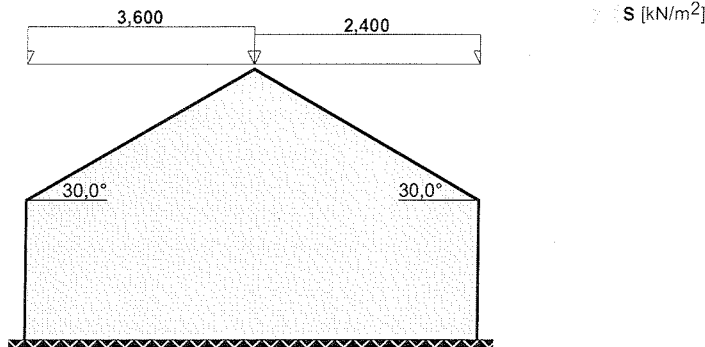


WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

1. Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1



- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 5; A = 505 m n.p.m. →
 - $Q_k = 0,93 \cdot \exp(0,00134 \cdot A) = 1,830 \text{ kN/m}^2 < 2,0 \text{ kN/m}^2 \rightarrow Q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Połąć bardziej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 30,0^\circ$
 - $C_2 = 1,2 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 1,2 \cdot (60^\circ - 30,0^\circ) / 30^\circ = 1,200$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 2,000 \cdot 1,200 = 2,400 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 2,400 \cdot 1,5 = 3,600 \text{ kN/m}^2$$

Połąć mniej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 30,0^\circ$
 - $C_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 30,0^\circ) / 30^\circ = 0,800$

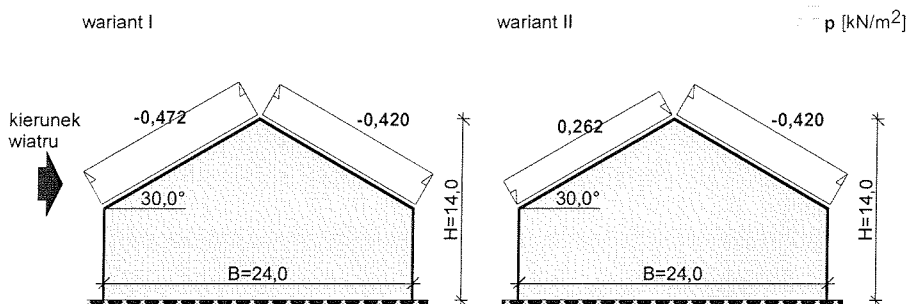
Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 2,000 \cdot 0,800 = 1,600 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 1,600 \cdot 1,5 = 2,400 \text{ kN/m}^2$$

2. Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3



- Budynek o wymiarach: B = 24,0 m, L = 34,0 m, H = 14,0 m

- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 30,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem III; $H = 505$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 300 \cdot [1 + 0,0006 \cdot (H - 300)]^2 \cdot [20000 - H/20000 + H] = 360$ Pa
 - $q_k = 0,360$ kN/m²
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 14,0$ m $\rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 14,0 = 1,08$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$

Połąć nawietrzna - wariant I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,045 \cdot (40^\circ - \alpha) = -0,045 \cdot (40^\circ - 30,0^\circ) = -0,450$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,450 - 0 = -0,450$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,360 \cdot 1,08 \cdot (-0,450) \cdot 1,80 = -0,315 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,315) \cdot 1,5 = -0,472 \text{ kN/m}^2$$

Połąć nawietrzna - wariant II:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,015 \cdot 30,0^\circ - 0,2 = 0,250$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = 0,250 - 0 = 0,250$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,360 \cdot 1,08 \cdot 0,250 \cdot 1,80 = 0,175 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = 0,175 \cdot 1,5 = 0,262 \text{ kN/m}^2$$

Połąć zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$

Obciążenie charakterystyczne:

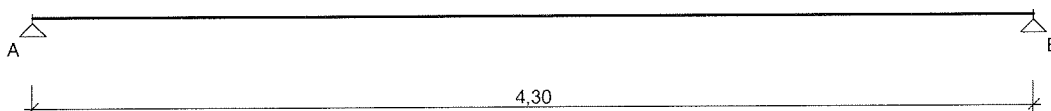
$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,360 \cdot 1,08 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,280 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,280) \cdot 1,5 = -0,420 \text{ kN/m}^2$$

3. Obliczenie płytwi dachowej.

SCHEMAT BELKI



Parametry belki:

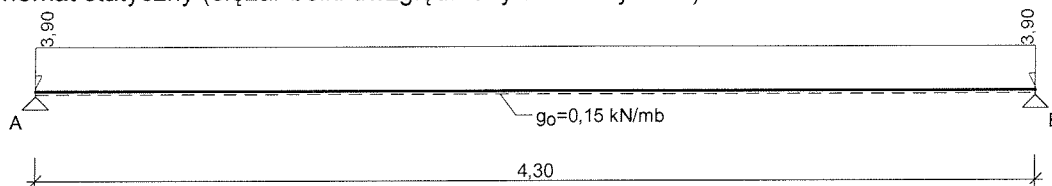
- klasa użytkowania konstrukcji - 2
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$
- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

- ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_0 / 300$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,15$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



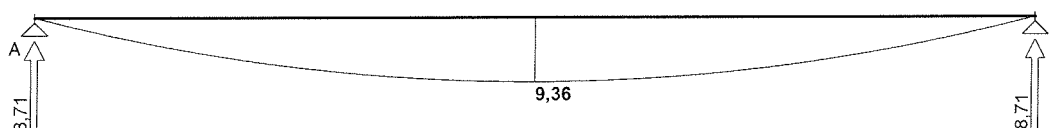
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_0 = 0,15 \text{ kN/m}$)

Przekrój	x [m]	q_l [kN/m]	q_o [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	3,90	0,00	0,00
B.	4,30	3,90	--	0,00	0,00

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

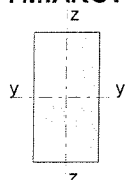
Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **14 / 28 cm**

$$W_y = 1829 \text{ cm}^3, J_y = 25611 \text{ cm}^4, m = 13,7 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Zginanie

Przekrój x = 2,15 m

Moment maksymalny $M_{max} = 9,36 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,12 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,46 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,12 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Ścinanie

Przekrój x = 4,30 m

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -8,71 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,33 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 8,71 \text{ kN}$

$a_p = 10,0 \text{ cm}$, $k_{c,90} = 1,00$

$\sigma_{c,90,y,d} = 0,62 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 2,15 \text{ m}$

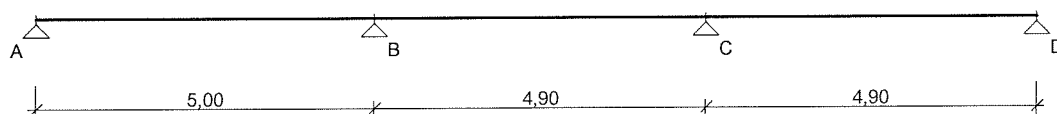
Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_T = 10,67 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 300 = 14,33 \text{ mm}$

$u_{fin} = 10,67 \text{ mm} < u_{net,fin} = 14,33 \text{ mm}$

4. Obliczenie przekroju belki stropu drewnianego nad halą sportową.

SCHEMAT BELKI



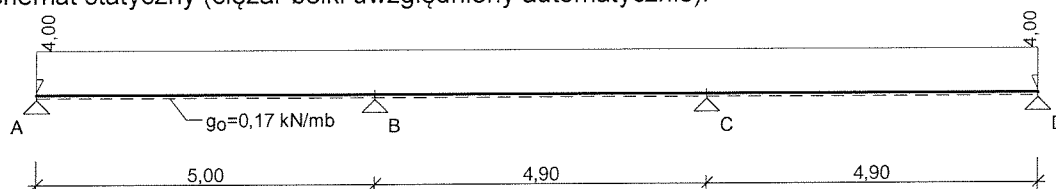
Parametry belki:

- klasa użytkowania konstrukcji - 2
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$
- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $l_d/l = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskającym (górnym) belki
- ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 300$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,15$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



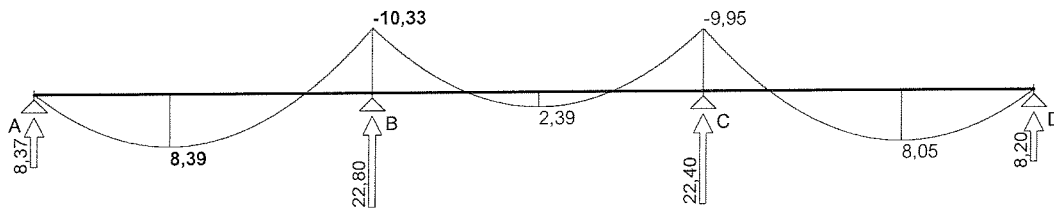
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o = 0,17 \text{ kN/m}$)

Przekrój	x [m]	q_l [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	4,00	0,00	0,00
B.	5,00	4,00	4,00	0,00	0,00
C.	9,90	4,00	4,00	0,00	0,00
D.	14,80	4,00	--	0,00	0,00

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

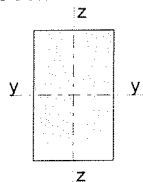
Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **16 / 26 cm**

$$W_y = 1803 \text{ cm}^3, J_y = 23435 \text{ cm}^4, m = 15,8 \text{ kg/m}$$

drewno klejone warstwowo jednorodne wg PN-EN 1194:2000, klasa wytrzymałości **GL24h**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 24 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11,6 \text{ GPa}, \rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Belka

Zginanie

Przekrój $x = 5,00 \text{ m}$

Moment maksymalny $M_{max} = -10,33 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,73 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,52 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,73 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

Ścinanie

Przekrój $x = 5,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -12,50 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,45 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,25 \text{ MPa}$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 22,80 \text{ kN}$

$$a_p = 10,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,29$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 1,43 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,61 \text{ MPa}$$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 2,22 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_T = 10,78 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_o / 300 = 16,67 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 10,78 \text{ mm} < u_{net,fin} = 16,67 \text{ mm}$$

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE BELKI ŻELBETOWEJ

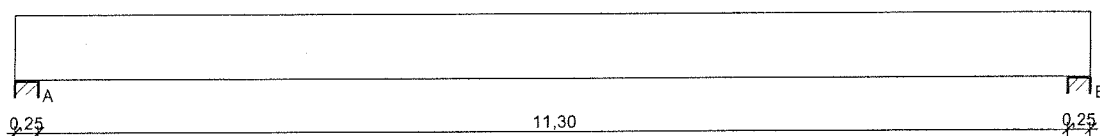
©2001-2008 SPECBUD Gliwice

Użytkownik: Pracownia Projektowo-Konserwatorska "PROKON" S.C.

Autor:

Tytuł:

SZKIC BELKI:

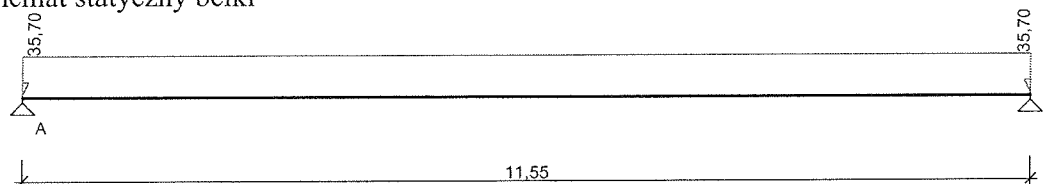


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp. Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	zasięg [m]
1.	28,00	1,00	--	28,00	cała belka
2. Ciężar własny belki [0,40m·0,70m·25,0kN/m ³]	7,00	1,10	--	7,70	cała belka
Σ :	35,00	1,02		35,70	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B30 (C25/30)** $\rightarrow f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,20 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$

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

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,00$

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

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

Stal zbrojeniowa montażowa **A-0 (St0S-b)**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

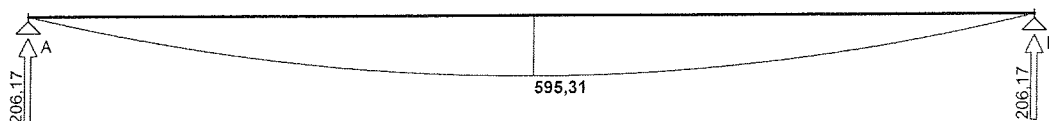
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

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

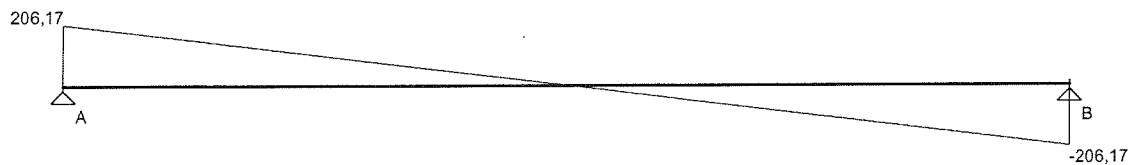
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

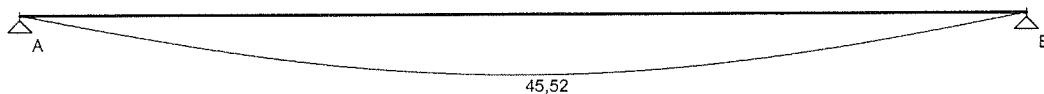
Momenty zginające [kNm]:



Siły tnące [kN]:

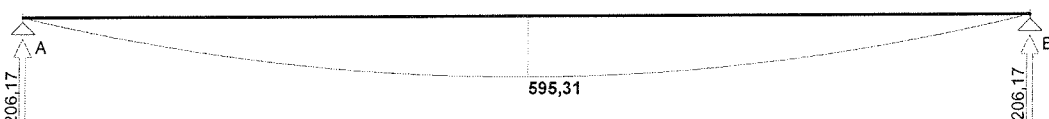


Ugięcia [mm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

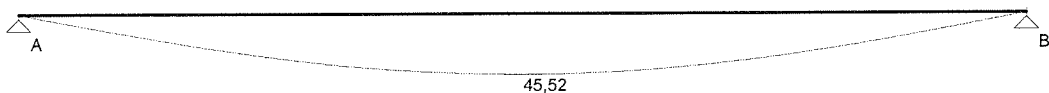
Momenty zginające [kNm]:



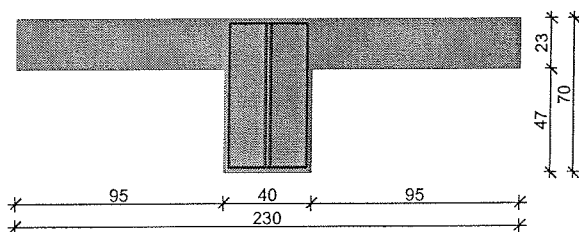
Siły tnące [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 40,0 \text{ cm}$, $h = 70,0 \text{ cm}$, $b_{eff} = 230,0 \text{ cm}$, $h_f = 23,0 \text{ cm}$
otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 595,31 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 26,33 \text{ cm}^2$. Przyjęto **12 ϕ 18** o $A_s = 30,54 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,16\%$)

(decyduje warunek dopuszczalnego ugięcia)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 595,31 \text{ kNm} < M_{Rd} = 685,68 \text{ kNm}$

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 178,30 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 6$ co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 178,30 \text{ kN} < V_{Rd1} = 183,45 \text{ kN}$

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 583,64 \text{ kNm}$

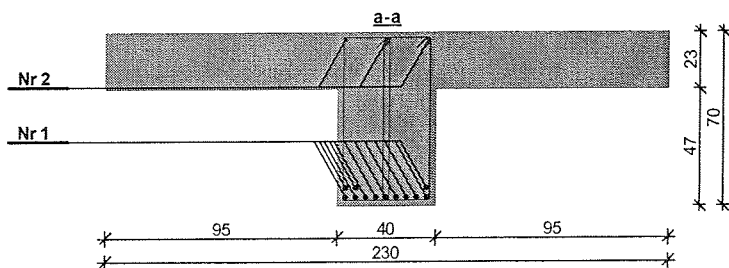
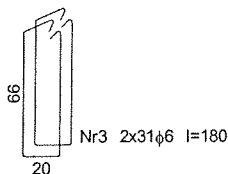
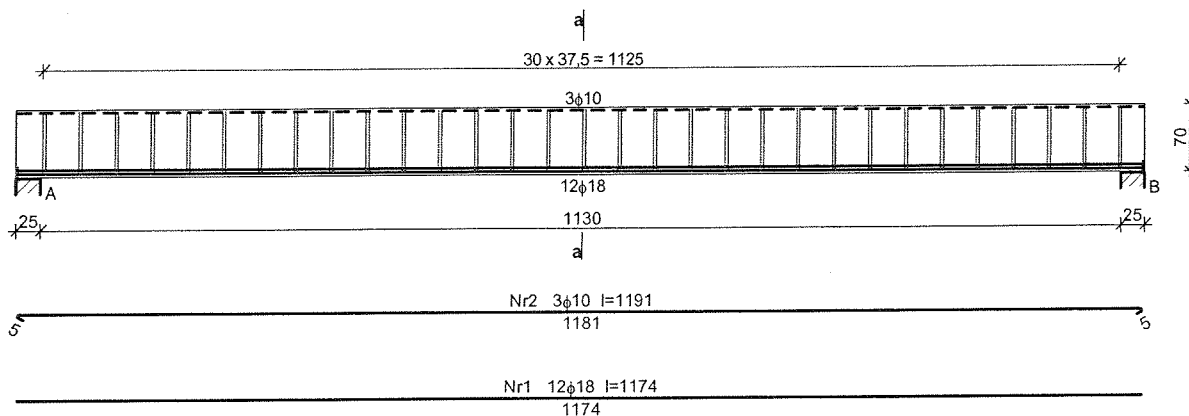
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,210 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 45,52 \text{ mm} < a_{lim} = 46,20 \text{ mm}$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 197,75 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje

SKZIC ZBROJENIA:



Zestawienie stali zbrojeniowej

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b		34GS
				φ6	φ10	φ18
1.	18	1174	12			140,88

2.	10	1191	3		35,73	
3.	6	180	62	111,60		
Długość wg średnic [m]				111,6	35,8	140,9
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,617	1,998
Masa wg średnic [kg]				24,8	22,1	281,5
Masa wg gatunku stali [kg]				47,0		282,0
Razem [kg]					329	

----- koniec wydruku -----

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE BELKI ŻELBETOWEJ

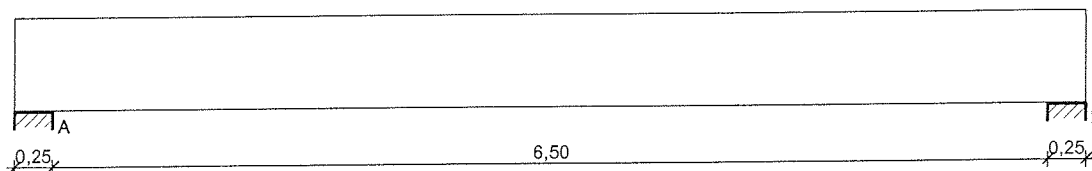
©2001-2008 SPECBUD Gliwice

Użytkownik: Pracownia Projektowo-Konserwatorska "PROKON" S.C.

Autor:

Tytuł:

SZKIC BELKI:

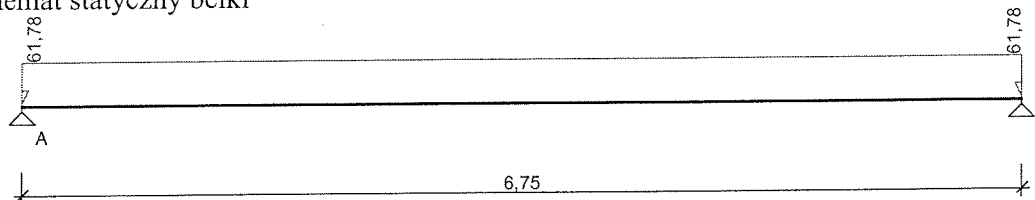


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp. Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	zasięg [m]
1.	56,00	1,00	--	56,00	cała belka
2. Ciężar własny belki [0,35m·0,60m·25,0kN/m3]	5,25	1,10	--	5,78	cała belka
Σ :	61,25	1,01		61,78	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B30 (C25/30)** $\rightarrow f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,20 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$

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

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,00$

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

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

Stal zbrojeniowa montażowa **A-0 (St0S-b)**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

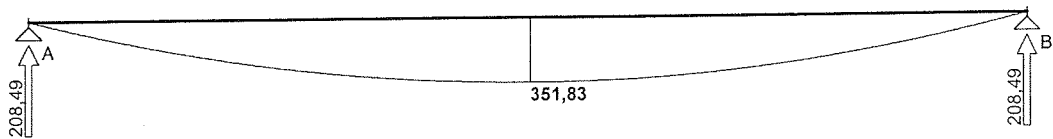
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzywulców bet. $\cot \theta = 2,00$

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

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

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

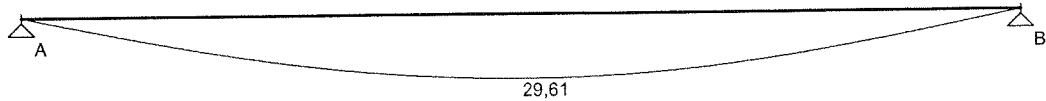
Momenty zginające [kNm]:



Siły tnące [kN]:

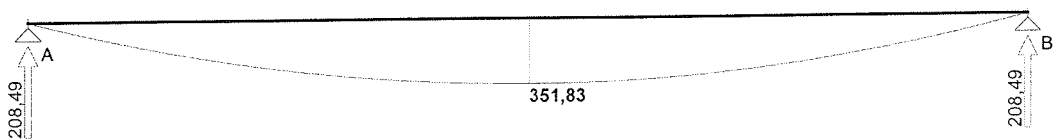


Ugięcia [mm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

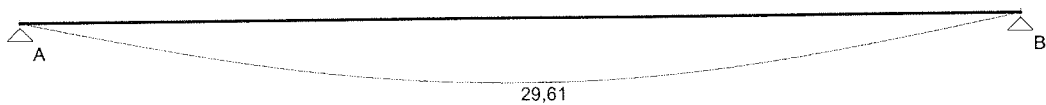
Momenty zginające [kNm]:



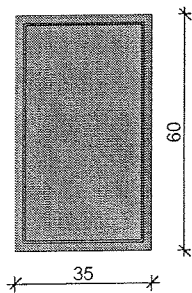
Siły tnące [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 35,0 \text{ cm}$, $h = 60,0 \text{ cm}$

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

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 351,83 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 20,30 \text{ cm}^2$. Przyjęto **11 ϕ 16** o $A_s = 22,12 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,14\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 351,83 \text{ kNm} < M_{Rd} = 379,17 \text{ kNm}$

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)166,41 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **$\phi 6$ co 60 mm** na odcinku 114,0 cm przy podporach oraz co 400 mm w środku rozpiętości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)166,41 \text{ kN} < V_{Rd3} = 179,27 \text{ kN}$

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 348,84 \text{ kNm}$

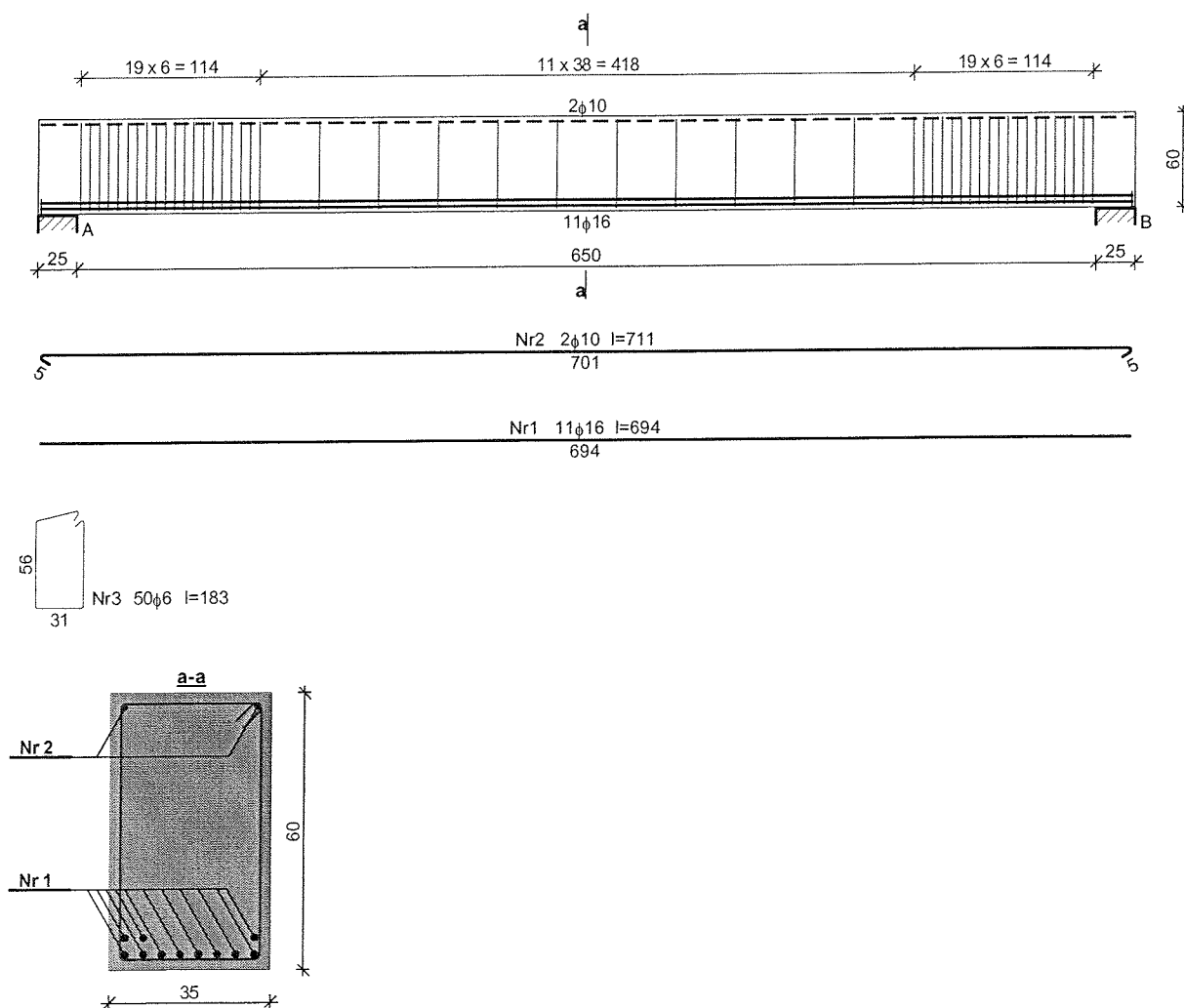
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,223 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 29,61 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 199,06 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,231 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

SZKIC ZBROJENIA:



Zestawienie stali zbrojeniowej

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b		34GS
				φ6	φ10	φ16
1.	16	694	11			76,34
2.	10	711	2		14,22	
3.	6	183	50	91,50		
Długość wg średnic [m]				91,5	14,3	76,4
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,617	1,578
Masa wg średnic [kg]				20,3	8,8	120,6
Masa wg gatunku stali [kg]				30,0		121,0
Razem [kg]				151		

----- koniec wydruku -----

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE BELKI ŻELBETOWEJ

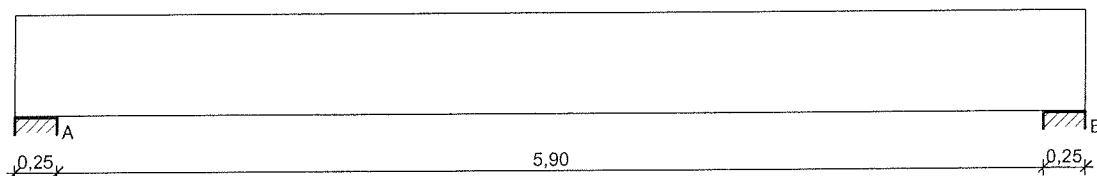
©2001-2008 SPECBUD Gliwice

Użytkownik: Pracownia Projektowo-Konserwatorska "PROKON" S.C.

Autor:

Tytuł:

SZKIC BELKI:

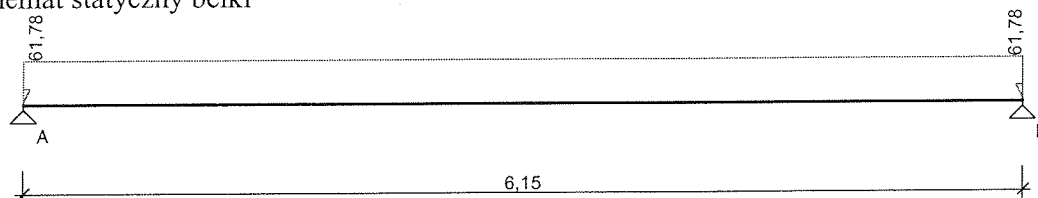


OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	zasięg [m]
1.		56,00	1,00	--	56,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,35m·0,60m·25,0kN/m ³]	5,25	1,10	--	5,78	cała belka
Σ :		61,25	1,01		61,78	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: **B30** (C25/30) $\rightarrow f_{cd} = 16,67$ MPa, $f_{ctd} = 1,20$ MPa, $E_{cm} = 31,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,00$

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

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

Stal zbrojeniowa montażowa A-0 (**St0S-b**)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

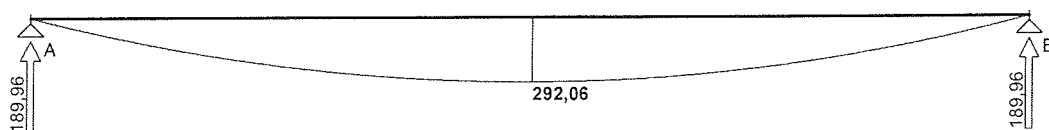
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

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

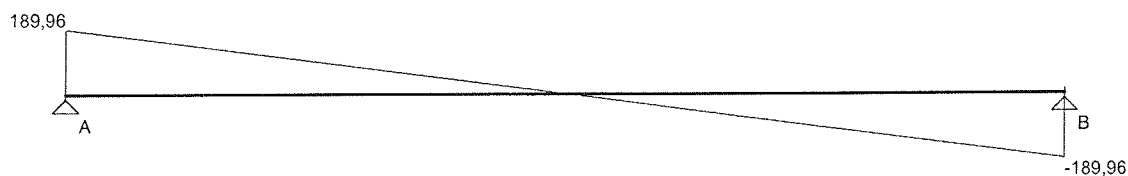
Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

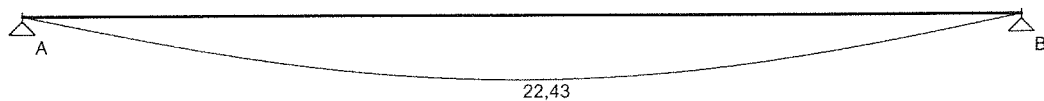
Momenty zginające [kNm]:



Siły tnące [kN]:

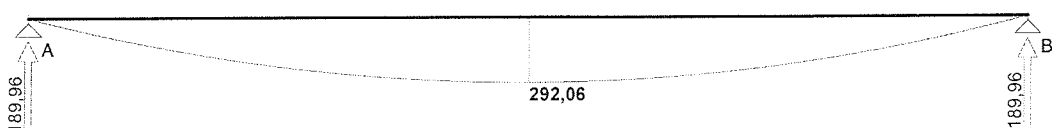


Ugięcia [mm]:

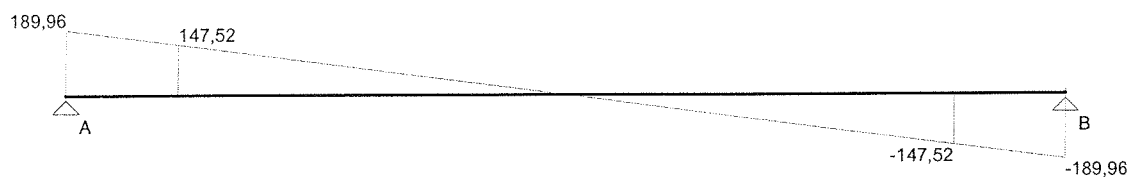


Obwiednia sił wewnętrznych

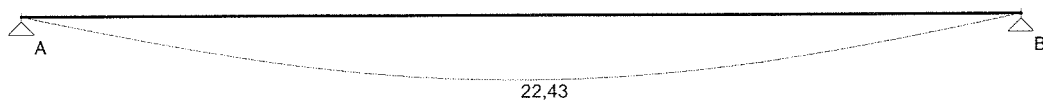
Momenty zginające [kNm]:



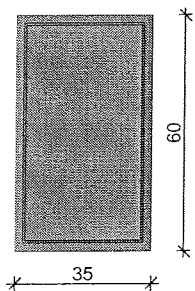
Siły tnące [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 35,0 \text{ cm}$, $h = 60,0 \text{ cm}$

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

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 292,06 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 16,26 \text{ cm}^2$. Przyjęto $9\phi 16$ o $A_s = 18,10 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,92\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 292,06 \text{ kNm} < M_{Rd} = 321,56 \text{ kNm}$

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 147,52 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co **70 mm** na odcinku 119,0 cm przy podporach oraz co 400 mm w środku rozpiętości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 147,52 \text{ kN} < V_{Rd3} = 155,27 \text{ kN}$

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 289,58 \text{ kNm}$

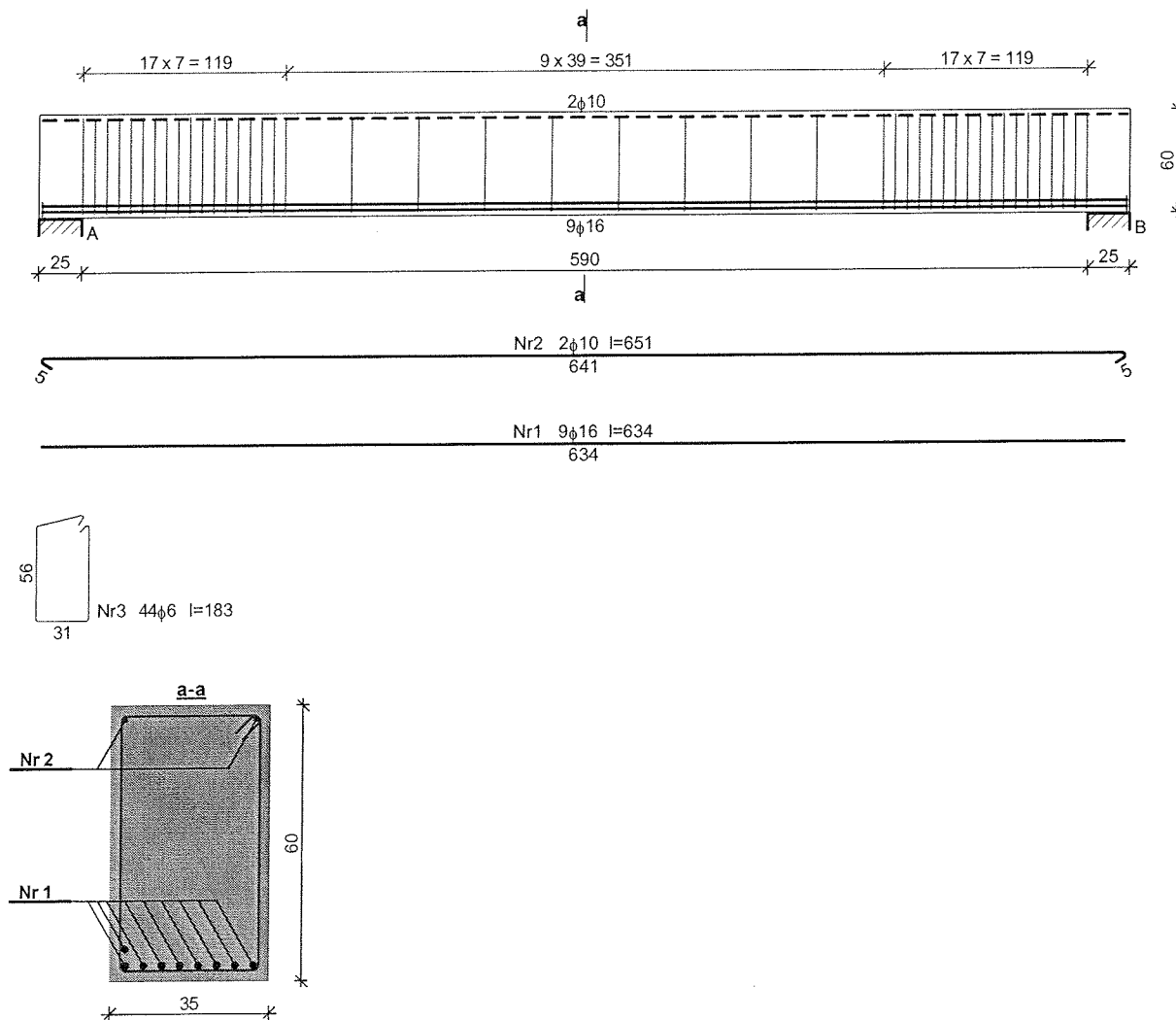
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,224 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 22,43 \text{ mm} < a_{lim} = 30,00 \text{ mm}$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 180,69 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,253 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

SKZIC ZBROJENIA:



Zestawienie stali zbrojeniowej

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b		34GS
				φ6	φ10	φ16
1.	16	634	9			57,06
2.	10	651	2		13,02	
3.	6	183	44	80,52		
Długość wg średnic [m]				80,6	13,1	57,1
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,617	1,578
Masa wg średnic [kg]				17,9	8,1	90,1
Masa wg gatunku stali [kg]				26,0		91,0
Razem [kg]				117		

----- koniec wydruku -----

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PŁYTY JEDNOKIERUNKOWO ZBROJONI

©1995-2008 SPECBUD Gliwice

Użytkownik: Pracownia Projektowo-Konserwatorska "PROKON" S.C.

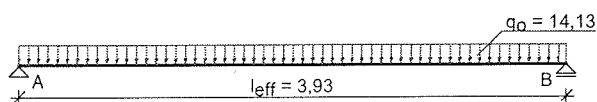
Autor:

Tytuł:

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m²]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Obciążenie zmienne (sale dworcowe, targowe, sportowe, taneczne, sceny teatralne i estradowe, sklepy, sale sprzedaży domów towarowych.) [5,0kN/m ²]	5,00	1,30	0,80	6,50
2.	Płyta żelbetowa grub.23 cm	5,75	1,10	--	6,33
3.		1,00	1,30	--	1,30
Σ :		11,75	1,20		14,13

Schemat statyczny płyty:



Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 27,27$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 22,68$ kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 20,75$ kNm/m

Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 27,76$ kN/m

Dane materiałowe :

Grubość płyty

23,0 cm

Klasa betonu

C25/30 (B30) $\rightarrow f_{cd} = 16,67$ MPa, $f_{ctd} = 1,20$ MPa, $E_{cm} = 31,0$ GPa

Ciężar objętościowy betonu

$\rho = 25$ kN/m³

Wilgotność środowiska

RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia

28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)

$\phi = 2,59$

Stal zbrojeniowa główna

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

Pręty rozdzielcze

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

Otulenie zbrojenia przęsłowego

$c_{nom} = 20$ mm

Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa:

trwała

Graniczna szerokość rys

$w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie

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

Wyniki:

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

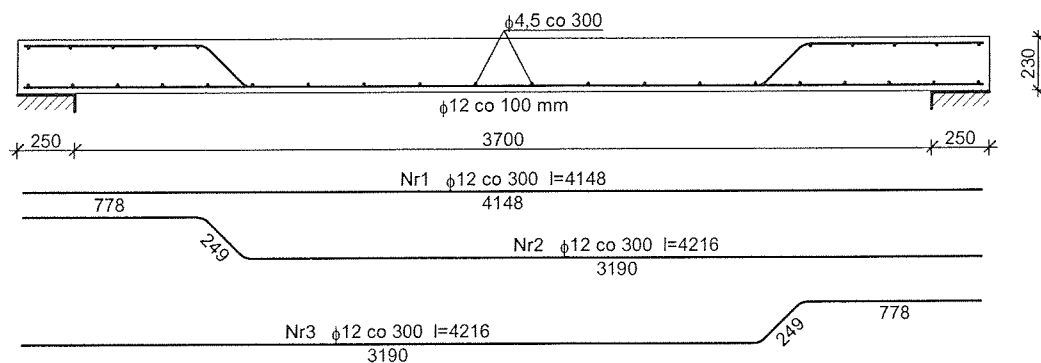
Przęsło:

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,90 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 12 \text{ co } 10,0 \text{ cm}$ o $A_s = 11,31 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,55\%$)

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 0,3 \text{ mm}$

Maksymalne ugięcie od $M_{\text{Sk,lt}}$: $a(M_{\text{Sk,lt}}) = 3,23 \text{ mm} < a_{\text{lim}} = 19,65 \text{ mm}$

Szkic zbrojenia:



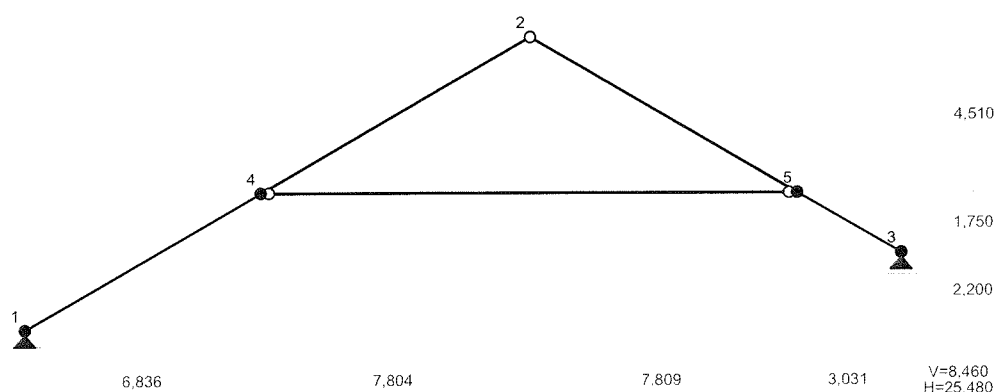
Zestawienie stali zbrojeniowej dla pasma 1 mb płyty

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b	34GS
				$\phi 4,5$	$\phi 12$
1	12	415	3,33		13,83
2	12	422	3,33		14,07
3	12	422	3,33		14,07
4	4,5	105	30	31,50	
Długość wg średnic [m]				31,5	42,0
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,125	0,888
Masa wg średnic [kg]				3,9	37,3
Masa wg gatunku stali [kg]				4,0	38,0
Razem [kg]				42	

Obliczenia układu głównego
Tabela obciążeń

Rodzaj obciążenia		kN/m ²	γ_f	kN/m ²	Obciążenie dachu na 1mb			
kingspan		0,250	1,35	0,338	konstrukcji przy rozstawie ram:			
Obciążenie technologiczne		0,200	1,35	0,270	4,30 m			
Pokrycie Σ =		0,450	1,35	0,608	1,935	1,35	2,612	
Śnieg		1,640	1,5	2,460	7,052	1,5	10,578	
Wiatr	Dach	Połąc nawietrzna:	0,383	1,5	0,574	1,645	1,5	2,467
		Połąc zawietrzna:	-0,689	1,5	-1,033	-2,961	1,5	-4,441

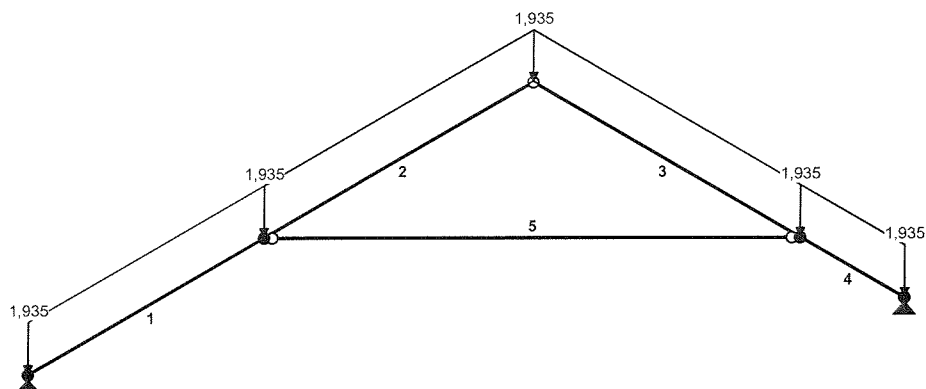
Statyka



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	4	6,836	3,950
2	14,640	8,460	5	22,449	3,950
3	25,480	2,200			

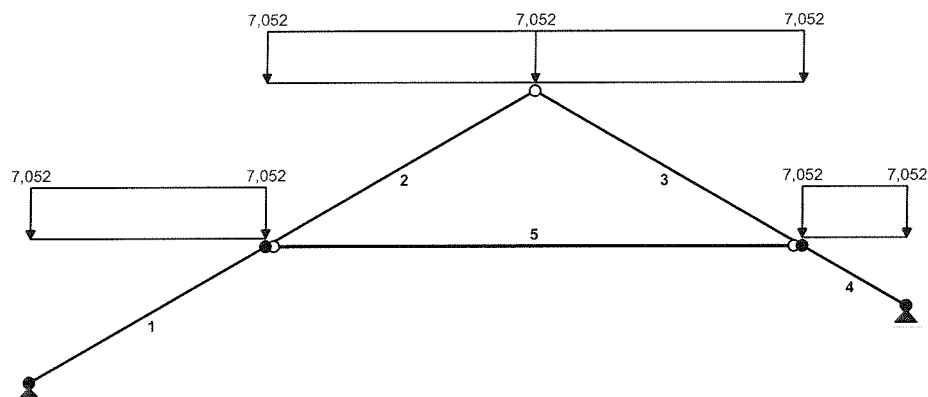
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: G ""				Stałe	$\gamma_f = 1,35$	
1	Liniowe	0,0	1,935	1,935	0,00	7,90
2	Liniowe	0,0	1,935	1,935	0,00	9,01
3	Liniowe	0,0	1,935	1,935	0,00	9,02
4	Liniowe	0,0	1,935	1,935	0,00	3,50

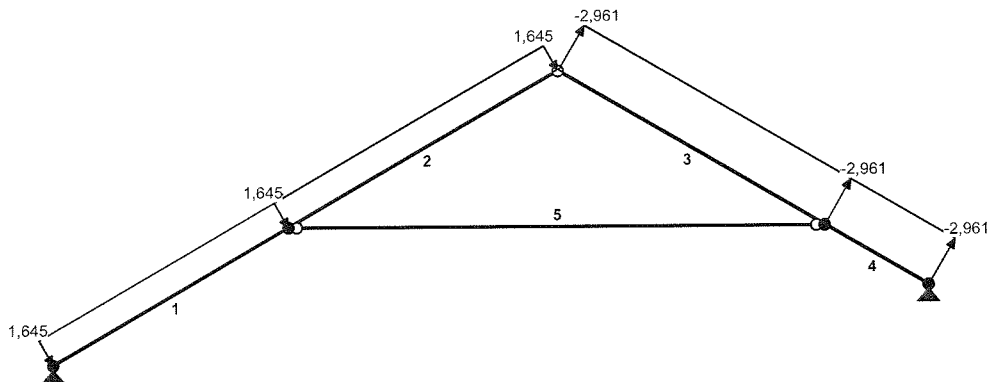
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: S ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	7,052	7,052	0,00	7,90
2	Liniowe-Y	0,0	7,052	7,052	0,00	9,01
3	Liniowe-Y	0,0	7,052	7,052	0,00	9,02
4	Liniowe-Y	0,0	7,052	7,052	0,00	3,50

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

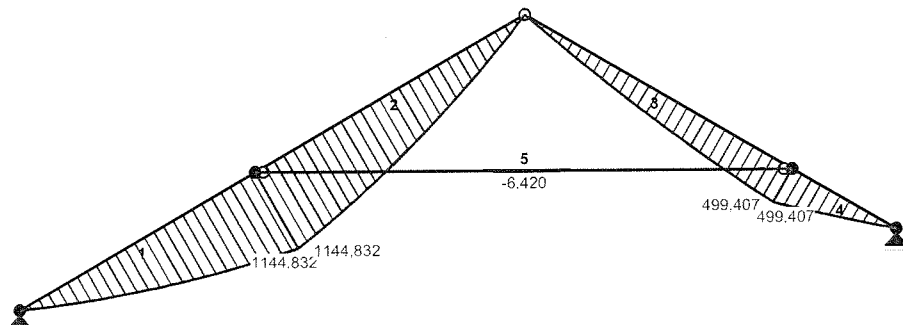
Pręt:	Rodzaj:	Kat:	P1 (Tg) :	P2 (Td) :	a [m] :	b [m] :
Grupa:	W	"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	30,0	1,645	1,645	0,00	7,90
2	Liniowe	30,0	1,645	1,645	0,00	9,01
3	Liniowe	-30,0	-2,961	-2,961	0,00	9,02
4	Liniowe	-30,0	-2,961	-2,961	0,00	3,50

W Y N I K I Teoria I-go rzędu

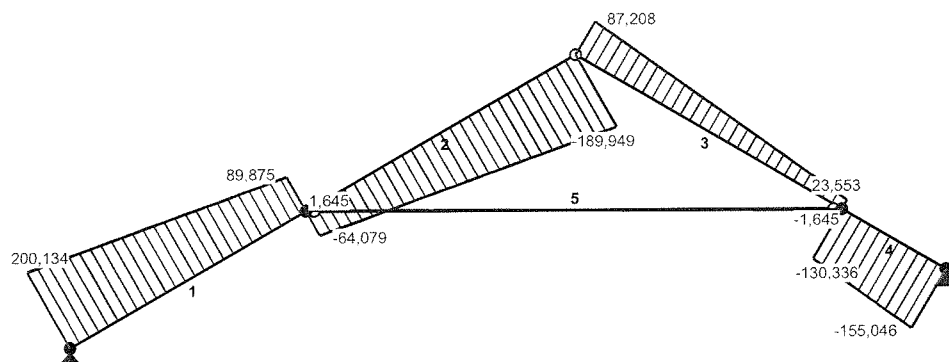
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
G - ""	Stałe		1,35
S - ""	Zmienne 1	1,00	1,50
W - ""	Zmienne 1	1,00	1,50

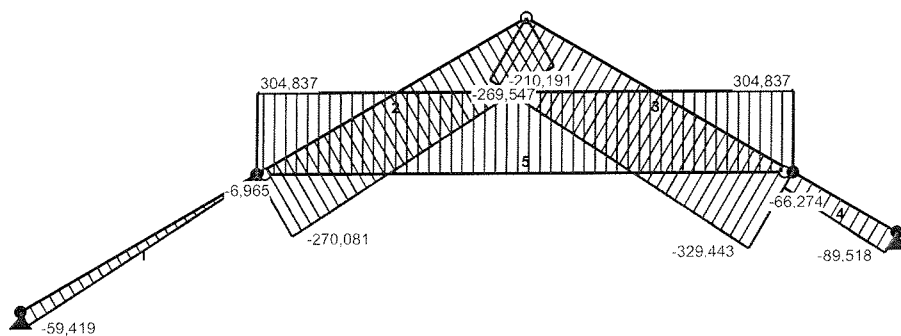
MOMENTY:



TNACE :



NORMALNE :

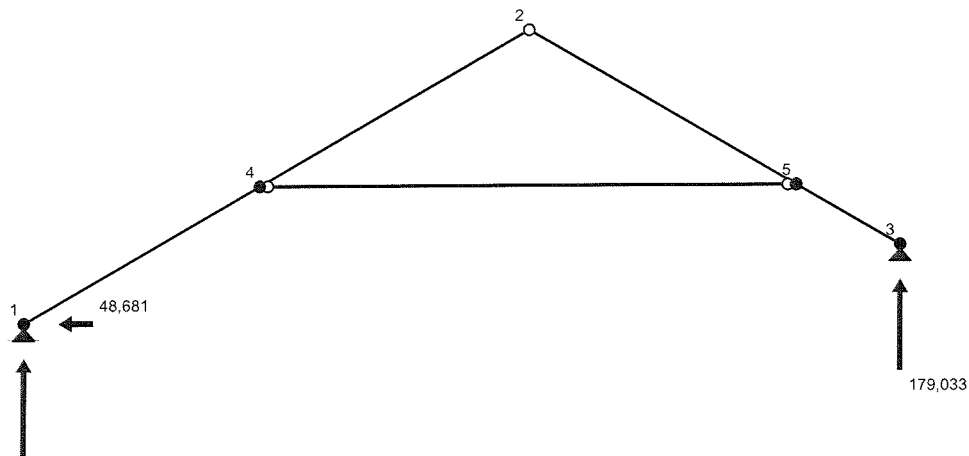


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+GSW

Pręt:	x/L:	x [m] :	M [kNm] :	Q [kN] :	N [kN] :
1	0,00	0,000	-0,000	200,134	-59,419
	1,00	7,895	1144,832	89,875	-6,965
2	0,00	0,000	1144,832	-64,079	-270,081
	1,00	9,013	-0,000	-189,949	-210,191
3	0,00	0,000	0,000	87,208	-269,547
	1,00	9,018	499,407	23,553	-329,443
4	0,00	0,000	499,407	-130,336	-66,274
	1,00	3,500	-0,000	-155,046	-89,518
5	0,00	0,000	0,000	-1,645	304,837
	0,50	7,807	-6,420*	0,000	304,837
	1,00	15,613	0,000	1,645	304,837

* = Wartości ekstremalne

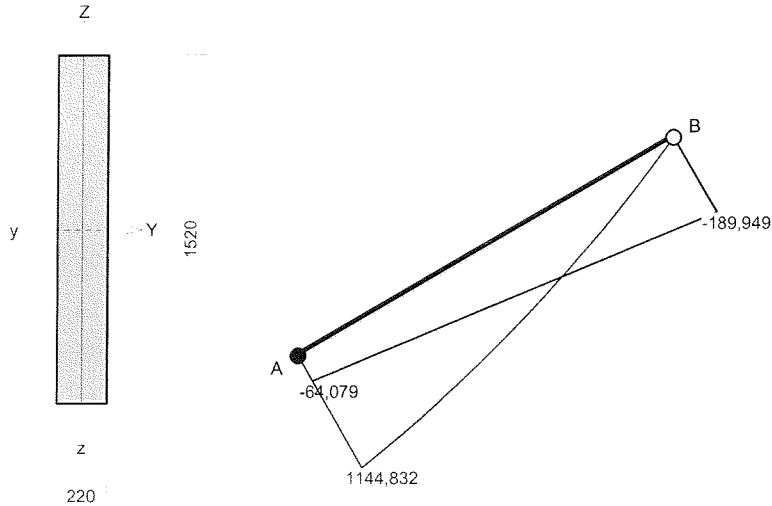
REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+GSW

Węzeł:	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	-48,681	203,013	208,768	
3	0,000	179,033	179,033	

Obliczenia wytrzymałościowe



Przekrój: 1 „B 152,0x22,0”

Wymiary przekroju:

$h=1520,0$ mm $b=220,0$ mm.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=6438314,7$; $J_{zg}=134874,7$ cm⁴; $A=3344,00$ cm²; $i_y=43,9$; $i_z=6,4$ cm; $W_y=84714,7$; $W_z=12261,3$ cm³.

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno GL32c.**

$$f_{m,k} = 32,00$$

$$f_{m,d} = 19,69 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 19,50$$

$$f_{t,0,d} = 12,00 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,45$$

$$f_{t,90,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 26,50$$

$$f_{c,0,d} = 16,31 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 3,00$$

$$f_{c,90,d} = 1,85 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,20$$

$$f_{v,d} = 1,97 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 13700 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 420 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 11100 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 780 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00 \text{ m}$; $x_b=9,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „GSW”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 1,020 \times 9,013 = 9,193 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 0,800 = 0,800 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 9,194 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 0,800 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 9,194 / 0,4388 = 20,95$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 0,800 / 0,0635 = 12,60$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 11100 / (20,95)^2 = 249,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 11100 / (12,60)^2 = 690,41 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{27 / 249,54} = 0,326$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{27 / 690,41} = 0,196$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,1 \times (0,326 - 0,5) + (0,326)^2] = 0,544$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,1 \times (0,196 - 0,5) + (0,196)^2] = 0,504$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,544 + \sqrt{0,544^2 - 0,326^2}) = 1,020$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,504 + \sqrt{0,504^2 - 0,196^2}) = 1,033$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 3344,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 270,081 / 3344,00 \times 10 = \mathbf{0,81} < \mathbf{16,63} = 1,020 \times 16,31 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,01$ m, przy obciążeniach „GSW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,81}{1,020 \times 16,31} + 0,7 \times \frac{0,00}{19,69} + \frac{13,51}{19,69} = \mathbf{0,735} < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,81}{1,033 \times 16,31} + \frac{0,00}{19,69} + 0,7 \times \frac{13,51}{19,69} = \mathbf{0,528} < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,01$ m, przy obciążeniach „GSW”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 9013 + 1520 + 1520 = 12053 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \frac{\sqrt{l_d h f_{m,d}}}{\sqrt{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{12053 \times 1520 \times 19,69}{3,142 \times 220^2 \times 11100}} \times \sqrt[4]{\frac{13700}{780}} = 0,947$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } 0,75 < \lambda_{\text{rel,m}} \leq 1,4 \quad k_{\text{crit}} = 1,56 - 0,75 \lambda_{\text{rel,m}} = 0,850$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1144,832 / 84714,67 \times 10^3 = \mathbf{13,51} < \mathbf{16,74} = 0,850 \times 19,69 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,01$ m, przy obciążeniach „GSW”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{13,51}{19,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{19,69} = \mathbf{0,686} < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{13,51}{19,69} + \frac{0,00}{19,69} = \mathbf{0,480} < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=9,01$ m, przy obciążeniach „GSW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,81^2}{16,31^2} + \frac{13,51}{19,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{19,69} = \mathbf{0,689} < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,81^2}{16,31^2} + 0,7 \times \frac{13,51}{19,69} + \frac{0,00}{19,69} = \mathbf{0,483} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=9,01$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „GSW”.

Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 189,949 / 3344,00 \times 10 = 0,85 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 3344,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,85^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,85} < \mathbf{1,97} = 1,000 \times 1,97 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,82$ m; $x_b=6,20$ m, przy obciążeniach „GSW”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 84,7 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „G”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = -13,9 \times [1 + 19,2 \times (1520,0/16940)^2] (1 + 0,80) = -28,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,80) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („SW”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: *Średniotrwale* (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = -30,0 \times [1 + 19,2 \times (1520,0/16940)^2] (1 + 0,25) = -43,2 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -28,9 + -43,2 = 72,1 < 84,7 = u_{\text{net,fin}}$$

inż. Władysław Ragiński
nadzory - uprawniając nr 182/86/Op
projektowanie - uprawniając nr 206/86/Op
obiekty zabytk. j.w. zezwól. nr 78/94
46-053 Suchy Bór ul. Kasztanowa 15