

## I. ANALIZA KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

### 1. OBCIĄŻENIA NA DACH

Tablica 1.1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA m2/POW.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Blacha stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm [0,350kN/m <sup>2</sup> ]	0,35	1,30	--	0,45
2.	Jodła, lipa, olcha, osika, sosna, świerk, topola grub. 2,5 cm [5,5kN/m <sup>3</sup> ·0,025m]	0,14	1,30	--	0,18
3.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 15 cm [1,0kN/m <sup>3</sup> ·0,15m]	0,15	1,30	--	0,19
$\Sigma$ :		<b>0,64</b>	1,30	--	<b>0,83</b>

Tablica 1.2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA m2/POW.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Blacha stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm [0,350kN/m <sup>2</sup> ]	0,35	1,30	--	0,45
2.	Jodła, lipa, olcha, osika, sosna, świerk, topola grub. 2,5 cm [5,5kN/m <sup>3</sup> ·0,025m]	0,14	1,30	--	0,18
3.	Wełna mineralna w płytach półtwardych grub. 15 cm [1,0kN/m <sup>3</sup> ·0,15m]	0,15	1,30	--	0,19
$\Sigma$ :		<b>0,64</b>	1,30	--	<b>0,83</b>

Tablica 1.3. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA m2/POW.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie wiatrem połaci nawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa II -> $q_k = 0,42\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=18,0\text{ m}$ , -> $C_e=1,16$ , budowla zamknięta, wymiary budynku $H=18,0\text{ m}$ , $B=14,0\text{ m}$ , $L=30,0\text{ m}$ , kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 44,0\text{ st.}$ -> wsp. aerodyn. $C=0,460$ , $\beta=1,80$ ) [0,403kN/m <sup>2</sup> ]	0,40	1,50	0,00	0,60
2.	Obciążenie wiatrem połaci zawietrznej dachu wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3 (strefa II -> $q_k = 0,42\text{kN/m}^2$ , teren A, $z=H=18,0\text{ m}$ , -> $C_e=1,16$ , budowla zamknięta, wymiary budynku $H=18,0\text{ m}$ , $B=14,0\text{ m}$ , $L=30,0\text{ m}$ , kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 44,0\text{ st.}$ -> wsp. aerodyn. $C=-0,4$ , $\beta=1,80$ ) [-0,351kN/m <sup>2</sup> ]	-0,35	1,50	0,00	-0,52
$\Sigma$ :		<b>0,05</b>	1,50	--	<b>0,08</b>

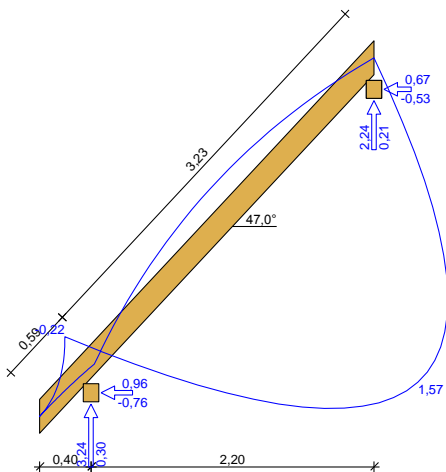
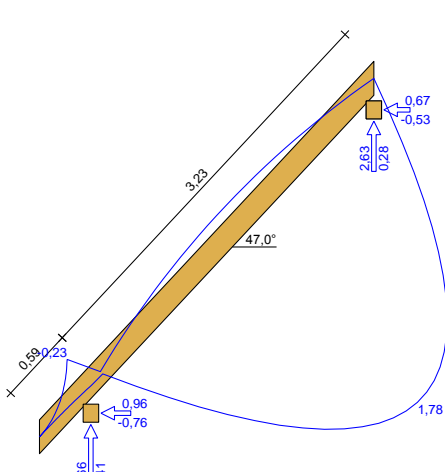
Tablica 1.4. Ścianka dachu

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m
1.	Cegła budowlana wypalana z gliny, klinkier, kominówka grub. 14 cm i szer. 1,10 m [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,14m·1,10m]	2,93	1,30	--	3,81
$\Sigma$ :		<b>2,93</b>	1,30	--	<b>3,81</b>

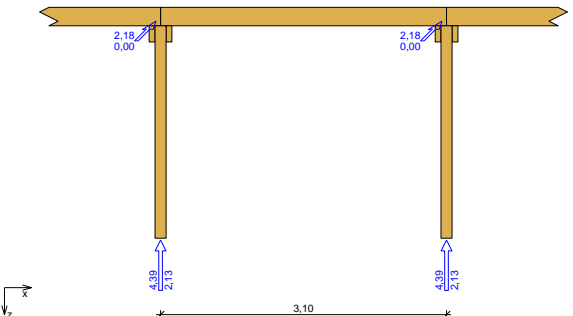
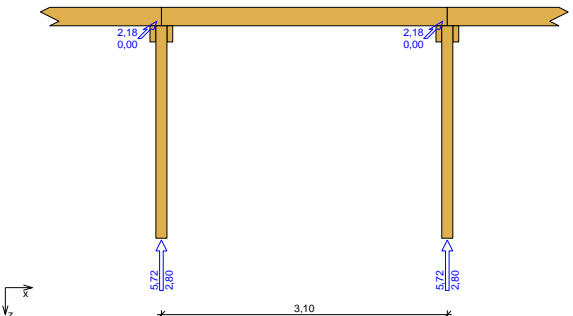
## 2. KONSTRUKCJA DACHU – SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI

### 2.1. ELEMENTY DACHU WYŻSZEGO

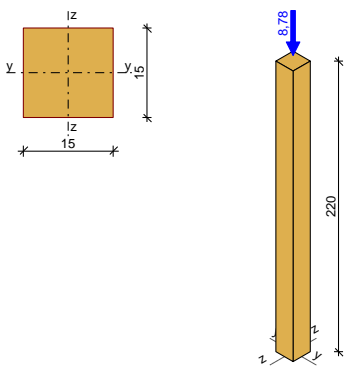
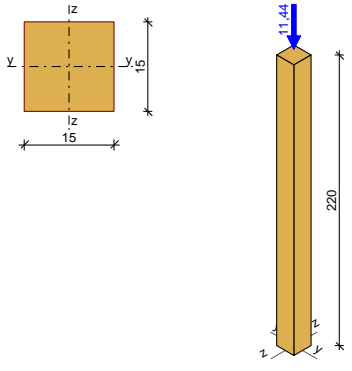
#### a) Krokiew

Stan Istniejący	Stan Projektowany
<p><b>DANE:</b></p> <p><u>Wymiary przekroju:</u> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 8,0</math> cm  Wysokość <math>h = 17,0</math> cm  Zaciós na podporach <math>t_k = 3,0</math> cm</p> <p><u>Drewno:</u>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  → <math>f_{m,k} = 22</math> MPa, <math>f_{t,0,k} = 13</math> MPa, <math>f_{c,0,k} = 20</math> MPa, <math>f_{v,k} = 2,4</math> MPa, <math>E_{0,mean} = 10</math> GPa, <math>\rho_k = 340</math> kg/m<sup>3</sup></p> <p>Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2</p> <p><u>Geometria:</u>  Kąt nachylenia połaci dachowej <math>\alpha = 47,0^\circ</math>  Rozstaw krokwi <math>a = 1,02</math> m  Długość rzutu poziomego wspornika <math>l_{w,x} = 0,40</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka środkowego <math>l_{d,x} = 2,20</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka górnego <math>l_{g,x} = 0,00</math> m</p> <p><u>Obciążenia dachu:</u>  - obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001):  <math>g_k = 0,450</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,10</math>  - uwzględniono ciężar własny krokwi  - obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci <math>47,0</math> st.):  <math>S_k = 0,468</math> kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,50</math>  - obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, strefa II, teren A, <math>z=H=10,0</math> m, budowla zamknięta, wymiary budynku <math>H=10,0</math> m, <math>B=10,0</math> m, <math>L=10,0</math> m, nachylenie połaci <math>47,0</math> st., <math>\beta=1,80</math>):  <math>p_k = 0,382</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,50</math>  - obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać zawietrzna, strefa II, teren A, <math>z=H=10,0</math> m, budowla zamknięta, wymiary budynku <math>H=10,0</math> m, <math>B=10,0</math> m, <math>L=10,0</math> m, nachylenie połaci <math>47,0</math> st., <math>\beta=1,80</math>):  <math>p_k = -0,302</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,50</math>  - obciążenie ogrzewaniem <math>g_{ok} = 0,000</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej</p> <p><b>WYNIKI:</b>  </p> <p><u>Zginanie:</u>  decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)  Momenty obliczeniowe:  <math>M_{prześl} = 1,57</math> kNm; <math>M_{podp} = -0,22</math> kNm</p> <p>Warunek nośności - przęsło:  <math>\sigma_{m,y,d} = 4,07</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,268 &lt; 1</math></p> <p>Warunek nośności - podpora:  <math>\sigma_{m,y,d} = 0,85</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,056 &lt; 1</math></p> <p><u>Ugięcie (wspornik):</u>  <math>u_{lin} = (-) 2,09</math> mm <math>&lt; u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 5,87</math> mm (35,6%)</p> <p><u>Ugięcie (odcinek środkowy):</u>  <math>u_{lin} = 4,19</math> mm <math>&lt; u_{net,fin} = l / 200 = 16,13</math> mm (26,0%)</p>	<p><b>DANE:</b></p> <p><u>Wymiary przekroju:</u> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 18,0</math> cm – (5 + 8 + 5) cm  Wysokość <math>h = 17,0</math> cm  Zaciós na podporach <math>t_k = 3,0</math> cm</p> <p><u>Drewno:</u>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  → <math>f_{m,k} = 22</math> MPa, <math>f_{t,0,k} = 13</math> MPa, <math>f_{c,0,k} = 20</math> MPa, <math>f_{v,k} = 2,4</math> MPa, <math>E_{0,mean} = 10</math> GPa, <math>\rho_k = 340</math> kg/m<sup>3</sup></p> <p>Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2</p> <p><u>Geometria:</u>  Kąt nachylenia połaci dachowej <math>\alpha = 47,0^\circ</math>  Rozstaw krokwi <math>a = 1,02</math> m  Długość rzutu poziomego wspornika <math>l_{w,x} = 0,40</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka środkowego <math>l_{d,x} = 2,20</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka górnego <math>l_{g,x} = 0,00</math> m</p> <p><u>Obciążenia dachu:</u>  - obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001):  <math>g_k = 0,450</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,10</math>  - uwzględniono ciężar własny krokwi  - obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci <math>47,0</math> st.):  <math>S_k = 0,468</math> kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,50</math>  - obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, strefa II, teren A, <math>z=H=10,0</math> m, budowla zamknięta, wymiary budynku <math>H=10,0</math> m, <math>B=10,0</math> m, <math>L=10,0</math> m, nachylenie połaci <math>47,0</math> st., <math>\beta=1,80</math>):  <math>p_k = 0,382</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,50</math>  - obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać zawietrzna, strefa II, teren A, <math>z=H=10,0</math> m, budowla zamknięta, wymiary budynku <math>H=10,0</math> m, <math>B=10,0</math> m, <math>L=10,0</math> m, nachylenie połaci <math>47,0</math> st., <math>\beta=1,80</math>):  <math>p_k = -0,302</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_i = 1,50</math>  - obciążenie ogrzewaniem (wełna mineralna gr. 15 cm):  <math>g_{ok} = 0,150</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej na całej krokwi bez wspornika; <math>\gamma_i = 1,20</math></p> <p><b>WYNIKI:</b>  </p> <p><u>Zginanie:</u>  decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ogrzewanie+śnieg+wiatr)  Momenty obliczeniowe:  <math>M_{prześl} = 1,78</math> kNm; <math>M_{podp} = -0,23</math> kNm</p> <p>Warunek nośności - przęsło:  <math>\sigma_{m,y,d} = 2,05</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,135 &lt; 1</math></p> <p>Warunek nośności - podpora:  <math>\sigma_{m,y,d} = 0,39</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,026 &lt; 1</math></p> <p><u>Ugięcie (wspornik):</u>  <math>u_{lin} = (-) 1,20</math> mm <math>&lt; u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 5,87</math> mm (20,4%)</p> <p><u>Ugięcie (odcinek środkowy):</u>  <math>u_{lin} = 2,36</math> mm <math>&lt; u_{net,fin} = l / 200 = 16,13</math> mm (14,6%)</p>

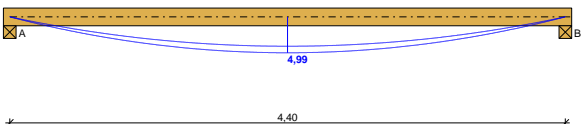
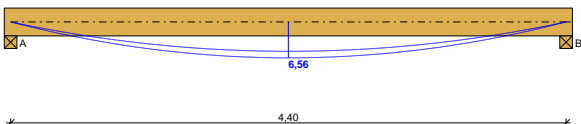
## b) Płatew kalenicy

Stan Istniejący	Stan Projektowany
<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 15,0 \text{ cm}</math>  Wysokość <math>h = 15,0 \text{ cm}</math>  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  <math>\rightarrow 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</math>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Płatew podparta tylko słupami  Rozstaw słupów <math>l = 3,10 \text{ m}</math>  <b>Obciążenia płatwi:</b>  - obciążenie stałe <math>[(0,450 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 0,5 \cdot 2,20) / \cos 47,0^\circ) + (0,000 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 0,5 \cdot 2,20) / \cos 47,0^\circ)]</math>  <math>G_k = 1,452 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,10</math>  - uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi  - obciążenie śniegiem <math>[0,243 \cdot 0,5 \cdot 2,20 + 0,364 \cdot 0,5 \cdot 2,20]</math>  <math>S_k = 0,667 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie wiatrem (pionowe) <math>[0,443 \cdot 0,5 \cdot 2,20 + -0,351 \cdot 0,5 \cdot 2,20]</math>  <math>W_{k,z} = 0,101 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie wiatrem (poziome) <math>[0,443 \cdot 0,5 \cdot 2,20 \cdot (\sin 47,0^\circ / \cos 47,0^\circ) + 0,351 \cdot 0,5 \cdot 2,20 \cdot (\sin 47,0^\circ / \cos 47,0^\circ)]</math>  <math>W_{k,y} = 0,936 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50</math></p>	<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 15,0 \text{ cm}</math>  Wysokość <math>h = 15,0 \text{ cm}</math>  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  <math>\rightarrow 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</math>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Płatew podparta tylko słupami  Rozstaw słupów <math>l = 3,10 \text{ m}</math>  <b>Obciążenia płatwi:</b>  - obciążenie stałe <math>[(0,450 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 0,5 \cdot 2,20) / \cos 47,0^\circ) + (0,150 \cdot (0,5 \cdot 2,20 + 0,5 \cdot 2,20) / \cos 47,0^\circ)]</math>  <math>G_k = 1,935 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,12</math>  - uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi  - obciążenie śniegiem <math>[0,312 \cdot 0,5 \cdot 2,20 + 0,468 \cdot 0,5 \cdot 2,20]</math>  <math>S_k = 0,858 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie wiatrem (pionowe) <math>[0,443 \cdot 0,5 \cdot 2,20 + -0,351 \cdot 0,5 \cdot 2,20]</math>  <math>W_{k,z} = 0,101 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie wiatrem (poziome) <math>[0,443 \cdot 0,5 \cdot 2,20 \cdot (\sin 47,0^\circ / \cos 47,0^\circ) + 0,351 \cdot 0,5 \cdot 2,20 \cdot (\sin 47,0^\circ / \cos 47,0^\circ)]</math>  <math>W_{k,y} = 0,936 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50</math></p>
<p><b>WYNIKI:</b>  <math>\begin{cases} R_z [\text{kN}] \\ R_y [\text{kN}] \end{cases}</math> dla jednego odcinka (przęsła)</p>  <p><b>Zginanie:</b>  decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)  Momenty obliczeniowe  <math>M_{y,max} = 3,38 \text{ kNm}; M_{z,max} = 1,69 \text{ kNm}</math>  Warunek nośności:  <math>\sigma_{m,y,d} = 6,02 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}</math>  <math>\sigma_{m,z,d} = 3,00 \text{ MPa}, f_{m,z,d} = 10,15 \text{ MPa}</math>  <math>k_m = 0,7</math>  <math>k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,710 &lt; 1</math>  <math>\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,799 &lt; 1</math></p> <p><b>Ugięcie:</b>  decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)  <math>u_{fin,z} = 10,21 \text{ mm}; u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}</math>  <math>u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 10,21 \text{ mm} &lt; u_{net,fin} = 15,50 \text{ mm} \quad (65,9\%)</math></p>	<p><b>WYNIKI:</b>  <math>\begin{cases} R_z [\text{kN}] \\ R_y [\text{kN}] \end{cases}</math> dla jednego odcinka (przęsła)</p>  <p><b>Zginanie:</b>  decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)  Momenty obliczeniowe  <math>M_{y,max} = 4,41 \text{ kNm}; M_{z,max} = 1,69 \text{ kNm}</math>  Warunek nośności:  <math>\sigma_{m,y,d} = 7,85 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}</math>  <math>\sigma_{m,z,d} = 3,00 \text{ MPa}, f_{m,z,d} = 10,15 \text{ MPa}</math>  <math>k_m = 0,7</math>  <math>k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,836 &lt; 1</math>  <math>\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,980 &lt; 1</math></p> <p><b>Ugięcie:</b>  decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)  <math>u_{fin,z} = 13,37 \text{ mm}; u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}</math>  <math>u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 13,37 \text{ mm} &lt; u_{net,fin} = 15,50 \text{ mm} \quad (86,3\%)</math></p>

### c) Słup kalenicy

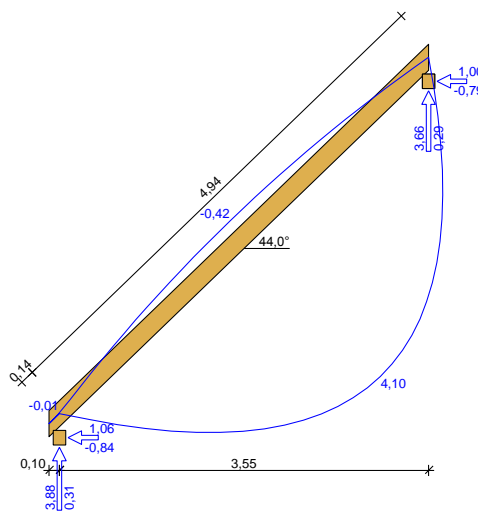
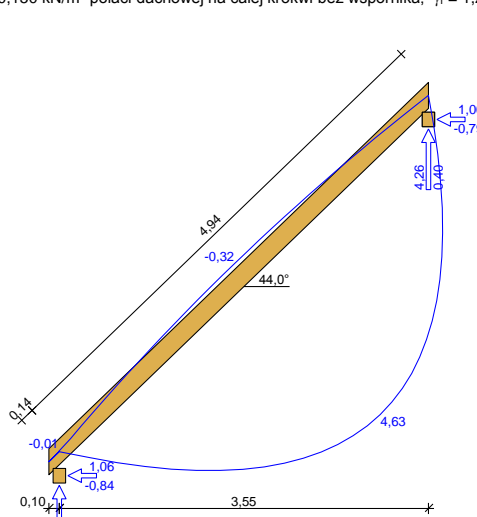
Stan Istniejący	Stan Projektowany
<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 15,0 \text{ cm}</math>  Wysokość <math>h = 15,0 \text{ cm}</math>  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  <math>\rightarrow f_{m,k} = 22 \text{ MPa}</math>, <math>f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}</math>, <math>f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}</math>, <math>f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}</math>, <math>E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}</math>, <math>\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3</math>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Wysokość słupa <math>l_{col} = 2,20 \text{ m}</math>  Współczynniki długości wybocheniowej:  - względem osi y <math>\mu_y = 1,00</math>  - względem osi z <math>\mu_z = 0,70</math>  <b>Obciążenia:</b>  Siła ściskająca <math>N_c = 8,78 \text{ kN}</math>  Moment zginający <math>M_y = 0,00 \text{ kNm}</math>  Moment zginający <math>M_z = 0,00 \text{ kNm}</math>  Klasa trwania obciążenia: stałe</p> <p><b>WYNIKI:</b></p>  <p><b>Ściskanie równoległe:</b>  <math>N_c = 8,78 \text{ kN}</math>  Warunek smukłości:  <math>\lambda_y = 50,81 &lt; \lambda_c = 150</math> (33,9%)  <math>\lambda_z = 35,56 &lt; \lambda_c = 150</math> (23,7%)  Warunek nośności:  <math>k_{c,y} = 0,823</math>; <math>k_{c,z} = 0,964</math>  <math>\sigma_{c,y,d} = 0,47 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa}</math> (5,1%)  <math>\sigma_{c,z,d} = 0,40 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa}</math> (4,4%)</p>	<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 15,0 \text{ cm}</math>  Wysokość <math>h = 15,0 \text{ cm}</math>  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  <math>\rightarrow f_{m,k} = 22 \text{ MPa}</math>, <math>f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}</math>, <math>f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}</math>, <math>f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}</math>, <math>E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}</math>, <math>\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3</math>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Wysokość słupa <math>l_{col} = 2,20 \text{ m}</math>  Współczynniki długości wybocheniowej:  - względem osi y <math>\mu_y = 1,00</math>  - względem osi z <math>\mu_z = 0,70</math>  <b>Obciążenia:</b>  Siła ściskająca <math>N_c = 11,44 \text{ kN}</math>  Moment zginający <math>M_y = 0,00 \text{ kNm}</math>  Moment zginający <math>M_z = 0,00 \text{ kNm}</math>  Klasa trwania obciążenia: stałe</p> <p><b>WYNIKI:</b></p>  <p><b>Ściskanie równoległe:</b>  <math>N_c = 11,44 \text{ kN}</math>  Warunek smukłości:  <math>\lambda_y = 50,81 &lt; \lambda_c = 150</math> (33,9%)  <math>\lambda_z = 35,56 &lt; \lambda_c = 150</math> (23,7%)  Warunek nośności:  <math>k_{c,y} = 0,823</math>; <math>k_{c,z} = 0,964</math>  <math>\sigma_{c,y,d} = 0,62 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa}</math> (6,7%)  <math>\sigma_{c,z,d} = 0,53 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa}</math> (5,7%)</p>

## d) Belka podpierająca słup kalenicy

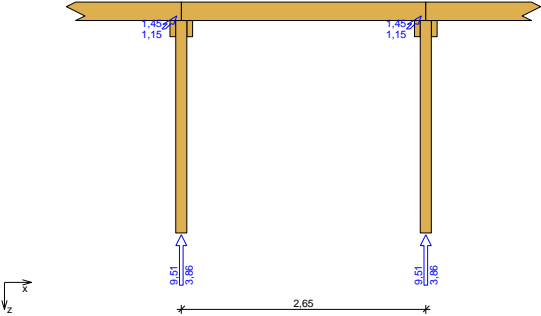
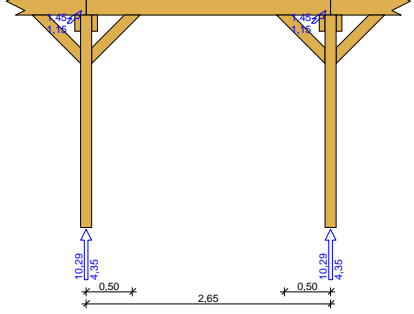
Stan Istniejący	Stan Projektowany
<p><b>DANE:</b></p> <p><u>Wymiary przekroju:</u> przekrój prostokątny</p> <p>Szerokość <math>b = 14,0 \text{ cm}</math></p> <p>Wysokość <math>h = 14,0 \text{ cm}</math></p> <p><u>Drewno:</u></p> <p>drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b></p> <p>→ <math>f_{m,k} = 22 \text{ MPa}</math>, <math>f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}</math>, <math>f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}</math>, <math>f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}</math>, <math>E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}</math>, <math>\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3</math></p> <p>Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2</p> <p><u>Geometria:</u></p> <p>Belka jednoprzęsłowa</p> <p>Rozpiętość przęsła <math>l_{eff} = 4,40 \text{ m}</math></p> <p>Szerokość podpór <math>b = 10,0 \text{ cm}</math></p> <p><u>Obciążenia belki:</u></p> <p>Obciążenie stałe <math>g_k = 1,81 \text{ kN/m}</math>; <math>\gamma_l = 1,10</math></p> <p>- uwzględniono ciężar własny belki</p> <p>Obciążenie zmienne <math>q_k = 0,00 \text{ kN/m}</math>; <math>\gamma_l = 1,40</math></p> <p>- klasa trwania obciążenia zmiennego: długotrwałe</p> <p>- poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni</p> <p><b>WYNIKI:</b></p> <p>— <math>M \text{ [kNm]}</math></p>  <p><u>Zginanie:</u></p> <p>Warunek nośności:</p> <p><math>M_{max} = 4,99 \text{ kNm}</math></p> <p><math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,075 &gt; 1</math> (!!!)</p> <p>Warunek stateczności:</p> <p><math>k_{crit} = 1,000</math></p> <p><math>\sigma_{m,y,d} = 10,92 \text{ MPa} &gt; k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}</math> (107,5%)</p> <p><u>Ścinanie:</u></p> <p><math>V_{max} = 4,54 \text{ kN}</math></p> <p><math>\tau_d = 0,35 \text{ MPa} &lt; f_{v,d} = 1,11 \text{ MPa}</math> (31,4%)</p> <p><u>Docisk na podporze:</u></p> <p><math>R_{max} = R_A = 4,54 \text{ kN}</math>, <math>k_{c,90} = 1,00</math></p> <p><math>\sigma_{c,90,d} = 0,32 \text{ MPa} &lt; k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa}</math> (29,3%)</p> <p><u>Ugięcie:</u></p> <p><math>u_{lin} = 51,46 \text{ mm} &gt; u_{net,lin} = l / 200 = 22,00 \text{ mm}</math> (233,9%) (!!!)</p>	<p><b>DANE:</b></p> <p><u>Wymiary przekroju:</u> przekrój prostokątny</p> <p>Szerokość <math>b = 14,0 \text{ cm}</math></p> <p>Wysokość <math>h = 22,0 \text{ cm} - (14 + 8 \text{ cm})</math></p> <p><u>Drewno:</u></p> <p>drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b></p> <p>→ <math>f_{m,k} = 22 \text{ MPa}</math>, <math>f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}</math>, <math>f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}</math>, <math>f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}</math>, <math>E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}</math>, <math>\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3</math></p> <p>Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2</p> <p><u>Geometria:</u></p> <p>Belka jednoprzęsłowa</p> <p>Rozpiętość przęsła <math>l_{eff} = 4,40 \text{ m}</math></p> <p>Szerokość podpór <math>b = 10,0 \text{ cm}</math></p> <p><u>Obciążenia belki:</u></p> <p>Obciążenie stałe <math>g_k = 2,36 \text{ kN/m}</math>; <math>\gamma_l = 1,10</math></p> <p>- uwzględniono ciężar własny belki</p> <p>Obciążenie zmienne <math>q_k = 0,00 \text{ kN/m}</math>; <math>\gamma_l = 1,40</math></p> <p>- klasa trwania obciążenia zmiennego: długotrwałe</p> <p>- poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni</p> <p><b>WYNIKI:</b></p> <p>— <math>M \text{ [kNm]}</math></p>  <p><u>Zginanie:</u></p> <p>Warunek nośności:</p> <p><math>M_{max} = 6,56 \text{ kNm}</math></p> <p><math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,572 &lt; 1</math></p> <p>Warunek stateczności:</p> <p><math>k_{crit} = 1,000</math></p> <p><math>\sigma_{m,y,d} = 5,81 \text{ MPa} &lt; k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}</math> (57,2%)</p> <p><u>Ścinanie:</u></p> <p><math>V_{max} = 5,96 \text{ kN}</math></p> <p><math>\tau_d = 0,29 \text{ MPa} &lt; f_{v,d} = 1,11 \text{ MPa}</math> (26,2%)</p> <p><u>Docisk na podporze:</u></p> <p><math>R_{max} = R_A = 5,96 \text{ kN}</math>, <math>k_{c,90} = 1,00</math></p> <p><math>\sigma_{c,90,d} = 0,43 \text{ MPa} &lt; k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa}</math> (38,4%)</p> <p><u>Ugięcie:</u></p> <p><math>u_{lin} = 17,42 \text{ mm} &lt; u_{net,lin} = l / 200 = 22,00 \text{ mm}</math> (79,2%)</p>

## 2.2. ELEMENTY DACHU NIŻSZEGO

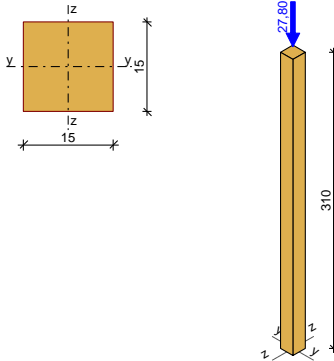
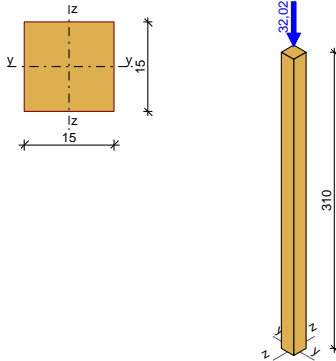
### a) Krokiew

Stan Istniejący	Stan Projektowany
<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 8,0</math> cm  Wysokość <math>h = 17,0</math> cm  Zaciós na podporach <math>t_k = 3,0</math> cm  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  → <math>f_{m,k} = 22</math> MPa, <math>f_{t,0,k} = 13</math> MPa, <math>f_{c,0,k} = 20</math> MPa, <math>f_{v,k} = 2,4</math> MPa, <math>E_{0,mean} = 10</math> GPa, <math>\rho_k = 340</math> kg/m<sup>3</sup>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Kąt nachylenia połaci dachowej <math>\alpha = 44,0^\circ</math>  Rozstaw krokwi <math>a = 1,02</math> m  Długość rzutu poziomego wspornika <math>l_{w,x} = 0,10</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka środkowego <math>l_{d,x} = 3,55</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka górnego <math>l_{g,x} = 0,00</math> m  <b>Obciążenia dachu:</b>  - obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):  <math>g_k = 0,450</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,10</math>  - uwzględniono ciężar własny krokwi  - obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 47,0 st.):  <math>S_k = 0,468</math> kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, strefa II, teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 47,0 st., beta=1,80):  <math>p_k = 0,382</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać zawietrzna, strefa II, teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 47,0 st., beta=1,80):  <math>p_k = -0,302</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie ociepleniem <math>g_{uk} = 0,000</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej</p> <p><b>WYNIKI:</b>  — M [kNm]  — R [kN]</p>  <p><b>Zginanie:</b>  decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)  Momenty obliczeniowe:  <math>M_{prześl} = 4,10</math> kNm; <math>M_{podp} = -0,01</math> kNm  Warunek nośności - prześło:  <math>\sigma_{m,y,d} = 10,65</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,699 &lt; 1</math>  Warunek nośności - podpora:  <math>\sigma_{m,y,d} = 0,05</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,003 &lt; 1</math>  <b>Ugięcie</b> (odcinek środkowy):  <math>u_{fin} = 24,41</math> mm &lt; <math>u_{net,fin} = l / 200 = 24,68</math> mm (98,9%)</p>	<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 18,0</math> cm – (5+8+5) cm  Wysokość <math>h = 17,0</math> cm  Zaciós na podporach <math>t_k = 3,0</math> cm  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  → <math>f_{m,k} = 22</math> MPa, <math>f_{t,0,k} = 13</math> MPa, <math>f_{c,0,k} = 20</math> MPa, <math>f_{v,k} = 2,4</math> MPa, <math>E_{0,mean} = 10</math> GPa, <math>\rho_k = 340</math> kg/m<sup>3</sup>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Kąt nachylenia połaci dachowej <math>\alpha = 44,0^\circ</math>  Rozstaw krokwi <math>a = 1,02</math> m  Długość rzutu poziomego wspornika <math>l_{w,x} = 0,10</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka środkowego <math>l_{d,x} = 3,55</math> m  Długość rzutu poziomego odcinka górnego <math>l_{g,x} = 0,00</math> m  <b>Obciążenia dachu:</b>  - obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):  <math>g_k = 0,450</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,10</math>  - uwzględniono ciężar własny krokwi  - obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 47,0 st.):  <math>S_k = 0,468</math> kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, strefa II, teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 47,0 st., beta=1,80):  <math>p_k = 0,382</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać zawietrzna, strefa II, teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 47,0 st., beta=1,80):  <math>p_k = -0,302</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej, <math>\gamma_f = 1,50</math>  - obciążenie ociepleniem (wełna mineralna gr. 15 cm):  <math>g_{uk} = 0,150</math> kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej na całej krokwi bez wspornika; <math>\gamma_f = 1,20</math></p> <p><b>WYNIKI:</b>  — M [kNm]  — R [kN]</p>  <p><b>Zginanie:</b>  decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)  Momenty obliczeniowe:  <math>M_{prześl} = 4,63</math> kNm; <math>M_{podp} = -0,01</math> kNm  Warunek nośności - prześło:  <math>\sigma_{m,y,d} = 5,34</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,351 &lt; 1</math>  Warunek nośności - podpora:  <math>\sigma_{m,y,d} = 0,02</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 15,23</math> MPa  <math>\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 &lt; 1</math>  <b>Ugięcie</b> (wspornik):  <math>u_{fin} = (-) 1,23</math> mm &lt; <math>u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 1,39</math> mm (88,2%)  <b>Ugięcie</b> (odcinek środkowy):  <math>u_{fin} = 13,62</math> mm &lt; <math>u_{net,fin} = l / 200 = 24,68</math> mm (55,2%)</p>

## b) Płatew pośrednia

Stan Istniejący	Stan Projektowany
<p><b>DANE:</b></p> <p><u>Wymiary przekroju:</u> przekrój prostokątny</p> <p>Szerokość <math>b = 14,0</math> cm</p> <p>Wysokość <math>h = 14,0</math> cm</p> <p><u>Drewno:</u></p> <p>drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b></p> <p>→ <math>f_{m,k} = 22</math> MPa, <math>f_{t,0,k} = 13</math> MPa, <math>f_{c,0,k} = 20</math> MPa, <math>f_{v,k} = 2,4</math> MPa, <math>E_{0,mean} = 10</math> GPa, <math>\rho_k = 340</math> kg/m<sup>3</sup></p> <p>Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2</p> <p><u>Geometria:</u></p> <p>Płatew podparta tylko słupami</p> <p>Rozstaw słupów <math>l = 2,65</math> m</p> <p><u>Obciążenia płatwi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obciążenie stałe <math>G_k = 4,170</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,10</math></li> <li>- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi</li> <li>- obciążenie śniegiem <math>[0,468 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20)]</math></li> </ul> <p><math>S_k = 0,924</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe) <math>[(0,382 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \cos 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,z} = 0,754</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> <li>- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome) <math>[(0,382 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \sin 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,y} = 0,728</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> <li>- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe) <math>[(-0,302 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \cos 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,z} = -0,597</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> <li>- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome) <math>[(-0,302 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \sin 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,y} = -0,577</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> </ul> <p><b>WYNIKI:</b></p> <p><math>\begin{cases} R_z \text{ [kN]} \\ R_y \text{ [kN]} \end{cases}</math> dla jednego odcinka (przęsła)</p>  <p><u>Zginanie:</u></p> <p>decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)</p> <p>Momenty obliczeniowe</p> <p><math>M_{y,max} = 6,20</math> kNm; <math>M_{z,max} = 0,96</math> kNm</p> <p>Warunek nośności:</p> <p><math>\sigma_{m,y,d} = 13,56</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 10,15</math> MPa</p> <p><math>\sigma_{m,z,d} = 2,10</math> MPa, <math>f_{m,z,d} = 10,15</math> MPa</p> <p><math>k_m = 0,7</math></p> <p><math>k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 1,141 &gt; 1</math> (!!!)</p> <p><math>\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 1,480 &gt; 1</math> (!!!)</p> <p><u>Ugięcie:</u></p> <p>decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)</p> <p><math>u_{fin,z} = 18,55</math> mm; <math>u_{fin,y} = 0,00</math> mm</p> <p><math>u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 18,55</math> mm <math>&gt; u_{net,fin} = 13,25</math> mm (140,0%)</p> <p>(!!!)</p>	<p><b>DANE:</b></p> <p><u>Wymiary przekroju:</u> przekrój prostokątny</p> <p>Szerokość <math>b = 14,0</math> cm</p> <p>Wysokość <math>h = 14,0</math> cm</p> <p><u>Drewno:</u></p> <p>drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b></p> <p>→ <math>f_{m,k} = 22</math> MPa, <math>f_{t,0,k} = 13</math> MPa, <math>f_{c,0,k} = 20</math> MPa, <math>f_{v,k} = 2,4</math> MPa, <math>E_{0,mean} = 10</math> GPa, <math>\rho_k = 340</math> kg/m<sup>3</sup></p> <p>Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2</p> <p><u>Geometria:</u></p> <p>Płatew podparta obustronnie mieczami</p> <p>Rozstaw słupów <math>l = 2,65</math> m</p> <p>Odległość podparcia płatwi mieczem <math>a_m = 0,50</math> m</p> <p><u>Obciążenia płatwi:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obciążenie stałe <math>G_k = 4,580</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,13</math></li> <li>- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi</li> <li>- obciążenie śniegiem <math>[0,468 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20)]</math></li> </ul> <p><math>S_k = 0,924</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe) <math>[(0,382 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \cos 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,z} = 0,754</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> <li>- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome) <math>[(0,382 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \sin 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,y} = 0,728</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> <li>- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe) <math>[(-0,302 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \cos 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,z} = -0,597</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> <li>- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome) <math>[(-0,302 \cdot (0,5 \cdot 3,55 + 0,20) / \cos 44,0^\circ) \cdot \sin 44,0^\circ]</math></li> <li><math>W_{k,y} = -0,577</math> kN/m; <math>\gamma_l = 1,50</math></li> </ul> <p><b>WYNIKI:</b></p> <p><math>\begin{cases} R_z \text{ [kN]} \\ R_y \text{ [kN]} \end{cases}</math> dla jednego odcinka (przęsła)</p>  <p><u>Zginanie:</u></p> <p>decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)</p> <p>Momenty obliczeniowe</p> <p><math>M_{y,max} = 2,60</math> kNm; <math>M_{z,max} = 0,96</math> kNm</p> <p>Warunek nośności:</p> <p><math>\sigma_{m,y,d} = 5,69</math> MPa, <math>f_{m,y,d} = 10,15</math> MPa</p> <p><math>\sigma_{m,z,d} = 2,10</math> MPa, <math>f_{m,z,d} = 10,15</math> MPa</p> <p><math>k_m = 0,7</math></p> <p><math>k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,599 &lt; 1</math></p> <p><math>\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,705 &lt; 1</math></p> <p><u>Ugięcie:</u></p> <p>decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)</p> <p><math>u_{fin,z} = 3,27</math> mm; <math>u_{fin,y} = 0,00</math> mm</p> <p><math>u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 3,27</math> mm <math>&lt; u_{net,fin} = 8,25</math> mm (39,6%)</p>

### c) Słup części niższej

Stan Istniejący	Stan Projektowany
<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 15,0 \text{ cm}</math>  Wysokość <math>h = 15,0 \text{ cm}</math>  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  <math>\rightarrow 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</math>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Wysokość słupa <math>l_{col} = 3,10 \text{ m}</math>  Współczynniki długości wyboczeniowej:  - względem osi y <math>\mu_y = 1,00</math>  - względem osi z <math>\mu_z = 0,70</math>  <b>Obciążenia:</b>  Siła ściskająca <math>N_c = 27,80 \text{ kN}</math>  Moment zginający <math>M_y = 0,00 \text{ kNm}</math>  Moment zginający <math>M_z = 0,00 \text{ kNm}</math>  Klasa trwania obciążenia: stałe</p> <p><b>WYNIKI:</b></p>  <p><b>Ściskanie równoległe:</b>  <math>N_c = 27,80 \text{ kN}</math>  Warunek smukłości:  <math>\lambda_y = 71,59 &lt; \lambda_c = 150 \quad (47,7\%)</math>  <math>\lambda_z = 50,11 &lt; \lambda_c = 150 \quad (33,4\%)</math>  Warunek nośności:  <math>k_{c,y} = 0,535; k_{c,z} = 0,832</math>  <math>\sigma_{c,y,d} = 2,31 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (25,0\%)</math>  <math>\sigma_{c,z,d} = 1,49 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (16,1\%)</math></p>	<p><b>DANE:</b>  <b>Wymiary przekroju:</b> przekrój prostokątny  Szerokość <math>b = 15,0 \text{ cm}</math>  Wysokość <math>h = 15,0 \text{ cm}</math>  <b>Drewno:</b>  drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości <b>C22</b>  <math>\rightarrow 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</math>  Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2  <b>Geometria:</b>  Wysokość słupa <math>l_{col} = 3,10 \text{ m}</math>  Współczynniki długości wyboczeniowej:  - względem osi y <math>\mu_y = 1,00</math>  - względem osi z <math>\mu_z = 0,70</math>  <b>Obciążenia:</b>  Siła ściskająca <math>N_c = 32,02 \text{ kN}</math>  Moment zginający <math>M_y = 0,00 \text{ kNm}</math>  Moment zginający <math>M_z = 0,00 \text{ kNm}</math>  Klasa trwania obciążenia: stałe</p> <p><b>WYNIKI:</b></p>  <p><b>Ściskanie równoległe:</b>  <math>N_c = 32,02 \text{ kN}</math>  Warunek smukłości:  <math>\lambda_y = 71,59 &lt; \lambda_c = 150 \quad (47,7\%)</math>  <math>\lambda_z = 50,11 &lt; \lambda_c = 150 \quad (33,4\%)</math>  Warunek nośności:  <math>k_{c,y} = 0,535; k_{c,z} = 0,832</math>  <math>\sigma_{c,y,d} = 2,66 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (28,8\%)</math>  <math>\sigma_{c,z,d} = 1,71 \text{ MPa} &lt; f_{c,0,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (18,5\%)</math></p>



## II. ANALIZA KONSTRUKCJI STROPU DREWNIANEGO

### 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Tablica 4.1. – obciążenia stale

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m
1.	Wetna mineralna w płytach półtwardych grub. 15 cm i szer. 1,01 m [1,0kN/m <sup>3</sup> ·0,15m·1,01m]	0,15	1,30	--	0,19
2.	Jodła, lipa, olcha, osika, sosna, świerk, topola o wilgotności 23% grub. 2,5 cm i szer. 1,01 m [6,0kN/m <sup>3</sup> ·0,025m·1,01m]-ślepy pułap	0,15	1,30	--	0,19
3.	Gips lany, płyty gipsowe ściśle grub. 2,5 cm i szer. 1,01 m [12,0kN/m <sup>3</sup> ·0,025m·1,01m]-sufit podwieszony na stelarzu	0,30	1,30	--	0,39
$\Sigma$ :		<b>0,60</b>	1,30	--	<b>0,78</b>

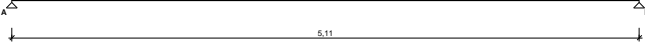
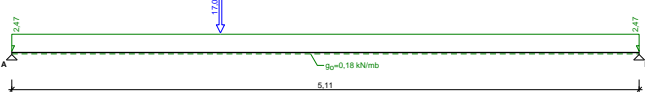


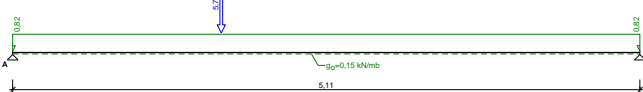

Tablica 4.2.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m
1.	Obciążenie zmienne (poddasza z dostępem z klatki schodowej) szer. 1,01 m [1,2kN/m <sup>2</sup> ·1,01m]	1,21	1,40	0,50	1,69
$\Sigma$ :		<b>1,21</b>	1,40	--	<b>1,69</b>

Tablica 4.3. Reakcja z dachu

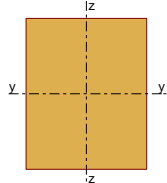
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN
1.	Reakcja z dachu 32,02/2,65*1,01 = 12,20 kN	12,20	1,40	0,50	17,08
$\Sigma$ :		<b>12,20</b>	1,40	--	<b>17,08</b>

### 2. BELKA DREWNIANA STROPU

Stan Istniejący	Stan Projektowany
<b>SCHEMAT BELKI – ROZSTAW CO 1,01 m</b>  Parametry belki: - współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$ <b>OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI</b> Przypadek P1: Przypadek 1 ( $\gamma_f = 1,15$ , klasa trwania - stałe) Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):  <b>WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH</b> Przypadek P1: Przypadek 1 Momenty zginające [kNm]:  <b>ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA</b> Klasa użytkowania konstrukcji - 2 Parametry analizy zwirzenia: - brak stężeń bocznych na długości belki - stosunek $l_0/l = 1,00$ - obciążenie przyłożone na pasie ściskowym (górnym) belki Ugięcie graniczne przęsła $U_{net,fin} = l_0 / 300$	<b>SCHEMAT BELKI – ROZSTAW CO 0,33 m – dodatkowe belki</b>  Parametry belki: - współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$ <b>OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI</b> Przypadek P1: Przypadek 1 ( $\gamma_f = 1,15$ , klasa trwania - stałe) Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):  <b>WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH</b> Przypadek P1: Przypadek 1 Momenty zginające [kNm]:  <b>ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA</b> Klasa użytkowania konstrukcji - 2 Parametry analizy zwirzenia: - brak stężeń bocznych na długości belki - stosunek $l_0/l = 1,00$ - obciążenie przyłożone na pasie ściskowym (górnym) belki Ugięcie graniczne przęsła $U_{net,fin} = l_0 / 300$

# WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

## WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **20 / 25 cm**

$W_y = 2083 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 26042 \text{ cm}^4$ ,  $m = 17,0 \text{ kg/m}$   
 drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C22**  
 $\rightarrow f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$

### Zginanie

Przekrój  $x = 1,70 \text{ m}$   
 Moment maksymalny  $M_{max} = 27,07 \text{ kNm}$   
 $\sigma_{m,y,d} = 12,99 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}$   
 Warunek nośności:  
 $\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 1,28 > 1$  **(!!!)**  
 Warunek stateczności:  
 $k_{crit} = 1,000$   
 $\sigma_{m,y,d} = 12,99 \text{ MPa} > k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}$  **(128,0%)**  
**(!!!)**

### Ścinanie

Przekrój  $x = 0,00 \text{ m}$   
 Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = 18,18 \text{ kN}$   
 $\tau_d = 0,55 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,11 \text{ MPa}$  **(49,2%)**

### Docisk na podporze

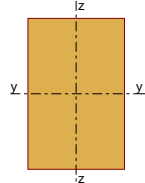
Reakcja podporowa  $R_A = 18,18 \text{ kN}$   
 $a_p = 10,0 \text{ cm}$ ,  $k_{c,90} = 1,00$   
 $\sigma_{c,90,y,d} = 0,91 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa}$  **(82,1%)**

### Stan graniczny użytkowości

Przekrój  $x = 2,41 \text{ m}$   
 Ugięcie maksymalne  $u_{lin} = 38,63 \text{ mm}$   
 Ugięcie graniczne  $u_{net,lin} = l_0 / 300 = 5110 / 300 = 17,03 \text{ mm}$   
 $u_{lin} = 38,63 \text{ mm} > u_{net,lin} = 17,03 \text{ mm}$  **(226,8%)**  
**(!!!)**

# WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

## WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **16 / 25 cm**

$W_y = 1667 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 20833 \text{ cm}^4$ ,  $m = 13,6 \text{ kg/m}$   
 drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C22**  
 $\rightarrow f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 10 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$

### Zginanie

Przekrój  $x = 1,70 \text{ m}$   
 Moment maksymalny  $M_{max} = 9,27 \text{ kNm}$   
 $\sigma_{m,y,d} = 5,56 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}$   
 Warunek nośności:  
 $\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,55 < 1$   
 Warunek stateczności:  
 $k_{crit} = 1,000$   
 $\sigma_{m,y,d} = 5,56 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 10,15 \text{ MPa}$  **(54,8%)**

### Ścinanie

Przekrój  $x = 0,00 \text{ m}$   
 Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = 6,27 \text{ kN}$   
 $\tau_d = 0,24 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,11 \text{ MPa}$  **(21,2%)**

### Docisk na podporze

Reakcja podporowa  $R_A = 6,27 \text{ kN}$   
 $a_p = 10,0 \text{ cm}$ ,  $k_{c,90} = 1,00$   
 $\sigma_{c,90,y,d} = 0,39 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,11 \text{ MPa}$  **(35,4%)**

### Stan graniczny użytkowości

Przekrój  $x = 2,41 \text{ m}$   
 Ugięcie maksymalne  $u_{lin} = 16,68 \text{ mm}$   
 Ugięcie graniczne  $u_{net,lin} = l_0 / 300 = 5110 / 300 = 17,03 \text{ mm}$   
 $u_{lin} = 16,68 \text{ mm} < u_{net,lin} = 17,03 \text{ mm}$  **(97,9%)**