

M.13.00.00. BETON**M.13.01.00. Beton konstrukcyjny****1. Wstęp****1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB)**

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru betonu projektowanego oraz robót związanych z wykonaniem elementów z betonu konstrukcyjnego dla zadania pn.: **PRZEBUDOWA DROGI POWIATOWEJ NR 1647W - UL. ARMII KRAJOWEJ W GRÓJCJU POPRZEC BUDOWĘ KŁADKI NAD RZEKĄ MOLNICĄ WRAZ Z BUDOWĄ BEZPIECZNEGO PRZEJŚCIA DLA PIESZYCH, ŚCIEŻKI PIESZO - ROWEROWEJ, CHODNIKA, ODWODNIENIA..**

1.2. Zakres stosowania STWiORB

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

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem betonów konstrukcyjnych dla drogowych obiektów inżynierskich.

Specyfikacja Techniczna dotyczy wszystkich czynności umożliwiających i mających na celu wykonanie robót związanych z:

- wykonaniem mieszanki betonowej,
- transportem mieszanki na budowę,
- wykonaniem deskowań i niezbędnych rusztowań,
- układaniem i zagęszczaniem mieszanki betonowej,
- pielęgnacją betonu.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe w niniejszej Specyfikacji Technicznej są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami, „Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie” oraz określeniami podanymi w STWiORB D-M.00.00.00 oraz podanymi poniżej.

Beton – materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu.

Mieszanka betonowa – całkowicie wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą.

Zaczyn cementowy - mieszanina cementu i wody.

Zaprawa - mieszanina cementu, wody, składników mineralnych i ewentualnych dodatków przechodzących przez sito kontrolne o boku oczka kwadratowego 2mm.

Zarób – ilość mieszanki betonowej wyprodukowana w jednym cyklu operacyjnym betoniarki lub ilość rozładowana w ciągu 1 min. z betoniarki o pracy ciągłej.

Partia – ilość mieszanki betonowej, która jest: wykonana w jednym cyklu operacyjnym mieszarki okresowej, lub wykonana w czasie 1 min w mieszarce o pracy ciągłej, lub przewożona jako gotowa w betoniarce samochodowej, gdy jej napełnienie wymaga więcej niż jednego cyklu pracy mieszarki okresowej lub więcej niż jednej minuty mieszania w mieszarce o pracy ciągłej.

Próbka złożona – ilość mieszanki betonowej, składająca się z kilku porcji pobranych z różnych miejsc partii

Domieszka – składnik dodawany podczas procesu mieszania betonu w małych ilościach w stosunku do masy cementu w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej lub betonu stwardniałego.

Dodatek – drobnoziarnisty składnik stosowany do betonu w celu poprawy pewnych właściwości lub uzyskania specjalnych właściwości. Rozróżnia się dwa typy dodatków nieorganicznych: prawie obojętne (typ I) i posiadające właściwości pucolanowe lub utajone właściwości hydrauliczne (typ II).

Współczynnik woda/cement (w/c) – stosunek efektywnej zawartości masy wody do zawartości masy cementu w mieszance betonowej.

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

Stopień wodoszczelności - symbol literowo-liczbowy (np. W8) klasyfikujący beton pod względem przepuszczalności wody. Liczba po literze W oznacza dziesięciokrotną wartość ciśnienia wody w MPa, działającego na próbki betonowe.

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

Klasa wytrzymałości betonu - symbol literowo-liczbowy (np. C25/30) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie. Pierwsza liczba po literze C oznacza minimalną wytrzymałość

charakterystyczną oznaczaną na próbkach walcowych $f_{ck,cyl}$ w N/mm² (MPa), druga liczba - minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczaną na próbkach sześciennych $f_{ck,cube}$ w N/mm² (MPa).

Klasy wytrzymałości betonu na ściskanie dla poszczególnych elementów podano w Dokumentacji Projektowej. Oznaczenie klas betonu użyte w Dokumentacji Projektowej zgodne jest z normą projektową dla obiektów mostowych PN-S-10042. Jako odpowiadające należy przyjmować klasy betonu zgodnie z normą PN-EN 206-1 wg poniższej tabeli.

BETON wg PN-B-06250:1988		BETON wg PN-S-10042:1991 (R_b^G)							
B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B60
BETON wg PN-EN 206-1 ($f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$)									
C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45		C40/50	C50/60

Wytrzymałość charakterystyczna betonu – wartość wytrzymałości, poniżej której może się znaleźć 5% populacji wszystkich możliwych oznaczeń wytrzymałości dla danej objętości betonu.

Klasa ekspozycji betonu – określa wymagania materiałowo-technologiczne dotyczące odporności betonu na oddziaływanie środowiska przy założeniu co najmniej 50 lat eksploatacji.

W zależności od niej dobierany jest skład, klasa wytrzymałości i struktura betonu.

Dla elementów nie wyszczególnionych w Dokumentacji Projektowej należy przyjąć zgodnie z normą PN-EN 206-1

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 1.5. Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość materiałów i wykonywanych robót oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inspektora Nadzoru.

2. Materiały

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w STWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 2.

Wymagania dotyczące jakości mieszanki betonowej regulują postanowienia odpowiednich polskich norm i „Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie”.

2.1. Składniki mieszanki betonowej

Składniki betonu zgodnie z PN-EN 206-1 nie powinny zawierać substancji szkodliwych w ilościach mogących obniżyć trwałość betonu lub spowodować korozję zbrojenia. Ustalona ogólna przydatność danego składnika nie oznacza, że może on być stosowany w każdej sytuacji i do każdego składu betonu.

Jeśli nie ma normy europejskiej dotyczącej danego składnika, gdy nie jest on w niej uwzględniony lub gdy dany składnik jest znacząco niezgodny z wymaganiami takiej normy, określenie przydatności tego składnika można przeprowadzić na podstawie:

- europejskiej aprobaty technicznej, dotyczącej zastosowania danego składnika,
- odpowiedniej normy krajowej lub postanowień przyjętych w kraju stosowania betonu, dotyczących jego zastosowania.

2.1.1. Cement

Do betonów mostowych należy stosować cement portlandzki CEM I niskoalkaliczny (czysty bez dodatków).

Do betonu klasy C20/25 [B25] dopuszcza się stosowanie cementu klasy CEM 32,5; do betonu klasy C25/30 [B30] i wyższej należy stosować cement minimalnej klasy CEM I 42,5 N-HSR/NA lub CEM I 42,5 N-MSR/NA. Cementy te muszą spełniać wymagania określone w Aprobatach technicznych lub normach PN-EN 197-1, PN-EN 197-4, PN-B-19707.

Ponadto, klasa zastosowanego cementu powinna być podyktowana projektowaną klasą wytrzymałości na ściskanie betonu oraz pozostawać w zgodzie z wytycznymi do projektowania składu mieszanki betonowej wskazanymi w odpowiednich dokumentach odniesienia wg których deklarowana będzie zgodność dostarczanej masy betonowej.

Do elementów, których grubość zastępcza jest nie mniejsza niż 60cm należy stosować cementy o niskim cieple hydratacji LH.

Wymaga się, aby cementy te charakteryzowały się następującym składem:

- zawartość krzemianu trójwapniowego (alitu) - C_3S – 50,0 do 60,0% masy,
- zawartość glinianu trójwapnia - C_3A - do 7,0% masy,
- zawartość $C_4AF + 2 \times C_3A$ nie większa niż 20,0% masy.
- zawartość alkaliów - do 0,6%, a maksymalnie do 0,9% masy pod warunkiem stosowania kruszywa niereaktywnego.

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

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3,
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3,
- sprawdzenie istnienia grudek (zbryleń) w cemencie nie dających się rozgnieść w palcach.

Nie dopuszcza się występowania w cemencie grudek, w ilości większej niż 20,0%, nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

Zakazuje się pobierania cementu ze stacji przesypowych (silosów), jeżeli nie ma pewności, że dostarczany jest tam tylko jeden rodzaj cementu z tej samej cementowni.

Do każdej partii dostarczonego cementu musi być dołączone świadectwo jakości (atest) wraz z wynikami badań z uwzględnieniem wymagań „Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie”. Znak zgodności umieszczony przez producenta na opakowaniach musi być potwierdzony odpowiednim certyfikatem wydanym przez jednostkę certyfikującą, a określającym zgodność z normami przedmiotowymi.

2.1.2. Kruszywo

Kruszywa do betonu powinny charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia, pozwalającą na wykonanie partii betonu o stałej jakości. Należy stosować kruszywo z jednego źródła o sprawdzonych właściwościach. W przypadku stosowania kruszywa pochodzącego z różnych źródeł należy spowodować, aby udział tych kruszyw był jednakowy dla całej konstrukcji betonowej.

Do betonu należy stosować kruszywo mineralne marki nie niższej klasa wytrzymałości betonu, odpowiadające wymaganiom normy PN-B-06712. Zaleca się równolegle wykonać badania kruszyw wg norm serii PN-EN. Wyniki tych badań należy przekazać Inspektorowi Nadzoru.

Ponadto zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r, kruszywo powinno odpowiadać dodatkowym wymaganiom:

- Powinno składać się z elementów niewrażliwych na przemarzanie,
- nie zawierać składników łamliwych, pyłących czy o budowie warstwowej, gipsu ani rozpuszczalnych siarczanów, piryków, piryków gliniastych i składników organicznych.

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

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

Poszczególne rodzaje i frakcje kruszywa muszą być na placu składowym oddzielnie składowane na umocnionym i czystym podłożu w sposób uniemożliwiający mieszanie się.

W przypadku stosowania kruszywa pochodzącego z różnych źródeł należy spowodować, aby udział tych kruszyw był jednakowy dla całej konstrukcji betonowej.

Dostawca kruszywa jest zobowiązany do przekazania dla każdej partii kruszywa wyników jego pełnych badań wg PN-86/B-06712 oraz wyników badania specjalnego dotyczące reaktywności alkalicznej w terminach przewidzianych przez Inspektora Nadzoru.

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

2.1.2.1. Kruszywo grube

Do betonów klasy C20/25 i wyższych należy stosować grysy granitowe, bazaltowe lub z innych skał zbadanych przez uprawnioną jednostkę o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm.

Powinny one odpowiadać następującym wymaganiom:

- zawartość pyłów mineralnych - do 1%,
- zawartość ziaren nieforemnych (to jest wydłużonych płaskich) - do 20 %,
- wskaźnik rozkruszenia:
 - dla grysów granitowych - do 16%,
 - dla grysów bazaltowych i innych - do 8%;
- zawartość podziarna, określona ułamkiem masowym, nie powinna być większa niż 5%,
- zawartość nadziarna, określona ułamkiem masowym, nie większa niż 10%,
- nasiąkliwość - do 1,2%,
- mrozoodporność według metody bezpośredniej - do 2%,
- mrozoodporność wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej do 10%,

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

2.1.2.2. Kruszywo drobne

Do betonów zaleca się stosować kruszywo drobne gatunku I (o uziarnieniu do 2 mm) w postaci piasku pochodzenia rzecznoego lub kompozycji piasku rzecznoego i kopalnianego uszlachetnionego, kruszywo to powinno być tak dobrane w stosunku do kruszywa grubego, by krzywa przesiewu stosu okrucowego kruszywa mieściła się w podanych krzywych granicznych wg PN-S-10040.

Kruszywo drobne powinno odpowiadać następującym wymaganiom:

- zawartość pyłów mineralnych - do 1,5%,
- reaktywność alkaliczna z cementem określona wg PN-B-06714.34 nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%,
- zawartość związków siarki - do 0,2%,
- zawartość zanieczyszczeń obcych - do 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych - nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej wg PN-B-06714.26,
- w kruszywie drobnym nie dopuszcza się grudek gliny.

Zaleca się, aby zastosowane kruszywo posiadało zadeklarowane przez producenta typowe uziarnienie dla kruszywa drobnego. Typowe uziarnienie jest określone jako procent masy kruszywa przechodzącego przez sita o wymiarach podanych w poniższej tabeli.

Zaleca się, aby zastosowane kruszywo posiadało zadeklarowane przez producenta typowe uziarnienie dla kruszywa drobnego. Typowe uziarnienie jest określone jako procent masy kruszywa przechodzącego przez sita o wymiarach podanych w poniższej tabeli.

Zawężone tolerancje uziarnienia dla deklarowanego przez producenta typowego uziarnienia kruszywa drobnego:

Wymiar sita [mm]	Tolerancje w procentach przechodzącej masy [%]
4	-
2	±5
1	±10
0,250	±15
0,063	±5

2.1.2.3. Uziarnienie kruszywa

UWAGA: Dla betonów klasy C30/37 [B35] i wyższych należy ustalić doświadczalnie uziarnienie kruszywa. Wymaganie dla nich mogą być ostrzejsze niż określone poniżej.

Kruszywo o łącznym uziarnieniu powinno mieścić się w zalecanych krzywych granicznych podanych w PN-S-10040. Zawartość poszczególnych frakcji powinna być tak dobrana, aby zapewnić jak najmniejszą jamistość. Zawartość piasku w stosie okrucowym powinna być jak najmniejsza (do 42,0 %), przy kruszywie grubym do 16 mm i jednocześnie zapewnić niezbędną urabialność przy zagęszczaniu przez wibrowanie. Szczególną uwagę należy zwrócić na uziarnienie piasku w celu zredukowania do minimum wydzielanie mlecza cementowego.

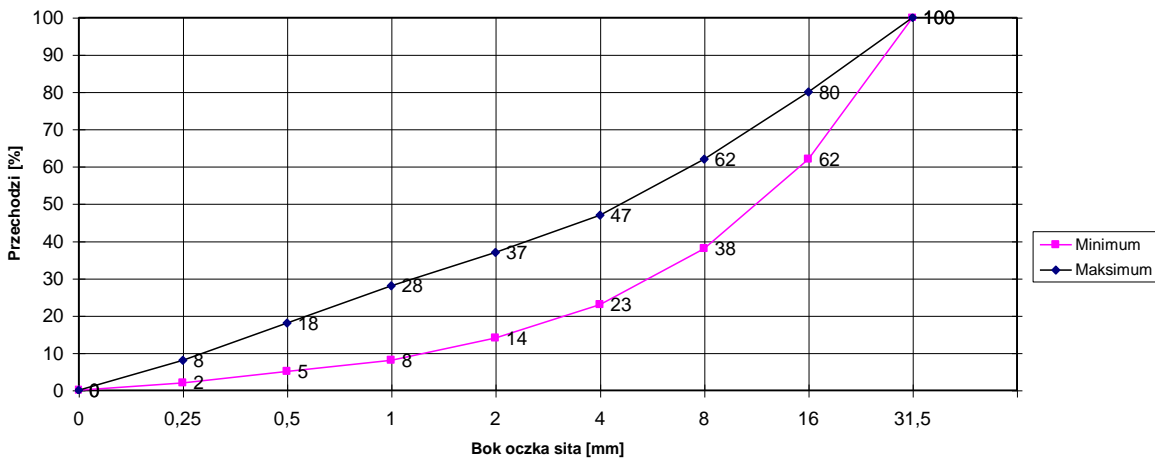
Do betonu klasy C20/25 i C25/30 zaleca się stosowanie kruszywa o łącznym uziarnieniu mieszczącym się w granicach podanych na wykresach i według tabeli podanych poniżej.

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

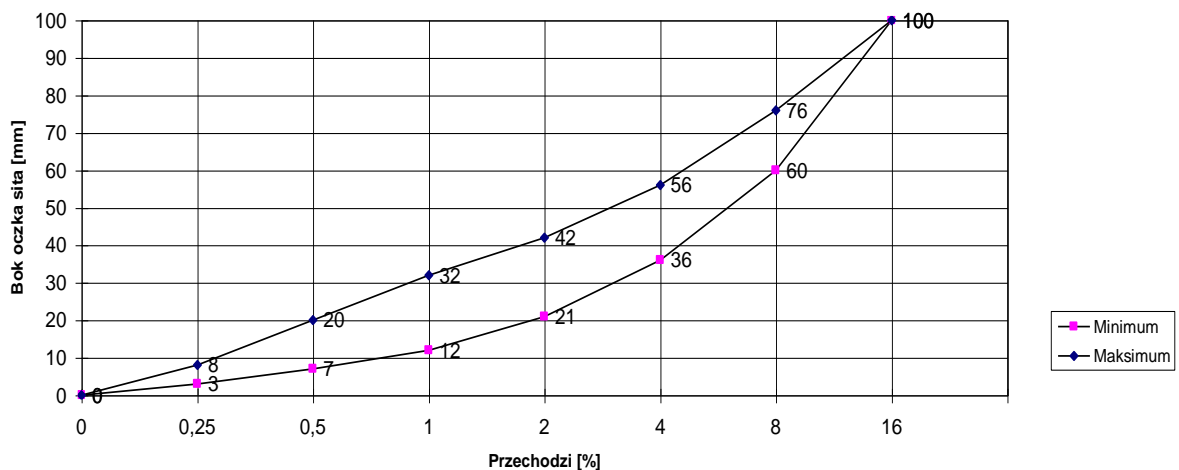
Tablica 3. Zalecane graniczne uziarnienie kruszywa wg PN-S-10040:1999

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
1,00	12 do 32	8 do 28
2,00	21 do 42	14 do 37
4,00	36 do 56	23 do 47
8,00	60 do 76	38 do 62
16,00	100	62 do 80
31,5		100

Zalecane krzywe uziarnienia kruszywa do betonu 0÷31,5 mm wg PN-S-10040:1999



Zalecane krzywe uziarnienia kruszywa do betonu 0÷16 mm wg PN-S-10040:1999



2.1.3. Woda

Woda zarobowa do betonu powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008. Jeżeli wodę do betonu stanowi woda pitna (np. czerpana z wodociągów miejskich), to nie wymaga się żadnych badań. Należy pobierać ją ze zbiornika pośredniego, a nie bezpośrednio z instalacji wodociągowej.

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

2.1.4. Domieszki i dodatki do betonu

Domieszki stosowane do produkcji mieszanki betonowej muszą odpowiadać wymaganiom PN-EN 934-2. Badania domieszek przeprowadza się zgodnie z PN-EN 480-1+12 - adekwatnie.

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

Zaleca się stosowanie domieszek chemicznych o działaniu upłynniającym i napowietrzającym lub o działaniu kompleksowym. Zastosowane domieszki muszą posiadać świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie mostowym. Zaleca się sprawdzenie skuteczności domieszek przy ustalaniu składu mieszanki betonowej.

Ilość domieszki napowietrzającej należy ustalić tak, aby objętość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej badana metodą ciśnieniową w miejscu wbudowania wynosiła:

- od 3,5% do 5,5% - dla betonu narażonego na czynniki atmosferyczne,
- od 4,5% do 6,5% - dla betonu na stały dostęp wody przed zamrożeniem.

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

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

Całkowita ilość domieszek, o ile są stosowane, nie powinna przekraczać dopuszczalnej największej ilości zalecanej przez producenta domieszek oraz nie powinna być większa niż 50 g na 1 kg cementu. Stosowanie domieszek w ilościach mniejszych niż 2 g/kg cementu dopuszcza się wyłącznie w przypadku wcześniejszego ich wymieszania z częścią wody zarobowej.

Ilość dodatków typu I i typu II, stosowanych do betonu, należy określić na podstawie badań wstępnych (Załącznik A normy PN-EN 206-1). Dodatki występujące w postaci materiału drobnoziarnistego muszą być ze względu na stosowaną większą ilość doliczone do masy cementu jako dodatkowy składnik objętościowy

2.2. Beton

Skład betonu należy tak dobrać aby spełnić wymagania określone dla betonu i mieszanki betonowej, łącznie z konsystencją, gęstością, wytrzymałością, trwałością, ochroną przed korozją stali w betonie, z uwzględnieniem procesu produkcyjnego i planowanej metody realizacji prac betonowych.

Beton do konstrukcji mostowych powinien spełniać wymienione poniżej wymagania:

- maksymalny nominalny górny wymiar ziaren kruszywa:
 - 16.0mm dla betonu \geq C25/30,
 - 31.5mm dla betonu $<$ C25/30,
- klasa zawartości chlorków (wg pkt. 5.2.7. PN-EN 206-1):
 - w konstrukcjach żelbetowych: Cl 0,40
- nasiąkliwość:
 - do 5%
- wodoszczelność: co najmniej W8 wg PN-B-06250
- zawartość powietrza: min. 4% wg pkt. 5.4.3 i załącznika F normy PN-EN 206-1, w innych przypadkach wg pkt. 6.2.2 niniejszej Specyfikacji
- mrozoodporność: co najmniej F150 wg PN-B-06250.

3. Sprzęt

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

Wytwarzanie mieszanki betonowej powinno się odbywać wyłącznie w wyspecjalizowanym zakładzie produkcji betonu, który może zapewnić spełnienie żądanych w Specyfikacji wymagań; konieczna jest akceptacja wytwórni betonu przez Inspektora Nadzoru. Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo legalizacji a składniki mieszanki muszą być dozowane wagowo. Mieszanie składników powinno się odbywać wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych). Betoniarki powinny umożliwiać równomierne wymieszanie składników oraz uzyskanie jednorodnej konsystencji mieszanki betonowej w danym czasie i przy danej wydajności mieszania. Silosy na cement muszą mieć zapewnioną doskonałą szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną. Składowiska materiałów powinny być utwardzone, materiały zabezpieczone przed możliwością mieszania się poszczególnych rodzajów i frakcji. Wykonawca musi posiadać aktualne świadectwo dopuszczenia wytwórni do ruchu. Zakład wytwarzający mieszankę betonową musi

Betoniarki samochodowe oraz urządzenia mieszające powinny być tak wyposażone, aby umożliwić dostarczenie jednorodnej mieszanki betonowej

Do podawania mieszanek należy stosować pojemniki o konstrukcji umożliwiającej łatwe ich opróżnianie lub pompy przystosowane do podawania mieszanek plastycznych.

Do zagęszczania mieszanki betonowej należy stosować wibratory z buławami o średnicy nie większej od 0,65 odległości między prętami zbrojenia leżącymi w płaszczyźnie poziomej, o częstotliwości

6000 drgań/min. Belki i łąty wibracyjne stosowane do wyrównania powierzchni betonu płyt powinny charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości.

4. Transport

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

Transport mieszanki betonowej nie powinien powodować segregacji składników, zmiany konsystencji i składu, zanieczyszczenia i obniżenia temperatury mieszanki. Należy wykonywać go przy pomocy mieszalników samochodowych (tzw. „gruszek”). Ilość „gruszek” należy dobrać tak, aby zapewnić wymaganą szybkość betonowania z uwzględnieniem odległości dowozu, czasu twardnienia betonu oraz koniecznej rezerwy w przypadku awarii samochodu. Trzeba jednakże również uwzględnić fakt, że mieszanka betonowa nie może czekać na budowie na rozładowanie.

Podawanie i układanie mieszanki betonowej można wykonywać przy pomocy pompy do betonu lub innych środków zaakceptowanych przez Inspektora Nadzoru

Czas transportu i wbudowania mieszanki nie powinien być dłuższy niż:

90 min. - przy temperaturze otoczenia $+5\div+15^{\circ}\text{C}$,

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

30 min. - przy temperaturze otoczenia $+30^{\circ}\text{C}$.

Informacje o dostawie mieszanki betonowej ustalać zgodnie z rozdziałem 7 PN-EN 206-1.

5. Wykonanie robót

5.1. Zalecenia ogólne

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

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z Dokumentacją Projektową, STWiORB, wymaganiami stosownych norm, Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie oraz dokumentacją technologiczną opracowaną i dostarczoną przez Wykonawcę, uzgodnioną z Projektantem obiektu i zatwierdzoną przez Inspektora Nadzoru.

Dokumentacja technologiczna dostarczona przez Wykonawcę powinna zawierać projekt technologii, organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty betoniarskie na danym obiekcie, projekty wykonawcze rusztowań i deskowań, projekt technologiczny betonowania - uwzględniając dyspozycje wykonawcze zawarte w Dokumentacji Projektowej obiektu.

Projekt technologiczny betonowania powinien obejmować:

- wybór składników betonu,
- opracowanie receptur laboratoryjnych i roboczych,
- sposób wytwarzania mieszanki betonowej,
- sposób transportu mieszanki betonowej,
- kolejność i sposób betonowania,
- wskazanie przerw roboczych i sposobu łączenia betonu w przerwach,
- sposób ograniczenia powstawania rys skurczowych ze szczególnym uwzględnieniem skutków ciepła hydratacji (w razie potrzeby ujmujący metody chłodzenia wiążącego betonu w czasie betonowania),
- sposób pielęgnacji betonu,
- warunki rozformowania konstrukcji,
- zestawienie koniecznych badań.

5.2. Rusztowania i deskowania

Wykonawca dostarczy projekt technologiczny (wykonawczy) deskowań oraz rusztowań i ich posadowienia, wykonany w oparciu o dane zawarte w Dokumentacji Projektowej oraz dyspozycje niniejszej Specyfikacji. Projekt ten należy oprzeć na obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych, spełniając wymagania aktualnych norm. Projekt ten powinien posiadać wszystkie wymagane uzgodnienia i pozwolenia (np. administratora cieków, rzeki, linii kolejowej, czynnej drogi itp.) i podlega akceptacji Inspektora Nadzoru.

Budowę, eksploatację oraz późniejszą rozbiórkę rusztowań i deskowań należy prowadzić zgodnie z powyższym projektem technologicznym.

Wykonanie deskowań powinno uwzględniać podniesienie wykonawcze związane ze strzałką konstrukcji, ugięciem i osiadaniem rusztowań pod wpływem ciężaru ułożonego betonu.

Deskowania i związane z nim rusztowania powinny w czasie ich wznoszenia, eksploatacji i demontażu, zapewnić sztywność i niezmienność układu oraz bezpieczeństwo konstrukcji i obsługi (dostęp, pomosty).

Ustalona konstrukcja deskowań powinna być sprawdzona na siły wywołane parciem świeżej masy betonowej i uderzenia przy jej wylewaniu z pojemników z uwzględnieniem szybkości betonowania, sposobu zagęszczania i obciążania pomostami roboczymi. Konstrukcja deskowań powinna umożliwiać łatwy ich montaż i demontaż oraz wielokrotność ich użycia – zaleca się stosowanie deskowań systemowych.

Tarcze deskowań powinny być szczelne, aby zabezpieczały przed wyciekaniem zaprawy z masy betonowej, zapewniały jednorodną powierzchnię betonu (wg wymaganego jej wykończenia) oraz wykazywały odporność na deformacje pod wpływem warunków atmosferycznych.

Wszelkie krawędzie betonu winny być ścięte (sfazowane) np. za pomocą listwy trójkątnej do wymiarów zgodnie z rysunkami Dokumentacji Projektowej; listwy te muszą być następnie usuwane z wykonanej konstrukcji. Również, podczas betonowania, z konstrukcji należy usuwać wszelkie rozpórki i zastrzały z drewna lub metalu.

Klamry, śruby, pręty, ściągi lub inne urządzenia łączące powinny zapewnić sztywne połączenie szalunków i możliwość ich usunięcia bez zniszczeń betonu. Ściągi deskowań należy wykonywać w osłonkach z rur PCV. Ściągi należy usunąć po rozdeskowaniu elementu betonowego. Nie należy stosować ściąągów pozostawianych w betonie i obcinanych bez wymaganej otuliny. Wszystkie otwory pozostałe po ściągach należy wypełniać zaprawą cementową. Podczas betonowania z konstrukcji należy usuwać wszelkie rozpórki i zastrzały z drewna lub metalu.

Deskowania winny być chronione przed rdzą, tłuszczem i innymi zanieczyszczeniami. Wnętrze szalunków pokrywane środkami antyadhezyjnymi nie powinno zabarwić ani nie zniszczyć powierzchni betonu a także w żadnym przypadku nie powinno powodować jakiegokolwiek zanieczyszczenia układanego zbrojenia.

Deskowania nieimpregnowane, przed wypełnieniem ich masą betonową powinny być obficie zlewane wodą. Deskowania belek o rozpiętości ponad 3,0 m powinny być wykonane ze strzałką roboczą skierowaną w odwrotnym kierunku od ich ugięcia, przy czym wielkość tej strzałki nie może być mniejsza od maksymalnego przewidywanego ugięcia tych belek przy obciążeniu całkowitym.

Dla deskowań, jeżeli projekty technologiczne lub deskowania systemowe nie określają inaczej, dopuszcza się następujące odchylenia od parametrów przewidzianych projektem:

- rozstaw żeber deskowań: $\pm 0.5\%$ i nie więcej niż 2 cm,
- różnice grubości desek jednego elementu deskowania: ± 0.2 cm,
- odchylenie od pionu elementu deskowania: $\pm 0.2\%$ wysokości ściany i nie więcej niż 0.5 cm,
- odchylenie deskowań od prostoliniowości lub od płaszczyzny: $\pm 0,1$ %,
- prostoliniowość krawędzi żeber w kierunku ich długości: $\pm 0.1\%$,
- miejscowe nierówności (wybruszenia) powierzchni (przy pomiarze łata długości 3.0 m): ± 0.2 cm,
- wymiary kształtu elementu betonowego:
 - - 0.2% wysokości i nie więcej niż -0.5 cm;
 - + 0.5% wysokości i nie więcej niż +2.0 cm;
 - - 0.2% grubości (szerokości) i nie więcej niż -0.2 cm;
 - + 0.5% grubości (szerokości) i nie więcej niż +0.5 cm.
- dopuszczalne ugięcia deskowania wynoszą:
 - w deskach i belkach pomostów: 1/200 l,
 - w deskach deskowań widocznych powierzchni betonowych lub żelbetowych: 1/400 l,
 - w deskach deskowań niewidocznych powierzchni betonowych lub żelbetowych: 1/250 l.

Dopuszczalne odchyłki wykonania rusztowań – zgodnie z projektem technologicznym.

Całkowita rozbiórka deskowań i rusztowań może nastąpić po uprzednim ustaleniu rzeczywistej wytrzymałości betonu. Planowany termin rozebrania deskowania i rusztowania powinien być podany w projekcie technologicznym betonowania. Zasadniczo, rozformowanie konstrukcji powinno nastąpić po osiągnięciu przez beton pełnej wytrzymałości projektowej i po okresie dojrzewania. Wcześniejsze rozformowanie elementów konstrukcji jest możliwe jedynie po uzgodnieniu i akceptacji Inspektora Nadzoru.

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

5.3. Wytwarzanie mieszanki betonowej

Wytwarzanie mieszanki betonowej powinno odbywać się wyłącznie w wyspecjalizowanym zakładzie produkcji betonu, który może zapewnić spełnienie żądanych w STWiORB wymagań. Wykonywanie masy betonowej powinno odbywać się na podstawie recepty roboczej. Recepturę betonu należy opracować indywidualnie z uwzględnieniem zastosowanego cementu oraz kruszywa.

Skład mieszanki betonowej ustala laboratorium Wykonawcy lub wytwórni betonów. W trakcie wykonywania mieszanki oraz jej wbudowywania należy przestrzegać wszystkich zaleceń jednostki, która opracowała recepturę. Recepta na skład mieszanki betonowej podlega zatwierdzeniu przez Inspektora Nadzoru. Powinna być ona przedstawiona wraz z wynikami badań laboratoryjnych poszczególnych składników betonu oraz betonu (wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość, mrozoodporność i wodoszczelność) z takim wyprzedzeniem czasowym, które umożliwią jej korektę, a w przypadku braku zatwierdzenia - na opracowanie nowej recepty.

Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony zgodnie z PN-EN 206-1 tak, aby przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie. Skład mieszanki betonowej przeznaczonej do transportu pompowo-rurowego zaleca się ustalać metodą obliczeniowo - doświadczalną w celu określenia ściśle wymaganych wskaźników konsystencji. W celu polepszenia właściwości mieszanek betonowych zaleca się stosowanie domieszek wg punktu 2.2.4 niniejszej STWiORB. Wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie pompy. Przed przewidywanym pompowaniem betonu należy sprawdzić pompowalność mieszanki w warunkach budowy. Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej, średnie wymagane wytrzymałości na ściskanie betonu poszczególnych klas należy przyjmować nie większe niż $1,3 f_{ck,cube}$. W przypadku odmiennych warunków dojrzewania betonu (np. dojrzewanie w warunkach podwyższonej temperatury) należy uwzględnić wpływ tych czynników na wytrzymałość i inne cechy betonu.

Wartość stosunku w/c nie większa niż 0,5. W trakcie betonowania całego obiektu należy utrzymywać współczynnik w/c na tym samym poziomie. Różnice w/c dla mieszanek betonowych stosowanych w jednym obiekcie nie powinny przekraczać 0,02.

Jeśli ustalono przydatność dodatków typu II, to mogą być one uwzględnione w składzie betonu w ramach zawartości cementu oraz w wartości współczynnika w/c - przydatność współczynnika K. Pojęcie współczynnika „K” umożliwia uwzględnienie dodatków typu II:

- przez zastąpienie terminu „współczynnik woda/cement” terminem „współczynnik woda/(cement+k*dodatek):
- przez ustalenie minimalnej zawartości cementu.

Wartość współczynnika „k” zależy od określonego dodatku. Przy określaniu wartości współczynnika „k” oraz ustalaniu minimalnej ilości cementu należy kierować się zapisami pkt. 5.2.5.2. normy PN-EN 206-1. Minimalna zawartość cementu, w zależności od klasy betonu i klasy ekspozycji oraz wartości współczynnika „k” należy przyjmować zgodnie PN-B-06265 tablica 2.

Maksymalne ilości cementu, w zależności od klasy betonu są następujące:

- 400 kg/m³ dla betonów klasy C20/25 i C25/30,

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

Uziarnienie kruszywa w mieszance betonowej powinno być tak dobrane by zapewnić optymalną ściśłość stosu okrucowego, a zaprojektowana krzywa przesiewu mieściła się w krzywych granicznych podanych w pkt. 2.1.2.3 STWiORB.

Przy doświadczalnym ustalaniu uziarnieniu kruszywa należy przestrzegać następujących zasad:

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

Konsystencja mieszanki betonowej zagęszczalnej: klasa S3 wg pkt. 4.2.1 normy PN-EN 206-1, z uwzględnieniem wymagań pkt. 5.4.1 i 7.5 tejże normy.

Dozowanie składników do mieszanki powinno być zgodne z recepturą roboczą, uwzględniającą aktualne zawilgocenie kruszywa. Wszystkie składniki mieszanki należy dozować wyłącznie wagowo z dokładnością wg pkt. 9.7 normy PN-EN 206-1. Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo wzorcowania. Składniki dozuje się w następującej kolejności: kruszywo kolejno od najgrubszego do najdrobniejszego, 2/3 wody zarobowej, cement, dodatek upłynniacza, pozostałą ilość wody.

Mieszanie składników powinno się odbywać wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych). Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie w zależności od składu i wymaganej urabialności mieszanki betonowej oraz rodzaju urządzenia mieszającego.

5.4. Przygotowanie do betonowania

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

- prawidłowość wykonania deskowań, rusztowań, usztywnień, pomostów itp.,
- prawidłowość wykonania zbrojenia, jego czystość, stabilność (czy nie nastąpi przesunięcie podczas betonowania) oraz obecność wkładek dystansowych zapewniających wymaganą wielkość otuliny
- zgodność rzędnych z projektem,
- czystość deskowania, jego nawilżenie lub pokrycie środkiem antyadhezyjnym,

- przygotowanie powierzchni betonu uprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- prawidłowość wykonania wszystkich robót zanikających, między innymi wykonania przerw dylatacyjnych, warstw izolacyjnych, ułożenia łożysk itp.,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezmiennosc kształtu oraz stabilność elementów wbudowywanych w betonową konstrukcję (kanały, wpusty, sączki, kotwy, rury itp.),
- gotowość sprzętu i urządzeń do prowadzenia betonowania.

Należy pamiętać o wykonaniu wszelkiego rodzaju otworów, nisz, zagłębień, zamocowań zgodnie z dokumentacją projektową. Wszystkie konsekwencje wynikające z braku lub nieprawidłowości tych elementów obciążają całkowicie Wykonawcę zarówno jeśli chodzi o późniejsze rozkucia i naprawy, jak i ewentualne opóźnienia w wykonaniu prac własnych i towarzyszących (wykonywanych przez innych podwykonawców).

Przed przystąpieniem do betonowania należy przygotować sposób postępowania na wypadek wystąpienia ulewnego deszczu. Konieczne jest przygotowanie odpowiedniej ilości osłon wodoszczelnych dla zabezpieczenia odkrytych powierzchni świeżego betonu. Niedopuszczalne jest betonowanie w czasie deszczu bez stosowania odpowiednich zabezpieczeń.

5.5. Ułożenie mieszanki betonowej

Roboty betoniarskie muszą być wykonywane zgodnie z zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru projektem technologicznym betonowania oraz Programem Zapewnienia Jakości. Opracowania te powinny uwzględniać sposób betonowania poszczególnych elementów konstrukcyjnych obiektu a także warunki układania i zagęszczania mieszanki betonowej oraz pielęgnację betonu po ułożeniu.

Wymagania w powyższym zakresie zawierają normy PN-S-10040 i PN-B-06251, opracowanie "Wymagania i zalecenia dotyczące wykonywania betonów do konstrukcji mostowych" oraz poniższe dyspozycje. Wykonawca winien stosować się do tychże wymagań w zakresie wykonywanych robót – odpowiadająco.

Należy unikać przerw w betonowaniu w konstrukcjach, które powinny być betonowane w sposób ciągły. W przypadku przerwy w betonowaniu trwającej ponad 2 godz., wznowienie betonowania może nastąpić po przygotowaniu szorstkiej powierzchni stykowej na betonie starym oraz po oczyszczeniu i nawilżeniu tej powierzchni oraz narzuceniu warstwy kontaktowej. Dopuszcza się stosowanie warstw szczepnych, których takie zastosowanie jest potwierdzone normą lub aprobatą techniczną.

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania. Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu. Lokalizację przekrojów oraz zbrojenie w strefie przerw należy wykonać wg PN-S-10040 oraz wg Dokumentacji Projektowej dla przerw roboczych (technologicznych).

Betonowanie konstrukcji wykonywać wyłącznie w temperaturze otoczenia nie niższej niż +5°C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości co najmniej 15,0 MPa przed pierwszym zamarzeniem. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C, jednak konieczne jest w tym wypadku uzyskanie zgody Inspektora Nadzoru oraz stosowanie mieszanki betonowej o temperaturze +20°C w chwili jej układania i zabezpieczenie uformowanego elementu przed utratą ciepła do uzyskania przez beton wytrzymałości co najmniej 15,0 MPa. Wykonawca winien przedstawić Inspektorowi Nadzoru do zatwierdzenia technologię prowadzenia robót betonowych w obniżonych temperaturach (poniżej +5°C).

Mieszankę betonową należy układać w deskowaniu równomierną warstwą na całej powierzchni i nie można jej zrzucić z wysokości większej niż 0,50 m. Dobór metody zagęszczania, jak i rodzaj wibratorów uzależniony jest od rodzaju konstrukcji i grubości układanej mieszanki betonowej. Oprzyrządowanie, czasy i sposoby zagęszczania powinny być uwzględnione w dokumentacji technologicznej i zatwierdzone przez Inspektora Nadzoru. Zabrania się wyladunku mieszanki w jedną hałdę i rozprowadzenie jej przy pomocy wibratorów.

Mieszankę betonową należy zagęszczać za pomocą wibratorów wgłębnych o częstotliwości co najmniej 6000 drgań/min. Średnice buław wibratorów nie powinny być większe niż 0,65 rozstawu zbrojenia. Buławę wibratorów należy zagłębiać na 5÷8 cm. Kolejne miejsca powinny być oddalone od siebie od 0,3m do 0,7 m. Wibratory przyczepne mogą być stosowane w elementach nie grubszych niż 0,5 m, przy jednostronnym dostępie oraz 2,0 m przy dwustronnym.

W przypadku, gdy betonowanie konstrukcji wykonywane jest także w nocy, konieczne jest wcześniejsze przygotowanie odpowiedniego oświetlenia, zapewniającego prawidłowe wykonawstwo robót i dostateczne warunki bezpieczeństwa pracy.

5.6. Pielęgnacja betonu

Świeżo wykonany beton należy chronić przed gwałtownym wysychaniem, przed wstrząsami i nadmiernym obciążaniem. Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem, przesuszaniem przez wiatr i nasłonecznieniem. Sposób pielęgnacji betonu zależy od temperatury otoczenia oraz gabarytów betonowanych elementów i winien być każdorazowo uzgadniany i akceptowany przez Inspektora Nadzoru.

W zwyczajnych przypadkach można postępować jak niżej:

- przy temperaturze otoczenia wyższej niż + 5°C należy nie później niż po 12 godz. od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 7 dni (przez polewanie co najmniej 3 razy na dobę),
- przy temperaturze otoczenia + 15°C i wyższej, beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej 1 raz w nocy, a w następnie dni jak wyżej.

Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN-EN 1008.

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 odnośnie jakości pielęgnowanej powierzchni.

W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami przynajmniej do chwili uzyskania przez niego wytrzymałości na ściskanie co najmniej 15MPa. Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie wykonać na minimum 3 próbkach, które zostały pobrane w czasie betonowania i poddane zabiegom takim jak elementy konstrukcji. Następnie określa się wytrzymałość na ściskanie wg PN-EN 206-1. Aktualną wytrzymałość można też potwierdzić badaniami nieniszczącymi poprzez badanie sklerometryczne (PN-B-06262) lub ultradźwiękowe (PN-B-06261).

5.7. Wykańczanie powierzchni betonu

Dla widocznych powierzchni betonowych obowiązują następujące wymagania:

- wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień i wybrzuszeń ponad powierzchnię,
- pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
- równość powierzchni przeznaczanej pod izolację, izolacyjno-nawierzchnię lub inną ochronę powierzchniową powinna odpowiadać wymaganiom producenta zastosowanego wyrobu i przedmiotowej STWiORB,
- kształtowanie odpowiednich spadków poprzecznych i podłużnych powinno następować podczas betonowania elementu (wyklucza się szpachlowanie konstrukcji po rozdeskowaniu). Powierzchnię płyty powinno się wyrównywać podczas betonowania łatami wibracyjnymi - odchylenie równości powierzchni zmierzone na łacie długości 4,0 m nie powinno przekraczać 1,0 cm,
- ostre krawędzie betonu po rozdeskowaniu powinny być oszlifowane; jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje specjalnego wykończenia powierzchni betonowych konstrukcji, to bezpośrednio po karborundowych i czystej wody,
- gładkość powierzchni powinna cechować się brakiem lokalnych progów, raków, wgłębień i wybrzuszeń, wystających ziaren kruszywa itp.; dopuszczalne są lokalne nierówności do 3mm lub wgłębienia do 5mm,
- otwory po ściągach zabezpieczone rurkami PCV należy zabezpieczyć przez zaślepienie ich korkami z betonu polimerowego wklejonego na żywicę epoksydową.

W przypadku niedotrzymania przez Wykonawcę reżimów jakości powierzchni betonowych, Wykonawca stosuje na koszt własny odpowiednie środki naprawcze – po uprzedniej akceptacji proponowanych rozwiązań przez Inspektora Nadzoru. Wszystkie uszkodzenia powierzchni powinny być naprawione. Części wystające powinny być skute lub zeszlifowane, a zagłębienia wypełnione betonem żywicznym o składzie zatwierdzonym przez Inspektora Nadzoru. Bardzo duże ubytki i nierówności płyty przekraczające 2 cm należy naprawić betonem cementowym bezskurczowym wykonanym wg specjalnej technologii zatwierdzonej przez Inspektora Nadzoru.

6. Kontrola jakości robót

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

6.1. Rusztowania i deskowania

Rusztowania i deskowania powinny być wykonane ściśle według projektu i przed wypełnieniem masą betonową dokładnie sprawdzone i odebrane, aby wykluczały możliwość jakichkolwiek zniekształceń lub odchyżeń w wymiarach betonowanej konstrukcji. Prawidłowość wykonania deskowań i związanych z nimi rusztowań powinna być potwierdzona przez Inspektora Nadzoru. Wykonawca powinien zawiadomić Inspektora Nadzoru o tym że deskowanie jest gotowe do wypełnienia betonem, na tyle wcześnie, aby Inspektor Nadzoru był w stanie dokonać inspekcji deskowania przed ułożeniem betonu.

Badania elementów rusztowań i deskowań należy przeprowadzać w zależności od użytego materiału zgodnie z przedmiotowymi normami i projektem.

Każde rusztowanie podlega odbiorowi, w czasie którego należy sprawdzać:

- rodzaj użytego materiału na zgodność z projektem technologicznym,
- łączniki i złącza,
- poziomy górnych krawędzi przed obciążeniem i po obciążeniu oraz krawędzi dolnych stanowiących miarę odkształcalności posadowienia (niwelacyjnie),
- efektywność stężeń,
- wielkość podniesienia wykonawczego,
- przygotowanie podłoża i sposób przekazywania nacisków na podłoże.

W czasie eksploatacji rusztowań należy prowadzić okresowe badania techniczne celem stwierdzenia, czy praca na rusztowaniach oraz warunki atmosferyczne nie wpłynęły na pogorszenie stanu rusztowań i nie zagrażają bezpieczeństwu oraz nie wpływają na jakość konstrukcji mostowej wykonywanej na rusztowaniach. Badania takie należy wykonywać szczególnie po okresie silnych wiatrów, gwałtownych burz, wysokich wód jeśli zalały dolną część rusztowań, po ewentualnych awariach, upadku na rusztowaniu ciężkich elementów itp.

Każde deskowanie powinno podlegać odbiorowi a przedmiotem kontroli powinny być:

- rodzaj użytego materiału na zgodność z projektem technologicznym,
- szczelność deskowań w płaszczyznach i narożach,
- wymiary, w zakresie zapewnienia wymaganego kształtu betonowanego elementu,
- poziom górnej krawędzi i powierzchni deskowań przed betonowaniem i po nim oraz porównanie z poziomem wymaganym.

Podczas budowy rusztowań i deskowań oraz podczas ich obciążania świeżym betonem powinny być prowadzone badania geodezyjne w nawiązaniu do reperów państwowych. Pomiary te powinny być prowadzone również w czasie dojrzewania betonu oraz przy rozbiórce deskowań i rusztowań aż do wykonania próbnego obciążenia.

6.2. Kontrola betonu

Wykonawca obowiązany jest przedstawić Inspektorowi Nadzoru do zaakceptowania system kontroli wewnętrznej obejmujący wszystkie czynności technologiczne, który powinien być zgodny z przedmiotowymi normami. W ramach systemu należy opracować plan kontroli jakości betonu, zawierający m.in. podział obiektu na części podlegające osobnej ocenie oraz szczegółowe określenie liczności i terminów pobierania próbek do kontroli jakości mieszanki i betonu. W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane niniejszą Specyfikacją oraz ewentualnie inne, konieczne do potwierdzenia prawidłowości zastosowanych zabiegów i procesów technologicznych. Na Wykonawcy robót spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratoria lub na zlecenie) oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inspektorowi Nadzoru wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

Kontroli podlegają właściwości mieszanki betonowej i betonu badane wg metod i norm powołanych w PN-EN 206-1 oraz PN-B-06250. Przy kontroli produkcji należy uwzględnić wymagania rozdziałów 8÷10 PN-EN 206-1. Próbki do badań należy pobierać zgodnie z PN-EN 12350-1 i PN-EN 12390-1 i -2.

Należy zwrócić szczególną uwagę na badanie jakości zastosowanych materiałów oraz przestrzegania czasów poszczególnych etapów robót od momentu wykonania mieszanki betonowej do jej wbudowania i zagęszczenia. Podczas kontroli jakości robót należy zwrócić uwagę na dodatkowe wymagania określone w projektach technologicznych betonowania elementów.

6.2.1. Konsystencja mieszanki betonowej

Sprawdzenie konsystencji przeprowadza się przy projektowaniu i wykonywaniu mieszanki betonowej oraz w czasie jej wbudowania. Dla wymaganej klasy konsystencji wg niniejszej Specyfikacji, pomiary należy wykonać metodą opadu stożka zgodnie z PN-EN 12350-2.

Dopuszcza się stosowanie innych metod badań (Vebe, stopnia zagęszczalności, rozplywu) zgodnie z PN-EN 12350-3, -4, -5, pod warunkiem że znana jest korelacja lub sprawdzona zależność między klasami konsystencji i wynikami ich metod badawczych z metodą opadu stożka.

Przy projektowaniu i produkcji mieszanki kontrolę należy prowadzić zgodnie z wymaganiami pkt. 8.2.3 normy PN-EN 206-1. Zgodność konsystencji mieszanki badanej z wartościami wymaganymi dla klasy S3 (opad stożka w przedziale 100÷150 mm) jest potwierdzona gdy spełnione są kryteria zgodności wg pkt. 8.2.3.2 normy PN-EN 206-1.

Sprawdzanie konsystencji przy odbiorze mieszanki betonowej ze środka transportu (pomiar na próbce punktowej pobieranej na początku rozładunku tj. po rozładowaniu ok. 0,3 m³ mieszanki) należy przeprowadzać co najmniej 2 razy w czasie jednej zmiany roboczej oraz każdorazowo gdy istnieje przypuszczenie przekroczenia dopuszczalnego czasu transportu lub zmiany konsystencji spowodowanej np. wysoką temperaturą otoczenia. Ocena konsystencji mieszanki polega na porównaniu wyników pojedynczych pomiarów z wielkością wymaganą. Jeśli w dwóch kolejnych badaniach nastąpiło ścięcie części mieszanki z masy próbki, dostarczony ładunek nie nadaje się do wbudowania.

Korygowanie konsystencji mieszanki betonowej dopuszcza się wyłącznie za zgodą Inspektora Nadzoru poprzez zmianę zawartości domieszek przy zachowaniu wymagań pkt. 7.5 normy PN-EN 206-1.

6.2.2. Zawartość powietrza w mieszance betonowej

Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej przeprowadza się metodą ciśnieniową podczas projektowania jej składu i w czasie betonowania.

Zawartość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej, badana metodą ciśnieniową wg PN-B-06250 nie powinna przekraczać wartości podanych w pkt. 2.3.

- wartości 2,0% w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających,
- granicznych przedziałów wartości podanych w poniższej tabelicy, w przypadku stosowania domieszek napowietrzających.

Tabela 4. Zawartość powietrza w mieszance betonowej z domieszkami napowietrzającymi

Lp.	Rodzaj betonu	Zawartość powietrza, w %, przy uziarnieniu kruszywa	
		0 ÷ 31,5 mm	0 ÷ 16 mm
1	Beton narażony na czynniki atmosferyczne	3 ÷ 5	3,5 ÷ 5,5
2	Beton narażony na stały dostęp wody, przed zamrażaniem	4 ÷ 6	4,5 ÷ 6,5

Minimalną zawartość powietrza wg pkt. 2.3 niniejszej Specyfikacji (min. 4% wg pkt. 5.4.3 i załącznika F normy PN-EN 206-1) należy badać jedną z metod ciśnieniowych podanych w PN-EN 12350-7.

Przy projektowaniu i produkcji mieszanki kontrolę i ocenę zgodności należy prowadzić jak dla konsystencji, natomiast w czasie betonowania elementów obiektu – co najmniej raz dziennie dla betonu o jednakowej recepturze, od jednego producenta.

6.2.3. Wytrzymałość betonu na ściskanie

Badania wytrzymałości betonu przeprowadzić i wyniki oceniać zgodnie z PN-EN 206-1. W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu na ściskanie należy pobrać próbki o liczbie określonej w planie kontroli jakości, lecz w ilości nie mniejszej niż:

- 3 próbki na pierwsze 50 m³ betonu o jednakowej recepturze, od jednego producenta,
- 1 próbka na 150 m³ betonu lub 1 próbka na dzień produkcji, po pierwszych 50 m³ betonu o jednakowej recepturze, od jednego producenta.

Próbki powinny być pobrane oddzielnie dla każdego elementu obiektu (np. fundamentu, ściany, słupa, podpory, płyty lub dla każdego wykonywanego odrębnie segmentu pomostu).

Próbki pobiera się zgodnie z PN-EN 12350-1 przy stanowisku betonowania, losowo po jednej, równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje się i bada zgodnie z PN-EN 12390-3. Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania próbek pobranych z partii.

Próbki powinny być przechowywane i pielęgnowane zgodnie z wymaganiami PN-EN 12390-2.

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

Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli wytrzymałość określona na próbkach kontrolnych 150×150×150 mm wg PN-EN 12390-1 spełnia wymagania normy PN-EN 206-1.

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

W uzasadnionych wypadkach nie spełnienia warunku wytrzymałości po 28 dniach dojrzewania betonu, dopuszcza się spełnienie tego warunku po 90 dniach. Badania takie i ich uznanie wymaga zgody Inspektora Nadzoru na piśmie. Dopuszcza się także wykonanie badań w okresie dojrzewania betonu dłuższym niż 28 dni lecz krótszym niż 90 dni.

Jeśli jednak również z tych badań otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach niższą niż wskazana w dokumentacji projektowej klasa wytrzymałości betonu na ściskanie, 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.

6.2.4. Nasiąkliwość betonu

Sprawdzenie nasiąkliwości betonu przeprowadza się przy ustalaniu składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej 3 razy w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m³ dla betonu o jednakowej recepturze. Badania przeprowadza się zgodnie z wymaganiami normy PN-B-06250 z uwzględnieniem wymagań dla próbek wg pkt. 6.2.3 niniejszej Specyfikacji.

W przypadku konieczności dopuszcza się badanie nasiąkliwości na betonie wyciętym z konstrukcji, którą przeprowadza się co najmniej na 5 próbkach z wybranych losowo miejsc konstrukcji reprezentujących jakość danego betonu, po 28 dniach dojrzewania (badanie wg normy PN-B-06250).

Nasiąkliwość betonu nie powinna być większa niż wymagana w pkt. 2.2 niniejszej Specyfikacji.

6.2.5. Odporność na działanie mrozu

Sprawdzenie stopnia mrozoodporności przeprowadza się na próbkach wykonywanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu, oraz nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m³ dla betonu o jednakowej recepturze. W przypadku konieczności dopuszcza się również badanie na próbkach wyciętych z konstrukcji (wg PN-B-06250).

Każde badanie przeprowadza się na 12 regularnych próbkach o minimalnym wymiarze boku lub średnicy próbki 100 mm. Próbkę przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z normą PN-B-06250. W przypadku nie spełnienia warunku wytrzymałości betonu na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inspektora Nadzoru, spełnienie tego warunku w okresie późniejszym, lecz nie dłuższym niż 90 dni.

Wymagany stopień mrozoodporności betonu F150 jest osiągnięty, jeśli po przeprowadzeniu badania dla 150 cykli zamrażania i rozmrażania, w przypadku badania metodą zwykłą:

- próbka nie wykazuje pęknięć,
- łączna masa ubytków betonu w postaci zniszczonych narożników i krawędzi, odprysków kruszywa itp. nie przekracza 5,0% masy próbek nie zamrażanych,
- obniżenie wytrzymałości na ściskanie w stosunku do wytrzymałości próbek nie zamrażanych nie jest większe niż 20,0%.

6.2.6. Przepuszczalność wody przez beton

Sprawdzenie stopnia wodoprzepuszczalności przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej raz w okresie betonowania obiektu oraz nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m³ dla betonu o jednakowej recepturze. Każde badanie przeprowadza się na 6 regularnych próbkach o wymiarach 150×150×150 mm. Próbkę przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z normą PN-B-06250. Dopuszcza się badanie na próbkach wyciętych z konstrukcji – o wysokości 150 mm. Wymagany stopień wodoszczelności betonu W8 jest osiągnięty, jeśli pod ciśnieniem wody równym 0,8 MPa w czterech próbach na sześć próbek badanych zgodnie z PN-B-06250, nie stwierdza się oznak przesiąkania wody.

7. Obmiar robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 7.

7.1. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest metr sześcienny [m³] betonu konstrukcji.

8. Odbiór robót

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

Roboty powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją Techniczną oraz pisemnymi decyzjami Inspektora Nadzoru.

Każde rusztowanie i deskowanie powinno podlegać odbiorowi na zasadzie robót zanikających i ulegających zakryciu. Przedmiotem kontroli w czasie odbioru powinny być wszystkie zasadnicze elementy nośne ich konstrukcji, łączniki, złącza, stężenia a także elementy zapewniające bezpieczeństwo robót. Należy także sprawdzać szczelność deskowań oraz zgodność geometryczną i sytuacyjno-wysokościową wykonania (przed i po obciążeniu). Odbiór rusztowań i deskowań powinien nastąpić po stwierdzeniu zgodności wykonania ich konstrukcji z projektem technologicznym oraz wymaganiami niniejszej Specyfikacji.

Dla wykonanej konstrukcji betonowej (elementu konstrukcyjnego obiektu) odbiorom podlegają:

- materiały użyte do wytwarzania mieszanki betonowej (cement, kruszywo, woda zarobowa itp.),
- dostarczana na plac budowy lub wytwarzana na miejscu gotowa mieszanka betonowa,
- beton wykonanych elementów konstrukcji.

Do odbioru Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru dokumenty określające parametry zastosowanych materiałów do wytworzenia betonu, cechy fizyczne i mechaniczne wbudowanego betonu oraz operat z pomiarów geometrycznych wykonanych elementów. Podstawą odbioru robót jest pisemne stwierdzenie Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy o wykonaniu i zakończeniu robót betonowych zgodnie z Dokumentacją Projektową, STWiORB i spełnieniu innych warunków dotyczących tych robót zawartych w umowie – na podstawie bieżącej kontroli jakości robót, wyników badań i inwentaryzacji geodezyjnej.

9. Podstawa płatności

Ogólne ustalenia dotyczące płatności podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt. 9.

9.1. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa, odpowiadająco do rodzaju elementu konstrukcyjnego objętego rozliczeniem i klasy betonu z którego jest wykonany oraz uwarunkowań związanych z całościowym jego wykonaniem podano w odpowiednich STWiORB.

10. Przepisy związane

10.1. Normy

PN-EN 13670	Wykonywanie konstrukcji z betonu.
PN-EN 206-1	Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
PN-B-06265	Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
PN-B-06250	Beton zwykły.
PN-S-10042	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
PN-S-10040	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
PN-B-06251	Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne.
PN-EN 197-1	Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
PN-EN 197-2	Cement. Część 2: Ocena zgodności.
PN-EN 197-4	Cement. Część 4: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów hutniczych o niskiej wytrzymałości wczesnej.
PN-B-19707	Cement. Cement specjalny. Skład, wymagania i kryteria zgodności.
PN-EN 196-1÷10	Metody badania cementu. Część 1÷10.
PN-EN 12620	Kruszywa do betonu.
PN-B-06714-34	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie reaktywności alkalicznej.
PN-B-06714-46	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie potencjalnej reaktywności alkalicznej metodą szybką.
PN-EN 933-1	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu
PN-EN 1097-6	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości.
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
PN-EN 934-1	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 1: Wymagania podstawowe.
PN-EN 934-2	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 2: Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie.
PN-EN 480-1÷12	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 1÷12.
PN-EN 12350-1	Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek.
PN-EN 12350-2÷7	Badania mieszanki betonowej. Część 2÷7.
PN-EN 12390-1	Badania betonu. Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
PN-EN 12390-2	Badania betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.
PN-EN 12390-3	Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ścislenie próbek do badania.
PN-EN 12390-4	Badania betonu. Część 4: Wytrzymałość na ścislenie. Wymagania dla maszyn wytrzymałościowych.
PN-EN 12390-5	Badania betonu. Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badania.
PN-EN 12390-6	Badania betonu. Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania.
PN-EN 12390-7	Badania betonu. Część 7: Gęstość betonu.
PN-EN 12390-8	Badania betonu. Część 8: Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem.

10.2. Inne dokumenty

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 03.08.2000 r. z późn. zmianami).

Wymagania i zalecenia dotyczące wykonania betonów do konstrukcji mostowych GDDP Warszawa 1990.

Zalecenia dotyczące stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym. GDDP, 1998

Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „in situ” w nowo budowanych konstrukcjach obiektów mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998.

Specyfikacja Techn. Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych D-M.00.00.00 Wymagania ogólne.