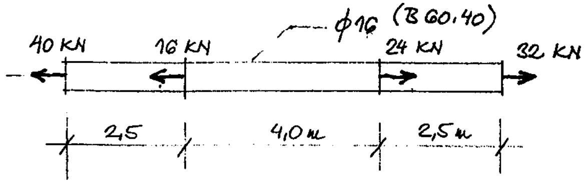
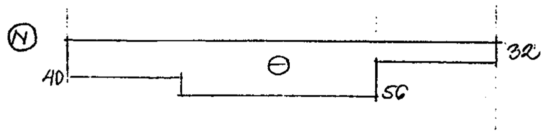
1/1 KÖZPONTOS HÚZÁS



a.) Ellenőrizzük a huzalt a legveszélyesebb keresztmetszetben! ($\sigma_{SH} = 35$ kN/cm²)

b.) Határozzuk meg a huzal megnyúlását és keresztirányú méretcsökkenését! (középen) $E = 20600$ kN/cm² ; $\mu = 0,3$



$A = 2,01$ cm²

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$

$\sigma = E \cdot \varepsilon$ $\quad \sigma = \frac{F}{A}$

$\frac{F}{A} = E \cdot \frac{\Delta l}{l} \Rightarrow \Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A}$

megnyúlás

$\sigma_m = \frac{N_{max}}{A} = \frac{56}{2,01} = \boxed{27,86}$ kN/cm² $< \sigma_H$

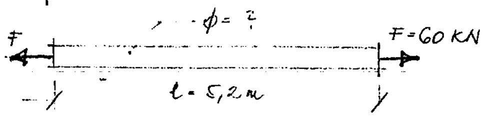
$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = \frac{40 \cdot 250 + 56 \cdot 400 + 32 \cdot 250}{20600 \cdot 2,01} = \boxed{0,98 \text{ cm}}$

$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a}$ $\quad m = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_K}$ $\quad \mu = \frac{\varepsilon_K}{\varepsilon}$

$\varepsilon_K = \mu \cdot \varepsilon \rightarrow \frac{\Delta d}{d} = \mu \cdot \frac{\Delta l_2}{l_2} \rightarrow \Delta d = \mu \cdot d \cdot \frac{\Delta l_2}{l_2}$

$\Delta d = 0,3 \cdot 1,6 \frac{56 \cdot 400}{20600 \cdot 2,01 \cdot 400} = 0,00065 \text{ cm} = \boxed{6,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}}$

1/2



a) $\phi_{min} = ?$ esetén lesz a megnyúlás max 5,0 mm ?

b.) Mekkora a harántkontrakció ?

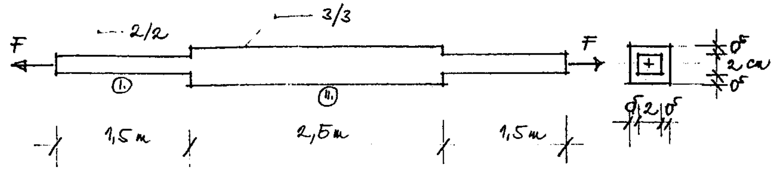
$E = 2,06 \cdot 10^4$ kN/cm²

$\mu = 0,3$

$A_{szüks} = \frac{F \cdot l}{E \cdot \Delta l} = \frac{60 \cdot 520}{20600 \cdot 0,48} = 3,1 \text{ cm}^2 \rightarrow d_{szüks} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 1,98 \text{ cm} \rightarrow \boxed{\phi 20}$

$\Delta d = -0,3 \cdot \frac{60 \cdot 2 \cdot 520}{20600 \cdot 3,14 \cdot 520} = 0,00056 \text{ cm} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

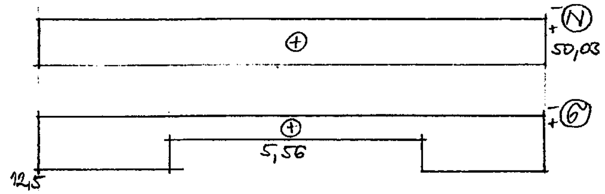
1/3. KÖZPONTOS HÚZÁS



a.) Mekkora F erő hatására nyúlik meg a rúd 0,25 cm-rel?

b.) N és σ-ábra a rúd hossza mentén!

$\sigma_H = 24$ kN/cm² $\quad E = 20600$ kN/cm²

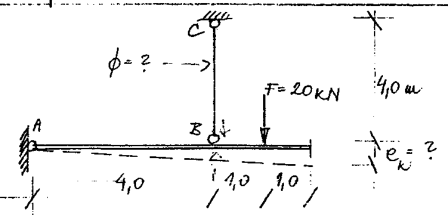


$0,25 = 2 \cdot \frac{F \cdot 150}{20600 \cdot 4} + \frac{F \cdot 250}{20600 \cdot 9} \rightarrow \boxed{F = 50,03 \text{ kN}}$

$\sigma^{I} = \frac{50,03}{4} = \boxed{12,5 \text{ kN/cm}^2}$ $\quad \sigma^{II} = \frac{50,03}{9} = \boxed{5,56 \text{ kN/cm}^2}$

c.) $F_H = ?$ $\quad F_H = \sigma_H \cdot A_{min} = 24 \cdot 4 = \boxed{96 \text{ kN}}$

1/4.



a.) Mekkora legyen a huzal átmérője ? B 38.24 $\sigma_{SH} = 21$ kN/cm²

b.) Mekkora feszültség ébred az alkalmazott huzalban?

c.) $e_K = ?$ (a gerenda végtelen merev!)

$\Sigma M_A = 0 \quad 20 \cdot 5 - B \cdot 4 = 0 \rightarrow \boxed{B = 25 \text{ kN}} \uparrow$

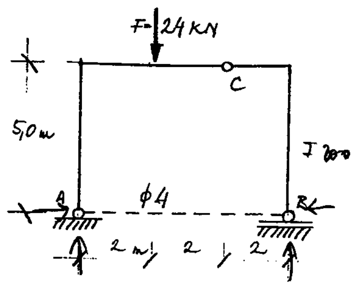
$\sigma_H = \sigma_m = \frac{F_B}{A} \rightarrow A_{szüks} = \frac{25}{21} = 1,19 \text{ cm}^2 \rightarrow d_{szüks} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 1,23 \text{ cm} \rightarrow \phi 14$

$A_{tényl} = 1,54$ cm²

$\sigma_m = \frac{25}{1,54} = \boxed{16,23 \text{ kN/cm}^2}$

$e_B = \Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A} = \frac{25 \cdot 400}{20600 \cdot 1,54} = \boxed{0,31 \text{ cm}}$ $\quad \frac{e_B}{e_K} = \frac{4}{6} \rightarrow e_K = \boxed{0,47 \text{ cm}}$

1/5 KÖZPONTOS HÚZÁS (ACÉL)



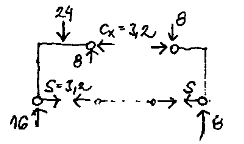
a) N, T, M - ábra

b) Mekkora legyen a rúd határfeszültsége minimum ?

c) e_B = ? (támaszelmozdulás)

$E = 20\,600\ kN/cm^2$

σ_{SH} lehet: 21 kN/cm² (B 38.24); 31 -"- (B 50.36); 35 -"- (B 60.40)



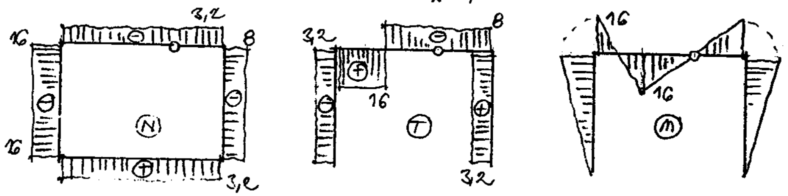
$\Sigma M_A = 0 \rightarrow B = 8\ kN \uparrow$

$\Sigma F_y = 0 \rightarrow A = 16\ kN \uparrow$

$C_y = 8\ kN$

$\Sigma M_C^j = 0 \rightarrow S = 3{,}2\ kN$

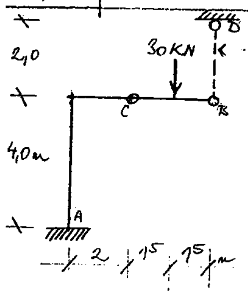
$C_x = 3{,}2\ kN$



$\sigma_{H_{szüks}} = \frac{S}{A} = \frac{3{,}2}{0{,}126} = 25{,}39\ kN/cm^2 \rightarrow \boxed{\sigma_{SH} = 31\ kN/cm^2}$

$e_B = \Delta \ell = \frac{S \cdot \ell}{E \cdot A} = \frac{3{,}2 \cdot 600}{20600 \cdot 0{,}126} = \boxed{0{,}74\ cm}$

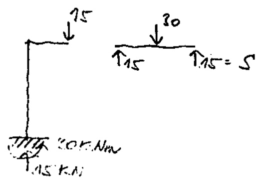
1/6.



a) N, T, M - ábra

b) ϕ_{kmeal} = ? (B 38.24 σ_{SH} = 21 kN/cm²)

c) $\Delta \ell$ = ? ($E = 20\,600\ kN/cm^2$)



$\sigma = \frac{S}{A}$

$A \geq \frac{S}{\sigma} = \frac{15}{21} = 0{,}71\ cm^2$

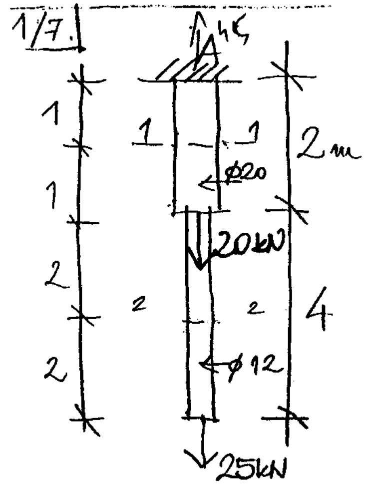
$d^2 \geq \frac{4A}{\pi} = 0{,}9$

$d \geq 0{,}948 \rightarrow \boxed{\phi 10}$

$\Delta \ell = \frac{15 \cdot 200}{0{,}785 \cdot 20600} = \boxed{0{,}186\ cm}$

1. KÖZPONTOS HÚZÁS

1/7.



KÉRDÉSEK:

- N ábra
- σ_{M_1} =
- σ_{M_2} =
- $\Delta \ell_1$ =
- $\Delta \ell_2$ =
- $\Delta \ell_{teljes}$ =
- Δd_1 =
- Δd_2 =

ADATOK:

$A_{\phi 12} = 1{,}13\ cm^2$

$A_{\phi 20} = 3{,}14\ cm^2$

$\sigma_H = 31 \frac{kN}{cm^2}$

$E = 20\,600 \frac{kN}{cm^2}$

$\mu = 0{,}3$

$$\Delta \ell_1 = \frac{45 \cdot 100}{20600 \cdot 3{,}14} = 0{,}0695\ cm$$

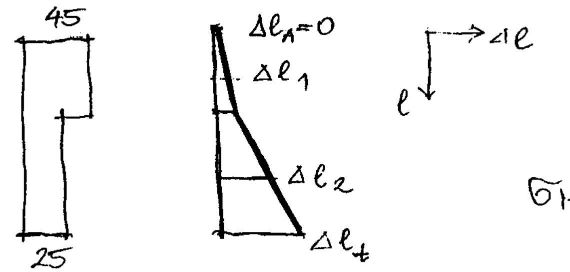
$$\Delta \ell_2 = 2\,\Delta \ell_1 + \frac{25 \cdot 200}{20600 \cdot 1{,}13} = 0{,}35\ cm$$

$$\Delta \ell_t = \frac{25 \cdot 400}{E \cdot 1{,}13} + \frac{45 \cdot 200}{E \cdot 3{,}14} = 0{,}569\ cm$$

$$\Delta d_1 = 0{,}3 \cdot \frac{45 \cdot 2}{E \cdot 3{,}14} = 4{,}17 \cdot 10^{-4}\ cm$$

$$\Delta d_2 = 0{,}3 \cdot \frac{25 \cdot 1{,}2}{E \cdot 1{,}13} = 3{,}8 \cdot 10^{-4}\ cm$$

N



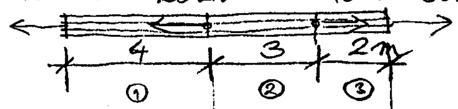
$\sigma_{M_1} = \frac{45}{3{,}14}$

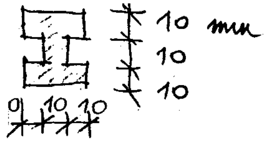
$\sigma_{M_1} = 14{,}33 \frac{kN}{cm^2}$

$\sigma_{M_2} = \frac{25}{1{,}13} = 22{,}12 \frac{kN}{cm^2}$

1. KÖZPONTOS HÚZÁS

1/8





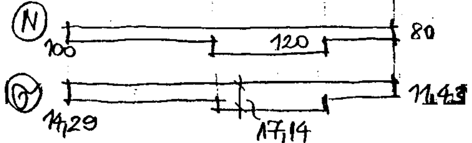
FELADAT:

N ábra

σ ábra (TARTÓ HOSSZA MENTÉN)

$\Delta l = ?$

$E = 20\,600\ kN/cm^2$



$A = 7\ cm^2$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A} = \frac{100}{7} = 14{,}29\ \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A} = \frac{120}{7} = 17{,}14\ \frac{kN}{cm^2}$$

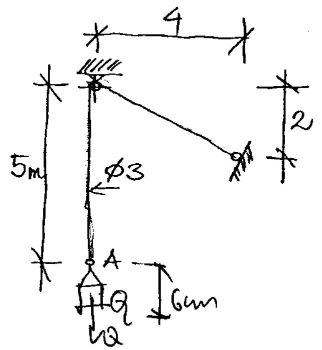
$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A} = \frac{80}{7} = 11{,}43\ \frac{kN}{cm^2}$$

$$\Delta l = \frac{1}{E\cdot A}\left(N_1\cdot l_1 + N_2\ l_2 + N_3\cdot l_3\right)$$

$$\Delta l = \frac{1}{20600\cdot 7}\left(100\cdot 400 + 120\ 300 + 80\cdot 200\right)$$

$$\boxed{\Delta l = 0{,}64\ cm}$$

1/9.



A PONT SÜLLYEDÉSE 0,6 cm

MEKKORA A Q ERŐ ?

$E = 20\,600\ kN/cm^2$

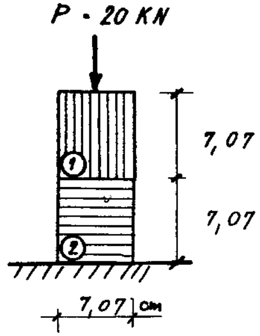
KÖTÉL TELJES HOSSZA

$l = 5 + \sqrt{4^2+2^2} = 9{,}47\ m$

A PONT SÜLLYEDÉSE = KÖTÉL NYÚLÁSA

$$Q = \frac{\Delta l\cdot E\cdot A}{l} = \frac{0{,}6\cdot 20600\cdot 0{,}071}{947}$$

$$\boxed{Q = 0{,}927\ kN}$$



Mennyit süllyed a P erő támadáspontja?

Rostokkal párhuzamos $E = 1{,}3\cdot 10^4\ \frac{N}{mm^2}$

Rostokkal merőleges $E = 400\ \frac{N}{mm^2}$

$E_{\parallel} = 1300\ kN/cm^2$

$E_{\perp} = 40\ kN/cm^2$

$$\sigma = \frac{20\cdot 10^4}{70{,}7\cdot 70{,}7} = 4{,}0\ \frac{N}{mm^2}$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{4{,}0}{1{,}3\cdot 10^4} = 3{,}08\cdot 10^{-4}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{4{,}0}{400} = 0{,}01$$

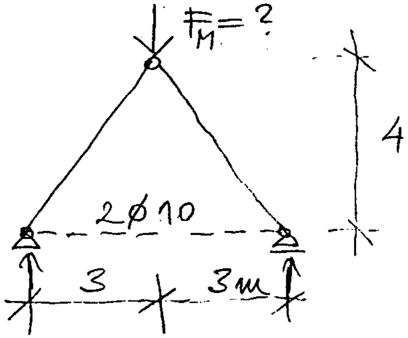
$\Delta l = (0{,}000308 + 0{,}01)\cdot 70{,}7 = 0{,}7287\ mm$

süllyed a P erő támadáspontja.

$$\Delta l = \frac{P\cdot l}{E_1\cdot A} + \frac{P\cdot l}{E_2\cdot A}$$

1. KÖZPONTOS HÚZÁS

1/10.



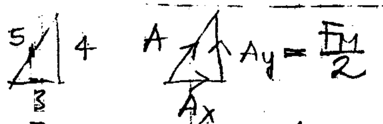
MEKKORA ~~LEHET~~ F_M, HA A VONÓRÚD MEGNYÚLÁSA MAX 20 mm

B 38 24 ($\sigma_H = 21\ \frac{kN}{cm^2}$)

$E = 20\,600\ kN/cm^2$

– $\sigma_M = ?$ (VONÓRÚDBAN)

$A_y = B_y = \frac{F_M}{2}$



$$\frac{A_x}{A_y} = \frac{3}{4} \Rightarrow A_y = \frac{4}{3} \cdot A_x$$

$$\Delta l = \frac{A_x \cdot l}{E \cdot A} \qquad A_x = \frac{\Delta l \cdot E \cdot A}{l} = \frac{2 \cdot 20\,600 \cdot 2 \cdot 0{,}785}{600}$$

$A_{\phi 10} = 0{,}785\ cm^2$

$\underline{A_x = 107{,}81\ kN}$

$\underline{F_M = 2A_y = \frac{8}{3} A_x = 287{,}48\ kN}$

$$\sigma_M = \frac{107{,}81}{2 \cdot 0{,}785} = 68{,}67\ \frac{kN}{cm^2} > \sigma_H$$, NEM F. MEG.

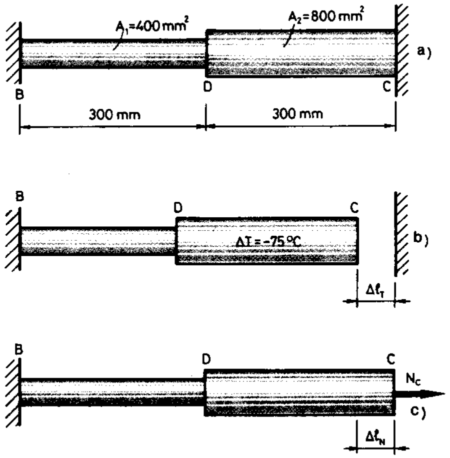
$$\frac{107{,}81}{21} = A_{szüks} = 5{,}13\ cm^2 \qquad A = \frac{d^2 \pi}{4}$$

$\Downarrow$

MEGFELEL 2 Ø 20

M–3.6. Rúdszerkezet gátolt hőmérséklet-változása

Az (*a*) ábrán látható, két végén mereven rögzített, változó keresztmetszetű acélrudat +25 °C hőmérsékleten készítették. Határozzuk meg a benne ébredő feszültségeket, ha a hőmérséklete −50 °C-ra hűl le. A hőtágulási együttható $\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$/°C és a rugalmassági modulus $E = 200$ GPa.



A fentiek szerint a hőmérséklet változása

$\Delta T = T_{jelenlegi} - T_{építési} =$

$= -50\,°C - (+25\,°C) = -75\,°C.$

Ha a rúd *C* végpontjának megtámasztását képzeletben eltávolítanánk, akkor a $\Delta T = -75$ °C hőmérséklet-változás hatására $\Delta l_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot l = -75 \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-5} \cdot 600 = -0{,}54$ mm mértékben megrövidülne. Ez az alakváltozás azonban a *C* pontbeli támasz miatt nem jöhet létre, ezért ott egy ismeretlen nagyságú N_C reakcióerő lép fel. Nagyságát abból a feltételből határozhatjuk meg, hogy a ΔT hőmérséklet-változás és az N_C reakcióerő együttes hatására a rúd megnyúlása zérus, azaz

$$\Delta l_T + \Delta l_N = 0.$$

Mivel a rúd keresztmetszete szakaszonként változik, Δl_N két részből számítható:

$$\Delta l_N = \frac{N_C l_1}{EA_1} + \frac{N_C l_2}{EA_2} = \frac{N_C}{200}\left(\frac{300}{400} + \frac{300}{800}\right) =$$

$$= 0{,}005\,625 N_C \frac{mm}{kN}.$$

Ezt a fenti egyenletbe behelyettesítve

$$-0{,}54 + 0{,}005\,625 N_C = 0$$

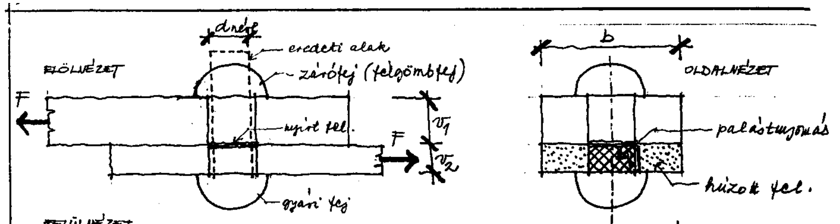
egyenletre jutunk, amelyből

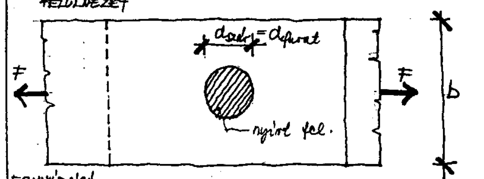
$$N_C = 96\ kN.$$

Az egyes rúdszakaszokban ébredő húzófeszültségek értéke:

$$\sigma_1 = \frac{N_C}{A_1} = \frac{96}{400} = 0{,}24\ kN/mm^2 = 240\ MPa,$$

$$\sigma_2 = \frac{N_C}{A_2} = \frac{96}{800} = 0{,}12\ kN/mm^2 = 120\ MPa.$$



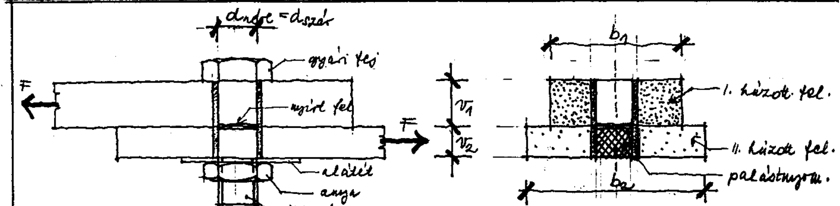


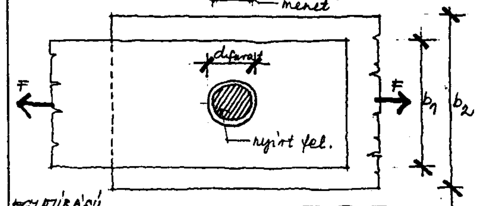
EGYNYÍRÁSÚ

SZEGECS $d_{szár} = d_{furat} = d_{névl.} + 1mm$

pl. ϕ 20 névl. átmérőjű szegecs

$$\left.\begin{aligned} F_H^{\tau} &= \left(\frac{21}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot \tau_{H_{sz}} \\ F_H^{p} &= 21 \cdot v_{min} \cdot \sigma_{pH_{min}} \quad (\text{szegecs}, \text{lem.}) \\ F_H^{h} &= v_{min} \cdot (b - 21) \cdot \sigma_{H_{lem}} \end{aligned}\right\} F_H = F_{H_{MIN}}$$



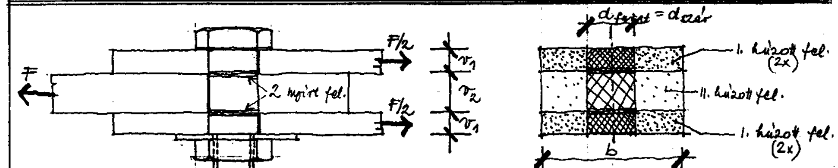


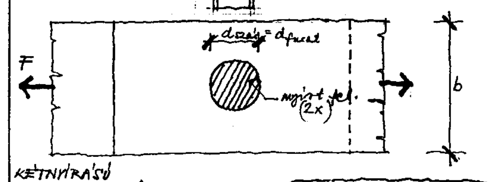
EGYNYÍRÁSÚ

NYERS CSAVAR $d_{furat} = d_{szár} + 1mm$

pl. M 20 névl. átm. csavar

$$\left.\begin{aligned} F_H^{\tau} &= \left(\frac{20}{2}\right)^2 \pi \cdot \tau_{H_{cs}} \\ F_H^{p} &= 20 \cdot v_{min} \cdot \sigma_{pH_{min}} \quad (\text{csav.}, \text{lem.}) \\ F_H^{h} &= \begin{cases} v_1 (b_1 - 21) \cdot \sigma_{H_{lem}} \\ v_2 (b_2 - 21) \cdot \sigma_{H_{lem}} \end{cases} \end{aligned}\right\} F_H = F_{H_{min}}$$





KÉTNYÍRÁSÚ

ILLESZTŐCSAVAR $d_{szár} = d_{furat} = d_{névl.}$

pl. ϕ 21 ILLESZTŐCSAVAR – 2x NYÍRT

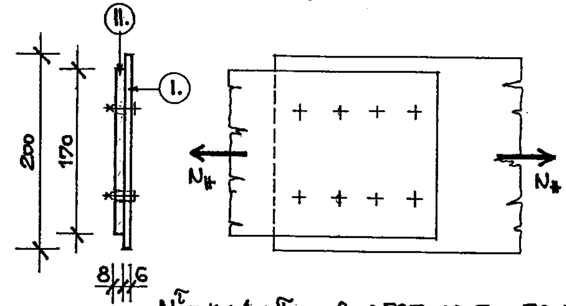
$$F_H^{\tau} = \left(\frac{21}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot \tau_H \cdot 2$$

$$F_H^{p} = 21 \cdot v_{min} \cdot \sigma_{pH_{min}} \quad (v_{min}: 2v_1, v_2)$$

$$F_H^{h} = v_{min} \cdot (b - 21) \cdot \sigma_{H_{lem}} \quad (v_{min}: 2v_1, v_2)$$

3.1. TISZTA NYÍRÁS (HÚZOTT CSAVAROZOTT KAPCS.)

Számítsák ki az N_H határerő értékét!



M10. III. 4.6. :
$\tau_H = 12{,}5 \text{ kN/cm}^2$
$\sigma_{pH} = 25 \text{ kN/cm}^2$

A.38. al. anyag:
$\sigma_H = 20 \text{ kN/cm}^2$
$\sigma_{pH} = 35 \text{ kN/cm}^2$

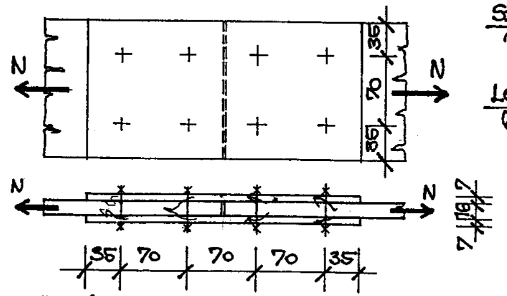
$N_H^{\tau} = n \cdot A_{sz} \cdot \tau_H = 8 \cdot 0{,}785 \cdot 12{,}5 = \underline{78{,}50 \text{ kN}} = N_H$

$N_H^{p} = n \cdot d_{sz} \cdot v_{min} \cdot \sigma_{pH min} = 8 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}6 \cdot 25 = 120 \text{ kN}$

$N_H^{I.} = A_{1gy} \cdot \sigma_H = [20 \cdot 0{,}6 - 2(0{,}6 \cdot 1{,}1)] \cdot 20 = 213{,}6 \text{ kN}$

$N_H^{II.} = A_{2gy} \cdot \sigma_H = [17 \cdot 0{,}8 - 2(0{,}8 \cdot 1{,}1)] \cdot 20 = 236{,}8 \text{ kN}$

3.2. TISZTA NYÍRÁS (HÚZOTT SZEGECSKAPCSOLAT)



Szegecs: A.34. szk.
$\tau_H = 16 \text{ kN/cm}^2$; $\sigma_{pH} = 35 \text{ kN/cm}^2$

Lemez : A.44.
$\sigma_H = 23 \text{ kN/cm}^2$; $\sigma_{pH} = 40 \text{ kN/cm}^2$

$N_H = 250 \text{ kN}$

a.) Határozzuk meg a szükséges szegecsátmérőt!
($d_{furat} = d_{szár} = d_{névl.} + 1 \text{mm}$) $d_{névl.}$ lehetséges értékei: ϕ10; 12; 14; 16; 20; 22; 24; 27; 30

– Nyírásra: 4 db kétszer nyírt szegecs

$$d_{szár} = \sqrt{\frac{250}{2 \cdot \pi \cdot 16}} = \underline{1{,}57 \text{ cm}}$$

– Palástnyomásra: $2 \cdot v_1 = 14 \text{ mm}$; $v_2 = 16 \text{ mm}$

$$d_{szár} = \frac{250}{1{,}4 \cdot 4 \cdot 35{,}0} = 1{,}27 \text{ cm}$$

$\Bigg\}$ $d_{névl.} = \phi 16$
($d_{szár} = d_{furat} = 17 \text{ mm}$
1,7 cm

b.) Ellenőrizzük az alapanyagot húzásra!

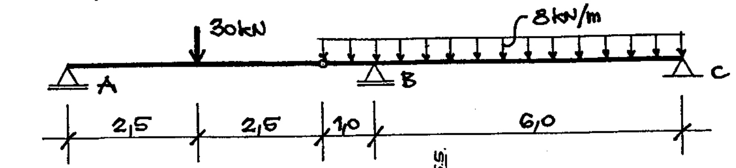
$N_{H I.} = (14 \cdot 1{,}6 - 2 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}6) \cdot 23 = 390 \text{ kN}$

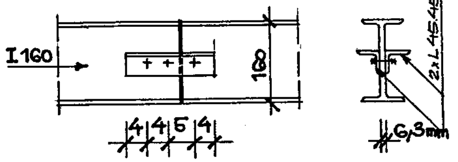
$N_{H II.} = (14 \cdot 1{,}4 - 2 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}4) \cdot 23 = 341{,}3 \text{ kN} > N_H = 250 \text{ kN}$

megfelel!

3.3. TISZTA NYÍRÁS (EGYSÍKÚ CSAVARKAPCSOLAT)

a.) Határozza meg a tartó igénybevételi ábráit!
b.) Ellenőrizzük a csavarkötést!





Csavar: M12 II.o. 5.6

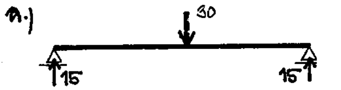
$\tau_{\#} = 18{,}5\ kN/cm^2$; $\sigma_{p\#} = 37\ kN/cm^2$

$A = 1{,}13\ cm^2$

Szerk. anyag: A.38.

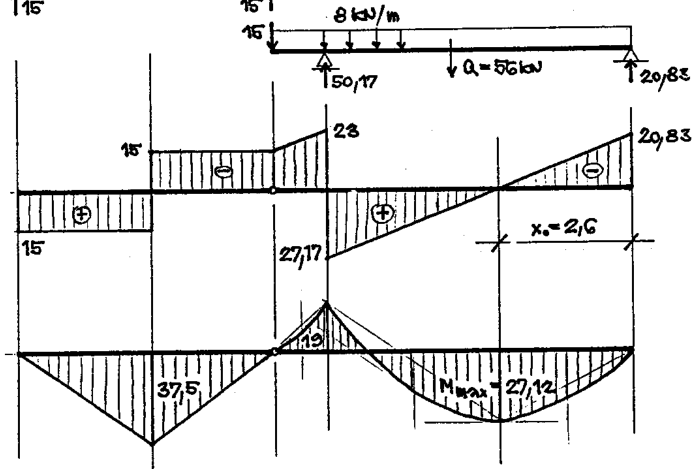
$\sigma_{p\#} = 35\ kN/cm^2$; $\sigma_{\#} = 20\ kN/cm^2$

a.)

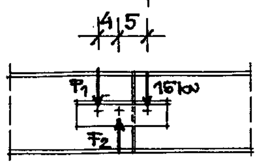


$\Sigma M_B = -15 \cdot 1 + 56 \cdot 2{,}5 - 6C = 0 \qquad C = 20{,}83\ kN\ (\uparrow)$

$B = 56 + 15 - 20{,}83 = 50{,}17\ kN\ (\uparrow)$



b.)



$F_1 = \frac{15 \cdot 5}{4} = 18{,}75\ kN\ (\downarrow)$

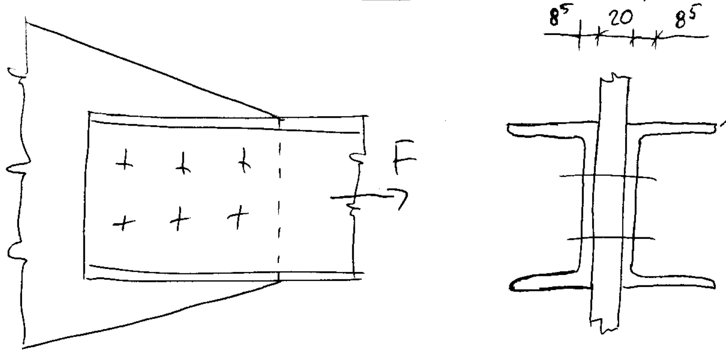
$F_2 = \frac{15 \cdot 9}{4} = 33{,}75\ kN\ (\uparrow)$

$F_m = \underline{33{,}75\ kN}$

$$\left.\begin{aligned} N_{\#}^{\tau} &= 2 \cdot 1{,}13 \cdot 18{,}5 = 41{,}81\ kN \\ N_{\#}^{p} &= 1{,}2 \cdot 0{,}63 \cdot 35 = 26{,}46\ kN \end{aligned}\right\} \quad N_{\#} = \underline{26{,}46\ kN < F_m = 33{,}75\ kN}$$

nem felel meg!

Egyenteherbírású kapcsolat



[200

$A = 32{,}2\ cm^2$

csavar: M22

$\tau_H = 185\ MPa$

$\sigma_{pH} = 370\ MPa$

alapanyag:

$\sigma_H = 240\ MPa$

$\sigma_{pH} = 420\ MPa$

$$F_H = \sigma_H \cdot A_{net} = 24 \cdot (32{,}2 - 2 \cdot 2{,}3 \cdot 0{,}85) \cdot 2 = \underline{\underline{1357{,}92\ kN}}$$

1db csavar teherbírása

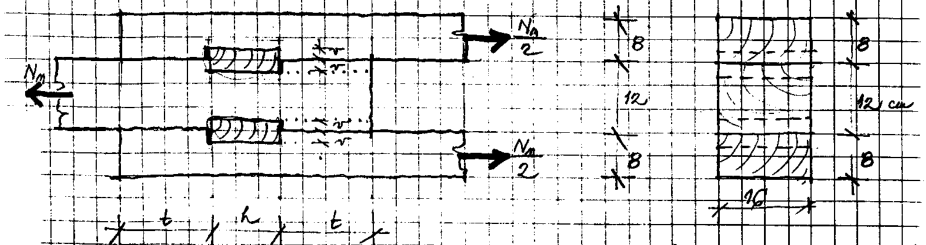
$$\left.\begin{aligned} F_H^{\tau} &= 2 \cdot \frac{2{,}2^2 \pi}{4} \cdot 18{,}5 = \underline{\underline{140{,}65\ kN}} \\ F_H^{\sigma p} &= 2{,}2 \cdot 1{,}7 \cdot 37 = \underline{\underline{138{,}38\ kN}} \end{aligned}\right\} F_H^{(1)} = \underline{\underline{138{,}38\ kN}}$$

Szükséges csavarszám

$$n_{sz} = \frac{F_H}{F_H^{(1)}} = \frac{1357{,}92}{138{,}38} = \underline{\underline{9{,}81}} \longrightarrow \boxed{n_{alk} = 10\,db}$$

3.6. TISZTA NYÍRÁS – FAKÖTÉSEK

$N_m = 90\,kN$



Tervezzük meg a „t" „h" és „v" méreteket! (0,5 cm-re kerekítve)

Faanyag: húzott rúd fenyő F 56 I. $\sigma_{\|kH} = 1,53\ kN/cm^2$

$\sigma_{\|nyH} = 1,81\ kN/cm^2$ $\tau_{\|H} = 0,20$ –"–

betét – tölgy K 68 I. $\sigma_{\perp nyH} = 0,82$ –"–

$\tau_{\|H} = 0,28$ –"–

a) $t = ?$ húzott rúd (középső) – nyírásra ($\tau_{\|(H)}$)

$90 = 2 \cdot t \cdot 16 \cdot 0,20$

$t = \frac{90}{0,2 \cdot 2 \cdot 16} = 14,06\ cm \rightarrow \boxed{t = 14,5\ cm}$

b.) $v = ?$ rúd ill. betét – nyomásra!

rúd, betét

$\sigma_{\|nyH}$ rúd

(r) $90 = 2 \cdot v \cdot 16 \cdot 1,81$

(b) betét $90 = 2 \cdot v \cdot 16 \cdot 0,82$; $v = \frac{90}{32 \cdot 0,82} = 3,43$

$\sigma_{\perp nyH}$ betét $\rightarrow \boxed{v = 3,5\ cm}$

c.) $h = ?$ betét – nyírásra ($\tau_{\|H}$) betét

$90 = 2 \cdot h \cdot 16 \cdot 0,28$

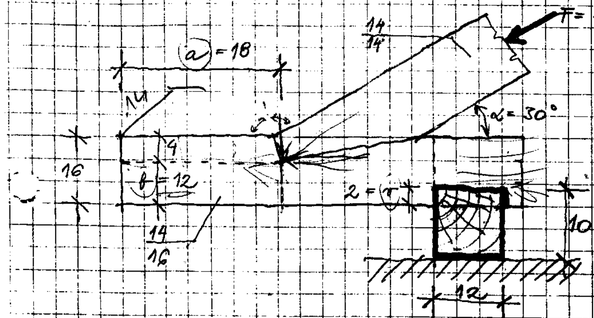
$h = 10,05 \rightarrow \boxed{h = 10,5\ cm}$

d.) gyengített km. ell. húzásra

$12 - 7 = 5$

$N_H = 16 \cdot 5 \cdot 1,53 = 122,4\ kN > 90\ kN$ ($\sigma_{\|kH}$) megfelel!

3.4. TISZTA NYÍRÁS – FAKÖTÉSEK



F 62 O. (fenyő)

húzó $\sigma_{\|hH} = 3,34\ kN/cm^2$

nyomó $\begin{cases}\sigma_{\|nyH} = 2,62 \\ \sigma_{\perp nyH} = 0,61\end{cases}$

nyíró $\begin{cases}\tau_{\|H} = 0,29 \\ \tau_{\perp H} = 0,86\end{cases}$

Ellenőrizzük le az „a", „b", „v" méreteket!

$F_x = F \cdot \cos 30° = 50 \cdot 0,866 = 43,3\ kN$

$F_y = F \cdot \sin 30° = 50 \cdot 0,5 = 25,0\ kN$

$A_1 = 14 \cdot 18 = 252\ cm^2$

$F_{x_H} = A_1 \cdot \tau_{\|H} = 252 \cdot 0,29 = 73,08\ kN > 43,3$

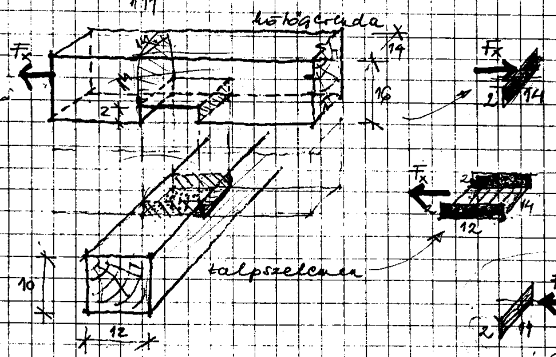
megfelel

nyírásra

$A_2 = 12 \cdot 14 = 168\ cm^2$

$F_{y_H} = A_2 \cdot \tau_{\perp H} = 168 \cdot 0,86 = 144,48\ kN > 25\ kN$

megfelel



($\sigma_{\|nyH}$) $F_{x_H} = 2 \cdot 14 \cdot 2,62 = 73,36\ kN$

$F_{x_H} = 2(2 \cdot 12) \cdot 0,86 + (12 \cdot 14) \cdot 0,29$ ($\tau_{\perp H}$) ($\tau_{\|H}$)

$= 90\ kN > 43,3$

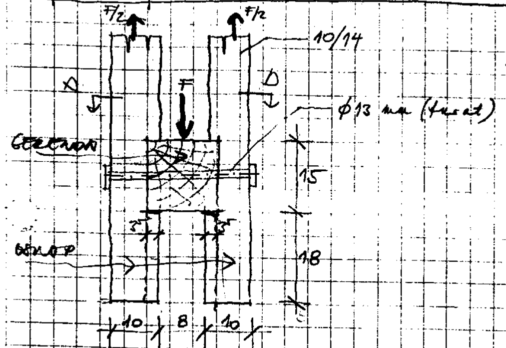
megfelel

($\sigma_{\perp nyH}$) $F_{x_H} = (2 \cdot 14) \cdot 0,61 = 17,08\ kN$

$17,08 < 43,3$

nem felel meg!!

3.5 TISZTA NYÍRÁS – FAKÖTÉSEK



$\boxed{F_{max} = ?}$

OSZLOP:

$\sigma_{\parallel k H} = 2{,}5$ kN/cm²

$\sigma_{\parallel ny H} = 2{,}33$ –"–

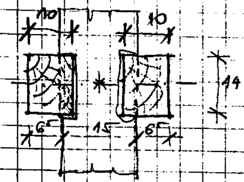
$\tau_{\parallel H} = 0{,}26$ –"–

$\tau_{\perp H} = 0{,}76$ –"–

GERENDA

$\tau_{\parallel H} = 0{,}27$ –"–

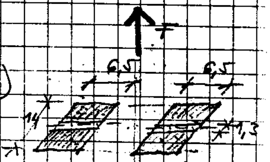
$\tau_{\perp H} = 0{,}83$ –"–



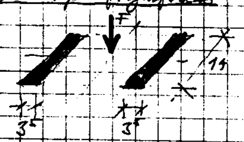
D – D METSZET

Oszlop húzás (kihasadás az oszlopban!)

$F_H = 2 \cdot (14 - 1{,}3) \cdot 6{,}5 \cdot 2{,}5 = \underline{412{,}75 \text{ kN}}$ (furat ϕ) $(\sigma_{\parallel k H})$

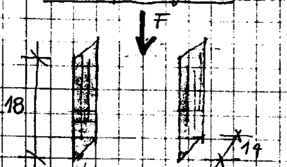


Oszlop fognyomás



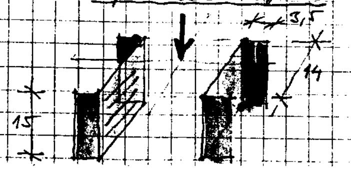
$F_H = 2 \cdot 3{,}5 \cdot 14 \cdot 2{,}33 = \underline{228{,}34 \text{ kN}}$ $(\sigma_{\parallel ny H})$

Oszlop nyírás



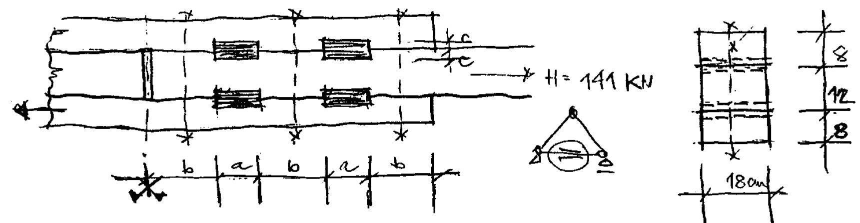
$F_H = 2 \cdot 14 \cdot 18 \cdot 0{,}26 = \underline{131{,}04 \text{ kN}}$ $(\tau_{\parallel H})$

Gerenda nyírás

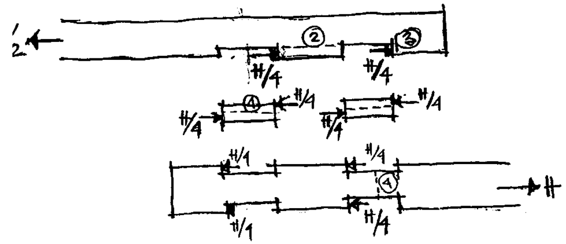


$F_H = 2 \cdot 14 \cdot 15 \cdot 0{,}27 + 4 \cdot 3{,}5 \cdot 15 \cdot 0{,}83 = \underline{287{,}7 \text{ kN}}$ $(\tau_{\parallel H})$ $(\tau_{\perp H})$

$\boxed{F_H = F_{H max} = 131{,}04 \text{ kN}}$



Tervezzük meg a, b, c értékét, hogy minden igénybevételnek megfeleljen!



Faanyag:

F56 II. fajta: $\sigma_{\parallel k H} = 1{,}53 \frac{kN}{cm^2}$

$\tau_{\parallel H} = 0{,}2$ –"–

$\sigma_{\parallel ny H} = 1{,}81$ –"–

Ék: K62.1. tölgy

$\sigma_{\parallel ny H} = 2{,}55 \frac{kN}{cm^2}$

$\tau_{\parallel H} = 0{,}28$ –"–

$\sigma_{\perp ny H} = 0{,}82$

a.) Ék nyírásra: rostal párhuzamos (tölgy)

erő: $\frac{H}{4} = \frac{141}{4} = 35{,}25$ kN

felület: ① $A_{nyírt} = 18 \cdot a$

$\tau_{\parallel H} = \frac{35{,}25}{18 \cdot a} \rightarrow a = \frac{35{,}25}{0{,}28 \cdot 18} = 6{,}994$ cm

$\boxed{a = 7 \text{ cm}}$

b.) Ékek közötti gerenda nyírása: rostal párhuzamos (fenyő)

erő: $\frac{H}{4} = \frac{141}{4} = 35{,}25$ kN

felület: ② $A_{nyírt} = 18 \cdot b$

$\tau_{\parallel H} = \frac{35{,}25}{18 \cdot b} \rightarrow b = \frac{35{,}25}{18 \cdot 0{,}2} = 9{,}79$ cm

$\boxed{b = 10 \text{ cm}}$

c.) Ék magassága: fognyomás, rostokkal párhuzamos (fenyő)

erő: $\frac{H}{4} = 35{,}25$ kN

felület: ③ $A_{nyomott} = c \cdot 18$

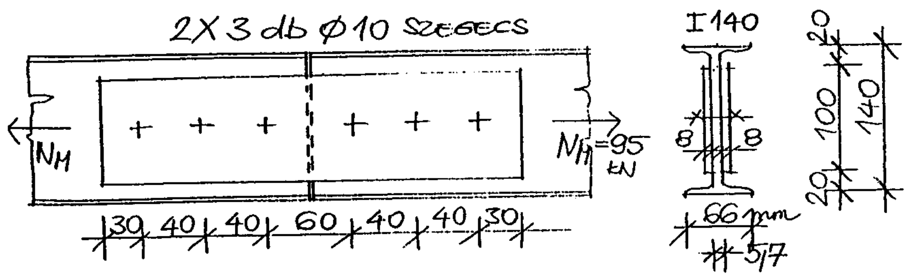
$\sigma_{\parallel ny H} = \frac{35{,}25}{c \cdot 18} \rightarrow c = \frac{35{,}25}{18 \cdot 1{,}81} = 1{,}08$ cm

$\boxed{c = 2 \text{ cm}}$

d.) GERENDA ELL. HÚZÁSRA: ROSTOKKAL ∥ HÚZÓERŐ

$N_H = F_{gy} \cdot \sigma_{\parallel k H} = 18\,(12 - 2 \cdot 2) \cdot 1{,}53 = 220{,}32 \text{ kN} > N_{II} = H = \underline{141 \text{ kN}}$

④ $A = (12 - 4) \cdot 18$



ADATOK:

A 34 SzK szegecs: $\tau_H = 16\ kN/cm^2$, $\sigma_{pH} = 35\ kN/cm^2$

Lemez A 38: $\sigma_{RH} = 20\ kN/cm^2$, $\sigma_{pH} = 35\ kN/cm^2$

I 140: $A = 18{,}3\ cm^2$, $v = 5{,}7$ mm

FELADAT:

a) Ellenőrizze a toldást!

b) Ha nem felel meg, számolja ki milyen átmérőjű szegecs szükséges változatlan szegecskép esetén?

MEGOLDÁS:

a) $N_{H\tau} = 3\cdot 2\cdot 16\cdot \frac{1{,}1^2\cdot\pi}{4} = 91{,}18\ kN < N_M$

$N_{Hpv} = 3\cdot 0{,}57\cdot 1{,}1\cdot 35 = \boxed{65{,}84\ kN} = N_H < N_M = 95\ kN$ nem felel meg

$A_{gy1} = 2\cdot 0{,}8(10 - 1{,}1) = 14{,}24\ cm^2$

$A_{gy2} = 18{,}3 - 1{,}1\cdot 0{,}57 = 17{,}67\ cm^2$

$N_{HR} = 14{,}24\cdot 20 = 284{,}8\ kN$

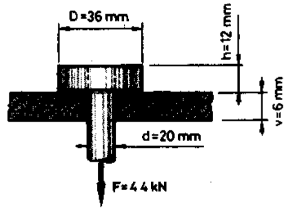
b) $d = \frac{95}{3\cdot 0{,}57\cdot 35} = 1{,}59 \to d_{furat} = 17$ mm

Φ16-os szegecs kell

M–3.11. Csapszeg és lemez nyírása

Ellenőrizzük nyírásra az ábrán látható csapszeget és lemezt. A megengedett nyírófeszültség a lemezben 60 MPa, a csapszegben 90 MPa.

A csapszeg nyírásra úgy megy tönkre, hogy az orsó a fejből kihúzódik és ennek során a d átmérőjű és h magasságú hengerpalást mentén az anyag elnyíródik. Eszerint



$$\tau = \frac{F}{d\pi h} = \frac{44\ \text{kN}}{20\pi 12\ \text{mm}^2} = 58{,}4\ \text{MPa} < \tau_0 = 90\ \text{MPa}.$$

A lemez nyírásra úgy mehet tönkre, hogy a csapszeg fejének kerülete mentén a D átmérőjű és v vastagságú hengerpalástnál elnyíródik. Eszerint

$$\tau = \frac{F}{D\pi v} = \frac{44\ \text{kN}}{36\pi 6\ \text{mm}^2} = 64{,}9\ \text{MPa} > \tau_0 = 60\ \text{MPa},$$

tehát a lemez nyírásra nem felel meg. Kérdés, mennyire kellene megvastagítani a lemezt, hogy megfeleljen. A lemez szükséges vastagsága:

$$v \geq \frac{F}{D\pi\tau_0} = \frac{44\ \text{kN}}{36\pi\ \text{mm}\cdot 6\cdot 10^{-2}\ \text{kN/mm}^2} = 6{,}49\ \text{mm}.$$

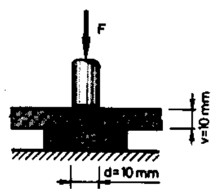
M–3.12. Lemez nyírásos lyukasztása

Mekkora F erővel lehet a $d = 10$ mm átmérőjű nagyszilárdságú hengerrel a $v = 10$ mm vastagságú lemezt átlyukasztani, ha a lemez anyagának folyási határa nyírás esetén $\tau_f = 90$ MPa. Az átlyukasztás feltétele

$$\tau = \frac{F}{d\pi v} = \tau_f,$$

amelyből

$$F = \tau_f d\pi v = 9\ \text{kN/cm}^2\cdot 1\ \text{cm}\cdot\pi\cdot 1\ \text{cm} = 28{,}26\ \text{kN}.$$



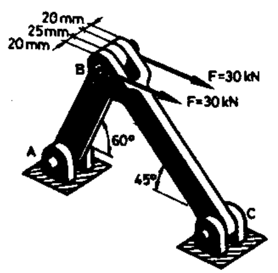
M–3.13. Csapszeg ellenőrzése

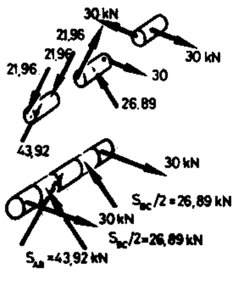
Ellenőrizzük a B csuklónál lévő csapszeget nyírásra és palástnyomásra, ha $\tau_0 = \sigma_{p0} = 80$ MPa. $d = 25$ mm

A statikai egyenletek:

$$60 - S_{AB} \cos 60° - S_{BC} \cos 45° = 0,$$

$$S_{AB} \sin 60° - S_{BC} \sin 45° = 0,$$





amelyekből a rúderők

$S_{AB} = 43{,}92$ kN és $S_{BC} = -53{,}79$ kN

értékűre adódnak. A csapszegre ható erők elemzése révén megállapíthatjuk, hogy a legnagyobb nyírófeszültség:

$$\tau_{max} = \frac{30 \text{ kN}}{1{,}25^2 \pi \text{ cm}^2} = 6{,}11 \text{ kN/cm}^2 =$$

$$= 61{,}1 \text{ MPa} < \tau_0 = 80 \text{ MPa},$$

tehát a csapszeg nyírásra megfelel.

A palástnyomást mindkét számításba jöhető szakaszon meg kell vizsgálni:

$$\sigma_{p1} = \frac{43{,}92}{2{,}5 \cdot 2{,}5} = 70{,}27 \text{ MPa} < \delta_{p0} = 80 \text{ MPa},$$

és

$$\sigma_{p2} = \frac{26{,}89}{2{,}5 \cdot 2{,}0} = 53{,}78 \text{ MPa} < \delta_{p0} = 80 \text{ MPa}.$$

A legnagyobb palástnyomás tehát a csapszeg középső szakaszán keletkezik, de ott sem éri el a megengedett feszültség értékét.

M–3.14. Szegecskapcsolat méretezése

Hány darab $d=10$ mm átmérőjű szegecset kell alkalmazni az ábrán látható két lemez összekapcsolásához, ha $\tau_0 = 80$ MPa és $\sigma_{p0} = 100$ MPa?

A (3.50) képlet szerint

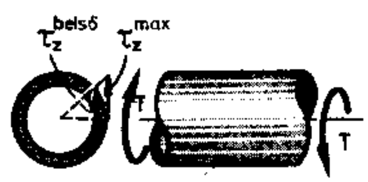
$$n \geqq \frac{F}{\tau_0 \dfrac{d^2\pi}{4}} = \frac{120}{8 \cdot \dfrac{1^2\pi}{4}} = 19{,}1 \sim 20 \text{ db}.$$

A szegecskapcsolat 20 db szegecs esetén nyírásra megfelel. A kapcsolatot azonban palástnyomás szempontjából is meg kell vizsgálnunk. A (3.51) képlet szerint

$$\sigma_p = \frac{F}{n v_{min} d} = \frac{120}{20 \cdot 0{,}8 \cdot 1} = 75 \text{ MPa} < \sigma_{p0} = 100 \text{ MPa},$$

a kapcsolat tehát palástnyomásra megfelel.

M–3.15. Cső keresztmetszet csavarása



Határozzuk meg a körgyűrű keresztmetszetű csőben ébredő legnagyobb nyírófeszültséget és a gyűrű belső falánál ébredő nyírófeszültséget. A csavarónyomaték nagysága $T = 40$ Nm, a külső átmérő $D = 20$ mm, a belső pedig $d = 16$ mm.

A poláris inercianyomaték

$$J_0 = \frac{(R^4 - r^4)\pi}{2} = \frac{(10^4 - 8^4)\pi}{2} = 9269{,}28 \text{ mm}^4.$$

A legnagyobb nyírófeszültség a külső szélen keletkezik.

$$\tau_z^{max} = \frac{T}{J_0} R = \frac{40\,000 \text{ Nmm}}{9269{,}28 \text{ mm}^4} 10 \text{ mm} = 43{,}15 \text{ N/mm}^2 =$$

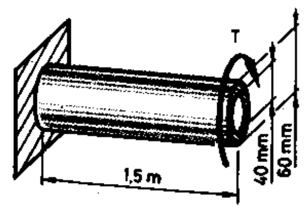
$$= 43{,}15 \text{ MPa},$$

míg a belső felület mentén

$$\tau_z^{belső} = \frac{T}{J_0} r = \frac{40\,000}{9269{,}28} 8 = 34{,}52 \text{ N/mm}^2 = 34{,}52 \text{ MPa}.$$

A két érték között a nyírófeszültség lineárisan változik.

M–3.16. Cső keresztmetszetű konzol csavarása



Mekkora csavarónyomaték működhet a körgyűrű keresztmetszetű konzol végén, ha a megengedett nyírófeszültség $\tau_0 = 120$ MPa? Hány fokos szöggel fordul el ennek működésekor a konzolvég keresztmetszete a z tengely körül? G = 80 GPa.

A csavarónyomaték nagyságát a

$$\tau_z^{max} = \frac{T_{max}}{J_0} R \leqq \tau_0$$

feltételből határozzuk meg:

$$T_{max} \leqq \frac{\tau_0 J_0}{R}.$$

A poláris inercianyomaték

$$J_0 = \frac{(R^4 - r^4)\pi}{2} = \frac{(3^4 - 2^4)\pi}{2} = 102{,}05 \text{ cm}^4,$$

így a legnagyobb megengedhető csavarónyomaték

$$T_{max} = \frac{12 \text{ kN/cm}^2 \cdot 102{,}05 \text{ cm}^4}{3 \text{ cm}} = 408{,}2 \text{ kNcm} =$$

$$= 4{,}082 \text{ kNm}.$$

Ennek működésekor a konzolvég elcsavarodása

$$\varphi_z = \frac{Tl}{GJ_0} = \frac{408{,}2 \text{ kNcm} \cdot 150 \text{ cm}}{8000 \text{ kN/cm}^2 \cdot 102{,}5 \text{ cm}^4} = 0{,}075 \text{ radián},$$

amely

$$\varphi_z = 0{,}075 \frac{360}{2\pi} = 4{,}3°.$$

M–3.17. Szakaszonként változó keresztmetszetű rúd csavarása

Határozzuk meg a szakaszonként változó keresztmetszetű, B és D pontjában egy-egy csavarónyomatékkal terhelt acélkonzol végkeresztmetszetének elfordulását, ha $G = 80$ GPa.

Először határozzuk meg a kétféle keresztmetszet poláris inercianyomatékát:

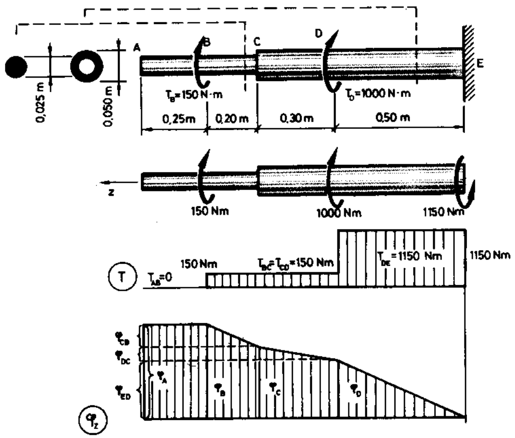
$$J_0^{AB} = J_0^{BC} = \frac{1{,}25^4\pi}{2} = 3{,}833\ \text{cm}^4,$$

$$J_0^{CD} = J_0^{DE} = \frac{(2{,}5^4 - 1{,}25^4)\pi}{2} = 57{,}495\ \text{cm}^4.$$

A csavarónyomatéki ábrát felrajzoltuk. Eszerint a csavarónyomaték értéke:

$$T_{AB} = 0, \quad T_{BC} = T_{CD} = 150\ \text{Nm} = 15\ \text{kNcm},$$

$$T_{DE} = 1150\ \text{Nm} = 115\ \text{kNcm}.$$



A konzolvég φ_z^A elfordulása a különböző terhelésű és csavarási merevségű elemek elfordulása összegeként kapható, amint azt az elfordulási ábrán is láthatjuk:

$$\varphi_z^A = \varphi_{DE} + \varphi_{CD} + \varphi_{BC} + \varphi_{AB}.$$

Mivel szakaszonként minden jellemző mennyiség állandó:

$$\varphi_z^A = \frac{T_{DE} l_{DE}}{G J_0^{DE}} + \frac{T_{CD} l_{CD}}{G J_0^{CD}} + \frac{T_{BC} l_{BC}}{G J_0^{BC}} + \frac{T_{AB} l_{AB}}{G J_0^{AB}}.$$

Behelyettesítve a számértékeket:

$$\varphi_z^A = \frac{115 \cdot 50}{8000 \cdot 57{,}495} + \frac{15 \cdot 30}{8000 \cdot 57{,}495} + \frac{15 \cdot 20}{8000 \cdot 3{,}833} =$$

$$= 0{,}0125 + 0{,}001 + 0{,}0098 = 0{,}0233\ \text{radián},$$

azaz

$$\varphi_z^A = 1{,}33°.$$

M–3.23. Vékonyfalú, zárt szelvényű rúd csavarása

Egy vékonyfalú, zárt keresztmetszetű alumíniumrudat $T = 3$ kNm csavarónyomaték terhel. Határozzuk meg a legnagyobb nyírófeszültséget, ha a 60×100 mm külső méret mellett mindenütt 4 mm állandó falvastagságot alkalmazunk, és akkor is, ha a rudat változó, 3 mm, ill. 5 mm falvastagságúra készítjük. Végül határozzuk meg, mekkorára növekszik a nyírófeszültség, ha a rudat az A éle mentén felhasítjuk.

Az állandó falvastagságú rúd esetén az (a) ábrát és a (3.90) képletet figyelembe véve a középfelület

$$A_k = (100 - 2 \cdot 2)(60 - 2 \cdot 2) = 96 \cdot 56 = 5376\ \text{mm}^2,$$

a nyírófeszültség pedig az állandó falvastagság miatt mindenütt egyforma:

$$\tau_z = \frac{T}{2A_k v} = \frac{300\ \text{kNcm}}{2 \cdot 53{,}76\ \text{cm}^2 \cdot 0{,}4\ \text{cm}} = 6{,}98\ \text{kN/cm}^2 =$$

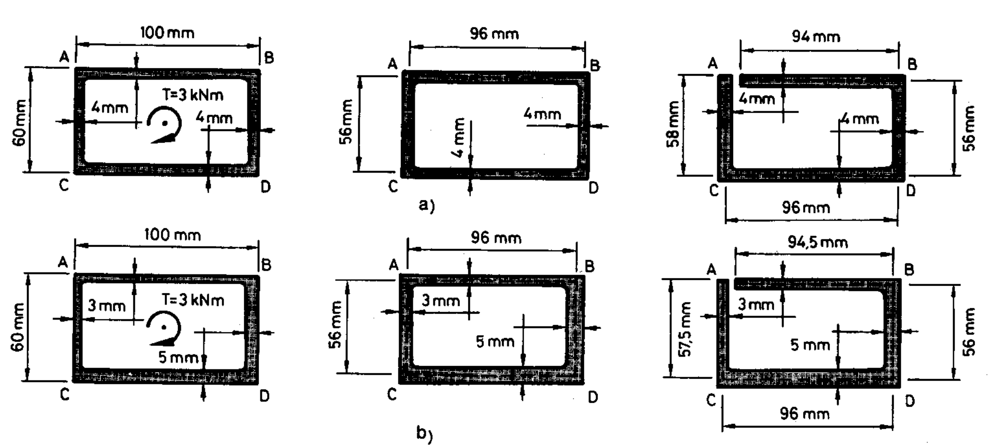
$$= 69{,}8\ \text{MPa}.$$

A változó falvastagságú rúd esetén a (b) ábra alapján

$$A_k = (100 - 1{,}5 - 2{,}5)(60 - 1{,}5 - 2{,}5) = 96 \cdot 56 =$$

$$= 5376\ \text{mm}^2.$$

Ez megegyezik az állandó falvastagságú rúdnál nyert értékkel, a keletkező nyírófeszültség azonban itt már nem állandó. A legnagyobb feszültség a vékonyabb AB és AC szakaszon ébred:



$$\tau_z^{max} = \frac{T}{2A_k v_{min}} = \frac{300 \text{ kNcm}}{2 \cdot 53{,}76 \text{ cm}^2 \cdot 0{,}3 \text{ cm}} =$$

$$= 9{,}3 \text{ kN/cm}^2 = 93 \text{ MPa}.$$

A BD és BC szakaszon pedig

$$\tau_z = \frac{T}{2A_k v} = \frac{300}{2 \cdot 53{,}76 \cdot 0{,}5} = 55{,}8 \text{ MPa}$$

nyírófeszültség lép fel.

Ha a rudat az A sarok mentén felhasítjuk, akkor a vékonyfalú, nyitott keresztmetszetű rúdelemre vonatkozó (3.87) képlet szerint a keletkező legnagyobb nyírófeszültséget a

$$\tau_z^{max} = \frac{T}{J_a} b_{max}$$

összefüggésből számítjuk, ahol b a falvastagság és

$$J_a = \frac{1}{3} \sum a_i b_i^3.$$

Az állandó falvastagságú rúd esetén az inercianyomaték az (a) ábra alapján

$$J_a = \frac{1}{3} 4^3 \sum a_i = \frac{4^3}{3} (58+56+94+96) = 6485 \text{ mm}^4$$

és így

$$\tau_z^{max} = \frac{300 \text{ kNcm}}{0{,}6485 \text{ cm}^4} \cdot 0{,}4 \text{ cm} = 185 \text{ kN/cm}^2 =$$

$$= 1850 \text{ MPa}.$$

Ebből látható, hogy a legnagyobb nyírófeszültség mintegy huszonötszörösére növekedett azáltal, hogy a csövet hosszában felhasítottuk.

A változó falvastagságú rúd esetén

$$J_a = \frac{1}{3} [3^3(57{,}5+94{,}4) + 5^3(56+96)] = 7700 \text{ mm}^4,$$

így

$$\tau_z^{max} = \frac{300 \text{ kNcm}}{0{,}77 \text{ cm}^4} \cdot 0{,}5 \text{ cm} = 195 \text{ kN/cm}^2 = 1950 \text{ MPa}.$$

A legnagyobb nyírófeszültség most is mintegy hússzorosára emelkedett.

A fentiekből látható, hogy csavarás esetén a vékonyfalú, zárt keresztmetszetű rudak a nyitott keresztmetszetű rudakhoz képest lényegesen kedvezőbben viselkednek. Ezért olyan szerkezeteknél, ahol jelentősebb csavaró igénybevétel is fellép, ha van rá mód, zárt szelvényű rudakat célszerű alkalmazni.