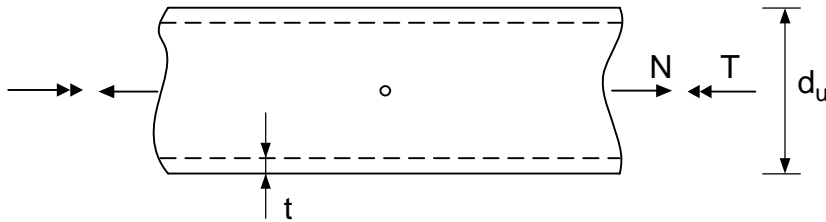


II.11. Ohutseinäisen putken ulkohalkaisija on $d_u = 161 \text{ mm}$ ja seinämän paksuus $t = 1 \text{ mm}$. Putkea rasittavat normaalivoima $N = 10 \text{ kN}$ ja vääntömomentti $T = 1,1 \text{ kNm}$ kuvan mukaisesti. Putken seinämään porataan reikä, jonka halkaisija on hyvin pieni putken ulkohalkaisijaan verrattuna. Määritä reiän reunan kehäjännityksen σ_θ suurin ja pienin arvo.



Ratkaisu:

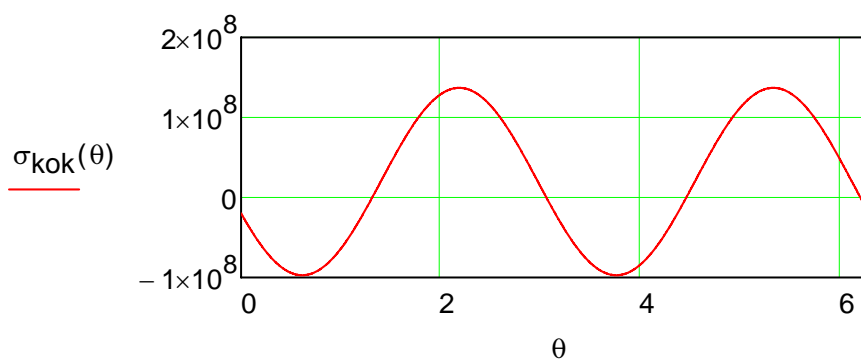
$$\text{MPa} := \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad d_u := 161 \cdot \text{mm} \quad d_s := 159 \cdot \text{mm} \quad N_0 := 10 \cdot 10^3 \cdot \text{N} \quad T := 1.1 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$A := \frac{\pi}{4} \cdot (d_u^2 - d_s^2) \quad A = 502.655 \text{ mm}^2 \quad \sigma := \frac{N_0}{A} \quad \sigma = 19.894 \text{ MPa}$$

$$W_V := \frac{\pi}{16} \cdot d_u^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{d_s}{d_u} \right)^4 \right] \quad W_V = 3.996 \times 10^4 \text{ mm}^3 \quad \tau := \frac{T}{W_V} \quad \tau = 27.525 \text{ MPa}$$

$$\theta_1(\theta) := \theta - \frac{\pi}{4} \quad \theta_2(\theta) := \theta - \frac{3 \cdot \pi}{4}$$

$$\sigma_{\text{kok}}(\theta) := \sigma \cdot (1 - 2 \cdot \cos(2 \cdot \theta)) + \tau \cdot (1 - 2 \cdot \cos(2 \cdot \theta_1(\theta))) - \tau \cdot (1 - 2 \cdot \cos(2 \cdot \theta_2(\theta)))$$



Alkuarvaus: $\theta_m := \pi$ Given $\theta_m > 0$ $\theta_m < \pi$

$p := \text{Maximize}(\sigma_{\text{kok}}, \theta_m)$ $p = 2.183$ $\sigma_{\text{kok}}(p) = 136.962 \text{ MPa}$

$r := \text{Minimize}(\sigma_{\text{kok}}, \theta_m)$ $r = 3.754$ $\sigma_{\text{kok}}(r) = -97.173 \text{ MPa}$