

**PRZEBUDOWA I REMONT BUDYNKU  
MIESZKALNEGO-LEŚNICZÓWKI KARKOWO  
LEŚNICZÓWKA KARKOWO,  
Gm. DOBRZANY**

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA  
WYKONANIA I ODBIORU  
ROBÓT BUDOWLANYCH**

**SST 1.0.2.  
ROBOTY BUDOWLANE – KONSTRUKCJE  
ŻELBETOWE I BETONOWE**

**INWESTOR**

**PAŃSTWOWE GOSPODARSTWO LEŚNE  
LASY PAŃSTWOWE NADLEŚNICTWO DOBRZANY  
73-130 DOBRZANY  
UL. STARGARDZKA 3**

Opracował: Bronisław Wilczyński

Stargard  
Styczeń 2018 r.

# **SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

## **SST-.1.0.2. ROBOTY BUDOWLANE – KONSTRUKCJE ŻELBETOWE I BETONOWE**

### Spis treści

1. Wstęp
  - 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST)
  - 1.2. Zakres stosowania SST
  - 1.3. Zakres robót objętych SST
  - 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót
  - 1.5. Wspólny Słownik Zamówień (CPV) – nazwy i kody grup, klas i kategorii robót
  - 1.6. Określenia podstawowe
2. Materiały
  - 2.1. Beton
  - 2.2. Stal zbrojeniowa
  - 2.3. Pozostałe materiały
3. Sprzęt
  - 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu
  - 3.2. Sprzęt, który może być użyty do wykonywania robót (podstawowy)
  - 3.3. Pozostały sprzęt i sprzęt zamienny
4. Transport
  - 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu
  - 4.2. Deskowania
  - 4.3. Transport mieszanki betonowej
5. Wykonanie robót
  - 5.1. Wykonanie zbrojenia
  - 5.2. Wykonanie konstrukcji betonowych i żelbetowych
6. Kontrola jakości robót
  - 6.1. Zasady ogólne
  - 6.2. Kontrola, pomiary i badania
7. Obmiar robót
  - 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót
  - 7.2. Zasady określania ilości robót i materiałów
  - 7.3. Urządzenia i sprzęt pomiarowy
  - 7.4. Czas przeprowadzania obmiaru
8. Odbiór robót
  - 8.1. Rodzaje odbiorów robót
  - 8.2. Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu
  - 8.3. Odbiór częściowy
  - 8.4. Odbiór ostateczny robót
  - 8.5. Odbiór pogwarancyjny
  - 8.6. Odbiór konstrukcji
9. Podstawa płatności
  - 9.1. Ustalenia ogólne
10. Przepisy związane
  - 10.1. Polskie Normy
  - 10.2. Pozostałe dokumenty

# **1. WSTĘP**

## **1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST)**

Przedmiotem Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem konstrukcji żelbetowych i betonowych elementów budowy pn. „**Przebudowa i remont budynku mieszkalnego – Leśniczówki Karkowo, Karkowo, gm. Dobrzany**” zgodnie z zakresem robót przedstawionym w dokumentacji projektowej i przedmiarze robót.

Podstawą opracowania niniejszej SST są dokumentacji projektowej, przepisy obowiązującego prawa, normy i zasady sztuki budowlanej.

## **1.2. Zakres stosowania SST**

Niniejsza SST traktowana jest obok dokumentacji projektowej i przedmiaru robót jako pomocnicza dokumentacja przetargowa przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w ppkt. 1.1.

## **1.3. Zakres robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem wszelkich konstrukcji betonowych i żelbetowych na w/w inwestycji.

SST dotyczy wszystkich czynności mających na celu wykonanie robót związanych z:

- przygotowaniem mieszanki betonowej
- wykonaniem deskowań wraz z usztywnieniem
- układaniem i zagęszczeniem mieszanki betonowej
- pielęgnacją betonu

## **1.4. Ogólne wymagania dotyczące Robót**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.

### **1.4.1. Przekazanie terenu Budowy**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.1

### **1.4.2. Dokumentacja Projektowa**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.2.

### **1.4.3. Zgodność Robót z Dokumentacją Projektową i ST**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.3.

### **1.4.4. Zabezpieczenie terenu budowy**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.4.

### **1.4.5. Ochrona środowiska w czasie wykonywania robót**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.5.

### **1.4.6. Ochrona przeciwpożarowa**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.6.

#### **1.4.7. Materiały szkodliwe dla otoczenia**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.7.

#### **1.4.8. Ochrona własności publicznej i prywatnej**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.8.

#### **1.4.9. Ograniczenie obciążeń osi pojazdów**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.9.

#### **1.4.10. Bezpieczeństwo i higiena pracy**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.10.

#### **1.4.11. Ochrona i utrzymanie robót**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.11.

#### **1.4.12. Stosowanie się do prawa i innych przepisów**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 1.4.12.

### **1.5. Wspólny Słownik Zamówień (CPV) – nazwy i kody grup, klas i kategorii robót**

<b>Dział</b>	<b>Grupa</b>	<b>Klasa</b>	<b>Kategoria</b>	<b>Nazwa</b>
<b>45.000000-7</b>				<b>Roboty budowlane</b>
	<b>452.00000-9</b>			<b>Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej</b>
		<b>4526.0000-7</b>		<b>Roboty w zakresie wykonywania pokryć i konstrukcji dachowych i inne podobne roboty specjalistyczne</b>
			45262.100-2	Roboty przy wznoszeniu rusztowań
			45262.110-2	Demontaż rusztowań
			45262.120-8	Wznoszenie rusztowań
			45262.300-4	Betonowanie
			45262.310-7	Zbrojenie
			45262.311-4	Betonowanie konstrukcji
			45262.320-0	Wyrównywanie
			45262.350-9	Betonowanie bez zbrojenia
			45262.360-2	Cementowanie
			45262.600-	Różne specjalne roboty budowlane

			7	
			45262.620-3	Ściany nośne

## 1.6. Określenia podstawowe

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne”.

## 2. MATERIAŁY

Materiałami stosowanymi przy wykonaniu wg zasad niniejszej specyfikacji są m.in:

### 2.1. Beton

Elementy należy wykonać z betonu określonego w Dokumentacji Projektowej. Mieszanka betonowa zamawiana w wyspecjalizowanej wytwórni musi odpowiadać wymaganiom PN-B-06250.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość materiałów użytych do produkcji. Urabianie mieszanki betonowej powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawibrowaniu bez wystąpienia pustek w masie betonu lub na powierzchni.

- Minimalna zawartość cementu w mieszance -  $260 \text{ kg/m}^3$
- Maksymalna zawartość cementu w mieszance -  $400 \text{ kg/m}^3$
- Max w/c - 0,5
- Konsystencja nie rzadsza od plastycznej, badania wg normy PN-B-02650, nie może być osiągnięta przez większe zużycie wody niż jest to przewidziane w składzie mieszanki.

Transport mieszanki powinien odbywać się zgodnie z normą PN-B-06251. Transport mieszanki betonowej w pojemnikach samochodowych (gruszkach) mieszających ją w czasie jazdy powinien być tak zorganizowany, aby wyładunek mieszanki następował bezpośrednio nad miejscem jej ułożenia. Na miejsce ułożenia transport za pomocą pomp.

Transport mieszanki nie może spowodować:

- segregacji składu mieszanki,
- zmian składu mieszanki,
- zanieczyszczenia mieszanki,
- zmiany temperatury nie więcej niż  $5^{\circ}\text{C}$ .

Czas trwania transportu powinien spełniać wymogi zachowania dopuszczalnej zmiany konsystencji mieszanki uzyskanej przy jej wytworzeniu. Mieszanka musi być wbudowana nie później niż:

- przy temperaturze otoczenia  $+15^{\circ}\text{C}$  - 90 min.
- przy temperaturze otoczenia  $+20^{\circ}\text{C}$  - 70 min.
- przy temperaturze otoczenia  $+30^{\circ}\text{C}$  - 30 min.

W czasie transportu mieszanki betonowej powinny być zachowane wymagania:

- mieszanka powinna być dostarczona na miejsce ułożenia bez przeładunku,
- pojemniki użyte do przewożenia mieszanki powinny zapewniać możliwość stopniowego ich opróżnienia oraz być łatwe do czyszczenia i przepłukania,
- przewożenie mieszanki w pudłach samochodów ciężarowych jest niedopuszczalne.

Dla każdej partii betonu powinny być wystawione przez producenta zaświadczenia o jakości betonu.

Najdłuższy okres na wystawienie zaświadczenia o jakości nie może być dłuższy niż 3

miesiące licząc od daty rozpoczęcia produkcji betonu zaliczanego do danej partii.

Zaświadczenie o jakości powinno zawierać następujące dane merytoryczne:

- Charakterystykę betonu, jak klasę betonu, jego cechy fizyczne (np. beton odporny na wpływy atmosferyczne, wodoszczelny) oraz inne niezbędne dane
- Wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badania
- Wyniki badań dodatkowych (nasiąkliwość, mrozoodporność, wodoszczelność)
- Okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

Projekt kontroli betonu powinna w sposób ścisły odzwierciedlać jakość i ilość użytych składników oraz sposób i warunki wykonania, twardnienia, a także rzeczywiste cechy betonu znajdującego się w konstrukcji.

## 2.2. Stal zbrojeniowa

Stal do zbrojenia betonowych elementów konstrukcji żelbetowych musi odpowiadać wymaganiom Dokumentacji Technicznej i PN-89/H-84023.6. Klasa, gatunek i średnica musi być zgodna z Projektem Budowlanym i ST.

Własności mechaniczne i technologiczne dla walcówki i prętów powinny odpowiadać wymaganiom podanym w PN-EN 10025:2002. Przykładowe wymagania podano w tabeli poniżej:

**Tabela 2.2.A**

<b>Gatunek stali</b>	<b>Średnica pręta mm</b>	<b>Granica plastyczna MPa</b>	<b>Wytrzymałość na rozciąganie MPa</b>	<b>Wydłużenie trzpienia %</b>	<b>Zginanie a-średnica d - próbki</b>
St0S	5,5 – 40	220	310 – 550	22	d = 2a(180)
St3SX-b	5,5 – 40	240	370 – 460	24	d = 2a(180)
34GS-b	6 - 32	410	min. 590	16	d = 3a(90)

W technologicznej próbie zginania powierzchnia próbek nie powinna wykazywać pęknięć, naderwań i rozwarstwień.

Powierzchnia walcówki i prętów powinna być bez pęknięć, pęcherzy i naderwań.

Na powierzchni czołowej prętów niedopuszczalne są pozostałości jamy usadowej, rozwarstwienia i pęknięcia widoczne gołym okiem.

Wady powierzchniowe takie, jak rysy, drobne łuski i zawałcowania, wtrącenia niemetaliczne, wżery, wypukłości, wgniecenia, zgorzeliny i chropowatości są dopuszczalne:

- jeśli mieszczą się w granicach dopuszczalnych odchyłek dla walcówki i prętów gładkich,
- jeśli nie przekraczają 0,5 mm dla walcówki i prętów żebrowanych o średnicy nominalnej do 25 mm, zaś 0,7 dla prętów o większych średnicach.

Pręty do zbrojenia betonu gładkie – średnice do Ø7 mm, średnice do Ø7 mm – St3S,

Pręty do zbrojenia betonu żebrowane - Ø8 -14 mm, ponad 16 mm.

Nie dopuszcza się zamiennego użycia innych stali i innych średnic bez zgody Projektanta i Inspektora Nadzoru.

Wszystkie materiały i wyroby powinny mieć zaświadczenia jakości zgodnie z PN-EN-45014 i PN-H-01107 lub wyniki badań laboratoryjnych potwierdzające wymaganą jakość.

**Tabela 2.2.B Granice plastyczności i wytrzymałość na rozciąganie prętów wg PN-B-03264:2000**

Klasa stali	Znak gatunku stali	Nominalna średnica prętów Ø	Granica plastyczności stali		Wytrzymałość charakterystyczna stali na rozciąganie $f_{tk}$
			charakterystyczna $f_{yk}$	obliczeniowa $f_{yd}$	
		MPamm	MPa	MPa	MPa
<b>A-0</b>	St0S-b	5,5-40	220	190	300
<b>A-I</b>	StSX-b	5,5-40	240	210	320
	St3SY-b				
	St3S-b	6-40	240	210	265
	PB240				
<b>A-II</b>	St50B	6-32	355	310	480
	18G2-b	6-28	355	310	480
	20G2Y-b	6-40	395	350	530
<b>A-III</b>	25G2S	6-40	395	350	530
	35G2Y	6-20	410	350	550
	34GS	6-32	410	350	550
	RB 400	6-40	400	350	440
	RB 400 W	6-40	400	350	440
	20G2VY-b	6-28	490	420	590
<b>A-IIIN</b>	RB 500	6-40	500	420	550
	RB 500 W	6-40	500	420	550

Stal dostarczona na budowę musi posiadać atest producenta zawierający:

- nazwę wytwórcy
- oznaczenie wyrobu wg PN-H-93215
- numer wytopu lub numer partii
- wszystkie wyniki przeprowadzonych badań oraz skład chemiczny wg analizy wytopowej
- masę partii
- rodzaj obróbki cieplnej (w przypadku dostawy prętów obrobionych cieplnie)

Pręty zbrojenia przed ich użyciem do zbrojenia konstrukcji należy oczyścić z zendry, luźnych płatków rdzy, kurzu i błota. Niedopuszczalne jest stosowanie prętów zanieczyszczonych tłuszczami i farbami. Pręty powinny być proste. Dopuszczalna wielkość miejscowego wykrzywienia nie powinna przekraczać 4 mm.

### 2.3. Pozostałe materiały

Zgodnie z Dokumentacją techniczną, Zestawieniem materiałów zawartym w Przedmiarze Robót.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 3.1.

### **3.2. Sprzęt, który może być użyty do wykonywania robót (podstawowy)**

- środek transportowy
- samochód dostawczy
- wyciąg
- żuraw okienny
- betoniarka wolnospadowa elektryczna
- giętarka do prętów
- prościarka do prętów
- nożyce do prętów
- spawarka elektryczna wirująca 300 A

### **3.3. Pozostały sprzęt i sprzęt zamienny**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 3.3.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 4.1.

### **4.2. Deskowania**

Zastosowane materiały mogą być przewożone środkami transportu przydatnymi dla danego asortymentu pod względem możliwości ułożenia po uzyskaniu akceptacji Kierownika Projektu.

Transport elementów przeznaczonych do deskowania, sposób załadowania i umocowania na środki transportu powinien zapewniać ich stateczność i ochronę przed przesunięciem się ładunku podczas transportu. Elementy wiotkie powinny być odpowiednio zabezpieczone przed odkształceniem i zdeformowaniem.

### **4.3. Transport mieszanki betonowej**

Transport mieszanki powinien odbywać się zgodnie z normą PN-B-06251. Transport mieszanki betonowej w pojemnikach samochodowych (gruszkach) mieszających ją w czasie jazdy powinien być tak zorganizowany, aby wyładunek mieszanki następował bezpośrednio nad miejscem jej ułożenia. Na miejsce ułożenia transport za pomocą pomp.

Transport mieszanki nie może spowodować:

- segregacji składu mieszanki,
- zmian składu mieszanki,
- zanieczyszczenia mieszanki,
- zmiany temperatury nie więcej niż 5°C.

Czas trwania transportu powinien spełniać wymogi zachowania dopuszczalnej zmiany konsystencji mieszanki uzyskanej przy jej wytworzeniu. Mieszanka musi być wbudowana nie później niż:

- przy temperaturze otoczenia + 15°C - 90 min.
- przy temperaturze otoczenia + 20°C - 70 min.



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

W czasie transportu mieszanki betonowej powinny być zachowane wymagania:

- mieszanka powinna być dostarczona na miejsce ułożenia bez przeładunku,
- pojemniki użyte do przewożenia mieszanki powinny zapewniać możliwość stopniowego ich opróżnienia oraz być łatwe do czyszczenia i przepłukania,
- przewożenie mieszanki w pudłach samochodów ciężarowych jest niedopuszczalne.
- Środki transportu mieszanki betonowej nie powinny powodować :
- naruszenia jednorodności mieszania (segregacja składników),
- zmian w składzie mieszanki w stosunku do stanu początkowego wskutek dostawiania się do niej opadów atmosferycznych, ubytku zaczynu cementowego lub zaprawy, ubytku wody na skutek wysychania pod wpływem wiatru lub promieni słonecznych itp.,
- zanieczyszczenia,
- zmiany temperatury przekraczającej granice określone wymaganiami technologicznymi:

Dopuszczalne odchylenie w konsystencji mieszanki betonowej badanej po transporcie w chwili jej ułożenia, w stosunku do założonej recepturą, może wynosić  $\pm 1$  cm przy stosowaniu stożka opadowego.

W czasie transportu mieszanki betonowej powinny być zachowane wymagania:

- mieszanka powinna być dostarczona na miejsce ułożenia w zasadzie bez przeładunku; w razie konieczności przeładunku liczba przeładunków powinna być możliwie najmniejsza,
- pojemniki użyte do przewożenia mieszanki powinny zapewniać możliwość stopniowego ich opróżnienia oraz być łatwe do oczyszczenia i przepłukania,
- przewożenie mieszanki w pudłach samochodów ciężarowych jest niedopuszczalne.

Przy transporcie mieszanki betonowej w zależności od rodzajów środków transportowych zaleca się przyjmować następujące odległości :

- do 15 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej o temperaturze normalnej i konsystencji od wilgotnej do półciekłej, pod warunkiem że transport odbywa się po drogach i dobrze utrzymanej nawierzchni,
- do 12 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej w specjalnych wywrotkach,
- do 5-8 km. - w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej urządzeniami przystosowanymi do mieszania w czasie transportu,
- do 4-5 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej bez mieszania w czasie transportu,
- do 2-3 km - w przypadku transportu mieszanki betonowej o konsystencji półciekłej bez mieszania w czasie transportu.

Obowiązkiem Kierownika Projektu jest odrzucenie transportu betonu nie odpowiadającego opisanym wyżej wymaganiom.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

Roboty konstrukcyjne muszą być wykonane zgodnie z Projektem Budowlanym oraz ST.

### 5.1. Wykonanie zbrojenia

Zbrojenie musi być wykonane wg Projektu Budowlanego, wymagań ST i zgodnie z postanowieniem PN-B-06251 - zbrojenie powinno być wykonane w zbrojarni stałej lub poligonowej.

Sposób wykonania szkieletu musi zapewnić niezmienność geometryczną szkieletu w czasie transportu na miejsce wbudowania. Do tego zaleca się łączenie węzłów na przecięciu prętów drutem wiązałkowym wyżarzonym o średnicy nie mniejszej niż 0,6 mm (wiązanie na podwójny krzyż) albo stosować spawanie. Zbrojenie musi zachować dokładne położenie w czasie betonowania. Należy stosować podkładki dystansowe prefabrykowane z zapraw cementowych albo z materiałów z tworzywa sztucznego. Niedopuszczalne jest stosowanie podkładek z prętów stalowych. Szkielet zbrojenia powinien być zgłoszony do odbioru. Sprawdzenia i zatwierdzenia dokonuje Inspektor nadzoru zapisem do dziennika budowy.

Sprawdzeniu podlegają:

- średnice użytych prętów,
- rozstaw prętów – różnice rozstawu prętów głównych w płytach nie powinny przekraczać 1cm, a w innych elementach 0,5 cm,
- rozstaw strzemion nie powinien różnić się od projektowanego o więcej niż + 2 cm,
- różnice długości prętów, położenie miejsc kończenia ich hakami, odcięcia nie mogą odbiegać od Projektu Budowlanego o więcej niż + 5 cm,
- otuliny zewnętrzne utrzymane w granicach wymagań projektowych bez tolerancji ujemnych,
- powiązanie zbrojenia w sposób stabilizujący jego położenie w czasie betonowania i zagęszczania.

Dokumentacja zbrojenia konstrukcji lub jej części musi zawierać następujące informacje:

- rozmieszczenie zbrojenia podłużnego (otulin, ilość warstw, odległości) oraz uchwytów montażowych w elementach prefabrykowanych,
- szczegółowe zasady przedłużania prętów pojedynczych, siatek i szkieletów (sposób ilokalizacja miejsc przedłużania),
- zestawienie stali z podziałem na gatunki i średnice,
- wykaz akcesoriów do przedłużania zbrojenia,
- szczegółowy rysunek ukształtowania elementów zbrojenia i uchwytów montażowych (kąty zgięć, długości odcinków składowych i inne informacje niezbędne do nadania prawidłowego kształtu, długość całkowita, średnica i znak stali, numer pręta, ilość sztuk).

### **Zabezpieczenie stanowisk pracy zbrojarzy**

Miejsca pracy zbrojarzy powinny być zlokalizowane w pomieszczeniach lub pod wiatami. Stanowiska pracy, usytuowane po obu stronach stołu, należy oddzielić umieszczoną nad stołem siatką o wysokości 1 m i oczkach nie większych niż 20 mm. Stoły warsztatowe do przygotowania zbrojenia muszą mieć stabilną konstrukcję i być przytwierdzone do podłoża. Miejsca pracy przy stołach zbrojarskich i na stanowiskach obsługi maszyn należy wyposażać w pomosty drewniane lub wykonane z innych materiałów o właściwościach termoizolacyjnych.

### **Prostowanie prętów**

Prostowaniu poddaje się stal składowaną w kręgach lub pręty wykrzywione np. podczas transportu. Stal prostuje się ręcznie lub mechanicznie. Metodę ręczną stosuje się w praktyce do prętów o średnicy nie większej niż 20 mm. Prostowanie ręczne polega na umieszczeniu pręta ciasno pomiędzy układem sworzni osadzonych na stalowej płytce odginaniu go kluczem zbrojarskim w kierunku przeciwnym do wygięcia. Ciasne osadzenie pręta pomiędzy sworzniami uzyskuje się poprzez nałożenie na nie nakładek. Płytkę ze sworzniami należy przymocować do stołu zbrojarskiego.

Prostowanie mechaniczne wykonuje się przez kilkukrotne przeciągnięcie pręta pomiędzy układem ciasno rozmieszczonych wałków (odpowiednio do średnicy) lub przez obrotowy

bęben prostujący. Prostowanie odbywa się na zasadzie wielokrotnego przeginania. Stanowiska pracy, miejsca zamocowania prętów oraz trasę z obu stron toru wyciągowego należy zabezpieczyć ogrodzeniem.

Wprowadzenie końca pręta do urządzenia dozwolone jest tylko po jego zatrzymaniu. Prościarkę można uruchomić dopiero po opuszczeniu przez pracowników ogrodzonego terenu. Pracownikom nie wolno przebywać w pobliżu napiętego pręta.

### **Ciecie zbrojenia**

Wykonywane jest ręcznie lub mechanicznie. Ze względu na czasochłonność cięcie ręczne jest stosowane przy niewielkiej ilości zbrojenia i jest dozwolone tylko do średnicy 20 mm.. Ponadto pręt musi być dwoma końcami podparty na kozłach lub stole zbrojarskim. Podczas mechanicznego cięcia pręty należy chwytać ręką w odległości nie mniejszej niż 50 cm od nożyc.

Długość prętów należy odmierzać łątą wyposażoną w suwak odległości i płytkę oporową na jednym końcu. Niektóre modele nożyc ręcznych są fabrycznie wyposażone w przyrząd mierniczy.

Nożyce mechaniczne mają zastosowanie przy dużych robotach zbrojarskich i w wytwórniach zbrojenia. Nożyce są dostosowane do cięcia prętów w szerokim zakresie średnic.

Po rozwinięciu z kręgu pręt przepuszczany jest przez urządzenie prostujące. Po dojściu czoła wyprostowanego pręta do urządzenia oporowego następuje samoczynne uruchomienie nożyc. Długość pręta jest ustalana przez regulację położenia urządzenia oporowego.

### **Gięcie zbrojenia**

Wykonuje się ręcznie lub mechanicznie. Gięcie ręczne jest stosowane do kształtowania niewielkiej ilości zbrojenia, o średnicy nie większej niż 20 mm. Pręty grubsze należy zaginać giętarkami mechanicznymi. Mogą być stosowane do gięcia kilku prętów jednocześnie oraz do gięcia siatek i szkieletów.

Gięcie ręczne wykonuje się na stole zbrojarskim. Pręty gięte są w płaszczyźnie poziomej. Giętarki ręczne służą do wykonywania zgięć pojedynczych i podwójnych.

Średnice gięcia pręta można regulować za pomocą nakładek na sworznie, na których pręt jest gięty.

Do ręcznego wykonywania podwójnego zgięcia na tzw. prętach odgiętych można wykorzystać klucz zbrojarski w kształcie litery „Y”, dostosowany do średnicy pręta i długości odcinka ukośnego. Kąt zagięcia należy regulować przez ustawienie w odpowiednim rozstawie listew oporowych dla giętego pręta.

Maszyny do gięcia mechanicznego pracują na takiej samej zasadzie jak giętarki ręczne. Zakładanie zbrojenia, przestawianie odbojnic lub trzpieni przy gięciu stali na mechanicznej giętarce jest dopuszczalne wyłącznie przy unieruchomionej tarczy giętarki. Strzemiona prostokątne i wieloboczne oraz spiralne można giąć specjalistycznymi giętarkami mechanicznymi według szablonu.

Przy zaginaniu zbrojenia należy przestrzegać ograniczeń doboru średnicy zagięcia określonych w normie. Zastosowanie zbyt małej średnicy zagięcia grozi podczas kształtowania pręta jego pęknięciem, a podczas pracy konstrukcji – miażdżeniem lub rozłupywaniem betonu w zagięciu.

**Tabela 5.1.A Minimalne średnice zagięcia prętów**

Rodzaj prętów	Haki półokrągłe, haki proste i pełne		Pręty odgięte lub inne pręty zaginane		
	Średnica prętów		Minimalne otulenie betonu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny zagięcia		
	$\varnothing < 20 \text{ mm}$	$\varnothing \geq 20 \text{ mm}$	$> 100 \text{ mm}$ $> 7 \varnothing$	$> 50 \text{ mm}$ $> 3 \varnothing$	$\leq 50 \text{ mm}$ $\leq 3 \varnothing$
Pręty Gładkie	2,5 $\varnothing$	5 $\varnothing$	10 $\varnothing$	10 $\varnothing$	15 $\varnothing$
Pręty żebrowane	4 $\varnothing$	7 $\varnothing$	10 $\varnothing$	15 $\varnothing$	20 $\varnothing$

## 5.2. Wykonanie konstrukcji betonowych i żelbetowych

### 5.2.1. Wykonanie deskowań

Deskowanie elementów licowych powinno być wykonywane z elementów deskowań uniwersalnych umożliwiających uzyskanie estetycznej faktury zewnętrznej.

Deskowania powinny spełniać warunki podane w normie PN-S-10040:1999.

Elementy dodatkowe można wykonać z drewna w postaci tarcicy lub sklejk. Materiały stosowane do deskowania nie mogą deformować się pod wpływem warunków atmosferycznych, ani na skutek zetknięcia się z masą betonową.

Elementy ulegające zakryciu można deskować przy użyciu tarcicy. Deskowania z tarcicy należy wykonać z desek drzew iglastych klasy nie niższej niż K33. Deski grubości nie mniejszej niż 18 mm i szerokości nie większej niż 18 cm, powinny być jednostronnie strugane i przygotowane do zestawienia na pióro i wpust. W przypadku stosowania desek bez wpustu i pióra należy szczeliny między deskami uszczelnić taśmami z blachy metalowej lub tworzyw sztucznych albo masami uszczelniającymi z tworzyw sztucznych. Należy zwrócić szczególną uwagę na uszczelnienie styków ścian z dnem deskowania.

Szczególną uwagę przy wykonywaniu deskowań należy zwrócić uwagę na elementy tworzące fakturę ścian licowych i zapewniające niezmienność przekroju poprzecznego elementów konstrukcji.

Zaleca się stosowanie fazowania krawędzi elementu betonowego listwami o wymiarach od 2 – 4 cm na stykach dwóch prostokątnych do siebie ścian, szczególnie w stykach wklęsłych. Można takie fazowania wykonać również wtedy, gdy nie przewidziano ich w Projekcie. W takim przypadku należy przeprowadzić w razie potrzeby, korektę rozmieszczenia zbrojenia. Zmianę rozmieszczenia powinien zatwierdzić Inżynier.

Przy podparciu deskowania rusztowaniem należy unikać punktowego przekazywania sił. Po zamontowaniu deskowania powierzchnię styku z betonem należy pokryć środkami o działaniu adhezyjnym. Środki te nie mogą powodować plam ani zmian w odcieniach powierzchni betonu.

Przed przystąpieniem do betonowania należy usunąć z powierzchni deskowania wszelkie zanieczyszczenia (wióry, wodę, lód, liście, elektrody, gwoździe, drut wiązałkowy itp.).

### 5.2.2. Przygotowanie zbrojenia

Pręty i walcówki przed ich użyciem do zbrojenia konstrukcji należy oczyścić z zendry, luźnych płatków rdzy, kurzu i błota. Pręty zbrojenia zanieczyszczone tłuszczem (smary, oliwa) lub farbą olejną należy opalić np. lampami lutowniczymi, aż do całkowitego usunięcia zanieczyszczeń.

Czyszczenie prętów należy wykonać metodami nie powodującymi zmian we właściwościach technicznych stali ani późniejszej ich korozji.

Stal pokrytą rdzą oczyszcza się szczotkami ręcznie lub mechanicznie. Po oczyszczeniu należy sprawdzić wymiary przekroju poprzecznego prętów. Stal tylko zabłoconą można zmywać strumieniem wody. Pręty oblodzone odmraża się strumieniem ciepłej wody. Stal narażoną na choćby chwilowe działanie słonej wody należy zmyć wodą słodką.

Dopuszczalna wielkość miejscowego wykrzywienia prętów nie powinna przekraczać 4 mm, w przypadku większych odchyłek stal zbrojeniową należy prostować.

Pręty należy ucinąć z dokładnością do 1 cm. Cięcie przeprowadza się przy pomocy mechanicznych noży. Dopuszcza się również cięcie palnikiem acetylenowym.

Haki, odgięcia i rozmieszczenie zbrojenia należy wykonywać wg Dokumentacji Projektowej z równoczesnym zachowaniem postanowień normy PN-91/S-10042.

Gięcie prętów należy wykonać zgodnie z Dokumentacją Projektową i normą PN-91/S-10042.

Należy zwrócić uwagę przy odbiorze haków i odgięć na ich zewnętrzną stronę. Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania.

### **5.2.3. Montaż zbrojenia**

Zbrojenie należy układać po sprawdzeniu i odbiorze deskowań.

Nie należy podwieszać i mocować do zbrojenia deskowań, pomostów transportowych, urządzeń wytwórczych i montażowych.

Montaż zbrojenia z pojedynczych prętów powinien być dokonywany bezpośrednio w deskowaniu. Montaż zbrojenia bezpośrednio w deskowaniu zaleca się wykonywać przed ustawieniem szalowania bocznego. Montaż zbrojenia fundamentów wykonać na podbetonie.

Dla zachowania właściwej otuliny należy układać w deskowaniu zbrojenie podpierając podkładami betonowymi lub z tworzyw sztucznych o grubości równej grubości otulenia. Stosowanie innych sposobów zapewnienia otuliny, a szczególnie podkładek z prętów stalowych jest niedopuszczalne. Na wysokości ścian licowych należy koniecznie wykonać otulenie za pomocą podkładek plastikowych pierścieniowych.

Rodzaj podkładek dystansowych podlega akceptacji przez Inżyniera.

Szkielety zbrojenia powinny być, o ile to możliwe, prefabrykowane na zewnątrz. W szkieletach tych węzły na przecięciach prętów powinny być połączone przez spawanie, zgrzewanie lub wiązanie na podwójny krzyż wyżarzonym drutem wiązałkowym:

- przy średnicy prętów do 12 mm o średnicy nie mniejszej niż 1,0 mm
- przy średnicy prętów powyżej 12 mm o średnicy nie mniejszej niż 1,5 mm.

Układ zbrojenia konstrukcji musi umożliwić jego dokładne otoczenie przez jednorodny beton. Po ułożeniu zbrojenia w deskowaniu, rozmieszczenie prętów względem siebie i względem deskowania nie może ulec zmianie.

Rozstaw zbrojenia, średnice i otuliny powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową.

Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią wysokość w trakcie betonowania jest nie dopuszczalne.

Łączenie prętów należy wykonywać zgodnie z PN-91/S-10042. Do zgrzewania i spawania prętów mogą być dopuszczeni tylko spawacze mający odpowiednie uprawnienia. Skrzyżowania prętów należy wiązać miękkim drutem lub spawać w ilości min. 30% skrzyżowań. Minimalna odległość od krzywizny pręta do miejsca gdzie na nim położyć spoinę wynosi 10 d.

#### **5.2.3.1. Otulenie prętów zbrojeniowych**

Grubość otulenia prętów zbrojeniowych – odległość od zewnętrznej powierzchni zbrojenia (włączając w to pręty rozdzielcze i strzemiona) do najbliższej powierzchni zewnętrznej betonu.

Grubość otulenia powinna zapewniać:

- bezpieczne przekazanie sił przyczepności,

- ochronę stali przed korozją,
- ochronę przeciwpożarową,
- umożliwić należyte ułożenie i zagęszczenie betonu.

W celu ochrony stali przed korozją grubość otulenia całego zbrojenia głównego, prętów rozdzielczych i strzemion powinna być nie mniejsza od wartości podanych w tabeli poniżej.

**Tabela 5.2.A**

Klasa ekspozycji		Przyczyny korozji										
		brak	Karbonatyzacja				chlorki			chlorki zwody morskiej		
		XC0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Minimalna grubość otulenia [mm]	Stal zwykła	10	15	20	25	40	40					
	Stal sprężająca	15	20	30	35	50	50					
Minimalna klasa betonu		B15	B20	B20	B25	B30	B37	B37	B45	B37	B45	B45
Maksymalny stosunek w/c		-	0,65	0,60	0,60	0,50	0,55	0,55	0,45	0,50	0,45	0,45
Minimalna zawartość cementu [kg/m <sup>3</sup> ]		-	260	280	280	300	300	300	320	300	320	340

Stosowaniu minimalnej grubości otulenia towarzyszyć musi odpowiednia jakość betonu określona przez minimalną klasę wytrzymałości, maksymalny stosunek w/c oraz minimalną zawartość cementu na kg/m<sup>3</sup>.

Minimalne grubości otulenia w powyższej tabeli (z wyjątkiem wartości w klasie ekspozycji XC1) mogą być zmniejszone o 5 mm w elementach z betonu, którego wytrzymałość jest o dwie klasy wyższa od zalecanej.

Ze względu na występującą korozję min. grubości otulenia mogą być zmniejszone gdy:

- użyta zostanie stal nierdzewna lub zastosuje się inne specjalne środki ochronne,
- użyty zostanie beton szczelny o specjalnym składzie,
- wykona się na powierzchni betonu dodatkowe powłoki ochronne lub powierzchnia zostanie obetonowana.

Minimalne grubości otulenia powinny być zwiększone co najmniej o 5 mm w elementach o nierównej lub porowatej powierzchni. W przypadku układania mieszanki betonowej bezpośrednio na podłożu gruntowym grubość otulenia powinna być nie mniejsza niż 75 mm.

Jeżeli betonowanie wykonuje się na podłożu betonowym, to grubość otuliny powinna być nie mniejsza niż 40 mm.

### 5.2.3.2. Rozmieszczenie zbrojenia w przekrojach

Rozstaw prętów w przekroju powinien umożliwić należyte ułożenie mieszanki betonowej bez segregacji składników, przy zapewnieniu właściwych warunków przyczepności zbrojenia do betonu.

Pręty rozmieszczone w kilku warstwach powinny być ułożone jeden na drugim, a przestrzeń między prętami powinna mieć szerokość wystarczającą do wprowadzenia wibratora w głębokiego.

Rozstaw prętów zbrojenia w przekrojach krytycznych płyt powinien być nie większy niż:

- przy zbrojeniu jednokierunkowym:  
250 mm i 1,2\*h jeżeli h>100 mm,

- 120 mm                      jeżeli  $h \leq 100$  mm,
- przy zbrojeniu dwukierunkowym:  
250 mm.

Maksymalny rozstaw prętów zbrojeniowych poza przekrojami krytycznymi powinien być nie większy niż 300 mm.

W elementach ściskanych maksymalny rozstaw w osiach prętów powinien być nie większy niż 400 mm.

### 5.2.3.3. Metody stabilizacji zbrojenia

Metody stabilizacji zbrojenia dzieli się na dwie grupy:

- metoda mająca na celu zapewnienie należytego otulenia zbrojenia,
- metoda zapewniająca stabilizację określonych elementów zbrojenia czy też akcesoriów połączonych ze zbrojeniem w określonych punktach elementu prefabrykowanego.

Należyte otulenie zbrojenia należy wykonać przez:

- stosowanie pod znajdujące się w formie pręty zbrojenia podkładek z zaprawy lub betonu o grubości odpowiadającej grubości warstwy otulającej. Sztywność szkieletu zbrojenia powoduje stabilizację wszystkich prętów względem określonej płaszczyzny formy lub deskowania;
- zakładanie na pręty zbrojenia wkładek wykonanych z tworzywa sztucznego, powodując stabilizację zbrojenia względem formy i deskowania;
- projektowanie i wykonanie zbrojenia, które ułożone w formie lub deskowaniu zapewnia należyte otulenie prętów głównych, rozdzielczych i montażowych przez zgrzewanie w drabinkach niektórych prętów poprzecznych o długości większej niż pozostałe lub zgrzewanie w siatkach dodatkowych prętów powodujących po ułożeniu siatek ich odpowiednie oddalenie od płaszczyzny formy lub deskowania. Drabinki i siatki połączone w jego przestrzenny szkielet zbrojenia powodują jego stabilizację, zapewniając należyte otulenie betonem wszystkich prętów zbrojenia.

Stabilizacja określonych elementów zbrojenia czy akcesoriów połączonych ze zbrojeniem w określonych punktach wykonana jest przez zamocowanie tych części formy lub deskowania. Zamocowanie to może być wykonane za pomocą śrub, zatyczek, bolców, drutu itp. w taki sposób, żeby w momencie rozformowania nie utrudniało odspojenia płaszczyzn formujących od betonu. Wykonuje się to przez wyjęcie zatyczki, bolca odkręcenie śruby lub ścięcie cienkiego drutu, którym element był mocowany.

### 5.2.3.4. Kotwienie zbrojenia

Kotwienie zbrojenia wykonywać zgodnie z normą PB-N-03264:2002. Zbrojenie można kotwić zarówno w strefie rozciąganej, jak i ściskalnej przekroju. Jeżeli jest to możliwe, zbrojenie kotwić w strefie ściskalnej. Pręty o średnicy przekraczającej 32 mm należy kotwić wyłącznie w strefie ściskalnej.

Pręty i siatki zbrojeniowe można kotwić przez zakotwienie proste, hakiem półokrągłym lub hakiem prostym oraz przyspajając w strefie kotwienia pręt poprzeczny.

Zakotwienie proste i hak prosty nie mogą być stosowane do kotwienia prętów gładkich o średnicy większej niż 8 mm. Hak półokrągły, prosty oraz pętla nie powinny być stosowane do kotwienia prętów ściskanych z wyjątkiem prętów gładkich, jeśli w strefie zakotwienia mogą wystąpić siły rozciągające. Dla prętów żebrowanych o średnicach powyżej 32 mm należy stosować zakotwienie proste lub blachy kotwiące (zakotwienie mechaniczne).

Jeżeli zbrojenie elementu wykonane jest z wiązek, to każdy pręt należy kotwić niezależnie odcinkiem prostym. Strefy zakotwienia kolejnych prętów powinny być przesunięte względem

siebie. Długość zakotwienia pręta wiązki należy przyjmować jako  $l_{bd}$  pomnożone przez:

- 1,0 – dla pierwszego pręta kotwionego,
- 1,2 – dla drugiego pręta kotwionego,
- 1,3 – dla trzeciego pręta kotwionego,
- 1,4 – dla czwartego pręta kotwionego.

Wiązka może składać się z czterech prętów w miejscach zakładu oraz jeśli są to pręty pionowe.

W pozostałych przypadkach może składać się z trzech prętów.

Długość zakotwienia  $l_{bd}$  oblicza się jako:

$$l_{bd} = \alpha_a * l_b * \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \geq l_{b,min}$$

gdzie:

$\alpha_a$  – współczynnik efektywności zakotwienia równy:

- 1,0 dla pręta prostego,
- 0,7 dla zagiętego pręta rozciąganego, jeżeli w strefie haka lub pętli kotwiącej otulina pręta w kierunku prostopadłym do płaszczyzny zagięcia jest równa co najmniej  $3\phi$ ,

$A_{s,req}$  – wymagana obliczeniowo powierzchnia zbrojenia,

$A_{s,prov}$  – zastosowana powierzchnia zbrojenia,

$l_{b,min}$  – minimalna długość zakotwienia równa:

- $l_{b,min} = 0,3 * l_b \geq 10 * \phi$  lub 100 mm dla prętów rozciąganych,
- $l_{b,min} = 0,6 * l_b \geq 10 * \phi$  lub 100 mm dla prętów ściskanych obliczeniowo zbędnych,

$l_b$  – podstawowa długość zakotwienia

Pręty zbrojenia przeszłowego doprowadzone do podpory muszą być przedłużane poza jej krawędź o odcinek równy  $2/3 l_{bd}$ , jeżeli belka podparta jest bezpośrednio i o odcinek równy  $l_{bd}$ , jeżeli belka podparta jest pośrednio. Podparcie uważa się za bezpośrednie, jeżeli reakcja przekazywana jest na podporę przez dolną krawędź elementu, a jednocześnie obciążenie równomiernie rozłożone obciąża jego górną krawędź. krawędź innych przypadkach podparcie uważa się za pośrednie.

Zbrojenie odgięte ze względu na ścinanie i nie wliczane do zbrojenia podłużnego poza odgięciem należy kotwić odcinkiem o długości minimalnej równej:

- dla pręta kotwionego w strefie rozciąganej  $1,3 l_{bd}$ ,
- dla pręta kotwionego w strefie ściskanej:  $0,7 l_{bd}$ , licząc od punktu przecięcia osi odcinka odgiętego z osią odcinka równoległego do zbrojenia podłużnego.

W obszarze kotwienia wymaga się stosowania zbrojenia poprzecznego, jeżeli kotwione są pręty rozciągane, a w kierunku poprzecznym do prętów nie występuje ściskanie oraz jeżeli kotwione są pręty ściskane. Całkowita powierzchnia zbrojenia poprzecznego musi wynosić minimum  $1/4$  powierzchni jednego pręta kotwionego.

Zbrojenie należy rozmieścić równomiernie na odcinku kotwienia. Co najmniej jeden pręt zbrojenia poprzecznego powinien być umieszczony przy haku lub pętli.

Kotwienie prętów żebrowanych o średnicy większej niż 32 mm zbrojących belki i płyty wymaga dodatkowego zbrojenia poprzecznego poza zastosowanym ze względu na ścinanie, jeżeli w strefie zakotwienia w kierunku prostopadłym do kotwionego pręta nie działają naprężenia ściskające. Zbrojenie to powinno mieć w przypadku zakotwienia prostego powierzchnię równą co najmniej:

- najmniej kierunku równoległym do najbliższej powierzchni (dolne odcinki strzemion w belkach):



$$\Sigma A_{st} = 0,25 \cdot A_s \cdot n_1$$

- w kierunku prostopadłym do najbliższej powierzchni (boczne odcinki strzemion w belkach):

$$\Sigma A_{sv} = 0,25 \cdot A_s \cdot n_2$$

gdzie:

$A_s$  – pole przekroju poprzecznego pręta kotwionego,

$n_1$  – liczba warstw zbrojenia kotwionego w tym samym przekroju

$n_2$  – liczba prętów kotwionych w każdej warstwie

Długość zakotwienia  $l_{bd}$  dla siatek zgrzewanych z prętów żebrowanych wyznacza się jak dla prętów pojedynczych.

W przypadku występowania co najmniej jednego pręta poprzecznego na długości zakotwienia, norma PB-N-03264:2002 zaleca zmniejszyć ją do 70%.

Długość zakotwienia  $l_{bd}$  siatek z prętów gładkich nie może być mniejsza niż 200 mm i niż podstawowa długość zakotwienia  $l_b$ . Długość  $l_b$  ustala się z uwzględnieniem klasy betonu oraz ilości prętów poprzecznych (dwóch lub trzech) w strefie kotwienia, które są bezwzględnie wymagane.

**Tabela 5.2.B Podstawowa długość zakotwienia siatek zgrzewanych prętów gładkich ze stali klas A-0 i A-I w zależności od klasy betonu i ilości prętów poprzecznych**

Sposób kotwienia	Klasa betonu		
	C12/15	C16/20	≥C20/25
Dwa pręty poprzeczne na długości $l_b$	28 Ø	25 Ø	22 Ø
Trzy pręty poprzeczne na długości $l_b$	20 Ø	18 Ø	15 Ø

Aby zakotwienie było właściwe, spoina łącząca zbrojenie kotwione i zbrojenie poprzeczne musi mieć nośność nie mniejszą niż 1/3 nośności jednego pręta kotwionego.

Strzemiona i zbrojenie na ścianie należy kotwić następująco:

- hakiem półokrągłym o kącie zagięcia nie mniejszym niż 135°, zakończonym odcinkiem prostym o długości minimum pięciu średnic pręta zagiętego i 50 mm,
- za pomocą przyspojonego zbrojenia poprzecznego składającego się z:
  - a) dwóch prętów, każdy o średnicy równej minimum 0,7 średnicy pręta kotwionego,
  - b) jednego pręta o średnicy równej minimum 1,4 średnicy pręta kotwionego.

W przypadku wykonania zbrojenia prętów i drutów żebrowanych można stosować hak prosty zakończony odcinkiem prostym o długości minimum dziesięciu średnic pręta zagiętego i 70 mm.

### Kotwienie zbrojenia do konstrukcji metalowej

Pręty zbrojenia można zakotwić do konstrukcji metalowej za pomocą specjalnych łączników. Są to tuleje z wewnętrznym gwintem, w które wkręca się pręt z nagwintowaną końcówką. Tuleję należy przyspawać do konstrukcji spoiną pachwinową na całym jej obwodzie. Łączniki tego typu oferowane są dla szerokiego zakresu średnic prętów.

Przy projektowaniu i wykonywaniu tego typu kotwienia należy zapewnić łącznikowi kotwiącemu otulenie betonem zgodnie z normą PN-B-02364:2002. Inne sposoby, niż opisane

w normie mogą być stosowane pod warunkiem, że posiadają aktualne aprobaty techniczne.

#### **5.2.3.5. Łączenie zbrojenia**

Wg normy PN-B-03264:2002 zbrojenie należy wykonywać z nieprzerwanych prętów o długości jednego przęsła lub jednego elementu konstrukcyjnego. Jeżeli z różnych względów nie jest to możliwe, zbrojenie powinno być łączone przez spajanie (zgrzewanie i spawanie) lub za pomocą zacisków mechanicznych. Dopuszcza się też łączenie prętów na zakład.

Zaleca się, aby połączenia były wykonywane w miejscach, miejscach których nośność zbrojenia nie jest w pełni wykorzystana.

Połączenia spajane należy wykonywać zgodnie z przepisami wykonywania robót spawalniczych. Nośność połączeń należy obliczać przy założeniu, iż nie jest ona większa niż nośność łączonych prętów.

Połączenie doczołowe można wykonywać tylko przez zgrzewanie iskrowe. Zgrzewać można stale wszystkich gatunków wymienionych w normie PN-B-03264:2002. Średnice zgrzewanych prętów ograniczono do:

- stal klas A-0 i A-I: od 5,5 mm do 40 mm,
- stal klas A-II i A-III: od 6 mm do 32 mm,
- stal klasy A-IIIN: od 6 mm do 40 mm.

Zgrzewanie należy wykonać w taki sposób, aby kąt utworzony przez prostopadłą do osi pręta i styczną do garbu powstającego w obszarze spęczenia jako skutek sprasowania był mały. Jednocześnie należy dobrać siłę prasującą tak, aby garby nie uległy spękaniu.

Pręty zgrzewane muszą być wykonane ze stali tego samego gatunku. Dopuszcza się łączenie prętów o różnych średnicach pod warunkiem osiowego połączenia. Stosunek mniejszej średnicy do większej nie może być mniejszy niż 0,85.

#### **Pręty łączone na zakład**

Połączenia prętów na zakład nie powinny się znajdować w miejscu występowania największych naprężeń. W miarę możliwości zakłady powinny być symetrycznie rozmieszczone w każdym przekroju sfery łączenia oraz powinny być równoległe do zewnętrznej powierzchni elementu.

Norma zezwala na łączenie w jednym przekroju:

- do 100% prętów rozciąganych, jeżeli rozmieszczone są w przekroju w jednej warstwie,
- do 50 prętów rozciąganych, jeżeli rozmieszczone są w przekroju w większej liczbie warstw niż jedna,
- do 100% prętów ściskanych,

pod warunkiem, że spełnione są wszystkie przytoczone wcześniej wymagania, a rozmieszczenie prętów i wzajemne przesunięcie sąsiednich zakładów spełnia warunki podane na rysunkach.

Przesunięcie sąsiednich odcinków łączenia na zakład jest korzystne, ponieważ powoduje zmniejszenie prawdopodobieństwa powstania zarysowania na końcach zakładu. Przyczyną zarysowania są naprężenia normalne rozciągające powstające wokół prętów w strefie zakładu i jej pobliżu, największe przy końcach zakładu.

Pręty ściskane łączone na zakład nie powinny być zakończone hakami, ponieważ pręt w pobliżu haka ma tendencję do odkształcania się w kierunku powierzchni zewnętrznej elementu, może również powstać rysa na końcu haka.

W strefie łączenia prętów należy zastosować zbrojenie poprzeczne (strzemiona, pręty proste), którego celem jest zapewnienie odpowiedniej nośności połączenia. Zbrojeniem tym może być zbrojenie przyjęte z innych powodów (na ścianie, rozdzielcze, itp.), jeżeli średnica prętów łączonych jest mniejsza niż 20 mm lub w żadnym przekroju nie łączy się więcej niż 25%

zbrojenia.

Zbrojenie poprzeczne w strefie zakładu zwiększa jego nośność. W przypadku łączenia prętów ściskanych na zakład., należy dodatkowo zastosować po jednym pręcie poprzecznym poza strefą zakładu w odległości  $4 \varnothing$  od ostatniego pręta. Zbrojenie to ma zapobiec zarysowaniu betonu przy końcu sfery zakładu powstającemu na skutek docisku końca pręta łączonego do betonu, znacznego zwłaszcza przy dużych średnicach zbrojenia. Sumaryczna powierzchnia zbrojenia poprzecznego nie może być mniejsza niż powierzchnia przekroju pojedynczego pręta łączonego na zakład.

Na zakład można łączyć pręty żebrowe o średnicy nie większej niż 32 mm.

Przy łączeniu na zakład wiązek prętów żebrowanych (liczących maksymalnie 4 sztuki) każdy pręt wiązki należy łączyć oddzielnie. Odległości między kolejnymi połączeniami w wiązce liczącej 2, 3 lub 4 pręty należy wyznaczać, mnożąc długość zakotwienia 1,2, 1,3 i 1,4.

### Łączenie siatek

Norma PN-B-02364:2002 pozwala na łączenie prętów głównych siatek w jednym przekroju w ilości:

- do 100%, jeżeli ich powierzchnia nie przekracza  $1200 \text{ mm}^2/\text{mb}$ ,
- do 60%, jeżeli ich powierzchnia przekracza  $100 \text{ mm}^2/\text{mb}$ .

Połączenie na zakład siatek ułożonych w kilku warstwach należy przesunąć względem siebie. Stosowanie dodatkowego zbrojenia nie jest konieczne, ponieważ jego rolę pełnią pręty poprzeczne łączonych siatek.

Wszystkie pręty poprzeczne mogą być łączone w jednym przekroju. Minimalne długości zakładów tych prętów podano w tabeli poniżej.

**Tabela 5.2.C Minimalne długości  $l_s$  zakładów prętów poprzecznych siatek o średnicy  $\varnothing_t$  przy rozstawie s prętów podłużnych**

Średnica prętów poprzecznych		
$\varnothing_t \leq 6$	$6 < \varnothing_t \leq 8,5$	$8,5 < \varnothing_t \leq 12$
$\geq s$	$\geq s$	$\geq s$
$\geq 150 \text{ mm}$	$\geq 250 \text{ mm}$	$\geq 350 \text{ mm}$

Długość zakładu prętów poprzecznych nie może być mniejsza niż wymiar jednego oczka siatki, ponieważ na długości zakładu muszą się znaleźć co najmniej 2 pręty podłużne.

### 5.2.4. Wbudowanie mieszanki betonowej

#### a) Podawanie i układanie mieszanki betonowej

Przed przystąpieniem do układania betonu należy sprawdzić:

- położenie zbrojenia,
- zgodność rzędnych z Projektem,
- czystość deskowania,
- obecność wkładek dystansowych zapewniających wymaganą wielkość otuliny.

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

- W fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy, bądź też za pośrednictwem rynny, warstwami o grubości do 40 cm zagęszczając wibratorami wgnębnymi;
- Przy wykonywaniu płyt mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub rurociągu pompy. W płytach o grubości większej do 12 cm zbrojonych

górną i dolną należy stosować belki wibracyjne.

#### **b) Zagęszczanie betonu**

Przy zagęszczaniu mieszanki betonowej należy przestrzegać następujących zasad:

- wibratory wstępne należy stosować o częstotliwości min. 6000 drgań na minutę, z buławami o średnicy nie większej niż 0,65 odległości między prętami zbrojenia leżącymi w płaszczyźnie poziomej;
- podczas zagęszczania wibratorami wstępnymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora;
- podczas zagęszczania wibratorami wstępnymi należy zagłębić buławę na głębokość 5 – 8 cm w warstwę poprzednią i przytrzymać buławę w jednym miejscu w czasie 20-30 sekund po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym;
- kolejne miejsca zagłębienia buławy powinny być od siebie oddalone o 1,4 R, gdzie R jest promieniem skutecznego działania wibratora; odległość ta zwykle wynosi 0,35 – 0,7 m;
- belki wibracyjne powinny być stosowane do wyrównania powierzchni betonu płyt i charakteryzować się jednakowymi drganiami na całej długości;
- czas zagęszczania wibratorem powierzchniowym, lub belką wibracyjną w jednym miejscu powinien wynosić od 30 do 60 sekund;
- zasięg działania wibratorów przyczepnych wynosi zwykle 20 do 50 cm w kierunku głębokości i od 1,0 do 1,5 m w kierunku długości elementu. Rozstaw wibratorów należy ustalić doświadczalnie, tak aby nie powstawały martwe pola. Mocowanie wibratorów powinno być trwałe i sztywne.

#### **c) Przerwy w betonowaniu**

Przerwy w betonowaniu należy sytuować w miejscach uprzednio przewidzianych w Dokumentacji Projektowej lub w dokumentacji technologicznej uzgodnionej z Projektantem. Ukształtowanie powierzchni betonu w przerwie roboczej powinno być uzgodnione z Projektantem, a w prostszych przypadkach można kierować się zasadą, że powinna ona być prostopadła do kierunku naprężeń głównych.

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

- usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego luźnych okruszków betonu oraz warstwy pozostałego szkliska cementowego,
- obfite zwilżenie wodą i narzucenie kilkumilimetrowej warstwy zaprawy cementowej o stosunku zbliżonym do zaprawy w betonie wykonywanym albo też narzucenie cienkiej warstwy zaczynu cementowego.

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.

W przypadku przerwy w układaniu betonu zagęszczonego przez wibrowanie, wznowienie betonowania nie powinno się odbyć później, niż w ciągu 3 godzin lub po całkowitym stwardnieniu betonu.

Jeżeli temperatura powietrza jest wyższa niż 20°C to czas trwania przerwy nie powinien przekraczać 2 godzin. Po wznowieniu betonowania należy unikać dotykania wibratorem deskowania, zbrojenia i poprzednio ułożonego betonu.

#### **d) Wymagania przy pracy w nocy**

W przypadku, gdy betonowanie konstrukcji wykonywane jest także w nocy, konieczne jest wcześniejsze przygotowanie odpowiedniego oświetlenia zapewniającego prawidłowe wykonanie robót oraz dostateczne warunki bezpieczeństwa pracy.

### 5.2.5. Warunki atmosferyczne przy układaniu mieszanki betonowej i wiązaniu betonu

#### a) Temperatura otoczenia

Betonowanie należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż  $+5^{\circ}\text{C}$ , zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości co najmniej 15 MPa przed pierwszym zamarznięciem.

W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze do  $-5^{\circ}\text{C}$ , jednak wymaga to zgody Inżyniera, potwierdzonej wpisem do Dziennika Budowy. Jednocześnie należy zapewnić mieszankę betonową o temperaturze  $+20^{\circ}\text{C}$  w chwili układania i zabezpieczenie uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni lub uzyskania przez beton wytrzymałości co najmniej 15 MPa.

#### b) Zabezpieczenie podczas odpadów

Przed przystąpieniem do betonowania należy przygotować sposób postępowania na wypadek wystąpienia ulewnego deszczu. Konieczne jest przygotowanie odpowiedniej ilości osłon wodoszczelnych dla zabezpieczenia odkrytych powierzchni świeżego betonu.

#### c) Zabezpieczenie betonu przy niskich temperaturach otoczenia

Przy niskich temperaturach otoczenia ułożony beton powinien być chroniony przed zamarznięciem przez okres pozwalający na uzyskanie wytrzymałości co najmniej 15 MPa.

Uzyskanie wytrzymałości 15 MPa powinno być zbadane na próbkach przechowywanych w takich samych warunkach jak zabetonowana konstrukcja.

Przy przewidywanym spadku temperatury poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  w okresie twardnienia betonu należy wcześniej podjąć działania organizacyjne pozwalające na odpowiednie osłonięcie i podgrzanie zabetonowanej konstrukcji.

### 5.2.6. Pielęgnacja betonu

Nawilgocenie powierzchni betonu powinno być wykonane zgodnie z normą PN-B-06251. Świeży beton powinien być utrzymywany w dużej wilgotności przez okres, co najmniej:

- 7 dni przy stosowaniu cementów portlandzkich,
- 4 dni przy stosowaniu cementów hutniczych i innych,
- 3 dni dla betonów naparzanych.

W celu zapewnienia twardniejącemu betonowi potrzebnej wilgoci stosuje się najczęściej polewanie wodą. Można też nakrywać beton matami słomianymi lub tkaniną materiałową oraz powłokami z folii.

Szkodliwe dla betonu jest również działanie promieni słonecznych jak i niska temperatura (instrukcja ITB nr 156/87).

Beton trzeba też chronić przed uszkodzeniami typu mechanicznego, w tym deszczu i wstrząsów.

W czasie dojrzewania betonu elementy należy chronić przed uderzeniami i drganiami.

Dopuszczalne odchyłki wymiarów i położenia elementów lub konstrukcji nie powinny być większe od podanych w tabeli 5.2.6.A:

**Tabela 5.2.6.A**

Odchylenia	Dopuszczalna odchyłka mm
Odchylenie płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia do projektowanego pochylenia:	
a) na 1 m wysokości	5
b) na całą wysokość konstrukcji i w fundamentach	20
c) w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz	15

słupów podtrzymujących stropy monolityczne d) w ścianach (budowlach) wzniesionych w deskowaniu ślizgowym lub przestawnym	1/500 wysokości budowli, lecz nie więcej niż 100 mm
Odchylenia płaszczyzn poziomych od poziomu:	
a) na 1 m płaszczyzny w dowolnym kierunku	5
b) na całą płaszczyznę	15
Miejscowe odchylenia powierzchni betonu przy sprawdzeniu długości 2,0 m z wyjątkiem powierzchni podporowych:	
a) powierzchni bocznych i spodnich	±4
b) powierzchni górnych	±8
Odchylenia w długości lub rozpiętości elementów	±20
Odchylenia w wymiarach przekroju poprzecznego	±8
Odchylenia w rzędnych powierzchni dla innych elementów	±5

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Zasady ogólne

#### 6.1.1. Program Zapewnienia Jakości

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.1.

#### 6.1.2. Zasady kontroli jakości robót

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.2.

Ogólne zasady kontroli jakości robót polegają na sprawdzeniu:

- szalunków
- zbrojenia
- cementu i kruszyw do betonu
- receptury betonu
- sposobu przygotowania i jakości mieszanki betonowej przed wbudowaniem

#### 6.1.3. Badania i pomiary

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne”.

Klasa betonu wg Normy PN-88/B-06250 to symbol literowo- liczbowy (np. B30), klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie, a liczba po literze B oznacza wytrzymałość gwarantowaną.

W Normie PN-EN 206-1 wprowadzone zostały klasy wytrzymałościowe na ściskanie dla betonów zwykłych i ciężkich (np. C20/25) oraz betonów lekkich (np. LC20/22). Po symbolu C (LC) pierwsza liczba oznacza minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną na próbkach walcowych, druga liczba oznacza minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną w próbkach sześciennych.

**Tabela 6.1.3.A Klasy wytrzymałościowe na ściskanie betonów zwykłych i ciężkich**

Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1		Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach walcowych $f_{ck, cyl}$ MPa	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach sześciennych $f_{ck, cube}$ MPa	Odpowiadająca klasa betonu wg PN-88/B-06250
C8/10		8	10	B10
C12/15		12	15	B15
C16/20		16	20	B20
C20/25		20	25	B25
C25/30		25	30	B30
C30/37		30	37	-
C37/45		35	45	-
C45/50		40	50	B50
C44/55		45	55	-
C50/60		50	60	-
C55/67	Betony wysokowartościowe	55	67	-
C60/75		60	75	-
C70/85		70	85	-
C80/95		80	95	-
C90/105		90	105	-
C100/115		100	115	-

**Tabela 6.1.3.B Klasy wytrzymałościowe na ściskanie betonów lekkich**

Klasy wytrzymałości na ściskanie		Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach walcowych $f_{ck, cyl}$ MPa	Minimalna wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach sześciennych $f_{ck, cube}$ MPa
LC8/9		8	9
LC12/13		12	13
LC16/18		16	18
LC20/22		20	22
LC25/28		25	28
LC30/33		30	33
LC35/38		35	38
LC40/44		40	44
LC45/50		45	50
LC50/55		50	55
LC55/60	Betony wartościowe	55	60
LC60/66		60	66
LC70/77		70	77
LC80/88		80	88

Zgodnie z PN-88/B-06250 partia betonu mogła być zakwalifikowana do danej klasy, jeżeli jego wytrzymałość określona na próbkach w kształcie sześciianu o krawędzi 15 cm (przy liczbie prób mniejszej od 15) spełniała następujące wyniki:

$$R_{i \min} \geq \alpha * R_b^G$$

gdzie:

$R_{i \min}$  - najmniejsza wytrzymałość na ściskanie uzyskana w badanej serii betonu

$\alpha$  – współczynnik zależny od liczebności próbek; dla prób w ilości 3-4 współczynnik  $\alpha = 1,15$ ; dla prób w ilości 5-8 współczynnik  $\alpha = 1,10$  oraz dla prób w ilości 9-14 współczynnik  $\alpha = 1,05$

$R_b^G$  – wytrzymałość gwarantowana

W przypadku niespełnienia powyższego warunku beton mógł być zakwalifikowany do danej klasy, jeżeli zostały spełnione równocześnie dwa poniższe warunki:

$$R_{i \min} \geq R_b^G \quad \text{oraz} \quad \bar{R} \geq 1,2 R_b^G$$

gdzie:

$\bar{R}$  – średnia wartość wytrzymałości na ściskanie badanego betonu

Zgodnie z Normą PN-EN206-1 wprowadza się kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie betonu projektowanego. projektowanego zależności od rodzaju produkcji betonu rozróżnia się produkcję początkową i ciągłą. Za produkcję początkową uważa się produkcję do momentu uzyskania co najmniej 35 wyników badań, natomiast produkcję ciągłą osiąga się, gdy uzyska się minimum 35 wyników badań w okresie 12 miesięcy. Pomimo tego w trakcie produkcji ciągłej producent może przyjąć plan pobierania próbek, jak w przypadku produkcji początkowej. W przypadku gdy producent wstrzymał produkcję na okres dłuższy niż 12 miesięcy, należy przyjąć kryteria, częstotliwość pobierania i badania, jak dla produkcji początkowej. W zależności od rodzaju produkcji betonu uzależnia się plan pobierania i badania próbek. Minimalną częstotliwość pobierania próbek do oceny zgodności przedstawia tabela poniżej:

**Tabela 6.1.3.C Minimalna częstotliwość pobierania próbek do oceny zgodności**

Produkcja	Minimalna częstotliwość pobierania próbek		
	Pierwsze 50 m <sup>2</sup> produkcji	Po pierwszych 50 m <sup>2</sup> produkcji*	
		Beton z certyfikatem kontroli produkcji	Beton bez certyfikatu kontroli produkcji
Początkowa (do momentu uzyskania co najmniej 35 wyników badań)	3 próbki	1 próbka/150 m <sup>3</sup> lub 2 próbki/ tydzień produkcji	1 próbka/150 m <sup>3</sup> lub 1 próbka na dzień



Ciągła** (po uzyskaniu co najmniej 35 wyników badań)		1 próbka/400 m <sup>3</sup> lub 1 próbka/ tydzień produkcji	produkcji
--	--	---	-----------

(\*) Pobieranie próbek powinno być rozłożone w czasie produkcji i nie zaleca się pobierania więcej niż 1 próbki z każdych 25 m<sup>3</sup> mieszanki.

(\*\*) Gdy odchylenie standardowe ostatnich 15 wyników przekracza  $1,37\sigma$ , częstotliwość pobierania próbek należy zwiększyć do częstotliwości wymaganej dla produkcji początkowej, do uzyskania następnych 35 wyników ( $\sigma$  – odchylenie standardowe populacji).

Na podstawie przeprowadzonych badań wytrzymałości na ściskanie należy dokonać oceny zgodności, korzystając z poniższej tabeli:

**Tabela 6.1.3.D Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie**

Produkcja	Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie w zbiorze	Kryterium 1	Kryterium 2
		Średnia „n” wyników	
Początkowa	3	$f_{cm} \geq f_{ck \text{ (cube/cyl)}} + 4$	$f_{ci} \geq f_{ck \text{ (cube/cyl)}} - 4$
Ciągła	min. 15	$f_{cm} \geq f_{ck \text{ (cube/cyl)}} + 1,48\sigma$	$f_{ci} \geq f_{ck \text{ (cube/cyl)}} - 4$

$f_{ck}$  - wytrzymałość charakterystyczna

$f_{cm}$  - średnia wytrzymałość betonu na ściskanie

$f_{ci}$  - pojedynczy wynik badania wytrzymałości na ściskanie

*Partia mieszanki betonowej* – mieszanka betonowa wykonana w jednym cyklu operacyjnym mieszanki okresowej lub wykonana w czasie 1 minuty w mieszarce o pracy ciągłej oraz przewożona jako gotowa w betoniarnie samochodowej, gdy jej napełnienie wymaga więcej niż jednego cyklu pracy mieszarki okresowej lub więcej niż jednej minuty mieszania w mieszarce o pracy ciągłej.

*Próbka złożona* – ilość mieszanki betonowej, składająca się z kilku pozycji pobranych z różnych miejsc partii lub mieszanki dokładnie wymieszanych ze sobą.

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

*Porcja* – ilość mieszanki betonowej pobrana w pojedynczej czynności za pomocą szufla.

Niezależnie od oznaczenia należy pobrać co najmniej 1,5 raza większą ilość mieszanki betonowej niż jest to potrzebne do badań. W trakcie transportu próbek należy chronić je przed utratą lub wzrostem poziomu wody, zanieczyszczeniami oraz znacznymi zmianami temperatur.

### 6.1.3.2. Badanie mieszanki betonowej

#### Badanie konsystencji metodą stożka opadowego (wg PN-EN 12350-2)

Metoda ta polega na umieszczeniu i zagęszczeniu mieszanki betonowej w formie o kształcie ściętego stożka. Opad stożka mieszanki betonowej (po zdjęciu formy) jest miarą konsystencji. Przyrządy: forma kształtująca próbkę do badania (wys. 300 mm), pręt do sztychowania, przymiar liniowy (wyskalowany od 0 do 300 mm), płyta (powierzchnia podstawy), szufla, sekundomierz, wilgotna tkanina, łopatka (o szerokości około 100 mm).

Zwilżoną od wewnątrz formę ustawia się na poziomej płycie. Podczas napełniania mieszanką betonową formę należy unieruchomić przez jej przymocowanie do płyty lub stając na elementach stopowych. Formę napełnia się trzema warstwami, zagęszczając każdą warstwę przez 25-krotne uderzenie prętą sztychującym. Warstwę dolną zagęszczać na całej jej wysokości tak, aby uderzenia pręta dochodziły do podstawy. Warstwę środkową i górną zagęszczać na całej jej wysokości tak, aby uderzenia pręta dochodziły do warstwy bezpośrednio położonej poniżej. Przy umieszczaniu trzeciej – górnej warstwy mieszanki betonowej formę należy napełnić z nadmiarem. Po zagęszczeniu ostatniej warstwy nadmiar mieszanki betonowej usuwa się prętą sztychującym tak, aby powierzchnia mieszanki była na poziomie górnej krawędzi formy.

Rozformowanie polega na równomiernym podniesieniu formy do góry w czasie 5- 10 sekund. Całe badanie – od momentu rozpoczęcia napełnienia formy do jej zdjęcia powinno zakończyć się w czasie 150 sekund. Po zdjęciu formy należy dokonać pomiaru opadu stożka, który wyraża się różnicą wysokości formy i najwyższym punktem rozformowanej próbki mieszanki betonowej.

Badanie można uznać za miarodajne, jeżeli opad stożka jest symetryczny. W przypadku gdy opad ulegnie ścięciu, badanie należy powtórzyć na innej próbce. Wynikiem badania jest wysokość opadu stożka, (h) na podstawie, którego przyjmuje się klasę konsystencji mieszanki betonowej, zgodnie z tabelą poniżej.

**Tabela 6.1.3.E Klasy konsystencji oznaczone metodą opadu stożka wg PN-EN 206-1**

Klasa	Opad stożka w mm	Klasa	Czas Vebe w sekundach	Klasa	Stopień zagęszczenia	Klasa	Stopień rozplywu w mm
S1	10-40	V0	$\geq 31$	C0	$\geq 1,46$	F1	$\leq 340$
S2	50-90	V1	30-21	C1	1,45-1,26	F2	350-410
S3	100-150	V2	20-11	C2	1,25-1,11	F3	420-480
S4	160-210	V3	10-6	C3	1,10-1,04	F4	490-550
S5	$\geq 210$	V4	5-3	-	-	F5	560-620
-	-	-	-	-	-	F6	$\geq 630$

#### **Badanie konsystencji metodą Vebe (wg Normy PN-EN 12350-3)**

Badanie polega na umieszczeniu i zagęszczeniu mieszanki betonowej w formie o kształcie ściętego stożka. Po zdjęciu formy opuszcza się przezroczysty krążek na górną powierzchnię mieszanki betonowej i uruchamia stół wibracyjny. Należy dokonać pomiaru czasu od momentu włączenia stołu wibracyjnego do chwili zetknięcia się dolnej powierzchni krążka z mieszanką betonową.

Formę w kształcie ściętego stożka należy wstawić do cylindra przymocowanego do stolika wibracyjnego. Formę należy napełnić trzema warstwami i zgęścić tak jak przy badaniu konsystencji metodą stożka opadowego (opis powyżej).

Po ułożeniu trzeciej warstwy mieszanki należy odsunąć lej wysypowy; należy usunąć nadmiar mieszanki tak, aby jej powierzchnia była na poziomie górnej krawędzi formy. Rozformowanie polega na równomiernym podniesieniu formy do góry w czasie około 5-10 sekund.

Właściwy opad mieszanki ma wygląd ściętego stożka. Opad mieszanki może mieć charakter opadu ściętego lub rozsypanego. W tym przypadku fakt ten należy odnotować w sprawozdaniu z oznaczenia. Na opadzie mieszanki betonowej należy umieścić przezroczysty krążek, a następnie uruchomić wibrator z jednoczesnym włączeniem stopera. Stolik należy wyłączyć w momencie, gdy dolna powierzchnia przezroczystego krążka w pełni zetknie się z

mieszkanką betonową. Wynikiem badania jest czas wibrowania zmierzony z dokładnością do 1 sekundy. Na podstawie wyznaczonego czasu przyjmuje się klasę konsystencji mieszanki betonowej, zgodnie z tabelą powyżej.

#### **Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności (wg PN-EN 12350-4)**

Badanie polega na ułożeniu w pojemniku mieszanki betonowej. Przed przystąpieniem do oznaczenia należy pojemnik oczyścić i zwilżyć jego wewnętrzną powierzchnię wilgotną. Pojemnik należy wypełnić mieszanką betonową bez ubijania. Po napełnieniu pojemnika mieszanką jej górną powierzchnię wyrównać do poziomu górnej krawędzi pojemnika za pomocą zgarniaka, aby nie doszło do jakiegokolwiek efektu zagęszczania. Pojemnik należy ustawić na stole wibracyjnym. Mieszkankę należy zagęszczać do momentu, gdy nie obserwuje się dalszego zmniejszania objętości. Po zagęszczeniu mieszanki należy oznaczyć wartość „s” – różnicę pomiędzy górnymi poziomami mieszanki przed i po zagęszczaniu. Pomiarów dokonuje się w środku każdej ścianki pojemnika. Stopień zagęszczalności  $c$  oblicza się z równania:

$$C = \frac{h_1}{h_1 - s}$$

w którym:

$h_1$  – wewnętrzna wysokość pojemnika (mm),  
 $s$  – wartość średnia z pomiarów czterech odległości od powierzchni zagęszczone mieszanki do górnej krawędzi pojemnika (mm).

#### **Badanie wytrzymałości betonu na ściskanie**

Zgodnie normą PN-EN 12390-1:2000 dla każdego kształtu próbki (sześcienu lub walca) zaleca się, aby wymiar podstawowy ( $d$ ) wynosił co najmniej 3,5-krotności maksymalnego wymiaru ziaren kruszywa w betonie.

Próbki betonowe stosowane do badania wytrzymałości na ściskanie:

- a) w kształcie sześcienu o krawędzi 150 mm,
- b) w kształcie walca o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm.

Wykonanie i pielęgnację próbek betonowych do badania wytrzymałości na ściskanie przeprowadza się w oparciu o normę PN-EN 12390-2. Mieszanka betonowa ułożona w formie powinna być natychmiast zagęszczona jedną z wybranych metod. Dopuszczalne jest zagęszczanie wibratorem wglębnym na stole wibracyjnym oraz zagęszczenie ręczne za pomocą prętów. Nadmiar betonu powyżej górnej krawędzi formy należy usunąć, używając dwóch stalowych kielni lub pacek. Próbki do badania należy trwale i wyraźnie oznakować. Wykonane próbki należy rozformować nie wcześniej niż po upływie 16 godzin i nie później niż po upływie 3 dni, zabezpieczając je przed wstrząsami oraz utratą wody. Próbki w formach należy przechowywać w temperaturze  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ . Po wyjęciu próbek z form należy je pielęgnować aż do chwili badania w wodzie o temperaturze  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  lub komorze klimatyzacyjnej w temperaturze  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej powietrza  $\geq 95\%$ .

Badanie wytrzymałości na ściskanie przeprowadza się po 28 dniach dojrzewania. Próbki należy wytrzeć z wilgoci i umieścić w maszynie wytrzymałościowej na płycie dociskowej. Próbki sześciennie ustawia się tak, aby obciążenie było przykładane prostopadle do kierunku formowania. Przyrost naprężeń powinien wynosić od 0,2 do 1,0 MPa/S. Badanie trwa do momentu zniszczenia próbek. Należy odnotować największe obciążenie. Wytrzymałość na ściskanie oblicza się ze wzoru:

$$f_c = \frac{F}{A} \quad [\text{MPa}]$$

$A_c$

w którym:

F – maksymalna siła

$A_c$  – pole przekroju poprzecznego próbki, na które działa siła ściskająca.

Na podstawie uzyskanych wartości wytrzymałości na ściskanie określa się klasę wytrzymałościową w oparciu o normę PN-EN206-1.

Minimalna częstotliwość pobierania próbek do oceny zgodności podana jest w Tabeli 6.1.3.C.

Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie podano w Tabeli 6.1.3.D.

Gdy co najmniej dwie próbki do badania są wykonane z jednej próbki mieszanki, a zbadane wartości różnią się więcej niż 15% od średniej, wówczas wyniki te należy pominąć.

#### **6.1.4. Raporty z badań**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.5.

#### **6.1.5. Badania prowadzone przez Inspektora nadzoru**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.6.

#### **6.1.6. Certyfikaty i deklaracje**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.7.

#### **6.1.7. Dokumenty budowy**

##### **a) Dziennik budowy**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.8.1.

##### **b) Rejestr obmiarów**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.8.2.

##### **c) Pozostałe dokumenty**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.8.4.

##### **d) Przechowywanie dokumentów budowy**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.8.5

### **6.2. Kontrola, pomiary i badania**

#### **6.2.1. Badania przed przystąpieniem do robót**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 6.9.1.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 7.1.

### **7.2. Zasady określania ilości robót i materiałów**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 7.2.

### **7.3. Urządzenia i sprzęt pomiarowy**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 7.3.

### **7.4. Czas przeprowadzania obmiaru**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 7.5.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Rodzaje odbiorów robót**

Roboty podlegają następującym etapom odbioru robót:

- odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu
- odbiór częściowy
- odbiór ostateczny
- odbiór pogwarancyjny

### **8.2. Odbiór robót zanikających lub ulegających zakryciu**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 8.2.

### **8.3. Odbiór częściowy**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 8.3.

### **8.4. Odbiór ostateczny robót**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 8.4.

#### **8.4.1. Zasady odbioru ostatecznego robót**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 8.4.1.

#### **8.4.2. Dokumenty odbioru ostatecznego**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 8.4.2.

### **8.5. Odbiór pogwarancyjny**

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 8.5.

Odbiór powinien polegać na sprawdzeniu zgodności wykonanych prac z wymaganiami podanymi w punktach 5 i 6 niniejszej SST, zgodności z rysunkami zawartymi w Projekcie oraz wymaganiami zawartymi w normach podanych w punkcie 10.

### **8.6. Odbiór konstrukcji**

#### **8.6.1. Program badań**

Podstawę do odbioru technicznego robót betonowych stanowią badania sprawdzające:

- materiałów i wyrobów,
- wykonania deskowań i rusztowań,
- wykonania zbrojenia,
- przygotowania mieszanki betonowej, jej ułożenia, zagęszczenia i pielęgnacji,
- wykonania konstrukcji.

Odbiory robót zanikających należy przeprowadzać w trakcie wykonywania robót (odbioru częściowe), a wyniki wpisywać do protokołu i dziennika budowy. Odbiór końcowy obiektu

powinien uwzględniać wyniki odbiorów częściowych ze szczególnym zwróceniem uwagi na to, czy zalecenia zawarte w protokołach odbiorów częściowych (jeżeli takie były) zostały w pełni wykonane.

Dokumenty warunkujące przystąpienie do badań technicznych przy odbiorze powinny odpowiadać wymaganiom podanym w odpowiednich Polskich Normach, aprobatkach technicznych i projekcie.

## **8.6.2. Badania i odbiór materiałów i wyrobów**

### **8.6.2.1. Wymagania ogólne**

Badania materiałów i wyrobów należy przeprowadzić pośrednio na podstawie przedłożonych:

- deklaracji zgodności lub certyfikatów,
- zapisów dziennika budowy,
- deklaracji producentów wyrobów.

Konieczne jest sprawdzenie, czy deklarowane lub sprawdzone parametry techniczne odpowiadają wymaganiom postawionym przez projektanta obiektu budowlanego. Materiały, których jakość budzi wątpliwości, powinny być zbadane przez niezależne laboratorium.

### **8.6.2.2. Beton**

#### **8.6.2.2.1. Zakres badań**

Kontrolę betonu przeprowadza się przy:

- dostawie betonu z wytwórni,
- wykonywaniu betonu na terenie budowy.

Badania składników betonu powinny być wykonane przed przystąpieniem do przygotowania mieszanki betonowej.

Podczas robót betonowych należy przeprowadzać systematyczną kontrolę:

- jakości składników betonu oraz prawidłowości ich składowania,
- dozowania składników mieszanki betonowej,
- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania,
- właściwości wytrzymałościowych betonu,
- prawidłowości przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz obciążania konstrukcji.

Częstotliwość kontroli, sposób jej prowadzenia forma sprawozdawczości i przedstawiania wyników kontroli powinny być dostosowane do wielkości i rodzaju obiektu budowlanego oraz przyjętych metod jego realizacji. Kontrola betonu powinna obejmować sprawdzenie wszystkich właściwości podanych w niniejszym opracowaniu oraz ewentualnie innych, określonych w projekcie.

Badanie betonu powinno być przeprowadzone zgodnie z PN-EN 206-1, z tym że sprawdzenie jakości betonu w konstrukcji może być wykonane za pomocą wiarygodnych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą. Jeżeli beton poddawany jest specjalnym zabiegom technologicznym, należy opracować plan kontroli jakości, dostosowany do wymagań technologii produkcji.

Dokumentacja techniczna kontroli jakości betonu powinna zawierać wszystkie wyniki badań przewidzianych planem kontroli.

#### **8.6.2.3. Składniki betonu**

##### **Cement**

Dla każdej partii cementu odpowiadającego wymaganiom PN-EN 197-1 należy przeprowadzić badanie czasu wiązania, stałości objętości i wytrzymałości na ściskanie. Inne właściwości cementu powinny być badane i potwierdzane przez cementownię.

##### **Kruszywo**

Kontrola każdej dostarczonej partii kruszywa powinna obejmować oznaczenie:

- składu ziarnowego,

- kształtu ziaren,
- zawartości pyłów mineralnych,
- zawartości zanieczyszczeń obcych.

W przypadku gdy badania wykażą niezgodność właściwości danego kruszywa z wymaganiami PN-EN 12620, użycie takiego kruszywa do produkcji betonu może nastąpić tylko łącznie z innym kruszywem i pod warunkiem, że mieszanina kruszyw spełni wymagania określone w tej normie.

Bieżące badanie kruszywa (np. określenie aktualnej wilgotności, zawartości kruszywa drobnego lub grubego) należy przeprowadzać w celu ewentualnej korekty zaprojektowanego składu betonu.

Woda

Badanie wody do celów budowlanych należy przeprowadzać zgodnie z wymaganiami PN-EN 1008. Nie należy badać wody wodociągowej.

Domieszki i dodatki

Każda partia domieszek lub dodatków do betonu powinna mieć zaświadczenie o jakości wystawione przez producenta. Domieszki i dodatki należy przed użyciem sprawdzić na zgodność z PN-EN 934-2, a ponadto trzeba skontrolować barwę, stan skupienia (płyn, proszek, pasta), termin ważności. W przypadku gdy wytwórnia jest producentem wyrobu nazwanego „mieszanka betonowa”, zalecenia te dotyczą producenta.

#### **8.6.2.4. Wykonywanie betonu**

Wykonywanie mieszanki betonowej powinno być kontrolowane na bieżąco. W przypadkach gdy beton poddawany jest specjalnym procesom technologicznym, powinna być prowadzona kontrola przebiegu tych procesów. Kontroli powinny podlegać parametry, od których zależy jakość betonu, a szczególnie:

- temperatura betonu dojrzewającego w warunkach innych niż naturalne lub w warunkach obniżonej temperatury,
- wielkości, których kontrolowanie przewidują wymagania technologiczne.

#### **8.6.2.5. Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu**

Konsystencja i urabialność

Konsystencja i urabialność mieszanki betonowej powinny być sprawdzane z częstotliwością nie mniejszą niż dwa razy na każdą zmianę roboczą.

Różnica pomiędzy przyjętą konsystencją mieszanki a konsystencją kontrolowaną w chwili układania mieszanki nie powinna być większa niż:

$\pm 1$  cm według stożka opadowego (konsystencja plastyczna),  
 $\pm 2$  cm według stożka opadowego (konsystencja półciekła i ciekła),  $\pm 20\%$  ustalonej wartości wskaźnika (konsystencja gęstoplastyczna i wilgotna). Urabialność powinna być sprawdzana doświadczalnie przez próbę formowania w rzeczywistych lub zbliżonych do przewidywanych warunkach betonowania. W wyniku prawidłowo dobranej urabialności powinno się uzyskać zagęszczoną mieszankę betonową o wymaganej szczelności. Miarami tej szczelności jest porowatość zagęszczonej mieszanki.

Zawartość powietrza

Badanie zawartości powietrza przeprowadza się (dla klasy ekspozycji XF) zgodnie z PN-EN 12350-7. Przepuszczalność wody przez beton

Przepuszczalność wody przez beton określa się przez pomiar głębokości penetracji wody, zgodnie z zaleceniami PN-EN 12390-8. Badania przeprowadza się na próbkach sporządzonych w laboratorium przed rozpoczęciem wykonywania obiektu oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu, a także przy zmianie składników betonu i sposobu jego wykonywania. Dopuszcza się badanie

przepuszczalności na próbkach wyciętych z konstrukcji pod warunkiem, że nie spowoduje to obniżenia wodoszczelności obiektu. Dokumentacja z kontroli jakości betonu

Dla każdej dostawy betonu producent powinien wystawić zaświadczenie o jakości betonu. Zaświadczenie takie powinno zawierać:

- charakterystykę betonu: klasę betonu, jego właściwości fizyczne (np. beton odporny na wpływy atmosferyczne, odporność na penetrację wody) oraz inne niezbędne dane,
- wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badania,
- wyniki badań dodatkowych (zawartości powietrza, głębokości penetracji wody),
- okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

Dokumentacja kontroli betonu powinna odzwierciedlać jakość i ilość użytych składników oraz sposób i warunki wykonania i dojrzewania, a także rzeczywiste właściwości betonu znajdującego się w konstrukcji. 7.2.2.5. Wytrzymałość betonu na ściskanie

Klasy wytrzymałości betonu na ściskanie podano w PN-EN 206-1, a właściwości betonów do celów projektowych w PN-B-03264. Producent może wybrać klasy pośrednie wytrzymałości charakterystycznej badanej na próbkach walcowych lub sześciennych, stopniowane co  $1,0 \text{ N/mm}^2$ . W takim przypadku właściwości betonu określa się przez interpolację liniową. Minimalna klasa betonu stosowanego do produkcji wyrobów żelbetowych powinna wynosić C20/25.

Podstawą klasyfikacji betonu jest wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie określona w 28 dniu dojrzewania na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm lub na próbkach sześciennych o boku 150 mm. Sposób wykonywania, pielęgnowania i badania próbek powinien być zgodny z PN-EN 12390-2 i PN-EN 12390-3. W szczególnych przypadkach może wystąpić konieczność określenia wytrzymałości betonu na ściskanie w wieku wcześniejszym lub późniejszym niż 28 dni (np. dla masywnych elementów konstrukcyjnych) lub po przechowywaniu w warunkach specjalnych (np. obróbka cieplna).

Wytrzymałość betonu w konstrukcji może być określona:

- na próbkach (na rdzeniach) wycinanych z gotowego wyrobu lub elementu według zaleceń PN-EN 12504-1 oraz Instrukcji ITB nr 194/2006, albo na wyciętych prostopadłościanach, przeliczając wyniki na wytrzymałość kostkową lub walcową z za stosowaniem odpowiednich współczynników przeliczeniowych,
- metodami nieniszczącymi według PN-EN 12504-2 i -4 oraz Instrukcji ITB nr 210/77.

### 8.6.3. Stal zbrojeniowa

Każdą partię dostarczonej stali w postaci kręgów lub wiązek prętów prostych oraz w postaci siatek należy poddać kontroli na zgodność dostawy z zamówieniem, sprawdzając: cechowanie, wygląd powierzchni, wymiary, masę oraz prostoliniowość prętów.

Pręty zbrojeniowe dostarczone w wiązkach nie powinny wykazywać odchylenia od linii prostej większego niż 5 mm na 1 m długości.

Powierzchnia prętów zbrojeniowych powinna być wolna od luźnej rdzy i substancji szkodliwych, które mogą mieć niekorzystny wpływ na stal, beton lub przyczepność pomiędzy nimi.

Jeżeli partia stali zbrojeniowej lub siatek nie ma zaświadczenia o jakości stali lub gdy na podstawie oględzin zewnętrznych (stal pęka przy gięciu) nasuwają się wątpliwości co do jej właściwości mechanicznych, to taką partię należy przed jej wbudowaniem zbadać laboratoryjnie.

### 8.6.4. Odbiór i ocena wykonania rusztowań i deskowań

Do odbioru rusztowań i deskowań powinna być przedłożona odpowiednia dokumentacja oraz dziennik wykonywania rusztowań i deskowań, jeżeli taki prowadzono na budowie, albo zapisy w dzienniku budowy dotyczące tego rodzaju robót.

Odstępstwa od postanowień projektu lub instrukcji wykonywania deskowań systemowych/inwentaryzowanych powinny być uzasadnione zapisem w dzienniku budowy i potwierdzone przez nadzór techniczny, albo w inny, równorzędny sposób.



Ocena jakości materiałów lub gotowych elementów stosowanych do wykonywania rusztowań i deskowań powinna nastąpić pośrednio, na podstawie zapisów w dzienniku budowy i zaświadczeń o jakości materiałów lub elementów wystawionych przez producentów.

Sprawdzenie prawidłowości wykonania rusztowania i deskowania dokonuje się przez pomiar instrumentami geodezyjnymi. Dopuszcza się stosowanie innych metod oględzin i pomiaru, pod warunkiem, że pozwolą one na sprawdzenie z wymaganą dokładnością.

Badanie rusztowań i deskowań powinno obejmować sprawdzenie ich zgodności z wymaganiami podanymi w projekcie. Sprawdzeniu podlegają:

- przekroje i rozstawy stojaków (podpór) oraz ich usztywnienia (niezmiennność w trakcie betonowania),
- szczelność deskowania,
- prawidłowość wykonania deskowania w poziomie i pionie,
- usunięcie z deskowań wszelkich zanieczyszczeń,
- powleczenie deskowania preparatami zmniejszającymi przyczepność betonu,
- zachowanie dopuszczalnych odchyłek wymiarowych.

Dopuszcza się następujące odchyłki wymiarowe przy wykonywaniu deskowań:

- odchyłka płaszczyzny deskowania lub jego krawędzi od pionu  $\pm 2$  mm na 1 m,
- odchyłka płaszczyzny deskowania fundamentu, ściany lub słupa od pionu  $\pm 1,5$  mm na 1 m wysokości,
- odchyłka płaszczyzny deskowania od pionu  $\pm 15$  mm na całej wysokości,
- odchyłka płaszczyzny deskowania ściany lub słupa  $\pm 10$  mm na całej wysokości.

Jeżeli wszystkie wymienione sprawdzenia dadzą wynik pozytywny, deskowanie należy uznać za wykonane prawidłowo. W przypadku gdy chociaż jedno ze sprawdzeń wypadnie negatywnie, deskowanie należy uznać w całości lub w części za wykonane niewłaściwie.

W przypadku uznania całości lub części deskowania za niewłaściwie wykonane należy ustalić zakres napraw deskowania i odnotować to w protokole z oceny deskowań. Jeżeli deskowanie zagraża bezpieczeństwu obiektu lub zachodzi obawa, że mogą nastąpić jego deformacje w trakcie betonowania, deskowanie należy uznać za niezgodne z wymaganiami, rozebrać oraz wykonać ponownie.

Dopuszczenie deskowania do układania w nim zbrojenia i mieszanki betonowej powinno być potwierdzone zapisem w protokole z odbioru deskowania i w dzienniku budowy.

#### **8.6.5. Odbiór i ocena jakości wykonania zbrojenia**

Przed rozpoczęciem betonowania powinna być dokonana kontrola zbrojenia wszystkich elementów żelbetowych. Kontrola ta powinna obejmować sprawdzenie:

- gatunków stali oraz zaświadczeń o ich jakości,
- zgodności z projektem wymiarów prętów i ich położenia,
- miejsc mocowania skrzyżowań prętów zbrojenia oraz ich stabilizacji zapobiegającej przesunięciom w czasie betonowania,
- połączeń spawanych (zgrzewanych), wykonanych przy ustawianiu zbrojenia i ewentualne zbadanie wytrzymałości 0,5 do 1,0 % ogólnej liczby złączy; w porożu mieniu z nadzorem technicznym dopuszcza się sprawdzanie połączeń spawanych (zgrzewanych) metodami nieniszczącymi,
- zaświadczeń jakości siatek zgrzewanych szkieletów wykonanych w zakładach specjalistycznych.

Odchyłki wymiarowe ułożonego zbrojenia nie powinny być większe od podanych w PN-B-03264 i w projekcie.

Z dokonanego odbioru zbrojenia należy sporządzić protokół, w którym powinny zostać podane numery rysunków roboczych zbrojenia, wszystkie odstępstwa od projektu, informacje o usunięciu

ewentualnych wad i usterek zbrojenia oraz wniosek o dopuszczenie do betonowania. Do protokołu odbioru zbrojenia dołącza się:

- zaświadczenie producentów o jakości siatek i szkieletów zgrzewanych,
- protokoły badania połączeń zgrzewanych i spawanych wykonanych na terenie budowy,
- odpisy lub wykazy dokumentów zezwalających na wprowadzenie zmian w projekcie roboczym (np. dziennik budowy).

Niezależnie od protokołu odbioru zbrojenia, fakt dokonania odbioru wraz z wnioskiem dopuszczającym zbrojenie do zabetonowania powinny być wpisane do dziennika budowy.

## **8.6.6. Odbiór końcowy**

### **8.6.6.1. Dokumenty stanowiące podstawę odbioru końcowego**

Podczas odbioru konstrukcji betonowych lub żelbetowych powinny być przedstawione następujące dokumenty:

- - rysunki robocze z naniesionymi wszystkimi zmianami, jakie zostały zatwierdzone w czasie budowy, a przy zmianach związanych z bezpieczeństwem obiektu również rysunki wykonawcze,
- dokumenty stwierdzające uzgodnienie dokonanych zmian,
- dzienniki robót (jeżeli takie były prowadzone) i dzienniki budowy,
- deklaracje zgodności wystawione przez producentów wszystkich zastosowanych materiałów i wyrobów,
- wyniki badań kontrolnych betonu,
- protokoły z odbioru fundamentów i ich podłoża,
- protokoły odbioru deskowań przed rozpoczęciem betonowania,
- protokoły odbioru zbrojenia przed jego zabetonowaniem,
- protokoły z pośredniego odbioru elementów konstrukcji lub robót zanikających,
- dokumenty przewidziane w dokumentacji technicznej lub związane z procesem budowy, mające wpływ na udokumentowanie jakości wykonania obiektu budowlanego.

### **8.6.7. Badania elementów i konstrukcji stanowiące podstawę odbioru końcowego**

Podczas odbioru końcowego konstrukcji betonowych i żelbetowych powinna być poddana sprawdzeniu i ocenie:

- prawidłowość cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub ich elementów oraz zgodność z projektem usytuowania otworów i kanałów, prawidłowość ustawienia części zabetonowanych, wykonania szczelin dylatacyjnych, położenia budowli w planie i jej rzędnych wysokościowych itp.; sprawdzenie powinno być wykonane zgodnie z PN-ISO 3443-8 przez przeprowadzenie odpowiednich, uznanych pomiarów,
- jakość betonu pod względem jego zagęszczenia i jednolitej struktury, na podstawie oględzin powierzchni betonu lub dodatkowo za pomocą badań nieniszczących.

Łączna powierzchnia ewentualnych raków na powierzchni betonu nie powinna być większa niż 2% całkowitej powierzchni danego elementu. Raki lokalne nie powinny obejmować więcej niż 3% przekroju danego elementu, odnosząc do powierzchni nie mniejszej niż 0,1 m<sup>2</sup>.

Zbrojenie główne nie powinno być odsłonięte. Dopuszczalne odchyłki wymiarów i położenia elementów lub konstrukcji nie mogą być większe od podanych w tablicy poniżej.

**Tablica. Dopuszczalne odchyłki wymiarów zewnętrznych oraz powierzchni konstrukcji betonowych i żelbetowych**

Odchylenia	Dopuszczalna odchyłka [mm]
Płaszczyzn i krawędzi ich przecięcia od projektowanego pochylenia: - na wysokości 1 m - na całą wysokość konstrukcji: <ul style="list-style-type: none"> <li>• w fundamentach</li> <li>• w ścianach wzniesionych w deskowaniu nieruchomym oraz słupów podtrzymujących stropy monolityczne</li> <li>• w ścianach (budowlach) wzniesionych w deskowaniu ślizgowym lub przesławnym</li> </ul>	5
	20
	15
	1/500 wysokości budowli, lecz nie więcej niż 100 mm
Płaszczyzn poziomych od poziomu: - na 1 m płaszczyzny w dowolnym kierunku - na całą płaszczyznę	5
	15
Powierzchni betonu przy sprawdzeniu łąką o długości 2 m z wyjątkiem powierzchni podporowych: - powierzchni bocznych i spodnich - powierzchni górnych	±4
	±8
Długości lub rozpiętości elementów	±20
Wymiarów przekroju poprzecznego	±8
Rzędnych powierzchni dla innych elementów	±5

### 8.6.8. Ocena wykonanych konstrukcji

Wykonane konstrukcje betonowe lub żelbetowe należy uznać za zgodne z wymaganiami warunków technicznych, jeżeli badania według punktu 7.5.2 dadzą wynik dodatni. W przypadku gdy chociaż jedno z badań ma wynik ujemny, odbieraną konstrukcję bądź określoną jej część należy uznać za niezgodną z wymaganiami niniejszych warunków technicznych.

W przypadku stwierdzenia niezgodności z wymaganiami podanymi w niniejszych warunkach oraz w przypadku uznania całości lub części konstrukcji za wykonaną niezgodnie z projektem należy ustalić, czy w danym przypadku stwierdzone odstępstwa zagrażają bezpieczeństwu budowli lub jej części.

Konstrukcja lub jej część zagrażająca bezpieczeństwu powinna być rozebrana, ponownie wykonana i przedstawiona do badań.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 9.1. Ustalenia ogólne

Zgodnie ze Specyfikacją Techniczną nr 1.0.0. „Wymagania ogólne” pkt 9.1.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Polskie Normy

- ❖ PN-B-06250 - Beton zwykły.
- ❖ PN-EN 206-1 - Beton – Wymagania, właściwości, produkcja, zgodność.
- ❖ PN-EN 12350-1 - Badanie mieszanki betonowej. Pobieranie próbek.
- ❖ PN-EN 12350-2 - Badanie mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą stożka opadowego.
- ❖ PN-EN 12350-3 - Badanie mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą Vebe.
- ❖ PN-EN 12350-4 - Badanie mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności.
- ❖ PN-EN 12350-5 - Badanie mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą stolika rozplywowego.
- ❖ PN-EN 12390-1 – Badanie betonu. Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
- ❖ PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowane.
- ❖ PN-B-06712 - Kruszywa mineralne do betonu.
- ❖ PN-B-06714/15 - Badania. Oznaczenie składu ziarnowego.
- ❖ PN-B-06714/16 - Badania. Oznaczenie kształtu ziaren.
- ❖ PN-B-06714/13 - Badania. Oznaczenie zawartości pyłów mineralnych
- ❖ PN-B-06714/12 - Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych.
- ❖ PN-B-06714/18 - Badania. Oznaczenie nasiąkliwości.
- ❖ PN-B-19701:1997 - Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności.
- ❖ PN-EN-196-1: 1996 - Metody badania cementu. Oznaczenie wytrzymałości.
- ❖ PN-EN-196-2:1996 - Metody badania cementu. Analiza chemiczna cementu.
- ❖ PN-EN-196-3:1996 - Metody badania cementu. Oznaczenie czasu wiązania i stałości objętości.
- ❖ PN-EN-196-6:1997 - Metody badania cementu. Oznaczenie stopnia zmielenia.
- ❖ PN-EN-196-7:1997 - Metody badania cementu. Sposoby pobierania i przygotowania próbek
- ❖ PN-B-32250 - Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw.
- ❖ PN-H-93215 - Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
- ❖ PN-H-043 - Próba statyczna rozciągania metali.
- ❖ PN-EN 10025:2002U - Wyroby walcowane na gorąco z niestopowych stali konstrukcyjnych - Warunki techniczne dostawy
- ❖ PN-89/H-84023.1 - Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki
- ❖ PN-89/H-84023.6 - Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki
- ❖ PN-B-06050 ,1999 - Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- ❖ PN-S-02205, 1998 - Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- ❖ PN-S-96011 - Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych.
- ❖ PN-S-96012 - Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.
- ❖ PN-82/B-02000 - Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- ❖ PN-B-06050 - Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- ❖ PN-82/B-02001 - Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- ❖ PN-82/B-02003 - Obciążenia budowli. Podstawowe obciążenia zmienne i technologiczne.
- ❖ PN-82/B-02004 - Obciążenia budowli. Obciążenia pojazdami.

- ❖ PN-82/B-02010 - Obciążenia budowli. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- ❖ PN-82/B-02011 - Obciążenia budowli. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- ❖ PN-82/B-02014 - Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
- ❖ PN-B-03264 - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.
- ❖ PN/B-03002 - Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- ❖ PN-81/B-03020 - Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
- ❖ PN-82/B-03010 - Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- ❖ PN/B-03200 - Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- ❖ PN/B-03302 - Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Słupy zespolone.
- ❖ PN-88/B-04481 - Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.

## **10.2. Pozostałe dokumenty**

- ❖ „Warunki techniczne wykonania i odbioru budowlano montażowych” Tom I „Budownictwo ogólne”.
- ❖ Wytyczne technologiczne - opracowane i wydane przez IBDiM.
- ❖ Wytyczne i zarządzenia GDDP w tym głównie "Technologia robót drogowych na lata 1987-1990" wraz z późniejszymi uzupełnieniami.
- ❖ BN-77/8931-12 Oznaczenia wskaźnika zagęszczenia gruntu.