

ZAŁĄCZNIK 1.

OBLICZENIA STATYCZNE ELEMENTÓW PRĘTOWYCH KONSTRUKCJI DACHU W NAWACH O ROZPIĘTOŚCI 30 m i 24 m

Z1.1. Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe

- Zestawienie obciążeń na 1m² dachu od warstw pokrycia:

	g_k [kN/m ²]	γ_f	g [kN/m ²]
blacha fałdowa T55x188, t=1,0mm	= 0,121	x 1,1	= 0,133
paroizolacja	= 0,100	x 1,2	= 0,120
styropian samogasnący (30kg/m ³) 15 cm	= 0,045	x 1,2	= 0,054
płatwie dachowe dystansowe C100x50x5	= 0,030	x 1,1	= 0,033
blacha fałdowa Ekotal 42x200x1000, gr.1,0mm	= 0,110	x 1,1	= 0,121
Razem	$g_k = 0,406$ kN/m ²		$g = 0,461$ kN/m ²

Obciążenie śniegiem

Dębica : 2 strefa obciążenia śniegiem, A = 188,4 m.n.p.m.

Ze względu na małe spadki dachu, przyjęto, że obciążenie śniegiem jest równomiernie rozłożone na całej połaci dachu.

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

$$C = 0,8$$

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,9 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,72 \cdot 1,5 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie technologiczne

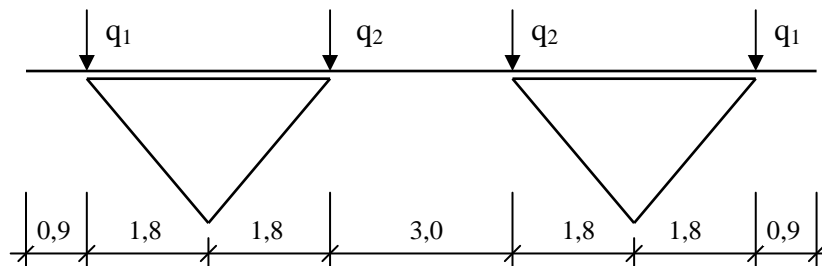
Obciążenie technologiczne (instalacje wentylacyjne, oświetlenowe, itp.) przyjęto jako równomiernie rozłożone o wartości charakterystycznej:

$$p_{k1} = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

$$p_1 = p_{k1} \cdot \gamma_f = 0,2 \cdot 1,4 = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

W obliczeniach założono, że obciążenie to będzie przykładane do górnych pasów dźwigarów.

Obciążenia w programie Robot



Rys. Z1-1 Schemat obciążeń górnych pasów więźarów w programie Robot. Wymiary podano w [m].

W programie Robot przyjęto następujące obciążenia podstawowe:

1. Ciężar własny konstrukcji prętowej.

To obciążenie program uwzględni automatycznie po zadaniu przekrojów poprzecznych prętów i określeniu ciężaru objętościowego materiału.

2. Obciążenie stałe 1.

Obciążenie to pochodzi od warstw pokrycia dachu. Charakterystyczne obciążenie ciągłe wynosi: $g_{k1} = 0,406 \cdot 2,7 = 1,10 \text{ kN/m}$, $g_{k2} = 0,406 \cdot 3,3 = 1,52 \text{ kN/m}$. Średni współczynnik obciążenia dla obu obciążeń wynosi $\bar{\gamma}_f = 1,135$.

3. Obciążenie śniegiem.

Charakterystyczne obciążenie ciągłe pasa górnego $S_{k1} = 0,72 \cdot 2,7 = 2,92 \text{ kN/m}$, $S_{k2} = 0,72 \cdot 3,3 = 3,56 \text{ kN/m}$. Współczynnik obciążenia śniegiem wynosi $\gamma_f = 1,5$.

4. Obciążenie technologiczne

Charakterystyczne obciążenie ciągłe pasa górnego $p_{k1} = 0,20 \cdot 2,7 = 0,54 \text{ kN/m}$, $p_{k2} = 0,20 \cdot 3,3 = 0,66 \text{ kN/m}$. Dla tego obciążenia współczynnik obciążenia wynosi $\gamma_f = 1,4$.

Obciążenia z indeksem 1 są przykładane do górnych, zewnętrznych pasów kratownic - leżących bliżej osi modułarnych obiektu - a obciążenia z indeksem 2 są przykładane do górnych, wewnętrznych pasów kratownic (rys. Z1-1).

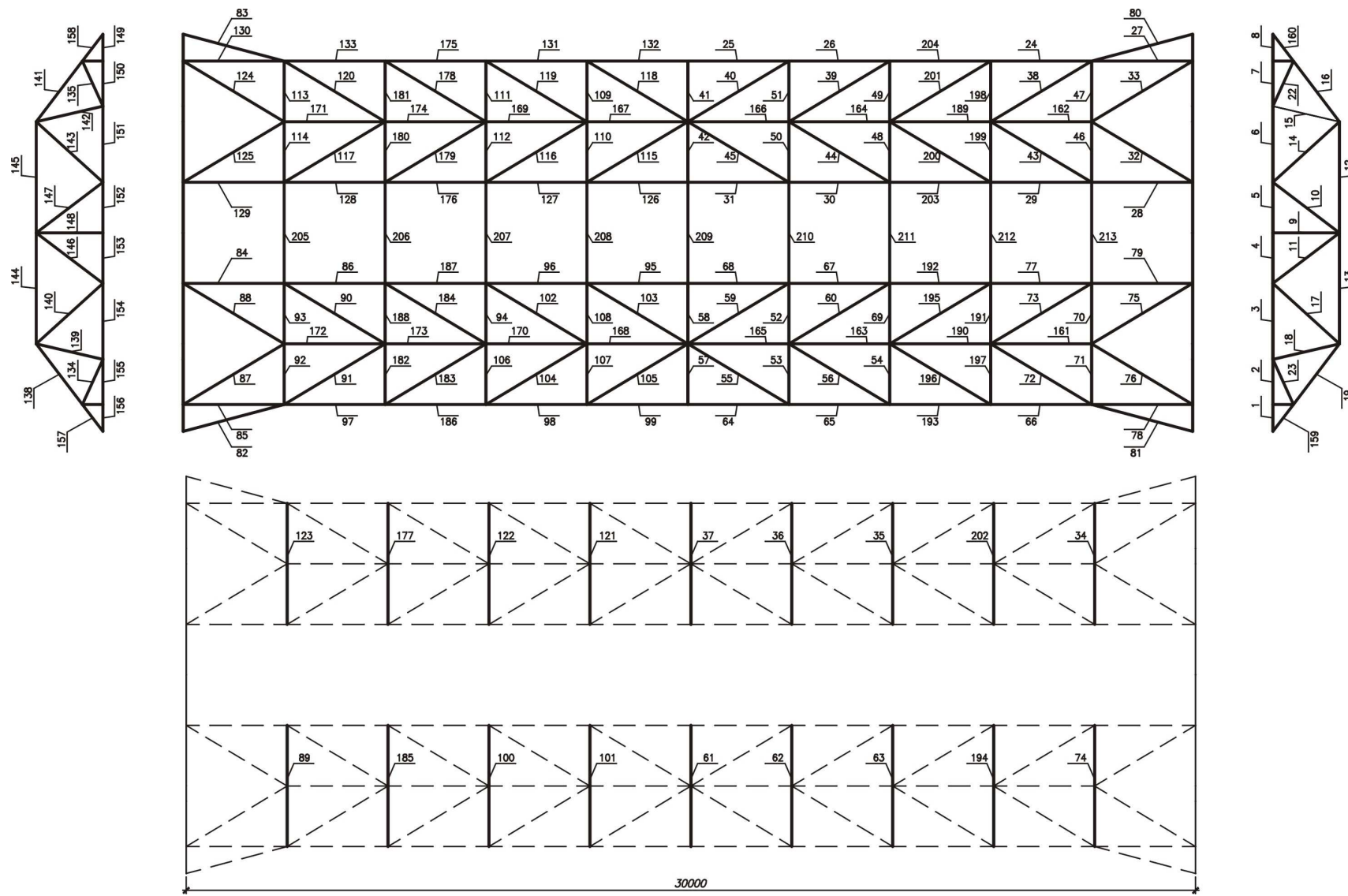
Z1.2. Obliczenia statyczne w programie Robot

W programie Robot modelowano oddzielnie konstrukcję prętową dachu dla rozpiętości 30 m i 24 m. Każdy z modeli składał się z dwóch wiązarów (o rozpiętości 30 m lub 24 m) opartych na dwóch podciągach kratowych. Schemat modelu obliczeniowego nawy o rozpiętości 30 m wraz z numeracją prętów przedstawiono na rys. Z1-2, a nawy o rozpiętości 24 m na rys. Z1-3.

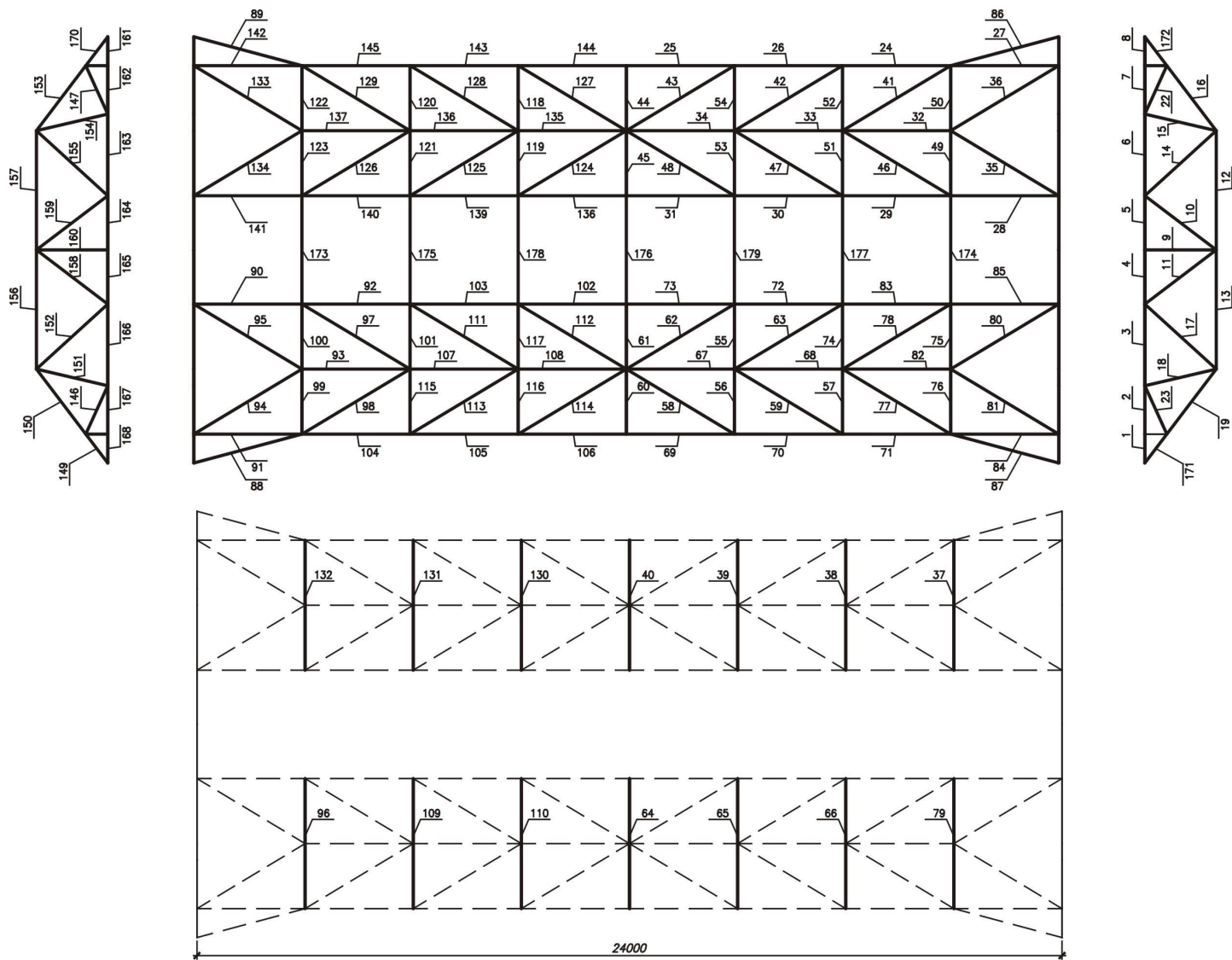
Rozstawy prętów i ich przekroje poprzeczne przyjęto zgodnie z własnymi pomiarami inwentaryzacyjnymi. Na rysunku Z1-4 przedstawiono oznaczenia prętów pojedynczych krat przestrzennych dla nawy 30 m i 24 m. Pasy krat, jak i duża część odpowiadających sobie prętów skratowania są takie same dla krat różnej rozpiętości (rys. 4). Na rysunku Z1-5 przedstawiono oznaczenia prętów pojedynczego podciągu kratowego. Z pomiarów wynika, że pręty podciągów będących podporami wiązarów w nawie 30 m, są takie same jak i w nawie i 24 m.

Obliczenia statyczne w programie Robot przeprowadzono w Firmie ATP s.c. E.W. Piško, Rzeszów, ul. Dukielska 6/6.

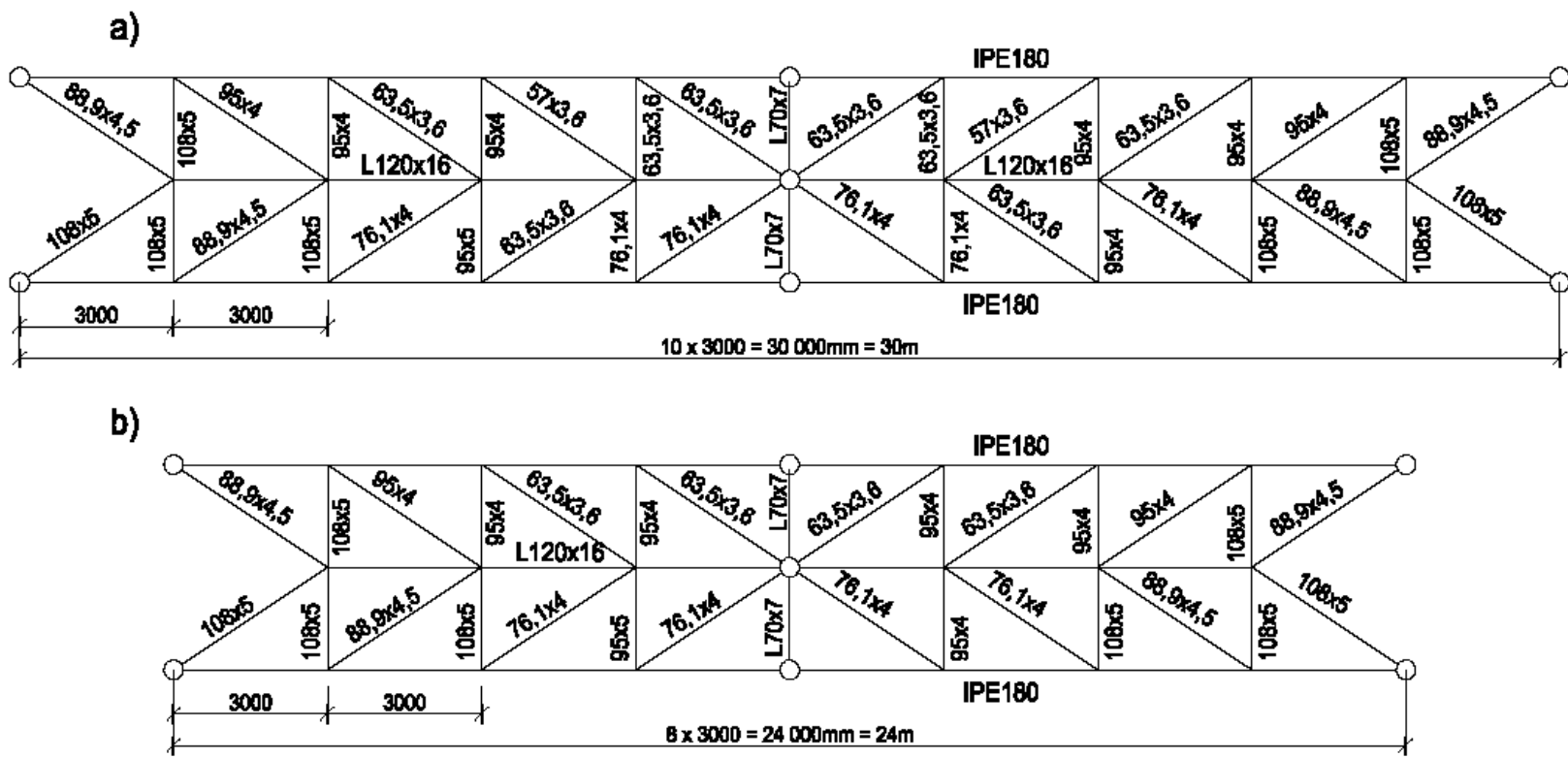
Wyniki obliczeń statycznych – wartości sił wewnętrznych w prętach krat, oraz warunki nośności prętów – podano w tablicach w załączniku Z2.



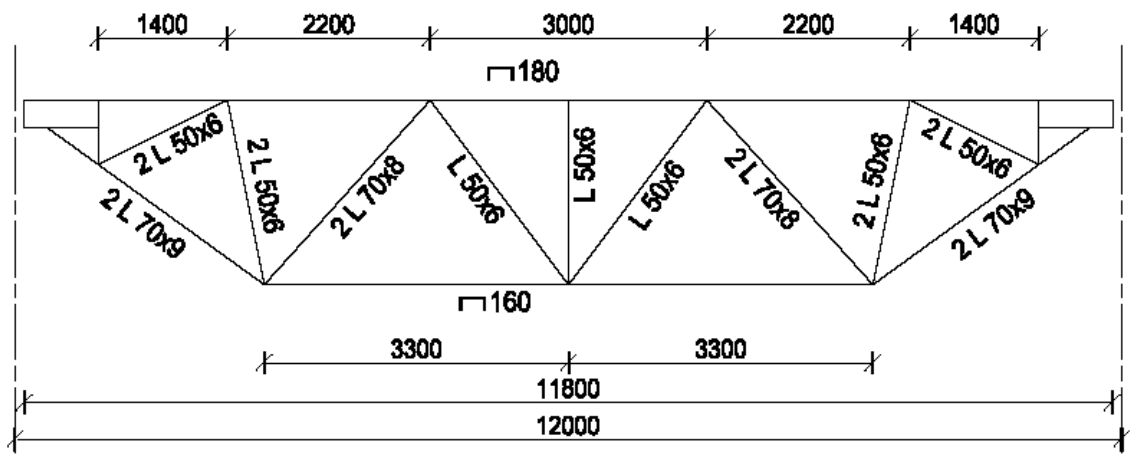
Rys. Z1-2 Schemat modelu obliczeniowego nawy o rozpiętości 30 m wraz z numeracją prętów.



Rys. Z1-3 Schemat modelu obliczeniowego nawy o rozpiętości 24 m wraz z numeracją prętów.



Rys. Z1-5 Oznaczenia prętów podciągów więźarów: a) o rozpiętości 30 m, b) o rozpiętości 24 m.



Rys. Z1-5 Oznaczenia prętów podciągów.

ZAŁĄCZNIK 2.

SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

Sprawdzenie nośności elementów przeprowadzono według normy PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenie nośności dla różnych wariantów obciążenia śniegiem zamieszczono w tablicach poniżej.

Z2.1. Wiązar kratowy o rozpiętości 30 m

Zamieszczone w tablicach numery prętów pokazano na rys. Z1-2.

Tablica Z2-1. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności **zewnątrznego** pasa ściskanego. Wyboczenie względem osi x-x, z uwzględnieniem momentów zginających, bez zwichrzenia.

Pas górny z dwuteownika IPE 180					
Numer pręta	130	133	175	131	132
A [cm ²]	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
W [cm ³]	146	146	146	146	146
i _x [cm]	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42
l _{ex} [cm]	300	300	300	300	300
λ	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4
λ_p	84	84	84	84	84
$\bar{\lambda}$	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
φ	0,974	0,974	0,974	0,974	0,974
N _{RC} [kN]	514	514	514	514	514
N [kN]	96	171	223	255	268
M _R [kNm]	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4
M [kNm]	3,49	3,98	3,1	2,42	2,89
warunek nośności W	0,30	0,47	0,54	0,59	0,63

Warunek nośności $W < 1$. Nośność pasa jest wystarczająca.

Tablica Z2-2. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności **wewnętrznego** pasa ściskanego. Wyboczenie względem osi x-x, z uwzględnieniem momentów zginających, bez zwichrzenia.

Pas górny z dwuteownika IPE 180					
Numer pręta	129	128	176	127	126
A [cm ²]	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
W [cm ³]	146	146	146	146	146
i _x [cm]	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42
l _{ex} [cm]	300	300	300	300	300
λ	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4
λ _p	84	84	84	84	84
$\bar{\lambda}$	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
φ	0,974	0,974	0,974	0,974	0,974
N _{RC} [kN]	514	514	514	514	514
N [kN]	113	198	258	293	305
M _R [kNm]	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4
M [kNm]	4,81	5,33	3,61	3,38	3,98
warunek nośności W	0,38	0,56	0,63	0,69	0,74

Warunek nośności $W < 1$. Nośność pasa jest wystarczająca.

Tablica Z2-3. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenie nośności pasa rozciąganego.

Pas dolny z kątownika L120x16				
Numer pręta	171	174	169	167
A [cm ²]	35,8	35,8	35,8	35,8
N _{RC} [kN]	770	770	770	770
N [kN]	210	368	481	548
warunek nośności W	0,27	0,48	0,63	0,71

Warunek nośności $W < 1$. Nośność pasa jest wystarczająca.

Tablica Z2-4. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności ściskanych słupków kraty **zewnętrznej** wiażara.

Profil pręta	RO 108x5	RO 95x4	RO 95x4	RO 63,5x3,6
Numer pręta	113	181	111	109
A [cm]	16,2	11,4	11,4	6,77
i [cm]	3,65	3,22	3,22	2,12
l_e [cm]	300	300	300	300
λ	82	93	93	142
λ_p	85	85	85	85
$\bar{\lambda}$	0,97	1,10	1,10	1,66
φ	0,670	0,588	0,588	0,323
N_{RC} [kN]	340	239	239	142
N [kN]	95,1	71,9	51,9	30,9
warunek nośności W	0,42	0,51	0,37	0,67

Warunek nośności $W < 1$. Nośność słupków jest wystarczająca.

Tablica Z2-5. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności ściskanych słupków kraty **wewnętrznej** wiażara.

Profil pręta	RO 108x5	RO 108x5	RO 95x4	RO 76,1x4
Numer pręta	114	180	112	110
A [cm]	16,2	16,2	11,4	9,06
i [cm]	3,65	3,65	3,22	2,55
l_e [cm]	300	300	300	300
λ	82	82	93	118
λ_p	85	85	85	85
$\bar{\lambda}$	0,97	0,97	1,10	1,38
φ	0,670	0,670	0,588	0,432
N_{RC} [kN]	340	340	239	190
N [kN]	110,6	83,6	59,1	34,4
warunek nośności W	0,49	0,37	0,42	0,42

Warunek nośności $W < 1$. Nośność słupków jest wystarczająca.

Tablica Z2-6. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności rozciąganych krzyżulców kraty **zewnętrznej** wiażara.

Profil pręta	RO 88,9x4,5	RO 95x4	RO 63,5x3,6	RO 57x3,6	RO 63,5x3,6	L70x7
Numer pręta	124	120	178	119	118	41
A [cm ²]	11,9	11,4	6,77	6,04	6,77	9,4
N_{RC} [kN]	250	239	142	127	142	202
N [kN]	133	102	72,5	44,4	16,9	12,4
warunek nośności W	0,53	0,42	0,51	0,35	0,12	0,06

Warunek nośności $W < 1$. Nośność krzyżulców jest wystarczająca.

Tablica Z2-6. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności rozciąganych krzyżulców kraty **wewnętrznej** wiazara.

Profil pręta	RO 108x5	RO 88,9x4,5	RO 76,1x4	RO 63,5x3,6	RO 76,1x4	L 70x7
Numer pręta	125	117	179	116	115	42
A [cm ²]	16,2	11,9	9,06	6,77	9,06	9,4
N _{RC} [kN]	340	250	190	142	190	202
N [kN]	156	116	83,7	48,2	17,1	12,7
warunek nośności W	0,46	0,47	0,44	0,34	0,09	0,06

Warunek nośności $W < 1$. Nośność krzyżulców jest wystarczająca.

Z2.2. Podciąg kratowy o rozpiętości 12 m wiazara nawy 30 m.

Zamieszczone w tablicach numery prętów pokazano na rys. Z1-2.

Tablica Z2-7. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności ściskanych elementów podciągu.

Profil pręta	C180	C180	C180	2L70x8	2L50x6
Numer pręta	2	3	4	17	18
A [cm]	28	28	28	21,2	11,4
i _{min} [cm]	2,02	2,02	2,02	2,66	1,89
l _e [cm]	140	220	150	265	199
λ	69,3	108,9	74,3	99,6	105
λ_p	84	84	84	85	86
$\bar{\lambda}$	0,83	1,30	0,88	1,17	1,22
φ	0,698	0,370	0,651	0,442	0,411
N _{RC} [kN]	602	602	602	456	245
N [kN]	240	170	263	137	30
warunek nośności W	0,57	0,76	0,67	0,68	0,30

Warunek nośności $W < 1$. Nośność słupków jest wystarczająca.

Tablica Z2-8. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności rozciąganych elementów podciągu.

Profil pręta	C160	2L70x9
Numer pręta	13	19
A [cm ²]	24	23,6
N _{RC} [kN]	516	507
N [kN]	263	219
warunek nośności W	0,51	0,43

Warunek nośności $W < 1$. Nośność elementów rozciąganych jest wystarczająca.

Z2.3. Wiązar kratowy o rozpiętości 24 m

Zamieszczone w tablicach numery prętów pokazano na rys. Z2-3.

Tablica Z2-9. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności **zewnątrznego** pasa ściskanego. Wyboczenie względem osi x-x, z uwzględnieniem momentów zginających, bez zwichrzenia.

Pas górny z dwuteownika IPE 180				
Numer pręta	142	145	143	144
A [cm ²]	23,9	23,9	23,9	23,9
W [cm ³]	146	146	146	146
i _x [cm]	7,42	7,42	7,42	7,42
l _{ex} [cm]	300	300	300	300
λ	40,4	40,4	40,4	40,4
λ _p	84	84	84	84
$\bar{\lambda}$	0,48	0,48	0,48	0,48
φ	0,974	0,974	0,974	0,974
N _{RC} [kN]	514	514	514	514
N [kN]	75	128	160	172
M _R [kNm]	31,4	31,4	31,4	31,4
M [kNm]	3,71	4,01	3,14	2,86
warunek nośności W	0,27	0,38	0,42	0,43

Warunek nośności $W < 1$. Nośność pasa jest wystarczająca.

Tablica Z2-10. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności **wewnętrzznego** pasa ściskanego. Wyboczenie względem osi x-x, z uwzględnieniem momentów zginających, bez zwichrzenia.

Pas górny z dwuteownika IPE 180				
Numer pręta	141	140	139	138
A [cm ²]	23,9	23,9	23,9	23,9
W [cm ³]	146	146	146	146
i _x [cm]	7,42	7,42	7,42	7,42
l _{ex} [cm]	300	300	300	300
λ	40,4	40,4	40,4	40,4
λ _p	84	84	84	84
$\bar{\lambda}$	0,48	0,48	0,48	0,48
φ	0,974	0,974	0,974	0,974
N _{RC} [kN]	514	514	514	514
N [kN]	90	151	188	200
M _R [kNm]	31,4	31,4	31,4	31,4
M [kNm]	4,92	5,26	3,69	2,75
warunek nośności W	0,34	0,47	0,49	0,49

Warunek nośności $W < 1$. Nośność pasa jest wystarczająca.

Tablica Z2-11. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenie nośności pasa rozciąganego.

Pas dolny z kątownika L120x16			
Numer pręta	137	136	135
A [cm ²]	35,8	35,8	35,8
N _{RC} [kN]	770	770	770
N [kN]	165	279	347
warunek nośności W	0,21	0,36	0,45

Warunek nośności $W < 1$. Nośność pasa jest wystarczająca.

Tablica Z2-12. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności ściskanych słupków kraty **zewewnętrznej** więzara.

Profil pręta	RO 108x5	RO 95x4	RO 95x4
Numer pręta	122	120	118
A [cm]	16,2	11,4	11,4
i [cm]	3,65	3,22	3,22
I _e [cm]	300	300	300
λ	82,2	93,2	93,2
λ_p	85	85	85
$\bar{\lambda}$	0,97	1,10	1,10
φ	0,670	0,588	0,588
N _{RC} [kN]	340	239	239
N [kN]	74,3	50,9	30,6
warunek nośności W	0,33	0,36	0,22

Warunek nośności $W < 1$. Nośność słupków jest wystarczająca.

Tablica Z2-13. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności ściskanych słupków kraty **wewnętrznej** więzara.

Profil pręta	RO 108x5	RO 108x5	RO 95x4
Numer pręta	123	121	119
A [cm]	16,2	16,2	11,4
i [cm]	3,65	3,65	3,22
I _e [cm]	300	300	300
λ	82,2	82,2	93,2
λ_p	85	85	85
$\bar{\lambda}$	0,97	0,97	1,10
φ	0,670	0,670	0,588
N _{RC} [kN]	340	340	239
N [kN]	87,6	60,2	35,5
warunek nośności W	0,38	0,26	0,25

Warunek nośności $W < 1$. Nośność słupków jest wystarczająca.

Tablica Z2-14. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności rozciąganych krzyżulców kraty **zewnątrznej** wiażara.

Profil pręta	RO 88,9x4,5	RO 95x4	RO 63,5x3,6	RO 63,5x3,6	L 70x7
Numer pręta	133	129	128	127	44
A [cm ²]	11,9	11,4	6,77	6,77	9,4
N _{RC} [kN]	250	239	142	142	202
N [kN]	104,4	72,6	43,6	15,9	1,41
warunek nośności W	0,42	0,30	0,31	0,11	0,01

Warunek nośności $W < 1$. Nośność krzyżulców jest wystarczająca.

Tablica Z2-15. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności rozciąganych krzyżulców kraty **wewnętrznej** wiażara.

Profil pręta	RO 108x5	RO 88,9x4,5	RO 76,1x4	RO 76,1x4	L 70x7
Numer pręta	134	126	125	124	45
A [cm ²]	16,2	11,9	9,06	9,06	9,4
N _{RC} [kN]	340	250	190	190	202
N [kN]	156	116	83,7	48,2	0,4
warunek nośności W	0,46	0,47	0,44	0,25	0,00

Warunek nośności $W < 1$. Nośność krzyżulców jest wystarczająca.

Z2.4. Podciąg kratowy o rozpiętości 12 m wiażara nawy 24 m.

Zamieszczone w tablicach numery prętów pokazano na rys. Z1-3.

Tablica Z2-17. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności ściskanych elementów podciągu.

Profil pręta	C180	C180	C180	2L70x8	2L50x6
Numer pręta	2	3	4	17	18
A [cm]	28	28	28	21,2	11,4
i _{min} [cm]	2,02	2,02	2,02	2,66	1,89
l _e [cm]	140	220	150	265	199
λ	69,3	109	74,3	99,6	105
λ_p	84	84	84	85	86
$\bar{\lambda}$	0,83	1,30	0,88	1,17	1,22
φ	0,698	0,370	0,651	0,442	0,411
N _{RC} [kN]	602	602	602	456	245
N [kN]	195	138	213	111	24,4
warunek nośności W	0,46	0,62	0,54	0,55	0,24

Warunek nośności $W < 1$. Nośność słupków jest wystarczająca.

Tablica Z2-18. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności rozciąganych elementów podciągu.

Profil pręta	C160	2L70x9
Numer pręta	13	19
A [cm ²]	24	23,6
N _{RC} [kN]	516	507
N [kN]	213	177
warunek nośności W	0,41	0,35

Warunek nośności $W < 1$. Nośność elementów rozciąganych jest wystarczająca.

Z2.5. Słupy główne.

Tablica Z2-1. Wyniki obliczeń statycznych i sprawdzenia nośności słupów.

	Słup w osi A	Słup w osi B z wybozeniem	
		Względem osi x	Względem osi y
A [cm]	178	96,6	96,6
W [cm ³]	4450	742	742
i [cm]	29,6	10	7,42
l _e [cm]	1680	588	588
λ	56,8	58,8	79,2
λ_p	84	84	84
$\bar{\lambda}$	0,68	0,70	0,94
φ	0,910	0,898	0,747
N _{RC} [kN]	3827	2077	2077
N [kN]	370	670	670
M _R [kNcm]	957	160	160
M [kNcm]	163	15,2	15,2
warunek nośności W	0,28	0,45	0,53

Warunek nośności $W < 1$. Nośność słupów jest wystarczająca.