

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

M.13.01.00

BETON KONSTRUKCYJNY

1. Wstęp

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z betonowaniem elementów obiektów mostowych w związku z zadaniem pn. „Rozbudowa drogi wojewódzkiej nr 151 na odcinku Recz-Choszczno”.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

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

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania i odbioru robót betonowych i obejmują:

- beton fundamentów w deskowaniu,
- beton podpór w elementach o gr. <60 cm,
- beton podpór w elementach o gr. ≥60 cm,
- beton ustroju niosącego w elementach o grubości <60 cm,
- beton ustroju niosącego w elementach o gr. ≥60 cm,
- beton płyt przejściowych,
- beton prefabrykatów,
- beton zamków prefabrykatów,
- beton uciągający prefabrykatów.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji obejmują również:

- wykonanie mieszanki betonowej,
- transport mieszanki na budowę,
- wykonanie deskowań i niezbędnych rusztowań,
- układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej,
- pielęgnację betonu,
- wykonanie drobnych konstrukcji stalowych.

1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1. Beton – wyrób powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu.
- 1.4.2. Mieszanka betonowa – mieszanina wszystkich składników przed związaniem betonu.
- 1.4.3. Beton konstrukcyjny – beton w elementach obiektu mostowego o klasie wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż C20/25 i o dodatkowych ustalonych właściwościach..
- 1.4.4. Beton stwardniały – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien stopień wytrzymałości
- 1.4.5. Beton zwykły –beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2000 kg/m³, ale nie przekraczającej 2600 kg/m³.
- 1.4.6. Powierzchnia próbna – jest to powierzchnia, która została wykonana w celu wypracowania elementu referencyjnego lub powstała w trakcie działań zmierzających do dopracowania

technologii wykonywania elementów. Powierzchnia próbna nie podlega ocenie pod względem wymagań dotyczących powierzchni betonu.

- 1.4.7. Element referencyjny – jest to element o wcześniej określonym kształcie i wymiarach, który został wykonany na terenie budowy i uznany za wzorzec przy odbiorze wykonywanych widocznych elementów z betonu.
- 1.4.8. Odstęp obserwacyjny – odległość, z której najczęściej użytkownicy konstrukcji będą oglądali powierzchnię betonu. Stanowi ona jednocześnie odległość dokonywania oceny wizualnej wykonania betonu w trakcie odbioru konstrukcji.
- 1.4.9. Tolerancja – dopuszczalna zmiana wymiaru
- 1.4.10. Trwałość – zdolność konstrukcji lub jej części do zachowania odpowiedniej stateczności i użyteczności w czasie projektowego okresu użytkowania zgodnie z przeznaczeniem i przy właściwym utrzymaniu, lecz bez poważnych napraw
- 1.4.11. Okres użytkowania – okres, w którym właściwości użytkowe wyrobu w obiekcie są zachowane na poziomie niezbędnym do spełnienia wymagań użytkowania konstrukcji pod warunkiem, że dana konstrukcja jest właściwie utrzymywana
- 1.4.12. Cement (spoiwo hydrauliczne) drobnomielony materiał nieorganiczny, który po zmieszaniu z wodą daje zaczyn, wiążący i twardniejący w wyniku hydratacji oraz innych procesów, zachowujący po stwardnieniu wytrzymałość oraz twardość także pod wodą.
- 1.4.13. Domieszka – składnik dodawany podczas procesu mieszania betonu w małych ilościach w stosunku do masy cementu w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej lub stwardniałego betonu
- 1.4.14. Dodatek – drobnodziarnisty składnik stosowany do betonu w celu poprawy pewnych właściwości mieszanki betonowej lub stwardniałego betonu.
- 1.4.15. **Klasa wytrzymałości na ściskanie** - symbol literowo-liczbowy np. C30/37 klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie. Klasy wytrzymałości na ściskanie betonu według PN-EN 206-1 określone są na podstawie wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie w 28 dniu dojrzewania lub w innym czasie równoważnym zależnym od rodzaju cementu na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm (f_{ckcyl}) lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm (f_{ckcube}) pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2.
- 1.4.16. Kruszywo – ziarnisty wyrób mineralny odpowiedni do stosowanego betonu. Kruszywa mogą być naturalne, pochodzenia sztucznego lub pozyskane z rozbiórki wcześniej użytego w obiekcie budowlanym.
- 1.4.17. Współczynnik woda cement (w/c) – stosunek efektywnej zawartości masy wody do zawartości masy cementu w mieszance betonowej.
- 1.4.18. Pozostałe określenia podane w niniejszej STWiORB są zgodne z odpowiednimi Polskimi Normami i STWiORB DM.00.01.00.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Poniższe wymagania oparto na polskich normach: PN-EN 206-1:2003, PN-S-10040:1999 i 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. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 3.08 2000 r.), zwanego dalej Rozporządzeniem.

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

UWAGA: Poniższa specyfikacja ma charakter ogólny i dotyczy całości robót betonowych w zakresie betonu konstrukcyjnego.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt.2.

Do betonu konstrukcyjnego należy stosować materiały dopuszczone do obrotu i stosowania. Należy stosować materiały które są oznakowane znakiem CE lub B i dla których Wykonawca przedstawi deklarację zgodności z Polską Normą, Normą Zharmonizowaną, aprobatą techniczną lub europejską aprobatą techniczną.

2.2. Mieszanka betonowa do wykonania betonu konstrukcyjnego

2.2.1. Składniki mieszanki betonowej

Przez cały okres betonowania muszą być zapewnione dostawy identycznych składników mieszanki betonowej.

W tym celu należy zgromadzić w betoniarni odpowiednie ilości kruszyw i cementu potrzebne do wylania fragmentów konstrukcji, które muszą być jednorodne (stanowią naturalną całość).

Dla betonów konstrukcyjnych wyklucza się:

- zmianę składu mieszanki betonowej przeznaczonej do wykonania danego elementu konstrukcji,
- stosowanie wody i kruszywa z recyklingu.

2.3. Wytrzymałość betonu, klasy ekspozycji

Beton powinien mieć wytrzymałość określoną klasą zgodną z PFU.

Klasy ekspozycji wg PN-EN 206-1[23a] dla poszczególnych elementów konstrukcji obiektu inżynierskiego zostały określone w Dokumentacji Projektowej.

Powierzchnie eksponowane konstrukcyjnych elementów betonowych obiektów inżynierskich powinny mieć kategorię (BA2).

2.4. Składniki betonu konstrukcyjnego przeznaczonego do budowy obiektów mostowych.

2.4.1. Cement

Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w normie PN-EN 197-1 oraz ww. rozporządzenia MTiGM. W warunkach agresywnego środowiska, dla betonów konstrukcyjnych dopuszczalne jest stosowanie jedynie cementu portlandzkiego czystego (bez dodatków), o wysokiej odporności na siarczany (HSR).

Dla betonów konstrukcyjnych należy stosować cement tego samego typu, pochodzący od jednego dostawcy.

Dostawca powinien udostępniać na bieżąco średnie miesięczne parametry stosowanego cementu (wartości wytrzymałości, czas wiązania itp.) badane wg PN-EN 197-1.

Do wykonania betonu konstrukcyjnego powinien być stosowany cement portlandzki CEM I niskoalkaliczny:

- do betonu klasy C20/25 i niższej – klasy 32,5 NA,
- do betonu klasy C25/30 i C30/37 – klasy 42,5 NA,
- do betonu klasy C35/45 i wyższych – klasy 52,5 NA lub za zgodą Inżyniera, dopuszcza się stosowanie cementu klasy 42,5 NA

Wymagania dla cementu wg PN-EN 197-1 zapisano w Tablicy7. Dopuszczalne jest stosowanie jedynie cementu czystego (bez dodatków).

Stosowane cementy do betonów konstrukcyjnych powinny charakteryzować się składem zgodnym z Rozporządzeniem. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 3.08 2000 r.).

Ze względu na wysokie wymagania dla powierzchni betonu i brak jej zabezpieczania poprzez malowanie dopuszczalne jest zastosowanie dla elementów masywnych cementów o niskim cieple hydratacji. W takim wypadku Wykonawca jest zobowiązany uzyskać stosowną zgodę zgodnie z przepisami ustawy Prawo Budowlane.

Cement musi posiadać Certyfikat Zgodności wydany przez niezależną jednostkę certyfikującą.

Producent cementu musi posiadać Deklarację Zgodności zgodnie z wymaganiami Ustawy o wyrobach budowlanych z dnia 16.04.2004 r z późniejszymi zmianami. Do każdej partii dostarczonego cementu musi być dołączone świadectwo jakości (deklarację zgodności - atest) wraz z wynikami badań. Każda partia cementu przed użyciem musi uzyskać akceptację Inżyniera.

Bezpośrednio przed użyciem cementu konieczne jest sprawdzenie, czy deklarowane właściwości cementu potwierdzają zgodność z wymaganiami PN-EN 197-1

- wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 196-1
- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-2,
- oznaczenie stałości objętości wg PN-EN 196-3.

Inne właściwości cementu powinny być badane i potwierdzane przez cementownię.

Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami dla cementu określonymi w PN-EN 197-1:2002.

Nie dopuszcza się istnienia grudek (zbryleń) w cemencie nie dających się roznieść w palcach.

Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z PN-EN 197-1. Każda partia cementu, dla której wydano oddzielne świadectwo jakości powinna być przechowywana osobno w sposób umożliwiający jej łatwe rozróżnienie. Zakazuje się pobierania cementu ze stacji przesypowych (silosów), jeżeli nie ma pewności, że dostarczany jest tam tylko jeden rodzaj cementu z tej samej cementowni. Silosy można napełniać dopiero po całkowitym opróżnieniu z poprzedniej partii.

2.4.2. Kruszywa do betonu

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

Ocenę przydatności kruszywa do betonu przeprowadzać zgodnie z PN-EN 12620 i poniższych wymagań w STWiORB.

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. Zapasy kruszywa powinny być tak duże, aby nie zakłócały pracy budowy.

Uziarnienia kruszywa powinno być ustalone doświadczalnie w czasie projektowania mieszanki betonowej.

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

2.4.2.1 Kruszywo grube

Ziarna kruszywa mierzone wg PN-EN 933-1:2000 nie powinny być większe niż:

- 1/3 najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego elementu
- 3/4 odległości w świetle między prętami zbrojenia leżącymi w jednej płaszczyźnie prostopadłej do kierunku betonowania.

Do betonów klasy C25/30 i wyższych należy stosować kruszywo łamane (grysy) granitowe, bazaltowe lub z innych skał zbadanych przez uprawnioną jednostkę o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm;

Wszystkie kruszywa grube powinny spełniać podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia podane w tablicy 1, odpowiednio do oznaczenia ich wymiaru d/D i wybranych kategorii z tablicy 2.

Tablica 1 – Podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia

Kruszywo	Wymiar	Procent przechodzącej masy					Kategoria ^{G4}
		2D	1,4 D ^{a & b}	D ^c	d ^b	d/2 ^{a & b}	
Grube	D/d ≤ 2 lub	100	od 98 do 100	od 90 do 99	od 0 do 5	od 0 do 5	G _C 90/5
	D ≤ 11,2mm	100	od 98 do 100	od 90 do 99	od 0 do 5	od 0 do 5	G _C 90/5
	D/d > 2 i D > 112 mm	100	od 98 do 100	od 90 do 99	od 0 do 5	od 0 do 5	G _C 90/5

^a Tam gdzie określone sита nie są dokładnymi numerami sit z serii R20 wg ISO 565;1990, należy przyjąć następny najbliższy wymiar sita.

^b Dla betonu o nieciągłym uziarnieniu lub dla innych specjalnych zastosowań mogą być określone wymagania dodatkowe.

^c Procentowa zawartość ziaren przechodzących przez D może być większa niż 99% masy, ale w takich przypadkach producent powinien udokumentować i zadeklarować typowe uziarnienie, łącznie z sitami D, d, d/2 oraz sitami zestawu podstawowego plus zestaw 1, lub zestawu podstawowego plus zestaw 2, dla wartości pośrednich pomiędzy d i D. W przypadku sit o stosunku mniejszym niż 1,4 następne niższe sito można wykluczyć.

^d W normach dotyczących innych kruszyw podano inne wymagania odnoszące się do kategorii.

Dla kruszyw grubych, gdzie:

- D > 11,2 mm i D/d > 2 lub
- D ≤ 11,2 mm i D/d > 4,

Należy stosować następujące dodatkowe wymagania (i) i (ii), określające procent zawartości przechodzącej przez sito pośrednie:

- wszystkie uziarnienia powinny mieścić się w ogólnych granicach podanych w tablicy 2;
- producent powinien udokumentować, i na żądanie deklarować, typowy przesiew przez sito pośrednie oraz tolerancje wybrane dla kategorii z tablicy 3.

Tablica 2 – Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego w sitach pośrednich

D/d	Sito pośrednie mm	Ogólne granice i tolerancje na sitach pośrednich (procent przechodzącej masy)		Kategoria G _T
		Ogólne granice	Tolerancje dla typowego uziarnienia deklarowanego przez producenta	
< 4	D/ 1,4	od 25 do 70	± 15	G _T 15
≥ 4	D/2	od 25 do 70	± 17,5	G _T 17,5

Tam gdzie sito pośrednie, określone jak wyżej, nie ma dokładnych wymiarów sita z serii R20 wg ISO 565;1990, należy użyć najbliższego sita z serii.

UWAGA Ogólne granice i tolerancje dla najczęściej spotykanych wymiarów wyrobów ilustruje załącznik A.

Kruszywo grube do betonów o klasie wytrzymałości na ściskanie C25/30 i wyższych powinno spełniać wymagania:

- zawartość określona wg PN-EN 933-1:2000 ułamkiem masowym pyłów mineralnych nie powinna być większa niż 1,5% (kategoria wg PN-EN 12620:2004: f_{1,5}),
- zawartość ziaren nieforemnych (to jest wydłużonych i płaskich) - do 20 % (kategoria wg PN-EN 12620-A+:2010: SI₂₀),
- wskaźnik rozkruszenia wg PN-B-06714/40:1978 nie powinien być większy niż 12%, a dla kruszywa bazaltowego nie większy niż 8%,
- nasiąkliwość badana wg PN-EN 1097-6:2002 nie powinna być większa niż 1,0%,
- mrozoodporność wg PN-EN 1367-1 lub PN-EN 1367-2 kategoria wg PN-EN 12620:2004 F₂ lub MS₂₅
- zawartość podziarna, określona ułamkiem masowym wg PN-EN 933-1:2000, nie powinna być większa niż 5%, a nadziarna nie większa niż 10% (kategoria uziarnienia wg PN-EN 12620+A1:2010),

- reaktywność alkaliczna z cementem określona wg PN-B-06714-34 nie powinna wywoływać zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1% lub reaktywność alkaliczna metodą szybką wg PN-B-0674/46 – 0 stopień reaktywności (tj ubytek masy $\leq 0,5\%$),
- zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie wg PN-EN 1744-1:2000 kategoria AS_{0,2}
- zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1:2000 nie więcej niż 1%
- zawartość zanieczyszczeń obcych wg PN-B- 06714/12 nie powinna być wyższa niż 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych wg PN-EN 1744-1-barwa nie ciemniejsza od wzorcowej,
- w kruszywie nie dopuszcza się grudek gliny,
- dla betonów klasy C30/37 i klas wyższych uziarnienie kruszywa powinno być ustalone doświadczalnie.

2.4.2.2 Kruszywo drobne

Do betonów należy stosować kruszywo drobne o uziarnieniu $D \leq 2$ i $d = 0$ pochodzenia rzecznego lub kompozycji rzecznej i kopalnianego uszlachetnionego, spełniające wymagania G_F^{85} oraz w zakresie cech fizycznych i chemicznych:

- a) zawartość zanieczyszczeń organicznych wg PN- EN 1744-1-barwa nie ciemniejsza od wzorcowej
- b) reaktywność alkaliczna z cementem określona wg PN-91/B-06714.34, nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%,
- c) nie dopuszcza się grudek gliny.

Kruszywa drobne powinny spełniać podstawowe wymagania dotyczące uziarnienia, podane w PN-EN 12620:2004.

Podczas kontroli zmienności kruszywa drobnego należy stosować podane niżej wymagania dodatkowe.

Producent powinien udokumentować cechy fizyczne i chemiczne na żądanie, deklarować typowe uziarnienie dla każdego wymiaru wytwarzanego kruszywa drobnego. Typowe uziarnienie jest określone jako procent masy kruszywa przechodzącego przez sita o wymiarach podanych w tabelicy 3.

Zadowalające wyniki zapewnia kruszywo drobne, spełniające wymagania określone w tabl. 3.

Tablica 3 – Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego ogólnego zastosowania deklarowanego przez producenta

Wymiar sita mm	Tolerancje, w procentach przechodzącej masy
4	0/2
2	-
1	$\pm 5^a$
0,250	± 20
0,063 ^b	± 25
	± 5

^a Tolerancje ± 5 są ograniczone również wymaganiami według tabelicy 2, dotyczącymi procentu masy przechodzącej przez D

^b Oprócz podanych tolerancji ustala się dla danej kategorii, według tabelicy 1, maksymalną zawartość pyłów, określoną procentem masy przechodzącej przez sito 0,063 mm.

Zawartość pyłów, oznaczoną wg EN 933-1, należy deklarować zgodnie z odpowiednią kategorią określoną w tabelicy 4.

Tablica 4 – Kategorie maksymalnych zawartości pyłów

Kruszywo	Sito 0,063 mm Procent przechodzącej masy	Kategoria f
Kruszywo drobne	≤ 3	F ₃

2.4.2.3 Akceptowanie poszczególnych partii kruszywa

Przed użyciem poszczególnych partii kruszywa do betonu konieczna jest akceptacja Inżyniera, która powinna być wydana na podstawie:

- a) Deklaracji właściwości użytkowych wyrobu

lub

b) przeprowadzonych na budowie badań kruszywa wg pkt.6.

Dostawca, przez obsługujące proces produkcyjny laboratorium, powinien realizować i dokumentować zakres badań kruszywa wg PN-EN 12620+A1:2010 i PN-EN 206-1:2003 w trakcie trwania dostaw. Deklaracje właściwości kruszyw wraz z potwierdzeniem zgodności powinny być przesyłane przez producenta systematycznie wraz z dostawami.

2.4.3. Woda zarobowa do betonu

Woda powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008-1:2004.

Zaleca się stosowanie wody wodociągowej pitnej z wodociągów miejskich. Stosowanie jej nie wymaga przeprowadzenia badań. Nie dopuszcza się wody z recyklingu.

2.4.4. Dodatki i domieszki do betonu

Do betonu zaleca się stosowanie domieszek modyfikujących właściwości mieszanki lub stwardniałego betonu, poprawiających właściwości betonu lub zapewniających uzyskanie specjalnych właściwości.

Zawartość całkowita stosowanych domieszek do betonu powinna być zgodna z wymaganiami PN-EN 206-1.

UWAGA: Dla niektórych elementów w celu poprawienia własności mieszanki betonowej możliwe jest zastosowanie dodatków polimerów w postaci gotowego preparatu. Zaproponowany przez Wykonawcę dodatek (rodzaj i ilość) należy przedstawić Inżynierowi do zaakceptowania.

Zaleca się stosowanie domieszek chemicznych o działaniu upłynniającym i napowietrzającym lub o działaniu kompleksowym. Zastosowane domieszki muszą spełniać wymagania Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej jeżeli Normy nie ustanowiono. Sprawdzenie skuteczności domieszek przy ustalaniu składu mieszanki betonowej musi być przeprowadzone i zbadane przed rozpoczęciem produkcji mieszanki betonowej.

Do mieszanki zaleca się stosowanie domieszek chemicznych modyfikujących właściwości mieszanki lub stwardniałego betonu poprawiających właściwości betonu lub zapewniających uzyskanie specjalnych właściwości. Zawartość całkowita stosowanych domieszek powinna być zgodna z wymaganiami PN-EN 206-1.

Do mieszanki przeznaczonych do wykonania elementów narażonych na oddziaływanie środowiska w klasach ekspozycji XF2+XF4 zaleca się stosowanie domieszki napowietrzającej. Przydatność domieszek do mieszanki powinna być ustalona na podstawie wymagań zgodnych z PN-EN 934-1 i PN-EN 934-2.

W stosowanych domieszkach, z uwagi na trwałość betonu, szczególnie istotne są:

- zawartość chloru i chlorków rozpuszczonych w wodzie,
- zawartość alkaliów,
- oddziaływanie korozyjne.

Zawartość chlorków w betonie nie powinna przekraczać maksymalnych wartości podanych w PN-EN 206-1.

W przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki kompatybilność tych domieszek należy sprawdzić w badaniach wstępnych. Kompatybilność domieszek z zastosowaniem domieszki napowietrzającej należy sprawdzić oznaczając charakterystykę porów w betonie metodą zgodną z PN-EN 480-11. Charakterystyka porów w betonie powinna przedstawiać się jak poniżej:

- zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3mm(A_{300}) : $\geq 1,5\%$
- wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie:

a) dla betonów w klasie ekspozycji XF2 oraz XF3 : $\leq 0,250$

b) dla betonów w klasie ekspozycji XF4 : $\leq 0,200$

Sposób dozowania i przechowywania domieszek musi być zgodny z właściwą Polską Normą lub Aprobata Techniczną oraz instrukcją producenta.

Dopuszcza się stosowanie domieszek chemicznych o działaniu kompleksowym, tzw. napowietrzająco-uplastyczniających i przyspieszająco-uplastyczniających.

Domieszki do betonu powinny uodparniać beton na szkodliwe działanie środowiska Xa1.

Domieszki do betonu powinny spełniać wymagania PN-EN 934-2:2002 oraz wymagania podane w „Zaleceniach dotyczących stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym” wydanych przez IBDiM

Przed zastosowaniem betonu z domieszkami lub dodatkami w konstrukcji obiektu należy sprawdzić ich skuteczność dla racjonalnego ustalenia recepty mieszanki betonowej.

W przypadku, gdy spodziewany jest duży wzrost temperatury otoczenia w trakcie twardnienia betonu, co może skutkować niższym poziomem osiągniętej wytrzymałości końcowej, powstawaniem mikrorys spowodowanych odkształceniem termicznym oraz zmianą barwy betonu, zaleca się stosować środki opóźniające proces hydratacji. Należy odpowiednio dobrać ilość opóźniacza, ponieważ dozowanie opóźniacza w różnych ilościach zależnie od temperatury otoczenia może być przyczyną różnic w zabarwieniu betonu. Również dozowanie opóźniacza w celu uniknięcia powstawania styków roboczych pomiędzy kolejnymi warstwami układanego betonu może mieć wpływ na zmianę koloru betonu. Należy rozważyć dozowanie środków opóźniających wiązanie na zbliżonym poziomie do wszystkich partii betonu ze względu na utrzymanie jednolitości barwy.

Przed zastosowaniem należy sprawdzić oddziaływanie domieszek uplastyczniających na cement stosowany na budowie. Beton z domieszką uplastyczniającą musi być zbadany na mrozoodporność, wytrzymałość i wodoszczelność.

Ilość domieszki uplastyczniającej należy ustalić doświadczalnie, tak aby objętość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej była zgodna z tablicą 5.

Domieszki chemiczne i dodatki mineralne stosowane do mieszanki betonowej powinny uzyskać akceptację Inżyniera.

2.4.5. Środki antyadhezyjne

Wybór środka antyadhezyjnego powinien być dostosowany do rodzaju zastosowanego deskowania. Dla uzyskania widocznej powierzchni betonu wymagane jest zastosowanie specjalnego środka adhezyjnego, którego skuteczność i właściwość wyboru zostanie potwierdzona na powierzchniach próbnych.

Środek antyadhezyjny, zgodnie z zapewnieniem producenta, nie powinien niszczyć struktury betonu, powodować powstawania pęcherzy ani przebarwień.

2.4.6. Skład mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa powinna w całości pochodzić od jednego producenta, a użyte materiały powinny pochodzić z tego samego źródła dla całości robót. Nie należy stosować materiałów z recyklingu.

Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony tak, aby przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie. Skład mieszanki betonowej ustala laboratorium Wykonawcy lub wytwórni betonów i wymaga on zatwierdzenia przez Inżyniera. Recepta na skład mieszanki betonowej powinna być przedstawiona Inżynierowi do akceptacji wraz z wynikami badań laboratoryjnych poszczególnych składników i próbek betonu z takim wyprzedzeniem czasowym, które umożliwi jej korektę, a w przypadku nie zatwierdzenia, opracowanie nowej recepty.

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 niniejszej STWiORB. Wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie pompy. Przed przewidywanym pompowaniem betonu należy sprawdzić pompowalność mieszanki w warunkach budowy.

Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony zgodnie z Rozporządzeniem, PN-EN 206-1:2003 i następującymi zasadami:

- 1) skład mieszanki betonowej powinien przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie,

- 2) mieszanki kruszywa drobnego i grubego wymieszane w odpowiednich proporcjach powinny utworzyć stałą kompozycję granulometryczną, która pozwoli na uzyskanie wymaganych właściwości; krzywa granulometryczna powinna zapewnić uzyskanie maksymalnej szczelności betonu przy minimalnym zużyciu cementu i wody.
- 3) Woda powinna być dodawana w możliwie najmniejszych ilościach w stosunku do założonej wytrzymałości i stopnia urabialności mieszanki betonowej, biorąc również pod uwagę ilość wody zawartej w kruszywie, w sposób pozwalający na zachowanie możliwie małego, zalecanego stosunku $w/c=0,42$ (w żadnym wypadku nie większego 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, co wymaga kontroli w wytwórni i na budowie.
- 4) klasa konsystencji mieszanki betonowej powinna być dostosowana do przyjętej technologii betonowania. Zgodnie z normą PN-EN 206-1 zależnie od przyjętej przez Wykonawcę technologii należy stosować beton o konsystencji od S2 do S3. Konsystencję należy badać wg metody opadu stożka zgodnie z PN-EN 12350-2
- 5) stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalany doświadczalnie powinien odpowiadać najmniejszej jamistości. Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana metodą ciśnieniową wg PN-EN 12350-7 nie powinna przekraczać:
 - wartości 2 % w przypadku niestosowania domieszek napowietrzających,
 - przedziałów wartości podanych w tablicy 5 w przypadku stosowania domieszek napowietrzających.

Tablica 5. 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

- 6) kruszywo powinno składać się z co najmniej 3 frakcji, dla frakcji najdrobniejszej pozostałość na sicie o boku oczka 4 mm nie może być większa niż 5%.
- 7) zawartość piasku w stosie okrucowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna być większa niż 42 % - przy kruszywie grubym do 16 mm i 37 % przy kruszywie grubym do 31,5 mm,
- 8) optymalną zawartość piasku w mieszance betonowej ustala się następująco:
 - z ustalonym optymalnym składem kruszywa grubego wykonuje się kilka (3,5) mieszanek betonowych o ustalonym teoretycznie stosunku c/w i o wymaganej konsystencji zawierających różną, ale nie większą od dopuszczalnej ilość piasku,
 - za optymalną ilość piasku przyjmuje się taką, przy której mieszanka betonowa zagęszczona przez wibrowanie charakteryzuje się największą masą objętościową,
- 9) maksymalne ilości cementu w zależności od klasy betonu są następujące:
 - 400 kg/m³ dla betonu klasy C20/25 i C25/30,
 - 450 kg/m³ dla betonu klas C30/37 i wyższych.
 Minimalne ilości cementu, w zależności od klasy ekspozycji są następujące:
 - 320 kg/m³ dla betonów klasy C30/37 i wyższych w środowisku XF3,
 - 340 kg/m³ dla betonów klasy C30/37 i wyższych w środowisku XF4.
 Dopuszcza się przekroczenie tych ilości o 10% w uzasadnionych przypadkach za zgodą Inżyniera.
- 10) Zawartość chlorków, określona jako zawartość jonów chlorów w odniesieniu do masy cementu, nie powinna przekraczać 0,2 % w betonie ze zbrojeniem stalowym, 0,10 % w betonie ze stalowym zbrojeniem sprężającym.

- 11) Mieszanka betonowa powinna charakteryzować się umiarkowanym rozwojem wytrzymałości betonu wg PN-EN 206-1, chyba że Inżynier dopuści inaczej.
- 12) Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczonej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych (średnia temperatura dobową nie niższa niż 10°C), średnią wymaganą wytrzymałość na ściskanie należy określić wg wzoru:

$$f_{cm} > f_{ck} + 6 \text{ [MPa]}$$

2.4.7. Wymagane właściwości betonu

Beton do konstrukcji mostowych musi spełniać wymagania zestawione w tablicy 6.

Tablica 6. Wymagane właściwości betonu

Lp.	Cecha	Wymaganie	Metoda badań wg
1	Nasiąkliwość	Do 4 % dla elementów obiektów inżynierskich mających bezpośredni kontakt z wodą i chemicznymi środkami odladzającymi (w tym dla kap, gzymsów, belek podporęczowych)	PN-88/B-06250
		Do 5 % dla pozostałych elementów obiektów inżynierskich nie określonych wyżej oraz dla prefabrykowanych elementów betonowych nawierzchniowych typu kostka brukowa, trylinka, obrzeża chodnikowe	
2	Wodoszczelność	≥ 1,0 MPa (W10) dla kap, gzymsów i belek podporęczowych ≥ 0,8 MPa (W8) dla pozostałych elementów betonowych	PN-88/B-06250
3	Mrozoodporność	Ubytek masy nie większy od 5%. Spadek wytrzymałości nie większy od 20 % po 150 cyklach zamrażania i odmrażania (F150)	PN-88/B-06250
4	Wytrzymałość na ściskanie	Wytrzymałość na ściskanie wykonanego betonu powinna być co najmniej równa zaprojektowanej wytrzymałości dla danego elementu, ale nie może przekraczać wartości tej wytrzymałości o więcej niż 20%.	PN-EN 206-1

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

Wybór sprzętu do wykonania robót związanych niniejszymi STWiORB należy do Kierownika Budowy. Jakikolwiek sprzęt, rusztowania, maszyny lub narzędzia nie gwarantujące wymagań jakościowych Robót i bezpieczeństwa zostaną przez Inżyniera zdyskwalifikowane i nie zostaną dopuszczone do Robót.

3.2. Przygotowanie mieszanki betonowej - wytwórnia mieszanek betonowych

Wytwórnia betonu przewidziana przez Wykonawcę do zastosowania podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera.

a) Lokalizacja wytwórni

Wytwórnia powinna być zlokalizowana od miejsca wbudowania, tak aby móc przetransportować mieszankę do miejsca wbudowania o takiej konsystencji, jaka została ustalona dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji oraz wymagany przez PN-B-06265 czasie 100 min w temperaturze +20°C koniecznym również na wbudowanie i zagęszczenie licząc od kontaktu cementu i wody. W razie użycia dodatków opóźniających początek wiązania, czas ten winna określić receptura. Betoniarka nie może zakłócać warunków ochrony środowiska, tj. powodować zapylenia terenu, zanieczyszczenia wód i wywoływać hałasu powyżej dopuszczalnych 50 decybeli. Teren wytwórni musi być ogrodzony i zabezpieczony pod względem bhp i ppoż. Składowiska kruszywa powinny być utwardzone i zabezpieczone przed możliwością mieszania się poszczególnych rodzajów i frakcji. Wytwórnia powinna posiadać doprowadzoną energię elektryczną i wodę. Należy przewidzieć pomieszczenia socjalne i sanitarne dla załogi oraz zlokalizować miejsce na gromadzenie odpadów.

Wykonawca musi posiadać świadectwo dopuszczenia wytwórni do ruchu przez inspekcję sanitarną i władze ochrony środowiska.

Lokalizacja wytwórni powinna uwzględniać dostawę towarów wykonywanych na potrzeby budowy uzgodnionymi z zarządcami dróg gminnych, powiatowych, wojewódzkich i krajowych „korytarzami”. Drogi dojazdowe powinny być wykorzystywane w sposób zapewniający oszczędne korzystanie z terenu i minimalne jego przekształcanie – po zakończeniu prac Wykonawca zobowiązany jest naprawić wszelkie uszkodzenia związane z dostawą.

b) Rodzaj wytwórni

Betoniarnia powinna posiadać pełne wyposażenie gwarantujące właściwą jakość wytwarzanej mieszanki betonowej. Węzeł betoniarski musi spełniać następujące warunki: - minimalna pojemność zasypowa betoniarki: 1000 l (dm³),

- dozowanie wagowe cementu,
- dozowanie wagowe kruszywa z dokładnością,
- dozowanie wody,
- musi istnieć możliwość dozowania trzech frakcji kruszyw,
- mieszanie składników musi się odbywać w betoniarce o wymuszonym działaniu.

Zabrania się stosowania betoniarek wolnospadowych. Silosy na cement muszą mieć zapewnioną doskonałą szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną.

Transport materiałów budowlanych po drogach gminnych i powiatowych mogą odbywać się pojazdami o dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi nieprzekraczającym 8t, po uzyskaniu zgody odpowiedniego zarządcy.

c) Warunki prowadzenia produkcji

Przed przystąpieniem do produkcji, wszystkie zespoły i urządzenia betoniarni mające wpływ na jakość produkowanej mieszanki zostaną komisyjnie sprawdzone, co zostanie potwierdzone protokołem podpisanym przez Wykonawcę i Inżyniera. Czynności te będą cyklicznie powtarzane zgodnie z ustaleniami z Inżynierem. Produkcja może się odbywać jedynie na podstawie receptury laboratoryjnej opracowanej przez Wykonawcę lub na jego zlecenie i zatwierdzonej przez Inżyniera. Wykonawca musi posiadać na budowie własne laboratorium lub też za zgodą Inżyniera, zleci nadzór laboratoryjny niezależnemu laboratorium. Inżynier będzie uczestniczył w badaniach wykonywanych przez Wykonawcę. Roboczy skład mieszanki betonowej uwzględniający wilgotność kruszywa w dniu produkcji mieszanki betonowej przygotowuje Wykonawca, opracowując go na bazie receptury laboratoryjnej. Należy umieścić go na tablicy w widocznym miejscu dla operatora. Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie, w zależności od składu i wymaganej konsystencji produkowanej mieszanki oraz rodzaju urządzenia mieszającego.

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

Materiały powinny być przewożone odpowiednimi środkami transportu zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Wybór sposobu transportu i wybór środków transportu należą do Kierownika Budowy z zastrzeżeniem, że transport wyrobów oraz materiałów przeznaczonych do wbudowania i wykonywania Robót nie może powodować zanieczyszczenia, obniżenia ich jakości, uszkodzeń lub trwałych odkształceń.

4.2. Wyroby do betonu

Cement luzem przewożony samochodami - cementowozami z urządzeniami do przesypywania. Cement luzem powinien być przechowywany w specjalnych zbiornikach (silosach) przystosowanych

do pneumatycznego załadowywania i wyładowywania cementu. Na silosach należy umieścić informację dotyczącą Producenta cementu oraz gatunku i klasy cementu.

Pozostałe składniki mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu.

4.3. Beton przeznaczony do pompowania

Transport mieszanki betonowej nie powinien powodować jej segregacji, zmian konsystencji i składu. Stosowanie środków transportu bez mieszalnika jest nie dopuszczalne.

Mieszanka betonowa musi być transportowana mieszalnikami samochodowymi (tzw. gruszkami). Czas trwania transportu i jego organizacja powinny zapewniać dostarczenie do miejsca układania masy betonowej o takiej konsystencji, jaka została ustalona dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji. Czas od kontaktu cementu i wody do zakończenia zagęszczenia mieszanki nie może być dłuższy niż: 100 min. - przy temperaturze otoczenia do + 20°C,

W temperaturach wyższych od + 20°C, czas ten winien być skrócony tak, aby zagęszczanie zostało zakończone przed początkiem wiązania cementu

Jeżeli konieczne jest wydłużenie czasu transportu oraz wbudowania należy zastosować domieszki opóźniające rozpoczęcie wiązania mieszanki betonowej.

Technologię podawania betonu do miejsca wbudowania należy dostosować do rodzaju wykonywanej konstrukcji i konsystencji betonu. Szczegółowa technologia powinna zostać ujęta w PZJdR.

5. Wykonanie robót

5.1. Ogólne warunki wykonania robót

Ogólne warunki wykonania robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne"pkt.5.

5.2. Wykonanie betonu monolitycznego

5.2.1. Zgodność wykonywania robót z dokumentacją

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową, odpowiednimi STWiORB oraz z wymaganiami norm PN-88/B-06250, PN-99/S-10040, PN-EN 13670, PN-B-06265 i Rozporządzeniem oraz dokumentacją technologiczną dostarczoną przez Wykonawcę i zatwierdzoną przez Inżyniera.

Dokumentacja technologiczna dostarczona przez Wykonawcę powinna zawierać Program Zapewnienia Jakości dla Robót (PZJdR) oraz projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki w jakich będą wykonywane roboty betoniarskie, projekty wykonawcze rusztowań i deskowań oraz projekt technologiczny betonowania.

PZJdR musi zawierać dokładny opis i wymagania dotyczące wbudowania i pielęgnacji betonu, w szczególności sposobów mających na celu niedopuszczenie do powstania rys skurczowych i wad powierzchni powstałych w czasie betonowania. Zasady te muszą być uzgodnione z Inżynierem.

5.2.2. Nadzór nad procesem wykonania robót betonowych

Inżynier powoła koordynatora/specjalistę/technologa ds. wykonania robót betonowych nadzorującego i odpowiedzialnego za cały proces powstawania betonu i elementu betonowego, w tym:

- opracowanie PZJdR,
- akceptację mieszanek betonowych,
- szkolenie osób biorących udział w procesie,
- odbiór deskowania pod względem użytych materiałów, jego przygotowania i montażu,
- wbudowanie mieszanki i jej zagęszczenia, pielęgnację,
- zabezpieczenie wykonanych elementów betonowych,
- ewentualne naprawy.

Koordynator powinien powołać zespół ds. betonu składający się z przedstawicieli reprezentujących

Zamawiającego (projektant, inspektor nadzoru), Wykonawcę (kierownik budowy), dostawcę deskowania i dostawcę betonu (technolog).

Wykonawca powinien wyznaczyć osobę odpowiedzialną za czyszczenie deskowania oraz zapewnić miejsce i odpowiedni sprzęt do dokładnego usuwania resztek betonu i innych zanieczyszczeń z powierzchni betonu.

5.2.3. Elementy referencyjne i powierzchnie próbne

Wymaga się dla widocznych powierzchni uzyskania bardzo wysokich standardów (zgodnie z pkt.5.) ich wykończenia (beton architektoniczny) w wyniku zastosowania odpowiedniego deskowania oraz technologii.

W celu uniknięcia konfliktu związanego z niedoprecyzowaniem wymagań odnośnie jakości wykonania betonu lub też ich różnej interpretacji, Wykonawca w uzgodnieniu z Inżynierem ustanowi element referencyjny. Przed przystąpieniem do wykonania elementu referencyjnego Wykonawca wykona kilka powierzchni próbnych, które mają na celu:

- ustalenie i optymalizację wymaganych nakładów,
- pouczenie i szkolenie personelu,
- konsultację wykonanej powierzchni z Inżynierem,
- sprawdzenie alternatywnych rozwiązań i opracowanie praktycznych szczegółów realizacji zadania.

Podczas wykonywania powierzchni próbnych oraz elementu referencyjnego Wykonawca powinien odwzorować warunki wykonywania elementów, tj. uwzględnić kształt i wysokość elementów, stopień zbrojenia i jego rozmieszczenia, rodzaj środka antyadhezyjnego, skład betonu itd. Należy przy tym uwzględnić wpływ zmiennych warunków pogodowych na powstanie różnic pomiędzy powierzchnią próbną/elementem referencyjnym a betonem wykonywanym w późniejszym okresie.

W elemencie referencyjnym należy zastosować co najmniej dwa przecięcia paneli deskowania, jeden pionowy szew roboczy, jeden poziomy szef roboczy, skos przy zewnętrznym narożu.

Ilość powierzchni próbnych powinna zostać uzgodniona z Inżynierem.

Wykonawca w uzgodnieniu z Inżynierem ustali odległość z jakiej będą oceniane poszczególne elementy obiektu inżynierskiego (podpory, ustrój niosący) podczas kontroli robót, porównywane z elementem referencyjnym.

Ilość powierzchni próbnych oraz odstęp obserwacyjny powinny być zapisane w PZJdR.

5.3. Zakres wykonywanych robót

Wykonawca przed przystąpieniem do betonowania powinien przedstawić Inżynierowi do akceptacji Projekt technologiczny betonowania (uwzględniający wszystkie warunki w jakich będą wykonywane roboty), który określać będzie kolejność betonowania i czas wykonania robót oraz planowany termin rozebrania deskowania i rusztowania.

5.3.1. Projekt technologiczny betonowania powinien obejmować

- Projekt dróg dojazdowych i technologicznych,
- wybór składników betonu,
- opracowanie receptur laboratoryjnych i roboczych,
- sposób wytwarzania mieszanki betonowej,
- wymaganą konsystencję mieszanki betonowej,
- sposób transportu mieszanki betonowej wraz z harmonogramem,
- kolejność i sposób betonowania uwzględniający ustawienie pomp podających beton i sposób dojazdu betonowozów oraz zabiegi minimalizujące powstawanie rys skurczowych,
- wskazanie przerw roboczych i sposobu łączenia betonu w przerwach,
- rozmieszczenie w przestrzeniach zamkniętych, w których znajdują się urządzenia obce, kolektory odwodnienia, przepusty kablowe otworów odprowadzających wodę z najniższych miejsc
- sposób pielęgnacji betonu

- warunki rozformowania konstrukcji,
- metodologię naprawy ewentualnych błędów wykonania, w tym naprawy powierzchni betonu,
- zestawienie koniecznych badań,

Dodatkowo, dla betonu do wykonania elementów o widocznych powierzchniach, projekt technologiczny powinien precyzować:

5.3.1.1

Rodzaj deskowania, wielkość paneli, sposób ich ułożenia, sposób łączenia przeciwległych paneli, położenie i układ ściągów oraz sposób zamknięcia otworów po nich powstałych, położenie, przebieg, szerokość i kształt fug, rodzaj deskowania w aspekcie wyglądu połączeń między betonowanymi elementami, rodzaj powłoki deskowania, sposób kształtowania powierzchni pozbawionych deskowania (np. wierzch murków oporowych)

5.3.1.2

Wytyczne dotyczące składu betonu, konsystencji, obróbki, pielęgnacji mogące mieć wpływ na wygląd elementu, np. na niejednorodną barwę, oraz zapobiegające powstawaniu wad jak, pory, marmurki itp.

5.3.1.3

Wyznaczenie miejsc przerw technologicznych i sposób ich wykonania

Należy unikać niepotrzebnych przerw roboczych ale ich lokalizacja powinna być tak zaprojektowana, aby unikać betonowania zbyt wysokich i szerokich elementów, co wydłuża proces zabudowy i w konsekwencji prowadzi do powstania wad kolorystyki i faktury.

Niezbędne przerwy robocze należy projektować w miejscach mało widocznych, zacienionych, w narożnikach ale z zachowaniem aspektów konstrukcyjnych.

Przerwy robocze należy zaprojektować w formie łączącej powierzchnie bez uwidaczniania złączy.

5.3.1.4

Sposób skracania czasu betonowania i ochrona betonu przed nagłymi zmianami temperatury

Należy określić sposoby zapobiegające przedłużającemu się czasowi betonowania np. przez podział konstrukcji na mniejsze elementy wylewane jednorazowo. W celu ochrony betonu przed gwałtownym skokiem temperatury po zdjęciu deskowania, co może skutkować powstaniem rys skurczowych, można zaprojektować specjalną izolację termiczną wokół elementu (tzw. termos).

5.3.1.5

Sposób betonowania cienkich elementów o skomplikowanym zbrojeniu

Należy określić optymalną konsystencję mieszanki dla wykonania cienkiego elementu i maksymalny wymiar kruszywa pozwalający na jego uformowanie w celu uniknięcia „raków” i różnic w kolorystyce. Na tym etapie należy rozważyć możliwość zastosowania betonu samozagęszczalnego.

5.3.1.6

Projekt technologii wykonania elementów masywnych i elementów o warunkach podparcia uniemożliwiających swobodę odkształceń w celu ograniczenia powstawania rys termicznych i skurczowych.

5.3.1.7

Sposoby naprawy betonu architektonicznego

W uzgodnieniu z Inżynierem należy określić ściśle kryteria zakwalifikowania wadliwie wykonanego betonu do wyburzenia. Dla pozostałych przypadków należy określić sposób naprawy powierzchni betonowej.

Przed przystąpieniem do betonowania powinna być zatwierdzona przez Inżyniera prawidłowość wykonania wszystkich Robót poprzedzających betonowanie.

5.3.2. Wytworzenie mieszanki betonowej

Wytwarzanie mieszanki betonowej powinno się odbywać wyłącznie w wyspecjalizowanym zakładzie produkcji betonu, który może zapewnić spełnienie żądanych w STWiORB wymagań. Wykonywanie masy betonowej powinno odbywać się na podstawie recepty roboczej zaakceptowanej przez Inżyniera. Zakład powinien posiadać Zakładową Kontrolę Produkcji.

Dane dotyczące mieszanki roboczej powinny być umieszczone w sposób trwały na tablicy, w odniesieniu do 1 m³ betonu i do jednego zarobu. Tablice powinny być ustawiane w pobliżu miejsca mieszania mieszanki betonowej.

Przygotowując mieszankę betonową cement i kruszywo powinno się dozować wyłącznie wagowo. Wagi powinny być kontrolowane co najmniej raz w roku. Urządzenia dozujące wodę i płynne domieszki powinny być sprawdzane co najmniej raz w miesiącu. Przy dozowaniu składników powinno się uwzględniać korektę związaną ze zmiennym zawilgoceniem kruszywa.

Składniki powinno się mieszać wyłącznie w betoniarkach przeciwbieżnych. Czas mieszania powinien być ustalony doświadczalnie w zależności od składu mieszanki betonowej oraz od rodzaju urządzenia mieszającego, do momentu uzyskania jednorodnego wyglądu mieszanki betonowej, jednak nie powinien być krótszy niż 2 minuty.

Domieszki, jeśli są stosowane, należy dodawać podczas zasadniczego procesu mieszania, z wyjątkiem domieszek znacznie redukujących ilość wody i domieszek redukujących ilość wody, które można dodawać po zasadniczym procesie mieszania. W drugim przypadku mieszankę betonową należy powtórnie mieszać do momentu, aż domieszka będzie całkowicie rozprowadzona w zarobie lub ładunku oraz osiągnie swoją pełną skuteczność.

Dozowanie składników do mieszanki powinno być zgodne z recepturą roboczą, uwzględniającą aktualne zawilgocenie kruszywa. Wszystkie składniki mieszanki należy dozować wyłącznie wagowo z dokładnością:

- +2,0% - przy dozowaniu cementu,
- +3,0% - przy dozowaniu kruszywa,
- +1,0% - domieszki (superplastyfikator) przy dozowaniu wagowym.
- ±1,0% - woda przy dozowaniu wagowym.

Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo wzorcowania (legalizacji).

Składniki dozuje się w następującej kolejności: kruszywo kolejno od najgrubszego do najdrobniejszego, 2/3 wody zarobowej, cement, dodatek upłynniacza, pozostałą ilość wody.

5.3.3. Przygotowanie do betonowania

Przed betonowaniem należy osadzić i wyregulować wszystkie elementy kotwione w betonie np. mocowanie barier ochronnych, sączki itp., oczyścić deskowanie, nawilżyć deskowanie lub powlec formę stalową środkiem antyadhezyjnym, oraz wykonać montaż zbrojenia wraz z zapewnieniem właściwych grubości otulin dzięki odpowiednim przekładkom dystansowym. Należy sprawdzić stabilność zbrojenia – czy nie nastąpi przesunięcie podczas betonowania.

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

- prawidłowość wykonania deskowań, usztywnień pomostów itp.,
- prawidłowość wykonania zbrojenia,
- zgodność rzędnych z dokumentacją projektową,

- czystość deskowania oraz obecność wkładek dystansowych zapewniających wymaganą wielkość otuliny.
- 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 niezmienność kształtu elementów wbudowywanych w betonową konstrukcję (kanały, wpusty, sączki, kotwy, rury itp.),
- gotowość sprzętu i urządzeń do prowadzenia betonowania.

Odbiór deskowań i zbrojenia winien być zapisany w Dzienniku budowy.

Użytkowanie rusztowań jest dopuszczalne po dokonaniu jego odbioru przez Kierownika Robót. Odbiór rusztowania potwierdza się wpisem do dziennika budowy i protokołu odbioru technicznego. Wpis w dzienniku budowy lub protokole odbioru technicznego rusztowania określa:

- użytkownika rusztowania
- przeznaczenie rusztowania
- wykonawcę montażu rusztowania z podaniem imienia i nazwiska albo nazwy oraz numeru telefonu
- dopuszczalne obciążenie pomostów i konstrukcji rusztowania
- datę przekazania rusztowania do użytkowania
- oporność nazi omów
- terminy kolejnych przeglądów rusztowań

5.3.4. Ułożenie mieszanki betonowej i pielęgnacja betonu

5.3.4.1. Dowód dostawy mieszanki betonowej

Przy dostawie każdego ładunku mieszanki betonowej, producent powinien dostarczyć Wykonawcy dowód dostawy, na którym są następujące informacje:

- a) nazwa wytwórni betonu
- b) numer dowodu dostawy
- c) data i godzina załadunku, godz. pierwszego kontaktu cementu i wody,
- d) numer rejestracyjny ciężarówki lub identyfikacja pojazdu,
- e) nabywca
- f) nazwa i lokalizacja miejsca dostawy
- g) szczegóły lub powołania specyfikacji, numer przepisu, numer zamówienia
- h) ilość mieszanki w m³
- i) deklaracja zgodności z powołaniem na specyfikację oraz normy
- j) nazwa lub oznaczenie jednostki certyfikującej
- k) godzina dostawy betonu na miejsce
- l) godzina rozpoczęcia rozładunku
- m) godzina zakończenia rozładunku

Dodatkowo dowód dostawy powinien zawierać następujące dane:

- a) klasę wytrzymałości
- b) klasę zawartości chlorków
- c) klasę konsystencji
- d) wartości graniczne składu betonu
- e) rodzaj i klasę wytrzymałości cementu
- f) typ domieszki i typ dodatku
- g) maksymalny nominalny górny wymiar kruszywa

5.3.4.2. Układanie mieszanki betonowej

Do wbudowywania mieszanek należy stosować pompy przystosowane do podawania mieszanek - o odpowiedniej wydajności. Za zgodą Inżyniera dopuszcza się inne metody podawania mieszanki.

Kolejność i sposób betonowania poszczególnych elementów musi odbywać się zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Projekt technologii betonowania należy uzgodnić z Projektantem obiektu mostowego i przedstawić do Inżyniera do akceptacji.

Wykonanie elementów na mokro winno odpowiadać normom PN-EN 13670, PN-S-10040:1999 oraz PN-B-06251.

Należy unikać przerw w betonowaniu konstrukcji, które powinny być betonowane w sposób ciągły. W przypadku przerwy w betonowaniu trwającej ponad 2 h, wznowienie betonowania może nastąpić po przygotowaniu szorstkiej powierzchni stykowej na betonie starym oraz po oczyszczeniu i nawilżeniu tej powierzchni. Lokalizację przekrojów oraz zbrojenie w strefie przerw należy wykonać wg PN-S-10040:1999.

Mieszkankę betonową należy układać w deskowaniu równomierną warstwą na całej powierzchni. Dobór metody zagęszczania, jak i rodzaj wibratorów uzależniony jest od rodzaju konstrukcji i grubości układanej mieszanki betonowej. Sposób zagęszczania powinien być uwzględniony w dokumentacji technologicznej.

5.3.4.3. Zagęszczanie mieszanki betonowej

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy stosować następujące warunki:

- wibratory węgłne należy stosować o częstotliwości min. 6000 drgań na minutę, z buławami o średnicy nie większej niż 0,65 odległości między prętami zbrojenia leżącymi w płaszczyźnie poziomej,
- przewidzieć miejsca zrzutu mieszanki w równych odstępach
- podczas zagęszczania wibratorami węgłnymi nie wolno dotykać zbrojenia ani deskowania buławą wibratora (minimalna odległość buławy od deskowania w czasie wibrowania nie powinna być mniejsza niż 75 mm, a przy elementach cieńszych niż 150 mm należy zastosować specjalnego rodzaju zagęszczanie np. przy użyciu wibratorów przyczepnych, gdyż wprowadzenie ich w drgania może spowodować miejscową zmianę współczynnika w/c i w ten sposób wpłynąć na zmianę koloru.),
- podczas zagęszczania wibratorami węgłnymi należy zagłębiać buławę na głębokość $5\div 8$ cm w warstwę poprzednią i przytrzymywać buławę w jednym miejscu w czasie $20\div 30$ s, po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym, prędkość wyciągania buławy nie powinna być większa niż 8 cm/s; buława powinna być zanurzana prostopadle
- kolejne miejsca zagłębienia buławy powinny być od siebie oddalone o $1,4 R$, gdzie R jest promieniem skutecznego działania wibratora wynoszącym zwykle od 8 do 10 średnic buławy. Odległość ta zwykle wynosi 0,5 m,
- grubość płyt zagęszczanych wibratorami nie powinna być mniejsza niż 12 cm; płyty o mniejszej grubości należy zagęszczać za pomocą łat wibracyjnych,
- belki (łaty) wibracyjne powinny być stosowane do wyrównania powierzchni betonu płyt pomostów i charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości,
- niedopuszczalne jest zetknięcie się buławy z deskowaniem i zbrojeniem
- górny, 50-centymetrowy obszar elementów pionowych powinien być wtórnie zawibrowany,
- czas zagęszczania wibratorem powierzchniowym lub belką (łatą) wibracyjną w jednym miejscu powinien wynosić od 30 do 60 s,
- Zabetonowanie stref zakotwień urządzenia dylatacyjnego powinno być wykonane starannie. Niedopuszczalne są raki i niedogęszczenia betonu oraz pustki powietrzne i niedolania w tej strefie. Aby nie dopuścić do powstania raków pręty zbrojeniowe w strefie przydylatacyjnej przebiegające równolegle nie powinny się stykać, aby między pręty mógł wpłynąć beton oraz między pręty można było włożyć buławę wibracyjną. Dlatego między prętami należy pozostawić zawsze nieco wolnej przestrzeni w celu włożenia buławy wibracyjnej, tak aby nigdzie w zakotwieniu trzy pręty nie leżały obok siebie stykając się. Wymagania w stosunku do betonu przeznaczonego do

zabetonowania zakotwień urządzeń dylatacyjnych podano w Aprobacie urządzenia dylatacyjnego.

- Beton w rejonie sączków i wpustów należy dokładnie zagęścić, a jego powierzchnię wyrównać i wygładzić packami drewnianymi oraz usunąć mleczko cementowe.
- wibratory przyczepne mogą być stosowane do zagęszczania mieszanki betonowej w elementach nie grubszych niż 0,5 m, przy jednostronnym dostępie oraz 2,0 m przy obustronnym,
- zasięg działania wibratorów przyczepnych wynosi zwykle od 20 do 50 cm w kierunku głębokości i od 1,0 do 1,5 m w kierunku długości elementu. Rozstaw wibratorów należy ustalić doświadczalnie, tak aby nie powstawały martwe pola drgań. Mocowanie wibratorów powinno być trwałe i sztywne.

Zabrania się wyładunku mieszanki w jedną hałdę i rozprowadzenie jej przy pomocy wibratorów.

5.3.5. Przerwy w betonowaniu

5.3.5.1. Wymagania ogólne

Przerwy w betonowaniu należy sytuować w miejscach uprzednio przewidzianych w dokumentacji projektowej. Lokalizacja i ukształtowanie przerw nie wynikających z dokumentacji powinny zostać określone w projekcie technologicznym betonowania sporządzonym przez Wykonawcę i uzgodnionym z Projektantem. W prostszych przypadkach można się kierować zasadą, że powinna ona być prostopadła do kierunku naprężeń głównych, ukształtowana i zlokalizowana zgodnie z PN-S-10042.

Powierzchnia betonu w miejscu przerywania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia betonu stwardniałego ze świeżym przez:

- usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego luźnych okruszków betonu oraz warstwy pozostałego szkliva cementowego,
- nasycenie powierzchni stwardniałego betonu wodą (obfite zwilżanie),
- narzucenie warstwy kontaktowej z gęstego zaczynu cementowego o grubości 2-3 mm lub zaprawy cementowej 1:1 o grubości 5 mm. Dopuszcza się stosowanie warstw szczepnych spełniających wymagania Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.

W przypadku przerwy w układaniu betonu zagęszczonego przez wibrowanie, wznowienie betonowania nie powinno się odbyć później niż w ciągu 3 godzin lub po całkowitym stwardnieniu betonu. Jeżeli temperatura powietrza jest wyższa niż 20,0°C to czas trwania przerwy nie powinien przekraczać 2 godzin. Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu.

5.3.5.2. Wykonanie przerw w betonowaniu na powierzchniach widocznych

Aby uzyskać łagodne przejście w betonowaniu nie należy stosować listew. Po wykonaniu pierwszej sekcji należy ustawić deskowanie kolejnej i na związany już beton należy ułożyć jego następną partię. Wskutek skurczu betonu pierwszej sekcji powstaje szczelina między jego powierzchnią a deskowaniem, w którą to przestrzeń wypływa mleczko z kolejno wbudowywanej mieszanki. W celu wyeliminowania tego efektu należy poluzować deskowanie pierwszej sekcji już po związaniu betonu, przykleić do deskowania uszczelkę, ponownie skrócić deskowanie i przeprowadzić prace nad następną sekcją.

W celu uniknięcia uskoju między łączonymi sekcjami należy zwrócić uwagę na umiejscowienie ściągów dostatecznie blisko brzegów deskowania lub/i zastosowanie dodatkowego docisku brzegu deskowania.

W celu uniknięcia nierównomiernego połączenia warstw w elementach pionowych należy przymocować pasek płyty wielowarstwowej do deskowania na wysokości przerwy, zabetonować

dolną sekcję do wysokości minimum 2 cm od dolnej krawędzi paska, po związaniu usunąć pasek i przystąpić do betonowania kolejnej partii.

W celu uniknięcia zacieków na krawędzi ściana (ramy)/płyta ustroju niosącego należy wylać ścianę do wysokości min. 10 cm powyżej dolnego poziomu płyty, co pozwoli uszczelnić przestrzeń między deskowaniem a ścianą (podporą).

5.3.5.3. Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu

a) Temperatura otoczenia i mieszanki

Betonowanie konstrukcji należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż plus 5°C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości co najmniej 15 MPa przed pierwszym zamarznięciem. Uzyskanie wytrzymałości 15 MPa powinno być zbadane na próbkach przechowywanych w takich samych warunkach jak zabetonowana konstrukcja.

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C, jednak wymaga to zgody Inżyniera oraz zapewnienia mieszance betonowej temperatury +20°C w chwili układania i zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni i uzyskania przez niego wytrzymałości 15 MPa. Przez ten okres temperatura mieszanki betonowej i świeżego betonu nie może być niższa niż 5°C. Temperatura mieszanki betonowej w chwili opróżniania betoniarki nie powinna być wyższa niż 35°C. Temperatura mieszanki w momencie dostarczenia nie powinna być niższa niż 5°C.

Czas transportu mieszanki betonowej ma być skrócony do minimum, przy założeniu, że temperatura masy, w czasie transportu nie spadnie o więcej niż 5°C, a pojemność środka transportu nie będzie mniejsza od 6m³

Należy dążyć do transportowania jednorazowo możliwie dużych porcji mieszanki. Organizacja rozładunku ma być prowadzona tak, aby betonowozy z mieszanką nie były przetrzymywane na budowie. Jeżeli temperatura mieszanki spadnie poniżej przyjętego minimum nie może być ona wbudowana w element konstrukcyjny. W przypadku, gdy temperatury dzienne przekraczają +25°C betonowanie należy wykonywać w nocy i do pielęgnacji betonu stosować środki odpowiednie dla temperatury dziennej.

b) Warunki betonowania w warunkach zimowych

Przy wykonywaniu konstrukcji monolitycznych w okresie zimowym muszą zostać spełnione następujące wytyczne:

- Elementy szalunków drewnianych oraz metalowych zostaną oczyszczone ze śniegu i lodu oraz posmarowane środkami antyadhezyjnymi,
- Złącza śrubowe szalunków zabezpieczone smarami
- Zbrojenie i cała konstrukcja zostanie zabezpieczona przed opadami śniegu poprzez zastosowanie plandek Pielęgnacja betonu w okresie obniżonych temperatur będzie polegała na osłonięciu powierzchni poziomych plandekami lub folią przykrytą dodatkowo warstwą mat słomianych lub płyt styropianowych o grubości 5cm. Stosowane będzie również przykrycie warstwowe złożone z warstwy folii termoochronnej (bąbelkowej), warstwy suchej geowłókniny przykrytej z wierzchu warstwą folii. Dopuszcza się również wykonanie namiotu osłaniającego betonowany element i utrzymywanie w nim temperatury dodatniej za pomocą nagrzewnic. W takim przypadku temperatura wewnątrz namiotu ma być monitorowana.
- Zabezpieczenie robót betonowych podczas opadów

c) 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.

d) Betonowanie nocne

Wykonawca winien przedstawić Inżynierowi do zatwierdzenia technologię prowadzenia robót betonowych w obniżonych temperaturach czyli poniżej 5°C.

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.

5.3.6. Pielęgnacja betonu

5.3.6.1. Wymagania ogólne

Świeżo wykonany beton należy chronić przed gwałtownym wysychaniem, przed wstrząsami i nadmiernym obciążaniem. Zaleca się bezpośrednio po zakończeniu betonowania przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi, powłokami ochronnymi z mikrowosków (wymagana Aprobata techniczna) - szczególnie na powierzchniach narażonych na silne odparowanie wody i przesuszanie przez wiatr, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i zabrudzeniem. Sposób pielęgnacji betonu zależy od temperatury otoczenia oraz gabarytów betonowanych elementów i winien być każdorazowo uzgadniany i akceptowany przez Inżyniera. W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami przynajmniej do chwili uzyskania przez niego wytrzymałości na ściskanie co najmniej 15 MPa.

5.3.6.2. Temperatura dojrzewania betonu

W trakcie dojrzewania betonu należy przestrzegać warunku, aby beton w poszczególnych elementach obiektu dojrzewał w takiej samej temperaturze. Szczególnie jest to istotne w przypadku stosowania elektronagrzewu w celu zabezpieczenia betonu przed zmrożeniem. Należy wówczas zachować wyjątkowy „reżim technologiczny” polegający na ścisłej kontroli czasu nagrzewania i temperatury betonu w konstrukcji. Niezachowanie tych warunków może doprowadzić do uzyskania diametralnie różnej kolorystyki powierzchni wykonywanych elementów. Niezależnie od powyższego należy chronić beton ułożony w deskowaniu przed wpływem nagłych zmian temperatur.

5.3.6.3. Okres przetrzymywania betonu w deskowaniu

Poszczególne elementy konstrukcji betonowej nie powinny być przetrzymywane w deskowaniu przez różne okresy czasu. W przeciwnym razie może dojść do uzyskania różnej kolorystyki powierzchni tych elementów.

Należy również uwzględnić wpływ warunków atmosferycznych na szybkość dojrzewania betonu i tym samym na szybkość rozdeskowywania.

Dłuższego okresu dojrzewania betonu w deskowaniu wymagają narożniki o kącie ostrym. W tym przypadku trzeba zwrócić uwagę na możliwą zmianę kolorystyki w wyniku występowania innych warunków pielęgnacji.

5.3.6.4. Zabezpieczenie konstrukcji przed gwałtownym odparowaniem wody

- a) Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi (np. wilgotnymi matami jutowymi, przykrytymi dodatkowo foliami) zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i nasłonecznieniem. Należy przy tym unikać kontaktu folii z pielęgnowanym elementem, używając wkładek dystansowych z niebrudzącego materiału.
- b) Przy temperaturze otoczenia wyższej niż $+0^{\circ}\text{C}$ należy nie później niż po 12 godzinach 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 $+15^{\circ}\text{C}$ i wyższej, beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej raz w nocy, a w następne dni jak wyżej. Woda powinna mieć temperaturę zbliżoną do temperatury powierzchni betonu i powinna być pozbawiona wszelkich zanieczyszczeń. Nie należy przy tym dopuścić do nadmiernego nawilżenia betonu i spływania wody po powierzchni betonu.

- c) 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.

5.3.6.5. Pielęgnacja betonu w niskich temperaturach

Nie należy wykonywać betonu w okresie obniżonych temperatur, jednak w przypadkach szczególnych może dojść do konieczności jego pielęgnacji w temperaturze poniżej +5,0°C. Można wówczas stosować jedną z metod:

- zastosowanie metody zachowania ciepła betonu w konstrukcji (osłonięcie konstrukcji materiałami ciepłochłonnymi zabezpieczającymi beton przed utratą ciepła); materiały ciepłochłonne nie powinny dotykać betonu,
- pielęgnacja przez podgrzewanie betonu w konstrukcji – podgrzewanie ciepłym powietrzem lub parą pod specjalnie przygotowanymi osłonami (w przypadku zastosowania tej metody należy zwrócić uwagę na niedopuszczenie do przesuszenia betonu), podgrzewanie matami grzejnymi, zastosowanie elektronagrzewu (w przypadku tej metody należy kontrolować prędkość nagrzewania i wychładzania elementu oraz temperaturę powierzchni betonu; duże różnice temperaturowe i wilgotnościowe w poszczególnych miejscach elementu mogą doprowadzić do dużych zmian kolorystyki),
- zastosowanie pielęgnacji przez tzw. metodę cieplaków, czyli wykonywanie konstrukcji w tunelach stałych lub przestawnych, w których zapewnione są odpowiednie warunki temperaturowe i wilgotnościowe (w przypadku tej metody istotne jest utrzymanie zbliżonych warunków we wszystkich punktach pielęgnowanego elementu, w przeciwnym razie może dojść do zróżnicowania kolorystyki na jego powierzchni).

5.3.7. Rozbiórka deskowania i rusztowania

Całkowita rozbiórka deskowań i rusztowań konstrukcji żelbetowych może nastąpić po uprzednim ustaleniu rzeczywistej wytrzymałości betonu. Sposób i termin usunięcia deskowań należy przyjmować zgodnie z PN-99/S- 10040 .

W przypadku konstrukcji sprężanych kablobetonowych, warunkiem przystąpienia do sprężania jest osiągnięcie przez beton minimalnej wytrzymałości 1,5 raza większej niż maksymalne naprężenie ściskające w betonie i nie mniejszej niż 25 N/mm² oraz spełnienie wymagań Producenta sprężania dotyczących m.in. wytrzymałości strefy zakotwień.

5.3.8. Wykańczanie powierzchni betonu

5.3.8.1. Betonowe powierzchnie niewidoczne w trakcie eksploatacji

Wymagania dla wykończenia niewidocznych w trakcie eksploatacji powierzchni betonowych:

- a) równość górnej powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolację powinna odpowiadać wymaganiom producenta zastosowanej hydroizolacji i STWiORB określającej warunki układania hydroizolacji,
- b) 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 m nie powinno przekraczać 1 cm.

5.3.8.2. Powierzchnie widoczne w trakcie eksploatacji (beton architektoniczny)

Wykończenie powierzchni betonowych widocznych w trakcie eksploatacji powinno odpowiadać standardowi wykończenia powierzchni referencyjnych uzgodnionemu z Inżynierem przed przystąpieniem do robót betoniarskich, a w szczególności dla tych powierzchni betonowych obowiązują następujące wymagania:

- a) Beton widocznych powierzchni nie może być zrealizowany jako dodatkowa, oddzielnie wykonywana warstwa, z wyjątkiem monolitycznych gzymsów żelbetowych, które będą pokryte powłoką antykorozyjną.
- b) Zastosowana technologia zapewni, że beton nie będzie wymagał pokrycia warstwą tynku lub inną powłoką kryjącą, tj. szalunki mają być wyłożone wkładkami nadającymi betonowi jednolitą fakturę i kolor;
- c) Faktura powinna być tak dobrana, aby nie można było rozpoznać stykania się szalunków i przerw technologicznych i odpowiadać, zaakceptowanej przez Inżyniera, widoczności tych śladów na elemencie referencyjnym
- d) Powierzchnie podpór (i ścian oporowych) można wykonać bez w/w wkładek pod warunkiem, że na tych powierzchniach będzie zachowany powtarzalny, uporządkowany układ szalunków i styków technologicznych, aby ich układ tworzył estetyczny efekt wizualny
- e) Wszystkie widoczne betonowe powierzchnie muszą wyglądać estetycznie po rozszaflowaniu: muszą być gładkie, zamknięte i równe, bez zagłębień, wybrzuszeń ponad powierzchnię, nie mogą być widoczne makowiny, przebarwienia, szwy, raki, "marmurki", barwa powinna być jednolita, pęknięcia są niedopuszczalne,
- f) Płaszczyzny przerw konstrukcyjnych i technologicznych nie powinny być przesunięte o więcej niż 5 mm,
- g) Zaczyn cementowy/zaprawa w złączach elementów deskowania nie powinny występować na szerokości większej niż do ok. 10 mm, głębokość ok. 5 mm,
- h) Kotwy, ściągi szalunkowe, otwory technologiczne (np. otwory odpływowe) należy tak rozmieścić, aby ich układ współgrał z zaprojektowaną fakturą betonu architektonicznego lub współtworzył estetyczny efekt wizualny. Widoczność śladów po ewentualnych łącznikach stalowych, kotwach, ściągach, otworach odpływowych powinna być możliwie najmniejsza i odpowiadać, zaakceptowanej przez Inżyniera, widoczności tych śladów na elemencie referencyjnym
- i) Powierzchnie betonowe podpór, przęseł, ścian oporowych itp. należy pozostawić w naturalnej kolorystyce betonu z wyjątkiem belek gzymsowych i gzymsów. Kolor belek gzymsowych i gzymsów prefabrykowanych (jeśli taki będzie zaprojektowany) należy uzyskać wykonując je z mieszanki betonowej lub polimerobetonowej zawierającej odpowiednie pigmenty (nie należy malować konstrukcji). Zastosowane pigmenty nie mogą pogarszać parametrów fizyczno-chemicznych betonu lub polimerobetonu.
- j) Maksymalna powierzchnia porów o średnicy $2\text{ mm} < \varnothing < 15\text{ mm}$ na standardowej powierzchni kontrolnej o wymiarach 500 mm x 500mm: powinna być $< 2350/\text{mm}^2$; w przypadku stosowania deskowania chłonnego: $< 2000\text{ mm}^2$, pęcherzyki o $\varnothing \geq 15\text{ mm}$ są niedopuszczalne
- k) rysy o szerokości większej od 0,2 mm oraz o długości większej od 1 m na podporach i 0,5 m w konstrukcjach przęsłowych lub większej niż $\frac{1}{2}$ wymiaru zarysowanej powierzchni (wymiaru zgodnego z kierunkiem rysy) są niedopuszczalne
- l) Ostre krawędzie betonu po rozdeskowaniu powinny być oszlifowane; bezpośrednio po rozebraniu deskowań należy wszystkie wystające nierówności wyrównać za pomocą tarcz karborundowych i czystej wody, gładkość powierzchni powinna cechować się brakiem lokalnych progów, raków, wgłębień i wybrzuszeń, wystających ziaren kruszywa itp., odchylenia powierzchni od płaszczyzny i odchylenia krawędzi od linii zaprojektowanej nie może być większe od 3 mm i w liczbie większej niż 3 na całej długości 2 m łaty kontrolnej.
- m) Wielkopowierzchniowe zmiany zabarwienia, spowodowane różnego rodzaju materiałami wykończeniowymi, różnorodne rodzaje powierzchni deskowania oraz różna końcowa obróbka betonu są niedopuszczalne,
- n) Rdza, brudne zacieki, wyraźne widoczne poszczególne warstwy wbudowanej mieszanki, jak również zmiany w zabarwieniu są niedopuszczalne
- o) Dopuszcza się łagodną zmianę odcienia tj. taką, w której nie można określić jednoznacznie konturu zmiany.
- p) powierzchnie pełniące funkcję betonu architektonicznego powinny spełniać dodatkowo następujące wymagania:

- beton architektoniczny nie może być realizowany jako dodatkowa, oddzielnie wykonana warstwa;
- zastosowana technologia zapewniać powinna uzyskanie betonu, którego powierzchnia nie będzie wymagała napraw, szpachlowania lub stosowania innych powłok kryjących;
- dla powierzchni widocznych elementów, szalunki należy tak dobrać aby pozwoliło to uzyskać beton o jednolitej fakturze i barwie, bez możliwości rozpoznania śladów stykania się szalunków i przerw technologicznych;
- ostateczne ustalenie standardu dla wyglądu powierzchni betonu architektonicznego zostanie dokonane przez Zamawiającego w oparciu o wzorcowe elementy próbne przygotowane przez Wykonawcę.

5.3.9. Naprawa wadliwie wykonanego betonu w elementach z widoczną powierzchnią

Jeżeli, po uzgodnieniu z Inżynierem, wadliwy beton nadaje się do naprawy, w zależności od rodzaju wady, można zastosować następujące technologie naprawcze:

5.3.9.1. Zabrudzenia

W przypadku zabrudzeń spowodowanych innymi pracami budowlanymi wykonywanymi już po wykonaniu elementu lub wynikającymi z niedoczyszczenia deskowania, można zastosować umycie powierzchni betonu delikatnymi środkami czyszczącymi.

Uwaga: najbardziej skutecznym sposobem unikania zabrudzeń jest zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń (np. przez przykrycie matami lub foliami) wykonanego już betonu w trakcie wykonywania innych robót budowlanych.

5.3.9.2. Pęcherze, raki i inne uszkodzenia betonu

W celu naprawy uszkodzeń betonu jak pęcherze, raki i inne wady powierzchni należy stosować zaprawy naprawcze drobno lub gruboziarniste lub ich kombinacje, w zależności od wielkości wady i wymaganej faktury.

Naprawy należy wykonać zgodnie z projektem technologicznym uzgodnionym z Inżynierem. Należy dążyć do tego, aby naprawiane miejsca miały możliwie zbliżoną kolorystykę do pozostałej powierzchni i w tym celu stosować mieszanki naprawcze o możliwie zbliżonej recepturze do mieszanki betonowej w konstrukcji.

W celu uzyskania właściwego odcienia mieszanki naprawczej należy wziąć pod uwagę następujące zmiany w stosunku do receptury betonu:

- beton szary – zastąpienie do 30% cementu szarego cementem białym,
- beton biały – zastąpienie do 20% cementu białego cementem szarym.

Przed przystąpieniem do właściwej naprawy należy wykonać powierzchnie próbne w mało widocznym miejscu, w celu sprawdzenia kolorystyki zastosowanej zaprawy i przedstawić je Inżynierowi do zatwierdzenia.

Części wystające powinny być skute lub zeszlifowane z zastrzeżeniem, że otulina żadnego z prętów nie może być mniejsza niż 2,5 cm.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt.6. Sprawdzenie gabarytów konstrukcji należy przeprowadzić na zgodność z dokumentacją projektową. Sprawdzeniu podlega również wykonanie rusztowań i deskowań.

Na Wykonawcy spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych przewidzianych normą PN-EN 206-1:2003 oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inżynierowi wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

Dla betonu poddanego specjalnym zabiegom technologicznym Wykonawca opracuje plan kontroli jakości betonu dostosowany do technologii produkcji. W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane aktualną normą i STWiORB oraz ewentualni inne, konieczne do potwierdzenia prawidłowości zastosowanych zabiegów technologicznych.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (oznaczenie CE lub znakiem budowlanym, dowody dostawy betonu, oświadczenia, deklaracje właściwości użytkowych, aprobaty techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.) i na ich podstawie sprawdzić właściwości zastosowanych materiałów na zgodność z wymaganiami podanymi w STWiORB.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

6.3. Kontrola rusztowań i deskowań

Badanie odbiorcze rusztowań i deskowań należy przeprowadzić po zbudowaniu rusztowań, a przed rozpoczęciem ich eksploatacji na zgodność z Projektem Wykonawczym Rusztowań i Deskowań. Badania okresowe należy przeprowadzać w trakcie eksploatacji rusztowań, przed każdą nową fazą robót oraz po mogących mieć wpływ na stan rusztowań zjawiskach atmosferycznych (silnych wiatrach, oberwaniu chmury itp.), a także po ewentualnych awariach, uderzeniach montowanymi elementami obiektu mostowego itp.

Każde rusztowanie podlega odbiorowi, w czasie którego należy sprawdzać:

- rodzaj użytego materiału na zgodność z projektem technologicznym,
- łączniki, 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.

Niezależnie od tego, dla betonu o powierzchniach widocznych w trakcie eksploatacji koordynator ds. betonu powinien każdorazowo przed przystąpieniem do betonowania przeprowadzić odbiór jakości przygotowania deskowania.

Kontroli podlegają:

- rodzaj zastosowanego deskowania pod kątem jego wpływu na fakturę betonu,
- wykończenie powierzchni deskowania pod kątem jej wpływu na jakość powierzchni betonu,
- częstotliwość stosowania deskowania pod kątem jej wpływu na jakość powierzchni betonu,
- dodatkowe warunki stosowania deskowania pod kątem ich wpływu na jakość powierzchni betonu.

Odbiór ten powinien być potwierdzony na specjalnie przygotowanym formularzu oraz zapisem w Dzienniku Budowy.

W trakcie eksploatacji rusztowań należy zwrócić szczególną uwagę na:

- sprawdzenie wychyleń elementów z pionu
- sprawdzenie oznak osiadania
- sprawdzenie czy nie powstały odkształcenia konstrukcji i połączeń elementów rusztowań.

Każde deskowanie powinno podlegać odbiorowi. Przedmiotem kontroli w czasie odbioru powinny być:

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

Rusztowania i deskowania w czasie betonowania powinny być przedmiotem kontroli geodezyjnej w nawiązaniu do niezależnych reperów.

Kontrola stanu wyposażenia, oznakowania i zabezpieczeń deskowań i rusztowań powinna być prowadzona codziennie przez cały okres prowadzonych robót. Podczas budowy rusztowań i deskowań oraz podczas ich obciążania świeżym betonem powinny być prowadzone badania geodezyjne

w nawiązaniu do reperów państwowych. Pomiaru te powinny być prowadzone również w czasie dojrzewania betonu, oraz przy rozbiórce deskowań i rusztowań aż do wykonania próbnego obciążenia.

Ocena rusztowań winna być przeprowadzona na podstawie uzyskanych wyników i ustaleń w formie protokołu.

6.4. Badania składników mieszanki betonowej

Bezpośrednio przed użyciem cementu do wykonania mieszanki betonowej należy przeprowadzić kontrolę obejmującą:

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3:1996,
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3:1996 ,
- oznaczenie wytrzymałości wg PN-EN 196-1:1996
- obecności grudek.

Wyniki badań powinny odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 7.

Tablica 7 Wymagania dla cementu

Klasa cementu	Wytrzymałość na ściskanie, MPa,				Początek czasu wiązania, min	Stałość objętości (rozszerzalność), mm
	wczesna		normowa, po 28 dniach			
	po 2 dniach	po 7 dniach				
Klasa 32,5	-	≥16	≥32,5	≤52,5	≥75	≤10
Klasa 42,5	≥10	-	≥42,5	≤62,5	≥60	
Klasa 52,5	>20	-	>52,5	-	>45	

Inne właściwości cementu powinny być badane i potwierdzane przez cementownię.

Wyniki badań należy sprawdzić na zgodność z wymaganiami podanymi w PN-EN 197-1. Nie dopuszcza się występowania w cemencie, większej niż 20% ciężaru cementu ilości grudek nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

Kontrola każdej dostarczonej partii kruszywa powinna obejmować oznaczenie:

- oznaczenie składu ziarnowego wg PN-EN 933-1;
- oznaczenie kształtu ziaren wg PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4;
- oznaczanie pyłów mineralnych wg PN-EN 933-1;
- zawartości substancji organicznych wg PN-EN 1744-1;
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg PN-76/B-06714.12;
- oznaczanie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

Należy prowadzić bieżącą kontrolę wilgotności kruszywa wg PN-EN 1097-5 dla korygowania recepty roboczej betonu.

Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt. 2.

W przypadku, gdy nie jest używana woda wodociągowa badania należy wykonać zgodnie z PN-EN 1008.

Dodatki i domieszki do betonu należy badać zgodnie z Polską Normą lub aprobatą techniczną.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji.

6.5. Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu

6.5.1. Zakres kontroli

Kontroli podlegają następujące właściwości mieszanki betonowej:

- konsystencja mieszanki betonowej,
- zawartość powietrza w mieszance betonowej,

oraz betonu:

- wytrzymałość betonu na ściskanie,
- nasiąkliwość betonu,
- odporność betonu na działanie mrozu,
- przepuszczalność wody przez beton.\

Próbki mieszanki betonowej należy pobierać zgodnie z PN-EN 12350-1 i pielęgnować zgodnie z PN-EN 12390-2. Ilość pobieranych próbek do kontroli jakości betonu powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w planie kontroli jakości betonu zawierającego m.in. podział obiektu

(konstrukcji) na części podlegające osobnej ocenie oraz szczegółowe określenie liczebności i terminów pobierania próbek do kontroli jakości mieszanki i betonu.

Plan kontroli jakości betonu podlega akceptacji Inżyniera.

Badania powinny być prowadzone w wytwórni zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji wg PN-EN 206-1:2003 oraz w trakcie betonowania zgodnie z planem kontroli jakości zatwierdzonym przez Inżyniera.

Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w pkt.2.

6.5.2. Sprawdzenie konsystencji mieszanki betonowej

Kontrola zgodności konsystencji mieszanki betonowej powinna być prowadzona w sposób ciągły w trakcie projektowania mieszanki betonowej na węźle betoniarskim zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji.

Poza tym sprawdzenie konsystencji przeprowadza się zgodnie z planem kontroli jakości betonu przy stanowisku betonowania, lecz co najmniej raz dla każdej gruszki. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12350-2.

Dopuszcza się korygowanie konsystencji mieszanki betonowej wyłącznie przez zmianę zawartości zaczynu cementowego w mieszance, przy zachowaniu stałego stosunku wodno-cementowego w/c, ewentualnie przez zastosowanie domieszek chemicznych, zgodnie z pkt. 2. niniejszych STWiORB.

Konsystencja mieszanki betonowej powinna być zgodna z przyjętą w projekcie technologicznym betonowania z tolerancją ± 1 cm dla metody stożka opadowego.

6.5.3. Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Kontrola zgodności zawartości powietrza w mieszance betonowej powinna być prowadzona w sposób ciągły na węźle betoniarskim na etapie projektowania recepty zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji.

Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej w warunkach budowy przeprowadza się metodą ciśnieniową zgodnie z planem kontroli jakości betonu, a przy stosowaniu domieszek napowietrzających co najmniej 2 razy w czasie zmiany roboczej podczas betonowania. Badanie to należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12350-7.

Zawartość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej nie powinna przekraczać przedziałów wartości podanych w rozdz. 2. STWiORB.

6.5.4. Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ściskanie (klasy betonu)

Kontrola zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie powinna być prowadzona w sposób ciągły na węźle betoniarskim zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji.

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

1 próbkę na 100 zarobów

1 próbka na 50 m³ betonu

3 próbki na dobę

6 próbek na partię betonu

Typ próbek do badań wytrzymałości na ściskanie określono w normie PN-EN 12390-1. Jako podstawowe należy traktować próbki sześciennie o boku 150mm.

Badanie betonu, jeżeli dokumentacja projektowa nie zakłada inaczej, powinno być przeprowadzane na próbkach z betonu w wieku 28 dni wg PN-EN 12390-3, pobranych wg PN-EN 12350-1 i pielęgnowanych wg PN-EN 12390-2. Probki pobiera się losowo po jednej równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje, przygotowuje i bada w wieku 28 dni lub w czasie równoważnym zgodnie z normą PN-EN 206-1:2003.

Wynik badania powinien stanowić średnią z dwóch lub więcej próbek wykonanych z jednej próbki mieszanki betonowej. Wyniki różniące się o więcej niż 15% od średniej należy pominąć. Jeżeli próbki pobrane 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 wymaganej klasie betonu. W przypadku nie spełniania warunku wytrzymałości betonu na ściskanie po 28 lub 56 dniach dojrzewania, dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inżyniera, spełnienie tego warunku w okresie późniejszym, lecz nie dłuższym niż 90 dni.

Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli jego wytrzymałość określona na próbkach kontrolnych spełnia wymagania podane w PN-EN 206-1.

W przypadkach uzasadnionych badania nieniszczące na ściskanie należy wykonać wg „Zaleceń dotyczących oceny jakości betonu „in situ” w istniejących konstrukcjach obiektów mostowych”, GDDP, Wrocław-Żmigród, 1998.

6.5.5. Sprawdzenie nasiąkliwości betonu

Badanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-88/B-06250. Sprawdzenie nasiąkliwości betonu przeprowadza się na próbkach laboratoryjnych przy ustalaniu składu mieszanki betonowej zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej 3 razy w okresie wykonywania obiektu oraz nie rzadziej niż 1 raz na 1000 m³ betonu oraz każdorazowo przy zmianie składników betonu. Dla określenia nasiąkliwości betonu należy pobrać przy stanowisku betonowania po 3 próbki o kształcie regularnym lub 5 próbek o kształcie nieregularnym zgodnie z PN-88/B-06250. Próbkę przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z PN-88/B-06250. Nasiąkliwość betonu powinna być zgodna z pkt.2. STWiORB.

6.5.6. Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu

Badanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-88/B-06250 metodą zwykłą. Sprawdzenie stopnia mrozoodporności betonu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania recepty mieszanki betonowej zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej 2 razy w okresie wykonywania obiektu oraz nie rzadziej niż 1 raz na 1000 m³ betonu dla danej recepty oraz każdorazowo przy zmianie składników betonu.

Dla określenia mrozoodporności betonu należy pobrać przy stanowisku betonowania po 12 próbek regularnych o minimalnym wymiarze boku lub średnicy próbki 100 mm.

Próbki formowane poddaje się pielęgnacji wg PN-B-06250. Badanie mrozoodporności należy określać w terminach:

Rodzaj cementu	Czas równoważny [dni]
CEM I, CEM II/B-S, CEM III/A	28 dni
CEM II/B-S, CEM III/A	56 dni

Wymagany stopień mrozoodporności betonu F150 jest osiągnięty, jeśli po wymaganej liczbie cykli zamrażania próbek w temperaturze $-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ i odmrażania w temperaturze $+18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ spełnione są następujące warunki:

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

W przypadku zastosowania dodatków i domieszek badana odporność betonu na działanie mrozu powinna być wykonana z zastosowaniem wody oraz 2% roztworu solnego (NaCl), na oddzielnych próbkach.

6.5.7. Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton (wodoszczelności betonu)

Sprawdzenie stopnia wodoszczelności betonu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji podczas Projektowania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych na stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej 3 razy w okresie betonowania oraz każdorazowo przy zmianie składników i sposobu wykonywania betonu, pobierając 6 próbek regularnych o grubości nie większej niż 160 mm i minimalnym wymiarze boku lub średnicy 100 mm.

Sposób wykonywania i pielęgnacji próbek do badania powinien być zgodny z PN-EN 12390-2. Badanie przepuszczalności wody przez beton przeprowadza się zgodnie z PN-EN 123908

6.5.8. Pobranie próbek i badanie

Na Wykonawcy spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych przewidzianych w STWiORB i planie kontroli jakości oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inżynierowi wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

6.5.9. Badania betonu w konstrukcji

W przypadkach technicznie uzasadnionych Inżynier może zlecić przeprowadzenie badania betonu w konstrukcji.

Do badania betonu w konstrukcji mogą być wykorzystane następujące metody:

- sklerometryczna (za pomocą młotka Schmidta wg PN-EN 12504-2:2001/Ap1:2004)
- ultradźwiękowa (wg PN-EN 12504-4:2005),
- lokalnie niszczące (np. metoda badań próbek wyciętych z konstrukcji wg PN-EN 12504-1:2001),
- inne metody badań pośrednich i bezpośrednich betonu w konstrukcji, pod warunkiem zweryfikowania proponowanej w nich kalibracji cech wytrzymałościowych w konstrukcji i na pobranych z konstrukcji odwiertach lub wykonanych wcześniej próbkach.

Interpretacji wyników badań należy dokonać wg PN-EN 13791:2008

6.6. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji mostowych wylewanych na mokro

Dopuszczalne odchyłki wymiarowe od określonych w dokumentacji projektowej 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,
- wysokość dźwigara: $+0,5\%$ i $-0,2\%$, lecz nie więcej niż 5 mm,
- szerokość dźwigara: $+0,4\%$ i $-0,2\%$, lecz nie więcej niż 3mm,
- grubość płyt: $+1\%$ i $-0,5\%$, lecz nie więcej niż $\pm 0,5$ cm,
- rzędne podparć przęseł: $\pm 0,5$ cm.

Tolerancje dla fundamentów:

- usytuowanie w planie: $\pm 5,0$ cm (dla fundamentów o szer. $< 2,0$ m: $\pm 2,0$ cm),
- rzędne wierzchu ławy: $\pm 2,0$ cm,
- płaszczyzny i krawędzie- odchylenie od pionu: $\pm 2,0$ cm,

Tolerancje dla podpór masywnych i słupowych:

- $\pm 2,0$ cm dla wymiarów przekrojów w planie,
- $0,5\%$ wysokości w odchyleniu od pionu,
- $\pm 0,5$ cm w odniesieniu do rzędnej górnej płaszczyzny podpory, lecz nie więcej niż 10 mm.

W ścianach oporowych odchyłki nie powinny przekraczać:

- 1% wysokości w odniesieniu do nachylenia w pionie, lecz nie więcej niż 50 mm,
- $\pm 2,0$ cm w odniesieniu do wymiarów w planie,
- $\pm 2,0$ cm w odniesieniu do rzędnej górnej powierzchni budowli

6.7. Kontrola wykończenia powierzchni betonowych elementów wykonywanych na mokro

Powierzchnia betonu powinna spełniać wymagania pkt.5 niniejszej STWiORB. Wszystkie nieprawidłowości wykończenia powierzchni muszą być naprawione przez Wykonawcę. W przypadku powierzchni widocznych w trakcie eksploatacji w pierwszej kolejności należy ocenić ogólne wrażenie powierzchni betonu z odstępu obserwacyjnego, ustalonego w projekcie technologicznym, odnosząc uzyskane efekty do wyglądu elementu referencyjnego. Dopiero, gdy ogólny wizerunek nie odpowiada wymaganiom należy oceniać poszczególne parametry wyspecyfikowane w punkcie 5. Elementy należy oglądać z odległości ustalonej w PZJdJ.

W trakcie oceny należy zwrócić uwagę na to, że każdy element był wykonywany w innych warunkach atmosferycznych, a także na to, że mogły występować różnice w jakości użytych materiałów (w przewidzianym, dopuszczalnym zakresie). Niewielkie różnice w fakturze, porowatości i kolorystyce są dopuszczalne.

7. Obmiar robót

Kontrakt ryczałtowy- jednostką obmiaru jest wykonana i odebrana protokołem Odbioru Końcowego jednostka określona w STWiORB.

Jednostką obmiaru jest 1 m³ (metr sześcienny).

8. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, STWiORB i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem odpowiednich tolerancji wg pkt.6. dały wyniki pozytywne.

Podstawą dokonania odbioru są następujące dokumenty:

- Dziennik Budowy,
- Dokumentacja Projektowa z naniesionymi na niej zmianami dokonywanymi w trakcie budowy,
- uzasadnienie dokonywanych zmian,
- dokumenty dotyczące jakości wbudowywanych materiałów, w tym protokoły badań i sprawdzeń,
- pisemne stwierdzenie przez Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy wykonania określonych robót zgodnie z dokumentacją projektową oraz wymaganiami zawartymi w STWiORB oraz wyrażenie zgody na przystąpienie Wykonawcy do realizacji kolejnej fazy robót,
- inwentaryzację geodezyjną wykonanych elementów.

9. Podstawa płatności

Ogólne wymagania podano w specyfikacji D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Cena 1 m³ betonu obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- wykonanie i uzgodnienia projektów technologicznych (w tym projektów deskowań i rusztowań),
- wykonanie operatów wodnoprawnych dla konstrukcji tymczasowych (np. rusztowania) na czas robót nad rzekami i ciekami, uzyskanie wszelkich uzgodnień i pozwoleń,
- opracowanie recept laboratoryjnych mieszanek betonowych,
- wykonanie deskowania oraz rusztowania z pomostem,
- oczyszczenie deskowania,
- przygotowanie i transport mieszanki,
- ułożenie mieszanki betonowej z zagęszczeniem i pielęgnacją,
- przygotowanie betonu i wykonanie warstw szepnych w przypadku przerw roboczych,
- wykonanie dojazdów i stanowisk roboczych dla sprzętu,

- wykonanie przerw dylatacyjnych,
- wykonanie w konstrukcji wszystkich wymaganych dokumentacją projektową otworów jak również osadzenie potrzebnych zakotwień, marek, rur, itp.,
- rozbiórkę deskowań, rusztowań i pomostów,
- oczyszczenie stanowiska pracy i usunięcie, będących własnością Wykonawcy, materiałów rozbiórkowych,
- wykonanie badań i pomiarów wymaganych w specyfikacji technicznej,
- odwiezienie sprzętu.

Wszystkie roboty powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej.

Cena wykonania robót określonych niniejszą STWiORB obejmuje również roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych (dotyczy to np. pomostów roboczych, wszelkich ekranów ochronnych oraz innych konstrukcji pomocniczych uwzględniających warunki terenowo- lokalizacyjne i geometrię elementów konstrukcyjnych projektowanego obiektu a niezbędnych przy realizacji robót objętych niniejszą STWiORB).

10. Przepisy związane

10.1. Polskie Normy

PN-S-10040	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
PN-91/S-10042	Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Projektowanie.
PN-B-01800	Antykorozyjne zabezpieczenie w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacje i określenie środowisk.
PN-B-01805	Antykorozyjne zabezpieczenie w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Ogólne zasady ochrony.
PN-B-03200	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-06264	Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Badania radiofotograficzne wytrzymałości betonu na ściskanie.
PN-91/B-06714/34	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej [A1:1997].
PN-B-19707	Cement - Cement specjalny - Skład, wymagania i kryteria zgodności [Az1:2006]
PN-M-48090	Rusztowania stalowe z elementów składanych do budowy mostów. Wymagania i badania przy odbiorze zmontowanych rusztowań.
PN-92/D-95017	Drewno wielkowymiarowe iglaste. Wspólne wymagania i badania.
PN-91/D-95018	Drewno średniowymiarowe iglaste. Wspólne wymagania i badania.
PN-75/D-96000	Tarcica iglasta ogólnego przeznaczenia.
PN-72/D-96002	Tarcica liściasta ogólnego przeznaczenia.
PN-D-97005/01	Sklejka. Podział, terminologia oraz pomiar wad.
PN-D-97005/19	Sklejka. Sklejka do deskowań. Wymagania i badania.

10.2. Polskie Normy – oparte na EN, ISO

PN-EN 196-1	Metody badania cementu. Oznaczanie wytrzymałości.
PN-EN 196-2	Metody badania cementu. Analiza chemiczna cementu.
PN-EN 196-3	Metody badania cementu. Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości [A1:2009]
PN-EN 196-6	Metody badania cementu. Oznaczanie stopnia zmielenia.
PN-EN 196-7	Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowywania próbek.
PN-EN 196-21	Metody badania cementu. Oznaczanie zawartości chlorków, dwutlenku węgla i alkaliów w cemencie
PN-EN 196-21/Ak:1996	Metody badania cementu. Oznaczanie zawartości chlorków, dwutlenku węgla i alkaliów w cemencie; uzupełnienie krajowe dotyczące aparatury do oznaczania CO ₂
PN-EN 197-1	Cement. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
PN-EN 197-2	Cement. Ocena zgodności
PN-EN 206-1	Beton. Część 1: Wymagania właściwości, produkcja i zgodność.
PN-EN 480-2	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Metody badań - Część 2: Oznaczanie czasu wiązania
PN-EN 933-1	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania. [A1:2006].
PN-EN 933-4	Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziaren. Wskaźnik kształtu
PN-EN 934-2	Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Domieszki do betonu. Definicje i wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie [A1:2005]
PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej
PN-EN 1097-5	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją
PN-EN 1097-6	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości.
PN-EN 1367-1	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Oznaczanie mrozoodporności.
PN-EN 1367-6	Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Mrozoodporność w obecności soli.
PN-EN 10021	Ogólne techniczne warunki dostaw stali i wyrobów stalowych.
PN-EN 10025-1	Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy
PN-EN 12350-1	Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek

PN-EN 12350-2	Badania mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka
PN-EN 12350-3	Badania mieszanki betonowej. Część 3: Badanie konsystencji metodą Vebe
PN-EN 12350-4	Badania mieszanki betonowej. Część 4: Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności
PN-EN 12350-5	Badania mieszanki betonowej. Część 5: Badanie konsystencji metodą stolika rozplwowego
PN-EN 12350-6	Badania mieszanki betonowej. Część 6: Gęstość
PN-EN 12350-7	Badania mieszanki betonowej. Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe
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 12390-6	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
PN-EN 12504-1	Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe. Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie
PN-EN 12504-2	Badania betonu w konstrukcjach. Część 2: Badanie nieniszczące. Oznaczanie liczby odbicia [Ap1:2004]
PN-EN 12620	Kruszywa do betonu.
PN-EN 1992-1-1	Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

10.3. Polskie Normy – wycofane lub zastąpione

PN-88/B-06250	Beton zwykły.
PN-63/B-06251	Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne
PN-B-06261	Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.
PN-B-06262	Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta.

10.4. Branżowe Normy

BN-88/6731-08	Cement. Transport i przechowywanie.
---------------	-------------------------------------

10.5. Pozostałe przepisy

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 3.08 2000 r.)

Zalecenia dotyczące stosowania domieszek i dodatków do betonów i zapraw w budownictwie komunikacyjnym – IBDiM

Zalecenia do wykonywania oraz odbioru, napraw i ochrony powierzchniowej betonu w konstrukcjach mostowych. GDDP, 1998

Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „in situ” w nowo budowanych konstrukcjach obiektów mostowych. GDDP, 1998

UWAGA **Aprobaty techniczne dotyczące cementów i domieszek do betonów w trakcie trwania budowy mogą utracić ważność, a Producent nie będzie występował o ich przedłużenie. Badania i ocenę wymagań prowadzić wg odpowiednich norm ww. materiałów.**