy pomocy liniowych podkładek dystansowych. Do podparcia górnej warstwy zbrojenia stosuje się stalowe podkładki dystansowe, które mają kształt „koziolków” lub „węży”. Podkładki te służą również do rozpierania siatek zbrojących ścian. Są one wykonane ze zgrzewanych prętów zbrojeniowych, których średnica wynosi  $3,0 \div 4,5 \text{ mm}$

oraz wysokość do 40cm. Podkładki dostarczane są na plac budowy w odcinkach o długości 2,00 m i cięte nożycami ręcznymi do wymaganego wymiaru.

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

Zbrojenie wszystkich elementów żelbetowych powinno być poddane kontroli przed zabetonowaniem.

Kontrola zbrojenia obejmuje: oględziny elementu na budowie ze sprawdzeniem zgodności wykonania zbrojenia z obowiązującymi normami i Rysunkami pod względem typu, usytuowania i kształtów prętów w elemencie.

### **5.5. Układanie mieszanki betonowej**

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

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

Deskowanie i zbrojenie powinno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci, brudu, płatków rdzy.

Powierzchnie deskowania powtarzalnego z drewna, stali lub innych materiałów powinny być powleczone środkiem uniemożliwiającym przywarcie betonu do deskowania. Jeżeli w warunkach uzasadnionych technicznie stosuje się deskowanie drewniane jednorazowe, należy je zmoczyć wodą.

Powierzchnie uprzednio ułożonego betonu konstrukcji monolitycznych i prefabrykowanych elementów wbudowanych w konstrukcje monolityczne powinny być przed zabetonowaniem oczyszczone z brudu i szklawa cementowego oraz powleczone systemowo zaprawą kontaktową.



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

- w czasie betonowania należy stale obserwować zachowanie się deskowań i rusztowań,
- szybkość i wysokość wypełnienia deskowania mieszanką betonową powinny być określone wytrzymałością i sztywnością deskowania przyjmującego parcie świeżo ułożonej mieszanki,
- w okresie upalnej, słonecznej pogody ułożona mieszanka powinna być niezwłocznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wody,
- w czasie deszczu ułożona mieszanka betonowa powinna być niezwłocznie chroniona przed wodą opadową;
- w miejscach, w których skomplikowany kształt deskowania formy lub gęsto ułożone zbrojenie utrudnia mechaniczne zagęszczanie mieszanki, należy dodatkowo stosować zagęszczanie ręczne za pomocą sztychowania.

Przebieg układania mieszanki betonowej w deskowaniu powinien być rejestrowany w dzienniku robót, w którym powinny być podane:

- data rozpoczęcia i zakończenia betonowania całości lub części budowli,
- wytrzymałość betonu na ściskanie, robocze receptury mieszanek betonowych, konsystencja mieszanki betonowej.

Mieszanka betonowa powinna być zagęszczana za pomocą urządzeń mechanicznych i w czasie zagęszczania nie powinna ulegać rozsegregowaniu, a ilość powietrza w mieszance betonowej po zagęszczeniu nie powinna być większa od dopuszczalnej.

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

Przy stosowaniu wibratorów pogrążalnych odległość sąsiednich zagłębień wibratora nie powinna być większa niż 1,5-krotny skuteczny promień działania wibratora. Grubość warstwy zagęszczanej mieszanki betonowej nie powinna być większa od 1,25 długości buławy wibratora (roboczej jego części). Wibrator w czasie pracy powinien być zagłębiony na 5-10 cm w dolną warstwę poprzednio ułożonej mieszanki.

Przy stosowaniu wibratorów powierzchniowych płaszczyzny ich działania na kolejnych stanowiskach powinny zachodzić na siebie na odległość 10-20 cm. Grubość zagęszczanej warstwy mieszanki betonowej nie powinna przekraczać w konstrukcjach zbrojonych pojedynczo 20 cm, a w konstrukcjach zbrojonych podwójnie -12 cm.

Czas wibrowania na jednym stanowisku dla wibratorów pograżalnych, prędkość posuwu wibratorów powierzchniowych, jak i skuteczny promień działania obydwu typów wibratorów powinny być ustalone doświadczalnie dla każdego rodzaju mieszanki betonowej.

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

Opieranie wibratorów wszelkich typów o pręty zbrojeniowe jest niedopuszczalne.

Wibratory powinny być dobierane do konstrukcji i rodzaju deskowań, przy czym wibratory wgłębne należy stosować do mieszanki betonowej o konsystencji plastycznej i gęstoplastycznej; wibratory wgłębne o dużej mocy (powyżej 1,47 kW) należy stosować do konstrukcji betonowych i konstrukcji żelbetowych o niewielkim procencie zbrojenia i o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,8 m; wibratory wgłębne małej mocy (poniżej 1,47 kW) należy stosować do konstrukcji betonowych oraz żelbetowych o normalnym zbrojeniu i o wymiarach 0,2-0,8 m.

Wznowienie betonowania po przerwie, w czasie której mieszanka betonowa związała na tyle, że nie ulega uplastycznieniu pod wpływem działania wibratora, jest możliwe dopiero po osiągnięciu przez beton wytrzymałości co najmniej 2 MPa i odpowiednim przygotowaniu powierzchni stwardniałego betonu.

Przerwy robocze powinny być wykonywane ściśle wg dokonanego w Dokumentacji Budowy podziału konstrukcji na bloki betonowania. Wszelkie odstępstwa i zmiany od dokumentacji muszą być uzgodnione z nadzorem autorskim. Przygotowanie powierzchni przerwy roboczej polegające na usunięciu szklawa cementowego oraz zaprawy, aż do częściowego odślonięcia większych ziaren kruszywa, można wykonać przez:

- zmywanie silnym strumieniem wody (pod dużym ciśnieniem 30÷60 MPa),
- zmywanie silnym strumieniem mieszaniny wody i sprężonego powietrza,
- stosowanie specjalnych preparatów powstrzymujących twardnienie betonu w przypowierzchniowej warstwie bloku,
- skuwanie ręczne lub mechaniczne.

Bezpośrednio przed betonowaniem należy z zagłębień powierzchni usunąć wodę i wykonać warstwę kontaktową.

Szczeliny dylatacyjne powinny być wykonane zgodnie z Rysunkami. Taśma uszczelniająca dylatację musi być zamocowana w deskowaniu w sposób stabilny, dlatego powinna być umieszczona między dwoma krawędziakami. Taśmy uszczelniające dylatację powinny być szczególnie starannie zabetonowane, a beton wokół nich należycie zagęszczony. Niedopuszczalnym jest, aby w rejonie taśm dylatacyjnych wystąpiły jakiekolwiek raki czy kawerny. Wszelkie połączenia taśm dylatacyjnych powinny być wykonywane jako zgrzewane lub spawane, przy pomocy specjalnych urządzeń, np. zamawianych razem z taśmami u producenta. Połączenia taśm pod kątem powinny być wykonywane w postaci elementów prefabrykowanych, dostarczane przez producenta taśm. W miejscu wbudowania taśmy należy wykonywać tylko połączenia doczołowe taśm przyciętych prostopadłe do ich osi.

Pielęgnacja świeżego betonu powinna zabezpieczać beton przed utratą wody niezbędnej dla wiązania elementu i przeciwdziałać powstawaniu rys skurczowych. Polega ona głównie na utrzymywaniu zewnętrznych powierzchni betonu w stanie wilgotnym przez:

- polewanie lub spryskiwanie wodą,
- odstonięcie powierzchni betonowych zwilżonymi matami jutowymi, bawełnianymi, słomianymi lub włókniną geotechniczną,
- wykonanie obrzeży w postaci wałków z zaprawy (na poziomych powierzchniach betonu) i zalanie wodą warstwą o głębokości 2-3 cm; przy temperaturze poniżej +5 °C betonu nie należy polewać, a przed utratą wilgoci chronić przez przykrywanie folią,
- wykonanie powłok z preparatów do ochrony powierzchniowej świeżego betonu nanoszonych zwykle metodą natryskową.

## **5.6. Mikropale cementowe wykonywane w gruncie**

Mikropale to pale o małym przekroju ale wysokiej, w stosunku do średnicy, nośności. Mikropale wykonuje się małym, lekkim i funkcjonalnym sprzętem przede wszystkim tam, gdzie typowy sprzęt wiertniczy nie może pracować.

Mikropale charakteryzują się:

- niewielką średnicę, najczęściej między 100, a 200 mm,
- możliwością wiercenia otworów we wszystkich gruntach oraz wielu materiałach,
- możliwością wiercenia otworów, w zależności od potrzeb, w rurze osłonowej lub bez niej, z płuczka lub z wodą,
- możliwością wiercenia otworów o dowolnym nachyleniu.

W mikropalach podstawowym elementem nośnym jest ich zbrojenie (rura lub pręty), natomiast zawieszina cementowa (iniekt) jedynie przekazuje obciążenie do otaczającego gruntu. Zawieszina jest jednocześnie warstwą ochronną zbrojenia. Z tego powodu należy:

- przyjąć grubości otuliny prętów zgodnie z PN-03264:2002,
- przyjąć klasy ekspozycji (XA1-XA3) zgodnie z PN-EN-2006-1,
- przyjąć rodzaj cementu zgodnie z PN-EN 197-1 oraz PN-EN-206-1.

Roboty należy realizować zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych".

Prace muszą być powierzone firmie specjalistycznej, dysponującej odpowiednimi środkami technicznymi i doświadczeniem wykonawczym.

Technologia wykonania robót wymaga nadzoru geotechnicznego oraz zatwierdzenia przez Inspektora Nadzoru.

### **5.7. Stal nierdzewna**

Należy stosować stal nierdzewną 1.4301

### **5.8. Próba szczelności**

Dla komór zbiorników, części budynków narażonych na kontakt z wodą próby szczelności należy prowadzić zgodnie z PN-B-10702.

### **5.9. Zakres wykonania robót betonowych**

Szczegółowy zakres robót betonowych dla poszczególnych rodzajów robót zawarto w poz. 1.2. Przedmiot i zakres robót niniejszej ST.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI.**

### **6.1. Wymagania ogólne**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST-00 „Wymagania ogólne”

### **6.2. Wymagania szczególne**

#### **6.2.1 Materiały**

Badanie materiałów użytych do wykonania robót następuje poprzez porównanie cech materiałów z wymogami dokumentacji technicznej i odpowiednich norm materiałowych.

W szczególności kontroli podlega:

- cement – gwarancja ważności, marka,
- kruszywo – uziarnienie, brak zanieczyszczeń organicznych, składowanie w sposób uniemożliwiający mieszanie różnych frakcji,
- domieszki do betonów,
- stal zbrojeniowa – składowanie wg gatunków i średnic,
- beton towarowy – sprawdzenie parametrów i konsystencji.

#### **6.2.2. Kontrola jakości wykonanych robót**

Wykonawca jest zobowiązany do stałej i systematycznej kontroli prowadzonych robót w zakresie i z częstotliwością określoną w niniejszej specyfikacji i uzyskania akceptacji przez

Inspektora Nadzoru. Do Wykonawcy należy również przeprowadzenie prób i badań stanowiących podstawę odbioru robót.

Badania jakości robót w czasie ich realizacji należy wykonywać zgodnie z wytycznymi właściwych WTWiOR oraz instrukcjami zawartymi w Normach i Aprobatach Technicznych dla materiałów i systemów technologicznych.

#### **6.2.2.1. Zasady kontroli montażu zbrojenia.**

Zbrojenie główne nie powinno być odsłonięte. Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia elementów lub konstrukcji nie powinny być większe od niżej podanych: Dopuszczalne odchylenia płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia:

- na 1 m wysokości 5 mm
- na całej wysokości konstrukcji i w fundamentach 20 mm
- w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupów 15 mm
- w ścianach (budowlach) wzniesionych w deskowaniu ślizgowym lub przestawnym 1/500
- wysokości budowli, lecz nie więcej niż 100 mm

Odchylenia płaszczyzn poziomych od poziomu:

- na 1 m płaszczyzny w dowolnym kierunku 5 mm
- na całą płaszczyznę 15 mm

Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzeniu łąką o długości 2,0 m z wyjątkiem powierzchni oporowych:

- powierzchni bocznych i spodnich  $\pm 4$  mm
- powierzchni górnych  $\pm 8$  mm

Odchylenia w długości lub rozpiętości elementów  $\pm 20$  mm

Odchylenia w wymiarach przekroju poprzecznego  $\pm 8$  mm

Odchylenia w rzędnych powierzchni dla innych elementów  $\pm 5$  mm

Stal użyta do montażu nie może wykazywać śladów łuszczącej korozji.

### **6.2.2.2. Zasady kontroli mieszanki betonowej**

Produkcja i układanie mieszanki betonowej oraz pielęgnacja betonu muszą być poddane kontroli jakości zgodnie z normą PN-EN 12350 Badanie mieszanki betonowej. Zwraca się uwagę na konieczność przedstawienia przez wykonawcę i zatwierdzenia przez Inspektora Nadzoru planu kontroli jakości betonu, zawierającego m.in. podział obiektu na części podlegające osobnej ocenie oraz szczegółowe określenie rodzaju, liczebności i terminów badań.

### **6.2.2.3. Zasady kontroli betonowania**

W trakcie wszystkich czynności betonowania, kontrola powinna dotyczyć następujących parametrów:

- zapewnienie jednorodności mieszanki podczas transportu i wbudowania,
- zwilżenia podłoża i deskowań (bezpośrednio przed betonowaniem), deskowania należy nasączyć powłoką zabezpieczającą przed nadmiernym wyparowaniem wody z betonu,
- równomiernego rozkładania mieszanki w miejscu wbudowania,
- przestrzegania ograniczeń co do maksymalnej wysokości spadania mieszanki w czasie jej podawania,
- zachowania odpowiedniej grubości kolejnych warstw,
- jednolitego zagęszczania mieszanki i niedopuszczanie do przewibrowania (rozsegregowania),
- przestrzegania szybkości betonowania z uwagi na parcie wywierane na deskowanie,
- przestrzeganie dopuszczalnego czasu pomiędzy mieszaniem składników mieszanki betonowej i jej zagęszczaniem,
- dostosowania szybkości układania kolejnych warstw z uwagi na ich połączenie (możliwość zagłębienia wibratora w dolną warstwę przy zagęszczaniu górnej warstwy),
- rozmieszczenia przerw roboczych i technologicznych,
- przygotowania powierzchni przerw roboczych,
- wykończenia powierzchni betonu wg zaleceń projektowych,
- dostosowania metod pielęgnacji do warunków otaczających i ewolucji wytrzymałości,
- dokonania pomiarów specjalnych w przypadku betonowania w okresach chłodnych i gorących,
- zabezpieczenia w przypadku gwałtownych zmian pogody, np. silne deszcze.

Przed rozpoczęciem betonowania sprawdzić należy geometrię i prawidłowe ustawienie deskowania. W przypadku zastosowania deskowań zinwentaryzowanych należy kierować się wytycznymi producenta danego systemu.

#### **6.2.2.4. Zasady kontroli konstrukcji betonowych i żelbetowych**

Przy badaniu konstrukcji betonowych i żelbetowych powinna być poddana sprawdzeniu i ocenie:

- prawidłowość cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów oraz zgodność z projektem rozmieszczenie otworów i kanałów wykonanych w konstrukcjach,
- prawidłowość ustawienia części zabetonowanych, prawidłowość wykonania szczelin dylatacyjnych,
- prawidłowość położenia budowli w planie i jej rzędnych wysokościowych itp., sprawdzenie powinno być wykonane przez przeprowadzenie uznanych, odpowiednich pomiarów,
- prawidłowość wykonania robót zanikających np. przygotowania zbrojenia ze sprawdzeniem gatunku stali, średnicy, rozstawu prętów i strzemion, długości połączeń i zakotwień, montażu kotew, wsporników, akcesoriów stalowych, ułożenia izolacji itp.,
- jakość betonu pod względem zaprojektowanych parametrów wytrzymałościowych tj marki betonu, mrozoodporności i odporności korozyjnej (próbki betonu należy pobierać dla każdego elementu budowli).
- jakość betonu pod względem jego zagęszczenia i jednolitości struktury, na podstawie dokładnych oględzin powierzchni betonu lub dodatkowo za pomocą nieniszczących metod badań, przy sprawdzeniu jakości powierzchni betonów należy wymagać, aby łączna powierzchnia ewentualnych raków nie była większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie więcej niż 1%. Lokalnie raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu,

Próbki betonu należy poddać badaniom laboratoryjnym i wyniki po akceptacji Inspektora Nadzoru zachować jako dokumentację powykonawczą.

#### **6.2.2.5. Zasady kontroli zbiorników żelbetowych**

Przy odbiorze technicznym zbiorników technologicznych lub komór na/lub podziemnych oraz częściowo zagłębionych w gruncie oprócz wymagań opisanych wyżej, dodatkowo należy stosować wymagania zawarte w PN-B-10702 włącznie z próbą szczelności na eksfiltrację i infiltrację.

### **7. OBMIAR ROBÓT**

Ogólne zasady podano w ST-00 „Wymagania ogólne”.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

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

## 9. ROZLICZENIE ROBÓT

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

## 10. DOKUMENTY ZWIĄZANE

Niniejszą specyfikację techniczną należy rozpatrywać łącznie z przepisami i dokumentami wymienionymi w punkcie 10 ST-00 "Wymagania ogólne" oraz poniższymi opracowaniami i normami:

Instytut Techniki Budowlanej: Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych. Tom I - Budownictwo ogólne, Część 1. Wydawnictwo Arkady 1990.

Praca zbiorowa pod redakcją Adama Ujmy: Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Wydawnictwo Verlag Dashofer, Warszawa 2004, aktualizacja 2007.

Praca zbiorowa pod kierunkiem L. Czarneckiego: BETON według normy PN-EN 206-1 - Komentarz. Wydawnictwo Polski Cement, Kraków 2004.

Jamróży Z.: Beton i jego technologie. PWW, Warszawa 2000.

Cement, kruszywa, beton. Poradnik pod kierunkiem Z. Giergicznego. Chorula 2007.

Praca zbiorowa: Cementy z dodatkami mineralnymi w technologii betonów nowej generacji. Górażdże Cement Opole 2002.

PN-B-10702:1999	Wodociągi i kanalizacja. Zbiorniki. Wymagania i badania
PN-EN 206-1:2003	Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
PN-EN 206-1:2002	Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności cementów powszechnego użytku.
PN-EN 1008:2003	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody uzyskiwanej z produkcji betonu.
PN-EN 12020:2004.	Kruszywa do betonu
PN-EN 934-2:2002	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Cz. 2: Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie.
PN-EN 12350:2001 Cz. 1÷7	Badania mieszanki betonowej.



PN-EN Cz. 1÷8	12390:2001, Badania betonu.
PN-EN Cz. 1 i 2.	12504:2001, Badania betonu w konstrukcjach
PN-88/B-06250	Beton zwykły (ze zmianami w 1990 r).
PN-B-03260:2002	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
PN-82/H-93215	Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
PN-ISO 6935-1:1998	Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie.
PN-ISO 6935-2:1998	Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane.
PN-90/M-47850	Deskowania dla budownictwa monolitycznego. Deskowania uniwersalne
PN-80/M-47340-20	Betonowanie. Ogólne wymagania i badania.
PN-76/M-47361.04	Wibratory do zagęszczania betonów. Wibratory pogrążalne. Wymagania.
PN-B-10702	Zbiorniki. Wymagania i badania przy odbiorze.
PN-EN 1504-1:2006	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 1: Definicje
PN-EN 1504-2:2006	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 2: Systemy ochrony powierzchniowej betonu
PN-EN 1504-3:2006	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 3: Naprawy konstrukcyjne i niekonstrukcyjne
PN-EN 1504-4:2006	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 4: Łączenie konstrukcyjne
PN-EN 1504-5:2006	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 5: Iniekcja betonu
PN-EN 1504-6:2007	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 6: Kotwienie stalowych prętów zbrojeniowych

PN-EN 1504-7:2007	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 7: Ochrona zbrojenia przed korozją
PN-EN 1504-8:2006	Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 8: Sterowanie jakością i ocena zgodności
PN-EN 1504-10:2005	Tytuł: wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - część 10: Stosowanie wyrobów i systemów na placu budowy oraz sterowanie jakością prac
PN-EN ISO 4287:1999	Tytuł: specyfikacje geometrii wyrobów - struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa - terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni

**Uwaga:** Powołane normy i przepisy należy zweryfikować pod względem aktualności z chwilą ich stosowania.