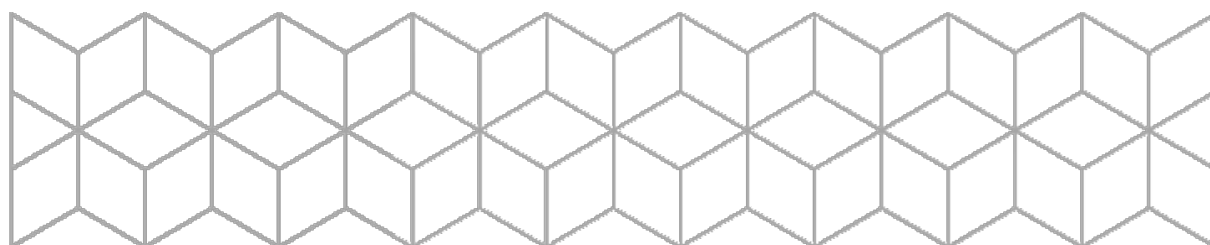


# DEL-EKSAMEN 1

Fil: IRM25016\_Konst1\_28.5.2019.docx

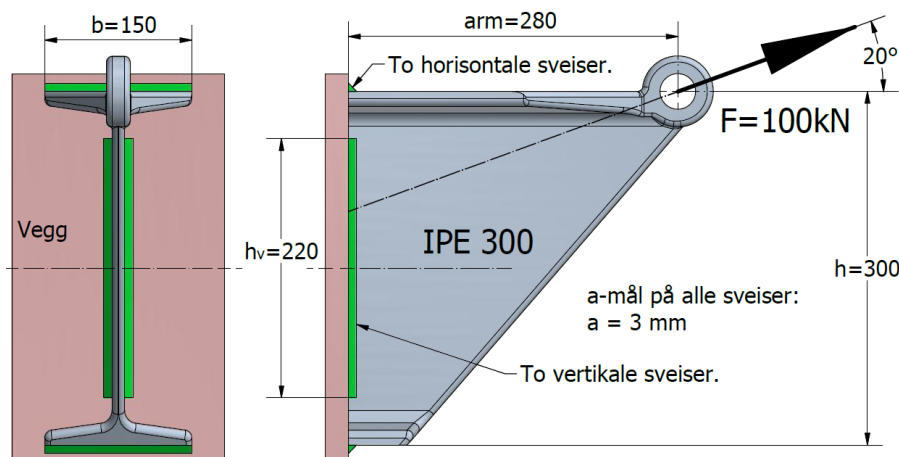
Del-eksamen 2 og 3 kommer i tillegg for endelig karakter i emnet.

<b>Emnekode:</b> IRM25016	<b>Emnenavn:</b> <b>Konstruksjon med simulering</b>
<b>Dato:</b> 28.05.2019 <b>Sensurfrist:</b> 18.06.2019	<b>Eksamenstid:</b> 9:00 – 12:00
<b>Total antall sider:</b> 4 <b>Antall vedleggsider:</b> 0	<b>Faglærer:</b> Egil Berg    Mob.: 957 56 124    Rom: S-214 <b>Oppgaven er kontrollert: Ja</b>
<b>Hjelpemidler:</b> Kalkulator og tekniske tabeller. Tekniske tabeller kan være: Jarle Johannessen: Tekniske tabeller, eller tilsvarende Det er tillatt med egne notater i tekniske tabeller, men ikke løse ark eller lapper.	
<b>Om eksamensoppgaven:</b>	
<b>Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig</b>	



## Oppgave 1

En konsoll av IPE 300 er sveist til en vegg slik som vist i figuren til høyre. Konsollen belastes med en kraft  $F$ . Konsollen er festet til veggen med to horisontale sveiselarver på flensene og to vertikale sveiselarver på steget.



Vi ser bort fra endekrater. Målene forøvrig fremgår av figuren.

- Vis at annet arealmoment (treghetsmomentet) for sveisetverrsnittet om x-aksen blir  $I_x = 25\,981\,700 \text{ mm}^4$ .
- Vi skal i første omgang se bort fra skjærspenningen  $\tau_b$  (pga. bøyning). Vis at kraften fører til bøyemomentet  $M_b = 4\,519 \text{ Nm}$ . Den totale spenningen  $\sigma_{\text{tot}}$  vil være en sum av bøyespenningen  $\sigma_b$  og strekkspenningen  $\sigma_s$ . Regn ut den største ekvivalente spenningen  $\sigma_e = \sigma_{\text{fr}}$  i sveisen? Hvor forekommer denne i sveisetverrsnittet?
- Nå skal vi også ta hensyn til skjærspenningen  $\tau_b$ , men vi forutsetter at denne kun virker i de vertikale sveisene og at den er jevnt fordelt over lengden  $h_v$ . Regn ut skjærspenningen  $\tau_b$ . Regn ut den største ekvivalente spenningen  $\sigma_e$  i de vertikale sveisene nå?
- Hva er den største spenningen i sveisene totalt sett og hvor forekommer den?

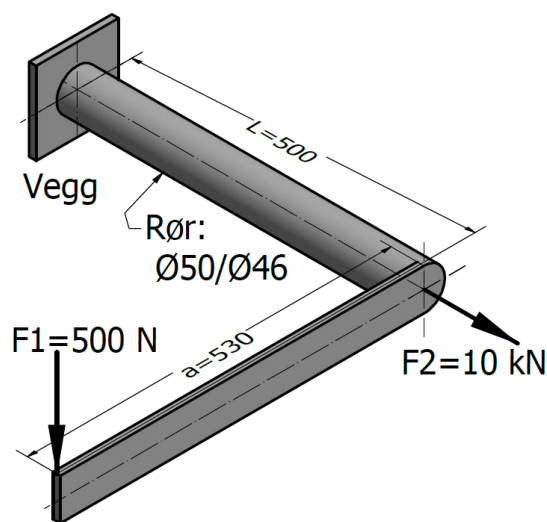
## Oppgave 2

Vi skal regne på et rør som er fast innspent i en vegg, og er også festet i ett flattstål. Røret har diameter  $\text{Ø}50/\text{Ø}46$  og lengde  $L = 500 \text{ mm}$ .

Kraften  $F_1 = 500 \text{ N}$  virker vertikalt på flattstålet som vist. Kraften  $F_2 = 10 \text{ kN}$  angriper sentrisk og fører til et strekk i røret.

Vi ser bort fra skjærkreftene på grunn av bøyning.

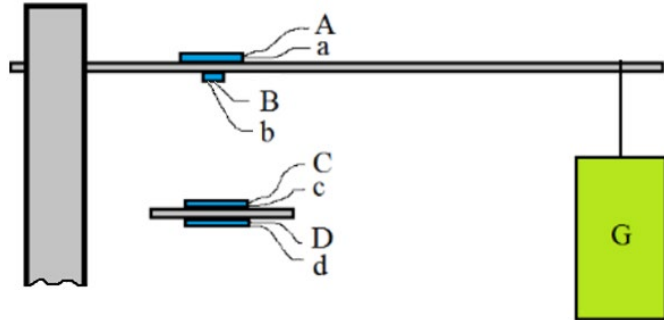
Materiale: St 50-2. Flytegrense:  $R_e = 295 \text{ MPa}$



- Forklar hvilket punkt på røret som har størst belastning. I dette punktet skal du regne ut den totale normalspenningen  $\sigma_{\text{tot}} = \sigma_b + \sigma_s$ , og vridespenningen (torsjonsspenningen)  $\tau_v$ . Tegn et todimensjonalt element som viser spenningene i dette punktet og plasser de utregnede spenningene på elementet. Vi plasserer x-retningen langs rørets akse. Angi hva som er x-face og hva som er y-face. Angi også hvordan rørets senterakse ligger i forhold til elementet?
- Tegn Mohrs spennings sirkel og angi relevante verdier slik som  $D$  (diameter),  $\sigma_1$  og  $\sigma_2$  (hovedspenningene med fortegn, dvs. trykk/strekk), og  $\tau_{\text{max}}$ . Disse skal også beregnes.

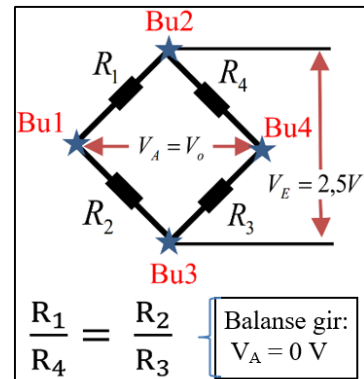
- c) Beregn sikkerhet mot flyting  $n_f$  ut fra skjærspenningshypotesen (Tresca-hypotesen).
- d) Tegn elementet på nytt rotert slik at maksimal skjærspenning oppstår. Hvor mange grader må vi rotere elementet i forhold til utgangspunktet? Angi alle spenningene som virker på elementet med tallverdier.

e) Vi har fire **strekkklapper** A, B, C og D med åtte ledninger som angitt på figuren til høyre. Strekkklappen **A** er limet på oversiden på **langs** flattstålet. Strekkklapp **B** er limt på undersiden på **tvers** av flattstålet. Disse kan brukes til å måle bøyespenningen i flattstålet. E-modulen for flattstålet er  $E = 206\ 000\ \text{MPa}$  og Tverrkontraksjonstallet (Poissons tall) er  $\nu = 0,3$ . Bøyespenningen er regnet ut teoretisk og funnet til å være  $\sigma_b = 85\ \text{MPa}$ .



Forklar hvordan du vil koble ledningene i helbro til instrumentet ved å fylle ut en tabell tilsvarende den som vist til høyre.

Gjør et anslag på hva vi kan forvente å måle i antall mikrostrain når vi belaster flattstålet med  $\sigma_b = 85\ \text{MPa}$ . Vi forutsetter at instrumentet er forhåndsinnstilt med brofaktor på  $k_b=1$ .



	R1	R2	R3	R4
Bu1				
Bu2				
Bu3				
Bu4				

### Oppgave 3

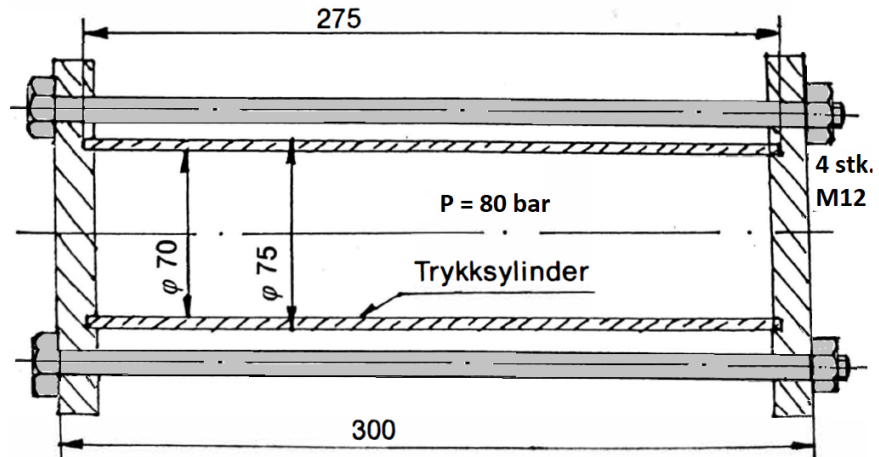
En trykksylinder av stål er lukket med to endelokk og har innvendige overtrykket på  $p = 80 \text{ bar}$ . Disse holdes på plass av fire stagbolter med diameter 12 mm. Se figuren. Boltene har i endene gjenger med dimensjon **M12**.

Vi regner med samme elastisitetsmodul i skruer og sylinder:

$$E = 206\,000 \text{ N/mm}^2.$$

$$\nu = 0,3 \text{ (Poissons tall)}$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2$$



- a) Finn forspenningskraften  $F_0' = ?$  når vi benytter et tilsetningsmoment  $M_t$  som gir en strekkspenning i skruen på  $\sigma = 150 \text{ N/mm}^2$ .  
Beregn forholdet mellom stivheten på avtagende og tiltagende deler  $c_A/c_T$ .
- b) I det videre benyttes  $c_A/c_T = 1,37$   
Vi benytter forspenningskraften pr. skue  $F_0 = F_0' - F_R = 10,6 \text{ kN}$  (redusert pga. tangentialspenninger i sylinder pga. trykket  $p=8\text{MPa}$ ).  
Finn nyttekraften pr. skruer  $F = ?$  (som gir ekstrabelastning på skruene) pga. trykket  $p$ .  
Regn ut  $F_t = ?$  (tiltagende kraft) og  $F_s = ?$  (skrukraften), og  $F_k = ?$  (klemkraft mellom sylinder og lokk).  
Tegn et skruediagram og sett på relevante verdier.
- c) Regn ut  $F_0 = F_0' - F_R = ?$

#### Hint:

$F_0'$  har du regnet ut i a).

$F_R$  regnes ut på grunn av at sylinderen får en redusert lengde  $\delta_R$  pga. trykket  $p$ .

Reduksjon i kraft  $F_R$  i forhold til forspenningskraften  $F_0'$  er lik forholdet mellom  $\delta_R$  og  $\delta_{\text{tot}}$ .

Total deformasjon  $\delta_{\text{tot}} = \delta_{T0} + \delta_{A0}$ .

Redusert lengde  $\delta_R$  finnes pga. Hooks lov og tverrkontraksjonen pga. tangentialspenningen.

Tangentialspenningen kan tilnærmet beregnes slik:  $\sigma_t = \frac{d}{2t} * p$  (lille  $d$  er bedre enn store  $D$ ).