

## **M.13.01.01 BETON (KONSTRUKCYJNY) FUNDAMENTÓW W DESKOWANIU**

## **M.13.01.08 BETON (KONSTRUKCYJNY) PŁYT PRZEJŚCIOWYCH**

### **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 w ramach budowy mostu realizowanego w związku z budową ul. Głównej w Bobrowcu.

#### **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,
- metodą nasuwania podłużnego konstrukcji ustroju niosącego,
- metodą wspornikowego (nawisowego) wykonania konstrukcji ustroju niosącego,
- 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.

**Beton architektoniczny** – jest to beton specjalnie projektowany na etapie tworzenia dokumentacji, w której określone są wymagania odnośnie do jego powierzchni oraz w wyniku ekspozycji wpływa on na wizualny charakter obiektu.

**Beton stwardniały** – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien poziom wytrzymałości.

**Beton zwykły** - beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2000kg/m<sup>3</sup>, ale nie przekraczającej 2600 kg/m<sup>3</sup>.

**Beton wytworzony na budowie** – beton wyprodukowany na placu budowy przez wykonawcę na jego własny użytek.

**Beton towarowy** – beton dostarczony jako mieszanka betonowa przez osobę lub jednostkę nie będącą wykonawcą. Za beton towarowy wg PN-EN 206-1 uznaje się również: beton produkowany przez wykonawcę poza miejscem budowy i beton produkowany na miejscu budowy, ale nie przez wykonawcę.

**Beton projektowany** – beton, którego wymagane właściwości i dodatkowe cechy są podane producentowi, odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnego z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami. Termin odnosi się do betonu o ustalonych właściwościach.

**Beton recepturowy** – beton, którego skład i składniki, jakie powinny być użyte, są podane producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnego z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami. Termin odnosi się do betonu o ustalonym składzie.

**Beton samozagęszczalny** – mieszanka [betonowa](#) zdolna do szczelnego wypełnienia deskowania, otulenia zbrojenia i zagęszczenia się pod własnym [ciężarem](#), bez użycia [wibratorów](#).

**Rodzina betonów** – grupa betonów, dla których jest ustalona i udokumentowana zależność pomiędzy odpowiednimi właściwościami.

**Metr sześcienny betonu** – ilość mieszanki betonowej, która po zagęszczeniu zgodnie z procedurą podaną w PN-EN 12350-1, zajmuje objętość jednego metra sześciennego.

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

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

**Betoniarka samochodowa** – betoniarka umieszczona na samojezdnym podwoziu, umożliwiającą mieszanie i dostarczenie jednorodnej mieszanki betonowej.

**Urządzenie mieszające** – urządzenie z reguły montowane na podwoziu samojezdnym i umożliwiające utrzymywanie mieszanki betonowej w stanie jednorodnym podczas transportu.

**Urządzenie niemieszające** – urządzenie stosowane do transportu mieszanki betonowej bez jej mieszania, np. wywrotka samochodowa lub zasobnik.

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

**Ładunek** – ilość mieszanki betonowej transportowana pojazdem, obejmująca jeden zarób lub więcej zarobów.

**Dostawa** – proces przekazywania przez producenta mieszanki betonowej.

**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 betoniarnie 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 lub mieszanki, dokładnie wymieszanych ze sobą.

**Próbka punktowa** – ilość mieszanki betonowej pobrana z części partii lub masy betonu, składająca się z jednej lub więcej porcji, dokładnie wymieszanych ze sobą.

**Porcja** – ilość mieszanki betonowej pobrana, w pojedynczej czynności, za pomocą narzędzia do pobierania próbek.

**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).

**Kruszywo** – ziarnisty materiał mineralny odpowiedni do stosowania do betonu. Kruszywa mogą być naturalne, pochodzenia sztucznego lub pozyskane z materiału wcześniej użytego w obiekcie budowlanym.

**Kruszywo zwykłe** – kruszywo o gęstości ziaren w stanie suchym większej niż 2000 kg/m<sup>3</sup>, ale nie przekraczającej 3000 kg/m<sup>3</sup>.

**Cement** – drobno zmielony materiał nieorganiczny, który po zmieszaniu z wodą daje zaczyn, wiążący i twardniejący w wyniku hydratacji oraz innych procesów, zachowujący po stwardnieniu wytrzymałość i trwałość także pod wodą.

**Całkowita zawartość wody** – woda dodana oraz woda już zawarta w kruszywie i znajdująca się na jego powierzchni a także woda w domieszkach i dodatkach zastosowanych w postaci zawiesin jak również woda wynikająca z dodania lodu lub naparzanania.

**Efektywna zawartość wody** – różnica między całkowitą ilością wody w mieszance betonowej a ilością wody zaabsorbowaną przez kruszywo.

**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/mm<sup>2</sup> (MPa), druga liczba - minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczaną na próbkach sześciennych  $f_{ck,cube}$  w N/mm<sup>2</sup> (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 za normą PN-EN 206-1 następujące klasy ekspozycji:

Klasa ekspozycji	Oznaczenie klasy	Opis środowiska
1. Brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją	X0	Betony niezbrojone i niezawierające innych elementów metalowych. Betony zbrojone bardzo suche.
2. Korozja spowodowana karbonatyzacją	XC1	Suche lub stale mokre
	XC2	Mokre, sporadycznie suche
	XC3	Umiarkowanie wilgotne
	XC4	Cyklicznie mokre i suche
3. Korozja spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej	XD1	Umiarkowanie wilgotne
	XD2	Mokre, sporadycznie suche
	XD3	Cyklicznie mokre i suche
4. Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej	XS1	Narażenie na działanie soli zawartych w powietrzu, ale nie na bezpośredni kontakt z wodą morską
	XS2	Stałe zanurzenie
	XS3	Strefy pływów, rozbryzgów i aerozoli
5. Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozdmrażania bez środków odladzających albo ze środkami odladzającymi	XF1	Umiarkowanie nasycone wodą bez środków odladzających
	XF2	Umiarkowanie nasycone wodą ze środkami odladzającymi
	XF3	Silnie nasycone wodą bez środków odladzających
	XF4	Silnie nasycone wodą ze środkami odladzającymi
6. Agresja chemiczna	XA1	Środowisko chemicznie mało agresywne
	XA2	Środowisko chemicznie średnio agresywne
	XA3	Środowisko chemicznie silnie agresywne

W wymaganiach dotyczących każdej klasy ekspozycji należy określić:

- dopuszczalne rodzaje i klasy składników,
- maksymalny współczynnik w/c,
- minimalną zawartość cementu,
- minimalną klasę wytrzymałości na ściskanie betonu (opcjonalnie),
- minimalną zawartość powietrza w mieszance betonowej – jeśli dotyczy.

**Specyfikacja** – końcowe zestawienie udokumentowanych wymagań technicznych dotyczących wykonania lub składu betonu, podane producentowi.

**Specyfikujący** – osoba lub jednostka ustalająca specyfikację mieszanki betonowej i stwardniałego betonu.

**Producent** – osoba lub jednostka produkująca mieszankę betonową.

**Wykonawca** – osoba lub jednostka stosująca mieszankę betonową do wykonania konstrukcji lub elementu.

**Okres użytkowania** – okres, w którym stan betonu w konstrukcji odpowiada wymaganiom eksploatacyjnym dotyczącym tej konstrukcji, pod warunkiem, że jest ona właściwie użytkowana.

**Badanie wstępne** – badanie lub badania mające na celu sprawdzenie przed podjęciem produkcji, jaki powinien być skład nowego betonu lub rodziny betonów, aby spełnił wszystkie określone wymagania dotyczące mieszanki betonowej i betonu stwardniałego.

**Badanie identyczności** – badanie mające na celu określenie czy wytypowane zaroby lub ładunki pochodzą z odpowiedniej populacji.

**Badanie zgodności** – badanie wykonywane przez producenta w celu oceny zgodności betonu.

**Ocena zgodności** – systematyczne badanie stopnia, w jakim wyrób spełnia wyspecyfikowane wymagania.

**Oddziaływanie środowiska** – takie oddziaływania chemiczne i fizyczne na beton, które wpływają na niego lub na zbrojenie lub na inne znajdujące się w nim elementy metalowe, a które nie zostały uwzględnione jako obciążenia w projekcie konstrukcyjnym.

**Odstęp obserwacyjny** – odległość, z której najczęściej użytkownicy konstrukcji będą oglądali beton architektoniczny. Stanowi ona jednocześnie odległość dokonywania oceny wizualnej wykonania betonu w trakcie odbioru konstrukcji.

### 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 Inżyniera.

## 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”.

Wymagane jest aby beton był wykonywany zgodnie z normą PN-EN 206-1. Przygotowanie specyfikacji dla betonu recepturowego wg PN-EN 206-1 należy do obowiązków Wykonawcy.

Materiały do wykonania deskowań elementów i konstrukcji betonowych powinny zostać określone w projekcie technologicznym wg pkt. 5.2. niniejszej SSTWiORB, spełniając wymagania zawarte w tymże punkcie. Materiały podstawowe użyte do deskowań powinny spełniać warunki dopuszczające je do obrotu i powszechnego stosowania – zgodnie z wymaganiami stosownych przepisów. Wymagania dla materiałów rusztowań i ich posadowienia – analogicznie jak dla deskowań.

### **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 B25 dopuszcza się stosowanie cementu klasy CEM 32,5; do betonu klasy B30 i wyższej należy stosować cement minimalnej klasy CEM I 42,5 N-HSR/NA lub CEM I 42,5 N-MSR/NA. W uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inżyniera po uzyskaniu pozytywnych wyników badań do betonu klasy B45 i wyższej należy stosować cement klasy CEM I 52,5 N. 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, za wyjątkiem elementów z betonu sprężonego, 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.

Cement pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom wg norm PN-EN 196-1+10 (stosownie do wymagań) a wyniki ocenione wg Aprobatach technicznych lub przedmiotowych norm (kryteria zgodności). Przygotowanie i pobieranie próbek cementu do badań należy wykonać wg PN-EN 196-7 natomiast system oceny zgodności cementu musi odpowiadać normie PN-EN 197-2.

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 roznieść w palcach.

Nie dopuszcza się występowania w cemencie grudek, w ilości większej niż 20,0%, nie dających się roznieść 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 odpowiadające wymaganiom normy PN-EN 12620.

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 C25/30 i wyższych należy stosować grysy granitowe lub z innych skał zbadanych przez uprawnioną jednostkę, o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm.

Powinny one odpowiadać następującym wymaganiom:

- |   |  |
|---|--|
| – uziarnienie:                                  | G <sub>C</sub> 85/20, w przypadku kruszywa o deklarowanym typowym przesiewie kategoria G <sub>T</sub> 15 |
| – wskaźnik kształtu:                            | maksymalna wartość SI <sub>20</sub>  |
| – wskaźnik płaskości:                           | maksymalna wartość FI <sub>20</sub>  |
| – zawartość frakcji <0,063mm (zawartość pyłów): | maksymalna wartość f <sub>1,5</sub>  |
| – nasiąkliwość WA <sub>24</sub> :               | ≤ 1,0%   |
| – odporność na rozdrabnianie:                   | maksymalna wartość LA <sub>25</sub>  |
| – mrozoodporność :                              | maksymalna wartość F <sub>1</sub> lub MS <sub>18</sub>   |
| – zawartość muszli:                             | maksymalna wartość SC <sub>10</sub>  |

których oznaczanie należy wykonać wg norm powołanych w normie PN-EN 12620.

Reaktywność alkaliczna z cementem, określona wg PN-B-06714-34: nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1% (lub oznaczenie wg PN-B-06714-46: powinna spełniać wymagania odpowiadające 0 stopniowi reaktywności alkalicznej).

Dostawca kruszywa jest zobowiązany do przekazania dla każdej partii kruszywa wyników badań pełnych oraz wyników badania specjalnego dotyczącego reaktywności alkalicznej, w terminach przewidzianych przez Inżyniera.

W przypadku, gdy kontrola wykaże niezgodność cech danego kruszywa z wymaganiami, użycie takiego kruszywa może nastąpić po jego uszlachetnieniu (np. przez płukanie lub dodanie odpowiednich frakcji kruszywa) i ponownym sprawdzeniu.

Należy prowadzić bieżącą kontrolę wilgotności kruszywa dla korygowania recepty roboczej betonu.

#### 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 okruszowego kruszywa mieściła się w podanych krzywych granicznych wg PN-S-10040.

Kruszywo drobne powinno odpowiadać następującym wymaganiom:

- uziarnienie: G<sub>F</sub>85
- zawartość frakcji <0,063mm: maksymalna wartość f<sub>3</sub>

których oznaczanie należy wykonać wg norm powołanych w normie PN-EN 12620.

Reaktywność alkaliczna kruszywa z cementem – analogiczna jak dla kruszywa grubego.

Zaleca się, aby zastosowane kruszywo posiadało zadeklarowane przez producenta typowe uziarnienie dla kruszywa drobnego. Typowe uziarnienie jest określane 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

Uziarnienie kruszywa należy przyjmować w zależności od klasy ekspozycji betonu, klasy wytrzymałości, trwałości konstrukcji i przyjętej metody projektowania składu mieszanki betonowej zgodnie z zaleceniami rozdziału 5 oraz załącznikiem J normy PN-EN 206-1.

Różnice w uziarnieniu mieszanki kruszywa stosowanej do produkcji betonu i mieszanki przyjętej do ustalenia składu betonu, nie powinny przekroczyć wartości podanych w tablicy poniżej:

Frakcje mieszanki kruszywa	Maksymalna różnica
Frakcje pyłowo-piaskowe od 0 do 0,5 mm	± 10 %
Frakcje piaskowe od 0 do 5 mm	± 10 %
Zawartość poszczególnych frakcji powyżej 5 mm	± 20 %

### 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 zamarznięciem.

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.

W celu uzyskania betonów samozagęszczalnych (zdolność do zagęszczania się i odpowietrzania pod własnym ciężarem) o konsystencji idealnej do pompowania, trwałych, o niskim wskaźniku W/C oraz wysokiej urabialności, zaleca się stosować superplastyfikatory na bazie modyfikowanych polikarboksylanów z dodatkami regulującymi lepkość, wiązanie i twardnienie betonu oraz środki powodujące zwiększenie wczesnej wytrzymałości, podwyższonej wodoszczelności i mrozoodporności a także zwiększenie kohezji w masie betonowej na bazie reaktywnej mikrokrzemionki.

Rodzaj domieszki należy uzgodnić z Inżynierem Kontraktu na etapie zatwierdzania recepty na beton. Warunkiem zastosowania określonej domieszki jest aktualna aprobata techniczna IBDiM.

Stosowanie superplastyfikatorów na bazie polikarboksylanów pozwala na zmianę konsystencji mieszanki o więcej niż jeden stopień bez zmiany składu betonu i przy założonej wytrzymałości. Zmniejszenie ilości wody zarobowej dla uzyskania tej samej konsystencji co bez stosowania plastyfikatorów wynosi do 40%, zagęszczenie i szczelność betonu są większe. Ulega podwyższeniu odporność na korozję siarczanową. Stosowanie dodatku na bazie reaktywnej mikrokrzemionki pozwala na zwiększenie kohezji w masie betonowej oraz uzyskanie zwiększonej wodoszczelności oraz mrozoodporności.

Wybór dodatku i domieszki powinien być uzgodniony z inżynierem a ich stosowanie zgodne z aprobatami technicznymi IBDiM oraz kartami technicznymi producenta.

## 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
  - w konstrukcjach sprężonych: Cl 0,20
- nasiąkliwość:
  - do 4% dla elementów obiektów inżynierskich mających bezpośredni kontakt z wodą i z chemicznymi środkami odladzającymi oraz dla betonowych prefabrykowanych elementów typu korytka ściekowe, krawężniki, betonowe płyty brukowe stanowiące ścieki przykrawężnikowe, przepusty drogowe itp.
  - do 5% dla pozostałych elementów obiektów inżynierskich nie określonych wyżej oraz dla prefabrykowanych elementów betonowych nawierzchniowych typu kostka brukowa, trylinka, płyty MON, płyty ażurowe, obrzeża chodnikowe itp.
- wodoszczelność: co najmniej W8 wg PN-B-06250
- zawartość powietrza: min. 4% wg pkt. 5.4.3 i załącznika F normy PN-EN 201-1, w innych przypadkach wg pkt. 6.2.2 niniejszej Specyfikacji
- mrozoodporność: co najmniej F150 wg PN-B-06250.

### 2.2.1. Beton licowy (architektoniczny)

Dodatkowe wymagania dla betonu architektonicznego:

Lp	Wymagania	kategoria	opis
1	Kategoria betonu architektonicznego	BA2	średnie wymagania – powierzchnie betonowe o typowych wymaganiach dotyczących wyglądu
2	Faktura	F2	– w dużej mierze jednorodna i zamknięta powierzchnia betonowa; – zaczyn cementowy/zaprawa występujące w złączach elementów deskowania nie powinny być większe niż: szerokość do ok. 10mm i głębokość ok. 5mm – dozwolony odcisk ramy elementu deskowania
3	Porowatość	P2	- maksymalna powierzchnia porów – do 2350mm <sup>2</sup> *, **
4	Równomierność zabarwienia	RZ2	- równomierne, wilekopowierzchniowe zmiany odcienia na jasny/ciemny są dopuszczalne - rdza i brudne zacieki są niedopuszczalne Różne rodzaje powierzchni deskowania jak również różnego rodzaju materiały wykończeniowe są niedopuszczalne
5	Kategoria deskowania	KD2	Podano w pkt. 5.2
* powierzchnia porów na standardowej powierzchni kontrolnej o wymiarach 500x500mm			
** w wypadku stosowania deskowania chłonnego należy przyjąć maksymalną powierzchnię porów na poziomie do 2000m <sup>2</sup>			

### 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 Inżyniera. Betoniarnia nie może zakłócać warunków ochrony środowiska, tj. powodować zapylenia terenu, zanieczyszczenia wód i wywoływania hałasu powyżej dopuszczalnych norm. Teren wytwórni musi być ogrodzony i zabezpieczony pod względem bhp i ppoż. Węzeł betoniarski powinien posiadać pełne wyposażenie gwarantujące właściwą jakość wytwarzanej mieszanki betonowej. 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 umożliwiać 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 Inżyniera

Czas transportu i wbudowania mieszanki nie powinien być dłuższy niż:

90 min. - przy temperaturze otoczenia +5÷+15°C,

70 min. - przy temperaturze otoczenia +20°C,

30 min. - przy temperaturze otoczenia +30°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 Inżyniera.

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.

Dodatkowo dla betonu architektonicznego należy przedstawić:

- technologię wytwarzania i wylewania betonu architektonicznego,
- rysunki warsztatowe elementu referencyjnego
- rysunki ogólne deskowania, w tym układ i łączenia przeciwległych paneli, formowanie spoin, położenie i układ ściągów deskowania
- określić położenie fazowania krawędzi betonu, położenie każdego z otworów, dylatacji, szwu roboczego oraz inne czynniki wpływające na wygląd odkrytego betonu,
- szczegóły wkładki i stożków,

Projekty technologiczne wykonania konstrukcji ustrojów nośnych metodą nasuwania lub betonowania nawisowego powinny zawierać m.in.:

- plan organizacji placu budowy,
- informacje o wytwórni,
- informacje o wykonaniu i rozbiórce stanowiska startowego,
- program doprężania oraz informacje o sposobie łączenia sekcji,
- harmonogram (program) nasuwania,
- harmonogram (program) betonowania,
- technologię nasuwania i betonowania wspornikowego wraz z wyszczególnieniem wszystkich niezbędnych elementów,
- informacje o wszystkich zastosowanych elementach technologicznych (m. in. wytwórnia, awanbek, łożyska ślizgowe, traweler),
- lokalizacje i konstrukcje podpór tymczasowych, rusztowań, pomostów,
- informacje o zastosowanych zabezpieczeniach przed ześlizgnięciem się konstrukcji,
- informacje o adaptacji elementów podpór obiektu dla potrzeb nasuwania lub betonowania nawisowego.

Wszystkie przewidziane w projektach technologicznych elementy podlegają akceptacji Inżyniera, a tam gdzie jest to wymagane, winny zostać przyjęte w następstwie przeprowadzonych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz stateczności. Projekty technologiczne wykonania konstrukcji ustrojów nośnych metodą nasuwania lub betonowania nawisowego muszą uwzględniać dyspozycje dotyczące sposobu przesuwania deskowania, oszacowanie dodatkowych obciążeń ustroju nośnego i podpór obiektu związanych z technologią wznoszenia wraz z oszacowaniem nośności tych elementów od obciążeń technologicznych. W szczególności projekty powinny zawierać spis warunków jakie muszą zostać spełnione w czasie budowy, aby zapewnić stabilność położenia ustroju nośnego i ograniczenie jego wychyleń od niezerównoważonego obciążenia. W przypadku oparcia podpór montażowych i innych elementów (zapewniających stabilność ustroju w czasie wykonywania) na oczepach lub trzonach filarów i przyczółków – należy sprawdzić wytrzymałość i stateczność tych konstrukcji obiektu oraz przewidzieć zabetonowanie elementów pomocniczych zapewniających odpowiednie zakotwienie podpór montażowych.



## 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 ciekłu, rzeki, linii kolejowej, czynnej drogi itp.) i podlega akceptacji Inżyniera.

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 demontaży, 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 zabezpieczyły 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 ściągow 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.

Do wykonania betonu licowego (architektonicznego) należy jedynie stosować deskowanie pokrytego środkiem antyadhezyjnym. Nie dopuszcza się stosowania deskowania nie pokrytego tym środkiem.

Faktura deskowania powinna być uzgodniona z Inżynierem oraz Projektantem obiektu.

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

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

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:  $\pm 0.2$  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 (wybrzuszenia) powierzchni (przy pomiarze łądą długości 3.0 m):  $\pm 0.2$  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.

#### Wymagania dla deskowania betonu licowego:

Otwory wiercone	Dozwolone do napraw
Otwory po gwoździach i śrubach	Dozwolone bez odprysków
Uszkodzenie deskowania w wyniku działania wibratora pograżającego	niedozwolone
Zadrapania	Dozwolone jako miejsca napraw*
Resztki betonu	Niedozwolone
Zabruszenia zaczynem cementowym	Niedozwolone
Małe fałdki, pomarszczenia sklejk znajdujące się w obszarze wiercenia, gwoździowania	Niedozwolone
Miejscowe naprawy	Dozwolone
Powierzchnia próbna	Zalecane wykonanie
<ul style="list-style-type: none"><li>wszelkie naprawy deskowania muszą być przeprowadzone przez wykwalifikowany i kompetentny personel,</li></ul>	

Deskowanie do wykonania betonu licowego musi być sprawdzone przed zastosowaniem.

Dla wykonania betonu licowego należy zapewnić ten sam rodzaj deskowania i jego przygotowanie. Zaleca się stosowanie deskowania o tej samej jakości powierzchni. Należy zapewnić czystość deskowania oraz równe nałożenie środka antyadhezyjnego. Sposób uszczelnienia styków deskowania oraz rodzaj wkładek dystansowych proponuje Wykonawca i przedstawi Inżynierowi do zatwierdzenia. Przed przystąpieniem do wykonania betonu licowego należy wykonać powierzchnię próbną. Należy także sprawdzić wzajemne oddziaływanie betonu, środka antyadhezyjnego i deskowania.

Każdorazowo przed przystąpieniem do wykonywania betonu architektonicznego deskowanie musi być odebrane przez osobę wskazaną przez Zespół ds. betonu architektonicznego.

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 (pkt. 5.1 Specyfikacji) – bezwzględnie wymagane jest to dla konstrukcji ustrojów nośnych wykonywanych metodą nasuwania lub betonowania nawisowego. 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 Inżyniera.

Rusztowania należy rozbierać 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 Inżyniera. 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 obliczeniową - doświadczalną w celu określenia ściśle wymaganych wskaźników konsystencji. W celu polepszenia właściwości mieszanek betonowych zaleca się stosowanie domieszek wg punktu 2.1.4 niniejszej STWiORB. Wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie pompy. Przed przewidywanym pompowaniem betonu należy sprawdzić pompowność 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 może przekraczać wartości podanych w tablicy F1 załącznika F normy PN-EN 206-1 dla poszczególnych klas ekspozycji.

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

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

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

Uziarnienie kruszywa w mieszance betonowej powinno być tak dobrane by zapewnić optymalną ścisłość stosu okruszowego, a zaprojektowana krzywa przesiewu mieściła się w krzywych granicznych podanych 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 okruszowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczaniu przez wibrowanie oraz nie powinna przekraczać 37 % - przy kruszywie grubym do 31,5 mm oraz 42 % przy kruszywie grubym do 16 mm,,

Przy doświadczalnym ustalaniu uziarnieniu kruszywa dla mieszanki betonowej samozagęszczalnej należy przestrzegać następujących zasad:

- stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego, osobno dozowanych, powinien być taki jak w mieszance kruszywa o najmniejszej jamistości,
- zawartość piasku w stosie okruszowym powinna być jak największa.

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 te same normy.

Konsystencja mieszanki betonowej samozagęszczalnej sprawdzana rozplywem stożka opadowego ma dać wynik min. 65 cm.

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

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 Inżyniera 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 niezmiennność 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.

##### **5.4.1. Powierzchnie referencyjne – dla betonu licowego (architektonicznego)**

Przed wykonaniem właściwego betonu architektonicznego należy wykonać powierzchnię odniesienia dla każdego wykończenia betonu architektonicznego.

Przed przystąpieniem do wykonania powierzchni odniesienia należy przewidzieć możliwość wykonania najlepiej kilku powierzchni próbnych, które mają na celu:

- ustalenie i optymalizację wymaganych nakładów,
- pouczenie i szkolenie personelu,
- konsultację wykonanej powierzchni z projektantem obiektu.

Podczas wykonywania powierzchni odniesienia należy odwzorować warunki wykonywania elementów architektonicznych. W związku z tym należy uwzględnić kształt elementów, stopień zbrojenia i jego rozmieszczenie, rodzaj środka adhezyjnego, skład mieszanki betonowej, itd.

Wielkość i składowe powierzchni referencyjnej:

- ściana w układzie litery L
- szerokość z jednej strony – min. 5,0m
- szerokość z drugiej strony – min. 9,3m
- wysokość – nie mniej niż 11,7m.

Beton architektoniczny usytuowany w elemencie referencyjnym po stronie zewnętrznej.

Zastosować co najmniej dwa przecięcia paneli deskowania, jeden pionowy szew roboczy, jeden poziomy szew roboczy, skos przy zewnętrznym narożu.

Odstęp obserwacyjny wynosi 5,0m.

W przypadki uzyskania zadowalających wyników powierzchnię próbną można uznać za powierzchnię odniesienia.

### 5.5. Ułożenie mieszanki betonowej

Roboty betoniarskie muszą być wykonywane zgodnie z zaakceptowanym przez Inżyniera projektem technologicznym betonowania (pkt. 5.1 Specyfikacji) oraz Programem Zapewnienia Jakości. Opracowania te powinny uwzględniać sposób betonowania poszczególnych elementów konstrukcyjnych obiektu: fundament, ściana, słup, belka, płyta, filar, ustrój skrzynkowy itp. 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 szepnych, 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 zamarznięciem. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C, jednak konieczne jest w tym wypadku uzyskanie zgody Inżyniera oraz stosowanie mieszanki betonowej o temperaturze +20°C w chwili jej układania i zabezpieczenie uformowanego elementu przed utratą ciepła do uzyskania przez beton wytrzymałości co najmniej 15,0 MPa. Wykonawca winien przedstawić Inżynierowi 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. Oprządkowanie, czasy i sposoby zagęszczania powinny być uwzględnione w dokumentacji technologicznej i zatwierdzone przez Inżyniera. Zabrania się wyładunku 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 Inżyniera. 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  $+ 15^{\circ}\text{C}$  i wyższej, beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej 1 raz w nocy, a w następne 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.

Dla betonu architektonicznego pielęgnacją należy prowadzić zgodnie z PZJ.

### 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 przeznaczonej 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 żywice epoksydowe.

W przypadku niedotrzymania przez Wykonawcę reżimów jakości powierzchni betonowych, Wykonawca zastosuje na koszt własny odpowiednie środki naprawcze – po uprzedniej akceptacji proponowanych rozwiązań przez Inżyniera.

Wszystkie uszkodzenia powierzchni powinny być naprawione. Części wystające powinny być skute lub zeszlifowane, a zagłębienia wypełnione betonem żywicznym o składzie zatwierdzonym przez Inżyniera. Bardzo duże ubytki i nierówności płyty przekraczające 2 cm należy naprawić betonem cementowym bezskurczowym wykonanym wg specjalnej technologii zatwierdzonej przez Inżyniera.

## 6. Kontrola jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 „Wymagania ogólne” 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 odchyłeń w wymiarach betonowanej konstrukcji. Prawidłowość wykonania deskowań i związanych z nimi rusztowań powinna być potwierdzona przez Inżyniera. Wykonawca powinien zawiadomić Inżyniera o tym że deskowanie jest gotowe do wypełnienia betonem, na tyle wcześniej, aby Inżynier 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 załazy 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 płaszczach 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 wymagany.

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 Inżynierowi 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 Inżynierowi 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. Próbkę 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 pkt. 5.3 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 lub powyżej 65cm dla betonu samozagęszczalnego.

Sprawdzanie konsystencji przy odbiorze mieszanki betonowej ze środka transportu (pomiar na próbce punktowej pobieranej na początku rozładunku tj. po rozładunku ok. 0,3 m<sup>3</sup> 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 Inżyniera 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 2,0% w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających,
- granicznych przedziałów wartości podanych w poniższej tablicy, w przypadku stosowania domieszek napowietrzających.

Tablica. 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 zamarznięciem	4 ÷ 6	4,5 ÷ 6,5

Minimalną zawartość powietrza wg pkt. 2.2 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 m<sup>3</sup> betonu o jednakowej recepturze, od jednego producenta,
- 1 próbka na 150 m<sup>3</sup> betonu lub 1 próbka na dzień produkcji, po pierwszych 50 m<sup>3</sup> 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 wykazą 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 Inżyniera na piśmie.

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 Inżyniera – 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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. Próbki przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z normą PN-B-06250. Wymagany stopień mrozoodporności betonu F150 jest osiągnięty, jeśli po przeprowadzeniu badania dla 150 cykli zamarzania i rozmarzania, 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 m<sup>3</sup> dla betonu o jednakowej recepturze. Każde badanie przeprowadza się na 6 regularnych próbkach o wymiarach 150×150×150 mm. Próbki 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.

### 6.3. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji mostowych

Podane niżej tolerancje wymiarów należy traktować jako miarodajne tylko wtedy, gdy Dokumentacja Projektowa albo dokumentacja technologiczna Wykonawcy (pkt. 5.1 STWiORB) nie przewiduje inaczej.

Dopuszczalne odchyłki wymiarowe wynoszą:

- długość przęsła:  $\pm 2,0$  cm,
- rozpiętość usytuowania łożysk:  $\pm 1,0$  cm,
- oś podłużna w planie:  $\pm 2,0$  cm,
- usytuowanie w planie belek podłużnych i poprzecznych:  $\pm 2,0$  cm,
- wymiary przekrojów dźwigarów:  $\pm 1,0$  cm,
- grubość płyty pomostu:  $\pm 0,5$  cm,
- rzędne wysokościowe:  $\pm 1,0$  cm.

Tolerancje dla fundamentów:

- usytuowanie w planie: nie więcej niż  $\pm 5,0$  cm (dla fundamentów o szer. < 2,0 m:  $\pm 2,0$  cm),
- wymiary w planie:  $\pm 3,0$  cm,
- różnice poziomu na płaszczyznach widocznych:  $\pm 2,0$  cm,
- różnice poziomu płaszczyzn niewidocznych:  $\pm 3,0$  cm,
- różnice głębokości:  $\pm 0,05$ -h i  $\pm 5,0$  cm,
- rzędne wierzchu:  $\pm 2,0$  cm,
- płaszczyzny i krawędzie odchylenie od pionu:  $\pm 2,0$  cm.

Tolerancje dla podpór masywnych i słupowych, ścian, murów i skrzydeł:

- odchylenie od pionu:  $\pm 0,5\%$  wysokości lecz nie więcej niż 2 cm (dla słupów nie więcej niż 1,5 cm),
- wymiary zewnętrzne i usytuowanie w planie:  $\pm 2,0$  cm ( $\pm 1,0$  cm dla podpór słupowych),
- rzędne wierzchu podpory:  $\pm 0,5$  cm ( $\pm 1,0$  cm dla ścian, murów i skrzydeł),
- rzędne ciosów podłożyskowych:  $\pm 0,5$  cm.

## 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 [ $m^3$ ] betonu konstrukcji.

### 7.2. Zasady obmiaru

Obmiar polega na pomiarzeniu i obliczeniu objętości wbudowanego betonu wg geometrycznego kształtu betonowanej konstrukcji (docelowego projektowanego kształtu bryły elementu konstrukcyjnego po zagęszczeniu i stwardnieniu wbudowanej mieszanki betonowej). W przypadkach skomplikowanej geometrii kubatury elementu, należy dokonać podziału objętości całkowitej na bryły proste pozwalające z dostateczną dokładnością wykonać obliczenia (dopuszczalne jest uśrednianie wymiarów liniowych i rzędnych). Obmiary należy uzupełnić odpowiednimi szkicami; obliczenia i szkice będą każdorazowo potwierdzane przez Inżyniera.

Ilości jednostek obmiarowych należy ustalać odrębnie dla każdego rodzaju elementu konstrukcyjnego objętego rozliczeniem (w rozbiciu na poszczególne klasy betonu). Ilość jednostek obmiarowych stanowi suma objętości brył danego rodzaju konstrukcji o tej samej klasie betonu, wskazanych w Dokumentacji Projektowej, z uwzględnieniem zmian zaaprobowanych przez Inżyniera.

Obmiarową sumaryczną ilość robót zaokrągla się z dokładnością do pełnych jednostek ( $1,0 m^3$ ); dla ilości pośrednich (dla każdego jednostkowego elementu konstrukcyjnego) – z dokładnością  $0,1 m^3$ .

## 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 Inżyniera.

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 Inżynierowi 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 Inżyniera 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, obejmuje:

- składniki ceny jednostkowej określone w STWiORB D-M.00.00.00 pkt 9.1,
- prace pomiarowe związane z lokalizacją i wyznaczeniem robót,
- wykonanie niezbędnych platform roboczych dla sprzętu (jeśli warunki gruntowe narzucają konieczność wykonania takich platform) zgodnie z projektem Wykonawcy
- spełnienie wymagań technologicznych dotyczących kolejności robót, terminów, itp,
- wykonanie dojazdów i stanowisk roboczych dla sprzętu, wraz z ich utrzymaniem i późniejszym demontażem,
- wykonanie, eksploatacja i późniejsza likwidacja wszystkich elementów (wynikających z opracowań Wykonawcy) związanych z wykonaniem konstrukcji ustroju niosącego metodą nasuwania podłużnego wraz z kosztem całej operacji nasuwania (m.in. stanowisko startowe - wytwórnia, awanbek, podpory tymczasowe, łożyska ślizgowe, zabezpieczenia przed ześlizgnięciem itp. itd.),
- wykonanie, eksploatacja i późniejsza likwidacja wszystkich elementów (wynikających z opracowań Wykonawcy) związanych z wykonaniem konstrukcji ustroju niosącego metodą betonowania wspornikowego wraz z kosztem całej operacji betonowania tą metodą (m.in. stanowiska startowe, trawelery, podpory tymczasowe, zabezpieczenia stabilizujące itp. itd.),
- wykonanie wszystkich innych elementów wynikających z opracowań Wykonawcy,
- wykonanie niezbędnych rusztowań i pomostów roboczych wraz z ich późniejszą rozbiórką,
- opracowanie receptur laboratoryjnych dla mieszanek betonowych,
- wytworzenie i transport mieszanki betonowej do miejsc wbudowania,
- zakup, dostarczenie, składowanie i przygotowanie wszystkich innych niezbędnych materiałów (wyrobów) podstawowych i pomocniczych, w ilościach potrzebnych do wykonania robót tj. uwzględniających normatywne ubytki oraz niezbędne naddatki technologiczne,
- mobilizację oraz montaż, przemieszczanie w obrębie robót i demontaż sprzętu podstawowego i niezbędnych urządzeń towarzyszących,
- wykonanie i przygotowanie deskowań (czyszczenie, nawilżanie, pokrywanie środkami antyadhezyjnymi) oraz ich późniejsze rozformowanie,
- wykonanie przerw (szczelin) dylatacyjnych,
- ułożenie mieszanki betonowej z zagęszczeniem, wykończeniem powierzchni i pielęgnacją,
- system chłodzenia betonu w czasie betonowania elementów (zabezpieczający przed zarysowaniem betonu od skurczu i wpływów termicznych),
- przygotowanie betonu i wykonanie warstw szczepnych w przypadku przerw roboczych,
- wykonanie w konstrukcji wszystkich wymaganych otworów, wnęk, gniazd, bruzd i sfazowań,
- osadzenie potrzebnych zakotwień, marek, rur itp. (o ile nie są przedmiotem rozliczeń odrębnych STWiORB),
- zabezpieczenie wykonanych robót przed uszkodzeniem podczas innych robót,
- prowadzenie wymaganych dokumentów realizacyjnych i odbiorczych,
- wykonanie wszystkich niezbędnych badań, prób, pomiarów i sprawdzeń,
- uporządkowanie i oczyszczenie terenu robót z odpadów, ich usunięcie i likwidacja/utylizacja,
- likwidacja wszystkich tymczasowych elementów związanych z robotami.

Cena jednostkowa wykonania elementów z betonu licowego (architektonicznego) dodatkowo uwzględniać powinna powołanie Zespołu ds. betonu architektonicznego, ustalenia technologiczne, wykonanie powierzchni referencyjnych oddzielnie dla każdego wykończenia betonu architektonicznego,

Cena jednostkowa nie uwzględnia opracowań i uzgodnień dokumentacji i projektów wymaganych od Wykonawcy – rozliczenie wg zasad podanych w STWiORB D-M.00.00.00 Wymagania ogólne pkt 1.5.2.1.

## 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 ściskanie próbek do badania.
PN-EN 12390-4	Badania betonu. Część 4: Wytrzymałość na ściskanie. 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.