

ZAŁĄCZNIK 2

Analiza statyczno-wytrzymałościowa
elementów konstrukcji dachu i stropu

1. KROKIEW 13x14cm

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny
Szerokość: $b = 13,0 \text{ cm}$
Wysokość: $h = 14,0 \text{ cm}$
Zacios na podporach: $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno: drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

→ $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}$, $\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

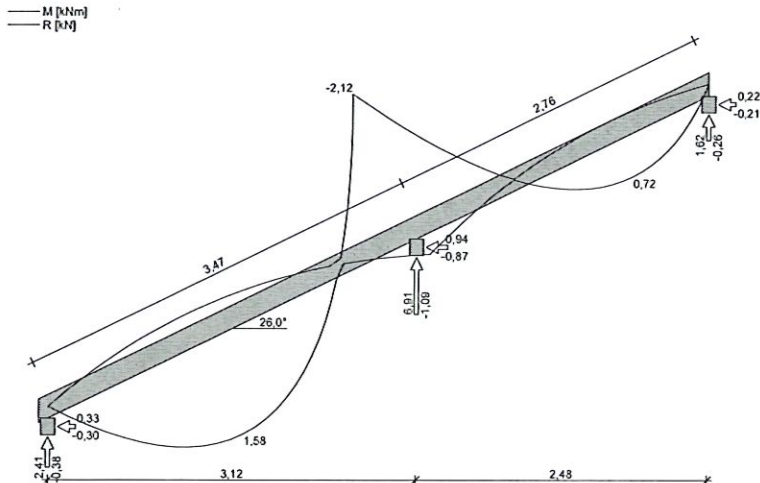
Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 26,0^\circ$
Rozstaw krokwi: $a = 1,34 \text{ m}$
Długość wspornika: $l_w = 0,00 \text{ m}$
Długość odcinka środkowego: $l_d = 3,47 \text{ m}$
Długość odcinka górnego: $l_g = 2,76 \text{ m}$
- element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie stałe: $g_k = 0,110 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej; $\gamma_f = 1,15$
- obciążenie śniegiem: $S_k = 0,576 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru: $p_k = 0,450 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 0,90$
- obciążenie ssaniem wiatru: $p_k = -0,420 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 0,90$
- obciążenie ociepleniem: $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej

WYNIKI:



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stale + śnieg + wiatr)

Moment obliczeniowy: $M_{podp} = -2,12 \text{ kNm}$

Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 8,07 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$

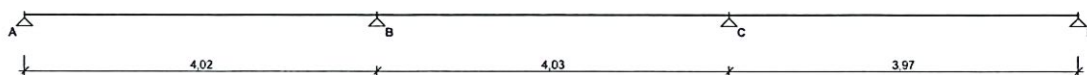
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,729 < 1$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$u_{fin} = 3,93 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 26,03 \text{ mm} \quad (15,1\%)$

2. PŁATEW POŚREDNIA 16x16cm

SCHEMAT BELKI:



Parametry belki:

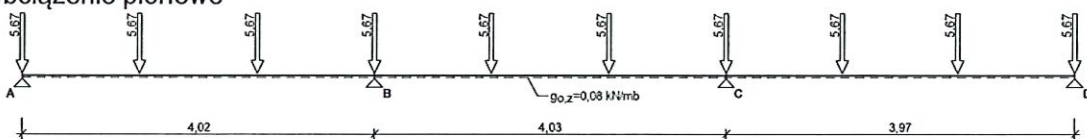
- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,15$
- udział ciężaru własnego na kierunkach wg kąta odchylenia przekroju od pionu ($\alpha = 26,00^\circ$):
- składowa pionowa = 89,9%, składowa pozioma = 43,8%

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

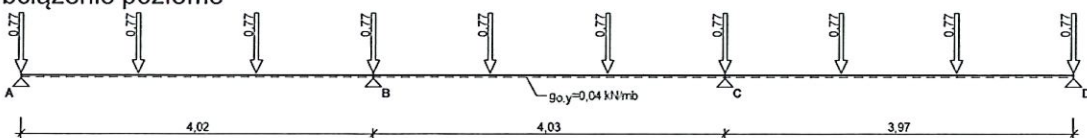
Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,0$, klasa trwania - krótkotrwałe, $k_{def} = 0,90$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

Obciążenie pionowe



Obciążenie poziome



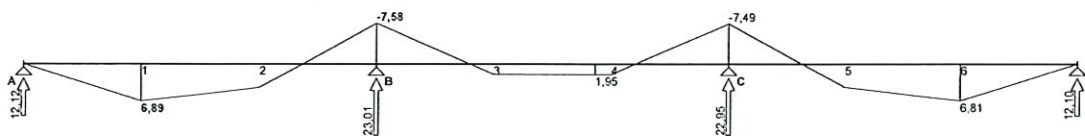
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,22·Przypadek 1	1,22·P1
K2: Przypadek 1	1,0·P1

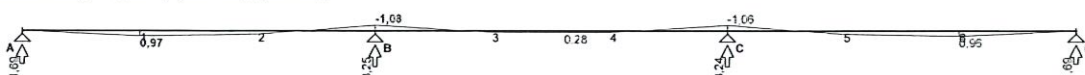
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

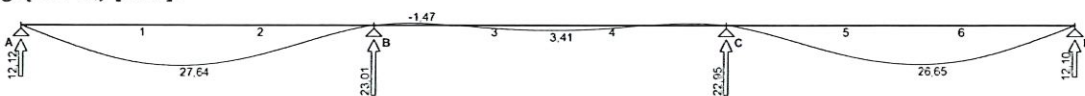
Momenty zginające M_x [kNm]:



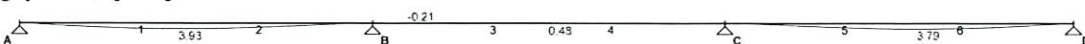
Momenty zginające M_y [kNm]:



Ugięcia $f_{k,y}$ [mm]:



Ugięcia $f_{k,x}$ [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Belka zginana dwukierunkowo

Parametry analizy zwichrzenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki

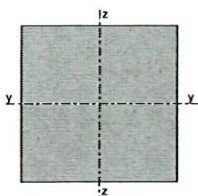
- stosunek $l_d/l = 1,00$

- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne przęsła $U_{net,fin} = l_o / 200$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH



Przekrój prostokątny 16 / 16 cm

$W_y = 683 \text{ cm}^3$, $W_z = 683 \text{ cm}^3$, $J_y = 5461 \text{ cm}^4$, $J_z = 5461 \text{ cm}^4$, $m = 8,19 \text{ kg/m}$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C18

→ $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2 \text{ MPa}$,

$E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}$, $\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$

Zginanie

Przekrój $x = 4,02 \text{ m}$ (K1: 1,22·P1)

Momenty maksymalne $M_{y,max} = -7,58 \text{ kNm}$, $M_{z,max} = -1,08 \text{ kNm}$

$\sigma_{m,y,d} = 11,10 \text{ MPa}$, $\sigma_{m,z,d} = 1,58 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 12,46 \text{ MPa}$

$k_m = 0,7$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,89 + 0,09 = 0,98 < 1$

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,62 + 0,13 = 0,75 < 1$

Warunek stateczności:

Przekrój $x = 4,02 \text{ m}$ (K1: 1,22·P1)

$M_y = -7,58 \text{ kNm}$, $\sigma_{m,y,d} = 11,10 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}$

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

$\sigma_{m,y,d} = 11,10 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa} \quad (89,1\%)$

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

$\sigma_{m,z,d} = 1,58 \text{ MPa} < k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 12,46 \text{ MPa} \quad (12,7\%)$

Ścinanie

Przekrój $x = 8,05 \text{ m}$ (K1: 1,22·P1)

Siły poprzeczne $V_z = 8,99 \text{ kN}$, $V_y = 1,29 \text{ kN}$

$\tau_{d,z} = 0,53 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,38 \text{ MPa} \quad (38,0\%)$

$\tau_{d,y} = 0,08 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,38 \text{ MPa} \quad (5,5\%)$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_{A,z} = 12,12 \text{ kN}$

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

$\sigma_{c,90,z,d} = 0,76 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,52 \text{ MPa} \quad (49,7\%)$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 1,80 \text{ m}$ (P1: Przypadek 1)

Ugięcia składowe $u_{fin,z} = 27,64 \text{ mm}$, $u_{fin,y} = 3,93 \text{ mm}$

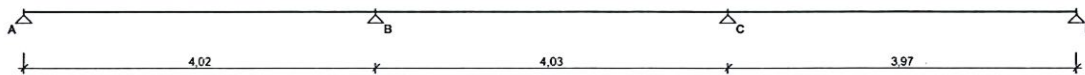
Ugięcie maksymalne $u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 27,92 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 1,5 \cdot l_o / 200 = 1,5 \cdot 4020 / 200 = 30,15 \text{ mm}$

$u_{fin} = 27,92 \text{ mm} < u_{net,fin} = 30,15 \text{ mm} \quad (92,6\%)$

3. PŁATEW KALENICOWA 20x20cm

SCHEMAT BELKI



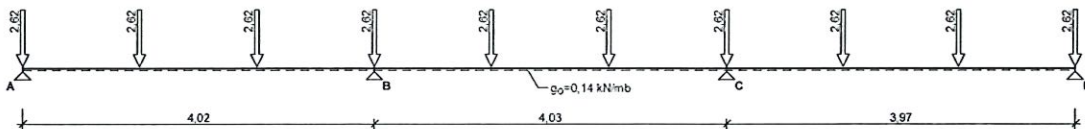
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,15$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,0$, klasa trwania - krótkotrwale, $k_{def} = 0,90$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



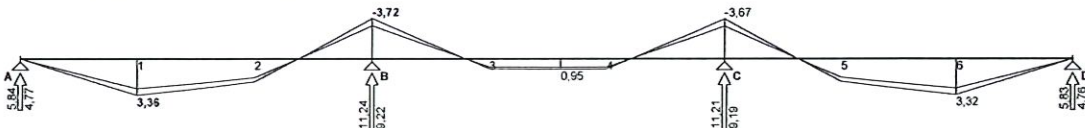
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,24·Przypadek 1	1,24·P1
K2: Przypadek 1	1,0·P1

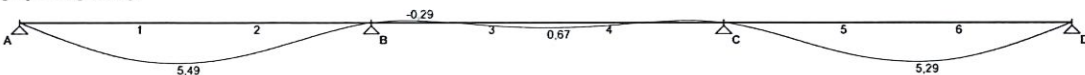
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

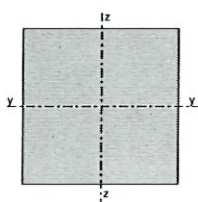
Parametry analizy zwiczenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_0 / 200$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH



Przekrój prostokątny 20 / 20 cm

$W_y = 1333 \text{ cm}^3$, $J_y = 13333 \text{ cm}^4$, $m = 12,8 \text{ kg/m}$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C18

→ $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2 \text{ MPa}$,

$E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}$, $\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$

Zginanie

Przekrój $x = 4,02 \text{ m}$ (K1: 1,24·P1)

Moment maksymalny $M_{\max} = -3,72 \text{ kNm}$

$\sigma_{m,y,d} = 2,79 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,22 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 2,79 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa} \quad (22,4\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 8,05 \text{ m}$ (K1: 1,24·P1)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 4,46 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,17 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,38 \text{ MPa} \quad (12,1\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 11,24 \text{ kN}$ (K1: 1,24·P1)

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

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,56 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,97 \text{ MPa} \quad (28,5\%)$$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 10,24 \text{ m}$ (P1: Przypadek 1)

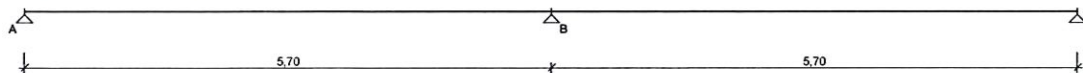
Ugięcie maksymalne $u_{\text{fin}} = u_M + u_V = 5,55 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l_0 / 200 = 1,5 \cdot 3970 / 200 = 29,78 \text{ mm}$

$$u_{\text{fin}} = 5,55 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 29,78 \text{ mm} \quad (18,6\%)$$

4. BELKA STROPOWA 18x8cm (pierwotnie 24x24cm)

SCHEMAT BELKI



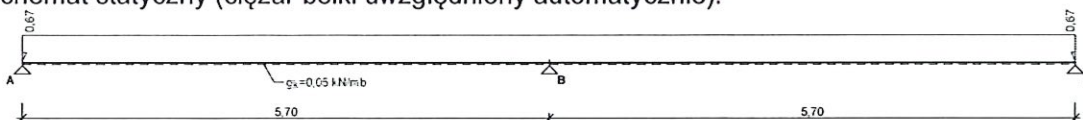
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,15$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

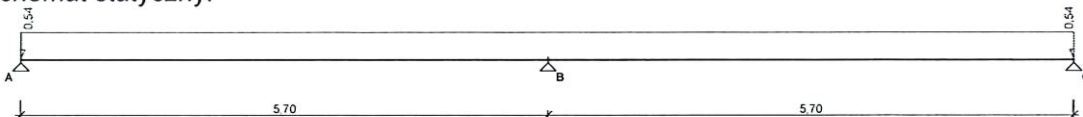
Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,0$, klasa trwania - stałe, $k_{\text{def}} = 0,60$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek P2: Przypadek 2 ($\gamma_f = 1,0$, klasa trwania - średniotrwale, $k_{\text{def}} = 0,80$)

Schemat statyczny:



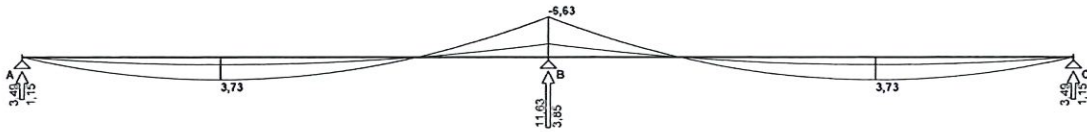
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 6.10a	$1,35 \cdot P1 + 0,0 \cdot P2$
K2: 6.10b	$1,15 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2$
K3: SGU	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P1$

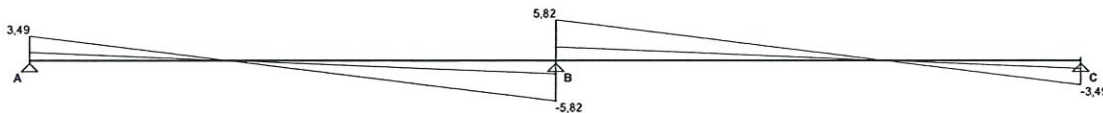
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

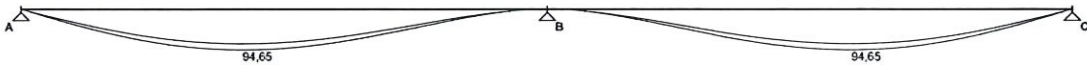
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

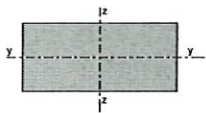
Parametry analizy zwiczenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $l_d/l = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie rozciągającym (dolnym) belki

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_o / 300$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH



Przekrój prostokątny 18 / 8 cm

$W_y = 192 \text{ cm}^3$, $J_y = 768 \text{ cm}^4$, $m = 4,61 \text{ kg/m}$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C18

→ $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2 \text{ MPa}$,

$E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}$, $\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$

Zginanie

Przekrój x = 5,70 m (K2: $1,15 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2$)

Moment maksymalny $M_{max} = -6,63 \text{ kNm}$

$\sigma_{m,y,d} = 34,53 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 4,16 > 1$ (!!!)

Warunek stateczności:

$\sigma_{m,y,d} = 34,53 \text{ MPa} > k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa}$ (415,6%) (!!!)

Ścinanie

Przekrój x = 5,70 m (K2: $1,15 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = -5,82 \text{ kN}$

$\tau_d = 0,61 \text{ MPa} < f_{v,d} = 0,92 \text{ MPa}$ (65,6%)

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 11,63 \text{ kN}$ (K2: $1,15 \cdot P1 + 1,5 \cdot P2$)

$a_p = 12,0 \text{ cm}$, $k_{c,90} = 1,18$

$\sigma_{c,90,y,d} = 0,54 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,19 \text{ MPa}$ (45,1%)

Stan graniczny użytkowalności

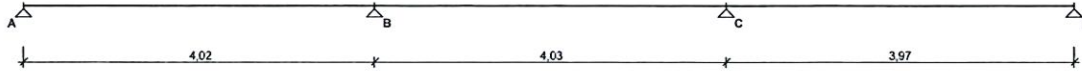
Przekrój x = 9,01 m (K3: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P1$)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = 183,32 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 1,5 \cdot l_0 / 300 = 1,5 \cdot 5700 / 300 = 28,50 \text{ mm}$
 $u_{fin} = 183,32 \text{ mm} > u_{net,fin} = 28,50 \text{ mm} \quad (643,2\%) \quad (!!!)$

5. BELKA STROPOWA GŁÓWNA - NADCIĄG 18x20cm (pierwotnie 22x26cm)

SCHEMAT BELKI



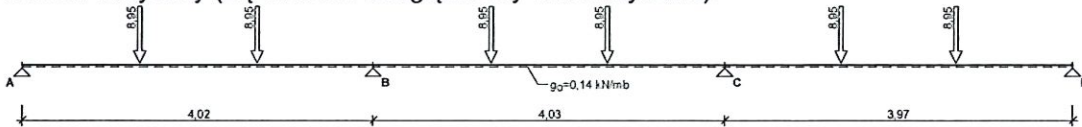
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,15$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek P1: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,0$, klasa trwania - średniotrwale, $k_{def} = 0,80$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



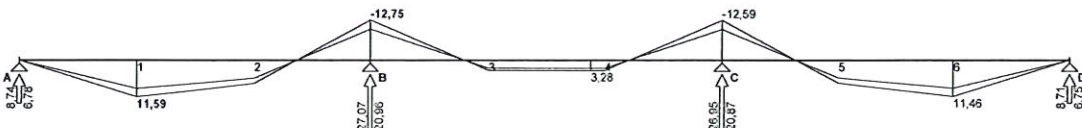
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,30·Przypadek 1	1,30·P1
K2: Przypadek 1	1,0·P1

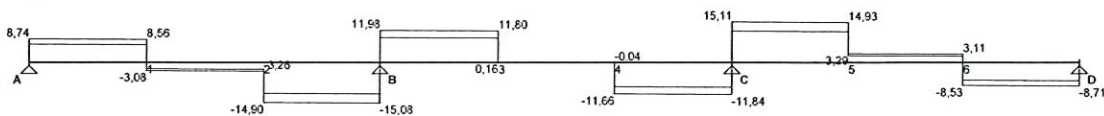
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

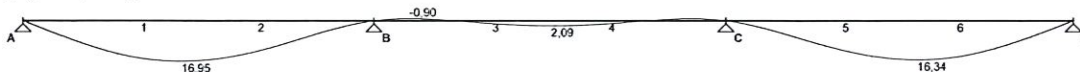
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

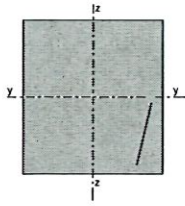
Parametry analizy zwiczenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $l_d/l = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie rozciągającym (dolnym) belki

Belka w obiekcie starym, remontowanym

Ugięcie graniczne przęsła $u_{net,fin} = l_0 / 300$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH



Przekrój prostokątny 18 / 20 cm
 $W_y = 1200 \text{ cm}^3$, $J_y = 12000 \text{ cm}^4$, $m = 12,2 \text{ kg/m}$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C22

→ $f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}$,
 $E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}$, $\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$

Zginanie

Przekrój $x = 4,02 \text{ m}$ (K1: 1,30·P1)

Moment maksymalny $M_{max} = -12,75 \text{ kNm}$

$\sigma_{m,y,d} = 10,62 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 13,54 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,78 < 1$

Warunek stateczności:

$k_{crit} = 1,000$

$\sigma_{m,y,d} = 10,62 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 13,54 \text{ MPa} \quad (78,5\%)$

Ścinanie

Przekrój $x = 8,05 \text{ m}$ (K1: 1,30·P1)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 15,11 \text{ kN}$

$\tau_d = 0,63 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,48 \text{ MPa} \quad (42,6\%)$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 27,07 \text{ kN}$ (K1: 1,30·P1)

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

$\sigma_{c,90,y,d} = 1,50 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,91 \text{ MPa} \quad (78,7\%)$

Stan graniczny użytkowalności

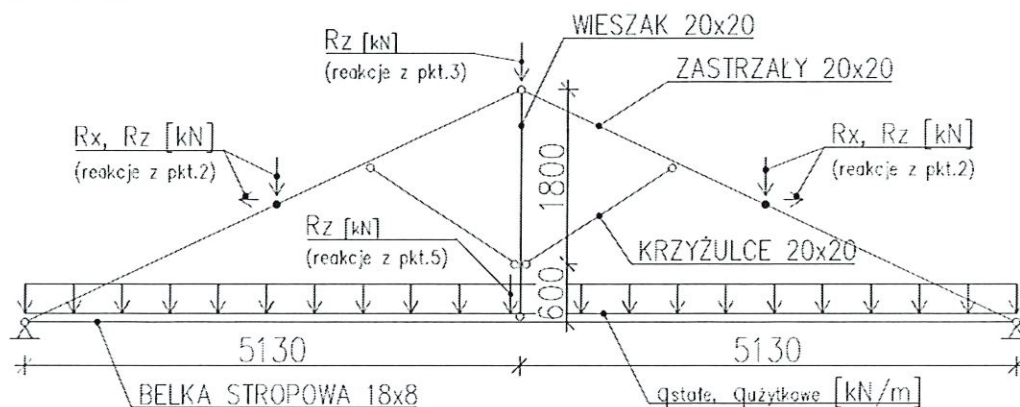
Przekrój $x = 10,24 \text{ m}$ (P1: Przypadek 1)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_V = 17,14 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = 1,5 \cdot l_0 / 300 = 1,5 \cdot 3970 / 300 = 19,85 \text{ mm}$

$u_{fin} = 17,14 \text{ mm} < u_{net,fin} = 19,85 \text{ mm} \quad (86,3\%)$

6. WIAZAR PEŁNY



OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 5 KOMB2 - 6.10b 1*1.15+2*1.22+3*1.50

a) Belka stropowa 18x8

MATERIAŁ C18

$gM = 1,30$

$f_{v,k} = 3,40 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6000,00 \text{ MPa}$

$f_{m,0,k} = 18,00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0,40 \text{ MPa}$

$G_{moyen} = 560,00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 11,00 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2,20 \text{ MPa}$

Klasa użyteczności: 2

$f_{c,0,k} = 18,00 \text{ MPa}$

$E_{0,moyen} = 9000,00 \text{ MPa}$

Beta $c = 0,20$

PARAMETRY PRZEKROJU:

ht=8.0 cm			
bf=18.0 cm	Ay=96.00 cm ²	Az=96.00 cm ²	Ax=144.00 cm ²
ea=4.0 cm	Iy=768.00 cm ⁴	Iz=3888.00 cm ⁴	Ix=2213.0 cm ⁴
es=4.0 cm	Wy=192.00 cm ³	Wz=432.00 cm ³	

NAPRĘŻENIA

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -5.34/192.00 = -27.82 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -5.229/144.00 = -0.54 \text{ MPa}$$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$$f_{m,y,d} = 14.13 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 2.35 \text{ MPa}$$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$$k_{h,y} = 1.13 \quad k_{mod} = 0.90 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$\text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 27.82/14.13 = 1.97 > 1.00 \quad (6.11)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.54/0.67)/2.35 = 0.35 < 1.00 \quad (6.13)$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia:

$$u_{fin,y} = 0.000 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/300.00 = 1.710 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } (1+0.8)*1 + (1+0*0.8)*3 + (0.5+0*0.8)*2$$

Profil niepoprawny !!!

b) Zastrzały 20x20

MATERIAŁ C22

g _M = 1.30	f _{m,0,k} = 22.00 MPa	f _{t,0,k} = 13.00 MPa	f _{c,0,k} = 20.00 MPa
f _{v,k} = 3.80 MPa	f _{t,90,k} = 0.40 MPa	f _{c,90,k} = 2.40 MPa	E _{0,moyen} = 10000.00 MPa
E _{0,05} = 6700.00 MPa	G _{moyen} = 630.00 MPa	Klasa użyteczności: 2	Beta _c = 0.20

PARAMETRY PRZEKROJU:

ht=20.0 cm			
bf=20.0 cm	Ay=266.67 cm ²	Az=266.67 cm ²	Ax=400.00 cm ²
ea=10.0 cm	Iy=13333.33 cm ⁴	Iz=13333.33 cm ⁴	Ix=19733.3 cm ⁴
es=10.0 cm	Wy=1333.33 cm ³	Wz=1333.33 cm ³	

NAPRĘŻENIA

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 107.873/400.00 = 2.70 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 8.68/1333.33 = 6.51 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 2.825/400.00 = 0.11 \text{ MPa}$$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$$f_{c,0,d} = 13.85 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 15.23 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 2.63 \text{ MPa}$$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$$k_h = 1.00 \quad k_{h,y} = 1.00 \quad k_{mod} = 0.90 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

- względem osi Y:

LY = 5.6636 m	Lambda _Y = 67.29
Lambda _{rel Y} = 1.17	ky = 1.27
LFY = 3.8849 m	kcy = 0.57

- względem osi Z:

LZ = 5.6636 m	Lambda _Z = 98.10
Lambda _{rel Z} = 1.71	kz = 2.10
LFZ = 5.6636 m	kcz = 0.30

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_{m,y} \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 2.70/(0.30 \cdot 13.85) + 0.70 \cdot 6.51/15.23 = 0.94 < 1.00 \quad (6.24)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.11/0.67)/2.63 = 0.06 < 1.00 \quad (6.13)$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia:

$u_{fin,y} = 0.000 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.832 \text{ cm}$
Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.8)*1 + (1+0*0.8)*3 + (0.5+0*0.8)*2$
 $u_{fin,z} = 0.348 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.832 \text{ cm}$
Decydujący przypadek obciążenia: $(1+0.8)*1 + (1+0*0.8)*3 + (0.5+0*0.8)*2$

Zweryfikowano

Zweryfikowano

Profil poprawny !!!

c) Krzyżulce 20x20

MATERIAŁ C18

$gM = 1.30$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$	$E_{0,moyen} = 9000.00 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{moyen} = 560.00 \text{ MPa}$	Klasa użyteczności: 2	$Beta_c = 0.20$

PARAMETRY PRZEKROJU:

$ht = 20.0 \text{ cm}$			
$bf = 20.0 \text{ cm}$	$A_y = 266.67 \text{ cm}^2$	$A_z = 266.67 \text{ cm}^2$	$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$
$ea = 10.0 \text{ cm}$	$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 19733.3 \text{ cm}^4$
$es = 10.0 \text{ cm}$	$W_y = 1333.33 \text{ cm}^3$	$W_z = 1333.33 \text{ cm}^3$	

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 25.552/400.00 = 0.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 0.06/1333.33 = 0.04 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{c,0,d} = 12.46 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 12.46 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$kh = 1.00$ $kh_y = 1.00$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

- względem osi Y:

$LY = 1.9210 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 33.27$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 0.58$ $ky = 0.70$
 $LFY = 1.9210 \text{ m}$ $kcy = 0.92$

- względem osi Z:

$LZ = 1.9210 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 33.27$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 0.58$ $kz = 0.70$
 $LFZ = 1.9210 \text{ m}$ $kcz = 0.92$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_c \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.64/(0.92 \cdot 12.46) + 0.04/12.46 = 0.06 < 1.00 \text{ (6.23)}$

Profil poprawny !!!

d) Wieszak 20x20

MATERIAŁ C18

$gM = 1.30$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$	$E_{0,moyen} = 9000.00 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{moyen} = 560.00 \text{ MPa}$	Klasa użyteczności: 2	$Beta_c = 0.20$

PARAMETRY PRZEKROJU:

$ht = 20.0 \text{ cm}$			
$bf = 20.0 \text{ cm}$	$A_y = 266.67 \text{ cm}^2$	$A_z = 266.67 \text{ cm}^2$	$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$
$ea = 10.0 \text{ cm}$	$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 22493.3 \text{ cm}^4$
$es = 10.0 \text{ cm}$	$W_y = 1333.33 \text{ cm}^3$	$W_z = 1333.33 \text{ cm}^3$	

NAPRĘŻENIA

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -65.986/400.00 = -1.65 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{t,0,d} = 7.62 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$kh = 1.00$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} = 1.65/7.62 = 0.22 < 1.00 \text{ (6.1)}$

Profil poprawny !!!

Dr inż. JAN KOZICKI
upr. bud. z § 2.1 pkt 1 i § 13.1 pkt 2 nr 268/85/WŁ
upr. bud. z § 5.1 pkt 1 i § 13.1 pkt 1 nr 167/86/WŁ
91-456 Łódź, ul. Łagiewnicka 102/116 m. 22
tel. 42 661-90-50

dr inż. Elżbieta Habiera-Waśniewska
Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
LOD/2126/POOK/13
tel. 607-993-595