ALTRAD Mostostal

Rusztowania modułowe ROTAX Plus

Dane pomocnicze do projektowania

2010

04 / 2010

SPIS TREŚCI

1. Wartości zbiorcze 4

2. Obciążenia dopuszczalne węzła ROTAX Plus 6

3. Interakcja stojaków rurowych z ryglami w węźle 9

4. Kombinacje obciążeń węzła 10

5. Stężenia pionowe 11

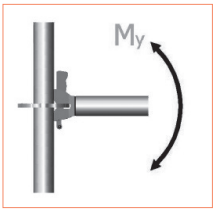
6. Stężenia poziome 12

7. Talerzyki kotwiące 12

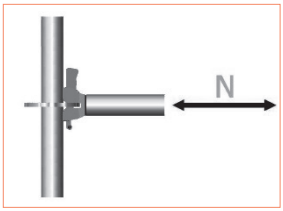
8. Warunki poprawnego montażu węzła 14

1. Wartości zbiorcze

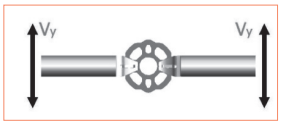
Wartości statyczne węzła ROTAX Plus



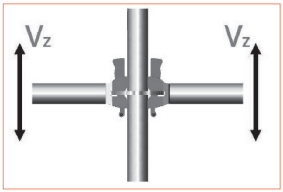
Moment zginający
$M_{y,R,d} = \pm 94$ kN/cm



Siła normalna (osiowa)
$N_{R,d} = \pm 29{,}2$ kN

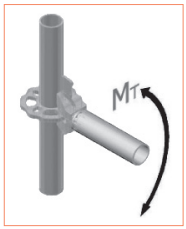


Pozioma siła poprzeczna
$V_{y,R,d} = \pm 9{,}27$ kN



Pionowa siła poprzeczna (złącze pojedyncze)
$V_{z,R,d} = \pm 29{,}3$ kN

Pionowa siła poprzeczna przenoszona przez tarczę otworową
$\sum V_{z,R,d} = \pm 82{,}4$ kN



Moment skręcający
$M_{T,R,d} = \pm 50{,}2$ kN/cm

Nośność użytkowa elementów systemu ROTAX Plus

Tab.1.

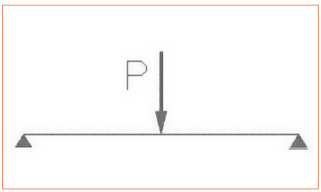
Nazwa elementu	Długość [m]	Indeks	Obciążenie skupione (P) w środku pola [kN]	Równomiernie rozłożone obciążenie odcinkowe (q) [kN/m]
O-rygiel	0,42	e 371804	14,9	84,0
O-rygiel	0,73	e 371807	7,29	19,9
O-rygiel	1,09	e 371810	5,76	6,0
O-rygiel	1,4	e 371814	4,58	4,9
O-rygiel	1,57	e 371815	2,95	2,53
O-rygiel	2,07	e 371820	2,24	1,44
O-rygiel	2,57	e 371825	1,8	0,7
O-rygiel	3,07	e 371830	1,51	0,65
U-rygiel	0,42	e 372404	16,1	60,2
U-rygiel	0,73	e 372407	9,1	16,65
O-rygiel wzmocniony	1,09	e 372210	8,96	10,9
U-rygiel wzmocniony	1,09	e 372410	11,18	13,7
U-rygiel wzmocniony	1,4	e 372414	8,7	8,28
U-rygiel wzmocniony	1,57	e 372415	7,74	6,53
O-rygiel podwójny	1,57	e 373615	12,52	15,9
O-rygiel podwójny	2,07	e 373620	9,51	9,17
O-rygiel podwójny	2,57	e 373625	7,6	5,95
O-rygiel podwójny	3,07	e 373630	6,4	4,17
U-rygiel podwójny	1,57	e 373515	12,6	16,12
U-rygiel podwójny	2,07	e 373520	9,6	9,28
U-rygiel podwójny	2,57	e 373525	7,7	6,0
U-rygiel podwójny	3,07	e 373530	6,4	4,22
Dźwigar ROTAX	0,5x2,57	e376725	15,5*	–
Dźwigar ROTAX	0,5x3,07	e376830	11,5*	–
Dźwigar ROTAX	0,5x2,57	e376725	27,5**	13,5 #
Dźwigar ROTAX	0,5x3,07	e376830	21,5**	11 #
Dźwigar ROTAX	0,5x4,14	e376841	17,3**	7,7 #
Dźwigar ROTAX	0,5x5,14	e376851	15,5**	5,3 #
Dźwigar ROTAX	0,5x6,14	e376861	10,8**	4,25 #

* Bez stabilizacji poprzecznej dźwigara na górnym pasie

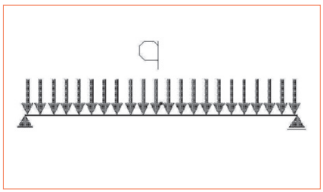
** Stabilizacja poprzeczna dźwigara w połowie długości górnego pasa

\# Stabilizacja poprzeczna dźwigara typowymi pomostami założonymi na górny pas na całej długości

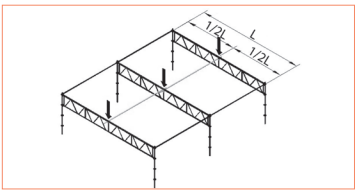
WĘZEŁ RUSZTOWANIOWY – DANE DO PROJEKTOWANIA



Obciążenie skupione



Obciążenie ciągłe



Stabilizacja górnego pasa dźwigara

Maksymalne obciążenia stojaków w konstrukcjach przestrzennych rusztowań

Tab. 2.

Stojaki brzegowe (zewnętrzne)												
Długość pola [m]	0,73		1,09		1,57		2,07		2,57		3,07	
Sposób stężania	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Dop. obciążenie pionowe [kN]	34,1	29,3	41,0	38,7	40,1	39,2	39,5	39,3	38,5	38,2	38,0	37,5
Stojaki środkowe (wewnętrzne)												
Długość pola [m]	0,73		1,09		1,57		2,07		2,57		3,07	
Sposób stężania	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Dop. obciążenie pionowe [kN]	34,1	29,3	43,0	38,7	45,0	43,0	45,2	43,3	44,5	43,2	43,2	40,5

X – jedno stężenie pionowe przypadające na co drugie pole

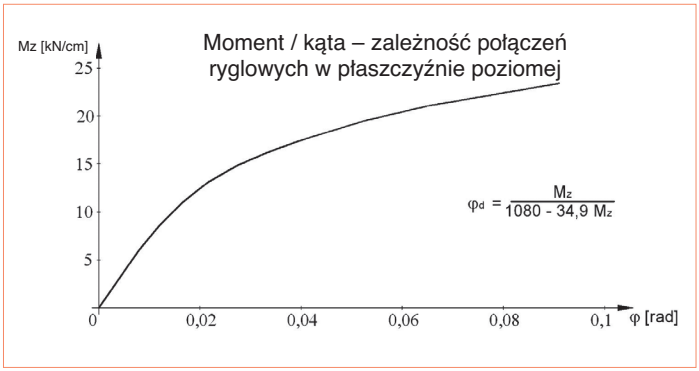
Y – jedno stężenie pionowe przypadające na co trzecie pole

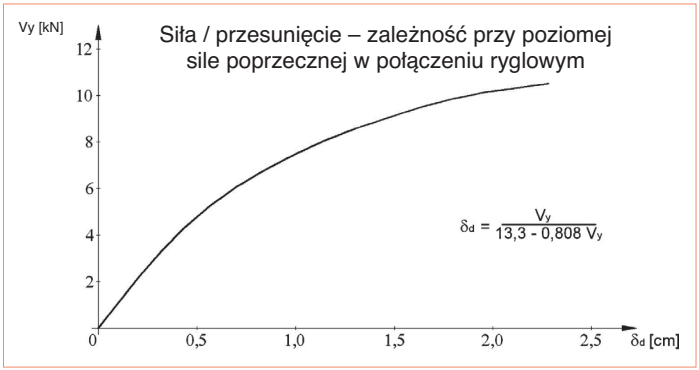
2. Obciążenia dopuszczalne węzła ROTAX Plus

Tab. 3.

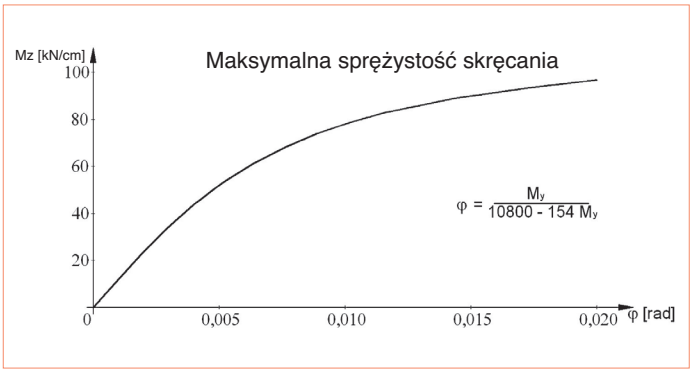
Rodzaj obciążenia	Wartość dopuszczalna
Moment zginający $M_{y,R,d}$ [kN/cm]	± 94
Pionowa siła poprzeczna $V_{z,R,d}$ [kN]	± 29,3
Moment zginający $M_{z,R,d}$ [kN/cm]	± 21,8
Pozioma siła poprzeczna $V_{y,R,d}$ [kN]	± 9,27
Moment skręcający $M_{T,R,d}$ [kN/cm]	± 50,2
Siła normalna $N_{R,d}$ [kN]	± 29,2

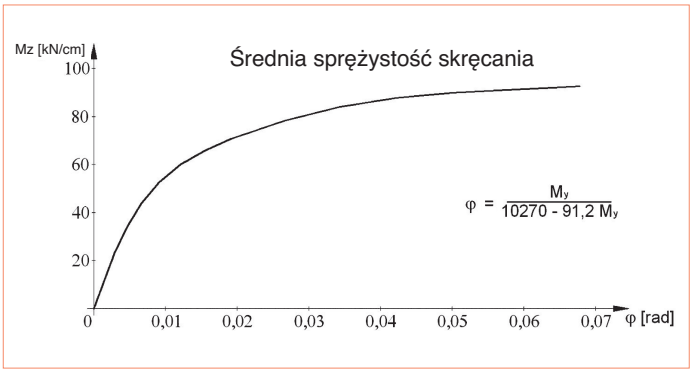
Charakterystykę statyczną dla pełnego zakresu obciążeń przedstawiają wykresy poniższe.

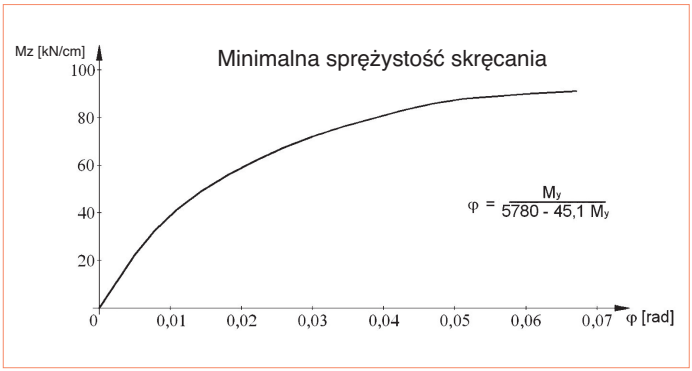




WĘZEŁ RUSZTOWANIOWY – DANE DO PROJEKTOWANIA







3. Interakcja stojaków rurowych z ryglami w węźle

Przy analizie połączeń tarcz kotwiących ze stojakami (analizie węzła) musi być spełniony warunek:

$$c \times I_A + d \times I_s \leq 1$$

c,d – współczynniki wg tabeli 4

Tab. 4.

Współczynnik	$0 \leq I_A \leq 0{,}5$	$0{,}5 \leq I_A \leq 0{,}895$	$0{,}895 \leq I_A \leq 1{,}0$
c	0	0,225	0,800
d	1,0	0,888	0,300

I_A – stopień wykorzystania węzła momentami zginającymi

$$I_A = M_y / M_{y,R,d}$$

gdzie:

M_y – czynny moment zginający

$M_{y,R,d}$ – dopuszczalny moment zginający wg tabeli 3

I_s – wektorowy stopień wykorzystania węzła w zakresie obciążeń talerzyków:

– dla $V_{act} \leq {}^1/_3$ obowiązuje: $I_s = a/b$

(a,b patrz rys. 1, gdzie b wynika z powiązania interakcyjnego),

– dla ${}^1/_3\ V_{act} \leq 0{,}9$ określony jest wektorowy stopień wykorzystania przy założeniu powiązania interakcyjnego odpowiadającego lewej części równania, DIN 4420-1:1990-12

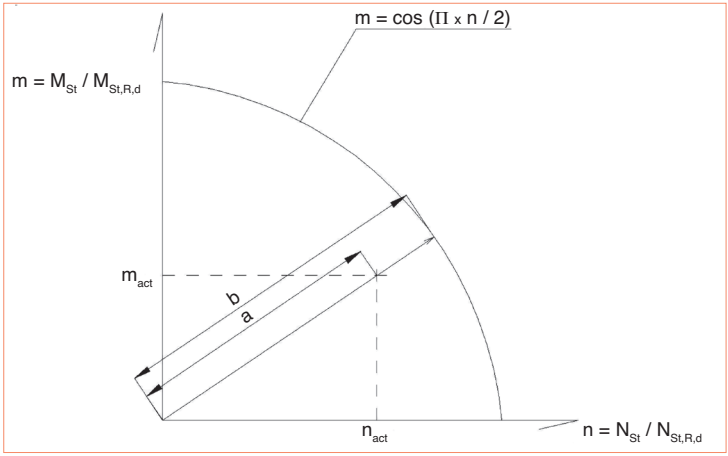
V_{act} – stopień wykorzystania węzła siłą osiową

$V_{act} = V_{st} / V_{St,R,d}$

V_{st} – czynna pionowa siła w stojakach rurowych

$V_{St,R,d}$ – dopuszczalna siła osiowa

$V_{St,R,d} = V_{pl,d} = 48{,}5$ kN



Wektorowy stopień wykorzystania w rurach stojaka:

m_{act} – stopień wykorzystania momentu zginającego

M_{St} – czynny moment zginający

$M_{St,R,d}$ – dopuszczalny moment zginający

$$M_{St,R,d} = M_{pl,d} = f_{y,d} \times \alpha_{pl} \times W_{el} = 175 \text{ kN/cm}$$

n_{act} – stopień wykorzystania siły osiowej

N_{St} – czynna siła normalna

$N_{St,R,d}$ – dopuszczalna siła normalna

$$N_{St,R,d} = N_{pl,d} = f_{y,d} \times A = 132 \text{ kN}$$

4. Kombinacje obciążeń węzła

Kombinacje obciążeń węzła muszą spełniać warunek:

$$N / N_{R,d} + M_y / M_{y,R,d} + V_z / V_{z,R,d} + M_z / M_{z,R,d} + V_y / 29{,}4 + M_T / M_{T,R,d} \leq 1$$

gdzie:

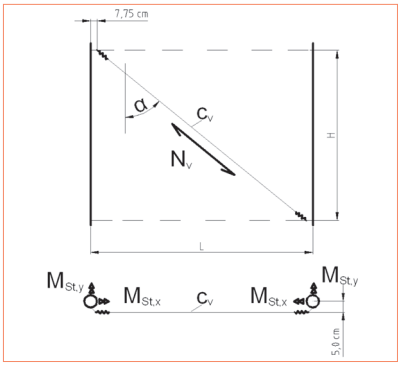
N, M_y, V_z, M_z, V_y, M_T – obciążenia rzeczywiste połączeń ryglowych

$N_{R,d}$, $M_{y,R,d}$, $V_{z,R,d}$, $M_{z,R,d}$, $M_{T,R,d}$ – obciążenia dopuszczalne wg tabeli 3

5. Stężenia pionowe

W zależności od kierunku obciążenia (ściskanie, rozciąganie) oraz długości stężenia można określić sztywność zastępczą stężenia poziomego przy uwzględnieniu mimośrodu, jak na szkicu poniżej.

Momenty zginające w węźle:



$$M_{St,x} = 5{,}0 \text{ cm} \times N_v \times \cos\alpha$$
$$M_{St,y} = 7{,}75 \text{ cm} \times N_v \times \cos\alpha$$

Dla stężeń należy udowodnić warunek:

$$(N_v / N_{V,R,d}) \leq 1$$

gdzie:

N_v – czynna siła rozciągająca lub ściskająca stężenie

$N_{V,R,d}$ – dopuszczalna siła rozciągająca lub ściskająca stężenie

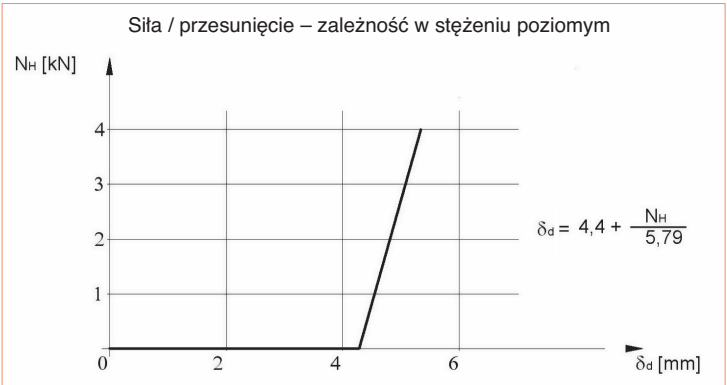
Sztywność $C_{v,d}$ i wartość obciążenia $N_{V,R,d}$:

Tab. 5.

	Wys. pola [m]	Dł. pola [m]	Sztywność $C_{V,d}$ [kN/cm]	Siła normalna $N_{V,R,d}$ [kN]
Rozciąganie	2,0	0,73	7,73	21,4
	2,0	1,09	7,5	
	2,0	1,57	7,15	
	2,0	2,07	6,85	
	2,0	2,57	6,59	
	2,0	3,07	6,4	
Ściskanie	2,0	0,73	6,81	20,8
	2,0	1,09	6,55	17,6
	2,0	1,57	5,93	13,9
	2,0	2,07	5,18	11,1
	2,0	2,57	4,45	9,0
	2,0	3,07	3,78	7,5

6. Stężenia poziome

Przy analizie konfiguracji rusztowania należy uwzględnić sztywności poziomych stężeń wg schematu.



N_H – czynna siła osiowa $N_{H,R,d}$ – dopuszczalna siła osiowa

Wartość obciążenia stężeń poziomych

Tab. 6.

Sposób obciążenia	Obciążenie dopuszczalne $N_{H,R,d}$
Siła rozciągająca lub ściskająca	± 4,07 (kN)

7. Talerzyki kotwiące

Połączenia dwóch rygli (A i B) w bezpośrednio sąsiadujących otworach

Dla takiego połączenia musi być spełniony warunek:

$$([N^{A(+)} + N^{B(+)} + M^{A}_{Y} / e + M^{B}_{Y} / e] / N_{R,d})^2 + ([V^{A}_{z} + V^{B}_{z}] / 34,9)^2 \leq 1$$

gdzie:

$N^{A(+)} + N^{B(+)}$ – czynna siła normalna (uwzględniać tylko dla siły rozciągającej) w węźle (rygiel A i B)

M^{A}_{Y}, M^{B}_{Y} – czynny moment zginający w węźle (rygiel A i B)

e – ramię dźwigni, e = 0,0305 m

V^A_z, V^B_z – czynna pionowa siła poprzeczna w węźle (rygiel A i B)

$N_{R,d}$ – dopuszczalna siła normalna wg tabeli 3

Warunek sprawdzany jest każdorazowo parami rygli po obwodzie węzła.

Połączenia rygli (A) i stężeń pionowych w bezpośrednio sąsiadujących otworach

Dla takiego połączenia musi być spełniony warunek:

$$\left[\frac{N^{A(+)} + \frac{M^{A(+)}_Y}{e} \times 0{,}707 \times \sin\alpha \times N^{(+)}_V + 1{,}64 \times \cos\alpha \times N_V}{N_{R,d}}\right]^2 + \left[\frac{V^A_z + \cos\alpha \times N_V}{34{,}9}\right]^2 \leq 1$$

gdzie:

$N^{A(+)}$, V^A_z, $N_{R,d}$ – opis jak wyżej

$N^{(+)}_V$ – czynna siła osiowa w stężeniach pionowych (tylko dla sił rozciągających)

N_V – czynna siła osiowa w stężeniach pionowych

α – kąt pomiędzy stężeniami pionowymi a stojakami (patrz szkic w rozdziale 5).

Warunek sprawdzany jest każdorazowo parami po obwodzie węzła.

$$([N^{A(+)} + N^{B(+)} + M^A_Y / e + M^B_Y / e] / N_{R,d})^2 + ([V^A_z + V^B_z] / 34{,}9)^2 \leq 1$$

$$\left[\frac{N^{A(+)} + \frac{M^{A\,(+)}_Y}{e} \times 0{,}707 \times \sin\alpha \times N^{(+)}_V + 1{,}64 \times \cos\alpha \times N_V}{N_{R,d}}\right]^2 + \left[\frac{V^A_z + \cos\alpha \times N_V}{34{,}9}\right]^2 \leq 1$$

$$\left[\frac{N^{A(+)} + \frac{M^{A(+)}_Y}{e} \times 0{,}707 \times \sin\alpha \times N^{(+)}_V + 1{,}64 \times \cos\alpha \times N_V}{N_{R,d}}\right]^2 + \left[\frac{V^A_z + \cos\alpha \times N_V}{34{,}9}\right]^2 \leq 1$$

V^A_z, M^A_Y

$$\left[\frac{N^{A(+)} + N_H + \frac{M^A_Y}{e}}{N_{R,d}}\right]^2 + \left[\frac{V^A_z}{V_{z,R,d}}\right]^2 \leq 1$$

Połączenia rygli (A) i stężeń poziomych w bezpośrednio sąsiednich otworach

Dla takiego połączenia musi być spełniony warunek:

$$\left[\frac{N^{A(+)} + N_H + \frac{M_Y^A}{e}}{N_{R,d}}\right]^2 + \left[\frac{V_z^A}{V_{z,R,d}}\right]^2 \leq 1$$

gdzie:

$N^{A(+)}$, V_z^A, M_Y^A, $N_{R,d}$, e – opis jak wyżej

N_H – czynna siła osiowa w stężeniu poziomym

$V_{z,R,d}$ – wartość z tabeli 3

Warunek sprawdzany jest każdorazowo parami po obwodzie węzła.

Połączenia rygli i stężeń w dowolnych otworach

Dla takiego połączenia musi być spełniony warunek:

$$\sum V_z / \sum V_{z,R,d} \leq 1$$

gdzie:

V_z – suma wszystkich talerzyków, na które działają pionowe siły poprzeczne (wyłączając pionowe składowe stężeń pionowych)

$V_{z,R,d}$ = 82,4 kN – wartość obciążeń talerzyków od pionowych sił poprzecznych

8. Warunki poprawnego montażu węzła

- na każdy talerzyk kotwiący przypada maks. 8 prętów,
- kliny z główką są zabijane młotkiem o wadze 500 g,
- do montażu użyte są tylko elementy pełnowartościowe, nieuszkodzone,
- montaż ogólny rusztowania przeprowadzony jest zgodnie z wytycznymi instrukcji montażu.

ALTRAD-Mostostal Spółka z o.o.
tel. 801 ALTRAD (801 2 5 8 7 2 3)
tel. +48 25 644 82 93, fax +48 25 644 62 62
ul. Starzyńskiego 1, 08-110 Siedlce

www.altrad-mostostal.pl