

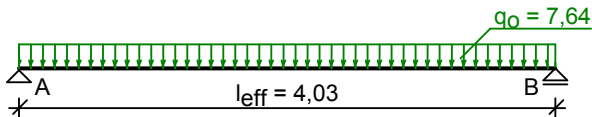
OBLICZENIA STATYCZNE I WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Poz. 1.1 – strop żelbetowy

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obc. śniegiem	0,86	1,50	--	1,29
2.	W-wy wykończeniowe dachu	0,70	1,20	--	0,84
3.	Płyta g-k na stelażu	0,10	1,20	--	0,12
4.	Centrala wentylacyjna	1,15	1,10	--	1,27
5.	Płyta żelbetowa grub.15 cm	3,75	1,10	--	4,13
Σ :		6,56	1,16		7,64

Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 4,03$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 15,51$ kNm/m
 Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 13,32$ kNm/m
 Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 13,32$ kNm/m
 Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 15,39$ kN/m

Dane materiałowe :

Grubość płyty 15,0 cm

Klasa betonu **B25 (C20/25)** $\rightarrow f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,01$

Stal zbrojeniowa główna **A-III (34GS)** $\rightarrow f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Pręty rozdzielcze $\phi 4,5$ co max. 30,0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20$ mm

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,72$ cm²/mb. Przyjęto $\phi 12$ co **14,0 cm** o $A_s = 8,08$ cm²/mb ($\rho = 0,65\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 15,51$ kNm/mb $<$ $M_{Rd} = 32,06$ kNm/mb (48,4%)

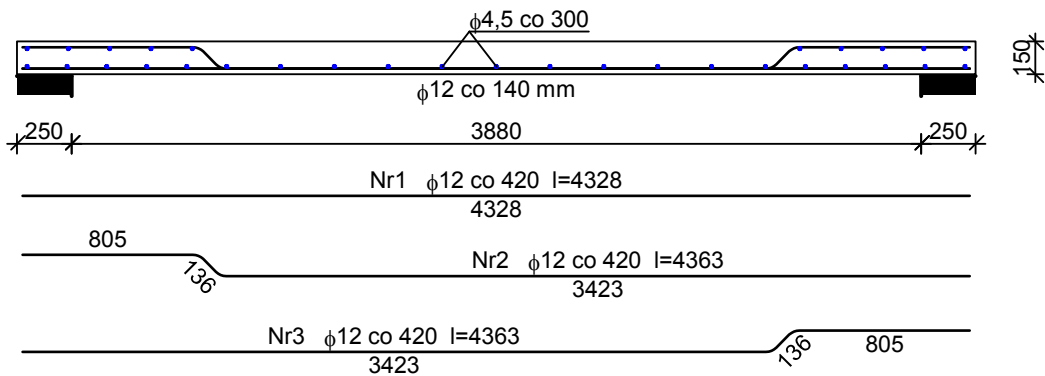
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,104$ mm $<$ $w_{lim} = 0,3$ mm (34,7%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 17,15$ mm $<$ $a_{lim} = 20,15$ mm (85,1%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 15,39$ kN/mb $<$ $V_{Rd1} = 85,22$ kN/mb (18,1%)

Szkic zbrojenia:



Wykaz zbrojenia dla pasma 1 mb płyty

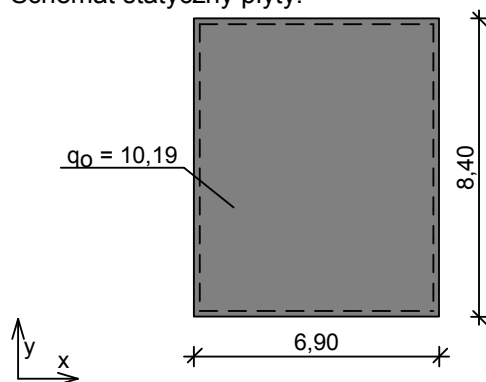
Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b	34GS
				φ4,5	φ12
1	12	433	2,38		10,31
2	12	436	2,38		10,38
3	12	436	2,38		10,38
4	4,5	105	31	32,55	
Długość wg średnic [m]				32,6	31,1
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,125	0,888
Masa wg średnic [kg]				4,1	27,6
Masa wg gatunku stali [kg]				5,0	28,0
Razem [kg]				33	

Poz. 1.2 – strop żelbetowy

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obc. śniegiem	0,86	1,50	--	1,29
2.	W-wy wykończeniowe dachu	0,70	1,20	--	0,84
3.	Płyta g-k na stelażu	0,10	1,20	--	0,12
4.	Obc. od urządzeń zamontowanych na dachu	2,22	1,10	--	2,44
5.	Płyta żelbetowa grub.20 cm	5,00	1,10	--	5,50
Σ :		8,88	1,15		10,19

Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,x} = 6,90$ m

Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,y} = 8,40$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Kierunek x:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdx} = 25,58$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Skx} = 22,28$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Skx,lt} = 22,28$ kNm/m

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox,max} = 35,16$ kN/m

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox} = 25,74 \text{ kN/m}$

Kierunek y:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdy} = 17,26 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sky} = 15,04 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sky,lt} = 15,04 \text{ kNm/m}$

Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy,max} = 35,16 \text{ kN/m}$

Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy} = 21,98 \text{ kN/m}$

Dane materiałowe :

Grubość płyty 20,0 cm

Klasa betonu **B25 (C20/25)** $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,88$

Stal zbrojeniowa A-III (**34GS**) $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 500 \text{ MPa}$

Otulinie zbrojenia przęsłowego w kierunku x $c_{nom,x} = 20 \text{ mm}$

Otulinie zbrojenia przęsłowego w kierunku y $c_{nom,y} = 25 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = 30 \text{ mm}$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Kierunek x:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 4,34 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 12$ co **10,0 cm** o $A_s = 11,31 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,65\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,x} = 25,58 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,x} = 63,00 \text{ kNm/mb}$ (40,6%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_{kx} = 0,083 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (27,6%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,x} = 35,16 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,x} = 115,50 \text{ kN/mb}$ (30,4%)

Kierunek y:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,99 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 12$ co **10,0 cm** o $A_s = 11,31 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,67\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,y} = 17,26 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,y} = 61,02 \text{ kNm/mb}$ (28,3%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_{ky} = 0,039 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (12,9%)

Podpora:

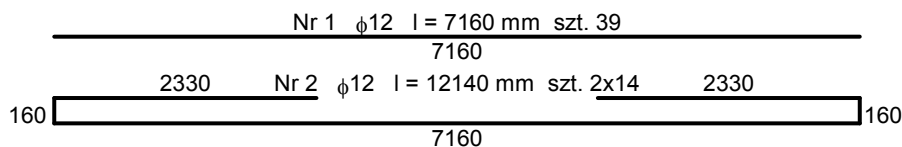
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,y} = 35,16 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,y} = 112,90 \text{ kN/mb}$ (31,1%)

Ugięcie całkowite płyty:

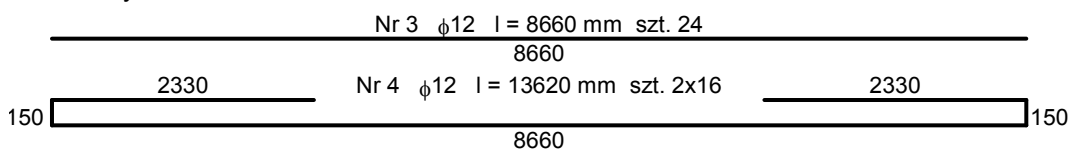
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 28,71 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (95,7%)

Szkic zbrojenia:

Kierunek x:



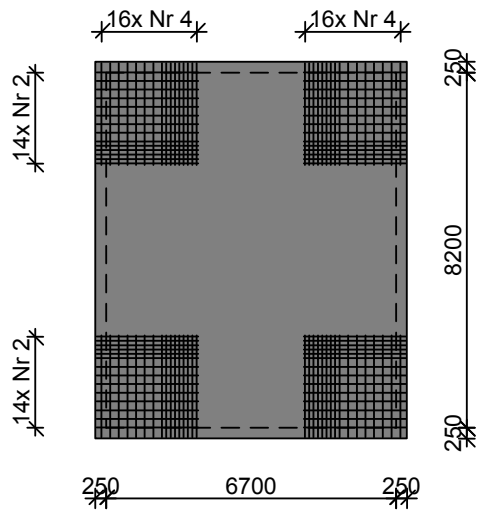
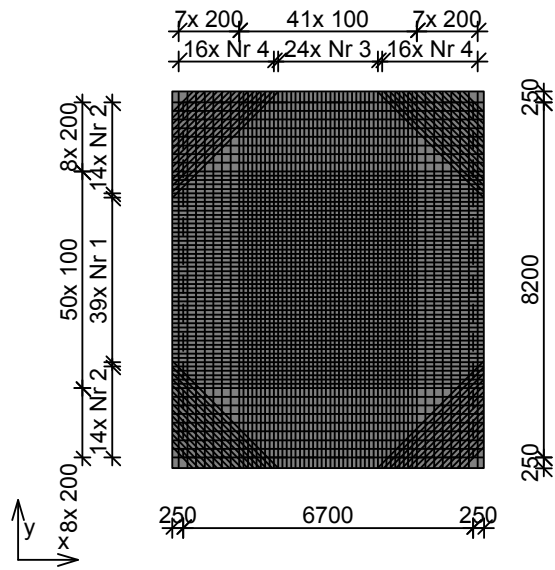
Kierunek y:



Zbrojenie naroży dołem:

Nr 5 $\phi 12$ co 100 mm $l = 650-3450 \text{ mm}$ szt. 4x 15
650-3450

Schemat rozmieszczenia prętów (dołem i góra):



Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	34GS
				φ12
1.	12	716	39	279,24
2.	12	1214	28	339,92
3.	12	866	24	207,84
4.	12	1362	32	435,84
5.	12	345	4	13,80
	12	325	4	13,00
	12	305	4	12,20
	12	285	4	11,40
	12	265	4	10,60
	12	245	4	9,80
	12	225	4	9,00
	12	205	4	8,20
	12	185	4	7,40
	12	165	4	6,60

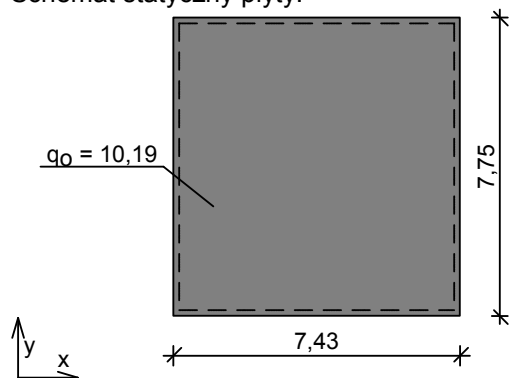
	12	145	4	5,80
	12	125	4	5,00
	12	105	4	4,20
	12	85	4	3,40
	12	65	4	2,60
Długość wg średnic [m]				1385,9
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,888
Masa wg średnic [kg]				1230,7
Masa wg gatunku stali [kg]				1231,0
Razem [kg]				1231

Poz. 1.2a – strop żelbetowy

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obc. śniegiem	0,86	1,50	--	1,29
2.	W-wy wykończeniowe dachu	0,70	1,20	--	0,84
3.	Płyta g-k na stelażu	0,10	1,20	--	0,12
4.	Obc. od urządzeń zamontowanych na dachu	2,22	1,10	--	2,44
5.	Płyta żelbetowa grub.20 cm	5,00	1,10	--	5,50
Σ :		8,88	1,15		10,19

Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,x} = 7,43$ m
Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff,y} = 7,75$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Kierunek x:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdx} = 22,30$ kNm/m
Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Skx} = 19,43$ kNm/m
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Skx,lt} = 19,43$ kNm/m
Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox,max} = 37,86$ kN/m
Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi y) $Q_{ox} = 24,63$ kN/m

Kierunek y:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sdy} = 20,49$ kNm/m
Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sdy} = 17,85$ kNm/m
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sdy,lt} = 17,85$ kNm/m
Maksymalne oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy,max} = 37,86$ kN/m
Zastępcze oddziaływanie podporowe (wzdłuż krawędzi x) $Q_{oy} = 23,66$ kN/m

Dane materiałowe :

Grubość płyty **20,0 cm**

Klasa betonu **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,88$
 Stal zbrojeniowa A-III (**34GS**) $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 500 \text{ MPa}$
 Otulenie zbrojenia przęsłowego w kierunku x $c_{nom,x} = 20 \text{ mm}$
 Otulenie zbrojenia przęsłowego w kierunku y $c_{nom,y} = 25 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała
 Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
 Graniczne ugięcie $a_{lim} = 30 \text{ mm}$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Kierunek x:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,77 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 12$ co **8,0 cm** o $A_s = 14,14 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,81\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,x} = 22,30 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,x} = 76,91 \text{ kNm/mb}$ (29,0%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_{kx} = 0,047 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (15,8%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,x} = 37,86 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,x} = 118,32 \text{ kN/mb}$ (32,0%)

Kierunek y:

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,56 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 12$ co **8,0 cm** o $A_s = 14,14 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,84\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,y} = 20,49 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,y} = 74,44 \text{ kNm/mb}$ (27,5%)

Szerokość rys prostopadłych: $w_{ky} = 0,042 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (14,0%)

Podpora:

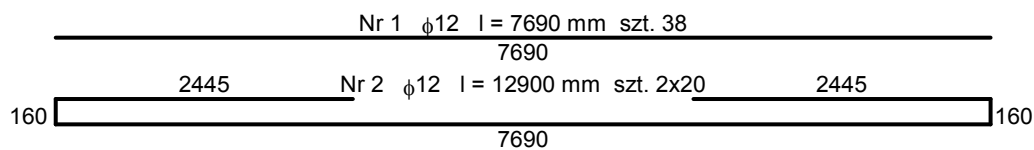
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd,y} = 37,86 \text{ kN/mb} < V_{Rd1,y} = 115,73 \text{ kN/mb}$ (32,7%)

Ugięcie całkowite płyty:

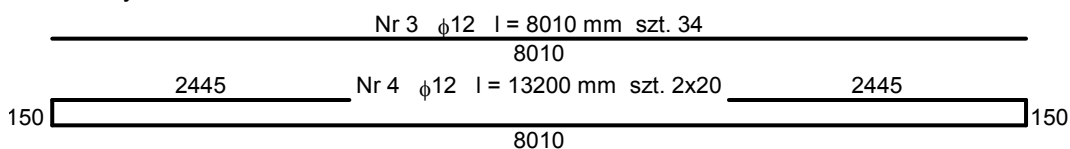
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,it}$: $a(M_{Sk,it}) = 26,32 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (87,7%)

Szkic zbrojenia:

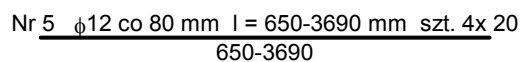
Kierunek x:



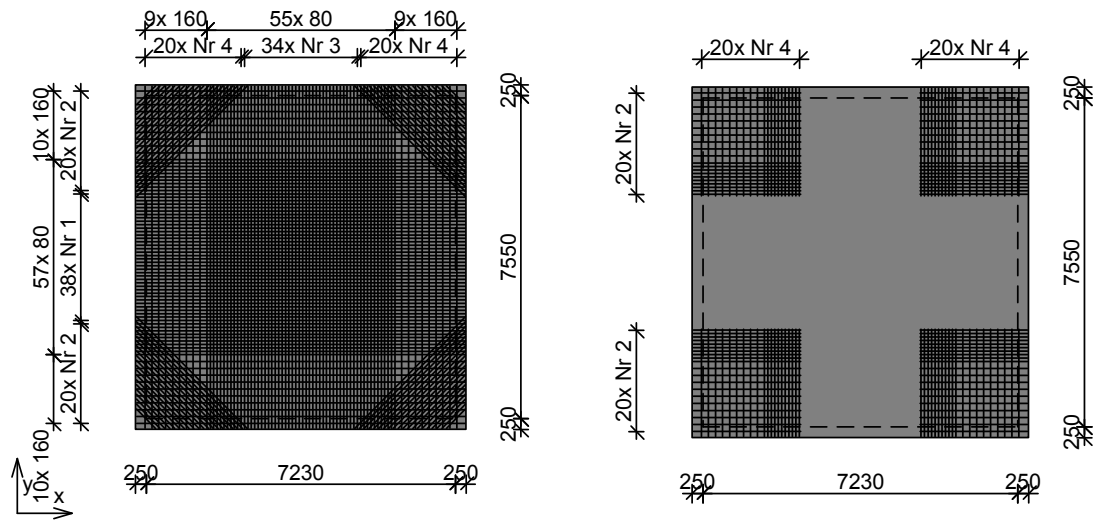
Kierunek y:



Zbrojenie naroży dołem:



Schemat rozmieszczenia prętów (dołem i góra):



Wykaz zbrojenia

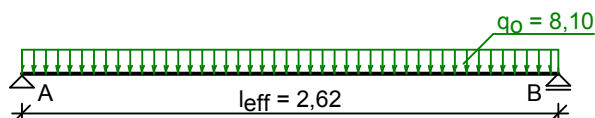
Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	34GS
				φ12
1.	12	769	38	292,22
2.	12	1290	40	516,00
3.	12	801	34	272,34
4.	12	1320	40	528,00
5.	12	369	4	14,76
	12	353	4	14,12
	12	337	4	13,48
	12	321	4	12,84
	12	305	4	12,20
	12	289	4	11,56
	12	273	4	10,92
	12	257	4	10,28
	12	241	4	9,64
	12	225	4	9,00
	12	209	4	8,36
	12	193	4	7,72
	12	177	4	7,08
	12	161	4	6,44
	12	145	4	5,80
	12	129	4	5,16
	12	113	4	4,52
	12	97	4	3,88
	12	81	4	3,24
	12	65	4	2,60
Długość wg średnic [m]				1782,2
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,888
Masa wg średnic [kg]				1582,6
Masa wg gatunku stali [kg]				1583,0
Razem [kg]				1583

Poz. 1.3 – strop żelbetowy

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obc. śniegiem	0,86	1,50	--	1,29
2.	W-wy wykończeniowe dachu	0,70	1,20	--	0,84
3.	Płyta g-k na stelażu	0,10	1,20	--	0,12
4.	Elementy mocowane na dachu	2,32	1,10	--	2,55
5.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3,00	1,10	--	3,30
Σ :		6,98	1,16		8,10

Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 2,62$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 6,95$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 5,99$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,it} = 5,99$ kNm/m

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 10,61$ kN/m

Dane materiałowe :

Grubość płyty 12,0 cm

Klasa betonu **B25 (C20/25)** $\rightarrow f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,12$

Stal zbrojeniowa główna **A-III (34GS)** $\rightarrow f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Pręty rozdzielcze $\phi 4,5$ co max. 30,0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20$ mm

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,18$ cm²/mb. Przyjęto $\phi 12$ co **14,0 cm** o $A_s = 8,08$ cm²/mb ($\rho = 0,86\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 6,95$ kNm/mb $< M_{Rd} = 23,58$ kNm/mb (29,5%)

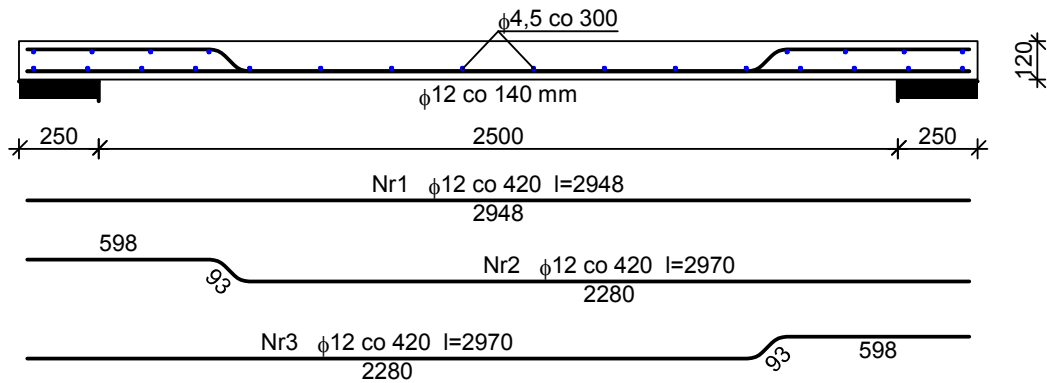
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,042$ mm $< w_{lim} = 0,3$ mm (14,1%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,it}$: $a(M_{Sk,it}) = 5,68$ mm $< a_{lim} = 13,10$ mm (43,4%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 10,61$ kN/mb $< V_{Rd1} = 67,97$ kN/mb (15,6%)

Szkic zbrojenia:

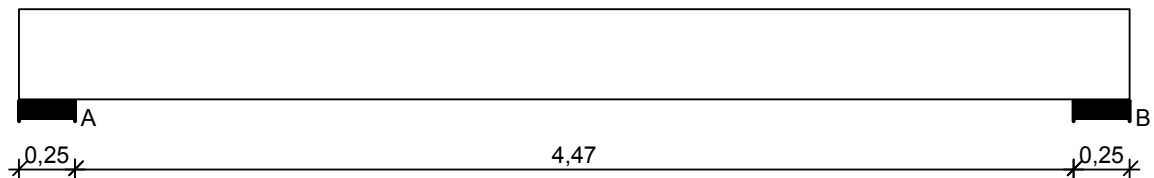


Wykaz zbrojenia dla pasma 1 mb płyty

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b	34GS
				$\phi 4,5$	$\phi 12$
1	12	295	2,38		7,02
2	12	297	2,38		7,07
3	12	297	2,38		7,07
4	4,5	105	24	25,20	
Długość wg średnic [m]				25,2	21,2
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,125	0,888
Masa wg średnic [kg]				3,1	18,8
Masa wg gatunku stali [kg]				4,0	19,0
Razem [kg]				23	

Poz. 1.4 – podciąg żelbetowy

SZKIC BELKI

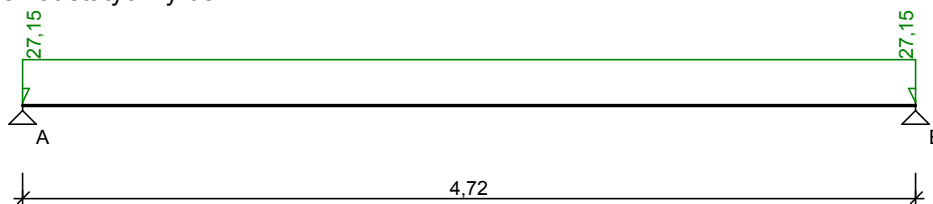


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obc. od stropu	12,30	1,00	--	12,30	cała belka
2.	Ściana attyki	11,00	1,10	--	12,10	cała belka
3.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m ³]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
Σ :		25,80	1,05		27,15	

Schemat statyczny belki



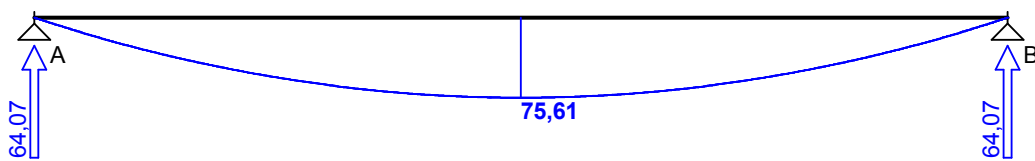
DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

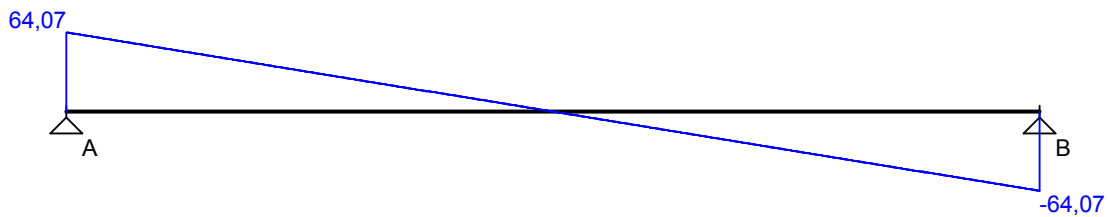
Ciężar objętościowy $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
 Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$
 Wilgotność środowiska $RH = 50\%$
 Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
 Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,24$
 Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa}, f_{tk} = 500 \text{ MPa}$
 Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}, f_{yd} = 190 \text{ MPa}, f_{tk} = 260 \text{ MPa}$
 Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)
 Sytuacja obliczeniowa: trwała
 Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$
 Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
 Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

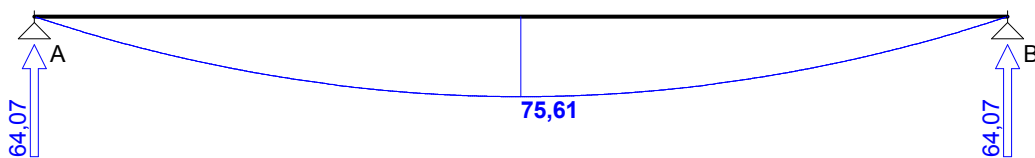


Ugięcia [mm]:

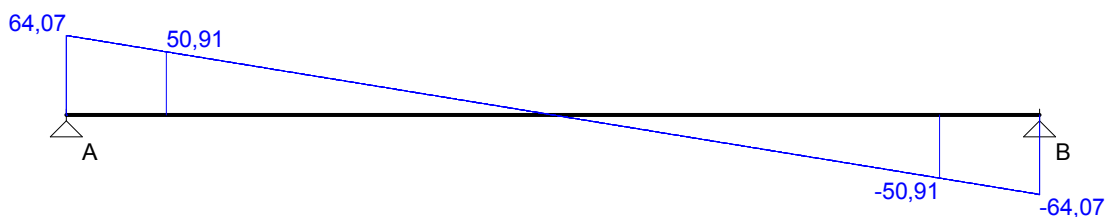


Obwiednia sił wewnętrznych

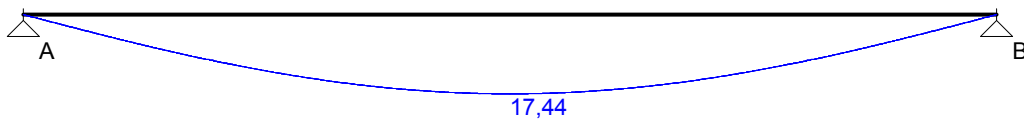
Momenty zginające [kNm]:



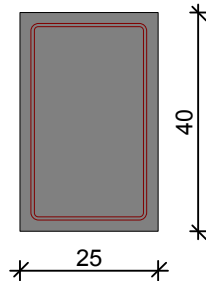
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 40,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 75,61 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $8\phi 12$ o $A_s = 9,05 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,01\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 75,61 \text{ kNm} < M_{Rd} = 98,96 \text{ kNm}$ (76,4%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 50,91 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 270 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 50,91 \text{ kN} < V_{Rd1} = 62,50 \text{ kN}$ (81,5%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 71,85 \text{ kNm}$

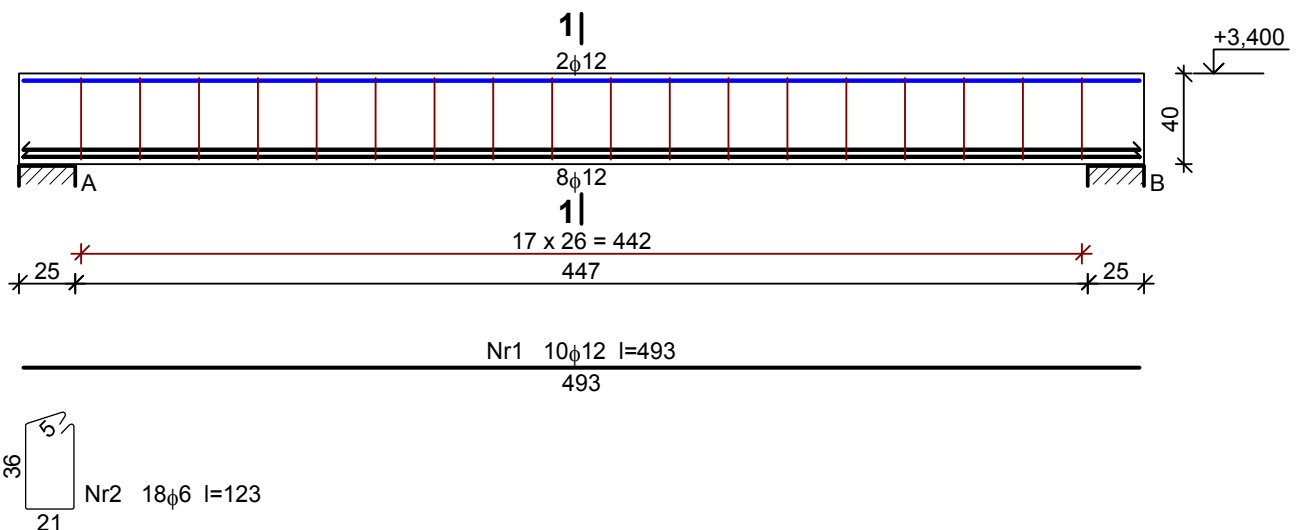
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,184 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (61,4%)

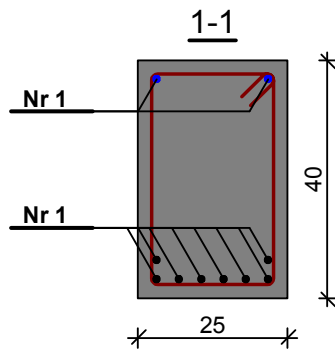
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 17,44 \text{ mm} < a_{lim} = 4720/200 = 23,60 \text{ mm}$ (73,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 57,66 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

SKZIC ZBROJENIA:



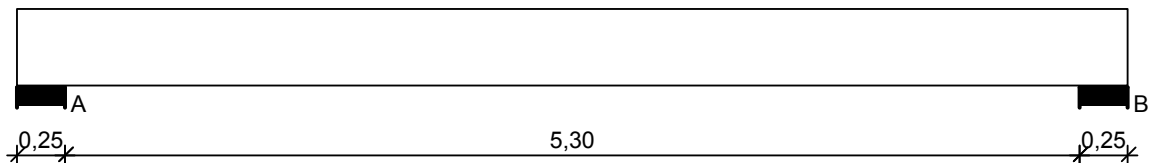


Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]	
				St0S-b φ6	34GS φ12
1.	12	493	10		49,30
2.	6	123	18	22,14	
Długość ogólna wg średnic [m]				22,2	49,3
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				4,9	43,8
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				4,9	43,8
Masa całkowita [kg]				49	

Poz. 1.5 – podciąg żelbetowy

SZKIC BELKI

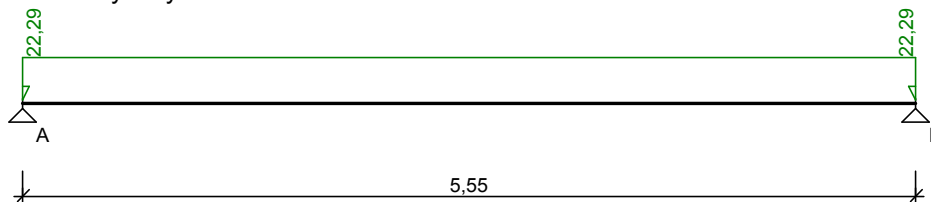


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ciężar stropu	12,28	1,00	--	12,28	cała belka
2.	Ciężar ściany attyki	6,60	1,10	--	7,26	cała belka
3.	Ciężar własny belki [0,25m · 0,40m · 25,0kN/m ³]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
Σ :		21,38	1,04		22,29	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,00$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa}, f_{tk} = 500 \text{ MPa}$

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}, f_{yd} = 190 \text{ MPa}, f_{tk} = 260 \text{ MPa}$

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

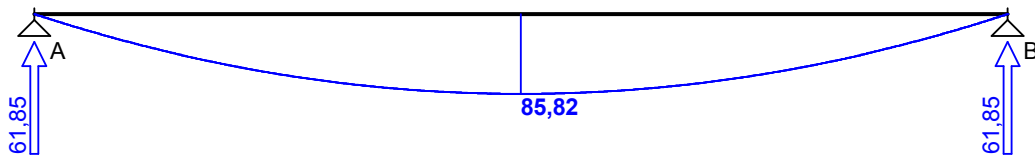
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

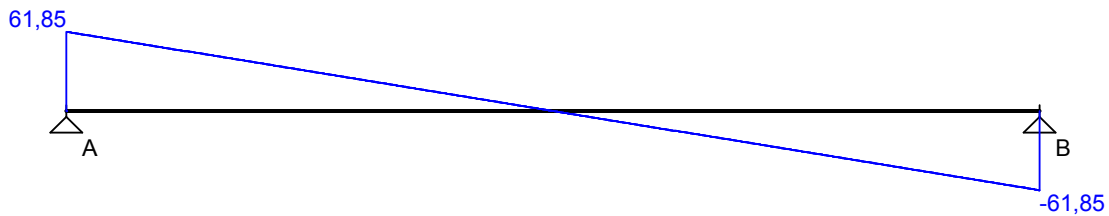
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

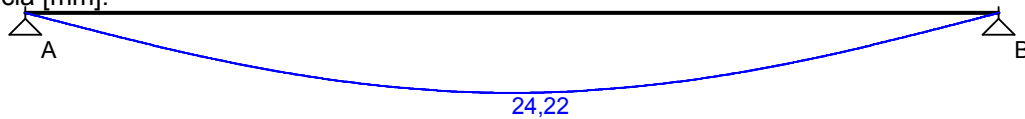
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

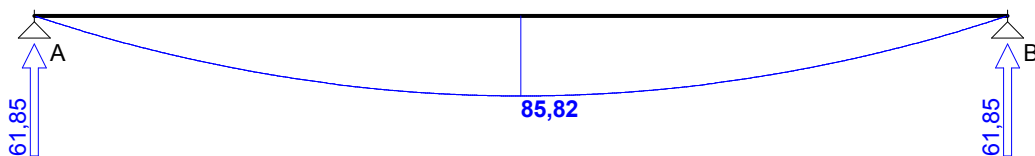


Ugięcia [mm]:

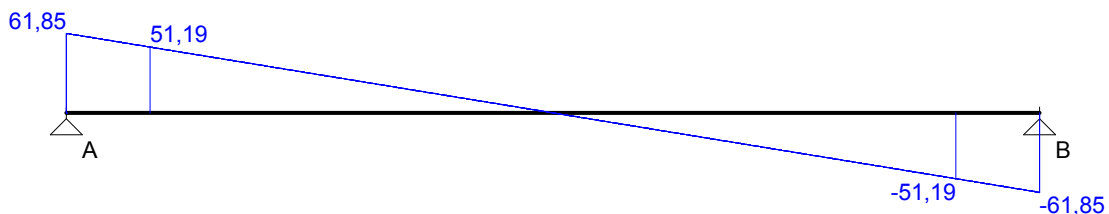


Obwiednia sił wewnętrznych

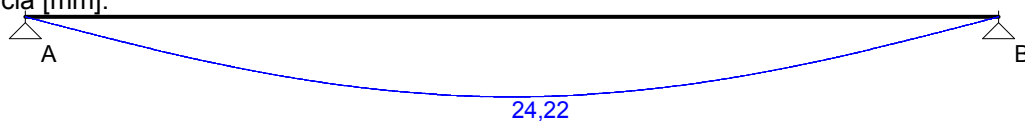
Momenty zginające [kNm]:



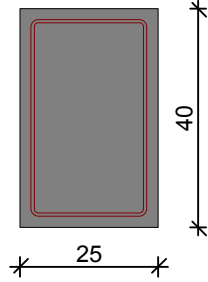
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 40,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 85,82 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem **11 ϕ 12** o $A_s = 12,44 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,41\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 85,82 \text{ kNm} < M_{Rd} = 125,46 \text{ kNm}$ (68,4%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)51,19 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 260 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)51,19 \text{ kN} < V_{Rd1} = 61,68 \text{ kN}$ (83,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 82,32 \text{ kNm}$

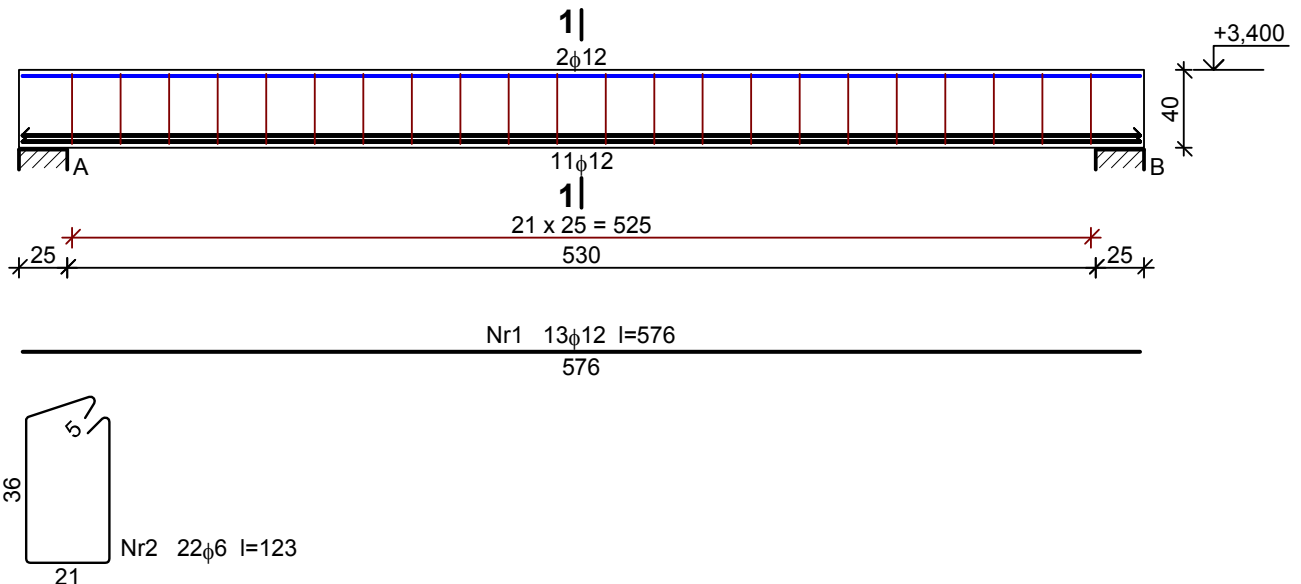
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,151 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (50,3%)

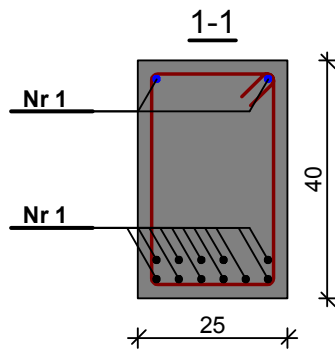
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 24,22 \text{ mm} < a_{lim} = 5550/200 = 27,75 \text{ mm}$ (87,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 56,66 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

SZKIC ZBROJENIA:



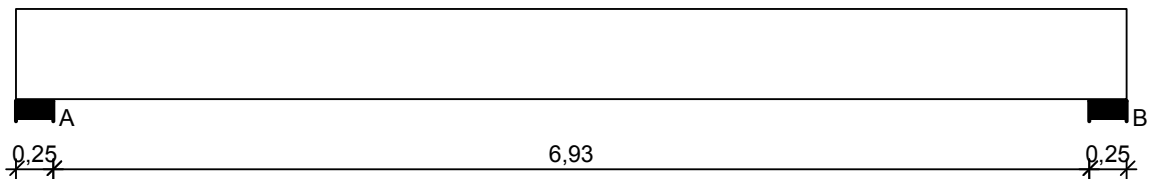


Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]	
				St0S-b φ6	34GS φ12
1.	12	576	13		74,88
2.	6	123	22	27,06	
Długość ogólna wg średnic [m]				27,1	74,9
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				6,0	66,5
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				6,0	66,5
Masa całkowita [kg]				73	

Poz. 1.6 – podciąg żelbetowy

SZKIC BELKI



OBCIĄŻENIA NA BELCE

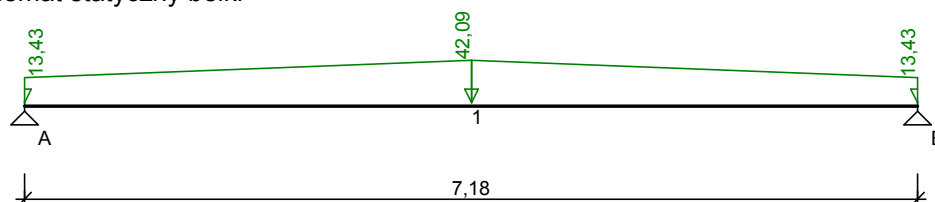
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ciężar ściany attyki	6,60	1,10	--	7,26	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m · 0,60m · 25,0kN/m ³]	3,75	1,10	--	4,13	cała belka
Σ :		10,35	1,10		11,38	

Zestawienie obciążeń rozłożonych trapezowych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char. lewe	Obc.char. prawe	γ_f	k_d	Obc.obl. lewe	Obc.obl. prawe	Zasięg [m]
1.	Ciężar stropu	2,05	30,71	1,00	--	2,05	30,71	od pocz. do 3,47
2.	Ciężar stropu	30,71	2,05	1,00	--	30,71	2,05	od 3,47 do końca

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,93$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

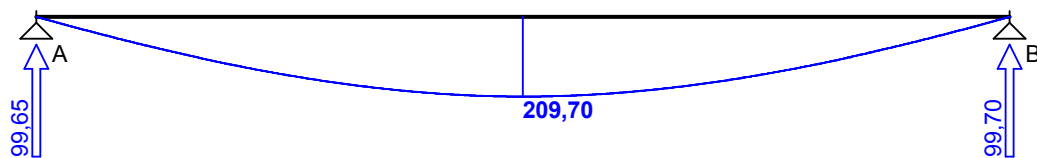
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

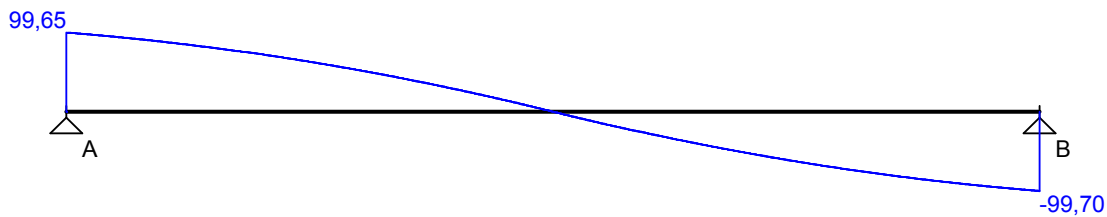
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

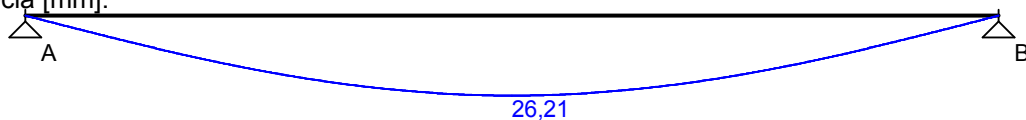
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

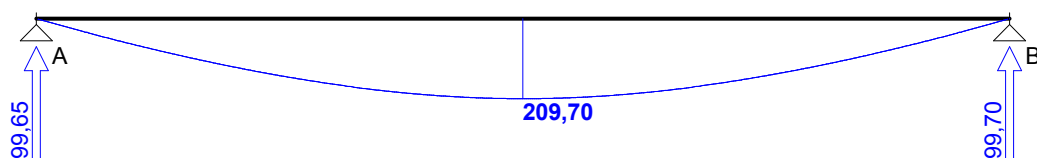


Ugięcia [mm]:

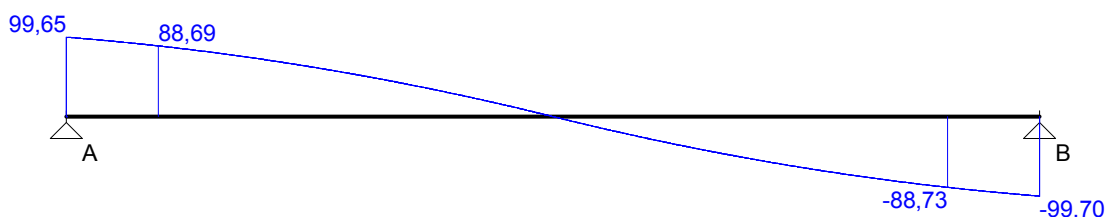


Obwiednia sił wewnętrznych

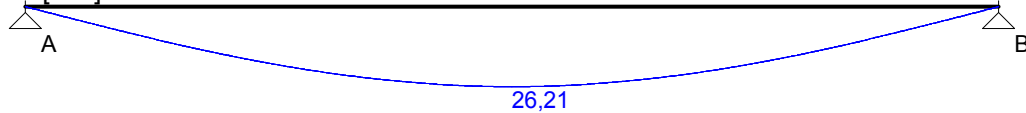
Momenty zginające [kNm]:



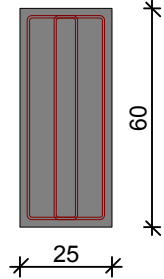
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 60,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 209,70 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $9\phi 16$ o $A_s = 18,10 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,31\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 209,70 \text{ kNm} < M_{Rd} = 290,70 \text{ kNm}$ (72,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)88,73 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czteroczętymi $\phi 6$ co 200 mm na odcinku $100,0 \text{ cm}$ przy podporach oraz co 200 mm w środku rozpiętości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)88,73 \text{ kN} < V_{Rd3} = 129,87 \text{ kN}$ (68,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 203,03 \text{ kNm}$

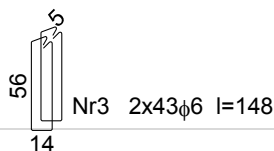
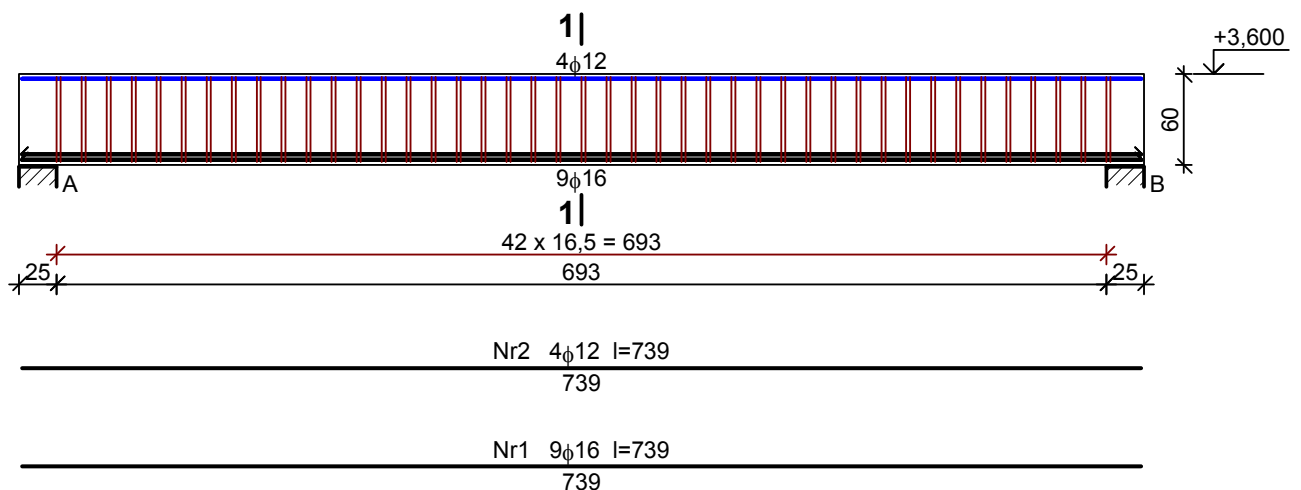
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,157 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (52,4%)

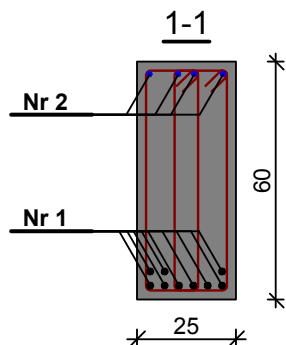
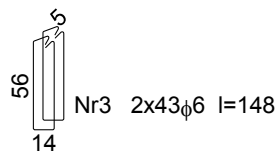
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 26,21 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (87,4%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 94,37 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,181 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (60,5%)

SZKIC ZBROJENIA:



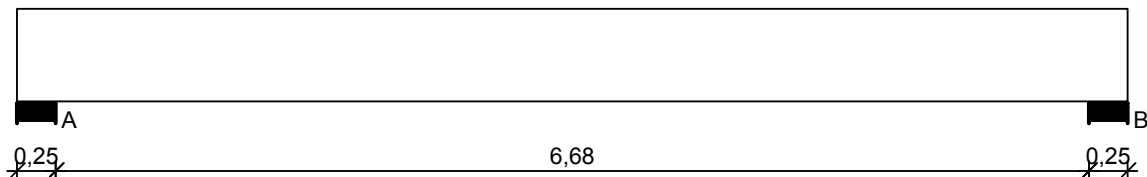


Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]		
				St0S-b		34GS
				φ6	φ12	φ16
1.	16	739	9		66,51	
2.	12	739	4	29,56		
3.	6	149	86	128,14		
Długość ogólna wg średnic [m]				128,2	29,6	66,6
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				28,5	26,3	105,1
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				28,5	131,4	
Masa całkowita [kg]				160		

Poz. 1.7 – podciąg żelbetowy

SZKIC BELKI



OBCIĄŻENIA NA BELCE

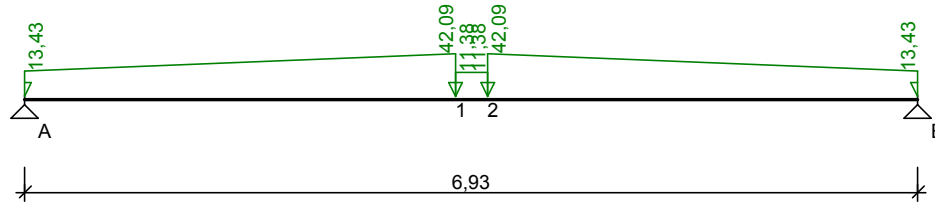
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ciężar ściany attyki	6,60	1,10	--	7,26	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,60m·25,0kN/m ³]	3,75	1,10	--	4,13	cała belka
Σ :		10,35	1,10		11,38	

Zestawienie obciążeń rozłożonych trapezowych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char. lewe	Obc.char. prawe	γ_f	k_d	Obc.obl. lewe	Obc.obl. prawe	Zasięg [m]
1.	Ciężar stropu	2,05	30,71	1,00	--	2,05	30,71	od pocz. do 3,22
2.	Ciężar stropu	30,71	2,05	1,00	--	30,71	2,05	od 3,47 do końca

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,93$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

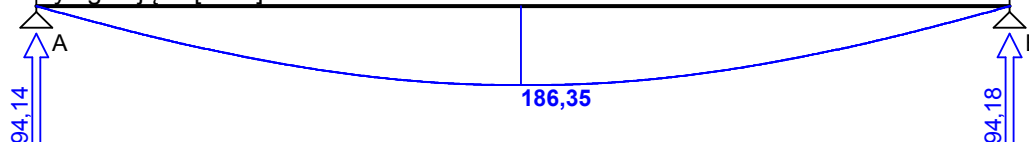
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzywulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

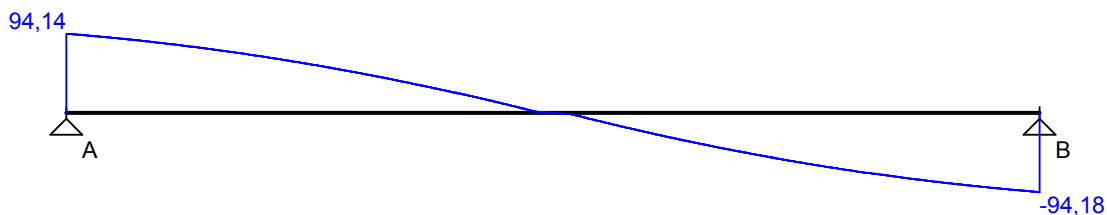
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

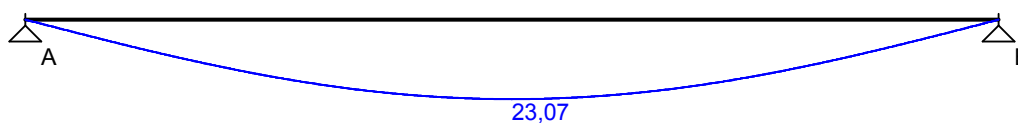
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

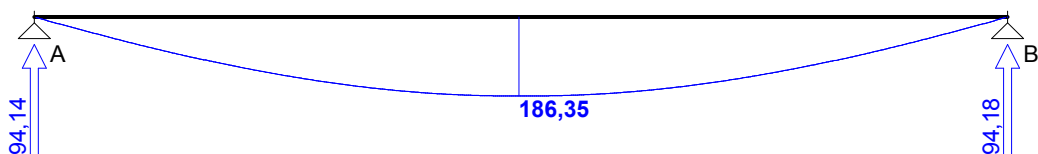


Ugięcia [mm]:

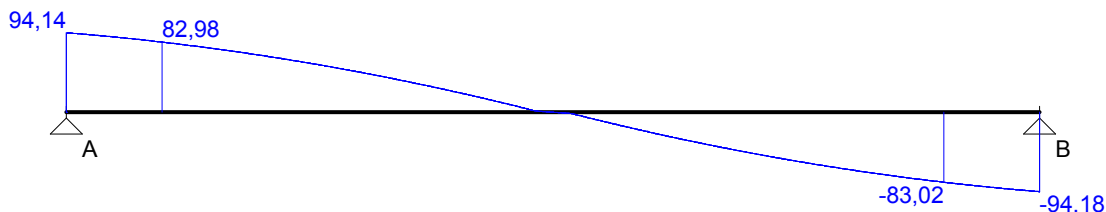


Obwiednia sił wewnętrznych

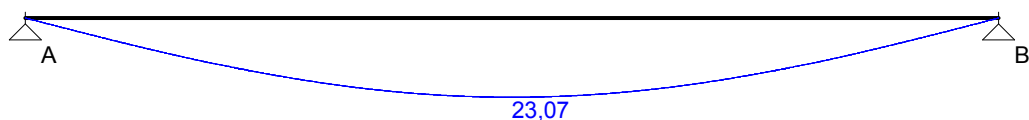
Momenty zginające [kNm]:



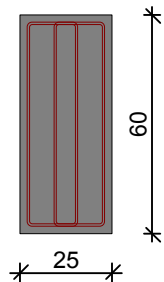
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 60,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 186,35 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $8\phi 16$ o $A_s = 16,08 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,16\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 186,35 \text{ kNm} < M_{Rd} = 266,04 \text{ kNm}$ (70,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)83,02 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czteroczętymi $\phi 6$ co **200 mm** na odcinku 120,0 cm przy podporach oraz co 200 mm w środku rozpiętości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)83,02 \text{ kN} < V_{Rd3} = 110,48 \text{ kN}$ (75,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = 180,14 \text{ kNm}$

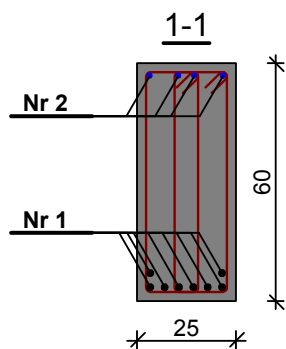
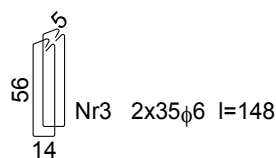
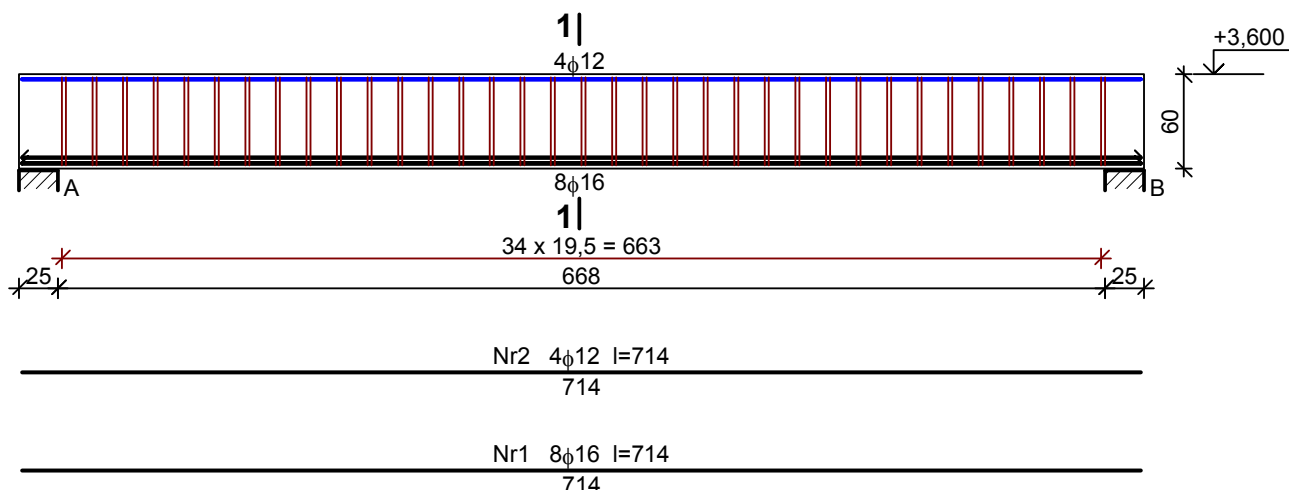
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,157 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (52,3%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 23,07 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (76,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 88,97 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,160 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (53,2%)

SZKIC ZBROJENIA:

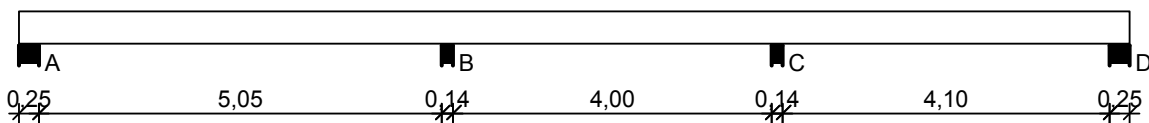


Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]		
				StOS-b φ6	34GS φ12	34GS φ16
1.	16	714	8			57,12
2.	12	714	4		28,56	
3.	6	149	70	104,30		
Długość ogólna wg średnic [m]				104,3	28,6	57,2
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				23,2	25,4	90,3
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				23,2	115,7	
Masa całkowita [kg]				139		

Poz. 1.8 – podciąg żelbetowy

SZKIC BELKI

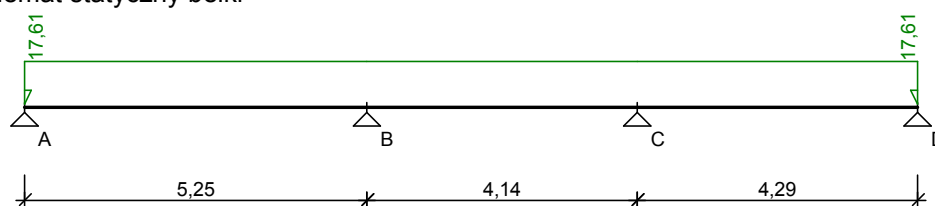


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obc. od stropu	7,60	1,00	--	7,60	cała belka
2.	Ciężar ściany atyki	6,60	1,10	--	7,26	cała belka
3.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m3]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
Σ :		16,70	1,05		17,61	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,24$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

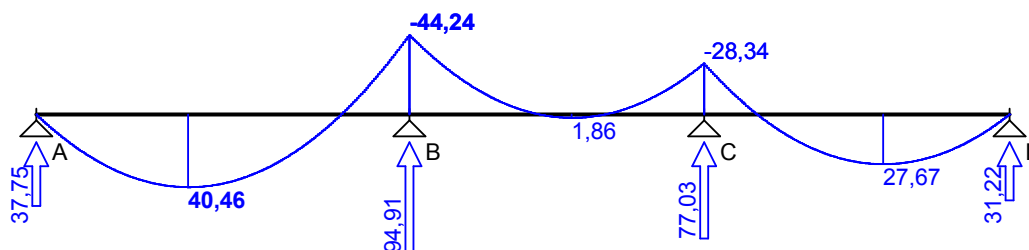
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

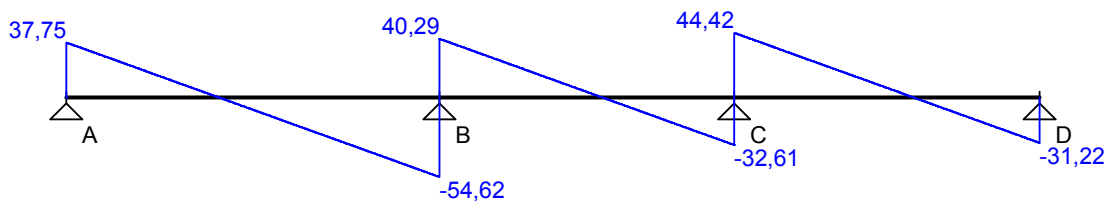
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

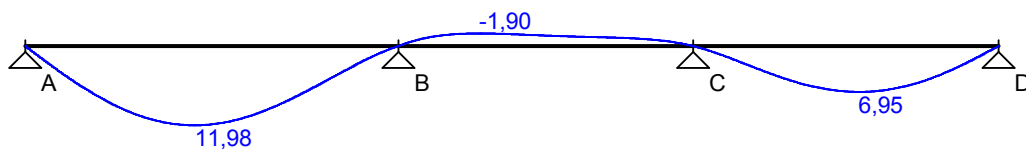
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

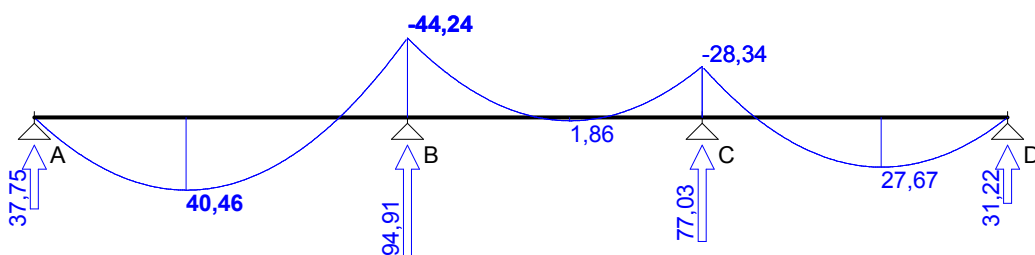


Ugięcia [mm]:

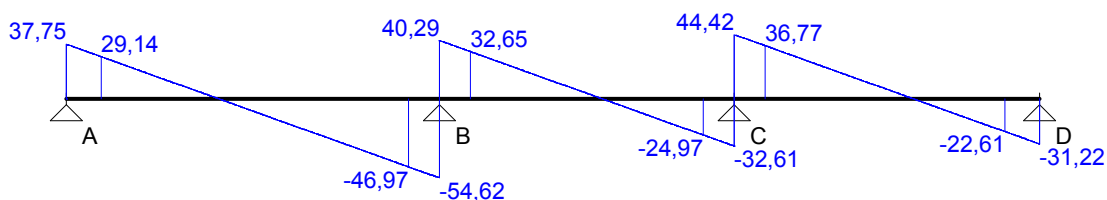


Obwiednia sił wewnętrznych

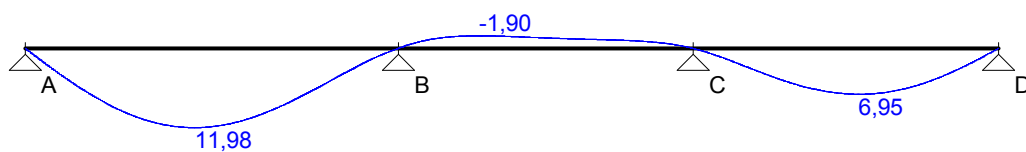
Momenty zginające [kNm]:



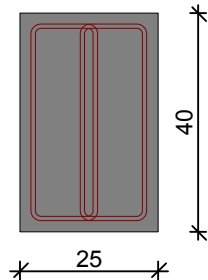
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 40,0 \text{ cm}$
otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 40,46 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,34 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3φ16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,66\%$)
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 40,46 \text{ kNm} < M_{Rd} = 70,16 \text{ kNm}$ (57,7%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)46,97 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co 70 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)46,97 \text{ kN} < V_{Rd1} = 57,68 \text{ kN}$ (81,4%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 38,37 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,177 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (59,1%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 11,98 \text{ mm} < a_{lim} = 5245/200 = 26,23 \text{ mm}$ (45,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 50,62 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)44,24 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 3,67 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3φ16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,66\%$)
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)44,24 \text{ kNm} < M_{Rd} = 70,16 \text{ kNm}$ (63,0%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)41,95 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,196 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (65,4%)

Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 1,86 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 1,27 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,44\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 1,86 \text{ kNm} < M_{Rd} = 48,26 \text{ kNm}$ (3,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 32,65 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co 270 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 32,65 \text{ kN} < V_{Rd1} = 57,68 \text{ kN}$ (56,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 1,76 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)26,87 \text{ kNm}$

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = (-)1,90 \text{ mm} < a_{lim} = 4140/200 = 20,70 \text{ mm}$ (9,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 37,04 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora C:

Zginanie: (przekrój **d-d**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)28,34 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 2,30 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,44\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)28,34 \text{ kNm} < M_{Rd} = 48,26 \text{ kNm}$ (58,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)26,87 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,212 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (70,8%)

Przęsło C - D:

Zginanie: (przekrój e-e)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 27,67 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,24 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,44\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 27,67 \text{ kNm} < M_{Rd} = 48,26 \text{ kNm}$ (57,3%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 36,77 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czteroczętymi $\phi 8$ co 270 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 36,77 \text{ kN} < V_{Rd1} = 54,20 \text{ kN}$ (67,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 26,24 \text{ kNm}$

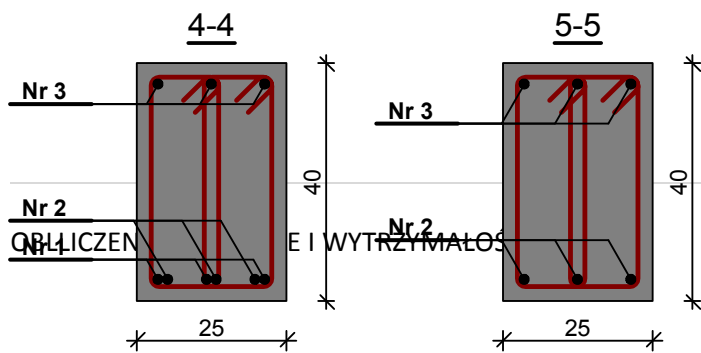
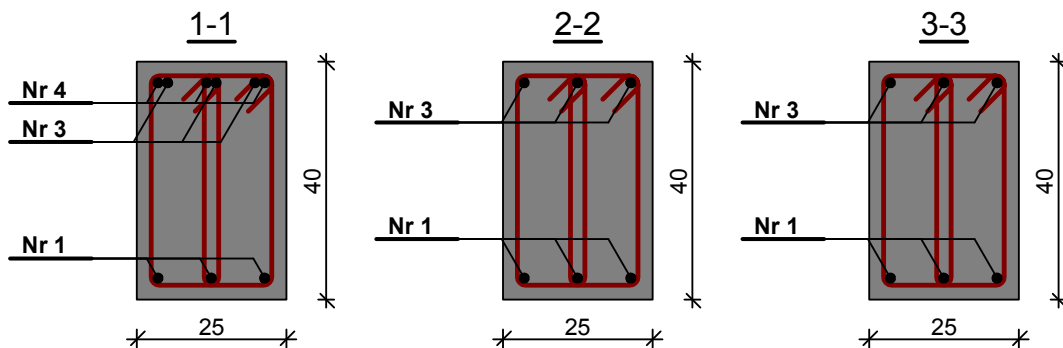
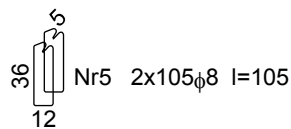
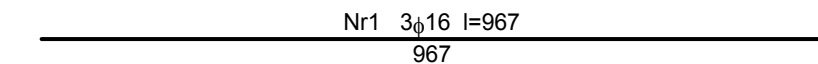
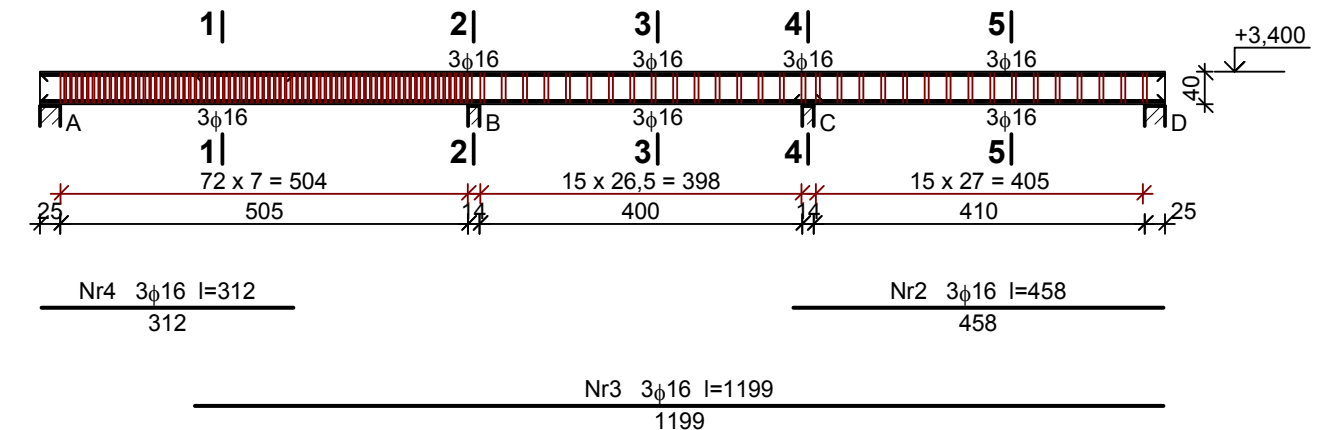
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,206 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (68,5%)

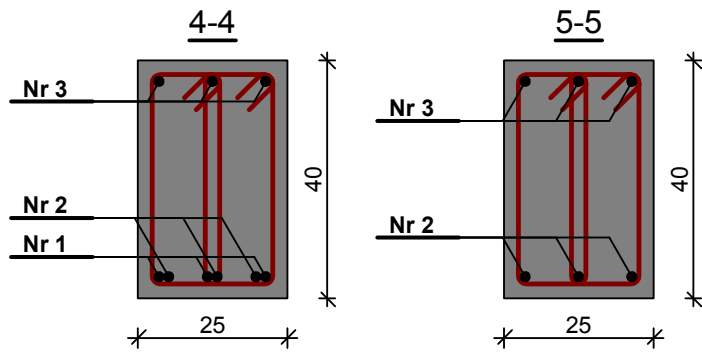
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 6,95 \text{ mm} < a_{lim} = 4295/200 = 21,48 \text{ mm}$ (32,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 40,95 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

SZKIC ZBROJENIA:



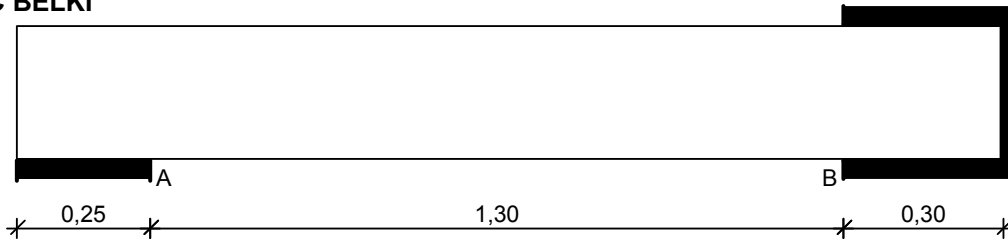


Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]	
				St0S-b φ8	34GS φ16
1.	16	967	3		29,01
2.	16	458	3		13,74
3.	16	1199	3		35,97
4.	16	312	3		9,36
5.	8	105	210	220,50	
Długość ogólna wg średnic [m]				220,5	88,1
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,395	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				87,1	139,0
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				87,1	139,0
Masa całkowita [kg]				227	

Poz. 1.9 – podciąg żelbetowy

SZKIC BELKI

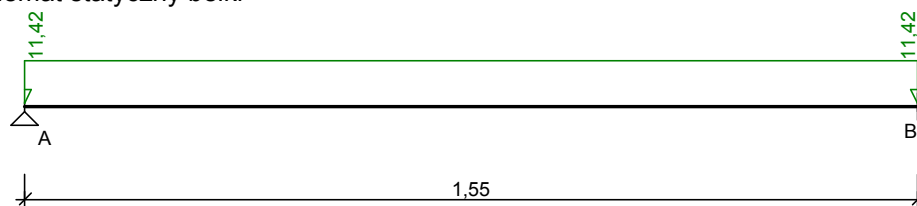


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ciężar ściany	8,82	1,10	--	9,70	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,25m·25,0kN/m ³]	1,56	1,10	--	1,72	cała belka
Σ :		10,38	1,10		11,42	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B20** (C16/20) → $f_{cd} = 10,67$ MPa, $f_{ctd} = 0,87$ MPa, $E_{cm} = 29,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,35$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

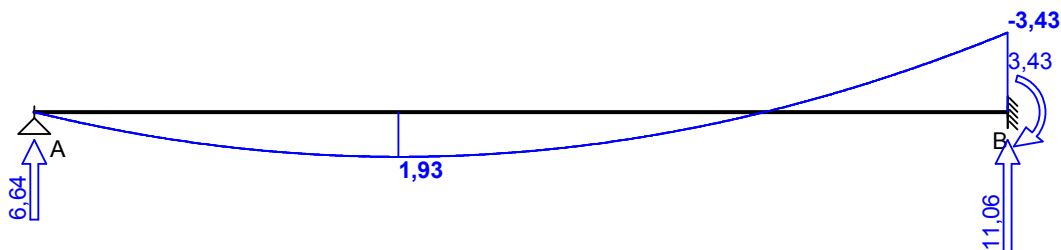
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

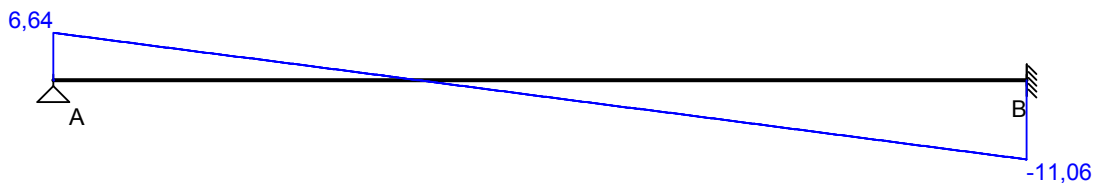
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

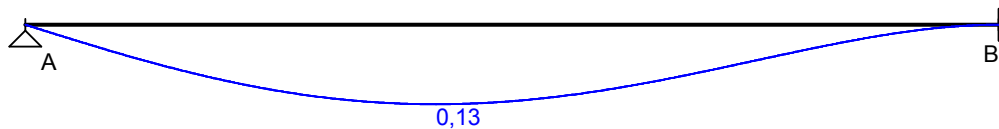
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

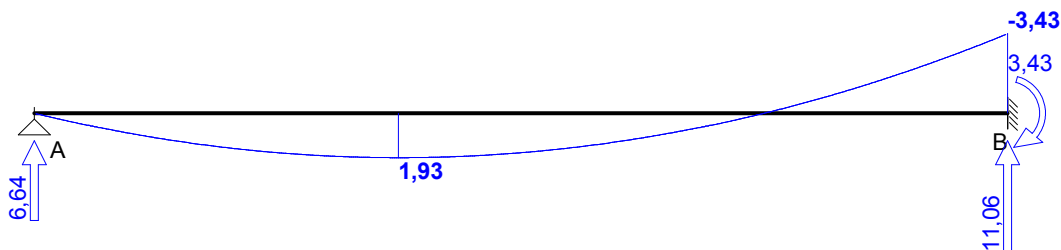


Ugięcia [mm]:

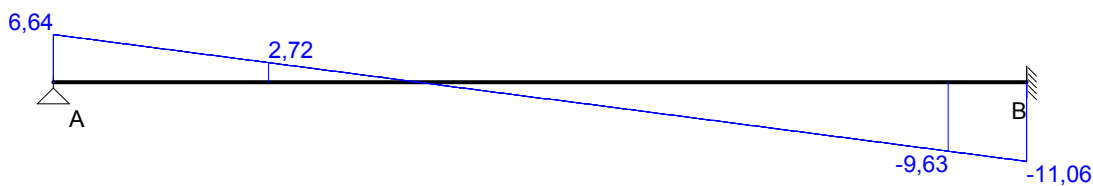


Obwiednia sił wewnętrznych

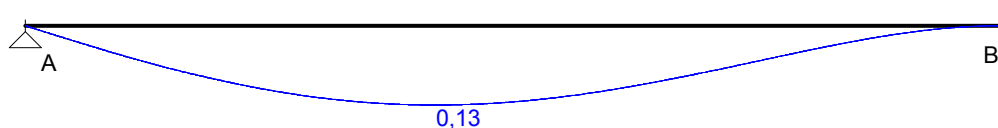
Momenty zginające [kNm]:



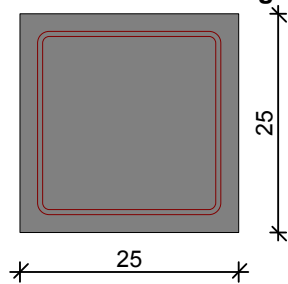
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 25,0 \text{ cm}$
otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 1,93 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,71 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 12$ o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,42\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 1,93 \text{ kNm} < M_{Rd} = 16,08 \text{ kNm}$ (12,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)9,63 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 160 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)9,63 \text{ kN} < V_{Rd1} = 31,21 \text{ kN}$ (30,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,it} = 1,75 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,it}$: $a(M_{Sk,it}) = 0,13 \text{ mm} < a_{lim} = 1550/200 = 7,75 \text{ mm}$ (1,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 8,76 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)3,43 \text{ kNm}$

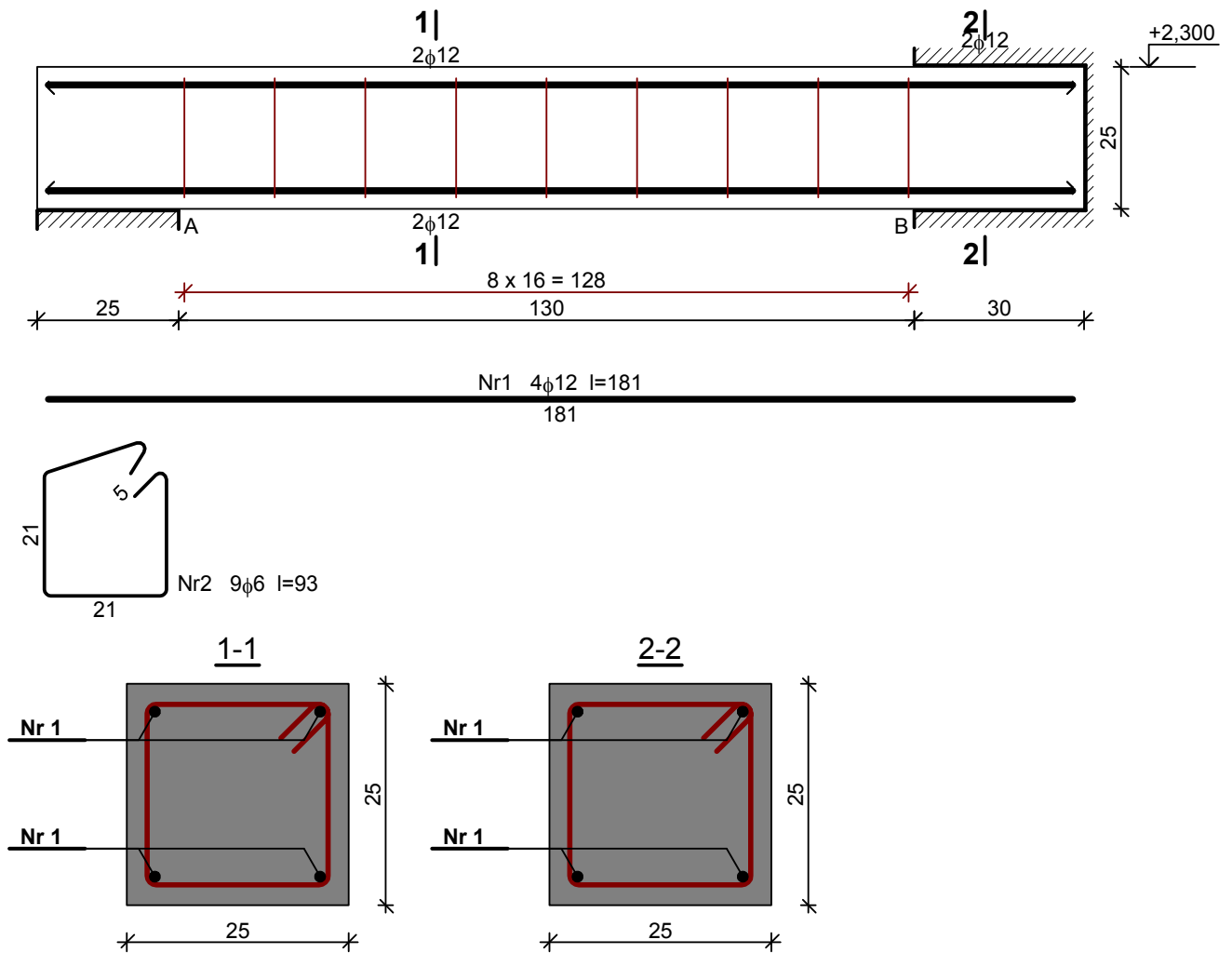
Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = 0,71 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 12$ o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,42\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)3,43 \text{ kNm} < M_{Rd} = 16,08 \text{ kNm}$ (21,3%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)3,12 \text{ kNm}$
 Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

SZKIC ZBROJENIA:

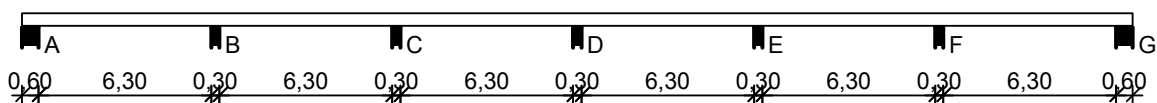


Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]	
				St0S-b φ6	34GS φ12
1.	12	181	4		7,24
2.	6	93	9	8,37	
Długość ogólna wg średnic [m]				8,4	7,3
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				1,9	6,5
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				1,9	6,5
Masa całkowita [kg]				9	

Poz. 1.10 – podciąg żelbetowy

SZKIC BELKI

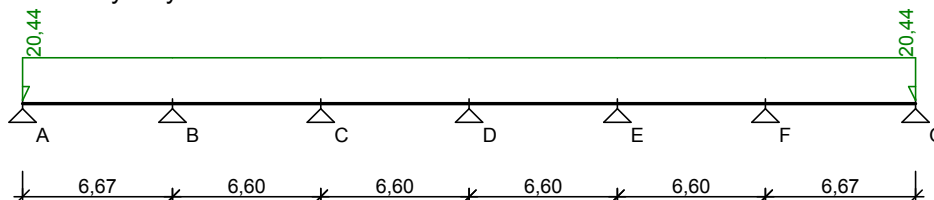


OBciążENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ciężar atyki	8,50	1,10	--	9,35	cała belka
2.	ciężar elewacji	8,00	1,00	--	8,00	cała belka
3.	Ciężar własny belki [0,25m·0,45m·25,0kN/m ³]	2,81	1,10	--	3,09	cała belka
Σ :		19,31	1,06		20,44	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,98$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

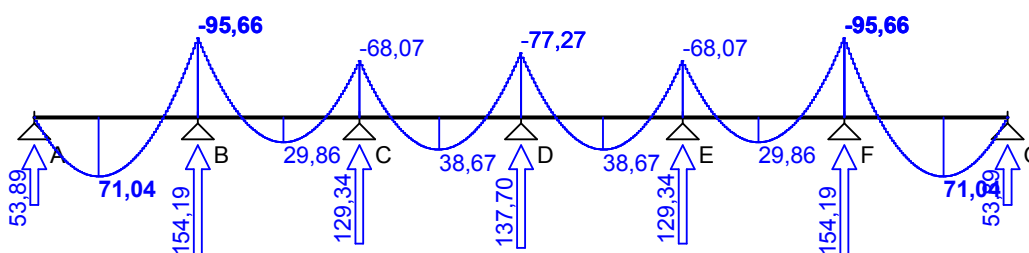
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzywulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

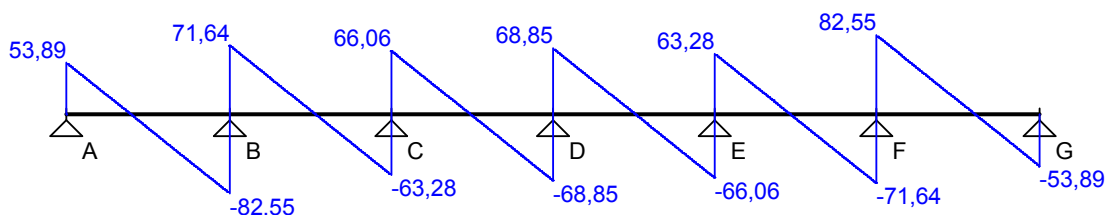
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

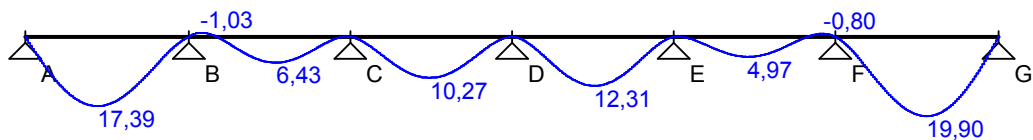
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

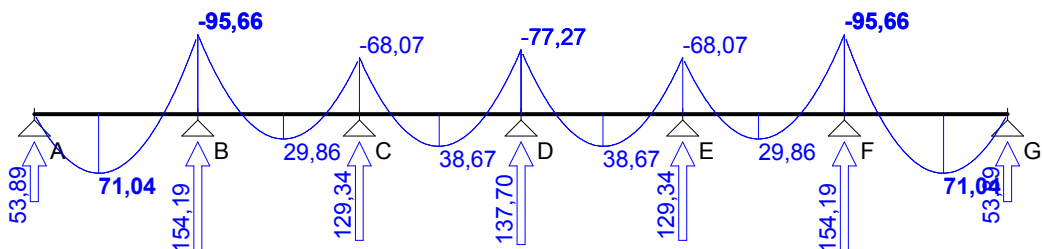


Ugięcia [mm]:

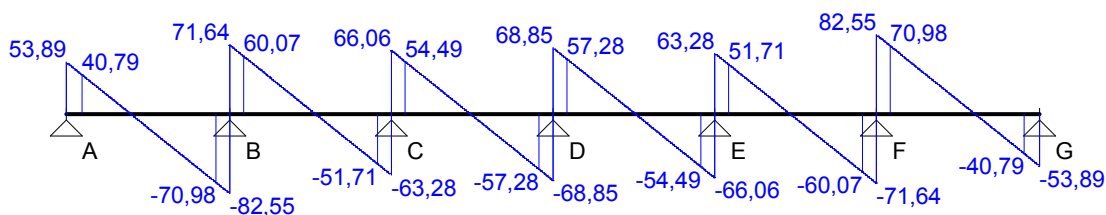


Obwiednia sił wewnętrznych

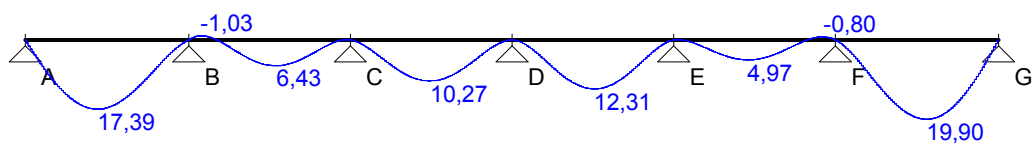
Momenty zginające [kNm]:



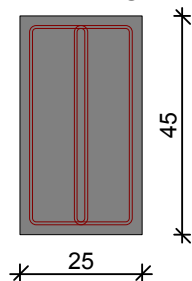
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:
 $b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 45,0 \text{ cm}$
 otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 71,04 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $5\phi 16$ o $A_s = 10,05 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,97\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 71,04 \text{ kNm} < M_{Rd} = 127,80 \text{ kNm}$ (55,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)70,98 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czterociętymi $\phi 6$ co **150 mm** na odcinku 75,0 cm przy prawej podporze oraz co 310 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)70,98 \text{ kN} < V_{Rd3} = 107,27 \text{ kN}$ (66,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = 67,11 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,132 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (44,1%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 17,39 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (58,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 75,09 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,115 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (38,2%)

Podpora B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)95,66 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą $5\phi 16$ o $A_s = 10,05 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,97\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)95,66 \text{ kNm} < M_{Rd} = 127,80 \text{ kNm}$ (74,8%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = (-)90,37 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,181 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (60,4%)

Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 29,86 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,11 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,39\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 29,86 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,58 \text{ kNm}$ (53,7%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 60,07 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 6$ co 310 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 60,07 \text{ kN} < V_{Rd1} = 68,38 \text{ kN}$ (87,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = 28,21 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,172 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (57,3%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 6,43 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (21,4%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 64,78 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora C:

Zginanie: (przekrój **d-d**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)68,07 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą $4\phi 16$ o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,77\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)68,07 \text{ kNm} < M_{Rd} = 105,21 \text{ kNm}$ (64,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = (-)64,30 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,171 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (57,0%)

Przęsło C - D:

Zginanie: (przekrój **e-e**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 38,67 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,39\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 38,67 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,58 \text{ kNm}$ (69,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)57,28$ kN
Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 6$ co 200 mm na całej długości przęsła
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)57,28$ kN < $V_{Rd1} = 65,05$ kN (88,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = 36,53$ kNm
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,247$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (82,4%)
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 10,27$ mm < $a_{lim} = 30,00$ mm (34,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 62,14$ kN
Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora D:

Zginanie: (przekrój **f-f**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)77,27$ kNm
Przyjęto indywidualnie górą **4 $\phi 16$** o $A_s = 8,04$ cm² ($\rho = 0,77\%$)
Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)77,27$ kNm < $M_{Rd} = 105,21$ kNm (73,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = (-)72,99$ kNm
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,196$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (65,4%)

Przęsło D - E:

Zginanie: (przekrój **g-g**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 38,67$ kNm
Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,75$ cm². Przyjęto **2 $\phi 16$** o $A_s = 4,02$ cm² ($\rho = 0,39\%$)
Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 38,67$ kNm < $M_{Rd} = 55,58$ kNm (69,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 57,28$ kN
Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 6$ co 200 mm na całej długości przęsła
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 57,28$ kN < $V_{Rd1} = 65,05$ kN (88,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = 36,53$ kNm
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,247$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (82,4%)
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 12,31$ mm < $a_{lim} = 30,00$ mm (41,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 62,14$ kN
Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora E:

Zginanie: (przekrój **h-h**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)68,07$ kNm
Przyjęto indywidualnie górą **4 $\phi 16$** o $A_s = 8,04$ cm² ($\rho = 0,77\%$)
Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)68,07$ kNm < $M_{Rd} = 105,21$ kNm (64,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = (-)64,30$ kNm
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,171$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (57,0%)

Przęsło E - F:

Zginanie: (przekrój **i-i**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 29,86$ kNm
Przyjęto indywidualnie dołem **3 $\phi 16$** o $A_s = 6,03$ cm² ($\rho = 0,58\%$)
Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 29,86$ kNm < $M_{Rd} = 81,14$ kNm (36,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)60,07$ kN
Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 6$ co 310 mm na całej długości przęsła
Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)60,07$ kN < $V_{Rd1} = 68,38$ kN (87,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = 28,21$ kNm
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,093$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (30,9%)
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 4,97$ mm < $a_{lim} = 30,00$ mm (16,6%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 64,78 \text{ kN}$
 Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora F:

Zginanie: (przekrój j-j)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)95,66 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą $5\phi 16$ o $A_s = 10,05 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,97\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)95,66 \text{ kNm} < M_{Rd} = 127,80 \text{ kNm}$ (74,8%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długostrzały $M_{Sk,lt} = (-)90,37 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,181 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (60,4%)

Przęsło F - G:

Zginanie: (przekrój k-k)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 71,04 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $4\phi 16$ o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,77\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 71,04 \text{ kNm} < M_{Rd} = 105,21 \text{ kNm}$ (67,5%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 70,98 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czteroczętymi $\phi 6$ co 150 mm na odcinku $75,0 \text{ cm}$ przy lewej podporze oraz co 310 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 70,98 \text{ kN} < V_{Rd3} = 107,27 \text{ kN}$ (66,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długostrzały $M_{Sk,lt} = 67,11 \text{ kNm}$

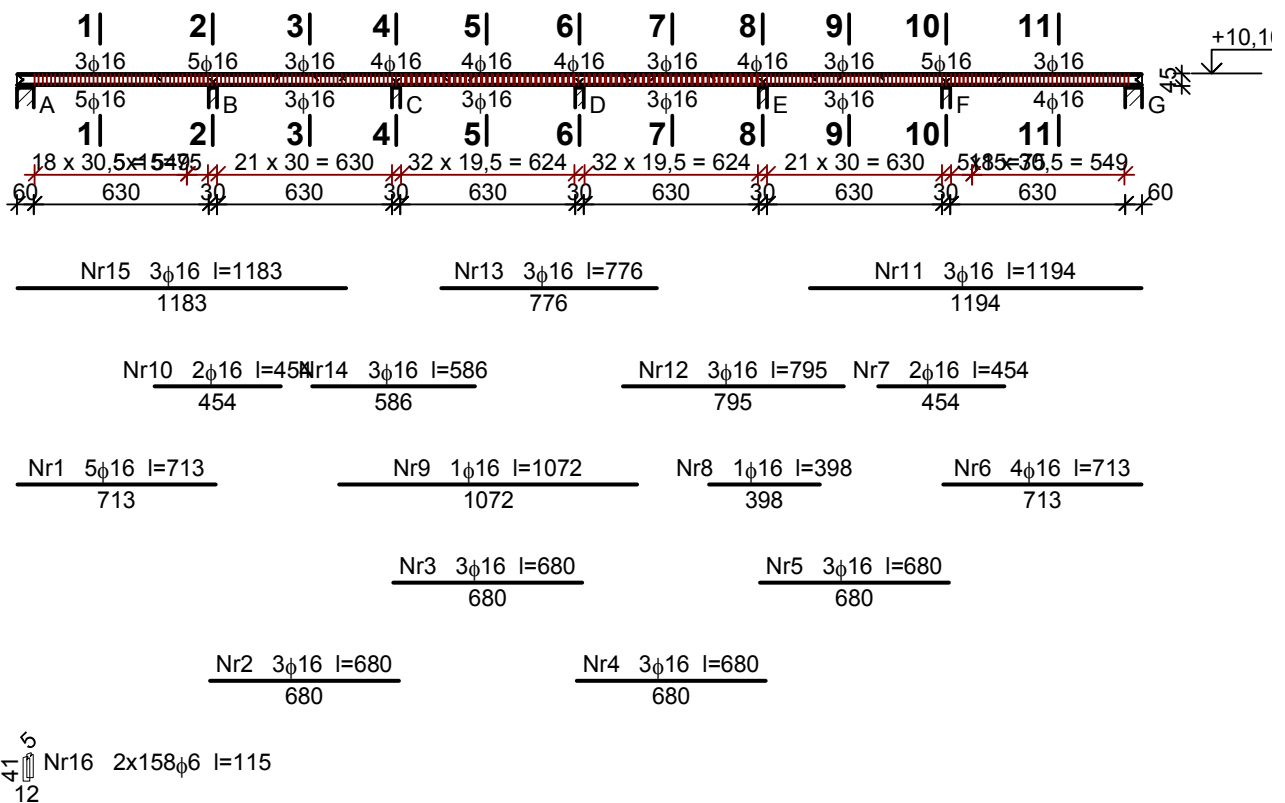
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,179 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (59,7%)

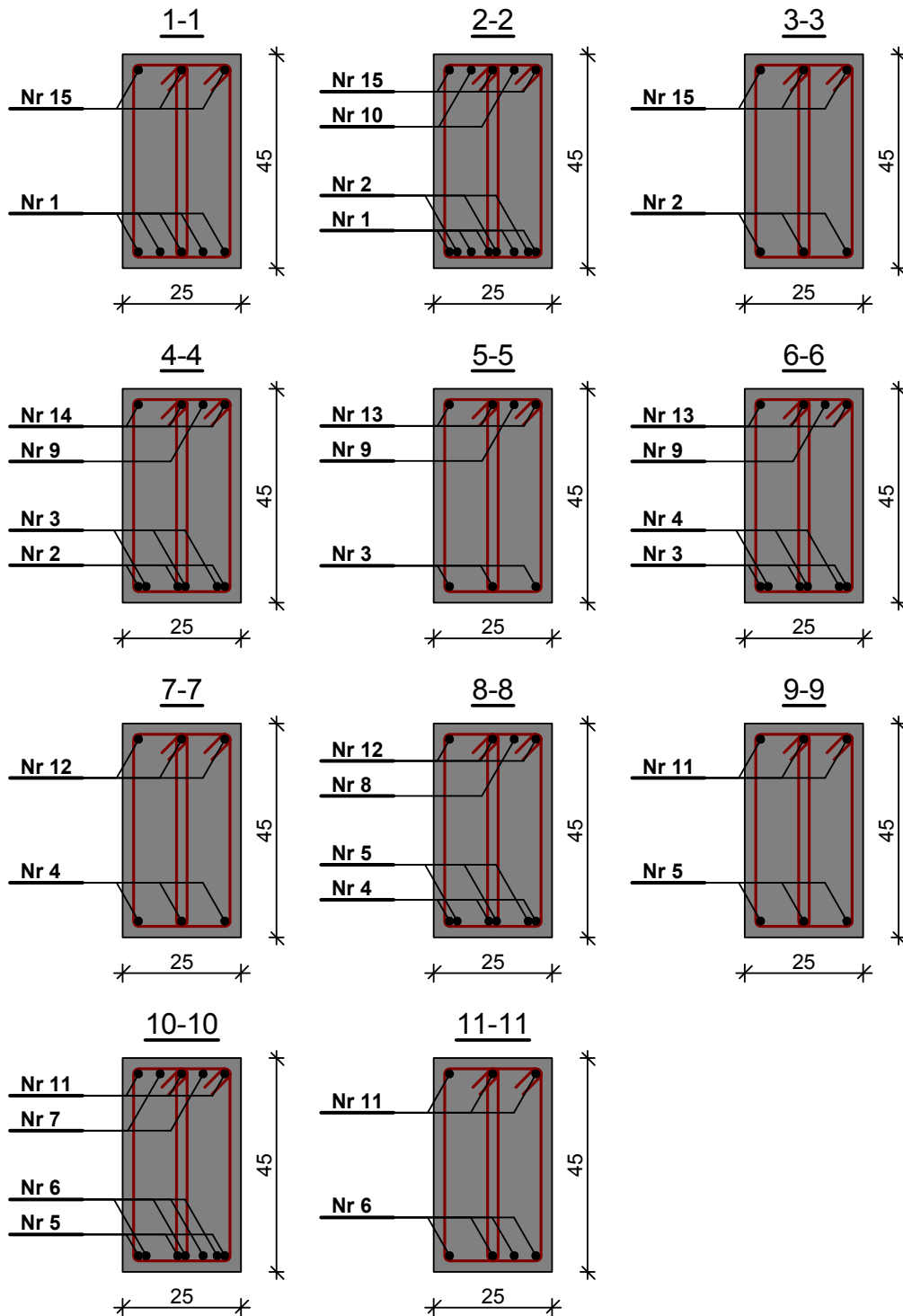
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 19,90 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$ (66,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 75,09 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,115 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (38,2%)

SKZIC ZBROJENIA:





Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]	
				St0S-b	34GS
				φ6	φ16
1.	16	713	5		35,65
2.	16	680	3		20,40
3.	16	680	3		20,40
4.	16	680	3		20,40
5.	16	680	3		20,40
6.	16	713	4		28,52
7.	16	454	2		9,08
8.	16	398	1		3,98
9.	16	1072	1		10,72

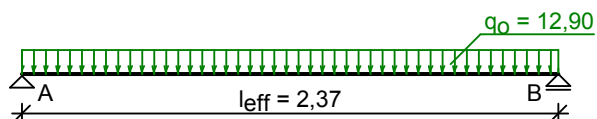
10.	16	454	2		9,08
11.	16	1194	3		35,82
12.	16	795	3		23,85
13.	16	776	3		23,28
14.	16	586	3		17,58
15.	16	1183	3		35,49
16.	6	115	316	363,40	
Długość ogólna wg średnic [m]				363,4	314,7
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				80,7	496,6
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				80,7	496,6
Masa całkowita [kg]					578

Poz. 1.11 – strop żelbetowy

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obciążenie zmienne (trybuny nadziemnie (stalowo-żelbetowe itp.) bez stałych miejsc siedzących) [8,0kN/m ²]	8,00	1,20	0,80	9,60
2.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3,00	1,10	--	3,30
Σ:		11,00	1,17		12,90

Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 2,37$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 9,06$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 7,72$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,it} = 6,60$ kNm/m

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 15,29$ kN/m

Dane materiałowe :

Grubość płyty 12,0 cm

Klasa betonu **B20 (C16/20)** → $f_{cd} = 10,67$ MPa, $f_{ctd} = 0,87$ MPa, $E_{cm} = 29,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,37$

Stal zbrojeniowa główna **A-III (34GS)** → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Pręty rozdzielcze $\phi 4,5$ co max. 30,0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20$ mm

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,87$ cm²/mb. Przyjęto $\phi 10$ co **14,0 cm** o $A_s = 5,61$ cm²/mb ($\rho = 0,59\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 9,06$ kNm/mb < $M_{Rd} = 16,85$ kNm/mb (53,8%)

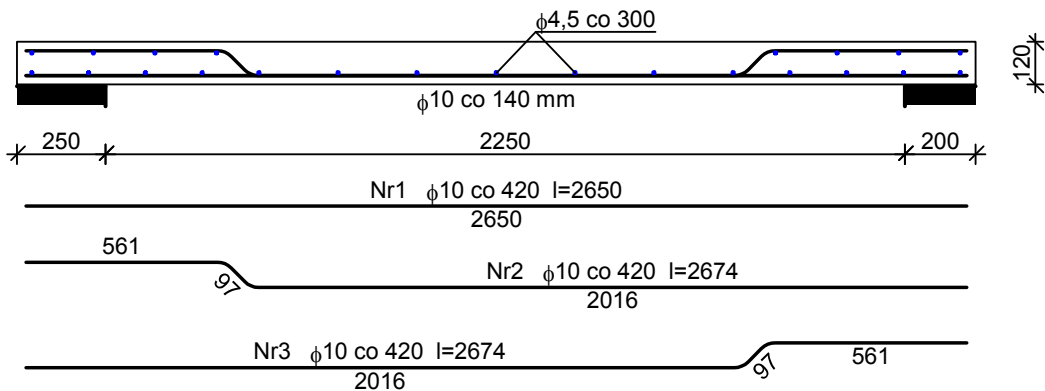
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,091$ mm < $w_{lim} = 0,3$ mm (30,2%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,it}$: $a(M_{Sk,it}) = 7,00$ mm < $a_{lim} = 11,85$ mm (59,0%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 15,29$ kN/mb < $V_{Rd1} = 57,17$ kN/mb (26,7%)

Szkic zbrojenia:



Wykaz zbrojenia dla pasma 1 mb płyty

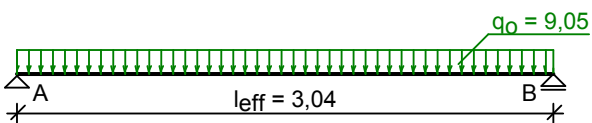
Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b	34GS
				φ4,5	φ10
1	10	265	2,38		6,31
2	10	267	2,38		6,36
3	10	267	2,38		6,36
4	4,5	105	23	24,15	
Długość wg średnic [m]				24,2	19,1
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,125	0,617
Masa wg średnic [kg]				3,0	11,8
Masa wg gatunku stali [kg]				3,0	12,0
Razem [kg]				15	

Poz. 1.12 – trybuny

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ _f	k _d	Obc.obl.
1.	Obciążenie zmienne (trybuny nadziemne (stalowo-żelbetowe itp.) o stałych miejscach siedzących) [4,0kN/m ²]	4,00	1,30	0,80	5,20
2.	Płyta żelbetowa grub.14 cm	3,50	1,10	--	3,85
Σ:		7,50	1,21		9,05

Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 3,04$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 10,45$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 8,66$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 7,74$ kNm/m

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 13,76$ kN/m

Dane materiałowe :

Grubość płyty 14,0 cm

Klasa betonu **B20 (C16/20)** → $f_{cd} = 10,67$ MPa, $f_{ctd} = 0,87$ MPa, $E_{cm} = 29,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu $\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,29$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Pręty rozdzielcze φ4,5 co max. 30,0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała
 Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
 Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)

Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,73 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 12$ co $15,0 \text{ cm}$ o $A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,66\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 10,45 \text{ kNm}/\text{mb} < M_{Rd} = 26,82 \text{ kNm}/\text{mb}$ (39,0%)

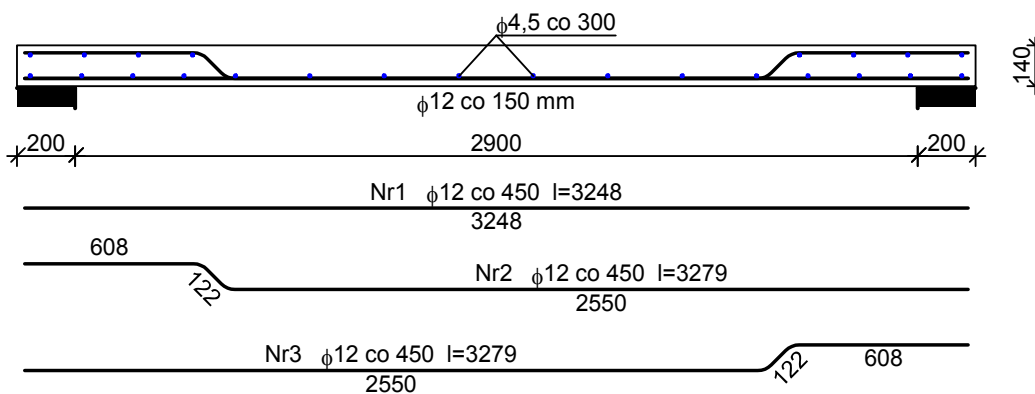
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,059 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (19,7%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,it}$: $a(M_{Sk,it}) = 6,97 \text{ mm} < a_{lim} = 15,20 \text{ mm}$ (45,9%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 13,76 \text{ kN}/\text{mb} < V_{Rd1} = 68,46 \text{ kN}/\text{mb}$ (20,1%)

Szkic zbrojenia:

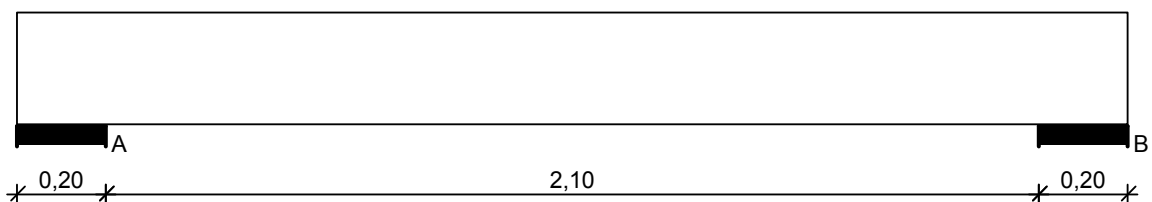


Wykaz zbrojenia dla pasma 1 mb płyty

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b	34GS
				$\phi 4,5$	$\phi 12$
1	12	325	2,22		7,22
2	12	328	2,22		7,29
3	12	328	2,22		7,29
4	4,5	105	24	25,20	
Długość wg średnic [m]				25,2	21,9
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,125	0,888
Masa wg średnic [kg]				3,1	19,4
Masa wg gatunku stali [kg]				4,0	20,0
Razem [kg]				24	

Poz. 1.13 –belka żelbetowa

SZKIC BELKI

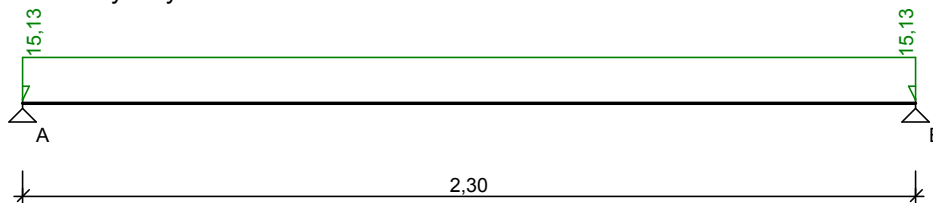


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obc. od płyty żelbetowej	13,76	1,00	--	13,76	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,20m·0,25m·25,0kN/m ³]	1,25	1,10	--	1,38	cała belka
Σ :		15,01	1,01		15,13	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B20** (C16/20) → $f_{cd} = 10,67$ MPa, $f_{ctd} = 0,87$ MPa, $E_{cm} = 29,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,48$

Stal zbrojeniowa główna A-III (**34GS**) → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 500$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (**St0S-b**) → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 260$ MPa

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (35G2Y)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

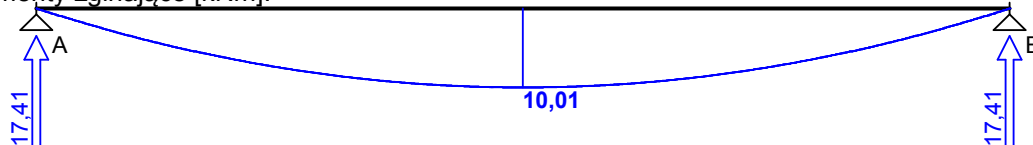
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzywulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

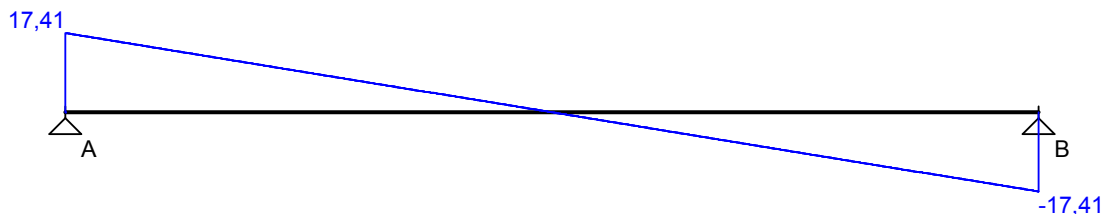
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

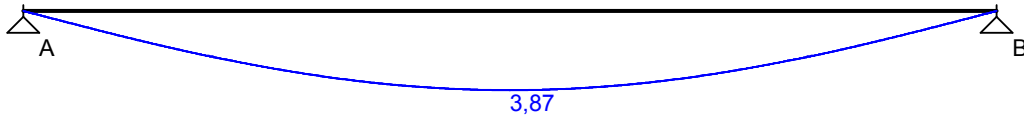
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

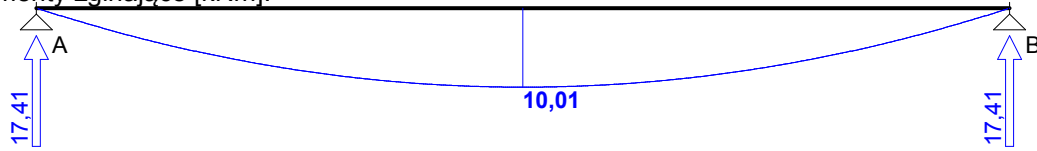


Ugięcia [mm]:

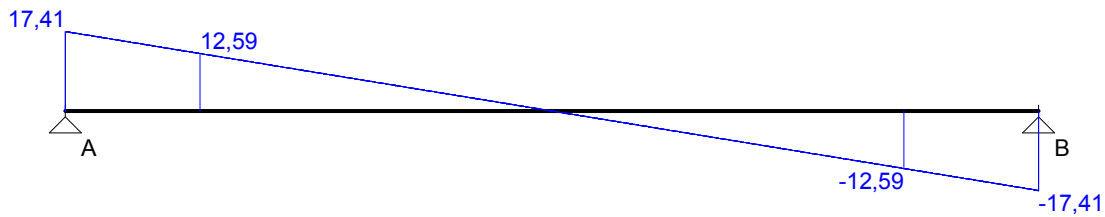


Obwiednia sił wewnętrznych

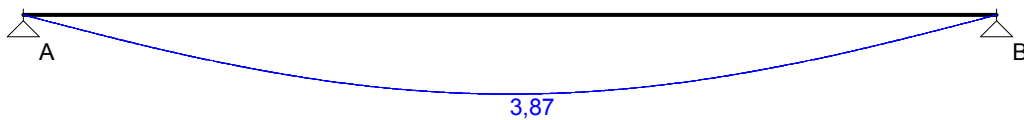
Momenty zginające [kNm]:



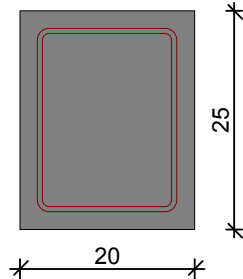
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 20,0 \text{ cm}$, $h = 25,0 \text{ cm}$
otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 10,01 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $3\phi 12$ o $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,78\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 10,01 \text{ kNm} < M_{Rd} = 22,58 \text{ kNm}$ (44,3%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 12,59 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 160 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 12,59 \text{ kN} < V_{Rd1} = 27,62 \text{ kN}$ (45,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,It} = 9,93 \text{ kNm}$

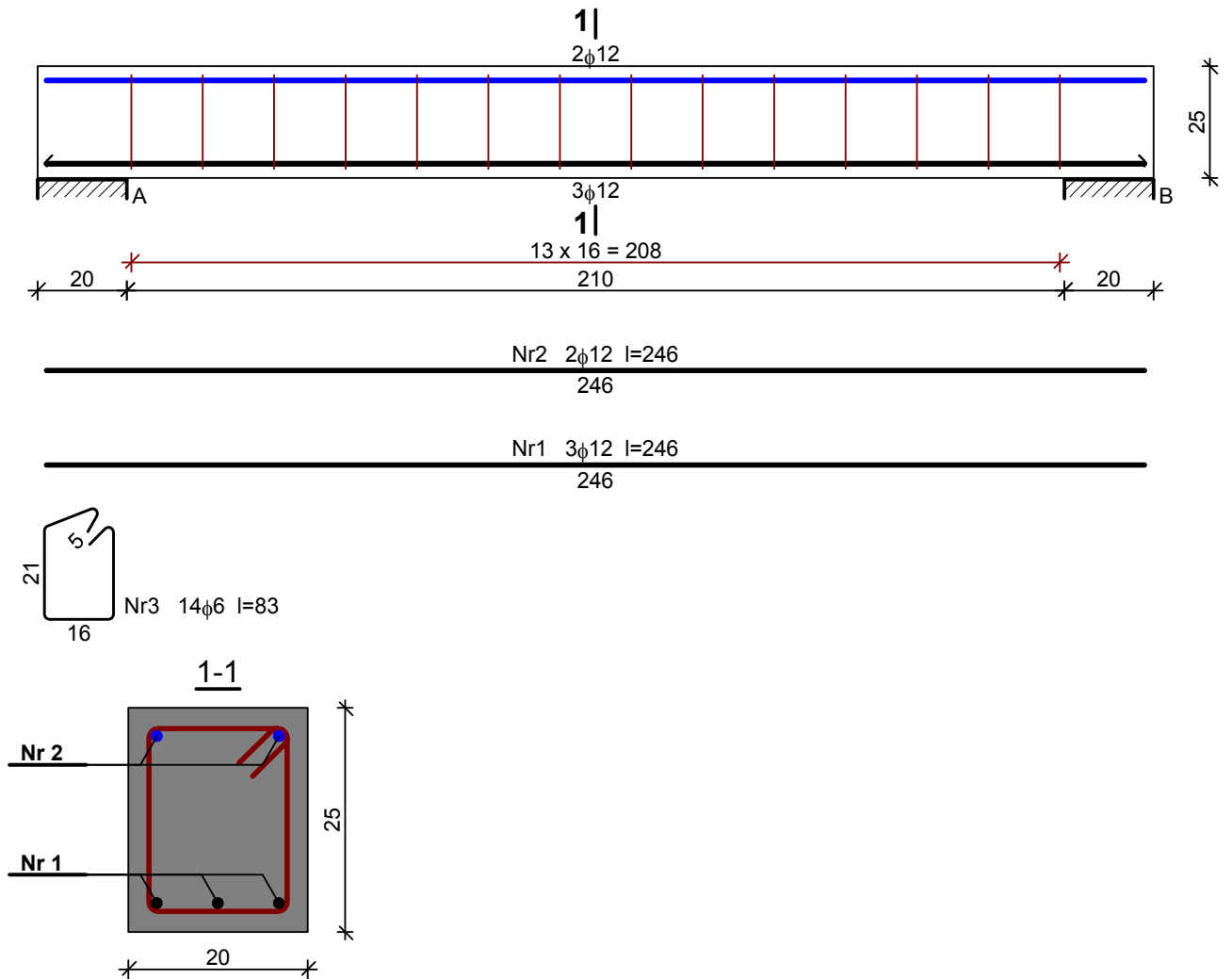
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,134 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (44,6%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,It}$: $a(M_{Sk,It}) = 3,87 \text{ mm} < a_{lim} = 2300/200 = 11,50 \text{ mm}$ (33,6%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 15,76 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

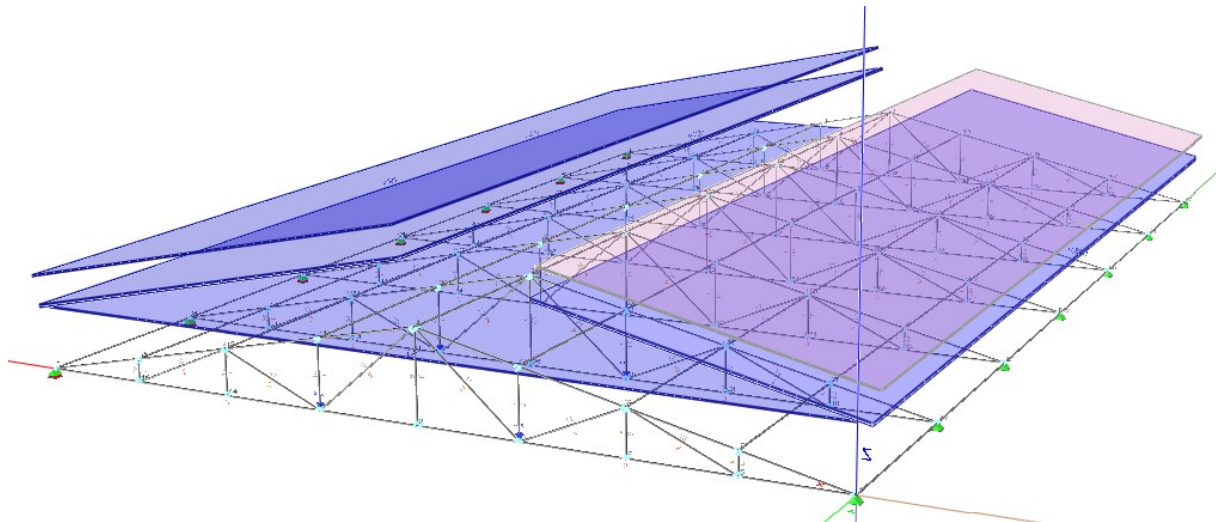
SZKIC ZBROJENIA:



Wykaz zbrojenia

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość ogólna [m]		
				St0S-b φ6	35G2Y φ12	34GS φ12
1.	12	246	3			7,38
2.	12	246	2		4,92	
3.	6	83	14	11,62		
Długość ogólna wg średnic [m]				11,7	5,0	7,4
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				2,6	4,4	6,6
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				2,6	4,4	6,6
Masa całkowita [kg]				14		

Kratownica stalowa



Wyniki wymiarowania wg PN-90/B-03200

Nazwa pliku: kratownica_20.04.rm3

Obciążenia: CW CkCpCw1SgSt

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:
13	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Naprężenia (Tab. 5)	0,101 <input type="checkbox"/>
104	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Naprężenia (Tab. 5)	0,103 <input type="checkbox"/>
18	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Naprężenia (Tab. 5)	0,110 <input type="checkbox"/>
109	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Naprężenia (Tab. 5)	0,112 <input type="checkbox"/>
15	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,190 <input type="checkbox"/>
36	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,200 <input type="checkbox"/>
53	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,201 <input type="checkbox"/>
106	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,202 <input type="checkbox"/>
19	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,203 <input type="checkbox"/>
70	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,203 <input type="checkbox"/>
16	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,206 <input type="checkbox"/>
41	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,208 <input type="checkbox"/>
58	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,209 <input type="checkbox"/>
87	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,209 <input type="checkbox"/>
24	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,211 <input type="checkbox"/>
75	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,211 <input type="checkbox"/>
92	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,217 <input type="checkbox"/>
107	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środek pod obc. skup.	0,218 <input type="checkbox"/>
14	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,235 <input type="checkbox"/>
105	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,249 <input type="checkbox"/>
17	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,273 <input type="checkbox"/>
108	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,287 <input type="checkbox"/>
37	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,321 <input type="checkbox"/>
54	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,323 <input type="checkbox"/>
20	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,325 <input type="checkbox"/>
71	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,329 <input type="checkbox"/>
40	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,332 <input type="checkbox"/>
57	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,335 <input type="checkbox"/>
23	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,337 <input type="checkbox"/>
74	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,340 <input type="checkbox"/>
88	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,342 <input type="checkbox"/>

91	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,353	
38	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,356	
21	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,360	
55	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,360	
72	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,364	
89	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,377	
39	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,401	
56	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,407	
73	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,410	
22	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,411	
90	Krzyżulce	2 - H 140x140x 7.1	Środnik pod obc. skup.	0,427	
1	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,317	
2	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,324	
110	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,334	
111	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,343	
42	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,555	
59	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,563	
25	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,570	
76	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,570	
43	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,577	
60	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,585	
77	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,592	
26	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,594	
93	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,595	
94	Pas dolny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,619	
3	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,323	
4	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,333	
112	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,345	
113	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Zginanie (54)	0,355	
44	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,578	
61	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,587	
27	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,592	
78	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,597	
45	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,601	
62	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,610	
28	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,617	
79	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,620	
95	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,625	
96	Pas górny	3 - H 260x260x 8.8	Naprężenia (Tab. 5)	0,650	
124	płatwe_2	6 - I 180	SGU	0,326	
121	płatwe_2	6 - I 180	Środnik pod obc. skup.	0,365	
123	płatwe_2	6 - I 180	Zbyt duża smukłość pręta!	0,568	
122	płatwe_2	6 - I 180	Zbyt duża smukłość pręta!	0,722	
129	płatwie_1	6 - I 180	Środnik pod obc. skup.	0,376	
125	płatwie_1	6 - I 180	Zbyt duża smukłość pręta!	0,482	
127	płatwie_1	6 - I 180	Zginanie (54)	0,585	
126	płatwie_1	6 - I 180	Naprężenia (Tab. 5)	0,629	
128	płatwie_1	6 - I 180	Zbyt duża smukłość pręta!	0,764	
49	Stupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,026	
66	Stupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,026	

32	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,029	
83	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,030	
100	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,034	
8	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,043	
9	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,043	
86	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,043	
80	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,044	
69	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,045	
46	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,046	
63	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,046	
52	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,047	
97	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,056	
103	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,057	
29	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,059	
35	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,060	
117	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Naprężenia (Tab. 5)	0,060	
6	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,204	
11	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,208	
115	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,222	
119	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,226	
7	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,350	
116	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,375	
47	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,407	
30	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,415	
64	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,415	
51	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,418	
81	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,419	
68	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,426	
34	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,427	
85	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,430	
98	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,439	
10	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,451	
102	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,451	
118	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,454	
5	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,622	
114	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,625	
12	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,640	
120	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Ściskanie ze zginaniem (58)	0,643	
48	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,647	
31	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,656	
65	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,657	
82	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,668	
99	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,692	
50	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,725	
67	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,736	
33	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,741	
84	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,745	
101	Słupki	1 - H 100x100x 6.3	Środnik pod obc. skup.	0,777	

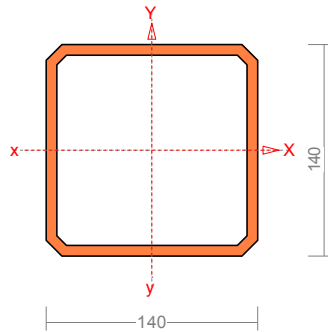
NAJBARDZIEJ WYĘŻONY KRZYŻULEC

Pręt nr 90

Zadanie: kratownica_20.04.rm3

Przekrój: 2 - H 140x140x 7.1

Obciążenia: CW CkCpCw1SgSt



Wymiary przekroju:

$h=140,0$ $s=140,0$ $g=7,1$ $t=7,1$ $r=9,9$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1080,0$ $J_{yg}=1080,0$ $A=37,00$ $i_x=5,4$ $i_y=5,4$
 $J_w=11,3$ $J_t=1699,0$ $i_s=7,6$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=7,1**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Długości wyboczeniowe pręta.

Pręt nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$\mu_a = 1,000$ $\kappa_b = 1,000$ węzły nieprzesuwne $\kappa \Rightarrow = 1,000$ dla $l_0 = 4,483$
 $l_w = 1,000 \times 4,483 = 4,483$ m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$\mu_a = 0,300$ $\kappa_b = 0,502$ węzły przesuwne $\kappa \Rightarrow = 1,332$ dla $l_0 = 4,483$
 $l_w = 1,332 \times 4,483 = 5,972$ m

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_t = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{ow} = 4,483$ m. Długość wyboczeniowa $l_w = 4,483$ m.

Siły krytyczne:

Pręt nr: 1

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1080,0}{4,483^2} \quad 10^{-2} = 1087,182 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1080,0}{5,972^2} \quad 10^{-2} = 612,765 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,6^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 11,3}{4,483^2} \times 10^{-2} + 80 \times 1699,0 \times 10^2 \right) = 232822,782 \text{ kN}$$

Stateczność lokalna.

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,483$; Pręt nr: 1.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 4483,2$ mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$c / \sigma_p f_d = 0,000 < 1$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginana względem osi X: $\varphi_x = \psi_p = 1,000$

- dla zginana względem osi Y: $\varphi_y = \psi_p = 1,000$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 2,242$; $x_b = 2,242$; Przęsło nr: 1.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\varphi_t = 45,53 \text{ MPa}$ $\sigma_c = 36,72 \text{ MPa}$

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 41,13$ $\sigma_{\Delta} = 4,41 \text{ MPa}$ $\sigma_{ot} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 19,88 \text{ cm}^2$ $\psi = 0,01 \text{ MPa}$ $\tau_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\psi_{ec} = \sigma / \sigma_{ot} + \psi_{\Delta} = 41,13 / 1,000 + 4,41 = 45,53 < 215 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ex} = \tau / \tau_{ov} = 0,01 / 1,000 = 0,01 < 124,70 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{45,59^2 + 3 \times 0,00^2} = 45,59 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,483$; Przęsło nr: 1.

Siała osiowa: $N = 152,641 \text{ kN}$

Pole powierzchni przekroju: $A = 37,00 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 37,00 \times 215 \times 10^{-1} = 795,500 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 152,641 < 795,500 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ścinanie.

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,483$; Przęsło nr: 1.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 18,9 \times 215 \times 10^{-1} = 235,331 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 70,599 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 18,9 \times 215 \times 10^{-1} = 235,331 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 70,599 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } V = 0,539 < 235,331 = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = 0,016 < 235,331 = V_R$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,242$; $x_b = 2,242$; Przęsło nr: 1:

- względem osi X

$$M_R = \cdot_p W f_d = 1,000 \alpha 154,3 \times 215 \times 10^{-3} = 33,171 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \times_p W f_d = 1,000 \alpha 154,3 \times 215 \times 10^{-3} = 33,171 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczerzenia dla $\lambda_L = 0,000$ wynosi $\lambda_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{152,170}{795,500} + \frac{0,604}{1,000 \times 33,171} + \frac{0,089}{33,171} = 0,212 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna φ

$x_a = 2,242$; $x_b = 2,242$; Przęsło nr: 1.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,000 < 70,599 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 33,171 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,016 < 70,599 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 33,171 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{R_x,V}} + \frac{M_y}{M_{R_y,V}} = \frac{152,170}{795,500} + \frac{0,604}{33,171} + \frac{0,089}{33,171} = 0,212 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 2,242$, $x_b = 2,242$; Przęsło nr: 1.

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,016 < 230,986 = 235,331 \times \sqrt{1 - (152,170/795,500)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,000 < 230,986 = 235,331 \times \sqrt{1 - (152,170/795,500)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 4,483$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

$$k_c = \left(15 + 25 \frac{c_o}{h_w}\right) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} = (15 + 25 \cdot 114,2/140,0) \times \sqrt{\frac{7,1 \times 215}{7,1 \times 215}} = 35,393$$

$$k_c : c_o / t_w = 114,2 / 7,1 = 16,085$$

Przyjęto $k_c = 16,085$

Warunek dodatkowy:

$$k_c \leq 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{215}} = 20,000$$

Siła może zmieniać położenie na przecię.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\leq_c = 41,331 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\sigma_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \eta_c f_d = 16,085 \times (7,1)^2 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 174,326 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 74,469 < 174,326 = P_{R,c}$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 1.

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4483 / 250 = 17,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,5 < 17,9 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,1 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4483 / 250 = 17,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,1 < 17,9 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 0,5 \text{ mm}; \quad L / a = 4483,2 / 0,5 = 8536,2$$

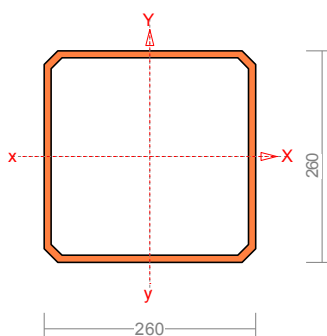
NAJBARDZIEJ WYĘŻONY PRĘT PASA DOLNEGO

Pręt nr 94

Zadanie: kratownica_20.04.rm3

Przekrój: 3 - H 260x260x 8.8

Obciążenia: CW CkCpCw1SgSt



Wymiary przekroju:

$$h=260,0 \quad s=260,0 \quad g=8,8 \quad t=8,8 \quad r=17,6\eta$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=8980,0 \quad J_{yg}=8980,0 \quad A=86,40 \quad i_x=10,2 \quad i_y=10,2 \\ J_w=386,7 \quad J_t=14233,4 \quad i_s=14,4.$$

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=8,8**.

Długości wyboczeniowe pręta.

Pręśło nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\mu_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,820 \quad \text{dla } l_o = 3,375 \\ l_w = 0,820 \times 3,375 = 2,767 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 1,459 \quad \text{dla } l_o = 3,375 \\ l_w = 1,459 \times 3,375 = 4,924 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,375$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 3,375$ m.

Pręśło nr: 2

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,400 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,660 \quad \text{dla } l_o = 3,375 \\ l_w = 0,660 \times 3,375 = 2,228 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,333 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 1,348 \quad \text{dla } l_o = 3,375 \\ l_w = 1,348 \times 3,375 = 4,550 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,375$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 3,375$ m.

Przęsło nr: 3

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,400 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 0,660 \quad \text{dla } l_0 = 3,375$$

$$l_w = 0,660 \times 3,375 = 2,228 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,333 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 1,348 \quad \text{dla } l_0 = 3,375$$

$$l_w = 1,348 \times 3,375 = 4,550 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wybozeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,375 \text{ m}$. Długość wybozeniowa $l_o = 3,375 \text{ m}$.

Przęsło nr: 4

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 0,820 \quad \text{dla } l_0 = 3,375$$

$$l_w = 0,820 \times 3,375 = 2,767 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,341 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 1,352 \quad \text{dla } l_0 = 3,375$$

$$l_w = 1,352 \times 3,375 = 4,563 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wybozeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,375 \text{ m}$. Długość wybozeniowa $l_o = 3,375 \text{ m}$.

Siły krytyczne:**Przęsło nr: 1**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,767^2} \quad 10^{-2} = 23722,185 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{4,924^2} \quad 10^{-2} = 7493,277 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,375^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 =$$

547784,718 kN

Przęsło nr: 2

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,228^2} \quad 10^{-2} = 36617,991 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{4,550^2} \quad 10^{-2} = 8778,142 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,375^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 =$$

547784,718 kN

Przęsło nr: 3

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,228^2} \quad 10^{-2} = 36617,991 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{4,550^2} \quad 10^{-2} = 8778,142 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,375^2} \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 \right) =$$

547784,718 kN

Przęsło nr: 4

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,767^2} \times 10^{-2} = 23722,185 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{4,563^2} \times 10^{-2} = 8726,277 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,375^2} \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 \right) =$$

547784,718 kN

Stateczność lokalna.

$x_a = 0,000$; $x_b = 13,500$; Przęsło nr: 1.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **4** Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 13500,0$ mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$c / \sigma_p f_d = \mathbf{0,000} < \mathbf{1}$$

Przyjęto, że przekrój wymiarowany będzie w stanie **krytycznym**.

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginana względem osi X: $\varphi_x = \psi_p = 1,000$

- dla zginana względem osi Y: $\varphi_y = \psi_p = 1,000$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 10,125$; $x_b = 3,375$; Przęsło nr: 4.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\varphi_t = 133,12 \text{ MPa}$ $\sigma_c = 18,67 \text{ MPa}$

Naprężenia:

- normalne: $\sigma_{\Delta} = 75,90$ $\sigma_{\Delta} = 57,22 \text{ MPa}$ $\sigma_{ot} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 45,76 \text{ cm}^2$ $\psi = 1,31 \text{ MPa}$ $\tau_{ov} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 45,76 \text{ cm}^2$ $\psi = 0,03 \text{ MPa}$ $\tau_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\psi_{ec} = \sigma / \sigma_{ot} + \psi \Delta = 75,90 / 1,000 + 57,22 = \mathbf{133,12} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ey} = \tau / \tau_{ov} = 1,31 / 1,000 = \mathbf{1,31} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\psi_{ex} = \tau / \tau_{ov} = 0,03 / 1,000 = \mathbf{0,03} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{133,17^2 + 3 \times 1,31^2} = \mathbf{133,19} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 10,125$; $x_b = 3,375$; Przęsło nr: 4.

Siała osiowa: $N = 655,738 \text{ kN}$

Pole powierzchni przekroju: $A = 86,40 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 86,40 \times 215 \times 10^{-1} = 1857,600 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = \mathbf{655,738} < \mathbf{1857,600} = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ścinanie.

$x_a = 13,500$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 \cdot \varphi_{pv} \cdot A_V \cdot f_d = 0,58 \times 1,000 \times 44,2 \times 215 \times 10^{-1} = 551,314 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,3 V_R = 165,394 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \cdot \varphi_{pv} \cdot A_V \cdot f_d = 0,58 \times 1,000 \times 44,2 \times 215 \times 10^{-1} = 551,314 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,3 V_R = 165,394 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

- ścinanie wzdłuż osi Y: $V = 17,220 < 551,314 = V_R$

- ścinanie wzdłuż osi X: $V = 0,133 < 551,314 = V_R$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 10,125$; $x_b = 3,375$; Przęsło nr: 4φ

- względem osi X

$$M_R = \cdot W_c \cdot f_d = 1,000 \psi 690,8 \times 215 \times 10^{-3} = 148,515 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \times W_c \cdot f_d = 1,000 \psi 690,8 \times 215 \times 10^{-3} = 148,515 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla $\lambda_L = 0,000$ wynosi $\lambda_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{655,738}{1857,600} + \frac{39,209}{1,000 \times 148,515} + \frac{0,367}{148,515} = 0,619 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzecznaφ

$x_a = 10,125$; $x_b = 3,375$; Przęsło nr: 4.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 6,015 < 165,394 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 148,515 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,133 < 165,394 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 148,515 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{R_x,V}} + \frac{M_y}{M_{R_y,V}} = \frac{655,738}{1857,600} + \frac{39,209}{148,515} + \frac{0,367}{148,515} = 0,619 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 10,125$; $x_b = 3,375$; Przęsło nr: 4.

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,133 < 515,821 = 551,314 \times \sqrt{1 - (655,738/1857,600)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 6,015 < 515,821 = 551,314 \times \sqrt{1 - (655,738/1857,600)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 13,500$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

$$k_c = \left(15 + 25 \frac{c_o}{h_w}\right) \sqrt{\frac{t_f 215}{t_w f_d}} = (15 + 25 \cdot 117,6/260,0) \times \sqrt{\frac{8,8 \times 215}{8,8 \times 215}} = 26,308$$

$$k_c : c_o / t_w = 117,6 / 8,8 = 13,364$$

Przyjęto $k_c = 13,364$

Warunek dodatkowy:

$$k_c \leq 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{215}} = 20,000$$

Siła może zmieniać położenie na przecie.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 76,011$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\sigma_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \eta_c f_d = 13,364 \times (8,8)^2 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 222,499 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 86,898 < 222,499 = P_{R,c}$$

Złożony stan środka

$x_a = 10,125$; $x_b = 3,375$; Przęsło nr: 4.

Siły przekrojowe przypadające na środek i nośności środka:

N_w	$= 299,122$	N_{Rw}	$= 491,920$	kN
M_w	$= 0,053$	M_{Rw}	$= 21,317$	kNm
V	$= 0,133$	V_R	$= 551,314$	kN
P	$= 0,002$	P_{Rc}	$= 222,499$	kN

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\eta_p = 1,000$.

Warunek nośności środka:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}}\right)^2 - 3 \varphi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}}\right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R}\right)^2 =$$

$$\left(\frac{299,122}{491,920} + \frac{0,053}{21,317} + \frac{0,002}{222,499}\right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{299,122}{491,920} + \frac{0,053}{21,317}\right) \frac{0,002}{222,499} + \left(\frac{0,133}{551,314}\right)^2 =$$

$$0,373 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 3.

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3375 / 250 = 13,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,5 < 13,5 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3375 / 250 = 13,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,0 < 13,5 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 1,5 \text{ mm}; \quad L / a = 3375,0 / 1,5 = 2282,0$$

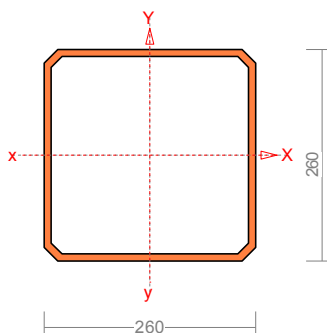
NAJBARDZIEJ WYĘŻONY PRĘT PASA GÓRNEGO

Pręt nr 96

Zadanie: kratownica_20.04.rm3

Przekrój: 3 - H 260x260x 8.8

Obciążenia: CW CkCpCw1SgSt



Wymiary przekroju:

$$h=260,0 \quad s=260,0 \quad g=8,8 \quad t=8,8 \quad r=17,6\varphi$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=8980,0 \quad J_{yg}=8980,0 \quad A=86,40 \quad i_x=10,2 \quad i_y=10,2 \\ J_w=386,7 \quad J_t=14233,4 \quad i_s=14,4.$$

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=8,8**.

Długości wyboczeniowe pręta.

Pręt nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\mu_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,820 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,820 \times 3,455 = 2,833 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,491 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,682 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,682 \times 3,455 = 2,356 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,455$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 3,455$ m.

Przęsło nr: 2

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,400 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,660 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,660 \times 3,455 = 2,280 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,333 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,645 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,645 \times 3,455 = 2,228 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,455$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 3,455$ m.

Przęsło nr: 3

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,400 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,660 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,660 \times 3,455 = 2,280 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,333 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,645 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,645 \times 3,455 = 2,228 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,455$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 3,455$ m.

Przęsło nr: 4

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,820 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,820 \times 3,455 = 2,833 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,336 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,645 \quad \text{dla } l_o = 3,455$$

$$l_w = 0,645 \times 3,455 = 2,228 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 3,455$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 3,455$ m.

Siły krytyczne:

Przęsło nr: 1

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,833^2} \quad 10^{-2} = 22640,366 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,356^2} \quad 10^{-2} = 32729,729 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,455^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 =$$

547784,567 kN

Przęsło nr: 2

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,280^2} \quad 10^{-2} = 34948,077 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,228^2} \quad 10^{-2} = 36592,470 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,455^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 =$$

547784,567 kN

Przęsło nr: 3

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,280^2} \quad 10^{-2} = 34948,077 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,228^2} \quad 10^{-2} = 36592,470 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,455^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 =$$

547784,567 kN

Przęsło nr: 4

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,833^2} \quad 10^{-2} = 22640,366 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 8980,0}{2,228^2} \times 10^{-2} = 36592,470 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{14,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 386,7}{3,455^2} \times 10^{-2} + 80 \times 14233,4 \times 10^2 \right) =$$

547784,567 kN

Stateczność lokalna.

$x_a = 10,364$; $x_b = 3,455$; Przęsło nr: 4.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 4. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 13818,8$ mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \sigma_p f_d = \mathbf{0,649 < 1}$$

Przyjęto, że przekrój wymiarowany będzie w stanie **krytycznym**.

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginana względem osi X: $\varphi_x = \psi_p = 1,000$

- dla zginana względem osi Y: $\varphi_y = \psi_p = 1,000$

- dla ściskania: $\varphi_o = \psi_p = 1,000$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 10,364$; $x_b = 3,455$; Przęsło nr: 4.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -16,43$ MPa $\sigma_c = -139,50$ MPa

Naprężenia:

- normalne: $\sigma_{\Delta} = -77,97$ MPa $\sigma_{\Delta} = 61,54$ MPa $\sigma_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 45,76$ cm² $\psi = 2,38$ MPa $\tau_{ov} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 45,76$ cm² $\psi = 0,08$ MPa $\tau_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\psi_{ec} = \sigma / \sigma_{oc} + \psi_{\Delta} = 77,97 / 1,000 + 61,54 = \mathbf{139,50 < 215}$$
 MPa

$$\sigma_{ey} = \tau / \tau_{ov} = 2,38 / 1,000 = \mathbf{2,38 < 124,70} = 0,58 \times 215$$
 MPa

$$\psi_{ex} = \tau / \tau_{ov} = 0,08 / 1,000 = \mathbf{0,08 < 124,70} = 0,58 \times 215$$
 MPa

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{139,58^2 + 3 \times 2,38^2} = \mathbf{139,65 < 215}$$
 MPa

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 13,819$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4.

Siła osiowa: $N = -674,185 \text{ kN}$

Pole powierzchni przekroju: $A = 86,40 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 86,40 \times 215 \times 10^{-1} = 1857,600 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 674,185 < 1857,600 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ściskanie.

$x_a = 13,819$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4.

$$N_{RC} = : A f_d = 1,000 \times 86,4 \times 215 \times 10^{-1} = 1857,600 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{1857,600 / 22640,366} = 0,33 \quad \times \text{ Tab.11 a } \Rightarrow \Rightarrow = 0,994$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{1857,600 / 36592,470} = 0,26 \quad \varphi \text{ Tab.11 a } \Rightarrow \Rightarrow = 0,998$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{1857,600 / 547784,567} = 0,07 \quad \varphi \text{ Tab.11 c } \Rightarrow \Rightarrow = 0,999$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,994$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{674,185}{0,994 \times 1857,600} = 0,365 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie φ

$x_a = 13,819$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 :_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 44,2 \times 215 \times 10^{-1} = 551,314 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,3 V_R = 165,394 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 44,2 \times 215 \times 10^{-1} = 551,314 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,3 V_R = 165,394 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } V = 13,414 < 551,314 = V_R$$

- ścinanie wzdłuż osi X: $V = 0,369 < 551,314 = V_R$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 10,364$; $x_b = 3,455$; Przęsło nr: 4φ

- względem osi X

$$M_R = \cdot W_c f_d = 1,000 \psi 690,8 \times 215 \times 10^{-3} = 148,515 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \times W_c f_d = 1,000 \psi 690,8 \times 215 \times 10^{-3} = 148,515 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\lambda_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{673,634}{1857,600} + \frac{41,991}{1,000 \times 148,515} + \frac{0,592}{148,515} = 0,649 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna φ

$x_a = 10,364$; $x_b = 3,455$; Przęsło nr: 4.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 10,896 < 165,394 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 148,515 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,369 < 165,394 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 148,515 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R_x,V}} + \frac{M_y}{M_{R_y,V}} = \frac{673,634}{1857,600} + \frac{41,991}{148,515} + \frac{0,592}{148,515} = 0,649 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Przęsło nr: 4.

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 41,991 \text{ kNm} \quad \therefore \alpha_x = 0,550$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,994 \times 0,331^2 \times \frac{0,550 \times 41,991 \times 673,634}{148,515 \times 1857,600} = 0,008$$

$$\beta_x = 0,008$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 0,681 \text{ kNm} \quad \Delta_y = 0,869$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,998 \times 0,260^2 \times \frac{0,869 \times 0,681 \times 673,634}{148,515 \times 1857,600} = 0,000$$

$$\beta_y = 0,000$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{673,634}{0,994 \times 1857,600} + \frac{0,550 \times 41,991}{1,000 \times 148,515} + \frac{0,869 \times 0,681}{148,515} = 0,525 <$$

$$0,992 = 1 - 0,008 = 1 - \Delta_x$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{673,634}{0,998 \times 1857,600} + \frac{0,550 \times 41,991}{1,000 \times 148,515} + \frac{0,869 \times 0,681}{148,515} = 0,523 <$$

$$1,000 = 1 - 0,000 = 1 - \Delta_y$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym Δ

$x_a = 13,819$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

$$k_c = \left(15 + 25 \frac{c_o}{h_w} \right) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} = (15 + 25 \cdot 117,6/260,0) \times \sqrt{\frac{8,8 \times 215}{8,8 \times 215}} = 26,308$$

$$k_c : c_o / t_w = 117,6 / 8,8 = 13,364$$

Przyjęto $k_c = 13,364$

Warunek dodatkowy:

$$k_c \leq 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{215}} = 20,000$$

Siła może zmieniać położenie na przęcie.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\leq_c = 77,078 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\sigma_c = 1,25 - 0,5 \eta_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 77,078 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \sigma_c f_d = 13,364 \times (8,8)^2 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 222,499 \text{ kN}$$

Warunek nośności środника:

$$P = 84,885 < 222,499 = P_{R,c}$$

Złożony stan środnika

$x_a = 10,364$; $x_b = 3,455$; Przęsło nr: 4.

Siły przekrojowe przypadające na środnik i nośności środnika:

$$N_w = -312,767 \quad N_{Rw} = 491,920 \quad \text{kN}$$

$$M_w = 0,085 \quad M_{Rw} = 21,317 \text{ kNm}$$

$$V = 0,369 \quad V_R = 551,314 \quad \text{kN}$$

$$P = 0,008 \quad P_{Rc} = 206,947 \quad \text{kN}$$

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\eta_p = 1,000$.

Warunek nośności środnika:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left(\frac{312,767}{491,920} + \frac{0,085}{21,317} + \frac{0,008}{206,947} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{312,767}{491,920} + \frac{0,085}{21,317} \right) \frac{0,008}{206,947} + \left(\frac{0,369}{551,314} \right)^2 = 0,409$$

$$< 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 3.

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3455 / 250 = 13,8 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,5 < 13,8 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3455 / 250 = 13,8 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,0 < 13,8 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 1,5 \text{ mm}; \quad L / a = 3454,7 / 1,5 = 2303,1$$

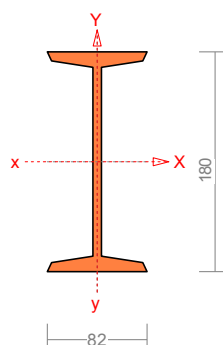
NAJBARDZIEJ WYĘŻONA PŁATEW

Pręt nr 126

Zadanie: kratownica_20.04.rm3

Przekrój: 6 - I 180

Obciążenia: CW CkCpCw1SgSt



Wymiary przekroju:

$$h=180,0 \quad g=6,9 \quad s=82,0 \quad t=10,3 \quad r=6,9\varphi$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_xg=1450,0 \quad J_yg=81,3 \quad A=27,90 \quad i_x=7,2 \quad i_y=1,7$$

$$J_w=5835,8 \quad J_t=9,0 \quad i_s=7,4.$$

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=10,3**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Długości wyboczeniowe pręta.

Przesło nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\mu_a = 0,418 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 0,664 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,664 \times 6,600 = 4,382 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 0,820 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,820 \times 6,600 = 5,412 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_w = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 6,600$ m. Długość wyboczeniowa $l_w = 6,600$ m.

Przęsło nr: 2

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,333 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,645 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,645 \times 6,600 = 4,257 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,333 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,645 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,645 \times 6,600 = 4,257 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 6,600$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 6,600$ m.

Przęsło nr: 3

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,684 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,684 \times 6,600 = 4,514 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,684 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,684 \times 6,600 = 4,514 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 6,600$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 6,600$ m.

Przęsło nr: 4

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,684 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,684 \times 6,600 = 4,514 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,684 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,684 \times 6,600 = 4,514 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 6,600$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 6,600$ m.

Przęsło nr: 5

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,333 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,645 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,645 \times 6,600 = 4,257 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,333 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,645 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,645 \times 6,600 = 4,257 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 6,600$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 6,600$ m.

Przęsło nr: 6

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\omega_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,418 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,664 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,664 \times 6,600 = 4,382 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 0,500 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \quad \Rightarrow = 0,820 \quad \text{dla } l_o = 6,600$$

$$l_w = 0,820 \times 6,600 = 5,412 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 6,600$ m. Długość wyboczeniowa $l_o = 6,600$ m.

Siły krytyczne:

Przęsło nr: 1

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{4,382^2} \quad 10^{-2} = 1527,558 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{5,412^2} \quad 10^{-2} = 56,160 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\square}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{6,600^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 102 = 1359,948 \text{ kN}$$

Przęsło nr: 2

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{4,257^2} \quad 10^{-2} = 1618,879 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{4,257^2} \quad 10^{-2} = 90,769 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\square}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{6,600^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 102 = 1359,948 \text{ kN}$$

Przęsło nr: 3

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{4,514^2} \quad 10^{-2} = 1439,533 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{4,514^2} \quad 10^{-2} = 80,713 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\square}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{6,600^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 102 = 1359,948 \text{ kN}$$

Przęsło nr: 4

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{4,514^2} \quad 10^{-2} = 1439,533 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{4,514^2} \quad 10^{-2} = 80,713 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\square}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{6,600^2} \right) \times 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 102 = 1359,948 \text{ kN}$$

Przęsło nr: 5

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{4,257^2} \quad 10^{-2} = 1618,879 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{4,257^2} \quad 10^{-2} = 90,769 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{6,600^2} \times 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 102 \right) = 1359,948 \text{ kN}$$

Przęsło nr: 6

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{4,382^2} \times 10^{-2} = 1527,558 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{5,412^2} \times 10^{-2} = 56,160 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{6,600^2} \times 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 102 \right) = 1359,948 \text{ kN}$$

Zwicherungieo

Przęsło nr: 1

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{o_1} = 6600 \text{ mm}$:

$$l_1 = 6600 > 1496 = 35 \times 17 / 0,400 \times \sqrt{215/215} = \frac{35i_y}{\beta} \sqrt{215/f_d}$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem. Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem: $\omega_L = 0$.

Przęsło nr: 2

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{o_1} = 6600 \text{ mm}$:

$$l_1 = 6600 > 1496 = 35 \times 17 / 0,400 \times \sqrt{215/215} = \frac{35i_y}{\beta} \sqrt{215/f_d}$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem. Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem: $\omega_L = 0$.

Przęsło nr: 3

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{o_1} = 6600 \text{ mm}$:

$$l_1 = 6600 > 1496 = 35 \times 17 / 0,400 \times \sqrt{215/215} = \frac{35i_y}{\beta} \sqrt{215/f_d}$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem. Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem: $\omega_L = 0$.

Przęsło nr: 4

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{o_1} = 6600 \text{ mm}$:

$$l_1 = 6600 > 603 = 35 \times 17 / 0,992 \times \sqrt{215/215} = \frac{35i_y}{\beta} \sqrt{215/f_d}$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem. Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem: $\omega_L = 0$.

Przęsło nr: 5

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{o_1} = 6600 \text{ mm}$:

$$l_1 = 6600 > 1496 = 35 \times 17 / 0,400 \times \sqrt{215/215} = \frac{35i_y}{\beta} \sqrt{215/f_d}$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem. Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem: $\omega_L = 0$.

Przęsło nr: 6

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{0\lambda} = 6600$ mm:

$$l_1 = 6600 > 1496 = 35 \times 17 / 0,400 \times \sqrt{215/215} = \frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d}$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem. Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\omega_{\bar{L}} = 0$.

Stateczność lokalna.

$x_a = 33,000$; $x_b = 6,600$; Przęsło nr: 6.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1λ. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 39600,0$ mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$c / \sigma_p f_d = \mathbf{0,580} < \mathbf{1}$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginana względem osi X: $\varphi_x = \psi_p = 1,000$

- dla zginana względem osi Y: $\varphi_y = \psi_p = 1,000$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 33,000$; $x_b = 6,600$; Przęsło nr: 6.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\varphi_t = 135,22$ MPa $\sigma_c = -132,01$ MPa

Naprężenia:

- normalne: $\Delta = 1,60$ $\sigma_{\Delta} = 133,62$ MPa $\sigma_{ot} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 12,42$ cm² $\psi = 15,87$ MPa $\tau_{ov} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 16,96$ cm² $\psi = 0,03$ MPa $\tau_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\psi_{ec} = \sigma / \sigma_{ot} + \psi \Delta = 1,60 / 1,000 + 133,62 = \mathbf{135,22} < \mathbf{215}$$
 MPa

$$\sigma_{ey} = \tau / \tau_{ov} = 15,87 / 1,000 = \mathbf{15,87} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215$$
 MPa

$$\psi_{ex} = \tau / \tau_{ov} = 0,03 / 1,000 = \mathbf{0,03} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215$$
 MPa

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{135,22^2 + 3 \times 0,00^2} = \mathbf{135,22} < \mathbf{215}$$
 MPa

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 39,600$; Przęsło nr: 1.

Siała osiowa: $N = 4,657$ kN

Pole powierzchni przekroju: $A = 27,90$ cm².

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 27,90 \times 215 \times 10^{-1} = 599,850$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = \mathbf{4,657} < \mathbf{599,850} = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ścinanie.

$x_a = 33,000$; $x_b = 6,600$; Przęsło nr: 6.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 12,4 \times 215 \times 10^{-1} = 154,877$$
 kN

$$V_O = 0,6 V_R = 92,926$$
 kN

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 17,0 \times 215 \times 10^{-1} = 211,438$$
 kN

$$V_O = 0,3 V_R = 63,432$$
 kN

Warunki nośności:

- ścinanie wzdłuż osi Y: $V = \mathbf{19,705} < \mathbf{154,877} = V_R$

- ścinanie wzdłuż osi X: $V = \mathbf{0,046} < \mathbf{211,438} = V_R$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 33,000$; $x_b = 6,600$; Przęsło nr: 6:

- względem osi X

$$M_R = \cdot_p W f_d = 1,000 \alpha 161,1 \times 215 \times 10^{-3} = 34,639 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \times_p W f_d = 1,000 \alpha 19,8 \times 215 \times 10^{-3} = 4,263 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczerzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\lambda_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{4,478}{599,850} + \frac{20,608}{1,000 \times 34,639} + \frac{0,113}{4,263} = 0,629 < 1$$

Nie uwzględniono zwiczerzenia pręta.

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna ϕ

$x_a = 33,000$; $x_b = 6,600$; Przęsło nr: 6.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 19,705 < 92,926 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 34,639 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,046 < 63,432 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 4,263 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{4,478}{599,850} + \frac{20,608}{34,639} + \frac{0,113}{4,263} = 0,629 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 33,000$, $x_b = 6,600$; Przęsło nr: 6.

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,046 < 211,433 = 211,438 \times \sqrt{1 - (4,478/599,850)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 19,705 < 154,873 = 154,877 \times \sqrt{1 - (4,478/599,850)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 33,000$; $x_b = 6,600$; Przęsło nr: 5.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm. Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 102,167$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\sigma_c = 1,25 - 0,5 \eta_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 102,167 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_0 t_w \sigma_c f_d = 186,2 \times 6,9 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 276,219 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 37,426 < 276,219 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 1.

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 14,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 6600 / 250 = 26,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 14,5 < 26,4 = a_{\text{gr}}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 6600 / 250 = 26,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,2 < 26,4 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 14,5 \text{ mm}; \quad L / a = 6600,0 / 14,5 = 454,5$$

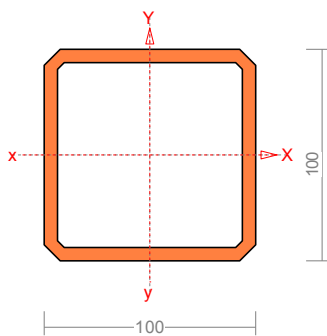
NAJBARDZIEJ WYTEŻONY SŁUPEK

Pręt nr 101

Zadanie: kratownica_20.04.rm3

Przekrój: 1 - H 100x100x 6.3

Obciążenia: CW CkCpCw1SgSt



Wymiary przekroju:

$$h=100,0 \quad s=100,0 \quad g=6,3 \quad t=6,3 \quad r=6,3\eta$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=339,0 \quad J_{yg}=339,0 \quad A=23,30 \quad i_x=3,8 \quad i_y=3,8$$

$$J_w=1,0 \quad J_t=526,3 \quad i_s=5,4.$$

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=6,3**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Długości wyboczeniowe pręta.

Pręśło nr: 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\mu_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,213$$

$$l_w = 1,000 \times 2,213 = 2,213 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\mu_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,336 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \kappa \Rightarrow = 2,250 \quad \text{dla } l_o = 2,213$$

$$l_w = 2,250 \times 2,213 = 4,980 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{it} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{oo} = 2,213 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_{o0} = 2,213 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

Pręśło nr: 1

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 339,0}{2,213^2} \quad 10-2 = 1400,207 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 339,0}{4,980^2} \times 10^{-2} = 276,584 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{I_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 1,0}{2,213^2} \times 10^{-2} + 80 \times 526,3 \times 10^2 \right) = 144693,265 \text{ kN}$$

Stateczność lokalna.

$x_a = 2,213$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 2213,3$ mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \sigma_p f_d = 0,072 < 1$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginana względem osi Y: $\varphi_y = \psi_p = 1,000$
- dla ściskania: $\varphi_o = \psi_p = 1,000$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 2,213$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\varphi_t = -15,44 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -15,47 \text{ MPa}$

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -15,46$ $\sigma_{\Delta} = 0,02 \text{ MPa}$ $\sigma_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\psi_{ec} = \sigma / \sigma_{oc} + \psi_{\Delta} = 15,46 / 1,000 + 0,02 = 15,47 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 2,213$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1.

Siała osiowa: $N = -36,015 \text{ kN}$

Pole powierzchni przekroju: $A = 23,30 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 23,30 \times 215 \times 10^{-1} = 500,950 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 36,015 < 500,950 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ściskanie.

$x_a = 2,213$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1.

$$N_{Rc} = A f_d = 23,3 \times 215 \times 10^{-1} = 500,950 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wybożeniowych:

- dla N_x $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{Rc} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{500,950 / 1400,207} = 0,69$ \times Tab.11 a $\Rightarrow \Rightarrow = 0,903$
- dla N_y $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{Rc} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{500,950 / 276,584} = 1,55$ φ Tab.11 a $\Rightarrow \Rightarrow = 0,382$
- dla N_z $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{Rc} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{500,950 / 144693,265} = 0,07$ φ Tab.11 c $\Rightarrow \Rightarrow = 0,999$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,382$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{36,015}{0,382 \times 500,950} = 0,188 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie φ

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,213$; Przęsło nr: 1.

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 11,8 \times 215 \times 10^{-1} = 147,223 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 44,167 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = 0,001 < 147,223 = V_R$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,213$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1:

- względem osi Y

$$M_{R,V} = \cdot_p W f_d = 1,000 \alpha 67,8 \times 215 \times 10^{-3} = 14,577 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczerzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\lambda_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{36,015}{500,950} + \frac{0,001}{14,577} = 0,072 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna φ

$x_a = 2,213$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1.

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,001 < 44,167 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 14,577 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R_x,V}} + \frac{M_y}{M_{R_y,V}} = \frac{36,015}{500,950} + \frac{0,000}{14,577} + \frac{0,001}{14,577} = 0,072 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Przęsło nr: 1.

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 0,000 \text{ kNm} \quad \therefore \lambda_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{R_x}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,903 \times 0,691^2 \times \frac{1,000 \times 0,000 \times 35,570}{14,577 \times 500,950} = 0,000$$

$$\beta_x = 0,000$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 0,001 \text{ kNm} \quad \Delta_y = 1,000$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{R_y}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,382 \times 1,554^2 \times \frac{1,000 \times 0,001 \times 35,570}{14,577 \times 500,950} = 0,000$$

$$\beta_y = 0,000$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{R_x}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{R_y}} = \frac{35,570}{0,903 \times 500,950} + \frac{1,000 \times 0,000}{1,000 \times 14,577} + \frac{1,000 \times 0,001}{14,577} = 0,080 <$$

$$1,000 = 1 - 0,000 = 1 - \Delta_x$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{35,570}{0,382 \times 500,950} + \frac{1,000 \times 0,000}{1,000 \times 14,577} + \frac{1,000 \times 0,001}{14,577} = 0,188 <$$

$$1,000 = 1 - 0,000 = 1 - \Delta y$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym Δ

$x_a = 2,213$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 1.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm.

$$k_c = \left(15 + 25 \frac{c_o}{h_w}\right) \sqrt{\frac{t_f 215}{t_w f_d}} = (15 + 25 \cdot 112,6/100,0) \times \sqrt{\frac{6,3 \times 215}{6,3 \times 215}} = 43,150$$

$$k_c : c_o / t_w = 112,6 / 6,3 = 17,873$$

Przyjęto $k_c = 17,873$

Warunek dodatkowy:

$$k_c \leq 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{215}} = 20,000$$

Siła może zmieniać położenie na przecie.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 15,474$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\sigma_c = 1,25 - 0,5 \eta_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 15,474 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \sigma_c f_d = 17,873 \times (6,3)^2 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 152,517 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 118,473 < 152,517 = P_{R,c}$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 1.

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 2213 / 250 = 8,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,0 < 8,9 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 0,0 \text{ mm}; \quad L / a = 2213,3 / 0,0 = 2264543,3$$

Opracował: mgr inż. Tomasz Janik

Autor: inż. Łukasz Machura

Sprawdził: mgr inż. Piotr Rapp