

PROJEKT KONSTRUKCYJNY

LOKALIZACJA : **JEDN. EWIDENCYJNA; Bukowsko, 181703_2**
 OBRĘB; DUDYŃCE, 0003
 DZIAŁKA NR EWID. 89/5

STADIUM: **PROJEKT TECHNICZNY**

INWESTOR: **Gmina Bukowsko**

ADRES: **38-505 Bukowsko, Bukowsko 290**

OPRACOWAŁ:

Grudzień 2021

1. Podstawa opracowania.

- Zlecenie inwestora
- Inwentaryzacja architektoniczna – budowlana
- Oględziny budynku
- PN – 82/B-02001 – 02003 obciążenia budowli
- PN – 77/B – 02011/Az1 obciążenia wiatrem
- PN – 80/B – 02010/Az1 obciążenia śniegiem
- PN – 81/B – 03020 posadowienie budowli
- PN – 81/B – 03150 konstrukcje drewniane
- PN-B-03264:1999 konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone
- PN-B-03002:1999 konstrukcje murowe
- PN-B-90/B-03200 konstrukcje stalowe

2. Zastosowane materiały.

- Stal konstrukcyjna: S235 (St4)
- Kominy systemowe, cegła
- Więźba dachowa: drewno sosnowe/ świerkowe klasy C-30

3. Uwagi dotyczące posadowienia i lokalizacji budynku.

- A = 334 m n.p.m.
- III strefa obciążenia wiatrem
- III strefa obciążenia śniegiem
- Strefa przemarzania gruntu: 1,2 m poniżej poziomu terenu

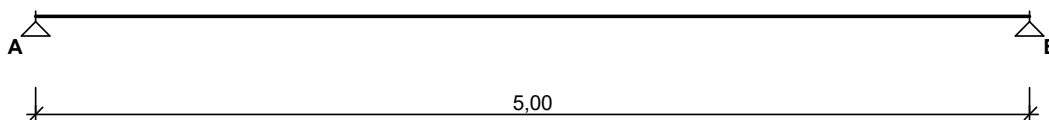
4. Wymiarowanie podstawowych elementów konstrukcji

• Nadproża

Zestawienie obciążeń stropu:

	Charakterystyczne [kN/m]	Współczynnik obciążenia	Obliczeniowe [kN/m]
Płyta OSB 22mm	$0,13 \text{ kN/m}^2 \times 4,55 \text{ m} = 0,59$	1,35	0,80
Legary drewniane 20 cm x 5 cm	$8 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 0,05 \text{ m/1m} \times 2 \times 4,55 \text{ m} = 0,73$	1,35	0,98
Wełna mineralna	$1,2 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} \times 4,55 \text{ m} = 1,09$	1,35	1,47
Płyta żelbetowa	$25 \text{ kN/m}^3 \times 0,12 \text{ m} \times 4,55 \text{ m} = 13,65$	1,35	18,43
Tynk	$19 \text{ kN/m}^3 \times 0,01 \text{ m} \times 4,55 \text{ m} = 0,86$	1,35	1,16
Użytkowe	$0,5 \text{ kN/m}^2 \times 4,55 \text{ m} = 2,27$	1,5	3,40
Σ			26,24

SCHEMAT BELKI



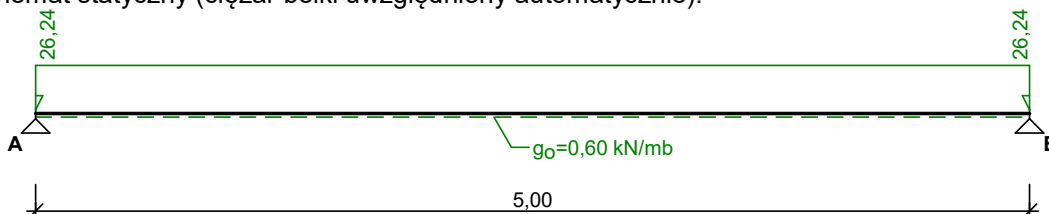
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



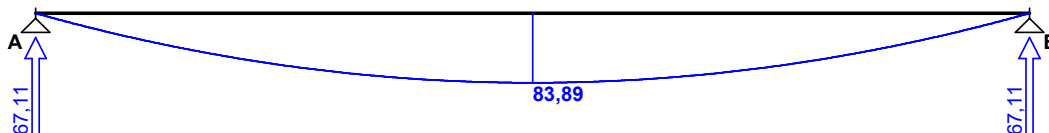
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o = 0,60 \text{ kN/m}$)

Przekrój	z [m]	q_l [kN/m]	q_o [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	26,24	0,00	0,00
B.	5,00	26,24	--	0,00	0,00

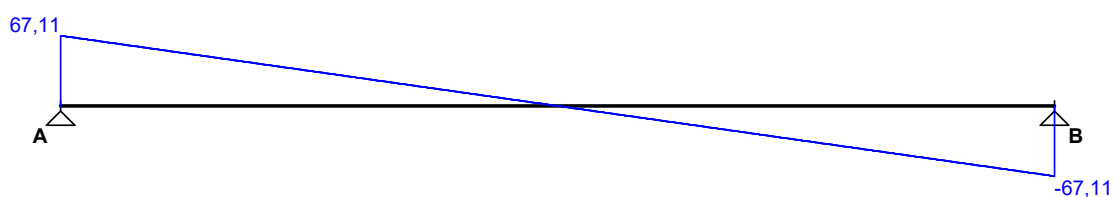
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

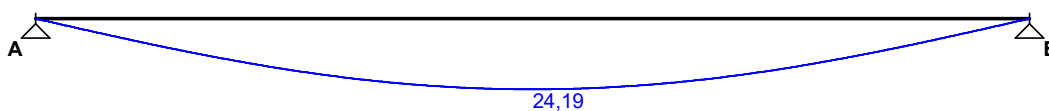
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	M_l [kNm]	M_p [kNm]	V_l [kN]	V_p [kN]	f_k [mm]
Przęsło A - B ($l_o = 5,00$ m)						
A.	0,00	--	0,00	--	67,11	--
1.	2,50	83,89	83,89	0,00	0,00	24,19
B.	5,00	0,00	--	-67,11	--	--
Reakcje podporowe: $R_A = 67,11$ kN, $R_B = 67,11$ kN						

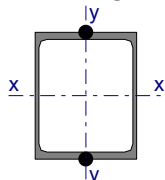
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 UPE 200**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 24,0 \text{ cm}^2, m = 45,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 3818 \text{ cm}^4, J_y = 2091 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 11000 \text{ cm}^6, J_T = 8,89 \text{ cm}^4, W_x = 382 \text{ cm}^3$$

Stal: **St4**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,060$) $M_R = 95,12 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 327,12 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,50 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 83,89 \text{ kNm}$

$$^{(52)} M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,882 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 67,11 \text{ kN}$

$$^{(53)} V_{\max} / V_R = 0,205 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 67,11 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 98,14 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

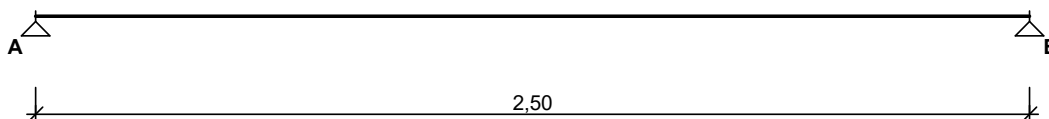
Przekrój $z = 2,50 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 24,19 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 150 = 5000 / 150 = 33,33 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 24,19 \text{ mm} < f_{gr} = 33,33 \text{ mm} \quad (72,6\%)$$

SCHEMAT BELKI



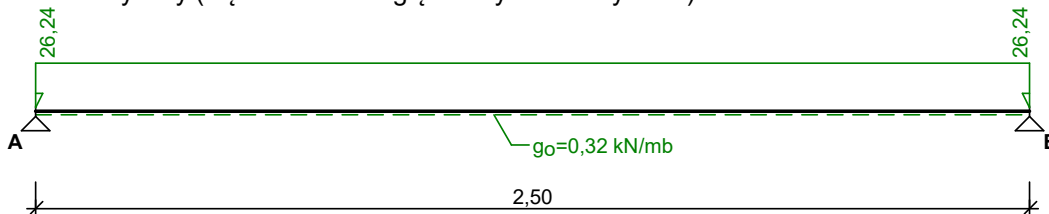
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,35$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



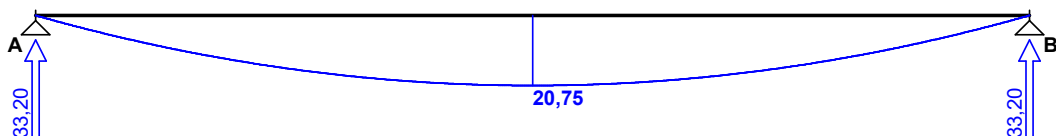
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g_o = 0,32 \text{ kN/m}$)

Przekrój	$z \text{ [m]}$	$q_l \text{ [kN/m]}$	$q_p \text{ [kN/m]}$	$F \text{ [kN]}$	$M \text{ [kN]}$
A.	0,00	--	26,24	0,00	0,00
B.	2,50	26,24	--	0,00	0,00

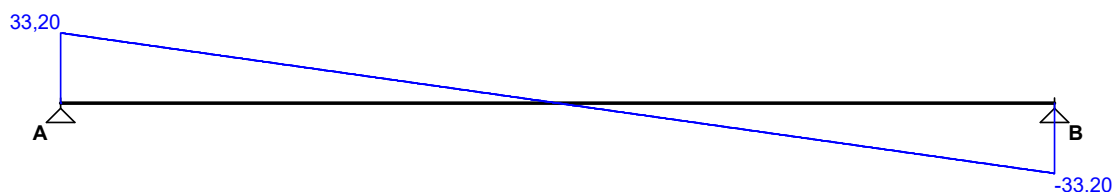
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

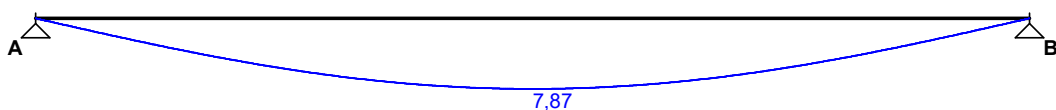
Momenty zginające $[\text{kNm}]$:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	M_l [kNm]	M_p [kNm]	V_l [kN]	V_p [kN]	f_k [mm]
Przęsło A - B ($l_o = 2,50$ m)						
A.	0,00	--	0,00	--	33,20	--
1.	1,25	20,75	20,75	0,00	0,00	7,87
B.	2,50	0,00	--	-33,20	--	--

Reakcje podporowe: $R_A = 33,20$ kN, $R_B = 33,20$ kN

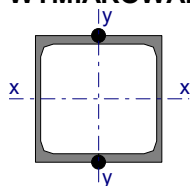
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 UPE 120**, połączone spoinami ciągłymi

$A_v = 12,0$ cm², $m = 24,2$ kg/m

$J_x = 727$ cm⁴, $J_y = 609$ cm⁴, $J_w = 1120$ cm⁶, $J_T = 2,90$ cm⁴, $W_x = 121$ cm³

Stal: **St4**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,055$) $M_R = 30,05$ kNm
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 163,56$ kN

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,25$ m

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{max} = 20,75$ kNm

⁽⁵²⁾ $M_{max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,691 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 2,50 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -33,20 \text{ kN}$

⁽⁵³⁾ $V_{\max} / V_R = 0,203 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-)33,20 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 49,07 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,25 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 7,87 \text{ mm}$

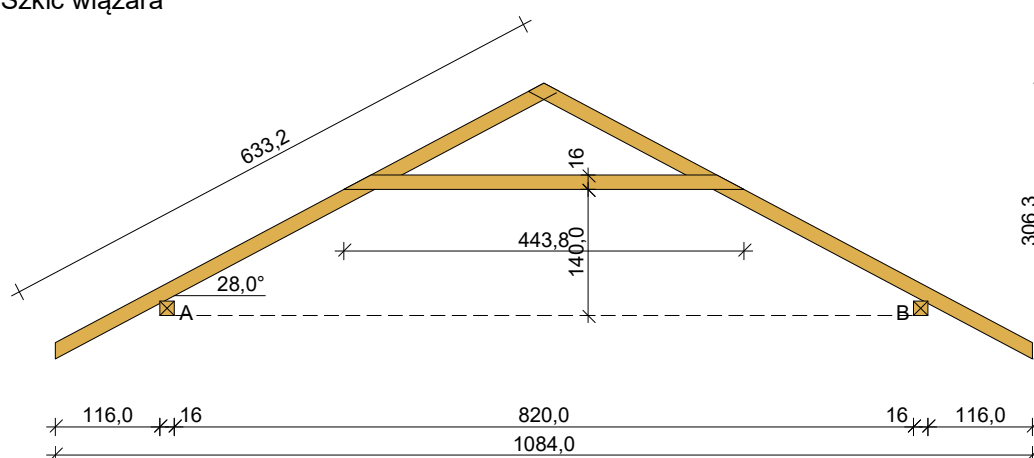
Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 150 = 2500 / 150 = 16,67 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 7,87 \text{ mm} < f_{gr} = 16,67 \text{ mm} \quad (47,2\%)$

• Więżba dachowa

DANE:

Szkic więzara



Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 28,0^\circ$

Rozpiętość więzara $l = 10,84 \text{ m}$

Rozstaw murał w świetle $l_s = 8,20 \text{ m}$

Poziom jętki $h = 1,40 \text{ m}$

Rozstaw wiązarów $a = 0,90 \text{ m}$

Dodatkowe usztywnienia boczne krokwi - brak

Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak

Odległość w świetle podprać murały $l_m = 1,25 \text{ m}$

Wysięg wspornika murały $l_{mw} = 0,80 \text{ m}$

Dane materiałowe:

- krokiew 8/16 cm (zaciosy: murała - 3 cm, jętka - 3 cm) z drewna C30

- jętka 8/16 cm z drewna C30,

- murała 16/16 cm z drewna C30

Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0,14 \text{ kN/m}^2$, $g_o = 0,19 \text{ kN/m}^2$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 3, $A=334 \text{ m}$

n.p.m., nachylenie połaci $28,0 \text{ st.}$):

- na połaci lewej $s_{kl} = 1,61 \text{ kN/m}^2$, $s_{ol} = 2,41 \text{ kN/m}^2$

- na połaci prawej $s_{kp} = 1,12 \text{ kN/m}^2$, $s_{op} = 1,68 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale

- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 7,0 \text{ m}$):

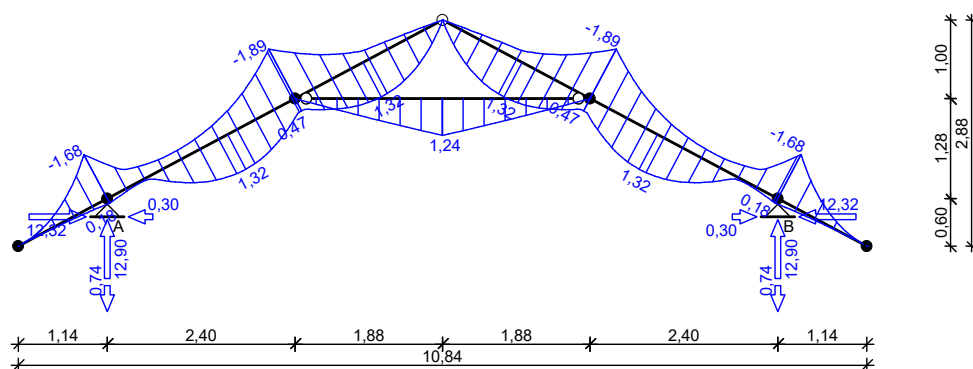
- na połaci zewnętrznej $p_{kl I} = -0,26 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol I} = -0,39 \text{ kN/m}^2$
- na połaci wewnętrznej $p_{kl II} = 0,11 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol II} = 0,16 \text{ kN/m}^2$
- na połaci zewnętrznej $p_{kp} = -0,19 \text{ kN/m}^2$, $p_{op} = -0,29 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe jętki $F_k = 1,0 \text{ kN}$, $F_o = 1,2 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

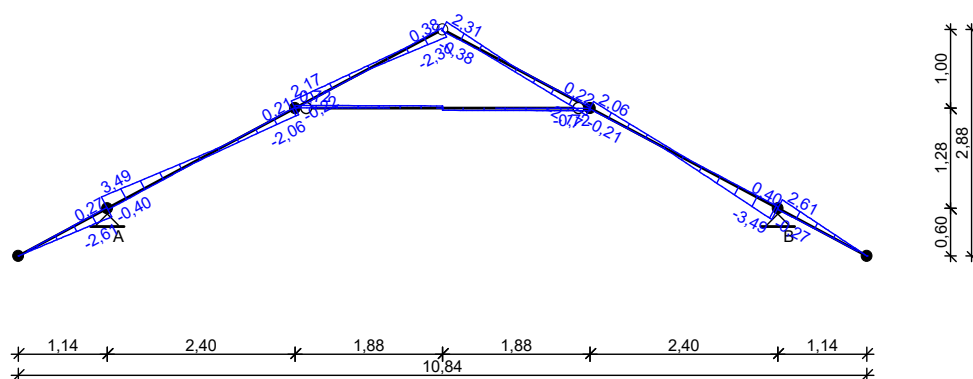
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

WYNIKI:

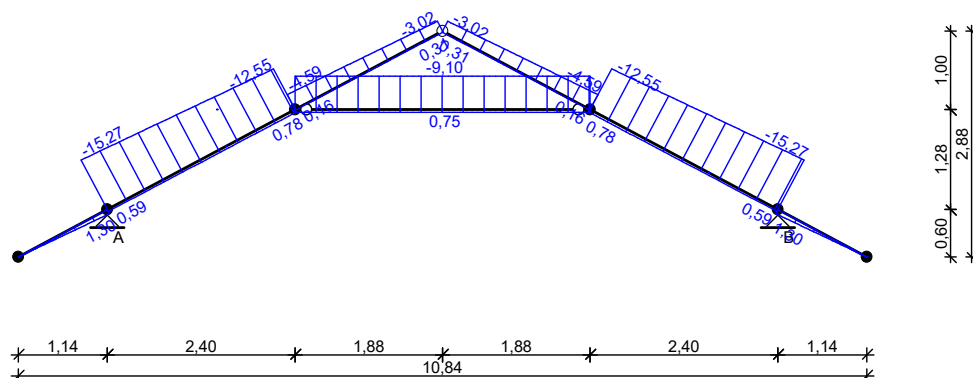
Obwiednia momentów [kNm]:



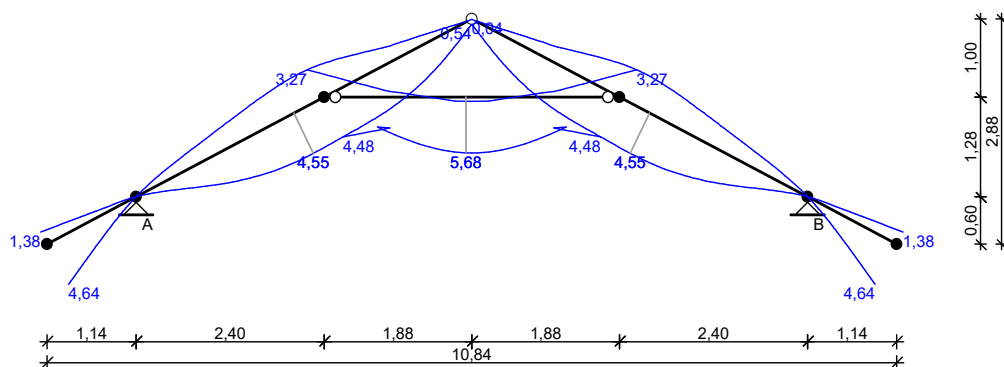
Obwiednia sił tnących [kN]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	12,90 -0,74 9,62 -0,48	11,28 -0,04 12,32 -0,30	K4 : stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej-wariant II K26 : stałe-min+wiatr z lewej K11 : stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II K28 : stałe-min+wiatr z prawej
6 (B)	12,90 -0,74 -0,48 11,87	-11,28 0,04 0,30 -12,32	K11 : stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II K28 : stałe-min+wiatr z prawej K26 : stałe-min+wiatr z lewej K9 : stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z lewej-wariant II

WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C30**

→ $f_{m,k} = 30 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 23 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 3 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 12 \text{ GPa}$, $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 8/16 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - 3 cm)

Smukłość

$\lambda_y = 84,0 < 150$

$\lambda_z = 117,7 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej-wariant II

$M = -1,68 \text{ kNm}$,

$N = 14,72 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$,

$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 4,92 \text{ MPa}$,

$\sigma_{c,0,d} = 1,15 \text{ MPa}$

$k_{c,y} = 0,420$, $k_{c,z} = 0,226$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,460 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,626 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej-wariant II

$M = -1,68 \text{ kNm}$,

$N = 14,72 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$,

$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 7,45 \text{ MPa}$,

$\sigma_{c,0,d} = 1,42 \text{ MPa}$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,414 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II

$M = -1,89 \text{ kNm}$,

$N = 12,44 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$,

$f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 8,88 \text{ MPa}$,

$\sigma_{c,0,d} = 1,55 \text{ MPa}$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,493 < 1$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$u_{fin} = 4,32 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4851 / 200 = 24,26 \text{ mm} \quad (17,8\%)$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K7** stałe-max+śnieg-wariant II

$u_{fin} = 4,64 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 1287 / 200 = 12,87 \text{ mm} \quad (36,1\%)$

Jętką 8/16 cm z drewna C30**Maksymalne siły i naprężenia**decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg $M = 0,11 \text{ kNm}$, $N = 9,10 \text{ kN}$ $f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$, $f_{c,0,d} = 14,15 \text{ MPa}$ $\sigma_{m,y,d} = 0,33 \text{ MPa}$, $\sigma_{c,0,d} = 0,71 \text{ MPa}$ $k_{c,y} = 0,437$, $k_{c,z} = 0,119$ $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,133 < 1$ $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,440 < 1$ **Maksymalne ugięcie**decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki $u_{fin} = 5,47 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3768 / 200 = 18,84 \text{ mm}$ (29,0%)**Murlata 16/16 cm****Część murlaty oparta na podporach****Ekstremalne obciążenia obliczeniowe** $q_{z,max} = 14,34 \text{ kN/m}$, $q_{y,max} = -13,69 \text{ kN/m}$ $q_{z,min} = -0,82 \text{ kN/m}$ (odrywanie)**Maksymalne siły i naprężenia**decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II $M_y = 2,80 \text{ kNm}$, $M_z = 2,67 \text{ kNm}$ $f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 18,46 \text{ MPa}$ $\sigma_{m,y,d} = 4,10 \text{ MPa}$, $\sigma_{m,z,d} = 3,92 \text{ MPa}$ $k_m = 0,7$ $\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,371 < 1$ $k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,368 < 1$ **Maksymalne ugięcie:**decyduje kombinacja: **K7** stałe-max+śnieg-wariant II $u_{fin} = 1,36 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1250 / 200 = 6,25 \text{ mm}$ (21,8%)**Część wspornikowa murlaty****Ekstremalne obciążenia obliczeniowe** $q_{z,max} = 14,34 \text{ kN/m}$, $q_{y,max} = -13,69 \text{ kN/m}$ **Maksymalne siły i naprężenia**decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II $M_y = 4,59 \text{ kNm}$, $M_z = 4,38 \text{ kNm}$ $f_{m,y,d} = 18,46 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 18,46 \text{ MPa}$ $\sigma_{m,y,d} = 6,72 \text{ MPa}$, $\sigma_{m,z,d} = 6,42 \text{ MPa}$ $k_m = 0,7$ $\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,607 < 1$ $k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,602 < 1$ **Maksymalne ugięcie:**decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg $u_{fin} = 1,36 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 800 / 200 = 8,00 \text{ mm}$ (17,0%)