

Załącznik nr 1 - Podstawowe wyniki obliczeń konstrukcji**Poz I dach****Poz I.1 krokwie****Obciążenia**

Dotychczas istniejące obciążenie pokryciem dachowym wynosi $g_i=0,95\text{kN/m}^2$

Po przebudowie obciążenie wyniesie

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	współ. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	dachówka karpiówka podwójnie			0,950	1,20	1,140
2	kontrłaty	5,5	0,002	0,011	1,20	0,013
2	folia dachowa zbrojona	11,000	0,0005	0,006	1,20	0,007
RAZEM				0,967	1,20	1,160

W obszarze obudowy płytami p.ogniowymi

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	współ. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	dachówka karpiówka podwójnie			0,950	1,20	1,140
2	kontrłaty	5,5	0,002	0,011	1,20	0,013
3	folia dachowa zbrojona	11,000	0,0005	0,006	1,20	0,007
4	płyty promaxon	8,750	0,01	0,088	1,20	0,105
RAZEM				1,054	1,20	1,265

Obciążenia klimatyczne**Obciążenie śniegiem**

Kat nachylenia połaci dachowej $\alpha=32,7^\circ$, obiekt w pierwszej strefie obciążeń śniegiem

Współczynnik zależny od kąta nachylenia połaci

$$C_1=0,8 \times ((60-32,7)/30)=0,73 \quad ; \quad C_2=1,2 \times ((60-32,7)/30)=1,10 \quad Q_k=0,7\text{kN/m}^2$$

$$S_1=0,7\text{kN/m}^2 \times 0,73=0,51\text{kN/m}^2 \quad ; \quad S_2=0,7\text{kN/m}^2 \times 1,10=0,77\text{kN/m}^2 \quad \text{wsp. obciążenia } \gamma=1,4$$

Przyjęto zgodnie z PN-80/B-02010 z uwagi na remontowany obiekt

Obciążenie wiatrem

Kat nachylenia połaci dachowej $\alpha=32,7^\circ$, obiekt w pierwszej strefie obciążeń wiatrem $w=0,25\text{kN/m}^2$

Wsp. Ekspozycji dla trenu B 0,8 ; współczynnik działania porywów wiatru $\beta=1.8$

Wsp. kształtu dachu $C_{z1}=0,015 \times 32,7-0,2=0,29$ $C_z=-0,4$

$$p_{k1}=0,25\text{kN/m}^2 \times 0,8 \times 1,8 \times 0,29=0,11\text{kN/m}^2 \quad ; \quad p_{k2}=0,25\text{kN/m}^2 \times 0,8 \times 1,8 \times (-0,4)=-0,14\text{kN/m}^2$$

wsp. obciążenia $\gamma=1,4$ Przyjęto zgodnie z PN-77/B-02011 z uwagi na remontowany obiekt

obciążenia na krokwie zbierano z pasa o rozpiętości 1,12m

Istniejący przekrój krokwi wynosi 14/18 cm na podporze podparcie poprzez podcięcie krokwi nad płatwią

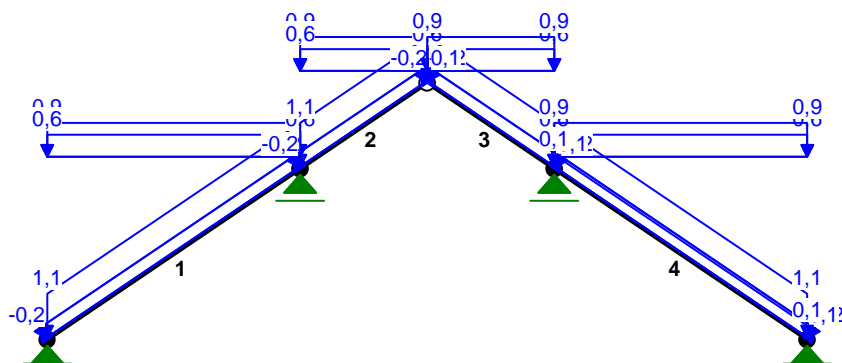
Z uwagi na korozję biologiczną drewna przekrój obliczeniowy krowki zmniejszono do 13/17

PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.;

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	4	4,800	3,242	5,792	1,000	1 B 170x130
2	01	4	2	2,410	1,628	2,908	1,000	1 B 170x130
3	10	2	5	2,410	-1,628	2,908	1,000	1 B 170x130
4	00	5	3	4,800	-3,242	5,792	1,000	1 B 170x130

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:

Grupa:	A "			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
4	Liniowe	0,0	0,14	0,14	0,00	5,79

Grupa:	G "ciężar pokrycia"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	1,08	1,08	0,00	5,79
2	Liniowe	0,0	1,08	1,08	0,00	2,91
3	Liniowe	0,0	1,08	1,08	0,00	2,91
4	Liniowe	0,0	1,08	1,08	0,00	5,79

Grupa:	S "śnieg większy z lewej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,86	0,86	0,00	5,79
2	Liniowe-Y	0,0	0,86	0,86	0,00	2,91
3	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	2,91
4	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	5,79

Grupa:	T "śnieg większy z prawej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	5,79
2	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	2,91
3	Liniowe-Y	0,0	0,86	0,86	0,00	2,91
4	Liniowe-Y	0,0	0,86	0,86	0,00	5,79

Grupa:	W "wiatr parcie z lewej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	34,0	0,12	0,12	0,00	5,79
2	Liniowe	34,0	0,12	0,12	0,00	2,91
3	Liniowe	-34,0	-0,16	-0,16	0,00	2,91
4	Liniowe	-34,0	-0,16	-0,16	0,00	5,79

Grupa:	X "wiatr parcie z prawej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	34,0	-0,16	-0,16	0,00	5,79
2	Liniowe	34,0	-0,16	-0,16	0,00	2,91
3	Liniowe	-34,0	0,12	0,12	0,00	2,91
4	Liniowe	-34,0	0,12	0,12	0,00	5,79

W Y N I K I

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :

Ciężar wł.			1,10
A -"	Zmienne	1	1,00
G -"ciężar pokrycia"	Stałe		1,20
S -"śnieg większy z lewej"	Zmienne	1	1,00
T -"śnieg większy z prawej"	Zmienne	1	1,00
W -"wiatr parcie z lewej"	Zmienne	1	1,00
X -"wiatr parcie z prawej"	Zmienne	1	1,00

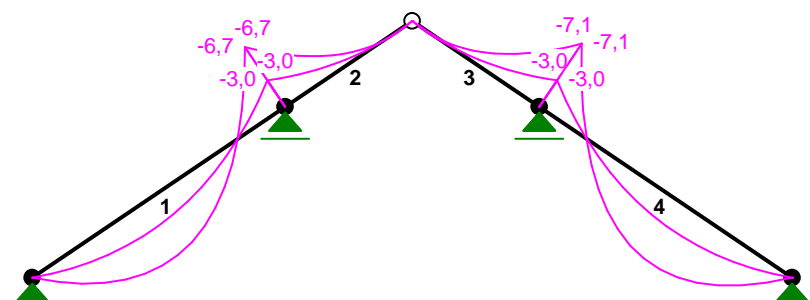
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
G -"ciężar pokrycia"	ZAWSZE
A -"	EWENTUALNIE
S -"śnieg większy z lewej"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: T
T -"śnieg większy z prawej"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: S
W -"wiatr parcie z lewej"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: X
X -"wiatr parcie z prawej"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: W

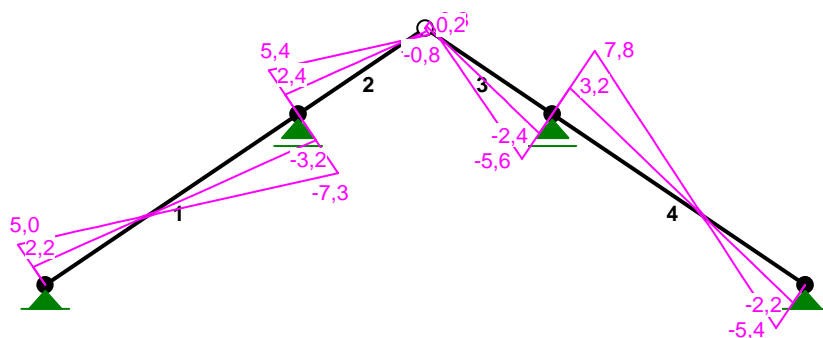
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A+G+S+T+W+X

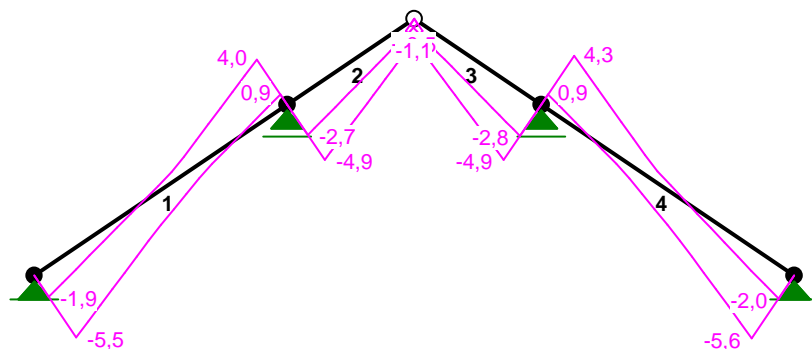
MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,172	5,9*	0,4	-0,9	AGSW
	5,792	-6,7*	-7,3	3,8	GSW
	5,792	-6,7	-7,3*	3,8	GSW
	5,792	-6,7	-7,3	4,0*	AGSW
	0,000	-0,0	4,2	-5,5*	GSX
2	2,545	0,1*	-0,0	-1,3	AGSW
	0,000	-6,7*	5,4	-4,8	GSW
	0,000	-6,7	5,4*	-4,8	GSW
	2,908	0,0	-0,5	-0,4*	AGW
	0,000	-5,6	4,5	-4,9*	GSX
3	0,364	0,1*	0,0	-1,4	GTW
	2,908	-7,1*	-5,6	-4,7	AGTX
	2,908	-7,1	-5,6*	-4,7	AGTX
	0,000	0,0	0,4	-0,5*	AGX
	2,908	-5,6	-4,5	-4,9*	GTW
4	3,258	6,3*	0,4	-0,4	AGTX
	0,000	-7,1*	7,8	4,3	AGTX
	0,000	-7,1	7,8*	4,3	AGTX
	0,000	-7,1	7,8	4,3*	AGTX
	5,792	0,0	-4,5	-5,6*	AGTW

* = Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

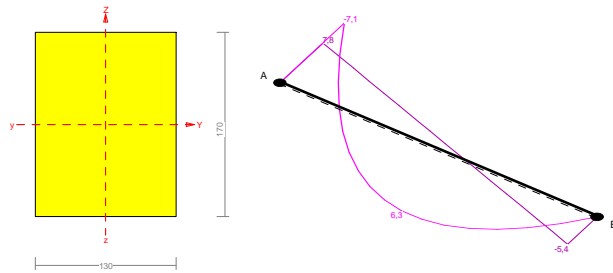
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	2,2*	5,7	6,1		GTW
	-0,2*	3,6	3,6		AGW
	2,2	6,5*	6,9		GSX
	-0,2	3,6*	3,6		AGW
	2,2	6,5	6,9*		GSX
3	0,2*	4,0	4,0		AGX
	-2,2*	6,5	6,9		GTW
	-2,1	6,8*	7,1		AGTW
	0,0	3,7*	3,7		GX
	-2,1	6,8	7,1*		AGTW
4	0,0*	15,4	15,4		GSW
	-0,0*	6,8	6,8		AGX
	0,0*	8,3	8,3		G
	0,0	15,4*	15,4		GSW
	-0,0	6,8*	6,8		AGX
	0,0	15,4	15,4*		GSW

5	0,0*	16,1	16,1	AGTX
	0,0*	6,8	6,8	GW
	-0,0*	8,3	8,3	G
	0,0	16,1*	16,1	AGTX
	0,0	6,8*	6,8	GW
	0,0	16,1	16,1*	AGTX

* = Max/Min

Jako najbardziej niekorzystnie obciążoną jest dolna część krokwi pod osłonami p. ogniowymi

Pręt nr 4



Sprawdzenie nośności pręta nr 4

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=5,79$ m, przy obciążeniach "AGTX".

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 195,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 4,3 / 195,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{7,54} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=5,79$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "AGTW".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 5,6 / 221,00 \times 10 = \mathbf{0,3} < \mathbf{3,98} = 0,352 \times 11,31 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=3,62$ m; $x_b=2,17$ m, przy obciążeniach "AGTX":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,352 \times 11,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} + \frac{10,0}{12,92} = \mathbf{0,786} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{1,076 \times 11,31} + \frac{0,0}{12,92} + 0,7 \times \frac{10,0}{12,92} = \mathbf{0,546} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=5,79$ m, przy obciążeniach "AGTX".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 7,1 / 626,17 \times 10^3 = \mathbf{11,4} < \mathbf{12,9} = 1,000 \times 12,92 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=5,79$ m, przy obciążeniach "AGTX":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{7,54} + \frac{14,6}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{1,2} > \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{7,54} + 0,7 \times \frac{14,6}{12,92} + \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{0,8} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=3,26$ m; $x_b=2,53$ m, przy obciążeniach "AGTX":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{11,31^2} + \frac{10,0}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{0,8} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{11,31^2} + 0,7 \times \frac{10,0}{12,92} + \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,36$ m; $x_b=5,43$ m, przy obciążeniach "AGTX".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,0^2} = 0,5 < 1,3 = 1,000 \times 1,35 = k_f$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=3,26$ m; $x_b=2,53$ m, przy obciążeniach "AGTX" liczone od cięciwy pręta.

$$u_{z,fin} = -24,1 + -11,7 = 35,8 < 38,6 = u_{net,fin}$$

Z uwagi na przekroczenie nośności w stanie złożonym krokwie należy wzmocnić

Proponuje się obustronne nakładki

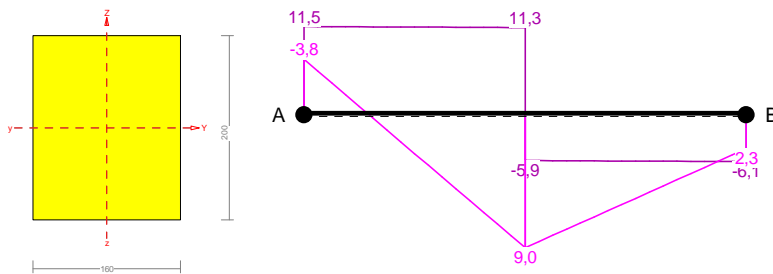
Przy korozji 1cm na wys. i 1 cm na szerokości krokwi nakładka jednostronna 2/18 przybijana gwoździami #6 w dwóch szeregach rozsuniętych o 9cm (osiowo) rozstaw w szeregu 10cm długość gwoździa min 80mm – 100mm

Przy korozji większej do 2cm na szerokości obustronna nakładka 2/18 mocowana analogicznie przy większych ubytkach nakładki i sposób łączenia do ustalenia po ocenie

Poz I.2 Płatew pośrednia

Płatew pośrednia o przekroju 16/20 podparta mieczami w odległości 1,12m od osi wieszaków $L=4,48$ m

Pręt nr 17



Sprawdzenie nośności pręta nr 17

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,24$ m, przy obciążeniach "AGSW".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 21,6 / 304,00 \times 10 = 0,7 < 9,79 = 0,865 \times 11,31 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,12$ m; $x_b=1,12$ m, przy obciążeniach "GSW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,7}{1,019 \times 11,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} + \frac{8,4}{12,92} = 0,710 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,7}{0,865 \times 11,31} + \frac{0,0}{12,92} + 0,7 \times \frac{8,4}{12,92} = 0,525 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,12$ m; $x_b=1,12$ m, przy obciążeniach "GSW".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 9,0 / 1066,67 \times 10^3 = 8,4 < 12,9 = 1,000 \times 12,92 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,12$ m; $x_b=1,12$ m, przy obciążeniach "G":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,4}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} = 0,3 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,4}{12,92} + \frac{0,0}{12,92} = 0,2 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,12$ m; $x_b=1,12$ m, przy obciążeniach "GSW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,7^2}{11,31^2} + \frac{8,4}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} = 0,7 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,7^2}{11,31^2} + 0,7 \times \frac{8,4}{12,92} + \frac{0,0}{12,92} = 0,5 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,24$ m, przy obciążeniach "GSW".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,0^2} = 0,6 < 1,3 = 1,000 \times 1,35 = k \cdot f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,33$ m; $x_b=0,91$ m, przy obciążeniach "GSW".

$$u_{z,fin} = -6,7 + -3,4 = 10,1 < 14,9 = u_{net,fin}$$

POZ I.4 belka stropowa**Obciążenia**

Istniejące obciążenia dla belek stropowych

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	Wełna mineralna luzem	0,600	0,100	0,060	1,20	0,072
2	deskowanie pełne	5,500	0,032	0,176	1,20	0,211
3	pustka	0,000	0,240	0,000	1,30	0,000
4	deskowanie pełne	5,500	0,030	0,165	1,20	0,198
5	płyty g-k na ruszcie	12,000	0,025	0,045	1,20	0,054
razem				0,446	1,20	0,535

Nie występuje praktycznie obciążenie użytkowe

Obciążenie instalacjami elektrycznymi podwieszonymi do sufitu można przyjąć na poziomie 0,15kN/m²

Projektowane obciążenia stropu po przebudowie

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	deskowanie pełne	5,500	0,032	0,176	1,20	0,211
2	wełna mineralna	0,200	1,000	0,200	1,20	0,240
3	deskowanie ażurowe	5,500	0,015	0,083	1,20	0,099
4	płyty promat	8,750	0,020	0,026	1,20	0,032
5	ruszt stalowy			0,025	1,20	0,030
razem				0,510	1,20	0,612

Obciążenie użytkowe przyjęto na poziomie 0,5kN/m² w celu prowadzenia prac konserwacyjnych
Obciążenie instalacjami przyjęto na poziomie 0,5kN/m² z uwagi na montaż opraw oświetleniowych okablowania oraz drobnych instalacji sanitarnych

Wzrost obciążenia na belkę wynosi

$$Q_0 = 1,12 \text{ m} \times (0,446 \times 1,20 + 0,15 \times 1,2) = 0,801 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = 1,12 \text{ m} \times (0,51 \times 1,2 + 0,5 \times 1,2 + 0,5 \times 1,4) = 2,141 \text{ kN/m} \quad 1,34 \times \text{większe}$$

Sprawdzenie nośności belki stropowej

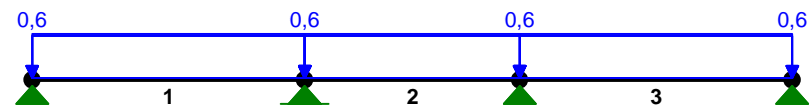
Sprawdzenia dokonano dla belek osłabionych korozją tj poprzez zmniejszenie przekroju wysokości i szerokości o 1cm przekrój osłabiony 13/19

PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.;

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	3	4,820	0,000	4,820	1,000	1 B 190x130
2	00	3	4	3,800	0,000	3,800	1,000	1 B 190x130
3	00	4	2	4,820	0,000	4,820	1,000	1 B 190x130

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	4,82
Grupa: B ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
2	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	3,80
Grupa: C ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
3	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	4,82
Grupa: G "ciezar stropu"				Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	4,82
2	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	3,80
3	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	4,82
Grupa: I "instalacje"				Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	4,82
2	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	3,80
3	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	4,82

W Y N I K I
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Cieężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1	1,00
B - ""	Zmienne	1	1,00
C - ""	Zmienne	1	1,00
G - "ciezar stropu"	Stałe		1,20
I - "instalacje"	Stałe		1,20

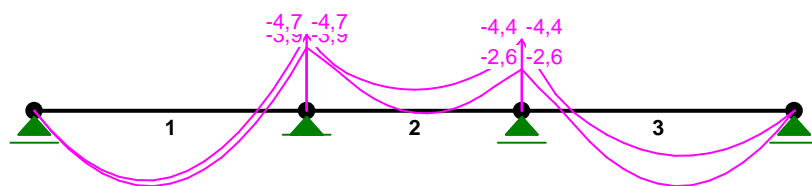
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Cieężar wł.	ZAWSZE
A - ""	ZAWSZE
G - "ciezar stropu"	ZAWSZE
I - "instalacje"	ZAWSZE
B - ""	EWENTUALNIE
C - ""	EWENTUALNIE

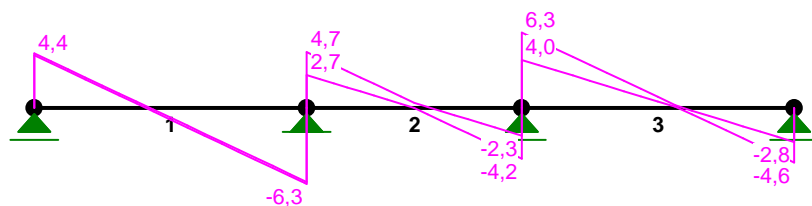
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A+B+C+G+I

MOMENTY-OBWIEDNIE:



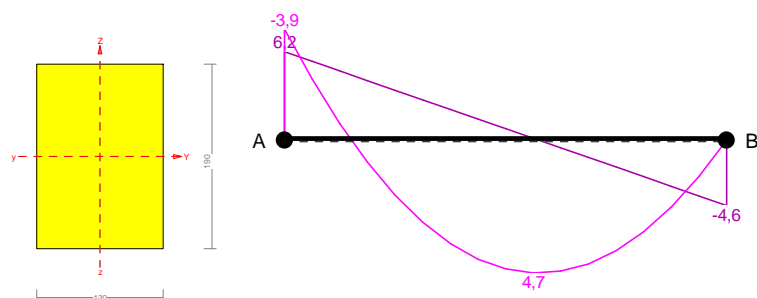
TNĄCE-OBWIEDNIE:

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	4,6	4,6		ACGI
	0,0*	4,4	4,4		ABGI
	0,0*	4,5	4,5		AGI
	0,0	4,6*	4,6		ACGI
	0,0	4,4*	4,4		ABGI
	0,0	4,6	4,6*		ACGI
2	0,0*	4,6	4,6		ACGI
	0,0*	2,8	2,8		ABGI
	0,0*	2,9	2,9		AGI
	0,0	4,6*	4,6		ACGI
	0,0	2,8*	2,8		ABGI
	0,0	4,6	4,6*		ACGI
3	0,0*	11,0	11,0		ABGI
	0,0*	8,9	8,9		ACGI
	0,0*	9,4	9,4		AGI
	0,0	11,0*	11,0		ABGI
	0,0	8,9*	8,9		ACGI
	0,0	11,0	11,0*		ABGI
4	0,0*	10,5	10,5		ABCGI
	0,0*	6,3	6,3		AGI
	0,0	10,5*	10,5		ABCGI
	0,0	6,3*	6,3		AGI
	0,0	10,5	10,5*		ABCGI

* = Max/Min

Pręt nr 3

Sprawdzenie nośności pręta nr 3**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla $x_a=2,71$ m; $x_b=2,11$ m, przy obciążeniach “ACGI”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 4,7 / 782,17 \times 10^3 = \mathbf{6,0} < \mathbf{11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,82$ m, przy obciążeniach “ABCGI”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,7} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,60$ m; $x_b=4,22$ m, przy obciążeniach “ABCGI”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1,2} = 1,000 \times 1,23 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,71$ m; $x_b=2,11$ m, przy obciążeniach “ACGI”.

$$u_{z,fin} = -13,6 + -5,3 = \mathbf{18,9} < \mathbf{19,3} = u_{net,fin}$$

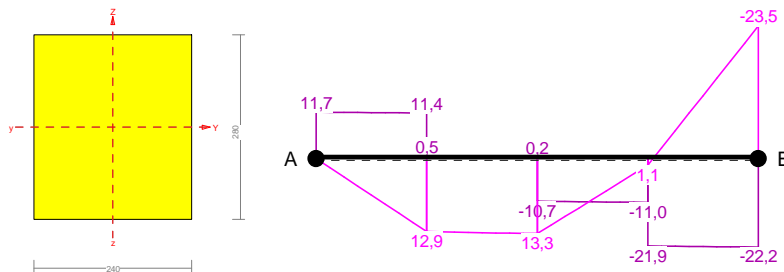
Poz I.4 nadciąg

Naciąg istniejący do belki dwuprzęsłowej o $l_0=4,48$ m o przekroju 26/30

Przyjęto do obliczeń przekrój osłabiony 24/28

Pręt nr 1

Zadanie: nd1

**Sprawdzenie nośności pręta nr 1****Nośność na zginanie:**

Wyniki dla $x_a=4,48$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach “GIPR”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 23,5 / 3136,00 \times 10^3 = \mathbf{7,5} < \mathbf{8,3} = 1,000 \times 8,31 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=4,48$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach “GIPR”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,5}{8,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{8,31} = \mathbf{0,9} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,5}{8,31} + \frac{0,0}{8,31} = \mathbf{0,6} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,36$ m; $x_b=1,12$ m, przy obciążeniach “GIPR”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,6} < \mathbf{0,9} = 1,000 \times 0,92 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,96$ m; $x_b=2,52$ m, przy obciążeniach “GIP”.

$$u_{z,fin} = -4,9 + -4,1 = \mathbf{8,9} < \mathbf{14,9} = u_{net,fin}$$

REAKCJE NA TRAM

$$R1G=4,6\text{kN} \quad R2G=13,4 \quad \gamma=1,16$$

$$R1I = 3,2\text{kN} \quad R2G=12,3 \quad \gamma=1,2$$

$$R1P = 5,3\text{kN} \quad R2G=16,5 \quad \gamma=1,4$$

Nośność połączenia śrubowego $N=11\text{kN}$ dla połączenia belka naciąg istniejąca śruba M30

Nośność połączenia na rozciąganie

$$Q=2,4^2 \times 3,14 \times 0,25 \times 145\text{MPa}=65,54 \text{ kN} > N=11\text{kN}$$

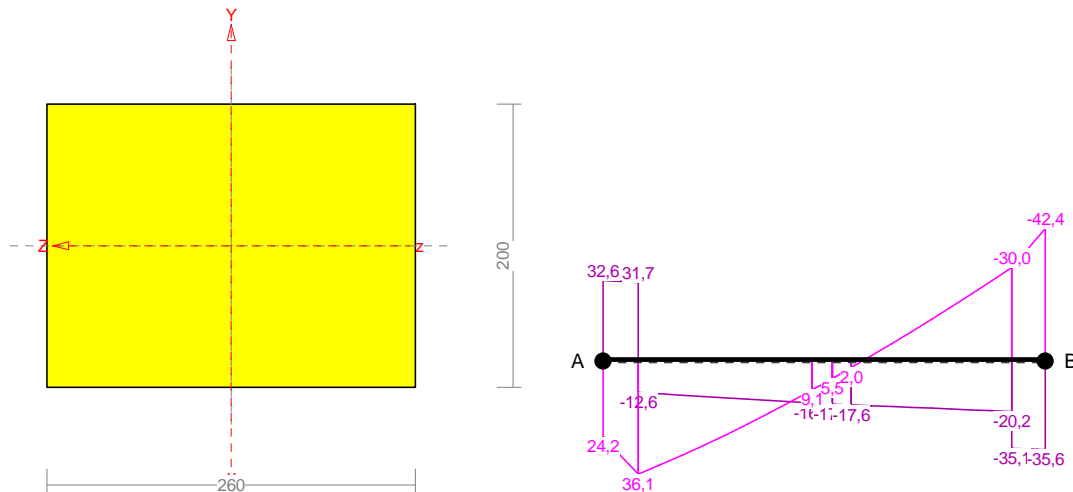
POZ I.5 wiązar wieszarowy**Poz I.5,1 TRAM**

Tram o przekroju 26/20

Układ bez wzmocnień

Pręt nr 2

Zadanie: wts1

**Sprawdzenie nośności pręta nr 2****Nośność na rozciąganie:**

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,65$ m, przy obciążeniach “ABCGIOT”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 520,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 202,3 / 520,00 \times 10 = \mathbf{3,9} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=4,65$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach “AGIOTW”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,0 / 2253,33 \times 10^3 = \mathbf{0,0} < \mathbf{11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=4,65$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach “ACGIOTW”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,7}{6,46} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{24,4}{11,08} = \mathbf{2,1} > \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,7}{6,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{24,4}{11,08} = \mathbf{2,8} > \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,65$ m, przy obciążeniach “ABCGIOSX”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 1,5^2} = \mathbf{1,5} > \mathbf{1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_{v,d} f$$

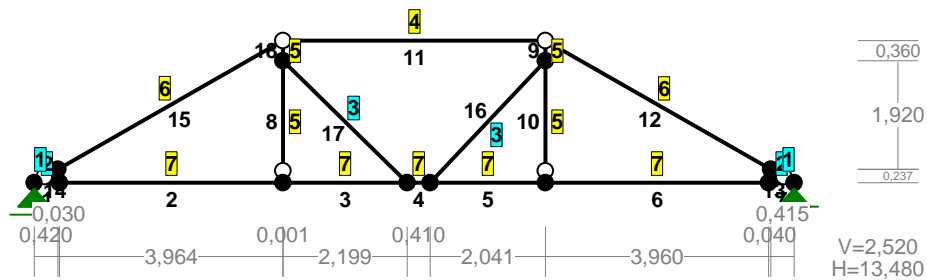
Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,65$ m, przy obciążeniach "ACGIOTW".

$$u_{y,\text{fin}} = -7,9 + -90,5 = \mathbf{98,4} > \mathbf{31,0} = u_{\text{net,fin}}$$

układ przeciążony w związku z istotnym momentem zginającym istniejącym na prześle środkowym pochodzącym od oparcia na tramach mimośrodowo naciągów względem osi wieszaków należy wzmocnić układ redukując momenty zginające na belce w tym celu zastosowano podwieszenie tramu w części środkowej do wieszaka wieszakami stalowymi a celu zmniejszenia rozciągania przenoszonego przez zastrzał na belkę wprowadzono ściągi i okucie zastrzału i belki

PRZEKROJE PRĘTÓW:

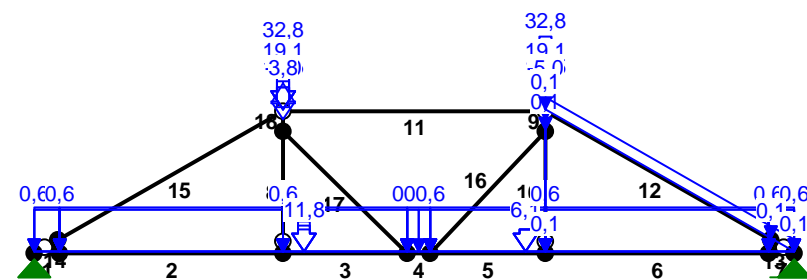


PREŁY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.;

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	11	0,450	0,000	0,450	1,000	2 2 U 200
2	00	11	4	3,964	0,000	3,964	1,000	7 B 200x260
3	00	4	7	2,200	0,000	2,200	1,000	7 B 200x260
4	00	7	8	0,410	0,000	0,410	1,000	7 B 200x260
5	00	8	3	2,041	0,000	2,041	1,000	7 B 200x260
6	00	3	12	3,960	0,000	3,960	1,000	7 B 200x260
7	00	12	2	0,455	0,000	0,455	1,000	2 2 U 200
8	01	9	4	-0,001	-2,160	2,160	1,000	5 B 290x260
9	10	6	10	0,000	-0,360	0,360	1,000	5 B 290x260
10	01	10	3	0,000	-2,160	2,160	1,000	5 B 290x260
11	11	5	6	4,650	0,000	4,650	1,000	4 B 250x250
12	10	6	14	4,000	-2,283	4,606	1,000	6 B 250x240
13	01	14	2	0,415	-0,237	0,478	1,000	1 2 U 200
14	10	1	13	0,420	0,240	0,484	1,000	1 2 U 200
15	01	13	5	3,995	2,280	4,600	1,000	6 B 250x240
16	00	10	8	-2,041	-2,160	2,972	1,000	3 2 L 60x60x5
17	00	9	7	2,199	-2,160	3,082	1,000	3 2 L 60x60x5
18	10	5	9	0,000	-0,360	0,360	1,000	5 B 290x260

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
<hr/>						
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	0,45
2	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	3,96
3	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	2,20
3	Skupione	0,0	11,80		0,37	
4	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	0,20
Grupa:	B ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
4	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,20	0,41
5	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	2,04
5	Skupione	0,0	6,10		1,69	
6	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	3,96
7	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	0,46
Grupa:	C ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
9	Skupione	0,0	32,80		0,02	
18	Skupione	0,0	32,80		0,18	
Grupa:	G "ciężar pokrycia"			Stałe	$\gamma_f = 1,16$	
1	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	0,45
2	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	3,96
3	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	2,20
3	Skupione	0,0	13,40		0,37	
4	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	0,41
5	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	2,04
5	Skupione	0,0	7,20		1,69	
6	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	3,96
7	Liniowe	0,0	0,57	0,57	0,00	0,46
Grupa:	I ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	0,45
2	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	3,96
3	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	2,20
3	Skupione	0,0	10,20		0,37	
4	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	0,41
5	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	2,04
5	Skupione	0,0	5,40		1,69	
6	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	3,96
7	Liniowe	0,0	0,56	0,56	0,00	0,46
Grupa:	O "obudowy"			Stałe	$\gamma_f = 1,20$	
9	Liniowe	0,0	0,09	0,09	0,00	0,18
9	Skupione	0,0	5,80		0,00	
9	Liniowe	0,0	0,09	0,09	0,18	0,36
10	Liniowe	0,0	0,09	0,09	0,00	2,16
12	Liniowe	0,0	0,09	0,09	0,00	4,61
13	Liniowe	0,0	0,09	0,09	0,00	0,48
18	Skupione	0,0	2,70		0,00	
Grupa:	S "śnieg większy z lewej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
9	Skupione	0,0	19,10		0,00	
18	Skupione	0,0	12,50		0,00	
Grupa:	T "śnieg większy z prawej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
9	Skupione	0,0	12,50		0,00	
18	Skupione	0,0	19,10		0,00	
Grupa:	W ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
9	Skupione	0,0	-5,00		0,00	
18	Skupione	0,0	3,80		0,00	
Grupa:	X "wiatr parcie z prawej"			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
9	Skupione	0,0	3,80		0,02	
18	Skupione	0,0	-5,00		0,00	

W Y N I K I**Kombinatoryka obciążeń****OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

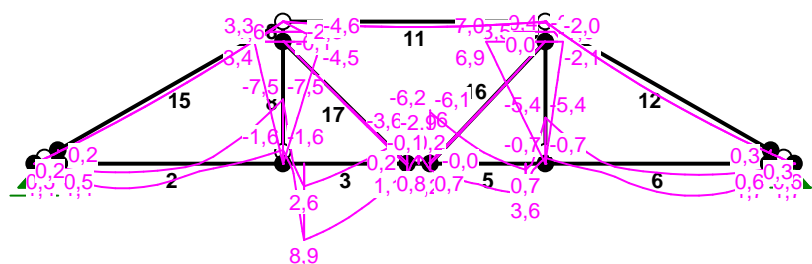
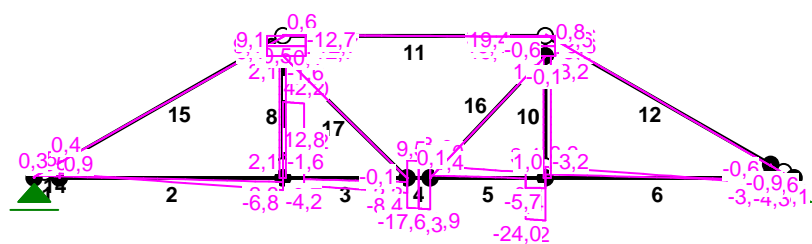
Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
<hr/>			
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1	1,00
B - ""	Zmienne	1	1,00
C - ""	Zmienne	1	1,00
G - "ciężar pokrycia"	Stałe		1,16
I - ""	Zmienne	1	1,00
O - "obudowy"	Stałe		1,20
S - "śnieg większy z lewej"	Zmienne	1	1,00
T - "śnieg większy z prawej"	Zmienne	1	1,00
W - ""	Zmienne	1	1,00
X - "wiatr parcie z prawej"	Zmienne	1	1,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
G - "ciężar pokrycia"	ZAWSZE
O - "obudowy"	ZAWSZE
A - "	EWENTUALNIE
B - "	EWENTUALNIE
C - "	EWENTUALNIE
I - "	EWENTUALNIE
S - "śnieg większy z lewej"	EWENTUALNIE
T - "śnieg większy z prawej"	Nie występuje z: T EWENTUALNIE
W - "	Nie występuje z: S EWENTUALNIE
X - "wiatr parcie z prawej"	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A+B+C+G+I+O+S+T+W+X

MOMENTY-OBWIEDNIE:**SIŁY-OBWIEDNIE:**

8	0,000	3,4*	-1,6	50,4	AGIOTW
	0,000	-4,5*	2,1	16,1	BCGOSX
	2,160	-0,0	2,1*	15,4	BCGOSX
	0,000	3,4	-1,6	50,4*	AGIOTW
	2,160	-0,0	2,1	15,4*	BCGOSX
9	0,360	7,0*	19,4	40,6	ACGIOTW
	0,360	-2,0*	-5,6	16,4	BGOSX
	0,360	7,0	19,4*	40,6	ACGIOTW
	0,000	0,0	19,4*	80,2	ACGIOTW
	0,000	0,0	13,4	89,5*	ABCGIOTWX
	0,360	-1,0	-2,8	8,1*	CGOSX
10	0,000	6,9*	-3,2	16,7	ACGIOTW
	0,000	-2,1*	1,0	23,2	BGOSX
	0,000	6,9	-3,2*	16,7	ACGIOTW
	2,160	-0,0	-3,2*	15,8	ACGIOTW
	0,000	-0,9	0,4	31,2*	BGOSX
	2,160	0,0	-2,7	7,8*	ACGOTW
11	2,325	0,7*	0,0	-207,2	ABCGIOS
	0,000	0,0*	0,6	-207,2	ABCGIOS
	0,000	0,0	0,6*	-207,2	ABCGIOS
	0,000	0,0	0,6	-41,4*	GOWX
	2,325	0,7	0,0	-41,4*	GOWX
	0,000	0,0	0,6	-207,2*	ABCGIOS
	2,325	0,7	0,0	-207,2*	ABCGIOS
12	2,591	1,0*	-0,0	-41,9	GOW
	0,000	0,0*	0,8	-231,3	ABCGIOSX
	0,000	0,0	0,8*	-41,5	GOW
	0,000	0,0	0,8	-41,5*	GOW
	4,606	0,3	-0,6	-232,1*	ABCGIOSX
13	0,000	0,3*	-0,6	-42,3	GOW
	0,478	0,0*	-0,8	-232,3	ABCGIOSX
	0,478	-0,0	-0,9*	-42,4	GOW
	0,000	0,3	-0,6	-42,3*	GOW
	0,478	0,0	-0,8	-232,3*	ABCGIOSX
14	0,484	0,2*	0,4	-43,7	GOX
	0,000	0,0*	0,5	-242,3	ABCGIOTW
	0,000	0,0	0,6*	-43,8	GOX
	0,484	0,2	0,4	-43,7*	GOX
	0,000	0,0	0,5	-242,3*	ABCGIOTW
15	2,012	0,7*	0,0	-43,5	GOX
	4,600	0,0*	-0,5	-241,7	ABCGIOTW
	4,600	-0,0	-0,5*	-43,2	GOX
	4,600	-0,0	-0,5	-43,2*	GOX
	0,000	0,2	0,4	-242,2*	ABCGIOTW
16	2,972	0,2*	0,1	32,4	AGIOTW
	1,857	-0,1*	-0,0	-9,2	BCGOSX
	2,972	0,2	0,1*	32,7	ACGIOTW
	0,000	0,0	-0,1	32,9*	ACGIOTW
	2,972	-0,0	0,1	-9,7*	BGOSX
17	2,890	0,2*	-0,0	-14,6	ACGIOTW
	0,000	-0,1*	0,2	1,5	AGIOX
	0,000	-0,1	0,2*	-14,7	AGIOTW
	0,000	-0,1	0,1	20,8*	BCGIOSX
	3,082	0,1	-0,0	-15,0*	AGOTW
18	0,360	3,3*	9,1	26,5	AGOTW
	0,360	-4,6*	-12,7	44,4	BCGIOSX
	0,000	0,0	-12,7*	83,8	BCGIOSX
	0,360	-4,6	-12,7*	44,4	BCGIOSX
	0,000	0,0	-8,3	97,4*	ABCGIOSX
	0,360	1,6	4,6	12,9*	CGOTW

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

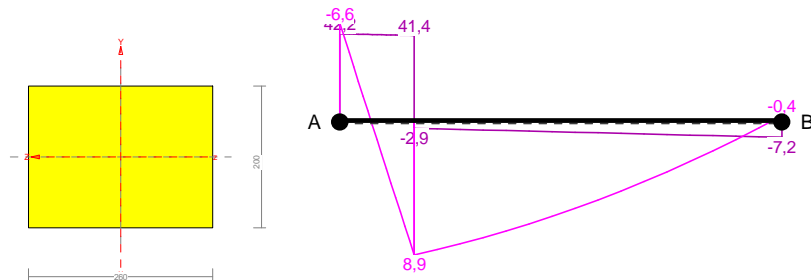
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	124,5	124,5		ABCGIOTW
	0,0*	23,8	23,8		GOX
	0,0*	26,5	26,5		GO
	0,0	124,5*	124,5		ABCGIOTW
	0,0	23,8*	23,8		GOX
	0,0	124,5	124,5*		ABCGIOTW

2	-0,0*	120,2	120,2	ABCGIOSX
	-0,0*	23,4	23,4	GOW
	-0,0*	26,2	26,2	GO
	-0,0	120,2*	120,2	ABCGIOSX
	-0,0	23,4*	23,4	GOW
	-0,0	120,2	120,2*	ABCGIOSX

* = Max/Min

Przyrost Obciążenia pochodzący od reakcji w ęźle podporowym wynosi

Dla układu pierwotnego $R_a=111.5$ kNDla układu po przebudowie $R_a=124,5$ kN $\Delta=13$ kN przyrost procentowy 11,6% wzrostu obciążenia**POZ I.5.1 TRAM wzmocniony****Odcinek środkowy podwieszony****Sprawdzenie nośności pręta nr 3****Nośność na rozciąganie:**Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,20$ m, przy obciążeniach "ABCGIOTW".Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 520,00$ cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 210,9 / 520,00 \times 10 = 4,1 < 6,46 = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:Wyniki dla $x_a=0,37$ m; $x_b=1,83$ m, przy obciążeniach "ACGIOTW".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,0 / 2253,33 \times 10^3 = 0,0 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,37$ m; $x_b=1,83$ m, przy obciążeniach "ABCGIOTW":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,1}{6,46} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{5,1}{11,08} = 1,0 = 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,1}{6,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{5,1}{11,08} = 1,094 = 1$$

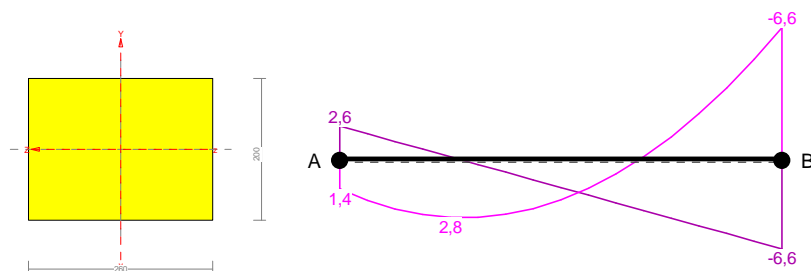
Nośność na ścinanie:Wyniki dla $x_a=0,37$ m; $x_b=1,83$ m, przy obciążeniach "AGIOTW".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 1,1^2} = 1,1 = 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:Wyniki dla $x_a=1,06$ m; $x_b=1,14$ m, przy obciążeniach "ACGIOTW" liczone od cięciwy pręta.

$$u_{y,fin} = -4,5 + 1,4 = 3,1 < 7,3 = u_{net,fin}$$

PRĘT NR 2 TRAM W PRZĘŚLE BOCZNYM

Sprawdzenie nośności pręta nr 2**Nośność na rozciąganie:**

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,96$ m, przy obciążeniach "ABCGIOTW".

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 520,00$ cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 210,1 / 520,00 \times 10 = 4,0 < 6,46 = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=3,96$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "AGIOW".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,0 / 2253,33 \times 10^3 = 0,0 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=3,96$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABCGIOTW":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,0}{6,46} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{3,8}{11,08} = 0,9 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,0}{6,46} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{3,8}{11,08} = 1,0 = 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,96$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "AGIOW".

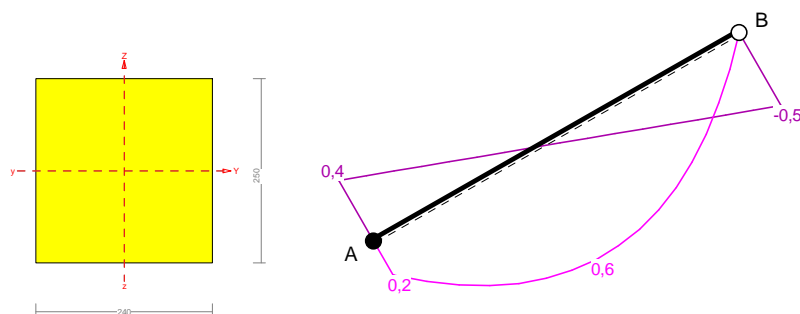
Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,2^2} = 0,2 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,49$ m; $x_b=2,48$ m, przy obciążeniach "ABCGIOSX" liczone od cięciwy pręta.

$$u_{y,fin} = -2,4 + 0,2 = 2,3 < 13,2 = u_{net,fin}$$

POZ I.5.2 ISTNIEJACY ZASTRZAŁ**Pręt nr 15****Sprawdzenie nośności pręta nr 15****Nośność na ściskanie:**

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,60$ m, przy obciążeniach "ABCGIOTW".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 242,2 / 600,00 \times 10 = 4,0 < 6,05 = 0,625 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=2,01$ m; $x_b=2,59$ m, przy obciążeniach "ABCGIOTW":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{4,0}{0,898 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{0,3}{11,08} = 0,486 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{4,0}{0,625 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,3}{11,08} = 0,682 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,01$ m; $x_b=2,59$ m, przy obciążeniach "GOX".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,7 / 2500,00 \times 10^3 = 0,3 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,01$ m; $x_b=2,59$ m, przy obciążeniach "BGOW":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,0 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,0 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,01$ m; $x_b=2,59$ m, przy obciążeniach “ABCGIOTW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,0^2}{9,69^2} + \frac{0,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,2 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,0^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{0,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,2 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,60$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach “GOX”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = 0,0 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_{v,d}$$

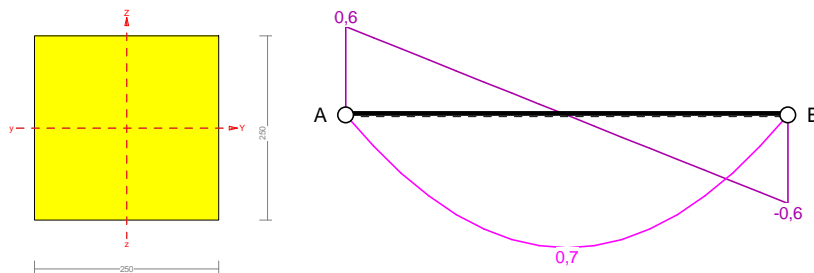
Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=4,60$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach “ABCGIOTW”.

$$u_{z,fin} = -2,4 + -8,8 = 11,3 < 15,3 = u_{net,fin}$$

POZ I.5.4 ISTNIEJĄCA ROZPORA

Pręt nr 11



Sprawdzenie nośności pręta nr 11

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,65$ m, przy obciążeniach “ABCGIOS”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 207,2 / 625,00 \times 10 = 3,3 < 6,32 = 0,652 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=2,33$ m; $x_b=2,33$ m, przy obciążeniach “ABCGIOS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{3,3}{0,652 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{0,2}{11,08} = 0,547 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{3,3}{0,652 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,2}{11,08} = 0,540 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,33$ m; $x_b=2,33$ m, przy obciążeniach “ACGO”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,7 / 2604,17 \times 10^3 = 0,2 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,33$ m; $x_b=2,33$ m, przy obciążeniach “ACGO”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,0 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,2}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,0 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,33$ m; $x_b=2,33$ m, przy obciążeniach “ABCGIOS”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,3^2}{9,69^2} + \frac{0,2}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,3^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{0,2}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,65$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ACGO".

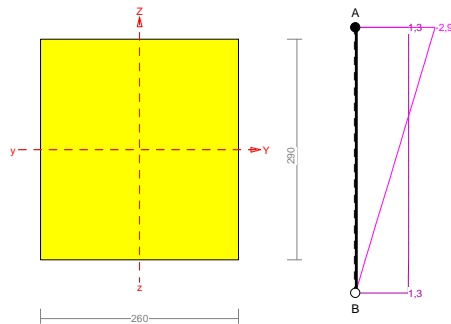
Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = 0,0 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_f \quad v_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,33$ m; $x_b=2,33$ m, przy obciążeniach "ABCGIOSX" liczone od cięciwy pręta.

$$u_{z,fin} = -3,7 + 2,5 = 1,2 < 15,5 = u_{net,fin}$$

POZ. 1.5.2 Istniejący Wieszak**Pręt nr 8****Sprawdzenie nośności pręta nr 8****Nośność na rozciąganie:**

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,16$ m, przy obciążeniach "AGIOTW".

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 691,60 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 50,4 / 691,60 \times 10 = 0,7 < 6,46 = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,16$ m, przy obciążeniach "BCGOSX".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 4,5 / 3644,33 \times 10^3 = 1,2 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,16$ m, przy obciążeniach "AGIOTW":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,7}{6,46} + \frac{1,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,2 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,7}{6,46} + 0,7 \times \frac{1,0}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,2 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,16$ m, przy obciążeniach "BCGOSX".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = 0,0 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_f \quad v_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,16$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABCGIOSX".

$$u_{z,fin} = -1,2 + -4,1 = 5,3 < 14,4 = u_{net,fin}$$

POZ.1.5.10

Projektowany wieszak stalowy

Siły przekrojowe: $x_a = 2,890$; $x_b = 0,193$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ACGIOTW**

$$N = -14,6 \text{ kN},$$

$$M_y = 0,2 \text{ kNm}, \quad V_x = -0,0 \text{ kN}.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -5,0 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -32,7 \text{ MPa}$.

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 80,0 \text{ mm}$ i grubości $g = 5,0 \text{ mm}$ w odstępach $l_1 = 616,5 \text{ mm}$, wykonanymi ze stali St3SX,

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 616,5 / 11,7 = 52,69$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 52,69 / 84,00 = 0,627 \Rightarrow \varphi_1 = 0,790.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

$$\text{- dla zginana względem osi Y:} \quad \psi_y = 1,000$$

$$\text{- dla ściskania:} \quad \psi_o = 0,790$$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 3082,4 / 147,5 = 20,89 \quad \lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \text{ m} / 2 = \sqrt{20,89^2 + 52,69^2} = 56,68$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_o} = \frac{56,68}{84,00} \times \sqrt{0,790} = 0,600$$

Nośność przewiązek:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,082$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \text{ V} = 1,2 \times 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 11,64 \times 215 \times 10^{-1} = 3,0 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 3,0 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m - 1) a} = \frac{3,0 \times 616,5}{1 \times (2 - 1) \times 292,8} = 6,3 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{3,0 \times 0,6}{2 \times 1} = 0,9 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 80,0 \times 5,0 \times 215 \times 10^{-3} = 44,9 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 5,0 \times 80,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 1,1 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 6,3 < 44,9 = V_R \quad M_Q = 0,9 < 1,1 = M_R$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 3,082$; $x_b = 0,000$.

Przekrój jest zamocowany mimośrodowo.

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = -7,6 \text{ kN}.$$

$$\text{Pole powierzchni przekroju:} \quad A = 11,64 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Sprowadzone pole przekroju:} \quad A_{\psi} = 10,21 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Nośność przekroju na rozciąganie:} \quad N_{Rt} = A_{\psi} f_d = 10,21 \times 215 \times 10^{-1} = 219,6 \text{ kN}.$$

Warunek nośności (32):

$$N = 7,6 < 219,6 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 0,300 \quad \chi_2 = 0,300 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,592 \text{ dla } l_o = 3,082$$

$$l_w = 0,592 \times 3,082 = 1,825 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \text{ dla } l_o = 3,082$$

$$l_w = 1,000 \times 3,082 = 3,082 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2533,6}{3,082^2} 10^{-2} = 5395,3 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 38,8}{1,825^2} 10^{-2} = 235,8 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 3,082$; $x_b = 0,000$:

$$N_{Rc} = \psi A f_d = 0,790 \times 11,6 \times 215 \times 10^{-1} = 197,7 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi X:

$$\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_m = 0,600 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,895$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi Y:

$$\begin{aligned} \lambda_y &= l_{wy} / i_y = 1824,5 / 18,3 = 99,93 \\ &= 1,190 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,463 \end{aligned}$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,463$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{7,6}{0,463 \times 197,7} = 0,083 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,697$; $x_b = 0,385$.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 8,9 \times 215 \times 10^{-3} = 1,9 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{7,6}{197,7} + \frac{0,1}{1,9} = 0,117 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 0 \quad \Delta_x = 0$$

$$M_{y \max} = 0,1 \text{ kNm} \quad \beta_y = 0,385$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,463 \times 1,190^2 \frac{0,385 \times 0,1}{1,9} \times \frac{7,6}{197,7} = 0,001$$

$$\Delta_y = 0,001$$

Warunek nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{7,6}{0,895 \times 197,7} + \frac{0,385 \times 0,1}{1,9} = 0,073 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{7,6}{0,463 \times 197,7} + \frac{0,385 \times 0,1}{1,9} = 0,113 < 0,999 = 1 - 0,001$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,082$.

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 4,9 \times 215 \times 10^{-1} = 61,7 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 18,5 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,2 < 61,7 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 2,697$; $x_b = 0,385$.

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,0 < 18,5 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 1,9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{7,6}{197,7} + \frac{0,1}{1,9} = 0,117 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 2,697$, $x_b = 0,385$.

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,0 < 61,7 = 61,7 \times \sqrt{1 - (7,6 / 197,7)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X wynoszą:

$$a_{\max} = 7,7 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 350 = 3082 / 350 = 8,8 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 7,7 < 8,8 = a_{gr}$$

POZ 3 STROPY**Poz 3.1 strop nad parterem żelbetowy**

Istniejący strop żelbetowy nad parterem projektowano i wykonano dla budynku handlowego dla którego w latach 60-70 XX wieku przyjmowano obciążenie użytkowe wg PN- 60/B-02009 dla sal sprzedaży domów towarowych wynosił 400 kG/m^2

Co odpowiada $4,0 \text{ kN/m}^2$. dla sal wystawowych obciążonych w sposób statyczny obciążenie użytkowe przyjmowane jest na poziomie od $3,0 \text{ kN/m}^2$ do 5 kN/m^2 w dalszych obliczeniach przyjęto obciążenie użytkowe wg PN-82/B-02003 poz7 tab. I $4,0 \text{ kN/m}^2$ dla sal muzealnych obciążonych w sposób statyczny z uwagi na to iż jest to przebudowa a wg arch. w pomieszczaniu tym przebywać jednorazowo będzie do 24 osób

Ustalono w odkrywcę warstwy stropowe dla płyty

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	płytki ceramiczne na kleju	25,000	0,020	0,500	1,20	0,600
2	lepić	15,000	0,003	0,045	1,20	0,054
3	wylewka cementowa	21,000	0,025	0,525	1,30	0,683
4	płyta żelbetowa	25,000	0,120	3,000	1,10	3,300
5	tynk	19,000	0,010	0,029	1,20	0,034
razem				4,099	1,14	4,671

W części poza wc

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	panele podłogowe	25,000	0,008	0,200	1,20	0,240
2	wylewka cementowa	21,000	0,042	0,882	1,20	1,058
3	płyta żelbetowa	25,000	0,120	3,000	1,10	3,300
4	tynk	19,000	0,010	0,029	1,20	0,034
razem				4,111	1,13	4,633

Projektowane po zmianie warstwy stropowe

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	współ. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	wykładzina pcv	13,000	0,005	0,065	1,20	0,078
2	wylewka samopoziomująca anhydrytowa	19,000	0,045	0,855	1,30	1,112
3	stryopian	0,450	0,015	0,007	1,20	0,008
4	płyta żelbetowa	25,000	0,120	3,000	1,10	3,300
5	tynk	19,000	0,010	0,029	1,30	0,037
razem				3,955	1,15	4,535

Z powyższego porównania wynika że obciążenia płyty stropowej nie zostaną przekroczone w stosunku do projektowanej i wykonanej płyty stropowej

Poz 3.1.2 żebra stropu

Żebra stropu wykonano i zaprojektowano jako trójprzęsłowe belki żelbetowe o przekroju przęsła skrajnych 25x45 oraz środkowego 25x35

Długości obliczeniowe przęsła skrajnych $L_{o1}=5,0m \times 1,025=5,125m$

Długości obliczeniowe przęsła środkowych $L_{o2}=3,25m$

Rozstaw średni przęsła wynosi $s=1,75m$

Dla płyty wieloprzęsłowej obciążenie nad podpora pośrednia wynosi

$$Q=qxsx1,218$$

Dla obciążeń istniejących do przebudowy

$$g_{o1}=4,111kN/m^2 \times 1,75m \times 1,218 \times 1,13=8,763kN/m \times 1,13=9,902$$

$$p_{o1}=4,000kN/m^2 \times 1,75m \times 1,218 \times 1,30=8,526kN/m \times 1,3=11,084$$

$$\Sigma=20,986$$

Dla obciążeń istniejących po przebudowie

$$g_{o1}=3,955kN/m^2 \times 1,75m \times 1,218 \times 1,15= 8,430kN/m \times 1,15= 9,695$$

$$p_{o1}=4,000kN/m^2 \times 1,75m \times 1,218 \times 1,30= 8,526kN/m \times 1,3= 11,084$$

$$\Sigma=20,779$$

Poz 3.1.2 .1 płyta uzupełniająca

PŁYTA JEDNOPRZĘŚŁOWA o rozpiętości w świetle ściany i żebra 83cm $L_o=1,05 \times 0,83m=0,87m$

Obciążenia użytkowe $p=4,0kN/m^2$

Warstw płyty

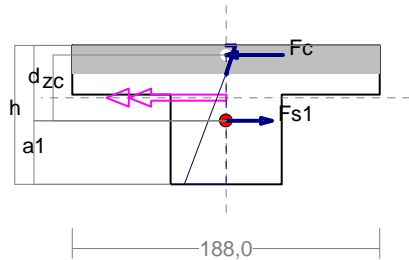
lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	współ. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	panele podłogowe	25,000	0,008	0,200	1,20	0,240
2	wylewka cementowa	21,000	0,042	0,882	1,20	1,058
3	płyta żelbetowa	25,000	0,050	1,250	1,10	1,375
4	blacha T55/188 0.88mm			0,107	1,10	0,118
5	plyty promaxon	8,750	0,050	0,066	1,20	0,079
razem				2,505	1,15	2,870

$$Na \text{ 1 żebro } 0,188m \times (2,505 \times 1,15 + 4,0 \times 1,3) = 0,451 \times 1,15 + 0,752 \times 1,4$$

Zbrojenie wymagane:

(przekrój: $x_a=0,43 \text{ m}$, $x_b=0,43 \text{ m}$) Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1}=0,50 \text{ cm}^2$,)



Wielkości obliczeniowe: $N_{sd}=0,0 \text{ kN}$, $M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-0,2^2 + 0,0^2)} = 0,2 \text{ kNm}$

$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}$, $f_{yd}=350 \text{ MPa}$ ($f_{td}=435 \text{ MPa}$ - uwzgl.

wzmocnienia),

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane.* (* $\epsilon_c=-0,24 \text{ ‰}$)):

$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 8 = 0,00 \text{ cm}^2)$ *)

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=8,5$, $d=4,6$, $x=1,7$ ($\xi=0,376$),

$a_1=3,9$, $a_c=0,6$, $z_c=4,0$, $A_{cc}=32 \text{ cm}^2$,

$\epsilon_c=-0,24 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s1}=0,39 \text{ ‰}$,

Wielkości statyczne [kN, kNm]: $F_c = -3,9$, $F_{s1} = 3,9$, $M_c = 0,1$, $M_{s1} = 0,1$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c + F_{s1} = -3,9 + (3,9) = -0,0 \text{ kN}$ ($N_{sd}=0,0 \text{ kN}$)

$M_c + M_{s1} = 0,1 + (0,1) = 0,2 \text{ kNm}$ ($M_{sd}=0,2 \text{ kNm}$)

na żebrze typowe Z4 przekazywane są nie zwiększone obciążenia

reakcje z żeber wynoszą

przy oparciu na ścianie

$R_{1g}=24,7 \text{ kN} \times 1,14=24,27 \text{ kN}$

$R_{1p}=19,1 \text{ kN} \times 1,30=24,83 \text{ kN}$

$\Sigma=49,10 \text{ kN}$

przy oparciu na podciągu

$R_{2g}=49,1 \text{ kN} \times 1,14=55,97 \text{ kN}$

$R_{2p}=44,44 \text{ kN} \times 1,30=57,77 \text{ kN}$

$\Sigma=113,74 \text{ kN}$

$M_{przesłowy}=68,8 \text{ kNm}$

$A=68,8 \text{ kNm} / (0,25 \times 0,415^2) = 1,598 \text{ Mpa} \Rightarrow \mu=0,54$ $F=25 \times 41,5 \times 0,0054 = 5,60 \text{ cm}^2$
w przekroju dolnym zainwentaryzowano 3x#16 $F=6,028 \text{ cm}^2$

ściananie $Q=60,4 \text{ kN}$ $0,75 R_{bz}$ $b h_0=0,66 \text{ MPa} \times 0,25 \times 0,415=68,475$ zbrojenie konstrukcyjne $\phi 6$ w rozstawie co 15cm przy słupie $Q=77,6 \text{ kN}$

$c=(77,6 \text{ kN}-60,4 \text{ kN})/23,55=0,73 \text{ m}$

$T=77,6 \times 0,73/0,415=136,50 \text{ kN}$ $\sigma_p=248 \text{ MPa}$

$\sigma_{max}=0,8 \times 190 \text{ MPa} \times 10,2 \text{ MPa} \times 0,25 \text{ m} \times 0,415 \text{ m} / 2,9 \times 77,6 \text{ kN} = 714 \text{ MPa}$

$\sigma_{ps}=248 \text{ MPa} / (0,1 \times 6)^{0,5} = 320 \text{ MPa}$

$1,2 \times 320 \text{ MPa} \times 5 \times 2 \times 0,286 \text{ cm}^2 = 109,82 \text{ kN} < 136,5$

ustalenie obciążeń przypadających na żebrze Z3

dla przęseł długiego i środkowego obciążenia jak dla Z4 dla przęsła przy oparciu na podciągu pasmo

obciążeń wynosi $s_3=(1,75 \text{ m}+0,94 \text{ m}) \times 0,5=1,35 \text{ m}$

$g_{o3}=3,955 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 \text{ m} \times 1,218 \times 1,15= 6,500 \text{ kN/m} \times 1,15= 7,479$

$p_{o1}=5,000 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 \text{ m} \times 1,218 \times 1,30= 8,247 \text{ kN/m} \times 1,30= 10,721$

18,20

przy oparciu na nadprożu

$R_{1g}=14,7 \text{ kN} \times 1,14=16,76 \text{ kN}$

$R_{1p}=12,2 \text{ kN} \times 1,30=15,86 \text{ kN}$

$\Sigma=32,62 \text{ kN}$

$M_{przesłowy}=25,5 \text{ kNm}$

$A=25,5 \text{ kNm} / (0,25 \times 0,415^2) = 0,592 \text{ Mpa} \Rightarrow \mu=0,20$ $F=25 \times 41,5 \times 0,0020 = 2,075 \text{ cm}^2$
w przekroju dolnym zainwentaryzowano 3x#16 $F=6,028 \text{ cm}^2$

ściananie $Q=32,9\text{kN}$ $0,75R_{bz}$ b $h_0=0,66\text{MPa} \times 0,25 \times 0,415=68,475$ zbrojenie konstrukcyjne $\phi 6$ w rozstawie co 15cm przy słupie $Q=45,3\text{kN}$ zbrojenie konst

ustalenie obciążeń przypadających na żebro Z2

$$s=(1,74+2,03) \times 0,5=1,88\text{m}$$

obciążenia od płyty stropowej

$$g_{o2}=4,099\text{kN/m}^2 \times 1,88\text{m} \times 1,13 \times 1,14= 8,708\text{kN/m} \times 1,14= 9,927$$

$$p_{o1}=2,000\text{kN/m}^2 \times 1,88\text{m} \times 1,13 \times 1,40= 4,249\text{kN/m} \times 1,40= 5,948$$

15,86

Poz 3.2 STROP NAD POMIESZCZENIEM 1.P.13

Strop o konstrukcji drewnianej przekrywający pomieszczenia techniczne

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	Płyta g-k	12,000	0,015	0,180	1,20	0,216
2	wełna mineralna	1,200	0,200	0,240	1,20	0,288
3	ruszt stalowy	0,000	0,000	0,083	1,20	0,100
4	deski drewniane	5,500	0,032	0,176	1,20	0,211
razem				0,679	1,20	0,815

Obciążenia użytkowe technologiczne $P=0,5\text{kN/m}^2$

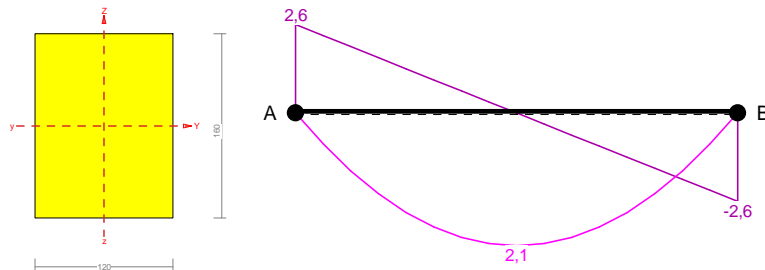
obciążenia na belkę z pasma 0,9m

$$g=0,68\text{kN/m}^2 \times 0,9\text{m} \times 1,1 \times 1,2=0,673\text{kN/m} \times 1,2$$

$$p=0,5\text{kN/m}^2 \times 0,9\text{m} \times 1,1 \times 1,4=0,495\text{kN/m} \times 1,4$$

Pręt nr 1 belka Bs-1 12/16

Zadanie: belka główna



Sprawdzenie nośności

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,64\text{ m}$; $x_b=1,64\text{ m}$, przy obciążeniach "GP".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,1 / 512,00 \times 10^3 = 4,2 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,64\text{ m}$; $x_b=1,64\text{ m}$, przy obciążeniach "GP":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,2}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,4 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,2}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,3 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,64\text{ m}$; $x_b=1,64\text{ m}$, przy obciążeniach "GP".

$$u_{z,fin} = -0,4 + -7,1 = 7,5 < 13,1 = u_{net,fin}$$

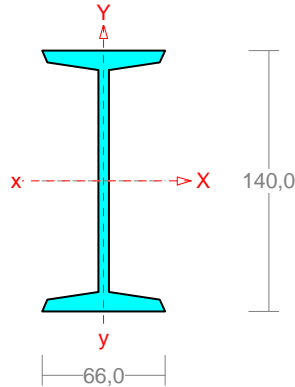
Poz 3.3 POMOST TECHNICZNY

Obciążenie na belkę od krat pomostowych $G1=0,33\text{kN/m}^2 \times (0,76+0,97) \times 0,5 \times 1,2=0,285\text{kN/m} \times 1,2$

Obciążenie od sufitu podwieszonego $G2=0,18\text{kN/m}^2 \times 0,865 \times 1,2=0,156\text{kN/m} \times 1,2$

Obciążenie od urządzenia $g3=1,25\text{kN/m}$ Obciążenie użytkowe $1,5\text{kN/m}^2$

Przekrój: I 140



Wymiary przekroju:

I 140 $h=140,0$ $g=5,7$ $s=66,0$ $t=8,6$ $r=5,7$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_x=573,0$ $J_y=35,2$ $A=18,30$ $i_x=5,6$ $i_y=1,4$

$J_w=1524,8$ $J_t=4,1$ $i_s=5,8$.

Materiał: **St3SX, W.** Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=8,6$.**

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GNP $M_x = -5,3$ kNm,**

Napężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 64,2$ MPa $\sigma_c = -64,2$ MPa.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$l_w = 1,000 \times 2,830 = 2,830 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_w = 1,000 \times 2,830 = 2,830 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_w = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{ow} = 2,830$ m. Długość wyboczeniowa $l_w = 2,830$ m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 573,0}{2,830^2} 10^{-2} = 1447,6 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 35,2}{2,830^2} 10^{-2} = 88,9 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_w}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,8^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 1524,8}{2,830^2} 10^{-2} + 80 \times 4,1 \times 10^2 \right) = 1103,9 \text{ kN}$$

Zwicherung:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{ow} = 2830$ mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 14}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 490 < 2830 = l$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherunga: $A_1 = 1,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 1,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 1,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 88,9 + \sqrt{(0,000 \times 88,9)^2 + 1,000^2 \times 0,058^2 \times 88,9 \times 1103,9} = 18,1$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{17,6 / 18,1} = 1,135$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,428$; $x_b = 1,403$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 81,9 \times 215 \times 10^{-3} = 17,6 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 1,135$ wynosi $\varphi_L = 0,655$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{5,3}{0,655 \times 17,6} = 0,456 < 1$$

Nośność środника pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,830$.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 0,0 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 71,5 \times 5,7 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 87,6 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 7,1 < 87,6 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 2,6 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 2830 / 350 = 8,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,6 < 8,1 = a_{\text{gr}}$$

kratki pomostowe dla obciążenia przyjęto płaskowniki 30x3 w rozstawie 25.5x25,5

POZ 3.4 STROP NAD POM POMOC. 1.P.13

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	WYLEWKA	21,000	0,050	1,050	1,30	1,365
2	STYROPIAN	0,450	0,170	0,077	1,20	0,092
3	keramzyt	8,000	0,040	0,083	1,30	0,108
4	WPS			1,100	1,10	1,210
5	tynek	19,000	0,015	0,285	1,40	0,399
razem				2,595	1,22	3,174

Obciążenie użytkowe $p = 1,5 \text{ kN/m}^2$

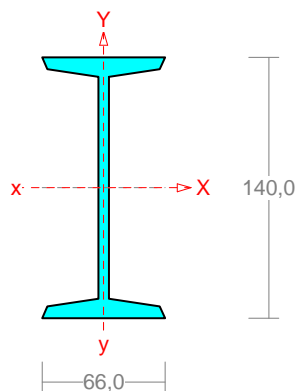
obciążenie belki strop $1,15 \text{ m} \times 2,595 \text{ kN/m}^2 = 2,985 \text{ kN/m}$ $1,22$

obetonowane belki $0,16 \times 0,14 \times 25 \text{ kN/m}^3 \times 1,3 = 0,56 \times 1,4$

obciążenie użytkowe $P = 1,15 \text{ m} \times 1,5 \times 1,4 = 1,725 \times 1,4$

Bs-4

Przekrój: I 140



Wymiary przekroju:

I 140 h=140,0 g=5,7 s=66,0 t=8,6 r=5,7.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=573,0$ $J_{yg}=35,2$ $A=18,30$ $i_x=5,6$ $i_y=1,4$

$J_w=1524,8$ $J_t=4,1$ $i_s=5,8$.

Materiał: **St3SX**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=8,6**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,700$; $x_b = 0,700$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GOP**

$M_x = -1,7$ kNm, $V_y = 0,0$ kN, $N = 0,0$ kN,

Naprężenia w skrajnych włókach: $\sigma_t = 21,1$ MPa $\sigma_c = -21,1$ MPa.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,700$; $x_b = 0,700$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W_{fd} = 1,000 \times 81,9 \times 215 \times 10^{-3} = 17,6 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,697$ wynosi $\varphi_L = 0,941$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{1,7}{0,941 \times 17,6} = 0,104 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 0,2 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 350 = 1400 / 350 = 4,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,2 < 4,0 = a_{gr}$$

reakcje z belek $R_1=4,9$ kN blachy podkładowe pod belkę

$4,9 \text{ kN} / (0,20 \text{ m} \times 241,6 \text{ kN/m}^2) = 0,11 \text{ m}$ blachy o wymiarach 11x20cm grubość blach

$0,010 \times 0,02 \times 0,01 \times 222 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ Nm}$

$W_x = 1 \times 0,6^2 / 6 = 0,06 \text{ cm}^3$ $\sigma = 0,45 / 0,06 \text{ cm}^3 = 7,5 \text{ Mpa}$

POZ 3.5 STROP NAD BIUREM. O.P.13

Obciążenia

Ciężar stropu

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	Płytki posadzkowe na kleju	25,000	0,020	0,500	1,20	0,600
2	jastrych cementowy	21,000	0,050	1,050	1,30	1,365
3	STYROPIAN	0,450	0,100	0,045	1,20	0,054
4	keramzyt	8,000	0,040	0,083	1,30	0,108
5	WPS			1,100	1,10	1,210
6	wełna lamelowa	2,000	0,060	0,083	1,20	0,100
4	tynek	19,000	0,015	0,285	1,40	0,399
razem				3,146	1,22	3,836

Obciążenia na belkę typowa

Od stropu $g_1 = 1,10 \text{ m} \times 3,146 \text{ kN/m}^2 \times 1,22 = 3,46 \text{ kN/m} \times 1,22$

Od obetonowania $g_2=0,14\text{m}\times0,17\text{m}\times25\text{kN/m}^3\times1,10=0,60\text{kN/m}\times1,10$
 Razem $g=4,06\text{kN/m}\times1,20$

Obciążenie skupione od podwaliny ściany $N_g=6,7\text{kN}\times1,2$

Obciążenie użytkowe $p=2,5\text{kN/m}^2\times1,10\text{m}\times1,4=2,75\text{kN/m}\times1,4$

BS-4

Belka jednoprzęsłowa o rozpiętości w świetle ścian $2,7\text{m}$ $L_0=2,84$ rozstaw osiowy belek $1,10\text{m}$

W odległości $1,22$ obciążona siła skupiona od podwaliny stalowej ściany $N=6,7\text{kN}\times1,2$

Wymiary przekroju:

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

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1450,0\ J_{yg}=81,3\ A=27,90\ i_x=7,2\ i_y=1,7\ J_w=5835,8\ J_t=9,0\ i_s=7,4.$

Materiał: **St3SX, S235**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=10,3$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe: $M_x = -15,3\text{ kNm}$, $V_y = 5,1\text{ kN}$,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 95,1\text{ MPa}$ $\sigma_c = -95,1\text{ MPa}$.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$l_w = 1,000 \times 2,900 = 2,900\text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_w = 1,000 \times 0,100 = 0,100\text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_0 = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{00} = 0,100\text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_0 = 0,100\text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1450,0}{2,900^2} 10^{-2} = 3488,4\text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 81,3}{0,100^2} 10^{-2} = 164491,8\text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\varpi}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,4^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 5835,8}{0,100^2} 10^{-2} + 80 \times 9,0 \times 10^2 \right) = 216438,7\text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{00} = 100\text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 17}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 599 > 100 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Nośność przekroju na zginanie:

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 161,1 \times 215 \times 10^{-3} = 34,6\text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,057$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{15,3}{1,000 \times 34,6} = 0,443 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X: $V_y = 5,1 < 92,9 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 34,6\text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx, V}} = \frac{15,3}{34,6} = 0,443 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$\begin{aligned} a_{\max} &= 3,3 \text{ mm} \\ a_{\text{gr}} &= l / 350 = 2900 / 350 = 8,3 \text{ mm} \\ a_{\max} &= 3,3 < 8,3 = a_{\text{gr}} \end{aligned}$$

Bs-4 podwójna pod ścianą

Obciążenia ze stropu

Od stropu	$g_1 = 1,20 \text{ m} \times 0,5 \times 3,146 \text{ kN/m}^2 \times 1,22 = 1,89 \text{ kN/m} \times 1,22$
Od obetonowania	$g_2 = 0,14 \text{ m} \times 0,17 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 \times 1,10 = 0,60 \text{ kN/m} \times 1,10$
Razem	$g = 2,50 \text{ kN/m} \times 1,20$

Obciążenie od ściany $G_3 = 6,6 \text{ kN} \times 1,2 \times 0,5$

Obciążenie użytkowe $p = 2,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,20 \text{ m} \times 0,5 \times 1,4 = 1,375 \text{ kN/m} \times 1,4$

Siły przekrojowe: $M_x = -8,0 \text{ kNm}$, $V_y = -0,9 \text{ kN}$,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 49,6 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -49,6 \text{ MPa}$.

Nośność przekroju na zginanie:

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 161,1 \times 215 \times 10^{-3} = 34,6 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwirzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,057$ wynosi $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{8,0}{1,000 \times 34,6} = 0,231 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

$$\begin{aligned} a_{\max} &= 1,9 \text{ mm} \quad a_{\text{gr}} = l / 350 = 2900 / 350 = 8,3 \text{ mm} \\ a_{\max} &= 1,9 < 8,3 = a_{\text{gr}} \end{aligned}$$

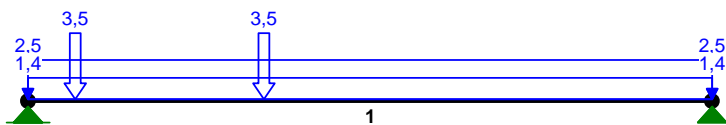
Bs-4 pojedyncza pod oparciem schodów technicznych

Obciążenia ze stropu

Od stropu	$g_1 = 1,20 \text{ m} \times 0,5 \times 3,146 \text{ kN/m}^2 \times 1,22 = 1,89 \text{ kN/m} \times 1,22$
Od obetonowania	$g_2 = 0,14 \text{ m} \times 0,17 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 \times 1,10 = 0,60 \text{ kN/m} \times 1,10$
Razem	$g = 2,50 \text{ kN/m} \times 1,20$

Obciążenie od ściany belki policzkowej $N_1 = 3,5 \text{ kN} \times 1,35$

Obciążenie użytkowe $p = 2,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,20 \text{ m} \times 0,5 \times 1,4 = 1,375 \text{ kN/m} \times 1,4$



Siły przekrojowe: $M_x = -8,7 \text{ kNm}$, $V_y = 5,1 \text{ kN}$,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 53,7 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -53,7 \text{ MPa}$.

Nośność przekroju na zginanie:

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 161,1 \times 215 \times 10^{-3} = 34,6 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,057$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{8,7}{1,000 \times 34,6} = 0,250 < 1$$

Stan graniczny użytkowania: Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 1,9 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 2900 / 350 = 8,3 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,9 < 8,3 = a_{\text{gr}}$$

POZ 3.6 STROP NAD. 0.P.12

Zaprojektowano strop płytowy żelbetowy o grubości płyty 8cm oparty na stalowych belkach dwuteowych. Górne stopki belek stropowych w płycie żelbetowej.

N stopie montowana będzie urządzenie o masie 270kg i wymiarach w rzucie 1.5mx0,56m

Co daje obciążenie rozłożone $2,7\text{kN}/2 \times 1,5 = 0,9\text{kN/m}$

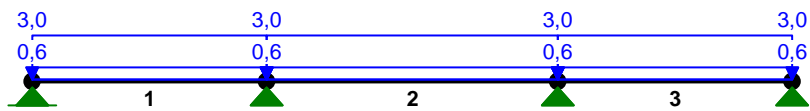
Obciążenie eksploatacyjne użytkowe $3,0\text{kN/m}^2$

układ warstw stropowych

lp	opis warstwy	ciężar jednostkowy [kN/m ³]	grubość warstwy [m]	obciążenie charakterystyczne [kN/m ²]	wspł. obciążenia [-]	obciążenie obliczeniowe [kN/m ²]
1	posadzka epoksydowa	19,000	0,010	0,190	1,30	0,247
2	płyta stropowa	25,000	0,080	2,000	1,10	2,200
3	wełna lamelowa	2,000	0,150	0,083	1,20	0,100
4	tynk	19,000	0,015	0,285	1,30	0,371
razem				2,558	1,14	2,917

POZ 3.6.1 płyta żelbetowa

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:

Grupa:	G	"warstwy posadzkowe"	Stałe	$\gamma_f = 1,28$		
1	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	0,87
2	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	1,08
3	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	0,87

Grupa: P "obciążenie technologiczne" Zmienne $\gamma_f = 1,30$
 1 Liniowe 0,0 3,00 3,00 0,00 0,87

Grupa: Q "obciążenie technologiczne" Zmienne $\gamma_f = 1,30$
 3 Liniowe 0,0 3,00 3,00 0,00 0,87

Grupa: R "obciążenie technologiczne" Zmienne $\gamma_f = 1,30$
 2 Liniowe 0,0 3,00 3,00 0,00 1,08

W Y N I K I

Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
G - "warstwy posadzkowe"	Stałe		1,28
P - "obciążenie technologiczne"	Zmienne	1 1,00	1,30
Q - "obciążenie technologiczne"	Zmienne	1 1,00	1,30
R - "obciążenie technologiczne"	Zmienne	1 1,00	1,30

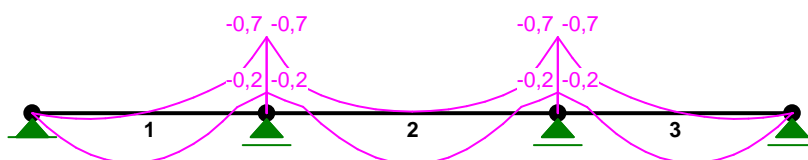
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
G - "warstwy posadzkowe"	ZAWSZE
P - "obciążenie technologiczne"	EWENTUALNIE
Q - "obciążenie technologiczne"	EWENTUALNIE
R - "obciążenie technologiczne"	EWENTUALNIE

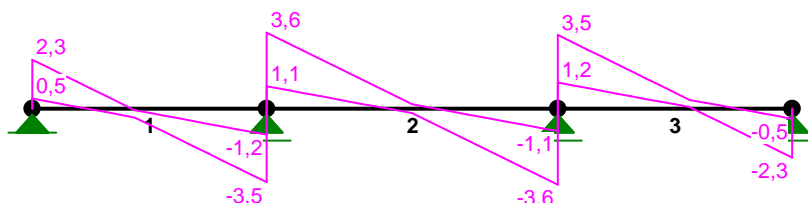
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: G+P+Q+R

MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZESKROJOWE:



SIŁY PRZESKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1 0,381	0,4*	-0,1	0,0	GPQ
0,870	-0,7*	-3,5	0,0	GPR
0,870	-0,7	-3,5*	0,0	GPR
0,870	-0,7	-3,5	0,0*	GPR

	0,381	0,4	-0,1	0,0*	GPQ
	0,870	-0,7	-3,5	0,0*	GPR
	0,381	0,4	-0,1	0,0*	GPQ
2	0,540	0,4*	0,0	0,0	GR
	0,000	-0,7*	3,6	0,0	GPR
	0,000	-0,7	3,6*	0,0	GPR
	0,000	-0,7	3,6	0,0*	GPR
	0,540	0,4	0,0	0,0*	GR
	0,000	-0,7	3,6	0,0*	GPR
	0,540	0,4	0,0	0,0*	GR
3	0,489	0,4*	0,1	0,0	GPQ
	0,000	-0,7*	3,5	0,0	GQR
	0,000	-0,7	3,5*	0,0	GQR
	0,000	-0,7	3,5	0,0*	GQR
	0,489	0,4	0,1	0,0*	GPQ
	0,000	-0,7	3,5	0,0*	GQR
	0,489	0,4	0,1	0,0*	GPQ

* = Max/Min

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	2,3	2,3		GPQ
	0,0*	0,5	0,5		GR
	0,0*	0,8	0,8		G
	0,0	2,3*	2,3		GPQ
	0,0	0,5*	0,5		GR
	0,0	2,3	2,3*		GPQ
2	0,0*	2,3	2,3		GPQ
	0,0*	0,5	0,5		GR
	0,0*	0,8	0,8		G
	0,0	2,3*	2,3		GPQ
	0,0	0,5*	0,5		GR
	0,0	2,3	2,3*		GPQ
3	0,0*	7,1	7,1		GPR
	0,0*	2,3	2,3		GQ
	0,0*	2,6	2,6		G
	0,0	7,1*	7,1		GPR
	0,0	2,3*	2,3		GQ
	0,0	7,1	7,1*		GPR
4	0,0*	7,1	7,1		GQR
	0,0*	2,3	2,3		GP
	0,0*	2,6	2,6		G
	0,0	7,1*	7,1		GQR
	0,0	2,3*	2,3		GP
	0,0	7,1	7,1*		GQR

* = Max/Min

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPR**

Momenty zginające: $M_x = -0,3 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne:

$V_y = -0,7 \text{ kN}$,

Siły przekrojowe:

zadanie: płyta, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,87 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPR**

Momenty zginające: $M_x = 0,7 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne:

$V_y = -3,5 \text{ kN}$,

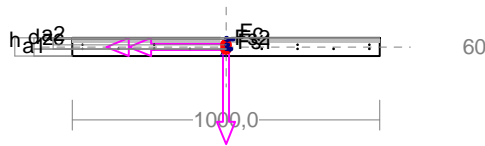
Zbrojenie wymagane:

(zadanie płyta, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,40 \text{ m}$, $x_b=0,47 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1}=3,96 \text{ cm}^2$,)

- dla kombinacji [**GPR**] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-0,3^2+0,0^2)}=0,3 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=210 \text{ MPa} (f_{td}=270 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia) ,

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane(*As2=0 nie jest obliczeniowo wymagane.*|*($\epsilon_c=-0,12 \text{ ‰}$),:

$$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0\text{ }6 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=6,0, d=3,7, x=1,6 (\xi=0,424),$$

$$a_1=2,3, a_2=2,3, a_c=0,5, z_c=3,2, A_{cc}=157 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,12 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=0,06 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=0,16 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]: $F_c = -9,8, F_{s1} = 8,2, F_{s2} = 1,6, M_c = 0,2, M_{s1} = 0,1, M_{s2} = -0,0,$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -9,8 + (8,2) + (1,6) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd}=0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 0,2 + (0,1) + (-0,0) = 0,3 \text{ kNm} (M_{sd}=0,3 \text{ kNm})$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie płyta, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,87 \text{ m}, x_b=0,00 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s2}=3,96 \text{ cm}^2$),

- dla kombinacji [GPR] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(0,7^2+0,0^2)}=0,7 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=210 \text{ MPa} (f_{td}=270 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia) ,

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane (przyjęto $A_{s1}=\min A_{s1}=0,92 \text{ cm}^2$).

Dodatkowe zbrojenie ściskane(*As2=0 nie jest obliczeniowo wymagane.*|*($\epsilon_c=-0,34 \text{ ‰}$),:

$$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0\text{ }6 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=6,0, d=3,7, x=1,5 (\xi=0,393),$$

$$a_1=2,3, a_2=2,3, a_c=0,5, z_c=3,2, A_{cc}=145 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,34 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=0,20 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=0,52 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -24,6, F_{s1} = 14,7, F_{s2} = 10,0,$$

$$M_c = 0,6, M_{s1} = 0,1, M_{s2} = -0,1,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -24,6 + (14,7) + (10,0) = 0,0 \text{ kN} (N_{sd}=0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 0,6 + (0,1) + (-0,1) = 0,7 \text{ kNm} (M_{sd}=0,7 \text{ kNm})$$

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,870 \text{ m}$:

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 24,7 + 1,7 = 26,4 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 24,7 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 24,7 \text{ kN}$

$$F_{td} = 24,7 < 29,7 = 1,41 \times 210 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju: $x = 0,870 \text{ m}$

Siły przekrojowe: $M_{Sd} = -0,5 \text{ kNm}$ $N_{Sd} = 0,0 \text{ kN}$ $V_{Sd} = -2,8 \text{ kN}$

Wymiary przekroju: $b_w = 100,0 \text{ cm}$ $d = h - a_1 = 6,0 - 2,3 = 3,7 \text{ cm}$ $A_c = 600 \text{ cm}^2$ $W_c = 600 \text{ cm}^3$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 300 / 240 = 0,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 1,41 > 0,95 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 600 \times 10^{-3} = 1,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 0,5 < 1,1 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Ugięcia

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,353 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta (1/p) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,1 \text{ mm}$$

$$a = 0,1 < 3,5 = a_{lim}$$

Siły przekrojowe:

zadanie: płyta, pręt nr 2, przekrój: $x_a = 0,54 \text{ m}$, $x_b = 0,54 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPR**

Momenty zginające: $M_x = -0,4 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = 0,2 \text{ kN}$,

Siły przekrojowe:

zadanie: płyta, pręt nr 2, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 1,08 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPR**

Momenty zginające: $M_x = 0,7 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = 3,6 \text{ kN}$,

Zbrojenie wymagane:

(zadanie płyta, pręt nr 2, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 1,08 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s2} = 3,96 \text{ cm}^2$),

- dla kombinacji [**GPR**] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 0,0 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(0,7^2 + 0,0^2)} = 0,7 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia),

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane (przyjęto $A_{s1} = \min A_{s1} = 0,55 \text{ cm}^2$).

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.)* (* ($\epsilon_c = -0,30 \text{ ‰}$),

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \approx 6 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 6,0, d = 3,7, x = 1,6 (\xi = 0,422),$$

$$a_1 = 2,3, a_2 = 2,8, a_c = 0,5, z_c = 3,2, A_{cc} = 156 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,30 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = 0,22 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 0,42 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

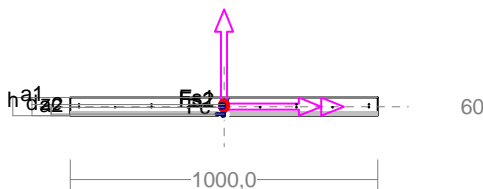
$$F_c = -24,0, F_{s1} = 11,7, F_{s2} = 12,3,$$

$$M_c = 0,6, M_{s1} = 0,1, M_{s2} = -0,0,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -24,0 + (11,7) + (12,3) = 0,0 \text{ kN} (N_{Sd} = 0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 0,6 + (0,1) + (-0,0) = 0,7 \text{ kNm} (M_{Sd} = 0,7 \text{ kNm})$$

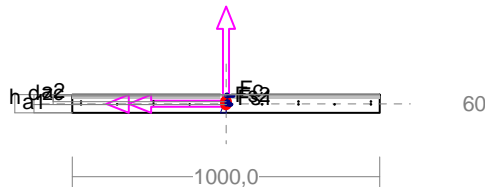


Zbrojenie wymagane:(zadanie płyta, pręt nr 2, przekrój: $x_a=0,56$ m, $x_b=0,52$ m)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1}=3,96$ cm² ,)

- dla kombinacji [GPR] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx})^2 + (M_{sdy})^2} = \sqrt{(-0,4^2+0,0^2)} = 0,4 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=350 \text{ MPa} (f_{td}=435 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia) ,

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c=-0,20$ ‰,):

$$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 6 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=6,0, d=3,2, x=1,4 (\xi=0,445),$$

$$a_1=2,8, a_2=2,3, a_c=0,5, z_c=2,7, A_{cc}=147 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,20 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=0,11 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=0,25 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -15,0, F_{s1} = 11,8, F_{s2} = 3,2,$$

$$M_c = 0,4, M_{s1} = 0,0, M_{s2} = -0,0,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -15,0 + (11,8) + (3,2) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd}=0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 0,4 + (0,0) + (-0,0) = 0,4 \text{ kNm} (M_{sd}=0,4 \text{ kNm})$$

$$M_{Rd} = 3,4 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} = 0,6 + (0,1) = 0,7 \text{ kNm}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{sd} = 3,4$ kN**Zarysowanie**Położenie przekroju: $x = 0,045$ mSiły przekrojowe: $M_{sd} = -0,4$ kNm $N_{sd} = 0,0$ kN $V_{sd} = 2,7$ kNWymiary przekroju: $b_w = 100,0$ cm $d = h - a_1 = 6,0 - 2,3 = 3,7$ cm $A_c = 600$ cm² $W_c = 600$ cm³Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 300 / 400 = 0,57 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 1,41 > 0,57 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 600 \times 10^{-3} = 1,1 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 0,4 < 1,1 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

UgięciaUgięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,557$ cm, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/p$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 0,1 \text{ mm}$$

$$a = 0,1 < 4,3 = a_{lim}$$

POZ 3.6.2 belka stalowa

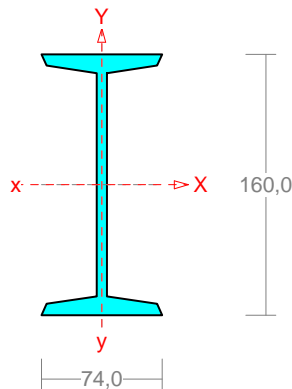
Obciążenia

Z płyty ciężar $g_1=2,2\text{kN/m}$ $x1,2$ $p=4,5\text{kN/m}$ $x1,4$ Obudowa belki $(0,18 \times 2 + 0,16) \times 0,04 \times 8,75 \times 1,2 = 0,18 \times 1,2$

Belka jedno przęsłowa swobodnie podparta

W rozstawie co $1,08/0,83\text{m}$

Przekrój: I 160



Wymiary przekroju:

I 160 $h=160,0$ $g=6,3$ $s=74,0$ $t=9,5$ $r=6,3$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

 $J_x=935,0$ $J_y=54,7$ $A=22,80$ $i_x=6,4$ $i_y=1,5$ $J_w=3098,4$ $J_t=6,2$ $i_s=6,6$.Materiał: **St3SX, S235**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=9,5$** .Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.**Siły przekrojowe:** $M_x = -9,2 \text{ kNm}$,Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 79,0 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -79,0 \text{ MPa}$.**Naprężenia:****Długości wyboczeniowe pręta:**

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$l_w = 1,000 \times 2,880 = 2,880 \text{ m}$$

$$l_w = 1,000 \times 2,880 = 2,880 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_w = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{ow} = 2,880 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_w = 2,880 \text{ m}$.**Siły krytyczne:**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 935,0}{2,880^2} 10^{-2} = 2280,8 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 54,7}{2,880^2} 10^{-2} = 133,4 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_w}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{6,6^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 3098,4}{2,880^2} 10^{-2} + 80 \times 6,2 \times 10^2 \right) = 1315,5 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{ow} = 2880 \text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 15}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 542 < 2880 = l$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,610$, $A_2 = 0,530$, $B = 1,140$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,610 \times 0,00 + 0,530 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 I_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 133,4 + \sqrt{(0,000 \times 133,4)^2 + 1,140^2 \times 0,066^2 \times 133,4 \times 1315,5} = 31,5$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{25,1 / 31,5} = 1,028$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 116,9 \times 215 \times 10^{-3} = 25,1 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 1,028$ wynosi $\varphi_L = 0,737$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{9,2}{0,737 \times 25,1} = 0,498 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 10,1 \times 215 \times 10^{-1} = 125,7 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,6 V_R = 75,4 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 12,8 < 125,7 = V_R$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą: $a_{\max} = 3,3 \text{ mm}$

$$a_{gr} = l / 350 = 2880 / 350 = 8,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 3,3 < 8,2 = a_{gr}$$

POZ 4 SCHODY

POZ 4.1 SCHODY główne płytowe bieg środkowy

Schody płytowe o grubości płyty 20cm pokryte płytkami ceramicznymi na kleju grubość łączna okładziny 2cm

Obciążenia od warstw na płycie

$$\text{Płytki ceramiczne } [(0,17\text{m}+0,26\text{m}) \times 0,02\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,2] / 0,26\text{m} = 0,827\text{kN/m}^2 \times 1,2$$

$$\text{Wylewka stopnia } [0,17\text{m} \times 0,26\text{m} \times 0,5 \times 23\text{kN/m}^3 \times 1,3] / 0,26\text{m} = 1,96\text{kN/m}^2 \times 1,3$$

$$\text{Tynk } 0,015\text{m} \times 19,0\text{kN/m}^2 \times 1,3 / \cos 31,18 = 0,285\text{kN/m}^2 \times 1,3$$

$$G = 3,10\text{kN/m}^2 \times 1,15$$

Dla pasma szer. 1,65m $g=5,20\text{m}$ $p=8,25\text{kN/m}$

Dla spoczników

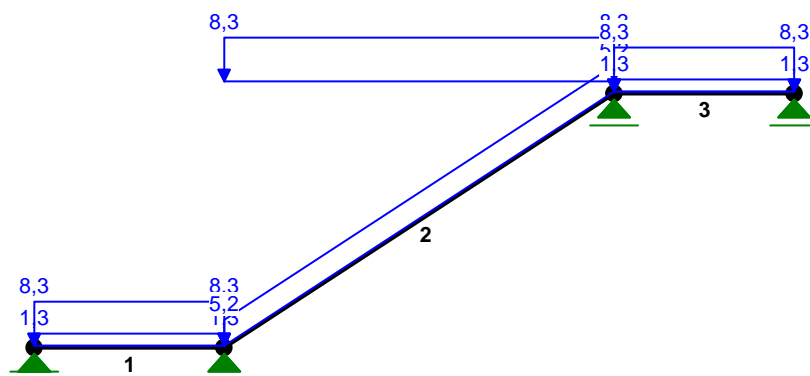
$$\text{Płytki ceramiczne } [0,02\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,2] = 0,50\text{kN/m}^2 \times 1,2$$

$$\text{Tynk } 0,015\text{m} \times 19,0\text{kN/m}^2 \times 1,30 = 0,285\text{kN/m}^2 \times 1,3$$

$$G = 0,785\text{kN/m}^2 \times 1,24$$

Dla pasma szer. 1,65m $g=1,30\text{m}$ $p=8,25\text{kN/m}$

OBCIĄŻENIA:

**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: G	"warstwy wykonczeniow"			Stałe	$\gamma_f = 1,25$	
1	Liniowe	0,0	1,30	1,30	0,00	1,54
2	Liniowe	0,0	5,20	5,20	0,00	3,77
3	Liniowe	0,0	1,30	1,30	0,00	1,46
Grupa: P	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	8,33	8,33	0,00	1,54
Grupa: Q	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe-Y	0,0	8,30	8,30	0,00	3,77
Grupa: R	"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
3	Liniowe	0,0	8,30	8,30	0,00	1,46

W Y N I K I
Kombinatoryka obciążeń**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
G - "warstwy wykonczeniow"	Stałe		1,25
P - "	Zmienne	1	1,00
Q - "	Zmienne	1	1,00
R - "	Zmienne	1	1,00

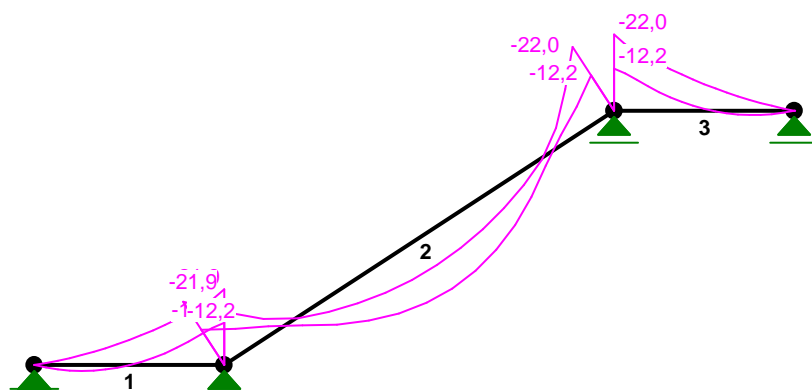
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
G - "warstwy wykonczeniow"	ZAWSZE
P - "	EWENTUALNIE
Q - "	EWENTUALNIE
R - "	EWENTUALNIE

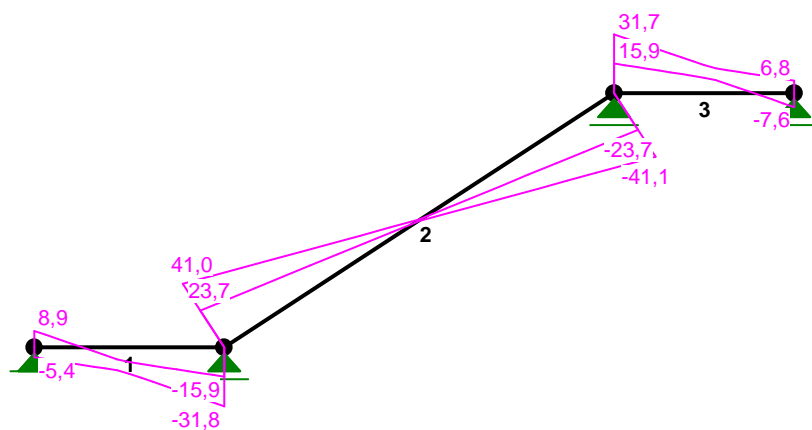
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: G+P+Q+R

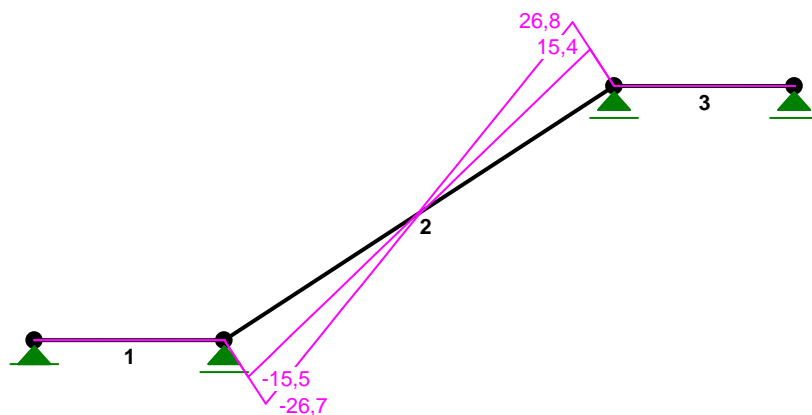
MOMENTY – OBWIEDNIE :



TNĄCE – OBWIEDNIE :



NORMALNE – OBWIEDNIE :



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,385	1,7*	0,1	0,0	GPR
	1,540	-21,9*	-31,8	0,0	GPQ
	1,540	-21,9	-31,8*	0,0	GPQ
	1,540	-21,9	-31,8	0,0*	GPQ
	0,193	1,3	4,5	0,0*	GPR
	1,540	-21,9	-31,8	0,0*	GPQ
	0,193	1,3	4,5	0,0*	GPR
2	1,886	17,5*	-0,1	0,0	GQ
	3,772	-22,0*	-41,1	26,8	GQR
	3,772	-22,0	-41,1*	26,8	GQR
	3,772	-22,0	-41,1	26,8*	GQR
	0,000	-21,9	41,0	-26,7*	GPQ
3	1,095	1,2*	0,7	0,0	GPR
	0,000	-22,0*	31,7	0,0	GQR
	0,000	-22,0	31,7*	0,0	GQR
	0,000	-22,0	31,7	0,0*	GQR
	1,460	0,0	-1,6	0,0*	GQR
	0,000	-22,0	31,7	0,0*	GQR
	1,460	0,0	-1,6	0,0*	GQR

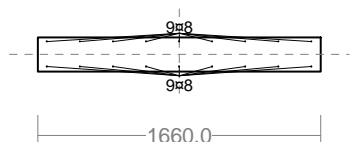
REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	8,9	8,9		GPR
	-0,0*	-5,4	5,4		GQ
	0,0*	-0,2	0,2		G
	0,0	8,9*	8,9		GPR
	-0,0	-5,4*	5,4		GQ
	0,0	8,9	8,9*		GPR
2	0,0*	80,7	80,7		GPQ
	0,0*	44,2	44,2		GR
	0,0*	44,9	44,9		G
	0,0	80,7*	80,7		GPQ
	0,0	44,2*	44,2		GR
	0,0	80,7	80,7*		GPQ
3	-0,0*	80,7	80,7		GQR
	-0,0*	44,2	44,2		GP
	-0,0*	45,1	45,1		G
	-0,0	80,7*	80,7		GQR
	-0,0	44,2*	44,2		GP
	-0,0	80,7	80,7*		GQR
4	0,0*	7,6	7,6		GPR
	0,0*	-6,8	6,8		GQ
	-0,0*	-1,1	1,1		G
	0,0	7,6*	7,6		GPR
	0,0	-6,8*	6,8		GQ
	0,0	7,6	7,6*		GPR

* = Max/Min

POZ 4.1.1 SPOCZNIK DOLNY

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]: h=20,0, b=166,0,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20 $f_{ck}=16,0$ MPa, $c_d=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 16,0/1,50=10,7$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

 $A_c=3320$ cm², $J_{cx}=110667$ cm⁴, $J_{cy}=7623827$ cm⁴**STAL:** A-III (34GS) $f_{yk}=410$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=350$ MPa $\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+350/200000)=0,667$,

Zbrojenie główne:

 $A_{s1}+A_{s2}=9,05$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 9,05/3320=0,27$ %, $J_{sx}=489$ cm⁴, $J_{sy}=22702$ cm⁴,

Siły przekrojowe:Momenty zginające: $M_x = 4,2 \text{ kNm}$,Siły poprzeczne: $V_y = -14,2 \text{ kN}$,**Zbrojenie wymagane:**

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1}=4,52 \text{ cm}^2$, $A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2$),

- dla kombinacji [GPQ] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(21,9^2 + 0,0^2)} = 21,9 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=350 \text{ MPa} (f_{td}=435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c=-0,41 \text{ ‰}$),

$$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \leq 8 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=20,0, d=17,6, x=3,8 (\xi=0,214),$$

$$a_1=2,4, a_2=2,9, a_c=1,3, z_c=16,3, A_{cc}=626 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,41 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=-0,09 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=1,49 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -126,4, F_{s1} = 134,8, F_{s2} = -8,5,$$

$$M_c = 11,0, M_{s1} = 10,2, M_{s2} = 0,6,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -126,4 + (134,8) + (-8,5) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd}=0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 11,0 + (10,2) + (0,6) = 21,9 \text{ kNm} (M_{sd}=21,9 \text{ kNm})$$

POZ 4.1.2 płyta biegowa**Siły przekrojowe:**Momenty zginające: $M_x = -17,1 \text{ kNm}$,Siły poprzeczne: $V_y = 0,4 \text{ kN}$, Siła osiowa: $N = -0,2 \text{ kN} = N_{sd}$,

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x / N = (-17,1) / (-0,2) = 85,500 \text{ m},$$

$$M_{sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,000 \times (0,020 + 85,500) \times (-0,2) = -17,1 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:(zadanie s1s, pręt nr 2, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$),

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1}=5,03 \text{ cm}^2$, $A_{s2}=6,53 \text{ cm}^2$),

- dla kombinacji [GPQ] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=-26,7 \text{ kN},$$

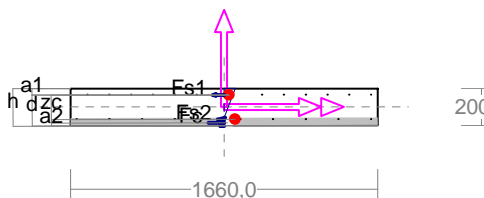
$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(22,4^2 + 0,0^2)} = 22,4 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=350 \text{ MPa} (f_{td}=435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c=-0,36 \text{ ‰}$),

$$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \leq 8 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=20,3, d=16,8, x=4,3 (\xi=0,259),$$

$$a_1=3,6, a_2=3,5, a_c=1,6, z_c=15,2, A_{cc}=702 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,36 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=-0,08 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=1,03 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -153,3, F_{s1} = 133,5, F_{s2} = -6,9,$$

$$M_c = 13,1, M_{s1} = 8,8, M_{s2} = 0,5,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -153,3 + (133,5) + (-6,9) = -26,7 \text{ kN} (N_{sd} = -26,7 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 13,1 + (8,8) + (0,5) = 22,4 \text{ kNm} (M_{sd} = 22,4 \text{ kNm})$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie s1s, pręt nr 2, przekrój: $x_a=1,96 \text{ m}$, $x_b=1,81 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1}=5,03 \text{ cm}^2$),
- dla kombinacji [GPQ] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,8 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-17,1^2 + 0,0^2)} = 17,1 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia),

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c = -0,30 \text{ ‰}$),):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 8 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=20,0, d=16,6, x=3,5 (\xi=0,212),$$

$$a_1=3,4, a_c=1,2, z_c=15,4, A_{cc}=585 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,30 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 1,11 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -110,4, F_{s1} = 111,2,$$

$$M_c = 9,7, M_{s1} = 7,3,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -110,4 + (111,2) = 0,8 \text{ kN} (N_{sd} = 0,8 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 9,7 + (7,3) = 17,1 \text{ kNm} (M_{sd} = 17,1 \text{ kNm})$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie s1s, pręt nr 2, przekrój: $x_a=3,77 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1}=4,52 \text{ cm}^2$, $A_{s2}=8,04 \text{ cm}^2$),
- dla kombinacji [GPQ] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 26,2 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(20,5^2 + 0,0^2)} = 20,5 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia),

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c = -0,34 \text{ ‰}$),):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 8 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

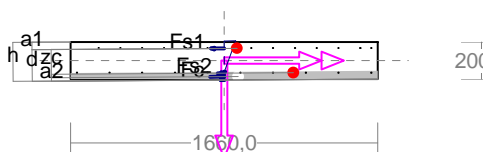
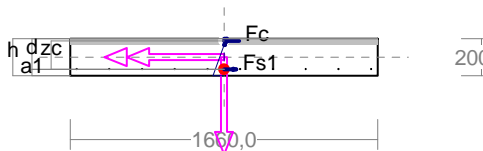
Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=21,1, d=17,1, x=4,2 (\xi=0,247),$$

$$a_1=4,0, a_2=3,7, a_c=1,8, z_c=15,3, A_{cc}=635 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,34 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,07 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 1,04 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:



$$F_c = -119,8, F_{s1} = 149,4, F_{s2} = -3,4,$$

$$M_c = 10,4, M_{s1} = 9,8, M_{s2} = 0,2,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -119,8 + (149,4) + (-3,4) = 26,2 \text{ kN} (N_{sd} = 26,2 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 10,4 + (9,8) + (0,2) = 20,5 \text{ kNm} (M_{sd} = 20,5 \text{ kNm})$$

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,962 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 3,0 \times (1,000) = 1,5 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 113,5 + 1,5 = 115,0 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 113,6 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 113,6 \text{ kN}$

$$F_{td} = 113,6 < 175,9 = 5,03 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

POZ 4.1.3 SPOCZNIK GÓRNY**Zbrojenie wymagane:**

(zadanie s1s, pręt nr 3, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 1,46 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1} = 4,52 \text{ cm}^2$, $A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2$),

- dla kombinacji [GQR] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(22,0^2 + 0,0^2)} = 22,0 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia),

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c = -0,46 \text{ ‰}$),

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 8 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 20,0, d = 16,6, x = 3,7 (\xi = 0,224),$$

$$a_1 = 3,4, a_2 = 3,4, a_c = 1,3, z_c = 15,3, A_{cc} = 618 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,46 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,04 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 1,59 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -140,3, F_{s1} = 143,9, F_{s2} = -3,6,$$

$$M_c = 12,3, M_{s1} = 9,5, M_{s2} = 0,2,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -140,3 + (143,9) + (-3,6) = -0,0 \text{ kN} (N_{sd} = 0,0 \text{ kN})$$

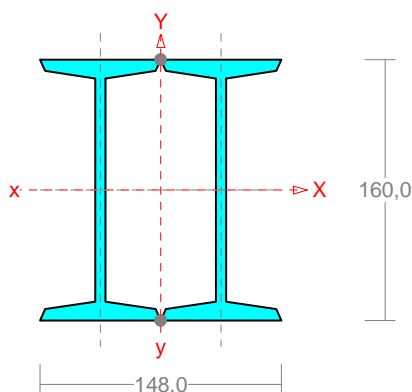
$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 12,3 + (9,5) + (0,2) = 22,0 \text{ kNm} (M_{sd} = 22,0 \text{ kNm})$$

POZ 4.1.4 Pd1 podciąg biegu i spocznika

Obciążenia $g = 39,1/1,65 = 23,7 \text{ kN/m} \times 1,15$

$$P = 23,8 \text{ kN}/1,65 = 14,42 \text{ kN/m} \times 1,4$$

Obetonowane $0,24 \times 0,17 \times 25 = 1,02 \text{ kN/m}$



Wymiary przekroju:

$$I 160 \quad h = 160,0 \quad g = 6,3 \quad s = 74,0 \quad t = 9,5 \quad r = 6,3.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg} = 1870,0 \quad J_{yg} = 733,7 \quad A = 45,60 \quad i_x = 6,4 \quad i_y = 4,0.$$

Materiał: **St3SX, S235**. Wytrzymałość **fd = 215 MPa** dla **g = 9,5**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Zwicherungie:

Dla przekroju rurowego lub skrzynkowego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_w = 1900 \text{ mm}$:

$$100 b_o \sqrt{215 / f_d} = 100 \times 74,0 \times \sqrt{215 / 215} = 7400 > 1900 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem.

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 233,8 \times 215 \times 10^{-3} = 50,3 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwicherungia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{21,6}{1,000 \times 50,3} = 0,430 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

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

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 0,0 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,w} = c_o t_w \eta_c f_d = 78,8 \times 6,3 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 106,8 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 22,8 < 106,8 = P_{R,w}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 1,8 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 1870 / 350 = 5,3 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,8 < 5,3 = a_{\text{gr}}$$

POZ 4.2.1 BELKA POLICZKOWA SCHODÓW STAŁOWYCH TECHNICZNY BIEG GÓRNY

OBCIĄŻENIA

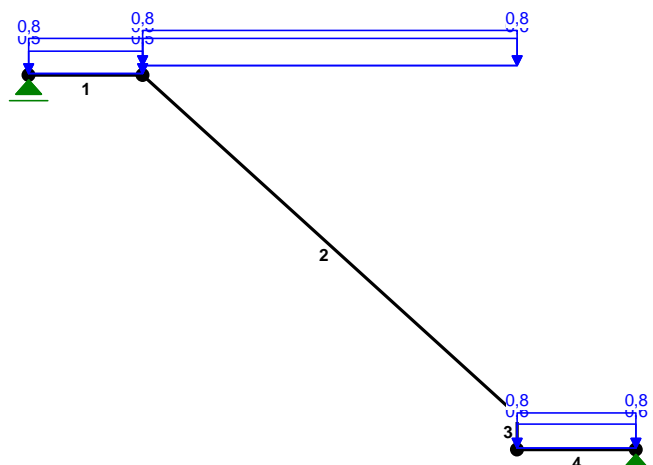
Obciążenia użytkowe $P = 2,0 \text{ kN/m}^2$ dla stopni szer 80cm $P = 0,80 \text{ m} \times 0,5 \times 2,0 = 0,80 \text{ kN/m}$

Ciężar stopni $0,030 \text{ m} \times 0,003 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} \times 7 \times 78,5 \text{ kN/m} \times 3 \times 0,5 \times 1,20 = 0,031 \text{ kN}$

Obciążenie ciągłe na belkę $16 \times 0,031 / 3,12 = 0,152 \text{ kN/m}$

Obciążenie balustrada $0,470 \text{ kN/m}$

Razem $0,62 \text{ kN/m}$

OBCIĄŻENIA:**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: G "				Zmienne	$\gamma_f = 1,35$	
1	Liniowe	0,0	0,54	0,54	0,00	0,93
2	Liniowe-Y	0,0	0,62	0,62	0,00	4,13
4	Liniowe	0,0	0,55	0,55	0,00	0,97
Grupa: P "				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	0,80	0,80	0,00	0,93
Grupa: Q "				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe-Y	0,0	0,80	0,80	0,00	4,13
Grupa: R "				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
4	Liniowe	0,0	0,80	0,80	0,00	0,97

W Y N I K I**Teoria I-go rzędu****Kombinatoryka obciążeń****OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
G -"	Zmienne	1	1,00
P -"	Zmienne	1	1,00
Q -"	Zmienne	1	1,00
R -"	Zmienne	1	1,00

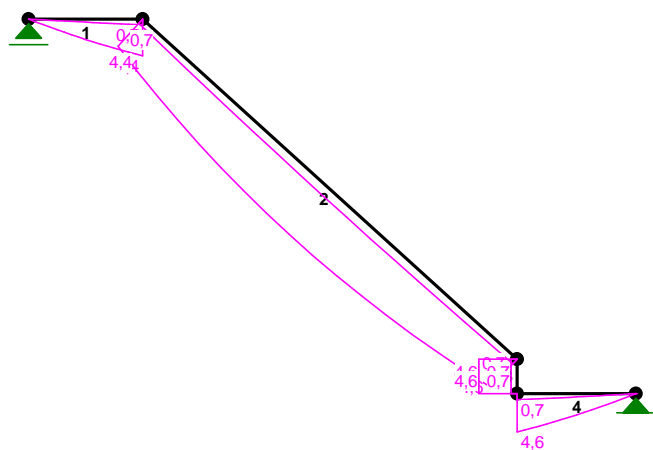
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
G -"	EWENTUALNIE
P -"	EWENTUALNIE
Q -"	EWENTUALNIE
R -"	EWENTUALNIE

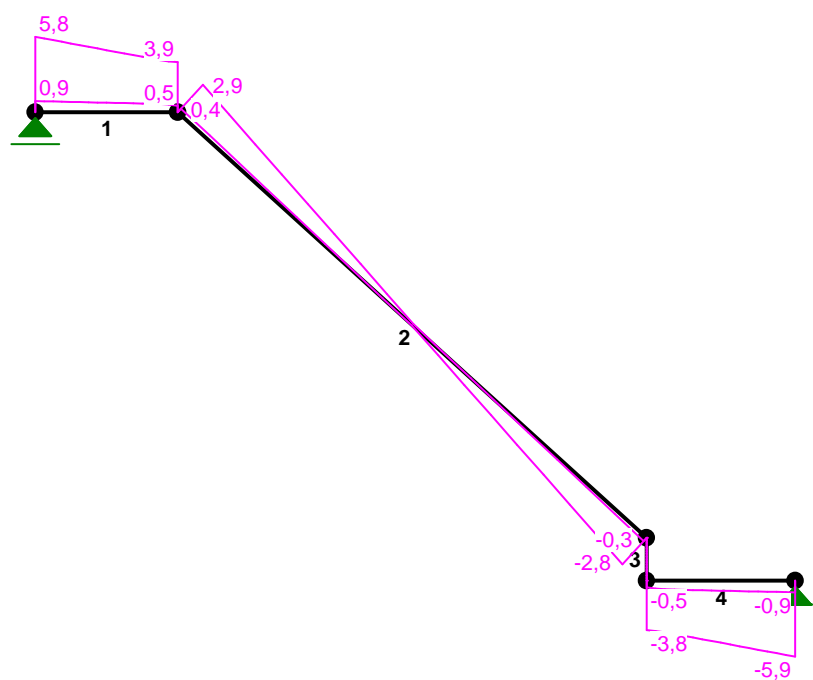
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: G+P+Q+R

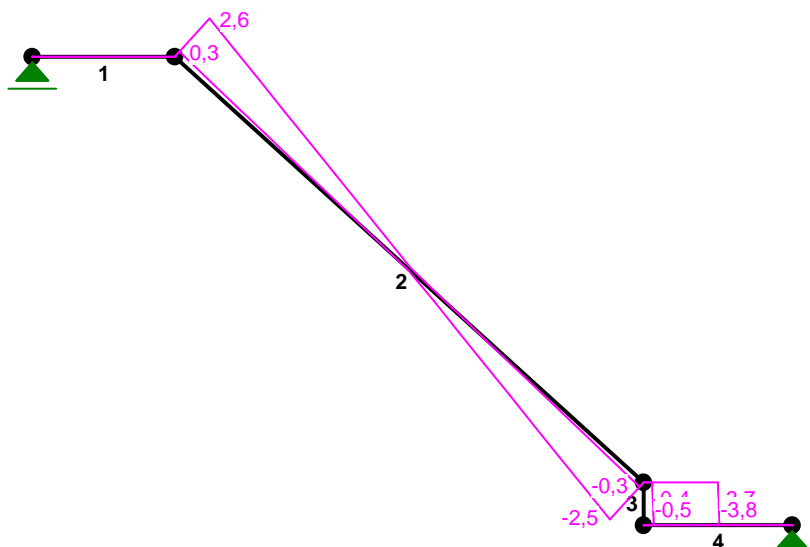
MOMENTY – OBWIEDNIE :



SIŁY PRZESKÓCZNE – OBWIEDNIE :



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,930	4,4*	3,7	-0,0	GPQR
	0,000	-0,0*	3,7	-0,0	PQ
	0,000	-0,0	5,8*	-0,0	GPQR
	0,058	0,3	5,7	-0,0*	GPQR
	0,930	4,4	3,7	-0,0*	GPQR
	0,000	-0,0	2,9	-0,0*	GR
	0,058	0,3	5,7	-0,0*	GPQR
	0,930	4,4	3,7	-0,0*	GPQR
	0,000	-0,0	2,9	-0,0*	GR
2	2,064	7,4*	0,0	0,0	GPQR
	0,000	0,7*	0,4	0,4	
	0,000	4,0	2,9*	2,6	GQR
	0,000	4,0	2,9	2,6*	GQR
	4,127	4,2	-2,8	-2,5*	GPQ
3	0,000	4,6*	0,0	-3,6	GPQR
	0,280	4,6*	0,0	-3,7	GPQR
	0,000	0,7*	0,0	-0,6	
	0,280	0,7*	0,0	-0,6	
	0,000	4,2	-0,0*	-3,7	GPQ
	0,280	4,2	-0,0*	-3,8	GPQ
	0,000	1,2	0,0	-0,4*	R
	0,280	4,2	-0,0	-3,8*	GPQ
4	0,000	4,6*	-3,7	0,0	GPQR
	0,970	-0,0*	-5,7	0,0	GQR
	0,970	-0,0	-5,9*	0,0	GPQR
	0,909	0,4	-5,7	0,0*	GPQR
	0,000	4,6	-3,7	0,0*	GPQR
	0,970	0,0	-4,8	0,0*	GPQ
	0,909	0,4	-5,7	0,0*	GPQR
	0,000	4,6	-3,7	0,0*	GPQR
	0,970	0,0	-4,8	0,0*	GPQ

* = Max/Min

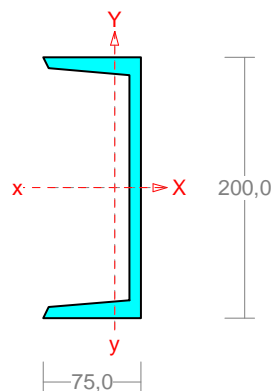
REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,0*	5,8	5,8		GPQR
	0,0*	0,9	0,9		
	0,0	5,8*	5,8		GPQR
	0,0	0,9*	0,9		
	0,0	5,8	5,8*		GPQR
5	0,0*	5,9	5,9		GPQR
	0,0*	0,9	0,9		
	0,0	5,9*	5,9		GPQR
	0,0	0,9*	0,9		
	0,0	5,9	5,9*		GPQR

* = Max/Min

Pręt nr 1

Przekrój: U 200



Wymiary przekroju:

U 200 h=200,0 s=75,0 g=8,8 t=11,5 r=11,5 ex=20,1.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=1910,0 J_{yg}=148,0 A=32,20 i_x=7,7 i_y=2,1

J_w=9100,5 J_t=12,0 x_s=4,0 i_s=8,9 r_y=-13,1 b_x=10,6.

Materiał: St3SX, . Wytrzymałość f_d=215 MPa dla g=11,5.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

x_a = 0,930; x_b = 0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: GPQR

$M_x = -4,4$ kNm, $V_y = 3,7$ kN, ,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 23,2$ MPa $\sigma_c = -23,2$ MPa.

Nośność przekroju na zginanie:

x_a = 0,930; x_b = 0,000.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 191,0 \times 215 \times 10^{-3} = 41,1 \text{ kNm}$$

Nośność przekroju względem osi X należy zredukować do wartości:

$$M_{R, red} = W f_d \left[0,85 - \left(\frac{V}{V_R} \frac{e t_w}{b t_f} \right)^2 \right] =$$

$$191,0 \times 215 \times \left[0,85 - \left(\frac{3,7 \times 4,0 \times 0,9}{219,5 \times 7,5 \times 1,2} \right)^2 \right] \times 10^{-3} = 34,9$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,566$ wynosi $\varphi_L = 0,978$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{4,4}{0,978 \times 34,9} = 0,130 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 2,6 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 780 / 250 = 3,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,6 < 3,1 = a_{\text{gr}}$$

pret skośny

Siły przekrojowe:

$x_a = 2,064$; $x_b = 2,064$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPQR**

$M_x = -7,4 \text{ kNm}$, Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 38,5 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -38,5 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$x_a = 2,064$; $x_b = 2,064$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 38,5 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -38,5 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 38,5 \text{ MPa}$ $\psi_{ot} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 17,6 \text{ cm}^2$ $\tau = 0,0 \text{ MPa}$ $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 38,5 = 38,5 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 0,0 / 1,000 = 0,0 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{38,5^2 + 3 \times 0,0^2} = 38,5 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,127$:

$$N_{RC} = A f_d = 32,2 \times 215 \times 10^{-1} = 692,3 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{692,3 / 1539,5} = 0,774 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,697$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{692,3 / 175,8} = 2,292 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,171$$

$$\text{- dla } N_{xz} \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_{xz}} = 1,15 \times \sqrt{692,3 / 1001,7} = 0,956 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,586$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,171$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{2,5}{0,171 \times 692,3} = 0,021 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,064$; $x_b = 2,064$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 191,0 \times 215 \times 10^{-3} = 41,1 \text{ kNm}$$

Nośność przekroju względem osi X należy zredukować do wartości:

$$M_{R, red} = W f_d \left[0,85 - \left(\frac{V}{V_R} \frac{e t_w}{b t_f} \right)^2 \right] =$$

$$191,0 \times 215 \times \left[0,85 - \left(\frac{0,0 \times 4,0 \times 0,9}{219,5 \times 7,5 \times 1,2} \right)^2 \right] \times 10^{-3} = 34,9$$

Współczynnik zwężenia dla $\bar{\lambda}_L = 1,507$ wynosi $\varphi_L = 0,419$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,0}{632,5} + \frac{7,4}{0,419 \times 34,9} = 0,503 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -7,4 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,697 \times 0,774^2 \frac{1,000 \times 7,4}{34,9} \times \frac{2,4}{692,3} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{2,4}{0,697 \times 692,3} + \frac{1,000 \times 7,4}{0,419 \times 34,9} = 0,508 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{2,4}{0,171 \times 692,3} + \frac{1,000 \times 7,4}{0,419 \times 34,9} = 0,523 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 5,2 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 4115 / 250 = 16,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 5,2 < 16,5 = a_{gr}$$

Pręt pionowy

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,280$; $x_b = 0,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPQR**

$$M_x = -4,6 \text{ kNm}, \quad N = -3,7 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włókach: $\sigma_t = 23,1 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -25,4 \text{ MPa}$.

Zwichrzenie:

Moment krytyczny przy zwichrzeniu ceownika zginanego w płaszczyźnie średnika można wyznaczyć, jak dla dwuteownika o tych samych wymiarach, dla którego

$$N_y = 21130,9 \text{ kN}, \quad N_z = 31630,0 \text{ kN}.$$

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z}$$

$$0,000 \times 21130,9 + \sqrt{(0,000 \times 21130,9)^2 + 0,000^2 \times 0,089^2 \times 21130,9 \times 31630,0} = 0,0$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\bar{\lambda}_L = 0$.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,280$; $x_b = 0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 191,0 \times 215 \times 10^{-3} = 41,1 \text{ kNm}$$

Nośność przekroju względem osi X należy zredukować do wartości:

$$M_{R, red} = W f_d \left[0,85 - \left(\frac{V}{V_R} \frac{e t_w}{b t_f} \right)^2 \right] =$$

$$191,0 \times 215 \times \left[0,85 - \left(\frac{0,0 \times 4,0 \times 0,9}{219,5 \times 7,5 \times 1,2} \right)^2 \right] \times 10^{-3} = 34,9$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,7}{692,3} + \frac{4,6}{1,000 \times 34,9} = 0,138 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -4,6 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,991 \times 0,155^2 \frac{1,000 \times 4,6}{34,9} \times \frac{3,7}{692,3} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,7}{0,991 \times 692,3} + \frac{1,000 \times 4,6}{1,000 \times 34,9} = 0,138 < 1,000 = 1 - 0,000$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{3,7}{0,991 \times 692,3} + \frac{1,000 \times 4,6}{1,000 \times 34,9} = 0,138 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 0,7 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 350 = 280 / 350 = 0,8 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,7 < 0,8 = a_{gr}$$

PRĘT SPOCZNIKA DOLNEGO

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,970$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPQR**

$$M_x = -4,6 \text{ kNm}, \quad V_y = -3,7 \text{ kN}, \quad N = 0,0 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 24,3 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -24,3 \text{ MPa}$.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,970$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 191,0 \times 215 \times 10^{-3} = 41,1 \text{ kNm}$$

Nośność przekroju względem osi X należy zredukować do wartości:

$$M_{R, red} = W_{fd} \left[0,85 - \left(\frac{V}{V_R} \frac{e}{b} \frac{t_w}{t_f} \right)^2 \right] =$$

$$191,0 \times 215 \times \left[0,85 - \left(\frac{3,7 \times 4,0 \times 0,9}{219,5 \times 7,5 \times 1,2} \right)^2 \right] \times 10^{-3} = 34,9$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,586$ wynosi $\varphi_L = 0,974$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{4,6}{0,974 \times 34,9} = 0,136 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 2,8 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 970 / 250 = 3,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,8 < 3,9 = a_{gr}$$

POZ 4.2.2 BELKA POLICZKOWA SCHODÓW STAŁOWYCH TECHNICZNY BIEG DOLNY

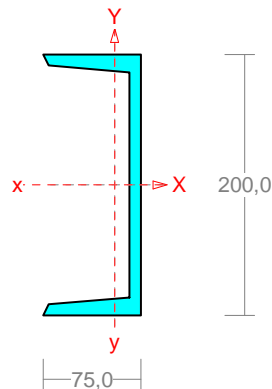
OBCIĄŻENIA JAK DLA BELKI GÓRNEJ

ODCINEK PODESTOWY

Pręt nr 1

Zadanie: st2

Przekrój: U 200



Wymiary przekroju:

U 200 h=200,0 s=75,0 g=8,8 t=11,5 r=11,5 ex=20,1.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1910,0$ $J_{yg}=148,0$ $A=32,20$ $i_x=7,7$ $i_y=2,1$

$J_w=9100,5$ $J_t=12,0$ $x_s=4,0$ $i_s=8,9$ $r_y=-13,1$ $b_x=10,6$.

Materiał: **St3SX**, . Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=11,5**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,930$; $x_b = 0,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPQ**

$M_x = -3,2 \text{ kNm}$, $V_y = 2,5 \text{ kN}$, Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 16,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -16,9 \text{ MPa}$.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,930$; $x_b = 0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W_{fd} = 1,000 \times 191,0 \times 215 \times 10^{-3} = 41,1 \text{ kNm}$$

Nośność przekroju względem osi X należy zredukować do wartości:

$$M_{R, red} = W f_d \left[0,85 - \left(\frac{V}{V_R} \frac{e}{b} \frac{t_w}{t_f} \right)^2 \right] =$$

$$191,0 \times 215 \times \left[0,85 - \left(\frac{2,5 \times 4,0 \times 0,9}{219,5 \times 7,5 \times 1,2} \right)^2 \right] \times 10^{-3} = 34,9$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,566$ wynosi $\varphi_L = 0,978$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{3,2}{0,978 \times 34,9} = 0,095 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

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

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 780 / 350 = 2,2 \text{ mm}$$

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

PRĘT POLICZKOWY SKOŚNY

Siły przekrojowe:

$x_a = 1,503$; $x_b = 2,506$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPQ**

$$M_x = -4,5 \text{ kNm}, \quad V_y = -0,2 \text{ kN}, \quad N = -0,1 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 23,4 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -23,4 \text{ MPa}$.

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 4,009$; $x_b = 0,000$:

$$N_{RC} = A f_d = 32,2 \times 215 \times 10^{-1} = 692,3 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{692,3 / 6860,7} = 0,367 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,931$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{692,3 / 186,3} = 2,226 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,180$$

$$\text{- dla } N_{xz} \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_{xz}} = 1,15 \times \sqrt{692,3 / 1302,1} = 0,839 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,657$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,180$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{3,2}{0,180 \times 692,3} = 0,025 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,503$; $x_b = 2,506$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 191,0 \times 215 \times 10^{-3} = 41,1 \text{ kNm}$$

Nośność przekroju względem osi X należy zredukować do wartości:

$$M_{R, red} = W_{fd} \left[0,85 - \left(\frac{V}{V_R} \frac{e}{b} \frac{t_w}{t_f} \right)^2 \right] =$$

$$191,0 \times 215 \times \left[0,85 - \left(\frac{0,2 \times 4,0 \times 0,9}{219,5 \times 7,5 \times 1,2} \right)^2 \right] \times 10^{-3} = 34,9$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 1,484$ wynosi $\varphi_L = 0,431$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,1}{692,3} + \frac{4,5}{0,431 \times 34,9} = 0,297 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,503$; $x_b = 2,506$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,2 < 65,8 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 34,9 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{0,1}{692,3} + \frac{4,5}{34,9} = 0,128 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 1,503$, $x_b = 2,506$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,2 < 219,5 = 219,5 \times \sqrt{1 - (0,1 / 692,3)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 2,7 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 4009 / 350 = 11,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,7 < 11,5 = a_{\text{gr}}$$

POZ 5 **dźwig osobowy**

Poz 5.1 **Płyta nadszymbia**

Obciążenie użytkowe 5 kN/m^2 Lub obciążenia haków 15 kN wg rysunku producenta

Wymiarowanie dla pasma 1 m w kierunku poprzecznym

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$M_{\text{sd}} = \sqrt{(M_{\text{sd}x}^2 + M_{\text{sd}y}^2)} = \sqrt{(-10,8^2 + 0,0^2)} = 10,8 \text{ kNm} \quad f_{\text{cd}} = 10,7 \text{ MPa}, \quad f_{\text{yd}} = 350 \text{ MPa} \quad (f_{\text{td}} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

Dodatkowe zbrojenie rozciągane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c = -0,36 \text{ ‰}$),

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 \Rightarrow (0 \times 8 = 0,00 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 20,0, \quad d = 16,1, \quad x = 4,0 \quad (\xi = 0,247), \quad a_1 = 3,9, \quad a_c = 1,4, \quad z_c = 14,7, \quad A_{\text{cc}} = 410 \text{ cm}^2, \quad \epsilon_c = -0,36 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 1,09 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -73,7, F_{s1} = 73,7, M_c = 6,4, M_{s1} = 4,5,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -73,7 + (73,7) = 0,0 \text{ kN} (N_{sd} = 0,0 \text{ kN}) \quad M_c + M_{s1} = 6,4 + (4,5) = 10,8 \text{ kNm} (M_{sd} = 10,8 \text{ kNm})$$

Poz 5.2 ŚCIANY NADSZYBIA

SCINANY ŻELBETOWE GR 18cm SPRAWDZENIA DOKONANO W ODCINKU DOLNYM OBCIĄŻONYM DŹWIGIEM I SPOCZYWAJACYMI ŻEBRAMI I STROPAMI

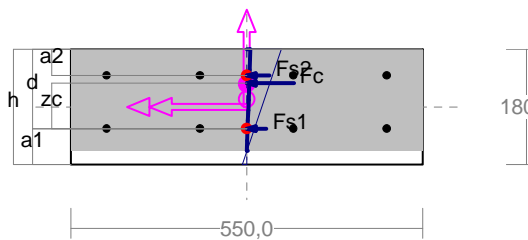
OBCIĄŻENIE Z ŻEBRA $33 \text{ kN}/1,67 \text{ m} = 19,76 \text{ kN/m}$ obciążenie scina powyżej $20,12 \text{ kN/m}$ z płyty $14,1 \text{ kN/m}$ łącznie 54 kN/m

Zbrojenie wymagane:

(zadanie ściana 18cm, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 2,13 \text{ m}$, $x_b = 2,13 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- z uwzględnieniem wkładek zbrojenia rzeczywistego ($A_{s1} = 4,52 \text{ cm}^2$, $A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2$),



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -59,6 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-2,1^2 + 0,0^2)} = 2,1 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl.}$$

wzmocnienia),

Dodatkowe zbrojenie mniej ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane.)* (* ($\epsilon_c = -0,11 \text{ ‰}$, $\epsilon_{co} = -0,06 \text{ ‰}$):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 < \min A_{s2} = 1,49 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s2} = 1,49 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 12 = 2,26 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 18,0, d = 12,4, x = 13,7 (\xi = 1,103),$$

$$a_1 = 5,6, a_2 = 4,1, a_c = 5,3, z_c = 7,1, A_{cc} = 873 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,11 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,09 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = -0,01 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -50,0, F_{s1} = -2,2, F_{s2} = -7,4,$$

$$M_c = 1,8, M_{s1} = -0,1, M_{s2} = 0,4,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -50,0 + (-2,2) + (-7,4) = -59,6 \text{ kN} (N_{sd} = -59,6 \text{ kN})$$

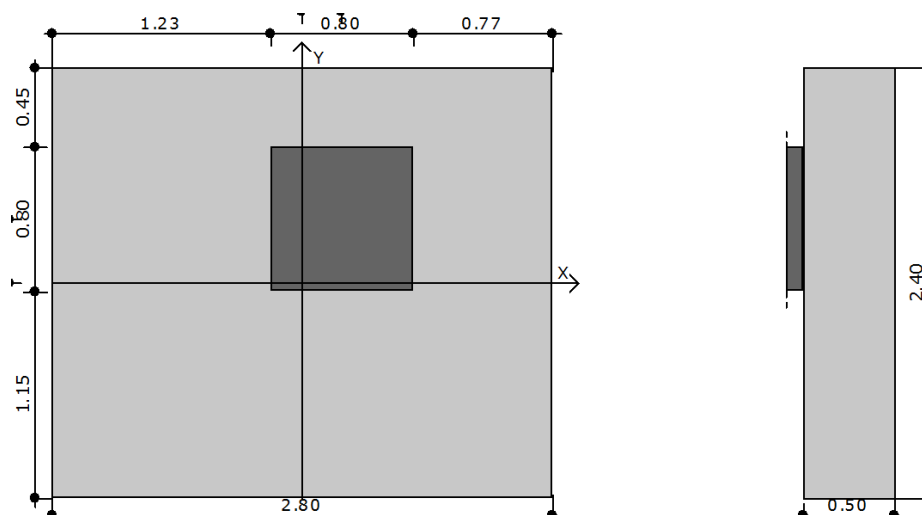
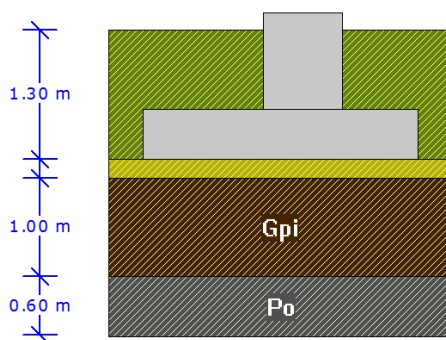
$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 1,8 + (-0,1) + (0,4) = 2,1 \text{ kNm} (M_{sd} = 2,1 \text{ kNm})$$

Poz 5.3 PŁYTA PODSZYBIA

UWZGLĘDNIONO OBCIĄŻENIA STAŁE OD STROPÓW ORAZ SCIAN SZYBU ORAZ OBCIĄŻENIA ZMIENNE OD DŹWIGU DLA RÓŻNYCH FAZ PRACY I MONTAŻU JAK RÓWNIEŻ OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE Z PŁYTY STROPOWEJ OPARTEJ NA SCIANACH SZYBU

płyta dźwigu war 2Geometria

Szerokość stopy B	[m]	2.40
Długość stopy L	[m]	2.80
Wysokość stopy H_f	[m]	0.50
Szerokość przekroju słupa b	[m]	0.80
Wysokość przekroju słupa h	[m]	0.80
Mimośród e_x	[m]	0.23
Mimośród e_y	[m]	0.35

Warunki gruntowe

Warstwa	Nazwa gruntu	Miażs zość [m]	$\rho(n)$ [t/m ³]	$c(n)_u$ [kPa]	$\phi(n)_u$ [°]	M [kPa]	M_o [kPa]
1	Pyły piaszczyste	0.20	1.85	26.35	15.47	34984.51	262 44. 94
2	Gliny pylaste	1.00	1.85	31.54	18.27	49231.85	369 33. 12
3	Pospółki	0.60	1.85	0.00	39.18	173848.80	173 848 .80

Obciążenia

Numer zestawu	N [kN]	M_y [kNm]	T_y [kN]	M_x [kNm]	T_x [kN]
1	540.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Stan graniczny nośności

DLA SCHEMATU NR 1

DLA WARSTWY NR 1

$$N=749.14 \text{ kN} \quad \square \quad m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 2304.93 = 1866.99 \text{ kN}$$

$$N=749.14 \text{ kN} \quad \square \quad m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 2322.09 = 1880.89 \text{ kN}$$

DLA WARSTWY NR 2

$$N=777.55 \text{ kN} \quad \square \quad m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 3478.45 = 2817.55 \text{ kN}$$

$$N=777.55 \text{ kN} \quad \square \quad m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 3507.92 = 2841.42 \text{ kN}$$

DLA WARSTWY NR 3

$$N=947.88 \text{ kN} \quad \square \quad m \cdot Q_{fNB}=0.81 \cdot 25133.89 = 20358.45 \text{ kN}$$

$$N=947.88 \text{ kN} \quad \square \quad m \cdot Q_{fNL}=0.81 \cdot 25958.05 = 21026.02 \text{ kN}$$

Naprężenia pod fundamentem

DLA SCHEMATU NR 1

Naprężenia w narożach:

$$q_1=221.40 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2=80.77 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3=1.56 \text{ kN/m}^2$$

$$q_4=142.19 \text{ kN/m}^2$$

Odrywanie nie występuje.

Wymiarowanie zbrojenia

POTRZEBNE ZBROJENIE DLA SCHEMATU NR 1

$$A_y = 3.24 \text{ cm}^2/\text{mb} \quad A_x = 3.79 \text{ cm}^2/\text{mb}$$

Minimalne zbrojenie konstrukcyjne dla fundamentu wynosi: $A_k=5.71 \text{ cm}^2/\text{mb}$ W kierunku y (B) przyjęto $f_i=12.0 \text{ mm}$ w rozstawie $s_1=19.6 \text{ cm}$ $A_{s1}=6.05 \text{ cm}^2/\text{mb}$ W kierunku x (L) przyjęto $f_i=12.0 \text{ mm}$ w rozstawie $s_2=19.5 \text{ cm}$ $A_{s2}=6.12 \text{ cm}^2/\text{mb}$ **Stateczność fundamentu**

STATECZNOŚĆ NA OBRÓT:

DLA SCHEMATU NR 1

$$\text{Stateczność OK. } M_{wyp}=0.0 \text{ kNm} \quad \square \quad m \cdot M_{otrzym} = 0.72 \cdot 645.3 = 464.6 \text{ kNm}$$

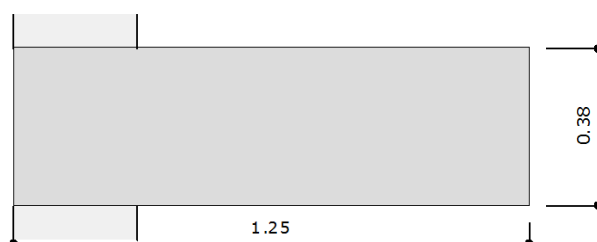
$$\text{Stateczność OK. } M_{wyp}=0.0 \text{ kNm} \quad \square \quad m \cdot M_{otrzym} = 0.72 \cdot 848.7 = 611.1 \text{ kNm}$$

Osiadanie fundamentu

DLA SCHEMATU NR1

Osiadania pierwotne = 0.066 cm

Poz 6.1 ścina w miejscu oparcia podciągu istniejącego i po wykonaniu otworu

1 ściana oś 3 lewy filar drzwiowy przemurzenie
Przekrój poziomy ściany**Usztywnienia ściany:**

Usztywnienie lewostronne :	TAK
Usztywnienie prawostronne :	BRAK

Usztywnienia przestrzenne konstrukcji:

Brak ścian usztywniających, przy czym istnieją 2 ściany prostopadłe do kierunku działającego obciążenia poziomego

Rodzaj stropów:

Stropy połączone ze ścianą poprzez wieniec betonowy lub żelbetowy

Wysokość efektywna ściany: $h_{eff} = h \cdot \rho_h \cdot \rho_n = 3.50 \text{ m} \cdot 1.50 \cdot 0.53 = 2.81 \text{ m}$ Smukłość ściany: $s = \frac{h_{eff}}{t} = \frac{2.81 \text{ m}}{0.38 \text{ m}} = 7.38$ **LEGENDA:**

$\rho_h = 1.50$ - współczynnik zależny od przestrzennego usztywnienia budynku
 $\rho_n = 0.53$ - współczynnik zależny od usztywnienia ściany

Element murowy:

Rodzaj elementu murowego:	Ceramika
Znormalizowana wytrzymałość na ściskanie :	$f_b = 10.00 \text{ [MPa]}$
Grupa elementu murowego :	1

Zaprawa:

Zaprawa murarska :	Projektowana PN-EN 998-2
Rodzaj :	Do cienkich spoin
Wytrzymałość zaprawy na ściskanie :	$f_m = 2.50 \text{ [MPa]}$

Mur - materiałowy współczynnik bezpieczeństwa:

Sposób zadawania :	według PN-B-03002:2007
Sytuacja obliczeniowa :	normalna
Kategoria produkcji elementów murowych :	II
Kategoria wykonywania robót :	B
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa :	2.50
Obecność spoiny podłużnej :	Nie

Tabela obciążeń:

Lp	Typ obciążenia	x_1	q_1	$e_{wybór}$	$e_{wartość}$	A_b
		[m]	[kN/m]		[m]	[m ²]
1	Liniowe jednorodne	---	98.00	wartość	0.00	---
2	Liniowe jednorodne	---	23.27	wartość	0.11	---
3	Liniowe jednorodne	---	11.42	wartość	-0.11	---
4	Skupione pionowe	0.15	355.00	wartość	0.00	0.11

L**Wytrzymałości charakterystyczne:**

$f_k = 3.54$ [MPa] - wytrzymałość na ściskanie
 $f_{vk} = 0.57$ [MPa] - wytrzymałość na ścinanie w kierunku równoległym do spoin wspornych
 $f_{vv} = 0.00$ [MPa] - wytrzymałość na ścinanie w kierunku prostopadłym do spoin wspornych
 $f_{xk} = 0.15$ [MPa] - wytrzymałość na rozciąganie w kierunku przez spoiny
 1 wsporne

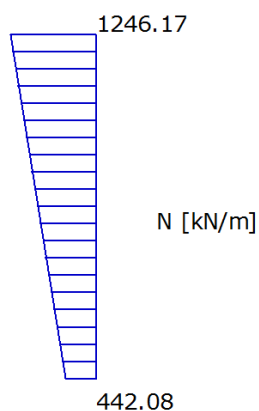
Wytrzymałości obliczeniowe:

$f_d = 1.42$ [MPa] - wytrzymałość na ściskanie
 $f_{vd} = 0.23$ [MPa] - wytrzymałość na ścinanie w kierunku równoległym do spoin wspornych
 $f_{vv} = 0.00$ [MPa] - wytrzymałość na ścinanie w kierunku prostopadłym do spoin wspornych
 $f_{xd} = 0.06$ [MPa] - wytrzymałość na rozciąganie w kierunku przez spoiny
 1 wsporne

Charakterystyki sprężyste :

$a_c = 400$ - cecha sprężystości muru pod obciążeniem długotrwałym

□

Wykres sił normalnych

Sprawdzenie naprężeń ściskających:

Dla przekroju górnego 1-1: warunek nie jest spełniony

$$\frac{N_{sc1}}{\phi_1 \cdot A} = \frac{1246.17}{1.00 \cdot 0.38} = 3283.37 \text{ kN/m}^2 > f_{sd} = 1415.89 \text{ kN/m}^2$$

Dla przekroju pośredniego: warunek nie jest spełniony

$$\frac{N_{scm}}{\phi_m \cdot A} = \frac{429.39}{0.79 \cdot 0.38} = 1423.83 \text{ kN/m}^2 > f_{sd} = 1415.89 \text{ kN/m}^2$$

Dla przekroju dolnego 2-2: warunek jest spełniony

$$\frac{N_{sc2}}{\phi_2 \cdot A} = \frac{442.08}{0.91 \cdot 0.38} = 1284.44 \text{ kN/m}^2 < f_{sd} = 1415.89 \text{ kN/m}^2$$

Sprawdzenie naprężeń rozciągających:

Dla przekroju pośredniego: brak naprężeń rozciągających - warunek spełniony

$$\frac{N_{scm}}{A} - \frac{M_{scmx}}{W_y} = \frac{429.39}{0.38} - \frac{3.00}{2.41 \cdot 10^{-2}} = 1129.96 - 124.46 = 1005.50 > 0$$

Sprawdzenie naprężeń ściskających:

Dla przekroju pośredniego: warunek jest spełniony

$$\frac{N_{scm}}{A} + \frac{M_{scmx}}{W_y} = \frac{429.39}{0.38} + \frac{3.00}{2.41 \cdot 10^{-2}} = 1129.96 + 124.46 = 1254.42 \text{ kN/m}^2 < f_{sd} = 1415.89 \text{ kN/m}^2$$

Sprawdzenie lokalnych średnich naprężeń ściskających:

Lokalne średnie naprężenia ściskające dla siły skupionej Nr 1:

$$\sigma_d = \frac{N_d}{A_b} = \frac{355.00 \text{ kN}}{0.11 \text{ m}^2} = 3114.04 \text{ kN/m}^2$$

Musi spełniać następujące warunki:

1)

$$\sigma_d < \left(\frac{f_k}{\gamma_m} \right) \cdot ((1+0.15 \cdot x) (1.5-1.1 \cdot \left(\frac{A_b}{A_{eff}} \right)))$$

$$\sigma_d = 3114.04 \text{ kN/m}^2 > \left(\frac{3539.73}{2.50} \right) \cdot ((1+0.15 \cdot 0.00) (1.5-1.1 \cdot \left(\frac{0.11}{0.47} \right))) = 1750.04 \text{ kN/m}^2$$

Warunek nie spełniony

2)

$$\sigma_d = 3114.04 \text{ kN/m}^2 > k \cdot f_d = 1.25 \cdot 1415.89 = 1769.86 \text{ kN/m}^2$$

Warunek nie spełniony

W związku z tym należy wykonać słup żelbetowy podpierający podciąg