

## ST 05 – Roboty żelbetowe, beton architektoniczny

TEMAT: **BUDYNEK WYDZIAŁU RADIA I TELEWIZJI  
IM. KRZYSZTOFA KIEŚŁOWSKIEGO**

LOKALIZACJA: **KATOWICE, UL. ŚWIĘTEGO PAWŁA**

NR DZIAŁEK: **183/2**

INWESTOR: **UNIwersytet Śląski,  
UL. BANKOWA 12, 40-007 KATOWICE**

DATA: **PAŹDZIERNIK 2013**

NUMER  
PROJEKTU: **185**

SPORZĄDZIŁ:

	<b>mgr inż. Monika Cyran</b>	
--	------------------------------	--

# BAAS

GRUPA  
**5**

**GRUPA 5 Architekci sp. z o.o.** 02-619 Warszawa, ul. Wejnerta 16A T: 223.802.300, F: 223.802.350

Wpisana do rejestru przedsiębiorców prowadzonego przez Sąd Rejonowy dla m.st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego pod numerem KRS 0000107501, NIP 526 22 04 723, wysokość kapitału zakładowego 55 550,00 zł.

**DZIEDZIEJKO KADŁUBOWSKI LESZCZYŃSKI MYCIELSKI ZELEN** wszelkie prawa zastrzeżone Warszawa, grudzień 2013

**MAŁECCY**  
biuro projektowe

40-067 Katowice ul. pck 6/12  
tel 0608-388684 www.maleccy.com

# **SPIS TREŚCI**

	numer strony
<b>1. WSTĘP</b>	<b>4</b>
1.1. Przedmiot ST	4
1.2. Zakres stosowania ST	4
1.3. Zakres robót objętych ST	4
1.4. Określenia podstawowe	4
1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót	5
<b>2. MATERIAŁY</b>	<b>5</b>
2.1. Beton i jego składniki	5
2.1.1. Cement	5
2.1.1.1. Warunki dostawy	5
2.1.1.2. Transport i składowanie	5
2.1.1.3. Kontrola jakości	6
2.1.2. Kruszywo	6
2.1.2.1. Warunki dostawy	7
2.1.2.2. Transport i składowanie	7
2.1.2.3. Kontrola jakości	7
2.1.3. Woda do celów budowlanych	8
2.1.3.1. Warunki dostawy	9
2.1.3.2. Transport i składowanie	9
2.1.3.3. Kontrola jakości	9
2.1.4. Stal zbrojeniowa	9
2.1.4.1. Warunki dostawy	9
2.1.4.2. Transport i składowanie	9
2.1.4.3. Kontrola jakości	9
2.1.5. Domieszki do betonów	10
2.1.6. Beton architektoniczny	10
2.1.6.1. Wymagania odnośnie estetyki	11
2.1.6.2. Materiały potrzebne do wykonania robót z betonu architektonicznego	12
2.1.6.3. Wymagania dotyczące recepty i produkcji	12
2.1.6.4. Domieszki i dodatki do betonu	13
2.1.6.5. Preparat hydrofobowy do zabezpieczenia polerowanego betonu architektonicznego	13
2.1.7.. Materiały inne	14
<b>3. SPRZĘT</b>	<b>14</b>
<b>4. TRANSPORT</b>	<b>14</b>
4.1. Wymagania dotyczące transportu i pompowania betonu architektonicznego	14
<b>5. WYKONANIE ROBÓT</b>	<b>15</b>
5.1. Wykonanie mieszanki betonowej	15
5.2. Wykonanie zbrojenia konstrukcji	17
5.3. Formowanie konstrukcji	17

5.4. Betonowanie konstrukcji	18
5.5. Pielęgnacja betonu	21
5.6. Rozformowanie konstrukcji	22
5.7. Wymagania dotyczące wykonania elementów z betonu architektonicznego	22
5.7.1. Wykonanie betonu polerowanego	26
5.7.2. Szczegóły aplikacji środka hydrofobowego	26
5.8. Materiały inne	27
<b>6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT</b>	<b>27</b>
6.1. Kontrola wykonania deskowania konstrukcji	27
6.2. Kontrola wykonania robót zbrojarskich	28
6.3. Kontrola wykonania mieszanki betonowej	28
6.4. Odbiór końcowy	29
<b>7. OBMIAR ROBÓT</b>	<b>30</b>
<b>8. ODBIÓR ROBÓT</b>	<b>30</b>
<b>9. PODSTAWA PŁATNOŚCI</b>	<b>31</b>
<b>10. PRZEPISY ZWIĄZANE</b>	<b>31</b>

Kody CPV  
45262300 – 4 - Betonowanie  
45262310 – 7 - Zbrojenie  
45262311 – 4 - Betonowanie konstrukcji  
45262350 – 9 - Betonowanie bez zbrojenia

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru żelbetowych elementów wylewanych (monolityczne konstrukcje żelbetowe, monolityczne elementy betonowe) dla zadania „Budowa budynku Wydziału Radia i Telewizji im. Krzysztofa Kieślowskiego w Katowicach przy ul. Świętego Pawła, dz. nr 183/2”.

### **1.2. Zakres stosowania ST**

Specyfikacja Techniczna stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.3

### **1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji Technicznej dotyczą prowadzenia robót przy wykonaniu następujących prac :

- wykonanie stóp fundamentowych,
- wykonanie ław fundamentowych,
- wykonanie płyt fundamentowych,
- wykonanie fundamentu pod szyby windowe,
- wykonanie płyt stropowych wyższych kondygnacji,
- wykonanie płyt stropowych z polerowanego betonu architektonicznego (Ce.01 oraz Ce.04),
- wykonanie płyt do sufitów podwieszonych,
- wykonanie słupów,
- wykonanie ścian,
- wykonanie w ścianach murowanych wieńcy wysokości 20cm,
- wykonanie ścian szybu windowego,
- wykonanie płyt biegów schodowych, spoczników piętrowych,
- wykonanie podkładów betonowych,
- pozostałe elementy wylewane na budowie,
- oraz wszystkie inne nie wymienione wyżej roboty związane z pracami żelbetowymi, które występują przy realizacji przedmiotu umowy na wniosek Inspektora Nadzoru lub projektanta.

### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia i nazewnictwo użyte w niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej są zgodne z obowiązującymi podanymi w normach PN i przepisach Prawa budowlanego.

*Beton architektoniczny*- powierzchnie betonowe o zdefiniowanych w dokumentacji projektowej wymaganiach odnośnie ich wyglądu, gwarantujące dotrzymanie wymogów trwałości i wytrzymałości przy równoczesnym uzyskaniu estetycznych powierzchni betonu, nie wymagających pokrycia warstwą tynku lub inną powłoką

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

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

*Stopień mrozoodporności* - symbol literowo-liczbowy (np. F50) klasyfikujący beton pod względem jego odporności na działania mrozu. Liczba po literze F oznacza wymaganą liczbę cykli zamrażania i odmrażania próbek betonowych, przy której ubytek masy jest mniejszy niż 2%.

*Klasa betonu* - symbol literowo-liczbowy (np. B37) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie. Liczba po literze B oznacza wytrzymałość gwarantowaną  $R_{c,cube}^G$  w MPa.

*Wytrzymałość gwarantowana betonu na ściskanie  $R_{c,cube}^G$*  - wytrzymałość (zapewniona z 95-proc. prawdopodobieństwem) uzyskania w wyniku badania na ściskanie kostek sześciennych o boku 150 mm, wykonanych, przechowywanych i badanych zgodnie z normą PN-EN206-1:2003.

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonanych robót oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacjami technicznymi oraz poleceniami nadzoru inwestycyjnego. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w specyfikacji „Wymagania ogólne”.

W przypadku betonu architektonicznego konieczne jest wykonanie powierzchni próbnej i uzyskanie akceptacji Projektanta i Inspektora Nadzoru.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Beton i jego składniki

Poszczególne elementy wymienione w pkt. 1.3 należy wykonywać z betonów klasy co najmniej B45, B30, B25, B20, B15 i B10, zgodnie z dokumentacją projektową.

Do zbrojenia konstrukcji należy używać stal zbrojeniową klasy co najmniej AIII, AIIIN AI oraz AO.

Beton do wykonania elementów wymienionych w pkt. 1.3 winien spełniać wymagania według PN-B-06250:

- nasiąkliwość betonu nie powinna być większa niż:
  - 5% - w przypadku narażonych bezpośrednio na działanie czynników atmosferycznych
  - 9% - w przypadku betonów osłoniętych przed bezpośrednim działaniem czynników atmosferycznych
- odporność betonu na działanie mrozu
  - F300 - dla elementów konstrukcji znajdujących się w strefie zmieniającego się poziomu wód gruntowych (fundamenty, ściany fundamentowe, zewnętrzne ściany poziomu poniżej +-0,00, mury oporowe, części podziemne elementów konstrukcyjnych)
  - F200 - dla pozostałych elementów konstrukcji narażonych na działanie mrozu
- wodoszczelność betonu co najmniej W8 oraz zwiększona odporność na agrywność węgla i siarczynową dla elementów narażonych na ciśnienie hydrostatyczne wywołane parciem wód gruntowych (fundamenty, ściany fundamentowe, zewnętrzne ściany poziomu poniżej +-0,00, mury oporowe, części podziemne elementów konstrukcyjnych)

#### 2.1.1. Cement

Cementy stosowane do wyrobu betonowych elementów winien:

- spełniać wymagania normy PN -B - 19701
- do formowania elementów:
  - z betonów zwykłych klasy B10 do B40 należy stosować cementy klasy od 32,5 do 42,5
  - z betonów zwykłych klasy B45 należy stosować cementy klasy od 42,5
- rodzaje użytego cementu należy przyjmować zgodnie z PN - B - 19701 - w zależności od warunków dojrzewania betonu oraz przyjętej klasy cementu i rodzaju formowanego elementu
- właściwości mechaniczne, chemiczne i fizyczne dla użytych cementów winny spełniać wymagania określone w PN - B -19701 (tablica 2, tablica 3)

##### 2.1.1.1. Warunki dostawy

Cement winien pochodzić z jednego źródła dla danego obiektu. Pochodzenie cementu i jego jakość winna być określona i udokumentowana atestami.

##### 2.1.1.2. Transport i składowanie

Przewóz cementu winien odbywać się dostosowanymi do tego celu środkami transportu, gwarantującymi ochronę przed opadami atmosferycznymi, zawilgoceniem, uszkodzeniem opakowania, zanieczyszczeniem. Cement winien być ładowany do czystych i wolnych od pozostałości z poprzednich dostaw zbiorników transportowych..

Cement workowany winien być pakowany w worki papierowe WK co najmniej trzywarstwowe wg PN -P-79005.

Cement wysyłany luzem winien posiadać identyfikator zgodny z wymogami określonymi w PN – B -19701.

Zasady przechowywania cementu:

- cement workowany – może być przechowywany w składach otwartych (zadaszone i zabezpieczone przed opadami) oraz w magazynach zamkniętych. Ilość warstw w stosie nie powinna przekraczać 12 (dla worków 3 i 4-warstwowych) oraz 18 (dla worków 6-warstwowych). Między stosami należy pozostawić wolne przestrzenie umożliwiające dostęp do poszczególnych stosów
- cement dostarczany luzem – w zbiornikach (silosach) przystosowanych do załadunku pneumatycznego należy przechowywać jeden rodzaj i jedną klasę cementu.

Należy ściśle przestrzegać dopuszczalnych terminów przechowywania cementów.

Do każdej partii dostarczanego cementu producent winien dołączyć dokument dostawy zawierający następujące dane:

- nazwę, rodzaj, symbole i klasy cementu
- nazwę wytwórni i miejscowość
- nazwę i adres odbiorcy
- datę wysyłki
- masę cementu w partii
- termin trwałości cementu
- deklarowane zawartości żużla i popiołów lotnych ( dla CEM II/B-SV)
- sygnaturę kontroli odbiorczej.

#### **2.1.1.3. Kontrola jakości**

Wykonawca robót zobowiązany jest do oceny jakości dostarczonego przez producenta cementu i jego zgodności z wymogami określonymi w Specyfikacji Technicznej na podstawie:

- dokumentów producenta dotyczących kontroli jakości wg PN-B-04320
- dokumentów przewozowych
- oględzin makroskopowych cementu dostarczanego na miejsce przeznaczenia
- oględzin makroskopowych opakowań co do zgodności z przewidzianymi normą opisami dodatkowych badań laboratoryjnych (wg norm PN-EN-196-2; PN-EN-196-1)
- wykonanymi na koszt wykonawcy w przypadku stwierdzenia przez Projektanta obiektu, Kierownika budowy, Inspektora nadzoru, Nadzór budowlany i inne upoważnione organa wątpliwości co do jakości cementu.

Przed użyciem cementu do wykonania mieszanki betonowej wykonawca zobowiązany jest do wykonania kontroli obejmującej:

- oznaczenia czasu wiązania wg PN-EN-196-3
- oznaczenie zmiany objętości wg PN-EN-196-3
- oznaczenie stopnia zmielenia wg PN-EN-196-6.

#### **2.1.2. Kruszywo**

Kruszywo stosowane do wykonywania wyrobów betonowych winno spełniać wymagania normy PN-B-06712.

Marki - jakość użytych kruszyw winny gwarantować otrzymanie betonu o klasie co najmniej równej projektowanej, przy zapewnieniu normowych warunków wykonania betonu.

Właściwości mechaniczne, chemiczne i fizyczne dla użytych kruszyw winny spełniać wymagania określone w PN – B -06712 (tablica 2, tablica 3).

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa nie powinien przekraczać:

- $\frac{1}{4}$  najmniejszego wymiaru elementu konstrukcyjnego
- odległości między prętami zbrojenia zmniejszonej o 5mm
- $\frac{1}{3}$  grubości wymaganego otulenia zbrojenia

Użyte do mieszanki betonowej kruszywo powinno charakteryzować się stałością cech fizycznych i jednorodnością uziarnienia oraz nie powinno zawierać składników szkodliwych w ilości lub postaci mogącej wywierać ujemny wpływ na cechy techniczne betonu.

Skład ziarnowy poszczególnych asortymentów powinien odpowiadać wymaganiom wg tablicy 1 zawartej w PN – B - 06712.

Do wykonania mieszanki betonowej należy stosować piaski o uziarnieniu do 2mm pochodzenia rzeczno, albo będące kompozycją piasku rzeczno i kopalnianego płukanego.

Stosowane piaski winny spełniać następujące wymagania:

- zawartość pyłów mineralnych co najwyżej 1,5%
- zawartość siarki co najwyżej 0,2%
- zawartość zanieczyszczeń obcych 0,25%
- zawartość zanieczyszczeń organicznych – nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej
- reaktywność alkaliczna – nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%

Nie dopuszcza się grudek gliny.

Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okrucowym piasku powinna wynosić:

- do 0,25mm 14-19%
- do 0,5 mm 33-48%
- do 1mm 57-76%

Jednocześnie winny być spełnione wymagania dotyczące uziarnienia kruszywa

#### **2.1.2.1. Warunki dostawy**

Kruszywo (pojedyncze frakcje) powinno pochodzić z jednego źródła. Pochodzenie kruszywa i jego jakość winna być określona w charakterystyce technicznej wykonanej przez producenta, która winna zawierać następujące dane:

- skróconą nazwę kruszywa
- skróconą nazwę klasy petrograficznej kruszywa lub rodzaju skały
- symbol frakcji lub grupy frakcji
- symbol gatunku kruszywa
- symbol marki kruszywa (dla kruszyw grubych i mieszanek grubych)
- symbol odmiany (dla kruszyw łamanych za skał węglanowych i grysów ze skał magmowych i metamorficznych)
- numer normy
- skróconą nazwę zakładu produkującego kruszywo

Wykonawca winien dokonać uzgodnień z producentem dotyczących:

- gwarancji jakości całej zamawianej ilości kruszywa
- otrzymania wyników pełnych, niepełnych i specjalnych badań wykonywanych przez producenta
- otrzymania atestów dla każdej partii kruszywa

#### **2.1.2.2. Transport i składowanie**

Kruszywo należy przewozić środkami transportowymi w warunkach zabezpieczających je przed rozsypywaniem, rozpylaniem, zanieczyszczeniami wraz zmieszaniem z innymi kruszywami (np. Innych klas, gatunków, marek itp.)

W/w zasad należy przestrzegać również przy załadunku, wyładunku oraz składowaniu.

Kruszywo należy przechowywać w dostosowanych do tego celu zbiornikach, zasiekach, hałdach. Nie należy dopuszczać do zanieczyszczenia kruszyw (śmieciami, gruzem, gliną, gleba itp.). W przypadku składowania kruszyw frakcjonowanych konieczne jest dokładne rozdzielanie składowiska, tak aby poszczególne frakcje nie ulegały przypadkowym przemieszczeniom. W okresie zimowych konieczne jest zabezpieczenie przed powstawaniem brył zamrożonego kruszywa.

Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej należy uwzględnić rzeczywistą wilgotność kruszywa.

#### **2.1.2.3. Kontrola jakości**

Wykonawca jest zobowiązany do oceny jakości kruszywa dostarczanego przez producenta i jego zgodności z wymogami Specyfikacji Technicznej oraz obowiązującymi normami.

Powyższą ocenę należy przeprowadzić na podstawie: rezultatów badań pełnych wykonanych przez producenta co najmniej raz w roku, przy każdej zmianie złoża oraz na życzenie projektanta, inspektora nadzoru lub innych upoważnionych osób i jednostek nadzoru budowlanego a obejmujących:

- oznaczenie składu petrograficznego oznaczenie składu ziarnowego
- oznaczenie wytrzymałości na miażdżenie

- oznaczenie zawartości ziaren słabych
- oznaczenie nasiąkliwości
- oznaczenie mrozoodporności
- oznaczenie kształtu ziaren
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń organicznych
- oznaczenie wytrzymałości na ściskanie surowca skalnego
- oznaczenie zawartości związków siarki
- rezultatów badań niepełnych wykonywanych przez producenta dla każdej partii kruszywa a obejmujących:
  - oznaczenie składu ziarnowego
  - oznaczenie kształtu ziaren
  - oznaczenie zawartości pyłów mineralnych
  - oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych
- rezultatów badań specjalnych wykonanych przez producenta na żądanie wykonawcy lub projektanta a dotyczących:
  - oznaczenia reaktywności alkalicznej
  - oznaczenia radioaktywności naturalnej
- atestu – zaświadczenia o jakości
- oceny wizualnej każdej jednostkowej dostawy kruszywa
- dodatkowych badań laboratoryjnych wykonanych na koszt wykonawcy w przypadku zgłoszenia przez Projektanta lub Inspektora Nadzoru wątpliwości co do jakości kruszywa

Przed użyciem kruszywa do wykonania mieszanki betonowej Wykonawca musi wykonać kontrolę kruszywa obejmującą:

- oznaczenie składu ziarnowego wg PN-B-06714/15
- oznaczenia kształtu ziaren wg PN-B-06714/16
- oznaczenia zawartości pyłów mineralnych wg PN-B-06714/13
- oznaczenia zawartości zanieczyszczeń obcych wg PN-B-06714/12
- oznaczenia wilgotności kruszywa i stałości frakcji wg PN-B-06714/18

### **2.1.3. Woda do celów budowlanych**

Jako wodę zarobową można stosować każdą wodę zdatną do picia oraz wodę z rzek, jezior i innych miejsc pod warunkiem, że odpowiada ona określonym wymaganiom podanym poniżej (zgodnie z PN-B-32250):

- barwa wody winna odpowiadać barwie wody wodociągowej
- woda nie powinna wydzielać zapachy gnilnego
- woda nie powinna zawierać zawiesiny np. grudek, kłaczków
- pH nie mniej niż 4
- zawartość siarkowodorów, nie więcej niż 20 (mg/l) (wg PN-C-04566/02)
- zawartość siarczanów, nie więcej niż 600 (mg/l) (wg PN-C-04566/03-09)
- zawartość cukrów nie więcej niż 500 (mg/l) (wg PN-C-04628/02)
- zawartość chlorków, nie więcej niż 400 (mg/l) (wg PN-C-046600/00)
- twardość ogólna nie więcej niż 10 (mval/l) (wg PN-C-04554/02)
- sucha pozostałość, nie więcej niż 1000 (mg/l) (wg PN-C-04541)

Obniżenie wytrzymałości zapraw na zginanie lub ściskanie, nie mniej niż 10% (wg PN-B-32250)

Woda spełniająca ww. Warunki nadaje się również do pielęgnacyjnego zwilżania elementów betonowych oraz do pielęgnacji twardniejącego betonu.

Nie należy stosować do betonów:

- wód z rzek w pobliżu odpływów ścieków fabrycznych
- wód bagiennych, (w przypadku zanieczyszczenia ich kwasami organicznymi i tłuszczami roślinnymi)
- wód morskich oraz innych zawierających glony i muł
- wód wydzielających zapachy



### **2.1.3.1. Warunki dostawy**

Nie stawia się wymagań dotyczący warunków dostaw

### **2.1.3.2. Transport i składowanie**

Nie stawia się wymagań dotyczący warunków transportu i składowania

### **2.1.3.3. Kontrola jakości**

Woda z wodociągów (woda zdatna do picia ) nie wymaga badań.

Woda z innego źródła lub woda wodociągowa w przypadku wątpliwości co do jej jakości musi być zbadana wg PN-B-32250.

### **2.1.4. Stal zbrojeniowa**

Stal zbrojeniowa do zbrojenia elementów wylewanych na budowie winna odpowiadać wymaganiom zawartym w PN-H-93215.

Klasy, gatunki stali, rodzaje oraz średnice winny być zgodne z dokumentacją projektową i postanowieniami Specyfikacji Technicznej.

Należy zastosować zbrojenie klasy A III 500 SP EPSTAL.

Nie dopuszcza się zamiennego użycia innych stali i innych średnic bez zgody projektanta.

W przypadku stosowania w elementach z betonu blach węzłowych lub innych, tzw., marek wykonuje się je ze stali St3S wg normy PN-B-03200.

Stal z importu można stosować wyłącznie po uzyskaniu odpowiedniego dokumentu dopuszczającego do stosowania i obrotu w budownictwie, oraz certyfikatu zgodności z Polskimi Normami.

#### **2.1.4.1. Warunki dostawy**

Nie stawia się wymogów.

#### **2.1.4.2. Transport i składowanie**

Odgięte pręty zbrojeniowe powinny być składowane na wydzielonych i uporządkowanych miejscach, w sposób nie powodujący ich uszkodzenia lub przemieszania. Pręty odgięte należy dostarczać w paczkach z oznakowaniem ich charakterystyki na trwałych przywieszkach.

Zabronione jest chodzenie po odgiętych prętach.

Sposoby wykonania szkieletów i siatek zbrojeniowych powinny zapewniać geometryczną niezmienność układu w czasie transportu na miejsce wbudowania. W tym celu zaleca się łączenie węzłów na przecięciu prętów drutem wiązałkowym wyżarzonym o średnicy min 0,6mm (wiązanie na podwójny krzyż) albo stosowanie spawania / zgrzewania.

#### **2.1.4.3. Kontrola jakości**

Stal zbrojeniowa dostarczana na budowę musi posiadać atest producenta, który zawiera:

- oznaczenie wyrobów wg PN-H-93215
- numer wyrobu lub numer partii
- wyniki przeprowadzonych badań oraz skład chemiczny według analizy wytopowej
- masę partii
- rodzaj obróbki cieplnej (dla prętów obrobionych cieplnie)
- nazwę wytwórcy

Dostarczoną stal która: nie ma zaświadczeń (atestów), budzi wątpliwości co do jej własności, pęka przy wykonywaniu haków winna zostać zbadana laboratoryjnie wg PN-H-04310.

Pręty zbrojeniowe przed ich użyciem należy oczyścić z zendry, luźnych płatów rdzy, kurzu i brudu, tłustych plam itp. Niedopuszczalne jest stosowanie wkładek zanieczyszczonych tłuszczami i farbami. Czyszczenie prętów powinno być dokonywane metodami nie powodującymi zmian właściwości technicznych stali ani późniejszej korozji.

Pręty zbrojeniowe winny być proste. Dopuszczalna wielkość miejscowego miejscowego wykrzywienia nie powinny przekraczać 4mm.

### 2.1.5. Domieszki do betonów

Rodzaje, ilości i sposoby stosowania dodatków mineralnych oraz domieszek chemicznych, modyfikujących / polepszających właściwości mieszanek betonowych i betonu winny być konsultowane i akceptowane przez projektanta.

Wszystkie stosowane domieszki winny posiadać atesty producenta i świadectwa dopuszczenia do stosowania wydane przez upoważnioną placówkę oraz spełniać wymagania PN-EN-934/2; PN-EN-934/6

Zaleca się stosowanie domieszek chemicznych do betonu zgodnych z PN-B-23010:

### 2.1.6. Beton architektoniczny

W projektowanym obiekcie jako wykończenie powierzchni został zaprojektowany tzw. beton architektoniczny eksponowany, który nie będzie wykończony w żaden dodatkowy sposób, a jego betonowa powierzchnia będzie stanowiła element wykończenia budynku.

Płaszczyzny wykonane z betonu architektonicznego posiadać muszą jednorodną powierzchnię betonu o dużej gładkości i jednolite ubarwienie powierzchni bez plam, efektu marmurkowego czy chmurek, bez raków, z małą ilością niewielkich porów na powierzchni betonu. Całość powinna dawać zharmonizowany, jednorodny, pełny obraz. Powierzchnie widoczne powinny posiadać jednorodną fakturę i wygląd.

Definicja wymagań technologicznych, wyglądu i jakości betonu architektonicznego.

#### *Beton architektoniczny klasy 1 (SB1 - Sichtbetonklasse 1):*

Prosty szalunek, krawędzie betonu fazowane poprzez użycie trójkątnych listew narożnikowych.

Powierzchnia betonu ma charakter czysto funkcjonalny, bez specjalnych wymagań odnośnie ich optyki. Wybór rodzaju szalunku pozostawia się Wykonawcy. Może być wykonany jedynie na elementach ulegających późniejszemu zakryciu.

#### *Beton architektoniczny klasy 2 (SB2 - Sichtbetonklasse 2)*

Szalunek gładki, niechłonny, wszystkie nierówności wynikłe z rozlania się betonu w szpary między elementami deskowania należy skuć, większe niedolania betonu zaszpachlować.

Krawędzie betonu należy fazować poprzez użycie w szalunku trójkątnych listew narożnikowych.

Powierzchnie wolne od plam i zanieczyszczeń. Obszary zastosowania wg wytycznych projektu architektonicznego.

#### *Beton architektoniczny klasy 3 (SB3 - Sichtbetonklasse 3)*

Jakość wykończenia powierzchni betonowej umożliwiające bezpośrednie malowanie, powierzchnia betonu gładka i wolna od porów, dołków, raków i innych ubytków, o jednorodnej fakturze i wyglądzie. Płaszczyzny wykonane z betonu architektonicznego klasy 3 posiadać będą jasną powierzchnię betonu o dużej gładkości i jednolite ubarwienie powierzchni bez plam i efektu marmurkowego czy chmurek z małą ilością porów na powierzchni betonu. Całość powinna dawać zharmonizowany pełny obraz. Ewentualne nierówności wynikłe z rozlania się betonu w szpary między elementami deskowania należy usunąć. Wymagania / konieczne pielęgnacje powierzchni:

- wykonać w gładkim szalunku systemowym. Połączenia deskowania powinny mieć regularny wzór (wielkość elementów szalunku i rysunek połączeń wg zaakceptowanego przez Architekta projektu deskowania) – do opracowania przez Wykonawcę dokumentacja warsztatowa,
- usunąć nierówności i nadlewki poprzez szlifowanie tarczami karborundowymi,
- wszystkie widoczne krawędzie wykonać jako ostre. Bez fazowania i stosowania listew trójkątnych w deskowaniu.
- dylatacje zgodnie z wymaganiami technologicznymi. Preferowane samoodwadniające (takie, w których nie będzie gromadzić się woda),
- poprawki w miejscach niedoróbek i miejscowe szpachlowania masą na bazie tego samego cementu, jakiego użyto do wytworzenia betonu, następnie szlifujemy aż do osiągnięcia opisanej jakości powierzchni. Późniejsze naprawianie powierzchni powinno być wykonane tak, aby nie były widoczne różnice kolorów i krawędzie szpachlowanej powierzchni.
- kolorystyka zgodnie z wytycznymi Architekta.

Obszary zastosowania wg wytycznych projektu architektonicznego.

#### *Beton architektoniczny klasy 4 (SB4 - Sichtbetonklasse 4)*

Jakość wykończenia powierzchni: beton architektoniczny o podwyższonych (najwyższych) wymaganiach, beton dekoracyjny, finalna estetyka powierzchni jest efektem zastosowania gładkiego szalunku.

Wymagania:

- kluczową wartością jest jednolita kolorystycznie powierzchnia betonu o najwyższym możliwym do osiągnięcia stopniu gładkości, jednolity i spójny charakter powierzchni o równomiernej tonacji koloru,
  - powierzchnię betonu należy wykonać jako matową, uskoki i nierówności są niedopuszczalne, niedopuszczalne są również marmurkowania, chmurkowania, plamy, przebarwienia, pęcherze, raki, oraz miejscowe zmatowienia powierzchni,
  - krawędzie ścian, belek, murków, otworów okiennych i drzwiowych, wgłębień, wnęk i przebieg należy wykonać jako ostre (90 stopni - bez stażowania krawędzi),
  - powierzchnie elementów betonowych muszą zostać wykonane jako absolutnie gładkie, korekty wtórne powierzchni betonu są niedopuszczalne. Należy wykluczyć możliwość uszkodzenia w procesie rozszalowywania oraz podczas prowadzenia dalszych robót budowlanych. Wykonawca powinien opracować Plan Zapewnienie jakości dla tego zakresu robót.
  - powierzchnia betonu musi być w stopniu jak najdalej idącym wolna od porów powietrznych, największa dopuszczalna średnica porów to 2,0-3,0mm. Wielkość porów na całej powierzchni musi być podobna a ich rozmieszczenie musi być równomierne w celu zachowania homogenicznego wyglądu powierzchni betonu. Dla potrzeb projektu zakłada się maksymalną liczbę porów w ilości 30-40 na 1 metr kwadratowy powierzchni.
  - odnośnie równości tak wytworzonej powierzchni obowiązują przepisy normy DIN 18202, tabela 3, wiersz 6,
  - wykończenie powierzchni betonu nastąpi przez jego impregnację transparentnym, bezbarwnym, matowym środkiem hydrofobowym na podstawie wzorcowej próbki,
  - aż do momentu oddania budowy należy poprzez odpowiednie działania zapewnić trwałą ochronę powierzchni betonowych, uniemożliwiając uszkodzenie narożników, powstanie zadrapań powierzchni, plam farby, zabrudzeń oraz innych uszkodzeń w całym czasie trwania budowy.
- Obszary zastosowania wg wytycznych projektu architektonicznego.

### **Należy zastosować beton architektoniczny klasy 3.**

#### **Uwagi ogólne:**

- Dla powierzchni z betonu architektonicznego zdefiniowanych jako SB4 nie przewiduje się prac naprawczych. W przypadku wadliwego wykonania należy wykonany element wyburzyć i wykonać ponownie.
- Zabrania się wykonywania jakichkolwiek oznaczeń na przeznaczonych do wyeksponowania, widocznych powierzchniach gotowego betonu architektonicznego.
- Zabrania się używania na placu budowy twardych przyrządów pisarskich (np. twardych ołówków), gdyż mogą one w przypadku nierozważnego użycia trwale uszkodzić powierzchnie betonu architektonicznego przeznaczone do ekspozycji.

Wszystkie powierzchnie betonowe w budynku eksponowane do wnętrza lub na zewnątrz będą pokryte impregnacją transparentnym, bezbarwnym, matowym środkiem hydrofobowym paroprzepuszczalnym, dla zabezpieczenia przed działaniem wilgoci oraz chroniącym od brudu i zaplamień.

#### **2.1.6.1. Wymagania odnośnie estetyki**

Wykonawca robót jest zobowiązany do wykonania powierzchni wzorcowych w celu akceptacji jakości wykonanego betonu. Powierzchnie wzorcowe winny mieć minimalne rozmiary realnego elementu budowli i być wykonywane w warunkach zbliżonych do warunków panujących na placu budowy.

W przypadku wykonywania elementów betonowych przed rozpoczęciem odpowiednich robót należy wykonać i przedstawić Zamawiającemu i Projektantowi do akceptacji próbki wzorcowe na tyle wcześniej, aby mieli oni wystarczającą ilość czasu na komentarz i decyzję.

Ostateczne decyzje odnośnie kolorystyki elementów betonowych zostaną podjęte na placu budowy na podstawie porównania i oceny próbek wzorcowych. Późniejsza decyzja o zmianie lub korekcie odcienia betonu, podjęta na podstawie próbek nie będzie mieć wpływu na jego cenę.

Próbka po akceptacji projektanta powinna zostać zachowana jako element porównawczy służący do oceny wykonanego betonu elewacyjnego.

Deskowanie nie powinno pozostawiać żadnych plam na betonie i powinno być tak zmontowane i zamocowane, aby nie powstawały w betonie żadne skazy. Dla projektowanego obiektu deskowanie powinno być tego samego typu i pochodzić z jednego źródła. Wykonawca powinien zlikwidować jakiegokolwiek wady w wykończeniu, zgodnie z poleceniami Inspektora Nadzoru i Projektanta.

Wykończenie winno być zabezpieczone przed rdzą oraz plamami innego pochodzenia. Wszystkie połączenia deskowania dla widocznych powierzchni betonowych po wykończeniu powinny mieć regularny wzór zaakceptowany przez Architekta, składających się z poziomych i pionowych linii ciągłych biegnących przez cały obiekt, natomiast wszystkie połączenia konstrukcyjne powinny występować w miejscach przebiegu tych linii (pionowych lub poziomych).

### 2.1.6.2. Materiały potrzebne do wykonania robót z betonu architektonicznego

- ✓ Cement portlandzki lub hutniczy ( Na całość ściany jeden rodzaj cementu, od jednego producenta. Beton na cemencie hutniczym daje jaśniejszy kolor, wymagana jest dłuższa pielęgnacja betonu-w tym przypadku dłuższy czas pozostawiania betonu w szalunkach). Przy produkcji tych betonów należy stosować tylko jeden rodzaj cementu od jednego producenta (tj. pochodzący z tego samego klinkieru)
- ✓ Kruzywa i piaski: Należy zadbać o to, by kruzywa pochodziły z jednego złoża; szczególnie należy kontrolować i ograniczać wahania drobnych frakcji w piaskach.
- ✓ Kruzywa powinny być zgromadzone w boksach uniemożliwiających ich mieszanie i zanieczyszczanie ( np. gałęzie czy liście z drzew ). Kruzywo o uziarnieniu 2-8 mm siane .
- ✓ Dodatki mineralne – jeżeli będzie to popiół lotny to powinien mieć możliwie niską zawartość węgla – straty prażenia max. do 3%. Należy stosować domieszki posiadające świadectwo dopuszczenia (aprobatę techniczną) do stosowania w budownictwie i przestrzegać warunków instrukcji ich stosowania. Dobór domieszek należy uzależnić od planowanych warunków pogodowych, technologii betonowania i projektowanego czasu przerobu mieszanki betonowej
- ✓ Środki antyadhezyjne - stosować preparaty na bazie olejów parafinowych Addiment TR lub równoważny
- ✓ Zapewnienie jednorodności składników
- ✓ Woda - Do wykonania mieszanki betonowej należy użyć wody pitnej z wodociągu miejskiego lub innej spełniającej wymagania normy PN-EN 934-2.

Zaleca się, by ograniczyć dopuszczalne wahania wartości stosunku wodno-cementowego. Wahania w/c w betonie powyżej 0,02 powodują wyraźne różnice w jego zabarwieniu. Należy korzystać wyłącznie z nowoczesnych węzłów betoniarskich zapewniających powtarzalność dozowania poszczególnych składników, domieszek i dodatków (sterowanie komputerem) oraz mających oprzyrządowanie do pomiaru wilgotności piasku i kruzywa grubego, co pozwala na określenie rzeczywistej ilości wody dla mieszanki betonowej.

### 2.1.6.3. Wymagania dotyczące recepty i produkcji

Do robót żelbetowych z betonu architektonicznego należy stosować beton klasy B-37

- x Dozowanie składników na węźle produkcyjnym powinno być wagowe z dokładnością:
  - ±2% — przy dozowaniu cementu i wody,
  - ±3% - przy dozowaniu kruzywa.
- x Wszystkie wagi powinny posiadać świadectwa legalizacji
- x Węzeł powinien posiadać sondy wilgotności na piasku i kruzywie
- x Węzeł powinien być zautomatyzowany z rejestracją parametrów betonu
- x Producent powinien przedstawić receptę betonu i atesty na wszystkie surowce
- x Dokument WZ na beton powinien zawierać rzeczywiste odczyty z wag zadozowanych składników i rzeczywiste w/c z uwzględnieniem wilgotności kruzyw
- x Beton samozagęszczalny powinien mieć na budowie rozplływ zgodny z zadeklarowanym przez producenta, powinien ulegać samoodpowietrzaniu i nie wykazywać objawów segregacji
- x Rozplływ betonu powinien być sprawdzony na budowie
- x W przypadku betonów samozagęszczalnych niedopuszczalne jest wibrowanie na budowie
- x Beton dowożony z wytwórni do konstrukcji żelbetowych musi spełniać następujące wymagania:
  - nasiąkliwość -głębokość wnikania wody w tego typu beton nie powinna przekraczać 20-30mm
  - wskaźnik wodno-cementowy (w/c) - ma być mniejszy lub równy 0,45.
- x Skład mieszanki betonowej powinien być ustalony zgodnie z normą PN-EN206-1:2003 tak, aby przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelne ułożenie mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie.
- x Stosunek poszczególnych frakcji kruzywa grubego ustalany doświadczalnie powinien odpowiadać najmniejszej jamistości.
- x Zawartość piasku w stosie okruchowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna być większa niż 42% przy kruzywie grubym do 16 mm.
- x Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana metodą ciśnieniową wg normy PN-EN206-1:2003 nie powinna przekraczać:
  - wartości 2% - w przypadku niestosowania domieszek napowietrzających,

- wartości 3,5-5,5% - dla betonu narażonego na czynniki atmosferyczne, przy uziarnieniu kruszywa do 16 mm,
- wartości 4,5-6,5% - dla betonu narażonego na stały dostęp wody przed zamarznięciem przy uziarnieniu kruszywa do 16 mm.

- x Konsystencja mieszanki betonowej powinna być nie rzadsza od plastycznej, oznaczonej w normie PN-EN206-1:2003. Sprawdzanie konsystencji mieszanki przeprowadza się podczas projektowania jej składu i następnie przy wytwarzaniu.

#### 2.1.6.4. Domieszki i dodatki do betonu

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu:

- napowietrzającym,
- uplastyczniającym,
- przyspieszającym lub opóźniającym wiązanie.

Dopuszcza się stosowanie domieszek kompleksowych:

- napowietrzająco-uplastyczniających,
- przyspieszająco-uplastyczniających.

Zaleca się stosowanie jako domieszki modyfikujące plastyfikatory (reduktory wody) na bazie lignosulfonianów wapniowych lub magnezowych, i/lub superplastyfikatory (reduktory wody w dużym zakresie) melaminowe, naftalenowe lub ich mieszanki, a nawet upłynniacze najnowszej generacji, na bazie eterów polikarboksylowych.

Należy przewidzieć możliwość użycia barwników do betonu w celu osiągnięcia jednakowej barwy całych powierzchni ścian elewacyjnych

#### 2.1.6.5. Preparat hydrofobowy do zabezpieczenia polerowanego betonu architektonicznego

Należy zastosować koncentrat mikroemulsji silikonowej, który po rozcieńczeniu z wodą stanowi impregnat hydrofobizujący o wysokich zdolnościach penetracyjnych.

Preparat jest stosowany jako impregnat hydrofobizujący na chłonne podłoża jak np. beton w konstrukcjach inżynierskich i budowlanych narażonych na korozję chlorkową w środowisku morskim, itp.

- Nadaje się do ochrony przed wnikaniem (Zasada 1, metoda 1.1 wg PN-EN 1504-9)
- Nadaje się do kontroli zawilgocenia (Zasada 2, metoda 2.1 wg PN-EN 1504-9)
- Nadaje się do zwiększania oporności (Zasada 8, metoda 8.1 wg PN-EN 1504-9)

Impregnat do podłoży mineralnych takich jak beton, zaprawa, konstrukcji ceglanych (nie szkliwionych), kamiennych, gazobetonu, włókno cementu, farb mineralnych itp.

Chronić przed opadami atmosferycznymi i zawilgoceniem.

*Właściwości:*

- Redukuje podciąganie kapilarne wody
- Redukuje wchłanianie agresywnych roztworów rozpuszczonych w wodzie
- Nie zmienia paroprzepuszczalności impregnowanej powierzchni
- Wysoka penetracja podłoża betonowego
- Nie zmienia wyglądu powierzchni
- Poprawia odporność na zabrudzenia, ogranicza rozwój grzybów i pleśni
- Wysoka odporność na alkalia.

*Dane techniczne*

Baza chemiczna	Mikroemulsja silikonowa
Gęstość	~ 0,90 kg/dm <sup>3</sup> (w temp. +20°C)
Zawartość ciał stałych	100% (nierozcieńczony)
Głębokość penetracji	Klasa I: < 10 mm
Absorpcja wody	< 7,5% PN-EN 13580
Odporność na alkalia	< 10% PN-EN 13580
Współczynnik szybkości wysychania Klasa I:	> 30% PN-EN 13579
Odporność chemiczna	Na wodę i sole odładowe

### **2.1.7. Materiały inne**

#### **Zbrojenie odginane**

Zbrojenie odginane składa się z profilu z ocynkowanej blachy stalowej, w którym osadzone są żebrowane pręty zbrojeniowe. Pręty zbrojeniowe po jednej stronie profilu są do niego przygięte i osłonięte taśmą z tworzywa sztucznego.

#### **Element odciążający stropu**

Należy zastosować elementy odciążające strop w postaci Pustych plastikowych wkładów zabezpieczonych koszem ze stalowych prętów, układanych pomiędzy dolnym i górnym zbrojeniem płyty żelbetowej.

#### **Dybelistwy**

Dybelistwy składają się z trzpieni wykonanych ze stali BSt 500 S lub BSt 500 G. Trzpień połączone są ze sobą w jeden element przy pomocy płaskownika.

#### **System uszczelnień**

Podstawowym elementem systemu jest ocynkowana blacha pokryta warstwą aktywnego bentonitu oraz samorozpuszczalną folią organiczną zabezpieczającą bentonit przed przedwczesnym pęcznieniem.

### **3. SPRZĘT**

Wykonawca przystępujący do wykonania prac winien wykazać się możliwością korzystania z maszyn i sprzętu gwarantujących właściwą to jest spełniającą wymagania Specyfikacji Technicznej jakość robót.

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych prac, zarówno w miejscu tych prac, jak też przy wykonywaniu czynności pomocniczych oraz w czasie transportu, załadunku i wyładunku materiałów, sprzętu itp. Sprzęt używany przez wykonawcę winien uzyskać akceptację Nadzoru Inwestycyjnego.

### **4. TRANSPORT**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną na jakość wykonywanych robót.

Materiały przewożone na środkach transportu powinny być zabezpieczone przed ich przemieszczeniem i układane zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez ich wytwórcę.

Warunki transportu materiałów do produkcji mieszanki betonowej zostały określone:

- dla cementu w pkt. 2.1.1.2
- dla kruszywa w pkt. 2.1.2.2
- dla zbrojenia w pkt. 2.1.4.2.

Mieszanke betonową i wszystkie materiały niezbędne do wykonania elementów wchodzących w skład robót betonowych można przewozić środkami transportu zaakceptowanymi przez zarządzającego realizacją umowy. Do transportu mieszanki betonowej i cementu luzem oraz pozostałych materiałów należy stosować pojazdy do tego przystosowane.

Załadunek, transport i rozładunek materiałów należy prowadzić zgodnie z przepisami BIOZ i przepisami o ruchu drogowym.

Beton powinien być dostarczony i wbudowany w ciągu 1 godziny po wyprodukowaniu, przetransportowany przy użyciu samochodów – betoniarek. Użycie domieszek redukujących ilość wody oraz opóźniających wiązanie może zmienić wymieniony wyżej czas. Wymaga ono akceptacji wytwórcy betonu i zarządzającego realizacją umowy.

#### **4.1. Wymagania dotyczące transportu i pompowania betonu architektonicznego**

Transport mieszanki betonowej należy wykonywać przy pomocy mieszalników samochodowych (tzw. gruszek). Ilość „gruszek” należy dobrać tak, aby zapewnić wymaganą szybkość betonowania z uwzględnieniem odległości dowozu, czasu twardnienia betonu oraz koniecznej rezerwy w przypadku awarii samochodu. Podawanie i układanie mieszanki betonowej można wykonywać przy pomocy pompy do betonu lub innych środków zaakceptowanych przez Inspektora nadzoru.

Czas transportu i wbudowania mieszanki nie powinien być dłuższy niż:

- 90 min. - przy temperaturze +15°C,

- 70 min. - przy temperaturze +20°C,
- 30 min. - przy temperaturze +30°C.

Transport mieszanki betonowej na plac budowy należy zamówić przynajmniej na 2 dni przed betonowaniem.

Wymagane jest :

- dostarczenie na plac budowy mieszanki betonowej o zamówionej konsystencji,
- ilość wody w betonie musi być zgodna z zatwierdzoną recepturą (można sprawdzać przez odparowanie i zważenie próbki przed i po suszeniu)
- nie jest dopuszczalne jakiegokolwiek dodawanie wody do mieszanki poza ilością przewidzianą w recepturze, bowiem prowadzi to do obniżenia jakości betonu.
- latem, gdy przy dłuższym czasie transportu beton zaczyna sztywnieć, należy awaryjnie dozować do mieszanki w betonowozie niewielką ilość superplastyfikatora
- betonowozy transportujące beton muszą mieć włączone mieszanie przez cały czas transportu
- w przypadku dłuższego czasu transportu powinny być stosowane domieszki opóźniające wiązanie lub domieszki utrzymujące przez dłuższy czas konsystencję betonu
- niedopuszczalna jest modyfikacja składu betonu po przyjeździe na budowę, w związku z powyższym konsystencja betonu musi być precyzyjnie ustalona na węźle betoniarskim.

Przy odbiorze betonu należy sprawdzić powtarzalność konsystencji. Może to być jedynie kontrola wizualna lub oznaczenie średnicy rozpląwu na stoliku wstrząsowym.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Wykonanie mieszanki betonowej**

Mieszanka betonowa dla wykonania elementów wymienionych w punkcie 1.3, a wykonanych z betonów zwykłych oraz betonów specjalnych (dla  $F > 75$  i  $W > 4$ ) powinna odpowiadać wymaganiom PN-B-06250 oraz postanowieniom Specyfikacji Technicznej.

Dopuszczalna najmniejsza ilość cementu portlandzkiego w mieszance betonowej zagęszczanej mechanicznie wynosi odpowiednio:

- 220 kg/m<sup>3</sup> - dla elementów zbrojonych osłoniętych przed bezpośrednim działaniem czynników atmosferycznych (np. otynkowanych)
- 270 kg/m<sup>3</sup> - dla elementów zbrojonych narażonych bezpośrednio na działanie czynników atmosferycznych lub na stały dostęp wody przed zamarznięciem elementów niezbrojonych narażonych na stały dostęp wody przed zamarznięciem
- 250 kg/m<sup>3</sup> - dla elementów niezbrojonych narażonych bezpośrednio na działanie czynników atmosferycznych

Największa dopuszczalna ilość cementu nie powinna przekraczać:

- 450 kg/m<sup>3</sup> - dla betonów klas poniżej B35
- 550 kg/m<sup>3</sup> - dla betonów pozostałych klas

Dopuszczalne największe wartości parametru w/c wynoszą odpowiednio:

- 0,75 - dla elementów osłoniętych przed bezpośrednim działaniem czynników atmosferycznych (np. otynkowanych)
- 0,60 - dla elementów narażonych na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych
- 0,55 - dla elementów narażonych na stały dostęp wody przed zamarznięciem

Różnice w uziarnieniu mieszanki kruszywa stosowanego do produkcji mieszanki betonowej przyjętej do ustalania składu betonu nie powinny przekraczać:

- +10% dla frakcji mieszanki kruszywa
- +10% dla frakcji pyłowo-piaskowej od 0-0,5mm
- +20% dla zawartości poszczególnych frakcji powyżej 5mm

Jeżeli różnice przekraczają dopuszczalne wartości w poszczególnych partiach kruszywa, a średnie jego uziarnienie mieści się w dopuszczalnych granicach, kruszywa można użyć do betonu jedynie po uprzednim ujednoczeniu.

Urabialność mieszanki betonowej powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawiązywaniu bez wystąpienia pustek powietrznych w masie lub na powierzchni betonu.

Urabialność powinna być dostosowana do warunków formowania, określonych przez:

- kształt i wymiary konstrukcji
- ilości zbrojenia

- zakładanej wysokiej gładkości elementów
- sposobu układania i zagęszczania mieszanki betonowej

Zaleca się sprawdzenie doświadczalne urabialności mieszanki betonowej przez próbę formowania w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.

Konsystencja mieszanki betonowej :

- nie rzadsza niż półciekła – dla elementów gęsto zbrojonych
- nie rzadsza niż plastyczna – dla pozostałych elementów

Kontrolę konsystencji mieszanki betonowej należy przeprowadzić według PN-B-06250. Różnice pomiędzy przyjętą konsystencją a kontrolowaną nie powinny przekroczyć:

- +1cm – wg metody stożka opadowego przy konsystencji plastycznej
- +2cm – wg metody stożka opadowego przy konsystencji półcieklej
- +20% ustalonej wartości Ve-Be

Nie dopuszcza się korygowania konsystencji poprzez dodawanie wody w ilości większej niż przewidziano w składzie mieszanki. Korekta konsystencji winna odbywać się wyłącznie poprzez zmianę zawartości zaczynu w mieszance, przy zachowaniu stałego w/c lub poprzez stosowanie dopuszczalnych domieszek chemicznych

Zawartość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej nie powinna przekraczać:

- 2% w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających
- w przypadku niestosowania domieszek napowietrzających zgodnie z wartościami podanymi w tablicy nr 5 wg PN-B-06250.

Tablica nr 5 wg PN-B-06250

Grupy frakcji uziarnienia kruszywa, mm		0 - 8	0-16	0-31,5	0-63
Zawartość powietrza %	Beton narażony bezpośrednio na działanie czynników atmosferycznych	4,5 – 6,5	3,5 – 5,5	3 - 5	2 - 4
	Beton narażony na stały dostęp wody przed zamarznięciem	5,5 - 7,5	4,5 - 6,5	4 – 6	3 – 5

Recepta mieszanki betonowej winna być ustalona dowolną metodą doświadczalną lub obliczeniowo – doświadczalną, zapewniającą uzyskanie betonu o wymaganych właściwościach.

Do celów produkcyjnych należy sporządzić receptę roboczą, uwzględniającą zawilgocenie kruszywa, pojemność urządzenia mieszającego i sposoby dozowania. W receptie roboczej należy podać:

- przeznaczenie mieszanki betonowej
- konsystencję
- datę opracowania recepty

Korekta składu mieszanki powinna nastąpić gdy zaistnieje co najmniej jeden z poniższych przypadków:

- zmiana rodzaju składników
- zmiana uziarnienia kruszywa
- zmiana zawilgocenia powodująca zmiany całkowitej ilości wody zarobowej przekraczające  $5\text{dm}^3$  w  $1\text{m}^3$  mieszanki betonowej ustalonej według pierwotnej recepty

Wykonanie mieszanki betonowej winno odbywać się mechanicznie.

Dozowanie składników mieszanki betonowej powinno odbywać się wagowo z dokładnością:

- +3% dla kruszywa
- +2% dla cementu, wody i dodatków.

Dopuszcza się dozowanie objętościowe pod warunkiem uzyskania dokładności jak przy dozowaniu wagowym.

Czas mieszania składników powinien być ustalony doświadczalnie w zależności od składu i wymaganej urabialności mieszanki betonowej oraz rodzaju urządzenia mieszającego.



Zaleca się stosowanie domieszek chemicznych do betonu zgodnych z PN-B-23010:

- domieszki uplastyczniające i upłynniające - betony do wyrobów elementów gęsto zbrojonych i cieńkościennych
- domieszki napowietrzające – betony, od których wymagana jest odporność na działanie mrozu oraz betony narażone na stały dostęp wody przed zamarzaniem
- domieszki przyspieszające twardnienie, przeciwmrozowe – dla elementów betonowanych okresach obniżonej temperatury oraz w warunkach zimowych
- domieszki uszczelniające – dla betonów, od których wymagana jest wodoszczelność W8 i mała nasiąkliwość (płyta denna, stopy fundamentowe, ściany poniżej poziomu  $\pm 0,0$ , pozostałe konstrukcje podziemne).

## 5.2. Wykonanie zbrojenia konstrukcji

Elementy zbrojenia konstrukcji winny być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, wymogami zawartymi w specyfikacji technicznej oraz wymogami zawartymi w PN-B-06251.

Zaleca się aby zbrojenie dostarczano było na budowę w postaci siatek i szkieletów oraz gotowych do wbudowania prętów (dogiętych i przyciętych) w centralnej zbrojarni.

Cięcie i gięcie stali zbrojeniowej powinno być wykonywane mechanicznie.

Łączenie prętów należy wykonać zgodnie z PN-B-03260.

Skrzyżowania zbrojenia płyt i ścian wiąże się spawa lub łączy:

- ✓ w dwóch rzędach prętów skrajnych – każde skrzyżowanie
- ✓ w pozostałych skrzyżowaniach – co drugie, w szachownicę

W zbrojeniach płyt opartych na wszystkich podporach należy łączyć wszystkie skrzyżowania prętów. Skrzyżowania prętów z prostymi odcinkami strzemion należy łączyć na przemian.

Końce strzemion należy odginać do wewnątrz słupa i belki

Siatki i szkielety płaskie należy spawać lub zgrzewać zgodnie z punktami wskazanymi na rysunkach roboczych.

Szkielety przestrzenne należy wykonywać przez łączenie prętów pojedynczych lub płaskich szkieletów za pomocą spawania, zgrzewania lub wiązania drutem wiązałkowym.

Montaż zbrojenia należy wykonywać po sprawdzeniu i odbiorze deskowania.

Montaż zbrojenia belek bezpośrednio w deskowaniu zaleca się wykonywać tylko w przypadku, gdy deskowanie belki może być montowane po ułożeniu zbrojenia.

Montaż zbrojenia płyt należy wykonywać bezpośrednio na deskowaniu według oznaczonego rozstawu prętów.

Należy przestrzegać normowych długości i sposobów wykonywania zakładów prętów.

Do stabilizacji zbrojenia w deskowaniu oraz w celu zapewnienia wymaganego otulenia prętów zbrojeniowych betonem, należy stosować wkładki i podkładki dystansowe wykonane z zaprawy cementowej lub tworzyw sztucznych.

## 5.3. Formowanie konstrukcji

Przy wykonywaniu, kontroli i odbiorze deskowania należy przestrzegać postanowień zawartych w PN-B-06251.

Ze względu na dużą indywidualność obiektu należy zastosować deskowanie umożliwiające swobodne formowanie skomplikowanych konstrukcji. Jednocześnie, ze względu na dużą różnorodność i skomplikowanie niektórych elementów konstrukcji, wstępnie zakłada się, iż możliwe jest wykorzystanie kilku systemów deskowań oraz częściowe zastosowanie deskowania tradycyjnego.

Deskowania i rusztowania winny zapewniać sztywność i niezmienność wymiarów konstrukcji podczas układania zbrojenia, betonowania, dojrzewania i pielęgnacji konstrukcji oraz rozformowywania.

W przypadku stosowania deskowań i rusztowań nietypowych należy je wykonać zgodnie z projektem deskowania konstrukcji.

Urządzenia formujące powinny być tak szczelne, aby nie dopuścić do wycieku zaprawy cementowej z mieszanki betonowej.

Deskowanie belek o rozpiętości powyżej 4m. Winno być wykonane ze strzałką odwrotną do kierunku ugięcia konstrukcji. Wartość tej odchyłki winna zostać określona w projekcie deskowania konstrukcji lub w instrukcji dotyczącej danego rodzaju deskowania.

Poszycie elementów deskowania należy powlec środkiem antyadhezyjnym – zabezpieczających przed przywieraniem betonu do deskowania. Nieimpregnowane deskowanie należy przed ułożeniem mieszanki obficie zlać wodą.

Szczegółowe wymagania dotyczące warunków technicznych wykonania odbioru i eksploatacji rusztowań i deskowań należy opracować na etapie realizacji inwestycji w oparciu o projekt technologii i organizacji budowy, wykonany przez wykonawcę robót ( w zależności od przyjętych przez wykonawcę metod technologicznych i modeli organizacyjnych wykonania robót betonowych).

Prawidłowość wykonania deskowania i rusztowania winna podlegać odbiorowi. Sprawdzenie i dopuszczenie do użytku powinno być potwierdzone zapisem w dzienniku budowy.

#### **5.4. Betonowanie konstrukcji**

Betonowanie konstrukcji można rozpocząć po odbiorze urządzeń formujących (deskowania), rusztowań oraz zbrojenia elementów.

Deskowanie oraz zbrojenie powinno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci brudu, płatów rdzy. Powierzchnie poszycia urządzeń formujących winny być powleczone środkami uniemożliwiającymi przywarcie betonu do powierzchni urządzeń.

Przebieg układania mieszanki betonowej winien być rejestrowany w dzienniku robót z podaniem:

- daty rozpoczęcia i zakończenia betonowania całości i ważniejszych elementów budowli
- wytrzymałości betonu na ściskanie, robocze receptury mieszanek oraz ich konsystencje
- daty, miejsca i liczbę próbek pobranych do badań oraz ich oznakowanie, a następnie wyniki i terminy badań
- temperaturę zewnętrzną powietrza i inne dane dotyczące warunków atmosferycznych

Układanie mieszanki betonowej powinno być wykonane przy zachowaniu następujących warunków:

- w trakcie betonowania należy stale kontrolować zachowanie się deskowania, zbrojenia oraz rusztowania (czy nie następuje utrata prawidłowości kształtu konstrukcji, stateczności konstrukcji, sztywności konstrukcji, czy elementy nie ulegają przesunięciu / przemieszczeniu)
- należy dostosować szybkość betonowania do wytrzymałości i sztywności elementów formujących przy uwzględnieniu parcia świeżo ułożonej mieszanki
- w okresie upalnej i słonecznej pogody ułożona mieszanka winna być niezwłocznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wody
- w czasie opadów atmosferycznych układana i ułożona mieszanka powinna być zabezpieczona przed wodą opadową (nadmierną ilość wód opadowych – powodujących zmianę konsystencji mieszanki należy usunąć)

Wysokość swobodnego zrzucania mieszanki o konsystencji gęsto plastycznej nie powinna przekraczać 3m. Mieszanka ciekła winna być układana przy użyciu rynien lub rur tak aby wysokość swobodnego opadania nie przekraczała 50cm.

Słupy o przekroju co najmniej 40x40cm, lecz nie większym niż 0,8m<sup>2</sup>, bez krzyżującego się zbrojenia mogą być betonowane od góry z wysokości nie większej niż 5m; w przypadku stosowania mieszanki o konsystencji plastycznej lub ciekłej wysokość ta nie powinna przekraczać 3,5 m.

W przypadku konieczności układania mieszanki betonowej z wysokości większej niż podane wyżej należy stosować rynny, rury teleskopowe elastyczne (rękawy).

Mieszanka betonowa wymieszana w temperaturze do +20°C powinna być zużyta w czasie do 1,5 h, a przygotowana w temperaturze wyższej – do 1h. Jeżeli są stosowane środki przyspieszające wiązanie cementu, to czas ten zmniejsza się do 0,5h.

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się układanie masy pod dłuższym czasie niż podano powyżej, jeżeli masa da się należyście zagęścić, co powinno być potwierdzone doświadczalnie.

Czas transportu winien zapewniać dostarczenie na miejsce układania mieszanki o konsystencji określonej w projekcie jej składu.

Transport mieszanki betonowej na miejsce wbudowania nie powinien powodować segregacji składników, zmian składu, zanieczyszczenia, zmian temperatury przekraczającej określone

wymagania technologiczne, jak np.: chłodzenie w warunkach zimowych W zależności od ilości masy betonowej oraz odległości jej przewozu dopuszcza się następujących środków transportowych:

- taczki – przy odległościach do 40m., przerobie zmianowym do 30m<sup>3</sup> i spadku terenowym do 10%, wzniesienie terenu do 4%
- wózki dwukołowe (japonki) – przy odległościach do 300 m , przerobie zmianowym do 100m<sup>3</sup>, przy wzniesieniu i spadku terenu jak wyżej
- transportu pompowego (pneumatycznego) – przy odległościach do 300m. I dużych masach betonu oraz przy zapewnionej ciągłości betonowania
- przenośniki taśmowe – przy odległościach do 25m. I dużych masach betonu
- wywrotek samochodowych – przy pobieraniu masy betonowej z centralnej wytwórni i odległości przewozu do 5km, gdy ilości zmianowego zużycia masy betonowej są stosunkowo nieduże
- pojemników – mieszarek (betonowozów) zainstalowanych na samochodach w warunkach

Dopuszczalne odchylenia badanej po transporcie mieszanki w stosunku do założonej projektem może wynosić  $\pm 1\text{cm}$  przy stosowaniu stożka opadowego.

Dla betonów gęstych badanych metodą „Ve-be” różnice nie powinny przekraczać”

- dla betonów gęstoplastycznych  $\pm 4-6^{\circ}$
- dla betonów wilgotnych  $\pm 10-15^{\circ}$

Przy betonowaniu słupów o wysokości większej niż 5,0 m. należy dzielić je na pasma betonowania. Kolejne pasmo o przyjętej wysokości betonowania może być betonowane, gdy beton dolnego pasma osiągnie wytrzymałość 1,5Mpa, a szew roboczy zostanie przygotowany zgodnie z podanymi poniżej warunkami.

Do betonowania belek i płyt można przystąpić najwcześniej po dwóch godzinach od zabetonowania słupów (przy betonowaniu w normalnych warunkach) – gdy mieszanka betonowa w słupach / ścianach przejdzie proces osiadania.

Belki i podciąg o wysokości do 80 cm należy betonować warstwami po 35-40cm. Przy czym górną warstwę należy betonować równocześnie z płytą przekrycia. Belki o większej wysokości należy betonować z wykonaniem poziomych szwów roboczych a w poszczególnych warstwach betonowania jedno lub dwukierunkowego.

Przy betonowaniu płyt grubość warstwy mieszanki betonowej nie powinna przekraczać 120mm

Przerwy robocze należy sytuować w miejscach uprzednio przewidzianych i uzgodnionych z projektantem.

Ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej należy uzgodnić z projektantem.

W przypadku prostszych elementów konstrukcji betonowanie należy zakończyć:

- w belkach i podciągach – w miejscu występowania najmniejszych sił poprzecznych
- w słupach w płaszczyźnie stropów, belek lub podciągów. Belki i płyty monolitycznie związane ze słupami – ścianami należy betonować nie wcześniej niż po upływie 1-2h od zabetonowania tych słupów i ścian
- w płytach – na linii prostopadłej do belek lub żeber, na których wspiera się płyta; przy betonowaniu płyt w kierunku równoległym do podciągu dopuszcza się przerwę roboczą w środkowej części przęsła płyty

Powierzchnia betonu w miejscu przerwy roboczej winna być prostopadła do kierunku naprężeń głównych. Powierzchnię tę należy przed wznowieniem betonowania starannie przygotować do połączenia betonu stwardniałego z betonem świeżym przez:

- usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego luźnych okruszków betonu oraz warstwy powstałego szkliwa cementowego
- bezpośrednio przed ułożeniem świeżej warstwy masy betonowej obfite zwilżenie powierzchni połączenia i narzucenie kilkumilimetrowej warstwy zaprawy cementowej o stosunku zbliżonym do zaprawy w betonie wykonywanym, albo też narzucenie cienkiej warstwy zaczynu cementowego

Wznowienie betonowania w betonie zagęszczanym poprzez wibrowanie nie powinno odbywać się później niż w przeciągu 3h lub po całkowitym stwardnieniu betonu. Jeżeli temperatura powietrza przekracza +20°C, to czas trwania przerwy nie powinien przekraczać 2h. Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i uprzednio ułożonego betonu.

Układanie mieszanki należy rozpocząć od miejsca najniższego. W przypadku betonowania pionowych elementów cienkościennych (ściany) wysokość układanej warstwy może wynosić 60-70cm. Mieszankę

betonową należy układać równomiernie, rozprowadzać za pomocą łopat, rozgarniaczy płaskich lub za pomocą wibratorów pograżalnych.

Mieszanka betonowa winna być zagęszczona za pomocą urządzeń mechanicznych. Mieszanka betonowa w czasie zagęszczania nie powinna ulegać rozsegregowaniu, a ilość powietrza w mieszance betonowej po zagęszczeniu nie powinna być większa od dopuszczalnej.

Dopuszcza się w miejscach w których kształt i rodzaj deskowania lub gęste zbrojenie uniemożliwia mechaniczne zagęszczenie mieszanki dodatkowo stosowanie zagęszczania ręcznego za pomocą sztychowania.

Zaleca się stosowanie zagęszczania poprzez wibrowanie mieszanki betonowej.

Zakres i sposób stosowania wibratorów powinien być ustalony doświadczalnie w zależności od przekroju konstrukcji, mocy wibratorów odległości ich ustawienia, charakterystyki mieszanki betonowej itp.

Zaleca się stosowanie następujących rodzajów wibratorów:

- dla konstrukcji masywnych (stopu fundamentowe, płyta denna) – silne wibratory w zespołach, wibratory wgłębne o promieniu końcówki do 70mm (najbardziej wskazane), wibratory wgłębne z wałkiem giętkim, wibratory powierzchniowe
- dla płyt o grubości powyżej 20cm – silne wibratory w zespołach, wibratory wgłębne o promieniu końcówki do 70mm (najbardziej wskazane), wibratory wgłębne z giętkim wałkiem, wibratory powierzchniowe, wibratory listwowe
- dla płyt o grubości do 20cm – wibratory wgłębne z giętkim wałkiem (najbardziej wskazane), wibratory iglicowe, wibratory powierzchniowe, wibratory listwowe, wibratory przyczepne
- dla ścian o grubości powyżej 20 cm – wibratory wgłębne o promieniu końcówki do 70mm (najbardziej wskazane), wibratory z giętkim wałkiem
- dla ścian o grubości do 20 cm – wibratory wgłębne o promieniu końcówki do 70mm, wibratory z giętkim wałkiem (najbardziej wskazane)
- belki (podciąg, belki obwodowe o szerokości powyżej 20cm) o rozstawie prętów zbrojeniowych poniżej 20cm – wibratory wgłębne o średnicy końcówki do 30mm (najbardziej wskazane), wibratory z wałkiem giętkim, wibratory iglicowe
- belki (podciąg, belki obwodowe) o rozstawie prętów zbrojeniowych 20 - 80cm – wibratory wgłębne o średnicy końcówki do 70mm (najbardziej wskazane), wibratory z wałkiem giętkim, wibratory iglicowe
- słupy wibratory wgłębne o średnicy końcówki do 70mm (najbardziej wskazane), wibratory z wałkiem giętkim, wibratory przyczepne
- pozostałe konstrukcje (o średnich wymiarach) - wibratory głębine (najbardziej wskazane), wibratory z wałkiem giętkim, wibratory powierzchniowe
- pozostałe konstrukcje (o wymiarach przekroju poprzecznego do 20cm i rozstawie zbrojenia do 20cm) - wibratory wgłębne o średnicy końcówki do 30mm o średnicy końcówki (najbardziej wskazane), wibratory z wałkiem giętkim, wibratory przyczepne, wibratory iglicowe
- pozostałe konstrukcje (o wymiarach przekroju poprzecznego do 20cm i rozstawie zbrojenia powyżej 20cm) - wibratory wgłębne o średnicy końcówki do 70mm, wibratory z wałkiem giętkim (najbardziej wskazane), wibratory przyczepne, wibratory iglicowe.
- do konstrukcji o bardzo gęstym zbrojeniu (podciąg w strefach podpór) należy stosować wibratory prętowe.

Średnice buław wibratorów nie powinny być większe od 0,65 rozstawu zbrojenia, tak aby uniknąć bezpośredniego styku buławy ze zbrojeniem.

Przy stosowaniu wibratorów pograżalnych odległość sąsiednich zagłębień wibratora nie powinna być większa niż 1,5-krotny skuteczny promień działania wibratora. Grubość warstwy zagęszczanej mieszanki nie powinna być większa od 1,25 długości buławy wibratora (części roboczej). Wibrator w trakcie pracy winien być zagłębiany 5-10cm w dolną warstwę ułożonej mieszanki. Konsystencja mieszanki zagęszczanej wibratorem pograżalnym winna być plastyczna lub półciekła. Buławę wibratora należy wolno opuszczać i podnosić pionowo, utrzymując w zanurzeniu od 20 do 30s, unoszenie buławy w górę powinno być jednostajne i dokonywane z prędkością nie większą niż prędkość opuszczania.

Przy stosowaniu wibratorów powierzchniowych płaszczyzny ich działania na kolejnych stanowiskach powinny zachodzić na siebie na odległość 10-20cm. Grubość zagęszczanej warstwy mieszanki betonowej nie powinna przekraczać w konstrukcjach zbrojonych pojedynczo 20cm, a w konstrukcjach zbrojonych podwójnie 12cm.

Konsystencja mieszanki betonowej zagęszczanej wibratorami powierzchniowymi winna być gęstoplastyczna lub plastyczna.

Przy stosowaniu wibratorów przyczepnych należy stosować odpowiednio przystosowane urządzenia formujące wyposażone w odpowiednią ilość uchwytów tak skonstruowanych, aby łatwo można było mocować i zwalniać wibrator.

Częstotliwość drgań wynosi około 3000 drgań/min, skuteczny promień działania do 50 cm głębokości. Przy jednostronnym dostępie do elementu jego szerokość nie powinna przekraczać 50cm oraz 100cm przy dwustronnym dostępie.

Rozstaw wibratorów przyczepnych należy ustalić doświadczalnie

Mieszanki z kruszywami o ziarnach do 10mm należy wibrować wibratorami o częstotliwości około 6000 drgań/min i amplitudzie około 0,1mm, natomiast mieszanki z kruszywami o ziarnach grubszych (do 40mm) należy zagęszczać wibratorami o częstotliwości około 2000 drgań/min i amplitudzie 0,3-0,6mm.

Zagęszczanie betonu należy realizować na podstawie planu wibracji, w którym należy przewidzieć przerwy w betonowaniu, poziomy i miejsca położenia urządzeń wibracyjnych.

Wznowienie betonowania po przerwie, w czasie której mieszanka betonowa związała na tyle, że nie uległa uplastycznieniu pod wpływem działania wibratora, jest możliwa dopiero po osiągnięciu przez beton wytrzymałości co najmniej 2 MPa i odpowiednim przygotowaniu powierzchni stwardniałego betonu.

Przy prowadzeniu prac betonowych w okresie obniżonej temperatury – przy obniżaniu się temperatury poniżej  $-1^{\circ}\text{C}$  należy; betony winny wykazywać wytrzymałość na ściskanie równą co najmniej:

- $80\text{kg/cm}^2$  - przy  $c/w > 1,8$
- $100\text{kg/cm}^2$  - przy  $c/w < 1,8$

Betony chronione przed zawilgoceniem w czasie działania mrozu powinny w chwili, gdy temperatura ich spada poniżej  $-1^{\circ}\text{C}$ , odznaczać się takim stopniem stwardnienia, jaki uzyskuje się po upływie 1 doby w temperaturze  $+18^{\circ}\text{C}$ .

Obciążenie zabetonowanej konstrukcji przez ludzi, środki transportu i urządzenia formujące dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości na ściskanie co najmniej 2,5 MPa pod warunkiem, że odkształcenia deskowania nie spowoduje powstania rys i uszkodzeń betonu.

Nie należy obciążać świeżo zabetonowanych stropów i schodów przez co najmniej 36h od chwili ich zabetonowania (przy dojrzewaniu konstrukcji w normalnej temperaturze  $- >+10^{\circ}\text{C}$ ).

Przy wykorzystywaniu zabetonowanej konstrukcji do celów komunikacyjnych należy ułożyć kładki i torowiska (z desek gr. min 36mm) zabezpieczających konstrukcję betonową przed uszkodzeniem.

Szczegółowe wytyczne dotyczące sposobu układania, zagęszczania i pielęgnacji mieszanki betonowej winny zostać opracowane w projekcie technologii i organizacji budowy wykonanego przez wykonawcę robót ( w zależności od przyjętych przez wykonawcę metod technologicznych i modeli organizacyjnych wykonania zadania inwestycyjnego).

Przy dostawie masy betonowej samochodami punkt zsypu masy betonowej powinien być wyposażony w odbojnice zabezpieczające samochód przed stoczeniem się.

## **5.5. Pielęgnacja betonu**

Pielęgnację i ochronę twardniejącego betonu należy rozpocząć zaraz po zagęszczeniu betonu.

Warunki dojrzewania świeżo ułożonej mieszanki betonowej i jego pielęgnacja w początkowym okresie twardnienia powinny:

- zapewnić utrzymanie określonych warunków cieplno-wilgotnościowych niezbędnych do przewidywanego tempa wzrostu wytrzymałości betonu
- uniemożliwić powstawanie rys skurczowych w betonie
- chronić twardniejący beton przed uderzeniami, wstrząsami i innymi wpływami pogarszającymi jakość konstrukcji
- zapewnić ochronę odsłoniętych powierzchni przed działaniem czynników atmosferycznych, w szczególności wiatru i promieni słonecznych, a w okresie zimowym mrozu poprzez ich osłanianie i zwilżanie dostosowane do pory roku

- utrzymywać beton w stałej wilgotności przez co najmniej 7dni- przy stosowaniu cementów portlandzkich i 14 dni przy stosowaniu cementów hutniczych i innych.

Nawilżanie betonu normalnie twardniejącego należy rozpocząć po 24h od chwili jego ułożenia. Przy temperaturze otoczenia wyższej niż +5°C należy nie później niż po 12h rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu.

Przy temperaturze powyżej +15°C beton należy zwilżać w ciągu pierwszych 3 dni co 3h w dzień i co najmniej jeden raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę.

Przy temperaturze otoczenia poniżej +5°C betonu nie należy polewać.

Betony naparzone należy zwilżać wodą bezpośrednio po naparzeniu przez co najmniej 3 dni (woda winna mieć temperaturę dostosowaną do temperatury elementu).

Woda stosowana do pielęgnacji betonu winna spełniać wymagania PN-B-32250.

## 5.6. Rozformowanie konstrukcji

Całkowite usunięcie deskowania i rusztowania konstrukcji może nastąpić gdy beton osiągnie wytrzymałość wymaganą w projekcie. Winno to nastąpić po ustaleniu rzeczywistej wytrzymałości betonu określonej na próbkach przechowywanych w warunkach zbliżonych do warunków dojrzewania betonu w konstrukcji.

Deskowanie i rusztowanie winno pozostawać tym dłużej, im większy jest stosunek obciążenia, które przypada na daną część konstrukcji, do obciążenia całkowitego, na jakie jest obliczona dana część budowli.

Demontaż deskowania i rusztowania należy prowadzić w sposób wykluczający spowodowanie powstania szkodliwych naprężeń w danej konstrukcji oraz uszkodzenia powierzchni betonu i elementów deskowania.

Przy usuwaniu deskowania należy przestrzegać poniższych zasad:

- boczne ścianki deskowania - nie przenoszące obciążenia od ciężaru konstrukcji, można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie konstrukcji
- usunięcie nośnego deskowania dopuszcza się po osiągnięciu przez beton:
  - w stropach - dla konstrukcji wykonywanych w okresie letnim 15MPa i 17,5 MPa dla konstrukcji wykonywanych w okresie obniżonej temperatury
  - w ścianach - dla konstrukcji wykonywanych w okresie letnim 2MPa i 10MPa dla konstrukcji wykonywanych w okresie obniżonej temperatury
  - w belkach o rozpiętości do 6m. Po osiągnięciu przez beton 70% projektowanej wytrzymałości
  - w belkach o rozpiętości powyżej 6m. Po osiągnięciu przez beton 100% projektowanej wytrzymałości

Usuwanie deskowania stropów należy przeprowadzać przy zachowaniu następujących zasad:

- niedopuszczalne jest usunięcie podpór stropu znajdującego się bezpośrednio pod betonowanym stropem
- podpory deskowania niżej położonego stropu mogą usunięte tylko częściowo. Pod belkami i podciągami należy pozostawić podpory w odległości nie większej niż co 3m. Ilość podpór i rozstawa podpór winien być ustalony w projekcie technologii i organizacji robót betonowych.
- całkowite usunięcie deskowania stropów leżących niżej nastąpić dopiero po osiągnięciu przez beton założonej w projekcie wytrzymałości.
- usuwanie deskowania powinno odbywać się przy kontroli nadzoru technicznego

Szczegółowe wytyczne dotyczące sposobu rozformowywania elementów konstrukcji winny zostać opracowane w projekcie technologii i organizacji budowy lub projektu deskowania konstrukcji wykonanego przez wykonawcę robót ( w zależności od przyjętych przez wykonawcę metod technologicznych i modeli organizacyjnych wykonania zadania inwestycyjnego).

## 5.7. Wymagania dotyczące wykonania elementów z betonu architektonicznego

Wymagane jest stosowanie betonów SCC betony samo zagęszczające. Szczególne własności tych betonów to przede wszystkim:

- upłynnienie i homogenizacja mieszanki betonowej
- możliwość uzyskania jednorodnej mieszanki betonowej o wysokiej ciekłości utrzymującej się w czasie, nie wykazującej tzw. „bleedingu”
- prawie całkowite wyprowadzenie powietrza z mieszanki betonowej podczas układania

- zdolność do wypełniania wszystkich przestrzeni wewnątrz szalunków nawet o skomplikowanych kształtach i szczelnego otulenia zbrojenia bez stosowania pracochłonnego zagęszczania.

#### *Styki płyt szalunkowych*

Należy starannie rozplanować porządek i rozmieszczenie styków poszczególnych płyt szalunkowych z uwzględnieniem wytycznych rozmieszczenia podziałów zawartych w dokumentacji wykonawczej branży architektonicznej. Należy starannie i w sposób jednakowy dla całego obiektu uszczelnić styki płyt szalunkowych w celu zapobieżenia wypływowi mleczka cementowego. Należy przewidzieć wyłożenie szalunków materiałami, tkaninami pozwalającymi uzyskać jednolitą powierzchnię ścian.

#### *Podawanie mieszanki na placu budowy, wbudowanie w szalunki i zagęszczanie betonu*

Zakłada się podawanie mieszanki betonowej od dołu szalunków pod ciśnieniem. Podawanie mieszanki od góry będzie dopuszczane pod warunkiem uzyskania pozytywnych powierzchni referencyjnych. Konsystencja betonu powinna być dopasowana do sposobu podawania betonu do szalunków.

Beton powinien być tak podawany do szalunków aby powstała dobrze zagęszczona, jednorodna struktura. W przypadku podawania mieszanki od góry należy zwracać uwagę aby beton nie spadał ze zbyt dużej wysokości i nie uderzał zbyt mocno w szalunki. Swobodne spadanie betonu powinno być ograniczone max. do 1 m, w przeciwnym razie może dojść do segregacji składników. Beton powinien być podawany równomiernie w szalunki, a nie rozgarniany wibratorami.

Proces zagęszczania mieszanki jest szczególnie istotny w przypadku betonów fasadowych.

Zagęszczanie betonu decyduje o jakości betonu.

W trakcie realizacji zaleca się zwrócić szczególną uwagę na następujące czynniki :

- x nowe i stare szalunki, ze względu na ich różny wpływ na kolor betonu, nie mogą być wspólnie stosowane. Należy stosować wyłącznie nowe szalunki
- x szalunki powinny być szczelne uniemożliwiające wypływanie mleczka ( zaczynu cementowego). Przy stosowaniu deskowań należy dbać o ich szczelność;
- x powierzchnia szalunku musi być dokładnie czyszczona i skontrolowana przez każdym następnym zastosowaniem; należy kontrolować częstość zastosowania jednego szalunku
- x styki szalunków winny umożliwiać ich doszczelnienie
- x preparat antyadhezyjny należy nanosić w minimalnej koniecznej ilości; przed doбором takiego preparatu należy sprawdzić na drodze prób jego wpływ na tworzenie się porów na powierzchni betonu oraz na jego kolor, pamiętając jednocześnie o czasie odparowywania niektórych składników preparatów
- x należy preferować betonowe podkładki dystansowe. Zaletą podkładek betonowych jest dobre związanie ich z betonem. Podkładki plastikowe tego nie zapewniają, a drobne powstające wokół nich rysy mogą stanowić otwarte wrota dla czynników korozyjnych
- x kotwy szalunku winny być rozmieszczone wg z góry ustalonego wzoru; chodzi o ogólne wrażenie równomiernego i planowanego rozmieszczenia otworów technologicznych
- x beton winien być zabudowywany bez przerw; przy tym wysokość warstwy betonu nie powinna być większa jak 50 cm; w szczególnych wypadkach (podcięte szalunki, beton lekki, gęste zbrojenie) nie większa jak 30 cm
- x beton powinien być wylewany, a nie zrzucany z wysokości, w zawiązku z powyższym pompa do betonu powinna posiadać na końcówce rur stalowych węża gumowego o długości i średnicy umożliwiającej wsadzenie węża do szalunku nawet przy gęstym zbrojeniu (dotyczy betonowania od góry)
- x niedopuszczalne są przerwy w ciągłości układania betonu
- x powierzchnie betonu architektonicznego należy chronić przed zabrudzeniem plamami rdzy. Stalowe elementy stykające się z tymi powierzchniami można zabezpieczyć przed bezpośrednim kontaktem przez przesmarowanie ich mleczkiem cementowym lub zastosowanie okryć z folii.
- x należy zapewnić równomierny i jednakowy sposób pielęgnacji betonu, gdyż różny stopień hydratacji cementu może prowadzić do różnic w barwie betonu.
- x beton powinien być pielęgnowany na mokro, zabezpieczony przed utratą wilgoci, przed słońcem i wiatrem.
- x przerwy w betonowaniu należy sytuować w miejscach uprzednio przewidzianych i uzgodnionych z Projektantem.
- x ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej powinno być uzgodnione z Projektantem, a w prostszych przypadkach można się kierować zasadą, że powinna ona być prostopadła do powierzchni elementu.

- ✗ powierzchnia betonu w miejscu przerwania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia betonu stwardniałego ze świeżym przez usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego, luźnych okruszków betonu oraz warstwy szkliva cementowego oraz zwilżenie wodą.
- ✗ powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.
- ✗ należy unikać przerw w dostawie betonu. Inspektor nadzoru może wymagać, aby wylanie betonu rozpoczęło się lub zakończyło poza godzinami pracy, a przerwy dla pracowników zostały przesunięte, bez ponoszenia dodatkowych kosztów. W związku z powyższym Inspektor nadzoru może wymagać, aby betonowanie było kontynuowane w czasie deszczu. Wykonawca podejmie odpowiednie środki ostrożności.
- ✗ betonowanie uznaje się za ciągłe, jeżeli przerwy pomiędzy kolejnymi wylewkami są krótsze niż 1 godzina (chyba, że użyto szybko wiążącego cementu). Dłuższe przerwy muszą być zatwierdzone laboratoryjnie biorąc pod uwagę rodzaj użytego cementu, temperaturę wylwania, dodatki, itp.
- ✗ po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu.
- ✗ w przypadku, gdy betonowanie konstrukcji wykonywane jest także w nocy, konieczne jest wcześniejsze przygotowanie odpowiedniego oświetlenia, zapewniającego prawidłowe wykonawstwo robót i dostateczne warunki bezpieczeństwa pracy.
- ✗ w płytach stropowych pomiędzy poszczególnymi sekcjami betonowania należy pozostawić przerwy robocze pokazane na rysunkach konstrukcyjnych, które zostaną zabetonowane z opóźnieniem min. 21 dni.

#### *Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu*

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

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do -5°C, jednak wymaga to zgody Inspektora nadzoru oraz zapewnienia temperatury mieszanki betonowej +20°C w chwili układania i zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni. Temperatura mieszanki betonowej w chwili opróżniania betoniarki nie powinna być wyższa niż 35°C. Niedopuszczalne jest kontynuowanie betonowania w czasie ulewnego deszczu, należy zabezpieczyć miejsce robót za pomocą mat lub folii.

#### *Pielęgnacja świeżego betonu*

Świeży beton musi być chroniony przed wysychaniem do uzyskania wystarczającej twardości i wytrzymałości. Długość pielęgnacji uzależniona jest m.in. od rodzaju cementu oraz warunków atmosferycznych.

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi wodoszczelnymi osłonami zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i nasłonecznieniem.

Przy temperaturze otoczenia wyższej niż +5°C należy nie później niż po 12 godz. od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją co najmniej przez 7 dni (przez polewanie co najmniej 3 razy na dobę).

Przy temperaturze otoczenia +15°C i wyższej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej 1 raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę.

Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN-B-32250.

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.

Dopuszczalne są różne sposoby pielęgnacji:

- elementy można trzymać w szalunkach, przy czym w przypadku chłonnych szalunków stale utrzymywać wilgoć,
- okrywanie wilgotnymi matami jutowymi, przykrytymi dodatkowo foliami,
- stosowanie płynnych środków do pielęgnacji rozpylanych na powierzchni betonu bezpośrednio po zabetonowaniu, Addiment NB lub równoważny.

Długość pielęgnacji uzależniona jest m.in. od rodzaju cementu oraz warunków atmosferycznych. Standardowo pielęgnację prowadzić należy przez ok. 3 dni. W szczególnych przypadkach, np. dodanie popiołów lotnych lub mikrokrzemionki konieczna jest dłuższa pielęgnacja.



### *Wykańczanie powierzchni betonu*

Dla powierzchni betonu obowiązują następujące wymagania:

- wszystkie betonowe powierzchnie muszą być gładkie i równe, bez zagłębień między ziarnami kruszywa, przełomami i wybrzuszeniami ponad powierzchnię,
  - pęknięcia i rysy są niedopuszczalne,
  - równość powierzchni ustroju nośnego przeznaczonej pod izolację powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-B-10260; wypukłości i wgłębienia nie powinny być większe niż 2 mm.
- Wyklucza się szpachlowanie konstrukcji po rozdeskowaniu.

### *Deskowania*

Konstrukcja deskowań powinna być sprawdzana na siły wywołane parciem świeżej masy betonowej i uderzeniami przy jej wylewaniu z pojemników oraz powinna uwzględniać:

- szybkość betonowania,
- sposób zagęszczania,
- obciążenia pomostami roboczymi.

Konstrukcja deskowania powinna spełniać następujące warunki:

- zapewniać odpowiednią sztywność i niezmienność kształtu konstrukcji,
- zapewniać jednorodną powierzchnię betonu,
- zapewniać odpowiednią szczelność,
- zapewniać łatwy ich montaż i demontaż oraz wielokrotność użycia,
- wykazywać odporność na deformację pod wpływem warunków atmosferycznych.

Wykonawca powinien przewidzieć nietypowe rozmieszczenie i kształt elementów szalunku, również w przypadku stropów. Nie przewiduje się poziomych styków płyt szalunkowych w pomieszczeniach o wysokości do 3,05m. Styki te należy ukryć np. w grubości stropu lub posadzki.

Dla projektowanego obiektu powinno być użyte deskowanie systemowe, tego samego typu, pochodzące z jednego źródła i posiadające parametry deskowania nowego. Zakłada się użycie wielkoformatowych szalunków gładkich mało chłonnych PERI lub równoważne. Deskowania zaleca się wykonywać ze sklejki. Deskowania dla ścian o jakości SB4 zaleca się zastosowanie ze sklejki wodoodpornej bakelityzowanej. Deskowanie stropów należy również wykonać przy użyciu elementów wielkoformatowych. Deskowanie powinno być składowane w miejscu nienarażonym na wpływ czynników atmosferycznych.

Wszystkie widoczne krawędzie betonu mają posiadać ostre krawędzie - bez sfazowania krawędzi (bez deskowania trójkątnych listew narożnikowych). Dotyczy to także wszystkich krawędzi otworów z zagłębieniami w ścianach i stropach. Krawędzie betonu niewidocznego powinny być ścięte pod kątem 45 stopni za pomocą listwy trójkątnej - listwy te następnie muszą być usuwane z wykonanej konstrukcji.

Deskowania powinny być wykonane ściśle według dokumentacji, przed wypełnieniem masą betonową dokładnie sprawdzone, aby wykluczały możliwość jakichkolwiek zniekształceń lub odchyłeń w wymiarach betonowej konstrukcji. Prawidłowość wykonania deskowania powinna być stwierdzona przez Inspektora nadzoru. Wykonanie deskowań powinno uwzględnić podniesienie wykonawcze związane ze strzałką konstrukcji pod wpływem ciężaru ułożonego betonu.

Deskowanie powinno w czasie jego eksploatacji zapewnić sztywność i niezmienność układu oraz bezpieczeństwo konstrukcji. Elementy powierzchniowe szalunków (płyty) winny mieć grubość zapewniającą im nieodkształcalność po napełnieniu szalunków betonem. Należy wykonać odpowiednie obliczenia statyczne.

Należy dbać o to, by złącza szalunków były na tyle szczelne, by nie dochodziło do wypływu mleczka cementowego (na skutek utraty wody w tym obszarze i obniżenia wartości stosunku wodno-cementowego w tym obszarze dochodzi do wystąpienia ciemniejszych fragmentów betonu).

Wnętrze szalunków powinno być pokryte lekkim czystym środkiem antyadhezyjnym, który nie zabarwi ani nie zniszczy powierzchni betonu. Natłuszczenie należy wykonać po zakończeniu budowy deskowań lecz przed ułożeniem zbrojenia, które w żadnym przypadku nie powinno ulec zanieczyszczeniu jakimkolwiek środkiem. Elementy łączenia (np. łby śrub i nitów) powinny być tak wykonane, aby nie pozostawiały śladów na powierzchni betonu. Klamry lub inne urządzenia łączące powinny zapewnić połączenie szalunków i możliwość ich usunięcia bez uszkodzenia betonu. Otwory i wydrążenia na elementy spinające deskowania należy zaślepić po rozszalowaniu betonu.

W uzasadnionych przypadkach na część deskowań można użyć desek z drzew iglastych III lub IV klasy. Minimalna grubość desek wynosi 32 mm. Deski powinny być jednostronnie strugane i przygotowane do łączenia na wpust i pióro. Styki, gdzie nie można zastosować połączenia na pióro i wpust, należy uszczelnić masami z tworzyw sztucznych albo pianką.

Należy zwrócić szczególną uwagę na uszczelnienie styków ścian z dnem deskowania oraz styków deskowań belek i poprzecznie.

Sfazowania należy wykonywać zgodnie z dokumentacją projektową. Otwory w konstrukcji i osadzanie elementów typu odcinki rur, łączniki należy wykonać wg wymagań dokumentacji projektowej.

*Wykonywanie otworów, nisz, zagłębień itp.*

Wykonawca ma obowiązek ścisłego wykonywania konstrukcji zgodnie z rysunkami, uwzględniając ewentualne korekty wprowadzane przez Nadzór autorski lub Inżyniera. Dotyczy to wykonania wszelkiego rodzaju otworów, nisz i zagłębień w konstrukcjach betonowych. Wszystkie konsekwencje wynikające z braku lub nieprawidłowości tych elementów obciążają całkowicie Wykonawcę zarówno jeśli chodzi o rozkucia i naprawy jak i ewentualne opóźnienia w wykonaniu prac własnych i towarzyszących (wykonywanych przez innych wykonawców).

### **5.7.1. Wykonanie betonu polerowanego**

W wyznaczonych pomieszczeniach należy wykonać stropy w jakości polerowanego betonu architektonicznego.

Technika polega na odpowiednim zeszlifowaniu nieszlachetnych warstw i kilkietapowego polerowania. Gotowa powierzchnia posiadająca wysoką wytrzymałość, odporność na ścieranie, a także wysokie właściwości dekoracyjne.

Proces przygotowania:

1. wylicowanie stropu – zdjęcie mleczka cementowego
2. szlifowanie do uzyskania pełnej gładkości i połysku
3. polerowanie i końcowa impregnacja.

Beton szlifowany można wykonać zarówno na elementach istniejących jak i nowo wylewanych. Prace prowadzone są w systemie bezpyłowym. Do przygotowania betonu szlifowanego potrzebne są duże szlifierki posadzkarskie oraz silne odkurzacze odsysające pył.

Po uzyskaniu odpowiedniego stopnia wyszlifowania betonu należy nanieść na powłokę hydrofobową na bazie silikonów.

### **5.7.2. Szczegóły aplikacji środka hydrofobowego**

Podłoże musi być czyste i odpylone, wolne od zaolejeń, wykwitów i starych powłok.

Rysy o rozwarości powyżej 200 µm muszą zostać naprawione przed aplikacją warstwy hydrofobowej.

Najlepsze efekty daje mycie szczotką z odpowiednim detergentem albo lekkie przepiaskowanie powierzchni lub czyszczenie za pomocą pary.

Optymalny efekt hydrofobizacji uzyskuje się na suchym i bardzo chłonnym podłożu, zabezpieczana powierzchnia musi być sucha, bez widocznych plam wilgoci.

Przy zabezpieczaniu betonu fasadowego zalecane jest, aby na polu próbnym sprawdzić czy wilgotność przy powierzchni i na głębokości 1 cm jest poniżej 5%.

#### *Warunki aplikacji*

- Temperatura podłoża Minimum +8°C / Maksimum +30°C
- Temperatura otoczenia Minimum +8°C / Maksimum +30°C
- Wilgotność podłoża Maksimum 5%

#### *Sposoby aplikacji*

Nanosić za pomocą natrysku niskociśnieniowego, pędzla lub wałka, od góry do dołu zabezpieczanej powierzchni w takiej ilości, aby materiał nie spływał.

Kolejną warstwę preparatu nanosić metodą „mokre na mokre”.

#### *Czyszczenie narzędzi*

Narzędzia należy od razu po użyciu umyć wodą. Utwardzony materiał można usunąć jedynie mechanicznie.

#### *Czas przydatności do użycia*

Rozcieńczony materiał należy zużyć w ciągu jednego dnia.

### *Czas pomiędzy ułożeniem kolejnych warstw*

Preparat można pokrywać farbami polimerowymi na bazie wody lub rozpuszczalnika – w sprawie szczegółów należy skontaktować z producentem farby.

### *Uwagi do stosowania*

Minimalny wiek betonu lub zaprawy: 4 tygodnie.

Elementy budowlane (np. ramy okien) należy chronić przed zachlapaniem preparatem.

Zalecane jest wykonanie pola próbnego przed zastosowaniem.

Materiału nie można malować farbami wapiennymi i na bazie cementu.

Na podłożach pokrytych wykwitami solnymi (szczególnie ceglanych) preparat może niedostatecznie głęboko wnikać w podłoże i należy się liczyć z możliwością powstania dalszych wykwitów.

Na powierzchniach poziomych efekt hydrofobowy (odpychania wody) jest słabszy.

Warstwa preparatu może spowodować obniżenie przyczepności środków uszczelniających (np. w elementach prefabrykowanych). W takich przypadkach należy użyć odpowiedniego preparatu gruntującego.

### *Wiązanie materiału*

Pielęgnacja - nie wymaga specjalnej pielęgnacji, ale musi być chroniony przed deszczem, przez co najmniej 3 godziny w +20°C.

### *Warunki BHP, ochrona środowiska*

Produkt łatwopalny. Podczas pracy nie wolno zbliżać się ze źródłem otwartego ognia i narzędziami iskrzącymi. Obowiązuje ubranie, rękawice i okulary ochronne.

Przy aplikacji natryskiem dodatkowo maseczka przeciwpylowa na usta i nos oraz posmarowanie odsłoniętych części ciała kremem ochronnym. Podczas pracy w pomieszczeniach zamkniętych jak np. odcinki szybów i tuneli należy zapewnić odpowiednią wentylację. W razie podrażnienia oczu, błon śluzowych i skóry płukać dużą ilością czystej, letniej wody, a w razie objawów uczulenia na opary zapewnić dostęp świeżego powietrza – w każdym przypadku wezwać lekarza.

Szczegółowe informacje dotyczące zdrowia, bezpieczeństwa, a także dane dotyczące ekologii, właściwości toksykologicznych materiału itp. dostępne są w Karcie Charakterystyki Preparatu Niebezpiecznego.

### *Ochrona środowiska*

Niezwiązane resztki produktu powodują zanieczyszczenie wody i nie wolno ich usuwać do gruntu, wód powierzchniowych ani kanalizacji.

## **5.8. Materiały inne**

Montaż zgodnie z instrukcją producentów.

## **6.0. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Kontrola wykonania deskowania konstrukcji**

Badania materiałów lub gotowych elementów stosowanych do wykonania deskowania powinno być wykonywane przy dostawie tych materiałów na budowę. Ocena jakości materiałów przy odbiorze powinna być na podstawie zapisów w dzienniku budowy z zaświadczeń o jakości materiałów lub elementów wystawionych przez producenta.

Badanie deskowania i rusztowania powinno obejmować sprawdzenie:

- przekrojów, typów i rozstawów stojaków (podpór) oraz ich usztywnienie
- szczelność deskowania
- wartość roboczą strzałki ugięcia (jeżeli taka jest przewidziana)
- prawidłowość wykonania deskowania w pionie i poziomie
- brak zanieczyszczeń w deskowaniu
- powłoczenie deskowania środkami zmniejszającymi przyczepność betonu
- sprawdzenie dopuszczalnych odchyłek pomiarowych

Dopuszcza się następujące odchyłki wymiarowe przy wykonywaniu deskowań:

- płaszczyzny lub krawędzi w pionie - 0,2%
- płaszczyzna deskowania fundamentu, ściany, słupa w pionie - 1,5mm na 1 m.
- płaszczyzny deskowania na całej wysokości od pionu - 15mm
- płaszczyzny deskowania ściany lub słupa na całej wysokości – 10mm
- bocznej płaszczyzny deskowania podciągów i belek obwodowych oraz krawędzi przecięcia deskowania tych belek od pionu - 2,5mm
- rozpiętości projektowanych dla płyty bezżebrowej +-15mm
- miejscowego wybrzuszenia powierzchni - +-2mm / 3m

Dopuszczenie deskowania i rusztowania do użytkowania powinno być potwierdzone zapisem w protokole z odbioru deskowania i w dzienniku budowy.

## 6.2. Kontrola wykonania robót zbrojarskich

Po dostarczeniu stali na budowę z każdej partii (ciężar partii nie powinien przekraczać 60t) należy pobrać 6 próbek do badania na zginanie i 6 próbek do badania granicy plastyczności. Stal może zostać zastosowana tylko wówczas, jeżeli na próbkach zginanych nie występują pęknięcia lub rozwarstwienia.

Jeżeli rzeczywista granica plastyczności jest niższa od stwierdzonej za zaświadczeniu, stal badana może zostać zastosowana do zbrojenia konstrukcji pod warunkiem wprowadzenia zmian zaprojektowanego przekroju zbrojenia odpowiednio do rzeczywistej granicy plastyczności i uzyskaniu zgodny projektanta konstrukcji.

Badanie wytrzymałości siatek i szkieletów płaskich należy przeprowadzać na co najmniej 3 szt. przypadające na jedną partię (maksymalny ciężar jednej partii 10ton).

Badania należy przeprowadzać zgodnie z wymogami PN-B-06251.

Przed przystąpieniem do betonowania powinien być dokonany odbiór zbrojenia przez inspektora nadzoru, co należy odnotować w dzienniku budowy.

Sprawdzeniu podlegają:

- średnice użytych prętów
- rozstaw prętów, strzemion, różnice długości prętów
- otuliny zewnętrzne utrzymane w granicach projektowych bez tolerancji ujemnych
- powiązania zbrojenia w sposób stabilizujący jego położenie w czasie betonowania i zagęszczania
- zgodność ułożonego w deskowaniu zbrojenia z rysunkami roboczymi konstrukcji żelbetowej
- wykonanie haków, złącz i długości zakotwień

Dopuszcza się następujące odchyłki wymiarów w wykonaniu zbrojenia:

- odchylenie strzemion od linii prostopadłej do zbrojenia podłużnego maksymalnie 3%
- długość prętów występujących poza skrajny pręt siatki lub szkieletu płaskiego od 10 do 25mm.
- różnica w wymiarach oczek siatek zbrojeniowych nie więcej niż +-3mm
- różnica wykonania siatki lub szkieletu na długości +-10mm
- różnica wykonania siatki lub szkieletu na szerokości / wysokości +-10mm (dla elementów o wymiarze do 1m. odchyłka maksymalnie +-5mm)
- w rozstawie prętów podłużnych, poprzecznych i strzemion +-0,5f (dla prętów o średnicy do 20mm maksymalna odchyłka +-10mm)
- w położeniu odgięć prętów +-2 f
- w grubości warstwy otulającej +10mm
- w położeniu styków (połączeń) prętów +-25mm.

## 6.3. Kontrola wykonania mieszanki betonowej

Wykonawca odpowiedzialny jest za jakość mieszanki betonowej, jej zgodność z postanowieniami Specyfikacji Technicznej oraz wymogami PN -B-06250 oraz PN-B-06251.

Obowiązkowemu kontroli wg PN-B-06250 wg podlegają:

- sprawdzenie konsystencji mieszanki betonowej podczas projektowania składu mieszanki betonowej i następnie przy stanowisku betonowania, co najmniej 2 razy w czasie jednej zmiany roboczej

- sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej podczas projektowania mieszanki betonowej, a przy stosowaniu domieszek napowietrzających, co najmniej raz w ciągu zmiany roboczej podczas betonowania.
- sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie betonu na próbkach pobieranych losowo po jednej równomiernie w okresie betonowania. Liczba próbek pobranych z partii betonu powinna być określona w planie kontroli jakości. Częstotliwość pobierania próbek nie może być mniejsza niż: 1 próbka na 100 zarobów, 1 próbka na 50 m<sup>3</sup>, 1 próbka na zmianę roboczą oraz 3 próbki na partię betonu.
- sprawdzenie nasiąkliwości betonu na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych przy ustalaniu recepty oraz na próbkach pobranych na stanowisku betonowania co najmniej 3 razy w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000m<sup>3</sup>
- sprawdzenie mrozoodporności mieszanki betonowej (dla betonów narażonych na działanie mrozu i/lub kapilarne podciąganie wody F200 i F300) przeprowadzone na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania co najmniej 1 raz w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000m<sup>3</sup>
- sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton (dla betonów o wskaźniku W8) przeprowadzone na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania co najmniej 1 raz w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000m<sup>3</sup>

Dodatkowo należy wykonać badanie wytrzymałości betonu za rozciąganie przy zginaniu.

Wymogi dotyczące sposobu pobierania, przechowywania i badania próbek zgodne z PN-B-06250.

Badania betonu w konstrukcjach należy wykonywać metodami nieniszczącymi, np. przy wykorzystaniu badań sklerometrycznych młotkiem Schmidta wg PN-B-06262 oraz badań za pomocą pomiaru rozchodzenia się podłużnych fal ultradźwiękowych wg PN-B-06261.

#### 6.4. Odbiór końcowy

Przy odbiorze końcowych konstrukcji monolitycznych powinny być przedstawione następujące dokumenty:

- rysunki robocze (lub wykonawcze) z naniesionymi na nich wszystkimi zmianami, jakie zostały zatwierdzone w czasie budowy
- dokumentacja stwierdzająca uzgodnienie i zatwierdzenie dokonanych zmian
- dziennik robót / dziennik budowy
- wyniki badań kontrolnych betonu wg 6.5
- protokoły odbioru robót zanikających (deskowania, rusztowania, zbrojenia, robót i elementów zanikających)
- inne dokumenty przewidziane w dokumentacji technicznej lub związane z procesem budowy, mające wpływ na udokumentowanie jakości wykonania konstrukcji, wymagane zgodnie z ustawą Prawo Budowlane

Przy kontroli jakości wykonanych robót należy sprawdzić:

- prawidłowość położenia obiektu budowlanego w planie i przekroju pionowym (badana przyrządami geodezyjnymi lub innymi dającymi wymaganą dokładność)
- prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów tj. dylatacje, szczeliny
- jakości betonu pod względem jego zagęszczenia, jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń (raki, rysy, odpryski).

Łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cieńkościennych nie większa niż 1%. Lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu

- zbrojenie główne nie może być odsłonięte

W poniższej tabeli podano dopuszczalne ewentualne odchyłki od wymiarów i położenia konstrukcji.

<b>Odchylenie</b>	<b>Dopuszczalna odchyłka , mm</b>
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia na 1 m. wysokości	5
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia na całą wysokość konstrukcji i w fundamentach	20
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupów podtrzymujących stropy monolityczne	15
Odchylenie płaszczyzn poziomych od poziomu na 1 m. płaszczyzny w dowolnym kierunku	5
Odchylenie płaszczyzn poziomych od poziomu na całą płaszczyznę	15
Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzaniu łata długości 2m., powierzchni bocznych i spodnich ( z wyjątkiem powierzchni podporowych)	$\pm 4$
Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzaniu łata długości 2m., powierzchni górnych ( z wyjątkiem powierzchni podporowych)	$\pm 8$
Odchylenia w długości i rozpiętości elementów	$\pm 20$
Odchylenia w wymiarach przekroju poprzecznego	$\pm 8$
Odchylenia w rzędnych powierzchni innych elementów	$\pm 5$

W przypadku jeżeli chociaż jedno z badań da wynik ujemny, odbieraną konstrukcję lub jej część należy uznać za niezgodną z wymogami niniejszych warunków.

W przypadku stwierdzenia w czasie kontroli niezgodności konstrukcji z wymogami Specyfikacji Technicznej, wymogami Polskich Norm lub projektem należy ustalić czy w danym przypadku odstępstwa zagrażają bezpieczeństwu budowli lub jej części. Konstrukcja lub jej część zagrażająca bezpieczeństwu powinna być rozebrana, ponownie wykonana i przedstawiona do badań.

## **7.0. OBMIAR ROBÓT**

Ogólne zasady obmiaru podano w specyfikacji „Wymagania ogólne”.

Jednostką obmiaru jest 1 m<sup>3</sup> (metr sześcienny) konstrukcji słupów, belek, lub 1 m<sup>2</sup> (metr kwadratowy) konstrukcji ścian i stropów. Do obliczenia ilości przedmiarowej przyjmuje się ilość konstrukcji wg dokumentacji projektowej. Z kubatury nie potrąca się rowków, skosów o przekroju równym lub mniejszym od 6 cm<sup>2</sup>, oraz otworów, wnęk lub gniazd o objętości do 0,1 m<sup>3</sup> każdy.

Podstawą dokonania obmiarów jest projekt architektoniczny, przedmiary robót, specyfikacje techniczne, wizja lokalna, określające zakres prac wykonywanych w ramach poszczególnych pozycji.

## **8.0. ODBIÓR ROBÓT**

Odbiór robót obejmuje :

4. odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu : wykopy, fundamenty itp
5. odbiór ostateczny ( całego zakresu prac )
6. odbiór pogwarancyjny ( po upływie okresu gwarancyjnego )

Odbiór ostateczny dokonywany jest po całkowitym zakończeniu robót na podstawie wyników pomiarów i badań jakościowych.

Odbiór pogwarancyjny dokonywany jest na podstawie oceny wizualnej obiektu dokonanej przez Nadzór Inwestycyjny przy udziale Wykonawcy.

Ogólne zasady odbioru robót podano w specyfikacji „Wymagania ogólne”.

Odbiór częściowy powinien następować po wykonaniu warstwy zbrojenia, szalunku, betonowania.

Należy wówczas skontrolować prawidłowość wykonania pracy: pionowość płaszczyzn, prawidłowość wykonania narożników, prawidłowość wykonania uszczelnień. Po wykonaniu wszystkich opisanych robót zostaje dokonany odbiór końcowy, który poza wymienionymi elementami powinien jeszcze obejmować: oględziny wzrokowe, zgodność doboru kolorystycznego wg projektu, estetykę wykonania całej elewacji.

W wyniku odbioru należy sporządzić częściowy protokół odbioru robót – dokonać wpisu do dziennika budowy.

Jeżeli wszystkie czynności odbioru robót dały wyniki pozytywne wykonane roboty należy uznać za zgodne z ST i PB.

## **9.0. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w specyfikacji „Wymagania ogólne”.

Płatność za wykonane prace objęte niniejszą specyfikacją należy przyjmować zgodnie z oceną jakości użytych materiałów i jakości wykonania robót na podstawie wyników pomiarów i badań.

Cena wykonania robót obejmuje wykonanie pełnego zakresu prac podanego w punkcie 1.3.

Rozliczenie robót żelbetowych może być dokonane jednorazowo po wykonaniu pełnego zakresu robót i ich końcowym odbiorze lub etapami określonymi w umowie, po dokonaniu odbiorów częściowych robót.

Ostateczne rozliczenie umowy pomiędzy zamawiającym a wykonawcą następuje po dokonaniu odbioru pogwarancyjnego.

Podstawę rozliczenia oraz płatności za wykonany i odebrany zakres stanowi wartość tych robót obliczona na podstawie:

- określonych w dokumentach umownych (ofercie) cen jednostkowych i ilości robót zaakceptowanych przez Zamawiającego lub,
- ustalonej w umowie kwoty ryczałtowej za określony zakres robót.

Cena obejmuje:

- zapewnienie niezbędnych czynników produkcji tj.
- dostarczenie materiałów, narzędzi i sprzętu,
- oczyszczenie podłoża,
- dzierżawę szalunków i stemplowań,
- wykonanie deskowania z rusztowaniem, wraz z pomostami,
- oczyszczenie deskowania,
- przygotowanie i transport mieszanki betonowej,
- ułożenie mieszanki betonowej w nawilżonym deskowaniu, z wykonaniem projektowanych otworów, zabetonowaniem zakotwień i marek, zagęszczeniem i wyrównaniem powierzchni,
- wykonanie w konstrukcji wszystkich wymaganych projektem otworów, jak również osadzenie potrzebnych zakotwień, marek, rur, puszek oświetleniowych, itp.,
- wykonanie ścian żelbetowych,
- wykonanie przerw dylatacyjnych,
- pielęgnację betonu,
- rozbiórkę deskowań i rusztowań,
- oczyszczenia stanowiska pracy i usunięcie materiałów rozbiórkowych poza granice obiektu,
- uporządkowania placu budowy.
- wykonanie badań i pomiarów kontrolnych.
- zapewnienie na placu budowy warunków bezpieczeństwa bhp, ppoż., sanitarnych i ochrony środowiska.

## **10.0. PRZEPISY ZWIĄZANE**

PN-B-06250	“Beton zwykły”
PN - B – 23010	„Domieszki do betonu”
PN-B-19701:1997	“Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności”
PN-B-30016	“Cementy specjalne. Cementy hydrotechniczne”
PN-EN-196-1	“Metody badań cementu. Oznaczenie wytrzymałości”
PN-EN-196-2	“Metody badań cementu. Analiza chemiczna cementu”
PN-EN-196-3	“Metody badań cementu. Oznaczenie czasu wiązania i stałości objętości”

PN-EN-196-6	"Metody badań cementu. Oznaczenie stopnia zmielenia"
PN-EN-196-7	"Metody badań cementu. Sposoby pobierania i przygotowania próbek"
PN-B-01100	"Kruszywa mineralne. Kruszywa skalne. Podział, nazwy i określenia"
PN-B-06711	"Kruszywa mineralne do betonu"
PN-B-06714/01	"Kruszywa mineralne. Badania. Podział, nazwy i określenia badań"
PN-B-06714/11	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu petrograficznego"
PN-B-06714/12	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych"
PN-B-06714/13	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości pyłów mineralnych"
PN-B-06714/15	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie składu ziarnowego"
PN-B-06714/16	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie kształtu ziaren"
PN-B-06714/18	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie nasiąkliwości"
PN-B-06714/19	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią"
PN-B-06714/20	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie mrozoodporności metodą krystalizacji"
PN-B-06714/26	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych"
PN-B-06714/28	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie siarki metodą bromową"
PN-B-06714/34	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie reaktywności alkalicznej"
PN-B-06714/40	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie wytrzymałości na miażdżenie"
PN-B-06714/43	"Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości ziaren słabych"
PN-B-06721	"Kruszywa mineralne. Pobieranie próbek"
PN-EN-932:2001	"Badanie podstawowych właściwości kruszyw"
PN-EN-933:2000	"Badanie geometrycznych właściwości kruszyw"
PN-EN-1097:2000	"Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw"
PN-EN-1367:2000	"Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych"
PN-EN-1744:2000	"Badanie chemicznych właściwości kruszyw"
ITB nr 234-1980	"Wytyczne badania promieniotwórczości naturalnej surowców i materiałów budowlanych"
PN-B-32250	"Materiały budowlane. Woda do celów budowlanych"
PN-C-04566/02	"Badanie zawartości siarki i jej związków. Oznaczenie siarkowodoru i siarczków metodą kolorymetryczną z tuofluorescencją z kwasem o-hydroksyrtęciobenzoesowym"
PN-C-04566/03	"Woda i ścieki. Badania zawartości siarki i jej związków. Oznaczenie siarkowodoru siarczków rozpuszczalnych metodą tiomerkurymetryczną"
PN-C-04566/09	"Badania zawartości siarki i jej związków. Oznaczenie siarczków metodą wagową"
PN-C-04628/02	"Badania zawartości cukrów. Oznaczenie cukrów ogólnych, cukrów rozpuszczalnych i skrobi nierozpuszczalnej metodą kalorymetryczną antorem"
PN-C-046600/00	"Badanie zawartości chloru i jego związków oraz zapotrzebowanie chloru. Postanowienia ogólne i zakres normy"
PN-C-04554/02	"Badanie twardości. Oznaczenie twardości ogólnej powyżej 0,357 mval/dcm <sup>3</sup> metodą wersenianową"
PN-C-04541	"Oznaczenie suchej pozostałości, pozostałości po prażeniu, straty przy prażeniu oraz substancji rozpuszczalnych mineralnych i substancji rozpuszczalnych lotnych"
PN-ISO 6935-1	"Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie"
PN-ISO 6935-1/Ak	"Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju"
PN-ISO 6935-2	"Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane"
PN-ISO 6935-2	"Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju"
PN-H-93215	"Walcówki i pręty stalowe do zbrojenia betonu"
PN-M-80014	"Druły stalowe gładkie do konstrukcji sprężonych"
PN-H-043	"Próba statyczna rozciągania metali"
PN-EN 934-2:2002	"Domieszki do betonu zaprawy i zaczynu – Część 2: Domieszki do betonu – Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie"
PN-EN 934-6:2002	"Domieszki do betonu zaprawy i zaczynu – Część 6: Pobieranie próbek, kontrola zgodności i ocena zgodności"
PN-B-06251	"Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne"
PN-B-06261	"Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie"



PN-B-03264 „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone – Obliczenia statyczne i projektowanie”  
PN-B-06262 „Metoda skerometryczna badań wytrzymałości betonu naściskanie za pomocą młotka Schidta typu N”  
PN-B-03150:2000 „Konstrukcje drewniane – Obliczenia statyczne i projektowanie”  
Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano montażowych. Tom I. Budownictwo ogólne. Część 1 – część 2” Arkady, Warszawa 1990.

Uwaga. Jeśli w czasie pomiędzy opracowaniem niniejszej ST, a rozpoczęciem realizacji inwestycji wymienione wyżej przepisy zostaną zmienione, lub zostaną wprowadzone nowe przepisy i rozporządzenia mające zastosowanie dla niniejszego zamierzenia, to należy je odpowiednio stosować.