

M.13.00.00. BETON**1. WSTĘP****1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót betonowych, które zostaną wykonane w ramach przebudowy mostu na przepust w ciągu drogi wojewódzkiej nr 653 Sedranki – Bakalarzewo – Suwałki – Sejny – Poćkuny na odcinku Bakalarzewo - Zajączkowo od km 13+108 do km 18+600.

1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres Robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej dotyczą wymagań dla betonu użytego do wykonania:

- słupków betonowych 0,24x0,24x0,60 m z betonu klasy B20,
- w zakresie przygotowania i betonowania oraz kontroli jakości materiałów i Robót.

1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1. Beton zwykły** - beton o gęstości powyżej 1,8 kg/dcm³ wykonany z cementu, wody, kruszywa mineralnego o frakcjach piaszkowych i grubszych oraz ewentualnych dodatków mineralnych i domieszek chemicznych.
- 1.4.2. Klasa betonu** - symbol literowo - liczbowy (np. B30) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie; liczba po literze "B" oznacza wytrzymałość gwarantowaną R_b^G (np. beton klasy B30 przy $R_b^G = 30$ MPa).
- 1.4.3. Mieszanka betonowa** - mieszanina wszystkich składników przed związaniem betonu.
- 1.4.4. Nasiąkliwość betonu** - stosunek masy wody, którą zdolny jest wchłonąć beton do jego masy w stanie suchym.
- 1.4.5. 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.
- 1.4.6. 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.
- 1.4.7. Zaczyn cementowy** - mieszanina cementu i wody.
- 1.4.8. Zaprawa** - mieszanina cementu, wody, składników i ewentualnych dodatków przechodzących przez sito kontrolne o boku oczka kwadratowego 2 mm.
- 1.4.9. Zarób mieszanki betonowej** - ilość mieszanki jednorazowo otrzymanej z urządzenia mieszającego lub pojemnika transportowego.

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami w SST DM.00.00.00 "Wymagania ogólne".

1.5. Ogólne wymagania dotyczące Robót

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość stosowanych materiałów i wykonywanych Robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową SST oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w SST D.M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

2. MATERIAŁY**2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Dla betonów przeznaczonych do wbudowania w obiekty mostowe obowiązują, niezależnie od polskich norm, "Wymagania i zalecenia dotyczące wykonywania betonów do konstrukcji mostowych" wydane przez Generalną Dyрекcję Dróg Publicznych w Warszawie.

2.2. 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 B10 i B15 zaleca się cement marki 35, a dla betonu klasy B30 cement marki 45. 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 niereaktywnego do 0.9%.

Ponadto zaleca się, aby zawartość $C4AF+2*C3A < 20\%$. Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w PN-EN-196-1:2006. 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 nadzoru inwestorskiego, w urzędowym laboratorium do badań materiałowych i przekazywać nadzorowi kopie wszystkich świadectw tych prób, dokonując jednocześnie odpowiednich zapisów w Dzienniku Budowy. Obowiązkiem Inspektora Nadzoru jest żądanie powtórzenia badań tej samej partii cementu, jeżeli istnieje

podejrzanie obniżenia jakości cementu spowodowane jakąkolwiek przyczyną.

Kontrola cementu winna obejmować:

- oznaczenie czasu wiązania wg. PN-EN 196-3:2006,
- oznaczenie zmiany objętości wg. PN-EN 196-3:2006,
- sprawdzenie zawartości grudek (zbryleń) cementu nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

2.3. Kruszywo

Kruszywo powinno spełniać wymagania normy PN-EN-12620. Powinno składać się z elementów niewrażliwych na przemarzanie, nie zawierać składników łamliwych, pyłących czy o budowie warstwowej, gipsu ani rozpuszczalnych siarczanów, perytów, perytów gliniastych i składników organicznych. Wykonawca powinien dostarczyć pisemne stwierdzenie, w oparciu o wykonane badania mineralogiczne, o braku obecności form krzemionki (opal, chalcedon, frydymit) i wapieni dolomitycznych reaktywnych w stosunku do alkaliów zawartych w cemencie, wykonując niezbędne badania laboratoryjne.

2.4. 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 GDDP i uzyskania wyników spełniających podane niżej wymagania. Do betonu klasy poniżej B25 można stosować żwir o maksymalnym wymiarze ziarna do 31,5 mm.

Grysy powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- zawartość pyłów mineralnych do 1%,
- zawartość ziarn nieforemnych (wydłużonych i płaskich) do 20%,
- wskaźnik rozkruszania:
- dla grysów granitowych do 16%,
- dla grysów bazaltowych i innych do 8%,
- nasiąkliwość do 1,2%,
- morozoodporność wg. metody bezpośredniej do 2%,
- mrozoodporność wg. zmodyfikowanej metody bezpośredniej do 10%,
- reaktywność alkaliczna z cementem określona wg. PN-B-06714.34 nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1% lub kruszywo winno mieć zerowy stopień potencjalnej reaktywności alkalicznej badany wg normy PN-B-06714.46,
- zawartość związków siarki do 0,1%,
- zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

Żwir powinien spełniać wymagania PN-EN-12620:2004 "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:

- oznaczanie składu ziarnowego wg. PN-EN 933-1:2000/A1:2006,
- oznaczenie zawartości ziaren nieforemnych wg. PN-EN 933-4:2008,
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg. PN-B-06714/13,
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg. PN-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 wynik badania specjalnego dotyczącego reaktywności alkalicznej.

2.5. Kruszywo drobne

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm pochodzenia rzeczno- lub kompozycyjnego piasku rzeczno- i kopalnianego uszlachetnionego.

Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okruszowym piasku powinna wynosić:

- do 0,25 mm 14 do 19%,
- do 0,5 mm 33 do 48%,
- do 1 mm 57 do 76%.

Piasek powinien spełniać następujące wymagania:

- zawartość pyłów mineralnych do 1,5%,
- reaktywność alkaliczna z cementem określona wg. PN-B-06714.34:1991/Az1:1997 nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1% lub kruszywo winno mieć zerowy stopień potencjalnej reaktywności alkalicznej badany wg normy PN-B-06714.46,
- 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-EN 933-1:2000/A1:2006,

- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg. PN-B-06714.13,
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg. PN-B-06714.12,
- oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

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

2.6. 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, 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 15% i uziarnienia przynależnego do frakcji wyższej w ilości przekraczającej 10% całego składu frakcji. Zaleca się betony klasy B35 i wyższej 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.

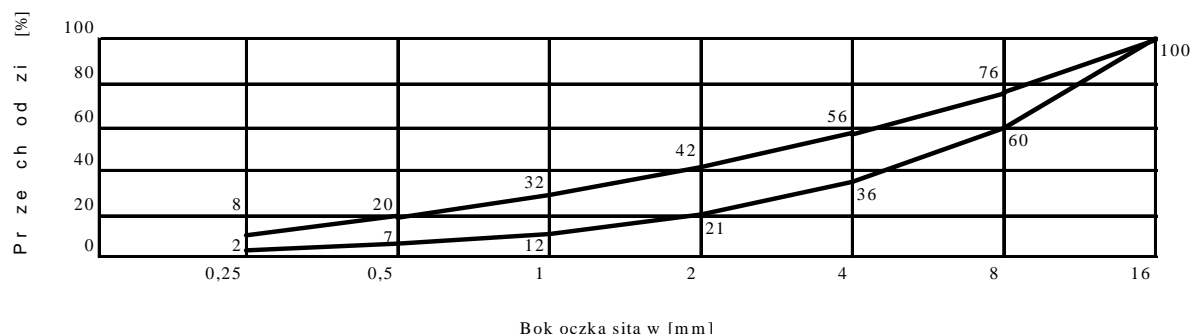
Zalecenia granice uziarnienia kruszywa

Bok oczka sita [mm]	Przechodzi przez sito [%]	
	kruszywo do 16 mm	Kruszywo do 31,5 mm
0.25	3 ÷ 8	2 ÷ 8
0.50	7 ÷ 20	5 ÷ 18
1.0	12 ÷ 32	8 ÷ 28
2.0	21 ÷ 42	14 ÷ 37
4.0	36 ÷ 56	23 ÷ 47
8.0	60 ÷ 76	38 ÷ 62
16.0	100	62 ÷ 80
31.5		100

Krzywa uziarnienia kruszyw 0 - 31,5 mm.



Krzywa uziarnienia kruszyw 0 - 16 mm



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

2.7. Woda

Woda zarobowa do betonu powinna spełniać wszystkie wymagania PN-EN 1008:2004 "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 $w/c=0,2$ do 0,25. Reszta wody służy do zwilżania kruszywa i nadania mieszance betonowej odpowiedniej konsystencji - jest to woda bierna, która z biegiem czasu wyparuje z betonu pozostawiając mikro-

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 za zachowanie możliwie małego stosunku w/c nie większego niż 0,50.

2.8. Dodatki do domieszki do betonu

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu napowietrzającym i uplastyczniającym. Rodzaj domieszki, jej ilość sposób stosowania powinny być zaopiniowane przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów. Zaleca się doświadczalne sprawdzenie skuteczności domieszek przy ustaleniu recepty mieszanki betonowej. W celu uzyskania betonów w dużym stopniu nieprzepuszczalnych i trwałych o niskim stosunku w/c i wysokiej urabialności, należy używać domieszek, których zestaw i działanie podaje tabela poniżej.

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

Domieszki należy stosować do mieszanek betonowych wykonywanych przy użyciu cementów portlandzkich marki 35 i wyższych. Zastosowane domieszki powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 934-2:2002/A2:2006 „Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje i wymagania.”

Ilość w stosunku do masy cementu [%]										
Wytrzymałość na ściskanie										
Odporność na środowisko siarczanowe										
Stołość objętości										
Mrozoodporność										
Wodoszczelność										
Przyspieszenie wiązania										
Opóźnienie wiązania										
Urabialność mieszanki										
L.p.	Dodatek	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Upłynnierz NB-2	+++	+	-	+	+	-	.	+	0,5÷2,0
2	Upłynnierz SK-1	+++	+	-	+	+	-	.	+	0,5÷2,0
3	Mixbet	+++	+	-	+	+	-	.	+	0,2÷51,0
4	Klutan	+++	++	-	+	+	-	.	+	0,1÷0,15
5	Klutanit	+++	+	-	+	+	-	.	+	0,1÷0,15
6	Hydrobet	+	+	-	+++	++	.	.	.	1,5
7	Retarbet	+	+++	-	.	.	+	.	+	0,5÷1,0
8	Rapidbet S-2	.	.	+++	+	.	.	.	+++	0,5÷1,0
9	Chlorek wapniowy	+	-	+++	.	.	-	.	-	2,0÷6,0
10	Abiesod P-1	++	+	-	+++	+++	.	++	-	0,3÷0,45
11	Abiesod P-2	++	+	-	.	+++	.	+++	-	0,3÷0,45
12	Antyżel	+	-	.	+	+++	-	.	++	2,0÷6,0

+++ podstawowa właściwość dodatku,

+ mniejszy wpływ dodatni,

- mniejszy wpływ ujemny,

. brak oddziaływania na cechę.

UWAGA: Wybór dodatków powinien być uzgodniony z Inspektorem Nadzoru a ich stosowanie zgodne z instrukcjami I.T.B. i odpowiednimi Świadczeniami.

Optymalna ilość powietrza w mieszance wynosi 3 do 5%. Dodatki napowietrzające zwiększają urabialność, plastyczność, jednorodność i wodoszczelność mieszanki betonowej.

3. SPRZĘT

3.1. Wymagania ogólne dotyczące sprzętu

Wymagania ogólne dotyczące sprzętu podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt do wykonania Robót

Instalacje do wytwarzania betonu przed rozpoczęciem produkcji powinny być poddane oględzinom Inspektora Nadzoru. Instalacje te powinny być typu automatycznego lub półautomatycznego 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 2 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 mieszanek wolnospadowych). Objętość mieszalników betoniarek musi zabezpieczać pomieszczenie wszystkich składników ważonych bez wyrzucania na zewnątrz. Do zagęszczenia układanej w szalunkach mieszanki betonowej należy stosować wibratory wgłębne o częstotliwości min. 6000 drgań/min.

4. TRANSPORT

4.1. Wymagania ogólne dotyczące transportu

Wymagania ogólne dotyczące transportu podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

4.2. Transport betonu

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 mieszalnikami samochodowymi (tzw. gruzszkami), a czas transportu nie powinien być dłuższy niż:

- 90 min. przy temperaturze otoczenia $+15^{\circ}\text{C}$,
- 70 min. przy temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C}$
- 30 min. przy temperaturze otoczenia $+30^{\circ}\text{C}$.

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. Dopuszcza się także przenośniki taśmowe, jednosekcyjne do podawania mieszanki na odległość nie większą od 10 m. Jeśli transport mieszanki do pojemnika będzie wykonywany przy użyciu betoniarki samochodowej jej jednorodność powinna być kontrolowana w czasie rozładunku. Obowiązkiem Inspektora Nadzoru jest odrzucenie transportu betonu nie odpowiadającego opisanym wyżej wymaganiom.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonywania Robót

Ogólne zasady wykonywania Robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”. Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt rusztowań i deskowań sporządzony przez osobę uprawnioną oraz organizacji i harmonogram Robót uwzględniający warunki, w jakich będą wykonywane roboty betonowe.

5.2. Wytwarzanie betonu

Beton stosowany do konstrukcji mostowych musi spełniać następujące wymagania PN-EN 206:2003:

- nasiąkliwość nie większą niż 4%,
- stopień mrozoodporności F150,
- stopień wodoszczelności co najmniej W8.

Wytwarzanie betonu powinno odbywać się w wytwórni. Dozowanie kruszywa powinno być wykonywane z dokładnością 2%. Dozowanie cementu powinno odbywać się na niezależnej wadze, o większej dokładności. 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, o których była mowa powyżej. Zarób powinien być jednorodny, posiadać jednolitą spójność, by w czasie transportu i innych operacji nie wystąpiło oddzielenie poszczególnych składników. Urabialność mieszanki powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawibrowaniu bez wystąpienia pustek w masie betonu lub na powierzchni. Urabialność nie może być osiągana przy większym zużyciu wody niż przewidziano w recepturze mieszanki. Inspektor Nadzoru może zezwolić na stosowanie środków napowietrzających, plastifikatorów, upłynniaczy nawet, jeśli ich zastosowanie nie było przewidziane w Dokumentacji Projektowej. Produkcja betonu i betonowanie powinny zostać przerwane, gdy temperatura spadnie poniżej 0°C , za wyjątkiem sytuacji szczególnych, lecz wtedy Inspektor Nadzoru wyda każdorazowo dyspozycję na piśmie z podaniem warunków betonowania. Skład mieszanki betonowej powinien przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelność ułożenia mieszanki w wyniku zagęszczenia 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 $1,3 R_b^G$. 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 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. Zawartość powietrza w mieszance betonowej nie powinien przekraczać wartości podanych w odpowiednim punkcie.

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 powinien być jak najmniejszy 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.

Wartość współczynnika A stosowanego do wyznaczania wskaźnika c/w, charakteryzującego mieszankę betonową należy wyznaczać doświadczalnie. Współczynnik ten wyznacza się na podstawie uzyskanych wytrzymałości z mieszanek o różnych wartościach wskaźnika c/w - mniejszym i większym od wartości przewidywanej teoretycznie - wykonanych ze stosowanych materiałów. Dla zmniejszenia skurczu betonu należy dążyć do jak najmniejszej ilości cementu.

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 Inspektora Nadzoru dokumentacji technologicznej obejmującej także betonowanie. Betonowanie może zostać rozpoczęte po sprawdzeniu deskowań i zbrojenia przez Inspektora Nadzoru 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 $> +5^{\circ}\text{C}$, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości $> 15\text{ MPa}$ przed pierwszym zamarznięciem. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C , jednak wymaga to zgody Inspektora Nadzoru oraz zapewnienia mieszanki betonowej o temperaturze $+20^{\circ}\text{C}$ w chwili jej układania zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie, co najmniej 7 dni; prace betoniarskie powinny być prowadzone wówczas pod bezpośrednim nadzorem Inspektora Nadzoru.
- mieszanki betonowej nie należy zrzucać z wysokości $> 0,75\text{ m}$ od powierzchni, na którą spada: w przypadku, gdy wysokość ta jest większa, należy mieszankę podawać za pomocą rynny zsykowej (do wysokości 3 m) lub leja zsykowego teleskopowego (do wysokości 8 m),
- wibratory węgłne stosować o częstotliwości min. 6000 drgań/min. z buławami o średnicy $< 0,65$ odległości między prętami zbrojenia, leżącymi w płaszczyźnie poziomej,
- podczas zagęszczania wibratorami węgłnymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora,
- podczas zagęszczania wibratorami węgłnymi zagłębiać buławę na głębokość 5 - 8 cm w warstwę poprzednią i przetrzymywać buławę w jednym miejscu przez 20 - 30 sek., po czym wyjmować 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 łąty wibracyjne powinny być stosowane do wyrównywania powierzchni betonu i charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości,
- zasięg działania wibratorów przyczepnych wynosi zwykle od 20 do 50 cm w kierunku głębokości i od 1,0 do 1,5 m w kierunku elementu; rozstaw wibratorów należy ustalić doświadczalnie, aby nie powstawały martwe pola a mocowanie powinno być trwałe i sztywne.

Gdyby betonowanie było wykonywane w okresach obniżonych temperatur, Wykonawca zobowiązany jest codziennie rejestrować minimalne temperatury za pomocą sprawdzonego termometru umieszczonego przy betonowanym elemencie. 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, a miejsca przypadkowo uszkodzone powinny zostać dokładnie naprawione zaprawą cementową natychmiast po rozdeskowaniu, ale tylko w przypadku, jeśli uszkodzenia te są w granicach, które Inspektor Nadzoru uzna za dopuszczalne. W przeciwnym przypadku element podlega rozbiórce i odtworzeniu. Wszystkie wymienione wyżej roboty poprawkowe są wykonywane na koszt Wykonawcy. Ewentualne łączniki (druć, śruby itp.), które spełniały funkcję stężeń deskowań lub inną i wychodzą z betonu po rozdeskowaniu, powinny być obcięte przynajmniej 1,0 cm pod wykończoną powierzchnią betonu, a otwory powinny być wypełnione zaprawą cementową. Tam gdzie tylko możliwe, elementy form deskowania powinny być zastabilizowane w dokładnej pozycji przy zastosowaniu prętów stalowych wewnątrz rurek z PCV lub podobnego materiału koloru szarego (rurki pozostają w betonie). Wyładunek mieszanki ze środka transportowego powinien następować z zachowaniem maksymalnej ostrożności celem uniknięcia rozsegregowania składników. Oprządkowanie, czasy i sposoby wibrowania powinny być uzgodnione i zatwierdzone przez Inspektora Nadzoru. Zabrania się wyładunku 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.

5.3.2. Zalecenia dotyczące betonowania elementów.

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

- w fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy bądź też za pomocą rynny, warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami węgłnymi,
- przy wykonywaniu ścian mieszankę betonową układać warstwami o grubości do 40 cm bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, lub za pośrednictwem rynny i zagęszczać wibratorami węgłnymi,

Celem ograniczenia skurczu i pękania, betonowanie winno być prowadzone całą szerokością elementu. Przed betonowaniem należy osadzić i wyregulować wszystkie elementy kotwione w betonie.

5.4. Pielęgnacja i warunki rozformowania betonu dojrzewającego normalnie

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i inną wodą. Przy temperaturze otoczenia $> 5^{\circ}\text{C}$ należy nie później niż po 12 godzinach od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnością 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-EN 1008:2004. W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami. Rozformowanie konstrukcji może nastąpić po osiągnięciu przez beton wytrzymałości rozformowania (konstrukcje monolityczne), zgodnie z PN-B-06251 lub wytrzymałości manipulacyjnej (prefabrykaty).

5.5. Usterki wykonania

Pęknięcia elementów konstrukcyjnych - niedopuszczalne. Rysy powierzchniowe skurczowe są dopuszczalne pod warunkiem, że pozostaje zachowany 1 cm otulenia zbrojenia betonu, a długości rys nie przekraczają:

- podwójnej szerokości ściany i 1,0 m dla rys podłużnych,
- połowy szerokości ściany i 1,0 m dla rys poprzecznych.

Pustki, raki i wykruszyny są dopuszczalne pod warunkiem, że otulenie zbrojenia betonu jest nie mniejsze niż 1 cm, a powierzchnia, na której występują jest nie większa niż 0,5% powierzchni odpowiedniej ściany.

5.6. Deskowania

Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt deskowań. Wykonanie elementów betonowych w warunkach budowy powinno być realizowane przy zastosowaniu deskowań drewnianych ze sklejki bakelizowanej (lub wodoodpornej) albo form metalowych. Dopuszcza się wykonywanie tradycyjnego deskowania elementów betonowych wykonywanych w warunkach budowy. Na deskowania tradycyjne należy stosować drewno klasy II i III. Deski muszą posiadać stałą grubość. Powierzchnia desek stykająca się z betonem winna być wygładzona. W celu uzyskania jednolitej faktury betonu, zaleca się pokrywanie powierzchni desek sklejkami, płytami laminowanymi itp. Nie dopuszcza się stosowania w tym celu materiałów wrażliwych na temperaturę i wodę.

5.7. Rozformowanie konstrukcji

W zwykłych warunkach atmosferycznych i temperaturze otoczenia powyżej + 15° C można przyjąć dla betonów mostowych następujące terminy rozdeskowania:

- 5 dni dla $R \geq 15$ MPa dla usunięcia bocznych deskowań ścian,
- 10 dni dla $R \geq 25$ MPa dla usunięcia deskowań powierzchni dolnych ścian.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości Robót

Ogólne zasady kontroli Robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

6.2. Wymagane właściwości betonu

6.2.1. Zalecenia do projektowania betonów

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

- B30 - w odniesieniu do elementów, podpór i ścian oporowych o najmniejszej grubości poniżej 60cm,

Klasę betonu należy rozumieć jako wytrzymałość gwarantowaną wg. PN-EN 206:1:2003.

Beton musi spełniać następujące wymagania:

- nasiąkliwość nie większą niż 4%,
- mrozoodporność F150,
- wodoszczelność W8.

Przy projektowaniu betonu należy opierać się na podstawowych wzorach wytrzymałości (wzór Bolomey'a), szczelności i wodorządności cementu i kruszywa. Składniki do betonów muszą być specjalnej jakości - wytrzymałość skały, z której pochodzi kruszywo powinna być, co najmniej 2 krotnie wyższa od wytrzymałości betonu. Marka cementu powinna być przyjęta wg. SST. M.13.00.00 pkt.2.1. Do betonu stosować płukane kruszywo łamane marki 30 i piasek gruboziarnisty możliwie bez frakcji 0 do 0,125 mm. Szczególnie korzystne są kruszywa o uziarnieniu nieciągłym. Ilość cementu na 1 m³ betonu nie powinna być większa niż 450 kg dla klas poniżej B35 i 550 kg w betonach pozostałych klas. Ilość zaprawy w mieszankach betonowych nie może być większa niż 500 do 550 dm³/m³ betonu.

6.2.2. Jakość betonów

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

- 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, transport, betonowanie, pielęgnacja betonu,
- wyniki próbnych wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach wykonanych na próbkach w kształcie sześciangu o bokach 15 cm, zgodnie z PN-EN-12390-1:2001/AC:2004,
- projekty ewentualnych konstrukcji pomocniczych.

Nadzór inwestorski wyda pozwolenie na rozpoczęcie betonowania po sprawdzeniu i zatwierdzeniu dokumentów stwierdzających jakość materiałów i mieszanek betonowych i po wykonaniu niezależnie od przedsiębiorstwa betonowych mieszanek próbnych i ich zbadaniu. Wyżej wymienione badania winny być wykonane na próbkach

przygotowanych zgodnie z propozycjami Wykonawcy zawartymi w czterech pierwszych podpunktach. Laboratorium badawcze, ilość próbek i sposób wykonania badań zostaną podane przez Inspektora Nadzoru, który wykonywać będzie okresowe badania w czasie realizacji, celem sprawdzenia zgodności właściwości materiałów i mieszanek betonowych zastosowanych z wcześniej przedłożonymi.

6.2.3. Wytrzymałość betonów

Celem określenia w trakcie wykonywania betonów ich wytrzymałości na ściskanie powinny być pobrane 2 serie próbek w ilościach zgodnych z PN-EN 206-1:2003. Próbki powinny być pobrane oddzielnie dla każdego elementu obiektu. Próbki powinny być pobierane komisyjnie z udziałem przedstawiciela Inspektora Nadzoru ze spisaniem protokołu pobrania podpisanego przez obie strony. Próbki oznakowane kolejnymi numerami zgodnie z protokołem pobrania winny być wyposażone w tabliczki z podpisami Inspektora i Kierownika robót, gwarantującymi ich autentyczność. Próbki powinny być przechowywane w pomieszczeniach wskazanych przez Inspektora Nadzoru przez jedną dobę w formach, a następnie po rozformowaniu zgodnie z PN-EN 12390-2:2001. Pierwsza seria próbek zostanie zbadana w laboratorium wskazanym przez Inspektora Nadzoru w obecności przedstawiciela Wykonawcy - celem stwierdzenia wytrzymałości odpowiadającej różnym okresom twardnienia, według dyspozycji podanych przez Inspektora Nadzoru. Wyniki prób zgniatania pierwszej serii próbek mogą być przyjęte za podstawę rozliczenia robót pod warunkiem, że wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania dla każdego elementu obiektu i rodzaju betonu będzie odpowiadała klasie betonu nie niższej niż wskazana w obliczeniach statycznych i na rysunkach Dokumentacji Projektowej. Jednakże celem potwierdzenia otrzymanych wyników powinny być poddane badaniom w Laboratorium Urzędowym próbki drugiej serii w ilościach wskazanych dla każdego z niżej wymienionych rodzajów betonu:

- betony nie zbrojone lub słabo zbrojone do wartości $\max 30 \text{ kg stali/m}^3$ betonu przynajmniej 10% próbek,
- betony zwykle zbrojone lub sprężone - przynajmniej 20% próbek.

W przypadku gdy wytrzymałość na ściskanie otrzymana dla każdego obiektu i rodzaju betonu w wyniku zgniecenia pierwszej serii próbek była niższa od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu przyjętej w obliczeniach statycznych i podanej na rysunkach projektu, 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 Inspektor Nadzoru 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, 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 na rysunkach, Wykonawca będzie zobowiązany na swój koszt do wyburzenia i ponownego wykonania konstrukcji lub do wykonania innych zabiegów, które zaproponowane przez Wykonawcę muszą być przed wprowadzeniem formalnie zatwierdzone przez Inspektora Nadzoru (w uzgodnieniu z nadzorem autorskim). Wszystkie koszty badań laboratoryjnych obciążają Wykonawcę.

6.3. Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu

6.3.1. Zakres kontroli

Zachowując w mocy wszystkie przepisy ustalone w pkt. 6.2.3. n/n SST dotyczące wytrzymałości betonu, Inspektor Nadzoru ma prawo pobrania w każdym momencie, kiedy uzna za stosowne, dalszych próbek materiałów lub betonów celem poddania badaniom bądź próbom laboratoryjnym.

Kontroli podlegają następujące właściwości mieszanki betonowej i betonu:

- 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. Inspektor Nadzoru może zażądać wykonania badań i kontroli na betonie utwardzonym za pomocą metod nieniszczących, np.: próba sklerometryczna, próba za pomocą ultradźwięków, pomiaru oporności itp.

6.3.2. 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 ustalonego wg PN-EN 12350-3:2001,
- + 1 cm - wg. metody stożka opadowego PN-EN 12350-2:2001, przy konsystencji plastycznej.

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

6.3.3. 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-EN 12350-7:2001 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

W przypadku stosowania domieszek napowietrzających charakterystyka rozkładów porów w stwardniałym betonie określona zgodnie z normą PN-EN 480-11:2008 „Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie.” powinna spełniać wymagania podane w tabeli 5 normy PN-EN 934-2:2002/A2:2006 „Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje i wymagania.” Sprawdzenie to należy przeprowadzić przy projektowaniu mieszanki betonowej.

6.3.4. 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: 1 próbkę na 100 zarobów, 1 próbkę na zmianę roboczą oraz 6 próbek na partię beton. Próbkę pobiera się przy stanowisku betonowania losowo po jednej, równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje i bada zgodnie z PN-EN 206-1:2003. Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania próbek pobranych z partii. Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli wytrzymałość określona na próbkach kontrolnych 150x150x150 mm spełnia następujące warunki:

1. Przy liczbie kontrolowanych próbek $n < 15$

$$R_{i\min} \geq a \cdot R_{bG} \quad (1) \quad \text{gdzie:}$$

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

R_{bG} - 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 warunki (2) i (3):

$$R_{i\min} > R_{bG} \quad (2) \quad \text{oraz}$$

$$\bar{R} > 1.2 \cdot R_{bG} \quad (3) \quad \text{gdzie:}$$

\bar{R} - Średnia wartość wytrzymałości badanej serii próbek, obliczona wg. wzoru (4)

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

R_i - wytrzymałość poszczególnych próbek.

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

$$\bar{R}_i - 1.64 \cdot s > R_{bG} \quad (5) \quad \text{w którym:}$$

\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 0,2 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 Inspektora Nadzoru przeprowadzić można dodatkowe badania wytrzymałości betonu na próbkach wyciętych z konstrukcji lub elementu, albo badania nieniszczące wytrzymałość betonu wg. PN-EN 12504-4:2005 lub wg. PN-EN 12504-2:2002. Jeżeli wyniki tych badań dodatkowych będą pozytywne, to nadzór może uznać beton za odpowiadający wymaganej klasie.

6.3.5. Sprawdzenie nasiąkliwości betonu

Sprawdzenie nasiąkliwości betonu przeprowadza się przy ustaleniu 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 m³ betonu. Próbkę należy przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać po osiągnięciu wieku 28 dni zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003.

6.3.6. Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu

Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalenia 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 m³ betonu. 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-EN 206-1:2003. 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-EN 206-1:2003:

- próbki nie wykazują 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 większa niż 20%.

2. Po badaniu metodą przyspieszoną, wg. PN-EN 206-1:2003

- próbka nie wykazuje pęknięć,
- ubytek objętości betonu w postaci złuszczeń, odłamków i odprysków, nie przekracza w żadnej próbce wartości 0.05 cm/cm² powierzchni zanurzonej w wodzie.

6.3.7. 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 niż 1 raz na 5000 m³ betonu. Wymagany stopień wodoszczelności betonu W8 jest osiągnięty, jeśli pod ciśnieniem wody 0,8 MPa w czterech na sześć próbek badanych zgodnie z PN-EN 206-1:2003 nie stwierdza się oznak przesiąkania wody.

6.3.8. Dokumentacja badań

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

6.4. Badania i odbiór konstrukcji betonowych**6.4.1. 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 wykonywania nie będzie mogła być sprawdzona. Wyniki oraz wnioski i zalecenia powinny być wpisane do Dziennika Budowy.

1. Sprawdzenie materiałów polega na stwierdzeniu, czy gatunki ich odpowiadają przewidzianym w Dokumentacji Projektowej i czy są zgodne ze świadectwami jakości i protokołami odbiorczymi.
2. Sprawdzenie deskowań wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, poziomicą łątą i porównanie z projektem oraz PN-B-06251.
3. Sprawdzenie zbrojenia wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, poziomicą, suwmiarką i porównanie z Dokumentacją Projektową oraz PN-B-06251.
4. Sprawdzenie robót betonowych wykonuje się wg. PN-EN 206-1:2003 i PN-B-06251.
5. Porównanie przekrojów poprzecznych z Dokumentacją Projektową.
6. Ustalenie czy wychylenie z pionu mieści się w granicach dopuszczalnych.
7. Sprawdzenie rys, pęknięć i raków.
8. Porównanie rzędnych z Dokumentacją Projektową.

6.4.2. Badania po zakończeniu budowy

Badania po zakończeniu budowy obejmują:

1. Sprawdzenie podstawowych wymiarów obiektu należy przeprowadzić przez wykonanie pomiarów na zgodność z Dokumentacją Projektową w zakresie:
 - podstawowych rzędnych oraz położenia osi obiektu w stosunku do osi przepustu,
 - grubości i długości całego elementu.
2. Sprawdzenie konstrukcji należy wykonać przez oględziny oraz kontrolę formalną dokumentów z badań prowadzonych w czasie budowy.

6.4.3. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji mostowych

Wymiary konstrukcji betonowej, zawarte w projekcie należy rozumieć jako wymiary nominalne.

W zakresach nie objętych tabelą, tolerancje wymiarowe i inne wymagania dotyczące elementów betonowych i

żelbetowych są następujące:

- dopuszczalne odchyłki wymiarowe od projektu wynoszą:
 - grubość elementu + 0.5 cm,
 - rzędne wysokościowe + 1.0 cm.

Podane poniżej, w tabeli tolerancje wymiarów należy traktować jako miarodajne.

Lp.	Rodzaje pomiarów	Dopuszczalna odchyłka
1	Wymiary przekroju poprzecznego i inne zbliżone: $l \leq 0,25 \text{ m}$ $0,25 \text{ m} \leq l \leq 0,50 \text{ m}$ $0,50 \text{ m} \leq l \leq 1,50 \text{ m}$ $1,50 \text{ m} \leq l \leq 3,00 \text{ m}$ $3,00 \text{ m} \leq l \leq 10,00 \text{ m}$ $10,00 \text{ m} \leq l$	$\pm 5 \text{ mm}$ $\pm 10 \text{ mm}$ $\pm 15 \text{ mm}$ $\pm 20 \text{ mm}$ $\pm 25 \text{ mm}$ $\pm 0,002 \text{ l}$
2	Ogólne wymiary konstrukcji: $l \leq 15,00 \text{ m}$ $15,00 \text{ m} \leq l \leq 30,00 \text{ m}$ $30,00 \text{ m} \leq l$	$\pm 15 \text{ mm}$ $\pm 30 \text{ mm}$ $\pm 0,001 \text{ l}$
3	Prostoliniowość: $l \leq 3,00 \text{ m}$ $3,00 \text{ m} \leq l \leq 6,00 \text{ m}$ $6,00 \text{ m} \leq l \leq 10,00 \text{ m}$ $10,00 \text{ m} \leq l \leq 20,00 \text{ m}$ $20,00 \text{ m} \leq l$	$\pm 10 \text{ mm}$ $\pm 15 \text{ mm}$ $\pm 20 \text{ mm}$ $\pm 30 \text{ mm}$ $\pm 0,0015 \text{ l}$
4	Zwężenie (odchylenie w jednym narożu elementu prostokątnego w stosunku do płaszczyzny wyznaczonej przez 3 pozostałe naroża. l - przekątna prostokąta): $l \leq 3,00 \text{ m}$ $3,00 \text{ m} \leq l \leq 6,00 \text{ m}$ $6,00 \text{ m} \leq l \leq 12,00 \text{ m}$ $12,00 \text{ m} \leq l$	$\pm 10 \text{ mm}$ $\pm 15 \text{ mm}$ $\pm 20 \text{ mm}$ $\pm 0,002 \text{ l}$
5	Różnice poziomów pomiędzy najbliższymi płaszczyznami (w górze lub na dole): $h \leq 3,00 \text{ m}$ $3,00 \text{ m} \leq h \leq 6,00 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$ $\pm 12 \text{ mm}$

6.4.4. Badania dodatkowe

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

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru Robót

Ogólne zasady obmiaru Robót podano w SST. D.M.00.00.00. „Wymagania ogólne”.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostka obmiarowa Robót wg SST M.13.01.01 i SST M.13.02.01.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru Robót

Ogólne zasady odbioru Robót podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Do odbioru Wykonawca przedstawi deklaracje zgodności uzyskane od dostawców betonu i wyniki pomiarów i badań z bieżącej kontroli materiałów i Robót.

8.2. Rodzaje odbioru

Odbiór robót betonowych przy wykonywaniu elementów konstrukcji kładki oraz elementów kanalizacji deszczowej obejmuje:

- a) odbiór ostateczny
- b) odbiór pogwarancyjny wg zasad określonych w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D.M.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

9.2. Cena jednostkowa

Cena jednostkowa wg SST M.13.01.01 i SST M.13.02.01.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy dotyczące betonu

1. PN-EN 196-1:2006 Metody Badania cementu. Część 1: Oznaczenie wytrzymałości.
2. PN-EN 196-2:2006 Metody badań cementu. Część 2: Analiza chemiczna cementu.
3. PN-EN 196-3:2006 Metody badań cementu. Część 3: Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości.
4. PN-EN 196-6:1997 Metody badań cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia.

5. PN-EN-197-1:2002/A3:2007 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
6. PN-EN-206-1:2003/A2:2006 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
7. PN-EN-12620:2004 Kruszywa mineralne do betonu.
8. PN-EN 933-1:2000/A1:2006 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
9. PN-EN 933-4:2008 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu.
10. PN-B-06714.01 Kruszywa mineralne. Badania. Podział, nazwy i określenia badań.
11. PN-B-06714.12 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych.
12. PN-B-06714.13 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości pyłów mineralnych.
13. PN-EN 933-1:2000 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie składu ziarnowego.
14. PN-B-06714-34:1991/Az1:1997 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej.
15. PN-B-06714.40 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie wytrzymałości na miazdzenie.
16. PN-B-06714.43 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości ziaren słabych.
17. PN-B-06714.46:1992 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie potencjalnej reaktywności alkalicznej metodą szybką.
18. PN-EN 1008:2004 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.
19. PN-EN 206-1:2003 Beton zwykły.
20. PN-EN 12350-1:2001 Badania mieszanki betonowej. Część 1. Pobieranie próbek.
21. PN-EN 12350-2:2001 Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą opadu stożka.
22. PN-EN 12350-3:2001 Badania mieszanki betonowej. Część 3. Badanie konsystencji metodą Ve-Be.
23. PN-EN 12350-6:2001 Badania mieszanki betonowej. Część 6. Gęstość.
24. PN-EN 12350-7:2001 Badania mieszanki betonowej. Część 7. Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe.
25. PN-EN 12390-1:2001/AC:2004 Badania betonu. Część 1. Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
26. PN-EN 12390-2:2001 Badania betonu. Część 2. Wykonanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałości.
27. PN-EN 12390-4:2001 Badania betonu. Część 4. Wytrzymałość na ściskanie. Wymagania dla maszyn wytrzymałościowych
28. PN-EN 12390-8:2001 Badania betonu. Część 8. Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem.
29. PN-EN 480-11 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie.
30. 30. PN-EN 934-2:2002/A2:2006 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje i wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie.
31. PN-EN 1097 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw.

Normy dotyczące konstrukcji betonowych

32. PN-S-10042 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
33. PN-S-10040 Żelbetowe i betonowe konstrukcje mostowe. Wymagania i badania.
34. PN-B-06251 Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne.
35. PN-EN 12504-4:2005 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.
36. PN- EN 12504-2:2002 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.

10.3. Inne dokumenty

38. Wymagania i zalecenia dotyczące wykonania betonów do konstrukcji mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych. Warszawa.