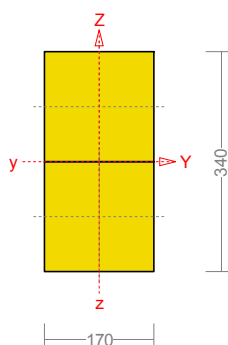


Poz. 2.7 Płatów boczna o przekroju 2x 17x17cm**Wyniki wymiarowania wg PN-B-03150:2000**

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	Kombinacja obc.
117	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,465	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2) + γ_F -U+1,5-W1
116	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,448	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2) + γ_F -U+1,5-W1
84	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,440	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W1
83	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,438	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W2
385	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,437	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W1
384	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,434	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W2
79	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,423	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W2
90	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,421	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W1
80	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,420	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W1
89	17x34cm	3 - la 34,0x17,0	Ściskanie	0,413	1,1-CW+1,2-St+1,5-(S1+S2+ S3)+ γ_F -U+1,5-W2

Pręt nr 117

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-B 03150:2000

**Przekrój: 3 „la 34,0x17,0”**

Wymiary przekroju:

$$h=340,0 \text{ mm} \quad b=170,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=55680,7; \quad J_{zg}=13920,2 \text{ cm}^4; \quad A=578,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=9,8; \quad i_z=4,9 \text{ cm}; \quad W_y=3275,3; \quad W_z=1637,7 \text{ cm}^3.$$

Charakterystyka zastępcza przekroju:

Gałęzie przekroju połączone są łącznikami mechanicznymi w postaci śrub o średnicy 16 mm.

Podatność łączników:

$$K_u = 2/3 \rho_k^{1,5} d / 20 = 2/3 \times 370^{1,5} \times 16 / 20 = 3796 \text{ N/mm}$$

Dla płaszczyzny prostopadłej do szwów:

$$\gamma_1 = [1 + \pi^2 E A_1 s_i / (K l)^2]^{-1} = [1 + 3,142^2 \times 7700 \times 289,0 \times 640 / (3796 \times 0,780^2) \times 10^{-4}]^{-1} = 0,002$$

$$\gamma_2 = 1$$

Współrzędne środków elementów przekroju wynoszą:

$$a_1 = 16,97; \quad a_2 = 0,03 \text{ cm}$$

Zastępczy moment bezwładności:

$$I_{ef} = \sum (I_i + \gamma_i A_i a_i^2) = 6960,1 + 0,002 \times 289,0 \times 16,97^2 + 6960,1 + 1,000 \times 289,0 \times 0,03^2 = 14056,9 \text{ cm}^4$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C27**.

$$f_{m,k} = 27,00$$

$$f_{m,d} = 12,462 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 16,00$$

$$f_{t,0,d} = 7,385 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,60$$

$$f_{t,90,d} = 0,277 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 22,00$$

$$f_{c,0,d} = 10,154 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,60$$

$$f_{c,90,d} = 1,200 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,80$$

$$f_{v,d} = 1,292 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11500 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 380 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7700 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 720 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 117

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=2,286 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; przęsło nr: 5, 3, 5, przy obciążeniach „1,1·CW+1,2·St+1,5·(S1+S4+W1) „.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 578,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,04 / 578,00 \times 10 = \mathbf{0,001} < \mathbf{7,385} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=2,196 \text{ m}$; $x_b=0,090 \text{ m}$; przęsło nr: 5, 3, 5, przy obciążeniach „1,1·CW+1,2·St+1,5·(S1+S2)+ γ_f ·U+1,5·W1 „.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y (wyznaczona w sposób uproszczony):

$$l_c = \mu l = 7,612 \times 0,090 = 0,685 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z (wyznaczona w sposób uproszczony):

$$l_c = \mu l = 6,535 \times 0,090 = 0,588 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / \sqrt{I_{ef,y} / A_{tot}} = 68,5 / \sqrt{13922,0 / 578,00} = 13,96$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / \sqrt{I_{ef,z} / A_{tot}} = 58,8 / \sqrt{13920,2 / 578,00} = 11,98$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7700 / (13,96)^2 = 390,015 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7700 / (11,98)^2 = 529,092 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{22 / 390,02} = 0,238$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{22 / 529,09} = 0,204$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,238 - 0,5) + (0,238)^2] = 0,502$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,204 - 0,5) + (0,204)^2] = 0,491$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,502 + \sqrt{0,502^2 - 0,238^2}) = 1,059$$

$$k_{c,z} = 1/(k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1/(0,491 + \sqrt{0,491^2 - 0,204}) = 1,066$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 578,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,91 / 578,00 \times 10 = \mathbf{0,050} < \mathbf{10,754} = 1,059 \times 10,154 = k_{c,f} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=2,196 \text{ m}$; $x_b=0,090 \text{ m}$; przęsło nr: 5, 3, 5, przy obciążeniach „1,1·CW+1,2·St+1,5·(S1+S2)+ γ_f ·U+1,5·W1”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,050}{1,059 \times 10,154} + 1,0 \times \frac{3,371}{12,462} + \frac{2,359}{12,462} = \mathbf{0,465} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,050}{1,066 \times 10,154} + \frac{3,371}{12,462} + 1,0 \times \frac{2,359}{12,462} = \mathbf{0,465} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,196 \text{ m}$; $x_b=0,090 \text{ m}$; przęsło nr: 5, 3, 5, przy obciążeniach

„1,1·CW+1,2·St+1,5·S1+ γ_f ·U+1,5·W1”.

Największe naprężenia dla zginania:

$$\sigma_{m,i} + \sigma_i = (0,5 h_i + \gamma_i a_i) M / I_{ef} + (0,5 h'_i + \gamma'_i a'_i) M' / I'_{ef} = (0,5 \times 17,0 + 0,0000219 \times 17,0) \times 3,87 / 13922,0 \times 10^3 + (0,5 \times 17,0 + 1,000 \times 0,0) \times 5,53 / 13920,2 \times 10^3 = \mathbf{5,737} < \mathbf{12,462} = f_{m,d}$$

Największe naprężenia dla ściskania:

$$\sigma_i = \gamma_i a_i M / I_{ef} + \gamma'_i a'_i M' / I'_{ef} = 0,0000219 \times 17,0 \times 3,87 / 13922,0 \times 10^3 + 1,000 \times 0,0 \times 5,53 / 13920,2 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{10,154} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla rozciągania:

$$\sigma_i = \gamma_i a_i M / I_{ef} (\text{ZginanieZ}^*) + \gamma'_i a'_i M' / I'_{ef} = 1,000 \times 0,000372 \times 3,87 / 13922,0 \times 10^3 + 1,000 \times 0,0 \times 5,53 / 13920,2 \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{7,385} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla $x_a=2,196 \text{ m}$; $x_b=0,090 \text{ m}$; przęsło nr: 5, 3, 5, przy obciążeniach

„1,1·CW+1,2·St+1,5·S1+ γ_f ·U+1,5·W1”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,362}{12,462} + 1,0 \times \frac{3,375}{12,462} = \mathbf{0,460} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 1,0 \times \frac{2,362}{12,462} + \frac{3,375}{12,462} = \mathbf{0,460} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,196 \text{ m}$; $x_b=0,090 \text{ m}$; przęsło nr: 5, 3, 5, przy obciążeniach

„1,1·CW+1,2·St+1,5·S1+ γ_f ·U+1,5·W1”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,002^2}{10,154^2} + \frac{2,362}{12,462} + 1,0 \times \frac{3,375}{12,462} = \mathbf{0,460} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,002^2}{10,154^2} + 1,0 \times \frac{2,362}{12,462} + \frac{3,375}{12,462} = \mathbf{0,460} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000 \text{ m}$; $x_b=2,286 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach

„1,1·CW+1,2·St+1,5·(S2+S3+S4)+ γ_f ·U+1,5·W2”.

Naprężenia tnące:

Naprężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie prostopadłej do szwów:

$$\tau = (\gamma_3 A_3 a_3 + 0,5 b_2 h^2) V / b_2 I_{ef} = (0,5 \times 17,00 \times 8,50^2) \times 10,99 / (17,00 \times 13922,9) \times 10 = 0,285$$

Naprężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie równoległej do szwów:

$$\tau' = \frac{V' S'}{b' I'} = \frac{10,8 \times 1228,3}{34,00 \times 13920,2} \times 10 = 0,280$$

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,285^2 + 0,280^2} = \mathbf{0,400} < \mathbf{1,292} = 1,000 \times 1,292 = k_v f_{v,d}$$

Nośność łączników gałęzi:

Do połączenia gałęzi przekroju, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci śrub o średnicy 16,0 mm. Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach.

$$f_{h,k} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times 16,0) \times 370 = 25,49$$

$$f_{h,d} = f_{h,k} k_{mod} / 1,3 = 25,49 \times 0,60 / 1,3 = 11,76 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,8 \times 300 \times 16,0^3 / 6 = 163840,00$$

$$M_{y,d} = M_{y,k} / 1,1 = 148945,45 \text{ Nmm}$$

$$R_{d,1} = f_{h,1,d} t_1 d = 11,76 \times 170,0 \times 16,0 = 31994,2 \text{ N}$$

$$R_{d,2} = 0,5 f_{h,1,d} t_2 d \beta = 0,5 \times 11,76 \times 170,0 \times 16,0 \times 1,00 = 15997,1 \text{ N}$$

$$R_{d,3} = 1,1 f_{h,1,d} t_1 d / (2 + \beta) [\sqrt{2\beta(1 + \beta) + 4\beta(2 + \beta) M_{y,d} / f_{h,1,d} d t_1^2} - \beta] = 1,1 \times 11,76 \times 170,0 \times 16,0 / (2 + 1,00) \times [\sqrt{2 \times 1,00 \times (1 + 1,00) + 4 \times 1,00 \times (2 + 1,00) \times 148945,45 / (11,76 \times 16,0 \times 170,0^2)} - 1,00] = 12676,0 \text{ N}$$

$$R_{d,4} = 1,1 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,1,d} d 2\beta / (1 + \beta)} = 1,1 \times \sqrt{2 \times 148945,45 \times 11,76 \times 16,0 \times 2 \times 1,00 / (1 + 1,00)} = 8236,3 \text{ N}$$

Nośność łącznika na jedno cięcie $R_d = 8236,3 \text{ N}$.

Siła przypadająca na jeden łącznik pochodząca od siły rozwarstwiającej:

Dla prętów ściskanych należy uwzględnić dodatkową siłę poprzeczną przy wyboczeniu:

$$\text{dla } \lambda_{ef} \leq 30 \quad V_d = F_{c,d} / (120 k_c) = 20,43 / (120 \times 1,102) = 0,15 \text{ kN}$$

$$F_1 = \gamma_1 A_1 a_1 s V / I_{ef} = 0,000 \times 289,0 \times 17,00 \times 64,0 \times 11,14 / 13922,9 \times 10^3 = 8,4 \text{ N}$$

$$F_1 = \mathbf{8,4} < \mathbf{8236,3} = R_d$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a = 0,000 \text{ m}$; $x_b = 2,286 \text{ m}$; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach

„1,1 · CW + 1,2 · St + 1,5 · (S2 + S3 + S4) + γ_F U + 1,5 · W2”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{3 \times 0,05}{17,0^2 \times 17,0 / 1,610 + 17,0^2 \times 17,0 / 1,610} \times 10^3 = \mathbf{0,024} < \mathbf{1,292} = f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0,024}{1,292} + \frac{0,400^2}{1,292^2} = \mathbf{0,114} < \mathbf{1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a = 2,241 \text{ m}$; $x_b = 0,045 \text{ m}$; przęsło nr: 5, 3, 5, przy obciążeniach „CW + St + S1 + S4 + U + W1” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin,z} = l / 150 = 2286,1 / 150 = 15,2 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin,y} = l / 150 = 90,0 / 150 = 0,6 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych i części długotrwałej obciążeń zmiennych:

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,13 \times [1 + 19,20 \times (340,0/2286,1)^2] (1 + 0,60) = 0,30 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (170,0/90,0)^2] (1 + 0,60) = -0,27 \text{ mm}$$

Ugięcia od części krótkotrwałej obciążeń zmiennych:

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (340,0/2286,1)^2] (1 + 0,60) = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,00 \times [1 + 19,20 \times (170,0/90,0)^2] (1 + 0,60) = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,30 + 0,00 = \mathbf{0,3} < \mathbf{15,2} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = -0,27 + 0,00 = \mathbf{0,3} < \mathbf{0,6} = u_{net,fin}$$