

Wybrane aspekty projektowania konstrukcji rusztowań



Mgr inż. Piotr Kmieciak, BIS plettac Sp. z o.o.,
członek PIGR, doktorant Politechniki Wrocławskiej

Rusztowania budowlano-montażowe są konstrukcją tymczasową stosowaną niemal na każdej budowie. Spektrum zastosowań tego typu konstrukcji jest szerokie: od typowych rusztowań ramowych przyściennych, poprzez rusztowania ochronne, podporowe, po nie-szablonowe realizacje, jak tymczasowe hale przemysłowe, sceny, trybuny itp. Wszystkie te konstrukcje muszą posiadać dokumentację techniczną. W artykule opisano warunki, w których konstrukcja rusztowaniowa musi posiadać projekt techniczny. Przedstawiono również kwalifikacje, jakie należy posiadać, aby taki projekt wykonać oraz podstawowe wytyczne niezbędne dla wykonania projektu rusztowania.

Dokumentacja rusztowań

Obligatoryjność posiadania dokumentacji rusztowania reguluje m.in. § 108 rozporządzenia w sprawie bhp podczas wykonywania robót budowlanych [1]. Zgodnie z zawartym tam zapisem, rusztowania powinny być wykonane zgodnie z instrukcją producenta albo projektem indywidualnym. To, jaką dokumentację należy posiadać wynika z typu rusztowania oraz rodzaju konstrukcji jaką planujemy wykonać. Instrukcja producenta jest wystarczająca, gdy:

– do budowy stosuje się elementy rusztowania systemowego, podane przez producenta badaniom na zgodność z wymaganiami konstrukcyjnymi i materiałowymi,

określonymi w kryteriach oceny wyrobów pod względem bezpieczeństwa,

– konstrukcja rusztowania systemowego będzie typowa.

Jeżeli obydwa z tych warunków nie są jednocześnie spełnione, należy wykonać projekt indywidualny. Warto dodać, że przez **rusztowanie systemowe** rozumie się konstrukcję, w której wymiary siatki konstrukcyjnej są jednoznacznie narzucone poprzez wymiary elementów rusztowania.

Instrukcja montażu rusztowania, zwana niekiedy DTR-ką, zawiera m.in.:

- procedurę postępowania podczas prowadzenia montażu i demontażu rusztowania roboczego, zawierającą prawidłową kolejność czynności,
- plan montażu zawierający rysunki szczegółowe (schematy montażu),
- obciążenia wywierane przez rusztowanie robocze na jego fragmenty i na konstrukcję budowlą,
- informację o klasie rusztowania roboczego, liczbę płaszczyn roboczych, które można obciążać, oraz dozwoloną wysokość w zależności od warunków pracy,

 Instrukcja montażu i użytkowania rusztowania plettac Kombi SL70/SL100		Załącznik 7 BIS plettac Sp. z o.o. ul. Koszowska 10 50-001 Ostrzeszów
Opracował: Piotr Kraszkiewicz, Piotr Kmieciak Korekta wykonał: Grzegorz Górnicki Ostrzeszów - sierpień 2008 r.		
INSTRUKCJA MONTAŻU I UŻYTKOWANIA RUSZTOWANIA plettac Kombi SL70/SL100		
Spis treści		
Rozdział I. Zakres stosowania rusztowań systemowych plettac Kombi SL 70/100	3	
1.1. Zakres stosowania rusztowań systemu „plettac Kombi SL70/100”	3	
Rozdział II. Specyfikacja elementów rusztowań systemowych plettac Kombi SL 70/100	4	
2.1. Wypoczątkowanie podłożem	4	
2.2. Węzła	6	
2.3. Narzędzia	7	
2.4. Kotwy	7	
2.5. Poszerzenie rusztowań	8	
2.6. Przejścia	9	
2.7. Oskazy	10	
2.8. Duszki i siatki ochronne	11	
2.9. Złącza ochronne	12	
Rozdział III. Zasady montażu i demontażu rusztowań systemowych plettac Kombi SL 70/100	13	
3.1. Zasady montażu i demontażu rusztowań systemowych plettac Kombi SL 70/100	13	
BIS plettac Sp. z o.o.	Strona: 1	Stron: 22

Rys. 1. Przykład instrukcji montażu i eksploatacji rusztowania – system plettac SL

Tabela 1. Aktualne normy rusztowaniowe

Lp.	Numer normy	Tytuł normy	
1	PN-M-47900-1:1996	Rusztowania stojące metalowe robocze	Określenia, podział i główne parametry
2	PN-M-47900-2:1996		Rusztowania stojakowe z rur
3	PN-M-47900-3:1996		Rusztowania ramowe
4	PN-B-03163-1:1998	Konstrukcje drewniane – Rusztowania	Terminologia
5	PN-B-03163-2:1998		Wymagania
6	PN-B-03163-3:1998		Badania przy odbiorze
7	PN-EN 39:2003	Rury stalowe do budowy rusztowań	Warunki techniczne dostawy
8	PN-EN 12811-1:2007	Tymczasowe konstrukcje stosowane na placu budowy	Część 1: Rusztowania – Warunki wykonania i ogólne zasady projektowania
9	PN-EN 12811-2:2008		Część 2: Informacje o materiałach
10	PN-EN 12811-3:2003	Tymczasowe urządzenia budowlane	Część 3: Obciążenia badawcze (oryg.)
11	PN-EN 1298:2001	Przejezdne pomosty robocze	Zasady i wytyczne opracowywania instrukcji obsługi
12	PN-EN 12810-1:2010	Rusztowania elewacyjne z elementów prefabrykowanych	Część 1: Specyfikacje techniczne wyrobów
13	PN-EN 12810-2:2010		Część 2: Szczegółne metody projektowania konstrukcji
14	PN-EN 74-1:2006	Złącza, sworznie centrujące i podstawki stosowane w deskowaniach i rusztowaniach	Część 1: Złącza do rur – Wymagania i metody badań (oryg.)
15	PN-EN 74-2:2009		Część 2: Złącza specjalne – Wymagania i metody badań (oryg.)
16	PN-EN 74-3:2007		Część 3: Podstawki płaskie i sworznie centrujące – Wymagania i metody badań (oryg.)
17	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 (oryg.)

- szczegółową informację na temat sposobu łączenia i demontażu elementów rusztowania,
- informację na temat kotwienia rusztowania roboczego,
- inne ograniczenia.

Wymogi co do zawartości instrukcji podane są w punkcie 8 normy PN-EN 12811-1:2007 [2] oraz punkcie 9 normy PN-EN 12810-1:2010 [3]. Warto zwrócić uwagę, że jeżeli spełni się wszystkie wymagania zawarte w instrukcji, nie potrzeba wykonywać projektu. Z kolei pewne rozwiązania podane są na schematach montażu rusztowań typowych stanowią często załącznik do instrukcji. Przykładowo, instrukcja może posiadać ogólne sformułowanie: „obliczenia statyczne, wymagają konstrukcje rusztowań, w których przewiduje się stosowanie dźwigarów do przewieszów nad bramami”, jednak załącznikiem do instrukcji może być schemat pokazujący jak montować dźwigary dla konkretnej konfiguracji rusztowania. Aby rozróżnić, kiedy

występuje konieczność zapewnienia projektu wprowadzono następujące sformułowania [4]:

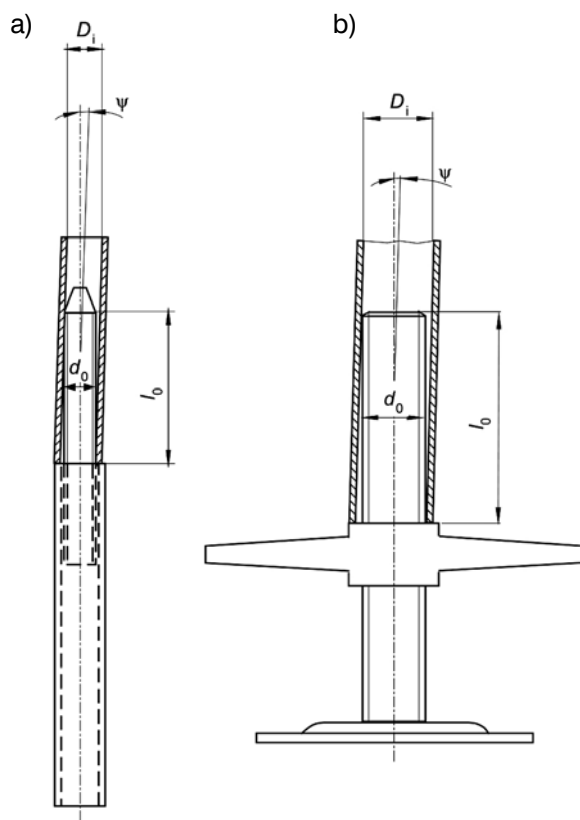
- **rusztowanie typowe** – to rusztowanie zmontowane zgodnie z konfiguracją i warunkami zawartymi w Instrukcji montażu i eksploatacji rusztowania, z elementów systemowych zawartych w tej instrukcji,
- **rusztowanie nietypowe** – to rusztowanie zmontowane w innej konfiguracji niż podana w Instrukcji montażu i eksploatacji rusztowania bądź z elementów niesystemowych.

Dopełnieniem tych definicji jest zapis w § 8c.1 rozporządzenia [5]: *W przypadku rusztowań, gdy ich dokumentacja zawierająca obliczenia dla wybranego rusztowania nie jest dostępna lub dokumentacja ta nie obejmuje zastosowanej konstrukcji rusztowania, należy wykonać obliczenia dotyczące ich wytrzymałości i stateczności, chyba że rusztowania są montowane zgodnie z ogólnie uznawanym standardem ich montażu.*

Projekt rusztowania

Projektowanie rusztowania to koncepcja i obliczenia mające na celu utworzenie schematu montażu. Rusztowania robocze powinny być projektowane pod kątem stabilności i możliwości eksploatacji. Oznacza to, że powinny one posiadać odpowiednią wytrzymałość do przenoszenia obciążeń oraz stateczność ogólną zabezpieczającą przed poślizgami bocznymi, wypiętrzeniem i przewróceniem. Koncepcje obliczeń odnoszą się do metody stanów granicznych, a stosować należy normy dotyczące projektowania konstrukcji (o ile normy dedykowane rusztowaniom nie stwierdzają inaczej). W tabeli 1 zestawiono aktualne normy pomocne przy projektowaniu rusztowań.

Pomimo, że projektowanie konstrukcji i elementów składowych rusztowania odbywa się na podstawie dobrze znanych konstruktorom norm dotyczących projek-



Rys. 2. Odchyłki kątowe w złączach pionowych [2]:
a) kąt odchylenia między stojakami rurowymi,
b) kąt odchylenia między stopą śrubową a stojakiem rurowym

towania konstrukcji stalowych, aluminiowych, drewnianych (zarówno polskich norm, jak i ich odpowiedników w postaci Eurokodów), pojawiają się istotne różnice w projektowaniu polegające na uwzględnieniu niedoskonałości połączeń. W pewnych przypadkach należy brać pod uwagę np. niedoskonałości ramy objawiające się odchyłkami kątowymi w złączach pomiędzy elementami pionowymi. Odchyłki te występują w złączach w stojaku rurowym (kąt odchylenia ψ), zarówno pomiędzy parą elementów rurowych połączonych trzpie-

niem na stałe związanym z jednym z elementów (rys. 2a), jak i pomiędzy stopą śrubową a elementem rurowym (rys. 2b).

Kolejną różnicą przy projektowaniu jest założenie odpowiedniej sztywności uwzględniające elementy łączące, np. złącza krzyżowe (rys. 3). Rzeczywiste zachowanie się łączników ujęte zależnością obciążenie – odkształcenie musi być włączone do założeń modelu tworzonego do potrzeb analizy.

W przypadku kiedy połączenia ze stojakami są wykonane za pomocą złączek prefabrykowanych, na przykład w systemie modułowym, należy określić charakterystykę moment–obrót dla połączeń: podłużnica–stojak lub poprzeczna–stojak. Powinno się wziąć pod uwagę wpływ odkształceń na wielkości wewnętrznych sił i momentów zginających. W przypadku dużego wyężenia konstrukcji należy posługiwać się analizą drugiego rzędu lub stosować analizę pierwszego rzędu z uwzględnieniem współczynników zwiększających. W skrajnych przypadkach wymaga to wykonania skompliko-

wanej analizy statycznej. Ogólne wytyczne wykonywania takiej analizy znajdują się w normie [6] bądź w nielicznych publikacjach, np. [7]. Po dokonaniu analizy statycznej należy sprawdzić czy wartości obliczeniowe od wpływu obciążeń nie przekraczają odpowiadających im wartości obliczeniowych wytrzymałości. Elementy rusztowań posiadają miejsca osłabione otworami oraz inne wynikające ze specyfiki połączeń. W związku z powyższym wytrzymałość elementu odczytuje się najczęściej z dokumentacji producenta.

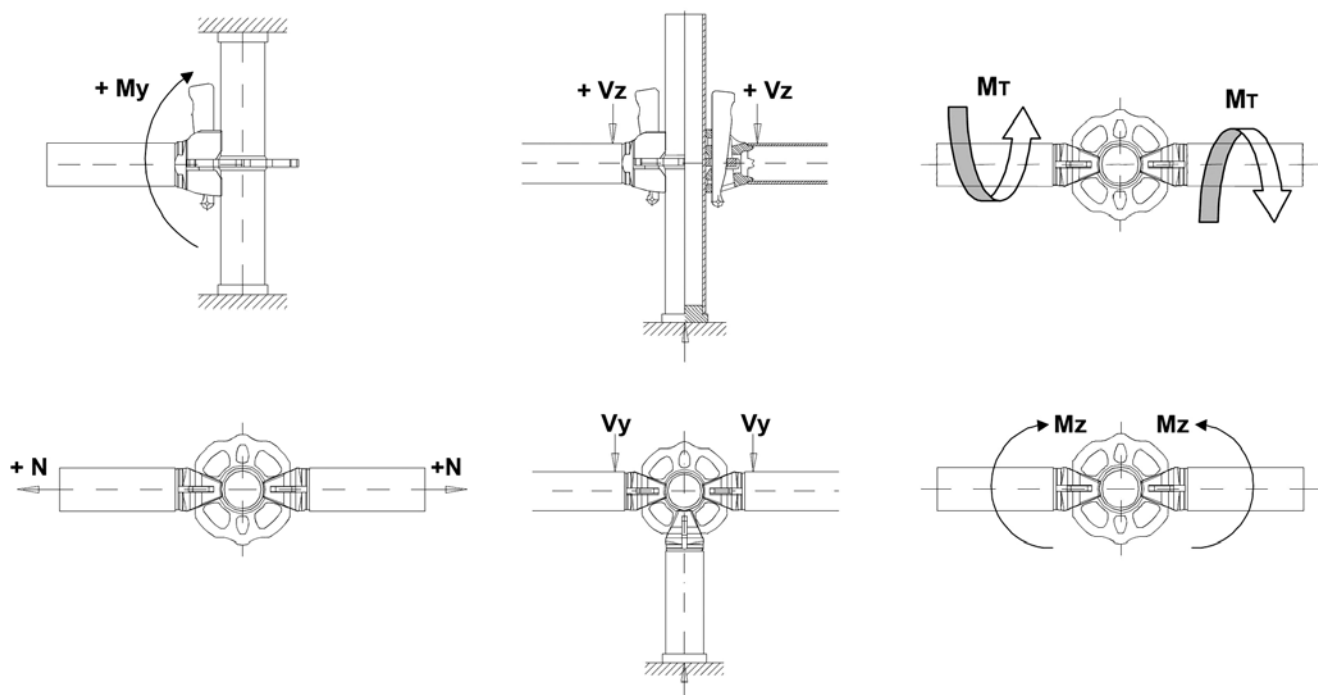
Osoba projektanta rusztowania

Podane przykłady wskazują, że wykonanie projektu rusztowania nie zawsze może być sprawą oczywistą. Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie [9], istnieje nawet specjalizacja techniczno-budowlana do projektowania lub kierowania robotami budowlanymi: rusztowania i deskowania wielofunkcyjne (w ramach specjalności konstrukcyjno-budowlanej). Można mieć jednak wątpliwości, czy ktokolwiek w Polsce taką specjalizację posiada, gdyż o nadanie specjalizacji techniczno-budowlanej może ubiegać się wyłącznie osoba posiadająca uprawnienia budowlane bez ograniczeń w specjalności, w której wyodrębniono tę specjalizację. Ponadto nadanie specjalizacji techniczno-budowlanej wymaga odbycia, po uzyskaniu uprawnień budowlanych, pięcioletniej praktyki we właściwej specjalności, w zakresie specjalizacji, przy sporządzaniu projektów, w przypadku specjalizacji do projektowania. Wynika z tego, że rusztowania może projektować osoba posiadająca uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, a posiadanie specjalizacji nie podwyższa tych uprawnień, lecz nadaje tylko prestiż bycia ekspertem w ramach danej specjalizacji.

Ostatnie statystyki mówią, że liczba członków zarejestrowanych



Rys. 3. Złącze krzyżowe z nakrętkami kołnierzowymi do rur o średnicy zewnętrznej 48,3 mm



Rys. 4. Siły wewnętrzne w węzłach rusztowania modułowego [8]

w Polskiej Izbie Inżynierów Budownictwa posiadających uprawnienia w branży budownictwa ogólnego wynosi 61 461 (stan na dzień 31 grudnia 2009 r., [10]). Niestety nie podano jaki procent z tych osób posiada uprawnienia do projektowania, ale można przypuszczać, że jest to kilkadziesiąt tysięcy osób. Jednak fakt posiadania uprawnień nie oznacza niestety, że każdy podejmie się projektowania konstrukcji rusztowaniowych. Jest to specjalistyczna wiedza, której raczej nie można zdobyć na studiach.

Podsumowanie

Konstrukcje stalowe montowane z elementów rusztowań wymagają specyficznego podejścia przy ich projektowaniu. Zasadniczą różnicą, w porównaniu do innych konstrukcji stalowych, jest wymiarowanie. Ogranicza się ono do sprawdzania nośności przekrojów, elementów oraz złączy. Projektant ma bardzo ograniczony wpływ na dobór przekrojów montowanych elementów, gdyż do zastosowania ma jedynie elementy systemowe rusztowań. Projektowanie

polega więc na takim doborze geometrii konstrukcji, aby siły wewnętrzne zostały „rozdzielone” w obiekcie w sposób zapewniający bezpieczeństwo. Standardową procedurą w przypadkach przekroczenia nośności elementów podczas projektowania konstrukcji na bazie rusztowań jest: zmiana geometrii struktury, zmniejszenie rozpiętości rygli (zagęszczenie liczby stojaków), zblokowanie elementów np. tworzenie słupów wielogałęziowych, skracanie długości wybojczy elementów poprzez np. zastosowanie rygli pośrednich. Wymaga to od projektanta nie tylko umiejętności projektowania standardowych konstrukcji stalowych, lecz również dogłębnej znajomości wybranego systemu rusztowań wraz z technologią ich montażu.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie ministra infrastruktury z 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. nr 47 poz. 401)
- [2] PN-EN 12811-1:2007 Tymczasowe konstrukcje stosowane na placu budowy. Część 1: Rusztowania. Warunki wykonania i ogólne zasady projektowania
- [3] PN-EN 12810-1:2010 Rusztowania

elewacyjne z elementów prefabrykowanych.

Część 1: Specyfikacje techniczne wyrobów

[4] Rusztowania budowlane. Nowoczesne

systemy rusztowań roboczych. Skrypt

do nauki zawodu monterów rusztowań.

Polska Izba Gospodarcza Rusztowań.

Poznań 2006

[5] Rozporządzenie ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej z 30 września 2003 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz. U. z 2003 r. nr 178 poz. 1745)

[6] PN-EN 12810-2:2010

Rusztowania elewacyjne z elementów

prefabrykowanych. Część 2: Szczególne

metody projektowania konstrukcji

[7] Misztela A., Rusztowania systemowe.

Przegląd systemów. Podstawowe

problemy projektowania i eksploatacji,

XXIII Ogólnopolska Konferencja

Warsztat Pracy Projektanta, Szczyrk, 5-8

marca 2008 r. Naprawa i wzmocnienie

konstrukcji budowlanych, Konstrukcje

Metalowe, Posadzki przemysłowe, Lekka

obudowa, Rusztowania. TOM II Wykłady.

Polski Związek Inżynierów i Techników

Budownictwa, Oddział w Katowicach

[8] Plettac Modulgerüst contour. Aufbau-

und Verwendungsanleitung. Ausgabe Juni

2003. plettac assco GmbH & Co.KG

[9] Rozporządzenie ministra

transportu i budownictwa z 28 kwietnia

2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji

technicznych w budownictwie (Dz. U.

z 2006 r. nr 83 poz. 578

[10] Sprawozdanie Krajowej Rady za rok 2009 (skrót). Inżynier Budownictwa Nr 06 (74) / 2010