

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

WWiOR – 3.05

Montaż konstrukcji stalowych

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

Dział robót - 45000000-7 - Roboty budowlane

Grupa robót - 45200000-9 - Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej

Klasa robót - 45220000-5 - Roboty inżynieryjne i budowlane

Kategoria robót:

- 45223000-6 - Roboty budowlane w zakresie konstrukcji:
 - 45223100-7 - Montaż konstrukcji metalowych
 - 45223110-0 - Instalowanie konstrukcji metalowych
 - 45223200-8 - Roboty konstrukcyjne
 - 45223210-1 - Roboty konstrukcyjne z wykorzystaniem stali
 - 45223800-4 - Montaż i wznoszenie gotowych konstrukcji
 - 45223810-7 - Konstrukcje gotowe
 - 45223820-0 - Gotowe elementy i części składowe
 - 45223821-7 - Elementy gotowe
 - 45223822-4 - Gotowe części składowe

SPIS TREŚCI

1. CZĘŚĆ OGÓLNA	3
1.1. Przedmiot WWiOR.	3
1.2. Ogólne wymagania dotyczące Robót.	3
2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW BUDOWLANYCH	3
2.1. Akceptowanie użytych materiałów.	4
2.2. Stal konstrukcyjna.	4
2.3. Tryb postępowania przy dostawach stali.	4
2.4. Łączniki i materiały spawalnicze.	4
2.5. Materiały do zabezpieczeń przeciwkorozyjnych (marek stalowych).	5
2.6. Ocynkowanie elementów stalowych.	5
2.7. Stal nierdzewna.	6
3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN	6
4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU	6
4.1. Transport od dostawcy i składowanie stali konstrukcyjnej.	6
4.2. Przemieszczanie elementów konstrukcji do ostatecznego ich położenia.	6
5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BUDOWLANYCH	6
5.1. Łączenie elementów.	7
5.1.1. Połączenia spawane.	7
5.1.2. Spawanie konstrukcji ze stali nierdzewnej.	8
5.1.3. Połączenia śrubowe.	8
5.2. Podpory i zakotwienia konstrukcji stalowych.	11
5.3. Montaż belek stalowych stropowych i podsuwnicowych.	11
5.4. Montaż i rusztowania montażowe.	12
5.5. BHP i ochrona środowiska.	12
6. KONTROLA BADANIA I ODBIÓR WYROBÓW ORAZ ROBÓT BUDOWLANYCH	12
6.1. Ocena montażu oraz pomiary i badania odbiorowe.	12
6.2. Kontrola jakości zabezpieczenia antykorozyjnego.	12
6.3. Odbiory częściowe.	13
6.4. Odbiór końcowy konstrukcji.	13
7. ODBIÓR ROBÓT BUDOWLANYCH	13
8. SPOSOBY ROZLICZENIA ROBÓT	13
9. DOKUMENTY ODNIESIENIA	14

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Przedmiot WWiOR.

Przedmiotem niniejszych WWiOR są wymagania dotyczące wykonania i odbioru montażu konstrukcji stalowych przewidzianych do wykonania w ramach robót budowlanych, które zostaną wykonane w ramach Kontraktu pn. „Zwiększenie przepustowości linii 6 i 7”.

1.2. Ogólne wymagania dotyczące Robót.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

Roboty powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową i STWiOR oraz zaleceniami i poleceniami Inżyniera. Przed przystąpieniem do realizacji Robót Wykonawca zobowiązany jest do opracowania własnym kosztem i staraniem oraz przedstawienia do akceptacji Inżyniera n/w dokumentacji wykonawczej:

- Projekt technologii spawania zawierający:
 - metodę spawania, sprzęt i materiały,
 - kolejność wykonania spoin, przy której występują najmniejsze odkształcenia i naprężenia spawalnicze,
 - pozycje łączonych elementów przy spawaniu,
 - sposób prostowania elementów po spawaniu,
 - rodzaje obróbki spoin,
 - metody kontroli i badań.
- Projekt organizacji budowy uwzględniający wytyczne organizacji budowy oraz sprzęt przewidziany do zastosowania przez Wykonawcę i warunki budowy. Do projektu organizacji budowy należy projekt transportu, technologii montażu oraz projekty rusztowań i innych tymczasowych konstrukcji pomocniczych. Projekt ten powinien zagwarantować całkowite bezpieczeństwo ludzi i montowanej konstrukcji.
- Projekt technologii zabezpieczeń antykorozyjnych przewidzianych Dokumentacją Projektową, obejmujący :
 - metody przygotowania powierzchni uwzględnieniem styków montażowych i łożysk,
 - warunki przeprowadzenia prac antykorozyjnych zarówno w wytwórni jak i po zmontowaniu konstrukcji, uwzględniając zagadnienie zabezpieczenia antykorozyjnego styków montażowych w trakcie montażu,
 - technologię wykonywania zabezpieczeń antykorozyjnych w wytwórni oraz na placu budowy, z uwzględnieniem różnic w zabezpieczeniu poszczególnych elementów konstrukcji, naprawy uszkodzeń powłok w czasie montażu i zabezpieczenia styków montażowych,
 - szczegóły techniczne rozwiązań zabezpieczeń antykorozyjnych poszczególnych elementów konstrukcji, szczególnie przy dylatacjach i innych elementach wymagających większej staranności,
 - wymagania w zakresie dozoru wykonywania i kontroli,
 - zestawienie materiałów i sprzętu do wykonania pokrycia z podziałem na część dotyczącą wykonania konstrukcji i część dotyczącą montażu.

2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI WYROBÓW BUDOWLANYCH

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

Wszystkie materiały przewidywane do wbudowania będą zgodne z postanowieniami Kontraktu i poleceniami Inżyniera. W oznaczonym czasie przed wbudowaniem Wykonawca przedstawi szczegółowe informacje dotyczące źródła wytwarzania i wydobywania materiałów oraz odpowiednie świadectwa badań, dokumenty dopuszczenia do obrotu i stosowania w budownictwie i próbki do zatwierdzenia Inżynierowi.

Wykonawca ponosi odpowiedzialność za spełnienie wymagań ilościowych i jakościowych materiałów dostarczanych na plac budowy oraz za ich właściwe składowanie i wbudowanie zgodnie z założeniami PZJ.

2.1. Akceptowanie użytych materiałów.

Do wykonania konstrukcji stosować można wyłącznie materiały, których dostawcy posiadają Aprobaty Techniczne.

2.2. Stal konstrukcyjna.

Gatunki stali konstrukcyjnej:

Do wytwarzania stalowych konstrukcji należy używać stal zgodnie z PN-90/B-03200. Inne gatunki stali (np. pochodzące z importu) mogą być zastosowane przez Wytwórcę za zgodą Inżyniera jeśli posiadają:

- aprobaty techniczne ITB dopuszczające materiał do stosowania w budownictwie,
- Certyfikat lub Deklaracje Zgodności z Aprobata Techniczną lub PN,
- Certyfikat zgodności ze zharmonizowaną normą europejską wprowadzona do zbioru norm polskich,

Na opakowaniach powinien znajdować się termin przydatności do stosowania.

2.3. Tryb postępowania przy dostawach stali.

Stal dostarczana na budowę powinna:

- mieć trwałe odciskowania,
- mieć wybite znaki cechowania, oznaczenia cechowania kolorowego,
- spełniać wymagania określone w normach przedmiotowych:
 - dla blach uniwersalnych i grubych wg PN-EN 10163-1:2007,
 - dla blach żeberkowych wg PN-4-92127:1973,
 - dla walcówki, prętów i kształtowników wg PN-EN 10016-2:1999/Ap1:2003,
 - dla kątowników równoramiennych wg, PN-EN 10056-1:2000 i PN-EN 10056-2:1998,
 - dla ceowników, wg PN-EN 10162:2005.

Odbiór stali na budowie powinien być dokonany na podstawie atestu, w który powinien być zaopatrzonej każdy element lub partia materiału. Atest powinien zawierać:

- znak wytwórcy
- profil
- gatunek stali
- numer wyrobu lub partii
- znak obróbki cieplnej
- cechowanie materiałów wywalcowane na profilach lub na przywieszkach metalowych

Odbiór wyrobu na budowie winien być dokonany na podstawie ostatecznego protokołu odbioru wyrobu w wytwórni wraz z oświadczeniem, że usterki wykryte w czasie odbiorów międzyoperacyjnych zostały usunięte.

2.4. Łączniki i materiały spawalnicze.

Zamówienia na łączniki i materiały spawalnicze składa Wytwórca stalowej konstrukcji u zaakceptowanych przez Inżyniera wytwórców tych materiałów. Na Wytwórcę konstrukcji ciąży obowiązek egzekwowania od dostawców i przechowywania atestów potwierdzających spełnienie wymagań postawionych w normie przedmiotowej dotyczącej danego wyrobu lub materiału. Atesty muszą być przedstawione wraz z dostawą każdej partii łączników i materiałów spawalniczych. Badania, które warunkują wystawienie atestów Wytwórcą łączników lub materiałów spawalniczych

przeprowadza na własny koszt. Materiały pochodzące z zapasów Wytwórcy konstrukcji powinny być atestowane w zakresie ustalonym przez Inżyniera na koszt własny Wytwórcy konstrukcji.

Spełnione muszą być wymagania PN-89/S-10050, PN-90/B-03200 i norm przedmiotowych:

- Śruby z łbem sześciokątnym. Klasy dokładności A i B - PN-EN ISO 4014:2011,
- Własności mechaniczne części złącznych. Próba skręcania i minimalne momenty skręcające dla śrub i wkrętów o średnicach znamionowych od 1 mm do 10 mm - PN-EN 20898-7:1997,
- Części złączne. Nieciągłości powierzchni. Śruby, wkręty i śruby dwustronne specjalnego stosowania - PN-EN 26157-3:1998,
- Nakrętki sześciokątne. Klasa dokładności C - PN-EN ISO 4034:2004,
- Kołnierze i ich połączenia - Śruby i nakrętki - Część 1: Dobór śrub i nakrętek - PN-EN 1515-1:2002,
- Materiały dodatkowe do spawania. Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego stali o wysokiej wytrzymałości. Oznaczenie - PN-EN ISO 18275:2012,
- drut do spawania stali nierdzewnej 0H18N9 (stosownie do przyjętej metody spawania: elektrody otulone lub drut do spawania TIG).

Wytwórca powinien przestrzegać okresów ważności stosowania elektrod według gwarancji dostawcy.

Łączniki powinny być przechowywane w suchych i przewietrzanych pomieszczeniach z zapewnieniem ochrony przed korozją i w sposób umożliwiający segregację na poszczególne asortymenty. Materiały spawalnicze należy przechowywać ponad podłogą w suchych, przewietrzanych i ogrzewanych pomieszczeniach. Łączniki i materiały spawalnicze przeznaczone do wytworzenia określonej stalowej konstrukcji mostowej powinny być oddzielone od pozostałych.

2.5. Materiały do zabezpieczeń przeciwkorozyjnych (marek stalowych).

- farby epoksydowe odpowiadające wymaganiom norm PN-C-81911:1997, PN-C-81912:1997, PN-C-81916:2001 oraz PN-C-81917:2001,
- emalie epoksydowe odpowiadające wymaganiom norm PN-C-81931:1997 i PN-C-81932:1997,
- emalie poliuretanowe odpowiadające wymaganiom norm PN-C-81935:2001,
- farby krzemianowo-cynkowe odpowiadające wymaganiom normy PN-C-81919:2002 i PN-C-81919:2002/AP1:2004,
- inne wyroby malarskie gruntujące i nawierzchniowe, które powinny odpowiadać wymaganiom aprobat technicznych,
- Rozcieńczalniki (woda, terpentyna, benzyna do ekstrakcji, benzyna do lakierów i emalii, spirytus denaturowany i inne rozcieńczalniki przygotowane fabrycznie),
- Środki do odtłuszczania, mycia i usuwania zanieczyszczeń podłoża,
- utwardzacz do wyrobów lakierowych.

2.6. Ocynkowanie elementów stalowych.

Cynkowanie należy wykonać po zakończeniu wszystkich operacji spawania, wiercenia, szlifowania i innych czynności z użyciem elementów przeznaczonych do cynkowania.

Cynkowanie należy przeprowadzić zgodnie z PN EN ISO 1461.

Przed ocynkowaniem z powierzchni stali należy usunąć wszelkie zanieczyszczenia, jak np. zgorzelina, rdza, oleje i smary, brud, żużel i topnik z procesu spawania.

Stosując metodę suchą przedmiot stalowy należy wytrawić w kwasie, opłukać w wodzie i włożyć do stopionego chlorku cynkowego, następnie wysuszyć w temperaturze powyżej 100 °C i zanurzyć w wannie z ciekłym cynkiem.

Metoda mokra polega na wstępnym trawieniu przedmiotu, płukaniu w wodzie i na zanurzeniu w ciekłym cynku, którego powierzchnia pokryta jest topnikiem.

Minimalny ciężar powłoki cynkowej nie powinien być mniejszy niż 610 g/m² powierzchni, tylko w przypadku elementów połączeń gwintowych – 305 g/m² powierzchni.

Przewidziano zabezpieczenie konstrukcji ze stali S235JR powłoką cynkową o gr. 90 µm.

Łączniki: śruby i kotwy chemiczne wklejane zabezpieczone poprzez ocynk galwaniczny.

2.7. Stal nierdzewna.

Zastosowana stal nierdzewna powinna być zgodna z dokumentacją projektową i odpowiadać normie PN-EN 10088-1:2007 Stale odporne na korozję - Część 1: Gatunki stali odpornych na korozję.

Wykonanie elementów ze stali nierdzewnej zgodnie z PN-EN 1090-2+A1:2012 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 2: Wymagania techniczne dotyczące wykonania konstrukcji stalowych.

- stal konstrukcyjna nierdzewna - 0H18N9 (AISI: 304),
- elektrody do łączenia elementów ze stali nierdzewnej,
- łączniki: kotwy chemiczne-wklejane ze stali nierdzewnej, kotwy segmentowe wstrzeliwane i śruby ze stali nierdzewnej.

3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU I MASZYN

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

Wytwórca konstrukcji w programie wytwarzania i Wykonawca w programie montażu obowiązani są do przedstawienia Inżynierowi do akceptacji wykazy zasadniczego sprzętu. Inżynier jest uprawniony do sprawdzenia, czy urządzenia dźwigowe i zbiorniki ciśnieniowe posiadają ważne świadectwa wydane przez Urząd Dozoru Technicznego.

Do wykonania robót należy używać sprzętu, zgodnie z wymaganiami określonymi w STWiOR.

Wykonawca na żądanie Inżyniera jest zobowiązany do próbnego użycia sprzętu w celu sprawdzenia jego przydatności. Sprawdzenie powinno odbywać się w obecności przedstawiciela Inżyniera.

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚRODKÓW TRANSPORTU

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

4.1. Transport od dostawcy i składowanie stali konstrukcyjnej.

Ładunek, transport, rozładunek i składowanie wyrobów ze stali konstrukcyjnej powinny odbywać się tak, aby powierzchnia stali była zawsze czysta, wolna zwłaszcza od substancji aktywnych chemicznie i zanieczyszczeń mogących utrzymywać wilgoć. Wyroby ze stali konstrukcyjnej powinny być utrzymywane w stanie suchym i składowane nad gruntem na odpowiednich podporach. Niedopuszczalne jest długotrwałe składowanie stali niezabezpieczonych przed opadami.

4.2. Przemieszczanie elementów konstrukcji do ostatecznego ich położenia.

Elementy składowane na placu budowy muszą być transportowane do miejsca wbudowania w sposób gwarantujący jego nieuszkodzenie. Elementy transportowane przy pomocy dźwigów muszą być podnoszone przy użyciu odpowiednich zawiesz z zachowaniem zasad bezpieczeństwa (próbnego uniesienie na wysokość 20 cm, brak przeszkód na drodze transportu, przeszkolona i odpowiednio wyekwipowana załoga).

5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT BUDOWLANYCH

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

Jeśli w projekcie nie określono klasy, to wytwarzanie konstrukcji powinno być zgodne z podstawowymi wymaganiami zawartym w PN-B-06200:1997.

Montaż należy prowadzić zgodnie z projektem konstrukcji i projektem montażu z zastosowaniem środków zapewniających stateczność w każdej jego fazie oraz osiągnięcie projektowanej nośności i sztywności po zakończeniu robót.

Elementy, zespoły i układy konstrukcyjne powinny być trwale i w sposób widoczny oznakowane, zgodnie z symboliką podaną na rysunkach montażowych. Przed przystąpieniem do scalania elementów należy uprzednio naprawić wszystkie ich uszkodzenia, które mogły powstać w czasie transportu i składowania. W każdym stadium montażu konstrukcja powinna mieć zdolność do przeniesienia sił wywołanych wpływami atmosferycznymi oraz obciążeniami montażowymi, sprzętem i materiałami. Dodatkowe stężenia i zakotwienia montażowe zaprojektowane przez wykonawcę, odpowiednio do przyjętej metody montażu, powinny być uzgodnione z projektantem konstrukcji. Metodę montażu konstrukcji określi wykonawca w projekcie montażu, z uwzględnieniem założeń projektowych, warunków placu budowy oraz posiadanego sprzętu i doświadczenia.

Przed rozpoczęciem montażu na placu budowy powinny być spełnione wszystkie niezbędne warunki określone dokumentacji projektowej oraz w projekcie montażu.

Projekty montażu opracowane przez podwykonawców wymagają uzgodnienia zagospodarowania placu budowy z Inżynierem.

Projekt organizacji montażu, winien być opracowany na podstawie dokumentacji projektowej.

Przyjęta metoda montażu powinna zapewnić:

- wymaganą jakość robót,
- bezpieczeństwo pracowników prowadzących roboty montażowe,
- krótki cykl inwestycyjny

W trakcie realizacji projektu montażu jest wymagany nadzór autorski projektanta konstrukcji.

Wymagania szczegółowe dotyczące prac montażowych określa norma PN-B-06200:2002. W odniesieniu do połączeń montażowych należy jeszcze dodać następujące wymagania wg normy PN-B-06200:2002.

- stałe połączenia elementów konstrukcji powinny być wykonywane dopiero po dopasowaniu styków i wyregulowaniu całej konstrukcji lub jej niezależnej części,
- przekładki stosowane do regulacji konstrukcji w połączeniach należy wykonywać ze stali o takich samych właściwościach plastycznych jak stal w konstrukcji, a po osadzeniu należy je zabezpieczyć przed wypadnięciem,
- w połączeniach śrubowych zakładkowych szczelina w styku niesprężanym nie powinna przekraczać 2 mm, a w styku sprężanym 1 mm; stosowane podkładki nie powinny być cieńsze niż 2 mm,
- jeśli zastosowanie przekładek nie pozwala na wyregulowanie konstrukcji, jest konieczna odpowiednia korekta elementów w wytwórni lub na budowie, po odpowiednim uzgodnieniu z projektantem konstrukcji i montażu.

Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej powinno być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową. Inny sposób zabezpieczeń możliwy jest po przedłożeniu przez wykonawcę projektu zabezpieczeń i jego zatwierdzeniu przez Inżyniera. Trwałość zabezpieczenia antykorozyjnego wymagana jest na okres co najmniej 10 lat.

5.1. Łączenie elementów.

5.1.1. Połączenia spawane.

Wszystkie spoiny wykonywane na placu budowy muszą być przewidziane w Dokumentacji Projektowej. Jeśli zachodzi potrzeba wykonania dodatkowych spoin lub spoin pomocniczych (włączając w to spoiny szczepne) musi być to zaakceptowane przez Inżyniera wpisem do Dziennika Budowy. Spawanie nie przewidzianych w Dokumentacji Projektowej uchwytów montażowych (uszy) do podnoszenia lub zamocowań wymaga zgody Inżyniera. Inżynier może zażądać wykonania obliczeń sprawdzających skutki przyspawania uchwytów montażowych.

Wszystkie spoiny po wykonaniu podlegają badaniu, ocenie jakości i odbiorowi. Warunki techniczne wykonania, zakres badań kontrolnych i kryteria odbioru połączeń spawanych podano w normie PN-B-06200:2002.

Roboty spawalnicze powinni być wykonywane pod nadzorem przez spawaczy uprawnionych do danego procesu spawania.

Powierzchnie i brzegi przygotowane do spawania powinny być suche, czyste i wolne od widocznych pęknięć i korbów. Elementy w trakcie spawania należy zabezpieczyć przed bezpośrednim oddziaływaniem wiatru, deszczu i śniegu.

Części do spawania należy tak zestawić, a spoiny tak wykonać, aby końcowe wymiary elementu lub zespołu konstrukcyjnego spełniały tolerancje wytwarzania i montażu określone w normie PN-B-06200:2002.

Części przygotowane i złożone do spawania powinny być unieruchomione za pomocą spoin szczepnych, uchwytów klinowych, przewiązek lub złączy śrubowych,

Długość spoin szczepnych nie powinna być mniejsza niż 5-krotna grubość grubszej z łączonych części i nie mniejsza niż 40 mm.

Spoiny szcpe pęknięte oraz nieprzewidziane do włączenia do spoiny projektowanej powinny być wycięte.

Przewiązki, uchwyty klinowe czy śrubowe łączące blachy przygotowane do spawania nie mogą ograniczać dostępu niezbędnego do wykonania spoiny i powinny zapewnić swobodę poprzecznego skurczu wykonanego styku

5.1.2. Spawanie konstrukcji ze stali nierdzewnej.

Jeżeli dokumentacja projektowa nie stanowi inaczej łączenie konstrukcji ze stali nierdzewnej należy wykonać metodą spawania TIG lub spawanie elektrodami otulonymi (MMA). Przyjęta technika spawania powinna być omówiona w projekcie technologii spawania opracowanym przez wykonawcę.

Przy montażu elementów wykonanych ze stali nierdzewnej należy stosować przekładki izolacyjne, a przy spawaniu należy chronić elementy instalacji i urządzenia poprzez ich osłonięcie przed opiłkami i odpadami spawalniczymi, przed zabrudzeniem odpadami budowlanymi, farbami. Do obróbki powierzchni ze stali nierdzewnej należy stosować odpowiednie narzędzia.

Przygotowanie elementów do spawania

Przed każdym spawaniem stali nierdzewnej należy:

- obszar spawania i przyległych powierzchni oczyścić z brudu, oleju i farby,
- usunąć pozostałości po szlifowaniu

Sposoby przygotowania elementów do spawania:

- obróbka skrawaniem,
- staranne ręczne szlifowanie.

5.1.3. Połączenia śrubowe.

Połączenia zakładkowe lub nakładkowe – stosować głównie na stykach pasów i środków belek oraz słupów.

Połączenia doczołowe – stosuje się w węzłach i stykach konstrukcji prętowych (ramowych, szkieletowych i kratowych)

Połączenia śrubowe wykonać zgodnie z projektem i oraz wymaganiami norm PN-90/B-03200 i PN-B-06200:2002.

Długość części gwintowanej trzpienia śruby powinna być dobrana tak, aby pod nakrętką pozostawał nie mniej niż jeden zwoj gwintu w połączeniach niesprężanych i nie mniej niż cztery zwoje w połączeniach sprężanych. Sprężenie połączenia doczołowego uzyskuje się dzięki kontrolowanemu dokręceniu nakrętek śrub wysokiej wytrzymałości.

Do łączenia elementów ze stali nierdzewnej i kwasoodpornej należy stosować śruby, podkładki itp. z tych samych materiałów.

Tabela 1 - Zalecane nakrętki i podkładki śrub wg normy PN-B-06200:2002.

Rodzaj połączenia	Śruby		Nakrętki		Podkładki	
	Klasa	Wg	Klasa	Wg	Twardość HV	wg
Połączenia niesprężone	4,6	PN-85/M-82101 PN-85/M-82105 ¹ (z gwintem na całej długości)	4	PN-86/M-82144	100	PN-78/M-82005 PN-79/M-82009 ³
	4,8		5 ²			
	5,6		5			
	5,8		8		200 ⁴	PN-79/M-82019 ³
	8,8		10			
	10,9		10			
Sprężone	8,8	PN-83/M-82343	8	PN-83/M-82171	od 315	PN-83/M-82039
	10,9		10		do 370	

¹ – z gwintem na całej długości

² – dla śrub $d > 16$ mm kl.4

³ – podkładki klinowe

⁴ – trwałość zalecana

Trzpień gwintowany powinien zawsze wystawać poza nakrętkę po jej dokręceniu. Nakrętki i podkładki śrub zaleca się stosować odpowiednio do klasy wytrzymałości śrub i rodzaju połączenia śrubowego, np. wg tabeli 1.

Nakrętka i łeb śruby powinny bezpośrednio i przez podkładki dokładnie przylegać do powierzchni łączonych części. Nakrętki należy zakładać tak, aby oznakowanie klasy było widoczne. Podkładki klinowe stosuje się, gdy powierzchnia łączonych części jest odchylna więcej niż 3° od płaszczyzny prostopadłej do osi śruby. Podkładki hartowane (twarde) powinny być używane w połączeniach sprężanych, przy czym do śrub klasy 10.9 - pod łbem i nakrętką śruby, a do śrub klasy 8,8 - pod łbem lub pod nakrętką od strony dokręcania. Podkładki hartowane należy zakładać stroną sfazowaną od strony łba i nakrętki. Śruby i nakrętki nie powinny być spawane, chyba że tak przewidziano w projekcie.

Dokręcanie śrub w połączeniach niesprężanych powinno zapewnić dobre przyleganie części łączonych. Dopuszcza się pozostawienie szczelin do 2 mm, jeżeli docisk części łączonych nie jest wymagany w projekcie. Śruby powinny być dokręcane zwykłym kluczem (bez przedłużenia) do pierwszego oporu, tj. siłą jednej ręki człowieka lub siłą powodującą pierwsze uderzenie klucza udarowego.

Śruby w połączeniach sprężanych są najczęściej dokręcane przy użyciu kluczy dynamometrycznych. Siłę naciągu trzpieni śrub określa się metodą kontrolowanego momentu dokręcenia M_o , którego wartość powinna być przyjęta wg zaleceń producenta lub określona doświadczalnie.

W tabeli 2 podano wartości momentów dokręcenia śrub nieocynkowanych, pozwalające uzyskać odpowiednie siły sprężenia S_o , w zależności od śruby i sposobu smarowania wg normy PN-B-06200:2002.

Tabela 2 - Kontrolowany moment dokręcania śrub nieocynkowanych.

Średnica gwintu śruby	Śruby klasy 10.9			Śruby klasy 8.8		
	siła sprężenia S_0 kN	moment dokręcenia ¹ M_0 , N-m		siła sprężenia S_0 kN	moment dokręcenia ¹ M_0 , N-m	
		lekkie ² oliwienie	pastą MOS ²		lekkie ² oliwienie	pastą MOS ²
M12	60	130	110	47	100	85
M16	110	320	280	88	250	210
M20	172	620	510	137	500	410
M24	247	1070	900	198	880	720
M27	321	1560	1300	257	1250	1050
M30	393	2120	1750	314	1700	1400

¹ - przy sprężeniu siłą $0,5 S_0$ moment dokręcania M_0

² – również przy smarze grafitowym

Połączenia cierne wymagają odpowiedniego przygotowania powierzchni stykowych, zgodnie z projektem, w którym przyjęto dany współczynnik tarcia u . Klasyfikację powierzchni stykowych w połączeniach ciernych, w zależności od współczynnika tarcia i sposobu obróbki powierzchni styku, podano w tablicy 3 wg normy PN-B-06200:1997.

Tabela 3 - Klasyfikacja powierzchni styku w połączeniach ciernych.

Klasa powierzchni ciernej	Najmniejszy współczynnik tarcia u	Sposób obróbki powierzchni ^{1,2}
A	0,50	— śrutowanie lub piaskowanie bez śladów rdzy i wżerów — śrutowanie lub piaskowanie i metalizowanie natryskowe aluminium — śrutowanie lub piaskowanie i metalizowanie natryskowe produktem cynkowym po badaniach $u > 0,50$
B	0,40	— śrutowanie lub piaskowanie i malowanie farbą krzemianową alkaliczno-cynkową grubości od 50 jlm do 80 firm
C	0,30	— oczyszczenie szczotką drucianą lub opalenie bez śladów rdzy
D	0,20	— bez obróbki

¹ – przy innych obróbkach powierzchni klasę połączeń określać wg załącznika C² – powłoki ochronne nakładać bezpośrednio po oczyszczeniu powierzchni

Połączenia doczołowe wymagają zastosowania śrub wysokiej wytrzymałości, które dokręca się w sposób jak w połączeniach ciernych.

W normie PN-B-06200:2002 w podano wymagania dotyczące tolerancji wykonania powierzchni styków dociskowych i montażu połączeń.

5.2. Podpory i zakotwienia konstrukcji stalowych.

Podpory konstrukcji jak: ławy, stopy, płyty, ruszty fundamentowe wraz z elementami wyrównującymi i kotwiącymi muszą być wykonane zgodnie z projektem i wymaganiami norm przed rozpoczęciem montażu.

Nośność fundamentów i zakotwień powinna być dostateczna do bezpiecznego przeniesienia obciążeń montażowych. Podpory konstrukcji muszą być utrzymywane przez cały czas montażu w stanie zapewniającym bezpieczne przekazywanie obciążeń.

Podstawy słupów stalowych ustawiać na fundamentach za pośrednictwem podkładek stalowych umożliwiających regulację położenia i pionowość oraz wykonanie podlewki. Łączna powierzchnia pakietów podkładek stalowych powinna stanowić co najmniej 15 % powierzchni podstawy słupa, z tym że na każda śrubę powinny przypadać po dwa pakiety.

Usytuowanie pakietów stałych powinno umożliwić otoczenie ich podlewką cementową. Podlewkę cementową wykonać w temperaturze dodatniej wg projektu lub zgodnie z normą PN-B-06200:2002.

Kielichy stóp fundamentów po osadzeniu słupów wypełnić należy betonem klasy nie niższej niż klasa betonu fundamentu na wysokość 2/3 głębokości kielicha. Pozostałą część kielicha należy wypełnić po uzyskaniu odpowiedniej wytrzymałości pierwszej partii betonu i po usunięciu klinów montażowych.

Dopuszczalne odchyłki rozmieszczenia podpór i śrub kotwiących w stosunku do wymaganego położenia i poziomu określa norma PN-B-06200:1997- tablica 15.

Osie słupów w planie na poziomie górnej powierzchni stóp fundamentowych powinny być usytuowane z dokładnością ± 5 mm w stosunku do projektowanego położenia zgodnie normą PN-B-06200:1997- tablica 16.

5.3. Montaż belek stalowych stropowych i podsuwnicowych.

Oparcia belek na podporach wykonać zgodnie z projektem wykonawczym lub innym uzgodnionym z projektantem zaakceptowanym przez Inżyniera.

Belki stalowe walcowane o rozpiętości do 6 m mogą być opierane bezpośrednio na murze z cegły pełnej lub na ścianie z betonu, po wyrównaniu zaprawą cementową. Jeżeli ściana jest wykonana z cegły kratówki, betonu komórkowego, pustaków ceramicznych itp. to belki należy opierać na poduszkach betonowych bądź na czterech warstwach muru z cegły pełnej, wyrównanych zaprawą cementową, a najlepiej na wieńcu żelbetowym. Belki należy układać na wypoziomowanych murach.

Końce belek umieszczonych na murze należy zabezpieczyć przed korozją np. powlec mlekiem cementowym. Nacisk na powierzchnie bezpośredniego podparcia belki stropowej nie powinien przekraczać wytrzymałości obliczeniowej materiału podpory. Aby zapewnić równomierny rozkład nacisku belki na podporę, przyjmuje się, że długość oparcia belki „c” w mm powinna spełniać warunek $c \leq 150+h/3$ gdzie h – wysokość belki w mm.

Dopuszczalne odchyłki osi od poziomu belek stalowych nie mogą przekraczać wymagań określonych w normie PN-B-06200:2002 tab. 17 dla belek stropowych i tab. 18 dla szyn jezdnych i belek podsuwnicowych.

5.4. Montaż i rusztowania montażowe.

Wykonawca jest zobowiązany do wykonania analizy obliczeniowej stanów montażowych konstrukcji stalowej. Również Wykonawca może zmienić sposób montażu, z tym, iż musi przedstawić projekt do zatwierdzenia u Projektanta i Inżyniera.

Rusztowania stalowe z elementów składanych do wielokrotnego użytku powinny odpowiadać wymaganiom PN-M-47900-2:1996.

W zasadniczych wymiarach rusztowań drewnianych dopuszcza się następujące odchyłki:

- w rozstawie szeregów pali lub jarzm $\pm 5\%$ rozstawu,
- w wychyleniu jarzm rusztowań z płaszczyzny pionowej $\pm 5\%$ wysokości jarzm, lecz nie więcej niż 5 cm,
- w rozstawie poprzecznic i podłużnic pomostu ± 5 cm.

5.5. BHP i ochrona środowiska.

Za przestrzeganie aktualnie obowiązujących państwowych i lokalnych przepisów o BHP i ochronie środowiska odpowiada Wykonawca. Inżynier nie może nakazać wykonania czynności, których wykonanie naruszyłoby postanowienia tych przepisów.

6. KONTROLA BADANIA I ODBIÓR WYROBÓW ORAZ ROBÓT BUDOWLANYCH

Ogólne zasady kontroli jakości robot podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

Szczegółowe wymagania dotyczące przeprowadzenia ocen, badań i odbiorów stalowych konstrukcji budowlanych określa norma PN-B-06200:1997.

6.1. Ocena montażu oraz pomiary i badania odbiorowe.

Wykonawca ma obowiązek prowadzić kontrolę jakości prowadzonych przez siebie robót, niezależnie od działań kontrolnych Inżyniera.

Ocena montażu konstrukcji dotyczy:

- kontrolnych pomiarów geodezyjnych przed rozpoczęciem, podczas i po ukończeniu montażu,
- stanu podpór oraz śrub fundamentowych i ich usytuowania,
- zgodności metody montażu z projektem i spełnienia wymagań bhp,
- stanu elementów konstrukcji przed montażem i po zamontowaniu,
- wykonania i kompletności połączeń,
- wykonania powłok ochronnych,
- naprawy elementów, konstrukcji, połączeń i powłok ochronnych i usuwania innych nieprawidłowości.

6.2. Kontrola jakości zabezpieczenia antykorozyjnego.

Kontrola jakości zabezpieczenia antykorozyjnego obejmuje:

- kontrolę procesu oczyszczenia powierzchni,
- ocenę przygotowania powierzchni do nakładania powłok,
- wygląd powierzchni poprzez ocenę wzrokową np. pod kątem jednolitości barwy, siły krycia i wad takich jak dziurkowanie, zmarszczenie, kwaterowanie, łuszczenie, spękania i zacieki, grubość powłok wg PN-EN ISO 2808:2008 lub PN-EN ISO 2409:2008.

Pomiary kontrolne prawidłowości wykonania prac montażowych w zakresie położenia elementów powinny być prowadzone metodami geodezyjnymi za pomocą sprzętu pomiarowego z dokładnością zapewniająca zachowanie wymaganych tolerancji montażu.

6.3. Odbiory częściowe.

Harmonogramy odbiorów częściowych sporządza Inżynier po zapoznaniu się z programem montażu. Harmonogramy stanowią integralną część akceptacji programów.

6.4. Odbiór końcowy konstrukcji.

Odbiór końcowy konstrukcji powinien obejmować sprawdzenie i ocenę dokumentów kontroli i badań z całego okresu realizacji w celu ustalenia czy wykonana konstrukcja jest zgodna z projektem i wymaganiami normy PN-B-06200:2002. Należy sprawdzić w szczególności:

- podpory konstrukcji,
- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów i spoin,
- stan elementów Konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

W protokole odbioru należy podać min.:

- przedmiot i zakres odbioru,
- dokumentację zgodności wykonania z wymaganiami,
 - dokumentację technologiczną (operacyjną),
 - dokumentację wysyłkową,
 - dokumentację powykonawczą
 - dokumentację kontroli jakości,
 - deklarację zgodności (świadcstwo jakości)
- protokoły odbiorów częściowych,
- parametry sprawdzane w obecności komisji odbioru,
- stwierdzone usterki oraz decyzję komisji odbioru,
- operaty geodezyjne,
- operat z zabezpieczenia antykorozyjnego,
- operat dokręcenia śrub.

7. ODBIÓR ROBÓT BUDOWLANYCH

Ogólne zasady odbioru robót podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

Roboty uznaje się za odebrane jeżeli zostały wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, STWiOR i poleceniami Inżyniera.

8. SPOSOBY ROZLICZENIA ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w rozdziale 3 PFU - Warunki Wykonania i Odbioru Robót.

Podstawa płatności będzie wykonanie wszystkich prac branży konstrukcyjnej objętych dokumentacją projektową, specyfikacją i przedmiarem robót.

Ujęta w Wykazie Cen cena wykonanych robót obejmuje:

Projekt „Gospodarka ściekowa, faza III w Łodzi”
Zadanie 3: Zwiększenie przepustowości linii 6 i 7

- konstrukcje:
 - roboty przygotowawcze,
 - zakup i dostarczenie materiałów,
 - przygotowanie konstrukcji,
 - pasowanie,
 - wstępny montaż,
 - montaż konstrukcji stalowej,
 - naprawa uszkodzeń,
 - zabezpieczenie antykorozyjne,
 - odbiory i testy,
 - uporządkowanie terenu;
- konstrukcie ze stali nierdzewnej:
 - roboty przygotowawcze,
 - zakup i dostarczenie materiałów,
 - przygotowanie konstrukcji,
 - pasowanie,
 - wstępny montaż,
 - montaż konstrukcji stalowej,
 - naprawa uszkodzeń,
 - odbiory i testy,
 - uporządkowanie terenu;
- zabezpieczenia antykorozyjne stali:
 - przygotowanie konstrukcji,
 - zakup i dostarczenie materiałów,
 - zabezpieczenie antykorozyjne,
 - odbiory i testy.

9. DOKUMENTY ODNIESIENIA

PN-EN 10088-1:2014-12	Stale odporne na korozję. Część 1: Wykaz stali odpornych na korozję.
PN-EN 10163-1:2007	Wymagania dotyczące stanu powierzchni przy dostawie stalowych blach grubych, blach uniwersalnych i kształtowników walcowanych na gorąco – Część 1: Wymagania ogólne.
PN-EN ISO 16120-2:2017-04	Walcówka ze stali niestopowej przeznaczona do produkcji drutu – Część 2: Wymagania dla walcówki ogólnego przeznaczenia.
PN-EN 10056-1:2017-03	Kątowniki równoramienne i nierównoramienne ze stali konstrukcyjnej – Część 1: Wymiary.
PN-EN 10162:2005	Kształtowniki stalowe wykonane na zimno. Warunki techniczne dostawy. Tolerancje wymiarów i przekroju poprzecznego.
PN-EN 1993-1-3:2008	Eurokod 3 -- Projektowanie konstrukcji stalowych -- Część 1-3: Reguły ogólne -- Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno.

PN-EN 1993-4-3:2008/AC:2009	Eurokod 3 – Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 4-3: Rurociągi.
PN-EN 1993-1-3:2008	Eurokod 3 -- Projektowanie konstrukcji stalowych -- Część 1-3: Reguły ogólne -- Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno.
PN-EN 1993-1-4:2007/Ap1:2010	Eurokod 3 -- Projektowanie konstrukcji stalowych -- Część 1-4: Reguły ogólne -- Reguły uzupełniające dla konstrukcji ze stali nierdzewnych.
PN-EN ISO 4014:2011	Śruby z łbem sześciokątnym. Klasy dokładności A i B.
PN-EN 26157-3:1998	Części złączne. Nieciągłości powierzchni. Śruby, wkręty i śruby dwustronne specjalnego stosowania.
PN-EN ISO 4034:2013-06	Nakrętki sześciokątne (odmiana 1). Klasa dokładności C.
PN-EN 20898-7:1997	Własności mechaniczne części złącznych. Próba skręcania i minimalne momenty skręcające dla śrub i wkrętów o średnicach znamionowych od 1 mm do 10 mm.
PN-EN ISO 18275:2018-11	Materiały dodatkowe do spawania – Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego elektrodą metalową stali o wysokiej wytrzymałości – Klasyfikacja.
PN-EN 1004:2005	Ruchome rusztowania robocze wykonane z prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych. Materiały, wymiary, obciążenia projektowe, wymagania bezpieczeństwa i warunki wykonania i ogólne zasady projektowania.
PN-EN 10346:2015-09	Taśmy i blachy ze stali niskowęglowych powlekane ogniowo w sposób ciągły do obróbki plastycznej na zimno. Warunki techniczne dostawy.
PN-EN 1090-2:2018-09	Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 2: Wymagania techniczne dotyczące wykonania konstrukcji stalowych.
PN-EN ISO 1461	Powłoki cynkowe nanoszone na stal metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe) – Wymagania i badania.