

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

ST- 02.01. Roboty zbrojarskie

Nazwy i kody robót według kodu numerycznego słownika głównego
Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

Grupa robót

- 45200000- Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii ściekowej i wodnej

Klasa robót

- 45260000 - Wykonywanie pokryć i konstrukcji dachowych i inne podobne roboty specjalistyczne

Kategoria robót

- 45262310 - Roboty zbrojarskie

SPIS TREŚCI:

1. WSTĘP	4
1.1. Nazwa zamówienia.....	4
1.2. Zakres stosowania.....	4
1.3. Zakres robót	4
1.4. Określenia podstawowe.....	4
2. MATERIAŁY	6
2.1. Warunki stosowania materiałów	6
2.1.1. Rodzaje stali zbrojeniowej.....	6
2.1.2. Zasady doboru i dostawy stali zbrojeniowej	8
2.1.3. Elektrody.....	9
2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów	9
2.2.1. Asortyment stali zbrojeniowej.....	9
2.2.2. Własności mechaniczne i technologiczne stali zbrojeniowej	9
2.2.3. Druk montażowy	10
2.2.4. Podkładki dystansowe	10
2.3. Krajowe deklaracje właściwości użytkowych.....	10
3. SPRZĘT.....	10
3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	10
3.2. Sprzęt do wykonania robót zbrojarskich	11
4. TRANSPORT.....	11
5. WYKONANIE ROBÓT	11
5.1. Przygotowanie zbrojenia.....	11
5.1.1. Czyszczenie prętów	12
5.1.2. Prostowanie prętów	12
5.1.3. Cięcie prętów zbrojeniowych.....	13
5.1.4. Odgięcia prętów, haki	13
5.2. Montaż zbrojenia	14
5.2.1. Ogólne zasady montażu zbrojenia	14
5.2.2. Łączenie prętów za pomocą spawania.....	16
5.2.3. Łączenie pojedynczych prętów na zakład bez spawania.....	16
5.2.4. Skrzyżowania prętów	16
5.3. Zasady BHP	16
5.4. Warunki szczegółowe wykonania robót	17
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	17
6.1. Ogólne wymagania.....	17

02. ROBOTY BUDOWLANE
ST-02.01.Roboty zbrojarskie

6.2. Kontrola zbrojenia.....	17
6.3. Kontrola jakości robót zbrojarskich	17
7. ODBIÓR ROBÓT	18
8. ROZLICZENIE ROBÓT.....	19
9. DOKUMENTY ODNIESIENIA	19

1. WSTĘP

1.1. Nazwa zamówienia

Niniejsza Specyfikacja odnosi się do jednego z zadań należących do inwestycji o nazwie:
„Rozbudowa oczyszczalni ścieków w miejscowości Wielka Wieś, gmina Buk – etap 2”.

Przedmiotowa inwestycja będzie realizowana w dwóch etapach.

Niniejsza specyfikacja obejmuje **drugi etap** prac związanych z przebudową oczyszczalni ścieków w miejscowości Wielka Wieś.

1.2. Zakres stosowania

Specyfikacja niniejsza jest stosowana jako dokument przetargowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.3. w ramach realizacji zamówienia podanego w pkt. 1.1.

1.3. Zakres robót

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji mają zastosowanie przy wykonywaniu zbrojenia obiektów budowlanych. Roboty, których dotyczy Specyfikacja obejmują wszystkie czynności z:

- przygotowaniem zbrojenia,
- montażem zbrojenia,
- kontrolą jakości robót i materiałów.

Roboty tego rodzaju wystąpią przy budowie obiektów projektowanego układu.

1.4. Określenia podstawowe

Najczęściej używane w ST określenia podstawowe podano w ST-00.01 pkt 1.4.

Ponadto:

Roboty budowlane przy wykonywaniu robót zbrojarskich - należy rozumieć wszystkie prace budowlane związane z wykonaniem robót zbrojarskich zgodnie z ustaleniami projektowymi,

Pręty stalowe wiotkie - pręty stalowe o przekroju kołowym żebrowane o średnicy do 40 mm.

Stal zbrojeniowa – wyrób stalowy o kołowym lub zbliżonym do kołowego przekroju poprzecznym, wytwarzany w postaci prętów prostych lub kręgów, przeznaczony do zbrojenia betonu.

Stal zbrojeniowa żebrowana – stal zbrojeniowa mająca co najmniej dwa rzędy żeber poprzecznych.

Krąg – pojedyncze pasmo stali zbrojeniowej zwinięte w koncentryczne pierścienie.

Element zbrojarski – najmniejsza, niepodzielna część zbrojenia konstrukcji, wykonana ze stali zbrojeniowej ciętej i giętej, z prętów prostych lub kręgów, prosta lub wygięta zgodnie ze specyfikacją projektową, stanowiąca zbrojenie pojedyncze bądź wchodząca w skład szkieletu zbrojeniowego.

Siatki zgrzewane – układ prętów wzdłużnych i poprzecznych, walcówki lub drutów o tej samej lub różnej średnicy nominalnej i długości, które są ułożone zwykle pod kątem prostym do siebie i fabrycznie zgrzane oporowo ze sobą we wszystkich punktach skrzyżowania zgrzewarkami automatycznymi.

Partia stali zbrojeniowej – ilość prętów, walcówki, drutów lub wyrobów odwiniętych z kręgów o jednej średnicy nominalnej i z jednego wytopu, wyprodukowana przez jednego wytwórcę i każdorazowo przedstawiona do badania.

Partia zbrojenia prefabrykowanego w zbrojarni – wydanie produkcyjne obejmujące jedną lub wiele średnic, jeden lub wiele wytopów, jeden lub wiele rodzajów materiałów (walcówka, pręty proste o różnych długościach), jeden lub wiele gatunków stali, ale posiadające jeden unikatowy numer pozwalający na śledzenie wytopów stali, z której wykonano zbrojenie oraz przygotowanie właściwych dokumentów.

Zbrojarnia – specjalistyczny zakład produkcji zbrojeń prefabrykowanych, wykonujący zbrojenia prefabrykowane w sposób zorganizowany i na skalę przemysłową, na podstawie dokumentacji technicznej.

Pozycja zbrojenia – podstawowa jednostka identyfikacji zbrojenia wytworzonego w zbrojarni zgodna z dostarczoną dokumentacją techniczną. Jedna pozycja dostarczana jest w jednej lub wielu wiązkach, w zależności od liczby sztuk. Każda wiązka jest osobno oznaczona.

Klasa techniczna – typ stali zbrojeniowej z określonymi własnościami użytkowymi identyfikowany jednoznacznym numerem wyrobu.

Ciągliwość – zdolność stali do trwałych odkształceń bez naruszenia spójności po przekroczeniu granicy plastyczności.

Nominalna powierzchnia przekroju poprzecznego pręta żebrowanego - powierzchnia przekroju poprzecznego równoważna powierzchni przekroju poprzecznego okrągłego pręta gładkiego o tej samej średnicy nominalnej d , tj. $(\pi d^2)/4$.

2. MATERIAŁY

2.1. Warunki stosowania materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST-00.01 pkt. 2.

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 wytwórcy,
- średnicę nominalną,
- znak stali,
- numer wytopu lub numer partii i znak obróbki cieplnej,
- atest hutniczy.

2.1.1. Rodzaje stali zbrojeniowej

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 M. Jej gęstość wynosi 7850 kg/m³.

Klasyfikacja stali zbrojeniowej wg PN-EN 1992-1-1:2008 *

Klasa stali	Charakterystyczna granica plastyczności f_{yk} [MPa]	Stosunek wytrzymałości na rozciąganie do granicy plastyczności $k=(f_t/f_y)_k$	Wydłużenie procentowe pod maksymalnym obciążeniem ϵ_{uk} [%]
A – stal zbrojeniowa o niskiej ciągliwości	400 ÷ 600	≥ 1,05	≥ 2,25
B – stal zbrojeniowa o średniej ciągliwości		≥ 1,08	≥ 5
C – stal zbrojeniowa o wysokiej ciągliwości		1,15—1,35	≥ 7,5

* w temperaturze od - 40 do +100°C dla prętów prostych i rozwijanych z kręgów oraz siatek

Klasyfikacja gatunków stali wg PN-EN 1992-1-1:2008

Klasa stali	Znak gatunku stali	Nominalna Średnica prętów ϕ [mm]	Charakterystyczna granica plastyczności f_{yk} lub $f_{0,2k}$ [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna stali na rozciąganie f_t [MPa]
A	BST 500 KR	6 ÷ 12	500	550
	B 500 A	4 ÷ 16	500	550
	BST 500 S(A)	8 ÷ 32	500	550
	RB 500	6 ÷ 40	500	550
	RB 500	6 ÷ 40	500	550
	RB 500 W	6 ÷ 40	500	550
B	BST 500 S(B)	8 ÷ 32	500	550
	RB 400	6 ÷ 40	400	440
	RB 400 W	6 ÷ 40	400	440
	RB 500 WZ	8 ÷ 32	500	550
	BST 500 WR	8 ÷ 32	500	550
	34GS	6 ÷ 32	410	550
C	B 500 SP	8 ÷ 32	500	575
	35G2Y	6 ÷ 20	410	550
	20G2VY-b	6 ÷ 28	490	590

Warunek spawalności stali wyrażony jest za pomocą równoważnika węgla C_{eq} . Wartość minimalna oznaczająca zdolność do spajania wynosi 0,5 %.

Według Eurokodu 2 w dokumentacji zamiast operować pojęciem klasy stali należy wskazywać jej specyficzne właściwości, takie jak:

- ✓ charakterystyczna granica plastyczności f_{yk} ,
- ✓ klasa ciągliwości (A, B lub C),
- ✓ spawalność (jeśli zachodzi taka potrzeba),
- ✓ przydatność do stosowania w konstrukcjach poddanych obciążeniom wielokrotnie zmiennym.

2.1.2. Zasady doboru i dostawy stali zbrojeniowej

Klasa oraz średnice prętów stosowanego zbrojenia powinny być zgodne z projektem.

Do zbrojenia elementów betonowych należy stosować stal zbrojeniową gatunku

B500SP, zgodną z wymaganiami normy PN-H-93220, dostarczaną w postaci

żebrowanych prętów prostych, kręgów lub zbrojenia prefabrykowanego w zbrojarni, o

średnicach od 8 do 40 mm, charakteryzującą się następującymi parametrami:

Cecha	Główny parametr	Symbol	Wymaganie
Spajalność	Ekwiwalent węgla (analiza wyrobu)	C_{eq}	$C_{eq} \leq 0,50$
	Zawartość wybranych pierwiastków	C, S, P, N, Cu, Mn, Si	Zawartość poszczególnych pierwiastków nie przekracza wartości maksymalnych podanych w PN-H-93220
Wytrzymałość	Granica plastyczności	R_e	Min 500 MPa Max 625 MPa
Ciągłość	Stosunek wytrzymałości na rozciąganie do granicy plastyczności	R_e/R_m	Min 1,15 Max 1,35
	Wydłużenie procentowe	A_5	Min 16%
	Wydłużenie całkowite przy największym obciążeniu	A_{gt}	Min 8%
Odporność na obciążenia zmęczeniowe	Minimalna liczba cykli obciążeniowych	-	2 000 000
Odporność na obciążenia cykliczne	Minimalna liczba cykli obciążeniowych	-	5
Podatność na zginanie z odginaniem	Średnica trzpienia	D	Brak uszkodzeń na próbce poddanej zagięciu i odgięciu
Podatność na zginanie ze statyczną próbą rozciągania	Średnica trzpienia, własności mechaniczne	D R_e R_e/R_m A_5 A_{gt}	Spełnienie wymagań co do własności mechanicznych próbki poddanej zagięciu i wyprostowaniu
Przyczepność do betonu	Minimalne względne pole powierzchni żeber	f_R	0,045 dla $d=8$ mm 0,052 dla $d=10$ mm 0,056 dla $d>10$ mm

Stal zbrojeniowa dostarczana na budowę powinna mieć udokumentowaną zgodność z normą PN-H-93220. Zgodność z normą powinna być certyfikowana przez akredytowaną jednostkę badawczą, niezależną od wytwórcy.

Średnice nominalne prętów, nominalne powierzchnie przekroju poprzecznego, nominalne masy prętów oraz ich dopuszczalne odchyłki, jak również wymiary i rozmieszczenie żeber, średnice rdzenia – powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-H-93220.

2.1.3. Elektrody

Do spawania prętów zbrojeniowych zaleca się stosować gatunki elektrod podane w poniższej tabeli:

Tabela 1. Rodzaje elektrod spawalniczych w zależności od gatunku stali

Gatunek stali łącznej	Klasa stali	Oznaczenie elektrody
RB 500 W	A-III N	PN-EN ISO 2560:2006 – E 60 B
BSt 500 W		
BSt 500 S		
BSt 500 M	A-III N	PN-EN ISO 2560:2006 – E 60 3 B
BSt 500 WR		
St3-b-500		

2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów

2.2.1. Asortyment stali zbrojeniowej

Do zbrojenia konstrukcji żelbetowych prętami wiotkimi w obiektach objętych zakresem umowy stosuje się stal klas i gatunków wg dokumentacji projektowej i normy PN-EN 10080:2007:

- stal zbrojeniowa - A-IIIN

2.2.2. Własności mechaniczne i technologiczne stali zbrojeniowej

a. stal zbrojeniowa - A-IIIN:

- klasa stali C,
- gatunek stali B500SP,
- charakterystyczna granica plastyczności $f_{yk} \geq 500$ MPa,
- obliczeniowa granica plastyczności $f_{yd} \geq 420$ MPa,
- charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie $f_{tk} \geq 575$ MPa,
- stosunek wytrzymałości na rozciąganie do granicy plastyczności $f_{tk}/f_{yk} 1,15 \div 1,35$,
- wydłużenie próbki pod maksymalnym obciążeniem $\geq 8\%$.

Na powierzchni czołowej prętów niedopuszczone są jamy usadowe, rozwarstwienia, pęknięcia widoczne gołym okiem.

2.2.3. Druk montażowy

Jeżeli do łączenia prętów zbrojenia nie stosuje się spawania czy zgrzewania do ich montażu należy używać wyżarzonego drutu stalowego, tzw. wiązałkowego. Średnica drutu wiązałkowego powinna być dostosowana do średnicy prętów głównych w złączu, ale nie mniejsza niż 1,0 mm. Do montażu prętów zbrojenia o średnicy większej niż 12 mm należy stosować drut wiązałkowy o średnicy 1,5 mm.

2.2.4. Podkładki dystansowe

Dopuszcza się stosowanie podkładek dystansowych i stabilizatorów wyłącznie z betonu. Podkładki dystansowe mogą być przymocowane do prętów.

2.3. Krajowe deklaracje właściwości użytkowych

Każda partia stali musi być zaopatrzona w atest hutniczy, w którym muszą być podane:

- nazwa wytwórcy,
- oznaczenie wyrobu wg normy,
- numer wytopu lub numer partii,
- wszystkie wyniki przeprowadzonych badań oraz skład chemiczny wg analizy wytopowej,
- masa partii,
- rodzaj obróbki cieplnej.

Na przywieszkach metalowych przymocowanych do każdej wiązki prętów lub kręgu prętów (po dwie do każdej wiązki) muszą znajdować się następujące informacje:

- znak wytwórcy,
- średnica nominalna,
- znak stali,
- numer wytopu lub numer partii,
- znak obróbki cieplnej.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST-00.01 pkt. 3.

Sprzęt używany przy przygotowaniu i montażu zbrojenia wiotkiego w konstrukcjach powinien spełniać wymagania obowiązujące w budownictwie ogólnym. W szczególności wszystkie rodzaje sprzętu jak: giętarki, prostowarki, zgrzewarki, spawarki powinny być sprawne oraz posiadać fabryczną gwarancję i instrukcję obsługi. Sprzęt powinien spełniać wymagania BHP jak przykładowo osłony zębatych i pasowych urządzeń

mechanicznych. Miejsca lub elementy szczególnie niebezpieczne dla obsługi. powinny być specjalnie oznaczone. Sprzęt ten powinien podlegać kontroli osoby odpowiedzialnej za BHP na budowie. Osoby obsługujące sprzęt powinny być odpowiednio przeszkolone.

3.2. Sprzęt do wykonania 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 - np. prościarka automatyczna,
- urządzenia do cięcia prętów zbrojeniowych na odpowiednią długość - np. nożyce elektro – mechaniczne,
- urządzenia do kształtowania prętów zbrojeniowych - np. giętarka,
- urządzenia i sprzęt do zgrzewania i spawania prętów zbrojeniowych - np. spawarka elektryczna wirująca.

Sprzęt należy przyjąć zgodnie ze specyfikacją lub inny zatwierdzony przez Inżyniera.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST-00.01 pkt. 4.

Pręty do zbrojenia powinny być przewożone odpowiednimi środkami transportu w sposób zapewniający uniknięcie trwałych odkształceń oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego.

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.

5. WYKONANIE ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST-00.01.

5.1. Przygotowanie zbrojenia

Przygotowanie, montaż i odbiór zbrojenia powinien odpowiadać wymaganiom aktualnie obowiązującej normy, a klasy stali winny być zgodne z dokumentacją projektową.

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 czynności jak:

- czyszczenie,
- prostowanie,
- cięcie,
- gięcie i montaż.

5.1.1. Czyszczenie prętów

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 rdzą (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. W razie potrzeby należy zastosować piaskowanie. Pręty, przed ich użyciem do zbrojenia konstrukcji, należy oczyścić z zendry, luźnych płatków rdzy, kurzu i błota. Pręty zbrojenia zatłuszczone lub zabrudzone farbą olejną można opalać lampami benzynowymi lub czyścić preparatami rozpuszczającymi tłuszcze. Stal narażoną na choćby chwilowe działanie słonej wody, należy zmyć wodą słodką. Stal pokrytą łuszczącą się rdzą i zabłoconą, oczyszcza się szczotkami drucianymi ręcznie lub mechanicznie lub też przez piaskowanie. Po oczyszczeniu należy sprawdzić wymiary przekroju poprzecznego prętów. Stal tylko zabrudzoną można zmyć strumieniem wody. Pręty oblodzone odmraża się strumieniem ciepłej wody. Możliwe są również inne sposoby czyszczenia stali zbrojeniowej akceptowane przez Inżyniera.

5.1.2. Prostowanie prętów

Dopuszcza się prostowanie prętów za pomocą kluczy, młotków, prostowarek. Dopuszczalna wielkość miejscowego odchylenia od linii prostej wynosi 4 mm. Pręty używane do przygotowania zbrojenia muszą być proste. Dlatego - w przypadku występowania miejscowych zakrzywień - należy te pręty wyprostować przed przystąpieniem do dalszej obróbki (cięcia itd.). Pręty zbrojeniowe w kręgach można prostować przez wyciąganie za pomocą np. wciągarki. lub mechaniczne prostowanie prętów przy użyciu prostowarek mechanicznych. Niekiedy dopuszcza się, zwłaszcza pręty większych średnic, prostuje się ręcznie za pomocą klucza zbrojarskiego, na stole zbrojarskim z odpowiednio umocowanymi trzpieniami.

5.1.3. Cięcie prętów zbrojeniowych

Cięcie prętów należy wykonywać przy maksymalnym wykorzystaniu materiału. Oczyszczone i wyprostowane pręty tną się na odcinki długości wynikającej z projektu. Wskazane jest sporządzenie w tym celu planu cięcia. Stosuje się do tego celu nożyce ręczne, a także (zwłaszcza w przypadku prętów większych średnic) nożyce mechaniczne o napędzie elektrycznym. Nożycami mechanicznymi można przecinać jednocześnie więcej niż jeden pręt. Do cięcia siatek zbrojeniowych stosuje się nożyce hydrauliczne przewożne. Cięcia można również przeprowadzać przy użyciu mechanicznych noży. Dopuszcza się również cięcie palnikiem acetylenowym.

5.1.4. Odgięcia prętów, haki

Minimalne średnice trzpieni używanych przy wykonywaniu haków zbrojenia podaje poniższa tabela:

Tabela 2. Minimalne średnice haków zbrojenia

Średnica pręta zginanego [mm]	Stal żebrowana		
	$f_{yk} < 400 \text{ MPa}$	$400 < f_{yk} < 500 \text{ MPa}$	$f_{yk} > 500 \text{ MPa}$
$D < 10$	$d_0 = 3d$	$d_0 = 4d$	$d_0 = 4d$
$10 < d < 20$	$d_0 = 4d$	$d_0 = 5d$	$d_0 = 5d$
$20 < d < 28$	$d_0 = 6d$	$d_0 = 7d$	$d_0 = 8d$
$D > 28$	$d_0 = 8d$	-	-

Minimalna odległość od krzywizny pręta do miejsca, gdzie można na nim położyć spoinę wynosi:

- 10d dla stali A-IIIN

Na zimno, na budowie można wykonywać odgięcia prętów o średnicy $d < 12 \text{ mm}$.

Pręty o średnicy $d > 12 \text{ mm}$ powinny być odginane z kontrolowanym podgrzewaniem.

W miejscach zagięć i załamań elementów konstrukcji, w których zagięciu ulegają jednocześnie wszystkie pręty zbrojenia rozciąganego, należy stosować średnicę zagięcia min. 20d.

Wewnętrzna średnica odgięcia strzemion i prętów montażowych powinna spełniać warunki podane dla haków. Należy zwrócić szczególną uwagę, przy odbiorze haków i odgięć prętów, na ich zewnętrzną stronę. Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania.

Pocięte pręty są następnie wyginane zgodnie z rysunkami zbrojenia podanymi w projekcie.

Tabela 3. Wydłużenie prętów w cm powstające podczas ich odginania o dany kąt

Średnica pręta [mm]	Kąt odgięcia			
	45°	90°	135°	180°
8	-	1.0	1.0	1.0
10	0.5	1.0	1.0	1.5
12	0.5	1.0	1.0	1.5
14	0.5	1.5	1.5	2.0
16	0.5	1.5	1.5	2.5
20	1.0	1.5	2.0	3.0
22	1.0	2.0	3.0	4.0
25	1.5	2.5	3.5	4.5
30	2.5	3.5	5.0	6.0
32	3.0	4.0	6.0	7.0

Pręty można wyginać ręcznie kluczem zbrojarskim, wykorzystując trzpienie zamocowane w blacie stołu zbrojarskiego 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.

5.2. Montaż zbrojenia

5.2.1. Ogólne zasady montażu zbrojenia

Pręty zbrojenia należy łączyć w sposób określony w Dokumentacji Projektowej.

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

Układ zbrojenia w 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. W konstrukcję można wbudować stal pokrytą co najwyżej nalotem nie łuszczącej się rdzy. Nie można wbudowywać stali zatłuszczonej smarami lub innymi środkami chemicznymi, zabrudzonej farbami, zabłoconej i oblodzonej, stali, która była wystawiona na działanie słonej wody. Minimalna grubość otuliny zewnętrznej w świetle prętów i powierzchni przekroju elementu żelbetowego powinna wynosić co najmniej:

- 0,07m - dla zbrojenia głównego fundamentów i podpór masywnych,
- 0,055 m - dla strzemion fundamentów i podpór masywnych,
- 0,05 m - dla prętów głównych lekkich podpór i pali,
- 0,03 m - dla zbrojenia głównego,
- 0,025m - dla strzemion ram, belek, podciągów i gzymsów,

Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią

wysokość w trakcie betonowania jest niedopuszczalne. Niedopuszczalne jest chodzenie i transportowanie materiałów po wykonanym szkielecie zbrojeniowym.

Ustawianie 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.

Szkielety krótkich belek i słupów można montować na dwóch lub trzech kozłach. Na tych kozłach układa się pręty dolne zbrojenia belki lub zbrojenia stosowanego przy jednym boku słupa, a następnie nakłada się strzemiona i rozsuwa je zgodnie z rozstawem określonym w projekcie. Po połączeniu strzemion z prętami szkielet odwraca się i wsuwa w strzemiona pozostałe pręty, łącząc je (np. drutem wiązałkowym) ze strzemionami. Gotowy szkielet wstawia się w deskowanie.

Zbrojenie płyt 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. W zbrojarniach są instalowane zgrzewarki stałe. Do wykonywania siatek zbrojeniowych używa się zgrzewarek wielopunktowych. Pręty ze stali spawalnej można łączyć za pomocą spawania. Wykorzystuje się do tego celu różnego rodzaju spawarki. Pręty należy wiązać wyżarzonym drutem o średnicy 1 mm, stosując np. węzeł prosty pojedynczy lub podwójny bądź węzły krzyżowe albo martwe. 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-EN 1992-1-1:2008.

5.2.2. Łączenie prętów za pomocą spawania

Spawanie zbrojenia należy wykonać po uzyskaniu aprobaty Inżyniera.

Stal B500SP jest stalą spawalną i zgrzewalną (równoważnik węgla $C_E \leq 0,50\%$). Nie należy spawać prętów zbrojeniowych w temperaturze niższej niż -5°C . W przypadku przewidywanego łączenia prętów przez spawanie w temperaturze niższej niż -5°C należy zbadać stal pod kątem uderzalności.

Dopuszcza się następujące rodzaje spawanych połączeń prętów:

- czołowe, elektryczne, oporowe,
- nakładkowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym,
- nakładkowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym,
- zakładkowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym,
- zakładkowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym,

5.2.3. Łączenie pojedynczych prętów na zakład bez spawania

Dopuszcza się łączenie na zakład bez spawania, poprzez wiązanie drutem, prętów prostych, prętów z hakami oraz zbrojenia wykonanego z drutów w postaci pętlic. W jednym przekroju można łączyć na zakład bez spawania do 50% pracującego zbrojenia i do 100% niepracującego dodatkowego zbrojenia poprzecznego. Odległość w świetle prętów łączonych w jednym przekroju nie powinna być mniejsza niż $2d$ i mniejsza niż 20 mm.

5.2.4. Skrzyżowania prętów

Skrzyżowania prętów należy wiązać drutem wiązałkowym, zgrzewać lub łączyć tzw. słupkami dystansowymi.

Drut wiązałkowy, wyżarzony, o średnicy 1 mm używa się do łączenia prętów o średnicy do 12 mm. Przy średnicach większych należy stosować drut o średnicy 1.5 mm.

W szkieletach zbrojenia belek i słupów należy łączyć wszystkie skrzyżowania prętów narożnych ze strzemionami.

5.3. 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 1m, o oczkach max 20mm. 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 50cm od nożyc tnących. Pręty o średnicy większej, niż 20 mm mogą być gięte tylko mechanicznie. Zakładanie prętów na mechanicznej giętarczy dopuszczane jest tylko przy unieruchomionej 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.

5.4. Warunki szczegółowe wykonania robót

Wszystkie połączenia zbrojenia poziomego wykonać jako spawane. Przecięte zbrojenie w miejscach przejść szczelnych należy przyspawać do ich kołnierzy. O ile w projekcie wykonawczym nie określono inaczej, minimalna otulina zbrojenia powinna wynosić 3cm. Złącza wykonać poprzez spawanie spoinami grubości 4 mm na długości min.15 cm. Elementy dystansowe do zbrojenia wykonać zgodnie z rysunkami wykonawczymi.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne wymagania

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w ST-00.01 pkt. 6.

Kontrola jakości wykonania zbrojenia polega na sprawdzeniu zgodności z Dokumentacją Projektową oraz podanymi powyżej wymaganiami. Zbrojenie podlega odbiorowi przed betonowaniem.

6.2. Kontrola zbrojenia

Przy odbiorze stali dostarczonej na budowę należy przeprowadzić następujące badania:

- sprawdzenie zgodności przywieszek z zamówieniem,
- sprawdzenie stanu powierzchni, wymiarów, masy,
- próbę rozciągania wg normy PN-EN ISO 6892-1:2020-05
- próbę zginania na zimno wg normy PN-EN ISO 7438:2021-04.

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. Obecnie szkielety zbrojeniowe przygotowuje się najczęściej poza placem budowy i gotowe umieszcza się w deskowaniu.

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. Dopuszczalne odchyłki w wykonaniu zbrojenia i jego ustawienia w deskowaniu podano w tablicy poniżej. Odbiór zbrojenia i zezwolenie na betonowanie należy odnotować w dzienniku budowy.

Tabela 4 - Kontrola rozmieszczenia, gięcia i cięcia zbrojenia

Określenie wymiaru	Wartość odchyłki
Od wymiarów siatek i szkieletów wiązanych lub zgrzewanych	
a) długość elementu	± 10mm
b) szerokość (wysokość) elementu	
- przy wymiarze do 1 m	± 5 mm
- wymiarze powyżej 1m	± 10 mm
W rozstawie prętów podłużnych, poprzecznych i strzemion	
a) przy. < 20 mm	± 10 mm
b) przy - > 20 mm	± 0,5 cm
Różnica w rozstawie strzemion	± 2 cm
Dopuszczalne odchylenie strzemion od linii prostopadłej	3%
Liczba uszkodzonych strzemion na jednym przęcie	< 25% ogólnej liczby na tym przęcie
Cięcie prętów	
L - długość pręta wg projektu	
a) dla L < 6,0 m	20 mm
b) dla L > 6,0 m	30 mm
Odgięcia (odchylenia w stosunku do położenia określonego w projekcie)	
a) dla L < 0,5 m	10 mm
b) dla 0,5 m < L < 1,5 m	15 mm
Określenie wymiaru	Wartość odchyłki
c) dla L > 1,5 m	20 mm

7. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania w zakresie odbioru robót podano w ST-00.01 pkt. 7.

Bezpośrednio przed przystąpieniem do robót zbrojarskich należy dokonać odbioru deskowania.

Roboty zbrojarskie podlegają zasadom odbioru robót zanikających.

Podstawą odbioru robót zanikających lub ulegających zakryciu są:

- pisemne stwierdzenie Inżyniera w dzienniku budowy o wykonaniu robót zgodnie z dokumentacją projektową i ST,

- inne pisemne stwierdzenie Inżyniera o wykonaniu robót

Zakres robót zanikających lub ulegających zakryciu określają pisemne stwierdzenia Inżyniera lub inne potwierdzone przez niego dokumenty.

Odbiór robót odbywa się po pisemnym stwierdzeniu Inżyniera w dzienniku budowy zakończenia robót zbrojarskich i pisemnego zezwolenia Inżyniera na rozpoczęcie betonowania elementów, których zbrojenie podlega odbiorowi.

Odbiór powinien podlegać sprawdzeniu:

- zgodności wykonania zbrojenia z dokumentacją projektową,
- zgodności z dokumentacją projektową liczby prętów w poszczególnych przekrojach,
- rozstawu strzemion,
- prawidłowości wykonania haków, złącz i długości zakotwień prętów,
- zachowania wymaganej projektem otuliny zbrojenia.

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

8. ROZLICZENIE ROBÓT

Wynagrodzenie przysługujące Wykonawcy za realizację przedmiotu zamówienia jest wynagrodzeniem ryczałtowym.

Ogólne ustalenia dotyczące płatności podano w ST 00.01 pkt. 8.

Cena wykonania zbrojenia obejmuje:

- roboty przygotowawcze,
- zakup i dostarczenie materiału,
- czyszczenie i przygotowanie zbrojenia,
- montaż zbrojenia,
- testy i pomiar zgodnie z pkt. 6 ST,
- oczyszczenie terenu robót z odpadów zbrojenia, stanowiących własność Wykonawcy i usunięcie ich poza teren budowy.

9. DOKUMENTY ODNIESIENIA

UWAGA:

Jeżeli opis przedmiotu zamówienia odnosi się do norm, europejskich ocen technicznych bądź aprobat to odniesieniu takiemu towarzyszy zapis „lub równoważne”.

Oznacza to, że dopuszcza się w doborze urządzeń i materiałów takie rozwiązania, których zastosowanie zapewni uzyskanie efektu założonego przez projektanta, a

także uzyskanie parametrów działania urządzeń i instalacji nie gorszego od założonego standardu technicznego i jakościowego inwestycji.

Roboty będą wykonywane w bezpieczny sposób, ściśle w zgodzie z Polskimi Normami (PN) lub odpowiednimi normami Krajów UE w zakresie przyjętym przez polskie ustawodawstwo.

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-EN ISO 7438:2021-04	Metale. Próba zginania.
PN-EN ISO 6892-1:2020-05	Metale -- Próba rozciągania -- Część 1: Metoda badania w temperaturze pokojowej
PN-EN 1992-1-1:2008	Eurokod 2 -- Projektowanie konstrukcji z betonu -- Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
PN-EN 10020:2003	Definicja i klasyfikacja gatunków stali
PN-EN 10021:2009	Ogólne warunki techniczne dostawy wyrobów stalowych
PN-EN 10027-1:2016-12	Systemy oznaczania stali -- Część 1: Znaki stali
PN-EN 10027-2:2015-07	Systemy oznaczania stali -- Część 2: System cyfrowy
PN-EN 10079:2009	Terminologia wyrobów stalowych
PN-EN 10080:2007	Stal do zbrojenia betonu -- Spawalna stal zbrojeniowa -- Postanowienia ogólne
PN-EN 10088-1:2014-12	Stale odporne na korozję -- Część 1: Wykaz stali odpornych na korozję
PN-H-93220:2018-02	Stal B500SP o podwyższonej ciągliwości do zbrojenia betonu -- Pręty i walcówka żebrowana