
Beräkning av stolpe Nordingrå Trä

Följande gäller enbart för dessa villkor:

Rak centrisk last

Säkerhetsklass 2

Klimatklass 0, 1 och 2

Lasttyp B

Hållfasthetsklass K30

Knäcklängd: 2650 mm

Beräkningar enligt BKR

Tvärsnitt	Bärförmåga för tryckt, homogen stång (kN)
Ø125 mm	74
Ø165 mm	207

Kvadratisk tvärsnitt 130x130 mm, se stolpe Ø125 mm.

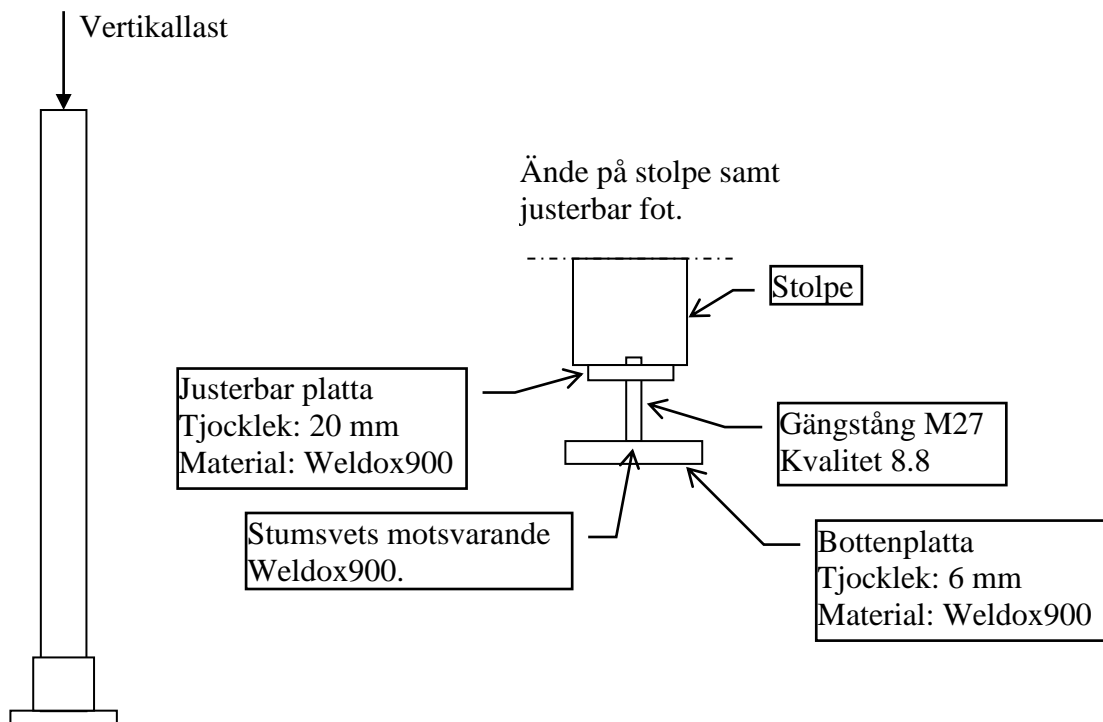
Konisk stolpe Ø125/165 mm, se stolpe Ø125 mm.

Spolformad stolpe Ø125/165 mm, se stolpe Ø125 mm.

Sammanfattning

I denna rapport räknas på stolpar med tvärsnitt $\varnothing 125$ mm samt $\varnothing 165$ mm. Båda stolpar har ett hål $\varnothing 30$ mm i centrum.

Vertikallast: Denna tas upp av platta $\sim \varnothing 70$ mm som via gängstång överför kraften till en bottenplatta.



Beräkning av stolpe Ø125

Stolpens bärförmåga vid tryck: 74 139 N

Kritisk last vid böjknäckning, gängstång M27: 213 043 N

Max skjuvkraft på gänga M27: 610 560 N

Bärförmåga för en tryckt, homogen stång enligt BKR, kapitel 5, Träkonstruktioner

Stång skall enligt uppgift ha bättre hållfasthet än konstruktionsvirke K30, karakteristiska värden för K30 används i beräkningarna.

R_{cd} = bärförmåga för tryckt, homogen stång

f_{cd} = dimensionerande värde för tryck parallellt med fiberriktningen

A = stångens tvärsnittsarea = $\pi/4 \cdot (125^2 - 30^2) = 11\,565 \text{ mm}^2$

κ_c = reduktionsfaktor, enligt 5:3123

λ = stångens slankhetstal = $l_c/i = 2650/32.1 = 82.55$

$\beta = 0.2$ (konstruktionsvirke)

E_{Rk} = karakteristiskt värde för elasticitetsmodul = 8700 MPa

f_{ck} = karakteristiskt värde för hållfasthet, tryck parallellt fibrerna, tabell 5:23a = 29 MPa

l_c = knäcklängd = 2650 mm (Eulers 2:a fall, stolpskon antas hindra stolpen från att röra sig i sidled.)

γ_m = partialkoefficient för bärförmåga

γ_n = partialkoefficient för säkerhetsklass enligt avsnitt 2:115 (säkerhetsklass 2)

κ_r = omräkningsfaktor enligt avsnitt 5:21 och 5:22 (klimatklass 0, 1 och 2, statisk last)

I_{\min} = minsta böjtröghetsmoment

i = minsta tröghetsradie

$$I_{\min} = \frac{\pi \cdot (125^4 - 30^4)}{64} = 11944464 \text{ mm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = 32.1 \text{ mm}$$

$$\lambda_r = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{ck}}{E_{Rk}}} = \frac{82.55}{\pi} \sqrt{\frac{29}{8700}} = 1.517$$

$$k = 0.5(1 + \beta(\lambda_r - 0.5) + \lambda_r^2) = 0.5(1 + 0.2(1.517 - 0.5) + 1.517^2) = 1.752$$

$$\kappa_c = \begin{cases} 1 & \text{för } \lambda \leq 27 \\ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_r^2}} & \text{för } \lambda > 27 \end{cases}$$

$$\kappa_c = \frac{1}{1.752 + \sqrt{1.752^2 - 1.517^2}} = 0.380$$

$$f_{cd} = \frac{\kappa_r f_{ck}}{\gamma_m \gamma_n} = \frac{0.8 \cdot 29}{1.25 \cdot 1.1} = 16.87 \text{ MPa}$$

$$R_{cd} = \kappa_c f_{cd} A = 0.380 \cdot 16.87 \cdot 11565 = 74139 \text{ N}$$

Stolpens bärförmåga är **74 139 N**

Beräkning av stolpe Ø165

Stolpens bärförmåga vid tryck: 207 887 N

Kritisk last vid böjknäckning, gängstång M27: 213 043 N

Max skjuvkraft på gänga M27: 610 560 N

Bärförmåga för en tryckt, homogen stång enligt BKR, kapitel 5, Träkonstruktioner

Stång skall enligt uppgift ha bättre hållfasthet än konstruktionsvirke K30, karakteristiska värden för K30 används i beräkningarna.

R_{cd} = bärförmåga för tryckt, homogen stång

f_{cd} = dimensionerande värde för tryck parallellt med fiberriktningen

A = stångens tvärsnittsarea = $\pi/4 \cdot (165^2 - 30^2) = 20\,676 \text{ mm}^2$

κ_c = reduktionsfaktor, enligt 5:3123

λ = stångens slankhetstal = $l_c/i = 2650/41.9 = 63.25$

$\beta = 0.2$ (konstruktionsvirke)

E_{Rk} = karakteristiskt värde för elasticitetsmodul = 8700 MPa

f_{ck} = karakteristiskt värde för hållfasthet, tryck parallellt fibrerna, tabell 5:23a = 29 MPa

l_c = knäcklängd = 2650 mm (Eulers 2:a fall, stolpskon antas hindra stolpen från att röra sig i sidled.)

γ_m = partialkoefficient för bärförmåga

γ_n = partialkoefficient för säkerhetsklass enligt avsnitt 2:115 (säkerhetsklass 2)

κ_r = omräkningsfaktor enligt avsnitt 5:21 och 5:22 (klimatklass 0, 1 och 2, statisk last)

I_{\min} = minsta böjtröghetsmoment

i = minsta tröghetsradie

$$I_{\min} = \frac{\pi \cdot (165^4 - 30^4)}{64} = 36343840 \text{ mm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = 41.9 \text{ mm}$$

$$\lambda_r = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{ck}}{E_{Rk}}} = \frac{63.25}{\pi} \sqrt{\frac{29}{8700}} = 1.162$$

$$k = 0.5(1 + \beta(\lambda_r - 0.5) + \lambda_r^2) = 0.5(1 + 0.2(1.162 - 0.5) + 1.162^2) = 1.241$$

$$\kappa_c = \begin{cases} 1 & \text{för } \lambda \leq 27 \\ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_r^2}} & \text{för } \lambda > 27 \end{cases}$$

$$\kappa_c = \frac{1}{1.241 + \sqrt{1.241^2 - 1.162^2}} = 0.596$$

$$f_{cd} = \frac{\kappa_r f_{ck}}{\gamma_m \gamma_n} = \frac{0.8 \cdot 29}{1.25 \cdot 1.1} = 16.87 \text{ MPa}$$

$$R_{cd} = \kappa_c f_{cd} A = 0.596 \cdot 16.87 \cdot 20676 = 207887 \text{ N}$$

Stolpens bärförmåga är **207 887 N**

Beräkning av justerbar fot

Knäckning av gängad stång M27

BSK 99, avsnitt 6:23

$$N_{Rcd} = \omega_c A_{gr} f_{yd}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m \gamma_n}$$

f_{yk} = sträckgräns gängstång 8.8 = 640 MPa

Materialfaktor $\gamma_m = 1.1$

Säkerhetsklass 2 $\gamma_n = 1.1$

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{A f_{yk}}{N_{cr}}} = \frac{l_c}{\pi i} \sqrt{\frac{f_{yk}}{E_k}} = 0.149$$

$$\text{Area} = \pi \cdot 23.752^2 / 4 = 443 \text{ mm}^2$$

$$I = \pi \cdot 23.752^4 / 64 = 15\,623 \text{ mm}^4$$

$$i = \sqrt{I/A} = \sqrt{15623/443} = 5.9 \text{ mm}$$

E_k = E-modul = 210 000 MPa

N_{cr} = kritisk last vid böjknäckning

l_c = knäcklängd = 50 mm

ω_c enligt avsnitt 6:233

$$\omega_c = \frac{\alpha - \sqrt{\alpha^2 - 4.4\lambda_c^2}}{2.2\lambda_c^2} \quad (\text{dock högst } 1.0)$$

$$\alpha = 1 + \beta_1(\lambda_c - 0.2) + 1.1\lambda_c^2$$

$\beta_1 = 0.49$, enligt tabell 6:233 (massivt tvärsnitt).

Ger $\alpha = 1.0$ vilket ger $\omega_c = 1.0$

$$N_{Rcd} = 1.0 \cdot 443 \cdot 529 = 234\,347 \text{ N}$$

γ_u = designfaktor = 1.1

γ_f = lastfaktor = 1.0

Lasten reduceras med dessa två faktorer: $234\,347 / (1.1 \cdot 1.0) = 213\,043 \text{ N}$

Totala säkerhetsfaktorn är $\gamma_m \cdot \gamma_n \cdot \gamma_u \cdot \gamma_f = 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.0 = 1.33$

Kritisk last vid böjknäckning: **213 043 N**

Skjuvspänning vid gänga M27

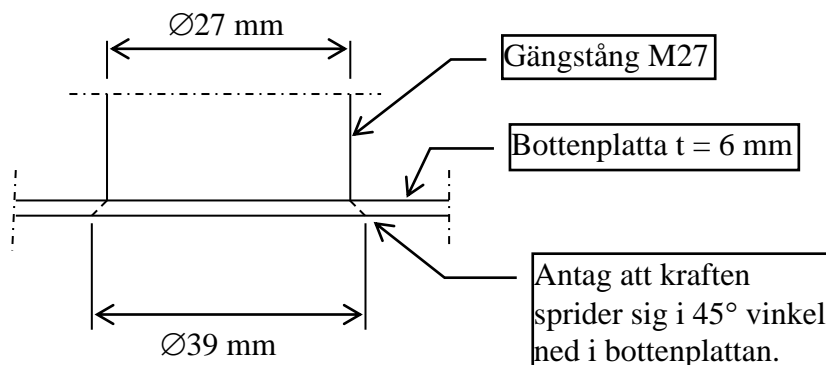
Gängans längd: 20 mm

Area hålcylinder: $\pi \cdot d \cdot L = \pi \cdot 27 \cdot 20 = 1696 \text{ mm}^2$

Tillåten skjuvspänning, Weldom900, $\tau_{\text{ill}} = 360 \text{ MPa}$.

$$\tau = F/A = F/1696 = 360 \Rightarrow F = 610\,560 \text{ N}$$

Justerbar fot, bottenplatta



Kraften angriper på ett område med Ø39 mm.

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 39^2}{4} = 1195 \text{ mm}^2$$

Maximal tryckkraft i stolpe Ø165 mm är 207 887 N.

$$\sigma = F/A = 207\,887/1195 = 174 \text{ MPa}$$

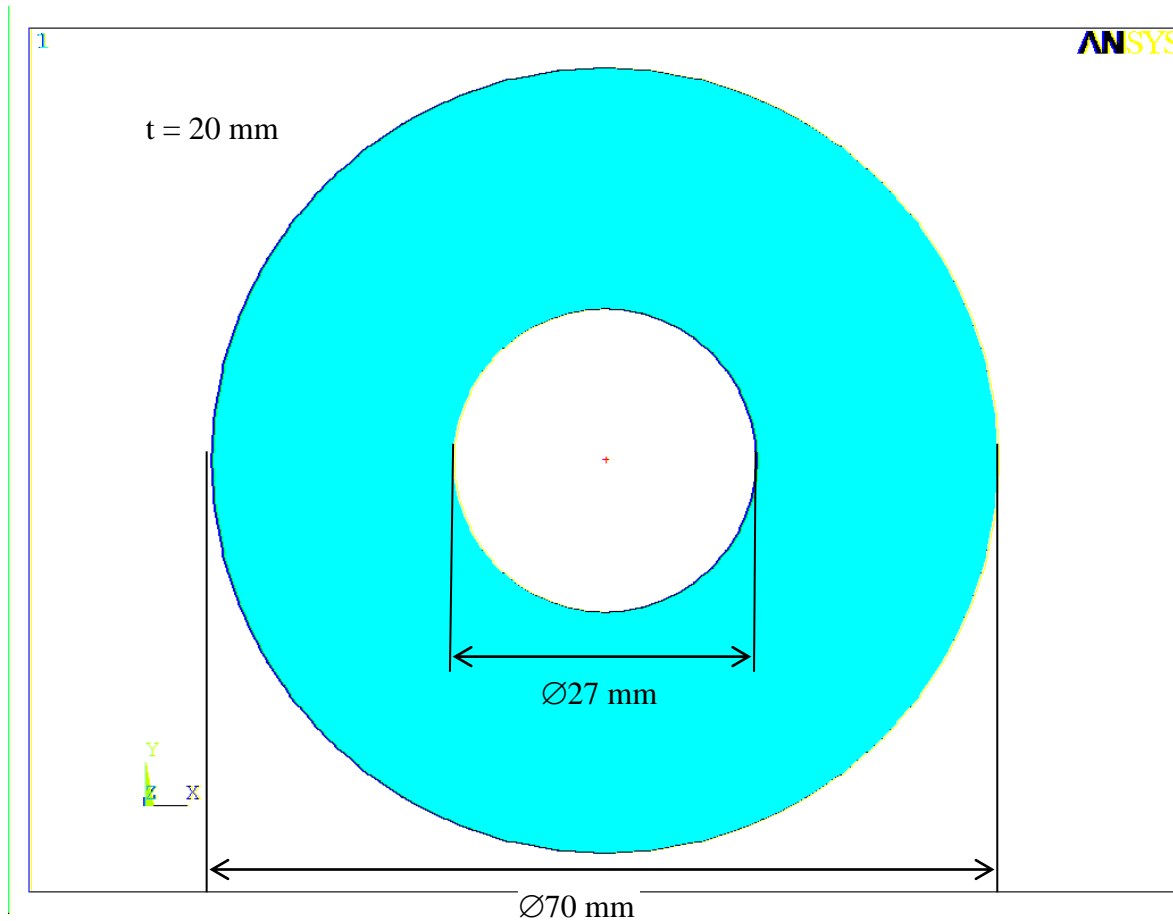
Weldom900 har sträckgränsen 900 MPa, tillåten spänning 600 MPa samt tillåten skjuvspänning 360 MPa.

Underlaget som stolpen fästs i måste också klara av att ta upp spänningen 174 MPa.

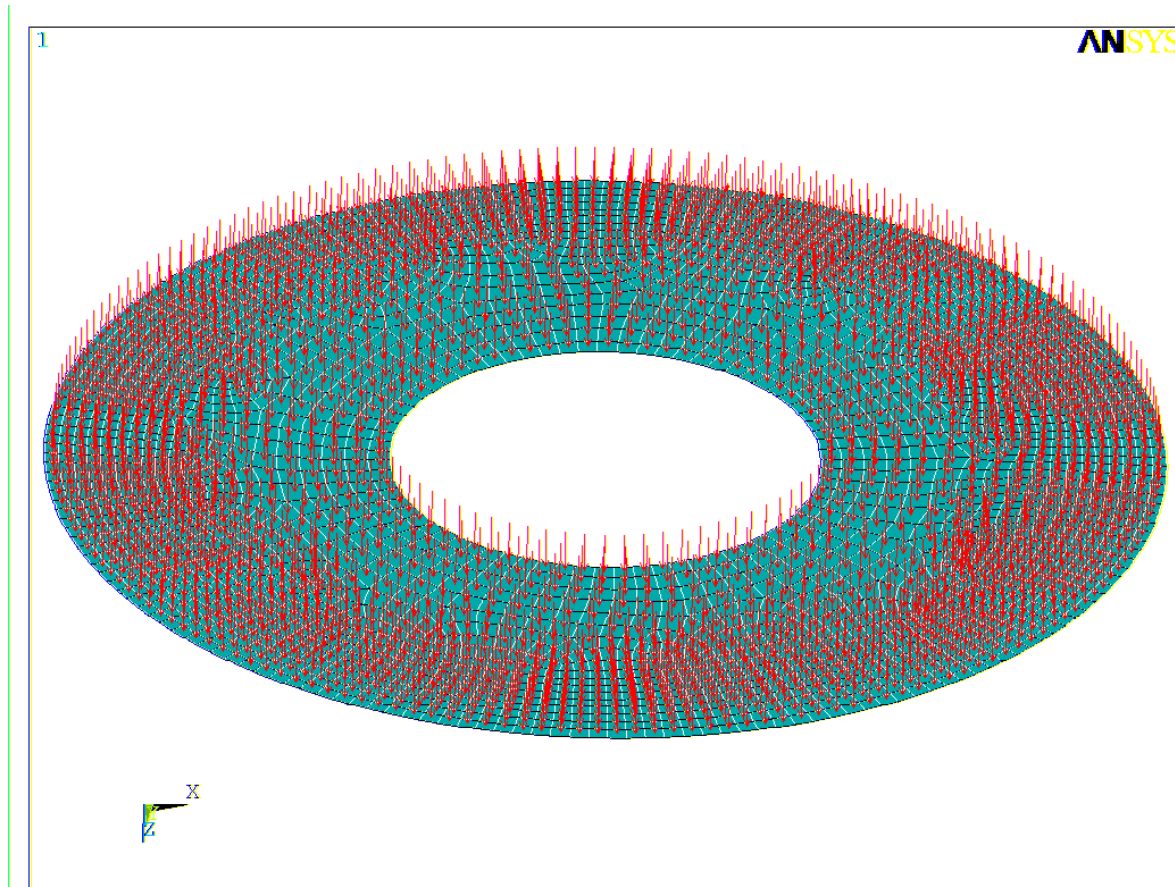
Fem-analys av fotplatta

Plattan skall klara samma last som stolpe $\varnothing 165$ mm, dvs. 207 887 N.

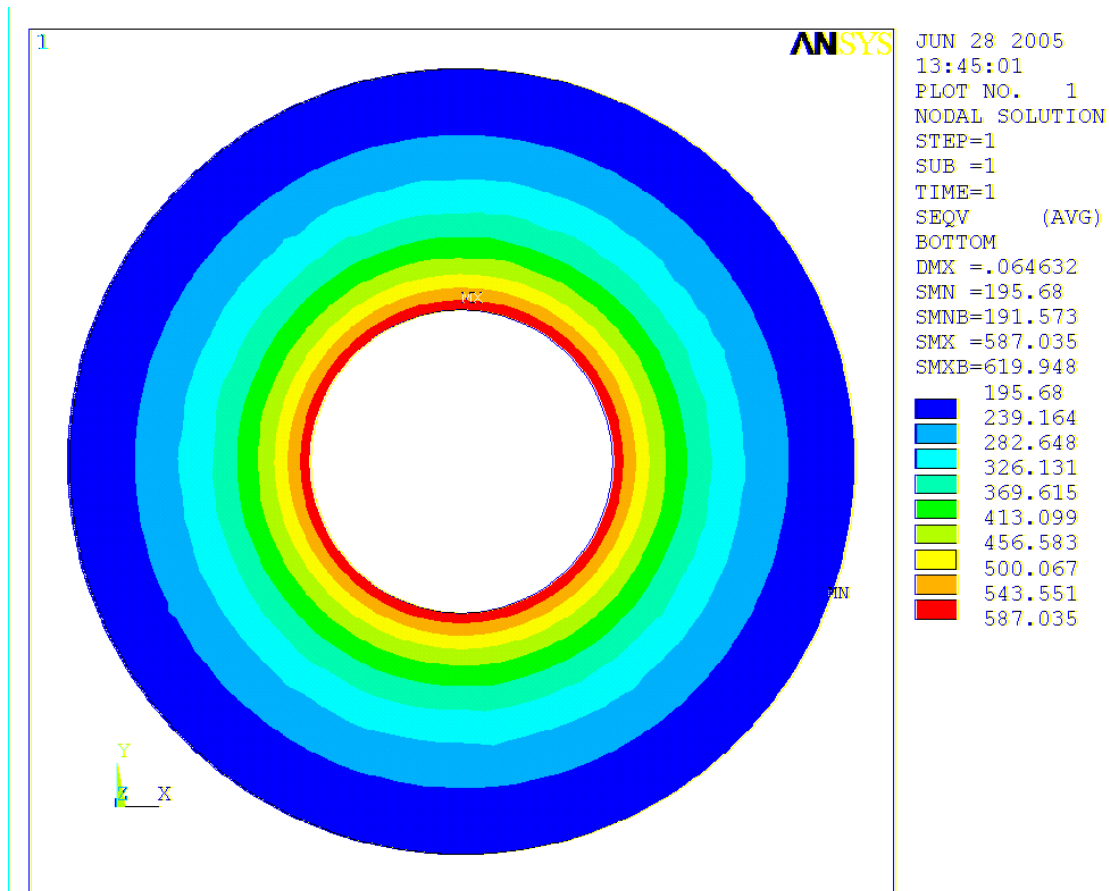
För att klara detta krav måste tjockleken ökas till 20 mm och materialet måste vara minst Weldox900 med sträckgränsen 900 MPa och tillåten spänning 600 MPa.



Fem-modell av fotplattan.



Lasten 207 887 N läggs in som ett tryck på arean (röda pilar).



Jämförelsespänningar (von Mises), enhet MPa.

Weldox900 har sträckgränsen 900 MPa, tillåten spänning är 600 MPa. Spänningar är lägre än tillåten spänning.