

Plastická únosnost přeplátovaného spoje s ozubem a klínem - nosné dřevěné kolíky

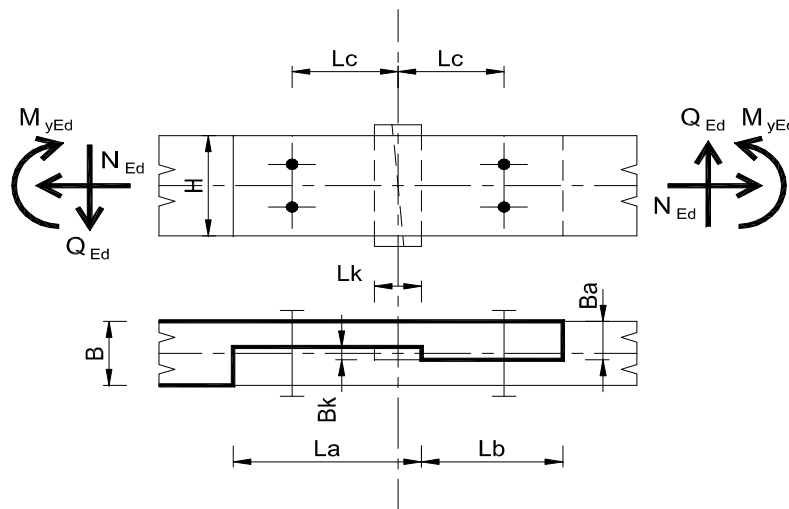
- dle ČSN EN 1995-1 (CZ) + A1

Vzorový výpočet
Zesílení v uložení ; vazný trám

Základní profil
DŘEVO **C22**
f_{m,k} = 22,0 MPa
f_{t,0,k} = 13,0 MPa
f_{c,0,k} = 20,0 MPa
f_{v,k} = 3,8 MPa
ρ_k = 340 kg*m³

Spojovací kolík, aktivační klín
DŘEVO **D30**
f_{m,k} = 30,0 MPa

Parametry zadání
→ Třída provozu 1



Základní profil
B = 300 mm
H = 300 mm

Geometrie přeplátování s ozubem
La = 700 mm
Lb = 600 mm
Ba = 175 mm

Geometrie aktivačního klínu
Bk = 50 mm
Lk = 100 mm

Spojovací kolík
Lc = 550 mm
d = ø30 mm
2x ks = 3

Třídy trvání zatížení

stálé	40%
dlouhodobé	0%
střednědobé	30%
krátkodobé	30%
okamžikové	0%

k_{mod} = 0,75
γ_M = 1,3
k₉₀ = 1,80
w = 1,0

Vnější síly v ose spoje

My,Ed	5,0 kNm
NEd	25,0 kN
QEd	10,0 kN

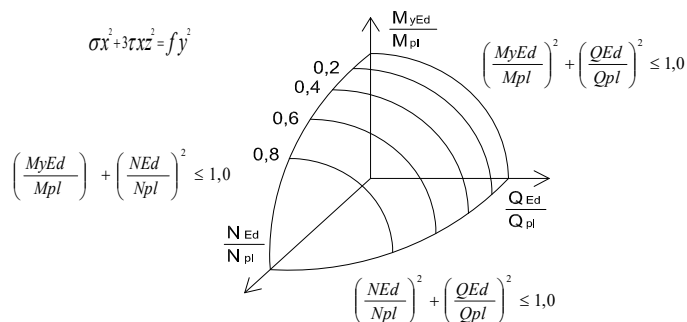
Aktivační síla klínu

N_{akt} = 2,5 kN

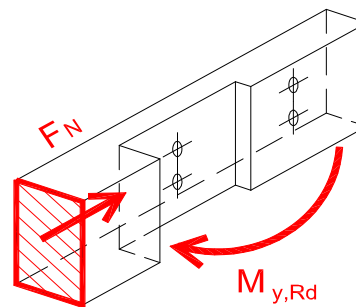
Návrhové vlastnosti materiálů

C22 f_{m,d} = 12,69 MPa
f_{t,0,d} = 7,50 MPa
f_{c,0,d} = 11,54 MPa
f_{v,d} = 2,19 MPa

Plastická únosnost průřezu dle H-M-H



Únosnost základního profilu



Plastická únosnost průřezu

N_{pl} = 675,0 kN
Q_{pl} = 113,9 kN
M_{pl} = 85,7 kNm

Podmínka M+N

0,06 + 0,00 = 0,06 → OK

Podmínka M+Q

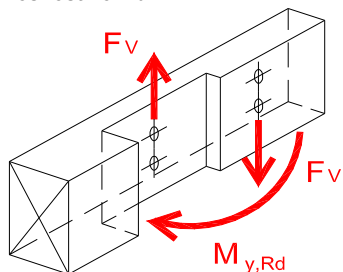
0,00 + 0,008 = 0,01 → OK

Podmínka N+Q

0,00 + 0,008 = 0,01 → OK

Vzorový výpočet
Zesílení v uložení ; vazný trám

Únosnost kolíků



$\alpha = 1,571 \text{ rad}$
 rozteč rovnoběžně s vlákny $a1 = 90 \text{ mm}$
 rozteč kolmo k vláknům $a2 = 90 \text{ mm}$
 vzdálenost k zatíženému konci $a3,t = 210 \text{ mm}$
 vzdálenost k nezatíženému konci $a3,c = 210 \text{ mm}$
 vzdálenost k zatíženému okraji $a4,t = 120 \text{ mm}$
 vzdálenost k nezatíženému okraji $a4,c = 90 \text{ mm}$

Posouzení průřezů na roztržení $he = 200 \text{ mm}$
 $n = 1$
 $F_{90,Rk} = 42,9 \text{ kN}$
 $F_{90,Rd} = 24,7 \text{ kN}$
 $F_{90,Rd-QEd/2} = 19,7 \text{ kN}$

Charakteristická únosnost pro jeden stříh jednoho spojovacího prostředku

Způsoby porušení	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
	40,66 kN	56,92 kN	20,69 kN	14,75 kN	20,29 kN	7,32 kN
	min $F_{v,Rk} = 7,32 \text{ kN}$					

Posouzení smykové únosnosti $n = 3$
 $F_{v,Rk} = 22,0 \text{ kN}$
 $F_{v,Rd} = 12,7 \text{ kN}$
 $F_{v,Rd-QEd/2} = 7,7 \text{ kN}$

Návrhové vlastnosti materiálů

D30 $f_{m,d} = 17,31 \text{ MPa}$

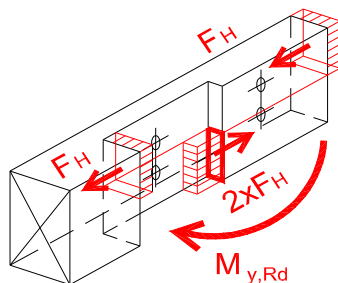
Parametry výpočtu

$M_{y,Rk} = 0,062 \text{ kNm}$
 $f_{h,0,k} = 19,52 \text{ MPa}$
 tloušťka dřívku ozubu $t_a = 125 \text{ mm}$
 pevnost v otláčení $f_{h,a,k} = 10,84 \text{ MPa}$
 poměr únosností $\beta = 1,00$
 tloušťka hlavy ozubu $t_b = 175 \text{ mm}$
 pevnost v otláčení $f_{h,b,k} = 10,84 \text{ MPa}$

Moment únosnosti kolíků

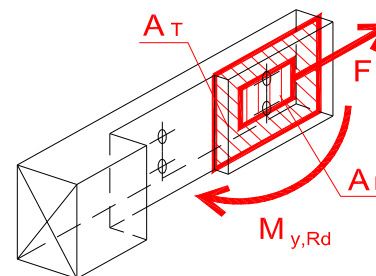
$\Delta M_{y,Rd} = 8,4 \text{ kNm}$

Únosnost ozubu v otláčení akt.klínu



příčná kontaktní plocha klínu $A = 0,008 \text{ m}^2$
 součinitel soustředěného tlaku $\xi_c = 1,80$
 $F_{H,max} = 77,9 \text{ kN}$
 $M_{y,Rd} = 23,4 \text{ kNm}$

Únosnost podélné plochy ozubu



podélná plocha ozubu $A = 0,180 \text{ m}^2$
 $N_{E,d} + N_{akt} + F_{H,max} = 105,4 \text{ kN}$
 plocha vzdorující podélnému smyku $A_N = 0,048 \text{ m}^2$
 tloušťka plochy kroucení $t_{ef} = 0,092 \text{ m}$
 plocha vzdorující podélnému krutu $A_T = 0,132 \text{ m}^2$
 plocha vymezená střednicí $A_k = 0,106 \text{ m}^2$

Bredtův vzorec dle analogie s kroucením tenkostěnných uzavřených profilů $M_{y,Rd} = 42,7 \text{ kNm}$

Parametry výpočtu

$a = 4$
 $b = -1,8$
 $c = 0,13$
 diskriminat $D = 1,1$
 kořen $x1 = 0,358 \text{ m}$
 kořen $x2 = 0,09 \text{ m}$

Moment únosnosti ozubu

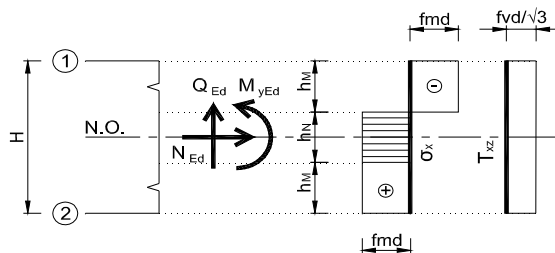
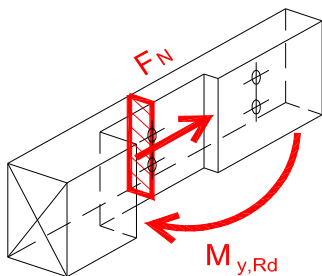
$\Delta M_{y,Rd} = 23,4 \text{ kNm}$
 $F_H = 77,9 \text{ kN}$

Moment únosnosti ozubu s kolíky

$M_{y,Rd} = 31,8 \text{ kNm}$

Vzorový výpočet
Zesílení v uložení ; vazný trám

Únosnost kolmé plochy ozubu



plocha průřezu dřívku $A = 0,038 \text{ m}^2$
 $N_{E,d} + N_{akt} + F_H = 105,4 \text{ kN}$
 plocha vzdorující osové síle $A_N = 0,014 \text{ m}^2$
 $h_N = 112 \text{ mm}$

Celkové posouzení spoje:
 osová síla $N_{Ed} = 25,0 \text{ kN} = N_{Rd}$
 posouvající síla $Q_{Ed} = 10,0 \text{ kN} = Q_{Rd}$
 ohybový moment $M_{y,Ed} = 5,0 \text{ kNm} \quad M_{y,Rd} = 30,7 \text{ kNm} \rightarrow \text{OK}$

Moment únosnosti dřívku

$M_{y,Rd} = 30,7 \text{ kNm}$

Plastická únosnost kolmé plochy ozubu

$N_{pl} = 281,3 \text{ kN}$
 $Q_{pl} = 47,5 \text{ kN}$
 $M_{pl} = 35,7 \text{ kNm}$

Podmínka M+N

$0,86 + 0,14 = 1,00 \rightarrow \text{OK}$

Podmínka M+Q

$0,74 + 0,044 = 0,78 \rightarrow \text{OK}$

Podmínka N+Q

$0,14 + 0,044 = 0,18 \rightarrow \text{OK}$