

## **SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**M.13.01.00**  
**45221000-2**

### **BETON**

**CPV: Roboty budowlane w zakresie budowy mostów  
i tuneli, szybów i kolei podziemnej**

## 1. Wstęp

### 1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z betonowaniem elementów obiektów mostowych w związku z rozbudową drogi wojewódzkiej nr 185 Piotrowo – Zielonagóra i dotyczą:

- budowy przepustu w km 1+390,50

### 1.2. Zakres stosowania STWiORB

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania i odbioru robót betonowych i obejmują:

- wykonanie betonowych elementów kończących z betonu klasy B30 (C25/30) w deskowaniu (STWiORB M.13.01.01.)
- wykonanie podłoża pod umocnieniem - z betonu klasy B20 (C16/20) (STWiORB M.13.02.02.)

**UWAGA: Poniższa specyfikacja ma charakter ogólny i dotyczy całości robót betonowych.**

### 1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1 Beton – wyrób powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu.
- 1.4.2 Mieszanka betonowa – całkowicie wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą.
- 1.4.3 Beton konstrukcyjny – beton w monolitycznych elementach obiektu mostowego o wytrzymałości nie mniejszej niż wytrzymałość betonu C20/25.
- 1.4.4 Beton stwardniały – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien stopień wytrzymałości
- 1.4.5 Beton zwykły – beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2000 kg/m<sup>3</sup>, ale nie przekraczającej 2600 kg/m<sup>3</sup>.
- 1.4.6 Cement (spoiwo hydrauliczne) drobnozmielony materiał nieorganiczny, który po zmieszaniu z wodą daje zaczyn, wiążący i twardniejący w wyniku hydratacji oraz innych procesów, zachowujący po stwardnieniu wytrzymałość oraz twardość także pod wodą.
- 1.4.7 Domieszka – składnik dodawany podczas procesu mieszania betonu w małych ilościach w stosunku do masy cementu w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej lub stwardniałego betonu

- 1.4.8 Dodatek – drobnoziarnisty składnik stosowany do betonu w celu poprawy pewnych właściwości mieszanki betonowej lub stwardniałego betonu.
- 1.4.9 Klasy wytrzymałości betonu (wg PN-EN 206-1) – symbol literowo-liczbowy klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie;
- 1.4.10 Kruszywo – ziarnisty wyrób mineralny odpowiedni do stosowanego betonu. Kruszywa mogą być naturalne, pochodzenia sztucznego lub pozyskane z rozbiórki wcześniej użytego w obiekcie budowlanym.
- 1.4.11 Rusztowania mostowe - pomocnicze budowle czasowe, służące do wykonania projektowanego obiektu mostowego. Rusztowania dzieli się na: robocze, montażowe i niosące.
- 1.4.12 Rusztowania robocze - rusztowania służące do przenoszenia ciężaru sprzętu i ludzi.
- 1.4.13 Rusztowania montażowe - rusztowania służące do przenoszenia obciążeń od montowanej konstrukcji z gotowych elementów oraz ciężaru sprzętu i ludzi.
- 1.4.14 Rusztowania niosące - rusztowania służące do przenoszenia obciążeń od deskowań i od konstrukcji betonowych, żelbetowych i z betonu sprężonego oraz od ciężaru sprzętu i ludzi, do czasu uzyskania przez nie wymaganej nośności.
- 1.4.15 Współczynnik woda cement (w/c) – stosunek efektywnej zawartości masy wody do zawartości masy cementu w mieszance betonowej.
- 1.4.16 Pozostałe określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i STWiORB D-M.00.01.00.

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Poniższe wymagania oparto na polskich normach: PN-EN 206-1, PN-S-10040:1999 i PN-88/B-06250 i Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 3.08 2000 r.).

W załączniku do niniejszej specyfikacji, z uwagi na rozbieżności pomiędzy klasyfikacją betonu, wskazano odpowiedniki betonów oznaczonych symboliką „B” (starsze normy dotyczące odbioru robót betonowych, oraz obowiązujące normy dot. projektowania obiektów mostowych) w dzisiejszej klasyfikacji z użyciem symbolu „C”. Na podstawie niniejszego załącznika określono, że beton:

- projektowany jako B20 powinien odpowiadać betonowi C16/20;
- projektowany jako B35 powinien odpowiadać betonowi C30/37;

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

**UWAGA: Poniższa specyfikacja ma charakter ogólny i dotyczy całości robót betonowych.**

## **2. Wyroby budowlane i materiały**

Wyroбами stosowanymi przy wykonywaniu robót według zasad niniejszych STWiORB są:

### **2.1. Drewno na deskowania i rusztowania**

#### **2.1.1. Drewno tartaczne**

Drewno tartaczne iglaste stosowane do robót ciesielskich powinno odpowiadać wymaganiom PN-D-95017.

#### **2.1.2. Tarcica iglasta**

Tarcica iglasta do robót ciesielskich powinna odpowiadać wymaganiom PN-B-06251 i PN-D-96000.

#### **2.1.3. Tarcica liściasta**

Tarcica liściasta stosowana do drobnych konstrukcji rusztowań, jak kliny, klocki itp, powinna odpowiadać wymaganiom PN-D-96002.

### **2.2. Elementy stalowe rusztowań składanych**

Elementy stalowe do budowy rusztowań składanych są elementami zinwentaryzowanymi. Odbiór tych elementów powinien być dokonany przez wytwórnię przy dostawie.

Wymiary zasadniczych elementów rusztowań powinny odpowiadać wymaganiom dla:

- rur bez szwu wg PN-H-74219,
- kształtowników wg PN-H-93000,
- blach grubych i uniwersalnych wg PN-H-92120.

### **2.3. Składniki betonu przeznaczonego do budowy obiektów mostowych.**

#### **2.3.1. Cement**

Do betonów mostowych należy stosować cement portlandzki CEM I niskoalkaliczny (czysty bez dodatków) wg PN-EN 197-1:

- do betonu klasy C20/25 i niższej – klasy 32,5 N,
- do betonu klasy C25/30, C30/37 – klasy 42,5 N,

Cementy te muszą spełniać wymagania określone w Aprobatach technicznych (IBDiM-u).

Cementy muszą spełniać wymagania Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 3.08 2000 r.). zwane dalej warunkami technicznymi.

Wymaga się, aby cementy te charakteryzowały się następującym składem:

- zawartość krzemianu trójwapniowego (alitu) -  $C_3S$  – nie większa niż 60% masy,
- zawartość glinianu trójwapnia -  $C_3A$  - do 7,0% masy ,
- zawartość  $C_4AF + 2 \times C_3A$  nie większa niż 20,0% masy.

- zawartość alkaliów - do 0,6%, a maksymalnie do 0,9% masy pod warunkiem stosowania kruszywa niereaktywnego.

Cement pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom wymagany w STWiORB, a wyniki ocenione wg PN-EN 197-1 oraz PN-EN 197-2. Pobieranie próbek do badań wg PN-EN 196:7.

Należy każdorazowo przeprowadzić kontrolę cementu przed użyciem go do wykonania mieszanki betonowej, obejmującą:

- oznaczenie wytrzymałości wg PN-EN 196-1,
- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3,
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3.

Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami dla cementu określonymi w PN-EN 197-1:2002

Nie dopuszcza się istnienia grudek (zbryleń) w cemencie nie dających się rozgnieść w palcach.

Transport i przechowanie cementu powinno być zgodne z postanowieniami normy BN-88/6731-08002.

Do każdej partii dostarczonego cementu musi być dołączone świadectwo jakości (atest) wraz z wynikami badań z uwzględnieniem wymagań. Każda partia cementu przed użyciem musi uzyskać akceptację Inżyniera

Zakazuje się pobierania cementu ze stacji przesypowych (silosów), jeżeli nie ma pewności, że dostarczany jest tam tylko jeden rodzaj cementu z tej samej cementowni. Dopuszcza się w razie potrzeby zastosowanie cementów o wysokiej wczesnej wytrzymałości.

### **2.3.2. Kruszywa do betonu**

Kruszywa do betonu powinny charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia pozwalającą na wykonanie partii betonu o stałej jakości.

Ocenę przydatności kruszywa do betonu przeprowadzać zgodnie z PN-EN 12620. i poniższych wymagań w STWiORB.

Poszczególne frakcje kruszywa muszą być w Wytwórni betonu składowane oddzielnie na umocnionym i czystym podłożu w taki sposób, aby nie uległy zanieczyszczeniu i nie mieszały się.

Zapasy kruszywa powinny być tak duże, aby nie zakłócały pracy budowy.

Należy stosować kruszywo z jednego źródła o sprawdzonych właściwościach.

#### **2.3.2.1. Kruszywo grube**

Do betonów klasy C25/30 i wyższych należy stosować kruszywo łamane (grysy) granitowe, bazaltowe lub z innych skał zbadanych przez uprawnioną jednostkę o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm spełniające wymagania;

Wszystkie kruszywa grube powinny spełniać podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia podane w tablicy 2, odpowiednio do oznaczenia ich wymiaru d/D i wybranych kategorii z tablicy 2.

Tablica 2 – Podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia

| Kruszywo | Wymiar                  | Procent przechodzącej masy |                            |                |                |                          | Kategoria <sup>G4</sup> |
|----------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
|          |                         | 2D                         | 1,4 D <sup>a &amp; b</sup> | D <sup>c</sup> | d <sup>b</sup> | d/2 <sup>a &amp; b</sup> |                         |
| Grube    | D/d ≤ lub               | 100                        | od 98 do 100               | od 85 do 99    | od 0 do 20     | od 0 do 5                | G <sub>C</sub> 85/20    |
|          | D ≤ 11,2mm              | 100                        | od 98 do 100               | od 80 do 99    | od 0 do 20     | od 0 do 5                | G <sub>C</sub> 80/20    |
|          | D/d > 2 i<br>D > 112 mm | 100                        | od 98 do 100               | od 90 do 99    | od 0 do 15     | od 0 do 5                | G <sub>C</sub> 90/15    |

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

<sup>b</sup> Dla betonu o nieciąglym uziarnieniu lub dla innych specjalnych zastosowań mogą być określone wymagania dodatkowe.

<sup>c</sup> Procentowa zawartość ziarn przechodzących przez D może być większa niż 99% masy, ale w takich przypadkach producent powinien udokumentować i zadeklarować typowe uziarnienie, łącznie z sitami D, d, d/2 oraz sitami zestawu podstawowego plus zestaw 1, lub zestawu podstawowego plus zestaw 2, dla wartości pośrednich pomiędzy d i D. W przypadku sit o stosunku mniejszym niż 1,4 następne niższe sito można wykluczyć.

<sup>d</sup> W normach dotyczących innych kruszyw podano inne wymagania odnoszące się do kategorii.

Dla kruszyw grubych, gdzie:

a) D > 11,2 mm i D/d > 2 lub

b) D ≤ 11,2 mm i D/d > 4,

Należy stosować następujące dodatkowe wymagania (i) i (ii), określające procent zawartości przechodzącej przez sito pośrednie:

i) wszystkie uziarnienia powinny mieścić się w ogólnych granicach podanych w tablicy 3;

ii) producent powinien udokumentować, i na żądanie deklarować, typowy przesiew przez sito pośrednie oraz tolerancje wybrane dla kategorii z tablicy 3.

Tablica 3 – Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego w sitach pośrednich

| D/d | Sito pośrednie<br>mm | Ogólne granice i tolerancje na sitach pośrednich (procent<br>przechodzącej masy) |   | Kategoria<br>G <sub>T</sub> |
|-----|----------------------|--|---|-----------------------------|
|     |                      | Ogólne granice   | Tolerancje dla typowego uziarnienia<br>deklarowanego przez producenta |                             |
| < 4 | D/ 1,4               | od 25 do 70  | ± 15  | G <sub>T</sub> 15           |
| ≥ 4 | D/2                  | od 25 do 70  | ± 17,5  | G <sub>T</sub> 17,5         |

Tam gdzie sito pośrednie, określone jak wyżej, nie ma dokładnych wymiarów sita z serii R20 wg ISO 565:1990, należy użyć najbliższego sita z serii.

UWAGA Ogólne granice i tolerancje dla najczęściej spotykanych wymiarów wyrobów ilustruje załącznik A.

### Zawartość pyłów

Zawartość pyłów, oznaczoną wg EN 933-1, należy deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią określoną w tablicy 11. Zawartość pyłów w kruszywie wypełniającym powinna spełniać wymagania według tablicy 7.

Tablica 11 – Kategorie maksymalnych zawartości pyłów

| Kruszywo | Sito 0,063 mm | Kategoria |
|----------|---------------|-----------|
|----------|---------------|-----------|

|                |                            |                          |
|----------------|----------------------------|--------------------------|
|                | Procent przechodzącej masy | f                        |
| Kruszywo grube | $\leq 1,0$                 | F <sub>deklarowane</sub> |

### Odporność na rozdrabnianie

Odporność kruszywa na rozdrabnianie należy oznaczać za pomocą współczynnika Los Angeles wg EN 1097-2. Metoda badania Los Angeles jest wzorcowym badaniem odporności na rozdrabnianie. Kruszywo powinno charakteryzować się współczynnikiem  $\leq 25$ , czyli należeć do kategorii LA<sub>25</sub>.

### Odporność na uderzenia

Odporność kruszywa na uderzenia należy oznaczać wg EN 1097-2. Kruszywo powinno posiadać odporność na uderzenia  $\leq 22$ , czyli należeć do kategorii SZ<sub>22</sub>.

### Mrozoodporność

Odporność kruszywa na zamrażanie należy oznaczyć wg EN 1367-1 należy deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią. Kruszywo powinno należeć do kategorii F<sub>2</sub>, czyli po badaniu posiadać procentowy ubytek masy  $\leq 2\%$ .

Dodatkowo w przypadku elementów narażonych na rozbryzgiwanie wody z zawartości soli do zimowego utrzymywania dróg, lub znajdujących się w oddziaływaniu mgły solnej należy przeprowadzić badania kruszywa z wykorzystaniem 1% roztworu NaCl wg normy EN-1367-6 i powinny być zaliczone do kategorii F<sub>NaCl7</sub>.

### Wskaźnik kształtu

Kształt kruszywa grubego, oznaczony wg EN 933-4, należy deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią, która powinna wynosić SI<sub>20</sub>, co oznacza że wskaźnik kształtu powinien wynosić  $\leq 20$ .

### 2.3.2.2. Kruszywo drobne

Do betonów należy stosować kruszywo drobne o uziarnieniu  $D \leq 2$  i  $d = 0$  pochodzenia rzeczno lub kompozycji rzeczno i kopalnianego uszlachetnionego, spełniające wymagania G<sub>F</sub><sup>85</sup> oraz:

- 1) w zakresie cech fizycznych i chemicznych:
  - a) zawartość określona ułamkiem masowym pyłów mineralnych – nie większa niż 1,5% - f<sub>deklarowane</sub>1.5
  - b) zawartość siarki całkowitej  $\leq 1\%$  masy

Kruszywa drobne powinny spełniać podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia, podane w tablicy 2 odpowiednie dla wymiarów ich górnego sita D i tablicy 3.

Podczas kontroli zmienności kruszywa drobnego należy stosować podane niżej wymagania dodatkowe.

Producent powinien udokumentować I, na żądanie, deklarować typowe uziarnienie dla każdego wymiaru wytwarzanego kruszywa drobnego. Typowe uziarnienie jest określane jako procent masy kruszywa przechodzącego przez sita o wymiarach podanych w tablicy 4.

Zadawalające wyniki zapewnia kruszywo drobne, spełniające wymagania określone w tabl. 4.  
Tablica 4 – Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego ogólnego zastosowania deklarowanego przez producenta

| Wymiar sita<br>mm  | Tolerancje, w procentach przechodzącej masy |
|--|---|
|  | 0/2   |
| 4  | -   |
| 2  | $\pm 5^a$                                   |
| 1  | $\pm 20$                                    |
| 0,250  | $\pm 25$                                    |
| 0,063 <sup>b</sup>   | $\pm 5$                                     |
| <sup>a</sup> Tolerancje $\pm 5$ są ograniczone również wymaganiami według tablicy 2, dotyczącymi procentu masy przechodzącej przez D   |   |
| <sup>b</sup> Oprócz podanych tolerancji ustala się dla danej kategorii, według tablicy 11, maksymalną zawartość pyłów, określoną procentem masy przechodzącej przez sito 0,063 mm. |   |

### Zawartość pyłów

Zawartość pyłów, oznaczoną wg EN 933-1, należy deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią określoną w tablicy 11. Zawartość pyłów w kruszywie wypełniającym powinna spełniać wymagania według tablicy 7.

Tablica 11 – Kategorie maksymalnych zawartości pyłów

| Kruszywo        | Sito 0,063 mm<br>Procent przechodzącej masy | Kategoria<br>f           |
|-----------------|---|--------------------------|
| Kruszywo drobne | $\leq 1,5$                                  | F <sub>deklarowane</sub> |

### 2.3.2.3. Uziarnienie kruszywa powinno:

- 1) być ustalone doświadczalnie w czasie projektowania mieszanki betonowej - dla betonów klasy C30/37 i klas większych,
- 2) dla betonów klas C25/30 i niższych mieścić się odpowiednio w granicach dla łącznego uziarnienia podanych w tabeli:

| Bok oczka sita (mm) | Ułamek masowy kruszywa przechodzącego przez |
|---------------------|---|
|                     | Kruszywo < lub = 16 mm (%)                  |
| 0,25                | 3 do 8                                      |
| 0,50                | 7 do 20                                     |
| 1,00                | 12 do 32                                    |
| 2,00                | 21 do 42                                    |
| 4,00                | 36 do 56                                    |
| 8,00                | 60 do 76                                    |
| 16,00               | 100   |

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa powinien pozwalać na wypełnienie mieszanką każdej części konstrukcji przy uwzględnieniu urabialności mieszanki, ilości zbrojenia i grubości otuliny.

### 2.3.3. Woda

Woda powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008-1:2004 Woda

Zaleca się stosowanie wody wodociągowej pitnej. Stosowanie jej nie wymaga przeprowadzenia badań. Należy pobierać ją ze zbiornika pośredniego, a nie bezpośrednio z instalacji wodociągowej.



W przypadku poboru z innego źródła należy przeprowadzać bieżącą kontrolę zgodnie z PN-EN 1008-1:

- zabarwienie - nie powinna wykazywać,
- zapach - nie powinna wydzielać zapachu gnilnego,
- zawiesina - nie powinna zawierać grudek i kłaczków,
- pH - co najmniej 6 przy badaniu papierkiem wskaźnikowym.

#### **2.3.4. Dodatki i domieszki do betonu**

Nie dopuszcza się stosowania do betonów mostowych dodatków w postaci popiołów lotnych, mączek mineralnych itp. (za wyjątkiem pyłów krzemionkowych dopuszczonych Aprobata techniczną do takiego stosowania).

**UWAGA: Dla niektórych elementów w celu poprawienia własności mieszanki betonowej możliwe jest zastosowanie dodatków polimerów w postaci gotowego preparatu. Zaproponowany przez Wykonawcę dodatek (rodzaj i ilość) należy przedstawić Inżynierowi do zaakceptowania.**

Zaleca się stosowanie domieszek chemicznych o działaniu upłynniającym i napowietrzającym lub o działaniu kompleksowym. Zastosowane domieszki muszą być dopuszczone do stosowania w budownictwie mostowym (Aprobata techniczna). Sprawdzenie skuteczności domieszek przy ustalaniu składu mieszanki betonowej musi być przeprowadzone i zbadane przed rozpoczęciem produkcji mieszanki betonowej.

Sposób dozowania i przechowywania domieszek musi być zgodny z kartą technologiczną Produktu.

Dopuszcza się stosowanie domieszek chemicznych o działaniu kompleksowym, tzw. napowietrzająco-uplastyczniających i przyspieszająco-uplastyczniających.

Domieszki do betonu powinny spełniać wymagania PN-EN 934-2:2002 oraz wymagania podane w „Zaleceniach dotyczących stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym” wydanym przez IBDiM.

Domieszki do betonów mostowych muszą posiadać Aprobaty techniczne, wydane przez instytucje upoważnione wymienione w znowelizowanym Prawie Budowlanym.

Przed zastosowaniem betonu z domieszkami lub dodatkami w konstrukcji obiektu należy sprawdzić ich skuteczność dla racjonalnego ustalenia recepty mieszanki betonowej.

Przed zastosowaniem należy sprawdzić oddziaływanie domieszek uplastyczniających na cement stosowany na budowie. Beton z domieszką uplastyczniającą musi być zbadany na mrozoodporność, wytrzymałość i wodoszczelność.

Ilość domieszki uplastyczniającej należy ustalić doświadczalnie, tak aby objętość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej wynosiła:

- 5 - 6 % - przy ziarnach kruszywa do 16 mm,

Zastosowanie domieszki napowietrzającej nie powinno obniżyć wytrzymałości betonu na ściskanie więcej niż o 10 % w stosunku do betonu bez domieszek.

### **3. Sprzęt**

#### **3.1. Rusztowania i deskowania**

Roboty należy wykonywać przy użyciu sprawnego technicznie sprzętu zaakceptowanego przez Inżyniera, przeznaczonego dla realizacji robót zgodnie z założoną technologią.

### 3.2. Przygotowanie mieszanki betonowej - wytwórnia mieszanek betonowych

Wytwórnia betonu przewidziana przez Wykonawcę do zastosowania podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera.

#### a) Lokalizacja wytwórni

Wytwórnia powinna być zlokalizowana od miejsca wbudowania, tak aby móc przetransportować mieszankę do miejsca wbudowania o takiej konsystencji, jaka została ustalona dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji. Betoniarka nie może zakłócać warunków ochrony środowiska, tj. powodować zapylenia terenu, zanieczyszczenia wód i wywoływać hałasu powyżej dopuszczalnych 50 decybeli. Teren wytwórni musi być ogrodzony i zabezpieczony pod względem bhp i ppoż. Składowiska kruszywa powinny być utwardzone i zabezpieczone przed możliwością mieszania się poszczególnych rodzajów i frakcji. Wytwórnia powinna posiadać doprowadzoną energię elektryczną i wodę. Należy przewidzieć pomieszczenia socjalne i sanitarne dla załogi oraz zlokalizować miejsce na gromadzenie odpadów. Wykonawca musi posiadać świadectwo dopuszczenia wytwórni do ruchu przez inspekcję sanitarną i władze ochrony środowiska.

#### b) Rodzaj wytwórni

Betoniarnia powinna posiadać pełne wyposażenie gwarantujące właściwą jakość wytwarzanej mieszanki betonowej. Węzeł betoniarski musi spełniać następujące warunki: - minimalna pojemność zasypowa betoniarki: 1000 l ( $\text{dm}^3$ ), - dozowanie wagowe cementu z dokładnością: + 2,0%, - dozowanie wagowe kruszywa z dokładnością: + 3,0%, - dozowanie wody  $\pm 1,0\%$ , - musi istnieć możliwość dozowania dwóch rodzajów kruszyw, - dozatory muszą mieć aktualne świadectwo wzorcowania (legalizacji), - mieszanie składników musi się odbywać w betoniarce o wymuszonym działaniu. Zabrania się stosowania betoniarek wolnospadowych.

Siłosy na cement muszą mieć zapewnioną doskonałą szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną.

#### c) Warunki prowadzenia produkcji

Przed przystąpieniem do produkcji, wszystkie zespoły i urządzenia betoniarni mające wpływ na jakość produkowanej mieszanki zostaną komisyjnie sprawdzone, co zostanie potwierdzone protokołem podpisanym przez Wykonawcę i Inżyniera. Czynności te będą cyklicznie powtarzane co 2500 Mg wyprodukowanej mieszanki. Produkcja może być realizowana w okresie od 15 kwietnia do 15 października, przy temperaturze otoczenia powyżej 5°C. Ewentualne odstępstwo od tego warunku, może nastąpić po wyrażeniu zgody przez Inżyniera, w przypadku stwierdzenia dobrych warunków atmosferycznych. Produkcja może się odbywać jedynie na podstawie receptury laboratoryjnej opracowanej przez Wykonawcę lub na jego zlecenie i zatwierdzonej przez Inżyniera. Wykonawca musi posiadać na budowie własne laboratorium lub też za zgodą Inżyniera, zleci nadzór laboratoryjny niezależnemu laboratorium. Inżynier będzie dysponował własnym laboratorium lub też będzie wykorzystywał laboratorium Wykonawcy, uczestnicząc w badaniach. Roboczy skład mieszanki betonowej uwzględniający wilgotność kruszywa w dniu produkcji mieszanki betonowej przygotowuje Wykonawca, opracowując go na bazie receptury laboratoryjnej. Należy umieścić go na tablicy w widocznym miejscu dla operatora. Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie, w zależności od składu i wymaganej konsystencji produkowanej mieszanki oraz rodzaju urządzenia mieszającego.

## 4. Transport

### 4.1. Rusztowania i deskowania

#### Transport poziomy elementów.

Sposób załadowania i umocowania elementów otrzymanych z demontażu rusztowań i deskowań na środki transportu powinien zapewniać ich stateczność i ochronę przed przesunięciem się ładunku podczas transportu.

Elementy wiotkie oraz klatki przestrzenne powinny być odpowiednio zabezpieczone przed odkształceniem i zdeformowaniem.

#### Transport pionowy elementów składanych.

Uchwyty do zamocowania stężeń nie powinny być zniekształcone lub wygięte.

Podnoszone elementy powinny być zabezpieczone przed odkształceniem, na przykład przez zastosowanie podkładek drewnianych pod pęta lub haki podnoszące elementy.

#### Składowanie elementów rusztowań stalowych.

Elementy należy układać na podkładach drewnianych dla zabezpieczenia od zetknięcia z ziemią, zalania wodą i gromadzenia się wody w zagłębieniach konstrukcji. Przy układaniu elementów w stosy pionowe należy stosować odpowiednio rozłożone podkładki drewniane między elementami, dla zabezpieczenia elementów przed odkształceniami wskutek przegięcia lub docisku, oraz zachować odstępy umożliwiające bezpieczne podnoszenie elementów.

Przy składowaniu elementów w bazach (magazynach) na dłuższy okres czasu należy przeprowadzać okresową kontrolę elementów, zwracając szczególnie uwagę na zabezpieczenie przed korozją.

### 4.2. Wyroby do betonu

Cement luzem przewożony samochodami - cementowozami z urządzeniami do przesypywania. Cement luzem powinien być przechowywany w specjalnych zbiornikach (silosach) przystosowanych do pneumatycznego załadowywania i wyładowywania cementu. Na silosach należy umieścić informację dotyczącą Producenta cementu oraz gatunku i klasy cementu.

Pozostałe składniki mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu.

### 4.3. Beton przeznaczony do pompowania

Transport mieszanki betonowej nie powinien powodować jej segregacji, zmian konsystencji i składu. Stosowanie środków transportu bez mieszalnika jest nie dopuszczalne.

Mieszanka betonowa musi być transportowana mieszalnikami samochodowymi (tzw. gruszkami). Czas trwania transportu i jego organizacja powinny zapewniać dostarczenie do miejsca układania masy betonowej o takiej konsystencji, jaka została ustalona dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji. Czas od kontaktu cementu i wody do zakończenia zagęszczenia mieszanki nie może być dłuższy niż:

- 90÷120 min. - przy temperaturze otoczenia do + 15°C,
- 70÷100 min. - przy temperaturze otoczenia do + 20°C,
- 30÷60 min. - przy temperaturze otoczenia do + 30°C.

Jeżeli konieczne jest wydłużenie czasu transportu oraz wbudowania należy zastosować domieszki opóźniające rozpoczęcie wiązania mieszanki betonowej.

## **5. Wykonanie robót**

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

Ogólne warunki wykonania robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### **5.2. Zakres wykonywanych robót**

Wykonawca przed przystąpieniem do betonowania powinien przedstawić Inżynierowi do akceptacji Projekt technologiczny betonowania (uwzględniający wszystkie warunki w jakich będą wykonywane roboty), który określać będzie kolejność betonowania i czas wykonania robót oraz planowany termin rozebrania deskowania i rusztowania.

Projekt technologiczny betonowania powinien obejmować

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

#### **5.2.1. Oczyszczenie rejonu robót**

#### **5.2.2. Wykonanie rusztowania i deskowania**

Budowę rusztowań i deskowań należy prowadzić zgodnie z Dokumentacją Projektową oraz wg wymagań PN-M-48090:1996.

Projekt rusztowania winien być sprawdzony przez osobę posiadającą uprawnienia budowlane do projektowania i być uzgodniony przez projektanta obiektu.

Wykonanie deskowań powinno uwzględniać podniesienie wykonawcze związane ze strzałką konstrukcji, ugięciem i osiadaniem rusztowań pod wpływem ciężaru ułożonego betonu. Wielkości te podane powinny być w Dokumentacji Projektowej.

Deskowanie i związane z nim rusztowanie powinny w czasie ich eksploatacji zapewnić sztywność i niezmienność układu oraz bezpieczeństwo konstrukcji. W przypadkach stosowania nietypowych deskowań i związanych z nimi rusztowań, projekt ich powinien być każdorazowo oparty na obliczeniach statycznych, odpowiadających warunkom PN-B-03200.

Ustalona konstrukcja deskowań powinna być sprawdzona na siły wywołane parciem świeżej masy betonowej i uderzenia przy jej podawaniu pompą do betonu z uwzględnieniem szybkości betonowania, sposobu zagęszczania i obciążania pomostami roboczymi. Konstrukcja deskowań powinna umożliwiać łatwy ich montaż i demontaż oraz wielokrotność ich użycia.

Tarcze deskowań powinny być tak szczelne, aby zabezpieczały przed wyciekaniem zaprawy z masy betonowej.

Można stosować deskowania metalowe i podlegają one wymaganiom jak drewniane. Blachy użyte do tych szalunków winny mieć grubość zapewniając im nieodkształcalność. Łby śrub i nitów powinny być zagłębione.

Klamry lub inne urządzenia łączące powinny zapewnić sztywne połączenie szalunków i możliwość ich usunięcia bez zniszczeń betonu. Deskowania winny być chronione przed rdzą, tłuszczem i innymi zanieczyszczeniami. Wnętrze szalunków powinno być pokryte lekkim czystym olejem parafinowym, który nie zabarwi ani nie zniszczy powierzchni betonu.

Natłuszczenie należy wykonać po zakończeniu budowy deskowań lecz przed ułożeniem zbrojenia, które w żadnym przypadku nie powinno ulec zanieczyszczeniu jakimkolwiek środkiem.

Śruby, pręty, ściągacze w deskowaniach powinny być wykonane ze stali w ten sposób, by ich część pozostająca w betonie odległa była od zewnętrznej powierzchni co najmniej o 25 mm. Otwory po ściągaczach należy wypełniać zaprawą cementową 1:2, a zewnętrzne części (25 mm) winny być wypełnione zaprawą cementową. Podczas betonowania z konstrukcji należy usuwać wszelkie rozpórki i zastrzały z drewna lub metalu (te ostatnie do 25 mm od zewnętrznej powierzchni betonu).

Wszelkie krawędzie betonu winny być ścięte pod kątem 45° za pomocą listwy trójkątnej o boku 15 do 25 mm. Listwy te muszą być następnie usuwane z wykonanej konstrukcji.

Deskowania belek i rozpiętości ponad 3,0 m powinny być wykonane ze strzałką roboczą skierowaną w odwrotnym kierunku od ich ugięcia, przy czym wielkość tej strzałki nie może być mniejsza od maksymalnego przewidywanego ugięcia tych belek przy obciążeniu całkowitym.

Deskowania powinny być wykonane ściśle według Dokumentacji Projektowej i przed wypełnieniem masą betonową dokładnie sprawdzone, aby wykluczały możliwość, jakichkolwiek zniekształceń lub odchyłeń w wymiarach betonowanej konstrukcji. Prawidłowość wykonania deskowań i związanych z nimi rusztowań powinna być stwierdzona wpisem do Dziennika budowy o odbiorze.

Deskowania nieimpregnowane przed wypełnieniem ich masą betonową powinny być obficie zlewane wodą.

#### Odległość rusztowania od napowietrznej linii energetycznej.

W przypadku, gdy w czasie prac montażowych zachodzi możliwość zetknięcia stalowego elementu rusztowania z przewodem linii energetycznej, linie energetyczne na czas montażu powinny być wyłączone.

W przypadku, gdy zachodzi obawa, że podczas przenoszenia dźwigiem części montowanej konstrukcji mostowej mogą dotyczyć przewodów elektrycznych, należy wykonać odpowiednie zabezpieczenie uniemożliwiające zetknięcie przewodów z konstrukcją.

#### Dostęp do rusztowań.

Należy przewidzieć na każdym rusztowaniu drabiny dla pracowników. Nie jest dozwolone takie wykonywanie rusztowań, że dostęp do nich przewidziany jest jedynie przez wspinanie się po konstrukcji rusztowania.

#### Pomosty rusztowań.

Na wierzchu rusztowań powinny być pomosty z desek z obustronnymi poręczami wysokości co najmniej 1,10 m i z krawężnikami wysokości 0,15 m.

Szerokość swobodnego przejścia dla pracowników nie powinna być mniejsza od 0,60 m.

### 5.2.3. Wykonanie mieszanki betonowej

#### 5.2.3.1. Ustalenie składu mieszanki betonowej

**UWAGA:** **Recepta na skład mieszanki betonowej podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera. Powinna być ona przedstawiona wraz wynikami badań laboratoryjnych poszczególnych składników i próbek betonu z takim wyprzedzeniem czasowym, które umożliwią jej korektę, a w przypadku braku zatwierdzenia na opracowanie nowej recepty.**

Skład mieszanki betonowej przeznaczonej do transportu pompowo-rurowego zaleca się ustalać metodą obliczeniowo - doświadczalną w celu określenia ściśle wymaganych wskaźników konsystencji. W celu polepszenia właściwości mieszanek betonowych zaleca się stosowanie domieszek wg punktu 2.3.4 niniejszej STWiORB. Wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie pompy. Przed przewidywanym pompowaniem betonu należy sprawdzić pompowalność mieszanki w warunkach budowy.

Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej, średnie wymagane wytrzymałości na ściskanie betonu poszczególnych klas należy przyjmować nie mniejsze niż  $1,3 R_b^0$ .

Skład mieszanki betonowej powinien przy najmniejszej ilości wody zapewniać szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie.

Wartość stosunku  $w/c \leq 0,50$  dla środowiska XF3 oraz  $w/c \leq 0,45$  dla środowiska XF4. Maksymalne ilości cementu, w zależności od klasy betonu są następujące:

- 400 kg/m<sup>3</sup> dla betonów klasy C20/25 i C25/30,
- 450 kg/m<sup>3</sup> dla betonów klasy C30/37 i wyższych.

Minimalne ilości cementu, w zależności od klasy ekspozycji są następujące:

- 320 kg/m<sup>3</sup> dla betonów klasy C30/37 i wyższych w środowisku XF3,
- 340 kg/m<sup>3</sup> dla betonów klasy C30/37 i wyższych w środowisku XF4.

Dopuszcza się przekroczenie tych ilości o 10% w uzasadnionych przypadkach za zgodą Inżyniera.

Uziarnienie kruszywa w mieszance betonowej powinno być tak dobrane by zapewnić optymalną ścisłość stosu okruszowego, a zaprojektowana krzywa przesiewu mieściła się w krzywych granicznych podanych powyżej.

Przy doświadczalnym ustalaniu uziarnieniu kruszywa należy przestrzegać następujących zasad:

- stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego, osobno dozowanych, powinien być taki jak w mieszance kruszywa o najmniejszej jamistości,
- zawartość kruszywa drobnego w stosie okruszowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczaniu przez wibrowanie oraz nie powinna przekraczać 37 % - przy kruszywie grubym do 31,5 mm oraz 42 % przy kruszywie grubym do 16 mm.

Konsystencja mieszanek pompowalnych przed dodaniem upłynniacza (superplastyfikatora) powinna być plastyczna, sprawdzana opadem stożka winna wynosić  $S_1=50\div 90$  mm (S1), wg metody Ve-Be 10÷6 sekund (V3) (badania wg PN-EN 12350-2).

Dopuszcza się, za zgodą Inżyniera, wyższe konsystencje betonu 90÷150 mm pod warunkiem zachowania wymaganego wskaźnika  $w/c$ .

W miejscu wbudowania zaleca się zbadanie konsystencji metodą stożka opadowego. Zalecana konsystencja 90÷110 mm (dopuszcza się 90÷150 mm).

Konsystencja mieszanki po dodaniu superplastyfikatora w ilości 1,5% badana opadem stożka powinna wynosić od 9 cm do 15 cm. Ponadto zaleca się, by konsystencję mierzoną (wg normy DIN 1048) poprzez rozplływ (badania wg PN-EN 12350-5:2001) i zagęszczalność (badania wg PN-EN 12350-4:2001) wynosiła odpowiednio:

- rozplływ od 46 do 52 cm,
- zagęszczalność od 1,01 do 1,05.

Zaleca się następujące ilości zaprawy:

- 500 - 550 dm<sup>3</sup> - przy ziarnach kruszywa do 16 mm,
- 450 - 500 dm<sup>3</sup> - przy ziarnach kruszywa do 31,5 mm,

W przypadku zastosowania dodatków i domieszek badana odporność betonu na działanie mrozu powinna być wykonana z zastosowaniem wody oraz 2% roztworu solnego ( NaCl ), na oddzielnych próbkach.

#### 5.2.3.2. Wykonanie mieszanki betonowej

Dozowanie składników do mieszanki powinno być zgodne z recepturą roboczą, uwzględniającą aktualne zawilgocenie kruszywa. Wszystkie składniki mieszanki należy dozować wyłącznie wagowo z dokładnością:

- +2,0% - przy dozowaniu cementu,
- +3,0% - przy dozowaniu kruszywa,
- +1,0% - domieszki (superplastyfikator) przy dozowaniu wagowym.
- ±1,0% - woda przy dozowaniu wagowym.

Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo wzorcowania (legalizacji).

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

Składniki dozuje się w następującej kolejności: kruszywo kolejno od najgrubszego do najdrobniejszego, 2/3 wody zarobowej, cement, dodatek upłynniacza, pozostałą ilość wody.

Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie w zależności od składu i wymaganej urabialności mieszanki betonowej oraz rodzaju urządzenia mieszającego.

#### 5.2.4. Przygotowanie do betonowania

Przed betonowaniem należy osadzić i wyregulować wszystkie elementy kotwione w betonie np. mocowanie barier ochronnych, sączki itp., oczyścić deskowanie, nawilżyć deskowanie lub powlec formę stalową środkiem antyadhezyjnym, oraz wykonać montaż zbrojenia wraz z zapewnieniem właściwych grubości otulin dzięki odpowiednim przekładkom dystansowym. Należy sprawdzić stabilność zbrojenia – czy nie nastąpi przesunięcie podczas betonowania.

Przed przystąpieniem do robót betoniarskich, 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 dokumentacją projektową,
- czystość deskowania oraz obecność wkładek dystansowych zapewniających wymaganą wielkość otuliny.
- przygotowanie powierzchni betonu uprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- prawidłowość wykonania wszystkich robót zanikających, między innymi wykonania przerw dylatacyjnych, warstw izolacyjnych itp.,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezmienność kształtu elementów wbudowywanych w betonową konstrukcję (kanały, kotwy, rury itp.),
- gotowość sprzętu i urządzeń do prowadzenia betonowania.

Odbiór deskowań, rusztowań i zbrojenia winien być zapisany w Dzienniku budowy.

### 5.2.5. Ułożenie mieszanki betonowej i pielęgnacja betonu

#### 5.2.5.1. Układanie mieszanki betonowej

Do wbudowywania mieszanek należy stosować pompy przystosowane do podawania mieszanek - o odpowiedniej wydajności. Za zgodą Inżyniera dopuszcza się inne metody podawania mieszanki.

Kolejność i sposób betonowania poszczególnych elementów musi odbywać się zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Projekt technologii betonowania należy uzgodnić z Projektantem obiektu mostowego.

Projekt technologiczny betonowania skomplikowanych elementów powinien zawierać dodatkowo poniższe części:

- projekt dróg dojazdowych
- projekt rusztowań podpierających wraz z propozycją przygotowania (wzmocnienia) podłoża
- projekt dróg technologicznych
- projekt betonowania uwzględniającego ustawienie pomp podających beton i sposób dojazdu betonowozów
- harmonogram betonowania poszczególnych elementów.

Wykonanie elementów na mokro winno odpowiadać normom PN-S-10040:1999 oraz PN-B-06251.

Należy unikać przerw w betonowaniu konstrukcji, które powinny być betonowane w sposób ciągły. W przypadku przerwy w betonowaniu trwającej ponad 2 h, wznowienie betonowania może nastąpić po przygotowaniu szorstkiej powierzchni stykowej na betonie starym oraz po oczyszczeniu i nawilżeniu tej powierzchni. Lokalizację przekrojów oraz zbrojenie w strefie przerw należy wykonać wg PN-S-10040:1999.

Betonowanie konstrukcji wykonywać wyłącznie w temperaturze nie niższej niż +5°C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości co najmniej 15,0 MPa przed pierwszym zamarznięciem. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C, jednak konieczne jest w tym wypadku uzyskanie zgody Inżyniera oraz stosowanie mieszanki betonowej o temperaturze +20°C w chwili jej układania i zabezpieczenie uformowanego elementu przed utratą ciepła do uzyskania przez beton wytrzymałości co najmniej 15,0 MPa. Temperatura mieszanki betonowej w chwili opróżniania betoniarki nie powinna być niższa niż 35°C. Wykonawca winien przedstawić



Inżynierowi do zatwierdzenia technologii prowadzenia robót betonowych w obniżonych temperaturach czyli poniżej + 5°C.

Mieszanke betonową należy układać w deskowaniu równomierną warstwą na całej powierzchni i nie można jej zrzucić z wysokości większej niż 0,50 m. Dobór metody zagęszczania, jak i rodzaj wibratorów uzależniony jest od rodzaju konstrukcji i grubości układanej mieszanki betonowej. Sposób zagęszczania powinien być uwzględniony w dokumentacji technologicznej.

#### 5.2.5.2. Zagęszczanie mieszanki betonowej

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy stosować następujące warunki:

- wibratory wgłębne należy stosować o częstotliwości min. 6000 drgań na minutę, z buławami o średnicy nie większej niż 0,65 odległości między prętami zbrojenia leżącymi w płaszczyźnie poziomej,
- podczas zagęszczania wibratorami wgłębnymi nie wolno dotykać zbrojenia ani deskowania buławą wibratora,
- podczas zagęszczania wibratorami wgłębnymi należy zagłębiać buławę na głębokość 5÷8 cm w warstwę poprzednią i przytrzymywać buławę w jednym miejscu w czasie 20÷30 s, po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym,
- kolejne miejsca zagłębienia buławy powinny być od siebie oddalone o 1,4 R, gdzie R jest promieniem skutecznego działania wibratora. Odległość ta zwykle wynosi 0,35÷0,7 m,
- grubość płyt zagęszczanych wibratorami nie powinna być mniejsza niż 12 cm; płyty o mniejszej grubości należy zagęszczać za pomocą łat wibracyjnych,
- belki (łaty) wibracyjne powinny być stosowane do wyrównania powierzchni betonu płyt pomostów i charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości,
- czas zagęszczania wibratorem powierzchniowym lub belką (łatą) wibracyjną w jednym miejscu powinien wynosić od 30 do 60 s,
- wibratory przyczepne mogą być stosowane do zagęszczania mieszanki betonowej w elementach nie grubszych niż 0,5 m, przy jednostronnym dostępie oraz 2,0 m przy obustronnym,
- zasięg działania wibratorów przyczepnych wynosi zwykle od 20 do 50 cm w kierunku głębokości i od 1,0 do 1,5 m w kierunku długości elementu. Rozstaw wibratorów należy ustalić doświadczalnie, tak aby nie powstawały martwe pola drgań. Mocowanie wibratorów powinno być trwałe i sztywne.

#### 5.2.5.3. Pielęgnacja betonu

Świeżo wykonany beton należy chronić przed gwałtownym wysychaniem, przed wstrząsami i nadmiernym obciążaniem. Zaleca się bezpośrednio po zakończeniu betonowania przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi, powłokami ochronnymi z mikrowosków (wymagana Aprobata techniczna IBDiM) - szczególnie na powierzchniach narażonych na silne odparowanie wody i przesuszanie przez wiatr, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i zabrudzeniem. Sposób pielęgnacji betonu zależy od temperatury otoczenia oraz gabarytów betonowanych elementów i winien być każdorazowo uzgadniany i akceptowany przez Inżyniera.

Przy temperaturze otoczenia wyższej niż +5°C należy nie później niż po 12 godzinach od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 7 dni (przez polewanie co najmniej 3 razy na dobę) Przy temperaturze +15°C

i wyższej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej raz w nocy, a następnie jak wyżej.

#### 5.5.5.4. Przerwy w betonowaniu

Przerwy w betonowaniu należy sytuować w miejscach uprzednio przewidzianych w dokumentacji projektowej i uzgodnionych z Inżynierem. Ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej powinno być uzgodnione z Inżynierem, a w prostszych przypadkach można się kierować zasadą, że powinna ona być prostopadła do kierunku naprężeń głównych, ukształtowana i zlokalizowana zgodnie z PN-S-10042.

Powierzchnia betonu w miejscu przerywania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia betonu stwardniałego ze świeżym przez:

- usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego luźnych okruszków betonu oraz warstwy pozostałego szkliva cementowego,
- nasycenie powierzchni stwardniałego betonu wodą,
- tam gdzie jest to zaznaczone w dokumentacji stosować taśmy łączące lub taśmy szczepne,
- dopuszcza się stosowanie warstw szczepnych, dla których Wykonawca przedstawi aprobatę techniczną wydaną przez IBDiM,

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.

#### 5.2.6. Rozbiórka deskowania i rusztowania

Całkowita rozbiórka deskowań i rusztowań może nastąpić po uprzednim ustaleniu rzeczywistej wytrzymałości betonu.

W zwykłych warunkach atmosferycznych i temperaturze otoczenia powyżej  $+15^{\circ}\text{C}$  można przyjąć dla betonów mostowych następujące czasy rozformowania:

- 3 dni albo  $R_{\square 15} \geq 10 \text{ MPa}$  dla usunięcia bocznych deskowań płyt, belek lub łuków,
- 6 dni albo  $R_{\square 15} \geq 15 \text{ MPa}$  dla usunięcia bocznych deskowań filarów i przyczółków słupowych lub ścianowych.

Usunięcie krążyn, rusztowań i podpór podtrzymujących deskowanie może być rozpoczęte nie wcześniej niż po upływie:

- 7 dni lub  $R_{\square 15} \geq 20 \text{ MPa}$  dla płyt pomostu o rozpiętości do 3.0 m,
- 14 dni lub  $R_{\square 15} \geq 25 \text{ MPa}$  dla płyt pomostu i elementów pomostu o rozpiętości do 6.0 m oraz ścianek i płyty górnej dźwigarów skrzynkowych,
- 28 dni dla elementów pomostu o większych rozpiętościach oraz dla ustrojów nośnych przęseł.

**Uwaga:**  $R_{\square 15}$  jest to średnia charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie badana na kostkach sześciennych o boku 15 cm.

W przypadku niższych temperatur dojrzewania niż  $+15^{\circ}\text{C}$  obowiązującym kryterium jest wytrzymałość betonu. Gdy nie ma możliwości sukcesywnego sprawdzania wytrzymałości betonu w konstrukcji można orientacyjnie przyjąć do podanych wyżej czasów dojrzewania mnożniki:

- a) 1,5 - dla temperatury średniej  $t_{\text{śr}} = +10^{\circ}\text{C}$ ,
- b) 2,0 - dla temperatury średniej  $t_{\text{śr}} = +5^{\circ}\text{C}$ ,

- c) 3,0 - dla temperatury średniej  $t_{sr} = + 1^{\circ}\text{C}$  (pod warunkiem uzyskania przez beton przed nastaniem chłódów wytrzymałości co najmniej  $R_{\square 15} = 15 \text{ MPa}$ ).

Temperaturę średnią dobową obliczać ze wzoru

$$t_{sr} = (t_7 + t_{13} + 2t_{21})/4$$

Rusztowania należy rozbierać stopniowo, pod ścisłym nadzorem technicznym, unikając jednoczesnego usunięcia większej liczby podpór. Przy rozpiętości przęseł większych od 15 m i ustrojach statycznie niewyznaczalnych, kolejność usuwania podpór określić należy na podstawie projektu rusztowania lub technologii robót.

Terminy rozdeskowania konstrukcji należy ustalać wg PN-B-06251.

### 5.2.7. Wykańczanie powierzchni betonu

Dla widocznych powierzchni betonowych obowiązują następujące wymagania:

- wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień, wybrzuszeń ponad powierzchnię,
- pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
- równość górnej powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolację powinna odpowiadać wymaganiom producenta zastosowanej hydroizolacji i STWiORB i określającej warunki układania hydroizolacji,
- kształtowanie odpowiednich spadków poprzecznych i podłużnych powinno następować podczas betonowania elementu. Wyklucza się szpachlowanie konstrukcji po rozdeskowaniu. Powierzchnię płyty powinno się wyrównywać podczas betonowania łatami wibracyjnymi. Odchylenie równości powierzchni zmierzone pod łaty długości 4,0 m nie powinno przekraczać 1,0 cm,
- ostre krawędzie betonu po rozdeskowaniu powinny być oszlifowane. Bezpośrednio po rozebraniu deskowań należy wszystkie wystające nierówności wyrównać za pomocą tarcz karborundowych i czystej wody,
- gładkość powierzchni powinna cechować się brakiem lokalnych progów, raków, wgłębień i wybrzuszeń, wystających ziaren kruszywa itp. Dopuszczalne są lokalne nierówności do 3 mm lub wgłębienia do 5 mm,
- ewentualne łączniki stalowe (drut, śruby itp.), które spełniały funkcję stężeń deskowań lub inne i wystają z betonu po rozdeskowaniu, powinny być obcięte przynajmniej 1 cm pod wykończoną powierzchnią betonu, a otwory powinny być wypełnione zaprawą typu PCC.

Wszystkie uszkodzenia powierzchni powinny być naprawione na koszt Wykonawcy. Części wystające powinny być skute lub zeszlifowane, a zagłębienia wypełnione betonem zwykłym o składzie zatwierdzonym przez Inżyniera. Widoczne powierzchnie betonowe powinny być gładkie i mieć jednolitą barwę i fakturę. Na powierzchniach tych nie mogą być widoczne żadne zabrudzenia, przebarwienia czy inne wady pozostawione przez wewnętrzną wykładzinę deskowań, która powinna być odpowiednio przymocowana do deskowania. Bardzo duże ubytki i nierówności płyty przekraczające 2 cm należy naprawić betonem cementowym bezskurczowym wykonanym wg specjalnej technologii zatwierdzonej przez Inżyniera.

## 6. Kontrola jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

## 6.1. Rusztowania i deskowania

### Rusztowania.

Dopuszczalne odchyłki wymiarowe od projektu wynoszą:

- a) rozstaw szeregów ram rusztowaniowych  $\pm 15$  cm,
- b) rozstaw podłużnic i poprzecznic  $\pm 20$  cm,
- c) rzędne oczepów  $+2$  cm,  $-1$  cm,
- d) odchylenie rozstawu pali lub ram do 5%, lecz nie więcej niż 20 cm
- e) przekroje poprzeczne elementów  $\pm 15\%$ ,
- f) wychylenie jarzm lub ram z płaszczyzny pionowej 1,0% wysokości, lecz nie więcej niż  $\pm 10$  cm,
- g) wielkość podniesienia wykonawczego 10% wartości obliczeniowej.

Dopuszczalne odchyłki przy posadowieniu na klatkach z podkładów mogą wynosić:

- a) dopuszczalne odchylenia w rozstawie poszczególnych podkładów  $\pm 5$  cm,
- b) dopuszczalne odchylenie w położeniu środka podstawy klatki  $\pm 10$  cm.

Dopuszczalne odchyłki przy posadowieniu na rusztach lub podwalinach drewnianych:

- a) dopuszczalne odchylenia w równomiernym rozstawie poszczególnych belek rusztu  $\pm 10$  cm,
- b) dopuszczalne odchylenia w położeniu środka ciężkości rusztu w stosunku do położenia wypadkowej  $\pm 10$  cm.

### Deskowania.

Wymagania szczegółowe dotyczące deskowań należy przyjmować wg PN-B-06251 oraz PN-S-10040:1999.

Szczególnie należy zwrócić uwagę na prostoliniowość części pionowych, które przenoszą zasadnicze obciążenie pionowe.

Dopuszcza się następujące odchylenia od projektowanych wymiarów nominalnych:

- rozstaw żeber deskowań  $\pm 0,5$  % i nie więcej niż 2,0 cm,
- różnice grubości desek jednego elementu deskowania  $\pm 0,2$  cm,
- odchylenie deskowań od prostoliniowości lub od płaszczyzny  $\pm 1$  %,
- odchylenie od pionu elementu deskowania  $\pm 0,2$  % wysokości ściany i nie więcej niż 0,5 cm,
- prostoliniowość krawędzi żeber w kierunku ich długości  $\pm 0,1$  %,
- wybrzuszenie powierzchni deskowania  $\pm 0,2$  cm, na odcinku 3,0 m,
- wymiary światła elementu betonowego:
  - 0,2 % wysokości i nie więcej niż  $-0,5$  cm,
  - + 0,5 % wysokości i nie więcej niż  $+2,0$  cm,
  - 0,2 % grubości (szerokości) i nie więcej niż  $-0,2$  cm,
  - + 0,5 % grubości (szerokości) i nie więcej niż  $+0,5$  cm.

### Połączenia na śruby.

Otwory na śruby w dostarczonych elementach powinny być wykonane o średnicy o 1 mm większej od nominalnej średnicy trzpienia śruby.

Dopuszczalne odchyłki wynoszą:

- 1,0 mm - dla otworów o średnicy nominalnej do 20 mm,
- 1,5 mm - dla otworów o średnicy nominalnej powyżej 20 mm.

Ponadto powinny być spełnione następujące wymagania:

- a) owalność otworu, tj. różnica pomiędzy największą i najmniejszą średnicą, nie powinna przekraczać 5% nominalnej średnicy otworu oraz 1 mm,
- b) skośność otworu nie może przekraczać 3% grubości łączonych elementów oraz 2 mm.

Inne rodzaje połączeń gwarantujące wytrzymałość i stateczność rusztowań mogą być stosowane pod warunkiem zatwierdzenia przez odpowiednie władze.

### Badania rusztowań w czasie ich eksploatacji.

W okresie eksploatacji rusztowań należy dokonywać okresowe badania techniczne celem stwierdzenia, czy praca na rusztowaniach oraz warunki atmosferyczne nie wpłynęły na pogorszenie stanu rusztowań i nie zagrażają bezpieczeństwu oraz nie wpływają na jakość konstrukcji mostowej montowanej na rusztowaniach.

Badania takie należy wykonywać szczególnie po okresie silnych wiatrów, wysokich wód, które zalały dolną część rusztowań, po ewentualnych awariach, jak upadek na rusztowaniu ciężkich elementów składanych itp.

Badania przeprowadza Inżynier wraz z Wykonawcą.

## 6.2. Badania składników mieszanki betonowej

### 6.2.1. Cement

Zgodność dostarczanego cementu wg PN-EN 197-1:2002 lub PN-B 19707:2003 powinna być potwierdzona certyfikatem zgodności wydanym przez jednostkę certyfikowaną.

Ponadto wyniki badań cementu będące elementem systemu zakładowej kontroli produkcji wynikającej z przyjętego systemu sterowania jakością producenta (wyniki badań autokontroli producenta oraz wyniki kontrolne badań jednostki certyfikującej) będą w dyspozycji Wykonawcy i udostępnione zostaną na każde polecenie Inżyniera. Zaleca się, aby każda dostawa cementu była zaopatrzona w znak zgodności CE wraz z informacjami towarzyszącymi zgodnie z wymogami przedmiotowych norm. Wykonawca zobowiązany jest do bieżącej kontroli dokumentów potwierdzających zgodność wyrobu dla każdej dostawy.

W wypadkach wątpliwych badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN 197-1, PN-EN 196-1, PN-EN 196-3, PN-EN 196-6, a wyniki badań powinny odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania dla cementu

| Klasa cementu | Wytrzymałość na ściskanie, MPa, |             |                       |        | Początek czasu wiązania, min | Stałość objętości (rozszerzalność), mm |
|---------------|---------------------------------|-------------|-----------------------|--------|------------------------------|--|
|               | wczesna                         |             | normowa, po 28 dniach |        |                              |  |
|               | po 2 dniach                     | po 7 dniach |                       |        |                              |  |
| Klasa 32,5    | -                               | ≥ 16        | ≥ 32,5                | ≤ 52,5 | ≥ 75                         | ≤ 10                                   |
| Klasa 42,5    | ≥ 10                            | -           | ≥ 42,5                | ≤ 62,5 | ≥ 60                         |  |

### 6.2.2. Woda

W przypadku wątpliwości należy przeprowadzić badania zgodnie z PN-EN 1008.

### 6.2.3. Dodatki i domieszki do betonu należy badać zgodnie z normą PN-EN 934-2.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji.

## 6.3. Kontrola betonu

Wykonawca obowiązany jest przedstawić Inżynierowi do zaakceptowania system kontroli wewnętrznej obejmujący wszystkie czynności technologiczne, który powinien być zgodny z przedmiotowymi jak niżej.

Kontroli podlegają zapisane niżej właściwości mieszanki betonowej i betonu.

**UWAGA:** Podczas kontroli jakości robót należy zwrócić uwagę na dodatkowe wymagania określone przez Projektanta mieszanki betonowej w Projektach technologicznych betonowania elementów. Należy zwrócić szczególną uwagę na badanie jakości zastosowanych składników oraz przestrzegania czasów poszczególnych etapów robót od momentu wykonania mieszanki betonowej do jej wbudowania i zagęszczenia.

### 6.3.1. Konsystencja mieszanki betonowej

Sprawdzenie jej przeprowadza się podczas projektowania i wykonywania mieszanki betonowej, oraz przy agregacie pompowym co najmniej 2 razy w czasie jednej zmiany roboczej. Ponadto zaleca się sprawdzanie konsystencji metodą opadu stożka. Każdorazowo przy odbiorze mieszanki betonowej ze środka transportu, gdy istnieje przypuszczenie przekroczenia dopuszczalnego czasu transportu, lub zmiany konsystencji spowodowanej np. wysoką temperaturą otoczenia.

Różnice pomiędzy przyjętą konsystencją mieszanki a kontrolowaną nie powinny przekroczyć dla badania metodą opadu stożka, następujących wartości:

- $\pm 10$  mm, dla wartości zakładanej  $\leq 40$  mm,
- $\pm 20$  mm, dla wartości zakładanej  $50 \div 90$  mm,
- $\pm 30$  mm, dla wartości zakładanej  $\geq 100$  mm.

Natomiast różnice pomiędzy przyjętą konsystencją mieszanki a kontrolowaną nie powinny przekroczyć dla badania metodą Ve-Be, następujących wartości:

- $\pm 3$  s, dla wartości zakładanej  $\geq 11$  s,
- $\pm 2$  s, dla wartości zakładanej  $10 \div 6$  s,
- $\pm 1$  s, dla wartości zakładanej  $\leq 5$  s.

Korygowanie konsystencji mieszanki betonowej dopuszcza się wyłącznie za zgodą Inżyniera poprzez zmianę zawartości domieszek.

### 6.3.2. Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej przeprowadza się metodą ciśnieniową podczas projektowania jej składu, i przy klasach ekspozycji XF2 ÷ XF4 należy je wykonywać nie rzadziej niż raz na dzień dla mieszanek ustabilizowanych.

Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana metodą wg PN-EN 12390-7 dla betonów w klasie ekspozycji XF2, XF3, XF4 powinna wynosić  $4,0 \div 6,0$  %. Maksymalne dopuszczalne odchylenie pojedynczych wyników badania wynosi  $\pm 0,5\%$  wartości bezwzględnej.

### 6.3.3. Wytrzymałość betonu na ściskanie

W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu na ściskanie należy pobrać próbki o liczbie określonej w planie kontroli jakości, w ilości nie mniejszej niż:

- 6 próbek na partię betonu lub element przy objętości do  $50 \text{ m}^3$ .
- 12 próbek na element przy objętości powyżej  $50 \text{ m}^3$ .
- 1 próbkę na 100 zarobów, 1 próbkę na  $50 \text{ m}^3$ , 1 próbkę na zmianę roboczą oraz 3 próbki na partię betonu.

Próbki powinny być pobrane oddzielnie dla każdego elementu obiektu.

Próbki pobiera się przy stanowisku betonowania, losowo po jednej, równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje się i bada zgodnie z PN-EN 12390-2. Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania próbek pobranych z partii.

Próbki powinny być przechowywane w pomieszczeniach wskazanych przez Inżyniera przez jedną dobę w formach, a następnie po rozformowaniu zgodnie z PN-EN 12390-2.

Badanie betonu, jeżeli dokumentacja projektowa nie zakłada inaczej, powinno być przeprowadzane na próbkach z betonu w wieku 28 dni.

Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli wytrzymałość określona na próbkach kontrolnych  $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$  lub próbkach walcowych spełnia wymagania normy PN-EN 12390-1 i STWiORB.

Wytrzymałość na ściskanie należy badać jako  $f_{c,cube}$  przy oznaczaniu jej na próbkach sześciennych do badania oraz jako  $f_{c,cyl}$  przy oznaczaniu jej na próbkach walcowych. Podczas badania próbki betonów poszczególnych klas powinny cechować się minimalną wytrzymałością charakterystyczną:

| Klasa wytrzymałości na ściskanie | Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach |   |
|----------------------------------|--|---|
|                                  | walcowych $f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$                          | sześciennych $f_{c,cuba} [\text{N/mm}^2]$ |
| C16/20                           | 16   | 20  |
| C25/30                           | 25   | 30  |

Wytrzymałość charakterystyczna betonu powinna być równa lub większa niż minimalna wartość charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie dla określonej klasy wytrzymałości na ściskanie podanej w tablicy powyżej.

Jeżeli próbki pobierane i badane jak wyżej wykażą wytrzymałość niższą od przewidzianej dla danej klasy betonu, należy przeprowadzić badania próbek wyciętych z konstrukcji. Jeżeli wyniki tych badań będą pozytywne to beton należy uznać za odpowiadający danej klasie.

Jeśli jednak również z tych badań otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach  $R_b^G$  niższą niż wskazana w obliczeniach statycznych i na rysunkach, Wykonawca będzie zobowiązany na swój koszt do wyburzenia i ponownego wykonania konstrukcji lub do wykonania innych zabiegów, które zaproponowane przez Wykonawcę muszą być przed wprowadzeniem formalnie zatwierdzone przez Inżyniera – w uzgodnieniu z Projektantem.

Wszystkie koszty badań laboratoryjnych obciążają Wykonawcę.

Badania wytrzymałości betonu przeprowadzić i wyniki oceniać zgodnie z PN-EN 12390-3.

#### 6.3.4. Nasiąkliwość betonu

Sprawdzenie nasiąkliwości betonu przeprowadza się przy ustalaniu składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej 1 raz w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m<sup>3</sup> betonu i na każde polecenie Inżyniera.

W przypadku konieczności dopuszcza się badanie nasiąkliwości na betonie wyciętym z konstrukcji, którą przeprowadza się co najmniej na 3 próbkach z wybranych losowo miejsc konstrukcji reprezentujących jakość innego betonu, po 28 dniach dojrzewania (badanie wg normy PN-88/B-06250).

##### **Nasiąkliwość betonu nie powinna być większa niż:**

Do 4 % - dla elementów obiektów inżynierskich mających bezpośredni kontakt z wodą i z chemicznymi środkami odladzającymi oraz dla betonowych prefabrykowanych elementów typu korytka ściekowe, krawężniki, betonowe płyty brukowe stanowiące ścieki przykrawężnikowe, przepusty drogowe itp.

Do 5 % - dla pozostałych elementów obiektów inżynierskich nie określonych wyżej oraz dla prefabrykowanych elementów betonowych nawierzchniowych typu kostka brukowa, trylinka, płyty MON, płyty ażurowe, obrzeża chodnikowe itp.

Szczegółowe wymagania dot. nasiąkliwości podano w Specyfikacjach związanych:

- STWiORB M.13.01.01.
- STWiORB M.13.02.02.

#### 6.3.5. Odporność na działanie mrozu

Sprawdzenie stopnia mrozoodporności przeprowadza się na próbkach wykonywanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m<sup>3</sup> betonu oraz na każde polecenie Inżyniera. W przypadku konieczności dopuszcza się również badanie na próbkach wyciętych z konstrukcji, dla których poleca się stosowanie badania wg metody przyspieszonej (badanie wg normy PN-88/B-06250).

Każde badanie przeprowadza się na 12 regularnych próbkach o minimalnym wymiarze boku lub średnicy próbki 100 mm. Próbki przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z normą PN-88/B-06250.

**Wymagany stopień mrozoodporności betonu F150** jest osiągnięty, jeśli po przeprowadzeniu badania dla 150 cykli zamarzania i rozmarzania:

- a) w przypadku badania metodą zwykłą:
  - próbka nie wykazuje pęknięć,
  - łączna masa ubytków betonu w postaci zniszczonych narożników i krawędzi, odprysków kruszywa itp. nie przekracza 5% próbek nie zamrażanych,
  - obniżenie wytrzymałości na ściskanie w stosunku do wytrzymałości próbek nie zamrażanych nie jest większe niż 20%.



### 6.3.6. Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu

Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu betonu, należy zmierzyć zgodnie z EN 12390-6. Jeżeli nie ma innych wskazań, wytrzymałość określa się na próbkach 28 dniowych. 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 w zbiorze | Kryterium 1   | Kryterium 2  |
|------------|------------------------------|---|--|
|            |                              | średnia z „n” wyników ( $f_{tm}$ ) [N/mm <sup>2</sup> ] | dowolny pojedynczy wynik badania ( $f_{ti}$ ) [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Początkowa | 3                            | $\geq f_{tk} + 0,5$                                     | $\geq f_{tk} - 0,5$  |
| Ciągła     | 15                           | $\geq f_{tk} + 1,48\sigma$                              | $\geq f_{tk} - 0,5$  |

### 6.3.7. Wodoszczelność

Sprawdzenie stopnia wodoprzepuszczalności przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m<sup>3</sup> betonu oraz na każde polecenie Inżyniera. Każde badanie przeprowadza się na 6 regularnych próbkach o wymiarach 150×150×150 mm. Próbkę przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z normą PN-EN 12390-8. Stopień wodoszczelności powinien wynosić W8.

### 6.3.8. Gęstość

Wszystkie betony wykonać jako beton zwykły. Gęstość betonu w stanie suchym 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>.

### 6.3.9. Dokumentacja badań

Na Wykonawcy robót spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratoria lub na zlecenie), przewidzianych niniejszymi "Wymaganiami" oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inżynierowi wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

## 6.4. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe dla elementów obiektów mostowych

Długość rys nie powinna przekraczać:

- dla rys w kierunku długości - podwójnej szerokości elementu i nie więcej niż 1 m,
- dla rys poprzecznych - połowy szerokości i nie więcej niż 0,5 m.

Pustki, raki i wykuszyny na powierzchniach poszczególnych elementów są niedopuszczalne. Elementy obciążone takimi niedociągnięciami należy poddać procedurze naprawczej, w sposób umożliwiający odtworzenie na uszkodzonych fragmentach planowanej na powierzchni faktury. System naprawczy wraz z technologią naprawy uszkodzonych elementów należy każdorazowo zgłosić do Inżyniera celem zaakceptowania procedury.

Dopuszcza się rysy skurczowe przy rozwarciu nie większym niż 0,2 mm.

## 6.5. Faktura i kolorystyka

Beton elementów wykonywanych jako monolityczne należy wykonać jako architektoniczny i powinien spełniać następujące wymagania:

- beton architektoniczny nie może być zrealizowany jako dodatkowa, oddzielnie wykonana warstwa,
- zastosowana przez Wykonawcę technologia zapewnić powinna warunki, że beton nie będzie wymagał pokrycia warstwą tynku lub inną powłoką kryjącą, tj. szalunki powinny być wyłożone wkładkami nadającymi betonowi jednolitą fakturę i kolor,
- faktura musi być tak dobrana, aby nie można było rozpoznać śladów stykania się szalunków i przerw technologicznych,
- kotwy i ściągi szalunkowe należy tak rozmieszczać, aby ich układ współgrał z zaprojektowaną fakturą betonu architektonicznego, tzn. aby ewentualne ślady po nich tworzyły estetyczny efekt wizualny,
- powierzchnie betonowe elementów przepustów należy pozostawić w naturalnej kolorystyce betonu,
- faktura oraz kolorystyka elementów podczas odbioru gwarancyjnego musi spełniać wszystkie ww. cechy. W razie niespełnienia któregokolwiek z warunków Wykonawca zobowiązany jest na własny koszt przeprowadzić naprawę poszczególnych elementów i przywrócić im stan pierwotny za pomocą technologii zaakceptowanej przez komisję wykonującą odbiór gwarancyjny,
- kolor wszystkich elementów betonowych powinien być zgodny z naturalnym kolorem betonu (RAL 7038).

## 7. Obmiar robót

Jednostką obmiaru robót jest 1 m<sup>3</sup> betonu wymaganej klasy elementów konstrukcji betonowej.

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

## 8. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

### 8.1. Rusztowania i deskowania

Badania przy odbiorze konstrukcji zmontowanych rusztowań z elementów składanych polegają na stwierdzeniu zgodności wyrobów oraz projektem i wymaganiami Polskich Norm powołanych w projekcie.

### 8.2. Wykonana konstrukcja betonowa

Należy sprawdzić podczas odbioru kryteria wymienione w punkcie 6 STWiORB.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pktu 6 dały wyniki pozytywne.

### 8.3. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- wykonanie deskowań i rusztowań,
- wykonanie betonu w konstrukcjach ulegających zakryciu (np.: fundamenty przed zasypaniem, powierzchnia górna płyty przed izolacją).

Odbiór robót zanikających powinien być zgodny z wymaganiami pkt. 8.1 STWiORB D-M.00.00.00 oraz zapisami niniejszej specyfikacji.

## 9. Podstawa płatności

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Cena wykonania robót obejmuje:

- prace pomiarowe i przygotowawcze,
- zakup i transport wyrobów oraz materiałów niezbędnych do wykonania robót,
- opracowanie receptury betonu,
- opracowanie Projektu technologicznego betonowania elementów,
- wykonanie Projektu deskowania i rusztowania,
- wykonanie rusztowania i deskowania wg ww. Projektu zaakceptowanego przez Inżyniera,
- oczyszczenie gruntu podłoża - deskowania,
- przygotowanie mieszanki betonowej,
- ułożenie mieszanki betonowej w nawilżonym deskowaniu wraz z zagęszczeniem,
- pielęgnacja betonu,
- rozebranie deskowania i rusztowania,
- usunięcie materiałów rozbiórkowych poza pas drogowy,
- uporządkowanie terenu robót
- wykonanie niezbędnych badań laboratoryjnych i pomiarów wymaganych w Specyfikacji.

Wykonanie i montaż zbrojenia uwzględniony jest oddzielnie.

Cena uwzględnia również odpady i ubytki materiałowe.

## 10. Przepisy związane

### 10.1.a. Polskie Normy

|               |   |
|---------------|---|
| PN-S-10040    | Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.                                   |
| PN-91/S-10042 | Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.   |
| PN-B-01800    | Antykorozyjne zabezpieczenie w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacje i określenie środowisk. |
| PN-B-01805    | Antykorozyjne zabezpieczenie w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Ogólne zasady ochrony.               |

|                  |  |
|------------------|--|
| PN-B-03200       | Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.   |
| PN-B-06264       | Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Badania radiofotograficzne wytrzymałości betonu na ściskanie.               |
| PN-91/B-06714/34 | Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej [A1:1997].  |
| PN-B-19707       | Cement - Cement specjalny - Skład, wymagania i kryteria zgodności [Az1:2006]   |
| PN-M-48090       | Rusztowania stalowe z elementów składanych do budowy mostów. Wymagania i badania przy odbiorze zmontowanych rusztowań. |
| PN-92/D-95017    | Drewno wielkowymiarowe iglaste. Wspólne wymagania i badania.   |
| PN-91/D-95018    | Drewno średniowymiarowe iglaste. Wspólne wymagania i badania.  |
| PN-75/D-96000    | Tarcica iglasta ogólnego przeznaczenia.  |
| PN-72/D-96002    | Tarcica liściasta ogólnego przeznaczenia.  |
| PN-D-97005/01    | Sklejka. Podział, terminologia oraz pomiar wad.  |
| PN-D-97005/19    | Sklejka. Sklejka do deskowań. Wymagania i badania.   |

#### **10.1.b. Polskie Normy – oparte na EN, ISO**

|                      |   |
|----------------------|---|
| 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 [A1:2009]  |
| PN-EN 196-6          | Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia.   |
| PN-EN 196-7          | Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowywania próbek.  |
| PN-EN 196-21         | Metody badania cementu. Oznaczanie zawartości chlorków, dwutlenku węgla i alkaliów w cemencie   |
| PN-EN 196-21/Ak:1996 | Metody badania cementu. Oznaczanie zawartości chlorków, dwutlenku węgla i alkaliów w cemencie; uzupełnienie krajowe dotyczące aparatury do oznaczania CO <sub>2</sub> |
| PN-EN 197-1          | Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku  |
| PN-EN 197-2          | Cement. Ocena zgodności   |
| PN-EN 206-1          | Beton. Część 1: Wymagania właściwości, produkcja i zgodność.  |
| PN-EN 480-2          | Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Metody badań - Część 2: Oznaczanie czasu wiązania  |

|               |   |
|---------------|---|
| PN-EN 933-1   | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania. [A1:2006].                             |
| PN-EN 933-4   | Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren. Wskaźnik kształtu                                    |
| PN-EN 934-2   | Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Domieszki do betonu. Definicje i wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie [A1:2005]   |
| PN-EN 1008    | Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej |
| PN-EN 1097-5  | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją             |
| PN-EN 1097-6  | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości.                                   |
| PN-EN 1367-1  | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Oznaczanie mrozoodporności.                |
| PN-EN 1367-6  | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Mrozoodporność w obecności soli.           |
| PN-EN 10021   | Ogólne techniczne warunki dostaw stali i wyrobów stalowych.   |
| PN-EN 10025-1 | Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy                                      |
| PN-EN 12350-1 | Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek   |
| PN-EN 12350-2 | Badania mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka  |
| PN-EN 12350-3 | Badania mieszanki betonowej. Część 3: Badanie konsystencji metodą Vebe  |
| PN-EN 12350-4 | Badania mieszanki betonowej. Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności                                  |
| PN-EN 12350-5 | Badania mieszanki betonowej. Część 5: Badanie konsystencji metodą stolika rozpliwowego  |
| PN-EN 12350-6 | Badania mieszanki betonowej. Część 6: Gęstość   |
| PN-EN 12350-7 | Badania mieszanki betonowej. Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe  |
| PN-EN 12390-1 | Badania betonu. Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form   |
| PN-EN 12390-2 | Badania betonu.. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.   |

|               |  |
|---------------|--|
| PN-EN 12390-3 | Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania.  |
| PN-EN 12390-4 | Badania betonu. Część 4: Wytrzymałość na ściskanie. Wymagania dla maszyn wytrzymałościowych                        |
| PN-EN 12390-6 | Badania betonu. Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania                           |
| PN-EN 12390-7 | Badania betonu. Część 7: Gęstość betonu  |
| PN-EN 12390-8 | Badania betonu. Część 8: Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem  |
| PN-EN 12504-1 | Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe. Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie |
| PN-EN 12504-2 | Badania betonu w konstrukcjach. Część 2: Badanie nieniszczące. Oznaczanie liczby odbicia [Ap1:2004]                |
| PN-EN 12620   | Kruszywa do betonu.  |

## 10.2. Polskie Normy – wycofane lub zastąpione

|               |   |
|---------------|---|
| PN-88/B-06250 | <i>Beton zwykły.</i>  |
| PN-63/B-06251 | <i>Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne</i>  |
| PN-B-06261    | <i>Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.</i>                            |
| PN-B-06262    | <i>Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta.</i> |

## 10.3. Branżowe Normy

|               |  |
|---------------|--|
| BN-88/6731-08 | <i>Cement. Transport i przechowywanie.</i> |
|---------------|--|

## 10.4. Pozostałe przepisy

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 3.08 2000 r.)

Zalecenia dotyczące stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym – IBDiM.

Zalecenia do wykonywania oraz odbioru, napraw i ochrony powierzchniowej betonu w konstrukcjach mostowych. GDDP, 1998.

Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „in situ” w nowo budowanych konstrukcjach obiektów mostowych. GDDP, 1998

**UWAGA**    **Aprobaty techniczne dotyczące cementów i domieszek do betonów w trakcie trwania budowy mogą utracić ważność, a Producent nie będzie występował o ich przedłużenie. Badania i ocenę wymagań prowadzić wg odpowiednich norm ww. materiałów.**

## 11. Załącznik

Klasa betonu wg PN-B-06250:1988 [11] jest to symbol literowo-liczbowy np. B30 klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie; liczba po literze B oznacza wytrzymałość gwarantowaną  $R_b^G$  (np. beton klasy B30 przy  $R_b^G = 30$  MPa).

Zależności między klasą betonu wg PN EN 206-1:2003[20] i PN-B-06250:1988 podano w poniższej tablicy.

Tablica. Zależności między klasą betonu wg PN EN 206-1:2003[20] i PN-B-06250:1988

|                        | Klasa betonu wg PN-EN 206-1:2003 | Klasa betonu wg PN-B-06250:1988 | Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach sześciennych 150x150 mm $f_{ckcube}$ N/mm <sup>2</sup> (wg PN-EN 206-1 i PN-B/88-06250) | Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczana na próbkach walcowych 150/300 mm $f_{ckcyl}$ N/mm <sup>2</sup> (wg PN-EN 206-1) |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|--|
| Beton niekonstrukcyjny | C8/10                            | B10                             | 10   | 8  |
|                        | C12/15                           | B15                             | 15   | 12   |
|                        | C16/20                           | B20                             | 20   | 16   |
| Beton konstrukcyjny    | C20/25                           | B25                             | 25   | 20   |
|                        | C25/30                           | B30                             | 30   | 25   |
|                        |                                  | B35                             |  |  |
|                        | C30/37                           |                                 | 37   | 30   |
|                        |                                  | B40                             |  |  |
|                        | C35/45                           | B45                             | 45   | 35   |
|                        | C40/50                           | B50                             | 50   | 40   |
|                        | C45/55                           | B55                             | 55   | 45   |
|                        | C50/60                           | B60                             | 60   | 50   |
|                        | i wyższe                         |                                 |  |  |

