**M-13.01.00. BETON KONSTRUKCYJNY**

**1. WSTĘP**

Przedmiotem niniejszych SST są wytyczne dla robót związanych z wykonaniem oraz ułożeniem betonu konstrukcyjnego w monolitycznych elementach drogowych obiektów inżynierskich.

**1.1. Zakres stosowania SST**

Warunki Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są stosowane jako dokument kontraktowy przy realizacji Robót wymienionych w pkt.1.1. SST stanowią także materiał pomocniczy do opracowania przez Wykonawcę Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWIORB).

**1.2 Zakres robót objętych** **SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem betonu konstrukcyjnego oraz ułożenia go w monolitycznych elementach drogowych obiektów inżynierskich.

**1.3. Określenia podstawowe**

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

**Beton zwykły** – beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2000 kg/m3, ale nie przekraczającej 2600 kg/m3.

**Beton konstrukcyjny** – beton zwykły według PN-EN 206 w monolitycznych elementach drogowego obiektu inżynierskiego o wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż C20/25 i o dodatkowych ustalonych właściwościach.

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

**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 określane są na podstawie wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie w 28 dniu dojrzewania na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm (fckcyl) lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm (fckcube) pielęgnowanych zgodnie z PN-EN 12390-2.

**Stopień mrozoodporności** - symbol literowo-liczbowy (np. F200) klasyfikujący beton pod względem jego odporności na działanie mrozu; liczba po literze F oznacza wymaganą liczbę cykli zamrażania i odmrażania próbek betonowych.

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

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z wymaganiami odpowiednich Polskich Norm i definicjami podanymi w OST D-M-00.00.00 „ Wymagania ogólne ”, pkt. 1.4.

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące Robót**

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

**2 MATERIAŁY**

**2.1. Wymagania ogólne dotyczące materiałów**

Wymagania ogólne dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w 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 IBDiM lub europejską aprobatą techniczną.

**2.2 Wymagania dotyczące betonu konstrukcyjnego**

Beton konstrukcyjny powinien mieć wytrzymałość określoną klasą wytrzymałości na ściskanie według PN-EN 206 zgodną z wymaganiami ustalonymi dla klas ekspozycji betonu według PN-EN 206 i PN-B-06265 oraz odpowiadać wymaganiom podanym w dokumentacji projektowej.

Beton w elementach konstrukcji narażonych na agresywne oddziaływanie zamrażania /rozmrażania bez środków odladzających albo ze środkami odladzającymi powinien wykazywać odporność na działanie mrozu oznaczoną stopniem mrozoodporności według PNB-06250 nie mniejszą niż:

* F100 w klasie ekspozycji XF1,
* F150 w klasach ekspozycji XF2 i XF3,
* F200 w klasie ekspozycji XF4.

Beton w elementach konstrukcji narażonych na oddziaływanie środowiska chemicznie agresywnego powinien wykazywać odporność na penetrację wody pod ciśnieniem według PN-EN 12390-8 mierzoną maksymalną głębokością penetracji nie większą niż:

* 60 mm w klasie ekspozycji XA1,
* 50 mm w klasie ekspozycji XA2,
* 40 mm w klasie ekspozycji XA3.

Beton w elementach konstrukcji narażonych na korozję spowodowaną chlorkami w klasach ekspozycji XD3 i XS3 powinien wykazywać odporność na penetrację wody pod ciśnieniem według PN-EN 12390-8 mierzoną maksymalną głębokością penetracji nie większą niż 40 mm.

**2.3. Składniki mieszanki betonowej**

**2.3.1.** Cement

Do wykonania betonu konstrukcyjnego w elementach obiektu drogowego powinny być zastosowane cementy portlandzkie, spełniające wymagania PN-EN 197-1:

* cement portlandzki CEM I o całkowitej zawartości alkaliów Na2Oeq według PN-EN 196-2 do 0,8 % i początku wiązania według PN-EN 196-3 powyżej 120 minut,
* cement portlandzki żużlowy CEM II/A-S o całkowitej zawartości alkaliów Na2Oeq według PN-EN 196-2 do 0,8 %,
* cement portlandzki żużlowy CEM II/B-S o całkowitej zawartości alkaliów Na2Oeq według PN-EN 196-2 do 0,9% .

Do wykonania betonu sprężonego w elementach obiektu drogowego powinien być stosowany cement CEM I.

Do wykonania betonu konstrukcyjnego w elementach masywnych obiektu drogowego zaleca się stosowanie ww. rodzajów cementu o niskim cieple hydratacji (LH) zgodnie z PN-EN 197-1. Dopuszcza się również zastosowanie cementu CEM III/A, z wyjątkiem elementów narażonych na oddziaływanie środowiska w klasie ekspozycji XF4.

Do betonu konstrukcyjnego w elemencie narażonym na oddziaływanie środowiska w klasach ekspozycji XA2 i XA3 oraz XD3, XS3 powinien być zastosowany cement CEM I odporny na siarczany (SR), zgodny z PN-EN 197-1 lub cement o wysokiej odporności na siarczany (HSR) CEM III/A i CEM II/A,B-S, zgodny z normą PN-B-19707. Dopuszcza się, w razie potrzeby, zastosowanie cementów o wysokiej wytrzymałości wczesnej (R). Do betonu klasy wytrzymałości na ściskanie wyższej niż C30/37 powinien być stosowany cement klasy nie niższej niż 42,5.

**2.3.2.** Kruszywo

Do wykonania betonu konstrukcyjnego należy stosować co najmniej 3 frakcje kruszywa naturalnego według PN-EN 12620 o maksymalnym wymiarze ziarna nie większym niż 31,5 mm spełniające następujące wymagania podane w poniższej tabeli:

Ocena zgodności kruszyw do betonu konstrukcyjnego w drogowych obiektach inżynierskich wymagana jest według systemu oceny 2+.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości kruszywa | Wymagania | |
| 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Uziarnienie według PN-EN 933-1 [7] w zależności od wymiaru kruszywa, kategoria nie niższa niż: |  | |
| *D/d* ≤ 2 lub *D* ≤ 11,2 mm | *G*C85/20 | |
| *D/d* > 2 i *D* > 11,2 mm | *G*C90/15 | |
| 2 | Tolerancja uziarnienia w zależności od wymiaru kruszywa, kategorie: |  | |
| *D/d* < 4 | *GT15* | |
| *D/d* ≥ 4 | *GT17,5* | |
| 3 | Zawartość pyłów według PN-EN 933-1 [7]; kategoria nie wyższa niż: | f1,5 | |
| 4 | Kształt kruszywa grubego według PNEN 933-3 [8] lub według PN-EN 933-4 [9]; kategoria nie wyższa niż: | *FI*20 lub *SI20* | |
| 5 | Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym według PN-EN 933-5 [10], kategoria nie niższa: | *C*100/0 | |
| 6 | Mrozoodporność według PN-EN 1367-6 [19] w 1 % NaCl, badana na kruszywie o wymiarze 8/16; wartość nie wyższa niż w %:  oraz odporność kruszywa na rozdrabnianie według PN-EN 1097-2 [14] badana na kruszywie o wymiarze 10/14, rozdz.5; kategoria nie wyższa niż: 2) | 6 | *LA*25 |
| *2* | *LA40* |
| 7 | „ Zgorzel słoneczna” bazaltu według PN-EN 1367-3 [18] , badana na kruszywie o wymiarze 10/14; kategoria: | SBLA | |
| 8 | Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6 [16] , rozdz. 7,8 lub 9: | deklarowana przez producenta | |
| 9 | Gęstość nasypowa według PN-EN 1097-3[15] | deklarowana przez producenta | |
| 10 | Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6 [16], rozdz. 7,8 lub 9: | *WA24* deklarowana przez producenta | |
| 11 | Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny według PN-EN 932-3 [6]: | deklarowany przez producenta | |
| 12 | Reaktywność alkaliczno - krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności według PN-B-06714-46 [24]: | stopień potencjalnej reaktywności 0 1) | |
| 13 | Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie według PN-EN 1744-1 [20], rozdz.12, nie wyższa niż kategoria: | *AS*0,2 | |
| 14 | Zawartość siarki całkowitej według PNEN 1744-1 [20], rozdz.11; wartość nie wyższa niż w %: | 1 | |
| 15 | Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie według PN-EN 1744-1 [20], rodz.7; wartość nie wyższa niż w %: | 0,02 | |
| 16 | Zanieczyszczenia lekkie według PN-EN  1774-1 [20] p. 14.2; wartość nie wyższa niż w %: | 0,1 | |
| 17 | Zawartość substancji organicznych według PN-EN 1744-1 [20], p.15.1: | barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa | |

w przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34 [23]; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1%.

Uwaga: Dla kruszywa do produkcji betonu do pali należy wykazać jedynie odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2 ≤LA40.

Jako kruszywo drobne powinno być stosowane kruszywo o uziarnieniu nie większym niż 4 mm, spełniającym następujące wymagania podane w poniższej tabeli:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lp. | Właściwości kruszywa | Wymagania |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Uziarnienie według PN-EN 933-1 [7]; wymagana kategoria: | *GF*85 |
| 2 | Zawartość pyłów według PN-EN 933-1 [7]; kategoria nie wyższa niż: | f3 |
| 3 | Tolerancje deklarowanego typowego uziarnienia kruszywa drobnego | zgodnie z tablicą C.1 w normie PN-EN 12620 |
| 4 | Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6 [16], rozdz. 7,8 lub 9 | deklarowana przez producenta |
| 5 | Gęstość nasypowa według PN-EN 1097-3 [15] | deklarowana przez producenta |
| 6 | Reaktywność alkaliczno - krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności według PN-B-06714-46 [24]: | stopień potencjalnej reaktywności 0 [[1]](#footnote-1)) |
| 7 | Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie według PN-EN 1744-1 [20],rozdz.12; nie wyższa niż kategoria: | *AS*0,2 |
| 8 | Zawartość siarki całkowitej według PN-EN 1744-1 [20], rozdz.11; wartość nie wyższa niż w %: | 1 |
| 9 | Zanieczyszczenia lekkie według PNEN 1774-1 [20], p. 14.2; wartość nie wyższa niż w %: | 0,5 |
| 10 | Zawartość substancji organicznych według PN-EN 1744-1 [20], p.15.1: | barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa |

w przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34 [23]; dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania: reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych większych niż 0,1 %.

**2.3.3.** Woda

Woda zarobowa do betonu powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008. Stosowanie wody pitnej nie wymaga badań. Zabrania się stosowania wody z systemów recyklingu.

**2.3.4.** Domieszki do betonu i dodatki mineralne

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.

Do betonu przeznaczonego do wykonania elementów narażonych na oddziaływanie środowiska w klasach ekspozycji: XF2, XF3, XF4 zaleca się stosowanie domieszki napowietrzającej.

Przydatność domieszek do betonu powinna być ustalona na podstawie wymagań określonych w PN-EN 934-1 i PN-EN 934-2. W składzie i właściwościach stosowanych domieszkach, z uwagi na trwałość betonu, szczególnie istotne są:

* zawartość chloru i chlorków rozpuszczalnych w wodzie,
* zawartość alkaliów,
* oddziaływanie korozyjne.

W przypadku stosowania więcej niż jednej domieszki kompatybilność tych domieszek należy sprawdzić w badaniach wstępnych. Kompatybilność domieszki napowietrzającej z innymi domieszkani należy stwierdzić na podstawie kryteriów dotyczących domieszek napowietrzających, określonych w PN-EN 934-2. Stosowanie domieszki napowietrzającej w betonie wykonanym z cementu innego niż CEM I wymaga także sprawdzenia w badaniach wstępnych, odniesionych do kryteriów zawartych w PN-EN 934-2.

Dopuszcza się stosowanie do betonu dodatku pyłu krzemionkowego według PN-EN 13263-1.

**2.4. Skład mieszanki betonowej**

Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony zgodnie z PN-EN 206 tak, aby przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczenia przez wibrowanie. Mieszanka mineralna powinna składać się z min. trzech frakcji kruszywa. Skład ustala laboratorium Wykonawcy lub inne laboratorium na jego zlecenie. Ustalona receptura mieszanki betonowej powinna być przedstawiona Inżynierowi do zatwierdzenia wraz z wynikami badań laboratoryjnych poszczególnych składników mieszanki oraz wynikami potwierdzającymi uzyskanie założonych wymaganych właściwości mieszanki betonowej i betonu. Receptura powinna być przedłożona z takim wyprzedzeniem czasowym, które umożliwi Inżynierowi sprawdzenie właściwości poszczególnych składników, mieszanki betonowej oraz betonu na podstawie zarobu próbnego, a w przypadku braku zatwierdzenia opracowanie nowej recepty.

Współczynnik woda/cement (w/c), określany jako stosunek efektywnej zawartości wody do zawartości cementu w mieszance nie powinien być większy niż 0,45 w przypadku klasy wytrzymałości betonu C30/37 i wyższej lub nie większy niż 0,50 w przypadku klasy betonu C25/30.

Minimalna zawartość cementu w mieszance betonowej nie powinna być mniejsza niż wymagana, w zależności od klas ekspozycji betonu według PN-EN 206 i PN-B06265.

W klasach ekspozycji XD3 i XS3 minimalna zawartość cementu w mieszance betonowej nie powinna być mniejsza niż 380 kg/m3, a współczynnik woda/cement (w/c) nie powinien być większy niż 0,40.

Maksymalna zawartość cementu w mieszance betonowej nie powinna być większa niż:

* 400 kg/m3 dla betonu klasy C25/30,
* 450 kg/m3 dla betonów klasy C 30/37 i wyższych.

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

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

Maksymalny nominalny wymiar ziaren kruszywa należy dobierać uwzględniając otulinę zbrojenia oraz minimalną szerokość przekroju elementu. Ziarna kruszywa 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.

Zawartość frakcji do 2 mm w mieszance kruszyw powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewnić niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna przekraczać:

* 42 % w przypadku mieszanki o uziarnieniu do 16,0 mm,
* 38 % w przypadku mieszanki o uziarnieniu do 22,4 mm,
* 37 % w przypadku mieszanki o uziarnieniu do 31,5 mm.

Zalecane graniczne krzywe uziarnienie kruszywa do betonu podano w poniższej tabeli:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sito #,  [mm] | Ułamek masowy kruszywa  przechodzącego przez  sito, [%] | Ułamek masowy kruszywa  przechodzącego przez  sito, [%] | Ułamek masowy kruszywa przechodzącego przez sito, [%] |
| wymiar kruszywa  D ≤ 16,0 mm | wymiar kruszywa  D ≤ 22,4 mm | wymiar kruszywa  D ≤ 31,5 mm |
| 0,25 | 3÷8 | 2÷9 | 2÷8 |
| 0,50 | 7÷20 | 5÷17 | 5÷18 |
| 1,0 | 12÷32 | 9÷26 | 8÷28 |
| 2,0 | 21÷42 | 16÷38 | 14÷37 |
| 4,0 | 36÷56 | 28÷51 | 23÷47 |
| 8,0 | 60÷76 | 45÷67 | 38÷62 |
| 16,0 | 100 | 73÷91 | 62÷80 |
| 22,4 | - | 100 | 76÷92 |
| 31,5 | - | - | 100 |

Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana zgodnie z PN-EN 12350-7 nie powinna wykraczać:

powyżej 2 %, w przypadku niestosowania domieszki napowietrzającej,

poza granice przedziałów podanych w poniższej tabeli, w przypadku stosowania domieszki napowietrzającej do wykonania elementów narażonych na oddziaływanie środowiska w klasach ekspozycji: XF2, XF3, XF4:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Wymiar kruszywa D, [mm] | Etap wykonywania badań | | Tolerancja pomiarowa,  [%] |
| Projektowanie składu mieszanki betonowej,  [%] | Zatwierdzanie recepty, próba technologiczna,  kontrola jakości robót, [%] |
| 16,0 | 4,5 ÷ 6,0 | 4,5 ÷ 6,5 | - 0,5 +1,0 |
| 22,4 | 4,0 ÷ 5,5 | 4,0 ÷ 6,0 |
| 31,5 | 4,0 ÷ 5,5 | 4,0 ÷ 6,0 |

Klasa konsystencji mieszanki betonowej powinna być dostosowana do warunków zagęszczenia i zabudowy. Klasa konsystencji mieszanki betonowej według metody opadu stożka badana zgodnie z PN-EN 12350-2 powinna wynosić: S2 (od 50 mm do 90 mm) lub S3 (od 100 mm do 150 mm).

Przy ustalaniu składu betonu średnia wytrzymałość na ściskanie fcm próbek powinna być większa niż wartość fck z zapasem niezbędnym dla spełnienia kryteriów zgodności podanych w PN-EN 206 p.8.2.1. Zaleca się, aby zapas był dwa razy większy niż przewidywane odchylenie standardowe i wynosił od 6 do 12 [MPa] ( fcm ≥ fck + 6÷12 [ MPa] ), przy czym fck  oznacza wytrzymałość charakterystyczną betonu na ściskanie oznaczoną na próbkach sześciennych.

W przypadku innych wyspecyfikowanych właściwości beton powinien spełniać wartości określone w specyfikacji z odpowiednim zapasem.

**3. SPRZĘT**

**3.1. Wymagania ogólne dotyczące sprzętu**

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

**3.2. Wytwórnia mieszanki betonowej**

Mieszanka betonowa powinna być produkowana w zautomatyzowanych wytwórniach zapewniających:

* dokładność dozowania poszczególnych składników,
* dokonywanie pomiaru wilgotności kruszyw z automatyczną korektę dozowanej wody zarobowej do mieszanki,
* równomierne rozprowadzenie składników,
* uzyskanie jednorodnej konsystencji.

Wytwórnia powinna być przystosowana do pracy w warunkach zimowych, tzn.

zaopatrzona w systemy ogrzewania wody i kruszyw oraz odpowiednie, termoizolowane pomieszczenia.

Cement, kruszywa oraz dodatki proszkowe należy dozować masowo. Woda zarobowa, domieszki oraz ciekłe dodatki mogą być dozowane masowo lub objętościowo.

Dopuszczalne tolerancje dozowania składników mieszanki według PN-EN 206 podano w poniższej tabeli:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Składniki mieszanki betonowej | Cement, woda, kruszywo, domieszki i dodatki stosowane w ilości > 5 % | Domieszki i dodatki stosowane w ilości < 5 % |
| Dopuszczalne tolerancje (w % wagowo) | ± 3 % | ± 5 % |

Wytwórnia powinna posiadać zakładowy system kontroli produkcji betonu zgodny z wymaganiami PN-EN 206.

**3.3. Warunki prowadzenia produkcji**

Przed przystąpieniem do produkcji, wszystkie zespoły i urządzenia wytwórni mające wpływ na jakość produkowanej mieszanki betonowej zostaną komisyjnie sprawdzone, co zostanie potwierdzone protokołem podpisanym przez Wykonawcę i Inżyniera. Produkcja może się odbywać jedynie na podstawie receptury laboratoryjnej opracowanej przez Wykonawcę lub na jego zlecenie i zatwierdzone przez Inżyniera. Wykonawca (Producent mieszanki betonowej) musi mieć własne laboratorium lub też, za zgodą Inżyniera, zleci nadzór laboratoryjny niezależnemu laboratorium. Inżynier będzie dysponował własnym laboratorium lub będzie wykorzystywał laboratorium Wykonawcy (Producenta), uczestnicząc w badaniach. Roboczy skład mieszanki laboratoryjnej przygotuje Wykonawca (Producent), opracowując go na podstawie recepty laboratoryjnej. Skład mieszanki betonowej określony symbolem recepty powinien być wprowadzony do pamięci komputera węzła betoniarskiego. Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie, w zależności od składu i wymaganej konsystencji produkowanej mieszanki oraz rodzaju urządzenia mieszającego.

**4. TRANSPORT**

**4.1. Wymagania ogólne dotyczące transportu**

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

**4.2. Transport i przechowywanie cementu**

Każda dostarczona partia cementu, różniąca się rodzajem, klasą wytrzymałości lub innymi właściwościami, powinna być magazynowana oddzielnie, tak aby można ją było łatwo zidentyfikować. Warunki składowania cementu:

* cement w workach należy chronić przed deszczem i zawilgoceniem,
* cement luzem należy składować w silosach.

Cement w workach należy przewozić środkami transportu zapewniającymi zabezpieczenie cementu przed zmoczeniem. Do transportu cementu luzem należy używać specjalnych wagonów kolejowych i ciężarówek, z cysternami przystosowanymi do załadunku grawitacyjnego, jak również wyposażonymi w regulowane urządzenia załadowczo-wyładowcze.

**4.3. Transport i przechowywanie kruszyw**

Transport kruszyw nie powinien powodować ich segregacji.

Kruszywo należy magazynować na utwardzonym i odwodnionym podłożu w sposób umożliwiający separację różnych rodzajów kruszywa i zapobiegający przed ich zanieczyszczeniem.

**4.4. Transport i przechowywanie domieszek i dodatków**

Transport i przechowywanie domieszek i dodatków powinno być zgodne z odpowiednimi Polskimi Normami, aprobatami technicznymi oraz zaleceniami producenta.

**4.5. Ogólne zasady transportu mieszanki betonowej**

Organizacja transportu (dobór środków, czas trwania) powinna zapewnić dostarczenie do miejsca układania mieszanki betonowej o takim stopniu ciekłości, jaki został przyjęty przy ustalaniu składu betonu dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju elementu obiektu.

Podczas załadunku, transportu i rozładunku, a także transportu wewnętrznego na placu budowy, należy zminimalizować niepożądane zmiany jakości mieszanki betonowej, takie jak segregacja składników, wydzielanie się wody, wyciek zaczynu i wszelkie inne zmiany.

W czasie transportu mieszanki betonowej należy zachować następujące wymagania:

* mieszanka powinna być dostarczona na miejsce ułożenia w zasadzie bez przeładunku; w razie konieczności liczba przeładowań powinna być jak najmniejsza,
* pojemniki, w których przewożona jest mieszanka, powinny zapewnić możliwość stopniowego ich opróżniania oraz łatwość oczyszczania i przepłukiwania.

Transport mieszanki betonowej w pojemnikach samochodowych (gruszkach), mieszających ją w czasie jazdy, powinien być tak zorganizowany, aby wyładunek następował bezpośrednio nad miejscem ułożenia mieszanki lub - jeżeli jest to niemożliwe - w pobliżu betonowanego elementu obiektu. W miejscu układania mieszanka betonowa może być transportowana za pomocą:

* pomp zamontowanych na podwoziu samochodowym z ruchomym wysięgnikiem,
* pomp stacjonarnych z zastosowaniem systemu rurociągów i specjalistycznych urządzeń do betonu,
* urządzeń dźwigowych przy zastosowaniu specjalnych pojemników do przenoszenia mieszanki na miejsce jej układania.

Czas transportu mieszanki betonowej (od momentu załadowania samochodu do jego wyładunku) nie powinien przekraczać okresu wstępnego wiązania. W przypadku mieszanki betonowej nie zawierającej domieszek o działaniu opóźniającym, w temperaturze otoczenia atmosferycznego nie przekraczającej +20°C, pojemniki samochodowe należy całkowicie rozładować w czasie nie dłuższym niż 90 min, licząc od chwili pierwszego kontaktu wody z cementem.

Warunki dostawy mieszanki betonowej do miejsca jej układania powinny być zgodne z wymaganiami PN-EN 206.

**5. WYKONANIE ROBÓT**

**5.1. Wymagania ogólne**

Wymagania ogólne dotyczące wykonania robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne, pkt. 5.

**5.2. Zalecenia ogólne**

**5.2.1.** Zgodność wykonywania robót z dokumentacją

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową, ST oraz wymaganiami odpowiednich Polskich Norm oraz dokumentacją technologiczną dostarczoną przez Wykonawcę i zatwierdzoną przez Inżyniera.

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

**5.2.2.** Projekt technologiczny betonowania powinien obejmować:

* organizację ruchu na drogach dojazdowych do terenu budowy i drogach na terenie budowy,
* specyfikację betonu, receptury mieszanek betonowych, wymagania dodatkowe
* dotyczące betonu,
* sposób wytwarzania mieszanki betonowej,
* sposób transportu mieszanki betonowej,
* projekt betonowania zawierający ustawienie pomp do podawania mieszanki betonowej,
* harmonogram betonowania, który powinien określać m.in.: prędkość układania i zagęszczania mieszanki betonowej, kierunki betonowania, fazy betonowania i planowane czasy ich realizacji, wykaz przerw w betonowaniu oraz sposób łączenia betonu w przerwach,
* sposób pielęgnacji betonu,
* sposób i warunki rozformowania konstrukcji,
* metodologię naprawy ewentualnych błędów wykonania, w tym naprawy powierzchni betonu,
* zestawienie wymaganych badań i pomiarów.

**5.3. Zakres robót**

Podstawowe czynności związane z wykonywaniem robót betonowych obejmują:

* roboty przygotowawcze, w tym montaż rusztowania i deskowania,
* wytwarzanie mieszanki betonowej,
* układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej,
* pielęgnację betonu,
* demontaż deskowania i rusztowania,
* wykańczanie powierzchni betonu,
* roboty wykończeniowe.

**5.3.1.** Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do betonowania, Inżynier powinien potwierdzić prawidłowość wykonania robót poprzedzających betonowanie, a w szczególności:

* prawidłowość montażu rusztowania i deskowania,
* prawidłowość wykonania zbrojenia,
* zgodność rzędnych z dokumentacja projektową,
* czystość powierzchni wewnętrznej deskowania oraz obecność przekładek dystansowych zapewniających wymaganą grubość otulenia prętów zbrojeniowych,
* przygotowanie powierzchni betonu uprzednio ułożonego (np. w miejscu przerw
* roboczych),
* prawidłowość wykonania wszystkich robót zanikających (np. wykonania przerw
* dylatacyjnych, warstw izolacyjnych, ułożenia łożysk itp.),
* prawidłowość rozmieszczenia i zamocowania w sposób niezawodny elementów, które przewidziane są do wbetonowania (kanały, wpusty, sączki, kotwy, rury itp.), - gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania.

**5.3.1.1.** Deskowania

Należy zapewnić wysoką jakość deskowania i jego montażu. Wybór systemu deskowania należy do Wykonawcy. System powinien zapewnić ciągłość wykonywanej pracy oraz uzyskanie wymaganej powierzchni betonu. Zastosowany system musi być zatwierdzony przez Inżyniera.

Wykonawca dostarczy projekt techniczny deskowań wykonany w oparciu o rysunki zawarte w dokumentacji projektowej lub według własnego opracowania. Projekt deskowań powinien być każdorazowo oparty na obliczeniach statycznych. Ustalona konstrukcja deskowań powinna być sprawdzona na siły wywołane parciem świeżej masy betonowej i uderzania przy jej wylewaniu z pojemników z uwzględnieniem szybkości betonowania, sposobu zagęszczania i obciążania pomostami roboczymi. Poza tym w trakcie projektowania deskowania należy uwzględnić szerokość deskowania, kierunek jego ułożenia, podział na odcinki, rozstaw i rozmieszczenie kotew, aby ze względu na właściwości betonu do odwzorowania powierzchni deskowania, nie doprowadzić do wizualnego zaburzenia zaplanowanej kompozycji architektonicznej.

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

Konstrukcja deskowania powinna spełniać następujące warunki:

* zapewnić odpowiednią sztywność i niezmienność kształtu konstrukcji,
* zapewnić odpowiednią szczelność. W tym celu należy stosować uszczelki na łączeniach elementów deskowania, które zapewniają jego pełną szczelność i pozwolą uniknąć nawet najmniejszych wycieków. Połączenia na śruby między płytami są niedozwolone. Większe wypływy mogą prowadzić nie tylko do zmian barwy betonu, ale także do odsłonięcia ziaren kruszywa i powstania „ gniazd żwirowych”, a w szczególności nawet do osłabienia nośności konstrukcji. Nieszczelne deskowania mogą też być przyczyną tzw. „firanek” na powierzchni betonu, powstałych w wyniku wykonywania elementu w sekcjach poziomych i naciekania mleczka z warstwy wbudowywanej w warstwę już związaną. Powyższe wady powierzchni betonu są niedopuszczalne,
* wykazywać odporność na deformacje pod wpływem warunków atmosferycznych,
* powierzchnie deskowań stykających się z betonem powinny być pokryte warstwą środka antyadhezyjnego, zaakceptowanego przez Inżyniera. Do deskowań należy stosować środki antyadhezyjne, przy przestrzeganiu warunków:
* należy właściwie dobrać środek do warunków atmosferycznych,
* środek należy równomiernie nanieść na powierzchnię deskowania,
* nadmiar środka należy zebrać (zbyt duża ilość może spowodować odbarwienie powierzchni).
* zapewnić wykończenie widocznych powierzchni betonu, zgodnie z wymaganiami dokumentacji projektowej.

W tym celu :

* w przypadku deskowania ze sklejki wodoodpornej należy dążyć do wyeliminowania możliwości wystąpienia tzw. „ marmurków “ powstających w wyniku osadzania się kropel wody na niechłonnej powierzchni deskowania. Lokalnie powstają wówczas miejsca o różnych wartościach w/c, które prowadzą do powstania jasnych i ciemniejszych plam, beton o mniejszym w/c ma ciemniejszy kolor, zaś beton o wyższym w/c jest jaśniejszy,
* w przypadku deskowania stalowego należy dążyć do wyeliminowania powstawania odbarwień w postaci rdzawych plam.

Deskowania powinny być, przed wypełnieniem mieszanką betonową, dokładnie sprawdzone i odebrane, aby wykluczały możliwość jakichkolwiek zniekształceń lub odchyleń w wymiarach betonowej konstrukcji. Wykonawca powinien zawiadomić Inżyniera, o tym że deskowania są gotowe do wypełnienia betonem, na tyle wcześniej, aby Inżynier był w stanie dokonać inspekcji deskowania przed ułożeniem betonu.

Dopuszcza się następujące odchylenia deskowania od wymiarów nominalnych przewidzianych dokumentacja projektową :

* rozstaw żeber deskowań ± 0,5 % i nie więcej niż 2 cm,
* grubość desek jednego elementu deskowania ± 0,2 cm,
* odchylenia deskowań od prostoliniowości lub od płaszczyzny o 1 %,
* odchylenie ścian od pionu o ± 0,2 % , lecz nie więcej niż 0,5 cm,
* wybrzuszenie powierzchni o ± 0,2 cm na odcinku 3 m,
* odchyłki wymiarów wewnętrznych deskowania (przekrojów betonowych ) :
* 0,2 % wysokości, lecz nie więcej niż – 0,5 cm,
* + 0,5 % wysokości, lecz nie więcej niż + 2 cm,
* 0,2 % grubości (szerokości), lecz nie więcej niż -0,2 cm,
* + 0,5 % grubości (szerokości), lecz nie więcej niż + 0,5 cm.

Dopuszczalne ugięcia deskowań:

* 1/200 *l* - w deskach i belkach pomostów,
* 1/400 *l* - w deskach deskowań widocznych powierzchni mostów betonowych i żelbetowych,
* 1/250 *l* - w deskach deskowań niewidocznych powierzchni mostów betonowych i żelbetowych.

Wszystkie deskowania powinny być tego samego typu, dostarczone przez jednego producenta. Wszystkie krawędzie betonu powinny być ścięte za pomocą listwy trójkątnej. Listwy te muszą być następnie usuwane z wykonanej konstrukcji.

**5.3.1.2.** Rusztowania

Rusztowania i ich posadowienie dla ustroju niosącego należy wykonywać według projektu technologicznego, opartego na obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych.

Rusztowania muszą uwzględniać podniesienie wykonawcze ustroju niosącego (podane w dokumentacji projektowej) oraz wpływ osiadania samych podpór tymczasowych przyjętych przez Wykonawcę. Sposób posadowienia rusztowania mostów należy uzgodnić z administratorem cieku lub rzeki oraz uzyskać wszelkie pozwolenia.

W konstrukcji rusztowań można dopuścić następujące odchylenia od wymiarów lub położenia:

* zmniejszenie przekroju elementu nie więcej niż o 15%,
* odchylenie rozstawu pali lub ram do 5 %, lecz nie więcej niż o 20 cm,
* odchylenie od pionu pali lub ram do 0,01 radiana w mierze łukowej, lecz nie więcej niż wychylenie o ± 10 cm w poziomie w mierze liniowej,
* różnice w rozstawie belek poprzecznych (oczepów) lub podłużnic (rygli lub dźwigarów) o ± 20cm,
* różnice w położeniu górnej krawędzi oczepu + 2 cm i – 1 cm,
* strzałki różne od obliczeniowych do 10 %.

Na wierzchu rusztowań powinny być pomosty z desek z obustronnymi poręczami wysokości co najmniej 1,10 m i z krawędziami wysokości 0,15 m.

**5.3.2.** Wytwarzanie mieszanki betonowej

Wytwarzanie mieszanki betonowej powinno odbywać się wyłącznie w wytwórni betonu, która może zapewnić spełnienie żądanych w ST wymagań. Wytwarzanie mieszanki betonowej powinno odbywać się na podstawie roboczej receptury mieszanki zaakceptowanej przez Inżyniera.

Składniki powinno się mieszać w mieszalnikach planetarnych, talerzowych jedno lub dwuwałowych. 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, 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.

**5.3.3.** Podawanie, układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej

**5.3.3.1.** Roboty przed rozpoczęciem układania mieszanki betonowej

Przed rozpoczęciem układania mieszanki betonowej należy sprawdzić prawidłowość wykonania wszystkich robót poprzedzających betonowanie zgodnie z pkt. 5.3.

Deskowanie należy powlec środkiem antyadhezyjnym, który powinien być dobrany i stosowany w taki sposób, aby nie miał szkodliwego wpływu na beton, stal zbrojeniową, deskowanie i konstrukcją.

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

**5.3.3.2. Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej**

Wymagania ogólne

Wysokość swobodnego zrzucania mieszanki betonowej nie powinna przekraczać 0,5 m od powierzchni, na którą spada. W przypadku, gdy wysokość ta jest większa, mieszankę należy podawać za pomocą rynny zsypowej (do wysokości 3,0m) lub leja zsypowego teleskopowego (do wysokości 8,0 m). Przy układaniu mieszanki betonowej z wysokości większej niż 8 m należy stosować odcinkowe przewody giętkie, zaopatrzone w końcowe urządzenia do redukcji prędkości spadającej mieszanki.

Mieszankę betonową należy układać przy zachowaniu następujących warunków ogólnych:

w czasie betonowania należy stale obserwować prawidłowość kształtu konstrukcji deskowań i rusztowań, a w razie potrzeby dokonywać pomiaru odkształceń,

prędkość i wysokość wypełnienia deskowania mieszanką betonową powinny być określone w zależności od wytrzymałości i sztywności deskowania przyjmującego parcie świeżo ułożonej mieszanki,

w okresie upalnej, słonecznej pogody, ułożona mieszanka powinna być niezwłocznie zabezpieczona przed nadmierną utrata wody,

w czasie deszczu układana i ułożona mieszanka betonowa powinna być chroniona przed wodą opadową; gdy na świeżo ułożoną mieszankę spadnie nadmierna ilość wody, powodująca zmianę konsystencji mieszanki, wodę tę należy usunąć,

w miejscach, w których skomplikowany kształt deskowania lub gęsto ułożone zbrojenie utrudnia mechaniczne zagęszczenie mieszanki, należy dodatkowo stosować zagęszczenie ręczne (sztychowanie).

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

* w fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, bądź też za pośrednictwem rynny, warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami wgłębnymi,
* w elementach o bardzo gęstym zbrojeniu, nie pozwalającym na użycie wibratorów wgłębnych buławowych, należy używać wibratorów wgłębnych prętowych,
* przy wykonywaniu płyt mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy,
* przy betonowaniu chodników, gzymsów, wsporników, zamków i stref przy dylatacyjnych stosować wibratory wgłębne,
* przerwa w układaniu poszczególnych warstw nie powinna być dłuższa niż 15 min.

Przebieg układania mieszanki betonowej w deskowaniu powinien być rejestrowany w dzienniku robót, w którym należy podać:

* datę rozpoczęcia i zakończenia betonowania poszczególnych elementów obiektu,
* wytrzymałość betonu na ściskanie, robocze receptury mieszanek betonowych, konsystencję mieszanki betonowej oraz zawartość powietrza w mieszance,
* daty, sposób, miejsce i liczbę pobranych próbek kontrolnych betonu oraz ich oznakowanie, a następnie terminy i wyniki badań,
* temperaturę zewnętrzną powietrza i inne dane dotyczące warunków atmosferycznych.

**5.3.3.3.** Betonowanie podwodne

Betonowanie podwodne należy wykonywać przy spełnieniu następujących wymagań:

* leje przenośne o średnicach od 0,15 m do 0,20 m poszerzone stożkowo w górnej części w celu łatwiejszego wprowadzania mieszanki betonowe lub odpowiednie leje nieruchome należy opuszczać do dna i w tym położeniu wypełniać mieszanką betonową, aby następna porcja mieszanki, która będzie wrzucana do leja nie przechodziła przez warstwę wody,
* stopniowemu podnoszeniu leja powinien towarzyszyć wypływ od dołu mieszanki betonowej,
* w przypadku większych wymiarów betonowanych elementów, należy mieszankę rozprowadzić równomiernie na spodniej obudowie przestrzeni, korzystając z ruchomego lub elastycznego rękawa,
* w przypadku mniejszych wymiarów elementu, np. w rurach, mieszanka wypływająca ze stacjonarnej rury powinna wypełniać całą przestrzeń, tworząc spłaszczony stożek.

**5.3.3.4.** Zagęszczanie mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa powinna być tak układana i zagęszczana, aby zbrojenie i wkładki były obetonowane, grubość otulenia miała wartość określoną w projekcie, a beton osiągał przewidywaną wytrzymałość. Mieszanka betonowa w czasie zagęszczania nie powinna ulegać rozsegregowaniu, a ilość powietrza w mieszance po zagęszczeniu nie powinna być większa od dopuszczalnej.

Zakres i sposób skutecznego stosowania każdego typu wibratora (w tym: czas wibrowania na jednym stanowisku za pomocą wibratora pogrążalnego, prędkość przesuwu wibratorów powierzchniowych, skuteczny promień działania każdego typu wibratora) powinien zostać ustalony doświadczalnie w zależności od przekroju konstrukcji, mocy wibratorów, odległości ich ustawienia, charakterystyki mieszanki betonowej.

Sposób zagęszczania mieszanki betonowej powinien być uzgodniony i zatwierdzony przez Inżyniera.

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy stosować następujące warunki:

* wibratory wgłębne (pogrążalne) 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,
* niedopuszczalne jest opieranie buławy wibratora o pręty zbrojeniowe oraz deskowanie,
* odległość sąsiednich zagłębień wibratora pogrążalnego nie powinna być większa niż 1,5krotny skuteczny promień działania wibratora,
* grubość warstwy zagęszczanej mieszanki betonowej nie powinna być większa od 1,25 długości buławy wibratora (roboczej jego części),
* wibrator w czasie pracy powinien być zagłębiony na 50 mm do 100 mm w dolną warstwę poprzednio ułożonej mieszanki,
* 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,
* 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,
* górny obszar elementów pionowych powinien być wtórnie zawibrowany.

Zabrania się wyładunku mieszanki na jedna hałdę i rozprowadzenie jej za pomocą wibratorów.

**5.3.3.5.** Układanie mieszanki betonowej w elementach masywnych obiektu

Harmonogram betonowania elementów masywnych obiektu oraz zasady pomiaru temperatury zabetonowanych części powinny być podane w projekcie technologicznym betonowania, a w szczególności dotyczy to:

* prędkości układania i zagęszczania mieszanki betonowej,
* kierunków betonowania,
* poszczególnych faz betonowania i planowanych czasów ich realizacji,
* metod ochrony betonu przed czynnikami atmosferycznymi.

Betonowanie elementów masywnych powinno być prowadzone segmentami na przemian, tak aby wyeliminować wpływ temperatury i skurczu.

Mieszanka betonowa powinna być dostarczana na miejsce ułożenia w sposób ciągły i przy maksymalnym zmechanizowaniu jej transportu i układania. Mieszankę należy układać warstwami poziomymi o jednakowej grubości, dostosowanej do charakterystyki wibratorów przewidzianych do zagęszczania mieszanki. Każda warstwa powinna być układana bez przerwy i tylko w jedną stronę. Układanie mieszanki uskokami (schodkami) może być dopuszczone, jeżeli tego rodzaju przebieg betonowania został ustalony w projekcie technologicznym betonowania, a sam tryb układania określono szczegółowo. Górna powierzchnia poszczególnych warstw nie powinna być wygładzana (z wyjątkiem ostatniej warstwy wierzchniej).

Zagęszczanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane za pomocą wibratorów wgłębnych pojedynczych lub zespołu wibratorów na wspólnej ramie. Zagęszczanie mieszanki za pomocą wibratorów powierzchniowych dopuszcza się tylko dla warstwy wierzchniej.

Okres pomiędzy wykonaniem jednej warstwy a rozpoczęciem następnej powinien być ustalony doświadczalnie w zależności od temperatury otoczenia, warunków atmosferycznych, właściwości cementu i innych przewidywanych czynników.

**5.3.3.6.** Przerwy w betonowaniu

Przerwy robocze w betonowaniu konstrukcji powinny się znajdować w miejscach przewidzianych w dokumentacji projektowej i uzgodnionych z Inżynierem. Kąt nachylenia płaszczyzny styku mieszanki betonowej ułożonej powinien być zbliżony do 45°. W przypadku konstrukcji bardziej odpowiedzialnych ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej należy uzgodnić z Projektantem.

Wznowienie betonowania nie powinno się odbyć później niż w ciągu 3 godzin lub po całkowitym stwardnieniu betonu. Dokładny czas rozpoczęcia nakładania kolejnej warstwy betonu powinien być ustalony w zależności od warunków atmosferycznych, właściwości cementu i innych czynników wpływających na jakość konstrukcji. Jeżeli temperatura powietrza jest wyższa niż +20°C, to czas trwania przerwy nie powinien przekraczać 2 godzin.

W przypadku wznowienia betonowania po dłuższej przerwie płaszczyznę styku należy starannie przygotować do późniejszego połączenie betonu stwardniałego z betonem świeżo nałożonym poprzez:

* usunięcie z powierzchni betonu stwardniałych luźnych okruchów betonu oraz warstwy pozostałego mleczka lub zaczynu cementowego,
* obfite zwilżenie wodą,
* zastosowanie warstwy szczepnej.

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania. Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu.

**5.3.4.** Warunki atmosferyczne przy układaniu i wiązaniu betonu

a) Temperatura otoczenia

Betonowanie konstrukcji należy wykonywać wyłącznie w temperaturze nie niższej niż + 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 odpowiedniej temperatury w chwili układania i zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni do uzyskania przez beton 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 mieszalnika nie powinna być wyższa niż +35°C. Temperatura mieszanki w momencie dostarczenia nie powinna być niższa niż +5°C.

W okresie obniżonej temperatury roboty betonowe powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami podanymi w Instrukcji ITB nr 282/2011 ze szczególnym uwzględnieniem minimalnej temperatury mieszanki w czasie jej układania oraz sposobu zabezpieczenia świeżego betonu przed działaniem niskiej temperatury.

b) Zabezpieczenie robót betonowych podczas opadów

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

**5.3.5.** Pielęgnacja betonu

Pielęgnację betonu należy rozpocząć bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania i wykańczania powierzchni, zachowując minimalne okresy pielęgnacji podane w PN-EN 13670. Zaleca się stosowanie co najmniej klasy pielęgnacji Czas pielęgnacji betonu powinien być uzależniony od warunków atmosferycznych, szybkości narastania wytrzymałości betonu oraz rodzaju zastosowanego cementu. Sposób pielęgnacji betonu powinny być ustalony w projekcie technologicznym betonowania.

W okresie pielęgnacji betonu należy:

* chronić odsłonięte powierzchnie betonu przed szkodliwym działaniem warunków atmosferycznych, a szczególnie wiatru i promieni słonecznych (w okresie zimowym – mrozu), poprzez ich osłanianie i zwilżanie w dostosowaniu do pory roku i miejscowych warunków klimatycznych,
* utrzymywać ułożony beton w stałej wilgotności przez co najmniej:
* 7 dni – przy stosowaniu cementów portlandzkich,
* 14 dni **-** przy stosowaniu cementów hutniczych i innych,
* polewać wodą beton dojrzewający w warunkach normalnych, rozpoczynając polewanie po 24 godzinach od chwili jego ułożenia:
* przy temperaturze + 15°C i wyższej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co trzy godziny w dzień i co najmniej jeden raz w nocy, a w następne dni co najmniej trzy razy na dobę,  przy temperaturze poniżej + 5°C betonu nie należy polewać.

Elementy masywne obiektu powinny być zwilżane wodą według specjalnych instrukcji.

Stosowane do pielęgnacji środki błonotwórcze, nanoszone na powierzchnie świeżego betonu, powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

* utworzenie się szczelnej powłoki powinno nastąpić nie później niż w 24 godziny od chwili posmarowania nimi betonu,
* powstała powłoka powinna być elastyczna i mieć dobrą przyczepność do betonu świeżego i stwardniałego oraz nie ulegać zmyciu pod wpływem deszczu,
* środek błonotwórczy nie powinien przy nanoszeniu przenikać w świeży beton na głębokość nie większą niż 1 mm i nie powinien wywoływać korozji betonu oraz stali.

Woda stosowana do pielęgnacji betonu powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008. Temperatura wody do pielęgnacji betonu powinna być dostosowana do temperatury powierzchni elementu i temperatury otoczenia. Stosowanie do pielęgnacji betonu środków pielęgnacyjnych oraz systemów izolacji powinno być zgodne z wymaganiami odpowiednich Polskich Norm, aprobatami technicznymi oraz zaleceniami producenta.

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.

Do pielęgnacji betonu w obniżonej temperaturze można 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 (przypadku tej metody należy kontrolować prędkość nagrzewania i wychładzania elementu oraz temperaturę powierzchni betonu),
* zastosowanie pielęgnacji przez tzw. metodę cieplaków, czyli wykonywanie konstrukcji w tunelach stałych lub przesuwnych, w których zapewnione są odpowiednie warunki temperaturowe i wilgotnościowe (w przypadku tej metody istotne jest utrzymanie zbliżonych warunków we wszystkich punktach pielęgnowanego elementu).

**5.3.6.** Rozbiórka deskowań i rusztowań

Rozformowanie konstrukcji może nastąpić po osiągnięciu przez beton wytrzymałości niezbędnej do bezpiecznego demontażu deskowania, określonej w dokumentacji projektowej.

Stwierdzenie osiągnięcia przez beton odpowiedniej wytrzymałości powinno zostać dokonane przez laboratorium na próbkach pobranych w chwili betonowania danego fragmentu obiektu.

Demontażu rusztowania należy dokonać po przeprowadzeniu wizualnej kontroli powierzchni elementów i po ewentualnym wykończeniu powierzchni elementów.

**5.3.7.** Wykończenie powierzchni betonu

Dla widocznych powierzchni betonowych obowiązują następujące wymagania:

* wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień, wybrzuszeń ponad powierzchnię,
* pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
* równość górnej powierzchni konstrukcji nośnej, na której przewiduje się ułożenie hydroizolacji powinna być zgodna z wymaganiami producenta zastosowanej
* hydroizolacji i ST określającej warunki układania hydroizolacji,
* kształtowanie odpowiednich spadków poprzecznych i podłużnych powinno następować podczas betonowania elementu. Wyklucza się szpachlowanie konstrukcji po rozdeskowaniu. Powierzchnię płyty powinno się wyrównywać podczas betonowania łatami wibracyjnymi. Odchylenie równości powierzchni zmierzone na łacie długości 4,0 m nie powinno przekraczać 1,0 cm,
* ostre krawędzie betonu po rozdeskowaniu powinny być oszlifowane; jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje specjalnego wykończenia powierzchni betonowych konstrukcji, to bezpośrednio po 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. Dopuszczalne są lokalne nierówności do 3 mm lub wgłębienia do 5 mm,
* wszystkie łączniki stalowe (druty, śruby itp.) użyte do montażu deskowania lub mające inne tymczasowe zastosowania, które pozostają na powierzchni betonu po rozdeskowaniu, należy przyciąć poniżej wykończonej powierzchni betonu do głębokości nie mniejszej niż 1 cm, a powstałe otwory należy wypełnić materiałem naprawczym.

Wszystkie uszkodzenia powierzchni powinny być naprawione na koszt Wykonawcy. Części wystające powinny być skute lub zeszlifowane, a zagłębienia wypełnione betonem żywicznym o składzie zatwierdzonym przez Inżyniera. Bardzo duże ubytki i nierówności płyty przekraczające 2 cm należy naprawić betonem cementowym bezskurczowym wykonanym według specjalnej technologii zatwierdzonej przez Inżyniera. Pęcherze, raki i inne mniejsze uszkodzenia betonu powinny być naprawione drobno- lub gruboziarnistą zaprawą naprawczą lub ich kombinacją w zależności od wielkości uszkodzenia. Należy przy tym odpowiednio dobrać kolor zaprawy do kolorystyki naprawianego elementu.

**5.3.8.** Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe powinny być zgodne z dokumentacją projektową i ST. Do robót wykończeniowych należą prace związane z dostosowaniem wykonanych robót do istniejących warunków terenowych, takie jak:

- odtworzenie elementów czasowo usuniętych,

- roboty porządkujące otoczenie terenu robót.

**6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

**6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Wymagania ogólne dotyczące kontroli jakości robót podano w D-M-00.00.00 „ Wymagania ogólne”, pkt. 6.

**6.2. Badania przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

* uzyskać wymagane dokumenty dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, aprobaty techniczne) i na ich podstawie sprawdzić, na zgodność z wymaganiami podanymi w ST, właściwości materiałów i wyrobów przeznaczonych do wykonania robót,
* wykonać własne badania materiałów i wyrobów przeznaczonych do wykonania robót, w celu sprawdzenia ich właściwości z wymaganymi w ST.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inżynierowi do akceptacji.

**6.3. Kontrola rusztowań i deskowań**

Badania 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.

Badania elementów rusztowań i deskowań należy przeprowadzać w zależności od użytego materiału zgodnie z :

PN-S-10050, w przypadku elementów stalowych,

PN-S-10080, w przypadku konstrukcji drewnianych.

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),
* efektywności stężeń,
* wielkości podniesienia wykonawczego,
* przygotowanie podłoża i sposób przekazywania nacisków na podłoże.

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. Pomiary te powinny być prowadzone również w czasie dojrzewania betonu oraz przy rozbiórce deskowań i rusztowań aż do wykonania próbnego obciążenia.

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

Rusztowania należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami ST, jeżeli wszystkie badania dadzą wynik pozytywny. W przeciwnym przypadku zmontowana konstrukcja rusztowania lub jej część niewłaściwie wykonana powinna być doprowadzona do stanu zgodności z ST i całość poddana ponownym badaniom.

**6.4. Badania składników mieszanki betonowej**

Badania składników mieszanki betonowej powinny być wykonane przed przystąpieniem do przygotowania mieszanki betonowej oraz podczas wykonywania robót betonowych.

**6.4.1.** Badania cementu

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

W przypadku dostawy cementu, którego jakość budzi wątpliwości należy przeprowadzić oznaczenia:

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

Inne właściwości cementu powinny być badane i potwierdzane przez cementownię.

Wyniki badań należy sprawdzić na zgodność z wymaganiami podanymi w PN-EN 197-1.

**6.4.2.** Badania kruszyw

Kontrola każdej dostarczonej partii kruszywa powinna obejmować oznaczenie:

* składu ziarnowego według PN-EN 933-1,
* kształtu ziaren według PN-EN 933-3 lub według PN-EN 933-4,
* zawartości pyłów według PN-EN 933-1,
* zawartości substancji organicznych według PN-EN 1744-1.

Wyniki badań należy sprawdzić na zgodność z wymaganiami podanymi w ST pkt. 2.3.2.

**6.4.3. Badania wody**

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

**6.4.4.** Badania domieszek do betonu

Domieszki do betonu należy przed użyciem sprawdzić na zgodność z PN-EN 934-2.

**6.5. Kontrola jakości mieszanki betonowej 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,
* odporność betonu na działanie mrozu,
* przepuszczalność wody przez beton.

Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu powinna być przeprowadzana na podstawie planu pobierania i badania próbek. Plan powinien zawierać m.in. podział obiektu (konstrukcji) na części podlegające osobnej ocenie, częstotliwość pobierania próbek do kontroli mieszanki betonowej i betonu. Plan kontroli jakości betonu podlega akceptacji Inżyniera.

**6.5.2.** Sprawdzenie konsystencji mieszanki betonowej

Sprawdzenie konsystencji przeprowadza się zgodnie z planem pobierania i badania próbek. Badanie konsystencji przeprowadza się zgodnie z PN-EN 12350-2. Na stanowisku betonowania konsystencja powinna być sprawdzana co najmniej trzy razy na pierwsze 50 m3 mieszanki do ustabilizowania się konsystencji, a później każdorazowo przy poborze próbek do badania wytrzymałości lub w przypadku wątpliwości związanych z jakością. Przy stosowaniu pomp do układania mieszanki betonowej wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji przy wylocie.

Pomiar konsystencji należy wykonać na próbce punktowej pobranej na początku rozładunku. Próbkę punktową należy pobrać po rozładowaniu około 0,3 m3 mieszanki zgodnie z PN-EN 12350-1.

Maksymalne dopuszczalne odchylenia pojedynczego oznaczenia kontrolowanej konsystencji od granic przyjętej klasy konsystencji według opadu stożka wynoszą:

-10 mm od dolnej granicy,

+20 mm od górnej granicy.

**6.5.3.** Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej przeprowadza się zgodnie z planem pobierania i badania próbek. Badanie zawartości powietrza w mieszance betonowej przeprowadza się zgodnie z PN-EN 12350-7. Na stanowisku betonowania zawartość powietrza w mieszance powinna być sprawdzana co najmniej trzy razy na pierwsze 50 m3 mieszanki do ustabilizowania się właściwej zawartości powietrza, a później każdorazowo przy poborze próbek do badania wytrzymałości oraz dodatkowo, w przypadku wątpliwości związanych z jakością.

Różnice pomiędzy przyjętą zawartością powietrza w mieszance a kontrolowaną nie powinny być większe niż: – 0,5 % / + 1 % .

**6.5.4.** Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie betonu

Próbki do badania wytrzymałości na ściskanie betonu pobiera się zgodnie z planem pobierania i badania próbek. Na stanowisku betonowania należy pobierać próbki o liczności określonej w planie, lecz nie mniej niż 6 próbek z jednego elementu lub grupy elementów betonowanych tego samego dnia oraz dodatkowo, w przypadku wątpliwości związanych z jakością.

Typ próbek do badania wytrzymałości na ściskanie określono w PN-EN 12390-1. Badanie betonu, z wyjątkiem przypadków specjalnych, powinno być przeprowadzone na próbkach z betonu w wieku 28 dni. Badanie wytrzymałości na ściskanie przeprowadza się zgodnie z PN-EN 12390-3 na próbkach sześciennych o boku 150 mm lub o walcowych o wymiarach 150/300 mm. Sposób pobrania próbek powinien być zgodny z PN-EN 12350-1. Próbki poddaje się pielęgnacji według PN-EN 12390-2.

Wynik badania powinien stanowić średnią z wyników dwóch lub więcej próbek do badania wykonanych z jednej próbki mieszanki i badanych w tym samym wieku. Wyniki różniące się o więcej niż 15 % od średniej należy pominąć. W przypadku certyfikowanej kontroli produkcji uznaje się, że określona objętość betonu należy do danej klasy jeżeli spełnia kryteria identyczności podane w tabeli:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Liczba „ n ” wyników badań wytrzymałości na ściskanie na próbkach z określonej  objętości | Kryterium 1 średnia z „ n” wyników (f cm) N/mm2 | Kryterium 2 dowolny pojedynczy wynik (f ci ) N/mm2 |
| 1 | Nie stosuje się | ≥ f ck  - 4 |
| 2-4 | ≥ f ck  +1 | ≥ f ck  - 4 |
| 5-6 | ≥ f ck  +2 | ≥ f ck  - 4 |

W przypadku betonu wytwarzanego w warunkach niecertyfikowanej kontroli produkcji badanie identyczności pod względem wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić sprawdzając kryteria zgodności podane w tabeli:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Liczba „ n ” wyników badań wytrzymałości na ściskanie na próbkach z określonej  objętości | Kryterium 1 średnia z „ n” wyników  (f cm) N/mm2 | Kryterium 2 dowolny pojedynczy wynik  (f ci ) N/mm2 |
| 3 | ≥ f ck  + 4 | ≥ f ck  - 4 |

f cm - średnia z n wyników badania wytrzymałości serii n próbek, f ck  - wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie, f ci  - pojedynczy wynik badania wytrzymałości z serii n próbek.

**6.5.6.** Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu

Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu przeprowadza się na próbkach pobranych na stanowisku betonowania zgodnie z planem pobierania i badania próbek, co najmniej raz z jednego elementu lub grupy elementów w okresie wykonywania obiektu, ale nie rzadziej niż jeden raz na 5 tys. m3 betonu.

Badanie odporności betonu na działanie mrozu przeprowadza się metodą zwykłą zgodnie z PN-B-06250 pkt. 6.5.1. Próbki formowane poddaje się pielęgnacji według PN-B-06250.

Badanie mrozoodporności należy określać w terminach podanych w tabeli:

|  |  |
| --- | --- |
| Rodzaj cementu | Czas równoważny [dni] |
| CEM I (R), CEM II/A-S (R) | 28 dni |
| CEM I (N), CEM II/A-S (N)  CEM II/B-S (N, R) | 56 dni |
| CEM III/A | 90 dni |

Wymagany stopień mrozoodporności betonu jest osiągnięty, jeżeli po wymaganej liczbie cykli zamrażania próbek w temperaturze -18°C±2°C i odmrażania w temperaturze +18°C±2°C, spełnione są następujące warunki:

* próbka nie wykazuje pęknięć,
* łączna masa ubytków betonu nie przekracza 5 % masy próbek nie zamrażanych,
* obniżenie wytrzymałości na ściskanie jest nie większe niż 20 % w stosunku do wytrzymałości próbek nie zamrażanych.

|  |  |
| --- | --- |
| Stopień mrozoodporności betonu | Wymagana liczba cykli |
| F200 | 200 |
| F150 | 150 |
| F100 | 100 |

**6.5.6.** Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton

Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton przeprowadza się na próbkach pobranych na stanowisku betonowania zgodnie z planem pobierania i badania próbek, co najmniej raz z jednego elementu lub grupy elementów w okresie wykonywania obiektu, ale nie rzadziej niż jeden raz na 5 tys. m 3 betonu.

Sposób wykonywania i pielęgnacji próbek do badania powinien być zgodny z PN-EN

12390-2]. Badanie przepuszczalności wody przez beton przeprowadza się zgodnie z PNEN 12390-8.

Maksymalna głębokość penetracji wody pod ciśnieniem w każdej badanej próbce powinna być nie większa niż określona w pkt. 2.2.

**6.6. Pobieranie próbek i badania**

Do Wykonawcy należy wykonywanie badań przewidzianych niniejszymi SST oraz gromadzenie, przechowywanie i przedkładanie Inżynierowi wyników badań składników mieszanki i betonu.

**6.7. Badania betonu w konstrukcji**

W przypadku technicznie uzasadnionym Inżynier może zlecić przeprowadzenie badania betonu w konstrukcji.

Wytrzymałość betonu na ściskanie może być określona na próbkach (rdzeniowych) wyciętych z elementu konstrukcji według PN-EN 12504-1 lub metodami nieniszczącymi według PN-EN 12504-2 lub PN-EN 12504-4. Dopuszcza się inne metody badań pośrednich i bezpośrednich betonu w konstrukcji, pod warunkiem zweryfikowania proponowanej w nich kalibracji cech wytrzymałościowych w konstrukcji na pobranych z konstrukcji odwiertach lub wykonanych wcześniej próbkach.

Interpretacji wyników badań należy dokonać według PN-EN 13791.

**6.7.1.** Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji mostowych

Podane niżej tolerancje wymiarów można traktować jako miarodajne tylko wtedy, gdy dokumentacja projektowa albo ST nie przewidują inaczej.

Dopuszczalne odchyłki wymiarowe od określonych w dokumentacji projektowej wynoszą:

* długość przęsła : ± 2,0 cm,
* rozpiętość usytuowania łożysk: ± 1,0 cm,
* oś podłużna w planie: ± 2,0 cm,
* usytuowanie w planie belek podłużnych i poprzecznych: ± 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 3 mm, - grubość płyt: + 1 % i – 0,5 %, lecz nie więcej niż ± 0,5 cm,
* rzędne wysokościowe: ± 1,0 cm.

Tolerancje dla fundamentów:

* usytuowanie w planie: ± 5,0 cm (dla fundamentów o szerokości < 2,0 m: ± 2,0 cm) - rzędne wierzchu ławy: ± 1,0 cm.
* płaszczyzny i krawędzie – odchylenie od pionu: ± 2,0 cm.

Tolerancje dla podpór masywnych i słupowych:

* pochylenie ścian i słupów: 0,5 % wysokości ( jednak dla słupów nie więcej niż 1,5 cm), - wymiary w planie: ± 2,0 cm dla podpór masywnych, ± 1,0 cm dla podpór słupowych,
* rzędne wierzchu podpory: ± 1,0 cm.

W ścianach oporowych odchyłki nie powinny przekraczać:

* 1 % wysokości w odniesieniu do nachylenia w pionie, lecz nie więcej niż 50 mm,
* ± 2,0 cm w odniesieniu do wymiarów w planie,
* ± 2,0 cm w odniesieniu do rzędnej górnej powierzchni budowli.

**6.7.2.** Kontrola wykończenia powierzchni betonowych

Jeżeli dokumentacja projektowa oraz ST nie przewidują inaczej, wszystkie widoczne powierzchnie betonowe powinny być gładkie i mieć jednolitą barwę i fakturę. Na powierzchniach tych nie mogą być widoczne żadne zabrudzenia, przebarwienia czy inne wady pozostawione przez wewnętrzną wykładzinę deskowań, która powinna być odpowiednio przymocowana do deskowania. Pęknięcia elementów konstrukcyjnych są niedopuszczalne. Dopuszcza się rysy skurczowe przy rozwarciu nie większym niż 0,2 mm; jeżeli otulina zbrojenia jest zgodna z PN-S-10042 i dokumentacją projektową. Rysy te nie powinny przekraczać długości 1,0 m w kierunku podłużnym i połowy szerokości belki w kierunku poprzecznym, lecz nie więcej niż 0,5 m.

Należy wykluczyć pustki, raki i wykruszyny. Lokalne ubytki należy wypełnić betonem o minimalnym skurczu i wytrzymałości nie mniejszej niż wytrzymałość betonu w konstrukcji.

Wszystkie nieprawidłowości wykończenia powierzchni muszą być naprawione przez Wykonawcę.

**6.7.3. Kontrola wielkości i rozkładu porów powietrza**

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt.7.

**7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest m 3 (metr sześcienny) wbudowanego betonu danej klasy.

**8. ODBIÓR ROBÓT**

**8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

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

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

**8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu** Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

* montaż deskowań i rusztowań,
* wykonanie betonu w konstrukcjach ulegających zakryciu (np. fundamentów).

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne“ oraz niniejszej.

**9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

**9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”, pkt. 9.

**9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania 1 m 3  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 szczepnych 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, ST i specyfikacji technicznej.

**9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących**

Cena wykonania robót określonych niniejsza OST obejmuje:

roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych, - prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych,

niezaliczane do robót tymczasowych.

**10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

**10.1. Normy**

PN-EN 196-1 Metody badania cementu -- Część 1: Oznaczanie wytrzymałości

PN-EN 196-2 Metody badania cementu -- Część 2: Analiza chemiczna cementu

PN-EN 196-3 Metody badania cementu -- Część 3: Oznaczanie czasów wiązania i

stałości objętości

PN-EN 197-1 Cement -- Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku

PN-EN 206 Beton -- Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

PN-EN 932-3 Badanie podstawowych właściwości kruszyw - Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego

PN-EN 933-1 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania

PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 3. Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości

PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 4. Oznaczanie kształtu ziaren – Wskaźnik kształtu

PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 5. Oznaczanie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych

PN-EN 934-1 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Część 1. Wymagania podstawowe

PN-EN 934-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu - Część 2. Domieszki do betonu

- Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie

PN-EN 1008 Woda do zarobowa do betonu – Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu

PN-EN 1097-2 Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie

PN-EN 1097-3 Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczenie gęstości nasypowej i jamistości

PN-EN 1097-6 Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 6:

Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości

PN-EN 1367-1 Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 1: Oznaczanie mrozoodporności

PN-EN 1367-3 Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania

PN-EN 1367-6 Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 6: Mrozoodporność w obecności soli

PN-EN 1744-1 Badanie chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna 21. PN-B-06265:2004 Krajowe uzupełnienia PN-EN 206 Beton -- Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

PN-B-06250:1988 Beton zwykły

PN-B-06714-34:1991 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności

alkalicznej

PN-B-06714-46:1992 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie potencjalnej reaktywności alkalicznej metodą szybką

PN-S-10040:1999 Obiekty mostowe - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Wymagania i badania

PN-S-10042:1991 Obiekty mostowe - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Projektowanie

PN-S-10050:1989 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Wymagania i badania

PN-S-10080:1993 Obiekty mostowe. Konstrukcje drewniane. Wymagania i badania

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 12350-7 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 badań

PN-EN 12390-8 Badania betonu -- Część 8: Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem

PN-EN 12620 Kruszywa do betonu

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

PN-EN 12504-4 Badania betonu – Część 4: Oznaczanie prędkości fali ultradźwiękowej

PN-EN 13263-1 Pył krzemionkowy do betonu. Część 1. Definicje, wymagania i

kryteria zgodności

PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu

PN-EN 13791 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych

**10.2. Inne dokumenty**

1. Wykonywanie robót budowlanych w okresie obniżonej temperatury, Wytyczne, Instrukcja nr 282/2011, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 2011.

1. [↑](#footnote-ref-1)