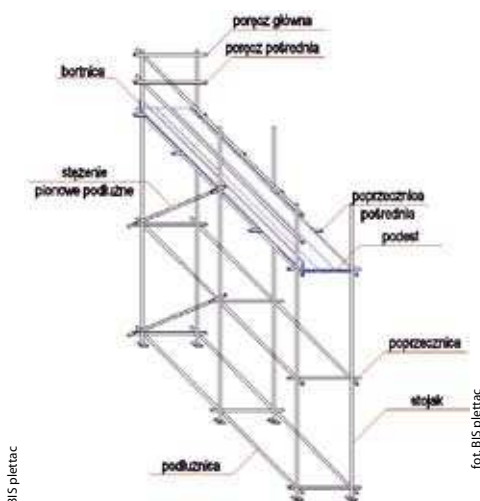


Błędy w montażu rusztowań

cz. 8 – rusztowania rurowe

W obiegowej opinii monterów rusztowań ten, kto umie montować rusztowania stojakowe z rur – umie montować każdy typ rusztowania. Rusztowania rurowo-złączkowe podlegają nieco innym wymaganiom, co rusztowania systemowe. W tym przypadku to monter decyduje od początku do końca o geometrii rusztowania, jednak powinien uwzględnić warunki brzegowe jakimi są: obciążenia zewnętrzne, sposoby lokalizacji węzłów (w tym połączenia wzdłużne rur), itp.

Na początek zostaną przedstawione wymagania normy [PN-M-47900-2 Rusztowania stojące metalowe robocze – Rusztowania stojakowe z rur]. Zgodnie z nią rusztowanie stojakowe to takie, którego podporami są pojedyncze pionowe słupy, zwane stojakami (rys. 1). Stojaki przenoszą na podłożu pionowe obciążenie własne i użytkowe rusztowania. Pozostałymi elementami konstrukcyjnymi są podłużnice, poprzecznice i stężenia. Podłużnica to poziomy element mocowany do stojaków wzdłuż dłuższego boku rusztowania bezpośrednio pod lub nad poprzecznicami. Natomiast poprzecznicą jest poziomym elementem mocowanym do stojaków prostopadłe do osi podłużnej rusztowania. Zarówno poprzecznice, jak i podłużnice, mogą służyć jako oparcie dla pomostów.



Rys. 1. Schemat rusztowania rurowego

Rozstaw stojaków, a więc i długość pól w kierunku podłużnym i poprzecznym rusztowania, zależy bezpośrednio od wielkości znamionowej (klasy obciążenia). Występuje tu prosta zależność: ze wzrostem obciążenia użytkowego maleje rozstaw stojaków w kierunku podłużnym. Maksymalna długość pól na takim rusztowaniu wynosi 2,50 m. Rozstaw stojaków w kierunku poprzecznym wynosi minimalnie 1,00 m a szerokość pomostu 0,90 m. Warunki rozstawu stojaków przedstawiono tabl. 1.



Fot. 1. Porównanie rusztowania rurowo-złączkowego z ramowym (rusztowanie w trakcie montażu)

Na elementy konstrukcyjne należy przeliczać rury stalowe o średnicy zewnętrznej 48,3 mm i grubości ścianki co najmniej 3,2 mm (lub rury aluminiowe o tej samej średnicy i grubości ścianki minimum 4,0 mm).

Wysokość każdej kondygnacji rusztowań stojakowych powinna wynosić $H = 2,00$ m licząc od wierzchu pomostu do wierzchu pomostu następnej kondygnacji. Dopuszcza się stosowanie mniejszych wysokości kondygnacji, jednak nie mniejszych niż 1,80 m. Wysokość kondygnacji może również być większa niż 2,00 m jeżeli wymagają tego

względy eksploatacyjne, lecz w żadnym wypadku nie może przekraczać:

$$H < 180 \cdot i \quad (1)$$

gdzie: i – promień bezwładności poprzecznego przekroju rury [cm].

Wymagania dotyczące minimalnej wysokości kondygnacji znajdują się w normie europejskiej [PN-EN 12811-1:2007 Tymczasowe konstrukcje stosowane na placu budowy – Część 1: Rusztowania – Warunki wykonania i ogólne zasady projektowania] – rys. 2. Minimalne wysokości nazwane są wysokością

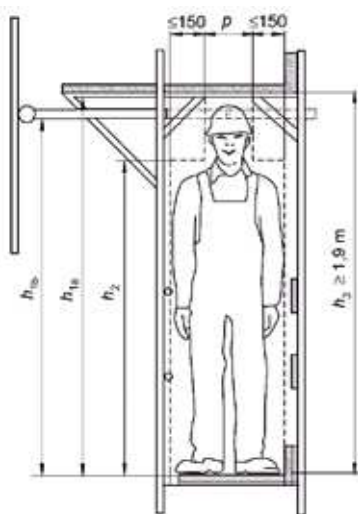
Tabl. 1. Siatka konstrukcyjna pozioma rusztowania stojakowego

Numer wielkości znamionowej	Obciążenie użytkowe pomostu [kPa]	Rusztowania stojakowe		
		Rozstaw stojaków w kierunku		Szerokość pomostu min. [m]
		podłużnym max. [m]	poprzecznym min. [m]	
1	0,75	2,50	1,00	0,9
2	1,50			
3	2,00			
4	3,00	2,00	1,00	
5	4,50			
6	6,00	1,50		

Tabl. 2. Siatka konstrukcyjna pionowa rusztowania stojakowego

Rodzaj rury	Przekrój minimalny	Promień bezwładności	Maksymalna wysokość kondygnacji
	mm	cm	cm
Stalowa	48,3 x 3,2	1,60	288
Aluminiowa	48,3 x 4,0	1,57	282

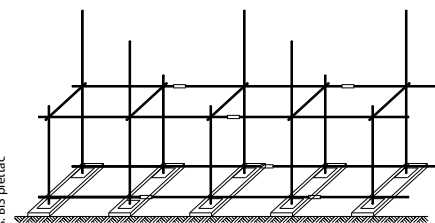
prześwitu i uwzględniają: poprzecznicę, wystające łączniki kotwiące, a także możliwość występowania wzmocnień w narożach ram. Rozrózniono dwie klasy prześwitu. Łączniki kotwiące należy tak rozmieszczać, aby odległość pomiędzy nimi, a pomostem roboczym, nie była mniejsza niż 1,75 m. Pozostałe wymagania zawarto w tabl. 3.



Rys. 2. Wysokość prześwitu wg PN-EN 12811-1

Stojaki i podłużnice rusztowania należy łączyć złączami wzdłużnymi możliwie najbliższ węzłów rusztowania. Stosuje się tu zasadę nie łączenia sąsiednich elementów w jednym przekroju. Złącza na sąsiednich podłużnicach powinny znajdować się

na różnych przęsłach, a połączenia na sąsiednich stojakach powinny odbywać się na różnych kondygnacjach (rys. 3).



Rys. 3. Zasada rozmieszczania połączeń wzdłużnych

Nie zaleca się stosować połączeń wzdłużnych na stojakach pierwszej kondygnacji oraz na stężeniach. W przypadku stosowania stężeń w układzie wielopłaszczyznowym należy pamiętać, iż największa swobodna długość rury nie powinna przekraczać:

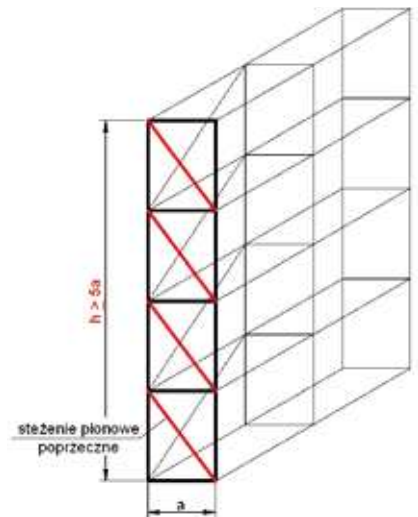
$$L < 350 \cdot i \quad (2)$$

np. dla rur 48,3x3,2mm --> $i = 1,60 \text{ cm}$ --> $L_{\max} = 350 \cdot 1,60 = 560 \text{ cm}$
 dla rur 48,3x4,0mm --> $i = 1,57 \text{ cm}$ --> $L_{\max} = 350 \cdot 1,57 = 549 \text{ cm}$

Dla zapewnienia komunikacji przez bramy, prześwity, przejścia, można stosować podwieszanie stojaków rusztowania. W przypadku zastosowania rur dopuszczalne jest podwieszenie tylko jednej pary stojaków (jeden stojak z rzędu zewnętrznego i jeden z wewnętrznego). W razie koniecz-

ności wyeliminowania większej liczby podpór należy zastosować dźwigar wspierający o niezbędnej wytrzymałości.

Zewnętrzne stojaki rusztowań przyściennych i wolno stojących należy łączyć stężeniami pionowymi na całej wysokości rusztowania. Jednak w przypadku montażu rusztowania wolno stojącego, którego wysokość jest większa niż 5 wielkości najmniejszego wymiaru poprzecznego (szerokości), należy również stężyć w płaszczyźnie pionowej prostopadłej do podłużnej osi rusztowania.



Rys. 4. Zasady stosowania stężeń pionowych poprzecznych

Układ stężeń powinien całkowicie zapewnić stateczność rusztowania, dając mu niezmienną kinetyczną od działania sił zewnętrznych, przy czym najniższy węzeł stężenia powinien być bezpośrednio nad podłożem.

Stężenia pionowe podłużne należy mocować złączami krzyżowymi do poprzecznic zamocowanych do stojaków (fot. 3), zaś stężenia pionowe poprzeczne – złączami



Fot. 2. Przykład rusztowania rurowego

Tabl. 3. Klasy prześwitu wg PN-EN 12811-1 (oznaczenia literowe na rysunku 2)

Klasa	Wysokość prześwitu w świetle		
	Pomiędzy strefami roboczymi h_3	Pomiędzy strefami roboczymi a poprzecznicami lub odciągami h_{1a}, h_{1b}	Minimalna wysokość prześwitu na poziomie barku h_2
H1	$h_3 > 1,90 \text{ m}$	$1,75 \text{ mm} \leq h_{1a} < 1,90 \text{ m}$ $1,75 \text{ mm} \leq h_{1b} < 1,90 \text{ m}$	$h_2 \geq 1,60 \text{ m}$
H2	$h_2 > 1,90 \text{ m}$	$h_{1a} \geq 1,90 \text{ m}$ $h_{1b} \geq 1,90 \text{ m}$	$h_2 \geq 1,75 \text{ m}$

p = szerokość prześwitu w świetle powinna być większą z liczb:
 - 300 mm;
 - odległość w świetle pomiędzy stojakami minus 450 mm

krzyżowymi do podłużnic zamocowanych do stojaków.

Przedłużanie stężeń może być wykonane tylko złączem wzdłużnym zdolnym do przenoszenia sił rozciągających stężenia. Złącza obrotowe można mocować tylko w przy-



Fot. 3. Szczegół połączenia stężenia do poprzecznicy



Fot. 4. Węzły rusztowania rurowo-złączkowego

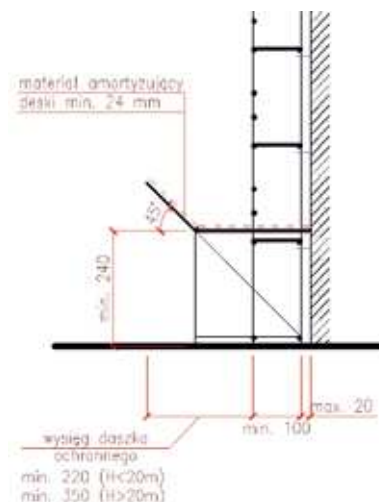
padku niemożności zastosowania złączy krzyżowych.

Pomosty układane z pojedynczych bali (desek) zaleca się opierać co najmniej na trzech poprzecznicach. Sztukowanie desek pomostowych może być wykonane wyłącznie na poprzecznicach. Przy sztukowaniu na zakład, długość zakładu z każdej strony poprzecznicy powinna wynosić co najmniej 20 cm. Należy pamiętać o wysokości sytuowania poręczy – w przypadku rusztowań rurowo-złączkowych poręcz główną mocuje się na wysokości 1,10 m, licząc od powierzchni pomostu do górnej powierzchni poręczy, natomiast pośrednią na wysokości 0,60 m, licząc jak wyżej. Jeżeli odległość pomostu od lica ściany jest nie większa niż 20 cm, wówczas od strony ściany nie jest wymagane montowanie poręczy. Dopuszcza się inny skuteczny sposób zabezpieczenia pomostów np. za pomocą mocnej siatki o oczkach nieprzekraczających 10 cm x 10 cm zamiast poręczy z rur. Każdy pomost roboczy należy zaopatrzyć od strony zewnętrznej w bortnice (krawężniki) o przekroju nie mniejszym niż 2,5 cm x 15 cm i długości większej od odległości między stojakami o co najmniej 40 cm.

Zasady rozmieszczenia komunikacji są takie same, jak w przypadku rusztowań systemowych. Zwykle jednak montuje się drabinki w środkowych polach rusztowania. Przynajmniej jedna podłużnica drabiny powinna wystawać nie mniej niż 750 mm ponad poziom pomostu roboczego, chyba że zastosowano inne środki umożliwiające bezpieczne wchodzenie. Pochylenie drabinki powinno być nie mniejsze niż 65 stopni w stosunku do poziomemu pomostu.

Rusztowanie usytuowane bezpośrednio przy drogach komunikacyjnych, tj. chodnikach, ulicach, drogach itp. powinno mieć daszki ochronne ze spadkiem w stronę

budowli pod kątem 45 stopni. Odległość daszka od podłoża nie powinna być mniejsza niż 2,40 m. Wysięg daszków ochronnych powinien wynosić, licząc od zewnętrznego rzędu stojaków, dla rusztowań o wysokości do 20 m – min. 2,20 m, a dla wysokości ponad 20 m – min. 3,50 m. Jest to dosyć rygorystyczny warunek, ponieważ chcąc zachować pochylenie całości daszka pod kątem 45 stopni należałoby podwieszać długie rury, co mogłoby skutkować utratą stateczności rusztowania. W związku z tym zaleca się w praktyce, aby pochylenie daszka zachowane było jedynie na jego końcowej części (rys. 5).



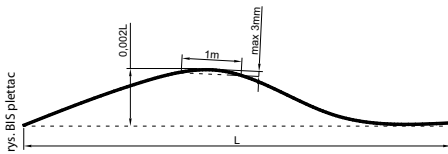
Rys. 5. Zasady konstruowania daszków ochronnych

Daszki nad przejściami i przejazdami powinny być szczelne, wykonane z desek grubości minimum 24 mm i przykryte materiałem amortyzującym upadek przedmiotu. Szerokość daszka powinna być większa niż szerokość przejścia lub przejazdu co najmniej o 1,0 m, a sam daszek powinien dotykać do ściany budowli. Stojaki podpierające konstrukcję daszków powinny być oddalone od krawężników ulicznych o minimum 0,80 m.

Istotnym problemem dla monterów rusztowań rurowych jest kontrola jakości elementów. Często nie wiedzą oni, jak w praktyce sprawdzić, czy stosowane rury mieszczą się w dopuszczalnych tolerancjach wymiarowych. Poniżej wymagania normy [EN 39: 2003, Rury stalowe dla rusztowań – Warunki techniczne dostawy] odnośnie rur rusztowaniowych.

Dopuszczalna odchyłka średnicy zewnętrznej rur stosowanych na budowę rusztowań wynosi +/- 0,5 mm (tabl. 4). Średnica wewnętrzna powinna być tak wykonana, aby można było wprowadzić w rurę wzdłużnicę o średnicy 37,7 mm i o długości przynajmniej 200 mm. Końce rur powinny być obcięte prostopadle do osi rury i powinny być

wolne od szkodliwych zadziorów. Odchyłka prostości na długości rury L nie powinna przekroczyć wartości $0,002L$. Odchyłka prostoliniowości na długości jednego metra nie powinna być większa niż 3 mm (rys. 6).



Rys. 6. Maksymalna odchyłka prostości na długości rury

Tabl. 4. Zestawienie dopuszczalnych odchyłek prostości na długości rury

Długość rury	Dopuszczalna odchyłka prostości na długości rury
m	mm
1,00	2
2,00	4
3,00	6
4,00	8
5,00	10
6,00	12

Pozostałe wymagania dotyczące rur opisano w cz. 7 dotyczącej błędów montażu – kwartalnik 1/2008.

Ze względu na stopień wkładu pracy monterów do montażu rusztowań rurowo-złączkowych, są one najbardziej podatne na błędy. Nie sposób tutaj wymienić wszystkich błędów montażu, gdyż są one



Fot. 5. Przykład rusztowania rurowego

najbardziej elementarne i jest ich wiele. Widząc rusztowania rurowo-złączkowe, z reguły spotykamy się z nieprawidłowym ułożeniem podestów (przerwy w pomostach roboczych) oraz brakiem oporęczowania. Zastosowanie bortnic jest w tych rusztowaniach rzadkością – wiąże to się trudnością wykonawczą (należy zastosować deski drewniane mocowane za pomocą specjalnych uchwytów lub złączy). Jednak rusztowania stojakowe z rur powinny spełniać takie same warunki bezpieczeństwa jak rusztowania systemowe.



Fot. 6. Przykłady błędów montażu rusztowań stojakowych z rur

Ku naszemu zdziwieniu rusztowania rurowo-złączkowe są nadal dosyć często stosowane w takich krajach jak: Wielka Brytania oraz Czechy. Między innymi dzięki powszechnemu stosowaniu tych ruszto-

wań, kraje te posiadają bardzo dobrze rozwinięty system szkoleń monterów. Chyba każdy przyzna, że zdobycie praktycznych umiejętności montażu tego typu rusztowań wymaga znacznie więcej czasu, w porównaniu z rusztowaniami systemowymi. Być może dlatego w Polsce występuje dosyć niska „kultura montażu” rusztowań rurowo-złączkowych (monter zdobywa uprawnienia po 80-godzinnych kursie oraz egzaminie, brak również stopniowości uprawnień: pomocnik monter, monter, brygadzysta, mistrz, itd.).

Przy rusztowaniach systemowych większość błędów jest wyeliminowana już na etapie tworzenia systemu rusztowania. Takie czynniki jak: z góry dobrana długość elementów, system ich połączeń, uniemożliwiają popełnienie błędów, które w przypadku rusztowań rurowo-złączkowych są powszechne.

Opracował:
mgr inż. Piotr Kmieciak
BIS plettac Sp. z o.o.
Doktorant Politechniki Wrocławskiej

Literatura:

- PN-EN 12811-1:2007 Tymczasowe konstrukcje stosowane na placu budowy – Część 1: Rusztowania – Warunki wykonania i ogólne zasady projektowania
- PN-EN 39:2003 Rury stalowe do budowy rusztowań – Warunki techniczne dostawy
- PN-M-47900-2:1996 Rusztowania stojące metalowe robocze – Rusztowania stojakowe z rur
- Rusztowania budowlano-montażowe. B. Ciechanowski, W. Domin, T. Kusz, S. Orzeł – Arkady, Warszawa 1979

Czesko-Morawska Izba Rusztowaniowa



Czesko-Morawska Izba Rusztowaniowa została założona jako dobrowolne zrzeszenie firm działających w branży rusztowań, mające osobowość prawną. Jest ona reprezentantem swoich członków i stanowi dla nich centrum koordynacyjne, nie ma określonych kierunków politycznych i nie ingeruje w samodzielność i osobowość prawną członków oraz ich działania biznesowe.

Należy zwrócić uwagę, że organizacja istnieje dopiero drugi rok. Na początku jej działania nawiązywały do zagadnień, którymi zajmowali się jej założyciele. Obecnie zakres zadań do zrealizowania jest już o wiele szerszy.

Gwarantami przy zakładaniu Izby byli przedstawiciele renomowanych organizacji i instytucji

– wydziału budownictwa Politechniki Czeskiej (Prof. Ing. František Wald), Komisji Normalizacyjnej nr 92 „Rusztowania” Czeskiego Instytutu Normalizacji (Inż. Svatopluk Vlasák) oraz Instytutu Bezpieczeństwa Pracy – (inż. Karel Škréta).

Organami kierującymi Izby są: zarząd oraz rada nadzorcza (licząca 5 członków). Przyjęto zasadę, że zarząd będzie się składał z niezależnych fachowców, a radę nadzorczą będą tworzyć przedstawiciele producentów i importerów rusztowań. Obecnie Izba nie ma zatrudnionego żadnego pracownika na etacie.

Działania Izby są głównie skierowane na podniesienie kwalifikacji członków, dostęp do najnowszych informacji z dziedziny rusztowań oraz konieczną obsługą techniczną. W celu dostępu do informacji utworzono serwis internetowy www.komoralesenaru.cz oraz zaprenumerowano

fachowe czasopismo „Technika budowlana” (Stavební technika), w którym problematyka rusztowań jest często podejmowana.



Fot. 1. Serwis internetowy Izby