Beräkning av tryckkärl med 3 axligt spännings tillstånd

$p := 70$ Övertryck i tryckkärl (MPa)

$D := 3200$ Diameter på tryckkärl (mm)

$h := 1.97$ Tjocklek på tryckkärl (mm)

$$S := \begin{bmatrix} \frac{p \cdot D}{2 \cdot h} - \sigma & \frac{p \cdot D}{4 \cdot h} & p \\ \frac{p \cdot D}{4 \cdot h} & \frac{p \cdot D}{4 \cdot h} - \sigma & p \\ \frac{p \cdot D}{4 \cdot h} & \frac{p \cdot D}{4 \cdot h} & p - \sigma \end{bmatrix}$$

Spännings tensorn för tryckkärl i 3 axlar. Nedan sätts determinanten till 0 och huvudspänningarna kan lösas ut i en tredjegrads ekvation.

$$-\sigma^3 + \sigma^2 \cdot p + \frac{3 \cdot D \cdot \sigma^2 \cdot p}{4 \cdot h} - \frac{D^2 \cdot \sigma \cdot p^2}{16 \cdot h^2} - \frac{D \cdot \sigma \cdot p^2}{4 \cdot h} = 0$$

Determinaten sätts till 0 och huvudspänningarna löses ut nedan

$$\sigma_1 := 0$$

$$\sigma_2 := \frac{h \cdot \sqrt{\frac{\left(16 \cdot h^2 + 8 \cdot D \cdot h + 5 \cdot D^2\right) \cdot p^2}{h^2}} + (4 \cdot h + 3 \cdot D) \cdot p}{8 \cdot h}$$

Tresca

$$\sigma_3 := \frac{-\left(h \cdot \sqrt{\frac{\left(16 \cdot h^2 + 8 \cdot D \cdot h + 5 \cdot D^2\right) \cdot p^2}{h^2}}\right) + (4 \cdot h + 3 \cdot D) \cdot p}{8 \cdot h}$$

$$\sqrt{\frac{1}{2}\left(\left(\sigma_1 - \sigma_2\right)^2 + \left(\sigma_2 - \sigma_3\right)^2 + \left(\sigma_3 - \sigma_1\right)^2\right)} = \sqrt{\frac{\left(8 \cdot h^2 + 6 \cdot D \cdot h + 3 \cdot D^2\right) \cdot p^2}{8 \cdot h^2}}$$

$$\sqrt{\frac{\left(8 \cdot h^2 + 6 \cdot D \cdot h + 3 \cdot D^2\right) \cdot p^2}{8 \cdot h^2}}$$

von Mises

$$\sqrt{\frac{1}{2}\left(\left(\sigma_1-\sigma_2\right)^2+\left(\sigma_2-\sigma_3\right)^2+\left(\sigma_3-\sigma_1\right)^2\right)}=69673$$ von Mises

$$\frac{h\cdot\sqrt{\frac{\left(16\cdot h^2+8\cdot D\cdot h+5\cdot D^2\right)\cdot p^2}{h^2}}+\left(4\cdot h+3\cdot D\right)\cdot p}{8\cdot h}=74472$$ Tresca

$$\sqrt{\frac{\left(8\cdot h^2+6\cdot D\cdot h+3\cdot D^2\right)\cdot p^2}{8\cdot h^2}}=69673$$

Ovan formel är en som beskriver tre axligt spänningstillstånd i ett tryckkärl exakt och den är generell för alla tjocklekar på tryckkärl.

$$S:=\begin{bmatrix}\frac{p\cdot D}{4\cdot h}-\sigma & \frac{p\cdot D}{8\cdot h} & \frac{p}{2}\\ \frac{p\cdot D}{8\cdot h} & \frac{p\cdot D}{4\cdot h}-\sigma & \frac{p}{2}\\ \frac{p\cdot D}{8\cdot h} & \frac{p\cdot D}{8\cdot h} & p-\sigma\end{bmatrix}$$

Genom att sätta 4 h istället för 2 h på den första delen av spännings tensorn kan man lösa ut sfäriska gavlar. determinaten nedan sätts b till 0

$$-\sigma^3+\sigma^2\cdot p+\frac{\sigma^2\cdot p\cdot D}{2\ h}-\frac{\sigma\cdot 3\cdot D^2\cdot p^2}{64\cdot h^2}-\frac{\sigma\cdot 3\cdot D\cdot p^2}{8\cdot h}+\frac{D^2\cdot p^3}{32\cdot h^2}=0$$

$$\sigma_1:=\frac{D\cdot p}{8\cdot h}$$

$$\sigma_2:=\frac{3\cdot D\cdot p+8\cdot h\cdot p-\sqrt{9\cdot D^2-16\cdot D\cdot h+64\cdot h^2}\cdot p}{16\cdot h}$$

$$\sigma_3:=\frac{3\cdot D\cdot p+8\cdot h\cdot p+\sqrt{9\cdot D^2-16\cdot D\cdot h+64\cdot h^2}\cdot p}{16\cdot h}$$

$$\sqrt{\frac{1}{2}\left(\left(\sigma_1-\sigma_2\right)^2+\left(\sigma_2-\sigma_3\right)^2+\left(\sigma_3-\sigma_1\right)^2\right)}=37591$$ von Mises

$$\sqrt{\frac{\left(7\cdot D^2-8\cdot D\cdot h+64\cdot h^2\right)\cdot p^2}{64\cdot h^2}}=37591$$ von Mises