

## **INSTRUKCJA MONTAŻU KONSTRUKCJI POD PANELE FOTOWOLTAICZNE**

### I. Działania przed rozpoczęciem montażu.

1. Wszystkie prace związane z montażem konstrukcji stalowych należy prowadzić na podstawie projektu i instrukcji prowadzenia montażu oraz Planu Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia (Plan BIOZ).
2. Podstawowym dokumentem w zakresie BHP, niezbędnym do rozpoczęcia i prowadzenia prac montażowych, jest Instrukcja Bezpiecznego Wykonywania Robót (IBWR) przygotowana na bazie dokumentów wymienionych w punkcie 1 niniejszego standardu.
3. W celu przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego związanego z montażem konieczne jest ustalenie zagrożeń, jakie mogą wystąpić w procesie montażu: od momentu dostarczenia elementów na plac budowy, poprzez ich przygotowanie i wreszcie zamontowanie w zaprojektowanym położeniu, z uwzględnieniem stabilizacji i podparcia montażowego do czasu uzyskania żądanych parametrów wytrzymałościowych i stężenia całej konstrukcji.
4. Prace związane z montażem konstrukcji stalowych muszą być prowadzone pod nadzorem doświadczonych i wykwalifikowanych osób. Osoby te powinny posiadać odpowiednie przygotowanie techniczne, uprawnienia do kierowania robotami budowlanymi oraz szkolenia z zakresu BHP przeznaczone dla osób kierujących pracownikami.
5. Wszyscy pracownicy zatrudnieni przy montażu konstrukcji stalowych muszą posiadać wymagane kwalifikacje zdrowotne – w tym pozwolenie na pracę na wysokości. Powinni być także przeszkoleni w zakresie BHP zgodnie z zatwierdzoną przez kierownika budowy IBWR. Dodatkowo każdemu z pracowników wchodzących w skład brygady montażowej należy ściśle wyznaczyć czynności i podać kolejność ich wykonania.
6. W zależności od technologii montażu, rodzajów elementów i organizacji pracy na budowie brygadę montażową tworzą:
  - operator maszyny montażowej, posiadający uprawnienia do obsługi maszyny danej klasy,
  - sygnalista odpowiednio przeszkolony i specjalnie do tego celu wyznaczony, wyróżniający się spośród pozostałych pracowników kolorem hełmu lub/i kamizelki, do którego wskazań i sygnałów zobowiązany jest stosować się operator maszyny,

- zespół hakowych odpowiedzialnych za podwieszanie i nakierowywanie elementów,
  - przynajmniej dwuosobowy zespół montażowy, który ustawia, rektyfikuje i zgodnie z projektem stęża montowany element w miejscu docelowym,
  - przynajmniej dwuosobowy zespół łączeniowy, składający się ze spawacza, nitiera, montera.
7. W przypadku dostawy gotowych konstrukcji stalowych należy rozważyć i dobrze zaplanować drogę transportu elementów z wytwórni na plac budowy. Ponadto, jeśli mamy do czynienia z ładunkiem szczególnie ciężkim lub o bardzo dużych wymiarach, należy wystąpić do właściwych władz administracyjnych o zezwolenie na transport ponadnormatywny, w którym zostanie wyznaczona trasa przejazdu.
  8. W przypadku dostawy konstrukcji stalowych w elementach należy liczyć się z koniecznością połączenia elementów w zespoły lub bloki montażowe, co wiąże się z odpowiednim zaplanowaniem procesów łączeniowych, jak: spawanie, skręcanie, zgrzewanie, nitowanie.
  9. Jeżeli projekt montażowy nie przewiduje inaczej, zaleca się łączenie elementów konstrukcji w jak największe zespoły i bloki montażowe na placu składowym (poziom 0), tak aby wyeliminować ryzyko upadku z wysokości ludzi, a także elementów montażowych oraz narzędzi.
  10. W miejscu wykonywania przez spawaczy połączeń elementów konstrukcji (wymagane odpowiednie uprawnienia) powinien znajdować się podręczny sprzęt gaśniczy: koc gaśniczy i odpowiednia do rodzaju prac spawalniczych gaśnica.
  11. Urządzenia, narzędzia oraz sprzęt pomocniczy stosowany do montażu powinien być sprawny technicznie oraz posiadać wymagane certyfikaty.
  12. Stan techniczny montażowego sprzętu pomocniczego, w szczególności: lin, zbloczy, haków, zawiesi, pomostów roboczych, stempli i stężeń montażowych, powinien być sprawdzany przez obsługujące go osoby codziennie przed rozpoczęciem pracy.
  13. Pracowników zatrudnionych w warunkach zagrożeń wynikających z oceny ryzyka zawodowego należy wyposażyć w dobrze dopasowaną i niekrępującą ruchów odzież ochronną, obuwie i sprzęt ochronny, z którego zasadami stosowania powinni być zapoznani.
  14. Wszystkie prace montażowe na wysokości należy prowadzić w oparciu o IBWR oraz z wykorzystaniem zalecanego, sprawnego technicznie sprzętu i wyposażenia, w tym głównie: rusztowań, pomostów roboczych, podnośników

lub drabin (Rys. 1). Wymagania dotyczące rusztowań, pomostów roboczych, podnośników i drabin zawierają standardy szczegółowe: „2.2 Rusztowania”, „2.3 Pomosty robocze”, „2.4 Drabiny”, „2.5 Podesty ruchome”.

15. Elementy konstrukcji stalowej można przemieszczać za pomocą sprawnych, dopuszczonych do eksploatacji urządzeń, w tym głównie: żurawi budowlanych i przejezdnych, dźwigów oraz suwnic. Wymagania dotyczące tych urządzeń zawiera standard szczegółowy: „11.3 Żurawie, żurawiki, dźwigi, windy, suwnice”.
16. Wszystkie prace montażowe należące do grupy prac szczególnie niebezpiecznych należy prowadzić:
  - w minimum dwuosobowej obsadzie,
  - z wykorzystaniem środków techniczno-organizacyjnych zapewniających bezpieczeństwo na stanowiskach pracy,
  - z odpowiednią asekuracją,
  - po uprzednim zaplanowaniu ewentualnej skutecznej ewakuacji,
  - pod bezpośrednim nadzorem.
17. Elementy konstrukcji stalowych powinny być składowane nad gruntem oraz zlokalizowane w zasięgu maszyn montażowych, z dala od linii elektroenergetycznych i ciągów komunikacyjnych (Rys. 2).
18. Teren przeznaczony pod miejsce składowania należy wyrównać i utwardzić oraz zadbać o szybki odpływ wód opadowych.
19. Strefy niebezpieczne należy wyznaczać i wygradzać poprzez rozstawienie w widocznych miejscach stałych barier i tablic ostrzegawczych.
20. Jeśli teren, na którym prowadzone są prace montażowe, nie może być wygradzony, należy zapewnić nad nim stały nadzór.
21. Jeżeli cały obiekt jest wykonywany metodą montażu, należy odnotowywać rozpoczęcie, przebieg i zakończenie prac montażowych w dzienniku budowy lub dzienniku montażu.
22. rozpoczęcie, przebieg oraz zakończenie montażu konstrukcji.

## II. Działania podczas montażu konstrukcji stalowej.

1. Przed podniesieniem elementu konstrukcji stalowej należy przewidzieć bezpieczny sposób jego:
  - zaczepienia,
  - podniesienia – po zapewnieniu bezpiecznych dojazdów i pomostów montażowych, jeżeli wykonanie czynności nie jest możliwe bezpośrednio z poziomu terenu lub stropu,
  - uwolnienia elementu z haków zawiesia,
  - przemieszczenia i naprowadzenia na miejsce wbudowania,
  - stabilizacji. Podczas pobierania konstrukcji stalowej bezpośrednio z pojazdów transportowych w celu składowania lub bezpośrednio na stanowisko montażu, należy zapewnić stateczność przewożonych elementów, prawidłowe zaczepienie elementów transportowanych oraz dogodny przewóz i rozładunek.
2. Sygnał do podnoszenia elementu może podać tylko sygnalista po upewnieniu się, że żadna osoba nie przebywa w strefie niebezpiecznej.
3. Przed rozładunkiem należy upewnić się czy konstrukcja jest dobrze zabezpieczona i postawić ją na przygotowanej wcześniej palecie umieszczonej na równym i stabilnym podłożu.
4. W każdym stadium montażu konstrukcja powinna mieć zdolność przeniesienia sił wywołanych wpływami atmosferycznymi oraz obciążeniami montażowymi, sprzętem montażowym i materiałami.
5. Podczas montażu słupów należy ustawić słup w wyznaczonym wcześniej miejscu zgodnie z aktualnym planem zagospodarowania terenu (PZT) i wypionować słup i kontrolować pion w dwóch płaszczyznach podczas wbijania. Wbijanie słupów należy realizować z użyciem urządzenia do wbijania pali (typu kafar). Wbijanie pali na wymaganą głębokość określoną w projekcie. Górna krawędź słupa bezpośrednio po palowaniu powinna zostać zabezpieczona antykorozyjne poprzez malowanie farbą wysokocynkową.
6. Montaż ram powinien odbywać się w następującej kolejności:
  - wbijanie słupów,
  - montaż rygli,
  - montaż zastrzałów.
7. Elementy ramy łączone są za pomocą śrub M10 dł. min 20 mm wg normy DIN 933 z pełnym gwintem z użyciem podkładek po stronie łba śruby i po stronie nakrętki. Materiał wykonania śrub i nakrętek oraz podkładek jest dostosowany do warunków korozyjności środowiska oddzielnie dla każdego projektu. Zaleca się stosowanie śrub klasy 5.6 ocynkowanych ogniowo powłoką cynkową o gr.

min. 60  $\mu\text{m}$ . nakrętki powinny być odwirowane z nadmiaru cynku w specjalnych wirówkach, które zapewniają prawidłowość gwintu. Połączenia ram to połączenia zwykłe – bez konieczności sprawdzania dokręcenia kluczem dynamometrycznym. Moment dokręcenia nakrętek powinien zapewniać prawidłowe docięnięcie łączonych elementów. Siła dokręcenia nakrętki to siła ramienia ludzkiego przy użyciu zwykłego klucza. Dokręcona śruba nie powinna mieć widocznych luzów i powinna zapewniać styk łączonych elementów na całej powierzchni dociskowej. W celu ułatwienia montażu możliwe jest zastosowanie podkładki gumowej pomiędzy elementami rygla i słupa, która ułatwia precyzyjne ułożenie elementów. Użycie podkładki gumowej nie jest wymagane.

8. Płatwie należy przytwierdzić do górnej belki ramy za pomocą tych samych śrub jak dla ram. Dodatkowo należy połączyć płatwie pomiędzy sobą.

Montaż połączeń śrubowych, zalecenia:

- Podczas montażu mogą wystąpić dopuszczalne odchyłki połączeń elementów konstrukcji na śruby, nie powinny one przekraczać 2mm, a na styku 1mm. Stosowane przekładki nie powinny być cieńsze niż 2mm.
- Otwory na śruby zaleca się dopasowywać za pomocą przebijaka, w razie konieczności zastosować rozwiercanie.
- Przy połączeniach śrubowych zalecany jest docisk na całej powierzchni styku, szczeliny w styku blach czołowych, nie powinny być większe niż co najmniej  $\frac{2}{3}$  pola powierzchni styku  $A_{\text{max}} = 1\text{mm}$ .
- Osie elementów łączonych doczołowo, które się nie pokrywają, powinny spełniać warunek normy przed pomiarem szczelin. W przypadku występowania szczelin o większych szerokościach, należy stosować odpowiednio dopasowane przekładki.
- Wykonanie połączeń śrubowych powinno być zgodne z projektem, wymaganiami norm. Jeżeli w dokumentacji projektowej nie ustalono inaczej, to w odniesieniu do wykonywania połączeń doczołowych i ciernych sprężonych śrubami o wysokiej wytrzymałości obowiązują warunki techniczne podane w normach.
- Śruby powinny być dokręcane przez obrót nakrętki lub łba śruby, aż do osiągnięcia wymaganej siły.

$$F_v = \frac{M_v}{k * d}$$

### III. Kontrola montażu konstrukcji powinna obejmować

1. Należy wykonać kontrolne pomiary geodezyjne przed montażem, podczas montażu i po jego ukończeniu.
2. Sprawdzić zgodność metody montażu z projektem montażu i spełnienie wymagań bezpieczeństwa pracy.
3. Stan słupów, elementów ramy oraz ich usytuowanie
4. Sprawdzenie wykonania i kompletności połączeń, wykonania powłok ochronnych.
5. Naprawy ewentualnych błędów montażowych elementów konstrukcji, połączeń oraz usuwanie innych zaistniałych nieprawidłowości.
6. Odbiór końcowy;
  - Po zakończeniu prac montażowych należy przeprowadzić kontrolę wykonania i badania ostateczne, które są podstawą odbioru końcowego konstrukcji.
  - Kontrola i badania powinny być wykonywane zgodnie z planem kontroli i badań opracowanym przez wykonawcę.
  - Zakres kontroli i badań należy dostosować do rodzaju konstrukcji i wymaganego poziomu jakości.
  - Wszystkie kontrole, badania i korekty pokontrolne powinny być udokumentowane przez wykonawcę robót.