

4.3.2. Húzott/nyomott elemek hegesztett kapcsolatai

Ebben a fejezetben mintapéldákat oldunk meg a 4.3.1 fejezetben ismertetett méretezési eljárás alkalmazásával húzott/nyomott elemek közötti hegesztett kapcsolatok kialakítására. A következő példatípusokat mutatjuk be sarok- illetve tompavarratos kialakítás esetén: csomólemezt felhegesztése; átlapolt illesztések; rúdszelvény bekötése csomólemezhöz.

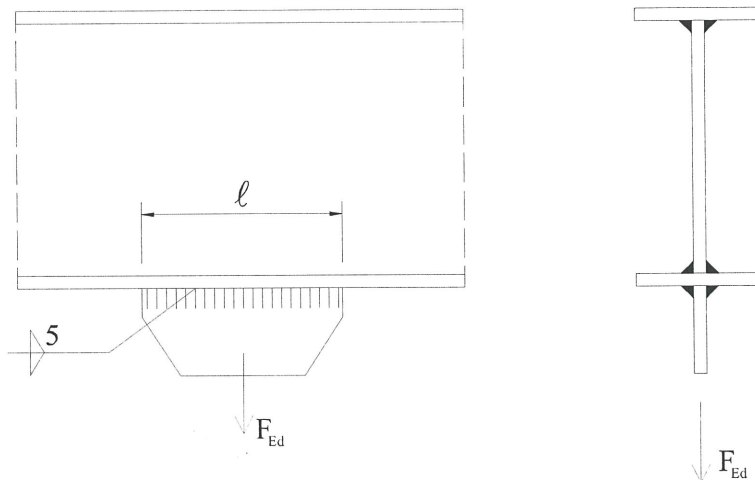
4.11. Példa

Egy gerenda alsó övére $t = 10 \text{ mm}$ vastagságú csomólemezt hegesztünk $a = 5 \text{ mm}$ méretű sarokvarratokkal (4.24. ábra). A csomólemezt $F_{Ed} = 150 \text{ kN}$ teherrel kívánjuk terhelni.

Állapítsuk meg a szükséges varrathosszúságot!

Alapanyag: S235 $f_y = 23,5 \text{ kN/cm}^2$ $f_u = 36,0 \text{ kN/cm}^2$ $\beta_w = 0,8$; $l = 8 \text{ cm}$.

A kapcsolat geometriája:



4.24. ábra: A kapcsolat kialakítása.

A varrat fajlagos tervezési ellenállása – Egyszerűsített méretezési módszer:

A varrat tervezési nyírási szilárdsága:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{36}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25} = 20,78 \text{ kN/cm}^2 \quad ; \quad 207,8 \text{ N/mm}^2$$

Egy sarokvarrat fajlagos tervezési ellenállása:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a = 20,78 \cdot 0,5 = 10,39 \text{ kN/cm} \quad 1040 \text{ N/mm}$$

A varratra működő legnagyobb fajlagos erő:

$$F_{w,Ed} = \frac{F_{Ed}}{2 \cdot l} = \frac{150000}{2 \cdot 80} = 9,375 \text{ kN/cm} = 937,5 \text{ N/mm}$$

Megjegyzés: A sarokvarratok nem hagyhatók abba az elem sarkainál, hanem vissza kell fordulniuk a sarok körül. Ezzel azonban nem számolunk.

Általános méretezési módszer.

$$A_w = 2 \cdot a \cdot l = 8 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{F_{Ed}}{A_w} \cdot \cos 45^\circ = \frac{150 \sqrt{2}}{8 \cdot 2} = 13,26 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

1. feltétel:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

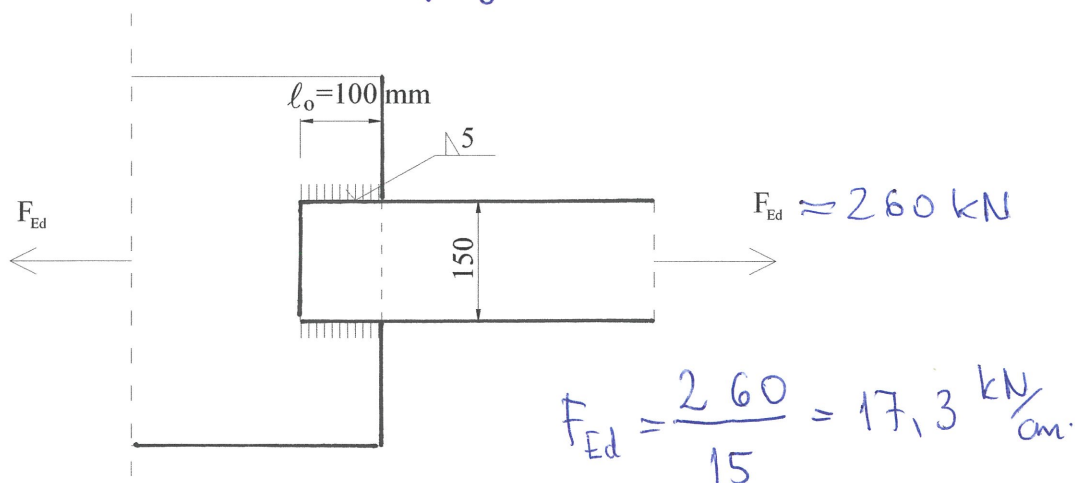
$$265 \text{ N/mm}^2 < 360 \text{ N/mm}^2$$

2. feltétel

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 288 \text{ N/mm}^2.$$

Példa 2

Alapanyag S235



4.26. ábra: A kapcsolat kialakítása.

A varrat fajlagos tervezési ellenállása – Egyszerűsített méretezési módszer:

A varrat tervezési nyírási szilárdsága:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{36}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25} = 20,78 \text{ kN/cm}^2$$

A varrat fajlagos tervezési ellenállása:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a = 20,78 \cdot 0,5 = 10,39 \text{ kN/cm}$$

A varrat tervezési ellenállása:

$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \cdot \Sigma \ell = 10,39 \cdot 2 \cdot 10 = 207,8 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

A varrat megfelel, ha $F_{Ed} \leq F_{Rd}$, ami ebben az esetben nem teljesül (125%-os „kihasználtság”).

Ellenőrzés a második méretezési módszer alapján – Általános eljárás:

$$\tau_{II} = \frac{F_{Ed}}{2 \cdot \ell \cdot a} = \frac{260}{2 \cdot 10 \cdot 0,5} = 26,0 \text{ kN/cm}^2; \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$

1. feltétel:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{II} = \sqrt{3} \cdot 26,0 = 45,0 \text{ kN/cm}^2 > \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 36 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Nem felel meg}$$

Megjegyzés:

Mivel csak τ_{II} feszültségösszetevő alakul ki, a két módszer azonos eredményt ad.

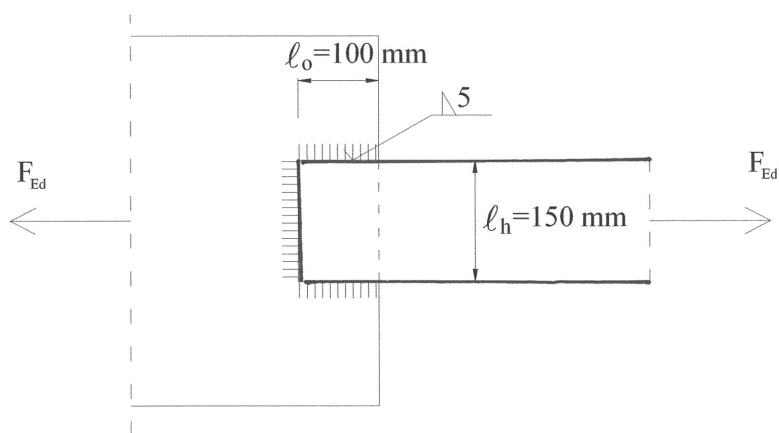
4.14. Példa

Vizsgáljuk meg a 4.27. ábra szerinti oldal- és homlokvarratos rálapolást $F_{Ed} = 260 \text{ kN}$ erő esetén! A varrat mérete $a = 5 \text{ mm}$.

Alapanyag: S235 $f_y = 23,5 \text{ kN/cm}^2$ $f_u = 36,0 \text{ kN/cm}^2$ $\beta_w = 0,8$

Az oldal és homlokvarratok teherbírása összegezhető, amennyiben kielégítik a szerkesztési követelményeket.

A kapcsolat geometriája:



4.27. ábra: A kapcsolat kialakítása.

A varrat fajlagos tervezési ellenállása – Egyszerűsített méretezési módszer:

A varrat tervezési nyírási szilárdsága:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{36}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 1,25} = 20,78 \text{ kN/cm}^2$$

A varrat fajlagos tervezési ellenállása:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a = 20,78 \cdot 0,5 = 10,39 \text{ kN/cm}$$

A varrat tervezési ellenállása:

$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \cdot \Sigma \ell = 10,39 \cdot (2 \cdot 10 + 15) = 363,65 \text{ kN}$$

$F_{Ed} \leq F_{Rd}$, tehát a kapcsolat megfelel.

A varratkép ellenőrzése – Általános eljárás:

1. feltétel:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

Határozzuk meg az oldalsarokvarrat ellenállását:

Az oldalvarratban csak τ_{II} feszültség lép fel.

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{II} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\tau_{II} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}} = 20,78 \text{ kN/cm}^2$$

A oldalsarokvarrat tervezési ellenállása:

$$F_{w,Rd}^o = f_{vw,d} \cdot a \cdot \Sigma \ell = 20,78 \cdot 0,5 \cdot (10 + 10) = 207,8 \text{ kN}$$

A homlokvarratokra hárítandó erő:

$$F_h = F_{Ed} - F_{w,Rd}^o = 260 - 207,7 = 52,2 \text{ kN}$$

A homlokvarrat ellenőrzése:

A homlokvarratban σ_{\perp} és τ_{\perp} feszültség lép fel.

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{F_h}{\Sigma a \cdot \ell} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{52,2}{0,5 \cdot 15} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 4,92 \text{ kN/cm}^2; \quad \tau_{II} = 0$$

$$\frac{F_h}{\sqrt{2} \Sigma a \cdot \ell}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\perp}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{4,92^2 + 3 \cdot 4,92^2} = 9,84 \text{ kN/cm}^2 \leq \frac{36}{0,8 \cdot 1,25} = 36,0 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Megfelel!}$$

2. feltétel:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$4,92 \leq \frac{36}{1,25} = 28,8 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \text{Megfelel!}$$

A hegesztett kapcsolat tehát az összes számítás szerint megfelel.

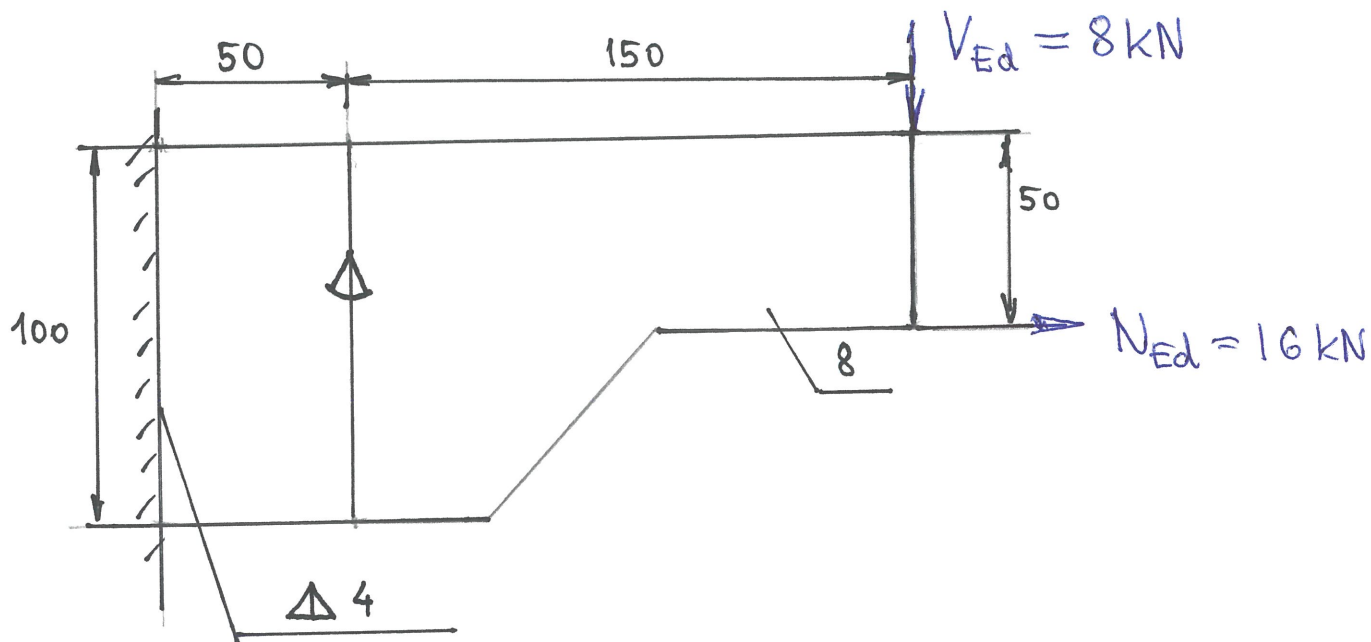
4.15. Példa

Egy csomólemezhöz hegesztett I-szelvényt kapcsolunk együttdolgozó tompa- és oldalvarratokkal (4.28. ábra). Az I-szelvényre $F_{Ed} = 170 \text{ kN}$ húzóerő hat. Állapítsuk meg az $a = 3 \text{ mm}$ sarokvarratok szükséges hosszát!

Alapanyag: S235 $f_y = 23,5 \text{ kN/cm}^2$ $f_u = 36,0 \text{ kN/cm}^2$ $\beta_w = 0,8$

A feladatot az egyszerűsített méretezési módszerrel oldjuk meg. (Ha az általános méretezési módszerrel csinálnánk, gazdaságosabb lenne.)

Ellenőrizzük a csomólemezt bekötő sarok-
varratot, valamint a részleges beolvadási
tompavarratot! Alapanyag: S235



Sarok varrat

$$\tau_v = \frac{8000}{800} = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{16000}{\sqrt{2} \cdot 800} + \frac{160 \cdot 10}{\sqrt{2} \frac{0,8 \cdot 10^2}{6}} = 99 \text{ N/mm}^2$$

$$1.f \quad \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_v^2)} = 198 \text{ N/mm}^2 \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$2.f \quad \sigma_{\perp} = 99 \text{ N/mm}^2 < \frac{360}{1,25} = 288 \text{ N/mm}^2$$

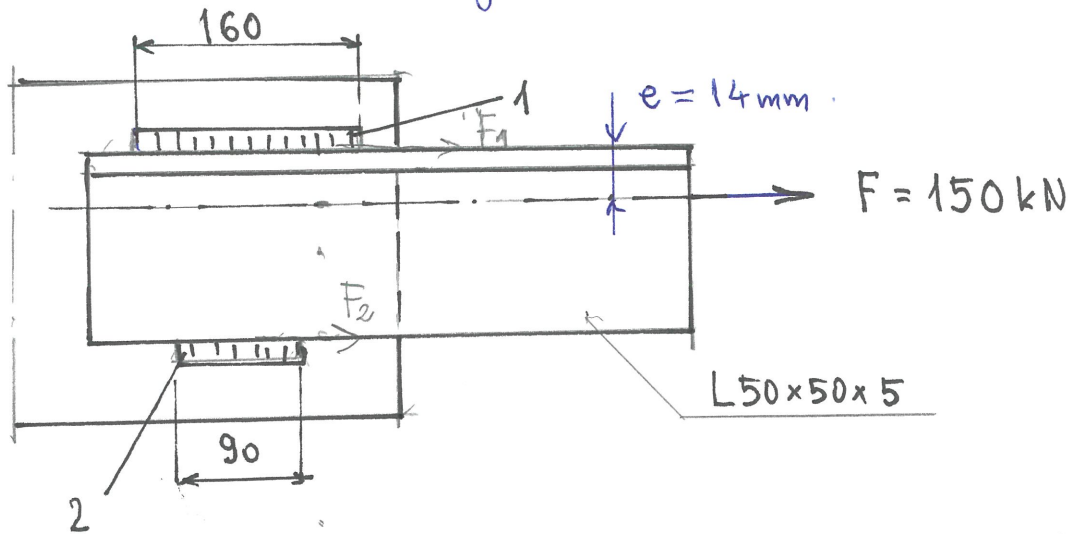
Tompavarrat

$$F_{w,Ed} = \sqrt{\left(\frac{N}{l} + \frac{6M}{l^2}\right)^2 + \left(\frac{V}{l}\right)^2} = \sqrt{(1,6 + 7,2)^2 + 0,8^2} = 8,8 \text{ kN/cm}$$

$$F_{w,Rd} = f_{w,Rd} \cdot a = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 8 \cdot 1,25} \cdot 6,8 = 14,13 \text{ kN/cm}$$

$$a = 0,85 \cdot r = 6,8 \text{ mm}$$

Ellenőrizze a szögvas bekötést!



A varratok mérete: $a = 4 \text{ mm}$; Alapanyag $S 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$F_1 = \frac{36}{50} \cdot 150 = 108 \text{ kN}$$

$$F_2 = 42 \text{ kN}$$

1-es varrat

$$\tau_{\parallel} = \frac{108}{0,4 \cdot 16} = 16,875 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 168,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{150 \cdot 14}{\sqrt{2} \frac{0,4 \cdot 16^2}{6}} = 8,73 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

1. feltétel

$$\sqrt[7621]{87,3^2 + 3(87,3^2 + 168,75^2)} = 340,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$340,4 < 360$$

2. feltétel:

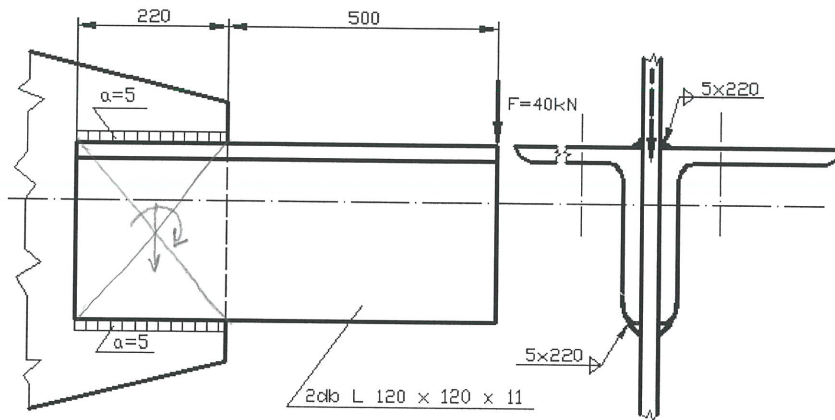
$$87,3 < 288 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2-es varrat.

$$\tau_{\parallel} = \frac{42000}{90 \cdot 4} = 116,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sqrt{3} \cdot \tau_{\parallel} = 201,6 < 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

4.2.2.1.3.



4.13. ábra

Megoldás

$$F = 40 \text{ kN} \quad (F_1 = 20 \text{ kN}) \quad M = 24,4 \text{ kNm} \quad (M_1 = 12,2 \text{ kNm})$$

$$a = 5 \text{ mm} \quad l_h = 220 - 10 = 210 \text{ mm}$$

$$\rho_{\perp} = \frac{20 \cdot 10^3}{2 \cdot 5 \cdot 210} = 9,52 \text{ MPa} \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\rho_{\perp}}{\sqrt{2}} = 6,75 \text{ MPa}$$

$$V = \frac{12,2 \cdot 10^3}{120} = 101,7 \text{ kN}$$

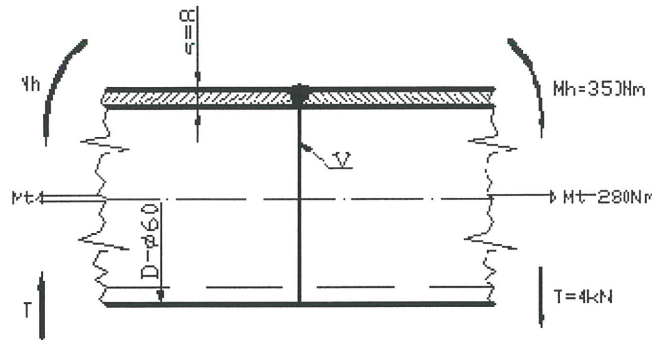
$$\tau_{\parallel} = \frac{101,7 \cdot 10^3}{5 \cdot 210} = 96,83 \text{ MPa}$$

~~$$\sigma_r = \sqrt{6,75^2 + 2 \cdot 6,75^2 + 2 \cdot 96,83^2} = 137,43 \text{ MPa}$$~~

$$1.f \quad \sqrt{6,75^2 + 3(6,75^2 + 96,83^2)} = 168,3 < 360$$

$$2.f. \quad 6,75 < \frac{360}{1,25} = 288 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

4.1.2.2. A vázolt cső jelzett keresztmetszetében gyökutánhegesztés nélküli III. osztályú V varrattal van toldva. Ellenőrizzük a varratot az adott igénybevételre, ha a varratra a határfe-
szültség: $\sigma_H = 200 \text{ MPa}$



$s = 8 \text{ mm}$

4.3. ábra

Megoldás

$a = 0,8 \cdot s = 6,4 \text{ mm}$

$$\sigma_{\perp} = \frac{350 \cdot 10^3}{\frac{60^4 \pi}{64} \frac{47,2^4 \cdot \pi}{64}} \cdot \frac{60}{2} = 26,75 \text{ MPa}$$

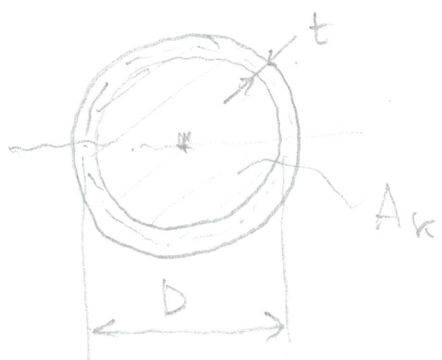
$$\tau_{\parallel}^I = \frac{4}{3} \cdot \frac{4 \cdot 10^3}{\frac{60^2 \pi}{4} \frac{47,2^2 \pi}{4}} = 4,95 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\parallel}^{II} = \frac{280 \cdot 10^3}{\frac{60^4 \pi}{32} \frac{47,2^4 \pi}{32}} \cdot 30 = 10,69 \text{ MPa}$$

~~$\sigma_r = \sqrt{26,75^2 + 2(4,95 + 10,69)^2} = 34,71 \text{ MPa}$~~

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \tau_{\parallel}^2} = 32,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Közelítő képletek

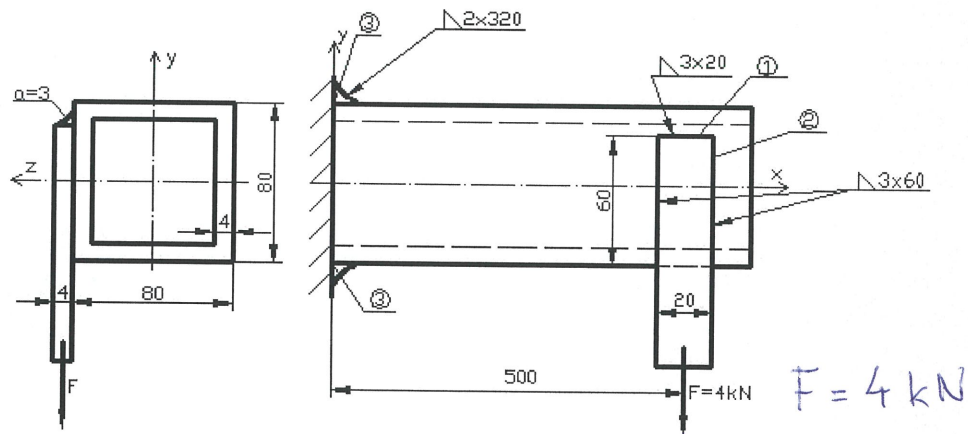


$A = D \cdot \pi \cdot t$

$I = \frac{D^3 \pi t}{8} ; W = \frac{D^2 \cdot \pi \cdot t}{4}$

$W = 2 A_k \cdot t$

4.2.2.1.9.



4.19. ábra

Megoldás:

1. varrat: $\sigma_r = 0$ Nem vehető figyelembe

2. varrat: $T = 4 \text{ kN}$ $a = 3 \text{ mm}$ $I_h = 60 - 2 \cdot 3 = 54 \text{ mm}$

$$\tau_{II} = \frac{4 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 54} = 12,35 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r = \sqrt{2 \cdot 12,35^2} = 17,45 \text{ MPa} \quad \sqrt{3} \cdot \tau_{II} = 21,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 360$$

3. varrat: $T = 4 \text{ kN}$

$$M_y = 0,042 \cdot 4 = 0,168 \text{ kNm} \quad M_z = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ kNm}$$

$$a = 2 \text{ mm} \quad I_{z \text{ varrat}} = \frac{84^4}{12} - \frac{80^4}{12} = 7,36 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\rho_{\perp} = \frac{2 \cdot 10^6}{7,36 \cdot 10^5} \cdot 42 = 114,13 \text{ MPa} \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\rho_{\perp}}{\sqrt{2}} = 80,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_{II}^I = \frac{0,168 \cdot 10^6}{2 \cdot 82 \cdot 82 \cdot 2} = 6,24 \text{ MPa}$$

Öv varratok:

$$\sqrt{\frac{80,9^2}{3} + \frac{1}{3} \cdot 80,9^2 + \frac{2}{3} \cdot 6,24^2} = 140,4 \text{ MPa} \quad 162 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 360$$

Gerincvarratok:

$$\tau_{II}^{II} = \frac{4 \cdot 10^3}{2 \cdot 2 \cdot 80} = 12,5 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\frac{80,9^2}{3} + \frac{2}{3} \cdot 80,9^2 + \frac{2}{3} \cdot (6,24 + 12,5)^2} = 142,6 \text{ MPa} \quad 163 < 360$$

$$\sigma_{\perp} < \frac{360}{1,25} = 288$$