

**SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**M-13.00.00**

**BETON**

## M-13.01.00. BETON KONSTRUKCYJNY

### M-13.01.01. BETON KONSTRUKCYJNY

#### 1. WSTĘP

##### 1.1. PRZEDMIOT SPECYFIKACJI TECHNICZNEJ

Przedmiotem niniejszej OST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem mostowych konstrukcji betonowych dla obiektów mostowych.

##### 1.2. ZAKRES STOSOWANIA OST

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

##### 1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH OST

Niniejsze Specyfikacje Techniczne dotyczące betonu, jego składników: cementu, kruszywa, wody oraz domieszek i dodatków są zgodne z normą PN-88/B-06250 i jej nie zastępują lecz jedynie uściślają jej postanowienia.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z :

- wykonaniem mieszanki betonowej,
- układaniem i zagęszczaniem mieszanki betonowej,
- pielęgnacją betonu,

Zakres robót związanych z wykonaniem deskowań i rusztowań wg OST M 20.01.34,

##### 1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE

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

**Beton mostowy** – beton konstrukcyjny klas B30 i wyższych o podwyższonych wymaganiach w stosunku do stosowanych kruszyw i cementu, zaprojektowanych w oparciu o krzywe graniczne dla betonów mostowych.

**Klasa betonu** - symbol literowo-liczbowy (na przykład B30), klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie; liczba po literze B oznacza wytrzymałość gwarantowaną  $R_b^G$  (na przykład, dla betonu klasy B30,  $R_b^G = 30 \text{ Mpa}$ ).

**Mieszanka betonowa** - mieszanina wszystkich składników przed związaniem betonu.

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

**Stopień mrozoodporności** - symbol literowo-liczbowy (np. F150) klasyfikujący beton pod względem jego odporności na działanie mrozu; liczba po literze F oznacza wymaganą liczbę cykli zamrażania i odmrażania próbek betonowych

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

**Partia betonu** – ilość betonu o tych samych wymaganiach, podlegająca oddzielnej ocenie, wyprodukowana w okresie umownym – nie dłuższym niż 1 miesiąc z takich samych składników, w ten sam sposób i w tych samych warunkach

**Świeży beton** - beton w stanie płynnym lub dojrzewający. Termin ten jest stosowany w miejsce określenia „mieszanka betonowa” w celu podkreślenia jego płynności i dojrzewania.

**Zaczyn cementowy** - mieszanina cementu i wody.

**Zaprawa** - mieszanina cementu, wody i pozostałych składników, które przechodzą przez sito kontrolne o oczku 2/2 mm.

**Zarób mieszanki betonowej** - ilość mieszanki jednorazowo otrzymanej z urządzenia mieszającego lub pojemnika transportowego.

Pozostałe określenia podane w niniejszej Specyfikacji są zgodne z przedmiotowymi normami i Specyfikacji D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt 1.4.

##### 1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT

Przy wykonywaniu betonów należy przestrzegać Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dn. 30.05.2000 r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

Ogólne wymagania podano w Specyfikacji D-M 00.00.00. "Wymagania Ogólne"

Wykonawca jest zobowiązany do sporządzenia projektu betonu, rusztowań i deskowań.

## 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 cement portlandzki CEM I, portlandzki z dodatkami CEM II lub hutniczy CEM III o podwyższonej odporności na wpływy chemiczne.

Do betonu klasy B25 zaleca się cement klasy 32.5 NA, a dla betonu klasy B30 do B50 - cement klasy 42.5 NA. Wymaga się, aby cementy te charakteryzowały się następującym składem:

- zawartość krzemianu trójwapniowego (alitu) C3S 50-60 %,
- zawartość glinianu trójwapniowego C3A, możliwie niska, do 7 %,
- zawartość alkaliów do 0.6 %, a przy stosowaniu kruszywa nie reaktywnego do 0.9 %,
- zawartość żelazoglinianu czterowapniowego:  $C4AF + 2 \cdot C3A < 20 \%$ .

Dopuszcza się zastosowanie cementów o wysokiej wczesnej wytrzymałości do elementów prefabrykowanych.

Cement pochodzący z każdej partii musi spełniać wymagania zawarte w PN-EN 197-1;2002. Nie dopuszcza się występowania w cemencie grudek nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

Wykonawca powinien dokonywać takiej kontroli cementu przed użyciem go do wykonania mieszanki betonowej, nawet bez oczekiwania na zlecenie Inżyniera. Kontrola cementu powinna obejmować :

- znaczenie czasu wiązania wg PN-EN- 196- 3:1996
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN- 196- 3:1996
- sprawdzenie zawartości grudek (zbryleń) cementu nie dającej się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie

Cement powinien posiadać atesty zgodności z normą PN-EN 197-1;2002. i niniejszą OST.

Obowiązkiem Inżyniera jest żądanie powtórzenia badań tej samej partii cementu, jeśli istnieje podejrzenie obniżenia jakości cementu spowodowane jakkolwiek przyczyną.

### 2.2. KRUSZYWO.

Kruszywo powinno spełniać wszystkie wymagania normy PN-86/B-06712. Powinno składać się z elementów niewrażliwych na przemarzanie, nie zawierających składników łamliwych, pyłących czy o budowie warstwowej, gipsu ani rozpuszczalnych siarczanów, piritów, piritów gliniastych i składników organicznych.

#### 2.2.1. KRUSZYWO GRUBE.

Do betonu klasy B25 można stosować żwir o maksymalnym wymiarze ziarna do 31,5 mm.

Do betonów klas B30 i wyższych należy stosować grysy granitowe lub bazaltowe o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm. Do betonu na pale formowane w gruncie należy stosować żwiry marki 30. Stosowanie gryśów z innych skał dopuścić można pod warunkiem zbadania ich w laboratorium i uzyskania wyników spełniających podane niżej wymagania.

Grysy powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- zawartość pyłów mineralnych do 1%
- zawartość ziaren nieforemnych (wydłużonych i płaskich) do 20 %,
- wskaźnik rozkruszenia:
  - dla gryśów granitowych do 16 %,
  - dla gryśów 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 kruszywa określona wg PN-88/B-06714/46, stopień reaktywności kruszywa klasy 0,
- zawartość związków siarki do 0,1 %,
- zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

Żwiry powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- zawartość pyłów mineralnych do 1.5%
- zawartość ziaren nieforemnych (wydłużonych i płaskich) do 20 %,
- wskaźnik rozkruszenia do 12 %:
- nasiąkliwość do 1.5 %
- mrozoodporność wg metody bezpośredniej do 5 %,
- mrozoodporność wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej (wg BN-84/6774-02) do 10 %,
- reaktywność alkaliczna kruszywa określona wg PN-88/B-06714/46, stopień reaktywności kruszywa klasy 0
- zawartość związków siarki do 0,1 %,
- zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.
- Zawartość ziaren słabych – 5%

W kruszywie grubym, tj. w grysach i żwirach nie dopuszcza się grudek gliny. Kruszywa pochodzące z każdej dostawy muszą być poddane badaniom niepełnym obejmującym:

- oznaczenie składu ziarnowego wg, PN-91/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 jw. a raz w roku wykonać badanie pełne oraz badanie specjalne dotyczące reaktywności alkalicznej i zawartości związków siarki.

### 2.2.2. KRUSZYWO DROBNE

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm

Uziarnienie piasku powinno mieścić się w następujących przedziałach:

- do 0.25mm 14-19 %
- do 0.5mm 33-48%
- do 1mm 57-76%

z zastrzeżeniem wymagań określonych w punkcie 2.2.3. dotyczących projektowania uziarnienia mieszanki betonowej.

Piasek powinien spełniać następujące wymagania:

- zawartość pyłów mineralnych do 1,5 %
- reaktywność alkaliczna kruszywa określona wg PN-88/B-06714/46, stopień reaktywności kruszywa klasy 0
- 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 (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

Należy zobowiązać dostawcę do przekazywania dla każdej partii kruszywa wyników badań jw. a raz w roku wykonać badanie pełne oraz badanie specjalne dotyczące reaktywności alkalicznej i zawartości związków siarki.

### 2.2.3. UZIARNIENIE KRUSZYWA

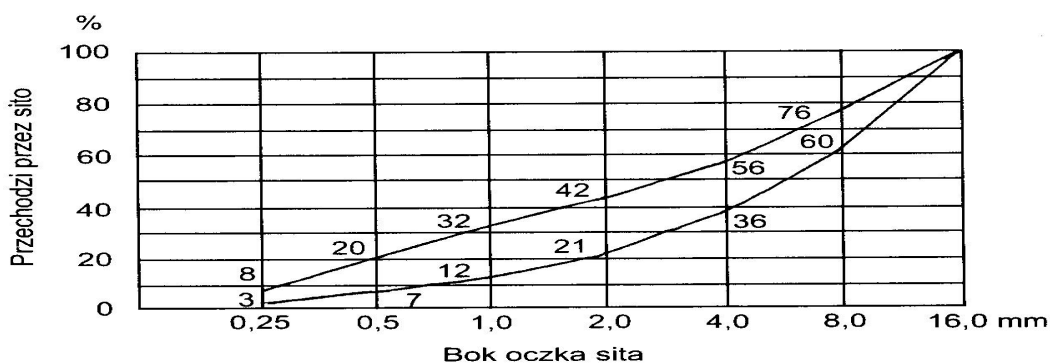
Mieszanki kruszywa drobnego i grubego wymieszane w odpowiednich proporcjach powinny utworzyć stałą kompozycję granulometryczną, która pozwoli na uzyskanie wymaganych właściwości zarówno świeżego betonu (konsystencja, jednorodność, urabialność, zawartość powietrza) jak i stwardniałego (wytrzymałość, przepuszczalność, 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 mleczka cementowego. Kruszywo powinno składać się z co najmniej 3 frakcji; dla frakcji najdrobniejszej pozostałość na sicie o boku oczka 4 mm nie może być większa niż 5 %. Poszczególne frakcje nie mogą zawierać uziarnienia przynależnego do frakcji niższej w ilości przewyższającej 5 % 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.

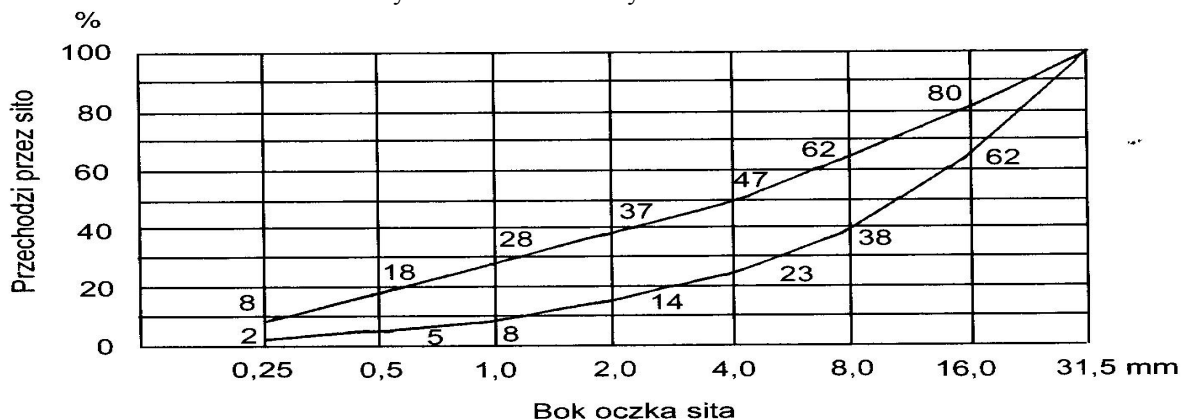
Tabela 1. Zalecane graniczne uziarnienie kruszywa.

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

Krzywa uziarnienia kruszyw 0-16mm



Krzywa uziarnienia kruszyw 0-31.5mm



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

### 2.3. WODA

Woda zarobowa do betonu powinna spełniać wszystkie wymagania PN-EN 1008. Powinna pochodzić ze źródeł nie budzących żadnych wątpliwości, lub dobrze zbadanych.

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 nie większego niż 0,50.

Badania wody należy wykonać:

- w przypadku nowego źródła poboru wody
- w przypadku podejrzeń dotyczących zmiany parametrów wody ( np. zmętnienie, zapach i barwa)

- na życzenie Inżyniera badanie wody na zawartość substancji mogących spowodować korozję betonu np. chlorki

## **2.4. DODATKI I DOMIESZKI DO BETONU**

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek lub dodatków chemicznych o działaniu zmieniającym właściwości świeżej mieszanki oraz betonu stwardniałego. Należy doświadczać sprawdzić skuteczności domieszek lub dodatków przy ustalaniu recepty mieszanki betonowej.

Każdy rodzaj dodatku lub domieszki zmienia kilka cech, z tym, że z reguły jedną z nich szczególnie.

### **2.4.1. Domieszki uplastyczniające – plastyfikatory**

Jako domieszki uplastyczniające należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 4 i 5. [39]

### **2.4.2. Domieszki upłynniające – superplastyfikatory**

Jako domieszki upłynniające należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM. Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 6 i 7. [39]

### **2.4.3. Domieszki zwiększające wiązliwość wody**

Jako domieszki zwiększające wiązliwość wody należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 8. [39]

### **2.4.4. Domieszki napowietrzające**

Jako domieszki napowietrzające należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 9. [39]

### **2.4.5. Domieszki przyspieszające początek wiązania**

Jako domieszki przyspieszające początek wiązania należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 10. [39]

### **2.4.6. Domieszki przyspieszające początkowy przyrost wytrzymałości-twardnienia**

Jako domieszki przyspieszające początkowy przyrost wytrzymałości-twardnienia należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 11. [39]

### **2.4.7. Domieszki opóźniające wiązanie**

Jako domieszki opóźniające wiązanie należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 12. [39]

### **2.4.8. Domieszki lub dodatki uszczelniające**

Jako domieszki lub dodatki uszczelniające należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobatę Techniczną wydaną przez IBDiM.

Stosowane domieszki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 13. [39]

#### **2.4.9. Domieszki lub dodatki mineralne**

Jako domieszki lub dodatki mineralne należy stosować wyroby posiadające aktualną Aprobata Techniczną wydaną przez IBDiM. Stosowane domieszki lub dodatki do betonu mostowego muszą spełniać wymagania podane w Tablicy 1 [39] „Zaleceń dotyczących stosowania domieszek i dodatków ...”. Beton mostowy wykonywany z domieszkami lub dodatkami musi spełniać wymagania podane w Tablicy 2 [39] oraz wymagania dodatkowe wg punktu 4.2. Tablica 14. [39]

### **3. SPRZĘT**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

Przy betonowaniu ważnych elementów konstrukcyjnych należy zapewnić zapasowy sprzęt na wypadek awarii w celu zapewnienia ciągłości betonowania.

#### **3.1. Mieszanka betonowa**

Instalacje do wytwarzania betonu przed rozpoczęciem produkcji powinny być poddane oględzinom Inżyniera. Instalacje te powinny być typu automatycznego lub półautomatycznego przy wagowym dozowaniu kruszywa, cementu, wody i dodatków. Wodę i dodatki płynne dopuszcza się dozować objętościowo.

Silosy na cement muszą mieć zapewnioną szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną. Wagi dozujące i urządzenia dozujące wytwórni powinny być sprawdzone przed rozpoczęciem produkcji a następnie przynajmniej raz w roku..

Wagi do dozowania cementu i urządzenia dozujące wodę powinny być sprawdzane co najmniej raz na dwa miesiące.

Mieszanie składników powinno odbywać się wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych). Minimalna wielkość zarobu wynosi 0.5 m<sup>3</sup>.

### **4. TRANSPORT**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

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

Mieszanka powinna być transportowana środkami dostosowanymi do konsystencji mieszanki a czas transportu powinien być dostosowany do technologii wbudowania betonu.

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 Wykonawca 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.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

#### **5.1. PROJEKTOWANIE BETONU**

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 st.C), średnie wymagane wytrzymałości na ściskanie betonu poszczególnych klas przyjmuje się równe wartościom 1.3 RbG. W przypadku odmiennych warunków wykonania i dojrzewania betonu (np. prasowanie, odpowietrzanie, dojrzewanie w warunkach podwyższonej temperatury) należy uwzględniać wpływ tych czynników na wytrzymałość i inne cechy betonu. Wartość stosunku c/w nie może być mniejsza niż 2 (Wartość stosunku w/c nie większa niż 0.5). Konsystencja mieszanek powinna być dostosowana do sposobu podawania betonu. W momencie podawaniu betonu pompą jego konsystencja powinna być nie mniejsza niż półciekła. Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalony doświadczalnie powinien odpowiadać najmniejszej jamistości. Zawartość powietrza w mieszance betonowej nie powinien przekraczać wartości podanych w punkcie 6.3.3.

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 okruszowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinien przekraczać 42 % przy kruszywie grubym do 16 mm i 37 % przy kruszywie grubym do 31.5 mm.

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 B25 i B30,
- 450 kg/m<sup>3</sup> dla B35 i wyżej.

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

- B 25 - w odniesieniu do fundamentów, podpór i ścian oporowych o najmniejszej grubości nie mniejszej niż 60 cm oraz przepustów monolitycznych
- B 30 - w odniesieniu do elementów podpór i ścian oporowych o najmniejszej grubości poniżej 60 cm, do przęseł żelbetowych, do płytkich tuneli, do prefabrykowanych elementów żelbetowych.
- B 35 - w odniesieniu do elementów i konstrukcji z betonu sprężonego.

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

Składniki do betonów wysokiej wytrzymałości muszą być specjalnej jakości - wytrzymałość skały, z której pochodzi kruszywo powinna być co najmniej dwukrotnie wyższa od wytrzymałości betonu. Klasa cementu powinna być przyjęta wg M-13.01.00 pkt.2.1. Do betonu stosować płukane kruszywo łamane przyjęte wg M 13.01.00 pkt .2.2. Szczególnie korzystne są kruszywa o uziarnieniu nieciągłym. Ilość cementu na 1 m<sup>3</sup> betonu nie powinna być większa niż 450 kg.

Ilość zaprawy w mieszankach betonowych nie może być większa niż 500 do 550 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> betonu.

Zawartość porów w świeżej mieszance nie może przekraczać 2% w betonie bez środków napowietrzających.

Nasiąkliwość betonu związanego powinna wynosić max 5 %.

## **5.2. WYTWARZANIE BETONU**

Wytwarzanie betonu powinno odbywać się w wytwórni. Dozowanie kruszywa powinno być wykonywane z dokładnością 3 %. Dozowanie cementu powinno odbywać się z dokładnością 2%, na niezależnej wadze.

Dla 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. 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 zawiązaniu bez wystąpienia pustek w masie betonu lub na powierzchni.

## **5.3. UKŁADANIE MIESZANKI BETONOWEJ (BETONOWANIE).**

### **5.3.1. Zalecenia ogólne.**

Betonowanie powinno być wykonywane ze szczególną starannością i zgodnie z zasadami sztuki budowlanej. Rozpoczęcie robót betoniarskich może nastąpić po opracowaniu przez wykonawcę i akceptacji przez Inżyniera dokumentacji technologicznej, obejmującej także betonowanie. Betonowanie może zostać rozpoczęte po sprawdzeniu deskowań i zbrojenia przez Inżyniera i po dokonaniu na ten temat wpisu do dziennika budowy.

Przy betonowaniu konstrukcji mostowych należy zachować następujące warunki:

- przed ułożeniem zbrojenia, deskowanie należy pokryć środkiem antyadhezyjnym dopuszczonym do stosowania w budownictwie,
- przed betonowaniem sprawdzić: położenie zbrojenia, zgodność rzędnych z Dokumentacją Projektową, czystość deskowania oraz obecność wkładek dystansowych, zapewniających wymaganą grubość otuliny,
- betonowanie konstrukcji wykonywać wyłącznie w temperaturach  $> + 5$  st C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości  $> 15$ MPa przed pierwszym zamarznięciem. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze  $t$  do  $-5$  st.C, jednak wymaga to zgody Inżyniera oraz zapewnienia mieszanki betonowej o temperaturze  $+ 10$  st. C w chwili jej układania zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7dni; prace betoniarskie powinny być prowadzone wówczas pod bezpośrednim nadzorem Inżyniera a Wykonawca przedstawi do akceptacji Inżyniera „Technologię betonowania w warunkach zimowych”.
- mieszanki betonowej nie należy zrzucić z wysokości  $> 0.75$ m od powierzchni, na którą spada; w przypadku, gdy wysokość ta jest większa, należy mieszankę podawać za pomocą rynny zsypowej (do wysokości 3m) lub leja zsypowego teleskopowego (do wysokości 8m),
- wibratory wgłębne stosować o częstotliwości min. 6000 drgań/min z buławami o średnicy  $< 0.65$  odległości między prętami zbrojenia, leżącymi w płaszczyźnie poziomej,
- podczas zagęszczania wibratorami wgłębnymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora,



- podczas zagęszczania wibratorami wgłębnymi zagłębiać buławę na głębokość 5-8 cm w warstwę poprzednią i przetrzymywać buławę w jednym miejscu przez 20-30 sek., po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym,
- kolejne miejsca zagłębiania buławy powinny być od siebie oddalone o 1.4 R (R promień skutecznego działania wibratora), odległość ta zwykle wynosi 0.35-0.7 m,
- belki (łaty) wibracyjne powinny być stosowane do wyrównywania powierzchni betonu płyt pomostów i charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości,
- czas zagęszczania wibratorem powierzchniowym lub belką wibracyjną w jednym miejscu powinien wynosić od 30 do 60 sek.,
- 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 ustalać doświadczalnie, aby nie powstawały martwe pola, a mocowanie powinno być trwałe i sztywne.

Urabialność nie może być osiągana przy większym zużyciu wody niż przewidziano w recepturze mieszanki. Inżynier może zezwolić na stosowanie środków napowietrzających, plastyfikatorów, upłynniaczy nawet, jeśli ich zastosowanie nie było przewidziane w projekcie.

Gdyby betonowanie było wykonywane w okresach obniżonych temperatur, Wykonawca zobowiązany jest codziennie rejestrować minimalne temperatury za pomocą sprawdzonego termometru umieszczonego przy betonowanym elemencie. Produkcja betonu i betonowanie powinny zostać przerwane, gdy temperatura spadnie poniżej 0°C, za wyjątkiem sytuacji szczególnych, lecz wtedy Inżynier wyda każdorazowo dyspozycję na piśmie z podaniem warunków betonowania.

Beton powinien być układany w deskowaniu w ten sposób, aby zewnętrzne powierzchnie miały wygląd gładki, zwarty, jednorodny bez żadnych plam i skaz. Ewentualne nierówności i kawerny powinny być usunięte zgodnie z pkt 5.8.

W przeciwnym przypadku element podlega rozbiórce i odtworzeniu. Ewentualne łączniki stalowe (drut, śruby, itp), które spełniały funkcję stężeń deskowań lub inną i wychodzą z betonu po rozdeskowaniu, powinny być obcięte przynajmniej na wymiar otuliny zbrojenia dla danego elementu, a otwory powinny być wypełnione zgodnie z punktem 5.8.

Wyladunek mieszanki ze środka transportowego powinien następować z zachowaniem maksymalnej ostrożności celem uniknięcia rozsegregowania składników. Oprzyrządowanie, czasy i sposoby wibrowania powinny być uzgodnione i zatwierdzone przez Inżyniera. Zabrania się wyladunku mieszanki w jedną hałdę i rozprowadzenie jej przy pomocy wibratorów. Kolejne betonowania nie mogą tworzyć przerw, nieciągłości ani różnic wizualnych, a podjęcie betonowania może nastąpić tylko po oczyszczeniu, wyszczotkowaniu i zmyciu powierzchni betonu poprzedniego. Inżynier może, jeśli uzna to za celowe, zdecydować o konieczności betonowania ciągłego celem uniknięcia przerw. W tym przypadku praca winna być wykonywana na zmiany robocze i w dni świąteczne.

### **5.3.2. Zalecenia dotyczące betonowania elementów.**

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

- w ścianach przyczółków z gęstym zbrojeniem i strzemionami przecinającymi ich przekrój poprzeczny, o najmniejszym wymiarze przekroju < 40cm, mieszankę betonową układać bez przerwy segmentami o wysokości do 2.0m, wprowadzając ją od góry lejem lub rurociągiem pompy, lub z boku przez okienka za pośrednictwem rynienki lub rurociągu, skierowanych do osi podłużnej ściany; mieszankę zagęszczać warstwami o grubości do 40cm przy użyciu wibratorów wgłębnych wprowadzonych od góry wzdłuż osi podłużnej ściany,
- gdy wysokość ściany jest większa od jednego segmentu ( $H > 2.0m$ ), wówczas betonowanie kolejnego segmentu można rozpocząć po upływie 1-2 godzin,
- przy wykonywaniu nadbudowy przyczółków (oczepów), mieszankę betonową układać warstwami o grubości do 40cm bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, lub za pośrednictwem rynny i zagęszczać wibratorami wgłębnymi,
- w płytach, mieszankę betonową układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy. W płytach o grubości > 12cm zbrojonych górną i dolną należy stosować wibratory wgłębne. Do wyrównywania powierzchni betonowej należy stosować belki (łaty wibracyjne). Przed betonowaniem należy osadzić i wyregulować wszystkie elementy kotwione w betonie.

### **5.3.3. Betonowanie ustroju niosącego.**

Przed rozpoczęciem betonowania Wykonawca jest zobowiązany do wykonania „Technologii betonowania ustroju niosącego” oraz „Projektu rusztowania ustroju niosącego” uwzględniającego potrzebne podniesienie wykonawcze związane ze strzałką konstrukcji i odkształceniem rusztowań. Opracowania takie muszą być uzgodnione przez Projektanta i zatwierdzone przez Inżyniera.

Deskowanie i rusztowanie powinno w czasie ich eksploatacji zapewnić sztywność i niezmienność układu geometrycznego oraz bezpieczeństwo konstrukcji.

Bezpośrednio przed betonowaniem deskowanie należy starannie oczyścić przez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem. Zbrojenie powinno być odebrane przez Inżyniera a zezwolenie na betonowanie wpisane do Dziennika Budowy.

Przy odbiorze należy zwrócić szczególną uwagę na stabilność i odpowiednią wytrzymałość deskowania gzymsów, właściwe ułożenie i powiązanie zbrojenia, zgodne z Dokumentacją Projektową otulenia prętów. Końcówki drutów wiązkowych muszą być odgięte do środka płyty. Pręty zbrojeniowe powinny być łączone zgodnie z normą z zachowaniem odpowiedniej długości zakładów i przestrzegania zasady nie łączenia prętów w jednym przekroju.

Należy pamiętać o usytuowaniu górnych blach łożysk przed betonowaniem.

Przed betonowaniem należy osadzić sączki i zabezpieczyć je przed wypłynięciem.

Przed betonowaniem należy sprawdzić rzędne elementów wpustów odwadniających i ich stabilne zamocowanie zapewniające zachowanie rzędnej i położenia w czasie betonowania.

Otworki wpustów i sączków muszą być zabezpieczone przed możliwością dostania się do środka mokrej mieszanki betonowej.

Przed betonowaniem należy również sprawdzić czy zostały zamontowane wszystkie przewidziane w projekcie elementy kotwiące wyposażenia dodatkowego jak bariery ochronne, latarnie, itd.

Betonowanie należy wykonywać zgodnie z Dokumentacją Projektową Technologii.

W czasie betonowania należy przestrzegać aby :

- w czasie betonowania należy właściwie ukształtować beton w przekroju poprzecznym – spadki poprzeczne i podłużne,
- w czasie betonowania przy sączkach i wpustach odwadniających właściwie ukształtować beton,
- układany beton należy zawibrować wibratorami wgłębnymi oraz zawibrować powierzchniowo listwami wibracyjnymi.
- nie wolno używać listew wibracyjnych z włączoną wibracją do ściągania nadmiaru betonu, operację tę należy wykonywać zwykłą łatą drewnianą i dopiero w następnej kolejności beton zagęścić listwą wibracyjną.

Zwraca się uwagę na konieczność dokładnego wygładzenia górnej powierzchni betonu płyty. Powierzchnię świeżego betonu należy wygładzić przez zacieranie. Nie wolno ściągać nadmiaru betonu łatą wibracyjną oraz wielokrotnie zacierać w tym samym miejscu. Późniejsze wygładzanie płyty jest bardzo pracochłonne i kosztowne. Górna powierzchnia płyty powinna być tak przygotowana aby szczelina pomiędzy 4-metrową łatą i powierzchnią betonu nie była większa niż 10 mm. Powierzchnia betonu nie może mieć lokalnych nierówności przekraczających 2 mm wysokości i 5 mm zagłębień, pod warunkiem, że nierówności te nie mają ostrych krawędzi.

Na powierzchni płyty nie mogą się tworzyć zastoiny, a woda odpływa w projektowanych kierunkach. Sprawdzenia należy dokonać poprzez próbę wodną.

#### **5.4. PIELĘGNACJA I WARUNKI ROZFORMOWYWANIE BETONU DOJRZEWAJĄCEGO NORMALNIE**

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i inną wodą. Przy temperaturze otoczenia > 5 st.C należy nie później niż po 12 godzinach od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją przez co najmniej 7 dni (polewanie co najmniej 3 razy na dobę). Nanoszenie błon nieprzepuszczających wody jest dopuszczalne tylko wtedy, gdy beton nie będzie się łączył z następną warstwą konstrukcji monolitycznej, a także gdy nie są stawiane specjalne wymagania dla jakości pielęgnowanej powierzchni. Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania PN-88/B-32250. W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami.

Dopuszcza się demontaż deskowań ścian bocznych ustroju niosącego po 1÷3 dob od betonowania pod warunkiem zapewnienia właściwej temperatury i pielęgnacji betonu.

Rozbiórka deskowań i rusztowań może nastąpić po uprzednim ustaleniu rzeczywistej wytrzymałości betonu określonej na próbkach przechowywanych w warunkach najbardziej zbliżonych do warunków dojrzewania betonu w konstrukcji. Wytrzymałość dla konstrukcji żelbetowych musi osiągnąć minimum 75 % wytrzymałości gwarantowanej a dla konstrukcji sprężonych, po osiągnięciu przez beton min 80% wytrzymałości gwarantowanej.

Rusztowania należy rozbierać stopniowo, pod ścisłym nadzorem technicznym i geodezyjnym, unikając jednoczesnego usunięcia większej liczby podpór.

## **5.5. PRZERWY W BETONOWANIU.**

**5.5.1.** Przerwy w betonowaniu należy wykonywać w miejscach wskazanych w Projekcie lub zgodnie z poleceniami Inżyniera. Przerwy w betonowaniu formuje się zazwyczaj w kierunku prostopadłym do wektora naprężeń głównych, chyba że uzgodniono inaczej z Inspektorem Nadzoru.

**5.5.2.** Bezpośrednio przed wznowieniem układania betonu, należy przygotować powierzchnię uprzednio ułożonego betonu przez:

- usunięcie z powierzchni stwardniałego betonu luźnego, niezwiązanego materiału, jak również mleczka cementowego,
- nasycenie powierzchni stwardniałego betonu wodą.

**5.5.3.** Jeżeli w układaniu betonu przeznaczonego do zagęszczania wibratorami wystąpiła przerwa, betonowanie należy wznowić nie później niż po 3 godzinach, lub gdy beton całkowicie związał, zależnie który z tych okresów czasu jest krótszy. Jeżeli temperatura powietrza przekracza 20°C, przerwa w betonowaniu nie powinna przekraczać 2 godzin. Po wylaniu kolejnej partii betonu, wibrator nie powinien dotykać form, prętów stali zbrojeniowej lub wcześniej ułożonego betonu.

## **5.6. WYKONYWANIE OTWORÓW, NISZ, ZAGŁĘBIŃ ITP.**

Wykonawca ma obowiązek ścisłego wykonywania konstrukcji zgodnie z dokumentacją techniczną, uwzględniając ewentualne korekty wprowadzane przez nadzór autorski lub Inżyniera. Dotyczy to wykonania wszelkiego rodzaju otworów, nisz i zagłębień w konstrukcjach betonowych. Wszystkie konsekwencje wynikające z braku lub nieprawidłowości tych elementów obciążają całkowicie wykonawcę zarówno jeśli chodzi o rozkucia i naprawy, jak i ewentualne opóźnienia w wykonaniu prac własnych i towarzyszących (wykonywanych przez innych wykonawców).

## **5.7. WYKOŃCZENIE POWIERZCHNI BETONU.**

Powierzchnie betonu należy wykończyć zgodnie z wymaganiami OST i norm.

Faktura i kolorystyka betonu powinna być zatwierdzona przez Koncesjonariusza.

**5.7.1.** Niżej podane wymagania odnoszą się do odsłoniętych powierzchni konstrukcji betonowych.

- a) Wszystkie pochylenia podłużne i poprzeczne należy formować podczas układania betonu,
- b) Równość górnej powierzchni konstrukcji nośnej, na której przewiduje się ułożenie hydroizolacji powinna być zgodna z wymaganiami PN-B-10260.
- c) Wszystkie łączniki stalowe (druty, śruby, itp.), użyte do montażu form lub mające inne tymczasowe zastosowania, które pozostają na powierzchni betonu po usunięciu form, należy przyciąć poniżej wykończonej powierzchni betonu do głębokości otuliny, a powstałe otwory należy wypełnić zaprawą do naprawy powierzchni betonowych.

Wszystkie powierzchnie elementów betonowych, narażone na działanie czynników atmosferycznych zabezpieczyć zgodnie z OST M—15.06.00

## **5.8. USTERKI I NAPRAWA POWIERZCHNI**

Wykonawca wykona inwentaryzację rys i uszkodzeń powierzchni. Powierzchnie uznane przez Inżyniera za wadliwe należy naprawić. Wykonawca opracuje i przedstawi do zatwierdzenia przez Inżyniera technologię naprawy

### **5.8.1 Rysy.**

Rysy i pęknięcia w betonie konstrukcyjnym, pomierzone na powierzchni nie mogą przekraczać 0,2 mm. Przed ich przykryciem należy sporządzić inwentaryzację rys i uszkodzeń oraz przedstawić technologię ich naprawy do zatwierdzenia przez Inżyniera.

Rysy na ścianach podpór, na przyczółkach, skrzydełkach i słupach, których rozwarcie przekracza 0,2 mm muszą być zabezpieczone poprzez iniekcję określoną w technologii naprawy, zatwierdzonej przez Inżyniera.

Rysy na powierzchniach fundamentów, których rozwarcie przekracza 0,2 mm powinny być zabezpieczone żywicą epoksydową zgodnie z technologią naprawy zatwierdzoną przez Inżyniera.

Rysy na konstrukcjach sprężonych kablobetonowych są niedopuszczalne. Ewentualne rysy skurczowe należy zabezpieczyć poprzez iniekcję określoną w technologii naprawy, zatwierdzonej przez Inżyniera.

Stosowany materiał musi posiadać aprobatę techniczną IBDiM.

### **5.8.2. Inne wady powierzchni**

Pustki, pęcherze powietrzne, raki, wykuszyny oraz wycieki mleczka cementowego uznane za wady powierzchni powinny być naprawione zgodnie z zatwierdzoną metodą, przy użyciu materiału posiadającego aprobatę techniczną IBDiM.

Nierówności powierzchni mierzone łąką o długości 4,0 m nie powinny przekraczać 10 mm na wszystkich powierzchniach z wyjątkiem górnej powierzchni chodników i powierzchni jezdni, dla których dopuszczona odchyłka w nierówności wynosi 5mm.

Powierzchnia, na której nie przewiduje się ułożenia hydroizolacji, powinna być gładka, to znaczy nie powinna mieć stopni (uskoków), rakwin, ubytków i wybrzuszeń, wystających ziarn kruszywa, itp. Dopuszcza się lokalne wybrzuszenia nie przekraczające 3 mm i ubytki o głębokości nie większej niż 5 mm

Na powierzchniach betonowych nie dopuszcza się zastoisk wody.

Dopuszcza na powierzchniach betonu:

- powierzchniowe pęcherze o średnicy nie większej niż 20 mm i głębokości nie większej niż 5 mm jeżeli nie występują w skupiskach;
- jasne plamy na powierzchni betonu powstałe w wyniku usuwania metodą hydropiaskowania rdzawych nacieków, wapiennych wykwitów oraz innych zabrudzeń jeżeli zachowana jest faktura desek;
- lokalne rozszczelnienia na styku deskowań (liniowe wycieki mleczka cementowego)  
-widoczne czyste kruszywo jeżeli jego powierzchnia nie przekracza 10% powierzchni elementu;
- różnice w odcieniach faktury betonu powstałe na przerwach technologicznych w wyniku dostaw różnych partii betonu;
- naprawy „raków” wykonane z wykorzystaniem pigmentów w celu uzyskania koloru podobnego do koloru naprawianego betonu, nie przekraczające 10% powierzchni betonu

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

### **6.1. WYMAGANE WŁAŚCIWOŚCI BETONU**

#### **6.1.1. Jakość betonów**

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

- 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 mieszanki betonowej i przewidywany wskaźnik konsystencji wg metody stożka opadowego [cm], lub metody Ve-Be [s],
- sposób wytwarzania betonu, transportu, betonowania, pielęgnacji betonu,
- wyniki próbnych badań wytrzymałości na ściskanie po 7 i 28 dniach wykonanych na próbkach w kształcie sześciianu o bokach 15 cm, zgodnie z pkt. 6.3. PN-88/B-06250,
- projekty ewentualnych konstrukcji pomocniczych.

Nadzór wyda pozwolenie na rozpoczęcie betonowania po sprawdzeniu i zatwierdzeniu dokumentów stwierdzających jakość materiałów i mieszanek betonowych i po wykonaniu niezależnie od Wykonawcy betonowych mieszanek próbnych i ich zbadaniu.

#### **6.1.2. Wytrzymałość betonów**

Celem określenia w trakcie wykonywania betonów ich wytrzymałości na ściskanie, powinna być pobrana 1 seria próbek w ilościach zgodnych z PN-88/B-06250 poz. 5.1. Probki powinny być pobrane oddzielnie dla każdego obiektu, dla każdej klasy betonu zaznaczonej w Dokumentacji Projektowej i dla każdego wykonywanego odrębnie fragmentu konstrukcji. Probki powinny być pobierane ze spisaniem protokołu pobrania.

Probki oznakowane kolejnymi numerami zgodnie z protokołem pobrania winny być trwale oznaczone, gwarantującymi ich autentyczność. Probki powinny być przechowywane na budowie przez jedną dobę w formach, a następnie po rozformowaniu przechowywane w wodzie w laboratorium.

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 obiektu i rodzaju betonu wyliczona wg 6.2.4. będzie odpowiadała klasie betonu nie niższej niż wskazana w obliczeniach statycznych i w Dokumentacji Projektowej.

W przypadku gdy wytrzymałość na ściskanie otrzymana dla każdego obiektu i rodzaju betonu w wyniku zgniecia pierwszej serii próbek była niższa od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu przyjętej w obliczeniach statycznych i podanej w Dokumentacji Projektowej, należy poddać badaniom w Laboratorium Urzędowym wszystkie próbki drugiej serii, niezależnie od tego do jakiej klasy zaliczony jest beton. W oczekiwaniu na oficjalne wyniki badań Inżynier może zgodnie ze swoimi uprawnieniami wstrzymać betonowanie. 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 w Dokumentacji Projektowej wynik taki zostanie przyjęty do rozliczenia robót. Jeśli jednak z tych badań otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania niższą od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu wskazanej w obliczeniach statycznych i w Dokumentacji

Projektowej, Wykonawca będzie zobowiązany 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 nadzorem autorskim).

### 6.1.3. Fizyczne właściwości betonów

Betony do konstrukcji mostowych powinny spełniać wymagania wg tabeli Nr 2

Tablica 2– Fizyczne właściwości betonu

WŁAŚCIWOŚĆ	WYMAGANIA	CZĘSTOTLIWOŚĆ
Nasiąkliwość	Do 5 %	co najmniej 3 razy w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m3 betonu, a dla elementów prefabrykowanych 1 raz na 500 szt.
Wodoszczelność	Powyżej 0,8 MPa (W8)	nie rzadziej jednak niż 1 raz na 5000 m3 betonu, a dla elementów prefabrykowanych 1 raz na 500 szt.
Mrozoodporność	Ubytek masy nie większy niż 5%. Zmniejszenie wytrzymałości nie więcej niż o 20% po 150 cyklach zamrażania –odmrażania (F150)	co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m3 betonu, a dla elementów prefabrykowanych 1 raz na 500 szt.
Wytrzymałość	Zakwalifikowanie próbek do danej klasy jest uwarunkowane spełnieniem odpowiednich warunków określonych w pkt 6.2.4	Co najmniej 3 próbki na 50m3 danego elementu, lecz nie więcej niż 15 szt

## 6.2. KONTROLA JAKOŚCI MIESZANKI BETONOWEJ I BETONU.

### 6.2.1. Zakres kontroli.

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

- konsystencja mieszanki betonowej,
- zawartość powietrza w mieszance betonowej,
- wytrzymałość betonu na ściskanie,
- nasiąkliwość betonu,
- odporność betonu 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 liczebności i terminów pobierania próbek do kontroli mieszanki i betonu. Inżynier może zażądać wykonania badań i kontroli na betonie utwardzonym za pomocą metod nieniszczących, jako próba sklerometryczna, próba za pomocą ultradźwięków, pomiaru oporności itp.

### 6.2.2. Sprawdzenie 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.
- $\pm 2$  cm wg metody stożka opadowego, przy konsystencji plastycznej i wyższej.

Dopuszcza się korygowanie konsystencji mieszanki betonowej wyłącznie przez zmianę ilości dozowanych domieszek przy zachowaniu stałego stosunku cementowo-wodnego pod nadzorem laboratorium.

### 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 Nr 3 w przypadku stosowania domieszek napowietrzających,

W przypadku stosowania domieszek napowietrzających należy sprawdzić wpływ podawania mieszanki pompą poprzez sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance po przejściu przez pompę.

Tabela nr 3. Wymagane zawartości powietrza w mieszance betonowej.

Uziarnienie kruszywa [mm]	0 ÷ 16	0 ÷ 31,5
---------------------------	--------	----------

Zawartość powietrza [%]	beton narażony na czynniki atmosferyczne	3,5 do 5,5	3 do 5
	beton narażony na stały dostęp wody przed zamarzaniem	3,5 do 6,5	4 do 6

#### 6.2.4. Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ściskanie (klasy betonu)

W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu na ściskanie (klasy betonu) należy pobrać próbki o liczbie określonej w planie kontroli jakości, lecz nie mniej niż: 3 próbki na 50m<sup>3</sup> danego elementu, lecz nie więcej niż 15 szt., które pochodzą z jednego węzła betoniarskiego. Próbki pobiera się przy stanowisku betonowania, losowo po jednej, równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje jeden dzień w formach na budowie a następnie w wodzie w laboratorium 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 150\*150\*150 mm spełnia następujące warunki:

Przy liczbie kontrolowanych próbek  $n < 15$

$$R_{\min} \geq a \cdot R_{0G} \quad (1)$$

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

$R_{0G}$  - 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 (2) i (3):

$$R_{\min} > R_{0G} \quad (2)$$

oraz

$$\bar{R} > 1,2 \cdot R_{0G} \quad (3)$$

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

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

w którym  $R_i$  - wytrzymałość poszczególnych próbek.

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

$$\bar{R} - 1,64 \cdot s > R_{0G} \quad (5)$$

w którym :

$\bar{R}$  - 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 0,2 R 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 Inżyniera, przeprowadzić można dodatkowe badania wytrzymałości betonu na próbkach wyciętych z konstrukcji lub elementu. Badanie wytrzymałości betonu należy przeprowadzić na odwiertach rdzeniowych zgodnie z normą PN-EN 12504-1:2000. Zalecana jest średnica odwiertu równa jego długości i wynosząca 100mm. Wytrzymałość określana na takich odwiertach odpowiada wytrzymałości betonu badanej na próbkach

sześciennych o boku równym 150mm. Ocenę klasy betonu z odwiertów przeprowadzić według normy PN-EN 13791:2007

Przy liczbie kontrolowanych odwiertów rdzeniowych  $n=3-14$  minimalna wartość charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie „in-situ” określamy ze wzorów:

$$f_{ck, is} = f_{m/n, is} - k \quad (7)$$

$$f_{ck, is} = f_{is, lowest} + 4 \quad (8)$$

gdzie:

$f_{ck, is}$  – charakterystyczna wytrzymałość na ściskanie „in-situ”

$f_{m/n, is}$  – średnia wytrzymałość na ściskanie badanych odwiertów rdzeniowych

$f_{is, lowest}$  – minimalna wytrzymałość na ściskanie badanych odwiertów rdzeniowych

$k$  – współczynnik zależny od ilości badanych odwiertów rdzeniowych

Tabela 4. Zależność współczynnika  $k$  od ilości próbek  $n$

$n$	$k$
10-14	5
7-9	6
3-6	7

Obliczona ze wzorów (7) i (8) minimalna wartość charakterystyczna betonu na ściskanie „in-situ” określa w tabeli nr 5 klasę betonu

Tabela 5. Minimalna wytrzymałość charakterystyczna według PN-EN 13791:2007

Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1:2003	Współczynnik dla wytrzymałości uzyskanej na standartowych próbkach	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna „In-situ” N/mm <sup>2</sup>	
		$f_{ck, is, cyl}$	$f_{ck, is, cube}$
C8/10	0,85	7	9
C12/15	0,85	10	13
C16/20	0,85	14	17
C20/25	0,85	17	21
C25/30	0,85	21	26
C30/37	0,85	26	31
C35/45	0,85	30	38
C40/50	0,85	34	43
C45/55	0,85	38	47
C50/60	0,85	43	51
C55/67	0,85	47	57
C60/75	0,85	51	64
C70/85	0,85	60	72
C80/95	0,85	68	81
C90/105	0,85	77	89
C100/115	0,85	85	98

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

Porównanie klas wytrzymałości betonów według różnych norm przedstawi tabela nr 6

Tabela 6. Porównanie klas wytrzymałości betonów według różnych norm wg poz.[44]

PN-88/B-06250		PN-B-03264:2002		PN-EN 2006-1:2003
B7,5		-		-
B10		-		-
B12,5		-		-
B15	→	B15	→	C12/15
B17,5		-		-
B20	→	B20	→	C16/20
B25	→	B25	→	C20/25
B30	→	B30	→	C25/30
B35	→	B37	→	C30/37
B40	→			
B45	→	B45	→	C35/45
B50	→	B50	→	C40/50
		B55	→	C45/55
		B60	→	C50/60
		B65		C55/67
		B70		C60/75
				C70/85
				C80/95
				C90/105
				C100/115

#### 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, a dla elementów prefabrykowanych 1 raz na 500 szt. Oznaczanie to przeprowadza się na co najmniej 3 próbkach pobranych w czasie betonowania lub na 5 próbkach wyciętych z wybranych losowo różnych miejsc.

Nasiąkliwość nie powinna być większa niż 5%.

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

Sprawdzanie odporności betonu na działanie mrozu przeprowadza się na próbkach # 150 mm 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, a dla elementów prefabrykowanych 1 raz na 500 szt. Dopuszcza 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:

- 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 zamrażanych,  
 obniżenie wytrzymałości na ściskanie w stosunku do próbek nie zamrażanych nie jest większe niż 20%.
- 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.

#### 6.2.7. Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton

Sprawdzenie stopnia wodoszczelności betonu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas projektowania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku



betonowania zgodnie z planem kontroli, nie rzadziej jednak niż 1 raz na 5000 m<sup>3</sup> betonu, a dla elementów prefabrykowanych 1 raz na 500 szt. Wymagany stopień wodoszczelności betonu W 8 jest osiągnięty, jeśli pod ciśnieniem wody 0,8 MPa w czterech na sześć próbek badanych zgodnie z PN-88/B-06250 nie stwierdza się oznak przesiąkania wody.

### **6.3. BADANIA I ODBIORY KONSTRUKCJI BETONOWYCH**

#### **6.3.1. Badania w czasie budowy**

Badania konstrukcji betonowych i żelbetowych w czasie wykonywania robót polegają na sprawdzeniu na bieżąco, w miarę postępu robót, jakości używanych materiałów i zgodności wykonywanych robót z Dokumentacją Projektową i obowiązującymi normami. Badania powinny objąć wszystkie etapy produkcji, a przede wszystkim takie roboty, które przy ostatecznym odbiorze nie będą widoczne, a jakość ich wykonania nie będzie mogła być sprawdzona. Wyniki badań oraz wnioski i zalecenia powinny być wpisane do dziennika budowy.

1. Sprawdzenie materiałów polega na stwierdzeniu, czy gatunki oraz jakość ich odpowiadają przewidzianym w dokumentacji technicznej i czy są zgodne ze świadectwami jakości i protokołami odbiorczymi.
2. Sprawdzenie rusztowań wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, pionem, niwelatorem i porównanie z Dokumentacją Projektową.

Badania polegają na stwierdzeniu:

- zgodności podstawowych wymiarów z Dokumentacją Projektową,
- zachowaniu rzędnych oraz odchylenia od położenia poziomego i pionowego,
- zgodności przekrojów poprzecznych elementów nośnych,
- wielkości podniesienia wykonawczego,
- prawidłowości i dokładności połączeń między elementami.

Sprawdzenie należy wykonać przez oględziny zewnętrzne połączeń i przez kontrolę dociągnięcia wszystkich śrub w konstrukcji.

3. Sprawdzenie deskowań wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, poziomicą, łatą i porównanie z Dokumentacją Projektową oraz PN-63/B-06251.
4. Sprawdzenie zbrojenia wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, poziomicą, suwmiarką i porównanie z Dokumentacją Projektową oraz PN-63/B-06251.
5. Sprawdzenie robót betonowych wykonuje się wg PN-88/B-06250 i PN-63/B-06251.
6. Sprawdzenie podpór jako całości należy wykonać przez:
  - porównanie przekrojów poprzecznych z Dokumentacją Projektową,
  - ustalenie, czy wychylenie z pionu mieści się w granicach dopuszczalnych,
  - sprawdzenie rys, pęknięć i raków.
7. Sprawdzenie korpusów budowli oporowych należy wykonać przez:
  - porównanie z Dokumentacją Projektową usytuowania budowli względem osi korpusu drogowego,
  - porównanie rzędnych z Dokumentacją Projektową,
  - porównanie przekrojów poprzecznych budowli z Dokumentacją Projektową,
  - ustalenie, czy nachylenie ścian pionowych jest w granicach dopuszczalnych,
  - badania powierzchni betonu pod kątem rys, pęknięć i raków.

#### **6.3.2. Badania po zakończeniu budowy.**

Badania po zakończeniu budowy obejmują:

1. Sprawdzenie podstawowych wymiarów obiektu należy przeprowadzać przez wykonanie pomiarów na zgodność z dokumentacją techniczną w zakresie:  
podstawowych rzędnych oraz położenia osi obiektu w stosunku do dojazdów,  
rozpiętości poszczególnych przęseł i długości całego obiektu.
2. Sprawdzenie konstrukcji należy wykonać przez oględziny oraz kontrolę formalną dokumentów z badań prowadzonych w czasie budowy.

#### **6.3.3. Badania dodatkowe.**

Badania dodatkowe wykonuje się gdy co najmniej jedno badanie wykonywane w czasie budowy lub po jej zakończeniu dało wynik niezadowalający lub wątpliwy.

## **7. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

## **8. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **8.1. NORMY DOTYCZĄCE BETONU.**

- [1] PN-EN 196-1:1996 Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.
- [2] PN-EN 196-3:1996 Metody badania cementu. Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości.
- [3] PN-EN 196-6:1996 Metody badania cementu. Oznaczenie stopnia zmielenia.
- [4] PN-EN 196-7:1997 Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowania próbek cementu.
- [5] PN-EN 197-1:2002 Cement. Cementy powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności.
- [6] BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie.
- [7] PN-86/B-06712 Kruszywa mineralne do betonu.
- [8] PN-89/B-06714/01 Kruszywa mineralne. Badania. Podział, nazwy i określenie badań.
- [9] PN-76/B-06714/12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych.
- [10] PN-78/B-06714/13 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości pyłów mineralnych.
- [11] PN-91/B-06714/15 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego.
- [12] PN-78/B-06714/16 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie kształtu ziaren.
- [13] PN-77/B-06714/17 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wilgotności.
- [14] PN-77/B-06714/18 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości.
- [15] PN-78/B-06714/19 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią.
- [16] PN-78/B-06714/26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych.
- [17] PN-78/B-06714/28 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości siarki metodą bromową.
- [18] PN-78/B-06714/34 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie reaktywności alkalicznej.
- [19] PN-78/B-06714/40 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wytrzymałości na miażdżenie.
- [20] PN-87/B-06714/43 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości ziaren słabych.
- [21] PN-B-11112:1996 Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
- [22] PN-EN 932-1:1999 Badanie podstawowych właściwości kruszyw. Metoda pobierania próbek.
- [23] PN-EN1008 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w wywody odzyskanej z procesu produkcji betonu
- [24] PN-88/B-06250 Beton zwykły.
- [25] BN-73/6736-01 Beton zwykły. Metody badań. Szybka ocena wytrzymałości na ściskanie.
- [26] BN-78/6736-02 Beton zwykły. Beton towarowy.
- [27] BN-62/6738-05 Beton hydrotechniczny. Badania betonu.
- [28] BN-62/6738-06 Beton hydrotechniczny. Badania składników betonu.
- [29] PN-EN 13791:2007 „Ocena na budowie wytrzymałości na ściskanie betonu w konstrukcji i w elementach prefabrykowanych”
- [30] PN-EN 206-1 Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [31] PN-EN 12504-1:2000 Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe – Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie

### **8.2. Normy dotyczące konstrukcji betonowych.**

- [32] PN-91/S-10042 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
- [33] PN-S-10040:1999 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
- [34] PN-63/B-06251 Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne.
- [35] PN-74/B-06261 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.
- [36] PN-74/B-06262 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.
- [37] Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.

### **8.3. Inne dokumenty**

- [38] Instytut Badawczy Dróg i Mostów. Mgr inż. Bolesław Kłosiński. Wytyczne techniczne projektowania pali wielkośrednicowych w obiektach mostowych (nowelizacja). Warszawa, grudzień 1991.
- [39] Międzynarodowe zalecenia obliczania i wykonywania konstrukcji z betonu. Europejski Komitet Betonu. Arkady. Warszawa 1973.
- [40] PRN, MiJ. Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1. Reguły ogólne i reguły dla budynków. Tom I. Wersja Polska ENV 1992-1-1: 1991 (Tekst do pierwszej ankiety normalizacyjnej). ITB. Warszawa 1992.
- [41] Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „in-situ” w nowo budowanych konstrukcjach obiektów mostowych. IBDiM Żmigrod 1998..

- [42] Zalecenia dotyczące stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym.. IBDiM Żmigród 1998.
- [43] Rozporządzenie z 30 maja 2000, DZ.U 63/2000
- [44] „Beton według normy PN-EN 206-1-komentarz”. Praca zbiorowa pod kierunkiem prof. Lecha Czarneckiego .

# **M-13.01.07. BETON Z DODATKIEM POLIMERÓW**

## **1. WSTĘP**

### **1.1. PRZEDMIOT OST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania robót związanych z wykonaniem napraw mieszankami polimerowymi obiektów mostowych .

### **1.2. ZAKRES STOSOWANIA OST**

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

### **1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH OST**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem mieszanki polimerowej i jej wbudowaniem w konstrukcję.

W Dokumentacji Technicznej przewidziano wykonanie: napraw (przy zastosowaniu mieszanek polimerowych) ubytków w konstrukcji.

### **1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE**

Beton z dodatkiem polimerów

Zaprawa typu PCC - zaprawa cementowa modyfikowana dodatkami żywic syntetycznych (N-PCC - zaprawa natryskiwana).

Zaprawa typu PC - zaprawa, w której lepiszcze stanowi żywica syntetyczna.

Żywica syntetyczna - lepka ciecz lub kruche ciało, które w procesie utwardzania przekształca się wskutek usieciowania w tworzywo o dużej wytrzymałości mechanicznej i znacznej odporności chemicznej.

Warstwa szczepna - warstwa służąca zwiększeniu przyczepności do podłoża betonowego materiału wypełniającego ubytek wykonana na bazie mineralnej, cementów modyfikowanych żywicami syntetycznymi lub żywic syntetycznych.

Pozostałe określenia podane w niniejszej Specyfikacji są zgodne z przedmiotowymi normami i Specyfikacji D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne" pkt 1.4.

### **1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT**

Ogólne wymagania podano w Specyfikacji D-M 00.00.00. "Wymagania Ogólne"

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

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

Gotowa mieszanka firmowa posiadająca Aprobata Techniczną IBDiM

Do naprawy ubytków w betonie dopuszcza się stosowanie następujących rodzajów materiałów:

- -zaprawy cementowe z dodatkiem żywic syntetycznych (PCC),
- -zaprawy cementowe z dodatkiem żywic syntetycznych natryskiwane (N-PCC),
- -zaprawy z żywicy syntetycznej PC.

Materiały PCC, N-PCC, PC, a także domieszki do betonu oraz materiały na warstwę szczepną powinny posiadać Aprobata Techniczną IBDiM".

## **3. SPRZĘT**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

Sprzęt używany do nakładania zapraw, przewidziany instrukcją firmową i zaakceptowany przez Inżyniera.

## **4. TRANSPORT**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

Ładunek, transport, rozładunek i przechowywanie zgodnie z instrukcją firmową.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

Ogólne zasady wykonywania robót podano w ST D-M-00.00.00 “Wymagania ogólne”, pkt 5.

Roboty powinny być wykonane zgodnie z instrukcjami firmowymi.

Wykonanie ręczne, techniką malarsko - murarską wg Specyfikacji instrukcji firmowej, po uprzednim przygotowaniu powierzchni betonu stykającego betonu się i oczyszczeniu istniejącego odkrytego zbrojenia wg M-12.01.00. pkt. 5.2.1. W przypadku dość dużych grubości nakładanych warstw mieszanki polimerowej (powyżej 50 mm), zaleca się dać siatkę z prętów  $\varnothing 6$  o oczkach  $100 \times 100$  mm - odpowiednio zakotwioną przy pomocy kotew  $\varnothing 10,0$  wklejanych na żywicę epoksydową lub cement szybkosprawy - przygotowaną zgodnie ze Specyfikacją M-12.00.00

## **5.1. WYMAGANIA OGÓLNE**

Roboty objęte niniejszą specyfikacją powinny być wykonywane przez pracowników posiadających świadectwo kwalifikacyjne ukończenia szkolenia w zakresie wykonywanych prac wydane przez instytuty branżowe lub zakłady naukowe wyższych uczelni.

Wykonawca obowiązany jest przygotować podłoże betonowe poprzez:

- usunięcie wadliwego betonu jak i szkodliwych substancji mogących mieć wpływ na korozję betonu i stali lub trwałość łączenia materiału z podłożem
- oczyszczenie betonu podłoża z pozostałości powłok ochronnych, kurzu i luźnych części
- oczyszczenie odkrytych prętów zbrojeniowych

Do usuwania warstwy skorodowanego betonu o niewystarczającej wytrzymałości na odrywanie można stosować wszystkie metody mechaniczne, fizyczne lub chemiczne, pod warunkiem, że nie zostanie naruszona struktura pozostałego betonu w naprawianym elemencie. Nie dopuszcza się do tego typu prac stosowania uderowych młotów wyburzeniowych.

Powierzchnię betonowa naprawianego elementu wzdłuż krawędzi ubytku należy podkuć na głębokość nie mniejszą niż 1 cm

Wilgotność podłoża, na którym nakładane są materiały na bazie żywic syntetycznych, powinna spełniać wymagania zgodnie z "Wytocznymi stosowania" tych materiałów.

Mieszanie składników zapraw PCC i PC należy wykonywać odpowiednią mieszarką z zachowaniem warunków podanych w "Wytocznym stosowania". Przygotowana zaprawa powinna być jednorodna.

Temperatura podłoża betonowego i powietrza powinna wynosić:

- dla robót betonowych, torkretu i fibrobetonu nie niższa niż +5 C, lecz nie wyższa niż +25 C,
- dla materiałów na bazie żywic syntetycznych nie niższa niż +8 C (temperatura podłoża powinna być wyższa o 3K od punktu rosy) i nie wyższa niż 25 C.

Masa betonowa lub gęsta zaprawa typu PCC i PC powinna być zagęszczona mechanicznie lub ręcznie.

Warstwy materiałów wypełniających ubytki, wykonane na bazie składników mineralnych, powinny być poddane przez Wykonawcę pielęgnacji wg PN-63/B-06251.

Pozostałe uwagi jak w pkt. 13.00.00. p.1.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

Kontrola robót winna być przeprowadzana na bieżąco w czasie nakładania poszczególnych warstw. Należy ją prowadzić pod kątem ścisłego przestrzegania reżimów technologicznych określonych instrukcją producenta mieszanki.

### **6.1. ZASADY OGÓLNE**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 "Wymagania ogólne", pkt 6.

Przeprowadzenie wszystkich badań materiałów i jakości robót związanych z wypełnianiem wnęk lub ubytków w betonie.

Porównanie uzyskanych wyników badań z wymaganiami zawartymi w niniejszej specyfikacji.

Gdy jakość zastosowanego materiału lub wykonanej roboty budzi wątpliwości, Inżynier może poddać je kontrolnemu badaniu w pełnym zakresie.

### **6.2. KONTROLA MATERIAŁÓW**

Wykonawca obowiązany jest przedstawić Inżynierowi do akceptacji Aprobata Techniczną i atesty materiałów.

Wykonawca obowiązany jest do sprawdzenia daty produkcji, terminu przydatności do stosowania, stanu opakowań oraz właściwego przechowywania materiałów.

### **6.3. KONTROLA PRZYGOTOWANIA PODŁOŻA**

Wykonawca obowiązany jest przedstawić Inżynierowi do akceptacji wyniki badań przygotowania podłoża.

### **6.4. KONTROLA WYKONANYCH ROBÓT**

Po wykonaniu robót Wykonawca obowiązany jest przedstawić Inżynierowi do akceptacji wyniki badań:

- a) - wytrzymałości zastosowanego materiału na ściskanie, określonej na min. 3 próbkach (wykonanych w formach) w kształcie: beleczki o wymiarach  $4 \times 4 \times 16$  cm dla zapraw z grupy PCC, N- PCC i PC wg PN-85/B-04500 p.4.5.
- b) - wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu dla zapraw z grupy PCC, N-PCC i PC, określonej na beleczkach o wymiarach  $4 \times 4 \times 16$  wg PN-85/B-04500 p.4.6.

- c) -wytrzymałości nałożonej warstwy materiału na odrywanie od podłoża określonej metodą "pull-off", przy średnicy krążka próbnego 50 mm (wg zasady - 1 oznaczenie na 25 m , przy min.5 oznaczeniach wg PN-92/B-01814).

Wyniki te powinny być zgodne z wymaganiami przedstawionymi dla tych materiałów w p.2.

## **7. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00. „Wymagania ogólne”.

Badania wg punktu 6 należy przeprowadzać w czasie odbiorów robót.

Na podstawie wyników badań należy sporządzić protokoły odbioru robót końcowych. 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 kontraktu. W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru.

## **8. PRZEPISY ZWIĄZANE**

Instrukcja producenta i Aprobata Techniczna IBDIM.

### **8.1. INNE**

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.
2. Katalog Powtarzalnych Elementów Mostowych, 2005-03-31
3. Instrukcja ITB nr 194 – „Wytyczne badania cech mechanicznych polibetonu na próbkach wykonanych w formach”, Warszawa

## **M-13.02.00. BETON NIEKONSTRUKCYJNY**

### **M-13.02.01. BETON NIEKONSTRUKCYJNY**

#### **1. WSTĘP**

##### **1.1. PRZEDMIOT OST.**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem betonu niekonstrukcyjnego dla obiektów mostowych .

Niniejsze Specyfikacje Techniczne dotyczące betonu, jego składników: cementu, kruszywa, wody oraz domieszek i dodatków są zgodne z normą PN-88/B-06250 i jej nie zastępują lecz jedynie uściślają jej postanowienia. Pozostałe uwagi jak w punkcie 13.01.00

##### **1.2. ZAKRES STOSOWANIA OST**

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

##### **1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH OST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z :

- wykonaniem mieszanki betonowej dla klasy poniżej B25,
- wykonaniem deskowań,
- układaniem i zagęszczaniem mieszanki betonowej,
- pielęgnacją betonu,

##### **1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE**

Ogólne wymagania dotyczące robót powinny być zgodne z D-M 00.00.00 Wymagania ogólne.

Jak w OST M-13.01.00 w pkt.1.4

##### **1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT**

Przy wykonywaniu betonów należy przestrzegać Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dn. 30.05.2005 r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie .

Ogólne wymagania dotyczące robót powinny być zgodne z D-M 00.00.00 Wymagania ogólne.

#### **2. MATERIAŁY**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST D-M-00.00.00

##### **2.1 CEMENT**

Należy stosować dowolny cement spełniający wymagania normy PN-EN 197-1: 2002.

##### **2.2 KRUSZYWO**

Do betonów niekonstrukcyjnych należy stosować kruszywa mineralne spełniające wymagania PN-86/B-06712 „Kruszywa mineralne do betonu” dla marki minimum 20 w zakresie cech fizycznych i chemicznych.

W kruszywie grubym tj. w grysach i żwirach dopuszcza się grudki gliny w ilości 0.5 %.

##### **2.2.1. UZIARNIENIE KRUSZYWA**

Zalecane graniczne uziarnienie kruszywa 0-16, 0-31.5, 0-63 mm wg normy PN- 88/B-06250.

Tabela 1. Uziarnienie kruszyw

Sito kwadratowe [mm]	Kruszywo 0-16	Kruszywo 0-31.5	Kruszywo 0-63
0.25	2-10	2-12	4-13
0.5	8-20	7-20	8-20
1	18-35	15-35	15-35
2	25-50	20-45	20-40
4	30-60	25-55	25-45
8	50-80	40-65	30-55
16	100%	60-80	40-67

31.5		100%	60-85
63			100%

### 2.3. WODA

Woda zarobowa do betonu powinna spełniać wszystkie wymagania PN-EN 1008. Powinna pochodzić ze źródeł nie budzących żadnych wątpliwości, lub dobrze zbadanych.

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.

Badania wody należy wykonać:

- w przypadku nowego źródła poboru wody
- w przypadku podejrzeń dotyczących zmiany parametrów wody ( np. zmętnienie, zapach i barwa)
- na życzenie Inżyniera badanie wody na zawartość substancji mogących spowodować korozję betonu np. chlorki

### 3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

Instalacje do wytwarzania betonu przed rozpoczęciem produkcji powinny być poddane oględzinom Inżyniera. Instalacje te powinny być typu automatycznego lub półautomatycznego przy wagowym dozowaniu kruszywa, cementu, wody. Wodę dopuszcza się dozować objętościowo.

Silosy na cement muszą mieć zapewnioną szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną. Wagi dozujące i urządzenia dozujące wytwórni powinny być sprawdzone przed rozpoczęciem produkcji a następnie przynajmniej raz w roku.

Wagi do dozowania cementu i urządzenia dozujące wodę powinny być sprawdzane co najmniej raz na dwa miesiące.

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

### 4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

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

Mieszanka powinna być transportowana środkami dostosowanymi do konsystencji mieszanki a czas transportu powinien być dostosowany do technologii wbudowania betonu.

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 Wykonawca zastosuje odpowiednie środki celem utrzymania ustalonego stosunku W/C w betonie przy wylocie.

### 5. WYKONANIE ROBÓT

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

#### 5.1. PROJEKTOWANIE BETONU

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  $> 10$  st.C), średnie wymagane wytrzymałości na ściskanie betonu poszczególnych klas przyjmuje się równe wartościom 1.3 RbG. Konsystencja mieszanek powinna być dostosowana do sposobu podawania betonu. W przypadku podawaniu betonu pompą jego konsystencja powinna być nie mniejsza niż półciekła.

Uziarnienie mieszanek betonowych należy przyjmować wg OST M 13.02.00 pkt 2.2.

Do betonów stosować piasek i żwir marki 20. Ilość cementu na  $1 \text{ m}^3$  powinna być tak dobrana, aby mieszanka betonowa gwarantowała klasę betonu.

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

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

#### 5.2. WYTWARZANIE BETONU

Wytwarzanie betonu powinno odbywać się w wytwórni. Dozowanie kruszywa powinno być wykonywane z dokładnością 3 %. Dozowanie cementu powinno odbywać się z dokładnością 2%, na niezależnej wadze.

Dla 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 mieszkankę odpowiadającą warunkom jednorodności. 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 betonu lub na powierzchni.

### **5.3. UKŁADANIE MIESZANKI BETONOWEJ (BETONOWANIE).**

Betonowanie powinno być wykonywane ze szczególną starannością i zgodnie z zasadami sztuki budowlanej. Rozpoczęcie robót betoniarskich może nastąpić po opracowaniu przez wykonawcę i akceptacji przez Inżyniera dokumentacji technologicznej. Betonowanie może zostać rozpoczęte po sprawdzeniu ewentualnie występujących deskowań i zbrojenia przez Inżyniera i po dokonaniu na ten temat wpisu do dziennika budowy.

Betonowanie konstrukcji wykonywać wyłącznie w temperaturach  $> + 5$  st C, zabezpieczając beton przed pierwszym zamarznięciem. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze  $t$  do  $-5$  st.C, jednak wymaga to zgody Inżyniera oraz zapewnienia mieszanki betonowej o temperaturze  $+ 10$  st. C w chwili jej układania zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7dni; prace betoniarskie powinny być prowadzone wówczas pod bezpośrednim nadzorem Inżyniera a Wykonawca przedstawi do akceptacji Inżyniera „Technologię betonowania w warunkach zimowych”.

Do zagęszczania betonu stosować wibratory wgłębne (belki, łaty wibracyjne jak w OST M 13.01.00 pkt 5.3.1.),  
Dopuszcza się ręczne zagęszczanie betonu.

### **5.4. PIELĘGNACJA BETONU**

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i inną wodą. Przy temperaturze otoczenia  $> 5$  st.C należy nie później niż po 12 godzinach od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją przez co najmniej 7 dni (polewanie co najmniej 3 razy na dobę). Przy pielęgnacji betonu nanoszenie błon nieprzepuszczalnych wodę jest niedopuszczalne.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

Kontrola powinna obejmować tylko badania wytrzymałości na ściskanie jak w punkcie M-13.01.00.

W przypadku betonu używanego do wykonania korka (nie dotyczy wymiany gruntu na beton) dopuszcza się kontrole na podstawie Deklaracji Zgodności z wytwórni betonu.

## **7. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

Jak w OST 13.01.00

## **8. PRZEPISY ZWIĄZANE**

Wg pkt. 13.01.00