

**K-SST-03**

**ROBOTY BETONOWE, ŻELBETOWE I ZBROJENIOWE**

**Kod CPV: 45223500- 1**

## SPIS TREŚCI:

<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>22</b>
1.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA SST .....	22
1.2 ZAKRES STOSOWANIA SST .....	22
1.3 ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH SST .....	22
1.4. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT .....	22
1.5. PODSTAWOWE OKREŚLENIA I POJĘCIA STOSOWANE W SST .....	22
<b>2. DOKUMENTACJA .....</b>	<b>22</b>
2.1. DOKUMENTACJA KONSTRUKCJI BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH .....	22
2.2. DOKUMENTACJA MIESZANKI BETONOWEJ .....	22
2.3. DOKUMENTACJA ZBROJENIA .....	23
2.4. DOKUMENTACJA POWYKONAWCZA .....	23
2.5. DOKUMENTACJA PRAWNA .....	23
2.6. PROJEKT ORGANIZACJI ROBÓT .....	23
<b>3. MATERIAŁY POMOCNICZE, NIEZBĘDNE ROBOTY TYMCZASOWE I TOWARZYSZĄCE PRZY ROBOTACH BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH.....</b>	<b>23</b>
<b>4. INFORMACJE NIEZBĘDNE DO PROWADZENIA ROBÓT A ZWIĄZANE Z TERENEM BUDOWY I ORGANIZACJĄ ROBÓT.....</b>	<b>23</b>
<b>5. MATERIAŁY.....</b>	<b>24</b>
5.1. WARUNKI OGÓLNE STOSOWANIA MATERIAŁÓW .....	24
5.2. CHARAKTERYSTYKA I RODZAJE BETONU .....	24
5.3. BETON ZWYKŁY .....	25
5.4. MIESZANKA BETONOWA .....	25
<b>6. ZBROJENIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH .....</b>	<b>25</b>
6.1. INFORMACJE OGÓLNE .....	25
6.2. KLASY I GATUNKI STALI ZBROJENIOWEJ .....	25
6.3. PRĘTY ZBROJENIOWE .....	26
6.5. MATERIAŁY SPAWALNICZE .....	26
6.6. PODKŁADKI DYSTANSOWE .....	26
6.7. ELEMENTY KOTWIĄCE .....	26
6.8. WARUNKI STOSOWANIA MATERIAŁÓW .....	26
6.9. WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DLA MATERIAŁÓW .....	26
6.10. SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW .....	26
6.11. DEKLARACJA ZGODNOŚCI .....	27
6.12. SPRZĘT DO WYKONYWANIA ROBÓT ZBROJARSKICH .....	27
<b>7. ZASADY WYKONANIA ROBÓT ZBROJENIOWYCH.....</b>	<b>27</b>
7.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT .....	27
7.2. PRZYGOTOWANIE ZBROJENIA .....	27
7.3. MONTAŻ ZBROJENIA .....	28
7.4. ZASADY ZBROJENIA ELEMENTÓW .....	28
7.5. ZASADY BHP .....	28
7.6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....	28
<b>7.6.1. Ogólne zasady kontroli .....</b>	<b>28</b>
<b>7.6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy: .....</b>	<b>28</b>
<b>7.6.3. Kontrola jakości robót zbrojarskich .....</b>	<b>28</b>
<b>8. SKŁADOWANIE MAGAZYNOWANIE I PRZECHOWYWANIE MATERIAŁÓW .....</b>	<b>29</b>
<b>9. DEKLARACJA ZGODNOŚCI .....</b>	<b>29</b>
<b>10. TRANSPORT I WARUNKI DOSTAWY .....</b>	<b>29</b>
10.1. OGÓLNE ZASADY TRANSPORTU .....	29
10.2. TRANSPORT ZA POMOCĄ URZĄDZEŃ SAMOCHODOWYCH ORAZ POJEMNIKAMI PRZEMIESZCZANYMI SIŁĄ LUDZKĄ .....	29

10.3. TRANSPORT ZBROJENIA .....	30
<b>12. KONTROLA WYKONYWANIA I JAKOŚCI BETONU .....</b>	<b>31</b>
12.1. WYMAGANIA OGÓLNE .....	31
12.2. KONTROLA JAKOŚCI SKŁADNIKÓW BETONU .....	31
12.3. KONTROLA PROCESU WYKONYWANIA BETONU .....	32
12.4. KONTROLA JAKOŚCI MIESZANKI BETONOWEJ .....	32
12.5. KONTROLA CECH FIZYCZNYCH BETONU .....	32
12.8. DOKUMENTACJA Z KONTROLI JAKOŚCI BETONU .....	32
12.9. KONTROLA JAKOŚCI STALI ZBROJENIOWEJ .....	32
<b>13. MASZyny I SPRZĘT ZALECANE I NIEZBĘDNE DO WYKONANIA ROBÓTBETONOWYCH I ŻELBETOWYCH .....</b>	<b>33</b>
13.1. WYMAGANIA OGÓLNE .....	33
13.3. CIĘCIE I GIĘCIE PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH .....	33
DO GIĘCIA PRĘTÓW NALEŻY STOSOWAĆ GIĘTARKI RĘCZNE LUB MECHANICZNE. PRZY GIĘCIU PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH NALEŻY PRZESTRZEGAĆ NASTĘPUJĄCYCH ZASAD: .....	34
<b>14. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU NA PLACU BUDOWY .....</b>	<b>34</b>
<b>15. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH .....</b>	<b>34</b>
15.1. OGÓLNE ZASADY WYKONANIA ROBÓT .....	34
15.2. DESKOWANIE .....	34
15.3. ZBROJENIE .....	36
15.4. MONTAŻ ZBROJENIA Z POJEDYNCZYCH PRĘTÓW .....	37
15.5. BETONOWANIE .....	37
<b>16. ROBOTY BETONOWE W OKRESIE OBNIŻONYCH TEMPERATUR .....</b>	<b>40</b>
<b>17. PIELĘGNACJA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH .....</b>	<b>41</b>
17.1. OGÓLNE WYMAGANIA .....	41
17.2. TWARDNIENIE BETONU W WARUNKACH NATURALNYCH I JEGO PIELĘGNACJA .....	41
17.3. KONTROLA I PIELĘGNACJA ŚWIEŻYCH BETONÓW .....	41
17.4. NAPRAWA BETONÓW .....	42
<b>18. KONTROLA, BADANIA ORAZ ODBIÓR ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH .....</b>	<b>42</b>
18.1. OGÓLNE WYMAGANIA .....	42
18.2. KONTROLA WYKONANIA I MONTAŻ ZBROJENIA - WYMAGANIA OGÓLNE .....	42
18.3. KONTROLA WYKONYWANIA I JAKOŚCI BETONU - WYMAGANIA OGÓLNE .....	43
18.4. SPRAWDZENIE JAKOŚCI WYKONANYCH ROBÓT .....	43
<b>19. PRZEDMIAROWANIE I OBMAROWANIE ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH .....</b>	<b>43</b>
19.1. PODSTAWOWE ZASADY SPORZĄDZANIA PRZEDMIARU I OBMARU ROBÓT .....	43
19.2. FORMA PRZEDMIARU I JEDNOSTKI MIARY .....	44
<b>20. ODBIORY ROBÓT .....</b>	<b>44</b>
20.1. ODBIÓR KOŃCOWY DESKOWAŃ .....	44
20.2. DOKUMENTACJA Z ODBIORU I OCENA JAKOŚCI WYKONANIA ZBROJENIA .....	44
20.3. ODBIÓR KOŃCOWY ELEMENTÓW BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH .....	45
<b>21. ROZLICZENIE ROBÓT TYMCZASOWYCH I PRAC TOWARZYSZĄCYCH .....</b>	<b>46</b>
<b>22. PRZEPISY I OPRACOWANIA POMOCNICZE .....</b>	<b>46</b>
22.1. PRZEPISY ZWIĄZANE .....	46
22.2. NORMY .....	46

## 1. WSTĘP

### 1.1 Przedmiot opracowania SST

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót z betonu zbrojonego, które zostaną zrealizowane w ramach inwestycji pod nazwą: **Przebudowa mostu tramwajowego nad rzeką Bytomką w ramach zadania inwestycyjnego pn.: "Modernizacja mostu tramwajowego nad rzeką Bytomką w Zabrze ul. Bytomska – obiekt nr 46MT/4"** wg D-SST-00.

### 1.2 Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) została wykonana w oparciu o dokumentację projektową, która będzie dokumentem przetargowym i załącznikiem do umowy przy realizacji i rozliczaniu robót inwestycyjnych według ustawy o zamówieniach publicznych.

### 1.3 Zakres robót objętych SST

Opracowanie obejmuje:

- deskowanie robót betonowych i żelbetowych,
- wymogi podstawowe i skład betonów,
- zbrojenie obiektów betonowych,
- wykonanie obiektów betonowych,
- wykonanie obiektów żelbetowych.

### 1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano D-SST-00. Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową i ST.

### 1.5. Podstawowe określenia i pojęcia stosowane w SST

Określenia użyte w niniejszej ST są zgodne z określeniami zawartymi w D-SST-00.

## 2. DOKUMENTACJA

### 2.1. Dokumentacja konstrukcji betonowych i żelbetowych

2.1.1. Dokumentacja projektowa dotycząca wykonania konstrukcji betonowych i żelbetowych została przygotowana zgodnie z normami i obowiązującymi przepisami budowlanymi. Rozwiązania konstrukcyjne zostały opisane w części tekstowej i graficznej dokumentacji budowlanej.

2.1.2. W trakcie robót dopuszcza się uzasadnione zmianą, np. warunków technicznych lub geotechnicznych podłoża, bądź poziomu wód gruntowych, odstępstwa od projektu polegające na wprowadzeniu korekt, pod warunkami:

- ich udokumentowania, potwierdzonym przez nadzór techniczny, zapisem w dzienniku budowy,
- zmiana w stosunku do zatwierdzonego projektu powinna być dokonana przez projektanta danego rozwiązania lub na podstawie jego pisemnej zgody przez nadzór techniczny pod warunkiem, że osoba dokonująca zmian ma uprawnienia do projektowania uzyskane na podstawie obowiązujących przepisów.

2.1.3. Projekt organizacji robót betonowych i żelbetowych powinien być dostosowany do rodzaju i wielkości wznoszonego obiektu oraz przyjętych zasad wykonywania robót.

### 2.2. Dokumentacja mieszanki betonowej

Przygotowanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane odpowiednio do parametrów betonów określonych w dokumentacji projektowej i ze składników odpowiadających normom państwowym, na które producent danego składnika wystawił zaświadczenie o jakości. Mieszanka betonowa powinna być wykonywana zgodnie z recepturą roboczą, ustaloną na podstawie wyników badań laboratoryjnych w dostosowaniu do jakości surowców, stopnia ich zawilgocenia, pory roku i innych wymagań wynikających z projektu lub ustaleń

między wykonawcą robót a projektantem. Ustalona receptura mieszanki betonowej powinna być przechowywana przez wykonawcę robót i dołączona do dokumentacji powykonawczej danego obiektu. Jeżeli dla różnych fragmentów budowli pojawia się potrzeba ustalenia odmiennej receptury, to każda z nich stanowi oddzielny dokument i powinna być przechowywana oraz dołączona do dokumentacji powykonawczej danego obiektu.

Wszelkie zmiany dokonywane przez laboratorium w ostatniej recepturze powinny być odnotowywane w dzienniku budowy lub dzienniku betonowania danej konstrukcji, jeżeli taki był prowadzony. W okresie przygotowania mieszanek betonowych, ich transportu i układania w konstrukcji należy prowadzić dziennik zmian atmosferycznych (dane meteorologiczne), ze szczególnym zwróceniem uwagi na okresy poniżej +5°C i powyżej 25°C. Dane te powinny być odnotowywane w dzienniku betonowania, jeżeli taki jest na budowie prowadzony, lub w dzienniku budowy.

### **2.3. Dokumentacja zbrojenia**

2.3.1. Projekt zbrojenia określa dane niezbędne do prawidłowego wykonania zbrojenia w określonych warunkach wykonania.

2.3.2. Na rysunkach konstrukcji żelbetowych podano stosownie do potrzeb:

- klasę stali i znak gatunku stali prętów zbrojeniowych i innych elementów stalowych,
- liczbę i średnicę prętów zbrojeniowych,
- wymiarowany kształt prętów zbrojenia oraz uchwytów montażowych.

Zmiana klasy lub gatunku stali podanych w projekcie zbrojenia może być dokonana przez projektanta danej konstrukcji, lub - pod warunkiem uzyskania pisemnej zgody projektanta - przez inspektora nadzoru inwestorskiego lub nadzoru technicznego. Zmiana powinna być zaznaczona na rysunkach i potwierdzona wpisem do dziennika budowy.

### **2.4. Dokumentacja powykonawcza**

Dokumentacja powinna zawierać:

- uaktualniony (o ile zaistnieje taka konieczność) projekt obiektów lub urządzeń z naniesionymi zmianami potwierdzonymi przez nadzór techniczny inwestora,
- dziennik budowy i dzienniki badań przeprowadzonych w laboratorium,
- ważniejsze wyniki badań laboratoryjnych i dokonanych na ich podstawie zmian w technologii wykonywania,
- wyniki odbiorów częściowych robót oraz robót zanikających.

### **2.5. Dokumentacja prawna**

Roboty budowlane można rozpocząć jedynie na podstawie ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę, zgodnie z obowiązującymi przepisami i zgodnie z warunkami zawartymi w D-SST-00.

### **2.6. Projekt organizacji robót**

Roboty betonowe i żelbetowe powinny być wykonane na podstawie projektów organizacji robót zgodnie z warunkami podanymi w D-SST-00.

## **3. MATERIAŁY POMOCNICZE, NIEZBĘDNE ROBOTY TYMCZASOWE I TOWARZYSZĄCE PRZY ROBOTACH BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH**

- 1) Deskowania,
- 2) Zabezpieczenie wykonywanych przy pielęgnacji obiektów betonowych lub żelbetowych w okresach obniżonych i podwyższonych temperatur, opadów atmosferycznych itp.

## **4. INFORMACJE NIEZBĘDNE DO PROWADZENIA ROBÓT A ZWIĄZANE Z TERENEM BUDOWY I ORGANIZACJĄ ROBÓT**

Zgodnie z warunkami podanymi w D-SST-00, a w szczególności informacje dotyczące:

- organizacji robót,
- zabezpieczenia interesów osób trzecich,
- ochrony środowiska,
- warunków bezpieczeństwa pracy,
- zaplecza wykonawcy,
- warunków dotyczących organizacji ruchu
- ogrodzeń,
- zabezpieczenia dróg publicznych

## 5. MATERIAŁY

### 5.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Przygotowanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane ze składników odpowiadających odpowiednim normom. Zbrojenie powinno odpowiadać warunkom zgodnym z SST. Elementy stalowe do mocowania marek zakotwione w betonie winny spełniać wymogi projektowe. Przy wykonywaniu robót żelbetowych należy przestrzegać kolejności i zasad organizacji robót żelbetowych i betonowych.

### 5.2. Charakterystyka i rodzaje betonu

Beton jest materiałem sztucznym składającym się z kruszywa (wypełniacze), spoiwa (najczęściej cementu) i wody, a także ewentualnie odpowiednich domieszek i dodatków. Po zmieszaniu tych składników (utworzeniu mieszanki betonowej) dobranych w odpowiednich proporcjach, zaczyn cementowy (cement zmieszany z wodą) twardnieje w wyniku zachodzących w nim reakcji fizyczno-chemicznych i zapewnia zespolenie mieszanki w monolityczną całość. Kruszywo powinno mieć odpowiednią wytrzymałość, dostosowaną do projektowanej wytrzymałości betonu, duży moduł sprężystości, dobrą przyczepność ziarn do zaczynu cementowego, małą nasiąkliwość, trwałość i odporność na działanie wpływów atmosferycznych. Cement jest składnikiem betonu mającym zasadniczy wpływ na jego wytrzymałość. Najczęściej stosuje się cementy powszechnego użytku, którymi są cementy: portlandzki, portlandzki mieszany, hutniczy i pucolanowy. Woda w mieszance betonowej zapewnia wiązanie cementu oraz zwilża powierzchnie ziaren kruszywa, dzięki czemu nadaje mieszance odpowiednią konsystencję (ciekłość). Zależnie od rodzaju użytego kruszywa i technologii wytwarzania otrzymuje się beton o różnej gęstości objętościowej. Rozróżnia się betony:

- lekkie o gęstości objętościowej do 2000 kg/m<sup>3</sup>,
- zwykłe, o gęstości objętościowej 2000-2600 kg/m<sup>3</sup>,
- ciężkie, o gęstości objętościowej większej niż 2600 kg/m<sup>3</sup>

Betony można też klasyfikować według innych kryteriów. I tak rozróżnia się:

- ze względu na funkcję spełnianą w obiekcie budowlanym: beton konstrukcyjny, konstrukcyjno-izolacyjny oraz izolacyjny,
- ze względu na miejsce przygotowania mieszanki betonowej: beton wykonany na placu budowy i beton towarowy, wykonany z mieszanki betonowej przygotowanej zazwyczaj poza placem budowy w specjalnej wytwórni,
- ze względu na zastosowanie: beton drogowy, mostowy, chemooodporny i architektoniczny (dekoracyjny),
- ze względu na technologiczne warunki pracy: beton hydrotechniczny, żaroodporny, kwasoodporny, wodoszczelny, mrozooodporny, o podwyższonej odporności na ścieranie, itp.
- ze względu na rodzaj kruszywa: beton żwirowy, żuźłowy, keramzytowy, itp.
- w zależności od sposobu zagęszczania: beton zagęszczany ręcznie, zagęszczany mechanicznie (wibrowany, próżniowany, natryskiwany, prasowany, wirowany, samozagęszczony, itp.).
- w zależności od sposobu dojrzewania: beton dojrzewający w warunkach naturalnych, obrabiany cieplnie, (np. naparzany), itp.

Poszczególne betony mogą należeć do różnych grup klasyfikacji. Na przykład beton może być zwykły, towarowy i konstrukcyjny. Podstawową właściwością mechaniczną betonu jest jego wytrzymałość na ściskanie. Inne właściwości, jak wytrzymałość na rozciąganie czy docisk, rozpatruje się przeważnie jako funkcje tej wytrzymałości.

Ze względu na wytrzymałość betonu na ściskanie na ogół rozróżnia się:

- beton zwykły (BZ) o wytrzymałości do 50 MPa,
- beton wysokowartościowy (BWW) o wytrzymałości od 50 do 100 MPa,

- beton bardzo wysokowartościowy (BBWW) o wytrzymałości od 100 do 150 Mpa,
- beton ultrawysokowartościowy (BUWW) o wytrzymałości powyżej 150 MPa.

Uzyskanie betonów wysokowartościowych wymaga doboru odpowiedniego składu mieszanki betonowej (użycia właściwego kruszywa, cementu, superplastyfikatorów, mikrokrzemionki, mączki kwarcowej, itp.) i stosowania właściwej technologii ich wykonania. Wytrzymałość betonu zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od uziarnienia i jakości kruszywa, ilości oraz jakości cementu i wody, a także od technologii produkcji mieszanki betonowej, warunków dojrzewania betonu w konstrukcji i wieku betonu. Podstawowym parametrem przyjmowanym w projektowaniu składu mieszanki betonowej jest wskaźnik wodno-cementowy w/c, tj. stosunek wagowy wody do cementu. Przy danej ilości cementu tym większa jest wytrzymałość betonu, im mniejsza jest wartość w/c. ze względu na niezbędną ilość wody do wiązania i twardnienia zaczynu cementowego wskaźnik w/c powinien wynosić około 0,2. Jednak z uwagi na wymagania technologiczne związane z formowaniem elementów konstrukcji przyjmuje się na ogół w/c w  $0,4 \div 0,6$ .

Do wykonania konstrukcji zazwyczaj stosuje się beton zwykły klas: C12/15, C16/20, C25/30, C30/37, C35/45, C40/50, C45/55, C50/60.

Zastosowanie właściwej klasy betonu powinno być zgodne z klasą ekspozycji środowiska oraz rodzajem zastosowanej stali (wg. PN-B-03264:2002):

### 5.3. Beton zwykły

Beton zwykły uzyskuje się z mieszanki betonowej, w której skład wchodzi: kruszywo mineralne o frakcjach piaskowych (do 2 mm) i grubszych, cement, woda oraz ewentualne dodatki mineralne (udział w mieszance przekraczający 5% masy cementu) i domieszki chemiczne (udział do 5% masy cementu).

### 5.4. Mieszanka betonowa

Do wykonywania konstrukcji betonowych i żelbetowych można stosować mieszankę betonową wykonywaną samodzielnie przez wykonawcę lub mieszankę betonową wykonywaną w wytwórni tzw. "beton towarowy". Składniki mieszanki betonowej jak i sama mieszanka muszą być zgodne z wymaganiami niniejszej SST i dokumentacji projektowej. Mieszanka betonowa powinna odpowiadać klasie podanej w projekcie oraz spełniać wymagania norm: PN-88-06250 lub PN-EN 206-1. W przypadku stosowania mieszanki wykonywanej samodzielnie przez wykonawcę produkcja mieszanki betonowej powinna się odbywać na podstawie receptury laboratoryjnej opracowanej przez wykonawcę lub na jego zlecenie i zatwierdzonej przez inżyniera. Wykonawca musi posiadać własne laboratorium lub też za zgodą inżyniera, zleci nadzór laboratoryjny niezależnemu laboratorium.

## 6. ZBROJENIE KONSTRUKCJI ŻELBETOWYCH

### 6.1. Informacje ogólne

Stal jest stopem Żelaza (Fe) z węglem (C) i innymi pierwiastkami, jak: mangan (Mn), krzem (Si), fosfor (P), siarka (S), chrom (Cr), nikiel (Ni), miedź (Cu), molibden (Mo), wolfram (V). Jej gęstość wynosi  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

Stal zbrojeniową, zależnie od jej właściwości mechanicznych, zalicza się do odpowiedniej klasy jakości.

Stal do zbrojenia betonu zgodna z projektem powinna spełniać wymagania norm:

PN-S-1 0040: 1999, PN91'S-10042, a ponadto norm: PN-ISO 6935-1:1998, PN-ISO 6935-1'Ak: 1998, PN-ISO 6935-2:1998, PN-ISO 6935-2IAk:1998, PN-89'H84023.06, PN-821H-93215.

Odbiór stali na budowie powinien być dokonany na podstawie atestu hutniczego dołączonego przez wytwórcę stali. Treść atestu powinna być zgodna z postanowieniami powyżej przytoczonych norm. Cechowanie wiązek i kręgów powinno być zgodne z postanowieniami powyżej przytoczonych norm.

Stal zbrojeniowa powinna być magazynowana pod zadaszeniem w przegrodach lub stojakach z podziałem wg wymiarów i gatunków. Należy dążyć, by stal była magazynowana w miejscu nie narażonym na nadmierne zawilgocenie lub zanieczyszczenie. Do montażu prętów zbrojenia należy używać wyżarzonego drutu stalowego tzw. wiązałkowego o średnicy nie mniejszej niż 1,0 mm. Przy średnicach większych niż 12 mm stosować drut wiązałkowy o średnicy 1,5 mm.

### 6.2. Klasy i gatunki stali zbrojeniowej

Do zbrojenia konstrukcji z betonu należy stosować pręty ze stali określonego gatunku i klasy określonych w normach polskich. Dopuszcza się do zbrojenia konstrukcji z betonu inne rodzaje stali nie określone normami

państwowymi, na podstawie świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie wydanego przez Instytut Techniki Budowlanej.

Do zgrzewanych punktowo płaskich i przestrzennych szkieletów przeznaczonych do zbrojenia konstrukcji z betonu należy stosować pręty ze stali zgodnie z polską normą. Właściwości mechaniczne klas stali zbrojeniowej jak również siatek zgrzewanych oraz wytrzymałości charakterystyczne i obliczeniowe określają polskie normy. Rozróżnia się pięć klas tej stali: A-O, A-I, A-II, A-III i A-IIIN. W każdej z tych klas stali zbrojeniowej wyróżnia się jej gatunki. Klasa i gatunek oraz średnice prętów zbrojenia powinny być zgodne z projektem.

### 6.3. Pręty zbrojeniowe

Dostarczone na budowę pręty zbrojeniowe w postaci kręgów lub prętów prostych w wiązkach powinny mieć zaświadczenie o jakości (atest hutniczy). Kręgi i wiązki prętów powinny być zaopatrzone w przywieszki zawierające: znak wytwórcy, średnicę nominalną, znak stali, numer wytopu, znak obróbki cieplnej:

- pręty ze stali klasy A-O powinny być okrągłe o gładkiej powierzchni,
- pręty ze stali klasy A-I powinny być okrągłe o gładkiej powierzchni i być oznaczone czerwoną farbą olejną przez malowanie z jednej strony końców prętów,
- pręty ze stali klasy A-II, III powinny być okrągłe, a na ich powierzchni powinny znajdować się ukształtowane dwa żeberka podłużne usytuowane przeciwległe do siebie i biegnące równoległe do podłużnej osi pręta. Między tymi żeberkami powinny znajdować się żeberka poprzeczne nachylone jednokrotnie (śrubowo) do osi podłużnej pręta pod kątem 60° i równomiernie rozmieszczone wzdłuż całej długości pręta,
- druty zbrojeniowe powinny być okrągłe o gładkiej powierzchni zewnętrznej. Należy stosować w budownictwie druty gołe, szare i twarde o dokładności wymiarów średnicy określonych w normie państwowej.

### 6.5. Materiały spawalnicze

Do spawania należy używać elektrody odpowiednie do gatunku stali z której wykonane jest zbrojenie oraz odpowiadające wymaganiom normy: PN-91/M-69430.

### 6.6 Podkładki dystansowe

Dopuszcza się stosowanie stabilizatorów i podkładek dystansowych z betonu lub zaprawy oraz z tworzyw sztucznych. Podkładki dystansowe muszą być mocowane do prętów. Nie dopuszcza się stosowania podkładek dystansowych z drewna, cegły lub prętów stalowych.

### 6.7. Elementy kotwiące

Elementy kotwiące zabetonowane w elementach żelbetowych winny być wykonane ze stali zabezpieczonej antykorozyjną powłoką malarską. Elementy winny być osadzone wg szablonu wykonanego na podstawie marki.

### 6.8. Warunki stosowania materiałów

Stal zbrojeniowa dostarczana na budowę powinna odpowiadać wymaganiom podanym w odpowiednich normach. Pręty zbrojeniowe powinny być dostarczane w kręgach lub prostych wiązkach zaopatrzonych w przywieszki zawierające znak obróbki cieplnej oraz posiadać atest hutniczy.

### 6.9. Wymagania szczegółowe dla materiałów

- Stal dostarczana w kręgach: średnica kręgów powinna wynosić 500-1000 mm, a ich masa do 1000 kg,
- Stal dostarczana jako pręty proste: pręty proste powinny być dostarczane na budowę w długościach 10-12 m, jeśli w zamówieniu nie określono inaczej.

### 6.10. Składowanie materiałów

Stal zbrojeniową należy składować pod zadaszeniem, posortowaną wg wymiarów i gatunków. Odgięte pręty zbrojeniowe powinny być składowane na wydzielonych, uporządkowanych miejscach, w sposób nie



powodujący ich uszkodzenia i pomieszania. Druty składowane być winny w magazynie zamkniętym, w kręgach, posortowane wg wymiarów i gatunków.

#### 6.11. Deklaracja zgodności

Każda partia stali musi być zaopatrzona w atest hutniczy.

#### 6.12. Sprzęt do wykonywania robót zbrojarskich

Do wykonywania zbrojenia winny być wykorzystywane następujące urządzenia:

- urządzenia i maszyny do prostowania prętów cienkich (walcówki) oraz do prostowania prętów cienkich dostarczanych w odcinkach prostych,
- urządzenia do cięcia prętów zbrojeniowych na odpowiednią długość,
- urządzenia do kształtowania prętów zbrojeniowych,
- urządzenia i sprzęt do zgrzewania i spawania prętów zbrojeniowych.

### 7. ZASADY WYKONANIA ROBÓT ZBROJENIOWYCH

#### 7.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w D-SST-00.

#### 7.2. Przygotowanie zbrojenia

Zbrojenie elementów żelbetonowych jest obecnie przygotowywane w warsztatach zbrojarskich, wyposażonych w niezbędne urządzenia i maszyny. Warsztaty są urządzane na placu budowy, bądź na terenie zaplecza przedsiębiorstwa wykonawczego (jako tzw. zbrojarnie centralne). Dostarczona stal zbrojeniowa (kręgi, pręty, szkielety zbrojeniowe) powinna być na budowie składowana na placu magazynowym, na podkładach drewnianych (rozstawionych co około 2,0-2,5 m), bądź przenośnych stojakach, pod zadaszeniem. Nie wolno układać tej stali bezpośrednio na gruncie. Pręty zbrojeniowe należy segregować według klas i gatunków, średnicy i długości. Stal w kręgach układa się na placu magazynowym na płask (do ośmiu warstw) lub opierając jeden krąg o drugi. Przygotowanie i obróbka zbrojenia obejmują takie czynniki, jak czyszczenie, prostowanie, cięcie, gięcie i montaż. Zbrojenie powinno być oczyszczone, aby zapewnić dobrą współpracę (przyczepność) betonu i stali w konstrukcji. Należy więc usunąć z powierzchni prętów zanieczyszczenia smarami, farbą olejną, itp., a także łuszczącą się rdzę (lekki nalot rdzy nie łuszczącej się nie jest szkodliwy). W celu usunięcia farb olejnych, bądź zatłuszczenia stosuje się opalanie lampami benzynowymi (po wypaleniu się zanieczyszczeń pręty wyciera się; jeśli jest to niezbędne - również papierem ściernym). Nalot rdzy łuszczącej się można usunąć za pomocą szczotek drucianych. Niekiedy stosuje się też piaskowanie. Pręty używane do przygotowania muszą być proste. Dlatego - w przypadku występowania miejscowych zakrzywień - należy te pręty wyprostować przed przystąpieniem do dalszej obróbki (cięcia, itp.).

Pręty można wyginać ręcznie kluczem zbrojarskim, wykorzystując trzpień zamocowane w blacie stołu stolarskiego lub za pomocą giętarek ręcznych lub za pomocą giętarek mechanicznych. Można przy tym jednocześnie wyginać więcej niż jeden pręt. Wygięte pręty zbrojeniowe i strzemiona montuje się bezpośrednio w deskowaniu lub przygotowuje w postaci szkieletów zbrojeniowych.

Zbrojenie płyt można układać od razu w deskowaniu. Najpierw na deskowaniu oznacza się kredą lub ołówkiem ciesielskim rozstaw prętów nośnych (głównych) i rozdzielczych. Następnie rozkłada się pręty nośne i na nich układa się i od razu łączy pręty rozdzielcze usytuowane u dołu płyty. Później montuje się pręty rozdzielcze w zagięciach prętów nośnych, a na końcu pręty u góry płyty. Podobnie montuje się szkielety zbrojeniowe ścian. Na ustawionej jednej stronie deskowania wyznacza się

rozstaw prętów. Ustawia się pręty pionowe, a następnie, poczynając od spodu, łączy z nimi pręty poziome. Pionowe pręty ścian i słupów przywiązuje się do prętów wystających z fundamentu lub poprzedniej kondygnacji. Długość zakładu powinna być zgodna z projektem.

W celu zapewnienia wymaganej grubości otuliny betonowej zaleca się założyć na pręty specjalne krążki z tworzywa sztucznego.

Pręty łączy się w szkielety, stosując zgrzewanie, spawanie lub wiązanie drutem. Połączenia zgrzewane i spawane są sztywne. W deskowaniu można pręty zgrzewać za pomocą przewoźnych zgrzewarek.

Zbrojenie elementów żelbetowych powinno składać się, jeśli to możliwe, z prętów nieprzerwanych na długości jednego przęsła lub jednego elementu konstrukcyjnego. Jeżeli ten warunek nie może być spełniony, to odcinki prętów trzeba w zasadzie łączyć za pomocą spawania lub zacisków mechanicznych. Dopuszcza się też łączenie prętów na zakład. Zaleca się, aby połączenia prętów znajdowały się w przekrojach, których nośność prętów nie jest całkowicie wykorzystana. Rodzaje połączeń spajanych i sposoby ich wykonania są podane w PN-B-03264:2002.

### **7.3. Montaż zbrojenia**

Ustawienie elementów zbrojenia powinno być wykonywane według przygotowanych schematów zapewniających kolejność robót, przy której wcześniej ułożone elementy będą umożliwiały dalszy montaż zbrojenia. Zbrojenie należy układać po odbiorze deskowań. Zbrojenie powinno być trwale usytuowane w deskowaniu w sposób zabezpieczający od uszkodzeń i przemieszczeń podczas betonowania i zagęszczania mieszanki betonowej. Pręty, siatki i szkielety należy układać w deskowaniu tak, aby grubość otuliny odpowiadała wartościom podanym w projekcie.

### **7.4. Zasady zbrojenia elementów**

Zbrojenie konstrukcji żelbetowych można ogólnie podzielić na nośne (nazywane też głównymi) i uzupełniające, gdzie zbrojenie nośne określone jest na podstawie obliczeń konstrukcyjnych, natomiast zbrojenie uzupełniające stosowane jest jako technologiczne.

### **7.5. Zasady BHP**

Stoły warsztatowe ustawiać w pomieszczeniach zamkniętych lub pod wiatami z umocowanymi od strony nawietrznej osłonami. Stanowiska po obu stronach stołu należy oddzielić siatką o wysokości 1 m, o oczkach max 20 mm.

Podczas cięcia pręta nożycami należy pręt oprzeć obustronnie na kozłach lub stole zbrojarskim. Cięcie nożycami prętów o średnicy większej niż 20 mm jest zabronione. Przy mechanicznym cięciu prętów nie wolno chwytać ręką prętów w odległości mniejszej, niż 50 cm od nożyc tnących. Pręty o średnicy większej, niż 20 mm mogą być gięte tylko mechanicznie.

Zakładanie prętów na mechanicznej giętarcie dopuszczalne jest tylko przy unieruchomieniu tarczy giętarki. Zabronione jest przebywanie pracowników na terenie ogrodzonym wzdłuż wyciąganego pręta w czasie prostowania zbrojenia.

Składowanie zbrojenia na pomostach przeznaczonych wyłącznie do pracy zbrojarzy jest zabronione.

### **7.6. Kontrola jakości robót**

#### **7.6.1. Ogólne zasady kontroli**

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w D-SST-00.

#### **7.6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy:**

- oględziny,
- badanie zgodności wykonania zbrojenia z obowiązującymi przepisami,
- badanie zgodności usytuowania zbrojenia z projektem,
- badanie jakości połączeń zgrzewanych wykonywanych na placu budowy.

Dostarczoną na budowę partię stali należy przed wbudowaniem zbadać laboratoryjnie w przypadku, gdy nie ma zaświadczenia o jakości stali, nasuwają się wątpliwości co do jej właściwości technicznych na podstawie oględzin zewnętrznych lub gdy stal pęka przy gięciu.

#### **7.6.3. Kontrola jakości robót zbrojarskich**

Zbrojenie należy układać po sprawdzeniu i odbiorze deskowań. Powinno być ono tak usytuowane, aby nie uległo uszkodzeniom i przemieszczeniom podczas układania i zagęszczania mieszanki betonowej. Do stabilizacji zbrojenia w deskowaniu, w celu zapewnienia wymaganego otulenia prętów

betonem, stosować należy różnego rodzaju wkładki i podkładki dystansowe (z zaprawy, stali, tworzyw sztucznych).

Zbrojenie powinno być połączone drutem wiązałkowym w sztywny szkielet. Zbrojenie przed betonowaniem powinno być skontrolowane. Kontrola ta polega na sprawdzeniu zgodności ułożonego zbrojenia z projektem oraz wymaganiami norm. Sprawdza się wymiary zbrojenia, jego usytuowanie (w tym grubość otuliny), rozstaw strzemion, położenie złączy, długość zakotwienia, itp.

Odbiór zbrojenia i zezwolenie na betonowanie należy odnotować w dzienniku budowy.

## **8. SKŁADOWANIE MAGAZYNOWANIE I PRZECHOWYWANIE MATERIAŁÓW**

Zgodnie z warunkami podanymi w D-SST-00 oraz według zaleceń producenta. Mieszanka betonowa winna być dostarczana bezpośrednio przed wbudowaniem z wyspecjalizowanej wytwórni. Elementy stalowe kotwiące składować pod zadaszeniami lub w pomieszczeniach zamkniętych w sposób uniemożliwiający uszkodzenie powłoki antykorozyjnej.

## **9. DEKLARACJA ZGODNOŚCI**

Do każdej partii betonu powinno zostać wystawione przez producenta zaświadczenie o jakości betonu. Zaświadczenie to winno zawierać charakterystykę betonu, zastosowane dodatki; wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie raz typ próbek stosowanych do badań; wyniki badań dodatkowych; okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

## **10. TRANSPORT I WARUNKI DOSTAWY**

### **10.1. Ogólne zasady transportu**

Środki transportu mieszanki betonowej nie powinny powodować:

- naruszenia jednorodności mieszanki (segregacja składników),
- zmian w składzie mieszanki w stosunku do stanu początkowego wskutek dostawania się do niej opadów
- 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.

Czas trwania transportu, dobór środków i organizacja powinny zapewniać dostarczenie do miejsca układania mieszankę betonową o takim stopniu ciekłości, jaki został przyjęty przy ustalaniu składu betonu i dla danego sposobu zagęszczania i rodzaju konstrukcji. 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.

### **10.2. Transport za pomocą urządzeń samochodowych oraz pojemnikami przemieszczanymi siłą ludzką**

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 lub - jeżeli jest to niemożliwe - w pobliżu betonowanej konstrukcji lub jej elementu. Opróżnianie pojemnika samochodowego powinno być dokonywane do skrzyni, jeżeli dalszy transport mieszanki odbywa się pompami, lub bezpośrednio do pojemników kołowych (japonek), za pomocą których mieszanka jest transportowana na miejsce jej ułożenia.

Przy transporcie mieszanki betonowej w zależności od rodzajów środków transportowych, temperatury i czasu transportu 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 dobrej 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.

### 10.3. Transport zbrojenia

Elementy zbrojenia, siatki, pakiety szkieletów płaskich i szkielety przestrzenne powinny być przewożone środkami transportowymi przystosowanymi do tego typu przewozów, bez uszkodzeń i deformacji. Wymiary i masa elementów zbrojenia powinny być dostosowane do środków transportu. Oddzielne pręty należy przewozić w pęczkach, oznakowane i związane drutem. Szkielety płaskie jednego rozmiaru powinny być układane na przemian na płask w pakiety po 10—20 szt.

Każdy szkielet płaski lub przestrzenny, wyprodukowany w zakładzie zbrojarskim, powinien być oznakowany przymocowaną do niego przywieszką zawierającą:

- znak wytwórczy,
- oznaczenie i zasadnicze wymiary szkieletu,
- zaświadczenie producenta o jakości wyrobu.

## 11. WYTWARZANIE I TRANSPORT MIESZANKI BETONOWEJ

Mieszanka betonowa jest mieszaniną wszystkich składników użytych do wykonania betonu przed i po jej zagęszczeniu, ale przez związaniem zaczynu cementowego (mieszaniny cementu i wody). Skład mieszanki betonowej (jej recepta) jest projektowany metodami obliczeniowymi, obliczeniowo-doświadczalnymi oraz doświadczalnymi. Poszczególne fazy procesu wytwarzania mieszanki betonowej, to:

- przygotowanie składników,
- dozowanie i mieszanie składników,
- transport mieszanki do miejsca jej wbudowania.

Opracowanie recepty mieszanki betonowej obejmuje:

- ustalenie wstępnych założeń, jak przeznaczenie i warunki użytkowania betonu, klasa betonu, ewentualnie stopień mrozoodporności i wodoszczelności, warunki formowania, urabialność mieszanki betonowej,
- dobór i ewentualne badania składników mieszanki betonowej,
- ustalenie wstępne składu mieszanki,
- próby kontrolne, kolejne korekty składu i ustalenie recepty laboratoryjnej,
- ustalenie recepty roboczej, uwzględniającej zawilgocenie kruszywa, pojemność urządzenia mieszającego i sposób dozowania składników.

Jeżeli jest potrzebna niewielka ilość mieszanki betonowej, to wytwarza się ją na placu budowy za pomocą betoniarek, które zazwyczaj mają pojemność 0,15; 0,25 lub 0,5 m<sup>3</sup>. Czas mieszania składników mieszanki (dozowane w kolejności - kruszywo, cement i woda) zależy od konsystencji mieszanki, ale nie może być krótszy niż 1 min (w przypadku konsystencji półciekłej i ciekłej). Przy większym zapotrzebowaniu mieszankę betonową uzyskuje się najczęściej ze stałych wytwórni, zwanych betonowniami.

Przewóz w poziomie odbywa się przeważnie po ułożonych deskach. W pionie taczkę unosi dźwig towarowy lub osobowo-towarowy. Większe ilości mieszanki przewozi się wózkami dwukołowymi, tzw. japonkami. Przy większych odległościach dowozu są stosowane wózki o napędzie elektrycznym. Mieszanka o konsystencji co najmniej plastycznej może być podawana przenośnikami taśmowymi na odległość do 25 m, przy kącie nachylenia w przypadku transportu w górę 18° a w dół 12°. Trzeba zwracać uwagę, żeby mieszanka spadając z przenośnika nie uległa rozsegregowaniu. Zwykle mieszankę betonową podaje się za pomocą pomp do mieszanki betonowej, wykorzystując rurociąg składający się z prostych odcinków długości od 0,5 do 3 m i kolan o różnym kącie nachylenia. Pompy z rurociągami są zazwyczaj umieszczone na samochodach lub przyczepach samochodowych. Mieszankę betonową za pomocą pompy można podawać na znaczne odległości w poziomie i w pionie. Przy doborze konkretnej pompy bierze się pod uwagę sumę długości poziomych i pionowych odcinków podawania mieszanki oraz liczbę załamań rurociągów i kąty nachylenia kolan.

Mieszanka betonowa wytworzona w betoniarkach na placu budowy jest zazwyczaj przewożona taczkami.

## 12. KONTROLA WYKONYWANIA I JAKOŚCI BETONU

### 12.1. Wymagania ogólne

Badania składników betonu powinny być wykonane przed przystąpieniem do przygotowania mieszanki betonowej i prowadzone systematycznie przez cały czas trwania robót betonowych. Podczas robót betonowych należy przeprowadzać systematyczną kontrolę dla bieżącego ustalania:

- jakości składników betonu oraz prawidłowości ich składowania,
- dozowania składników mieszanki betonowej,
- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania,
- cech wytrzymałościowych betonu,
- prawidłowości przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz częściowego lub całkowitego obciążenia konstrukcji.

Sposób, liczba kontroli jak również forma prowadzenia sprawozdawczości i wyników kontroli powinny być dostosowane do rodzaju budowy i przyjętych metod realizacji. Przy dostawie betonu lub wykonywaniu betonu na placu budowy z wytwórni betonów według polskich norm. Kontrola betonu powinna obejmować sprawdzenie wszystkich cech technicznych podanych w niniejszych warunkach technicznych oraz ewentualnie innych cech zaznaczonych w dokumentacji technicznej. Kontrola jakości betonu w konstrukcji może być przeprowadzona za pomocą sprawdzonych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą.

W przemysłowych i przeciętnych warunkach wykonania betonu zakres kontroli powinien obejmować wszystkie wymagane normami państwowymi właściwości betonu. Jeżeli beton poddawany jest specjalnym zabiegom technologicznym, należy opracować plan kontroli jakości dostosowany do wymagań technologii produkcji.

W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane normą państwową i niniejszymi warunkami technicznymi oraz ewentualnie inne badania

konieczne do potwierdzenia prawidłowości przebiegu zabiegów technologicznych.

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

### 12.2. Kontrola jakości składników betonu

#### 12.2.1. Cement

- dla każdej partii cementu należy przeprowadzać badania czasu wiązania, stałości objętości i wytrzymałości na ściskanie,
- cement nie musi być badany, z wyjątkiem cech podanych wyżej, jeżeli jest przechowywany zgodnie z wymaganiami norm państwowych, a jego jakość została potwierdzona przy dostawie przez cementownię.
- w pozostałych przypadkach są wymagane badania kontrolne cementu przed użyciem go do wykonania betonu przez sprawdzenie zgodności cech fizycznych i wytrzymałościowych z wymaganiami norm.
- sprawdzenie jakości cementu może być przeprowadzone przez badanie wytrzymałości betonu wykonanego z tego cementu.

#### 12.2.2. Kruszywo

- dla każdej dostarczonej partii powinna być przeprowadzona kontrola w zakresie badań niepełnych wg polskiej normy obejmującym oznaczenia składu ziarnowego, kształtu ziaren, zawartości pyłów mineralnych, zawartości zanieczyszczeń obcych,
- w przypadku, gdy badania wykażą niezgodność właściwości danego kruszywa z wymaganiami norm, użycie takiego kruszywa do produkcji betonu może nastąpić tylko łącznie z innym kruszywem i pod warunkiem, że mieszanina tych kruszyw spełnia wymagania określone w normach na kruszywo stosowane do betonów,
- bieżące badanie kruszywa (np. określenie aktualnej wilgotności, zawartości kruszywa drobnego lub grubego) należy przeprowadzać w celu ewentualnej korekty zaprojektowanego składu betonu.

#### 12.2.3. Woda

- badanie wody do celów budowlanych należy przeprowadzać zgodnie z wymaganiami norm państwowych.
- nie należy badać wody wodociągowej.

#### 12.2.4. Domieszki

- każda partia domieszek lub dodatków powinna mieć zaświadczenie o jakości wystawione przez producenta,
- domieszki do betonu należy sprawdzić przed użyciem na zgodność odpowiednimi normami, a ponadto barwę, stan skupienia (płyn, proszek, pasta), termin ważności.

### 12.3. Kontrola procesu wykonywania 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. Kontrolę powinny podlegać parametry, od których zależy jakość betonu, a szczególnie:

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

### 12.4. Kontrola jakości mieszanki betonowej

Konsystencja i urabialność mieszanki betonowej powinna być sprawdzana z częstotliwością nie mniejszą niż 2 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 wg stożka opadowego - dla konsystencji plastycznej,
- $\pm 2$  cm wg stożka opadowego - dla konsystencji półciekłej i ciekłej,
- $\pm 20\%$  ustalonej wartości wskaźnika - dla konsystencji gęstoplastycznej i wilgotnej.

Urabialność powinna być sprawdzana doświadczalnie przez próbę formowania w rzeczywistych lub zbliżonych do nich warunkach betonowania. W wyniku prawidłowo dobranej urabialności powinno się uzyskać zagęszczoną mieszankę betonową o wymaganej szczelności. Miarą tej szczelności jest porowatość zagęszczonej mieszanki.

### 12.5. Kontrola cech fizycznych betonu

Kontrola wytrzymałości na ściskanie, nasiąkliwości, mrozoodporności oraz przepuszczalności wody powinna być wykonywana zgodnie z obowiązującymi normami.

### 12.8. Dokumentacja z kontroli jakości betonu

Dla każdej partii betonu powinno być wystawione przez producenta zaświadczenie o jakości betonu. 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.

Dokumentacja 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.

### 12.9. Kontrola jakości stali zbrojeniowej

Stal zbrojeniowa dostarczona na budowę powinna odpowiadać wymaganiom podanym w normach. Do każdej partii stali przeznaczonej do zbrojenia konstrukcji z betonu powinno być dołączone zaświadczenie o jakości (atest hutniczy).

Każdą partię otrzymanej stali i siatek należy poddać kontroli na zgodność dostarczonego materiału z zamówieniem, sprawdzając: cechowanie, wygląd powierzchni, wymiary, masę oraz prostoliniowość prętów. Wygląd zewnętrzny prętów zbrojeniowych dostarczonej partii powinien być następujący:

- na powierzchni prętów nie powinno być zgorzeliny, odpadającej rdzy, tłuszczów, farb lub innych zanieczyszczeń,
- odchyłki wymiarów przekroju poprzecznego prętów i uźebrowania powinny się mieścić w granicach określonych dla danej klasy stali w normach państwowych,



- pręty dostarczone w wiązkach nie powinny wykazywać odchylenia od linii prostej większego niż 5 mm na 1 m długości pręta.

Dostarczoną na budowę partię stali do zbrojenia konstrukcji z betonu należy przed wbudowaniem zbadać laboratoryjnie w przypadku gdy:

- nie ma zaświadczenia o jakości stali,
- nasuwają się wątpliwości co do jej właściwości technicznych na podstawie oględzin zewnętrznych,
- stal pęka przy gięciu.

### **13. MASZYNY I SPRZĘT ZALECANE I NIEZBĘDNE DO WYKONANIA ROBÓTBETONOWYCH I ŻELBETOWYCH**

#### **13.1. Wymagania ogólne**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano D-SST-00. Roboty związane z wykonaniem konstrukcji betonowych i żelbetowych mogą być wykonywane ręcznie lub mechanicznie przy użyciu dowolnego sprzętu przeznaczonego do wykonywania zamierzonych robót.

Wykonawca powinien dysponować m.in.:

1) do przygotowania mieszanki betonowej:

- betoniarkami o wymuszonym działaniu,
- dozownikami wagowe o odpowiedniej dokładności z aktualnym świadectwem legalizacji,
- odpowiednio przeszkoloną obsługą.

2) do wykonania deskowań:

- sprzętem ciesielskim,
- samochodem skrzyniowym,
- żurawiem o udźwigu dostosowanym do ciężaru elementów deskowań,

3) do przygotowania zbrojenia:

- giętarkami,
- nożycami,
- prostowarkami,
- innym sprzętem wymienionym w SST.

4) do układania mieszanki betonowej:

- pojemnikami do betonu,
- pompami do betonu,
- wibratorami wgłębnymi o odpowiedniej średnicy,
- wibratorami przyczepnymi.
- łatami wibracyjnymi.
- zacieraczkami do betonu.

5) do obróbki i pielęgnacji betonu:

- szlifierkami do betonu,

#### **13.2. Zagęszczanie mieszanki betonowej**

Ręczne zagęszczanie może być stosowane tylko do mieszanek betonowych o konsystencji ciekłej i półciekłej lub gdy zbrojenie jest zbyt gęsto rozstawione i nie pozwala na użycie wibratorów pogrążanych. Zagęszczanie wówczas należy wykonywać za pomocą sztychowania każdej ułożonej warstwy prętami stalowymi. Do zagęszczania stosuje się: wibratory pogrążane i wibratory powierzchniowe płaszczyznowe. Wibratory powinny być dobierane do konstrukcji i rodzaju deskowań, przy czym:

- wibratory wgłębne należy stosować do mieszanki betonowej o konsystencji plastycznej i gęstoplastycznej;
- wibratory wgłębne należy stosować do konstrukcji betonowych i konstrukcji żelbetowych o niewielkim procencie zbrojenia,
- wibratory powierzchniowe należy stosować do konstrukcji betonowych lub żelbetowych o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,8 m i o rzadko rozstawionym zbrojeniu,
- wibratory prętowe należy stosować do konstrukcji żelbetowych o bardzo gęstym zbrojeniu, nie pozwalającym na użycie wibratorów wgłębnych.

#### **13.3. Cięcie i gięcie prętów zbrojeniowych**

Do cięcia prętów można stosować gilotyny lub nożyce ręczne. Przy cięciu prętów zbrojeniowych należy przestrzegać następujących zasad:

- w przypadku cięcia prętów nożycami ręcznymi należy cięty pręt oprzeć obustronnie na kozłach lub stole zbrojarskim,
- cięcie prętów o średnicy większej niż 20 mm nożycami jest zabronione,
- przy mechanicznym przecinaniu prętów chwytanie ręką prętów w odległości mniejszej niż 50 cm od nożyc tnących jest zabronione.

Do gięcia prętów należy stosować giętarki ręczne lub mechaniczne. Przy gięciu prętów zbrojeniowych należy przestrzegać następujących zasad:

- gięcie prętów o średnicy do 20 mm może być wykonywane ręcznie lub mechanicznie,
- pręty o średnicy większej niż 20 mm mogą być odginane wyłącznie za pomocą urządzeń mechanicznych,
- gięcie prętów o średnicy powyżej 30 mm w stanie ogrzanym należy ograniczyć tylko do stali walcowanych na gorąco i przy zachowaniu szczegółowych wytycznych dla tego rodzaju gięcia,
- zakładanie prętów, przestawianie odbojnic lub trzpieni przy gięciu prętów zbrojeniowych na mechanicznej giętarce dopuszczalne jest tylko przy unieruchomionej tarczy giętarki.

#### 14. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU NA PLACU BUDOWY

Zaleca się używanie do transportu mieszanki betonowej pompami zamontowanymi na podwoziu samochodowym z ruchomym wysięgnikiem i przymocowanymi do nich przewodami rurowymi, umożliwiającymi podawanie mieszanki betonowej bezpośrednio na miejsce jej ułożenia. Należy unikać przemieszczania mieszanki betonowej za pomocą łopat, gdyż występuje niekorzystne zjawisko napowietrzania betonu oraz segregacja kruszywa. Przy niewielkich ilościach mieszanki betonowej zaleca się jej dostarczenie na miejsce ułożenia za pomocą wózków kołowych lub tacek, z tym że napełnianie tych urządzeń powinno być dokonywane bezpośrednio z betoniarki. Zbrojenia szkieletów mogą być transportowane ręcznie lub dźwigiem w pozycji na płask. W pozycji tej pakiety transportowane dźwigiem należy podnosić za pomocą 4 zawiesi w stosownym rozstawie. Zawiesia lub haki należy zaczepić o pręty podłużne o większej średnicy.

#### 15. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

##### 15.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w D-SST-00. Przed przystąpieniem do betonowania należy sprawdzić poprawność wykonania robót poprzedzających betonowanie,

a w szczególności:

- wykonanie deskowań, rusztowań, usztywnień i pomostów,
- wykonanie zbrojenia,
- przygotowanie powierzchni betonu poprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- wykonanie robót zanikających,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezawodność mocowań elementów kotwiących zbrojenie i deskowanie,
- gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania.

##### 15.2. Deskowanie

###### 15.2.1 Wymagania ogólne

Konstrukcja podtrzymująca deskowanie do betonu powinno być wykonane zgodnie z projektem w taki sposób, aby mogło przenosić obciążenia wywołane:

- masą własną oraz masą sprzętu do robót betonowych (np. taczki, wózki, wibratory),
- masą układanej mieszanki betonowej, z uwzględnieniem obciążeń dynamicznych od rzucanej lub opuszczanej mieszanki, jak też parcia mieszanki w trakcie jej zagęszczania,
- masą zbrojenia konstrukcji,
- masą robotników zatrudnionych przy robotach betonowych i żelbetowych.

Wykonane deskowanie nie powinno odkształcać się pod działaniem omówionych w/w obciążeń. Rusztowanie powinno zachowywać sztywność oraz niezmienność konstrukcji zarówno w trakcie betonowania, jak i dojrzwania mieszanki betonowej.



Deskowania, w których będzie układana mieszanka betonowa, powinny być szczelne i zabezpieczone przed wyciekaniem zaprawy cementowej z mieszanki.

Prawidłowość wykonania deskowań i rusztowań należy dokładnie sprawdzić oraz potwierdzić jego zgodność z wymaganiami technicznymi. Dopuszczenie rusztowania do użytkowania powinno być potwierdzone zapisem inspektora nadzoru technicznego w dzienniku budowy. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe deskowania nie mogą odbiegać od podanych w polskiej normie.

Do wykonywania deskowań należy stosować materiały zgodne z wymaganiami normy PN-S-10040:1999, a ponadto:

- drewno powinno odpowiadać wymaganiom norm:

PN-92/0-95017, PN-91/0-95018, PN-75/0-96000, PN-7210-96002, PN-63/B-06251,

- sklejka powinna odpowiadać wymaganiom norm:

PN-EN 313-1:2001, PN-EN 313 2:2001 oraz PN-EN 636--3:200,

- gwoździe budowlane powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-84/M-81000,

- deskowania uniwersalne powinny być w dobrym stanie technicznym,

- do smarowania elementów deskowań stykających się z betonem należy stosować środki antyadhezyjne parafinowe przeznaczone do tego typu zastosowań.

Materiały stosowane na deskowania nie mogą deformować się pod wpływem warunków atmosferycznych, ani na skutek zetknięcia się z mieszanką betonową.

#### 15.2.2. Rodzaje deskowań i zasady wykonania

Deskowania indywidualne (tradycyjne) z drewna lub z częściowym użyciem materiałów drewnopochodnych i innych wykonane na miejscu robót betonowych lub żelbetowych powinno być stosowane w przypadkach konieczności technicznej lub celowości gospodarczej. Deskowanie systemowe inwentaryzowanych wykonywane

z stylizowanych elementów (płyt) łączonych odpowiednimi ściągami z ustawianiem rozstawu za pomocą rozpórek. Deskowanie elementów licowych powinny 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 sklejki. Materiały stosowane na 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 jednostronne 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 z 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 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 wykonywać również wtedy, gdy nie przewidziano ich w projekcie. W takim przypadku należy przeprowadzić w razie potrzeby, korektę rozmieszczenia zbrojenia. Zmianę rozmieszczenia zbrojenia powinien zatwierdzić projektant i inżynier. Przy podparciu deskowania rusztowaniem należy unikać punktowego przekazywania sił. Po zmontowaniu deskowania powierzchnię styku z betonem pokrywać trzeba środkami o działaniu antyadhezyjnym. 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.). Dopuszczalne odchylenia od wymiarów nominalnych przewidzianych projektem należy przyjmować zgodnie z odpowiednimi normami.

#### 15.2.3. Rozbiórka deskowania

Usunięcie deskowania konstrukcji betonowej lub żelbetowej może nastąpić, gdy beton osiągnie wymaganą projektem wytrzymałość, stwierdzoną na próbkach przechowywanych w warunkach zbliżonych do warunków dojrzewania betonu w konstrukcji lub stwierdzoną nieniszczącymi metodami badań.

Usuwanie deskowania powinno być przeprowadzane w sposób wykluczający uszkodzenie powierzchni rozdeskowanych konstrukcji oraz elementów deskowań.

Płyty deskowań usuwane za pomocą urządzeń podnośnikowych powinny być przed ich podniesieniem oddzielone od betonu. Usuwanie deskowania przestawnego konstrukcji bardziej

skomplikowanych powinno być przeprowadzone w sposób podany w instrukcji roboczej lub w projekcie deskowania.

Niezależnie od rodzaju deskowań, przy ich usuwaniu należy przestrzegać następujących zasad:

- usunięcie bocznych elementów deskowania nie przenoszących obciążenia od ciężaru konstrukcji dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów, jeżeli projekt nie zawiera innych wytycznych w tym zakresie,
- usunięcie nośnego deskowania konstrukcji żelbetowych dopuszcza się po osiągnięciu przez beton pełnej wytrzymałości.
- deskowania inwentaryzowane po zdemontowaniu należy oczyścić z resztek zaprawy, sprawdzić starannie, czy nie wymagają naprawy lub wymiany uszkodzonych elementów, pokryć środkami zmniejszającymi przyczepność betonu,
- rozbiórkę deskowań tradycyjnych należy przeprowadzać ostrożnie, aby nie niszczyć materiału,
- materiał uzyskany z rozbiórki należy oczyścić z gwoździ i zaprawy, posegregować i przygotować do ponownego wykorzystania.

### 15.3. Zbrojenie

#### 15.3.1. Ogólne zasady montażu

Ustawianie lub układanie elementów zbrojenia powinno być wykonywane według przygotowanych schematów zapewniających kolejność robót, przy której wcześniej ułożone elementy będą umożliwiały dalszy montaż zbrojenia. Nie należy podwieszać i mocować do zbrojenia deskowań, pomostów transportowych, urządzeń wytwórczych i montażowych. Zbrojenie należy układać po sprawdzeniu i odbiorze deskowań. Zbrojenie powinno być trwale usytuowane w deskowaniu w sposób zabezpieczający od uszkodzeń i przemieszczień podczas podawania materiału i zagęszczania mieszanki betonowej. Pręty, siatki i szkielety należy układać w deskowaniu tak, aby grubość otuliny betonu odpowiadała wartościom podanym w projekcie lub - w przypadku braku w projekcie według polskich norm.

#### 15.3.2. 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 opalać np. lampami lutowniczymi, aż do całkowitego usunięcia zanieczyszczeń. Czyszczenie prętów powinno być dokonywane 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 ucina się 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/S10042. Należy zwrócić uwagę przy odbiorze haków i odgięć na ich zewnętrzną stronę. Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania.

#### 15.3.3. 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 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 podpierające podkładkami 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 wykonuje się konieczne 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. Rozstawa zbrojenia, średnice i otuliny powinny być zgodne z dokumentacją projektową i normą PN-91/S-10042. Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią wysokość w trakcie betonowania jest niedopuszczalne. Łączenie prętów należy wykonywać zgodnie z PN-91/S-10042. Do zgrzewania i spawania prętów mogą być dopuszczani 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 można na nim położyć spoinę wynosi 10 d.

#### 15.4. Montaż zbrojenia z pojedynczych prętów

Montaż zbrojenia z pojedynczych prętów powinien być dokonywany bezpośrednio w deskowaniu. Zbrojenie płyt prętami pojedynczymi powinno być układane według rozstawienia prętów oznaczonego w projekcie. Montaż zbrojenia z prętów pojedynczych w belkach i słupach można wykonać bezpośrednio w deskowaniu pod warunkiem zapewnienia odpowiedniego dostępu w czasie robót zbrojarskich. Łączenie poszczególnych prętów zbrojenia między sobą powinno odpowiadać wymaganiom podanym w polskiej normie. Do zgrzewania i spawania prętów mogą być dopuszczani 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 można na nim położyć spoinę wynosi 10 d.

#### 15.5. Betonowanie

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

Betonowanie należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż +5°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°C, jednak wymaga to zgody Inżyniera, potwierdzonej wpisem do dziennika budowy. Jednocześnie należy zapewnić mieszankę betonową o temperaturze +20°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. 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.

##### 15.5.2. Zabezpieczenie podczas opadów

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

##### 15.5.3. Przygotowanie do układania mieszanki betonowej

Przed przystąpieniem do betonowania powinna być formalnie stwierdzona prawidłowość wykonania wszystkich robót poprzedzających betonowanie, a w szczególności:

- wykonanie deskowania, rusztowań, usztywnień, pomostów itp.,
- wykonanie zbrojenia,
- przygotowanie powierzchni betonu poprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej,
- wykonanie wszystkich robót zanikających, np. warstw izolacyjnych, szczelin dylatacyjnych,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezawodność zamocowania elementów kotwiących zbrojenie i deskowanie formujące kanały, przepony oraz innych elementów ustalających położenie armatury itd.,
- gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania.

Deskowanie i zbrojenie powinno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci, brudu, płatków rdzy, ze zwróceniem uwagi na oczyszczenie dolnej części słupków i ścian. Powierzchnie okładzin z betonu przylegające do betonu powinny być zwilżone wodą bezpośrednio przed betonowaniem.

Powierzchnie deskowania powtarzalnego z drewna, stali lub innych materiałów powinny być powleczone środkiem uniemożliwiającym przywarcie betonu do deskowania. Jeżeli w warunkach uzasadnionych technicznie stosuje się deskowanie drewniane jednorazowe, należy je zmoczyć wodą. Powierzchnie uprzednio ułożonego betonu konstrukcji monolitycznych i prefabrykowanych elementów w budowanych w konstrukcje monolityczne

powinny być przed zabetonowaniem oczyszczone z brudu i szkliwa cementowego. Woda pozostała w zagłębieniach betonu powinna być usunięta.

#### 15.5.4. Wymagania ogólne dotyczące układania mieszanki betonowej

Roboty związane z podawaniem i układaniem mieszanki betonowej powinny być wykonywane zgodnie z wymaganiami normy PN-S-10040:1999. Przed przystąpieniem do układania betonu należy sprawdzić:

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

Wysokość swobodnego zrzucania mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej i gęstoplastycznej nie powinna przekraczać 3 m. W przypadku układania mieszanki betonowej z większych wysokości należy stosować rynny, rury teleskopowe, rury elastyczne (rękawy) itp. Przy konieczności zastosowania urządzeń pochyłych należy ich wyloty zaopatrzyć w urządzenia pozwalające na pionowe opadanie mieszanki betonowej nad miejscem jej ułożenia bez rozwarstwienia. Przy układaniu mieszanki betonowej z wysokości większej niż 10 m należy stosować odcinkowe przewody giętkie zaopatrzone w pośrednie i końcowe urządzenie do redukcji prędkości spadającej mieszanki.

Układanie mieszanki betonowej powinno być wykonywane przy zachowaniu następujących warunków ogólnych:

- w czasie betonowania należy stale obserwować zachowanie się deskowań i rusztowań, czy nie następuje utrata prawidłowości kształtu konstrukcji,
- szybkość i wysokość wypełnienia deskowania mieszanką betonową powinny być określone wytrzymałością i sztywnością deskowania przyjmującego parcie świeżo ułożonej mieszanki,
- w okresie upalnej, słonecznej pogody ułożona mieszanka powinna być niezwłocznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wody,
- w czasie deszczu układana i ułożona mieszanka betonowa powinna być niezwłocznie chroniona przed wodą opadową,
- w przypadku, gdy na świeżo ułożoną mieszankę betonową spadła nadmierna ilość wody powodująca zmianę konsystencji mieszanki, należy ją usunąć,
- w miejscach, w których skomplikowany kształt deskowania formy lub gęsto ułożone zbrojenie utrudnia mechaniczne zagęszczanie mieszanki, należy dodatkowo stosować zagęszczanie ręczne za pomocą sztychowania.

Przebieg układania mieszanki betonowej w deskowaniu powinien być rejestrowany w dzienniku robót, w którym powinny być podane:

- data rozpoczęcia i zakończenia betonowania całości i ważniejszych fragmentów lub części budowli,
- wytrzymałość betonu na ściskanie,
- robocze receptury mieszanek betonowych,
- konsystencja mieszanki betonowej,
- daty, sposób, miejsce i liczba pobranych próbek kontrolnych betonu oraz ich oznakowanie, a następnie wyniki i terminy badań,
- temperatura zewnętrzna powietrza i inne dane dotyczące-warunków atmosferycznych.

#### 15.5.5. Zagęszczanie mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa powinna być zagęszczana za pomocą urządzeń mechanicznych. Mieszanka betonowa w czasie zagęszczania nie powinna ulegać rozsegregowaniu, a ilość powietrza w mieszance betonowej po zagęszczeniu nie powinna być większa od dopuszczalnej. Ręczne zagęszczanie może być stosowane tylko do mieszanek betonowych o konsystencji ciekłej i półciekłej lub, gdy zbrojenie jest zbyt gęsto rozstawione i nie pozwala na użycie wibratorów pogrążalnych. Przy stosowaniu wibratorów pogrążalnych odległość sąsiednich zagłębień wibratora nie powinna być większa niż 1,5-krotny skuteczny promień działania wibratora. Grubość warstwy zagęszczanej mieszanki betonowej nie powinna być większa od 1,25 długości buławy wibratora (roboczej jego części). Wibrator w czasie pracy powinien być zagłębiony na 5-10 cm w dolną warstwę poprzednio ułożonej mieszanki. Przy stosowaniu wibratorów powierzchniowych płaszczyzny ich działania na kolejnych stanowiskach powinny zachodzić na siebie na odległość 10-20 cm. Grubość zagęszczanej warstwy mieszanki betonowej nie powinna przekraczać w konstrukcjach zbrojonych pojedynczo 20 cm, a w konstrukcjach zbrojonych podwójnie - 12 cm. Czas wibrowania na jednym stanowisku dla wibratorów pogrążalnych, prędkość posuwu wibratorów powierzchniowych, jak i skuteczny promień działania obydwu typów wibratorów powinny być ustalone doświadczalnie dla każdego rodzaju mieszanki betonowej. Zakres i sposób stosowania wibratorów powinny być ustalone doświadczalnie w zależności od przekroju konstrukcji,

mocy wibratorów, odległości ich ustawienia, charakterystyki mieszanki betonowej itp. Opieranie wibratorów wszelkich typów o pręty zbrojeniowe jest niedopuszczalne. Wibratory powinny być dobierane do konstrukcji i rodzaju deskowań, przy czym:

- wibratory wgłębne należy stosować do mieszanki betonowej o konsystencji plastycznej i gęstoplastycznej,
- wibratory wgłębne o dużej mocy należy stosować do konstrukcji betonowych i konstrukcji żelbetowych o niewielkim procencie zbrojenia i o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,8 m,
- wibratory wgłębne małej mocy należy stosować do konstrukcji betonowych oraz żelbetowych o normalnym zbrojeniu i o wymiarach 0,2-0,8 m,
- wibratory powierzchniowe należy stosować do konstrukcji betonowych lub żelbetowych o najmniejszym wymiarze w jednym kierunku 0,8 m i o rzadko rozstawionym zbrojeniu oraz do wibrowania podłóży, stropów, płyt itp.,
- płaszczyzny działania wibratorów powierzchniowych na sąsiednich stanowiskach powinny zachodzić na siebie na odległość około 20 cm,
- grubość warstwy betonu zagęszczonego wibratorami powierzchniowymi nie powinna być większa niż 25 cm w konstrukcjach zbrojonych pojedynczo i 12 cm w konstrukcjach zbrojonych podwójnie,
- wibratory prętowe należy stosować do konstrukcji żelbetowych o bardzo gęstym zbrojeniu, nie pozwalającym na użycie wibratorów wgłębnych.

Wznowienie betonowania po przerwie, w czasie której mieszanka betonowa związała na tyle, że nie ulega uplastycznieniu pod wpływem działania wibratora, jest możliwe dopiero po osiągnięciu przez beton odpowiedniej wytrzymałości i odpowiednim przygotowaniu powierzchni stwardniałego betonu. Ręczne zagęszczanie mieszanki betonowej należy wykonywać za pomocą sztychowania każdej ułożonej warstwy prętami stalowymi w taki sposób, aby końce prętów wchodziły na głębokość 5 -10 cm w warstwę poprzednio ułożoną, oraz jednoczesnego lekkiego opukiwania deskowania młotkiem drewnianym.

#### 15.5.6. Zasady ogólne układania mieszanki betonowej

Mieszkankę betonową układa się po sprawdzeniu deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów. Skład mieszanki powinien być zgodny z opracowaną receptą roboczą. Jednym z najważniejszych problemów podczas układania mieszanki jest niedopuszczenie do rozsegregowania jej składników. Wysokość swobodnego zrzucania mieszanki o konsystencji gęstoplastycznej nie powinna przekraczać 1,5 m. Im mieszanka jest bardziej ciekła, tym łatwiej rozsegregowuje się. Dlatego mieszanka ciekła powinna być układana przy użyciu rynien lub rur i tak, aby wysokość jej swobodnego opadania nie przekraczała 50 cm.

Mieszanka betonowa przygotowana w temperaturze do 20°C powinna być zużyta w czasie do 1,5 h, a w temperaturze wyższej do 1,0 h. Jeżeli są stosowane środki przyspieszające wiązanie cementu, to czas ten zmniejsza się do 0,5 h. W zależności od wielkości elementu betonuje się go albo od razu całym przekrojem, albo warstwami. Ważne jest również staranne pokrycie powierzchni deskowania odpowiednim środkiem antyadhezyjnym.

#### 15.5.7. Układanie mieszanki betonowej w ścianach

Ściany powinny być betonowane bez przerw roboczych, odcinkami o wysokości nie przekraczającej wysokości 3 m. Betonowanie konstrukcji ramowych powinno być dokonywane bez przerw. W przypadku konieczności wykonania przerwy roboczej w tego rodzaju konstrukcjach miejsce przerywania konstrukcji powinno być przyjęte zgodnie z wymaganiami określonymi w niniejszej SST.. Dolna część ściany powinna być wypełniona na wysokość 15 cm mieszanką betonową przeznaczoną do betonowania po uprzednim usunięciu kruszywa o uziarnieniu większym niż 10 mm i o wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż przewidziana w projekcie.

#### 15.5.8 Przerwy w betonowaniu

Ukształtowanie powierzchni betonu w miejscu przerwy roboczej przy złożonych konstrukcjach powinno być uzgodnione z nadzorem technicznym. Powierzchnia betonu w miejscu przerywania betonowania powinna być starannie przygotowana do połączenia stwardniałego ze świeżym betonem przez usunięcie z powierzchni stwardniałego betonu luźnych okruszków betonu oraz warstwy szklawa cementowego i przepłukaniu miejsca przerywania betonu wodą. Resztki wody w zagłębieniach betonu powinny być usunięte przed rozpoczęciem betonowania. Okres pomiędzy ułożeniem jednej warstwy mieszanki betonowej a nałożeniem na tę warstwę drugiej warstwy mieszanki, bez zaliczenia tego okresu jako przerwy roboczej, powinien być ustalony przez nadzór techniczny (laboratorium kontrolne) w zależności od temperatury zewnętrznej, warunków klimatycznych, właściwości cementu i innych czynników wpływających na jakość konstrukcji. Jeżeli temperatura powietrza wynosi więcej niż 20°C, czas trwania przerwy roboczej nie powinien być dłuższy niż 2 godz. Przy



wznovieniu betonowania nie należy dotykać wibratorami deskowania, zbrojenia i uprzednio ułożonego betonu.

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

- usunięcie z powierzchni betonu stwardniałego, luźnych okruszków betonu oraz warstwy pozostałego szkliva 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. Dotyczy to również dobetonowywania elementów do istniejącej konstrukcji.

#### 15.5.9. Osadzanie elementów kotwiących

Osadzenie w betonie elementów kotwiących do mocowania marek musi odbywać się pod ścisłym nadzorem geodezyjnym w celu wyeliminowania jakichkolwiek odchyłek.

### 16. ROBOTY BETONOWE W OKRESIE OBNIŻONYCH TEMPERATUR

Jako temperaturę obniżoną, wpływającą na spowolnienie tego procesu, przyjmuje się temperaturę otoczenia wynoszącą poniżej + 10°C, a średnią dobową temperaturę do +5°C należy traktować jako graniczną, przy której mieszankę betonową ułożoną w deskowaniu trzeba chronić przed utratą ciepła. Nie należy betonować konstrukcji w temperaturze poniżej -15°C na wolnym powietrzu.

Sposoby zabezpieczeń stosowanych w celu uzyskania przez beton pełnej mrozoodporności – zgodnie z instrukcją ITB nr 282/88:

- zwiększenie o około 10% ilości cementu lub zmianę cementu przewidzianego w projekcie na cement wyższej klasy; wymaga to przeprowadzenia laboratoryjnych badań porównawczych,
- dodanie do mieszanki betonowej właściwych domieszek chemicznych i dodatków dobranych odpowiednio do rodzaju cementu; wymaga to przeprowadzenia wstępnych badań laboratoryjnych,
- podgrzewanie składników mieszanki betonowej (z wyjątkiem cementu) do odpowiedniej temperatury, w celu uzyskania określonej temperatury mieszanki betonowej w chwili jej układania w deskowaniu,
- osłanianie elementów lub całej konstrukcji materiałami ciepłochronnymi w celu zachowania ciepła w mieszance betonowej ułożonej w deskowaniu lub formie przez czas niezbędny do uzyskania przez beton pełnej mrozoodporności,
- ogrzewanie świeżego betonu w deskowaniu za pomocą pary, ciepłego powietrza lub - w przypadkach technicznie uzasadnionych - za pomocą prądu elektrycznego,
- wykonywanie robót betonowych w pomieszczeniach zamkniętych ogrzanych lub w ciepłakach stałych albo przesuwnych, o temperaturze wewnątrz ciepłaka nie niższej niż + 10°C

W przypadku gdy konstrukcja jest betonowana w temperaturach ujemnych, przy których nie można zapewnić dojrzewania betonu, lub gdy w deskowaniu ma być układana mieszanka betonowa o stosunku wodno-cementowym w/c mniejszym niż 0,55 - świeży beton należy chronić przed dopływem wilgoci z zewnątrz przez szczelnymi osłonami aż do czasu uzyskania przez niego pełnej mrozoodporności.

Jeżeli spadek temperatury poniżej -3°C jest spodziewany w okresie dłuższym niż 3 dni, lecz poniżej 10 dni, licząc od chwili zakończenia betonowania, to należy chronić beton przed napływem wilgoci z zewnątrz przez stosowanie właściwych w danym przypadku materiałów ciepłochłonnych, jak maty słomiane, papa, itp., nie zanieczyszczających jednak powierzchni świeżo ułożonego betonu.

Jeżeli spadek temperatury poniżej -3°C spodziewany jest przed upływem 3 dni, licząc od chwili zabetonowania konstrukcji, bądź nastąpił w trakcie układania mieszanki betonowej w deskowaniu, to należy układać mieszankę betonową o podwyższonej temperaturze i niezwłocznie ochronić zabetonowany fragment konstrukcji przed stratami ciepła. W przypadku wykonywania z betonów monolitycznych konstrukcji cienkościennych zaleca się stosować przyspieszone dojrzewanie betonu w wyniku jego podgrzewania lub betonowanie w ciepłakach. Pozwala to na uzyskanie przez beton w krótkim czasie wymaganej wytrzymałości na ściskanie oraz zapewnia stateczność konstrukcji po usunięciu deskowania. Przed przystąpieniem do betonowania należy oczyścić deskowanie ze śniegu i lodu oraz sprawdzić jego szczelność. Wykonane zbrojenie trzeba chronić przed oblodzeniem i zasypaniem śniegiem odpowiednimi osłonami. Jeżeli jednak zbrojenie zostało oblodzone lub zasypane śniegiem, to przed ułożeniem mieszanki betonowej śnieg i lód należy usunąć. Szczegółowe informacje dotyczące wykonywania robót betonowych w okresie obniżonych temperatur są podane m.in. w instrukcji ITB nr 282/88.

## 17. PIELĘGNACJA ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH

### 17.1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w D-SST-00.

### 17.2. Twardnienie betonu w warunkach naturalnych i jego pielęgnacja

Warunki dojrzewania świeżo ułożonego betonu i jego pielęgnacja w początkowym okresie twardnienia powinny:

- zapewnić utrzymanie określonych warunków cieplno-wilgotnościowych niezbędnych do przewidywanego tempa wzrostu wytrzymałości betonu,
- uniemożliwiać powstawanie rys skurczowych w betonie,
- chronić twardniejący beton przed uderzeniami, wstrząsami i innymi wpływami pogarszającymi jego jakość w konstrukcji.

Roboty związane z pielęgnacją betonu powinny być wykonywane zgodnie z wymaganiami normy PN-S-10040:1999. Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania normy PN-881B-32250. W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami. Rozformowanie konstrukcji może nastąpić po osiągnięciu przez beton wytrzymałości rozformowania dla konstrukcji monolitycznych (zgodnie z normą PN-63/B-O6251) lub wytrzymałości manipulacyjnej dla prefabrykatów.

W okresie pielęgnacji betonu należy:

- chronić odsłonięte powierzchnie betonu przed szkodliwym działaniem warunków atmosferycznych, a szczególnie wiatru i promieni słonecznych (w okresie zimowym - mrozu) przez ich osłanianie i zwilżanie w dostosowaniu do pory roku i miejscowych warunków klimatycznych,
- utrzymywać ułożony beton w stałej wilgotności przez co najmniej 7 dni - przy stosowaniu cementów portlandzkich oraz 14 dni - przy stosowaniu cementów hutniczych i innych,
- polewać wodą beton normalnie twardniejący, rozpoczynając polewanie po 24 godz. od chwili jego ułożenia,
- przy temperaturze  $+15^{\circ}\text{C}$  i wyżej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godz. w dzień i co najmniej jeden raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę,
- przy temperaturze poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$  betonu nie należy polewać,

Duże masywy betonowe powinny być polewane wodą według specjalnych instrukcji. Duże, poziome lub o niewielkim nachyleniu powierzchnie betonu mogą być powlekane środkami błonotwórczymi zabezpieczającymi przed parowaniem wody. Środki te nanoszone na powierzchnię świeżego betonu powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

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

Świeżo ułożony beton stykający się z wodami gruntowymi, a szczególnie płynącymi, powinien być chroniony przed ich ujemnym wpływem przez czasowe odprowadzenie wody, wykonanie warstwy izolacyjnej wodochronnej lub w inny równorzędny sposób przez co najmniej 4 dni od chwili wykonania betonu.

### 17.3. Kontrola i pielęgnacja świeżych betonów

Mieszanekę betonową układa się po odbiorze deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów. Skład mieszanki powinien być uzgodniony z opracowaną receptą roboczą. Zasady układania mieszanki betonowej w konstrukcjach maszynych, deskowaniach ślizgowych, a także przerwy robocze w betonowaniu konstrukcji powinny być określone w projekcie. W konstrukcjach mniej skomplikowanych można przerwy robocze stosować:

- w belkach i podciągach - w miejscach występowania najmniejszych sił poprzecznych,
- w słupach - w płaszczyznach stropów, belek lub podciągów;

belki i płyty związane monolitycznie ze słupami lub ścianami należy betonować nie wcześniej niż po upływie 1 do 2 h od zabetonowania tych słupów i ścian,

- w płytach - na linii prostopadłej do belek lub żeber, na których opiera się płyta; przy betonowaniu płyt w kierunku równoległym do podciągu dopuszcza się przerwę w środkowej części przęsła płyty, równoległą do żeber, na których wspiera się płyta.

Powierzchnia betonu w miejscu przerwy roboczej powinna być prostopadła do kierunku naprężeń głównych. Powierzchnię tę należy przed wznowieniem betonowania starannie przygotować do połączenia betonu stwardniałego z betonem nowym. Wymaga to usunięcia z powierzchni stwardniałego betonu luźnych okruszków betonu oraz warstwy szkliva cementowego i przepłukania wodą.

Beton dojrzewający należy pielęgnować:

- chronić jego odsłonięte powierzchnie przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych, szczególnie wiatru i promieni słonecznych (w zimie mrozu),
- utrzymywać w stałej wilgotności:
- 3 dni w wypadku użycia cementu portlandzkiego szybko twardniejącego,
- 7 dni, gdy użyto cementu portlandzkiego,
- 14 dni, gdy użyto cementu hutniczego i innych.

Polewanie wodą betonu normalnie dojrzewającego należy rozpocząć po 24 h od jego ułożenia. Jeżeli temperatura wynosi  $+15^{\circ}\text{C}$  i więcej, należy w pierwszych trzech dniach beton polewać co 3 h w dzień i co najmniej raz w nocy, a w następnych dniach - co najmniej 3 razy na dobę. Jeżeli temperatura jest niższa niż  $+5^{\circ}\text{C}$  betonu nie polewa się. Obciążenie zabetonowanej konstrukcji przez ludzi, lekki sprzęt transportowy (ruch po torach z desek grubości 36 mm) i deskowanie dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości na ściskanie co najmniej 2,5 MPa, pod warunkiem, że odkształcenie deskowania nie spowoduje rys i uszkodzeń w niedojrzałym betonie. Nie należy obciążać stropów i schodów przez co najmniej 36 h od ich zabetonowania, przy czym okres ten przy twardnieniu betonu w temperaturę poniżej  $+10^{\circ}\text{C}$  powinien być odpowiednio przedłużony.

Całkowite usunięcie deskowania i rusztowania konstrukcji żelbetowej może nastąpić, gdy beton osiągnie wytrzymałość wymaganą według projektu. Wytrzymałość tę należy sprawdzać na próbkach przechowywanych w warunkach zbliżonych do warunków dojrzewania betonu w konstrukcji.

Orientacyjnie można przyjąć, że:

- boczne elementy deskowań nie przenoszące obciążenia od ciężaru konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zapewniającej nieuszkodzenie powierzchni oraz krawędzi elementów,
- nośne deskowanie konstrukcji można usunąć po osiągnięciu przez beton wytrzymałości:
  - w stropach 15 MPa (lato) i 17,5 MPa (w okresie obniżonych temperatur),
  - w ścianach - odpowiednio 2 i 10 MPa,

Podpory, dźwigary i inne elementy podtrzymujące deskowanie wznoszonej konstrukcji należy usuwać w takiej kolejności, aby nie spowodować szkodliwych naprężeń w tej konstrukcji. Usuwanie deskowań powinno odbywać się pod ścisłym nadzorem technicznym.

#### **17.4. Naprawa betonów**

Przed przystąpieniem do napraw betonów powierzchnia ubytku powinna być dokładnie oczyszczona. Roboty naprawcze wykonywać materiałami naprawczymi systemowymi, przestrzegając technologii nakładania zapraw podanej przez producenta.

### **18. KONTROLA, BADANIA ORAZ ODBIÓR ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH**

#### **18.1. Ogólne wymagania**

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w D-SST-00.

#### **18.2. Kontrola wykonania i montaż zbrojenia - wymagania ogólne**

Zbrojenie wszystkich elementów żelbetowych powinno być poddane kontroli przed zabetonowaniem. Kontrola zbrojenia obejmuje:

- oględziny,
- badanie zgodności wykonania zbrojenia z obowiązującymi przepisami,
- badanie zgodności wymiarów zbrojenia z projektem,
- badanie zgodności usytuowania zbrojenia z projektem,



- sprawdzenie zaświadczeń jakości zgrzewanych siatek szkieletów wykonanych w specjalistycznych zakładach centralnych,

- badanie jakości połączeń zgrzewanych wykonywanych na placu budowy.

Dopuszczalne odchyłki w wykonaniu zbrojenia nie powinny być większe niż podano w polskiej normie. Dopuszczalne odchyłki w ustawieniu zbrojenia w deskowaniu należy określić wg dopuszczalnych odchyłek podanych w polskiej normie.

Kontrola ustawionego zbrojenia polega na:

- sprawdzeniu wymiarów zgodnie z projektem roboczym,
- zewnętrznych oględzinach połączeń wykonanych przy ustawianiu zbrojenia,
- sprawdzeniu usytuowania zbrojenia w deskowaniu zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziałach specjalistycznych.

### **18.3. Kontrola wykonywania i jakości betonu - wymagania ogólne**

Badania składników betonu powinny być wykonane przed przystąpieniem do przygotowania mieszanki betonowej i prowadzone systematycznie przez cały czas trwania robót betonowych. Podczas robót betonowych należy przeprowadzać systematyczną kontrolę dla bieżącego ustalania:

- jakości składników betonu oraz prawidłowości ich składowania,
- dozowania składników mieszanki betonowej,
- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania,
- cech wytrzymałościowych betonu,
- prawidłowości przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz częściowego lub całkowitego obciążenia konstrukcji.

Sposób, liczba kontroli jak również forma prowadzenia sprawozdawczości i wyników kontroli powinny być dostosowane do rodzaju budownictwa i przyjętych metod realizacji. Kontrola betonu powinna obejmować sprawdzenie wszystkich cech technicznych podanych w niniejszych SST oraz ewentualnie innych cech zaznaczonych w dokumentacji technicznej. Kontrola jakości betonu w konstrukcji może być przeprowadzona za pomocą sprawdzonych metod fizycznych, akustycznych, radiometrycznych lub innych, po uzgodnieniu z nadzorem technicznym i odbiorcą. W przemysłowych i przeciętnych warunkach wykonania betonu zakres kontroli powinien obejmować wszystkie wymagane normami państwowymi właściwości betonu. Jeżeli beton poddawany jest specjalnym zabiegom technologicznym, należy opracować plan kontroli jakości dostosowany do wymagań technologii produkcji. W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane normą państwową i niniejszymi warunkami technicznymi oraz ewentualnie inne badania konieczne do potwierdzenia prawidłowości przebiegu zabiegów technologicznych. Dokumentacja techniczna kontroli jakości powinna zawierać wszystkie wyniki badań betonu przewidzianych planem kontroli.

### **18.4. Sprawdzenie jakości wykonanych robót**

Sprawdzenie jakości wykonanych robót obejmuje:

- prawidłowości położenia obiektu budowlanego w planie,
- prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów, np. szczelin dylatacyjnych
- jakości betonu pod względem jego zagęszczenia, jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń, łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie większa niż 1%; Lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu; Zbrojenie główne nie może być odsłonięte.

## **19. PRZEDMIAROWANIE I OBMAROWANIE ROBÓT BETONOWYCH I ŻELBETOWYCH**

### **19.1. Podstawowe zasady sporządzania przedmiaru i obmiaru robót**

Ilość robót ustala się w oparciu o dokumentację projektową - przed przystąpieniem do realizacji robót tzw. przedmiar, bądź w oparciu o dokumentację budowy, prowadzoną na placu budowy - książkę obmiaru - jest to tzw. obmiar. Obmiar robót, to ustalenie z natury ilości robót już wykonanych. Sporządza go wykonawca na budowie w tzw. książce obmiaru robót przede wszystkim w celu rozliczenia robót po ich zakończeniu. Zasady określania ilości robót zależą od ich rodzaju oraz warunków wykonywania i są takie same w odniesieniu do przedmiaru oraz obmiaru.

## 19.2. Forma przedmiaru i jednostki miary

Przedmiarowanie (obmiarowanie) robót powinno być wykonywane na ujednoliconych formularzach, które powinny być czytelne i jednoznaczne dla negocjujących stron.

Warunkiem koniecznym, przed przystąpieniem do wykonania przedmiaru lub obmiaru robót, jest zapoznanie się z zasadami przedmiarowania robót podanymi w założeniach ogólnych oraz w założeniach szczegółowych do danego rozdziału katalogu (KNR, KSNR lub inny katalog będący podstawą przyjęcia nakładów rzeczowych). Podstawową jednostką miary jest;

- przy wyliczeniach powierzchniowych szalowanych - m<sup>2</sup>,
- przy wyliczeniach kubaturowych betonu - m<sup>3</sup>,
- przy wyliczaniu stali zbrojeniowej w kg lub tonach,
- wszelkie dodatki według danych producenta.

## 20. ODBIORY ROBÓT

### 20.1. Odbiór końcowy deskowań

#### 20.1.1 Odbiór deskowań

Do odbioru deskowań powinny być przedłożone wymienione w specyfikacji dokumentacje oraz dziennik wykonywania deskowań, jeżeli taki był prowadzony na danej budowie, albo zapisy w dzienniku budowy dotyczące danego rodzaju deskowania. Odstępstwa od postanowień projektu lub instrukcji wykonywania deskowań systemowych inwentaryzowanych powinny być uzasadnione zapisem w dzienniku budowy i potwierdzone przez nadzór techniczny albo innym równorzędnym dowodem. Badanie materiałów lub gotowych elementów stosowanych do wykonywania deskowania powinno być dokonywane przy dostawie tych materiałów na budowę. Ocena jakości materiałów przy odbiorze deskowania powinna być dokonywana pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy i zaświadczeń o jakości materiałów lub elementów wystawionych przez producentów.

Przy odbiorze deskowań do wykonywania konstrukcji z betonu należy sprawdzać:

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

Dopuszcza się następujące odchyłki wymiarowe przy wykonywaniu deskowań:

- odchyłka płaszczyzny lub krawędzi od pionu na 1 m - 2 mm,
- odchyłka płaszczyzny deskowania fundamentu, ściany lub słupa od pionu na 1 m wysokości - 1,5 mm,
- odchyłka płaszczyzny deskowania od pionu na całej wysokości - 15,0 mm,
- odchyłka płaszczyzny deskowania ściany lub słupa na całej wysokości - 10,0 mm.

#### 20.1.2 Ocena wykonania deskowań

Jeżeli wszystkie w/w sprawdzenia dadzą dodatni wynik, deskowanie należy uznać za wykonane prawidłowo. W przypadku gdy chociaż jedno ze sprawdzeń da ujemny wynik, należy deskowanie uznać w całości lub w części za wykonane niewłaściwie.

W razie uznania całości lub części deskowania jako wykonanych niewłaściwie należy ustalić zakres napraw deskowania i odnotować to w protokole z oceny deskowań.

W przypadku gdyby wykonane deskowanie zagrażało bezpieczeństwu obiektu lub powstałaby możliwość jego deformacji w trakcie betonowania, deskowanie należy uznać za niezgodne z wymaganiami i powinno być rozebrane oraz wykonane ponownie. Dopuszczenie deskowania do układania w nim zbrojenia i układania mieszanki betonowej powinno być potwierdzone zapisem w protokole z odbioru deskowania i w dzienniku budowy.

### 20.2. Dokumentacja z odbioru i ocena jakości wykonania zbrojenia

Z dokonanego odbioru zbrojenia należy sporządzić protokół, w którym powinny być podane numery rysunków roboczych zbrojenia, wszystkie odstępstwa od projektu, stwierdzenie o usunięciu ewentualnych wad i usterek zbrojenia i wniosek o dopuszczenie do betonowania.

Do protokołu odbioru zbrojenia należy dołączyć:

- zaświadczenia o jakości producentów siatek i szkieletów zgrzewanych,
- protokoły badania połączeń zgrzewanych i spawanych wykonanych na placu budowy,
- odpisy lub wykaz dokumentów o pozwoleniu na wprowadzenie zmian w projekcie roboczym.

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

### 20.3. Odbiór końcowy elementów betonowych i żelbetowych

#### 20.3.1 Dokumenty stanowiące podstawę odbioru

Przy odbiorze konstrukcji monolitycznych z betonu powinny być przedstawione następujące dokumenty:

- rysunki robocze z naniesionymi na nich 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 dziennik budowy,
- wyniki badań kontrolnych betonu,
- protokoły odbioru deskowań przed rozpoczęciem betonowania,
- protokoły odbioru zbrojenia przed jego zabetonowaniem,
- protokoły z pośredniego odbioru elementów konstrukcji lub robót zanikających,
- protokoły z odbioru fundamentów i ich podłoża,
- inne dokumenty przewidziane w dokumentacji technicznej lub związane z procesem budowy, mające wpływ na udokumentowanie jakości wykonania obiektu budowlanego.

#### 20.3.2 Badanie konstrukcji

Niezależnie od w/w badań przy badaniu konstrukcji betonowych i żelbetowych powinna być poddana sprawdzeniu i ocenie:

- prawidłowość cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów oraz zgodność z projektem otworów i kanałów wykonanych w konstrukcjach,
- prawidłowość ustawienia części zabetonowanych,
- prawidłowość wykonania szczelin dylatacyjnych,
- prawidłowość położenia budowli w planie i jej rzędnych wysokościowych itp.,
- prawidłowość wykonania robót zanikających, np. przygotowania zbrojenia, ułożenia izolacji itp.

Sprawdzenie powinno być wykonane przez przeprowadzenie uznanych, odpowiednich pomiarów, Jakość betonu pod względem jego zagęszczenia i jednolitości struktury, sprawdzona na podstawie dokładnych oględzin powierzchni betonu lub dodatkowo za pomocą nieniszczących metod badań. Przy sprawdzeniu jakości powierzchni betonów należy wymagać, aby łączna powierzchnia ewentualnych raków nie była większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie więcej niż 1%. Lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu. Zbrojenie główne nie powinno być odsłonięte. Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia elementów lub konstrukcji nie powinny być większe od podanych w polskiej normie.

#### 20.3.3 Ocena wykonanych konstrukcji

Jeżeli badania dadzą wynik dodatni, wykonane konstrukcje betonowe lub żelbetowe należy uznać za zgodne z wymaganiami warunków technicznych. W przypadku gdy chociaż jedno z badań da wynik ujemny, odbieraną konstrukcję bądź określoną jej część należy uznać za niezgodną z wymaganiami niniejszych warunków.

Deskowanie lub zbrojenie nie przyjęte w wyniku sprawdzenia powinno być przedstawione do ponownego badania po wykonaniu poprawek mających na celu doprowadzenie deskowania lub zbrojenia do wymagań zgodnych z niniejszymi warunkami.

W przypadku stwierdzenia w czasie badań konstrukcji niezgodności z wymaganiami podanymi w niniejszych warunkach oraz w razie uznania całości lub części wykonywanych konstrukcji za niezgodne z wymaganiami projektu i niniejszych warunków 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.

## 21. ROZLICZENIE ROBÓT TYMCZASOWYCH I PRAC TOWARZYSZĄCYCH

Sposób rozliczania prac towarzyszących i robót tymczasowych zgodnie z warunkami podanymi w D-SST-00.

## 22. PRZEPISY I OPRACOWANIA POMOCNICZE

### 22.1. Przepisy związane

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz.U. nr 207 poz. 2016 z 2003r)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. Nr 47 poz. 401).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26.06.2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (Dz. U. z 2002 r. Nr 108 poz. 953).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. z 2004 r. nr 202 poz. 2072),
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I - Budownictwo ogólne..
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót w dziedzinie gospodarki wodnej w zakresie konstrukcji z betonu i hydrobetonu.
- Stosowanie cementu powszechnego wg PN-B-19701:1997 w budownictwie. Instrukcja ITB nr 356/98. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa 1998.
- Wytyczne wykonywania robót budowlano-montażowych w okresie obniżonych temperatur. Instrukcja ITB nr 282/88. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa 1988.
- Neville A.M.: Właściwości betonu. Polski Cement, Kraków 1999.
- Łukowski P.: Domieszki chemiczne do zapraw i betonów. Polski Cement, Kraków 1998.
- Śliwiński J.: Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement, Kraków 1999.
- Król M., Tur W.: Beton ekspansywny. Arkady, Warszawa 1999.
- Śliwiński J.: Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement, Kraków 1999.

### 22.2. Normy

- PN-82/B-01801 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Podstawowe zasady projektowania.
- PN-86/B-01802 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Nazwy i określenia.
- PN-88/B-01807 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zasady diagnostyki konstrukcji.
- PN-EN 206-1:2003/Ap1:2004 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- PN-89/B-30016 Cementy specjalne.
- PN-88/B-30005 Cement hutniczy.
- PN-88/B-30000 Cement portlandzki.
- PN-B-14501 Zaprawy budowlane zwykłe.
- PN-B-04500 Zaprawy budowlane. Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych.
- PN-B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonu i zaprawy.
- PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
- PN-EN 12350-1:2001 Badania mieszanki betonowej. Część 1: Pobieranie próbek.
- PN-EN 12390-1:2001/AC:2004 Badania betonu. Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
- PN-EN 12390-2:2001 Badania betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.
- PN-EN 12504-1:2001 Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe. Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie.
- PN-EN 12620:2004/AC:2004 Kruszywa do betonu.
- PN-63/B-06251 Roboty betonowe i żelbetowe. Wymagania techniczne.

PN-ENV 10080:2004 Stal do zbrojenia betonu. Spawalna stal żebrowana B500. Warunki techniczne dostawy prętów, kręgów i siatek zgrzewanych.

PN-ISO 6935-1:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie.

PN-ISO 6935-1/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.

PN-ISO 6935-2:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane.

PN-ISO 6935-2/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.

PN-ISO 6935-2/Ak:1998/Ap1:1999 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.

PN-H-84023-6/A1:1996 Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki.

PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.

PN-EN 197-1:2002 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.

PN-91/B-06716 Kruszywa mineralne. Piaski i żwiry filtracyjne. Wymagania techniczne.

PN-91/B-06716/Az1:2001 Kruszywa mineralne. Piaski i żwiry filtracyjne. Wymagania techniczne.

PN-76/B-06714.00 Kruszywa mineralne. Badania. Postanowienia ogólne.

PN-89/B-06714.01 Kruszywa mineralne. Badania. Podział, terminologia.

PN-EN 480-1:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Beton wzorcowy i zaprawa wzorcowa do badania.

PN-EN 480-2:1999 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Oznaczanie czasu wiązania.

PN-ENV-206-1 Beton, właściwości, produkcja, układanie i kryteria zgodności

PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statystyczne i projektowanie

PN-88/B-06250 Beton zwykły (zmiany: 1-BI 9/89 poz. 78; 2-BI 12/90 poz. 95; 3-BI 10/91 poz. 67)

PN-83/B-06256 Beton odporny na ścieranie

PN-62/B-06257 Beton Żaroodporny na cemencie portlandzkim lub hutniczym

PN-91/B-06263 Beton lekki kruszywowy  
(zastąpiona częściowo przez: PN-EN 992:1999 w zakresie p. 4.4. oraz PN-EN 1354 w zakresie p. 4.2.)

PN-88/6738-07 Beton hydrotechniczny. Wymagania techniczne

PN-EN 934-2:1999 Domieszki do betonu zaprawy i zaczynu. Definicje i wymagania

PN-EN 992:1999 Oznaczenie gęstości w stanie suchym betonu lekkiego kruszynowego o otwartej strukturze

PN-EN 1354:1999 Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie betonu lekkiego kruszynowego o zwartej strukt.

PN-EN 10020: 1996 Stal. Klasyfikacja

PN-EN 10021: 1997 Ogólne techniczne warunki dostaw stali i wyrobów stalowych

PN-EN 10027: 1994 Systemy oznaczania stali. Znaki stali, symbole główne

PN-EN 10027: 1994 Systemy oznaczania stali. System cyfrowy

SST ABI. Biuro Projektowe Płock 38

PN-EN 10079: 1996 Stal. Wyroby. Technologia

PN-83/H-84017 Stal niskostopowa trudno rdzewiejąca. Gatunki  
(zmiany: BI 11/84, BI 1/90, BI 10/91 oraz PN-83/H-84017 Zmiana 4)

PN-86/H-84018 Stal niskostopowa o podwyższonej wytrzymałości. Gatunki  
(zmiany: BI 10/88, BI 3/90, BI 10/91, BI 5/92, BI 4/93)

PN-88/H-84020 Stal niskostopowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia. Gatunki (zmiany: BI 9-10/90, BI 10/91, BI 4/94)

PN-EN 10088-1: 1998 Stal odporna na korozję. Gatunki

PN-EN 10088-3: 1999 Stale odporne na korozję. Warunki techniczne dostawy półwyrobów, prętów, walcówki i kształtowników ogólnego przeznaczenia

PN-ISO 6935-1:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie

PN-ISO 6935-1/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.

PN-ISO 6935-2:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane

PN-ISO 6935-2/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju

PN-89/H-84023.06 Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki  
(poprawki: PN-ISO 6935-2/Ak:1998/Apl:1999)

PN-82/H-93215 Walcówki i pręty stalowe do zbrojenia betonu (zmiana BI 4/84, poprawki: BI 4/91 i BI 8/92)

