

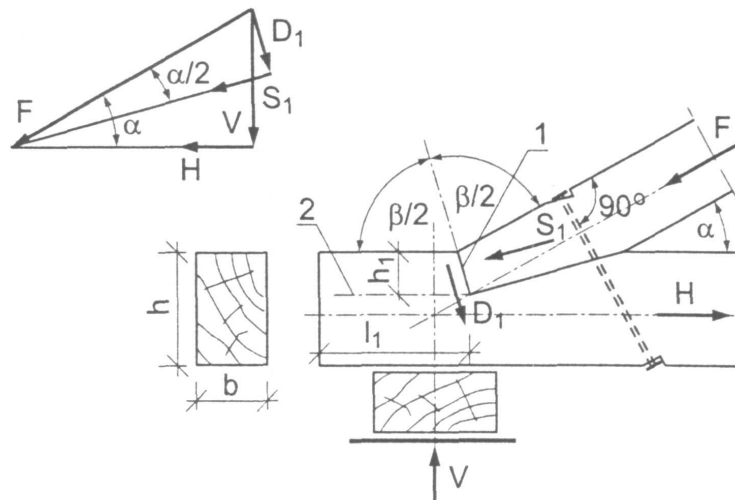
Połączenia

- Dane:
- drewno klasy - C30
- $h =$ 16 cm
- $b =$ 8 cm
- obciążenie o maksymalnej wartości w kombinacji obciążeń – stałe
- klasa użytkowania konstrukcji - 1
- $F =$ 50 kN
- $\alpha =$ 30°

Przykład 1

Połączenie na wrąb czołowy
pojedynczy z płaszczyzną docisku
po dwusiecznej kąta

Wrąb pojedynczy



wytrzymałość mechaniczne drewna i pozostałe parametry niezbędne do obliczeń

- $\gamma_m = 1,3$
- $k_{mod} = 0,6$
- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ściskanie w poprzek włókien
– $f_{c,90,k} = 5,7 \text{ MPa}$
- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ściskanie wzdłuż włókien
– $f_{c,0,k} = 23,0 \text{ MPa}$
- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ścinanie – $f_{v,k} = 3,0 \text{ MPa}$
- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie w poprzek włókien
– $f_{c,90,d} = 5,7 \times 0,6/1,3 = 2,63 \text{ MPa}$
- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie wzdłuż włókien
– $f_{c,0,d} = 23,0 \times 0,6/1,3 = 10,61 \text{ MPa}$
- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ścinanie
– $f_{v,d} = 3,0 \times 0,6/1,3 = 1,38 \text{ MPa}$

- składowa normalna do płaszczyzny docisku - $S_1 = F \times \cos(\alpha/2) = 50 \cos 15^\circ = 48,3 \text{ kN}$
- powierzchnia docisku $A_1 = h_1 b / \cos(\alpha/2) =$
- naprężenia normalne do płaszczyzny docisku \leftrightarrow naprężenia działające pod kątem $\alpha/2$ do włókien $\sigma_{c,\alpha/2,d} = S_1 / A_1 = S_1 \cos(\alpha/2) / h_1 b = 48,3 \times \cos 15^\circ / (0,08 h_1) = 583,1 / h_1$
- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie pod kątem 15° do włókien –

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{c,15,d} = \frac{10,61}{\frac{10,61}{2,63} \sin^2 15^\circ + \cos^2 15^\circ} = 8,82 \text{ MPa}$$

- $\sigma_{c,\alpha/2,d} \leq f_{c,\alpha/2,d}$
- $583,1 / h_1 \leq 8,82 \times 10^3$
- $h_1 \geq 583,1 / (8,82 \times 10^3) = 0,066 \text{ m} = 6,6 \text{ cm}$
- $h_1 \geq 2 \text{ cm}$ i $h_1 \leq 0,3 \times 16 = 4,8 \text{ cm}$
- $6,6 / 0,3 = 22 \text{ cm}$
- należy zwiększyć wysokość elementu do 22 cm albo zaprojektować wręb podwójny

Ścinanie

$$\tau = \frac{H}{A_2} = \frac{F \cdot \cos \alpha}{b \cdot l_1} \leq f_{v,d}$$

$$l_1 \geq \frac{50 \cdot \cos 30^\circ}{0,08 \cdot 1,38 \cdot 10^3} = 0,39 \text{ m} = 39 \text{ cm} \geq 20 \text{ cm} \text{ i } \geq 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ cm}$$

- H – pozioma składowa siły F
- A_2 – powierzchnia płaszczyzny ścinania

Przykład 2

Połączenie z wykorzystaniem
obustronnych nakładek stalowych
gr. 2 mm i gwoździ $d = 4 \text{ mm}$

wytrzymałość mechaniczne drewna i pozostałe parametry niezbędne do obliczeń

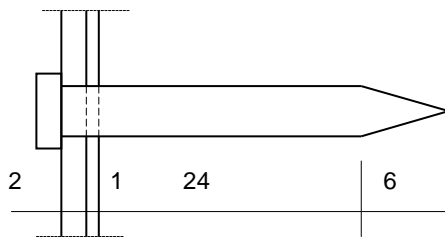
- $\gamma_m = 1,3$ (drewno)
- $\gamma_m = 1,1$ (stal)
- $k_{mod} = 0,6$
- $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$
- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ściskanie w poprzek włókien
– $f_{c,90,k} = 5,7 \text{ MPa}$
- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ściskanie wzdłuż włókien
– $f_{c,0,k} = 23,0 \text{ MPa}$
- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie w poprzek włókien
– $f_{c,90,d} = 5,7 \times 0,6/1,3 = 2,63 \text{ MPa}$
- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie wzdłuż włókien
– $f_{c,0,d} = 23,0 \times 0,6/1,3 = 10,61 \text{ MPa}$

Sprawdzenie poprawności przyjętych wymiarów elementu

- minimalna grubość elementu stalowego wynosi 2 mm jest to zgodne z przyjętą w projekcie grubością blachy
- minimalna grubość elementu drewnianego występująca w złączu $t = \max[7d; (13d-30)\rho_k/400] = \max[7 \times 4 = 28 \text{ mm}; (13 \times 4 - 30) \times 380 / 400 = 20,9 \text{ mm}] = 28 \text{ mm} < b = 80 \text{ mm}$
- średnica gwoźdźcia powinna wynosić od 1/6 do 1/11 grubości najcieńszego elementu z drewna, ponieważ najcieńszym elementem w złączeniu jest blacha stalowa grubości 2 mm tego warunku nie sprawdza się
- określenie długości gwoźdźcia

Określenie minimalnej długości gwoźdźcia

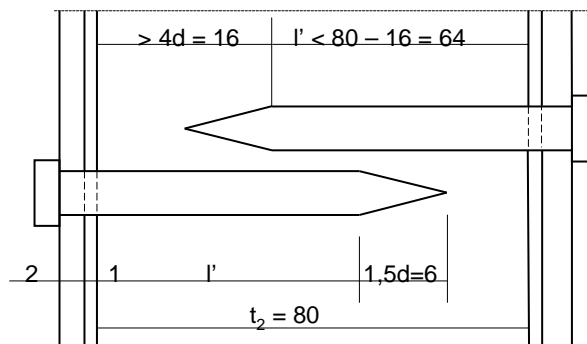
- minimalna długość zakotwienia gwoźdźcia pierścieniowego wynosi co najmniej $6d = 6 \times 4 = 24$ mm
- dodatek na jeden szew połączenia 1 mm
- dodatek na ostrze gwoźdźcia $1,5d = 1,5 \times 4 = 6$ mm



$$l_{\min} = 2 + 1 + 24 + 6 = 33 \text{ mm}$$

Określenie maksymalnej długości gwoźdźcia

- gwoździe wbijane bez nawiercanych otworów mogą na siebie zachodzić w elemencie środkowym, jeśli $t_2 - l' > 4d \rightarrow l' < t_2 - 4d = 80 - 4 \times 4 = 80 - 16 = 64$ mm
- dodatek na jeden szew połączenia 1 mm
- dodatek na ostrze gwoźdźcia $1,5d = 1,5 \times 4 = 6$ mm



$$l_{\max} = 2 + 1 + 64 + 6 = 73 \text{ mm}$$



Gwóźdź Anchor 40x4,0

symbol	nr art.	EAN 59077081	wymiary [mm]		ilość [szt./kg]	📦 [kg]
			a	d		
Gwóźdź Anchor 35x4,0	490100	49015	35	4,0	261	1
Gwóźdź Anchor 40x4,0	490200	49022	40	4,0	226	1
Gwóźdź Anchor 50x4,0	490300	49039	50	4,0	195	1
Gwóźdź Anchor 60x4,0	490400	49039	60	4,0	158	1
Gwóźdź Anchor 75x4,0	490500	49053	75	4,0	113	2
Gwóźdź Anchor 100x4,0	490600	49060	100	4,0	99	1
Gwóźdź Anchor 125x4,0	490700	49077	125	4,0	80	1

Materiał: drut stalowy.

Powłoka ochronna: cynk galwaniczny.

- 33 mm < 60 mm < 73 mm
- pracująca długość gwoźdźcia $l = 60 - 2 - 1 - 6 = 51$ mm

- gwoździe można wbijać w drewno bez uprzednio nawierconych otworów, kiedy $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3 < 500 \text{ kg/m}^3$
- wytrzymałość charakterystyczna na docisk gwoździ o średnicy $d = 4 \text{ mm} < 8 \text{ mm}$ w elemencie drewnianym, przy założeniu wbijania bez uprzednio nawierconych otworów –

$$f_{h,k} = 0,082\rho_k d^{-0,3} \text{ MPa} = 0,082 \times 380 \times 4^{-0,3} =$$

$$\mathbf{20,56 \text{ MPa (N/mm}^2\text{)}}$$

- moment uplastycznienia gwoźdźcia okrągłego (wartość charakterystyczna) –

$$M_{y,k} = 180d^{2,6} = 180 \times 4^{2,6} = \mathbf{6616 \text{ Nmm}}$$

- wytrzymałość obliczeniowa na docisk gwoździ -

$$f_{h,d} = f_{h,k} k_{mod} / \gamma_m = 20,56 \times 0,6 / 1,3 = 9,48 \text{ N/mm}^2$$
- moment uplastycznienia gwoźdźa okrągłego (wartość obliczeniowa) –
- $M_{y,d} = M_{yk} / \gamma_m = 6616 / 1,1 = 6014 \text{ Nmm}$

Nośność obliczeniowa jednego gwoźdźa na jedno cięcie

- jeśli grubość blachy
 $t = 2 \text{ mm} \leq 0,5d = 0,5 \times 4 = 2 \text{ mm}$,
 to nośność gwoźdźa na jedno cięcie należy przyjąć jako:

$$R_d = (\min) \begin{cases} 0,4 f_{h,1,d} t_1 d & \text{zniszczenie drewna przez docisk} \\ 1,1 \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} & \text{zniszczenie łącznika} \end{cases}$$

$$R_d = (\min) \begin{cases} 0,4 \cdot 9,48 \cdot 51 \cdot 4 = 773 \text{ N} \\ 1,1 \sqrt{2 \cdot 6014 \cdot 9,48 \cdot 4} = 743 \text{ N} \end{cases} = 743 \text{ N} = 0,743 \text{ kN}$$

Niezbędna ilość gwoździ w połączeniu

- $N = F/R_d = 50/0,743 = 67,3 =$

68 sztuk gwoździ,

po **34** z każdej strony

Minimalne odległości między rzędami i szeregami wбитych gwoździ w elemencie nachylonym pod kątem α do poziomu

- wielkości odczytane z tablicy 7.4.2.1 dla $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3 < 420 \text{ kg/m}^3$, $d = 4 \text{ mm} < 5 \text{ mm}$ i $\alpha = 0^\circ$
- a_1 – odległość między rzędami (wzdłuż włókien)
– $10d = 10 \times 4 =$ **40 mm**
- a_2 – odległość między szeregami (w poprzek włókien)
– $5d = 5 \times 4 =$ **20 mm**
- a_{3c} – odległość skrajnego rzędu od krawędzi nieobciążonej
– $10d = 10 \times 4 =$ **40 mm**
- a_{4c} – odległość skrajnych szeregów od krawędzi nieobciążonych
– $5d = 5 \times 4 =$ **20 mm**

