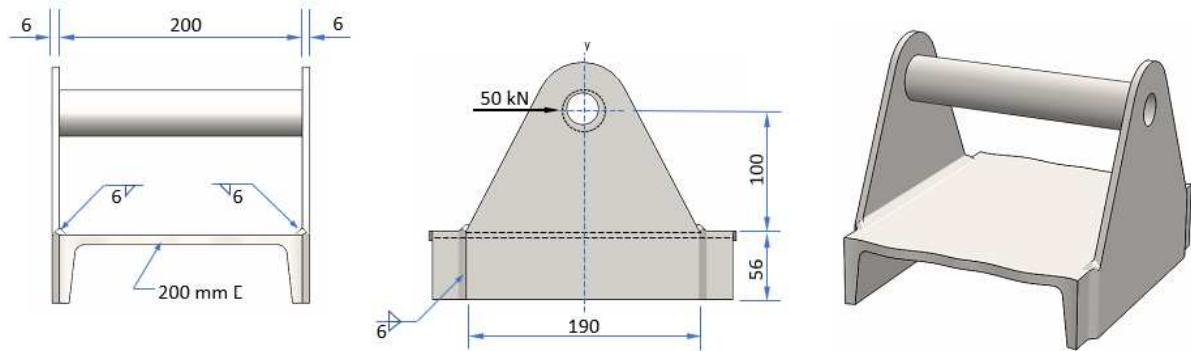


## Eksempel 1: Spenninger i sveis - analysemetode med vektorer

Kilde: Mechanical Engineering Design 5.th ed. by Shigley & Mischke (Ex. 9-15). Oversatt av JEH.

En kraft på  $T := 50 \text{ kN}$  blir overført til sveisene ved at lasten dytter på rørbiten som står oppstilt (sveist) mellom to vanger. Vi skal finne maksimal spenning i sveisen som holder vangene på plass mot profilen.



Figur E401. Brakett påkjent av en stor last. Spenningsene optas i den nederste.

Kraft som påkjenner:  $T_s := \frac{T}{2} = 25 \text{ kN}$   
(Symmetri)

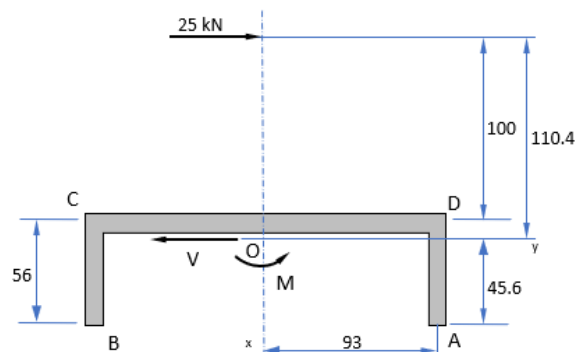
Avstand:  $l_1 := 56 \text{ mm}$

Avstand:  $l_2 := 190 \text{ mm}$

Avstand:  $l_3 := 93 \text{ mm}$

Avstand:  $l_4 := 110.4 \text{ mm}$

Sveisens høyde:  $h := 6 \text{ mm}$



Figur E402. Den påkjente sveisen.

Det påkjente svisearealet:  $A_s := 2 \left( h \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot l_1 \right) + \left( h \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot l_2 \right) = 1281.3 \text{ mm}^2$

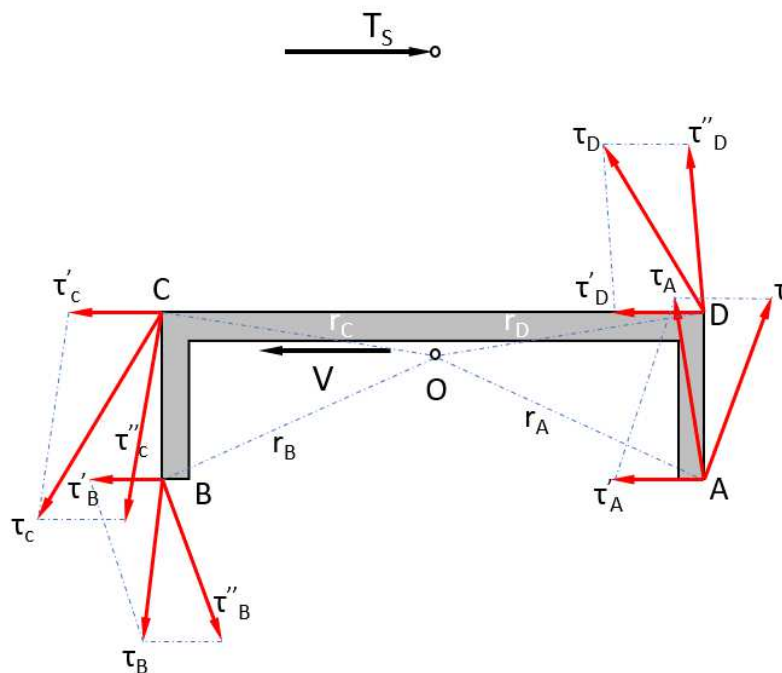
Skjærkraften i horisontalplanet:  $\tau_s := \frac{T_s}{A_s} = 19.5 \text{ MPa}$

For å finne den totale spenningen må vi skaffe til veie CoG i sveisemønsteret. I y-retning er det rett frem, i z-retning må vi sette sammen flere opplysninger

I y-retning (se fig. E402):  $y_0 := 93 \text{ mm}$   
(Fra underkant)

I x-retning (se fig. E402):  $x_o := l_1 - \frac{2 \left( h \cdot \left( l_1 + \frac{h}{2} \right) \right) \cdot \left( \frac{l_1 + \frac{h}{2}}{2} \right) + (l_2 - h) \cdot h \cdot l_1}{2 \left( h \cdot \left( l_1 + \frac{h}{2} \right) \right) + (l_2 - h) \cdot h} = 10.4 \text{ mm}$   
(Fra oversiden)

Setter opp følgende vektor-diagram for å finne de enkelte spenninger slik at det blir letter å identifisere den høyeste spenningen og ikke minst hvor den finnes.



Figur E403. Sveisen påsatt kraftvektorer.

Med utgangspunkt i figuren over finnes spenningene i punktene A, B, C og D. Ved at momentene  $M_i = F r_i$  beregnes finnes spenningene som genereres av momentet  $T_S \cdot l_4$ .

Beregner avstandene til vektorene  $\tau_i''$  :

$$r_B := \sqrt{(l_1 - x_o)^2 + \left(\frac{l_2}{2}\right)^2} = 105.4 \text{ mm} \quad \text{og} \quad r_A := r_B$$

$$r_C := \sqrt{x_o^2 + \left(\frac{l_2}{2}\right)^2} = 95.6 \text{ mm} \quad \text{og} \quad r_D := r_C$$

Beregner også sveisens arealtreghetsmoment (2. order inertia):

$$I_s := \left( \frac{(8 \cdot l_1^3) + (6 \cdot l_1 \cdot l_2^2) + l_2^3}{12} - \frac{l_1^4}{(2 \cdot l_1) + l_2} \right) \cdot \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot h \right) = 7072041.3 \text{ mm}^4$$

Momentspenningen i punkt A:  $\sigma_{MA} := \frac{(T_S \cdot l_4) \cdot r_A}{I_s} = 41.1 \text{ MPa}$

Totalspenningen i punkt A:  $\sigma_{AT} := \sqrt{\sigma_{MA}^2 + \tau_s^2} = 45.5 \text{ MPa}$

Momentspenningen i punkt B:  $\sigma_{MB} := \frac{(T_S \cdot l_A) \cdot r_B}{I_s} = 41.1 \text{ MPa}$

Totalspenningen i punkt B:  $\sigma_{BT} := \sqrt{\sigma_{MB}^2 + \tau_s^2} = 45.5 \text{ MPa}$

Momentspenningen i punkt C:  $\sigma_{MC} := \frac{(T_S \cdot l_A) \cdot r_C}{I_s} = 37.3 \text{ MPa}$

Totalspenningen i punkt C:  $\sigma_{CT} := \sqrt{\sigma_{MC}^2 + \tau_s^2} = 42.1 \text{ MPa}$

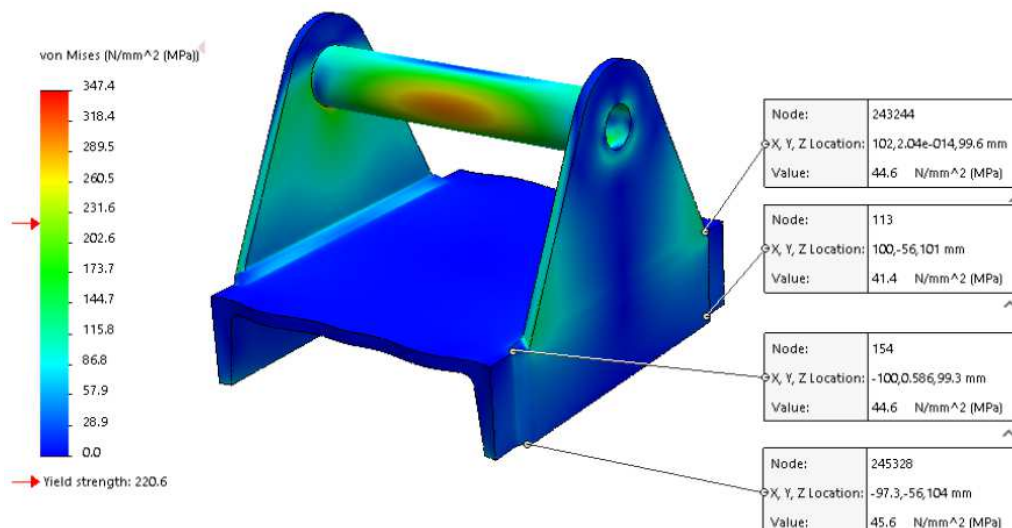
Momentspenningen i punkt D:  $\sigma_{MD} := \frac{(T_S \cdot l_A) \cdot r_D}{I_s} = 37.3 \text{ MPa}$

Totalspenningen i punkt D:  $\sigma_{DT} := \sqrt{\sigma_{MD}^2 + \tau_s^2} = 42.1 \text{ MPa}$

Det er da punktene A og B som har den høyeste spenningen funnet.

Spenningen funnet ved en lett FEM-analyse:

I tillegg til den manuelle utregningen har forfatteren (JEH) beregnet spenningene i sveisen vha. en 3D-modell og FEM-analyse. Modellen er laget, gitt materiale og meshet. Under er det kun resultatet vist. Enkelte punkter som tilnærmet er A, B, C og D, er vist spesielt.



Figur E404. Sveisen analysert vha. FEM.

Uten å gå i detalj om hvordan modellen er bygget opp så er det klart at sidevangen IKKE sitter festet (merged) til profilen. Det er kun sveisen som holder delene sammen. Modellen og håndberegningen viser stor overensstemmelse.