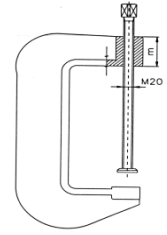


OPPGAVE 1

Figuren viser ei skruetvinge som tiltrekkes med skiftnøkkel.

Tiltrekingsmomentet er 40Nm, og du kan regne at 40% av dette momentet tapt på grunn av friksjon mellom skruen og arbeidsstykket. Friksjonskoeffisienten i gjengen og ved enden av skruen kan du sette lik 0,1. Flattrykket i gjengene skal ikke overskride 10N/mm^2 .



a) Hvor stor blir trykkraften?

$$M = M_v + M_s$$

$$M = M_v + 0,4M$$

$$\Rightarrow \underline{M_v} = M - 0,4M = 0,6M = 0,6 \cdot 40 = \underline{24\text{Nm}}$$

$$M_v = F \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m$$

for M20: $\alpha = \frac{60}{2} = 30^\circ$

$$d_m = d_2 = 18,376\text{mm}$$

$$P = 2,5\text{mm}$$

$$\tan \varphi = \frac{P}{\pi d_m} = \frac{2,5}{\pi \cdot 18,376} = 0,043 \quad \Rightarrow \underline{\varphi = 2,48^\circ}$$

$$\tan \varepsilon_1 = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,1}{\cos 30^\circ} = 0,115 \quad \Rightarrow \underline{\varepsilon_1 = 6,59^\circ}$$

$$F = \frac{M_v}{\tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m} = \frac{24}{\tan(2,48 + 6,59) \cdot \frac{18,376}{2} \cdot 10^{-3}} = \underline{\underline{16.360\text{N}}}$$

b) Hvor stor er spenningen i skruen ved tiltrekking, og hvor stor er sikkerheten mot flyting når skruen er i fasthetsklasse 5.6?

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_d^2 + 3\tau_v^2}$$

$$\sigma_d = \frac{F}{A_s} \quad A_s = 245\text{mm}^2 \text{ fra tabell}$$

$$\underline{\sigma_d} = \frac{16363}{245} = \underline{66,8\text{N/mm}^2}$$

$$\tau_v = \frac{M_v}{\frac{\pi d_i^3}{16}} \quad d_i = 17,294 = d_1$$

$$\underline{\tau_v} = \frac{24 \cdot 10^3}{\frac{\pi \cdot 17,294^3}{16}} = \underline{23,6\text{N/mm}^2}$$

OPPGAVE 1 forts.

$$\Rightarrow \underline{\underline{\sigma_j}} = \sqrt{66,8^2 + 3 \cdot 23,6^2} = \underline{\underline{78,3 \text{ N/mm}^2}}$$

$$\text{Fasthetsklasse 5.6 gir } \underline{\underline{\sigma_F}} = 5 \cdot 6 \cdot 10 = \underline{\underline{300 \text{ N/mm}^2}}$$

$$\text{Sikkerhet mot flyting: } \underline{\underline{n_F}} = \frac{\sigma_F}{\sigma_j} = \frac{300}{78,3} = \underline{\underline{3,8}}$$

c) Hvor lang må mutterdelen (m) til tvinga minst være?

$$p = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(d^2 - D_1^2) \cdot Z} \quad d = 20 \text{ mm} \quad D_1 = 17,294 \text{ mm}$$

Antall gjenger:

$$\underline{\underline{Z}} = \frac{F}{p \cdot \frac{\pi}{4}(d^2 - D_1^2)} = \frac{16360}{10 \cdot \frac{\pi}{4}(20^2 - 17,294^2)} = \underline{\underline{20,6}}$$

Lengde av mutterdel:

$$\underline{\underline{m}} = P \cdot Z = 2,5 \cdot 20,6 = \underline{\underline{51,5 \text{ mm}}}$$

OPPGAVE 2

Figuren viser en "strekfisk" med 5/8 UNC gjenger. Høyre del er høyregjenget og venstre del er venstregjenget. Friksjonskoeffisienten i gjengene er 0,1.



a) Hvor mange omdreininger må du skru for at lengden skal forandres med 50 mm?

$$\begin{aligned} \text{Fra NS for 5/8UNC:} \quad & \text{midtdiameter } d_m = 14,376 \text{ mm} = d_2 \\ & \text{lillediameter } d_i = 13,043 \text{ mm} = d_1 \\ & \text{stigning } P = 2,3091 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$n \cdot P = \frac{50}{2} = 25 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{n}} = \frac{25}{P} = \frac{25}{2,3091} = \underline{\underline{10,8 \text{ omdr.}}}$$

b) Beregn hvor stort vridmoment du må bruke for å oppnå en strekkraft på 5,0kN?

$$\tan \varphi = \frac{P}{\pi d_m} = \frac{2,3091}{\pi \cdot 14,376} = 0,051 \Rightarrow \underline{\underline{\varphi = 2,93^\circ}}$$

OPPGAVE 2 forts.

$$\tan \varepsilon_1 = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,1}{\cos 30^\circ} = 0,115 \Rightarrow \varepsilon_1 = 6,59^\circ$$

$$\underline{M_v} = F \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m = 5 \cdot 10^3 \cdot \tan(2,93^\circ + 6,59^\circ) \cdot \frac{14,376}{2} = \underline{6.030 \text{ Nmm}}$$

Vridmomentet blir like stort for begge skruene.

$$\underline{M_{v\text{tot}}} = 2 \cdot M_v = 2 \cdot 6030 \approx 12.000 \text{ Nmm} = \underline{12 \text{ Nm}}$$

c) Hvor stor blir jevnførende spenning i skruen?

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_d^2 + 3\tau_v^2}$$

$$\sigma_d = \frac{F}{A_s} \quad A_s = 1,46 \text{ cm}^2 = 146 \text{ mm}^2 \quad \text{fra tabell}$$

$$\underline{\sigma_d} = \frac{5 \cdot 10^3}{146} = \underline{34,2 \text{ N/mm}^2}$$

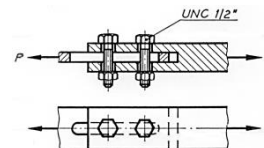
$$\tau_v = \frac{M}{\frac{\pi d_i^3}{16}}$$

$$\underline{\tau_v} = \frac{6030}{\frac{\pi \cdot 13,043^3}{16}} = \underline{13,8 \text{ N/mm}^2}$$

$$\Rightarrow \underline{\sigma_j} = \sqrt{34,2^2 + 3 \cdot 13,8^2} = \underline{41,7 \text{ N/mm}^2}$$

OPPGAVE 3

Lengden av et flattstål som vist i figuren skal kunne varieres. Dette oppnås ved at flattstålet utføres med en sliss. Skruene er skrudd til slik at strekkspenningen i skrueskjermene er 150 N/mm^2 . Det benyttes 2stk. 1/2-13 UNC skruer. Friksjonskoeffisienten mellom delene er 0,12.



a) Beregn hvor stor kraften P, kan være for flattstålet begynner å gli.

$$\sigma_d = \frac{F}{A_s} \quad A_s = 0,92 \text{ cm}^2 = 92 \text{ mm}^2 \quad \text{fra tabell}$$

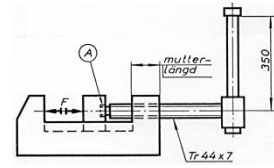
$$\Rightarrow \underline{F} = \sigma \cdot A_s = 150 \cdot 92 = \underline{13.800 \text{ N}}$$

Friksjonskraften: $P = \mu \cdot N = \mu \cdot 4F$

$$\underline{P} = 1,12 \cdot 4 \cdot 13800 = \underline{6.620 \text{ N}}$$

OPPGAVE 4

Figuren viser en skrustikke. Gjengene på spindelen er 44 x 7 trapesgjenger. Lengden av håndtaket er 350 mm. Ved enden av håndtaket virker en kraft på 300N. Friksjonskoeffisienten i gjengen er 0,13. Det antas at 25 % av vridmomentet går med til å overvinne friksjonen mellom skruens krage og den bevegelige klembakken A. Tillatt flatetrykk mellom gjengene i skru og mutter settes til 10 N/mm².



a) Beregn fastspenningskraften F.

Fra NS for Tr 44x7: midtdiameter $d_m = 40,5\text{mm}$
 kjernediameter $d_k = 36,5\text{mm}$
 stigning $S = P = 7\text{mm}$
 $2\alpha = 30^\circ$

$$\tan \varphi = \frac{P}{\pi d_m} = \frac{7}{\pi \cdot 40,5} \Rightarrow \underline{\varphi = 3,15^\circ}$$

$$\tan \varepsilon_1 = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,13}{\cos 15^\circ} \Rightarrow \underline{\varepsilon_1 = 7,67^\circ}$$

$$\underline{M_v} = P \cdot R = 300 \cdot 350 = \underline{105.000\text{Nmm}}$$

$$\underline{M_v} = F \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m$$

Forspenningskraften:

$$\underline{F} = \frac{0,75 \cdot M_v}{\tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m} = \frac{0,75 \cdot 105000}{\tan(3,15 + 7,67) \cdot \frac{40,5}{2}} = \underline{20.350\text{N}}$$

b) Beregn nødvendig mutterlengde i skrustikke.

$$p = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(d^2 - D_1^2) \cdot Z} \quad \text{fra NS: } d = 44\text{mm} \quad D_1 = 38\text{mm} = d_2$$

Antall gjenger:

$$\underline{Z} = \frac{F}{p \cdot \frac{\pi}{4}(d^2 - D_1^2)} = \frac{20350}{10 \cdot \frac{\pi}{4}(44^2 - 38^2)} = \underline{5,3}$$

Nødvendig mutterlengde:

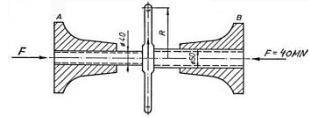
$$\underline{h} = P \cdot Z = 7 \cdot 5,3 = \underline{37\text{mm}}$$

OPPGAVE 5

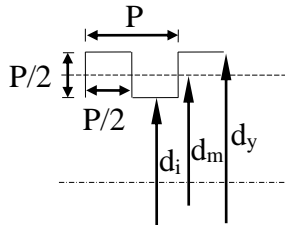
For å presse de to klembrikkene A og B i figuren under fra hverandre med en kraft på 40MN er de forbundet med en stang som har håndhjul på midten. Den ene enden av stanga har 50mm diameter og den andre enden 40mm.

Begge ender er forsynt med flate, kvadratiske høyregjenger, med en stigning som er 1/5 av skruens ytre diameter.

Når håndhjulet dreies som pilen antyder, vil den store skruen bli skrudd ut av sin mutter og den lille skruen inn i sin. Friksjonskoeffisienten mellom skruer og mutter er begge steder 0,05. Kraften på håndhjulet må ikke overstige 250N.



a) Sett opp et uttrykk for momentet på håndhjulet, og beregn momentets størrelse.



Brikke A:

$$d_{yA} = 40\text{mm} \Rightarrow P_A = 1/5 \cdot d_{yA} = 40/5 = 8\text{mm}$$

$$d_{iA} = d_{yA} - P_A = 40 - 8 = 32\text{mm}$$

$$d_{mA} = \frac{d_{yA} + d_{iA}}{2} = \frac{40 + 32}{2} = 36\text{mm}$$

$$\tan \varphi_A = \frac{P_A}{\pi d_{mA}} = \frac{8}{\pi \cdot 36} = 0,071 \Rightarrow \varphi_A = 4,05^\circ$$

Brikke B:

$$d_{yB} = 50\text{mm} \Rightarrow P_B = 1/5 \cdot d_{yB} = 50/5 = 10\text{mm}$$

$$d_{iB} = d_{yB} - P_B = 50 - 10 = 40\text{mm}$$

$$d_{mB} = \frac{d_{yB} + d_{iB}}{2} = \frac{50 + 40}{2} = 45\text{mm}$$

$$\tan \varphi_B = \frac{P_B}{\pi d_{mB}} = \frac{10}{\pi \cdot 45} = 0,070 \Rightarrow \varphi_B = 4,05^\circ$$

For begge brikker:

$$\tan \varepsilon = \mu = 0,05 \Rightarrow \varepsilon = 2,86^\circ$$

$\varphi > \varepsilon \Rightarrow$ Ikke selvsperrende!

I brikke A vil momentet fra presslasten F virke samme vei som momentet på håndhjulet.

$$\underline{M = P \cdot R} = M_{vB} - M_{vA} = F \cdot \tan(\varphi_B + \varepsilon) \cdot r_{mB} - F \tan(\varphi_A - \varepsilon) r_{mA}$$

$$\underline{M = F[\tan(\varphi_B + \varepsilon) \cdot r_{mB} - F \tan(\varphi_A - \varepsilon) r_{mA}]}$$

$$M = 40 \cdot 10^3 \left[\tan(4,05^\circ + 2,86^\circ) \cdot \frac{45}{2} - \tan(4,05^\circ - 2,86^\circ) \frac{36}{2} \right]$$

$$\underline{M = 94.110\text{Nmm}}$$

OPPGAVE 5 forts.

b) Beregn håndhjulets midlere radius, R.

$$\underline{\underline{R}} = \frac{M}{P} = \frac{94110}{250} = \underline{\underline{376\text{mm}}}$$

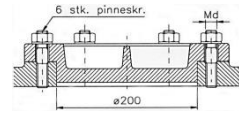
c) Beregn trykkpåkjenningen i skrueskjernen.

$$\underline{\underline{\sigma}} = \frac{Q}{\frac{\pi d_{iA}^2}{4}} = \frac{40 \cdot 10^3}{\frac{\pi \cdot 32^2}{4}} \approx \underline{\underline{50\text{N/mm}^2}}$$

OPPGAVE 6

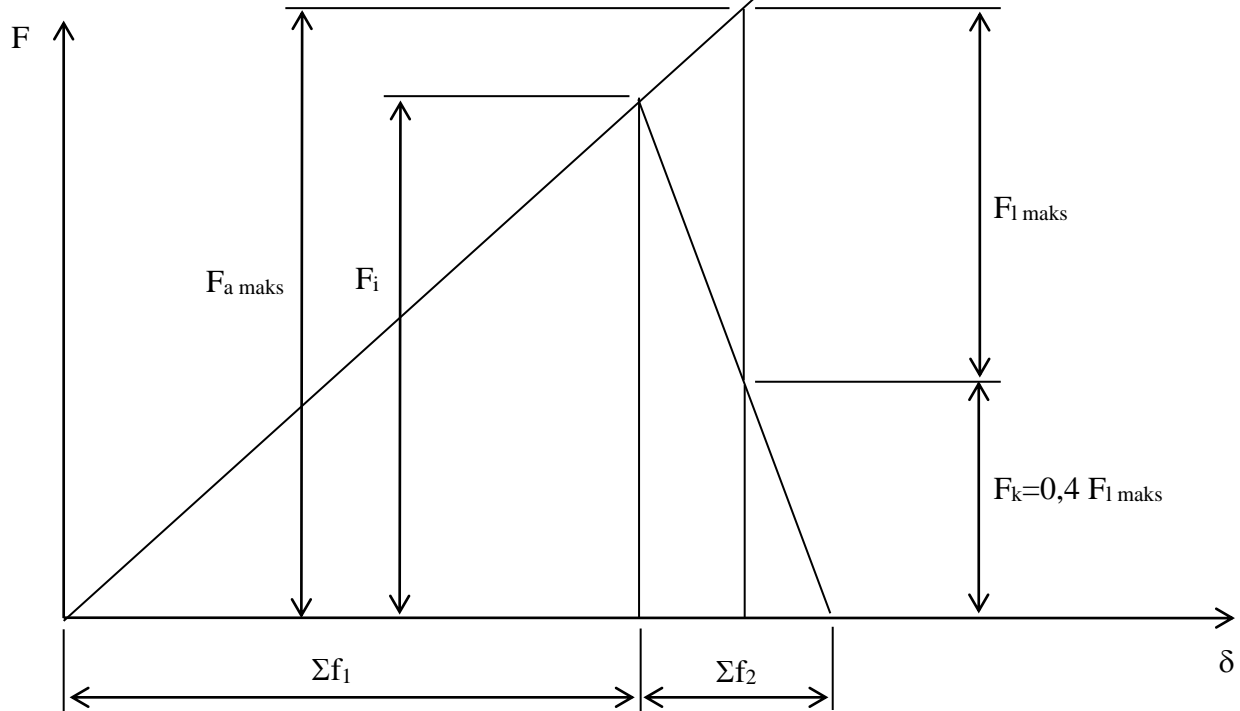
Et lokk på en trykkbeholder er festet med 6 pinneskruer i fasthetsklasse 8.8, se figuren.

Trykket i beholderen er maksimalt 40bar. Forholdet mellom forlengelsen av skruene og sammenpressingen av underlaget er 1,65. Klemkraften skal ikke være mindre enn 40% av kraften p.g.a. trykket. Tillatt spenning i skruene settes lik 70% av flytegrensen. Friksjonskoeffisienten i skruene settes lik 0,2.



a) Bestem nødvendig forspenningskraft og største skruekraft.

Skruediagram:



$$p = \frac{F_1}{n \cdot \frac{\pi D^2}{4}}$$

$$\underline{F_{1\text{maks}}} = \frac{p \cdot \pi D^2}{4n} = \frac{40 \cdot 10^5 \cdot \pi \cdot 0,200^2}{4 \cdot 6} = \underline{20.940\text{N}}$$

$$\underline{F_{a\text{maks}}} = F_{1\text{maks}} + F_k = F_{1\text{maks}} + 0,4F_{1\text{maks}} = 1,4F_{1\text{maks}}$$

$$\underline{F_{a\text{maks}}} = 1,4 \cdot 20944 = \underline{29.320\text{N}}$$

$$F_{a\text{maks}} = F_i + \frac{F_{1\text{maks}}}{1 + \frac{\sum f_1}{\sum f_2}} = F_i + \frac{F_{1\text{maks}}}{1 + 1,65} = F_i + \frac{F_{1\text{maks}}}{2,65}$$

$$\Rightarrow \underline{F_i} = F_{a\text{maks}} - \frac{F_{1\text{maks}}}{1 + \frac{\sum f_1}{\sum f_2}} = F_a - \frac{F_{1\text{maks}}}{1 + 1,65} = F_a - \frac{F_{1\text{maks}}}{2,65} = 29.320 - \frac{20.940}{2,65} = \underline{21.418\text{N}}$$

OPPGAVE 6 forts.

b) Bestem nødvendig skruedimensjon.

$$\text{Fasthetsklasse 8.8: } \sigma_F = (800 \cdot 0,8) = 640 \text{ N/mm}^2$$

Jevnførende spenning:

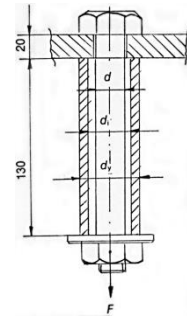
$$\underline{\sigma_j} = \sqrt{\sigma_d^2 + 3\tau_v^2} = \sigma_{\text{till}} = 0,7 \cdot \sigma_F = 0,7 \cdot 640 = \underline{448 \text{ N/mm}^2}$$

$$\frac{F}{\underline{\sigma_{\text{till}}}} = \frac{F_{\text{a maks}}}{\sigma_{\text{till}}} = \frac{29320}{448} = \underline{65,5 \text{ mm}^2}$$

Fra dimensjoneringsdiagram med $\mu = 0,2$: Skruedimensjon M16

OPPGAVE 7

En skrue av stål er opphengt i en plate, se figuren. Skruen har en diameter $d=20\text{mm}$ og metriske gjenger M20. Skruen omgis av et stålør med $d_o = 40\text{mm}$ og $d_i = 30\text{mm}$. Skruen gis en forspenningskraft på 30kN . Elastisitetsmodul for skrue og rør er 210.000N/mm^2 . Friksjonskoeffisienten i gjengen er $0,1$. Tiltrekkingsmoment $M = 1,4M_v$.



a) Beregn tiltrekkingsmomentet.

$$M = M_v + M_s = 1,4M_v$$

$$M = 1,4 \cdot F_i \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m$$

$$\text{for M20 (grovgjenger): } \alpha = \frac{60}{2} = 30^\circ$$

$$d_m = d_2 = 18,376\text{mm}$$

$$P = 2,5\text{mm}$$

$$\tan \varphi = \frac{P}{\pi d_m} = \frac{2,5}{\pi \cdot 18,376} = 0,043 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 2,48^\circ$$

$$\tan \varepsilon_1 = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,1}{\cos 30^\circ} = 0,115 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_1 = 6,59^\circ$$

$$\Rightarrow \quad \underline{\underline{M}} = 1,4 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot \tan(2,48 + 6,59) \cdot \frac{18,376}{2} = \underline{\underline{61.810\text{Nmm}}}$$

b) Beregn jevnførende spenning i skruen.

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_d^2 + 3\tau_v^2}$$

$$\sigma_d = \frac{F_i}{A_s} \quad A_s = 245\text{mm}^2 \text{ fra tabell}$$

$$\underline{\underline{\sigma_d}} = \frac{30 \cdot 10^3}{245} = \underline{\underline{122,4\text{N/mm}^2}}$$

$$\tau_v = \frac{M_v}{\frac{\pi d_i^3}{16}} \quad d_i = 17,294 = d_1 \quad \text{og} \quad \underline{\underline{M_v}} = \frac{M}{1,4} = \frac{61810}{1,4} = \underline{\underline{44.150\text{N/mm}^2}}$$

$$\underline{\underline{\tau_v}} = \frac{44150}{\frac{\pi \cdot 17,294^3}{16}} = \underline{\underline{43,5\text{N/mm}^2}}$$

Jevnførende spenning:

$$\Rightarrow \quad \underline{\underline{\sigma_j}} = \sqrt{122,4^2 + 3 \cdot 43,5^2} = \underline{\underline{143,7\text{N/mm}^2}}$$

OPPGAVE 7 forts.

c) Tegn skruediagram. (Se bort fra deformasjon i plate og skive mellom mutter og rør.)

Forlengelse skrue:

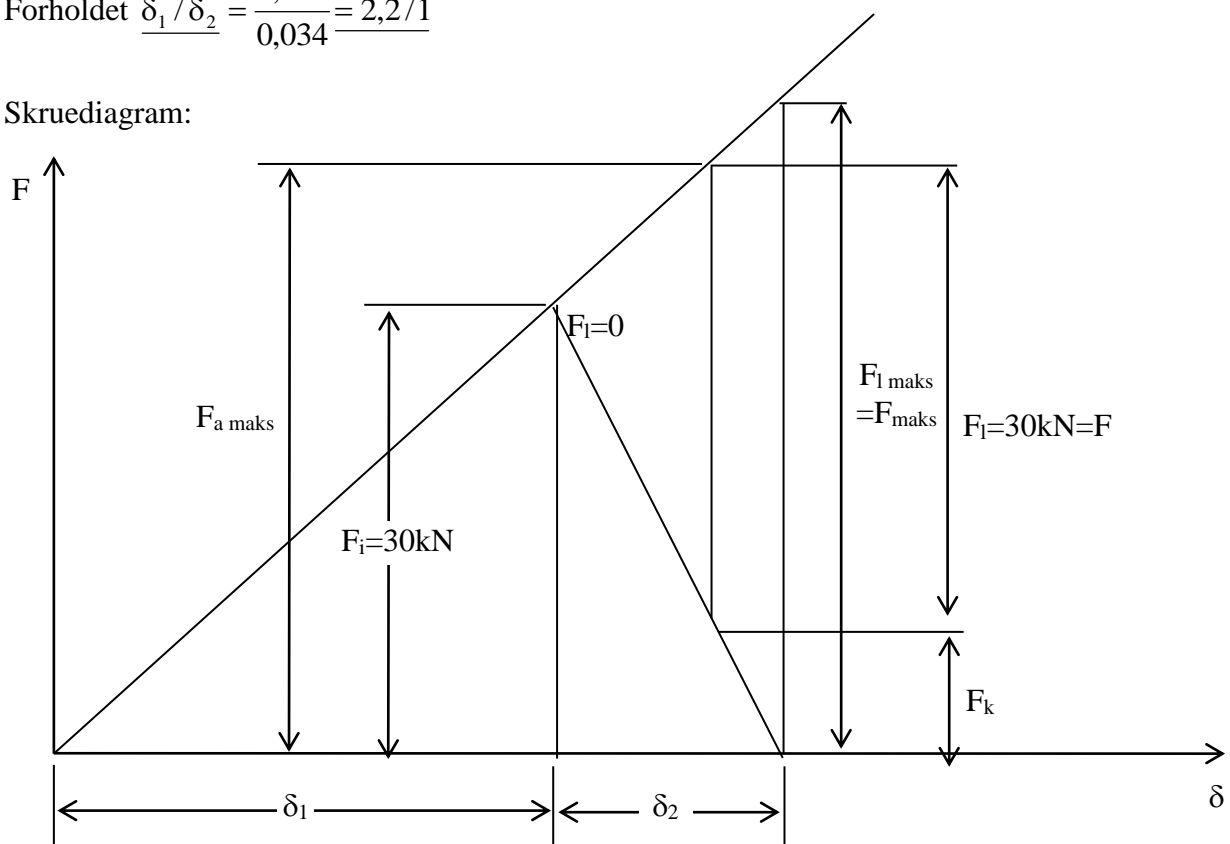
$$\underline{\delta_1} = \frac{F_i \cdot l}{A_s \cdot E_s} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 130}{245 \cdot 2,1 \cdot 10^5} = 0,076 \text{ mm}$$

Sammentrykning stålrør:

$$\underline{\delta_{21}} = \frac{F_i \cdot l}{A_r \cdot E_s} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 130}{\frac{\pi}{4} (40^2 - 30^2) \cdot 2,1 \cdot 10^5} = 0,034 \text{ mm}$$

Forholdet $\underline{\delta_1 / \delta_2} = \frac{0,076}{0,034} = 2,2/1$

Skruediagram:



Forbindelsen belastes med en kraft F som varierer mellom 0 og 30 kN.

d) Tegn inn på diagrammet og les av maksimal skrukraft.

Fra diagram: $\underline{F_{a \text{ maks}} = 39 \text{ kN}}$

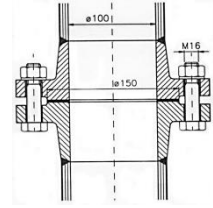
e) Hvor stor kan F være uten at det oppstår klaring mellom rør og plate?
Hvor stor er skrukraften da?

Fra diagram: $\underline{F_{\text{maks}} = F_{1 \text{ maks}} = 43 \text{ kN}}$

$$\underline{F_{a \text{ maks}} = F_{\text{maks}} = 43 \text{ kN}}$$

OPPGAVE 8

Figuren viser en flenskopling på en trykkluftledning. Nominelt trykk i røret er 16bar, og det kan oppstå trykkstøt på opptil 30%. Mellom flensene er det en pakning (Ø150 / Ø100). Forbindelsen er tilsatt med 8stk. M16 sekskantskruer i fasthetsklasse 5.6. For å unngå lekkasje må ikke presset på pakningen bli mindre enn 5 N/mm². Erfaringsmessig regner vi med at forholdet mellom skrueforlengelsen og sammenpressingen av underlaget er 1,3. Du kan regne med at 40% av tiltrekingsmomentet går med til å overvinne friksjonen mellom mutrene og underlaget. Friksjonskoeffisienten i gjengene settes lik 0,1.



- a) Tegn skruediagram og beregn hvor stor forspenningskraft du må gi hver skrue for å unngå lekkasje når trykket er maksimalt.

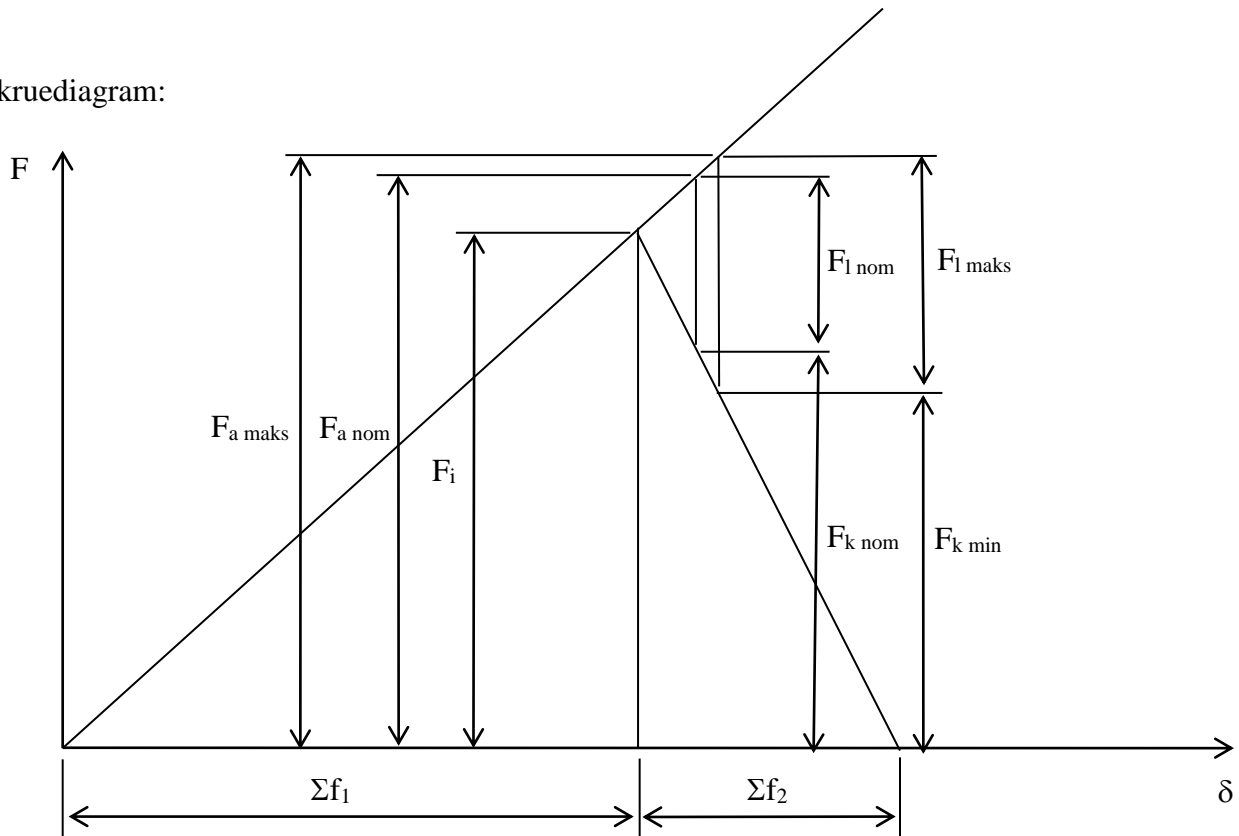
Kraft pr. skrue p.g.a. maks. trykk i rør:

$$F_{1\text{maks}} = \frac{p_{\text{maks}}}{n} \cdot \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{16 \cdot 10^5 \cdot 1,3}{8} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,100^2 = \underline{2.040\text{N}}$$

Minimum klemkraft på pakning:

$$F_{k\text{min}} = \frac{p_{k\text{min}}}{n} \cdot \frac{\pi}{4} (D_y^2 - D^2) = \frac{5}{8} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (150^2 - 100^2) = \underline{6.130\text{N}}$$

Skruediagram:



$$F_{1\text{maks}} = F_i + \frac{F_{\text{maks}}}{1 + \frac{\sum f_1}{\sum f_2}} = F_{k\text{min}} + F_{1\text{maks}}$$

OPPGAVE 8 forts.

Forspenningskraften:

$$F_i = F_{k\min} + F_{1\max} \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{\sum f_1}{\sum f_2}} \right)$$

$$\underline{\underline{F_i}} = 6136 + 2042 \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + 1,3}} \right) = \underline{\underline{7.290N}}$$

b) Bestem tiltrekkingsmomentet for skruene.

Tiltrekningsmoment:

$$M = M_v + M_s = M_v + 0,4M$$

$$M - 0,4M = M_v$$

$$\Rightarrow M = \frac{M_v}{0,6}$$

for M16 (grovgjenger): $\alpha = \frac{60}{2} = 30^\circ$

$$d_m = d_2 = 14,701\text{mm}$$

$$P = 2\text{mm}$$

$$\tan \varphi = \frac{P}{\pi d_m} = \frac{2}{\pi \cdot 14,701} \Rightarrow \underline{\varphi = 2,5^\circ}$$

$$\tan \varepsilon_1 = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,1}{\cos 30^\circ} \Rightarrow \underline{\varepsilon_1 = 6,6^\circ}$$

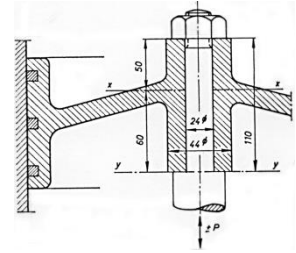
$$M = \frac{M_v}{0,6} = \frac{F_i \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m}{0,6}$$

$$\underline{\underline{M}} = \frac{M_v}{0,6} = \frac{7290 \cdot \tan(2,5 + 6,6) \cdot \frac{14,701}{2}}{0,6} = \underline{\underline{14.300\text{Nmm}}}$$

OPPGAVE 9

Stempelet i en dobbeltvirkende kompressor er festet til stempelstanga som vist i figuren under. Bossets og stangendens dimensjoner fremgår av figuren under.

Stempelkraften $P = \pm 20\text{kN}$ angriper i snitt x-x. Stempelstanga er av stål med elastisitetmodul lik 210.000N/mm^2 , og stempelet av støpejern med elastisitetmodul lik 110.000N/mm^2 . Enden av stempelstanga er utført med metriske fingjenger M 24x2, og er plassert i frihull, serie fin, etter NS 5741. Mutteren tiltrekkes med en kraft på 300N med en nøkkellengde 35cm . Friksjonskoeffisienten i gjengen settes lik friksjonskoeffisienten mellom mutter og underlag, lik $0,15$.



a) Hvor stor blir minste trykkraft mellom annleggsflatene i snitt y-y?

Totalt tiltrekningsmoment:

$$\underline{M} = M_v + M_s = 300 \cdot 350 = 105 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$$

$$M = F_i \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m + \mu' \cdot F_i \cdot r'_m$$

$$M = F_i \cdot (\tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m + \mu' \cdot F_i \cdot r'_m)$$

for M24 (fingjenger): $\alpha = \frac{60}{2} = 30^\circ$

$$d_m = d_2 = 22,701\text{mm}$$

$$P = 2\text{mm}$$

$$A_s = 384\text{mm}^2$$

Frihull, serie fin $d_h = 25\text{mm}$

$$\tan \varphi = \frac{P}{\pi d_m} = \frac{2}{\pi \cdot 22,701} \Rightarrow \varphi = 1,6^\circ$$

$$\tan \varepsilon_1 = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,15}{\cos 30^\circ} \Rightarrow \varepsilon_1 = 9,8^\circ$$

$$\underline{r'_m} = \frac{N + d_h}{4} = \frac{36 + 25}{4} = 15,25\text{mm}$$

Forspenningskraften:

$$\underline{F_i} = \frac{M}{\tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m + \mu' \cdot r'_m} = \frac{105 \cdot 10^3}{\tan(1,6^\circ + 9,8^\circ) \cdot \frac{22,701}{2} + 0,15 \cdot 15,25} = 22.944\text{N} \approx 23\text{kN}$$

$$\Sigma f = \frac{F_i \cdot l}{A \cdot E}$$

Forlengelse i stangenden + sammentrykning i bosset mellom mutter og snitt X-X:

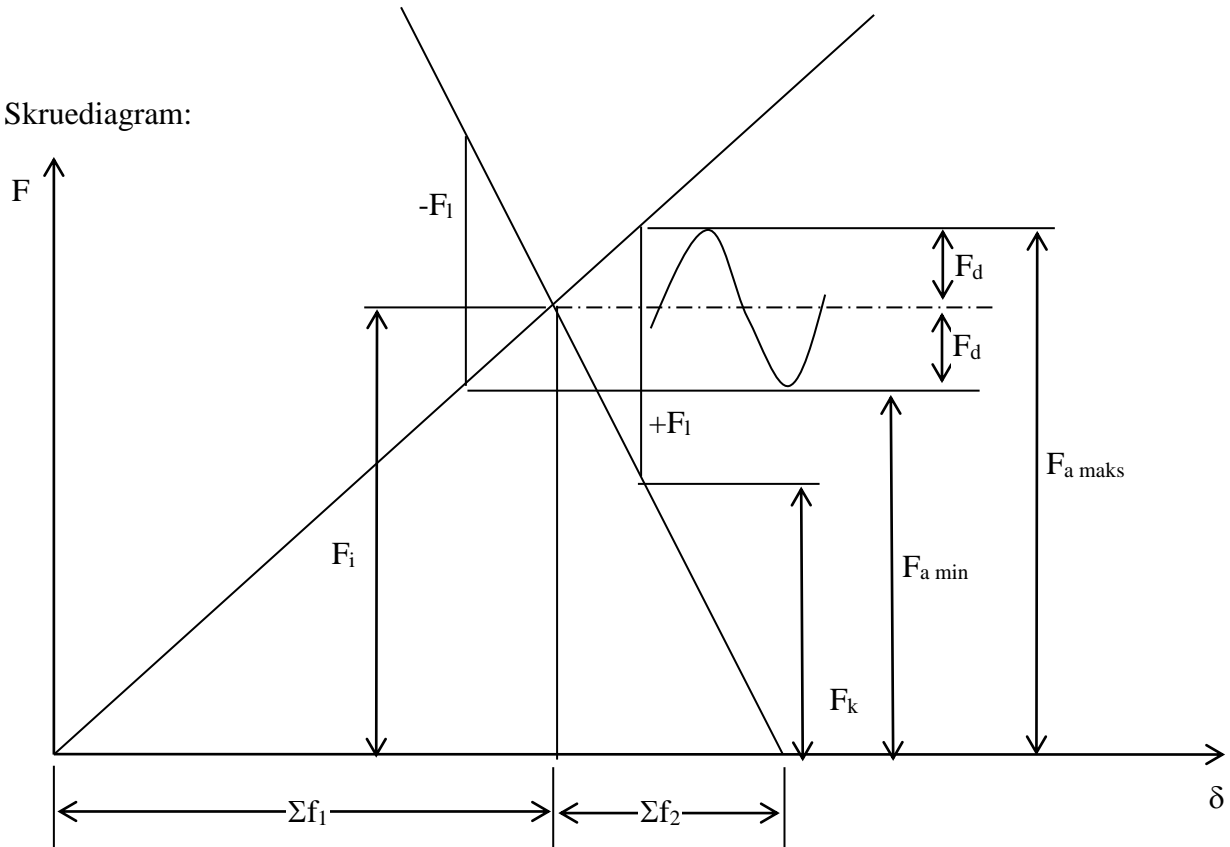
$$\underline{\Sigma f_1} = \frac{23 \cdot 10^3 \cdot 110}{384 \cdot 210.000} + \frac{23 \cdot 10^3 \cdot 50}{\frac{\pi}{4} (44^2 - 25^2) \cdot 110.000} = 0,042\text{mm}$$

Sammentrykning i resten av bosset:

OPPGAVE 9 forts.

$$\underline{\underline{\Sigma f_{21}}} = \frac{23 \cdot 10^3 \cdot 60}{\frac{\pi}{4}(44^2 - 25^2) \cdot 110.000} = 0,012 \text{ mm}$$

Skruediagram:



Samlet skruekraft:

$$F_a = F_i \pm F_d$$

$$F_a = F_i \pm \frac{F_1}{1 + \frac{\Sigma f_1}{\Sigma f_2}} = 23 \cdot 10^3 \pm \frac{20 \cdot 10^3}{1 + \frac{0,042}{0,012}} = 23 \cdot 10^3 \pm 4,44 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_{a \text{ maks}}}} = 27,44 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_{a \text{ min}}}} = 18,56 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Minste trykkraft i snitt X-X:

$$\underline{\underline{F_k}} = F_{a \text{ maks}} - F_1 = 27,44 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3 = 7,44 \cdot 10^3 = \underline{\underline{7,44 \text{ kN}}}$$

OPPGAVE 9 forts.

b) Hvor stor blir spenningen i stangens gjengede parti?

$$F_a = F_i \pm F_d$$

$$\sigma = \sigma_m \pm \sigma_a$$

$$\sigma_m = \sqrt{\sigma_d^2 + 3\tau_v^2} = \sqrt{\left(\frac{F_i}{A_s}\right)^2 + 3\left(\frac{M_v}{\pi \cdot d^2}\right)^2} \quad (\text{strekk + vridning})$$

$$\underline{M_v} = F_i \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m = 23 \cdot 10^3 \cdot \tan(1,6^\circ + 9,8^\circ) \cdot \frac{22,701}{2} = \underline{52.640 \text{ Nmm}}$$

$$\text{M24 x 2 : } d_i = 21,835 = d_1$$

$$\Rightarrow \underline{\sigma_m} = \sqrt{\left(\frac{23 \cdot 10^3}{384}\right)^2 + 3\left(\frac{52640}{\pi \cdot 21,835^2}\right)^2} = \underline{75 \text{ N/mm}^2}$$

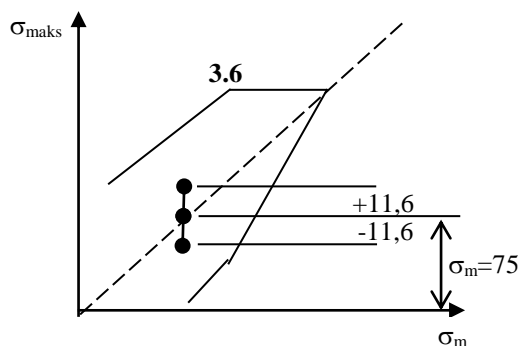
$$\sigma_a = \frac{F_d}{A_s} \quad (\text{bare strekk})$$

$$\underline{\sigma_a} = \frac{4,44 \cdot 10^3}{384} = \underline{11,6 \text{ N/mm}^2}$$

$$\underline{\underline{\sigma = (75 \pm 11,6) \text{ N/mm}^2}}$$

c) Hvilke fasthetsklasse for skruer tilsvarer dette?

Fra utmatningsdiagram for skruemateriale:



→ Fasthetsklasse 3.6