

**Egz.**

**Specyfikacja Techniczna ST-01.04.00**  
**„ROBOTY ŻELBETOWE I BETONOWE”**

**Nazwa inwestycji:** Remont oddziału chorób zakaźnych i oddziału dermatologicznego na działce nr ew. 66/1, obręb 0017 przy ul. radiowej 7 w Kielcach

**Inwestor:** Wojewódzki Szpital Zespolony w Kielcach, ul. Grunwaldzka 45

**Jednostka Projektowa:** CANEA INŻYNIERIA I KOMPUTERY  
ARTUR POLAKOWSKI  
25-035 Kielce, Al. Legionów 3/4

**Sporządził:** mgr inż. Artur Polakowski

Kielce, czerwiec 2012 r.

**ST 01.04.00 ROBOTY ŻELBETOWE I BETONOWE**  
**kod (CPV 45262300-4)**

**SPIS TREŚCI:**

1. WSTĘP	3
1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej	3
1.2. Zakres stosowania ST	3
1.3. Określenia podstawowe	3
1.4. Ogólne wymagania dotyczące Robót	5
2. MATERIAŁY	6
2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów	6
2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów	6
2.3. Składowanie materiałów	15
2.4. Deklaracja zgodności	15
2.5. Informacje producenta betonu dla wykonawcy*	15
3. SPRZĘT	16
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	16
3.2. Sprzęt do wykonania robót żelbetowych	16
4. TRANSPORT	16
4.1. Ogólne wymagania	16
4.2. Wytwarzanie i transport mieszanki betonowej	16
5. WYKONANIE ROBÓT	17
5.1. Ogólne zasady wykonania Robót	17
5.2. Przygotowanie betonowania	17
5.3. Betonowanie	18
5.4. Układanie mieszanki betonowej	18
5.5. Osadzenie elementów kotwiących	19
5.6. Roboty betonowe w okresie obniżonych temperatur	19
5.7. Kontrola i pielęgnacja świeżych betonów	20
5.8. Wykańczanie powierzchni betonu.	21
5.9. Deskowania i rusztowania	21
5.10. Usuwanie deskowań i rusztowań	21
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	22
6.1. Ogólne zasady kontroli	22
6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy	22
6.3. Badania kontrolne betonu	22
6.4. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji budowlanych	23
6.5. Kontrola zgodności betonu projektowanego	24
6.6. Kontrola zgodności betonu recepturowego, w tym normowego betonu recepturowego	26
6.7. Działania podejmowane w przypadku niezgodności wyrobu	27
7. OBMIAR ROBÓT	27
8. ODBIÓR ROBÓT	27
8.1. Ustalenia ogólne dotyczące odbioru robót	27
8.2. Odbiór Robót zanikających lub ulegających zakryciu	27
8.3. Odbiór końcowy konstrukcji	27
8.4. Odbiór deskowań	29
8.5. Ocena wykonania deskowań	29
9. PRZEPISY ZWIĄZANE	29

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót żelbetowych i betonowych w ramach „Remont oddziału chorób zakaźnych i oddziału dermatologicznego na działce nr ew. 66/1, obręb 0017 przy ul. radiowej 7 w Kielcach”

### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna zawiera informacje oraz wymagania wspólne dotyczące wykonania i odbioru Robót, które są zlecone i objęte kontraktem w zakresie robót żelbetowych i betonowych

### 1.3. Określenia podstawowe

*beton* - materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu

*mieszanka betonowa* - całkowicie wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą

*Beton zwykły* - beton o gęstości powyżej  $1,8 \text{ kg/dm}^3$  wykonany z cementu, wody, kruszywa mineralnego o frakcjach piaskowych i grubszych oraz ewentualnych dodatków mineralnych i domieszek chemicznych.

*Klasa betonu* - symbol literowo-liczbowy (np. B30) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie; liczba po literze B oznacza wytrzymałość gwarantowaną  $R_b$  (np. Beton klasy B30 przy  $R_{t,G} = 30 \text{ MPa}$ ).

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

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

*Stopień wodoszczelności* - symbol literowo-liczbowy (np. W4) klasyfikujący beton pod względem przepuszczalności wody; liczba po literze W oznacza dziesięciokrotną zwiększoną wartość ciśnienia wody w MPa, działającego na próbki betonowe.

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

*beton stwardniały* - beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien poziom wytrzymałości

*beton wytworzony na budowie* - beton wyprodukowany na placu budowy przez wykonawcę na jego własny użytek

*beton towarowy* - beton dostarczony jako mieszanka betonowa przez osobę lub jednostkę niebędącą wykonawcą. W znaczeniu niniejszej normy betonem towarowym jest również:

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

*prefabrykowany wyrób betonowy* - wyrób betonowy formowany i dojrzewający w miejscu innym niż ostateczne miejsce jego zastosowania

*beton zwykły* - beton o gęstości w stanie suchym większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$ , ale nieprzekraczającej  $2600 \text{ kg/m}^3$

*beton lekki* - beton o gęstości w stanie suchym nie mniejszej niż  $800 \text{ kg/m}^3$  i nie większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$ . Beton ten jest produkowany z zastosowaniem wyłącznie lub częściowo kruszywa lekkiego

*beton ciężki* - beton o gęstości w stanie suchym większej niż  $2600 \text{ kg/m}^3$

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

*beton projektowany* - beton, którego wymagane właściwości i dodatkowe cechy są podane producentowi, odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnego z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami

*beton recepturowy M* - beton, którego skład i składniki, jakie powinny być użyte, są podane producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu o tak określonym składzie

*normowy beton recepturowy* - beton recepturowy, którego skład jest podany w normie przyjętej w kraju stosowania betonu

*rodzina betonów* - grupa betonów, dla których jest ustalona i udokumentowana zależność pomiędzy odpowiednimi właściwościami

*metr sześcienny betonu* - ilość mieszanki betonowej, która po zagęszczeniu zgodnie z procedurą podaną w EN 12350-6, zajmuje objętość jednego metra sześciennego

*urządzenie mieszające* - urządzenie z reguły montowane na podwoziu samojezdnym i umożliwiające utrzymywanie mieszanki betonowej w stanie jednorodnym podczas transportu

**zarób** - ilość mieszanki betonowej wyprodukowana w jednym cyklu operacyjnym betoniarki lub ilość rozładowana w ciągu 1 min z betoniarki o pracy ciągłej

**domieszka** - składnik dodawany podczas procesu mieszania betonu w małych ilościach w stosunku do masy cementu w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej lub betonu stwardniałego

**dodatek** - droбноziarnisty składnik stosowany do betonu w celu poprawy pewnych właściwości lub uzyskania specjalnych właściwości. W niniejszej normie rozróżnia się dwa typy dodatków nieorganicznych:

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

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

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

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

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

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

**całkowita zawartość wody** - woda dodana oraz woda już zawarta w kruszywie i znajdująca się na jego powierzchni a także woda w domieszkach i dodatkach zastosowanych w postaci zawieszin jak również woda wynikająca z dodania jodu lub naparzanania

**efektywna zawartość wody** - różnica między całkowitą ilością wody w mieszance betonowej a ilością wody zaabsorbowaną przez kruszywo

**współczynnik woda/cement** - stosunek efektywnej zawartości masy wody do zawartości masy cementu w mieszance betonowej

**wytrzymałość charakterystyczna** - wartość wytrzymałości, poniżej której może się znaleźć 5 % populacji wszystkich możliwych oznaczeń wytrzymałości dla danej objętości betonu

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

**powietrze uwięzione** - pory powietrzne w betonie, które nie powstały w wyniku celowego ich wprowadzenia

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

**badanie identyczności** - badanie mające na celu określenie, czy wytypowane zaroby lub ładunki pochodzą z odpowiedniej populacji

**badanie zgodności** - badanie wykonywane przez producenta w celu oceny zgodności betonu

#### *Symbole i skróty*

X0	Klasa ekspozycji betonu przy braku zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją
XC	Klasy ekspozycji betonu z uwagi na zagrożenie korozją spowodowaną karbonatyzacją
XD	Klasy ekspozycji betonu z uwagi na zagrożenie korozją spowodowaną chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej
XS	Klasy ekspozycji betonu z uwagi na zagrożenie korozją spowodowaną chlorkami z wody morskiej
XF	Klasy ekspozycji betonu z uwagi na oddziaływanie przemienne zamrażania i rozmrażania
XA	Klasy ekspozycji betonu z uwagi na agresję chemiczną
S1 do S5	Klasy konsystencji według metody opadu stożka
V0 do V4	Klasy konsystencji według metody Vebe
CO do C3	Klasy konsystencji według metody stopnia zagęszczalności
F1 do F6	Klasy konsystencji według metody rozplywu
C.../...	Klasy wytrzymałości na ściskanie betonu zwykłego i betonu ciężkiego
LC.../...	Klasy wytrzymałości na ściskanie betonu lekkiego
$f_{ck,04}$	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie oznaczana na próbkach walcowych
$f_{c, cyl}$	Wytrzymałość betonu na ściskanie oznaczana na próbkach walcowych
$f_{ck, cube}$	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie oznaczana na próbkach sześciennych
$f_{c, cube}$	Wytrzymałość betonu na ściskanie oznaczana na próbkach sześciennych
$f_{cm}$	Średnia wytrzymałość betonu na ściskanie
$f_{cm, j}$	Średnia wytrzymałość betonu na ściskanie w wieku (j) dni
$f_{ci}$	Pojedynczy wynik badania wytrzymałości betonu na ściskanie
$f_{tk}$	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu

ftm	Średnia wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu
$f_t$	Pojedynczy wynik badania wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu
D...	Klasa gęstości betonu lekkiego
Dmax	Maksymalny nominalny górny wymiar ziaren kruszywa
$\delta$	Określenie odchylenia standardowego populacji
w/c	Współczynnik woda/cement

#### Rodzaje konstrukcji z betonu

Beton jest sztucznym kamieniem otrzymywanym w wyniku twardnienia mieszanki betonowej, składającej się z kruszywa, cementu i wody. Jest to materiał charakteryzujący się takimi cechami jak duża wytrzymałość na ściskanie, trwałość i odporność na działanie różnego rodzaju czynników (ognia, wahań temperatury, wilgoci i wpływów atmosferycznych), łatwość formowania elementów oraz dostępność. Beton ma jednocześnie małą wytrzymałość na rozciąganie. Z tego powodu może być stosowany tylko w elementach, w których występują wyłącznie naprężenia ściskające lub co najwyżej małe naprężenia rozciągające. Zakres stosowania betonu został znacznie rozszerzony w wyniku jego połączenia w jednym elemencie ze stalą, a więc materiałem o dużej wytrzymałości na rozciąganie. Stal przejmuje na ogół naprężenia rozciągające, beton zaś naprężenia ściskające. Materiał powstały z połączenia betonu i stali nazywa się betonem zbrojonym lub żelbetem.

Ilość stali w konstrukcjach żelbetowych jest niewielka i na ogół nie przekracza 5% ich całkowitej objętości. Z tego względu zarówno konstrukcje betonowe, jak i żelbetowe określa się w praktyce jedną nazwą - konstrukcje z betonu.

Konstrukcje z betonu to ustroje betonowe bez zbrojenia lub ze zbrojeniem mniejszym od przyjmowanego jako minimalne w konstrukcjach żelbetowych wg PN-B-03264:2002. Wśród konstrukcji betonowych można wymienić podpory mostów, fundamenty, ściany oporowe masywne, zapory, mosty łukowe, nawierzchnie dróg itp.

Konstrukcje żelbetowe składają się z betonu i celowo ułożonych w nim prętów ze stali zwykłej zbrojeniowej. Wymienione materiały, dzięki przyczepności, współpracują ze sobą w tych konstrukcjach i stanowią monolityczną całość. Stal przejmuje naprężenia rozciągające, a beton naprężenia ściskające. Ponadto beton nadaje konstrukcjom określony kształt, zapewnia im odpowiednią sztywność oraz chroni stal przed szkodliwymi wpływami środowiska, w jakim pracuje konstrukcja, a także przed działaniem wysokiej temperatury, np. podczas pożaru. Są też stosowane konstrukcje z betonu, w których zbrojenie stanowią cięgna ze stali sprężającej, mającej wytrzymałość na rozciąganie znacznie większą niż stal zwykła stosowana w konstrukcjach żelbetowych. W wyniku naciągu tych cięgien powstają w betonie trwałe naprężenia.

Zazwyczaj cięgna rozmieszcza się tak, aby w przekrojach elementów powodowały one (po naciągnięciu) wystąpienie stanu naprężenia przeciwnego do stanu powstającego od działających obciążeń. Tego rodzaju konstrukcje nazywają się konstrukcjami z betonu sprężonego.

Ze względu na technologię wykonania konstrukcje z betonu można podzielić na trzy podstawowe grupy: monolityczne, prefabrykowane i zespolone (najczęściej prefabrykowane-monolityczne).

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 jej elementy stanowią jednolitą całość, a więc wykazują ciągłość struktury betonu oraz tzw. ciągłość konstrukcyjną.

Konstrukcje prefabrykowane są montowane z odrębnych prefabrykatów, tj. elementów wykonanych poza miejscem ich wbudowania, w wytwórni stałej lub poligonowej. Konstrukcje te charakteryzują się wieloma zaletami. Najważniejsze z nich to: zmechanizowanie produkcji prefabrykatów w wytwórniach i możliwość wytwarzania elementów o dużym stopniu wykończenia, co oznacza zmniejszenie ilości robót wykończeniowych na budowie, krótki czas montażu konstrukcji obiektu, a więc również i oddania obiektu do użytku, możliwość prowadzenia robót w ciągu całego roku, a więc wyeliminowanie ich sezonowości, na ogół niewielkie zużycie materiałów na rusztowania i deskowania.

Konstrukcje zespolone powstają w wyniku zapewnienia wzajemnej współpracy jednego lub kilku wcześniej wykonanych elementów żelbetowych bądź sprężonych oraz betonu uzupełniającego lub żelbetowej płyty współpracującej, wykonanych w terminie późniejszym. Elementy wykonane wcześniej (najczęściej prefabrykaty) projektuje się tak, aby przeniosły wszystkie obciążenia występujące przed osiągnięciem przez beton uzupełniający pełnej wytrzymałości, a więc przed uzyskaniem pełnej nośności konstrukcji zespolonej. Podczas wykonywania konstrukcji zespolonej nie trzeba stosować deskowań bądź ich ilość jest niewielka. Ponadto wskutek zespolenia uzyskuje się konstrukcję sztywniejszą od odpowiadającej jej konstrukcji prefabrykowanej. W niniejszym rozdziale poradnika podano podstawowe wiadomości dotyczące zbrojenia i betonowania konstrukcji żelbetowych.

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami oraz z definicjami podanymi w ST 00.00.00 „Wymagania ogólne”, oraz z ST 01.03.00 „Roboty zbrojeniowe”.

#### 1.4. Ogólne wymagania dotyczące Robót

1. Należy sprawdzić czy dostarczona dokumentacja projektowa jest kompletna dla celów wykorzystania jej do budowy, a szczególnie czy posiada rysunki detali i szczegółów projektowych. W przypadku ich braku należy żądać ich uzupełnienia od Inwestora (Projektanta), który jest zobowiązany do ich dostarczenia (Prawo Budowlane Art. 20 ust.1 pkt.3, 3a, 4).

2. Każda dostarczona dokumentacja powinna posiadać adnotację Inwestora „Do realizacji”. O jakiegokolwiek wątpliwości stwierdzonej w stosunku do dokumentacji (niekompletność, brak detali, wątpliwe rozwiązania, rozwiązania stwarzające zagrożenie bezpieczeństwa budowli) należy bezwzględnie informować Inwestora

3. Każdorazowe zmiany w stosunku do otrzymanego projektu (inny materiał, technologia itp.) które chce wprowadzić Wykonawca - wymagają pisemnej zgody Inwestora i Autora Projektu.

4. Podwykonawca na etapie składania do GW oferty (a najpóźniej przed przystąpieniem do wykonywania robót), musi podać w formie pisemnej detale rozwiązań technicznych (jeśli nie są podane w projekcie) - połączenia, newralgiczne elementy itp. Te rozwiązania muszą być na tyle szczegółowe, aby można rozliczyć Podwykonawcę z zakresu robót, a także jednoznacznie rozliczyć go w okresie gwarancyjnym (jakość prac). Kierownik kontraktu przy udziale wybranego Podwykonawcy musi te rozwiązania uzgodnić z Inwestorem (Inspektor Nadzoru) i Projektantem.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Przygotowanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane ze składników odpowiadającym odpowiednim normom. Zbrojenie powinno odpowiadać warunkom zgodnym z ST 01.03.00 „Roboty zbrojeniowe”. Elementy stalowe do mocowania murek zakotwione w betonie winny spełnić wymogi projektowe

### 2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów

#### 2.2.1. Klasy ekspozycji betonu związane z oddziaływaniem środowiska

UWAGA Klasy ekspozycji są dobierane zależnie od postanowień przyjętych w kraju stosowania betonu. Niniejsza klasyfikacja ekspozycji nie wyklucza uwzględnienia specjalnych warunków istniejących w miejscu stosowania betonu lub zastosowania środków ochronnych takich jak użycie stali nierdzewnej lub innego metalu odpornego na korozję oraz zastosowania powłok ochronnych na beton lub zbrojenie.

Beton może być poddany więcej niż jednemu oddziaływaniu opisanemu w tablicy 1, a zatem warunki środowiska, w których znajduje się beton, mogą wymagać określenia za pomocą kombinacji klas ekspozycji.

Tablica 1 - Klasy ekspozycji

Oznaczenie klasy	Opis środowiska	Przykłady występowania klas ekspozycji
<b>1. Brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją</b>		
X0	Dotyczy betonów niezbrojonych i niezawierających innych elementów metalowych: wszystkie środowiska z wyjątkiem przypadków występowania zamrażania/rozmarzania, ścierania lub agresji chemicznej. Dotyczy betonów zbrojonych lub zawierających inne elementy metalowe: bardzo suche	Beton wewnątrz budynków o bardzo niskiej wilgotności powietrza
<b>2. Korozja spowodowana karbonatyzacją</b>		
W przypadku, gdy beton zawierający zbrojenie lub inne elementy metalowe, jest narażony na kontakt z powietrzem i wilgocią, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób: UWAGA warunki wilgotnościowe dotyczą warunków w otulinie betonowej zbrojenia lub innych elementów metalowych, ale w wielu przypadkach wilgotność otuliny betonowej może odzwierciedlać warunki otaczającego środowiska. W tych przypadkach klasyfikacja otaczającego środowiska może być wystarczająca. Sytuacja gdy między betonem a jego otoczeniem istnieje jakaś bariera, nie może stanowić żadnego przypadku.		
XC1	Suche lub stale mokre	Beton wewnątrz budynków o niskiej wilgotności powietrza Beton stale zanurzony w wodzie
XC2	Mokre, sporadycznie suche	Powierzchnie betonu narażone na długotrwały kontakt z wodą Najczęściej fundamenty
XC3	Umiarkowanie wilgotne	Beton wewnątrz budynków o umiarkowanej lub wysokiej wilgotności powietrza Beton na zewnątrz osłonięty przed deszczem
XC4	Cyklicznie mokre i suche	Powierzchnie betonu narażone na kontakt z wodą, ale nie jak w klasie ekspozycji XC2
<b>3. Korozja spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej</b>		
W przypadku, gdy beton zawiera zbrojenie lub inne elementy metalowe jest narażony na kontakt z wodą zawierającą chlorki, w tym sole odladzające, pochodzące z innych źródeł niż woda morska, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób: UWAGA: odnośnie do warunków wilgotnościowych, patrz niniejsza tablica, sekcja 2.		
XD1	Umiarkowanie wilgotne	Powierzchnie betonu narażone na działanie chlorków powietrza
XD2	Mokre, sporadycznie suche	Baseny Beton narażony na działanie wody przemysłowej zawierającej chlorki
XD3	Cyklicznie mokre i suche	Elementy mostów narażone na działanie rozpylonych cieczy zawierających chlorki Nawierzchnie dróg Płyty parkingów
<b>4. Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej</b>		
W przypadku, gdy beton zawierający zbrojenie lub inne elementy metalowe jest narażony na działanie chlorków pochodzących z wody morskiej, znajdujących się w wodzie lub w powietrzu, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób:		
XS1	Narażenie na działanie soli zawartych w powietrzu, ale nie na bezpośredni kontakt z wodą morską	Konstrukcje zlokalizowane na wybrzeżu lub w jego pobliżu
XS2	Stale zanurzenie	Elementy budowli morskich
XS3	Strefy pływów, rozbryzgów, aerozoli	Elementy budowli morskich
<b>5. Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmarzania bez środków odladzających albo ze środkami odladzającymi</b>		
Odladzającymi przypadkiem, gdy beton w stanie mokrym jest narażony na znaczącą agresywność cyklicznego zamrażania/rozmarzania, ekspozycja powinna być klasyfikowana w następujący sposób:		
XF1	Umiarkowanie nasycone wodą bez środków odladzających	Pionowe powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie

XF2	Umiarkowanie nasycone wodą ze środkami odladzającymi	Pionowe powierzchnie betonowe konstrukcji drogowych narażone na zamarzanie i działanie środków odladzających z powietrza
XF3	Silnie nasycone wodą bez środków odladzających	Poziome powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie
XF4	Silnie nasycone wodą ze środkami odladzającymi lub wodą morską	Jezdnie dróg i mostów narażone na działanie środków odladzających. Powierzchnie betonowe narażone bezpośrednio na działanie aerozoli zawierających środki odladzające i zamarzanie. Strefy rozbryzgu w budowlach morskich narażone na zamarzanie

#### 6. Agresja chemiczna

W przypadku, gdy beton jest narażony na agresję chemiczną gruntów naturalnych lub wody gruntowej, jak podano w tablicy 2, ekspozycja powinna być klasyfikowana w sposób przedstawiony poniżej. Klasyfikacja wody morskiej zależy od położenia geograficznego, geograficznego zatem stosuje się klasyfikację przyjętą w kraju stosowania betonu.

UWAGA Aby określić właściwe warunki ekspozycji, może być niezbędne wykonanie specjalnych badań w przypadkach:

- wartości spoza zakresu tablicy 2;
- innych agresywnych substancji chemicznych;
- gruntów lub wody zanieczyszczonych chemicznie;
- dużego przepływu wody zawierającej substancje chemiczne uwzględnione w tablicy 2.

XA1	Środowisko chemiczne mało agresywne zgodnie z tablicą 2	
XA2	Środowisko chemiczne średnio agresywne zgodnie z tablicą 2	
XA3	Środowisko chemiczne silnie agresywne zgodnie z tablicą 2	

Tablica 2 - Wartości graniczne klas ekspozycji dotyczących agresji chemicznej gruntów naturalnych i wody gruntowej

Podana niżej klasyfikacja środowisk agresywnych chemicznie dotyczy gruntów naturalnych i wody gruntowej o temperaturze między 5°C a 25°C oraz przepływie wody dostatecznie małym, aby warunki uznać za statyczne.

Klasę ekspozycji określa najbardziej niekorzystna wartość dla dowolnej, pojedynczej charakterystyki chemicznej.

Gdy dwie lub więcej agresywnych charakterystyk wskazuje na tę samą klasę, środowisko należy zakwalifikować do następnej, wyższej klasy, chyba, że specjalne badania dotyczące tego szczególnego przypadku wykażą, że nie jest to konieczne

małą klasę, środowisko należy zakwalifikować do szczególnego przypadku wykażą, że nie jest to

Charakterystyka chemiczna	Powołana metoda badania	metoda	XA1	XA2	XA3
Woda gruntowa					
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l	EN 196-2		≥200 i ≤ 600	> 600 i ≤ 3000	> 3000 i ≤ 6000
pH	ISO 4316		≤6,5 i ≥ 5,5	< 5,5 i ≥ 4,5	< 545 i ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> agresywny, mg/l	prEN 13577:1999		≥15 i ≤ 40	> 40 i ≤ 100	> 100 i do nasycenia
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l	ISO 7150-1 lub ISO 7150-2		≥15 i ≤ 30	> 30 i ≤ 60	> 60 i ≤ 100
Mg <sup>2+</sup> , mg/l	ISO 7980		≥ 300 i ≤1000	> 1000 i ≤ 3000	> 3000 i do nasycenia
Grunt					
SO42-, całkowite, mg/kga	EN 196-2b		≥ 2000 i ≤30003(N7)	> 30000 i ≤12000	
Kwasowość, ml/kg	DIN 4030-2		> 200 Baumann Gully	Nie spotykane w praktyce	
Grunty ilaste o przepuszczalności poniżej 10-5m/s można zakwalifikować do niższej klasy, Metoda badania przewiduje ekstrakcję SO42- z użyciem kwasu chlorowodorowego; alternatywnie można zastosować ekstrakcję wodną, jeżeli przeprowadzano już takie badanie w miejscu zastosowania betonu, Ograniczenie do 3000 mg/kg należy zmniejszyć do 2000 mg/kg w przypadku, gdy istnieje ryzyko akumulacji jonów siarczanych w betonie na skutek cyklicznego wysychania i nawilżania lub podciągania kapilarnego.					

#### 2.2.2. Mieszanka betonowa

Klasy konsystencji

Klasyfikacji konsystencji mieszanki betonowej dokonuje się odpowiednio według tablicy 3, 4, 5 lub 6.

UWAGA Klasy konsystencji w tablicach od 3 do 6 nie są bezpośrednio związane ze sobą. W przypadkach specjalnych, konsystencja może być wyspecyfikowana również poprzez założoną wartość. Dla betonu o konsystencji wilgotnej, tzn. o niskiej zawartości wody, zaprojektowanego do zagęszczania z zastosowaniem specjalnych technologii, konsystencji nie klasyfikuje się.

Tablica 3 - Klasy konsystencji według metody opadu stożka

Klasa	Opad stożka w mm
S1	od 10 do 40
S2	od 50 do 90
S3	od 100 do 150

S4	od 160 do 210
55^	>220

Tablica 4 - Klasy konsystencji według metody Vebe

Klasa	Czas Vebe w sekundach
V01)	≥ 31
V1	od 30 do 21
V2	od 20 do 11
V3	od 10 do 6
V41)	od 5 do 3

Tablica 5 - Klasy konsystencji według metody stopnia zagęszczenia

Klasa	Stopień zagęszczalności
C01)	≥ 1,46
C1	od 1,45 do 1,26
C2	od 1,25 do 1,11
C3	od 1,10 do 1,04

Tablica 6 - Klasy konsystencji według metody rozplywu

Klasa	Średnica rozplywu w mm
F11)	≤ 340
F2	od 350 do 410
F3	od 420 do 480
F4	od 490 do 550
F5	od 560 do 620
F61)	≥ 630

Klasy związane z maksymalnym wymiarem ziaren kruszywa

Gdy mieszanka betonowa jest klasyfikowana ze względu na maksymalny wymiar ziaren kruszywa, do klasyfikacji należy przyjmować nominalny górny wymiar ziaren kruszywa najgrubszej frakcji (D<sub>max</sub>) w mieszance.

UWAGA D jest górnym wymiarem sita, za pomocą którego definiowany jest wymiar ziaren kruszywa zgodnie z prEN 12620:2000.

### 2.2.3. Beton stwardniały

Klasy wytrzymałości na ściskanie

Klasyfikacji betonu pod względem jego wytrzymałości na ściskanie, dokonuje się według tablicy 7 dla betonu zwykłego i betonu ciężkiego. Podstawę klasyfikacji może stanowić wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie określana w 28 dniu dojrzewania na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm (f<sub>ck,cyl</sub>) lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm (f<sub>ck,cube</sub>).

UWAGA. W przypadkach specjalnych, można przyjmować poziomy wytrzymałości pośrednie względem podanych w tablicy 7, o ile jest to dopuszczone przez odpowiednią normę dotyczącą projektowania.

Tablica 7 - Klasy wytrzymałości na ściskanie betonu zwykłego i betonu ciężkiego

Klasa wytrzymałości na ścieranie	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach walcowych  F <sub>ck, cyl</sub> N/mm <sup>2</sup> , N8)	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach sześciennych  F <sub>ck, cube</sub> N/mm <sup>2</sup> , N8)145
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

### 2.2.4. Cement - wymagania i badania

Składniki betonu nie powinny zawierać substancji szkodliwych w ilościach mogących obniżyć trwałość betonu lub spowodować korozję zbrojenia. Składniki te powinny być odpowiednie do ich zamierzonego zastosowania w betonie.

Ustalona ogólna przydatność danego składnika nie oznacza, że może być on stosowany w każdej sytuacji i do każdego składu



betonu.

Do betonów zgodnych z EN 206-1 należy stosować wyłącznie składniki o ustalonej przydatności do konkretnego zastosowania.

UWAGA Jeśli nie ma normy europejskiej dotyczącej danego składnika, w której specjalnie określono jego zastosowanie do betonu odpowiadającego EN 206-1, lub gdy istniejąca norma europejska nie uwzględnia danego składnika albo gdy dany składnik jest znacząco niezgodny z wymaganiami normy europejskiej, określenie przydatności tego składnika można przeprowadzić na podstawie:

- europejskiej aprobaty technicznej (N8), dotyczącej specjalnie zastosowania danego składnika do betonu odpowiadającego EN 206-1;

odpowiedniej normy krajowej lub postanowień przyjętych w kraju stosowania betonu, dotyczących specjalnie zastosowania danego składnika do betonu odpowiadającego EN 206-1.

Dopuszczalne jest stosowanie jedynie cementu czystego (bez dodatków) klasy:

dla betonu klasy B25 - klasy 32,5 NA,

dla betonu klasy B30, B35 i B40 - klasy 42,5 NA,

dla betonu klasy B45 i większej - klasy 52,5 NA.

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.

Zakazuje się pobierania cementu ze stacji przesypowych (silosów), jeżeli nie ma pewności, że dostarczany 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 196-1:1996, PN-EN 196-3:1996, PN-EN 196-6:1997;
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-1:1996, PN-EN 196-3:1996, PN-EN 196-6:1997, 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 najpóźniej po upływie 10 godz.

Przy oznaczaniu równomierności zmiany objętości:

wg próby Le Chateliera nie więcej niż 8mm,

wg próby na plackach - normalna.

Cementy portlandzkie normalnie i szybko twardniejące - sprawdzenie zawartości grudek (zbryleń), niedających się rozgnieść w palcach i nierozpadających się w wodzie. Nie dopuszcza się występowania w cemencie, większej niż 20% ciężaru cementu ilości grudek niedających się rozgnieść w palcach i nierozpadających się w wodzie. Grudki należy usunąć poprzez przesianie przez sito o boku oczka kwadratowego 2mm. 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 zadane 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 czyszczenia oraz kłamy 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 zadanych 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; 32,5R; 42,5; 42,5R; 52,5 i 52,5R (symbol R oznacza cement o wysokiej wytrzymałości wczesnej).

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

#### 2.2.5. Domieszki i dodatki do betonu

Ogólną przydatność dodatków typu I, patrz p. 3.1.23, ustala się dla:

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

Ogólną przydatność dodatków typu II, patrz p. 3.1.23, ustala się dla:

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

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu:

napowietrzającym,

uplastyczniającym,

przyspieszającym lub opóźniającym.

Dopuszcza się stosowanie domieszek kompleksowych:

- napowietrzająco - uplastyczniających,
- przyspieszająco - uplastyczniających.

**Domieszki chemiczne** stosuje się w celu poprawienia różnych właściwości mieszanki betonowej i betonu. Domieszki mają postać płynu lub proszku. W zależności od głównych funkcji domieszki można (**wg instrukcji ITB nr 358/98**) podzielić na: przyspieszające, opóźniające, redukujące wodę, napowietrzające. Całkowita ilość domieszek chemicznych powinna wynosić 0,2-5% masy cementu. Domieszki płynne stosowane w ilości przekraczającej 3 l/m<sup>3</sup> mieszanki betonowej należy brać pod uwagę przy obliczaniu wskaźnika wodno-cementowego w/c. Wpływ domieszki na mieszankę betonową zależy od: rodzaju cementu, rodzaju i ilości domieszki, wartości wskaźnika w/c. Różne rodzaje cementu, a także różne partie cementu z tego samego źródła mogą wymagać użycia różnej ilości tej samej domieszki do osiągnięcia jej założonego wpływu. Domieszki przyspieszające są dodawane do mieszanki betonowej w celu skrócenia czasu wiązania i/lub twardnienia betonu, a więc przyspieszenia tzw. wczesnej wytrzymałości betonu.

Tego rodzaju domieszki stosuje się w przypadku potrzeby szybszego rozformowania elementu betonowego, w mieszankach betonowych używanych np. w naprawach itp. Domieszki opóźniające spowalniają wiązanie cementu, jego twardnienie i efekt cieplny twardnienia. Stosuje się je:

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

Domieszki redukujące wodę, tzn. domieszki uplastyczniające i upłynniające - plastyfikatory i superplastyfikatory, zmniejszają wodożądność i/lub polepszają urabialność mieszanki betonowej. Mogą też dodatkowo powodować opóźnienie lub przyspieszenie wiązania bądź twardnienia betonu. Domieszki napowietrzające powodują powstanie w betonie systemu mikroporów, co zapewnia zwiększenie mrozoodporności betonu oraz jego odporności na działanie środków odładzających. Dodatki te wpływają też na poprawę urabialności mieszanki betonowej. Stosowane są też inne domieszki, w tym tzw. domieszki kompleksowe, charakteryzujące się kombinowanym działaniem dwu- lub nawet trójfunkcyjnym. Trzeba dodać, że nieodpowiednie stosowanie oraz niedokładne dozowanie domieszek może być przyczyną pogorszenia efektów ich działania, a nawet uzyskania niepożądanych efektów w mieszance betonowej, polegających np. na braku lub nadmiernym przyspieszeniu wiązania itp. Zastosowanie odpowiedniej domieszki powinno wynikać z opracowanej recepty (składu) mieszanki betonowej. Powinno też być zgodne z aprobatami technicznymi bądź normami dotyczącymi poszczególnych domieszek oraz dostosowane do rodzaju stosowanego cementu. Domieszki dozuje się głównie w sposób wagowy (w stosunku do masy cementu). Dodatki stosowane do mieszanki betonowej (mogą one być również składnikami cementu), to przede wszystkim popiół lotny, granulowany żużel wielkopiecowy, pucolany i pył krzemionkowy. Są one dozowane w celu zmniejszenia kosztów wytwarzania bądź zmodyfikowania właściwości betonu.

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

#### 2.2.6. Stosowanie domieszek

Całkowita ilość domieszek, o ile są stosowane, nie powinna przekraczać dopuszczalnej największej ilości zalecanej przez producenta domieszek oraz nie powinna być większa niż 50 g (w postaci dostarczonej) na kg cementu, chyba że znany jest wpływ większego dozowania na właściwości i trwałość betonu.

Stosowanie domieszek w ilościach mniejszych niż 2 g/kg cementu dopuszcza się wyłącznie w przypadku wcześniejszego ich wymieszania z częścią wody zarobowej.

Jeżeli całkowita ilość domieszek ciekłych przekracza 3 l/m<sup>3</sup> betonu, zawartą w nich wodę, należy uwzględnić przy obliczaniu współczynnika woda/cement.

W przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki, kompatybilność tych domieszek należy sprawdzić w badaniach wstępnych. UWAGA Zaleca się, aby mieszanka betonowa o konsystencji > S4, V4, C3 lub > F4 była wykonywana z użyciem domieszek znacznie redukujących ilość wody/upłynniających.

#### 2.2.7. Kruszywo

Ogólną przydatność ustala się dla:

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

Kruszywo do betonu powinno charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia pozwalającą na wykonanie partii betonu o stałej jakości. Poszczególne rodzaje i frakcje kruszywa muszą być na placu 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-B-06714.40. W kruszynie grubym nie dopuszcza się grudek gliny. W kruszynie grubym zawartość podziarna nie powinna przekraczać 5%, a nadziarna 10%.

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

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 otoczkami (ziarna o średnicy od 2 mm do  $d_{max}$ , przy czym  $d_{max} = 16; 31,5$  lub 63 mm),
- mieszanek kruszywa naturalnego sortowaną, kruszywa łamanego i z otoczkami.

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

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

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

#### Dobór kruszyw

##### A. Postanowienia ogólne

Rodzaj kruszywa, jego uziarnienie i właściwości, np. kształt ziaren, mrozoodporność, ścieralność, zawartość pyłów, należy dobrać, biorąc pod uwagę:

- realizację robót;
  - przeznaczenie betonu;
  - warunki środowiska, na które będzie narażony beton;
  - wszelkie wymagania dotyczące odsłoniętego kruszywa lub kruszywa przy mechanicznym wykańczaniu powierzchni betonu.
- Maksymalny nominalny górny wymiar ziaren kruszywa ( $D_{max}$ ) należy dobrać, uwzględniając otulinę zbrojenia oraz minimalną szerokość przekroju elementu.

##### B. Mieszanka żwirowo-piaskowa

Mieszanek żwirowo-piaskową odpowiadającą prEN 12620:2000 należy stosować wyłącznie do betonów klas wytrzymałości na ściskanie < C12/15.

### C. Kruszywo odzyskane z wody po płukaniu

Kruszywo odzyskane z wody po płukaniu kruszywa lub z mieszanki betonowej może być użyte jako składnik betonu.

Dodatek kruszywa odzyskanego, nierozdzielonego na frakcje, nie powinien być większy niż 5 % całkowitej ilości kruszywa. W przypadku, gdy ilość kruszywa odzyskanego jest większa niż 5 % całkowitej ilości kruszywa, kruszywo odzyskane powinno być tego samego rodzaju co kruszywo podstawowe i powinno być rozdzielone na frakcje grubą i drobną oraz odpowiadać prEN 12620:2000.

### D. Odporność na reakcję alkalia-krzemionka

W przypadku gdy kruszywo zawiera odmiany krzemionki podatne na reakcję z alkali (NaOH i K<sub>2</sub>O, pochodzące z cementu lub innych źródeł), a beton narażony jest na działanie środowiska wilgotnego, należy podjąć działania w celu zapobieżenia szkodliwej reakcji alkalia-krzemionka, stosując postępowanie o sprawdzonej przydatności.

**UWAGA** Zaleca się stosowanie środków ostrożności odpowiednich dla złoża geologicznego, z którego pochodzą kruszywa, uwzględniając długookresowe doświadczenie z poszczególnych zestawień cementu i kruszywa. Przegląd takich wytycznych, przyjętych w różnych krajach europejskich, podany jest w raporcie CEN CR 1901.

### Urabialność mieszanki betonowej.

Przy ustalaniu proporcji kruszyw frakcji piaskowej i grubszych należy brać pod uwagę **urabialność mieszanki betonowej**. Ta urabialność powinna być dostosowana do warunków formowania, które są określane przez:

— kształt i wymiary konstrukcji, elementu lub wyrobu oraz ilość zbrojenia,

— zakładaną gładkość i wygląd powierzchni betonu,

- sposoby układania i zagęszczania mieszanki betonowej (ręczne przez sztychowanie lub ubijanie, mechaniczne przez wibrowanie, ubijanie, prasowanie itd.).

Dostosowanie urabialności mieszanki betonowej do wymienionych warunków polega na doborze odpowiedniej ilości zaprawy i łącznej ilości cementu i frakcji kruszywa poniżej 0,125 mm

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

Konsystencję mieszanki betonowej sprawdza się metodą Ve-Be lub metodą stożka opadowego. Betony o konsystencji półcieklej i ciekłej zaleca się uzyskiwać w wyniku stosowania domieszek uplastyczniających lub upłynniających. Wymagane wskaźniki konsystencji mieszanek betonowych, zależne od metod badań, podano w tabeli poniżej

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

Ziarna kruszywa nie powinny być większe niż:

- 1/3 najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego elementu,

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

Do betonów klas B30 i wyższych należy stosować wyłącznie grysy granitowe lub bazaltowe marki 50, o maksymalnym wymiarze ziarna 16mm. 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 rozkruszenia:

- 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-06714.34 nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%,
- zawartość związków siarki - do 0,1 %,
- zawartość zanieczyszczeń obcych - do 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych, niedających barwy ciemniejszej od wzorcowej wg PN-B-06714.26.

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2mm pochodzenia rzecznoego lub kompozycja piasku rzecznoego i kopalnego uszlachetnionego. Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okrucowym 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-B-06714.34 nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%,
- zawartość związków siarki - do 0,2%,
- zawartość zanieczyszczeń obcych - do 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych - niedająca barwy ciemniejszej od wzorcowej wg PN-B-06714.26,
- w kruszywie drobnym nie dopuszcza się grudek gliny.

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

oznaczenie składu ziarnowego wg PN-B-06714.15,

oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg PN-B-06714.12,

oznaczenie zawartości grudek gliny, które oznacza się jak zawartość zanieczyszczeń obcych,

oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg PN-B-06714.13.

Dostawca kruszywa jest zobowiązany do przekazania dla każdej partii kruszywa wyników jego pełnych badań wg PN-B-06712 oraz wyników badania specjalnego dotyczące reaktywności alkalicznej w terminach przewidzianych przez Inspektora Nadzoru. W przypadku, gdy kontrola wykaże niezgodność cech danego kruszywa z wymaganiami wg PN-B-06712, 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-B-06714.18 dla korygowania recepty roboczej betonu.

#### 2.2.8. Woda zarobowa - wymagania i badania

Przydatność wody zarobowej oraz wody z recyklingu z produkcji betonu ustala się zgodnie z prEN 1008:1997.

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

**Woda** nie powinna zawierać składników wpływających niekorzystnie na wiązanie i twardnienie betonu. W przypadku wątpliwości należy przeprowadzić jej odpowiednie badanie. Ogólnie należy stwierdzić, że woda pitna (oprócz wód mineralnych) nadaje się do mieszanek betonowych. Wymagania ogólne dotyczące wody do mieszanek betonowych i zapraw podano w tabeli poniżej

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

#### 2.2.9. Mieszanka betonowa

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

##### Wymagania dotyczące mieszanki betonowej

###### Konsystencja

Pomiar konsystencji mieszanki betonowej należy wykonać jedną z metod:

- metodą opadu stożka, zgodnie z EN 12350-2;
- metodą Vebe, zgodnie z EN 12350-3;
- metodą oznaczania stopnia zagęszczalności, zgodnie z EN 12350-4;
- metodą rozplywu, zgodnie z EN 12350-5;
- metodami specjalnymi, uzgodnionymi pomiędzy specyfikującym i producentem betonu do specjalnych zastosowań (np. mieszanki o konsystencji wilgotnej).

**UWAGA** Ze względu na brak danych dotyczących czułości tych metod poza pewnymi wartościami konsystencji, zaleca się stosowanie tych metod w następujących zakresach:

opad stożka	≥ 10 mm i ≤ 210 mm;
czas Vebe	≤ 30 s i > 5 s;
stopień zagęszczalności	≥ 1,04 i < 1,46;
średnica rozplywu	> 340 mm i ≤ 620 mm.

Konsystencję mieszanki betonowej, jeśli powinna być oznaczana, należy badać w czasie jej wbudowywania, a w przypadku betonu towarowego - w czasie dostawy. W przypadku dostawy mieszanki betonowej w betoniarnie samochodowej lub w urządzeniu mieszającym, pomiar konsystencji można wykonać na próbce punktowej pobieranej na początku rozładunku. Próbkę punktową należy pobrać po rozładowaniu około 0,3 m<sup>3</sup> mieszanki, zgodnie z EN 12350-1. Konsystencja mieszanki może być określana albo za pomocą klasy konsystencji zgodnie z p. 4.2.1, albo - w szczególnych przypadkach - przez przyjęte wartości, których odpowiednie tolerancje podano w tablicy 11.

### **Zawartość cementu i współczynnik woda/cement**

Zawartości cementu, dodatku lub wody, jeśli powinny być oznaczane, należy określić albo na podstawie wydruku z przyrządu rejestrującego skład betonu albo, w przypadku niestosowania takiego sprzętu, na podstawie zapisu z produkcji w powiązaniu z instrukcją dozowania.

Współczynnik woda/cement mieszanki betonowej, jeśli powinien być oznaczany, należy obliczać na podstawie oznaczanej zawartości cementu oraz efektywnej zawartości wody (dla domieszek ciekłych patrz p. 5.2.6). Nasiąkliwość kruszywa zwykłego i kruszywa ciężkiego należy określać zgodnie z EN 1097-6. Nasiąkliwość grubego kruszywa lekkiego w mieszance betonowej należy określać, po 1 godzinie, za pomocą metody podanej w EN 1097-6, załącznik C, stosując kruszywo w stanie wilgotności naturalnej, zamiast wysuszone do stałej masy.

UWAGA 1 Zaleca się, aby metody i kryteria badania drobnego kruszywa lekkiego odpowiadały postanowieniom przyjętym w kraju stosowania betonu. W przypadku gdy minimalną zawartość cementu zastępuje się minimalną zawartością (cement + dodatek) lub współczynnikiem woda/cement zastępuje się współczynnikiem woda/(cement + k x dodatek) albo współczynnikiem woda/(cement + dodatek), (patrz p. 5.2.5), metoda badania jest odpowiednio modyfikowana. Pojedyncze oznaczanie wartości współczynnika woda/cement nie powinny przekraczać wartości granicznych o więcej niż 0,02. Jeśli jest wymagane analityczne oznaczanie zawartości cementu, dodatku lub współczynnika woda/cement w mieszance betonowej, metoda badania oraz tolerancje powinny być uzgodnione między specyfikującym i producentem.

UWAGA 2 Patrz raport CEN CR 13902 "Determination of the water/cement ratio of fresh concrete".

### **Zawartość powietrza**

Zawartość powietrza w mieszance betonowej, jeśli powinna być oznaczana, należy określić w betonie zwykłym i ciężkim zgodnie z EN 12350-7, a w betonie lekkim zgodnie z ASTM C 173. Zawartość powietrza jest specyfikowana jako wartość minimalna. Górną granicę zawartości powietrza stanowi wyspecyfikowana wartość minimalna zwiększona o 4%.

### **Maksymalny wymiar ziaren kruszywa**

Maksymalny nominalny górny wymiar ziaren kruszywa w mieszance betonowej, jeśli powinien być oznaczany, należy zmierzyć zgodnie z EN 933-1. Maksymalny nominalny górny wymiar ziaren kruszywa, zdefiniowany w prEN 12620:2000, nie powinien być większy niż wyspecyfikowany.

## **2.2.11. Beton**

Beton do konstrukcji żelbetowych musi spełniać wymagania zestawione poniżej: nasiąkliwości, mrozoodporności, wodoszczelności wskaźnik wodno-cementowy - w/c odpowiednio dla przyjętej klasy środowiska pracy konstrukcji.

### **Wymagania dotyczące stwardniałego betonu**

#### **Wytrzymałość**

##### **A. Postanowienia ogólne**

Wytrzymałość, jeśli powinna być oznaczana, należy określić na podstawie badań przeprowadzonych na próbkach sześciennych o boku 150 mm lub walcowych o wymiarach 150/300 mm, zgodnych z EN 12390-1, wykonanych z mieszanki betonowej pobranej zgodnie z EN 12350-1 i pielęgnowanych zgodnie z EN 12390-2.

Do oceny wytrzymałości można stosować próbki formowane o innych wymiarach oraz inne warunki pielęgnacji, pod warunkiem, że z wystarczającą dokładnością ustalono i udokumentowano relacje z warunkami normowymi.

##### **B. Wytrzymałość na ściskanie**

Wytrzymałość na ściskanie, jeśli powinna być określana, należy wyrazić jako  $f_{c,cube}$  przy oznaczaniu jej na próbkach sześciennych do badania oraz jako  $f_{c,cyl}$ , przy oznaczaniu jej na próbkach walcowych do badania zgodnie z prEN 12390-3:1999.

Producent mieszanki betonowej w odpowiednim czasie przed dostawą powinien określić, na jakich próbkach: walcowych czy sześciennych powinna być oznaczana wytrzymałość na ściskanie. Stosowanie innych próbek powinno być uzgodnione między specyfikującym a producentem.

Jeśli nie ma innych wskazań, wytrzymałość na ściskanie próbek do badania jest oznaczana po 28 dniach. W szczególnych przypadkach może istnieć konieczność określenia wytrzymałości na ściskanie w wieku wcześniejszym lub późniejszym niż 28 dni (np. dla maszynowych elementów konstrukcyjnych) lub po przechowywaniu w warunkach specjalnych (np. obróbka cieplna).

Wytrzymałość charakterystyczna betonu powinna być równa lub większa niż minimalna charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie dla określonej klasy wytrzymałości na ściskanie, patrz tablice 7 i 8.

Jeżeli istnieje przypuszczenie, że wyniki badania wytrzymałości na ściskanie będą niereprezentatywne, np. w przypadku mieszanek betonowych o konsystencji CO, lub o konsystencji niższej niż S1, lub w przypadku betonu próżniowanego, należy zmodyfikować metodę badania albo wytrzymałość na ściskanie można także określać w istniejącej konstrukcji lub elemencie konstrukcyjnym.

UWAGA Ocenę wytrzymałości w konstrukcji lub elemencie konstrukcyjnym zaleca się przeprowadzić na podstawie prEN

13791:1999<sup>N10</sup>).

##### **Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu**

Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu betonu, jeśli powinna być oznaczana, należy zmierzyć zgodnie z

EN 12390-6.

Jeżeli nie ma innych wskazań, wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania jest oznaczana po 28 dniach.

Wytrzymałość charakterystyczna betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu powinna być równa jej wyspecyfikowanej wartości lub większa.

#### **Gęstość**

W zależności od gęstości w stanie suchym beton jest definiowany jako beton zwykły, beton lekki lub ciężki (patrz definicje).

Gęstość betonu w stanie suchym, jeśli powinna być oznaczana, należy określić zgodnie z EN 12390-7.

Gęstość betonu zwykłego w stanie suchym powinna być większa niż 2000 kg/m<sup>3</sup> i nie powinna przekraczać 2600 kg/m<sup>3</sup>. Gęstość betonu lekkiego w stanie suchym powinna zawierać się między wartościami granicznymi określonej klasy gęstości, patrz tablica 9. Gęstość betonu ciężkiego w stanie suchym powinna być większa niż 2600 kg/m<sup>3</sup>. W przypadku określania gęstości betonu jako wartości zakładanej, tolerancja wynosi ±100 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Wodoszczelność**

Jeśli powinna być oznaczana wodoszczelność na próbkach do badania, metodę badania oraz kryteria zgodności należy uzgodnić między specyfikującym i producentem. Jeżeli nie ma uzgodnionej metody badania, wodoszczelność może być określona pośrednio z wartości granicznych dla składu betonu.

### Ognioodporność

Beton wykonany z kruszywa naturalnego odpowiadającego wymaganiom p. 5.1.3, cementu odpowiadającego wymaganiom p. 5.1.2, domieszek odpowiadających wymaganiom p. 5.1.5, dodatków odpowiadających wymaganiom p. 5.1.6 lub innych nieorganicznych składników odpowiadających wymaganiom p. 5.1.1 jest zakwalifikowany do klasy Euro A i nie wymaga przeprowadzania badań.<sup>1)</sup>

Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony aby przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie. Skład mieszanki betonowej ustala laboratorium Wykonawcy lub wytwórni betonów i wymaga on zatwierdzenia przez Inspektora Nadzoru. Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalany doświadczalnie powinien odpowiadać najmniejszej jamistości. Zawartość piasku w stosie okruszowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna być większa niż 42% - przy kruszywie grubym do 16mm.

Optymalną zawartość piasku w mieszance betonowej ustala się następująco:

z ustalonym optymalnym składem kruszywa grubego wykonuje się kilka (3-5) mieszanek betonowych o ustalonym teoretycznie stosunku w/c i o wymaganej konsystencji zawierających różną, ale nie większą od dopuszczalnej ilość piasku,

za optymalną ilość piasku przyjmuje się taką, przy której mieszanka betonowa zagęszczona przez wibrowanie charakteryzuje się największą masą objętościową.

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

- 400 kg/m<sup>3</sup> - dla betonu klas B25 i B30,
- 450 kg/m<sup>3</sup> - dla betonu klas B35 i wyższych.

Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczanej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych (średnia temperatura dobową nie niższa niż 10°C), średnią wymaganą wytrzymałość na ściskanie należy określić jako równą 1,3 R<sub>b</sub>. Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana metodą ciśnieniową wg PN-B-06250 nie powinna przekraczać:

- wartości 2% - w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających,
- wartości 3,5 - 5,5% - dla betonu narażonego na czynniki atmosferyczne, przy uziarnieniu kruszywa do 16mm,
- wartości 4,5 - 6,5% - dla betonu narażonego na stały dostęp wody przed zamarznięciem przy uziarnieniu kruszywa do 16mm.

Konsystencja mieszanek betonowych powinna być nie rzadsza od plastycznej, oznaczonej w PN-B-06250 symbolem K-3.

Sprawdzanie konsystencji mieszanki przeprowadza się podczas projektowania jej składu i następnie przy wytwarzaniu.

Dopuszcza się dwie metody badania:

- metodą Ve - Be,
- metodą stożka opadowego.

Różnice pomiędzy założoną konsystencją mieszanki, a kontrolowaną metodami określonymi w PN-B-06250. nie mogą przekroczyć:

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

Pomiaru konsystencji mieszanek K1 do K3 (wg PN-B-06250), dokonać aparatem Ve - Be. Dla konsystencji plastycznej K3 dopuszcza się na budowie pomiar przy pomocy stożka opadowego.

### Charakterystyka i rodzaje betonu

Beton jest materiałem składającym się z kruszywa (wypełniacza), spoiwa (najczęściej cementu) i wody, a także ewentualnie odpowiednich domieszek i dodatków. Po zmieszaniu tych składników (utworzeniu mieszanki betonowej), dobranych w odpowiednich proporcjach, zaczyn cementowy (cement zmieszany z wodą) twardnieje w wyniku zachodzących w nim reakcji fizyczno-chemicznych i zapewnia zespolenie mieszanki w monolityczną całość.

Kruszywo powinno mieć odpowiednią wytrzymałość, dostosowaną do projektowanej wytrzymałości betonu, duży moduł sprężystości, dobrą przyczepność ziaren do zaczynu cementowego, małą nasiąkliwość, trwałość i odporność na działanie wpływów atmosferycznych. Cement jest składnikiem betonu mającym zasadniczy wpływ na jego wytrzymałość. Najczęściej stosuje się cementy powszechnego użytku, którymi są cementy: portlandzki, portlandzki mieszany, hutniczy i pucolanowy.

Woda w mieszance betonowej zapewnia wiązanie cementu oraz zwilża powierzchnie ziaren kruszywa, dzięki czemu nadaje mieszance odpowiednią konsystencję (ciekłość). Zależnie od rodzaju użytego kruszywa i technologii wytwarzania otrzymuje się beton o różnej gęstości objętościowej. Rozróżnia się betony:

- lekkie, o gęstości objętościowej do 2000 kg/m<sup>3</sup>,
- zwykłe, o gęstości objętościowej 2000-2600 kg/m<sup>3</sup>,
- ciężkie, o gęstości objętościowej większej niż 2600 kg/m<sup>3</sup>.

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

- ze względu na funkcję spełnianą w obiekcie budowlanym - beton konstrukcyjny, konstrukcyjno-izolacyjny oraz izolacyjny,
- ze względu na miejsce przygotowania mieszanki betonowej - beton wykonany na placu budowy i beton towarowy
- wykonany z mieszanki betonowej przygotowanej zazwyczaj poza placem budowy w specjalnej wytwórni,
- ze względu na zastosowanie - beton drogowy, mostowy, chemoodporny i architektoniczny (dekoracyjny),
- ze względu na technologiczne warunki pracy - beton hydrotechniczny, żaroodporny, kwasoodporny, wodoszczelny, mrozoodporny, o podwyższonej odporności na ścieranie itp.,
- ze względu na rodzaj kruszywa - beton żwirowy, żużlowy, keramzytowy itp.,
- w zależności od sposobu zagęszczania - beton zagęszczany ręcznie, zagęszczany mechanicznie (wibrowany, próżniowany, natryskiwany, prasowany, wirowany, samozagęszczony itp.),
- w zależności od sposobu dojrzewania - beton dojrzewający w warunkach naturalnych, obrabiany cieplnie (np. naparzony) itp. ]

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

Ze względu na wytrzymałość betonu na ściskanie na ogół rozróżnia się: **beton zwykły (BZ)** o wytrzymałości do 50 MPa, **beton wysokowartościowy (BWW)** o wytrzymałości od 50 do 100 MPa, **beton bardzo wysokowartościowy (BBWW)** o wytrzymałości od 100 do 150 MPa i **beton ultrawysokowartościowy (BUWW)** o wytrzymałości powyżej 150 MPa. Uzyskanie

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

Wytrzymałość betonu zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od uziarnienia i jakości kruszywa, ilości oraz jakości cementu i wody, a także od technologii produkcji mieszanki betonowej, warunków dojrzewania betonu w konstrukcji i wieku betonu. Podstawowym parametrem przyjmowanym w projektowaniu składu mieszanki betonowej jest wskaźnik wodno-cementowy  $w/c$ , tj. stosunek wagowy wody do cementu. Przy danej ilości cementu tym większa jest wytrzymałość betonu, im mniejsza jest wartość  $w/c$ . Ze względu na niezbędną ilość wody do wiązania i twardnienia zaczynu cementowego wskaźnik  $w/c$  powinien wynosić odpowiednio dla danej klasy środowiska.

Trzeba dodać, że do wykonywania konstrukcji stosuje się beton zwykły klas: B15, B20, B25, B30, B37, B45, B50, B55, B60. W poszczególnych rodzajach konstrukcji należy używać betonu klasy nie niższej niż podana w tabl.-

#### Najniższe klasy betonu do poszczególnych rodzajów konstrukcji

Rodzaj konstrukcji	Najniższa klasa betonu
Konstrukcje betonowe	B15
Konstrukcje betonowe— zbrojone stalą klas A-0, A-I, A-II i A-III	B15
Konstrukcje betonowe — zbrojone stalą A-IIIIN	B20
Konstrukcje sprężone — kablobetonowe	B30
Konstrukcje sprężone — strunobetonowe	B37
Konstrukcje żelbetowe poddane obciążeniu wielokrotnie zmiennemu	B30

### 2.3. Składowanie materiałów

Składowanie zbrojenia wg warunków podanych w ST 01.03.00 „Roboty zbrojeniowe”. Mieszanka betonowa winna być dostarczana bezpośrednio przed wbudowaniem z wyspecjalizowanej wytwórni. Elementy stalowe kotwiące składać pod zadaszeniami lub w pomieszczeniach zamkniętych w sposób uniemożliwiający uszkodzenie powłoki antykorozyjnej.

### 2.4. Deklaracja zgodności

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

### 2.5. Informacje producenta betonu dla wykonawcy\*

Wykonawca może wymagać informacji dotyczących składu betonu, które umożliwią właściwe układanie i pielęgnację mieszanki betonowej jak również oszacowanie rozwoju wytrzymałości. Jeśli to właściwe, takie informacje producent powinien podać na życzenie przed dostawą mieszanki betonowej. Na życzenie należy też przekazać następujące informacje dotyczące betonu projektowanego:

- rodzaj i klasa wytrzymałości cementu oraz rodzaj kruszywa;
- typ domieszek, typ i przybliżona zawartość dodatków, jeśli są stosowane;
- założony współczynnik woda/cement;
- wyniki istotnych wcześniejszych badań betonu, np. z kontroli produkcji lub z badań wstępnych;
- rozwój wytrzymałości;
- pochodzenie składników.

W przypadku betonu towarowego, mogą być również na życzenie udostępnione informacje przez powołanie składów betonów z katalogu, w którym są podane szczegóły dotyczące klas wytrzymałości, klas konsystencji, wielkości zarobu oraz innych istotnych danych.

Przy określaniu czasu dojrzewania, informacje o rozwoju wytrzymałości betonu mogą być podane albo według tablicy 12, albo w postaci krzywej rozwoju wytrzymałości między 2 dniem a 28 dniem dojrzewania betonu w temperaturze 20°C.

Tablica 12 - Rozwój wytrzymałości betonu w 20°C

Rozwój wytrzymałości	Ocena współczynnika wytrzymałości $f_{cm, 2}/f_{cm, 28}$
Szybki	>0,5
Umiarkowany	> 0,3 do < 0,5
Wolny	> 0,15 do < 0,3
Bardzo wolny	< 0,15

Współczynnik wytrzymałości, charakteryzujący rozwój wytrzymałości, jest stosunkiem średniej wytrzymałości na ściskanie po 2 dniach dojrzewania ( $f_{cm, 2}$ ) do średniej wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania ( $f_{cm, 28}$ ), określonym na podstawie badań wstępnych lub znanych właściwości użytkowych betonu o porównywalnym składzie. W przypadku badań wstępnych próbki do oznaczania wytrzymałości powinny być pobierane, wykonywane, pielęgnowane i badane zgodnie odpowiednio z EN 12350-1, EN 12390-1, EN 12390-2 i prEN 12390-3:1999.

Producent powinien poinformować wykonawcę o zagrożeniach dla zdrowia mogących wystąpić w kontakcie z mieszanką betonową spełniającą postanowienia przyjęte w kraju stosowania mieszanki betonowej.

#### Dowód dostawy betonu towarowego

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

- nazwa wytwórni betonu towarowego;
- numer dowodu dostawy;
- data i godzina załadunku, np. godzina pierwszego kontaktu cementu i wody;
- numer rejestracyjny ciężarówki lub identyfikacja pojazdu;

- nabywca;
- nazwa i lokalizacja miejsca dostawy;
- szczegóły lub powołania specyfikacji, np. numer przepisu, numer zamówienia;
- ilość mieszanki betonowej w metrach sześciennych;
- deklaracja zgodności z powołaniem na specyfikację oraz EN 206-1;
- nazwa lub oznaczenie jednostki certyfikującej (jeśli dotyczy);
- godzina dostawy betonu na miejsce;
- godzina rozpoczęcia rozładunku;
- godzina zakończenia rozładunku.

Dodatkowo, dowód dostawy powinien zawierać następujące dane:

- dla betonu projektowanego:
  - klasę wytrzymałości;
  - klasy ekspozycji;
  - klasę zawartości chlorków;
  - klasę konsystencji lub jej założoną wartość;
  - wartości graniczne składu betonu, jeśli są określone;
  - rodzaj i klasę wytrzymałości cementu, jeśli są określone;
  - typ domieszki i typ dodatku, jeśli są określone;
  - właściwości specjalne, jeśli są wymagane;
  - maksymalny nominalny górny wymiar ziarna kruszywa;
  - w przypadku betonu lekkiego lub ciężkiego: klasę gęstości lub założoną gęstość.
- dla betonu recepturowego:
  - szczegóły dotyczące składu, np. zawartość cementu i, jeśli to wymagane, typ domieszki;
  - współczynnik w/c albo klasę konsystencji lub jej założoną wartość, jeśli są określone;
  - maksymalny nominalny górny wymiar ziarna kruszywa.

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

### **Konsystencja przy dostawie**

W zasadzie zabrania się dodawania wody i domieszek do mieszanki betonowej przy jej dostarczaniu. W szczególnych przypadkach, na odpowiedzialność producenta, aby osiągnąć określoną wartość konsystencji dopuszcza się dodanie wody lub domieszek, pod warunkiem, że nie zostaną przekroczone wartości graniczne dopuszczone w specyfikacji, a dodanie domieszki zostało uwzględnione w projekcie mieszanki betonowej. Każdorazowo należy odnotować w dowodzie dostawy ilość dodatkowej wody lub domieszki dodanej do betoniarki samochodowej.

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

## **3. SPRZĘT**

### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

- Ogólne wymagania dotyczące Sprzętu podano w ST 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.
- Wymagania dotyczące Sprzętu przeznaczonego do wykonywania robót betonowych i żelbetowych

### **3.2. Sprzęt do wykonania robót żelbetowych**

Roboty można wykonać przy użyciu dowolnego typu sprzętu zaakceptowanego przez Inspektora Nadzoru. 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 betonowej 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 łąły wibracyjne charakteryzujące 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 zagęszczana przy pomocy urządzeń mechanicznych. Wibratory powinny być dostosowane do pozycji i kształtu betonowanego elementu.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Ogólne wymagania**

Ogólne wymagania dotyczące Transportu podano w ST 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

Transport mieszanki betonowej należy wykonywać przy pomocy mieszalników samochodowych (tzw. „gruszka”). 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 Inspektora Nadzoru.

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.

### **4.2. Wytwarzanie i transport 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. Poszczególne fazy procesu wytwarzania mieszanki betonowej to:



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

Jeżeli jest potrzebna niewielka ilość mieszanki betonowej, to wytwarza się ją na placu budowy za pomocą betoniarek, które zazwyczaj mają pojemność 0,15; 0,25 lub 0,5 m<sup>3</sup>. Czas mieszania składników mieszanki (dozowane w kolejności - kruszywo, cement i woda) zależy od konsystencji mieszanki, ale nie może być krótszy niż 1 min (w przypadku konsystencji półcieklej i ciekłej). Przy większym zapotrzebowaniu mieszankę betonową uzyskuje się najczęściej ze stałych wytwórni, zwanych betonowniami. Na większych budowach są też niekiedy instalowane betonownie przestawne. Opracowanie receptury mieszanki betonowej obejmuje:

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

Betonownie stanowią zespół maszyn i urządzeń przeznaczonych do produkcji mieszanki betonowej w sposób zmechanizowany, zastosowaniem częściowej lub pełnej automatyzacji. Kruszywo jest dostarczane do betonowni transportem samochodowym, kolejowym lub wodnym. Z wagonów kruszywo jest rozładowywane za pomocą łopaty mechanicznej bezpośrednio do bunkrów umieszczonych wzdłuż toru kolejowego lub na przenośnik taśmowy, który podaje kruszywo na hałdy. Z barek kruszywo jest wybierane chwytakami koparek.

Do transportu samochodowego należy używać samochodów wywrotek. Wysypują one kruszywo do lejów zsypanych, skąd przenośniki taśmowe podają je na hałdy lub do zasobników przy betonowni. Kruszywo posortowane jest podawane wprost na skład, a dowożone ze żwirowni najpierw do sortowni lub kruszarki z sortownikami.

Powierzchnia placu składowego powinna być utwardzona, z odpływem wód opadowych. Każdy rodzaj kruszywa, klasa i frakcja musi leżeć na osobnej hałdzie. Zazwyczaj hałdy kolistę lub ciągłe są dzielone ścianami. Cement jest dowożony specjalnymi cementowozami i przeładowywany do zasobników pneumatycznie.

Mieszanka betonowa wytworzona w betoniarkach na placu budowy jest przewożona taczkami. Przewóz w poziomie odbywa się powinien po ułożonych deskach. W pionie taczkę unosi dźwig towarowy lub osobowo-towarowy. Większe ilości mieszanki przewozi się wózkami dwukołowymi, tzw. japonkami. Przy większych odległościach dowozu należy stosować wózki o napędzie elektrycznym. Mieszanka o konsystencji co najmniej plastycznej może być też podawana przenośnikami taśmowymi na odległość do 25 m, przy kącie nachylenia w przypadku transportu w górę 18°, a w dół 12°. Trzeba zwracać uwagę, żeby mieszanka spadając z przenośnika nie ulegała rozsegregowaniu. Przenośnik powinien być wyposażony w zgarniacz zbierający resztki mieszanki w czasie ruchu powrotnego. Na budowach, na których jest zainstalowany żuraw, mieszanka jest podawana w specjalnych pojemnikach podwieszonych do haka żurawia.

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 umieszczane 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. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w ST 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

### 5.2. Przygotowanie betonowania

#### Zalecenia ogólne

Rozpoczęcie Robót betoniarskich może nastąpić w oparciu o dostarczony przez Wykonawcę szczegółowy program i dokumentację technologiczną obejmującą:

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

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

- prawidłowość wykonania deskowań, rusztowań, usztywnień pomostów itp.
- prawidłowość wykonania zbrojenia,
- zgodność rzędnych z projektem,
- czystość deskowania oraz obecność wkładek dystansowych zapewniających wymaganą wielkość otuliny.
- przygotowanie powierzchni betonu uprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- prawidłowość wykonania wszystkich Robót zanikających, między innymi wykonania przerw dylatacyjnych, warstw izolacyjnych, ułożenia łożysk itp.,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezmienności kształtu elementów wbudowywanych w betonową konstrukcję (kanały, wpusty, sączki, kotwy, rury itp.),
- gotowość sprzętu i urządzeń do prowadzenia betonowania.

Roboty betoniarskie muszą być wykonane zgodnie z wymaganiami norm: PN-B-06250 i PN-B-06251.

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

### 5.3. Betonowanie

Wysokość zrzutu mieszanki betonowej o konsystencji gęstoplastycznej i wilgotnej nie powinna być większa, niż 1,5m a o kompensacji ciekłej 0,5m. W czasie betonowania należy obserwować deskowania i rusztowania, czy nie następuje utrata prawidłowego kształtu konstrukcji. Przy betonowaniu w czasie upalnej pogody ułożona mieszanka powinna być niezwłocznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wody. 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.

### 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. W zależności od wielkości elementu betonuje się go albo od razu całym przekrojem, albo warstwami. Stosuje się praktycznie trzy sposoby układania mieszanki warstwami:

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

**Wytwarzanie mieszanki betonowej** powinno odbywać się wyłącznie w wyspecjalizowanym zakładzie produkcji betonu, który może zapewnić spełnienie żądanych w ST wymagań.

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

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

Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo legalizacji. Wagi powinny być kontrolowane co najmniej raz w roku. Urządzenia dozujące wodę i płynne domieszki powinny być sprawdzane co najmniej raz w miesiącu. Przy dozowaniu składników powinno się uwzględniać korektę związaną ze zmiennym zawilgoceniem kruszywa. 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. Przy stosowaniu pomp wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie. Mieszanek betonową układa się po sprawdzeniu deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów. Skład mieszanki powinien być zgodny z opracowaną receptą roboczą. Jednym z najważniejszych problemów podczas układania mieszanki jest **niedopuszczenie do rozsegregowania jej składników**.

Dlatego wysokość swobodnego zrzucania mieszanki o konsystencji gęstoplastycznej nie powinna przekraczać 1,5 m. Im mieszanka jest bardziej ciekła, tym łatwiej rozsegregowuje się. Dlatego mieszanka ciekła powinna być układana przy użyciu rynien lub rur i tak, aby wysokość jej swobodnego opadania nie przekraczała 50 cm. W przypadku, gdy wysokość ta jest większa, należy mieszanek podawać za pomocą rynny zsykowej (do wysokości 3,0m) lub leja zsykowego teleskopowego (do wysokości 8,0m). Przy wykonywaniu elementów konstrukcji monolitycznych należy przestrzegać dokumentacji technologicznej, która powinna uwzględniać następujące zalecenia:

- w fundamentach i korpusach podpór mieszanek betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, bądź też za pośrednictwem rynny, warstwami o grubości do 40cm, zagęszczając wibratorami wężowymi;
- przy wykonywaniu płyt mieszanek betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy;
- przy betonowaniu chodników, gzymsów, wsporników, zamków i stref przydylatacyjnych stosować wibratory wężowe. Słupy o przekroju co najmniej 40 x 40 cm, lecz nie większym niż 0,8 m<sup>2</sup>, bez krzyżującego się zbrojenia, mogą być betonowane od góry z wysokości nie większej niż 5 m; w wypadku mieszanki o konsystencji plastycznej lub ciekłej wysokość ta nie powinna przekraczać 3,5 m.

**Przerwy w betonowaniu** należy sytuować w miejscach uprzednio przewidzianych i uzgodnionych z Projektantem.

Ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej powinno być uzgodnione z Projektantem, a w prostszych przypadkach można się kierować zasadą, że powinna ona być prostopadła do powierzchni elementu. Powierzchnia betonu w miejscu przerwania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia betonu stwardniałego ze świeżym przez usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego, luźnych okruszków betonu oraz warstwy szklawa cementowego, oraz zwilżenie wodą.

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.

W przypadku przerwy w układaniu betonu zagęszczanym przez wibrowanie, wznowienie betonowania nie powinno się odbyć później niż w ciągu 3 godzin lub po całkowitym stwardnieniu betonu. Jeżeli temperatura powietrza jest wyższa niż 20°C, to czas trwania przerwy nie powinien przekraczać 2 godzin. Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu. W przypadku, gdy betonowanie konstrukcji wykonywane jest także w nocy, konieczne jest wcześniejsze przygotowanie odpowiedniego oświetlenia, zapewniającego prawidłowe wykonawstwo Robót i dostateczne warunki bezpieczeństwa pracy.

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

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy stosować następujące warunki:

- wibratory wężowe 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 wężowymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora;
- podczas zagęszczania wibratorami wężowymi należy zagłębiać buławę na głębokość 5-8cm w warstwę poprzednią i przytrzymać buławę w jednym miejscu w czasie 20-30s., po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym;
- kolejne miejsca zagłębienia buławy powinny być od siebie oddalone o 1,4R, gdzie R jest promieniem skutecznego działania wibratora; odległość ta zwykle wynosi 0,3 - 0,5m,

- 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 60s;
  - zasięg działania wibratorów przyczepnych wynosi zwykle od 20 do 50cm w kierunku głębokości i od 1,0 do 1,5m 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 zatapianą w mieszance betonowej, połączoną giętym wałem z silnikiem elektrycznym. Ponieważ drgania ulegają tłumieniu w mieszance, trzeba tak przesunąć buławę, aby poszczególne pola oddziaływania wibratora zachodziły na siebie. Należy stosować wibratory które mają zestawy buław o różnych parametrach.

Gdy cała powierzchnia wibrowanej mieszanki betonowej w elemencie pokryje się zaczynem cementowym, wibrowanie można zakończyć. Po zanurzeniu należy buławę kilkakrotnie unosić na 10-20 cm w górę, bo promień skuteczności wibracji nie jest jednakowy na całej długości buławy. Po przyjętym czasie wibracji buławę wolno wyjąć, 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 zanurzanie buławy wzdłuż kilku osi. Gdy chce się uzyskać powierzchnię elementu gładką 1 bez rąków, 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 przesuwają się po powierzchni elementu. Wibrator prowadzi się tak, aby zachodził 10 cm na pasmo zawibrowane uprzednio. Takie elementy jak podłogi betonowe wyrównuje się i zagęszcza listwami wibracyjnymi. Mieszanek betonowych można też zagęszczać przez odpowietrzanie, stosując odpowiednie płyty odpowietrzające. Można stosować również specjalne mieszanki betonowe samozagęszczalne. Mają one odpowiednio dobrany skład, różniący się od składu tradycyjnych mieszanek betonowych. Zasadnicza różnica polega na zwiększeniu udziału frakcji pylistych do 0,125 mm, którymi są np. popiół lotny, drobno zmielony wapień, metakaolinit itp. Zaletą mieszanek betonowych samozagęszczalnych jest przede wszystkim możliwość jej układania bez konieczności zagęszczania, a poza tym łatwość wykonania konstrukcji z gęsto ułożonym zbrojeniem. Mieszanki betonowe samozagęszczalne muszą być odpowiednio zaprojektowane.

## 5.5. Osadzenie elementów kotwiących

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

## 5.6. Roboty betonowe w okresie obniżonych temperatur

Betonowanie konstrukcji należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż plus 5°C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton o wytrzymałości co najmniej 15MPa przed pierwszym zamarznięciem. Uzyskanie wytrzymałości 15MPa powinno być zbadane 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 Inspektora Nadzoru 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.

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

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

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

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

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

Można również zastosować elektro nagrzew betonu po przez ułożenie instalacji elektrycznej zasilanej prądem stałym. Wymienione sposoby zabezpieczeń mogą być stosowane rozdzielnie lub w zestawieniu wybranym przez projektanta, w uzgodnieniu z kierownikiem budowy.

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

Jeżeli spadek temperatury poniżej  $-3^{\circ}\text{C}$  jest spodziewany w okresie dłuższym niż 3 dni, lecz poniżej 10 dni, licząc od chwili zakończenia betonowania, to należy chronić beton przed napływem wilgoci z zewnątrz przez stosowanie właściwych w danym przypadku materiałów ciepłochronnych, jak maty słomiane, papa itp., niezanieczyszczających jednak powierzchni świeżo ułożonego betonu.

Jeżeli spadek temperatury poniżej  $-3^{\circ}\text{C}$  spodziewany jest przed upływem 3 dni, licząc od chwili zabetonowania konstrukcji, bądź nastąpił w trakcie układania mieszanki betonowej w deskowaniu, to należy układać mieszankę betonową o podwyższonej temperaturze i niezwłocznie ochronić zabetonowany fragment konstrukcji przed stratami ciepła. W przypadku wykonywania z betonów monolitycznych konstrukcji cienkościennych zaleca się stosować przyspieszone dojrzewanie betonu w wyniku jego podgrzewania lub betonowanie w ciepłakach. Pozwala to na uzyskanie przez beton w krótkim czasie wymaganej wytrzymałości na ściskanie oraz zapewnia stateczność konstrukcji po usunięciu deskowania. Przed przystąpieniem do betonowania należy oczyścić deskowanie ze śniegu i lodu oraz sprawdzić jego szczelność. Wykonane zbrojenie trzeba chronić przed oblodzeniem i zasypaniem śniegiem odpowiednimi osłonami. Jeżeli jednak zbrojenie zostało oblodzone lub zasypane śniegiem, to przed ułożeniem mieszanki betonowej śnieg i lód należy usunąć.

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

### 5.7. 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  $+5^{\circ}\text{C}$  należy nie później niż po 12 godz. od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 7 dni (przez polewanie co najmniej 3 razy na dobę). Przy temperaturze otoczenia  $+15^{\circ}\text{C}$ , i wyżej, 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-B-32250. W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami przynajmniej do chwili uzyskania przez niego wytrzymałości na ściskanie co najmniej 15MPa.

Mieszankę betonową układa się po odbiorze deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów. Skład mieszanki powinien być zgodny z opracowaną receptą roboczą.

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 podciągach - w miejscach występowania najmniejszych sił poprzecznych,

w słupach - w płaszczyznach stropów, belek lub podciągów; belki i płyty związane monolitycznie ze słupami lub ścianami należy betonować nie wcześniej niż po upływie 1 do 2 h od zabetonowania tych słupów i ścian,

w płytach - na linii prostopadłej do belek lub żeber, na których opiera się płyta; przy betonowaniu płyt w kierunku równoległym do podciągu dopuszcza się przerwę w środkowej części przęsła płyty, równoległą do żeber, na których wspiera się płyta.

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

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

**Beton dojrzewający należy pielęgnować**, 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 12 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.

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

**Wymagania szczegółowe dotyczące usuwania deskowań konstrukcji betonowych i żelbetowych powinny być podane przez projektanta.**

Orientacyjnie można przyjąć, że:

— boczne elementy deskowań nieprzenoszące obciążenia od ciężaru konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów,

— nośne deskowanie konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości (wg pkt 5.10)

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 betonowanym 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 3m,
- podpory deskowania betonowanego stropu powinny opierać się co najmniej na dwóch podstemplowanych leżących niżej stropach, które osiągnęły pełną wytrzymałość projektowaną
- 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.**

#### **5.8. 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-B-10260; wypukłości i wgłębienia nie powinny być większe niż 2mm.

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

#### **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 kontraktowej i uzgodnień z Projektantem.

Konstrukcję deskowań oblicza się na działanie obciążeń spowodowanych ciężarem własnym oraz pomostów roboczych i używanego sprzętu (np. taczki, wózki, wibratory), zbrojenia, parcia mieszanki betonowej (z uwzględnieniem obciążeń dynamicznych podczas jej układania i zagęszczania), obciążenia od pracowników itp. Deskowania powinny być szczelne, aby chronić przed wyciekaniem zaprawy cementowej z mieszanki betonowej. Zaleca się, aby szerokość desek przylegających bezpośrednio do betonu nie była większa niż 150 mm, z wyjątkiem dna form, gdzie może być zastosowana jedna deska odpowiedniej szerokości. Deskowania belek, łuków i sklepień o rozpiętości powyżej 4 m powinny być wykonane ze strzałką konstrukcyjną odwrotną do kierunku ugięcia konstrukcji.

Deskowania zaleca się wykonywać ze sklejki. W uzasadnionych przypadkach na część deskowań można użyć desek z drzew iglastych III lub IV klasy. Minimalna grubość desek 32 mm. Deski powinny być jednostronnie strugane i przygotowane do łączenia na wpust i pióro. Styki gdzie nie można zastosować połączenia na pióro i wpust należy uszczelnić taśmami z tworzyw sztucznych albo pianką. Należy zwrócić szczególną uwagę na uszczelnienie styków ścian z dnem deskowania oraz styków deskowań belek i poprzecznie. Stażowania należy wykonywać zgodnie z Dokumentacją Projektową. Belki gzymsowe oraz gzymsy – wykonywane razem z pokrywami chodnikowymi - muszą być wykonywane w deskowaniu z zastosowaniem wykładzin syntetykiem do deskowań.

Wartość tej strzałki powinna być określona w projekcie lub instrukcji dotyczącej danego rodzaju deskowania. 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.

#### **5.10. Usuwanie deskowań i rusztowań**

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

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

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

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

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

5. Płyty deskowań usuwane za pomocą urządzeń podnośnikowych powinny być przed ich podniesieniem oddzielone od betonu. Usuwanie deskowania przestawnego konstrukcji bardziej skomplikowanych, powinno być przeprowadzone w sposób podany w instrukcji roboczej lub w projekcie deskowania.
6. Kolejność i sposób demontażu deskowania ślizgowego powinny być ustalone w jego projekcie, a w przypadku deskowań inwentarzowych w instrukcji o ich eksploatacji. Kolejność rozbiórki deskowania ślizgowego i wszystkich przytwierdzonych do niego urządzeń powinna zapewniać stateczność pozostałych konstrukcji deskowania po usunięciu poszczególnych jego części. W przypadku gdy pomost roboczy deskowania ślizgowego jest jednocześnie deskowaniem górnego stropu, rozebranie deskowania może nastąpić dopiero po osiągnięciu przez beton tego stropu wytrzymałości projektowanej.
7. Usuwanie deskowań przesuwanych powinno być dokonane w sposób ustalony w projekcie.
8. Niezależnie od rodzaju deskowań, przy ich usuwaniu należy przestrzegać następujących zasad:
- usunięcie bocznych elementów deskowania nieprzenoszących obciążenia od ciężaru konstrukcji dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów, jeżeli projekt nie zawiera innych wytycznych w tym zakresie,
  - usunięcie nośnego deskowania konstrukcji żelbetowych dopuszcza się po osiągnięciu przez beton:
    - dla konstrukcji betonowych i żelbetowych, wykonywanych w okresie letnim — 15 MPa w stropach i 2 MPa w ścianach,
    - dla konstrukcji betonowych i żelbetowych wykonanych w okresie obniżonych temperatur — 17,5 MPa w stropach i 10 MPa w ścianach,
    - dla belek i podciągów o rozpiętości do 6 m — 70% projektowanej wytrzymałości betonu, a dla konstrukcji nośnych o rozpiętości powyżej 6 m — 100% projektowanej wytrzymałości betonu,
  - deskowania inwentaryzowane po zdemontowaniu należy oczyścić z resztek zaprawy, sprawdzić starannie, czy nie wymagają naprawy lub wymiany uszkodzonych, elementów, pokryć środkami zmniejszającymi przyczepność betonu,
  - rozbiórkę deskowań tradycyjnych należy przeprowadzać ostrożnie, aby nie niszczyć materiału; materiał uzyskany z rozbiórki należy oczyścić z gwoździ i zaprawy, posegregować i przygotować do ponownego wykorzystania.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli**

1. Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości Robót podano w ST 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

### **6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy**

Podczas robót betonowych należy prowadzić systematyczną kontrolę:

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

Kontrola wytrzymałości betonu na ściskanie powinna być przeprowadzana na próbkach pobranych przy danym stanowisku betonowania. Liczba próbek nie powinna być mniejsza, niż: 1 próbka na 50m<sup>3</sup> betonu, 3 próbki na dobę oraz 6 próbek na partię betonu.

### **6.3. Badania kontrolne betonu**

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

- 1 próbka na 100 zarobów,
- 1 próbka na 50 m<sup>3</sup> betonu,
- 3 próbki na dobę,
- 6 próbek na partię 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-B-06250. Jeżeli próbki pobrane i badane jak wyżej wykazą wytrzymałość niższą od przewidzianej dla danej klasy betonu, należy przeprowadzić badania próbek wyciętych z konstrukcji. Jeżeli wyniki tych badań będą pozytywne, to beton należy uznać za odpowiadający wymaganej klasie betonu. W przypadku nie spełnienia warunku wytrzymałości betonu na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inspektora Nadzoru, spełnienie tego warunku w okresie późniejszym, lecz nie dłuższym niż 90 dni. Dopuszcza się pobieranie dodatkowych próbek i badanie wytrzymałości betonu na ściskanie w wieku wcześniejszym od 28 dni.

Dla określenia nasiąkliwości betonu, należy pobrać przy stanowisku betonowania, co najmniej 1 raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników betonu, sposobu układania i zagęszczania - po 3 próbki o kształcie regularnym lub po 5 próbek o kształcie nieregularnym, zgodnie z PN-B-06250. Próbki przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z PN-B-06250. Nasiąkliwość zaleca się również badać na próbkach wyciętych z konstrukcji.

Dla określenia mrozoodporności betonu, należy pobrać przy stanowisku betonowania - co najmniej 1 raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników i sposobu wykonywania betonu - po 12 próbek regularnych o minimalnym wymiarze boku lub średnicy próbki 100mm. Próbki należy przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 90 dni zgodnie z normą PN-B-06250. Zaleca się badać mrozoodporność na próbkach wyciętych z konstrukcji. Przy stosowaniu metody przyspieszonej wg PN-B-06250, liczba próbek reprezentujących daną partię betonu może być zmniejszona do 6, a badanie należy przeprowadzić w wieku 28 dni.

Wymagany stopień wodoszczelności sprawdza się, pobierając co najmniej 1 raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników i sposobu wykonywania betonu - po 6 próbek regularnych o grubości nie większej niż 160mm i minimalnym wymiarze boku lub średnicy 100mm.

Próbki przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni wg PN-B-06250.

Dopuszcza się badanie wodoszczelności na próbkach wyciętych z konstrukcji. Na Wykonawcy spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratorium lub inne uprawnione) przewidzianych normą PN-B-06250. 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 mniejszymi ST oraz ewentualnie inne, konieczne do potwierdzenia prawidłowości zastosowanych zabiegów technologicznych.

Badania powinny obejmować:

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

Zestawienie wymaganych badań wg PN-B-06250:

	Rodzaj badania	Metoda badania według	Termin lub częstość badania
Badania składników betonu	1) Badanie cementu - czasu wiązania - stałość objętości - obecności rudek - wytrzymałość	PN-EN 196-3 j.w. PN-EN 196-6 PN-EN 196-1	Bezpośrednio przed użyciem każdej dostarczonej partii
Badania składników betonu	2) Badanie kruszywa - składu ziarnowego - kształtu ziaren - zawartości pyłów - zawartości zanieczyszczeń - wilgotności	PN-EN 93 3-1 PN-EN 933-3 PN-EN 933-9 PN-B-06714/12 PN-EN 1097-6	j.w.
Badania składników betonu	3) Badanie wody	PN-B-32250	Przy rozpoczęciu robót \ w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń
Badania składników betonu	4) Badanie dodatków i domieszek	PN-B-06240 i Aprobata Techniczną	
Badanie mieszanki betonowej	Urabialności	PN-B-06250	Przy rozpoczęciu robót
Badanie mieszanki betonowej	Konsystencji	j.w.	Przy projektowaniu recepty i 2 razy na zmianę roboczą
Badanie mieszanki betonowej	Zawartości powietrza	j.w.	j.w.
Badania betonu	1) Wytrzymałość na ściskanie na próbkach	j.w.	Po ustaleniu recepty i po wykonaniu każdej partii betonu
Badanie mieszanki betonowej	2) Wytrzymałość na ściskanie - badania nieniszczące	PN-B-06261 PN-B-06262	W przypadkach technicznie uzasadnionych
Badanie mieszanki betonowej	3) Nasiąkliwość	PN-B-06250	Po ustaleniu recepty, 3 razy w okresie wykonywania konstrukcji i raz na 5000m <sup>3</sup> betonu
Badanie mieszanki betonowej	4) Mrozoodporność	j.w.	j.w.
Badanie mieszanki betonowej	5) Przepuszczalność wody	j.w.	j.w.

#### 6.4. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji budowlanych

Podane niżej tolerancje wymiarów należy traktować jako miarodajne tylko wtedy, gdy Dokumentacja Projektowa nie przewiduje inaczej. Dotyczą one konstrukcji monolitycznych i wykonanych z elementów prefabrykowanych. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe od określonych w Dokumentacji Projektowej wynoszą:

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

Tolerancje dla fundamentów:

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

Tolerancje dla podpór:

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

## 6.5. Kontrola zgodności betonu projektowanego

### 6.5.1. Kontrola zgodności wytrzymałości na ściskanie

#### A. Postanowienia ogólne

Pobieranie i badanie próbek betonu zwykłego i betonu ciężkiego o klasach wytrzymałości od C8/10 do C55/67 lub betonu lekkiego o klasach wytrzymałości od LC8/9 do LC 55/60, należy przeprowadzić albo na betonach o indywidualnych składach albo na rodzinach betonów o ustalonej adekwatności (patrz p. 3.1.14), jak określił to producent, chyba, że uzgodniono inaczej. Pojęcia rodziny nie należy stosować do betonów wyższych klas wytrzymałości. Beton lekki nie należy łączyć z rodzi na zawierającą beton zwykły. Betony lekkie z podobnymi kruszywami, których podobieństwo można wykazać, mogą być łączone w odrębne rodziny.

UWAGA Informacje dotyczące doboru rodziny betonów, patrz załącznik K. Bardziej szczegółowe informacje dotyczące stosowania pojęcia rodziny betonów są podane w raporcie CEN (13901).

W przypadku rodziny betonów, producent powinien objąć kontrolą wszystkie betony z rodziny, a pobieranie próbek należy przeprowadzać w całym zakresie składów betonów produkowanych w ramach rodziny.

Przy badaniach zgodności rodziny betonów, wybiera się beton odniesienia, którym jest albo beton najczęściej produkowany, albo beton ze środka zakresu składów rodziny betonów. Ustala się zależności między każdym betonem o indywidualnym składzie z rodziny i betonem odniesienia, aby możliwe było przeliczanie wyników badań wytrzymałości na ściskanie z każdego poszczególnego wyniku badania betonu na beton odniesienia. Zależności te powinny być sprawdzone we wszystkich okresach oceny oraz gdy mają miejsce znaczne zmiany warunków produkcji, na podstawie początkowych danych z badań wytrzymałości na ściskanie. Dodatkowo, przy ocenie zgodności rodziny, przynależność każdego pojedynczego betonu do rodziny powinna być potwierdzona (patrz p. 8.2.1.3).

W planie pobierania i badania próbek oraz w kryteriach zgodności betonu o indywidualnym składzie lub rodzin betonów, rozróżnia się produkcję początkową oraz produkcję ciągłą.

Produkcja początkowa obejmuje produkcję do momentu otrzymania co najmniej 35 wyników badań.

Produkcję ciągłą osiąga się, gdy uzyska się co najmniej 35 wyników badań w okresie nieprzekraczającym 12 miesięcy.

W przypadku, gdy produkcja betonu o indywidualnym składzie lub rodziny betonów, została wstrzymana na dłużej niż 12 miesięcy, producent powinien przyjąć kryteria, plan pobierania i badania próbek podane dla produkcji początkowej.

W czasie produkcji ciągłej, producent może przyjąć plan pobierania i badania próbek oraz kryteria dla produkcji początkowej.

W przypadku określania wytrzymałości betonu w różnym wieku, zgodność ocenia się na próbkach badanych w wieku określonym w specyfikacji.

Ocena identyczności określonej objętości betonu z populacją zweryfikowaną jako odpowiadającą wymaganiom wytrzymałości charakterystycznej, np. przeprowadzana gdy istnieją wątpliwości co do jakości zarobu lub ładunku, lub jeśli jest wymagana w szczególnych przypadkach w specyfikacji projektu, powinna być przeprowadzona zgodnie z załącznikiem B.

#### B. Plan pobierania i badania próbek

Próbki mieszanki betonowej należy losowo wybierać i pobierać zgodnie z EN 12350-1. Probki należy pobierać z każdej rodziny betonów (patrz p. 3.1.14) produkowanych w warunkach uznanych za jednorodne. Minimalna częstotliwość pobierania i badania próbek betonu powinna być zgodna z tabelą 13, przyjmując częstotliwość, która daje największą liczbę próbek odpowiednią dla produkcji początkowej lub ciągłej.

Oprócz wymagań dotyczących pobierania próbek wg p. 8.1, próbki należy pobierać, na odpowiedzialność producenta, po każdym dodaniu wody lub domieszek do mieszanki betonowej. Natomiast dopuszcza się pobieranie próbek przed dodaniem domieszki uplastyczniającej lub upłynniającej, w celu modyfikacji konsystencji (patrz p. 7.5), w przypadku potwierdzenia w badaniach wstępnych, że domieszka w ilościach, w których ma być stosowana, nie wywiera negatywnego wpływu na wytrzymałość betonu. Wynik badania należy uzyskiwać z pojedynczej próbki do badania lub stanowić średnią z wyników co najmniej dwóch próbek do badania wykonanych z tej samej próbki mieszanki i badanej w tym samym wieku.

Gdy co najmniej dwie próbki do badania są wykonane z jednej próbki mieszanki, a zbadane wartości różnią się więcej niż o 15 % od średniej, wówczas wyniki te należy pominąć, chyba że analiza danego przypadku nie wykaże racjonalnego powodu, uzasadniającego pominięcie pojedynczego wyniku badania.

Tabela 13 - Minimalna częstotliwość pobierania próbek do oceny zgodności

produkcja	Minimalna częstotliwość pobierania próbek		
	Pierwsze 50 m <sup>3</sup> produkcji	Po pierwszych 50 m <sup>3</sup> produkcji <sup>a</sup>	
		Beton z certyfikatem kontroli produkcji	Beton bez certyfikatu kontroli produkcji
Początkowa (do momentu uzyskania co najmniej 35 wyników badań)	3 próbki	1/2000 m <sup>3</sup> lub 2/tydzień produkcji	1/150 m <sup>3</sup> lub 1/tydzień produkcji
Ciągła <sup>b</sup> (po uzyskaniu co najmniej 35 wyników badań)		1/400 m <sup>3</sup> lub 1/tydzień produkcji	

<sup>a</sup> Pobieranie próbek powinno być rozłożone. Kryteria czasie produkcji kryteria nie zaleca się pobierania więcej niż 1 próbki Kryteria każdego 25 m<sup>3</sup> mieszanki.

<sup>b</sup> Gdy odchylenie standardowe ostatnich 15 wyników badania przekracza 1,37  $\sigma$ , częstotliwość pobierania próbek należy zwiększyć do częstotliwości wymaganej dla produkcji początkowej, do uzyskania następnych 35 wyników badań.

#### C. Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie

Ocenę zgodności należy przeprowadzić na podstawie wyników badań uzyskanych podczas okresu oceny, który nie powinien przekroczyć ostatnich dwunastu miesięcy produkcji.

Zgodność wytrzymałości betonu na ściskanie ocenia się na próbkach badanych w 28 dniu dojrzewania" zgodnie z p. 5.5.1.2 dla:

- zbioru "n" niepokrywających się lub pokrywających się kolejnych wyników badań fcm (kryterium 1);
- każdego pojedynczego wyniku badania fa (kryterium 2).

UWAGA Kryteria zgodności opracowano na podstawie niepokrywających się wyników badań. Zastosowanie kryteriów do pokrywających się wyników badań zwiększa ryzyko ich odrzucenia.

Zgodność jest potwierdzona, jeśli oba kryteria podane w tablicy 14 dla produkcji początkowej albo ciągłej są spełnione.



Przy ocenie zgodności rodziny betonów, kryterium 1 stosuje się do betonu odniesienia, przy uwzględnieniu wszystkich przeliczonych wyników badań z rodziny; kryterium 2 stosuje się do początkowych wyników badań. Aby potwierdzić przynależność każdego pojedynczego betonu do rodziny, na podstawie kryterium 3, podanego w tablicy 15, należy ocenić średnią z wszystkich źródłowych czyli początkowych wyników badań ( $f_{cm}$ ) dla pojedynczego betonu z rodziny. Beton niespełniający tego kryterium powinien być usunięty z rodziny i oceniony pod względem jego zgodności indywidualnie.

Tablica 14 - Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie

produkcja	Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie w zbiorze	Kryterium 1 Średnia z „n” wyników ( $f_{cm}$ ) N/mm <sup>2</sup> , N8)	Kryterium 2 Dowolny pojedynczy wynik badania ( $f_{ci}$ ) N/mm <sup>2</sup> , N8)
Początkowa	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Ciągła	15	$\geq f_{ck} + 1,48 \delta$	$\geq f_{ck} - 4$

Tablica 15 - Kryterium potwierdzenia przynależności betonów do rodziny

Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie dla pojedynczego betonu	Kryterium 3 Średnia z „n” wyników ( $f_{cm}$ ) dla pojedynczego betonu z rodziny N/mm <sup>2</sup> , N8)
2	$\geq f_{ck} - 1,0$
3	$\geq f_{ck} + 1,0$
4	$\geq f_{ck} + 2,0$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$

Wstępnie odchylenie standardowe należy obliczyć z co najmniej 35 kolejnych wyników badań wykonanych w okresie dłuższym niż trzy miesiące, bezpośrednio poprzedzającym okres produkcji, podczas którego ma być sprawdzana zgodność. Wartość ta powinna być przyjęta jako oszacowane odchylenie standardowe ( $s$ ) populacji. Przyjęta wartość powinna być potwierdzona podczas późniejszej produkcji. Dopuszcza się dwie metody weryfikacji oszacowania wartości  $c$ . Wyboru metody należy dokonać z wyprzedzeniem.

#### • Metoda 1

Wstępną wartość odchylenia standardowego można stosować w późniejszym okresie produkcji, w którym sprawdza się zgodność, pod warunkiem, że odchylenie standardowe ostatnich 15 wyników ( $s_{15}$ ) nie odbiega znacząco od przyjętego odchylenia standardowego. Wstępnie oszacowane odchylenie standardowe jest brane pod uwagę, pod warunkiem że:

$$0,63 \delta < s_{15} 1,37 \delta$$

Gdy wartość  $s$  znajduje się poza tymi granicami, należy określić nowe oszacowanie  $a$  na podstawie ostatnich dostępnych 35 wyników badań.

#### • Metoda 2

Przyjmuje się nową wartość  $a$ , którą można oszacować dla produkcji ciągłej. Czułość sposobu oszacowania powinna być co najmniej taka jak w metodzie 1.

Nowe oszacowanie  $\delta$  należy stosować do następnego okresu oceny zgodności.

### 6.5.2. Kontrola zgodności wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu

#### A. Postanowienia ogólne

Stosuje się p. 8.2.1.1, ale bez pojęcia rodziny betonów. Beton o poszczególnych składach należy oceniać oddzielnie.

#### B. Plan pobierania i badania próbek Stosuje się p. 8.2.1.2.

#### C. Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu

Gdy wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu jest wyspecyfikowana, ocenę zgodności należy przeprowadzić na podstawie wyników badań uzyskanych w okresie oceny zgodności, który nie powinien przekraczać ostatnich dwunastu miesięcy. Zgodność wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu ocenia się na próbkach badanych w 28 dniu dojrzewania, chyba że określono inny wiek badania, zgodnie z p. 5.5.1.3, dla:

- zbioru „n” niepokrywających się lub pokrywających się kolejnych wyników badań  $f_{tm}$  (kryterium 1);
- każdego pojedynczego wyniku badania  $f_{ti}$  (kryterium 2).

Zgodność z charakterystyczną wytrzymałością na rozciąganie przy rozłupywaniu ( $f_{tk}$ ) jest potwierdzona, jeśli wyniki badań spełniają oba kryteria podane w tablicy 16 odpowiednio dla produkcji początkowej albo ciągłej.

Tablica 16 - Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu

produkcja	Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie w zbiorze	Kryterium 1 Średnia z „n” wyników ( $f_{tm}$ ) N/mm <sup>2</sup> , N8)	Kryterium 2 Dowolny pojedynczy wynik badania ( $f_{ti}$ ) N/mm <sup>2</sup> , N8)
Początkowa	3	$\geq f_{tk} + 0,5$	$\geq f_{tk} - 0,5$
Ciągła	15	$\geq f_{tk} + 1,48 \delta$	$\geq f_{tk} - 0,5$

- Należy odpowiednio stosować postanowienia dotyczące odchylenia standardowego, podane w punkcie 8.2.1.3.

### 6.5.3. Kontrola zgodności właściwości innych niż wytrzymałość

#### A. Plan pobierania i badania próbek

• Próbkę mieszanki betonowej należy losowo wybierać i pobierać zgodnie z EN 12350-1. Próbkę należy pobierać z każdej rodziny betonów produkowanych w warunkach uznanych za jednorodne. Minimalna liczba próbek oraz metody badania powinny być zgodne z tablicami 17 i 18.

#### B. Kryteria zgodności dotyczące właściwości innych niż wytrzymałość

• Gdy są wyspecyfikowane inne niż wytrzymałość właściwości betonu, ocenę ich zgodności należy przeprowadzić na podstawie produkcji bieżącej w okresie oceny, który nie powinien przekraczać ostatnich dwunastu miesięcy.

- Zgodność betonu określa się przez zliczenie liczby wyników uzyskanych w okresie oceny, które znajdują się poza określonymi wartościami granicznymi, granicami klas lub tolerancjami dla założonej wartości, oraz porównaniu jej z maksymalną dopuszczalną liczbą (metoda alternatywna).
- Zgodność z wymaganą właściwością jest potwierdzona, gdy:
  - liczba wyników badań spoza określonych wartości granicznych, granic klas lub tolerancji dla założonej wartości, jak podano w tablicy 17 i 18, nie jest większa niż liczba kwalifikująca podana w tablicach 19a lub 19b. Alternatywnie, w przypadku (AQL = 4 %), gdy liczba kwalifikująca odpowiada tablicy 19a, wymaganie to można określić na podstawie badania zmiennych zgodnie z ISO 3951:1989N11) odpowiada tablicy 19a, wymaganie to ma tablica II-A (AQL = 4 %).
  - wszystkie pojedyncze wyniki badania zawierają się w granicach maksymalnych dopuszczalnych odchyień podanych w tablicy 17 lub 18.
- Tablica 17 - Kryteria zgodności dotyczące właściwości innych niż wytrzymałość

• Właściwość	Metoda badania lub metoda oznaczania	Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Liczba kwalifikująca	Maksymalne dopuszczalne odchylenie pojedynczych wyników badania od granic określonej klasy lub tolerancji dla wartości założonej	
				• Dolna granica	• Górna granica
Gęstość betonu ciężkiego	• EN 12390-7	• Jak w tablicy 13 dla wytrzymałości na ściskanie	• Patrz tablica 19a	• -30 kg/m <sup>3</sup>	• Brak granicy a
Gęstość betonu lekkiego	• EN 12390-7	• Jak w tablicy 13 dla wytrzymałości na ściskanie	• Patrz tablica 19a	• -30 kg/m <sup>3</sup>	• +30 kg/m <sup>3</sup>
Współczynnik woda/cement	• Patrz p. 5.4.2 PN-EN 206-1	• 1 oznaczenie na dzień	• Patrz tablica 19a	• Brak granicy a	• +0,02
Zawartość cementu	• Patrz p. 5.4.2 PN-EN 206-1	• 1 oznaczenie na dzień	• Patrz tablica 19a	• -10 kg/m <sup>3</sup>	• Brak granicy a
Zawartość powietrza w napowietrzanej mieszance betonowej	• EN 12390-7 dla betonu zwykłego i betonu ciężkiego oraz ASTM C 173 dla betonu lekkiego	• 1 próbka/dzień produkcji, gdy jest ustabilizowana	• Patrz tablica 19a	• -0,5% wartości bezwzględnej	• +1,0% wartości bezwzględnej
Zawartość chlorków w betonie	• Patrz p. 5.2.7 PN-EN 206-1	• Oznaczenie należy wykonać dla każdego składu betonu i należy go powtórzyć, jeśli ma miejsce wzrost zawartości chlorków w którymkolwiek ze składników	• 0	• Brak granicy a	• Nie dopuszcza się wyższych wartości

<sup>a</sup> Chyba, że granice są określone w specyfikacji

Tablica 18 - Kryteria zgodności dotyczące konsystencji

Metoda badania	Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Liczba kwalifikująca	Maksymalne dopuszczalne odchylenie <sup>a</sup> pojedynczych wyników badania od granic określonej klasy lub tolerancji do wartości założonej	
			Dolna granica	Górna granica
Ocena wizualna	Porównanie wyglądu z normalnym wyglądem mieszanki betonowej o określonej konsystencji	Każdy zarób; dla dostaw samochodowych, każdy ładunek	-	-
Opad stożka	EN 12350-2	Patrz tablica 19b	-10 mm	+20 mm
			-20 mm <sup>b</sup>	+30 mm <sup>b</sup>
Czas Vebe	EN 12350-3		-4 s	+2 s
			-6 s <sup>b</sup>	+4 s <sup>b</sup>
Stopień zagęszczalności	EN 12350-4	Patrz tablica 19b	-0,05	+0,03
			-0,07 <sup>b</sup>	+0,05 <sup>b</sup>
Rozpływ	EN 12350-5	Patrz tablica 19b	-15 mm	+30 mm
			-25 mm <sup>b</sup>	+40 mm <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Przy braku górnej lub dolnej granicy w odpowiednich klasach konsystencji, odchyień tych nie stosuje się.

<sup>b</sup> Dotyczy wyłącznie konsystencji badanej na początku rozładunku betoniarki samochodowej (patrz p. 5.4.1)

## 6.6. Kontrola zgodności betonu recepturowego, w tym normowego betonu recepturowego

Zgodność każdego zarobu betonu recepturowego należy ocenić pod względem zawartości cementu, maksymalnego nominalnego górnego wymiaru ziaren kruszywa i jego uziarnienia, jeśli są określone, oraz odpowiednio współczynnika woda/cement, ilości domieszki lub dodatku. Ilości cementu, kruszywa (każdego określanego wymiaru ziaren), domieszki i

dotadku, jakie zarejestrowano w zapisie produkcji lub na wydruku z przyrządu rejestrującego zarób, powinny zawierać się w granicach tolerancji podanych w tablicy 21. Współczynnik woda/cement powinien zawierać się w granicach  $\pm 0,04$  wartości określonej. W przypadku normowego betonu recepturowego, równoważne tolerancje mogą być podane w odpowiedniej normie. Przy ocenie zgodności składu betonu za pomocą analizy mieszanki betonowej, wykonawca i producent powinni wcześniej uzgodnić metody badania oraz granice zgodności, uwzględniając powyższe granice oraz dokładność metod badań. Przy ocenie zgodności konsystencji, stosuje się odpowiednie postanowienia tablicy 18. Dla:

- rodzaju i klasy wytrzymałości cementu;
- rodzajów kruszyw;
- typu domieszki lub typu dodatku; jeśli są stosowane;
- pochodzenia składników betonu, gdy są określone,

zgodność należy oceniać przez porównanie zapisu z produkcji oraz dokumentów dostawy składników z określonymi wymaganiami.

Tablice 19a i 19b - Liczby kwalifikujące dotyczące kryteriów zgodności dla właściwości innych niż wytrzymałość

Tablica 19a AQL= 4%	
Liczba wyników badań	Liczba kwalifikacyjna
1 - 12	0
13 - 19	1
20 - 31	2
32 - 39	3
40 - 49	4
50 - 64	5
65 - 79	6
80 - 94	7
95 - 100	8
W przypadku, gdy liczba wyników badań przekracza 100, odpowiednią liczbę kwalifikującą można przyjąć wg ISO 2859-1:1999, tablica 2-A	

Tablica 19b AQL= 15%	
Liczba wyników badań	Liczba
1 - 12	0
3 - 4	1
5 - 7	2
8 - 12	3
13 - 19	5
20 - 31	7
32 - 49	10
50 - 79	14
80 - 100	21

#### 6.7. Działania podejmowane w przypadku niezgodności wyrobu

W przypadku niezgodności producent powinien podjąć następujące działania:

- sprawdzić wyniki badań i, jeśli są nieprawidłowe, podjąć działania mające na celu wyeliminowanie błędów;
- jeśli niezgodność została potwierdzona, np. przez powtórne badania, podjąć działania korygujące, łącznie z przeglądem wykonywanym przez kierownictwo, odpowiednich procedur kontroli produkcji;
- jeśli niezgodność ze specyfikacją jest potwierdzona, co nie było wiadome przy dostawie, powiadomić o tym specyfikującego oraz wykonawcę, aby uniknąć szkodliwych konsekwencji niezgodności;
- odnotować działania w powyższych punktach.

Jeśli niezgodność betonu spowodowana jest dodaniem wody lub domieszek na miejscu, producent powinien podjąć działania jedynie wówczas, gdy sam podjął decyzję o takim dodaniu.

UWAGA Jeśli producent powiadomił o niezgodności betonu lub jeśli wyniki badań zgodności nie spełniają wymagań, mogą być wymagane badania uzupełniające, zgodnie z EN 12504-1 przeprowadzone na rdzeniach pobranych z konstrukcji lub elementów albo kombinacja badań przeprowadzonych na rdzeniach z badaniami nieniszczącymi konstrukcji lub elementów, np. zgodnie z EN 12504-2 lub prEN 12504-4:1999. W prEN 13791:1999 są podane wskazówki dotyczące oceny wytrzymałości betonu w konstrukcji lub w elementach konstrukcyjnych.

### 7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru Robót podano w ST 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

Jednostką obmiaru jest:

1 m<sup>3</sup>,

Do obliczenia ilości przedmiarowej przyjmuje się ilość betonu wg Dokumentacji Projektowej. Z kubatury nie potrąca się rowków, skosów o przekroju równym lub mniejszym od 6 cm<sup>2</sup>.

### 8. ODBIÓR ROBÓT

#### 8.1. Ustalenia ogólne dotyczące odbioru robót

Ogólne wymagania dotyczące odbioru Robót podano w ST 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8. Roboty wymienione w ST podlegają zasadom odbioru robót zanikających.

#### 8.2. Odbiór Robót zanikających lub ulegających zakryciu

Podstawą odbioru Robót zanikających lub ulegających zakryciu jest:

pisemne stwierdzenie Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy o wykonaniu Robót zgodnie z Dokumentacją Projektową i ST, inne pisemne stwierdzenia Inspektora Nadzoru o wykonaniu Robót.

Zakres Robót zanikających lub ulegających zakryciu określają pisemne stwierdzenia Inspektora Nadzoru lub inne dokumenty potwierdzone przez Inspektora Nadzoru.

#### 8.3. Odbiór końcowy konstrukcji

Odbiór końcowy odbywa się po pisemnym stwierdzeniu przez Inspektora Nadzoru 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 uzgodnienia zmian i uzupełnień dokumentacji,  
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.  
Sprawdzenie jakości wykonanych robót obejmuje ocenę:  
prawidłowości położenia obiektu budowlanego w planie,  
prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów, np. szczelin dylatacyjnych (tabela poniżej)  
Tablica Maksymalne odległości między przerwami dylatacyjnymi (wg PN-B-03264:2002)

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

c) jakości betonu pod względem jego zagęszczenia, jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń (np. raki, rysy); łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie większa niż 1 %; lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu; zbrojenie główne nie może być odsłonięte. Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia konstrukcji betonowych i żelbetowych podano w tabeli poniżej.

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

#### 8.4. Odbiór deskowań

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

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

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

Przy odbiorze deskowań i rusztowań do wykonywania konstrukcji z betonu należy sprawdzać:

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

5. Dopuszcza się następujące odchyłki wymiarowe przy wykonywaniu deskowań:

odchyłka płaszczyzny lub krawędzi od pionu na 1 m — 2 mm,

odchyłka płaszczyzny deskowania fundamentu, ściany lub słupa od pionu na 1 m wysokości — 1,5 mm,

odchyłka płaszczyzny deskowania od pionu na całej wysokości — 15,0 mm,

odchyłka płaszczyzny deskowania ściany lub słupa na całej wysokości — 10,0 mm,

odchyłka od pionu bocznego deskowania żebra lub podciągu oraz krawędzi przecięcia deskowań tych belek — 2,5 mm,

odchyłki od rozpiętości projektowanych:

belki lub płyty bezżebrowej  $\pm 15$  mm,

Płyty w przekryciach żebrowych  $\pm 10$  mm.

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

#### 8.5. Ocena wykonania deskowań

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

2. W razie uznania całości lub części deskowania jako wykonanych niewłaściwie należy ustalić zakres napraw deskowania i odnotować to w protokole z oceny deskowań.

3. W przypadku gdyby wykonane deskowanie zagrażało bezpieczeństwu obiektu lub powstałaby możliwość jego deformacji w trakcie betonowania, deskowanie należy uznać za niezgodne z wymaganiami i powinno być rozebrane oraz wykonane ponownie.

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

#### 9. PRZEPISY ZWIĄZANE

Normy nie są obowiązkowe - za wyjątkiem:

Wymienionych - jako obowiązujące - w Załączniku nr1 do rozporządzenia M I z dnia 7 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 109, poz. 1156) w sprawie zmiany warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75, poz. 690, z 12 kwietnia 2002).

Przywołanych w niniejszej specyfikacji technicznej w pkt9 - jako obligatoryjne dla danego zadania

Jeśli są „przywołane w projekcie” jako podstawa projektu lub rozwiązania

Stosowanie cementu powszechnego użytku wg PN-B-19701:1997 w budownictwie. Instrukcja ITB nr 356/98. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1998.

Wytyczne wykonywania robót budowlano--montażowych w okresie obniżonych temperatur. Instrukcja ITB nr 282/88. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1988.

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I - Budownictwo ogólne. Arkady Warszawa 1989.

Neville A.M.: *Właściwości betonu*. Polski Cement, Kraków 1999.

Łukowski P.: *Domieszki chemiczne do zapraw i betonów*. Polski Cement, Kraków 1998.

Śliwiński J.: *Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości*. Polski Cement, Kraków 1999.

Król M., Tur W.: *Beton ekspansywny*. Arkady, Warszawa 1999.

Śliwiński J.: *Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości*. Polski Cement. Kraków 1999.

PN-ENV-206-1 Beton, właściwości, produkcja, układanie i kryteria zgodności\*)

PN-B-03264:1999 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-83/B-06256 Beton odporny na ścieranie

PN-62/B-06257 Beton żaroodporny na cemencie portlandzkim lub hutniczym

PN-91/B-06263 Beton lekki kruszywowy (zastąpiona częściowo przez: PN-EN 992:1999 w zakresie p. 4.4 oraz PN-EN 1354w zakresie p. 4.2)

PN-88/6738-07 Beton hydrotechniczny. Wymagania techniczne

PN-EN 934-2:1999 Domieszki do betonu zaprawy i zaczynu. Definicje i wymagania

PN-EN 992:1999 Oznaczanie gęstości w stanie suchym betonu lekkiego kruszywowego o otwartej strukturze

PN-EN-1354:1999 Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie betonu lekkiego kruszywowego o zwartej strukturze.

PN-B-01100 Kruszywa mineralne. Kruszywa skalne. Podział, nazwy i określenia.

PN-EN 197-1 Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dla cementu powszechnego użytku.

PN-EN 196-1 Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.

PN-EN 196-2 Metody badania cementu. Analiza chemiczna cementu.

PN-EN 196-3 Metody badania cementu. Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości.

PN-EN 196-6 Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia.

PN-B-04320 Cement. Odbiorcza statystyczna kontrola jakości.

PN-EN 480-1 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Beton wzorcowy i zaprawa wzorcowa do badań.

PN-EN 480-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie czasu wiązania.

PN-EN 480-4 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie ilości wody wydzielającej się samoczynnie z mieszanki betonowej.

PN-EN 480-5 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie absorpcji kapilarnej.

PN-EN 480-6 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Analiza w podczerwieni.

PN-EN 480-8 Domieszki do betonu. Metody badań. Oznaczanie umownej zawartości suchej substancji.

PN-EN 480-10 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie zawartości chlorków rozpuszczalnych w wodzie.

PN-EN 480-12 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie zawartości alkaliów w domieszkach.

PN-B-06251 Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne.

PN-B-06261 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.

PN-B-06262 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości i betonu na ściskanie za pomocą młotka *Schmidta* typu *N*.

PN-B-06712 Kruszywa mineralne do betonu.

PN-B-06714/00 Kruszywa mineralne. Badania. Postanowienia ogólne.

PN-B-06714/10 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenia jamistości.

39. PN-B-06714/12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych.

PN-B-06714/13 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości pyłów mineralnych.

PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.

PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziaren. Wskaźnik kształtu.

PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości.

PN-B-06714/34 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie reaktywności alkalicznej.

PN-B32250 Materiały budowlane. Woda do betonu i zapraw.

PN-B-04500 Zaprawy budowlane. Badanie cech fizycznych i wytrzymałościowych.

PN-C-04541 Woda i ścieki. Oznaczenie suchej pozostałości, pozostałości po prażeniu, straty przy prażeniu oraz substancji rozpuszczonych, substancji rozpuszczonych mineralnych i substancji rozpuszczonych lotnych.

PN-C-04554/02 Woda i ścieki. Badania twardości. Oznaczanie twardości ogólnej powyżej 0,337 mval/dm<sup>3</sup> metodą wersenianową.

PN-D-96000 Tarcica iglasta ogólnego przeznaczenia.

PN-D-96002 Tarcica iglasta ogólnego przeznaczenia.

PN-82/D-94021 Tarcica iglasta konstrukcyjna sortowana metodami wytrzymałościowymi

BN-75/7159-01 Płyty szalunkowe z drewna systemu „Śląsk”

PN-83/D-97005/19 Sklejka. Sklejka do deskowań. Wymagania i badania

BN-70/9082-01 Rusztowania drewniane budowlane - Wytyczne ogólne projektowania i wykonywania

BN-70/9 082-02 Rusztowania drewniane na wysuwnicach

BN-70/9082-03 Rusztowania na kozłach

BN-70/9082-04 Rusztowania dwurzędowe z dźwicz

BN-70/9082-05 Rusztowania dwurzędowe z krawędziaków

BN-70/9082-06 Rusztowania jednorzędowe z dźwicz.

BN-70/9082-07 Rusztowania drabinowe

BN-70/9082-08 Rusztowania jednorzędowe z krawędziaków

N-78/M-47900.00 Rusztowania stojące metalowe robocze. Określenia, podział i główne parametry

PN-78/M-47900.01 Rusztowania stojące metalowe robocze. Rusztowania stojakowe z rur stalowych. Ogólne wymagania i badania oraz eksploatacja.

PN-78/M-47900.02 Rusztowania stojące metalowe robocze. Rusztowania ramowe. Ogólne wymagania i badania oraz eksploatacja

PN-78/M-47900.03 Rusztowania stojące metalowe robocze. Złącza. Ogólne wymagania i badania