

①

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{50000}{50 \cdot 100} = 10 \text{ MPa}$$

②

$$\bar{\sigma} = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\bar{\sigma}} = \frac{4200}{10} = 420 \text{ mm}^2$$

③

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \tau \cdot A = 13 \cdot (30 \cdot 45) = \underline{\underline{17550 \text{ N}}}$$

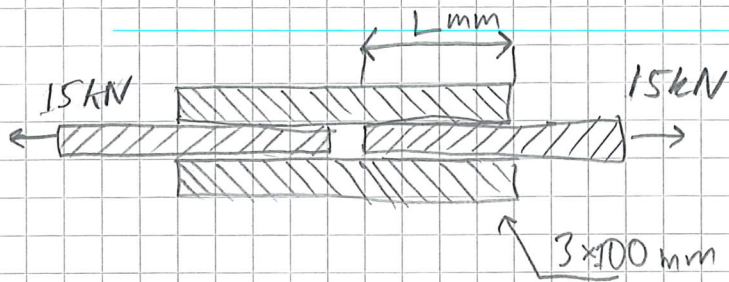
4)

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{10000}{50 \cdot 40} = 5 \text{ MPa}$$

$$\tau_B = 15 \text{ MPa}$$

$$n_B = \frac{\tau_B}{\tau_{\max}} = \frac{15}{5} = \underline{\underline{3}}$$

5



$$\sigma_{Btill} = \frac{F_B}{N_B} = \frac{25}{5} = 5 \text{ MPa}$$

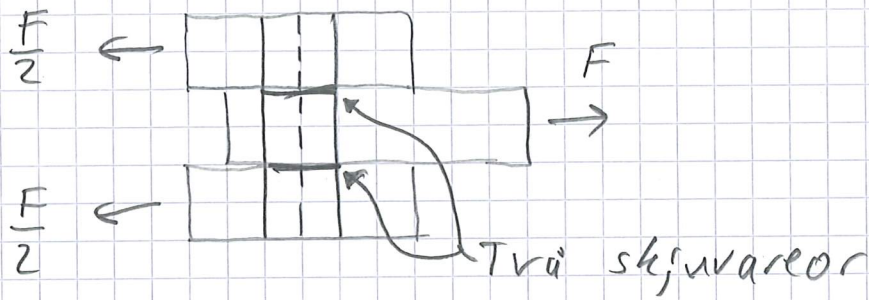
Tråd längd

$$A = \frac{F}{\sigma_B} \Rightarrow 2 \cdot (100 \cdot L) = \frac{F}{\sigma_B}$$

$$L = \frac{F}{200 \cdot \sigma_{B_{till}}} = \frac{15000}{200 \cdot 5} = 15 \text{ mm}$$

Svar: minst 15 mm

6



Tillåten skjuvspänning

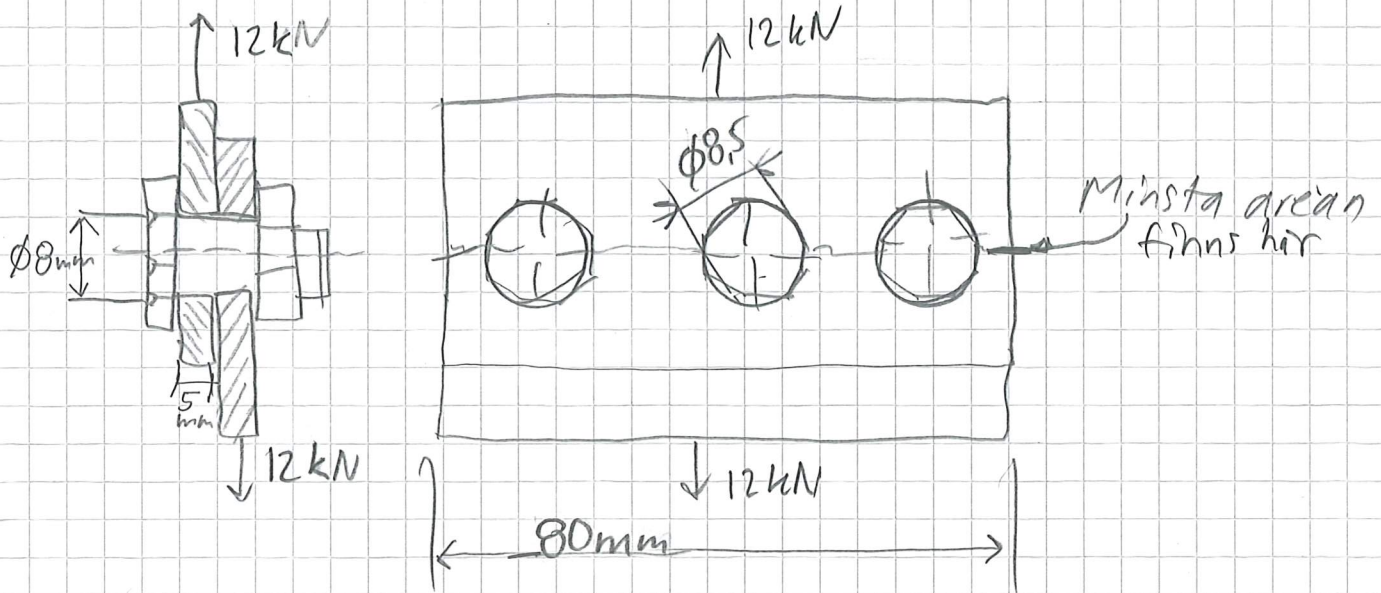
$$\tau_{till} = \frac{0,6 \cdot R_m}{n_B} = \frac{0,6 \cdot 480}{4} = 72 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \tau \cdot A_{till}$$

där $A = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4}$
↑
trä skjuvareor

$$\Rightarrow F = 72 \cdot 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 8^2}{4} \right) \approx \underline{\underline{7238 \text{ N}}}$$

7



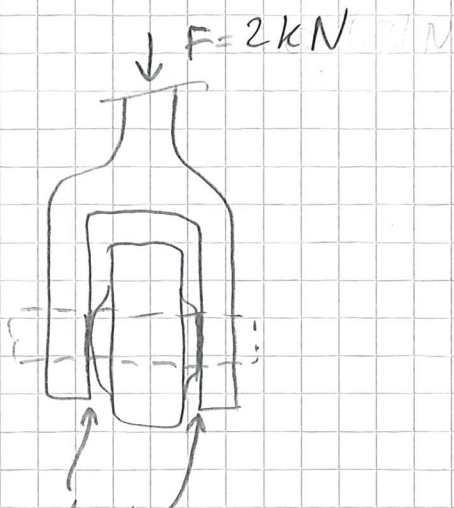
skjuvspänning

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{12000}{3 \cdot \frac{\pi \cdot 8^2}{4}} \approx 79,6 \text{ MPa}$$

Dragspänning

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{12000}{5 \cdot (80 - 8,5 \cdot 3)} \approx 44 \text{ MPa}$$

8



två areor som
måste gå sönder

$$n_b = 5$$

$$R_m = 600 \text{ MPa}$$

$$\tau_{b, till} = \frac{0,6 \cdot R_m}{n_b} = \frac{0,6 \cdot 600}{5} = 72 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\tau} \Rightarrow \frac{2 \cdot \pi d^2}{4} = \frac{F}{\tau}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{2 \cdot \pi \cdot \tau_{b, till}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2000}{2 \cdot \pi \cdot 72}} \approx 4,21 \text{ mm}$$

Svar: Välj en diameter på minst 5 mm.

9

$$\tau_{\text{till}} = \frac{0,6 \cdot \tau_e}{n_s} = \frac{0,6 \cdot 355}{2,0}$$

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \tau_{\text{till}} \cdot A$$

$$\text{där } A = 6 \left(\frac{\pi \cdot 5^2}{4} \right) \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow F = \frac{0,6 \cdot 355}{2,0} \cdot 6 \left(\frac{\pi \cdot 5^2}{4} \right) \approx 12\,547 \text{ N}$$

10

$$\tau_{\text{till}} = \frac{0,6 \cdot \rho c}{n_s} = \frac{0,6 \cdot 355}{2,0} \approx$$

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\tau}$$

$$\text{där } A = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \quad (\text{nitens måste gå sönder på två ställen!})$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{F}{\tau}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{2 \cdot \pi \cdot \tau_{\text{till}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25000}{2 \cdot \pi \cdot \frac{0,6 \cdot 355}{2,0}}} \approx 12,23 \text{ mm}$$

11

Fyra M10-skruvar ger en
skjuvarea på:

$$A = 4 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \pi d^2 = \pi 10^2 \text{ mm}^2$$

Tillåten skjuvspänning är

$$\tau_{\text{till}} = 0,6 \cdot \frac{\sigma_b}{4} = 0,6 \cdot \frac{800}{4} = 120 \text{ MPa}$$

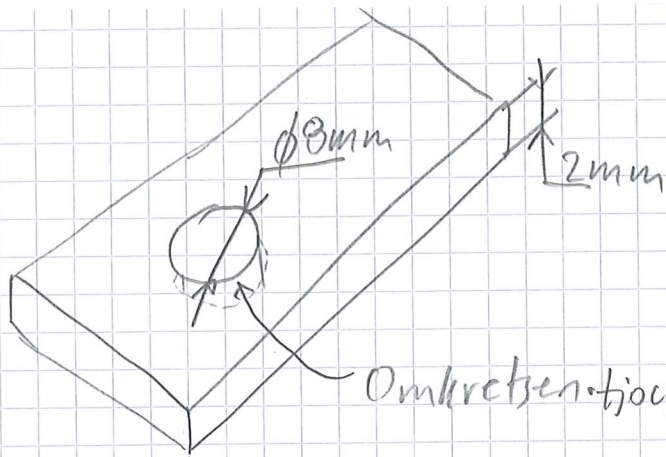
$$F = \tau_{\text{till}} \cdot A = 120 \cdot \pi \cdot 10^2 \text{ N}$$

överfört moment är $M_v = \frac{D}{2} \cdot F = \frac{100}{2} \cdot F$

$$\Rightarrow M_v = \frac{100}{2} \cdot 120 \cdot \pi \cdot 10^2 \approx 1\,884\,956 \text{ Nmm}$$

Svar: Cirka 1,8 kNm kan överföras

12



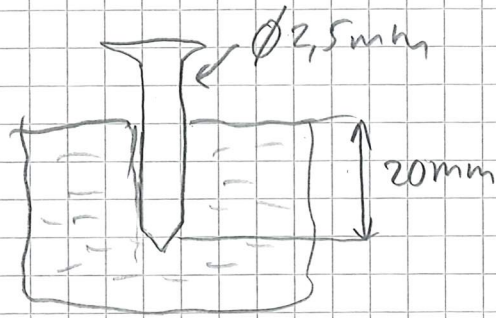
$$\tau = R_m \cdot 0,6 = 500 \cdot 0,6 = 360 \text{ MPa}$$

$$A = \pi \cdot 8 \cdot 2 = 16\pi \text{ mm}^2$$

omkrets ↑
 tjocklek

$$F = \tau \cdot A = 360 \cdot 16\pi \approx 18\,096 \text{ N}$$

13



utdragningskraft = 600N

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{600}{\pi \cdot 3 \cdot 15} \approx \underline{\underline{4,2 \text{ MPa}}}$$

↑
Arean är omkretsenolängden

14

• Maximal diameter begränsas av stanskraften.

$$A = \text{omkrets} \cdot \text{tjocklek} = \pi \cdot d \cdot t \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{max}} = 180 \text{ kN}$$

τ = skjuvbrottsgräns ; materialet = 400 MPa

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\tau}$$

$$\ast \boxed{\pi \cdot d \cdot t = \frac{F}{\tau}} \Rightarrow d = \frac{F}{\pi \cdot t \cdot \tau} = \frac{180000}{\pi \cdot 2 \cdot 400} \approx \underline{\underline{71,6 \text{ mm}}}$$

• Minsta diametern begränsas av när spänningen i stansen blir för stor.

$\sigma_{\text{max}} = 800 \text{ MPa}$ (maximal tryckspänning i stans)

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \text{ mm}^2$$

F = maximal stanskraft (obekant)

$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \sigma \cdot A = 800 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 200 \cdot \pi \cdot d^2 \text{ N}$$

Hur stort hål kan stansas vid denna kraft?

$$\ast \rightarrow \pi \cdot d \cdot t = \frac{F}{\tau} \Rightarrow F = \tau \cdot \pi \cdot d \cdot t$$

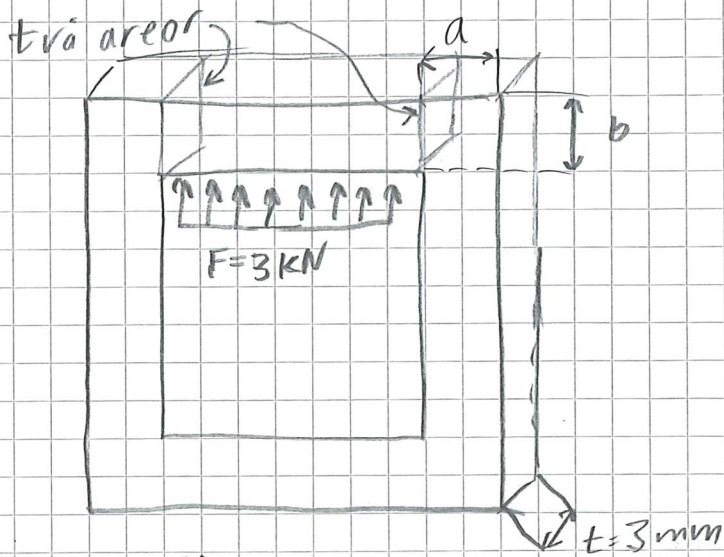
$$F = F$$

$$200 \pi \cdot d^2 = \tau \cdot \pi \cdot d \cdot t \quad \text{dela med } \pi \cdot d$$

$$200 d = \tau \cdot t$$

$$d = \frac{\tau \cdot t}{200} = \frac{400 \cdot 2}{200} = \underline{\underline{4 \text{ mm}}}$$

(15)



$$n_b = 4$$

Tillåtna spänningar

$$\sigma_{till} = \frac{R_m}{n_b} = \frac{400}{4} = 100 \text{ MPa}$$

$$\tau_{till} = \sigma_{till} \cdot 0,6 = 60 \text{ MPa}$$

Vid A skjuras två areor

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\tau} \quad \text{där } A = t \cdot b \cdot 2 = 2 \cdot t \cdot b$$

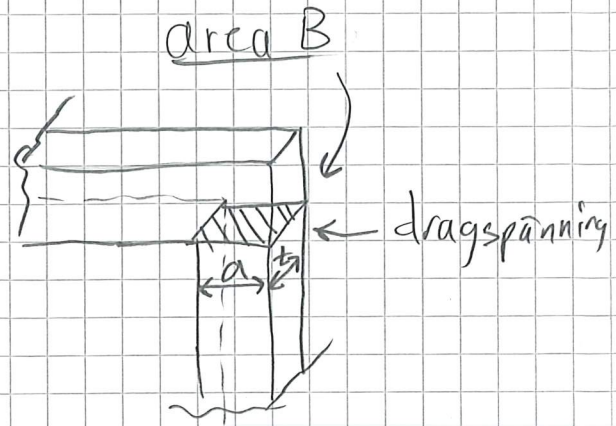
$$\Rightarrow b = \frac{F}{\tau_{till} \cdot 2 \cdot t} = \frac{3000}{60 \cdot 2 \cdot 3} \approx 8,33 \text{ mm}$$

Vid B sträcks materialet (två areor)

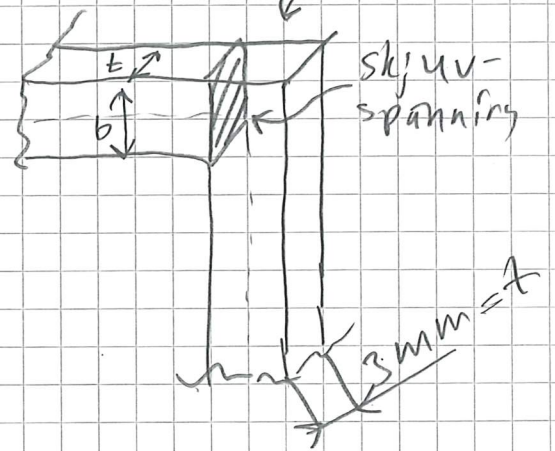
$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\sigma} \quad \text{där } A = t \cdot a \cdot 2$$

$$a = \frac{F}{\sigma_{till} \cdot 2 \cdot t} = \frac{3000}{100 \cdot 2 \cdot 3} = 5 \text{ mm}$$

Svar: välj $a = \text{minst } 5 \text{ mm}$ och $b = \text{minst } 8,4 \text{ mm}$.

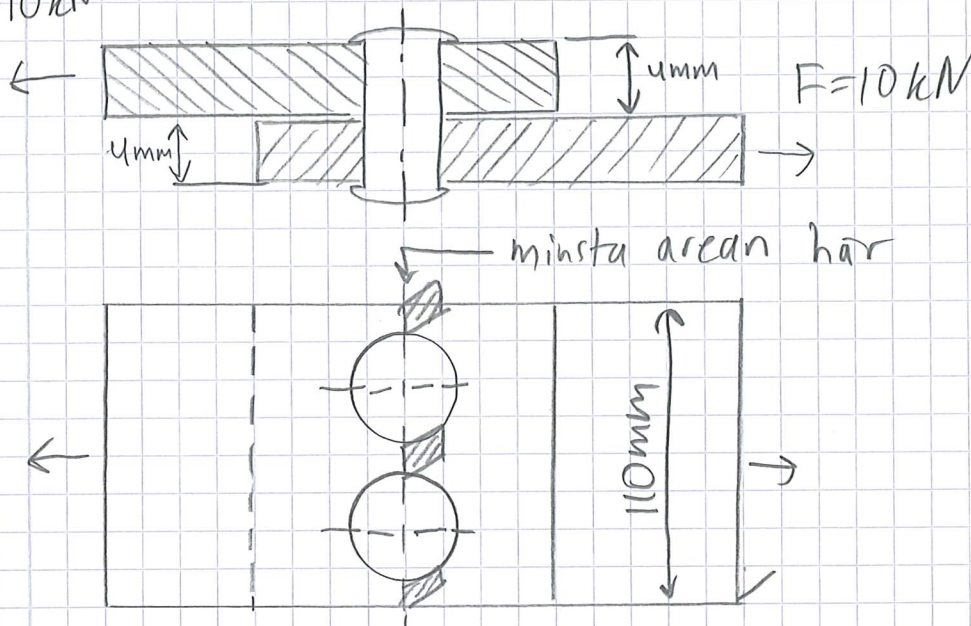


area A



16

F=10kN



Dimensionering av nitar

$$\tau_{till} = \frac{R_m \cdot 0,6}{4} = \frac{580 \cdot 0,6}{4} = 87 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{\tau} \quad \text{där } A = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \quad (\text{två nitar})$$

$$\frac{2 \cdot \pi d^2}{4} = \frac{F}{\tau} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{2 \pi \cdot \tau_{till}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10\,000}{2 \pi \cdot 87}} \approx 8,6 \text{ mm}$$

Kontroll av hulkantstryck

$$p_H = \frac{F}{A} = \frac{F}{2 \cdot d \cdot t} = \frac{10\,000}{2 \cdot 9 \cdot 4} \approx 139 \text{ MPa} \quad (\text{om en nitdiameter på } 9 \text{ mm väljs})$$

↑
två nitar

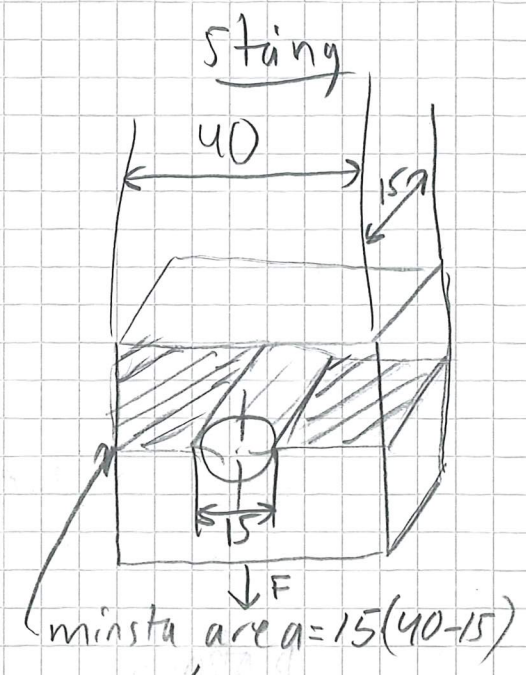
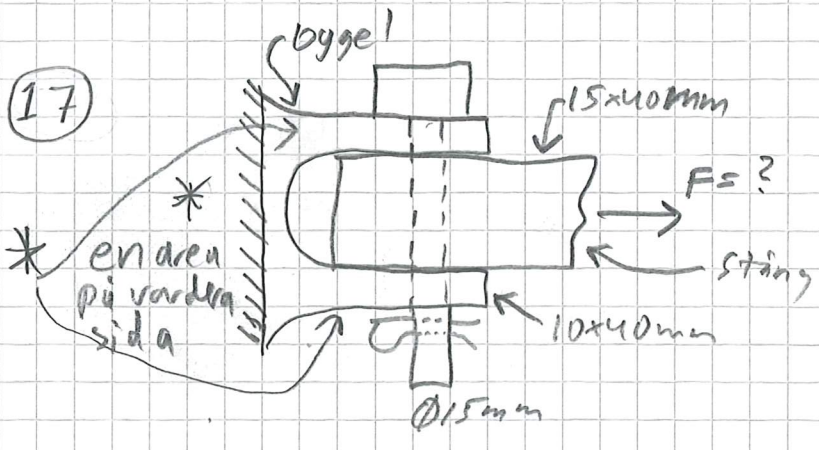
$$n_s = \frac{R_e}{p_H} = \frac{355}{139} \approx 2,55, \text{ ok större än } 2,0!$$

Dragspänning i plåtarna

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{A} = \frac{10\,000}{[110 - (2 \cdot 9)] \cdot 4} \approx 27,2 \text{ MPa}$$

$$n_s = \frac{R_e}{\sigma_{\max}} = \frac{355}{27,2} \approx 13, \text{ ok, större än } 2,0!$$

17



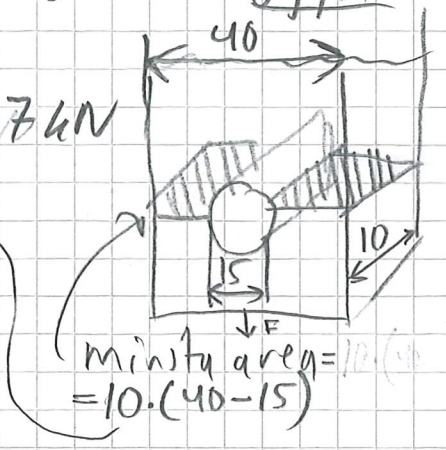
Dragning av stäng och byggel

$$n_s = 1,5$$

$$\sigma_{till} = \frac{R_e}{n_s} = \frac{260}{1,5} = 173,3 \text{ MPa}$$

stäng: $\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \sigma_{till} \cdot A = 173,3 \cdot [15 \cdot (40-15)] \approx 65 \text{ kN}$ byggel

byggel: $F = \sigma_{till} \cdot A = 173,3 \cdot [2 \cdot 10 \cdot (40-15)] \approx 87 \text{ kN}$



Skjuvning av bult

$$n_B = 2$$

$$\tau_{till} = \frac{0,6 \cdot R_m}{n_B} = \frac{0,6 \cdot 590}{2} = 177 \text{ MPa}$$

två skjuvareor

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \tau \cdot A = 177 \cdot 2 \cdot \frac{\pi 15^2}{4} = 62,5 \text{ kN}$$

Hållkanstryck

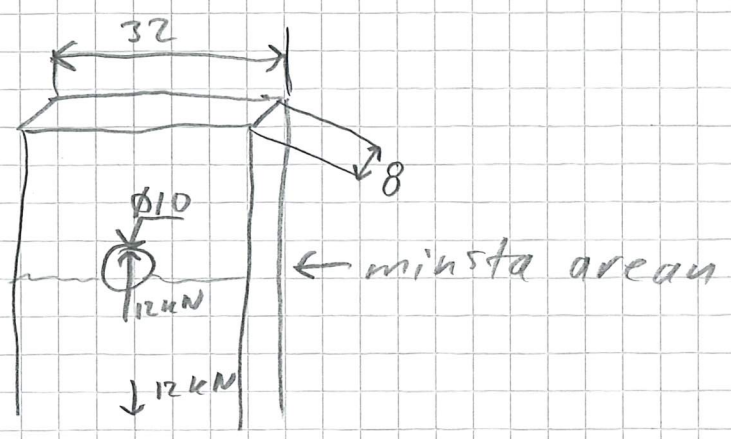
$$P_{Htill} = \frac{R_e}{n_s} = \frac{260}{1,1} = 236 \text{ MPa}$$

på byggel $P_H = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P_{Htill} \cdot A = 236 \cdot 2 \cdot (10 \cdot 15) = 70,9 \text{ kN}$

på stäng $F = P_{Htill} \cdot A = 236 \cdot 15 \cdot 15 = 53,2 \text{ kN}$

Svar: maxkraften för vara ca: 53 kN

18

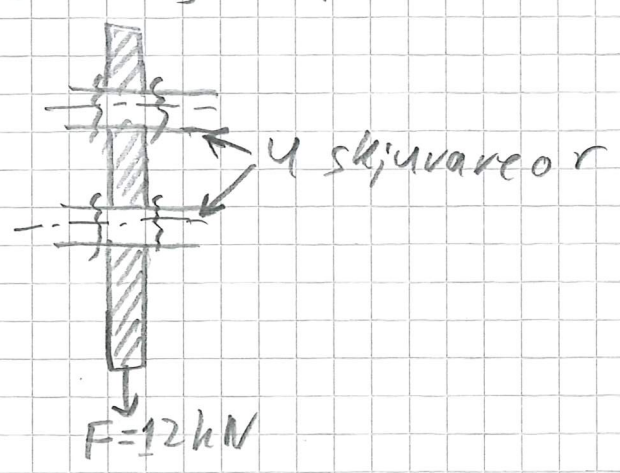


$R_e = 260 \text{ MPa}$

a)
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{12000}{8 \cdot (32 - 10)} \approx 68,2 \text{ MPa}$$

$$n_s = \frac{R_e}{\sigma} = \frac{260}{68,2} \approx \underline{\underline{3,8}}$$

b) skjuvning i sprintar



$R_m = 590 \text{ MPa}$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{12000}{4 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 10^2}{4}\right)} = \frac{12000}{100\pi} = \frac{120}{\pi} \approx 38,2 \text{ MPa}$$

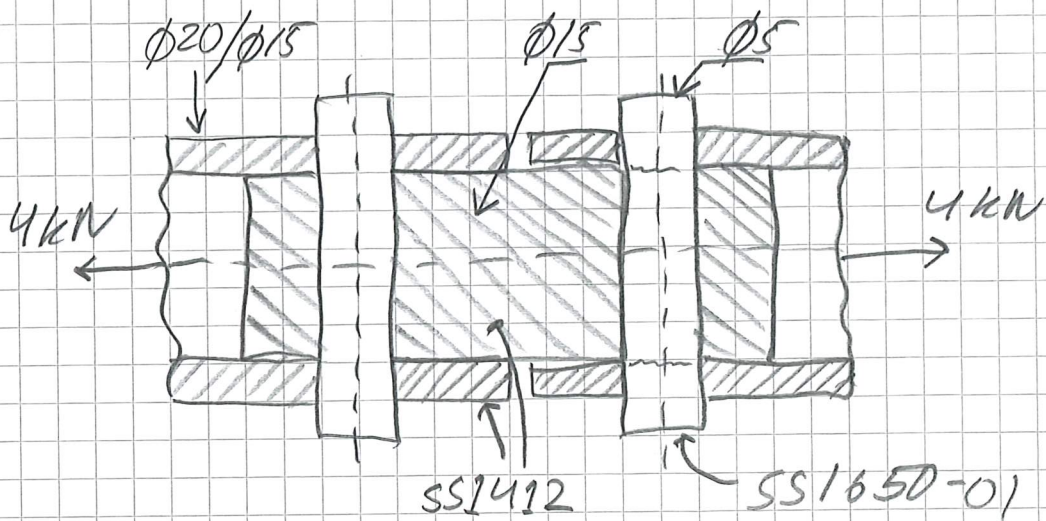
$$n_b = \frac{0,6 \cdot R_m}{\tau} = \frac{0,6 \cdot 590}{38,2} \approx \underline{\underline{9,3}}$$

c) halkantstryck

$$p_H = \frac{F}{A} = \frac{12000}{2 \cdot (8 \cdot 10)} = 75 \text{ MPa}$$

$$n_s = \frac{R_e}{p_H} = \frac{260}{75} \approx \underline{\underline{3,5}}$$

(19)



Säkerhet mot skjuvbrutt

$$R_m = 590 \text{ MPa} \Rightarrow \tau_B = 0,6 \cdot R_m = 1$$

$$= 0,6 \cdot 590 = 354 \text{ MPa}$$

två areor

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{4000}{2 \cdot \frac{\pi 5^2}{4}} = 101,9 \text{ MPa}$$

$$n_b = \frac{\tau_{Btill}}{\tau} = \frac{354}{101,9} = \underline{\underline{3,48}}$$

Säkerhet mot sträckning i rören

$$R_e = 260 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4000}{\frac{\pi}{4} (20^2 - 15^2) - 2 \cdot 5 \cdot 2,5} = 35,6 \text{ MPa}$$

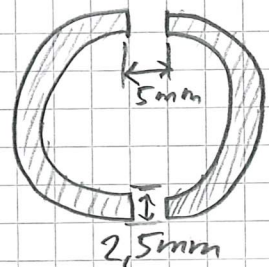
$$n_s = \frac{R_e}{\sigma} = \frac{260}{35,6} = \underline{\underline{7,3}}$$

Säkerhet mot sträckning i stängeln

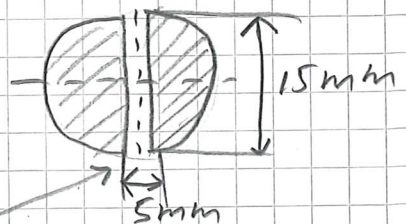
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4000}{\frac{\pi 15^2}{4} - 5 \cdot 15} = 39,3 \text{ MPa}$$

$$n_s = \frac{R_e}{\sigma} = \frac{260}{39,3} = \underline{\underline{6,6}}$$

minsta rörarea



minsta stängarea



ungefärlig area

exakt area på nästa sida

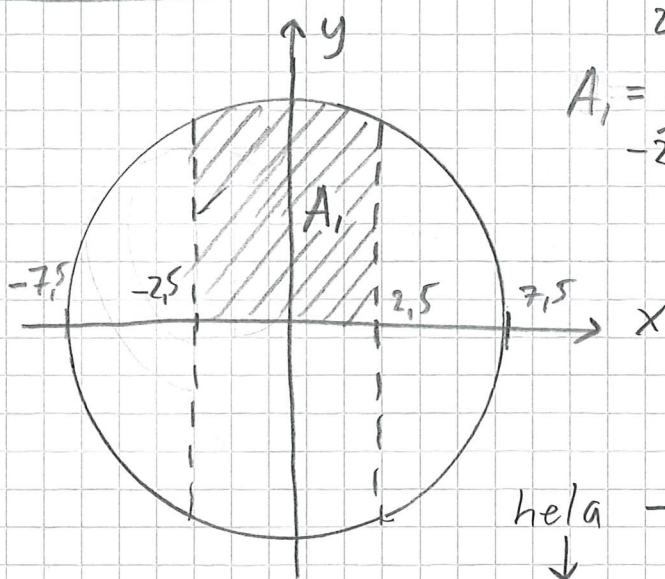
1/2

19

Säkerhet mot flytning i rørets hällkant

$$P_H = \frac{F}{A} = \frac{4000}{2,5 \cdot 5 \cdot 2} = 160 \text{ MPa}$$

$$n_s = \frac{R_e}{P_H} = \frac{260}{160} = \underline{\underline{1,6}}$$



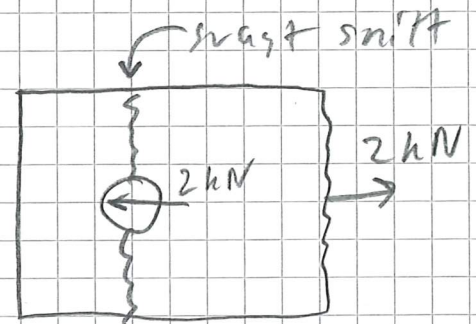
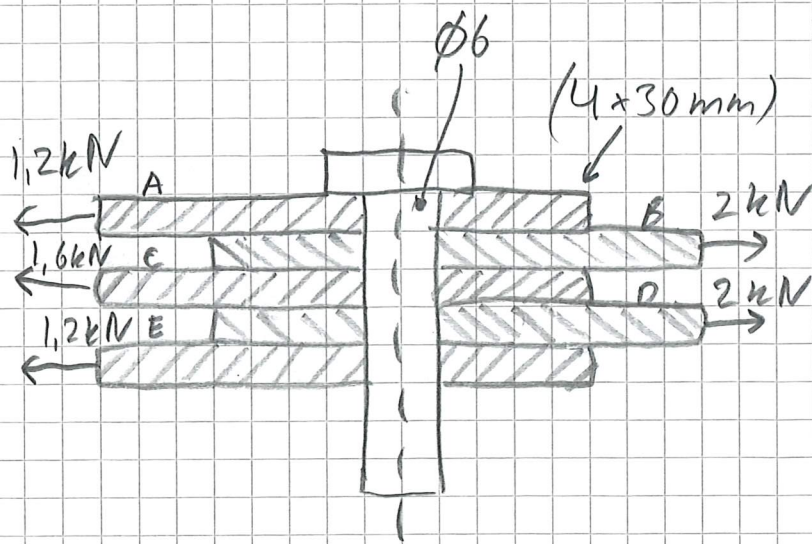
$$A_1 = \int_{-2,5}^{2,5} \sqrt{7,5^2 - x^2} dx = 36,8 \text{ mm}^2$$

hela - bullhålet

$$\Rightarrow \text{total area } A = \frac{\pi \cdot 15^2}{4} - 2 \cdot A_1 \approx 103,128 \text{ mm}^2$$

ger $n_s \approx 6,7$

20



- maximal dragspänning:

Största kraften är 2 kN och minsta arean vid bulten

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2000}{(4 \cdot 30) - (6 \cdot 4)} = \frac{2000}{4 \cdot (30 - 6)} \approx 20,83 \approx \underline{\underline{21 \text{ MPa}}}$$

- b) • Vi har fyra skärytor, den översta är mellan platta A och B. Kraften i platta A är 1,2 kN. Den förs över av bulten till stång B. Skärytan AB utsätts för en skjivkraft på 1,2 kN. Kraften i platta C är 1,6 kN och delas upp mellan skäryta CB respektive CD och blir 0,8 kN.

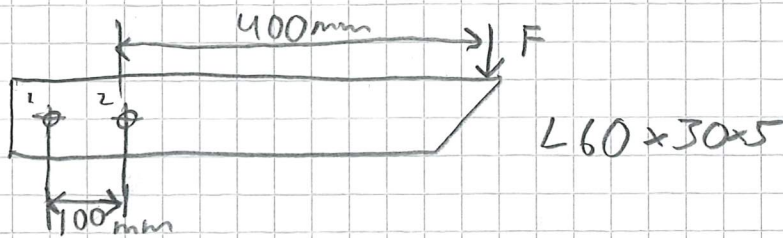
Största skjuvspänning blir

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1200 \cdot 4}{\frac{\pi 6^2}{4}} \approx \underline{\underline{42,44 \text{ MPa}}} \approx \underline{\underline{42 \text{ MPa}}}$$

- c) • Hålkantsstrycket är störst vid B och D

$$p_H = \frac{F}{A} = \frac{F}{d \cdot t} = \frac{2000}{6 \cdot 4} \approx 83,3 \text{ MPa} \approx \underline{\underline{83 \text{ MPa}}}$$

(21)



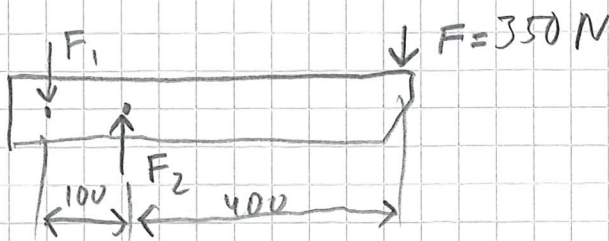
$n_B = 4$ skjubbrott; skruv

$n_s = 1,5$ flytning i hålen

Skruvar: $R_m = 800 \text{ MPa}$

Balk: $R_e = 260 \text{ MPa}$

Beräkna krafter



$$\overset{\curvearrowright}{M_{F_1}}: 350 \cdot (400 + 100) - F_2 \cdot 100 = 0 \Rightarrow F_2 = \frac{350 \cdot 500}{100} = 1750 \text{ N}$$

$$\uparrow: F_2 - F_1 - F = 0 \Rightarrow F_1 = F_2 - F = 1750 - 350 = 1400 \text{ N}$$

kraften på skruv 2 är störst. vi dimensionerar efter denna. $\Rightarrow F_{\text{skruv}} = 1750 \text{ N}$

mot skjubbrott

$$\tau_{B_{\text{till}}} = 0,6 \cdot R_m = \frac{0,6 \cdot 800}{4} = 120 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{F}{\tau_{B_{\text{till}}}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \tau_{B_{\text{till}}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1750}{\pi \cdot 120}} = 4,31 \text{ mm}$$

mot flytning i hålen

$$p_{H_{\text{till}}} = \frac{R_e}{n_s} = \frac{260}{1,5} = 173,3 \text{ MPa}$$

$\frac{1}{2}$

21

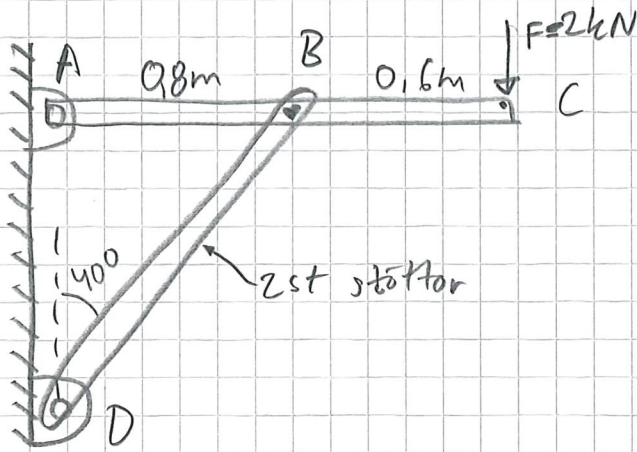
$$P_H = \frac{F}{A} \Rightarrow A = \frac{F}{P_H} \Rightarrow d \cdot t = \frac{F}{P_H}$$

$$\Rightarrow d = \frac{F}{t \cdot P_{H, \text{till}}} = \frac{1750}{5 \cdot 173,3} = 2 \text{ mm}$$

Välj en skruv med diameter 5 mm. Det förutsätter dock att skruvens stear på skruvens ogängade del.

2/2

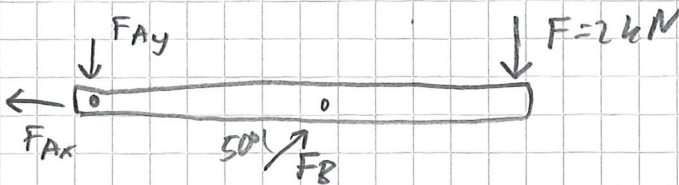
22



$$n_b = 4$$

$$R_{m, \text{skruv}} = 800 \text{ MPa}$$

Frilägg balken



jämvikt ger

$$\rightarrow: F_B \cdot \cos(50^\circ) - F_{Ax} = 0 \quad \Rightarrow F_{Ax} = F_B \cdot \cos(50^\circ)$$

$$\uparrow: F_B \sin(50^\circ) - F_{Ay} - F = 0 \quad \Rightarrow F_B = \frac{F + F_{Ay}}{\sin(50^\circ)}$$

$$\overset{\curvearrowright}{M}_B: F \cdot 0,6 - F_{Ay} \cdot 0,8 = 0 \quad \Rightarrow F_{Ay} = \frac{F \cdot 0,6}{0,8} = \frac{2000 \cdot 0,6}{0,8} = 1500 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_B = \frac{F + F_{Ay}}{\sin(50^\circ)} = \frac{2000 + 1500}{\sin(50^\circ)} = 4568,93 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{Ax} = F_B \cdot \cos(50^\circ) = 4569 \cos(50^\circ) = 2936,85 \text{ N}$$

$\sqrt{2}$

22

Kraften vid bulten A blir:

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{2936,85^2 + 1500^2} = 3297,74 \text{ N}$$

$$\sigma_{till} = 0,6 \cdot R_m = 0,6 \cdot 800 = 120 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{där} \quad A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{\pi d^2}{4} = \frac{F}{\sigma} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3297,74}{\pi \cdot 120}} = 5,92 \text{ mm}$$

Kraften vid B blir:

2 skärytor ger kraften

$$F_{skärytor} = \frac{F_B}{2} = \frac{4568,93}{2} = 2284,5 \text{ N}$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2284,5}{\pi \cdot 120}} = 4,92 \text{ mm}$$

Svar: väl, minst 6 mm vid A och 5 mm vid B.