

M-13.01.00
Beton konstrukcyjny

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót związanych z wykonaniem i układaniem betonu konstrukcyjnego obiektu mostowego budowanego w ramach zadania: **Remont urządzenia dylatacyjnego mostu w ciągu DP 4729E nad rzeką Prosną w Wieruszowie.**

1.2. Zakres stosowania STWiORB

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych - zbiór wymagań w zakresie sposobu wykonania robót budowlanych, właściwości stosowanych materiałów, kontroli jakości i odbioru robót oraz wymagań odnośnie instalacji, montażu maszyn, urządzeń i wyposażenia obowiązujących przy realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres Robót objętych STWiORB

W ramach budowy obiektu mostowego będzie zastosowany beton klasy C35/45. W zakres niniejszej Specyfikacji wchodzi Roboty związane z:

- wykonaniem mieszanki betonowej,
- transportem mieszanki na budowę,
- wykonaniem i uzgodnieniem projektów technologicznych,
- opracowaniem recept,
- wykonaniem deskowań i niezbędnych rusztowań z pomostami oraz ich rozbiórka,
- układaniem i zagęszczaniem mieszanki betonowej,
- pielęgnacją betonu,
- przygotowaniem betonu w przypadku przerw roboczych,
- wykonaniem przerw dylatacyjnych,

1.4. Określenie podstawowe

Beton konstrukcyjny – beton w elementach obiektu mostowego o wytrzymałości nie mniejszej niż wytrzymałość betonu klasy C35/45.

Beton zwykły – beton o gęstości powyżej 1,8 kg/dm³ wykonany z cementu, wody, kruszywa mineralnego o frakcjach piaskowych i grubszych oraz ewentualnych dodatków mineralnych i domieszek chemicznych.

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

Klasy wytrzymałości betonu wg PN-EN 206 – symbol literowo-liczbowy wg wzoru C(fck,cyl)/(fck,cube), np. C35/45, klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie w [MPa], określanej na podstawie wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie w 28 dniu dojrzewania na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm (fck,cyl) i na próbkach sześciennych o boku 150 mm (fck,cube).

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

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.

Stopień wodoszczelności – symbol literowo-liczbowy (np. W10) klasyfikujący beton pod względem przepuszczalności wody; liczba po literze W oznacza dziesięciokrotną zwiększoną wartość ciśnienia wody w MPa, działającego na próbki betonowe.

Partia betonu – ilość betonu o tych samych wymaganiach, podlegająca oddzielnej ocenie, wyprodukowana w okresie umownym – nie dłuższym niż 1 miesiąc – z takich samych składników, w ten sam sposób i w tych samych warunkach.

Partia kruszywa - ilość kruszywa wyprodukowana w tym samym czasie i w warunkach przyjmowanych za jednakowe.

1.5. Wymagania dotyczące robót

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

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiału

Należy stosować materiały, które są oznakowane CE lub B, dla których Wykonawca przedstawi deklarację właściwości użytkowych lub deklarację zgodności z Polską Normą, Normą Zharmonizowaną, aprobatą techniczną wydaną przez IBDiM, europejską aprobatą techniczną lub krajową oceną techniczną.

Zgodnie z obowiązującym od 1.01.2017 r. Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Budownictwa beton jest wyrobem budowlanym i podlega systemowi oceny zgodności 2+. W związku z tym producent betonu powinien wdrożyć Zakładową Kontrolę Produkcji obejmującą m.in. badanie próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym prowadzone przez producenta oraz wstępne badania typu. Zakładowa Kontrola Produkcji musi posiadać Krajowy Certyfikat Zgodności wydany przez jednostkę notyfikowaną (np. Instytut Materiałów Budowlanych i Technologii Betonu (IMBiTB)) wraz z oceną zgodności według wymagań normy PN-EN 206:2014:04 Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność. Ponadto producent zobowiązany jest uzyskać oznaczenie wyrobu znakiem budowlanym i do każdej partii wystawić deklarację właściwości użytkowych.

2.2. Wytrzymałość betonu i klasy ekspozycji

Klasa ekspozycji	Oznaczenie klasy	Opis środowiska
1. Brak zagrożenia agresją środowiska lub zagrożenia korozją	X0	Dotyczy betonów niezbrojonych i niezawierających innych elementów metalowych: wszystkie środowiska z wyjątkiem przypadków występowania zamrażania/rozmarzania, ścierania lub agresji chemicznej. Dotyczy betonów zbrojonych lub zawierających inne elementy metalowe: bardzo suche
2. Korozja spowodowana karbonatyzacją	XC1	Suche lub stale mokre
	XC2	Mokre, sporadycznie suche
	XC3	Umiarkowanie wilgotne
	XC4	Cyklicznie mokre i suche
3. Korozja spowodowana chlorkami niepochochzącymi z wody morskiej	XD1	Umiarkowanie wilgotne
	XD2	Mokre, sporadycznie suche
	XD3	Cyklicznie mokre i suche
4. Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej	XS1	Narażenie na działanie soli zawartych w powietrzu, ale nie na bezpośredni kontakt z wodą morską
	XS2	Stale zanurzenie
	XS3	Strefy pływów, rozbryzgów i aerozoli
5. Agresywne oddziaływanie zamrażania/rozmarzania bez środków odładowczych albo ze środkami odładowczymi	XF1	Umiarkowanie nasycone wodą bez środków odładowczych
	XF2	Umiarkowanie nasycone wodą ze środkami odładowczymi
	XF3	Silnie nasycone wodą bez środków odładowczych
	XF4	Silnie nasycone wodą ze środkami odładowczymi
6. Agresja chemiczna	XA1	Środowisko chemicznie mało agresywne
	XA2	Środowisko chemicznie średnio agresywne
	XA3	Środowisko chemicznie silnie agresywne

Przyjęte minimalne parametry elementów:

Element	Klasa betonu	Klasy ekspozycji		
KAPY CHODNIKOWE	- C35/45-	XC3	XD3	XF2

2.3. 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).

2.3.1. Cement

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

- do betonu klasy C20/25 – klasy 32,5N,
- do betonu klasy C25/30 i C30/37 – klasy 42,5N,
- do betonu klasy C35/45 i C40/50 i większej – klasy 52,5N, spełniający wymagania normy PN-EN 197-1.

Dopuszczalne jest stosowanie jedynie cementu czystego (bez dodatków).

Stosowane cementy powinny charakteryzować się następującym składem:

- zawartość określona ułamkiem masowym krzemianu trójwapniowego (alitu) C3S – w granicach 50 - 60%,
- zawartość określona ułamkiem masowym C4AF + 2 x C3A – nie większa niż 20%,
- zawartość określona ułamkiem masowym glinianu trójwapniowego C3A – nie większa niż 6%,
- zawartość alkaliów nie powinna przekraczać 0,6%,

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie cementów CEM II i CEM III pod warunkiem spełnienia podanych powyżej wymagań dotyczących składu procentowego.

Przed użyciem cementu do wykonania mieszanki betonowej należy przeprowadzić kontrolę obejmującą:

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3,
- znaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3.

Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami dla cementu określonej klasy podanymi w normie PN-EN 197-1.

Producent cementu powinien przedstawić wyniki badań kontrolnych przynajmniej raz na miesiąc. Cement może być dopuszczony do zastosowania na podstawie:

- krajowej deklaracji właściwości użytkowych (daw. deklaracji zgodności) z Polską Normą, nie mającą statusu normy wycofanej lub krajową oceną techniczną (daw. aprobatą techniczną) i oznaczenia znakiem budowlanym,
- albo deklaracji właściwości użytkowych (daw. deklaracji zgodności) z Polską Normą wprowadzającą normę zharmonizowaną na wyrób budowlany lub europejską oceną techniczną (daw. europejską aprobatą techniczną) oraz oznaczenia CE.

Każda dostawa cementu przed rozładunkiem powinna być kontrolowana pod kątem zgodności z zamówieniem oraz pochodzenia od danego producenta.

2.3.2. Kruszywo

Kruszywo do wykonania betonu konstrukcyjnego powinno odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 12620+A1. Kruszywa powinny charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodności uziarnienia pozwalającą na wykonanie betonu o stałej jakości. Producent kruszywa powinien zapewnić odbiorcy dostęp do procesu produkcyjnego oraz wgląd do Zakładowej Kontroli Produkcji. Należy stosować kruszywo o ocenie zgodności 2+.

Ziarna kruszywa mierzone wg PN-EN 933-1 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.

Ponadto kruszywo powinno spełniać wymagania określone w punktach 2.3.2.1 i 2.3.2.2.

2.3.2.1. Kruszywo grube

Jako kruszywo grube powinny być stosowane:

- do betonów klas C25/30 i wyższych – grysy granitowe, bazaltowe lub z innych skał zbadanych przez uprawnioną jednostkę badawczą, o maksymalnym wymiarze ziarna nie większym niż 16 mm.

Kruszywo grube powinno spełniać następujące wymagania:

- zawartość określona wg PN-EN 933-1 ułamkiem masowym pyłów mineralnych nie powinna być większa niż 1% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: f1,5),
- odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2 powinna odpowiadać kategorii LA20 wg PN-EN 12620+A1,
- nasiąkliwość badana wg PN-EN 1097-6 nie powinna być większa niż 1,2%,
- mrozoodporność wg PN-EN 1367-1 powinna odpowiadać kategorii nie niższej niż F1 wg PN-EN 12620+A1,
- do wytwarzania betonu narażonego na kontakt z chlorkami (klasy ekspozycji XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3) oraz narażonego na zamarzanie (klasy ekspozycji XF1, XF2, XF3, XF4) należy stosować kruszywo o mrozoodporności FNaCl 7 wg PN-EN 1367-1,
- zawartość podziarna, określona ułamkiem masowym wg PN-EN 933-1, nie powinna być większa niż 5%, a nadziarna nie większa niż 10% (kategoria uziarnienia wg PN-EN 12620+A1: GC85/20),
- zawartość ziaren nieforemnych wg PN-EN 933-4 nie powinna być wyższa niż 20% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: SI20),
- potencjalna reaktywność alkaliczna z cementem określona wg PN-B-06714-46 – stopień 0, oznaczający kruszywo niereaktywne,
- kruszywo bazaltowe parametr dla zgorzeli słonecznej kategoria SBLA
- zawartość związków siarki wg PN-EN 1744-1+A1 nie powinna być wyższa niż 0,1% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: AS0,2),
- zawartość zanieczyszczeń obcych wg PN-EN 12620+A1 nie powinna być wyższa niż 0,25%,
- zawartość zanieczyszczeń organicznych wg PN-EN 1744-1+A1 nie powodująca barwy ciemniejszej od wzorcowej,
- zawartość lekkich zanieczyszczeń organicznych wg PN-EN 1744-1+A1: ≤0,05%,
- w kruszywie nie dopuszcza się grudek gliny,
- dla betonów klasy C30/37 i klas wyższych uziarnienie kruszywa powinno być ustalone doświadczalnie.

- do betonu klasy C20/25 – żwir o maksymalnym wymiarze ziarna nie większym niż 31,5 mm, spełniający wymagania:
 - zawartość pyłów mineralnych, badana wg PN-EN 933-1 nie powinna być większa niż 1,5% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: f1,5),
 - odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2 powinna odpowiadać kategorii LA20 wg PN-EN 12620+A1,
 - nasiąkliwość badana wg PN-EN 1097-6, nie powinna być większa niż 1,0%,
 - mrozoodporność wg PN-EN 1367-1 powinna odpowiadać kategorii nie niższej niż F1 wg PN-EN 12620+A1,
 - do wytwarzania betonu narażonego na kontakt z chlorkami (klasy ekspozycji XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3) oraz narażonego na zamarzanie (klasy ekspozycji XF1, XF2, XF3, XF4) należy stosować kruszywo o mrozoodporności FNaCl 7 wg PN-EN 1367-1,
 - zawartość ziaren niekształtnych, wg PN-EN 933-4 nie powinna być większa niż 20% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: SI20),
 - potencjalna reaktywność alkaliczna z cementem określona wg PN-B-06714-46 – stopień 0, oznaczający kruszywo niereaktywne,
 - zawartość związków siarki wg PN-EN 1744-1+A1 nie powinna być wyższa niż 0,1% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: AS0,2),
 - zawartość zanieczyszczeń obcych, wg PN-EN 12620+A1 nie powinna być wyższa niż 0,25%,
 - zawartość zanieczyszczeń organicznych, wg PN-EN 1744-1+A1 nie powodująca barwy ciemniejszej od wzorcowej,
 - zawartość podziarna, określona ułamkiem masowym wg PN-EN 933-1, nie powinna być większa niż 5%, a nadziarna nie większa niż 10% (kategoria uziarnienia wg PN-EN 12620+A1: GC85/20),
 - w kruszywie nie dopuszcza się grudek gliny.

2.3.2.2. Kruszywo drobne

Jako kruszywo drobne powinny być stosowane piaski o uziarnieniu nie większym niż 2 mm pochodzenia rzeczno lub kompozycja piasku rzeczno i kopalnianego uszlachetnionego, spełniające wymagania:

- w zakresie zawartości określonych ułamkiem masowym poszczególnych frakcji w stosie okruszowym:
 - ziarna nie większe niż 0,25 mm – (14÷19)%,
 - ziarna nie większe niż 0,5 mm – (33÷48)%,
 - ziarna nie większe niż 1 mm – (57÷76)%,(kategoria uziarnienia wg PN-EN 12620+A1: GF85),
- w zakresie cech fizycznych i chemicznych:
 - zawartość określona ułamkiem masowym pyłów mineralnych wg PN-EN 933-1 nie powinna być większa niż 1,5% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: f3),
 - zawartość określona ułamkiem masowym związków siarki wg PN-EN 1744-1+A1 – nie większa niż 0,2% (kategoria wg PN-EN 12620+A1: AS0,2),
 - zawartość określona ułamkiem masowym zanieczyszczeń obcych wg PN-EN 12620+A1 – nie większa niż 0,25%,
 - zawartość zanieczyszczeń organicznych wg PN-EN 1744-1+A1 – barwa nie ciemniejsza od wzorcowej,
 - zawartość lekkich zanieczyszczeń organicznych wg PN-EN 1744-1+A1: ≤0,25%,

- potencjalna reaktywność alkaliczna z cementem określona wg PN-B-06714-46 – stopień 0, oznaczający kruszywo niereaktywne,
- nie dopuszcza się grudek gliny.

2.3.2.3. Akceptowanie poszczególnych partii kruszywa

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

- krajowej deklaracji właściwości użytkowych (daw. deklaracji zgodności) z Polską Normą, nie mającą statusu normy wycofanej lub krajową oceną techniczną (daw. aprobatą techniczną) i oznaczenia znakiem budowlanym albo deklaracji właściwości użytkowych (daw. deklaracji zgodności) z Polską Normą wprowadzającą normę zharmonizowaną na wyrób budowlany lub europejską oceną techniczną (daw. europejską aprobatą techniczną) oraz oznaczenia CE,

lub

- przeprowadzonych na budowie badań kruszywa obejmujących:
 - oznaczenie składu ziarnowego wg PN-EN 933-1,
 - oznaczenie kształtu ziarn wg PN-EN 933-4 (dotyczy kruszywa grubego),
 - oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg PN-EN 12620+A1,
 - oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych),
 - oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg PN-EN 933-1,
 - należy prowadzić bieżącą kontrolę wilgotności kruszywa wg PN-EN 1097-5 dla korygowania recepty roboczej betonu.

2.3.3. Woda zarobowa do betonu

Wodę zarobową do betonu zaleca się czerpać z wodociągów miejskich. Stosowanie wody wodociągowej nie wymaga badań. Woda zarobowa dla betonu powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008.

2.3.4. Domieszki i dodatki do betonu

Jako domieszki należy rozumieć substancje w postaci cieczy, pasty lub proszku stosowane w ilościach na tyle małych, że nie muszą być traktowane jako składnik objętościowy betonu. Natomiast dodatki występujące w postaci materiału drobnopiękistego muszą być ze względu na stosowaną większą ilość doliczone do masy cementu jako dodatkowy składnik objętościowy.

Dopuszcza się zastosowanie domieszek i dodatków do betonu, a w szczególności:

- domieszek uplastyczniających,
- domieszek upłynniających,
- domieszek zwiększających więźliwość wody,
- domieszek napowietrzających,
- domieszek przyspieszających wiązanie,
- domieszek przyspieszających początkowy przyrost wytrzymałości,
- domieszek opóźniających wiązanie,
- domieszek i dodatków mineralnych,
- domieszek barwiących w betonach stosowanych do wykończenia powierzchni schodów i pochylni,
- domieszek mrozoochronnych.

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 hydratyzacji. 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.

Zaleca się napowietrzanie betonu w elementach narażonych na cykliczne zamrażanie i odmrażanie (kapach, filarach, przyczółkach) przez dodanie domieszek napowietrzających, gdyż zwiększają one mrozoodporność betonu narażonego na cykliczne zamrażanie i odmrażanie.

Zaleca się stosowanie domieszek napowietrzających również w pozostałych elementach, ale w tych przypadkach ostateczną decyzję pozostawia się Inspektorowi nadzoru/Inżynierowi.

Przy stosowaniu domieszek i dodatków należy zwrócić uwagę, aby nie spowodowały one istotnych różnic w kolorystyce poszczególnych elementów obiektów; domieszki opóźniające wiązanie powodują uzyskanie powierzchni o ciemniejszej barwie, domieszki napowietrzające powodują uzyskanie jaśniejszej barwy powierzchni.

Należy stosować domieszki i dodatki, dla których producent przedstawi:

- deklarację właściwości użytkowych (deklarację zgodności) z Polską Normą nie mającą statusu normy wycofanej lub krajową oceną techniczną (aprobatą techniczną) i oznaczenie znakiem budowlanym,
- albo
- deklarację właściwości użytkowych (deklarację zgodności) z Polską Normą wprowadzającą normę zharmonizowaną na wyrób budowlany lub europejską oceną techniczną (europejską aprobatą techniczną) oraz oznaczenie CE.

Ogólną przydatność domieszek należy ustalić zgodnie z PN-EN 934-2+A1.

2.3.5. Skład mieszanki betonowej

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 Inspektora nadzoru/Inżyniera.

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

- skład mieszanki betonowej powinien przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie,
- wartość stosunku c/w nie może być mniejsza od 2 (wartość stosunku w/c nie większa niż 0,5), w trakcie betonowania całego obiektu należy utrzymywać współczynnik w/c na tym samym poziomie; różnice w/c dla mieszanek betonowych stosowanych w jednym obiekcie nie powinny przekraczać 0,02,
- klasa konsystencji mieszanki betonowej wg metody opadu stożka badana zgodnie z PN-EN 12350-2 powinna wynosić S2 (od 50 mm do 90 mm) lub S3 (od 100 do 150 mm),
- 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 1 w przypadku stosowania domieszek napowietrzających.

Tablica 1. 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

- 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,
 - 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,
- 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.

Dopuszcza się przekraczanie tych ilości o 10% w uzasadnionych przypadkach za zgodą Inspektora nadzoru/Inżyniera.

- przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczanej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych (średnia temperatura dobowa nie niższa niż 10°C), średnią wymaganą wytrzymałość na ściskanie należy określić wg wzoru:

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

2.3.6. Wymagane właściwości betonu

Beton do konstrukcji mostowych musi spełniać wymagania zestawione w tablicy 2.

Tablica 2. Wymagane właściwości betonu

Lp.	Cecha	Wymaganie	Metoda badań wg
1	Nasiąkliwość	Do 4% dla elementów obiektów mostowych mających bezpośredni kontakt z wodą i chemicznymi środkami odladzającymi oraz dla przepustów drogowych.	PN-B-06250
		Do 5% dla pozostałych elementów obiektów mostowych nie określonych wyżej oraz dla prefabrykowanych elementów betonowych nawierzchniowych typu kostka brukowa, trylinka, obrzeża chodnikowe.	
2	Wodoszczelność	≥ 1,0 MPa (W10)	PN-B-06250
3	Mrozoodporność	Ubytek masy nie większy od 5%. Spadek wytrzymałości nie większy od 20% po 200 cyklach zamrażania i odmrażania (F200).	PN-B-06265

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Sprzęt do wykonania robót musi uzyskać akceptację Inspektora nadzoru/Inżyniera.

3.2. Wytwórnia mieszanki betonowej

Należy korzystać wyłącznie z nowoczesnych węzłów betoniarskich zapewniających powtarzalność dozowania poszczególnych składników, domieszek i dodatków oraz mających oprzyrządowanie do pomiaru rzeczywistej wilgotności kruszywa, co pozwala na bieżąco korygować ilości wody w mieszance.

Wytwórnia powinna być zlokalizowana od miejsca wbudowania tak, aby móc przetransportować mieszankę w ciągu maksymalnie jednej godziny. Betoniarnia 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. Magazyny materiałów powinny być utwardzone, materiały zabezpieczone przed możliwością mieszania się poszczególnych rodzajów i frakcji. Wytwórnia powinna mieć 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 eksploatacji przez inspekcję sanitarną i władze ochrony środowiska.

Betoniarnia powinna mieć pełne wyposażenie gwarantujące właściwą jakość wytwarzanej mieszanki betonowej.

Węzeł betoniarski musi spełniać następujące warunki:

- dozowanie wagowe cementu z dokładnością $\pm 2\%$,
- dozowanie wagowe piasku z dokładnością $\pm 2\%$,
- dozowanie wagowe wody z dokładnością $\pm 2\%$,
- dozowanie wagowe kruszywa grubego z dokładnością $\pm 3\%$,
- dozowanie domieszek z dokładnością $\pm 3\%$,
- musi istnieć możliwość dozowania kilku rodzajów kruszyw,
- mieszanie składników musi się odbywać w betoniarnie o wymuszonym działaniu, zabrania się stosowania betoniarek wolnospadowych,
- silosy na cement muszą mieć zapewnioną doskonałą szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną.

Wytwórnia musi posiadać Zakładową Kontrolę Produkcji.

Dozatory muszą mieć aktualne świadectwo legalizacji. Składniki muszą być dozowane wagowo.

3.3. Mieszanie składników

Mieszanie składników musi odbywać się wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych).

3.4. Zagęszczanie

Do zagęszczania mieszanki betonowej stosować wibratory wgłębne o częstotliwości min. 6000 drgań/min. z buławami o średnicy nie większej niż 0,65 odległości między prętami zbrojenia krzyżującymi się w płaszczyźnie poziomej.

Belki i łąty wibracyjne stosowane do wyrównywania powierzchni betonu płyt pomostów powinny charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości.

3.5. 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 Inspektora nadzoru/Inżyniera. Produkcja może odbywać się jedynie na podstawie receptury laboratoryjnej opracowanej przez Wykonawcę lub na jego zlecenie i zatwierdzone przez Inspektora nadzoru/Inżyniera. Wykonawca musi mieć na budowie własne laboratorium lub też, za zgodą Inspektora nadzoru/Inżyniera, zleci nadzór laboratoryjny niezależnemu laboratorium. Inspektor nadzoru/Inżynier będzie dysponował własnym laboratorium lub będzie wykorzystywał laboratorium Wykonawcy, uczestnicząc w badaniach. Roboczy skład mieszanki betonowej przygotowuje Wykonawca, opracowując go na podstawie 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. Transport i przechowywanie cementu

4.1.1. Przechowywanie cementu

Cement workowany powinien być magazynowany w składach otwartych (w wydzielonych miejscach zadaszonych na otwartym terenie, zabezpieczonych z boków przed opadami) lub w magazynach zamkniętych (budynkach lub pomieszczeniach o szczelnym dachu i ścianach). Podłoża składów otwartych powinny być twarde i suche, odpowiednio pochylone, zabezpieczające cement przed ściekami wody deszczowej i zanieczyszczeń. Podłogi magazynów zamkniętych powinny być suche i czyste, zabezpieczające cement przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

Cement luzem powinien być przechowywany w magazynach specjalnych (zbiornikach stalowych lub betonowych przystosowanych do pneumatycznego załadunku i wyładunku cementu luzem, zaopatrzonych w urządzenia do przeprowadzania kontroli objętości cementu znajdującego się w zbiorniku lub otwory do przeprowadzania pomiarów poziomu cementu, włączy do oczyszczenia oraz klamry na wewnętrznych ścianach).

Dopuszczalny okres przechowywania cementu zależy od miejsca magazynowania:

- okres przechowywania w magazynach zamkniętych i zbiornikach nie powinien być dłuższy od gwarantowanego przez producenta okresu zachowania cech normowych cementu,
- okres przechowywania w składach otwartych nie powinien być dłuższy niż 10 dni.

Technika przechowywania cementu:

- Przechowywanie cementu workowanego:

Poszczególne partie, a w nich rodzaje i klasy wytrzymałościowe cementu powinny być układane w oddzielnych stosach. Między stosami ułożonych worków należy pozostawić wolne przestrzenie umożliwiające dostęp do poszczególnych stosów. Szerokość dróg przejazdowych powinna być dostosowana do używanego w magazynie środka transportu.

- Przechowywanie cementu luzem:

W każdym ze zbiorników należy przechowywać cement jednego rodzaju i jednej klasy wytrzymałościowej, pochodzący od jednego dostawcy.

- Znakowanie przechowywanego cementu:

Stosy worków z cementem oraz zbiorniki stacji przesypowych u odbiorców powinny być zaopatrzone w tabliczki zawierające informacje o rodzaju i klasie cementu, nazwę wytwórni i miejscowość, masę cementu w partii i datę wysyłki.

4.1.2. Transport cementu

Do transportu cementu luzem należy stosować cementowagony i cementosamochody wyposażone we wsypy umożliwiające grawitacyjne napełnianie zbiorników i urządzenie do ładowania i wyładunku cementu. Cement wysyłany luzem powinien mieć identyfikator zawierający dane zgodnie z PN-EN 197-1.

Do każdej partii dostarczanego cementu powinien być dołączony dokument dostawy zawierający dane oraz sygnaturę odbiorczą kontroli jakości wg PN-EN 197-1. Każda partia cementu, dla której wydano oddzielne świadectwo jakości powinna być przechowywana osobno w sposób umożliwiający jej łatwe rozróżnienie.

4.1.3. Transport i magazynowanie kruszywa

Kruszywo należy transportować i przechowywać w warunkach zabezpieczających je przed rozfrakcjonowaniem, zanieczyszczeniem oraz zmieszaniem z kruszywem innych klas petrograficznych, asortymentów, marek i gatunków. Kruszywo powinno być magazynowane na dobrze zagęszczonym i odwodnionym podłożu.

4.1.4. Ogólne zasady transportu masy betonowej

Masę betonową należy transportować środkami nie powodującymi segregacji ani zmian w składzie masy w stosunku do stanu początkowego. Masę betonową można transportować mieszalnikami samochodowymi („gruszkami”). Ilość „gruszek” należy dobrać tak, aby zapewnić wymaganą szybkość betonowania z uwzględnieniem odległości dowozu, czasu twardnienia betonu oraz koniecznej rezerwy w przypadku awarii samochodu. Niedozwolone jest stosowanie samochodów skrzyniowych ani wywrotek.

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 transportu i wbudowania mieszanki nie powinien być dłuższy niż:

- 90 minut przy temperaturze otoczenia nie wyższej niż +15°C,
- 70 minut przy temperaturze otoczenia +20°C,
- 30 minut przy temperaturze otoczenia nie niższej niż +30°C,

W celu przedłużenia czasu transportu należy stosować domieszki opóźniające czas wiązania w ilościach zgodnych z kartą techniczną.

Mieszankę powinno się dostarczać do miejsca ułożenia w pojemnikach o konstrukcji umożliwiającej łatwe ich opróżnianie.

Do dostarczania mieszanki na odległość nie większą niż 10 m dopuszcza się stosowanie przenośników taśmowych jednosekcyjnych przy zachowaniu następujących warunków:

- mieszanka betonowa powinna być konsystencji S2 lub S3,
- szybkość posuwu taśmy nie powinna być większa niż 1 m/s,
- kąt pochylenia przenośnika nie powinien być większy niż 18° przy transporcie do góry i 12° przy transporcie w dół,
- przenośnik powinien być wyposażony w urządzenie do równomiernego wysypywania masy oraz do zgarniania zaprawy i zaczynu z taśmy przy jej ruchu powrotnym przy czym zgarnięty materiał powinien być stopniowo wprowadzany do dostarczanej masy betonowej.

Przy betonowaniu słupów, korpusów podpór oraz wysokich ścian przyczółków do transportu betonu powinno się używać rynien lub lejów zsypowych. Wysokość, z której spada mieszanka betonowa nie powinna wynosić więcej niż 0,75 m. Mieszankę betonową można transportować za pośrednictwem rynien zsypowych z wysokości do 3,0 m, a za pomocą leja zsypowego – do 8,0 m.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne warunki wykonania robót

Wykonawca przed przystąpieniem do robót przedstawi Inspektorowi Nadzoru/Inżynierowi do akceptacji następujące opracowania:

- Projekt technologii i organizacji robót,
- Program zapewnienia jakości (uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty),
- Projekt wykonawczy rusztowań i deskowań,
- Projekt technologiczny betonowania.

5.2. Zalecenia ogólne

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z Dokumentacją Projektową, STWiORB oraz z wymaganiami norm PN-EN 206, PN-B-06250, PN-S-10040 dokumentacją technologiczną dostarczoną przez Wykonawcę i zatwierdzoną przez Inspektora nadzoru/Inżyniera.

Dokumentacja technologiczna dostarczona przez Wykonawcę powinna zawierać projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty betonarskie, projekty wykonawcze rusztowań i deskowań, projekt technologiczny betonowania.

Projekt technologiczny betonowania powinien obejmować:

- projekt dróg dojazdowych i technologicznych,
- wybór składników betonu,
- opracowanie receptur laboratoryjnych i roboczych,
- sposób wytwarzania mieszanki betonowej,
- sposób transportu mieszanki betonowej,
- projekt betonowania uwzględniający ustawienie pomp podających beton i sposób dojazdu betonowozów,
- kolejność i sposób betonowania,
- wskazanie przerw roboczych i sposobu łączeni
- a betonu w przerwach,
- sposób pielęgnacji betonu,
- warunki rozformowania konstrukcji,
- metodologię naprawy ewentualnych błędów wykonania, w tym naprawy powierzchni betonu,
- zestawienie koniecznych badań.

5.3. Zakres robót

Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót obejmują:

- roboty przygotowawcze (w tym wykonanie deskowań i rusztowań),
- wytworzenie mieszanki betonowej,
- podawanie, układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej,

- pielęgnację betonu,
- rozbiórkę deskowań i rusztowań,
- wykańczanie powierzchni betonu,
- roboty wykończeniowe.

5.4. Roboty przygotowawcze

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

- prawidłowość wykonania deskowań, rusztowań, 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.

5.5. Deskowania

Należy zapewnić wysoką jakość deskowania i jego montażu.

Wykonawca dostarczy projekt techniczny deskowań wykonany w oparciu o rysunki zawarte w Dokumentacji Projektowej lub wg 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 uderzenia 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 właściwość 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:

- Zapewniać odpowiednią sztywność i niezmienność kształtu konstrukcji.
- Zapewniać odpowiednią szczelność. W tym celu należy stosować uszczelki na łączeniach elementów deskowania, które zapewnią 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 powstawania 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 stykające się z betonem powinny być pokryte warstwą specjalnego środka antyadhezyjnego, zaakceptowanego przez Inspektora nadzoru/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 odbarwienia powierzchni).
- Zapewniać wykończenie widocznych powierzchni betonu, zgodnie z wymaganiami STWiORB.

W tym celu:

- w przypadku deskowania drewnianego należy stosować deskowania z tego samego gatunku drewna, ponieważ różne gatunki powodują powstawanie innych odcieni powierzchni betonu; z tego samego powodu nie należy stosować do betonowania jednego elementu deskowań nowych i używanych,
- w przypadku deskowania ze sklejki wodoodpornej należy dążyć do wyeliminowania możliwości wystąpienia tzw. „marmurków” powstających w wyniku osadzania się kropeł wody na niechłonnej powierzchni deskowania (lokalnie powstają wówczas miejsca o różnych wartościach w/c, które prowadzą do powstawania jasnych i ciemnych 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 odchyłeń w wymiarach betonowanej konstrukcji. Wykonawca powinien zawiadomić Inspektora nadzoru/Inżyniera o tym, że deskowanie jest gotowe do wypełnienia betonem na tyle wcześniej, aby Inspektor nadzoru/Inżynier był w stanie dokonać inspekcji deskowania przed ułożeniem betonu.

Dopuszcza się następujące odchylenia deskowań od wymiarów nominalnych przewidzianych Dokumentacją Projektową:

- rozstaw żeber deskowań $\pm 0,5\%$ i nie więcej niż 2 cm,
- grubość desek jednego elementu deskowania: $\pm 0,2$ cm,
- odchylenie deskowań od prostoliniowości lub od płaszczyzny o 1%,
- odchylenie ścian od pionu o $\pm 0,2\%$, lecz nie więcej niż 0,5 cm,
- wyrzuszenie powierzchni o $\pm 0,2$ 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:

- L/200 - w deskach i belkach pomostów,
- L/400 - w deskach deskowań widocznych powierzchni mostów betonowych i żelbetowych,
- L/250 - 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 pod kątem 45° za pomocą listwy trójkątnej o boku 15 do 25 cm. Listwy te muszą być następnie usuwane z wykonanej konstrukcji.

5.6. Rusztowania

Rusztowania dla ustroju niosącego i ich posadowienie należy wykonać 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 dźwigarków) o ± 20 cm,
- 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 krawężnikami wysokości 0,15 m.

5.7. 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 receptury roboczej zaakceptowanej przez Inspektora nadzoru/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 z dokładnością $\pm 3\%$, domieszki i dodatki stosowane w ilościach $\leq 5\%$ w stosunku do masy cementu z dokładnością $\pm 5\%$, a wodę można dozować objętościowo z dokładnością $\pm 3\%$. 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.

5.8. Podawanie, układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej

5.8.1. Roboty przed przystąpieniem do układania mieszanki betonowej

Przed przystąpieniem do układania mieszanki betonowej należy sprawdzić prawidłowość wykonania wszystkich robót poprzedzających betonowanie, zgodnie z punktem 5.3.

Deskowanie należy pokryć środkiem antyadhezyjnym dopuszczonym do stosowania w budownictwie.

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

5.8.2. Układanie mieszanki betonowej

5.8.2.1. Wymagania ogólne

Przy stosowaniu pomp do układania mieszanki betonowej wymaga się sprawdzenia ustalonej konsystencji mieszanki betonowej przy wylocie.

Mieszanki betonowej nie należy zrzucać z wysokości większej niż 0,75 m od powierzchni, na którą spada. W przypadku gdy wysokość ta jest większa, należy mieszankę podawać za pomocą rynny zsykowej (do wysokości 3,0 m) lub leja zsykowego teleskopowego (do wysokości 8,0 m).

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

- w fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, bądź też za pośrednictwem rynny, warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami wglębnymi,
- przy wykonywaniu płyt mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy,
- przy betonowaniu chodników, gzymsów, wsporników, zamków i stref przydylatacyjnych stosować wibratory wglębne,
- przerwa w układaniu poszczególnych warstw nie powinna być dłuższa niż 15 minut.

5.8.2.2. 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 wprowadzenia mieszanki betonowej, lub odpowiednie leje nieruchome należy opuścić do dna i w tym położeniu wypełnić 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 rozprowadzać 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.

5.8.2.3. Zagęszczanie mieszanki betonowej

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy stosować następujące wytyczne:

- wibratory wglębne 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,
- podczas zagęszczania wibratorami wglębnymi nie wolno dotykać zbrojenia ani deskowania buławą wibratora,
- podczas zagęszczania wibratorami wglębnymi należy zagłębiać buławę na głębokość 5÷8 cm w warstwę poprzednią i przytrzymywać buławę w jednym miejscu przez czas 20÷30 s, po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym, prędkość wyciągania buławy nie powinna być większa niż 8 cm/s
- kolejne miejsca zagłębienia buławy powinny być od siebie oddalone o 1,4 R, gdzie R jest promieniem skutecznego działania wibratora. Odległość ta zwykle wynosi 0,35±0,7 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,
- czas zagęszczania wibratorem powierzchniowym lub belką (łata) wibracyjną w jednym miejscu powinien wynosić od 30 do 60 s,
- 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; mocowanie wibratorów powinno być trwałe i sztywne,
- niedopuszczalne jest zetknięcie się buławy z deskowaniem i zbrojeniem,
- górny obszar elementów pionowych powinien być wtórnie zawibrowany.

Zabetonowanie stref zakotwień urządzenia dylatacyjnego powinno być wykonane starannie. Niedopuszczalne są raki i nie dogęszczenia 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 technicznej urządzenia dylatacyjnego.

Beton w rejonie sączków i wpustów należy dokładnie zagęścić, a jego powierzchnię wyrównać i wygładzić packami drewnianymi oraz usunąć mleczko cementowe.

Oprzrządowanie, czasy i sposoby wibrowania powinny być uzgodnione i zatwierdzone przez Inspektora nadzoru/Inżyniera. Zabrania się wyładunku mieszanki w jedną hałdę i rozprowadzenie jej przy pomocy wibratorów.

5.8.2.4. Przerwy w betonowaniu

Lokalizacja i ukształtowanie przerw w betonowaniu powinny zostać określone w projekcie technologicznym betonowania sporządzonym przez Wykonawcę.

Przerwy w betonowaniu należy sytuować w miejscach uprzednio przewidzianych w Dokumentacji Projektowej i uzgodnionych z Inspektorem nadzoru/Inżynierem. Ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej powinno być uzgodnione z Inspektorem nadzoru/Inżynierem, a w prostszych przypadkach można się kierować zasadą, że powinna ona być prostopadła do kierunku naprężeń głównych, ukształtowana i zlokalizowana zgodnie z PN-EN 1992-2, PN-EN 1994-2. 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,
- narzucenie warstwy kontaktowej z gęstego zaczynu cementowego o grubości 20 mm lub zaprawy cementowej 1:1 o grubości 5 mm; dopuszcza się stosowanie warstw szczepnych, dla których Wykonawca przedstawi PN, aprobatę techniczną wydaną przez IBDiM lub europejską aprobatę techniczną,
- obfite zwilżenie wodą.

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°C to czas trwania przerwy nie powinien przekraczać 2 godzin. Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu.

5.8.2.5. Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu

- Temperatura otoczenia

Betonowanie konstrukcji należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż $+5^{\circ}\text{C}$, 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 Inspektora nadzoru/Inżyniera oraz zapewnienia mieszance betonowej temperatury $+12^{\circ}\text{C}$ 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 $+5^{\circ}\text{C}$.

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 .

- Zabezpieczenie robót betonowych podczas opadów

Co do zasady niedopuszczalne jest betonowanie w trakcie opadów atmosferycznych. Wykonawca każdorazowo winien sprawdzić prognozy pogody w tym zakresie. Jeżeli spodziewane są deszcze zgodę na start betonowania wydaje Inspektor Nadzoru

Niemniej 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.

5.9. Pielęgnacja betonu

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.

Przy temperaturze otoczenia wyższej niż $+5^{\circ}\text{C}$ 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.

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.

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

Woda stosowana do prowadzenia pielęgnacji winna mieć temperaturę zbliżoną i nie niższą od temperatury betonu/powietrza w danym momencie.

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.

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 zmrózeniem. Należy wówczas zachować wyjątkowy „reżim technologiczny” polegający na ścisłej kontroli czasu nagrzewania i temperatury betonu w konstrukcji.

5.10. Rozbiórka deskowań i rusztowań

Rozformowanie konstrukcji może nastąpić po osiągnięciu przez beton wszystkich parametrów wymaganych przez STWiORB i Dokumentację Projektową oraz nie wcześniej niż po 14 dniach dla przęseł i po 7 dniach dla podpór.

5.11. Wykańczanie powierzchni betonu

Dla widocznych powierzchni betonowych obowiązują następujące wymagania:

- wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień, wybrzuszeń ponad powierzchnię, nie mogą być widoczne przerwy w betonowaniu, makowiny, pęcherze po wodzie, przebarwienia, pęcherzyki powietrza, szwy, raki, barwa powinna być jednolita,
- pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
- równość górnej powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolację powinna odpowiadać wymaganiom producenta zastosowanej hydroizolacji i STWiORB 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 itp.; dopuszczalne są lokalne nierówności do 3 mm lub wgłębienia do 5 mm,
- ewentualne łączniki stalowe (druć, śruby itp.), które spełniały funkcję stężeń deskowań lub inne i wystają z betonu po rozdeskowaniu, powinny być obcięte przynajmniej 1 cm pod wykończoną powierzchnią betonu, a otwory powinny być wypełnione zaprawą cementową.

Wszystkie uszkodzenia powierzchni powinny być naprawione na koszt Wykonawcy w technologii uzgodnionej z Projektantem i Inspektorem nadzoru/Inżynierem w projekcie technologicznym betonowania. Części wystające powinny być skute lub zeszlifowane, a zagłębienia wypełnione betonem żywicznym o składzie zatwierdzonym przez Inspektora nadzoru/Inżyniera. Bardzo duże ubytki i nierówności płyty przekraczające 2 cm należy naprawić betonem cementowym bezskurczowym wykonanym wg specjalnej technologii zatwierdzonej przez Inspektora nadzoru/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.

5.12. Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową i STWiORB. 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. 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, certyfikaty zgodności, deklaracje właściwości użytkowych, deklaracje zgodności, krajowe oceny techniczne, aprobaty techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.) i na ich podstawie sprawdzić właściwości zastosowanych materiałów na zgodność z wymaganiami podanymi w STWiORB,

Do oznakowania CE Producent lub jego przedstawiciel jest zobowiązany dołączyć dodatkowe informacje zawierające:

- nazwę, siedzibę i adres Producenta oraz adres zakładu produkującego wyrób budowlany,

- nazwę, siedzibę i adres upoważnionego przedstawiciela,
- ostatnie dwie cyfry roku w którym umieszczono znakowanie CE na wyrobie budowlanym,
- numer certyfikatu zgodności, jeśli taki certyfikat był wymagany,
- dane umożliwiające identyfikację cech i deklarowanych właściwości użytkowych wyrobu budowlanego, jeżeli wynika to ze zharmonizowanej specyfikacji technicznej wyrobu.

Do wyrobu budowlanego oznakowanego znakiem budowlanym producent zobowiązany jest dołączyć:

- nazwę, siedzibę i adres Producenta oraz adres zakładu produkującego wyrób budowlany,
 - identyfikację wyrobu budowlanego zawierającą: nazwę, nazwę handlową, typ, odmianę, gatunek i klasę według specyfikacji technicznej,
 - numer i rok publikacji Polskiej Normy wyrobu lub krajowej oceny technicznej (aprobaty technicznej), z którą potwierdzono zgodność wyrobu budowlanego,
 - numer i datę wystawienia krajowej deklaracji właściwości użytkowych (deklaracji zgodności),
 - inne dane, jeżeli wynika to ze specyfikacji technicznej,
 - nazwę jednostki certyfikującej, jeżeli taka jednostka brała udział w zastosowanym systemie oceny zgodności wyrobu budowlanego.
- wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót określone w punkcie 6.3 lub przez Inspektora nadzoru/Inżyniera.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inspektorowi nadzoru/Inżynierowi do akceptacji.

6.2. Badania składników mieszanki betonowej

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

- oznaczenie czasu wiązania wg PN-EN 196-3,
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN 196-3,
- obecność grudek gliny.

Wyniki badań powinny odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 3.

Tablica 3. 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				
32,5	-	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
42,5	≥ 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
52,5	≥ 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	

Nie dopuszcza się obecności grudek gliny.

W przypadku gdy:

- czas wiązania lub zmiany objętości nie odpowiadają PN-EN 196-3,
 - cement przechowywany jest niezgodnie z postanowieniami PN-EN 197-1,
 - okres przechowywania cementu jest dłuższy niż podano w PN-EN 197-1,
- obowiązuje oznaczenie wytrzymałości cementu na ściskanie wg PN-EN 196-1.

Przed użyciem kruszywa do wykonania mieszanki betonowej dla każdej dostarczonej partii należy przeprowadzić kontrolę obejmującą:

- oznaczenie składu ziarnowego wg PN-EN 933-1,
- oznaczenie kształtu ziarn wg PN-EN 933-4 (dotyczy kruszywa grubego),
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg PN-EN 12620+A1,
- oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych),
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg PN-EN 933-1,
- 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 punkcie 2.3.2.

Przed użyciem wody do wykonania mieszanki betonowej oraz w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń należy przeprowadzić badania zgodnie z PN-EN 1008.

Dodatki i domieszki do betonu należy badać zgodnie z PN lub ich aprobatą techniczną.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inspektorowi nadzoru/Inżynierowi do akceptacji.

6.3. Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu

6.3.1. Zakres kontroli

Kontroli podlegają następujące właściwości mieszanki betonowej:

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

oraz betonu:

- wytrzymałość betonu na ściskanie,

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 ilości i terminów pobierania próbek do kontroli jakości mieszanki i betonu. Plan kontroli jakości betonu podlega akceptacji Inspektora nadzoru/Inżyniera.

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

Wyniki badań powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w punkcie 2.4.

6.3.2. Sprawdzenie konsystencji mieszanki betonowej

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

Poza tym sprawdzenie konsystencji przeprowadza się zgodnie z planem kontroli jakości betonu przy stanowisku betonowania, co najmniej 2 razy w czasie jednej zmiany roboczej, a w tym raz na jej początku. Badanie należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12350-2.

Dopuszcza się korygowanie konsystencji mieszanki betonowej, przy zachowaniu stałego stosunku wodno-cementowego w/c, przez zastosowanie domieszek chemicznych, zgodnie z punktem 2.3.4 niniejszej STWiORB.

Konsystencja mieszanki betonowej powinna być zgodna z wymaganiami podanymi w punkcie 2.4.1.

6.3.3. Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Kontrola zgodności zawartości powietrza w mieszance betonowej powinna być prowadzona w sposób ciągły na węźle betoniarskim 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 raz w czasie zmiany roboczej podczas betonowania. Badanie to należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 12350-7.

Minimalna częstotliwość badania zawartości powietrza wynosi 3x przy stracie do czasu ustabilizowania (+/-0,5% od wartości średniej) a potem min. 1 raz na każde 50m³. Należy badać konsystencję betonu z każdej dostawy.

Zawartość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej nie powinna przekraczać przedziałów wartości podanych w punkcie 2.4.1. niniejszej STWiORB.

6.3.4. 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 w ilości określonej w planie kontroli jakości, lecz nie mniej niż: 3 próbki na jeden element obiektu (np. słup, podporę) lub grupę elementów (wskazaną przez Inspektora nadzoru/Inżyniera), 1 próbka na 100 zarobów, 1 próbka na 50 m³, 1 próbka na zmianę roboczą oraz 3 próbki 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 150 mm.

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.

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.

W przypadku certyfikowanej kontroli produkcji uznaje się, że określona objętość betonu należy do danej klasy jeżeli spełnia kryteria zgodności podane w tablicy 4.

Tablica 4. Kryteria identyczności wytrzymałości na ściskanie dla certyfikowanej kontroli produkcji

Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie na próbkach z określonej objętości betonu	Kryterium 1 Średnia z „n” wyników (f_{cm}) N/mm ²	Kryterium 2 Dowolny pojedynczy wynik badania (f_{ci}) N/mm ²
1	Nie stosuje się	$\geq f_{ck} - 4$
2-4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5-6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

Tablica 5. Kryteria identyczności wytrzymałości na ściskanie dla niecertyfikowanej kontroli produkcji

Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie na próbkach z określonej objętości betonu	Kryterium 1 Średnia z „n” wyników (f_{cm}) N/mm ²	Kryterium 2 Dowolny pojedynczy wynik badania (f_{ci}) N/mm ²
3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$

gdzie:

f_{cm} – średnia z „n” wyników badania wytrzymałości serii „n” próbek,

f_{ck} – wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie (klasa betonu),

f_{ci} – pojedynczy wynik badania wytrzymałości z serii „n” próbek.

6.3.5. Pobranie próbek i badanie

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

6.3.6. Badania nieniszczące betonu w konstrukcji

W przypadkach technicznie uzasadnionych Inspektor nadzoru/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/Ap1),
- ultradźwiękowa (wg PN-EN 12504-4),
- lokalnie niszczące (np. metoda badań próbek wyciętych z konstrukcji wg PN-EN 12504-1),
- 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.

Na Wykonawcy spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych przewidzianych w

6.4. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji inżynierskich

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 ± 3 mm,
- grubość płyt: $+1,0\%$ 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:

- $1,0\%$ 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.

6.5. Kontrola rusztowań i deskowań

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

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.

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.

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

6.6. Kontrola wykończenia powierzchni betonowych

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 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.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiaru jest m³ (metr sześcienny) betonu konstrukcyjnego danej klasy wbudowanego w określony element na podstawie Dokumentacji Projektowej i pomiaru w terenie.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, STWiORB i wymaganiami Inspektora nadzoru/Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne i po pisemnym stwierdzeniu potwierdzonym wpisem do Dziennika Budowy.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- wykonanie deskowań i rusztowań,

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Cena jednostki pomiarowej

Ceny jednostkowe obejmuje:

- prace pomiarowe i przygotowawcze,
- zakup i transport materiałów do wykonania robót,
- opracowanie projektów technologicznych, PZJ, itp.
- opracowanie receptury betonu,

- wykonanie, przestawianie i rozbiórka rusztowania roboczego,
- wykonanie szalunków wraz z wyporami, ściągami, zakotwieniami, środkiem antyadhezyjnym itp.
- montaż listew narożnych,
- przygotowanie podłoża - usunięcie skorodowanego betonu oraz oczyszczenie poprzez piaskowanie,
- sprawdzenie stanu podłoża,
- wiercenie otworów i wklejenie prętów kotwiących,
- oczyszczenie istniejącego odkrytego zbrojenia i zabezpieczenie antykorozyjne,
- nawilżenie powierzchni podłoża,
- wykonanie, transport i wbudowanie mieszanki betonowej,
- zagęszczenie mieszanki betonowej,
- wyrównanie powierzchni betonu np. listwą wibracyjną,
- pielęgnacja wykonanego betonu (m.in. polewanie wodą, wykonanie powłok zamykających, plandeki chroniące przed deszczem itp.),
- wykonanie namiotów, dogrzewanie elementów,
- demontaż szalunków, pomostów roboczych, rusztowań,
- zaślepienie otworów po ściągach, wyprawki naprawcze, szlifowanie nacieków itp.
- oczyszczenie miejsca pracy i usunięcie zbędnych materiałów
- przeprowadzenie niezbędnych badań laboratoryjnych i pomiarów wymaganych w specyfikacji,
- Cena uwzględnia również odpady i ubytki materiałowe.

Ceny wykonania robót określonych niniejszą STWiORB obejmują również:

- 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

- 1 PN-B-06250 Beton zwykły.
- 2 PN-B-06714-46 Kruszywa mineralne – Badania – Oznaczanie potencjalnej reaktywności alkalicznej metodą szybką.
- 3 PN-S-10040 Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymagania i badania.
- 4 PN-S-10050 Obiekty mostowe. Konstrukcje stalowe. Wymagania i badania.
- 5 PN-EN 196-3 Metody badania cementu – Część 3: Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości.
- 6 PN-EN 197-1 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- 7 PN-EN 206 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- 8 PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
- 9 PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4: Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu.

- 10 PN-EN 934-2+A1 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 2: Domieszki do betonu - Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie.
- 11 PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
- 12 PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie.
- 13 PN-EN 1097-5 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.
- 14 PN-EN 1097-6 Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości.
- 15 PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Część 1: Oznaczanie mrozoodporności.
- 16 PN-EN 1744-1+A1 Badanie chemicznych właściwości kruszyw – Część 1: Analiza chemiczna
- 17 PN-EN 1992-2 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 2: Mosty z betonu – Obliczanie i reguły konstrukcyjne.
- 18 PN-EN 1994-2 Eurokod 4: Projektowanie konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych – Część 2: Reguły ogólne i reguły dla mostów.
- 19 PN-EN 12350-1 Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek.
- 20 PN-EN 12350-2 Badania mieszanki betonowej. Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka.
- 21 PN-EN 12350-7 Badania mieszanki betonowej. Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe.
- 22 PN-EN 12390-1 Badania betonu. Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badań i form.
- 23 PN-EN 12390-2 Badania betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.
- 24 PN-EN 12390-3 Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań.
- 25 PN-EN 12504-1 Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Próbki rdzeniowe – Pobieranie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie.
- 26 PN-EN 12504-2/Ap1 Badania betonu w konstrukcjach. Część 2: Badania nieniszczące. Oznaczanie liczby odbicia.
- 27 PN-EN 12504-4 Badania betonu. Część 4: Oznaczanie prędkości fali ultradźwiękowej.
- 28 PN-EN 12620+A1 Kruszywa do betonu.
- 29 PN-EN 13791 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych.