

Minimalna odległość od krzywizny pręta do miejsca gdzie można na nim położyć spoinę wynosi 10d. Na zimno, na budowie można wykonywać odgięcia prętów średnicy  $d < 12$  mm. Pręty o średnicy  $d > 12$  mm powinny być odginane z kontrolowanym podgrzewaniem.

Wewnętrzna średnica odgięcia prętów zbrojenia głównego, poza odgięciem w obrębie haka, powinna być nie mniejsza niż:

- 5d dla stali klasy A-I
- 10d dla stali klasy A-II

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

Wewnętrzna średnica odgięcia strzemion i prętów montażowych powinna spełniać warunki podane dla haków.

Należy zwrócić uwagę przy odbiorze haków (odgięć) prętów na ich zewnętrzną stronę. Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania.

### 5.3. Montaż zbrojenia

#### 5.3.1. Wymagania ogólne

Do zbrojenia betonu należy stosować stal spawalną (PN-91/S-10024).

Wymaga się następujących klas stali:

- A-0 - dla elementów drugorzędnych, nie konstrukcyjnych
- A-I i A-II (PN-91/S-10041, PN-89/M-84023/06) dla elementów nośnych.

Układ zbrojenia w konstrukcji musi umożliwić jego dokładne otoczenie przez jednorodny beton.

Po ułożeniu zbrojenia w deskowaniu, rozmieszczenie prętów względem siebie i względem deskowania nie może ulec zmianie.

W konstrukcję można wbudować stal pokrytą co najwyżej nalotem nie łuszczącej się rdzy. Nie można wbudowywać stali zatłuszczonej smarami lub innymi środkami chemicznymi, zabrudzonej farbami zablokowanej i oblodzonej stali, która była wystawiona na działanie stężonej wody. Stan powierzchni wkładek zbrojeniowych ma być zadowalający bezpośrednio przed betonowaniem.

Możliwe jest wykonanie zbrojenia z prętów o innej średnicy niż przewidziane w Dokumentacji Projektowej oraz zastosowanie innego gatunku stali: zmiany te wymagają zgody pisemnej Inspektora.

Minimalna grubość otuliny zewnętrznej w świetle prętów i powierzchni przekroju elementu żelbetowego powinna wynosić co najmniej:

- ◆ 0,07 m dla zbrojenia głównego fundamentów i podpór masywnych
- ◆ 0,055 m dla strzemion fundamentów i podpór masywnych
- ◆ 0,05 m dla prętów głównych lekkich podpór i pali
- ◆ 0,03 m dla zbrojenia głównego dźwigarów
- ◆ 0,025 m dla strzemion dźwigarów głównych i zbrojenia płyt pomostów

Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią wysokość w trakcie betonowania jest niedopuszczalne.

Niedopuszczalne jest chodzenie i transportowanie materiałów po wykonanym szkielecie zbrojeniowym.

#### 5.3.2. Montaż zbrojenia

##### 5.3.2.1. Łączenie prętów za pomocą spawania

Zaleca się następujące rodzaje spawanych połączeń prętów:

- ◆ nakładkowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym
- ◆ nakładkowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym
- ◆ zakładowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym
- ◆ zakładowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym

##### 5.3.2.2. Łączenie pojedynczych prętów na zakład bez spawania

Dopuszcza się łączenie na zakład bez spawania (wiązanie drutem) prętów prostych, prętów z hakami oraz zbrojenia wykonanego z drutów w postaci pętlic.

##### 5.3.2.3. Skrzyżowania prętów

Skrzyżowania prętów należy wiązać drutem wiązałkowym, zgrzewać lub łączyć tzw. słupkami dystansowymi. Drut wiązałkowy, wyżarzony o średnicy 1 mm używa się do łączenia prętów o średnicy do 12 mm. Przy średnicach większych należy stosować drut o średnicy 1,5 mm. W szkielecie zbrojenia belek i słupów należy łączyć wszystkie skrzyżowania prętów narożnych ze strzemionami.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST *DM-00.00.00. Wymagania ogólne pkt. 6*

Dopuszczalne tolerancje wymiarów w zakresie cięcia, gięcia i rozmieszczania zbrojenia podaje tabela Nr 3. Niezależnie od tolerancji podanych w tabeli obowiązują następujące:

- ◆ dopuszczalne odchylenie strzemion od linii prostopadłej do zbrojenia głównego nie powinno przekraczać 3 %
- ◆ różnica w wymiarach oczek siatki nie powinna przekraczać + 3 mm
- ◆ dopuszczalna różnica w wykonaniu siatki na jej długości nie powinna przekraczać +25 mm
- ◆ liczba uszkodzonych skrzyżowań w dostarczonych na budowę siatkach nie powinna przekraczać 20 % w stosunku do wszystkich skrzyżowań w siatce. Liczba uszkodzonych skrzyżowań na jednym przęcie nie może przekraczać 25 % ogólnej ich liczby na tym przęcie
- ◆ różnice w rozstawie między prętami głównymi w belkach nie powinny przekraczać +50 mm
- ◆ różnice w rozstawie strzemion nie powinny przekraczać + 20 mm.

Tabela 3. Dopuszczalne tolerancje wymiarów w zakresie cięcia, gięcia i rozmieszczania zbrojenia

Parametr	Zakresy tolerancji	Dop. Odchyłka
Cięcia prętów (L - długość wg. projektu)	dla L < 6,0 m dla L > 6,0 m	20 mm 30 mm
Odgięcia (odchylenia w stosunku do położenia określonego w projekcie)	dla L < 0,5 m dla 0,5 m < L < 1,5 m dla L > 1,5 m	10 mm 15 mm 20 mm
Usytuowanie prętów:		
a) otulenie (zmniejszenie wymiaru w stosunku do wymagań projektu)		< 5 mm
b) odchylenie dodatnie (h-całkowita grubość elementu)	dla h < 0,5 m dla 0,5 m < h < 1,5 m dla h > 1,5 m	10 mm 15 mm 20 mm
c) odstęp między sąsiednimi równoległymi prętami (kablami)	a < 0,05 m	5 mm
a - odległość projektowana między powierzchniami przyległych prętów	a < 0,20 m a < 0,40 m a > 0,40 m	10 mm 20 mm 30 mm
d) odchylenia w relacji do grubości lub szerokości w każdym punkcie zbrojenia lub otworu kablowego	b < 0,25 m b < 0,50 m	10 mm 15 mm
b - całkowita grubość lub szerokość elementu	b < 1,50 m b > 1,50 m	20 mm 30 mm

## 7. OBMIAK

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST *M-.00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 7*

Jednostką obmiaru jest **kg**.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru podano w ST *M-.00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 8*

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne wymagania płatności podano w ST *DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 9*

Płatność - za ilość kg wykonanego i wbudowanego zbrojenia oraz oceną jakości robót.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

PN-86/H-84018	Stal niskostopowa o podwyższonej wytrzymałości. Gatunki
PN-82/H-93215	Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
PN-91/S-10042	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
PN-91/H-04310	
PN-90/H-04408	
PN-90/H-01103	
PN-87/H-01104	
PN-88/H-01105	
PN-89/H-84023/01	
PN-89/H-84023/06	

## M-12.01.01. ZBROJENIE BETONU STAŁĄ KLASY (A-I) St3SX-b

### 1. WSTĘP

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem i montażem zbrojenia betonu konstrukcji mostowych, stałą (A I) St3SX-b.

#### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót związanych z:

### REMONTEM MOSTU PRZEZ rz. SŁUPIĘ w km 1 + 050 DROGI WOJEWÓDZKIEJ nr 39125 CHARNOWO – GAŁĘZINOWO

#### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji, mają zastosowanie przy wykonywaniu i montażu zbrojenia w elementach konstrukcyjnych mostu i obejmują:

- |  |   |          |
|--|---|----------|
| - zbrojenie kap chodnika i podwieszenia sieci wod-kan  | ⇒ | 1,094 Mg |
| - zbrojenie oczepu umocnienia nabrzeża $0,124+0,294 =$ | ⇒ | 0,418 Mg |

<b>Razem:</b>	<b>1,512 Mg</b>
---------------	-----------------

## 2. MATERIAŁY

Stal zbrojeniowa:

- (A I) St3SX-b

Stal zbrojeniowa dostarczona na budowę powinna mieć atest hutniczy.

## 3. SPRZĘT

Prace zbrojarskie należy wykonywać specjalistycznymi urządzeniami stanowiącymi wyposażenie zbrojarni. Zastosowany sprzęt wymaga akceptacji Inspektora.

## 4. TRANSPORT

Obowiązują warunki zawarte w M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

Obowiązują warunki zawarte w M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Obowiązują warunki zawarte w M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania.

## 7. OBMIAR

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 7.

Jednostką obmiaru jest Mg

Do obliczenia ilości przyjmuje się teoretyczną ilość (kg) zmontowanego uzbrojenia tj. łączną długość prętów pomnożoną przez ich ciężar jednostkowy w (kg/m).

Nie dolicza się stali użytej na zakłady przy łączeniu prętów, przekładek montażowych ani drutu wiązałkowego.

Nie uwzględnia się też zwiększonej ilości materiału w wyniku stosowania przez Wykonawcę prętów o średnicach większych od wymaganych w Dokumentacji Projektowej.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w ST *DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 8.*

Badania należy przeprowadzać wg ST *M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania. pkt. 6*

Wyniki badań przedstawić przy sporządzaniu protokołu odbioru ostatecznego robót.

Jeżeli wszystkie badania dały wyniki dodatnie, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami.

Jeżeli choć jedno badanie dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami norm i ST. W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru.

## 9. PŁATNOŚĆ

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w ST *DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 9.*

Płatność - za ilość Mg wykonanego zbrojenia zgodnie z pkt. 1.3. i oceną jakości wykonanych robót.

Cena obejmuje:

Dostarczenie materiału, oczyszczenie i prostowanie, wygięcie, przycinanie, łączenie prętów poprzez ich spawanie: „na zakład” lub „styk” oraz montaż zbrojenia przy użyciu drutu wiązałkowego, a także oczyszczenie terenu robót z odpadów zbrojenia stanowiących własność Wykonawcy.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

Według: *M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania pkt. 10*

## M-12.01.02. ZBROJENIE BETONU STAŁĄ KLASY (A-II) 18G2-b

### 1. WSTĘP

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru zbrojenia, betonowych elementów konstrukcji mostowych stałą (A II) 18G2-b.

#### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót związanych z:

### REMONTEM MOSTU PRZEZ rz. SŁUPIĘ w km 1 + 050 DROGI WOJEWÓDZKIEJ nr 39125 CHARNOWO – GAŁĘZINOWO

#### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji, mają zastosowanie przy wykonywaniu i montażu zbrojenia w elementach konstrukcyjnych mostu i obejmują:

- zbrojenie płyty współpracującej z dźwigarami	⇒	10,434 Mg
- zbrojenie przyczółka	⇒	5,657 Mg
- zbrojenie przebudowywanych filarów	⇒	4,130 Mg
- zbrojenie nisz dylatacyjnych	⇒	0,226 Mg
- zbrojenie płyt przejściowych	⇒	3,391 Mg
- zbrojenie oczepu umocnienia nabrzeża	⇒	0,063 Mg
- kotwienie barieroporęczy	⇒	0,499 Mg

**Razem: 24,400 Mg**

### 2. MATERIAŁY

Stal zbrojeniowa:

- (A II) 18G2-b

Stal zbrojeniowa dostarczona na budowę powinna mieć atest hutniczy.

### 3. SPRZĘT

Prace zbrojarskie należy wykonywać specjalistycznymi urządzeniami stanowiącymi wyposażenie zbrojarni. Zastosowany sprzęt wymaga akceptacji Inspektora.

### 4. TRANSPORT

Obowiązują warunki zawarte w M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania.

### 5. WYKONANIE ROBÓT

Obowiązują warunki zawarte w M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania.

### 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Obowiązują warunki zawarte w ST M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania.

### 7. OBMIAR

Jednostką obmiaru jest Mg.

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 7.

Do obliczenia ilości przyjmuje się teoretyczną ilość (kg) zmontowanego uzbrojenia tj. łączną długość prętów pomnożoną przez ich ciężar jednostkowy w (kg/m).

Nie dolicza się stali użytej na zakłady przy łączeniu prętów, przekładek montażowych ani drutu wiązałkowego.

Nie uwzględnia się też zwiększonej ilości materiału w wyniku stosowania przez Wykonawcę prętów o średnicach większych od wymaganych w Dokumentacji Projektowej.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w ST *DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 8.*

Badania należy przeprowadzać wg ST *M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania. pkt.6*

Jeżeli wszystkie badania dały wyniki dodatnie, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami.

Jeżeli choć jedno badanie dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami norm i ST.

W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru.

## 9. PŁATNOŚĆ

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w ST *DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 9.*

Płatność - za ilość Mg wykonanego zbrojenia zgodnie z pkt. 1.3. i oceną jakości wykonanych robót.

Cena obejmuje:

Dostarczenie materiału, oczyszczenie i prostowanie, wygięcie, przycinanie, łączenie prętów poprzez ich spawanie: „na zakład” lub „styk” oraz montaż zbrojenia przy użyciu drutu wiązałkowego, a także oczyszczenie terenu robót z odpadów zbrojenia stanowiących własność Wykonawcy.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

Według: *M-12.01.00. Stal zbrojeniowa - wymagania. pkt.10*

## M-13.00.00. BETON

### M-13.01.00. BETON KONSTRUKCYJNY - WYMAGANIA

#### 1. WSTĘP

##### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące materiałów, wykonania i odbioru mieszanek betonowych i betonów zwykłych klasy B30 i powyżej.

##### 1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót związanych z:

#### REMONTEM MOSTU PRZEZ rz. SŁUPIĘ w km 1 + 050 DROGI WOJEWÓDZKIEJ nr 39125 CHARNOWO – GAŁĘZINOWO

##### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania i odbioru robót związanych z :

- ◆ materiałami do mieszanek betonowych klasy B30 i powyżej,
- ◆ wytwarzaniem betonu,
- ◆ transportem betonu,
- ◆ układaniem betonu,
- ◆ badaniem betonu.

##### 1.4. Określenia podstawowe

- mieszanka betonowa - mieszanina wszystkich składników użytych do wykonania betonu przed i po zagęszczeniu, przed rozpoczęciem jego twardnienia
- konsystencja i urabialność - zespół cech określających właściwości mieszanki betonowej, od których zależy łatwość wypełniania formy i zdolność zachowania kształtu po rozformowaniu zaraz po zagęszczeniu
- domieszka do betonu - dodatek w ilości nie przekraczającej 5% zawartości cementu mający na celu poprawienie konsystencji i urabialności mieszanki betonowej

##### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST *DM-00.00.00. Wymagania ogólne*

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami Inżyniera oraz Wymaganiami i zaleceniami dotyczącymi wykonania betonów do konstrukcji mostowych, wydanymi przez GDDP-Warszawa 1990 r.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Cement

Cement jest najważniejszym składnikiem betonu i powinien posiadać następujące właściwości:

- ◆ wysoką wytrzymałość
- ◆ mały skurcz szczególnie w okresie początkowym
- ◆ wydzielanie małej ilości ciepła przy wiązaniu

Celem otrzymania betonu w dużym stopniu nieprzepuszczalnego i trwałego, a więc odpornego na działanie agresywnego środowiska, do konstrukcji mostowych należy stosować wyłącznie cement portlandzki (bez dodatków), o podwyższonej odporności na wpływy chemiczne.

Do betonu klasy B30 do B40 należy stosować cement marki 45. Wymaga się, aby cement ten charakteryzował się następującym składem:

- ♦ zawartość krzemianu trójwapniowego (alitu) C3S 50-60 %
- ♦ zawartość glinianu trójwapniowego C3A, możliwie niska do 7 %
- ♦ zawartość alkaliów do 0,6 %,
- ♦ przy stosowaniu kruszywa niereaktywnego do 0,9 %

Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w PN-88/B-3000. Nie dopuszcza się występowania w cemencie grudek nie dających się rozgnieść w palcach.

Wykonawca powinien dokonywać kontroli cementu przed użyciem go do wykonania mieszanki betonowej, nawet bez oczekiwania na zlecenie Inspektora w urzędowym laboratorium do badań materiałowych i przekazywać Inspektorowi kopie wszystkich świadectw tych prób, dokonując jednocześnie odpowiednich zapisów w Dzienniku Budowy. Obowiązkiem Inspektora jest żądanie powtórzenia badań tej samej partii cementu, jeśli istnieje podejrzenie obniżenia jakości cementu spowodowane jakkolwiek przyczyną.

Kontrola cementu winna obejmować:

- ♦ oznaczenie czasu wiązania wg. PN-88/B-04300
- ♦ oznaczenie zmiany objętości wg. PN-88/B-04300
- ♦ sprawdzenie zawartości grudek (zbryleń) cementu nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

Cement należy przechowywać w sposób zgodny z postanowieniami normy BN-88/6731-08.

## 2.2. Kruszywo

Kruszywo powinno spełniać wszystkie wymagania normy PN-86/B-06712 (wymagania dla kruszyw do betonów klasy powyżej B25). Powinno składać się z elementów niewrażliwych na przemarzanie, nie zawierać składników łamliwych, pyłających czy o budowie warstwowej, gipsu ani rozpuszczalnych siarczanów, piryków, piryków gliniastych i składników organicznych.

Wykonawca powinien dostarczyć pisemne stwierdzenie, w oparciu o wykonane badania mineralogiczne, o braku obecności form krzemionki (opal, chalcedon, trydymit) i wapieni dolomitycznych reaktywnych w stosunku do alkaloidów zawartych w cemencie, wykonując niezbędne badania laboratoryjne.

## 2.3. Kruszywo grube

Do betonów klas B30 i wyższych należy stosować wyłącznie grysy granitowe lub bazaltowe o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm. Stosowanie grysów z innych skał dopuścić można pod warunkiem zbadania ich w placówce badawczej wskazanej przez Inwestora, i uzyskania wyników spełniających podane niżej wymagania.

Grysy powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- ♦ zawartość pyłów mineralnych 1 %
- ♦ zawartość ziaren nieforemnych (wydłużonych i płaskich) do 20 %
- ♦ wskaźnik rozkruszenia:
  - dla grysów granitowych do 16 %
  - dla grysów bazaltowych i innych do 8 %
- ♦ nasiąkliwość do 1,2 %
- ♦ mrozoodporność wg. metody bezpośredniej do 2 %
- ♦ mrozoodporność wg. zmodyfikowanej metody bezpośredniej (wg. BN-84/6774-02) do 10 %
- ♦ reaktywność alkaliczna z cementem określona wg. PN-78/B-06714/34 nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1 %
- ♦ zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %
- ♦ zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

Żwir powinien spełniać wymagania PN-86/B-06712 „Kruszywa mineralne do betonu” dla marki 30 w zakresie cech fizycznych i chemicznych. Ponadto ogranicza się do 10 % mrozoodporność żwiru badaną zmodyfikowaną metodą bezpośrednią. W kruszywie grubym, tj. w grysach i żwirach nie dopuszcza się grudek gliny. Zaleca się, aby zawartość podziarna nie przekraczała 5 %, a nadziarna 10 %.

Kruszywo pochodzące z każdej dostawy musi być poddane badaniom niepełnym obejmującym:

- ♦ oznaczenie składu ziarnowego wg. PN-78/B-06714/15
- ♦ oznaczenie zawartości ziaren nieforemnych wg. PN-78/B-06714/16
- ♦ oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg. PN-78/B-06714/13
- ♦ oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg. PN-78/B-06714/12
- ♦ oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

Należy zobowiązać dostawcę do przekazywania dla każdej partii kruszywa wyników badań pełnych oraz okresowo badania specjalne dotyczące reaktywności alkalicznej.

## 2.4. Kruszywo drobne

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm pochodzenia rzecznoego lub kompozycja piasku rzecznoego i kopalnianego uszlachetnionego.

Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okrucowym piasku powinna wynosić:

- ♦ do 0,25 mm ⇒ 14÷19 %, do 0,5 mm 33 do 48 %
- ♦ do 1,00 mm ⇒ 57÷76 % z jednoczesnym spełnieniem wymagań zawartych w PN-78/B-06714/15 pkt. c

Piasek powinien spełniać następujące wymagania:

- ♦ zawartość pyłów mineralnych do 1,5 %
- ♦ reaktywność alkaliczna z cementem wg PN-78/B-06714/34 nie wywołuje zwiększenia wymiarów ponad 0,1 %
- ♦ zawartość związków siarki do 0,2 %
- ♦ zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %
- ♦ zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

W kruszywie drobnym nie dopuszcza się grudek gliny. Piasek pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom niepełnym obejmującym:

- ♦ oznaczenie składu ziarnowego wg. PN-78/B-06714/15
- ♦ oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg. PN-78/B-06714/13
- ♦ oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg. PN-78/B-06714/12
- ♦ oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczając jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

Należy zobowiązać dostawcę do przekazywania dla każdej dostawy piasku wyników badań pełnych oraz okresowo wynik badania specjalnego dotyczącego reaktywności alkalicznej.

## 2.5. Uziarnienie kruszywa

Mieszanki kruszywa drobnego i grubego wymieszane w odpowiednich proporcjach powinny utworzyć stałą kompozycję granulometryczną, która pozwoli na uzyskanie wymaganych właściwości zarówno świeżego betonu (konsystencja, jednorodność, urabialność, zawartość powietrza) jak i stwardniałego (wytrzymałość, przepuszczalność, moduł sprężystości, skurcz).

Krzywa granulometryczna powinna zapewnić uzyskanie maksymalnej szczelności betonu przy minimalnym zużyciu cementu i wody. Szczególną uwagę należy zwrócić na uziarnienie piasku w celu zredukowania do minimum wydzielania mlecza cementowego. Kruszywo powinno składać się z co najmniej 3 frakcji; dla frakcji najdrobniejszej pozostałość na sicie o boku oczka 5 mm nie może być większa niż 5 %. Poszczególne frakcje nie mogą zawierać uziarnienia przynależnego do frakcji niższej w ilości przewyższającej 15 % i uziarnienia przynależnego do frakcji wyższej w ilości przekraczającej 10 % całego składu frakcji.

Zaleca się betony klasy B35 i wyżej wykonywać z kruszywem o uziarnieniu ustalonym doświadczalnie, podczas projektowania składu mieszanki betonowej. Do betonu klasy B25 i B30 należy stosować kruszywo o łącznym uziarnieniu mieszczącym się w granicach podanych na wykresach i według tabeli podanych poniżej.

Zalecane graniczne uziarnienie kruszywa

Bok oczka sita mm	Przechodzi przez sito w %	
	Kruszywo do 16 mm	Kruszywo do 31,5 mm
0,25	3 ÷ 8	2 ÷ 8
0,50	7 ÷ 20	5 ÷ 18
1,00	12 ÷ 32	8 ÷ 28
2,00	21 ÷ 42	14 ÷ 37
4,00	36 ÷ 56	23 ÷ 47
8,00	60 ÷ 76	38 ÷ 62
16,00	100	62 ÷ 80
31,50		100

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

## 2.6. Woda

Woda zarobowa do betonu powinna spełniać wszystkie wymagania PN-88/B-32250 „Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw”. Powinna pochodzić ze źródeł nie budzących żadnych wątpliwości, lub dobrze zbadanych. Stosowanie wody z wodociągu nie wymaga badań.

Część wody zarobowej jest potrzebna do wiązania betonu, jest to woda aktywna, chemicznie związana w betonie. Ilość wody niezbędna do wiązania daje stosunek cementowo-wodny  $w/c = 0,2 \div 0,25$ . Reszta wody służy do zwilżenia kruszywa i nadania mieszance betonowej odpowiedniej konsystencji jest to woda bierna, która z biegiem czasu wyparuje z betonu pozostawiając mikro i makropory obniżające wytrzymałość betonu. Woda powinna być dodawana w możliwie najmniejszych ilościach w stosunku do założonej wytrzymałości i stopnia urabialności mieszanki betonowej, biorąc pod uwagę również ilości wody zawarte w kruszywie, w sposób pozwalający na zachowanie możliwie małego stosunku  $w/c = 0,4$ .

## 2.7. Dodatki i domieszki do betonu

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu uplastyczniającym. Zaleca się doświadczać sprawdzenie skuteczności domieszek przy ustalaniu receptury mieszanki betonowej. W celu uzyskania betonów w dużym stopniu nieprzepuszczalnych i trwałych o niskim stosunku  $w/c$  i wysokiej urabialności, zaleca się stosować plastyfikator Sikament.

## 2.8. Dodatek uplastyczniający - superplastyfikator Sikament NN-20 i FF-20.

Superplastyfikatorem nazywamy domieszkę powodującą powstanie tzw. podwójnej warstwy jonowej wokół ziaren cementu, a w konsekwencji znaczną redukcję sił tarcia i intensywne zdyspergowanie zaczynu cementowego. Środki takie pozwalają na zredukowanie ilości wody zarobowej nawet o  $30 \div 35\%$  przy zachowaniu tej samej konsystencji albo na upłynnienie mieszanki od konsystencji wilgotnej do ciekłej. Efektem zdyspergowania aglomeratów ziaren cementu jest uzyskanie większej powierzchni aktywnej hydratacji, co daje dodatkowy przyrost wczesnych i końcowych wytrzymałości betonu. Superplastyfikatory dają efekt samozagęszczania się mieszanki i usuwania z niej nadmiaru powietrza, spełniają więc równocześnie funkcję domieszek zagęszczających. Przewiduje się zastosowanie superplastyfikatorów Sikament.

**Sikament NN-20** jest zmodyfikowaną, 20-procentową odmianą Sikamentu NN, pozwalającą na uzyskanie bardzo wysokich wczesnych wytrzymałości betonu (silniejszy pod tym względem jest tylko Sikament FF) przy jednoczesnym zachowaniu czasu działania rzędu 1 godz.

Dozuje się go przeciętnie w ilości  $12 \div 14$  ml/kg cementu, maksymalnie do 20 ml/kg cementu. Można go z powodzeniem stosować do betonu transportowanego, dozując zarówno pierwotnie: w węźle betoniarskim jak i wtórnie: bezpośrednio przed betonowaniem.

**Sikament FF-20** jest to 20-procentowa odmiana Sikamentu FF, o czasie działania rzędu 45 minut, stosowana tam, gdzie zadowala nas uzyskanie niższych przyrostów wczesnej wytrzymałości betonu, która przy (maksymalnie można dozować również 20 ml/kg cementem) jest z reguły o kilka procent niższa, niż w przypadku osiągnięcia tej samej konsystencji Sikamentem FF.

Superplastyfikatory Sikament umożliwiają poprawienie następujących parametrów betonu:

- ◆ redukcję ilości wody zarobowej rzędu 30 %
- ◆ lepszą pompowalność betonu, łatwiejsze układanie i zagęszczanie
- ◆ ograniczenie, a nawet wyeliminowanie konieczności wibrowania
- ◆ znaczny przyrost wczesnych i końcowych wytrzymałości betonu

## 3. SPRZĘT

Instalacje do wytwarzania betonu przed rozpoczęciem produkcji powinny być poddane oględzinom Inspektora. Instalacje te powinny być typu automatycznego przy wagowym dozowaniu kruszywa, cementu, wody i dodatków. Silosy na cement muszą mieć zapewnioną doskonałą szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną. Wagi do dozowania cementu powinny być kontrolowane co najmniej raz na dwa miesiące i rektyfikowane na rozpoczęcie produkcji, a następnie przynajmniej raz na rok. Urządzenia dozujące wodę powinny być sprawdzane co najmniej raz na miesiąc. Mieszanie składników powinno odbywać się wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych). Objętość mieszalników betoniarek musi zabezpieczać pomieszczenie w nim, wszystkich składników ważonych bez wyrzucania na zewnątrz.

## 4. TRANSPORT

Transport betonu z wytwórni do miejsca wbudowania, powinien być wykonywany przy użyciu odpowiednich środków w celu uniknięcia segregacji pojedynczych składników i zniszczenia betonu.

Mieszanka betonowa powinna być transportowana w mieszalnikach samochodowych (tzw. gruszkach), a czas transportu nie powinien być dłuższy niż:

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

Nie są dozwolone samochody skrzyniowe ani wywrotki. Zaleca się podawanie betonu do miejsca wbudowania za pomocą specjalnych pojemników o konstrukcji umożliwiającej łatwe ich opróżnianie lub pompy przystosowanej do podawania mieszanek plastycznych.

Użycie pomp jest dozwolone pod warunkiem, że przedsiębiorstwo zastosuje odpowiednie środki celem utrzymania ustalonego stosunku W/C w betonie przy wylocie.

Jeśli transport mieszanki do pojemnika będzie wykonywany przy użyciu betoniarki samochodowej, jej jednorodność powinna być kontrolowana w czasie rozładunku.

Obowiązkiem Inspektora jest odrzucenie transportu betonu nie odpowiadającego opisanym wyżej wymaganiom.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Wytwarzanie betonu

Wytwarzanie betonu powinno odbywać się w wytwórni w której:

- ♦ Dozowanie kruszywa powinno być wykonywane z dokładnością 2%.
- ♦ Dozowanie cementu powinno odbywać się na niezależnej wadze, o większej dokładności.
- ♦ Do wody i dodatków dozwolone jest również dozowanie objętościowe.
- ♦ Dozowanie wody winno być dokonywane z dokładnością 2%.

Czas i prędkość mieszania powinny być tak dobrane, by produkować mieszankę odpowiadającą warunkom jednorodności, o których była mowa powyżej. Zarób powinien być jednorodny, posiadać jednolitą spójność, by w czasie transportu i innych operacji nie wystąpiło oddzielanie poszczególnych składników.

Urabialność mieszanki powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawibrowaniu bez wystąpienia pustek w masie betonowej lub na jej powierzchni. Urabialność nie może być osiągana przy większym zużyciu wody niż przewidziano w recepturze mieszanki. Inspektor może zezwolić na stosowanie środków napowietrzających, plastyfikatorów i upłynniaczy, nawet jeśli ich zastosowanie nie było przewidziane w PW.

Produkcja betonu i betonowanie powinny zostać przerwane, gdy temperatura spadnie poniżej 0° C, za wyjątkiem sytuacji szczególnych, lecz wtedy Inspektor wyda każdorazowo dyspozycję na piśmie z podaniem warunków betonowania.

Skład mieszanki betonowej powinien przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelność ułożenia mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie. Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczanej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych ( przy średniej temperaturze dobowej  $>10^{\circ}\text{C}$  ), średnie wymagane wytrzymałości na ściskanie betonu poszczególnych klas przyjmuje się równe wartościom  $1,3 R_{\text{Bt}}$ .

W przypadku odmiennych warunków wykonania i dojrzewania betonu (np. prasowanie, odpowietrzanie, dojrzewa nie w warunkach podwyższonej temperatury), należy uwzględnić wpływ tych czynników na wytrzymałość i inne parametry betonu. Wartość stosunku C/W nie może być mniejsza niż 2 (stosunek W/C nie większy niż 0,5).

Konsystencja mieszanek nie rzadsza od plastycznej, sprawdzana aparatem Ve-Be. Dopuszcza się badanie konsystencji plastycznej stożkiem opadowym wyłącznie w warunkach budowy. Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalony doświadczalnie, powinien odpowiadać najmniejszej jamistości.

Przy doświadczalnym ustalaniu uziarnienia kruszywa należy przestrzegać następujących zasad:

- ♦ Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego, osobno dozowanych, powinien być taki jak w mieszance kruszywa o najmniejszej jamistości.
- ♦ Zawartość piasku w stosie okrucowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna przekraczać:
  - 42% przy kruszywie grubym do 16,0 mm
  - 37% przy kruszywie grubym do 31,5 mm

Wartość współczynnika A, stosowanego do wyznaczenia wskaźnika C/W, charakteryzującego mieszankę betonową należy wyznaczać doświadczalnie. Współczynnik ten wyznacza się na podstawie uzyskanych wytrzymałości betonów z mieszanek o różnych wartościach wskaźnika C/W - mniejszym i większym od wartości przewidywanej teoretycznie - wykonanych z materiałów dostarczonych na budowie do stosowania.

Dla zmniejszenia skurczu betonu należy dążyć do jak najmniejszej ilości cementu.

Dopuszcza się maksymalne ilości cementu, zależnie od klasy betonu:

- ♦ 400 kg/m<sup>3</sup> dla B 25 i B 30
- ♦ 450 kg/m<sup>3</sup> dla B 35 i wyżej

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

### 5.2. Układanie mieszanki betonowej

#### 5.2.1. Zalecenia ogólne

Betonowanie powinno być wykonywane ze szczególną starannością i zgodnie z zasadami sztuki budowlanej.

Rozpoczęcie robót betoniarских może nastąpić po opracowaniu przez wykonawcę i akceptacji przez Inspektora dokumentacji technologicznej, obejmującej także betonowanie. Betonowanie może zostać rozpoczęte po sprawdzeniu desek i zbrojenia przez Inspektora i po dokonaniu na ten temat wpisu do Dziennika Budowy.

### 5.2.2. Zalecenia dotyczące betonowania elementów

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

- ◆ W fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub pompy, bądź za pomocą rynny, warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami wglębnymi.
- ◆ W słupach, w których strzemiona nie przecinają płaszczyzny poziomej, układać mieszankę betonową w sposób ciągły segmentami o wysokości do 5,0 m, podając ją od góry do rdzenia słupa za pośrednictwem leja lub pompy i zagęszczać warstwami o grubości do 40 cm, stosując wibratory przyczepne lub wglębne.
- ◆ W słupach z gęstym zbrojeniem i strzemionami przecinającymi ich przekrój poprzeczny, o najmniejszym wymiarze przekroju 40 cm, mieszankę betonową układać bez przerwy segmentami o wysokości do 2,0 m, wprowadzając ją od góry do rdzenia słupa za pośrednictwem leja lub pompy i zagęszczać warstwami o grubości do 40 cm, przy użyciu wibratorów wglębnych wprowadzonych od góry w osi słupa.
- ◆ Gdy wysokość słupa jest większa od jednego segmentu ( $h > 5,0$  m lub  $h > 2,0$  m), wówczas betonowanie kolejnego segmentu można rozpocząć po upływie  $1 \div 2$  godz.
- ◆ Przy wykonywaniu belek, mieszankę betonową układać warstwami o grubości do 40 cm, bezpośrednio z pojemnika lub pompy, lub za pośrednictwem rynny i zagęszczać wibratorami wglębnymi.
- ◆ W płytach, mieszankę betonową układać bezpośrednio z pojemnika lub pompy. W płytach o gr.  $> 12$  cm zbrojonych górną i dolną należy stosować wibratory wglębne.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Wymagane właściwości betonu

#### 6.1.1. Zalecenia do projektowania betonów wysokiej wytrzymałości

Zgodnie z postanowieniami zawartymi w normie PN-91/S-10042 pkt. 3.2. wymaga się stosowania dla konstrukcji mostowych betonu co najmniej klasy:

- ◆ B 30 - w odniesieniu do elementów podpór i ścian oporowych o grubości poniżej 60 cm, do pręseł żelbetowych, do płytkich tuneli i do prefabrykowanych elementów żelbetowych.
- ◆ B 35 - w odniesieniu do torkretu i konstrukcji z betonu sprężonego.

Klasę betonu należy rozumieć jako wytrzymałość gwarantowaną wg. PN-88/B-06250.

Przy projektowaniu betonu należy opierać się na podstawowych wzorach wytrzymałości, (wzór Bolomey'a), szczelności i wodozładości cementu i kruszywa.

Składniki do betonów wysokiej wytrzymałości muszą być specjalnej jakości. Wytrzymałość skały, z której pochodzi kruszywo powinno być co najmniej dwukrotnie wyższa od wytrzymałości betonu.

Marka cementu powinna być przyjęta wg. pkt. 2.1. Do betonu stosować płukane kruszywo łamane marki 30 i piasek drobnoziarnisty możliwie bez frakcji  $0 \div 0,125$  mm. Szczególnie korzystne są kruszywa o uziarnieniu nieciągłym.

Nasiąkliwość betonu związanego - max 4%.

Zawartość porów w świeżej mieszance wg. pkt. 6.2.3.

#### 6.1.2. Jakość betonu

Przed rozpoczęciem betonowania Wykonawca jest zobowiązany określić jakość materiałów i mieszanek betonowych przedkładając do oceny Inspektorowi:

- ◆ Próbki materiałów, które ma zamiar stosować wskazując ich pochodzenie, typ i jakość.
- ◆ Propozycje odnośnie uziarnienia kruszywa.
- ◆ Rodzaj i dozowanie cementu, stosunek wodno-cementowy.
- ◆ Rodzaj i dozowanie dodatków i domieszek, które zamierza stosować.
- ◆ Proponowany rodzaj konsystencji i przewidywany wskaźnik konsystencji wg. metody stożka opadowego w [cm], lub metody Ve-Be w [s].
- ◆ Sposób wytwarzania betonu, transportu, betonowania i pielęgnacji betonu.
- ◆ Wyniki próbnych badań wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach wykonanych na próbkach w kształcie sześcianu o bokach 15,0 cm, zgodnie z pkt. 6.3. PN-88/B-06250
- ◆ Określenie trwałości betonu na podstawie prób opisanych w dalszej części niniejszej specyfikacji.

Nadzór Inwestorski wyda pozwolenie na rozpoczęcie betonowania po sprawdzeniu i zatwierdzeniu dokumentów stwierdzających jakość materiałów, wykonaniu próbnych mieszanek betonowych, przeprowadzeniu badań na próbkach przygotowanych zgodnie z propozycjami wykonawcy.

Laboratorium badawcze wykona próbki, których ilość i sposób wykonania badań zostaną podane przez Inspektora, który wykonywać będzie okresowe badania w czasie realizacji budowy, celem sprawdzenia zgodności właściwości użytych materiałów do produkcji betonu.

### 6.1.3. Wytrzymałość i trwałość betonu

Celem określenia w trakcie wykonywania betonów ich wytrzymałości na ściskanie, powinny być pobrane 2 serie próbek w ilościach zgodnych z pkt. 5.1. PN-88/B-06250. Próbki powinny być pobrane oddzielnie dla każdego elementu obiektu, dla każdej klasy betonu zaznaczonej na rysunkach PW i dla każdego wykonywanego odrębnie segmentu płyty pomostu.

Próbki oznakowane kolejnymi numerami zgodnie z protokołem pobrania winny być wyposażone w tabliczki z podpisami Inspektora nadzoru i kierownika robót, gwarantującymi ich autentyczność.

Próbki powinny być przechowywane w pomieszczeniach wskazanych przez Inspektora, przez jedną dobę w formach. Pierwsza seria próbek zostanie zbadana w laboratorium wskazanym przez Inspektora w obecności przedstawiciela Wykonawcy, celem stwierdzenia wytrzymałości odpowiadającej różnym okresom twardnienia, według dyspozycji podanych przez Inspektora. Wyniki prób zgniatania pierwszej serii próbek mogą być przyjęte za podstawę rozliczania robót pod warunkiem, że wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania dla każdego elementu obiektu i rodzaju betonu wyliczona w pkt. 6.2.4. będzie odpowiadała klasie betonu nie niższej niż wskazana w obliczeniach statycznych i na rysunkach PW.

Jednakże celem potwierdzenia otrzymanych wyników powinny być poddane badaniom w Laboratorium Urzędowym, próbki drugiej serii w ilości  $\Rightarrow$  20% próbek

W przypadku gdy wytrzymałość na ściskanie otrzymana dla każdego elementu obiektu i rodzaju betonu pierwszej serii próbek była niższa od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu przyjętej w obliczeniach statycznych i podanej na rysunkach PW, należy wszystkie próbki drugiej serii poddać badaniom w Laboratorium Urzędowym, niezależnie od tego do jakiej klasy zaliczony jest beton.

W oczekiwaniu na oficjalne wyniki badań Inspektor może zgodnie ze swoimi uprawnieniami wstrzymać betonowanie, a Wykonawca nie może z tego tytułu rościć pretensji do jakichkolwiek odszkodowań.

Jeżeli z badań drugiej serii wykonanych w Laboratorium urzędowym otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, odpowiadającą klasie betonu nie niższej niż wskazana w obliczeniach statycznych i na rysunkach PW, a wynik taki zostanie przyjęty do rozliczenia robót. Jeśli jednak z tych badań otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach niższą od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu wskazanej w oblicz. statycznych i na rysunkach PW, Wykonawca będzie zobowiązany na swój koszt do wyburzenia i ponownego wykonania konstrukcji lub do wykonania innych zabiegów, które zaproponowane przez Wykonawcę muszą być formalnie zatwierdzone przez Inspektora (w uzgodnieniu z nadzorem autorskim). Wszystkie koszty badań laboratoryjnych obciążają Wykonawcę.

Próba trwałości jest wykonywana przez podanie próbek 100 cykli zamrażania i rozmrażania. Zmiany właściwości w wyniku tej próby powinny znaleźć się w podanych niżej granicach:

- ◆ Zmniejszenie modułu sprężystości 20%
- ◆ Utrata masy 2%
- ◆ Rozszerzalność liniowa 2%

## 6.2. Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu

### 6.2.1. Zakres kontroli

Zachowując w mocy przepisy pkt. 5.1. PN-88/B-06250, dotyczące wytrzymałości betonu, Inspektor ma prawo pobrania w każdym momencie, kiedy uzna za stosowne, dalszych próbek materiałów lub betonu celem poddania badaniom, bądź próbom laboratoryjnym.

Kontroli podlegają następujące właściwości mieszanki betonowej i betonu wg. PN-88/B-06250:

- ◆ Konsystencja mieszanki betonowej.
- ◆ Zawartość powietrza w mieszance betonowej.
- ◆ Wytrzymałość betonu na ściskanie.
- ◆ Nasiąkliwość betonu.
- ◆ Odporność na działanie mrozu.
- ◆ Przepuszczalność wody przez beton

Zwraca się uwagę na konieczność wykonania planu kontroli jakości betonu, zawierającego m. in. podział obiektu (konstrukcji) na części podlegające osobnej ocenie oraz szczegółowe określenie liczności i terminów pobierania próbek do kontroli mieszanki i betonu. Inspektor może zażądać wykonania badań i kontroli na betonie dojrzałym, za pomocą metod nieniszczących (badania sklerometryczne, za pomocą ultradźwięków lub pomiaru oporności).

### 6.2.2. Sprawdzenia konsystencji mieszanki betonowej

Sprawdzenie konsystencji przeprowadza się podczas projektowania składu mieszanki betonowej i następnie przy stanowisku betonowania, co najmniej 2 razy w czasie jednej zmiany roboczej.

Różnice pomiędzy przyjętą, a kontrolowaną konsystencją mieszanki nie powinny przekroczyć:

- ♦ 20% ustalonej wartości wskaźnika Ve-Be.
- ♦ 1 cm - wg. metody stożka opadowego przy konsystencji plastycznej.

Dopuszcza się korygowanie konsystencji mieszanki betonowej wyłącznie przez zmianę zawartości zaczynu w mieszance, przy zachowaniu stałego stosunku CMV, ewentualnie przez zastosowanie domieszek chemicznych.

#### 6.2.3. Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej przeprowadza się metodą ciśnieniową podczas projektowania jej składu, a przy stosowaniu domieszek napowietrzających co najmniej raz w czasie zmiany roboczej podczas betonowania.

Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana metodą ciśnieniową wg. PN-88/B-06250 nie powinna przekraczać:

- ♦ 2% w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających.
- ♦ przedziałów wartości podanych w tabeli niżej w przypadku stosowania domieszek napowietrzających:

Uziarnienie kruszywa [ mm ]		0 ÷ 16	0 ÷ 31,5
Zawartość powietrza [ % ]	Beton narażony na czynniki atmosferyczne	3,5 ÷ 5,5	3 ÷ 5
	Beton narażony na stały dostęp wody przed zamrażaniem	3,5 ÷ 6,5	4 ÷ 6

#### 6.2.4. Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ściskanie

W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu na ściskanie (klasy betonu), należy pobrać próbki o liczbie określonej w planie kontroli jakości, lecz nie mniej niż:

- ♦ 1 próbkę na 100 zarobów
- ♦ 1 próbkę na 50 m<sup>3</sup>
- ♦ 1 próbkę na zmianę roboczą
- ♦ 3 próbki na partię betonu

Próbki pobiera się przy stanowisku betonowania, równomiernie losowo po jednej w okresie betonowania, a następnie przechowuje i bada zgodnie z PN-88/B-06250.

Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania próbek pobranych z partii. Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli wytrzymałość określona na próbkach kontrolnych 15 x 15 x 15 cm spełnia następujące warunki:

##### 1. Przy liczbie kontrolowanych próbek $n < 15$

$$R_{i_{\min}} \geq aR_{b_G} \quad (1)$$

gdzie:  $R_{i_{\min}}$  - najmniejsza wartość wytrzymałości w badanej serii złożonej z „n” próbek,

$R_{b_G}$  - wytrzymałość gwarantowana,

$a$  - współczynnik zależny od liczby próbek wg. tabeli:

Liczba próbek „n”	a
od 3 do 4	1,15
od 5 do 8	1,10
od 9 do 14	1,05

W przypadku, gdy warunek (1) nie jest spełniony, beton może być uznany za odpowiadający danej klasie, jeśli spełnione są następujące warunki:

$$R_{i_{\min}} > R_{b_G} \quad (2)$$

oraz:

$$R_{i_{\min}} > R_{b_G} \quad (3)$$

gdzie:  $\bar{R}$  - średnia wartość wytrzymałości badanej serii próbek, obliczona wg. wzoru (4)

$$\bar{R}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (4)$$

w którym:  $R_i$  - wytrzymałość poszczególnych próbek

2. Przy liczbie kontrolowanych próbek  $n > 15$  zamiast warunku (1) lub połączonych warunków (2) i (3) obowiązuje warunek(5)

$$\bar{R}_i - 1,64 \times s > R_{bG} \quad (5)$$

w którym:

$\bar{R}_i$  - średnia wartość wg. wzoru (4)

s - odchylenie standardowe wytrzymałości dla serii „n” próbek obliczone wg. wzoru:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (R_i - \bar{R})^2} \quad (6)$$

W przypadku, gdy odchylenie standardowe wytrzymałości  $s$  według wzoru (6) jest większe od  $0,2R$  wg wzoru (4), zaleca się ustalenie i usunięcie przyczyn powodujących zbyt duży rozrzut wytrzymałości.

W przypadku gdy warunki (1) lub (2) nie są spełnione, kontrolowaną partię betonu należy zakwalifikować do odpowiednio niższej klasy.

W uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inspektora, można przeprowadzić dodatkowe badania wytrzymałości betonu na próbkach wyciętych z konstrukcji lub elementu, albo badania nieniszczące wytrzymałości betonu wg PN-74/B-06261 lub PN-74/B-06262.

Jeżeli wyniki tych badań dodatkowych będą pozytywne, to nadzór może uznać beton za odpowiadający wymaganej klasie.

#### 6.2.5. Sprawdzenie nasiąkliwości 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 3 razy w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m<sup>3</sup> betonu. Zaleca się badanie nasiąkliwości na próbkach wyciętych z konstrukcji. Oznaczenie to przeprowadza się co najmniej na 5 próbkach pobranych z wybranych losowo różnych miejsc.

#### 6.2.6. Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu

Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu 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. Zaleca się badanie na próbkach wyciętych z konstrukcji.

Do sprawdzenia stopnia mrozoodporności betonu w elementach jezdni i innych konstrukcjach, szczególnie narażonych na styczność ze środkami odmrażającymi, zaleca się stosowanie metody przyspieszonej wg PN-88/B-06250. Wymagany stopień mrozoodporności betonu F 150 jest osiągnięty jeśli po wymaganej (150) liczbie cykli zamrażania-odmrażania próbek spełnione są poniższe warunki:

##### 1. Po badaniu metodą zwykłą wg. PN-88/B-06250

- ◆ Próbka nie wykazuje pęknięć.
- ◆ Łączna masa ubytków betonu w postaci zniszczonych narożników i krawędzi, odprysków kruszywa itp. nie przekracza 5% masy próbek nie zamrożonych.
- ◆ Obniżenie wytrzymałości na ściskanie w stosunku do próbek nie zamrażanych, nie jest większe niż 20%.

##### 2. Po badaniu metodą przyspieszoną wg. PN-88/B-06250

- ◆ Próbka nie wykazuje pęknięć
- ◆ Ubytek objętości betonu w postaci złuszczeń, odłamków i odprysków, nie przekracza w żadnej próbce wartości 0,05 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> powierzchni zanurzonej w wodzie.