

**OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE DO EKSPERTYZY TECHNICZNEJ
W ZAKRESIE NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI DACHU POD KĄTEM WYKONANIA PRAC
TERMOMODERNIZACYJNYCH**
OBIEKT: DOM SPORTOWCA W M. CISOWA
LOKALIZACJA: DZ.NR 1089/1 OSIEDLE CISOWA, OBREB 0018 CISOWA,
JEDNOSTKA EWIDENCYJNA KĘDZIERZYN-KOŹLE

Zestawienie obciążeń:

Tablica 1. Ciężar własny - pas górny

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²	
1.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [0,100kN/m ²]	0,10	1,30	--	0,13	
2.	Warstwa cementowa grub. 0,03 m [21,0kN/m ³ ·0,03m]	0,63	1,30	--	0,82	
3.	Płyty korytkowe DKZ-300	0,96	1,30	--	1,25	
		Σ:	1,69	1,30	--	2,20

Obciążenie charakterystyczne na 1mb pasa górnego kratownicy (liniowe):

$$q_k = 1,69 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,00 \text{ m} = \mathbf{5,07 \text{ kN/m}}$$

Tablica 2. Ciężar własny - pas dolny

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²	
1.	Wełna mineralna w matach typu BL grub. 0,25 m [1,2kN/m ³ ·0,25m]	0,30	1,30	--	0,39	
2.	Folia PE	0,01	1,30	--	0,01	
3.	Sufit podwieszony G-K EI60 wraz ze stelażem	0,57	1,30	--	0,74	
4.	Obciążenie instalacjami	0,20	1,30	--	0,26	
		Σ:	1,08	1,30	--	1,40

Obciążenie charakterystyczne działające w węzłach pasa dolnego kratownicy (punktowe):

$$Q_k = 1,08 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,00 \text{ m} \cdot 1,52 \text{ m} = \mathbf{4,92 \text{ kN}}$$

Tablica 3. Obciążenie śniegiem

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²	
1.	Obciążenie śniegiem połaci dachu jednospadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2 -> $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$, nachylenie połaci 6,0 st. -> $C_1 = 0,8$) [0,720kN/m ²]	0,72	1,50	0,00	1,08	
		Σ:	0,72	1,50	--	1,08

Obciążenie charakterystyczne na 1mb pasa górnego kratownicy (liniowe):

$$q_k = 0,72 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,00 \text{ m} = \mathbf{2,16 \text{ kN/m}}$$

Tablica 4. Obciążenie wiatrem – połać nawietrzna

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie wiatrem dolnej połaci nawietrznej dachu jednospadowego wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2 (strefa I, H=195 m n.p.m. -> $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$, teren A, z=H=10,0 m, -> $C_e = 1,00$, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=13,0 m, L=25,9 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 6,0$ st. -> wsp. aerodyn. $C = -0,9$, $\beta = 1,80$) [-0,486kN/m ²]	-0,49	1,50	0,00	-0,73

2.	Obciążenie wiatrem górnej połaci nawietrznej dachu jednospadowego wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2 (strefa I, H=195 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$, teren A, $z=H=10,0$ m, -> $C_e=1,00$, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=13,0 m, L=25,9 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 6,0$ st. -> wsp. aerodyn. C=-0,480, $\beta=1,80$) [-0,259kN/m ²]	-0,26	1,50	0,00	-0,39
----	---	-------	------	------	-------

Obciążenie charakterystyczne na 1mb pasa górnego kratownicy (liniowe, dolna połącz nawietrzna):

$$q_k = -0,49\text{kN/m}^2 \cdot 3,00\text{m} = -1,47\text{kN/m}$$

Obciążenie charakterystyczne na 1mb pasa górnego kratownicy (liniowe, górna połącz nawietrzna):

$$q_k = -0,26\text{kN/m}^2 \cdot 3,00\text{m} = -0,78\text{kN/m}$$

Tablica 5. Obciążenie wiatrem wiatr z prawej

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie wiatrem dolnej połaci zawietrznej dachu jednospadowego wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2 (strefa I, H=195 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$, teren A, $z=H=10,0$ m, -> $C_e=1,00$, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=13,0 m, L=25,9 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 6,0$ st. -> wsp. aerodyn. C=-0,5, $\beta=1,80$) [-0,270kN/m ²]	-0,27	1,50	0,00	-0,41
2.	Obciążenie wiatrem górnej połaci zawietrznej dachu jednospadowego wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2 (strefa I, H=195 m n.p.m. -> $q_k = 0,30\text{kN/m}^2$, teren A, $z=H=10,0$ m, -> $C_e=1,00$, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=13,0 m, L=25,9 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 6,0$ st. -> wsp. aerodyn. C=-0,9, $\beta=1,80$) [-0,486kN/m ²]	-0,49	1,50	0,00	-0,73

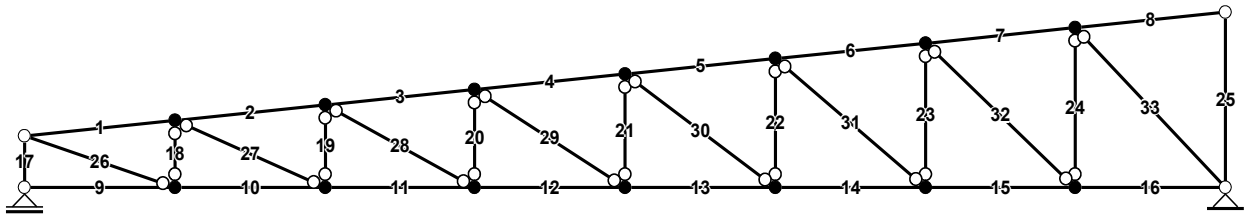
Obciążenie charakterystyczne na 1mb pasa górnego kratownicy (liniowe, dolna połącz zawietrzna):

$$q_k = -0,27\text{kN/m}^2 \cdot 3,00\text{m} = -0,81\text{kN/m}$$

Obciążenie charakterystyczne na 1mb pasa górnego kratownicy (liniowe, górna połącz zawietrzna):

$$q_k = -0,49\text{kN/m}^2 \cdot 3,00\text{m} = -1,47\text{kN/m}$$

SCHEMAT DŹWIGARA KRATOWEGO



Pręty:

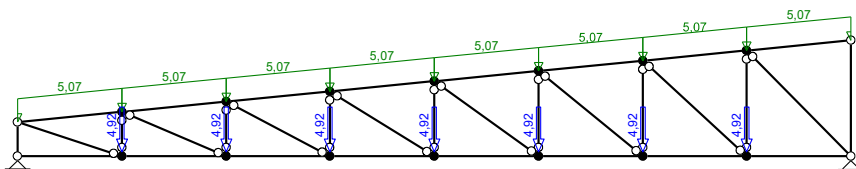
nr pręta	węzeł początkowy	węzeł końcowy	typ przekroju	połączenie początek	połączenie koniec
1	1	2	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
2	2	3	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
3	3	4	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
4	4	5	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
5	5	6	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
6	6	7	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
7	7	8	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
8	8	9	2 L 75x75x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
9	10	11	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
10	11	12	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
11	12	13	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
12	13	14	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
13	14	15	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
14	15	16	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
15	16	17	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
16	17	18	2 L 60x60x5 ap 5 mm	szttywne	szttywne
17	1	10	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)	przegub	przegub
18	2	11	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)(2)	przegub	przegub
19	3	12	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)	przegub	przegub
20	4	13	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)(2)	przegub	przegub
21	5	14	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)	przegub	przegub
22	6	15	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)(2)	przegub	przegub
23	7	16	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)	przegub	przegub
24	8	17	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)(2)	przegub	przegub
25	9	18	2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)	przegub	przegub
26	1	11	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub
27	2	12	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub
28	3	13	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub
29	4	14	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub
30	5	15	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub
31	6	16	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub
32	7	17	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub
33	8	18	2 L 75x75x5 ap 5 mm	przegub	przegub

Typy przekrojów prętowych:

nazwa	materiał	A [cm ²]	J _x [cm ⁴]	h [cm]	e/h	E [MPa]	ρ _o [kg/m ³]
2 L 75x75x5 ap 5 mm	Stal St3	14,68	77,60	7,5	0,500	205000	7850
2 L 60x60x5 ap 5 mm	Stal St3	11,64	38,80	6,0	0,500	205000	7850
2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)	Stal St3	11,64	38,80	6,0	0,500	205000	7850
2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)	Stal St3	11,64	38,80	6,0	0,500	205000	7850
2 L 60x60x5 ap 5 mm(2)(2)(2)	Stal St3	11,64	38,80	6,0	0,500	205000	7850

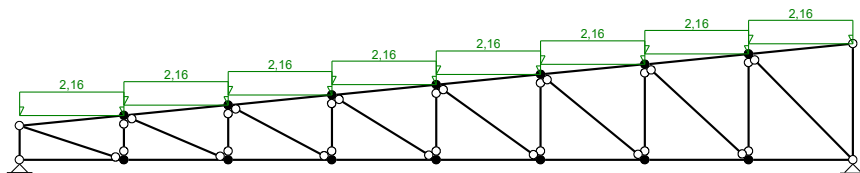
OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

Przypadek P1: Obciążenia stałe ($\gamma_f = 1,30$)



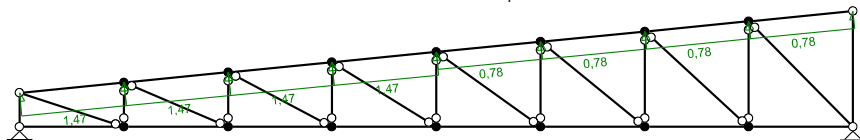
L.p.	element	opis
1	konstrukcja	ciężar własny
2	węzły 11-17	siła skupiona F = 4,92 kN; kąt nachylenia 0,0st.
3	pręty 1-8	obciążenie rozłożone q = 5,07 kN/m na całej długości pręta

Przypadek P2: śnieg ($\gamma_f = 1,5$)



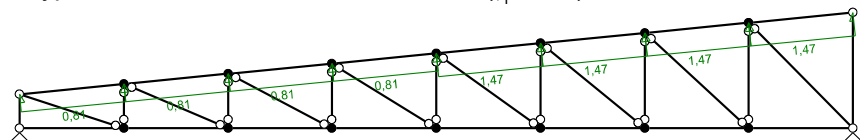
L.p.	element	opis
1	pręty 1-8	obciążenie rozłożone równoległe do osi Y $q = 2,16$ kN/m na całej długości pręta

Przypadek P3: wiatr strona nawierzchna ($\gamma_f = 1,5$)



L.p.	element	opis
1	pręty 1-4	obciążenie rozłożone $q = -1,47$ kN/m na całej długości pręta
2	pręty 5-8	obciążenie rozłożone $q = -0,78$ kN/m na całej długości pręta

Przypadek P4: wiatr strona zawietrzna ($\gamma_f = 1,5$)

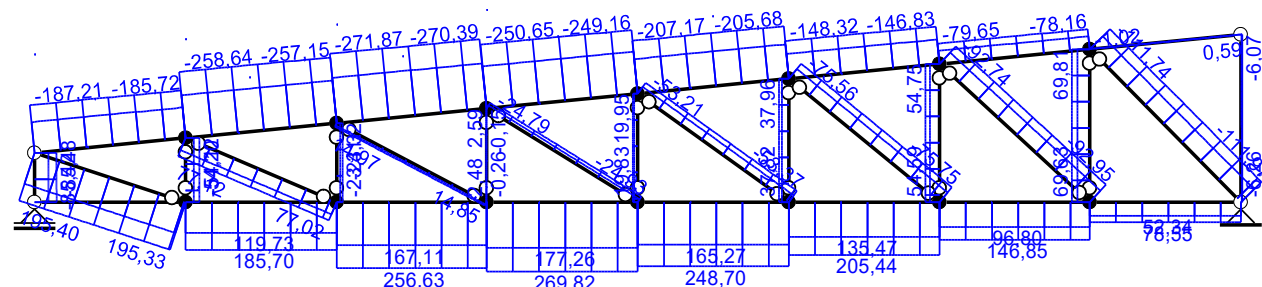


L.p.	element	opis
1	pręty 5-8	obciążenie rozłożone $q = -1,47$ kN/m na całej długości pręta
2	pręty 1-4	obciążenie rozłożone $q = -0,81$ kN/m na całej długości pręta

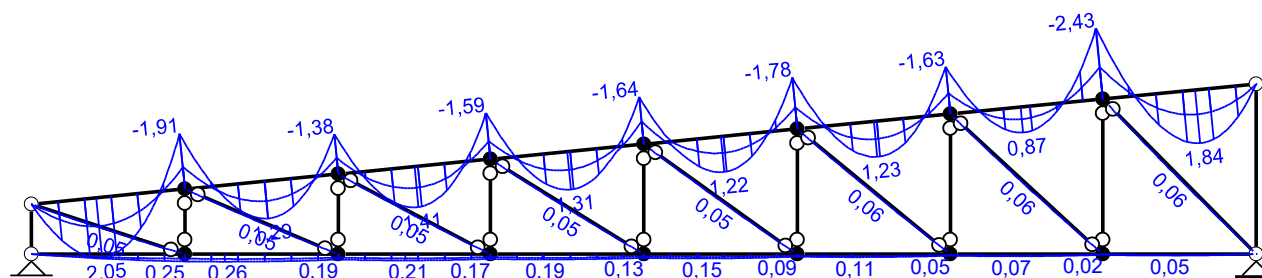
Tablica opisu kombinacji obciążeń:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Obciążenia stałe	$1,0 \cdot P1$
K2: Obciążenia stałe+śnieg	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$
K3: Obciążenia stałe+wiatr strona nawierzchna	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$
K4: Obciążenia stałe+śnieg+0,90·wiatr strona nawierzchna	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 0,90 \cdot P3$
K5: Obciążenia stałe+wiatr strona nawierzchna+0,90·śnieg	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3 + 0,90 \cdot P2$
K6: Obciążenia stałe+wiatr strona zawietrzna	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P4$
K7: Obciążenia stałe+śnieg+0,90·wiatr strona zawietrzna	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 0,90 \cdot P4$
K8: Obciążenia stałe+wiatr strona zawietrzna+0,90·śnieg	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P4 + 0,90 \cdot P2$

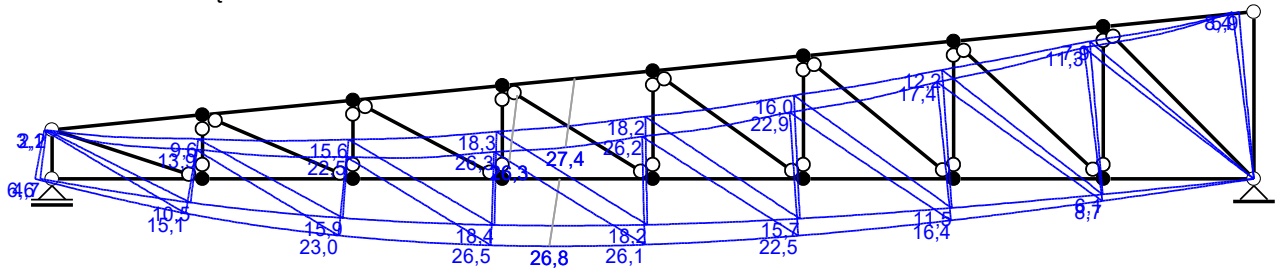
OBWIEDNIA SIŁ OSIOWYCH



OBWIEDNIA MOMENTÓW ZGINAJĄCYCH



OBWIEDNIA UGIĘĆ



Ekstremalne siły wewnętrzne:

pręt	x [m]	M [kNm]	N [kN]	T [kN]	kombinacja SGN
1	0,65	2,05	-186,59	-0,02	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,54	-1,91	-185,72	-8,87	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	-187,21	6,38	K2: 1,0·P1+1,0·P2
2	0,80	1,29	-257,87	0,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,91	-258,64	7,97	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,54	-1,38	-257,15	-7,27	K2: 1,0·P1+1,0·P2
3	0,76	1,41	-271,13	-0,14	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,53	-1,59	-270,39	-7,71	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,38	-271,87	7,43	K2: 1,0·P1+1,0·P2
4	0,77	1,31	-249,90	-0,03	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,54	-1,64	-249,16	-7,65	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,59	-250,65	7,59	K2: 1,0·P1+1,0·P2
5	0,77	1,22	-206,43	-0,09	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,54	-1,78	-205,68	-7,71	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,64	-207,17	7,53	K2: 1,0·P1+1,0·P2
6	0,77	1,23	-147,58	0,09	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,78	-148,32	7,72	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,54	-1,63	-146,83	-7,53	K2: 1,0·P1+1,0·P2
7	0,70	0,87	-78,96	0,08	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,53	-2,43	-78,16	-8,10	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,63	-79,65	7,05	K2: 1,0·P1+1,0·P2
8	0,92	1,84	-0,01	0,06	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-2,43	-0,90	9,21	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	-1,94	-1,02	7,36	K7: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P4
	1,54	0,00	0,59	-6,04	K2: 1,0·P1+1,0·P2
9	1,53	0,25	0,00	0,08	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	0,00	0,25	K2: 1,0·P1+1,0·P2
10	0,40	0,26	185,70	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,25	185,70	0,05	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,53	0,19	185,70	-0,13	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,15	119,73	0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3
11	0,67	0,21	256,63	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,19	256,63	0,08	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,52	0,17	256,63	-0,10	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,12	167,11	0,08	K3: 1,0·P1+1,0·P3
12	0,52	0,19	269,82	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,17	269,82	0,06	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,53	0,13	269,82	-0,12	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,10	177,26	0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3
13	0,55	0,15	248,70	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,13	248,70	0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,53	0,09	248,70	-0,11	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,08	165,64	0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3
14	0,55	0,11	205,44	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,09	205,44	0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,53	0,05	205,44	-0,11	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,05	135,47	0,07	K6: 1,0·P1+1,0·P4
15	0,58	0,07	146,85	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,05	146,85	0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,52	0,02	146,85	-0,11	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,03	100,53	0,07	K3: 1,0·P1+1,0·P3
16	0,64	0,05	78,55	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,02	78,55	0,07	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	1,53	0,00	78,55	-0,10	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	52,34	0,09	K6: 1,0·P1+1,0·P4
17	0,50	0,00	-85,48	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
18	0,65	0,00	-54,20	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
19	0,80	0,00	-23,41	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
20	0,95	0,00	-0,26	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
	0,00	0,00	2,59	0,00	K6: 1,0·P1+1,0·P4
21	0,00	0,00	19,95	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
22	0,00	0,00	37,96	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
23	0,00	0,00	54,75	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
24	0,00	0,00	69,81	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
25	1,70	0,00	-6,26	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2
26	0,80	0,05	195,36	0,00	K2: 1,0·P1+1,0·P2

	0,00 1,61	0,00 0,00	195,40 151,45	0,11 -0,11	K2: 1,0·P1+1,0·P2 K1: 1,0·P1
27	0,83 0,00 1,66 0,00	0,05 0,00 0,00 0,00	69,49 77,12 60,06 60,16	0,00 0,11 -0,11 0,11	K7: 1,0·P1+1,0·P2+0,90·P4 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K1: 1,0·P1 K1: 1,0·P1
28	0,86 0,00 1,72 0,00	0,05 0,00 0,00 0,00	11,47 14,97 14,85 11,53	0,00 0,11 -0,11 0,11	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3
29	0,90 1,80 0,00	0,05 0,00 0,00	-19,27 -24,93 -19,20	0,00 -0,11 0,11	K1: 1,0·P1 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K1: 1,0·P1
30	0,94 1,88 1,88 0,00	0,05 0,00 0,00 0,00	-33,02 -53,37 -36,79 -32,94	0,00 -0,11 -0,11 0,11	K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K6: 1,0·P1+1,0·P4 K3: 1,0·P1+1,0·P3
31	0,99 1,98 1,98 0,00	0,06 0,00 0,00 0,00	-58,79 -75,75 -49,54 -58,69	0,00 -0,11 -0,11 0,11	K1: 1,0·P1 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K1: 1,0·P1
32	1,03 2,07 2,07 0,00	0,06 0,00 0,00 0,00	-60,45 -92,95 -72,36 -61,92	0,00 -0,11 -0,11 0,11	K6: 1,0·P1+1,0·P4 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K1: 1,0·P1 K3: 1,0·P1+1,0·P3
33	1,09 2,18 2,18 0,00	0,06 0,00 0,00 0,00	-111,86 -111,97 -75,43 -111,74	0,00 -0,11 -0,11 0,11	K2: 1,0·P1+1,0·P2 K2: 1,0·P1+1,0·P2 K3: 1,0·P1+1,0·P3 K2: 1,0·P1+1,0·P2

PG-1 (PAS GÓRNY, ELEMENT NR1)

2 kątowniki równoramienne L 75x75x5 $a_p = 5$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 75x75x5

$a = 75$ mm, $t = 5,0$ mm
 $r = 9,0$ mm, $r_1 = 4,5$ mm
 $e = 2,00$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 14,68$ cm²
 $J_x = 77,60$ cm⁴, $J_y = 151,9$ cm⁴
 $W_{xg} = 14,11$ cm³, $W_{xd} = 38,80$ cm³
 $W_y = 19,60$ cm³
 $i_x = 2,300$ cm, $i_y = 3,217$ cm, $i_1 = 1,480$ cm
 $A_L = 0,585$ m²/m, $A_G = 50,74$ m²/t
 $U/A = 398,2$ m⁻¹, $m = 11,52$ kg/m

Stal: St3, $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 315,6$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 300,8$ kN (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi = \varphi_p = 0,953$)

• wyboczenie giętnie względem osi x-x

$l_{ex} = 1,53$ m, $\lambda_x = 66,5$, $\bar{\lambda}_x = (\lambda_x/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,698$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 210,0$ kN

• wyboczenie giętnie względem osi y-y

$l_{ey} = 1,53$ m, $\lambda_y = 66,5$, $\bar{\lambda}_y = (\lambda_y/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,698$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 210,0$ kN

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 1,53$ m, $\lambda_1 = 103,4$, $\bar{\lambda}_1 = (\lambda_1/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 1,201$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,458$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 137,7$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 3,033 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_x = \varphi_p = 0,953$)

$M_{Ry} = 3,033 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_y = \varphi_p = 0,953$)

• ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

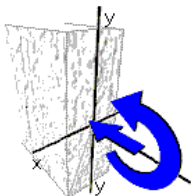
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 89,53 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 89,53 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 186,6 \text{ kN}$, $M_x = 2,050 \text{ kNm}$



Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,219 > 0,1 \rightarrow \Delta_x = 0,1$; założono $\beta_x = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,889 + 0,676 + 0,100 = 1,664 > 1$ (!!!)

(39) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 0,889 < 1$

(39) $N / (\varphi_1 \cdot N_{Rc}) = 1,355 > 1$ (!!!)

PG-2 (PAS GÓRNY, ELEMENT NR2)

2 kątowniki równoramienne L 75x75x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 75x75x5

$a = 75 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$

$r = 9,0 \text{ mm}$, $r_1 = 4,5 \text{ mm}$

$e = 2,00 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 14,68 \text{ cm}^2$

$J_x = 77,60 \text{ cm}^4$, $J_y = 151,9 \text{ cm}^4$

$W_{xg} = 14,11 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 38,80 \text{ cm}^3$

$W_y = 19,60 \text{ cm}^3$

$i_x = 2,300 \text{ cm}$, $i_y = 3,217 \text{ cm}$, $i_1 = 1,480 \text{ cm}$

$A_L = 0,585 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 50,74 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 398,2 \text{ m}^{-1}$, $m = 11,52 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 315,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 300,8 \text{ kN}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi = \varphi_p = 0,953$)

• wyboczenie giętkie względem osi x-x

$l_{ex} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_x = 66,5$, $\bar{\lambda}_x = (\lambda_x / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,698$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 210,0 \text{ kN}$

• wyboczenie giętkie względem osi y-y

$l_{ey} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_y = 66,5$, $\bar{\lambda}_y = (\lambda_y / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,698$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 210,0 \text{ kN}$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_1 = 103,4$, $\bar{\lambda}_1 = (\lambda_1 / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 1,201$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,458$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 137,7 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 3,033 \text{ kNm}$ (klasa: 1, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 3,033 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_y = \varphi_p = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia
nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

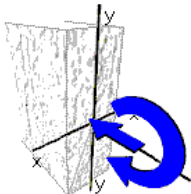
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 89,53 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 89,53 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 258,6 \text{ kN}$, $M_x = -1,91 \text{ kNm}$



Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,282 > 0,1 \rightarrow \Delta_x = 0,1$; założono $\beta_x = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 1,232 + 0,630 + 0,100 = 1,961 > 1$ (!!!)

(39) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 1,232 > 1$ (!!!)

(39) $N / (\varphi_1 \cdot N_{Rc}) = 1,878 > 1$ (!!!)

PG-3 (PAS GÓRNY, ELEMENT NR3)

2 kątowniki równoramienne L 75x75x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 75x75x5

$a = 75 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$

$r = 9,0 \text{ mm}$, $r_1 = 4,5 \text{ mm}$

$e = 2,00 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 14,68 \text{ cm}^2$

$J_x = 77,60 \text{ cm}^4$, $J_y = 151,9 \text{ cm}^4$

$W_{xg} = 14,11 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 38,80 \text{ cm}^3$

$W_y = 19,60 \text{ cm}^3$

$i_x = 2,300 \text{ cm}$, $i_y = 3,217 \text{ cm}$, $i_1 = 1,480 \text{ cm}$

$A_L = 0,585 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 50,74 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 398,2 \text{ m}^{-1}$, $m = 11,52 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 315,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 300,8 \text{ kN}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi = \varphi_p = 0,953$)

• wyboczenie giętkie względem osi x-x

$l_{ex} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_x = 66,5$, $\lambda_x = (\lambda_x / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,698$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 210,0 \text{ kN}$

• wyboczenie giętkie względem osi y-y

$l_{ey} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_y = 66,5$, $\lambda_y = (\lambda_y / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,698$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 210,0 \text{ kN}$

- wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1
 $l_{e1} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_1 = 103,4$, $\bar{\lambda}_1 = (\lambda_1/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 1,201$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,458$
 $\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 137,7 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 3,033 \text{ kNm}$ (klasa: 1, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)

$M_{Ry} = 3,033 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_y = \varphi_p = 1,000$)

- ustalenie współczynnika zwichrzenia
nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

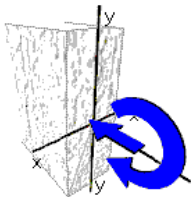
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 89,53 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 89,53 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 271,9 \text{ kN}$, $M_x = -1,38 \text{ kNm}$



Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,214 > 0,1 \rightarrow \Delta_x = 0,1$; założono $\beta_x = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 1,295 + 0,455 + 0,100 = 1,850 > 1$ (!!!)

(39) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 1,295 > 1$ (!!!)

(39) $N / (\varphi_1 \cdot N_{Rc}) = 1,974 > 1$ (!!!)

PG-7 (PAS GÓRNY, ELEMENT NR7)

2 kątowniki równoramienne L 75x75x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 75x75x5

$a = 75 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$

$r = 9,0 \text{ mm}$, $r_1 = 4,5 \text{ mm}$

$e = 2,00 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 14,68 \text{ cm}^2$

$J_x = 77,60 \text{ cm}^4$, $J_y = 151,9 \text{ cm}^4$

$W_{xg} = 14,11 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 38,80 \text{ cm}^3$

$W_y = 19,60 \text{ cm}^3$

$i_x = 2,300 \text{ cm}$, $i_y = 3,217 \text{ cm}$, $i_1 = 1,480 \text{ cm}$

$A_L = 0,585 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 50,74 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 398,2 \text{ m}^{-1}$, $m = 11,52 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 315,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 300,8 \text{ kN}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi = \varphi_p = 0,953$)

- wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_x = 66,5$, $\bar{\lambda}_x = (\lambda_x/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,698$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 210,0 \text{ kN}$

- wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 1,53 \text{ m}$, $\lambda_y = 66,5$, $\bar{\lambda}_y = (\lambda_y/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 0,773$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,698$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 210,0 \text{ kN}$$

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 1,53 \text{ m}, \lambda_1 = 103,4, \bar{\lambda}_1 = (\lambda_1 / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi) = 1,201 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,458$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 137,7 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 3,033 \text{ kNm (klasa: 1, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju} \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 3,033 \text{ kNm (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny} \rightarrow \psi_y = \varphi_p = 1,000)$$

• ustalenie współczynnika zwiczenia

nie uwzględniono zwiczenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

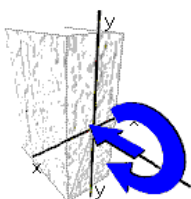
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 89,53 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 89,53 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 79,65 \text{ kN}, M_x = -1,63 \text{ kNm}$$



Warunki nośności elementu

$$(57) \Delta_x = 0,074; \text{ założono } \beta_x = 1,0$$

$$(58) N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / M_{Rx} + \Delta_x = 0,379 + 0,537 + 0,074 = 0,991 < 1$$

$$(39) N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) = 0,379 < 1$$

$$(39) N / (\varphi_1 \cdot N_{Rc}) = 0,578 < 1$$

K-26 (KRZYŻULEC, ELEMENT NR26)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$$a = 60 \text{ mm}, t = 5,0 \text{ mm}$$

$$r = 8,0 \text{ mm}, r_1 = 4,0 \text{ mm}$$

$$e = 1,64 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 11,64 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 38,80 \text{ cm}^4, J_y = 80,38 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 8,899 \text{ cm}^3, W_{xd} = 23,66 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 12,86 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 1,820 \text{ cm}, i_y = 2,628 \text{ cm}, i_1 = 1,170 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,466 \text{ m}^2/\text{m}, A_G = 51,01 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 400,6 \text{ m}^{-1}, m = 9,14 \text{ kg/m}$$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 250,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 250,3 \text{ kN (klasa: 3, } \psi = 1,000)$$

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,61 \text{ m}, \lambda_x = 88,5, \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,053 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,532$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 133,2 \text{ kN}$$

- wyboczenie gięte względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,61 \text{ m}, \lambda_y = 88,5, \bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 1,053 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,532$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 133,2 \text{ kN}$$

- wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 1,61 \text{ m}, \lambda_1 = 137,6, \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,638 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,298$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 74,66 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 1,913 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 1,913 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_y = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

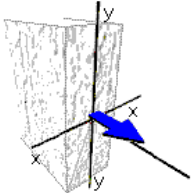
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 70,33 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 70,33 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = -195 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$(31) \quad N = 195,4 \text{ kN} < N_{Rt} = 250,3 \text{ kN} \quad (78,1\%)$$

K-31(KRZYŻULEC, ELEMENT NR31)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x6 $a_p = 5 \text{ mm}$, połączone przewiązkami co 1 mm (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x6

$$a = 60 \text{ mm}, \quad t = 6,0 \text{ mm}$$

$$r = 8,0 \text{ mm}, \quad r_1 = 4,0 \text{ mm}$$

$$e = 1,69 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 45,60 \text{ cm}^4, \quad J_y = 97,61 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 10,58 \text{ cm}^3, \quad W_{xd} = 26,98 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 15,62 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 1,820 \text{ cm}, \quad i_y = 2,658 \text{ cm}, \quad i_1 = 1,170 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,466 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 43,01 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 337,4 \text{ m}^{-1}, \quad m = 10,84 \text{ kg/m}$$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 297,1 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

- wyboczenie względem osi materiałowej

$$N_{Rc,x} = 297,1 \text{ kN (klasa: 2, } \psi_x = 1,000)$$

$$l_{ex} = 1,98 \text{ m}, \lambda_x = 108,8, \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,295 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,417$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc,x} = 123,8 \text{ kN}$$

- wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami
 $l_1 = 0,00 \text{ m}$, $\lambda_v = l_1/i_1 = 0,1$, $\bar{\lambda}_v = \lambda_v/\lambda_p = 0,001$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 1,000$
- wyboczenie względem osi niemateriałowej
 $N_{Rc,y} = 297,1 \text{ kN}$ (klasa: 4, $\psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(1,000; 1,000) = 1,000$)
 $l_{ey} = 1,98 \text{ m}$, $\lambda_y = 74,5$, $\lambda_{m,y} = 74,5$
 $\bar{\lambda}_{m,y} = (\lambda_{m,y}/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi_y) = 0,887$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,723$
 $\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 214,8 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

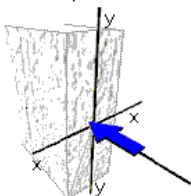
- $M_{Rx} = 2,275 \text{ kNm}$ (klasa: 2, pominięto rezerwę plastyczną przekroju $\rightarrow \alpha_{px} = 1,000$)
- $M_{Ry} = 3,358 \text{ kNm}$ (klasa: 2, nie wykorzystuje się rezerwy plastycznej przekroju $\rightarrow \alpha_{py} = 1,000$)
- ustalenie współczynnika zwiczenia
nie uwzględniono zwiczenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

- $V_{Ry} = 82,55 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)
- $V_{Rx} = 82,55 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 75,75 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

- (39) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc,x}) = 0,612 < 1$
- (39) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc,y}) = 0,353 < 1$

K32 (KRZYŻULEC, ELEMENT NR32)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, połączone przewiązkami co 690 mm (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$a = 60 \text{ mm}$, $t = 5,0 \text{ mm}$
 $r = 8,0 \text{ mm}$, $r_1 = 4,0 \text{ mm}$
 $e = 1,64 \text{ cm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 11,64 \text{ cm}^2$
 $J_x = 38,80 \text{ cm}^4$, $J_y = 80,38 \text{ cm}^4$
 $W_{xg} = 8,899 \text{ cm}^3$, $W_{xd} = 23,66 \text{ cm}^3$
 $W_y = 12,86 \text{ cm}^3$
 $i_x = 1,820 \text{ cm}$, $i_y = 2,628 \text{ cm}$, $i_1 = 1,170 \text{ cm}$
 $A_L = 0,466 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 51,01 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 400,6 \text{ m}^{-1}$, $m = 9,14 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 250,3 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

- wyboczenie względem osi materiałowej
 $N_{Rc,x} = 250,3 \text{ kN}$ (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$$I_{ex} = 2,07 \text{ m}, \lambda_x = 113,7, \bar{\lambda}_x = \lambda_x/\lambda_p = 1,354 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,393$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc,x} = 98,29 \text{ kN}$$

• wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

$$I_1 = 0,69 \text{ m}, \lambda_v = I_1/i_1 = 59,0, \bar{\lambda}_v = \lambda_v/\lambda_p = 0,702 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,743$$

• wyboczenie względem osi niemateriałowej

$$N_{Rc,y} = 186,0 \text{ kN (klasa: 4, } \psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(0,743; 1,000) = 0,743)$$

$$I_{ey} = 2,07 \text{ m}, \lambda_y = 78,8, \lambda_{m,y} = 98,4$$

$$\bar{\lambda}_{my} = (\lambda_{m,y}/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi_y) = 1,010 \text{ wg "b"} \rightarrow \varphi_y = 0,642$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 119,4 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 1,913 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 2,765 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_y = 1,000)$$

• ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

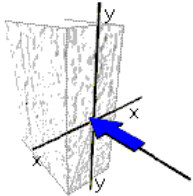
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 70,33 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 70,33 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 92,95 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$(39) N / (\varphi_x \cdot N_{Rc,x}) = 0,946 < 1$$

$$(39) N / (\varphi_y \cdot N_{Rc,y}) = 0,778 < 1$$

K33 (KRZYŻULEC, ELEMENT NR33)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, połączone przewiązkami co 730 mm (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$$a = 60 \text{ mm}, \quad t = 5,0 \text{ mm}$$

$$r = 8,0 \text{ mm}, \quad r_1 = 4,0 \text{ mm}$$

$$e = 1,64 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 11,64 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 38,80 \text{ cm}^4, \quad J_y = 80,38 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 8,899 \text{ cm}^3, \quad W_{xd} = 23,66 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 12,86 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 1,820 \text{ cm}, \quad i_y = 2,628 \text{ cm}, \quad i_1 = 1,170 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,466 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 51,01 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 400,6 \text{ m}^{-1}, \quad m = 9,14 \text{ kg/m}$$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 250,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

• wyboczenie względem osi materiałowej

$$N_{Rc,x} = 250,3 \text{ kN (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$l_{ex} = 2,18 \text{ m, } \lambda_x = 119,8, \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,426 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,366$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc,x} = 91,53 \text{ kN}$$

• wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

$$l_1 = 0,73 \text{ m, } \lambda_v = l_1 / i_1 = 62,4, \quad \bar{\lambda}_v = \lambda_v / \lambda_p = 0,743 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,717$$

• wyboczenie względem osi niematerialowej

$$N_{Rc,y} = 179,5 \text{ kN (klasa: 4, } \psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(0,717; 1,000) = 0,717)$$

$$l_{ey} = 2,18 \text{ m, } \lambda_y = 83,0, \quad \lambda_{m,y} = 103,8$$

$$\bar{\lambda}_{m,y} = (\lambda_{m,y} / \lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi_y) = 1,047 \text{ wg "b"} \rightarrow \varphi_y = 0,619$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 111,0 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 1,913 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 2,765 \text{ kNm (klasa: 3, } \psi_y = 1,000)$$

• ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

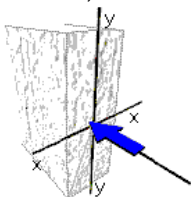
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 70,33 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 70,33 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 112,0 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$(39) \quad N / (\varphi_x \cdot N_{Rc,x}) = 1,223 > 1 \quad (!!!)$$

$$(39) \quad N / (\varphi_y \cdot N_{Rc,y}) = 1,008 > 1 \quad (!!!)$$

S-18 (SŁUPEK, ELEMENT NR18)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$$a = 60 \text{ mm,} \quad t = 5,0 \text{ mm}$$

$$r = 8,0 \text{ mm,} \quad r_1 = 4,0 \text{ mm}$$

$$e = 1,64 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 11,64 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 38,80 \text{ cm}^4, \quad J_y = 80,38 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 8,899 \text{ cm}^3, \quad W_{xd} = 23,66 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 12,86 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 1,820 \text{ cm,} \quad i_y = 2,628 \text{ cm,} \quad i_1 = 1,170 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,466 \text{ m}^2/\text{m,} \quad A_G = 51,01 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 400,6 \text{ m}^{-1}, \quad m = 9,14 \text{ kg/m}$$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 250,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 250,3 \text{ kN} \text{ (klasa: 3, } \psi = 1,000)$$

- wyboczenie giętkie względem osi x-x

$$l_{ex} = 0,65 \text{ m}, \lambda_x = 35,7, \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,425 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,904$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 226,3 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętkie względem osi y-y

$$l_{ey} = 0,65 \text{ m}, \lambda_y = 35,7, \bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,425 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,904$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 226,3 \text{ kN}$$

- wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 0,65 \text{ m}, \lambda_1 = 55,6, \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 0,661 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,769$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 192,4 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 1,913 \text{ kNm} \text{ (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 1,913 \text{ kNm} \text{ (klasa: 3, } \psi_y = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

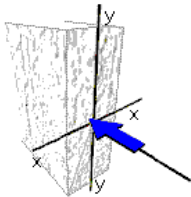
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 70,33 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 70,33 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 54,20 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,769$$

$$N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,282 < 1$$

S-24 (SŁUPEK, ELEMENT NR24)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$$a = 60 \text{ mm}, \quad t = 5,0 \text{ mm}$$

$$r = 8,0 \text{ mm}, \quad r_1 = 4,0 \text{ mm}$$

$$e = 1,64 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 11,64 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 38,80 \text{ cm}^4, \quad J_y = 80,38 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 8,899 \text{ cm}^3, \quad W_{xd} = 23,66 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 12,86 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 1,820 \text{ cm}, \quad i_y = 2,628 \text{ cm}, \quad i_1 = 1,170 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,466 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 51,01 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 400,6 \text{ m}^{-1}, \quad m = 9,14 \text{ kg/m}$$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 250,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 250,3 \text{ kN} \text{ (klasa: 3, } \psi = 1,000)$$

- wyboczenie giętkie względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,55 \text{ m}, \lambda_x = 85,2, \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,014 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,553$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 138,5 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętkie względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,55 \text{ m}, \lambda_y = 85,2, \bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 1,014 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,553$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 138,5 \text{ kN}$$

- wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 1,55 \text{ m}, \lambda_1 = 132,5, \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,577 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,316$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 79,08 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 1,913 \text{ kNm} \text{ (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 1,913 \text{ kNm} \text{ (klasa: 3, } \psi_y = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwężenia nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

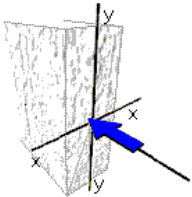
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 70,33 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 70,33 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = 69,81 \text{ kN}$$



Warunki nośności elementu

$$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y, \varphi_1) = 0,316$$

$$(39) \quad N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,883 < 1$$

PD-10 (PAS DOLNY, ELEMENT NR10)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5 \text{ mm}$, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$$a = 60 \text{ mm}, \quad t = 5,0 \text{ mm}$$

$$r = 8,0 \text{ mm}, \quad r_1 = 4,0 \text{ mm}$$

$$e = 1,64 \text{ cm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 11,64 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 38,80 \text{ cm}^4, \quad J_y = 80,38 \text{ cm}^4$$

$$W_{xg} = 8,899 \text{ cm}^3, \quad W_{xd} = 23,66 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 12,86 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 1,820 \text{ cm}, \quad i_y = 2,628 \text{ cm}, \quad i_1 = 1,170 \text{ cm}$$

$$A_L = 0,466 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 51,01 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 400,6 \text{ m}^{-1}, \quad m = 9,14 \text{ kg/m}$$

Stal: St3, $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 250,3$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 250,3$ kN (klasa: 3, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętkie względem osi x-x

$l_{ex} = 1,52$ m, $\lambda_x = 83,5$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,994$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,564$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 141,3$ kN

• wyboczenie giętkie względem osi y-y

$l_{ey} = 1,52$ m, $\lambda_y = 83,5$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,994$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,564$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 141,3$ kN

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 1,52$ m, $\lambda_1 = 129,9$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,547$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,325$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 81,42$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$M_{Ry} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_y = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

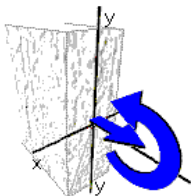
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = -186$ kN, $M_x = 0,250$ kNm



Warunki nośności elementu

(54) $N / N_{Rt} + M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,742 + 0,131 = 0,873 < 1$

PD-11 (PAS DOLNY, ELEMENT NR11)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$a = 60$ mm, $t = 5,0$ mm

$r = 8,0$ mm, $r_1 = 4,0$ mm

$e = 1,64$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 11,64$ cm²

$J_x = 38,80$ cm⁴, $J_y = 80,38$ cm⁴

$W_{xg} = 8,899$ cm³, $W_{xd} = 23,66$ cm³

$W_y = 12,86$ cm³

$i_x = 1,820$ cm, $i_y = 2,628$ cm, $i_1 = 1,170$ cm

$A_L = 0,466$ m²/m, $A_G = 51,01$ m²/t

$U/A = 400,6$ m⁻¹, $m = 9,14$ kg/m

Stal: St3, $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 250,3$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 250,3$ kN (klasa: 3, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętkie względem osi x-x

$l_{ex} = 1,52$ m, $\lambda_x = 83,5$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,994$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,564$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 141,3$ kN

• wyboczenie giętkie względem osi y-y

$l_{ey} = 1,52$ m, $\lambda_y = 83,5$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,994$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,564$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 141,3$ kN

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 1,52$ m, $\lambda_1 = 129,9$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,547$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,325$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 81,42$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$M_{Ry} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_y = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

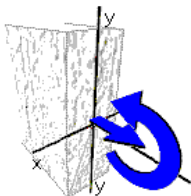
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = -257$ kN, $M_x = 0,190$ kNm



Warunki nośności elementu

(54) $N / N_{Rt} + M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 1,025 + 0,099 = 1,125 > 1$ (!!!)

PD-12 (PAS DOLNY, ELEMENT NR12)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$a = 60$ mm, $t = 5,0$ mm

$r = 8,0$ mm, $r_1 = 4,0$ mm

$e = 1,64$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 11,64$ cm²

$J_x = 38,80$ cm⁴, $J_y = 80,38$ cm⁴

$W_{xg} = 8,899$ cm³, $W_{xd} = 23,66$ cm³

$W_y = 12,86$ cm³

$i_x = 1,820$ cm, $i_y = 2,628$ cm, $i_1 = 1,170$ cm

$A_L = 0,466$ m²/m, $A_G = 51,01$ m²/t

$U/A = 400,6$ m⁻¹, $m = 9,14$ kg/m

Stal: St3, $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 250,3$ kN

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 250,3$ kN (klasa: 3, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętkie względem osi x-x

$l_{ex} = 1,53$ m, $\lambda_x = 84,1$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,001$ wg "c" $\rightarrow \varphi_x = 0,561$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 140,3$ kN

• wyboczenie giętkie względem osi y-y

$l_{ey} = 1,53$ m, $\lambda_y = 84,1$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 1,001$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,561$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 140,3$ kN

• wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$l_{e1} = 1,53$ m, $\lambda_1 = 130,8$, $\bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,557$ wg "c" $\rightarrow \varphi_1 = 0,322$

$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 80,63$ kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_x = 1,000$)

$M_{Ry} = 1,913$ kNm (klasa: 3, $\psi_y = 1,000$)

• ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

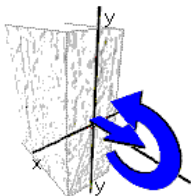
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 70,33$ kN (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = -270$ kN, $M_x = 0,170$ kNm



Warunki nośności elementu

(54) $N / N_{Rt} + M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 1,078 + 0,089 = 1,167 > 1$ (!!!)

PD-14 (PAS DOLNY, ELEMENT NR14)

2 kątowniki równoramienne L 60x60x5 $a_p = 5$ mm, nie połączone (wg PN-84/H-93401)

Wymiary profilu podstawowego L 60x60x5

$a = 60$ mm, $t = 5,0$ mm

$r = 8,0$ mm, $r_1 = 4,0$ mm

$e = 1,64$ cm

Cechy geometryczne przekroju

$A = 11,64$ cm²

$J_x = 38,80$ cm⁴, $J_y = 80,38$ cm⁴

$W_{xg} = 8,899$ cm³, $W_{xd} = 23,66$ cm³

$W_y = 12,86$ cm³

$i_x = 1,820$ cm, $i_y = 2,628$ cm, $i_1 = 1,170$ cm

$A_L = 0,466$ m²/m, $A_G = 51,01$ m²/t

$U/A = 400,6$ m⁻¹, $m = 9,14$ kg/m

Stal: St3, $f_d = 215$ MPa, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 250,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 250,3 \text{ kN} \text{ (klasa: 3, } \psi = 1,000)$$

- wyboczenie giętkie względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,53 \text{ m}, \lambda_x = 84,1, \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 1,001 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_x = 0,561$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 140,3 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętkie względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,53 \text{ m}, \lambda_y = 84,1, \bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 1,001 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_y = 0,561$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 140,3 \text{ kN}$$

- wyboczenie względem osi minimalnej sztywności 1-1

$$l_{e1} = 1,53 \text{ m}, \lambda_1 = 130,8, \bar{\lambda}_1 = \lambda_1 / \lambda_p = 1,557 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,322$$

$$\varphi_1 \cdot N_{Rc} = 80,63 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 1,913 \text{ kNm} \text{ (klasa: 3, } \psi_x = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 1,913 \text{ kNm} \text{ (klasa: 3, } \psi_y = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwężenia

nie uwzględniono zwężenia elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

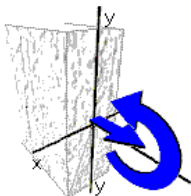
Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 70,33 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 70,33 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

Obciążenie elementu

$$N = -205 \text{ kN}, M_x = 0,090 \text{ kNm}$$



Warunki nośności elementu

$$(54) \quad N / N_{Rt} + M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,821 + 0,047 = 0,868 < 1$$