

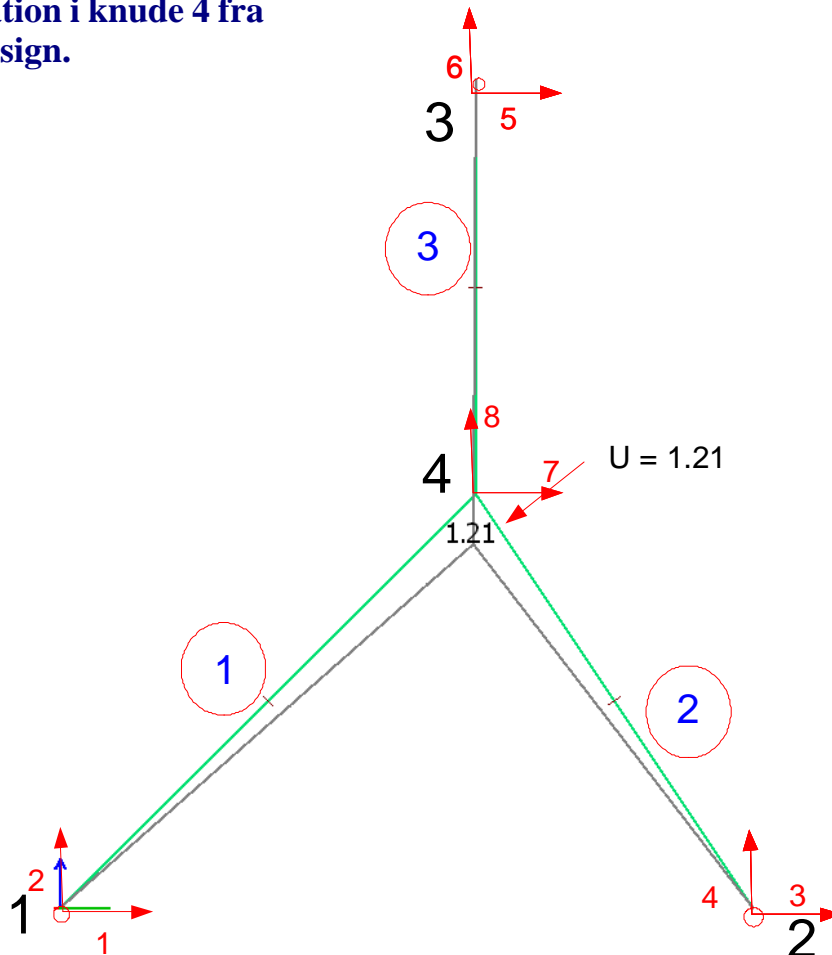
Gitterkonstruktion 2.

Punkt 1 har koordinaterne $0,0 \cdot a$.
Punkt 2 har koordinaterne $5,0 \cdot a$.
Punkt 3 har koordinaterne $3,6 \cdot a$.
Punkt 4 har koordinaterne $3,3 \cdot a$.

Alle stænger har tværsnittet A med E-modulet E .

- 1)
Find et udtryk for stangkræfterne i alle 3 stænger.
- 2)
Find et stålprofil i Teknisk Ståbi og vælg en værdi for a . Find resultaterne for stangkræfterne og kontrollér resultatet i et FEM software.

Deformation i knude 4 fra FEM-Design.



Inndata

I taleksemplet anvendes et KKR 100x100x5 firkantprofil..

$$L1 := \sqrt{2} \cdot 3 \cdot \text{m} \quad L2 := \sqrt{(3 \cdot \text{m})^2 + (2 \cdot \text{m})^2} \quad L3 := 3 \cdot \text{m} \quad E := 210000 \cdot \text{MPa}$$

$$A := 1836 \cdot \text{mm}^2 \quad v1 := \frac{\pi}{4} \quad v2 := -\text{atan}\left(\frac{3}{2}\right) \quad v3 := \frac{\pi}{2} \quad P := 300 \cdot \text{kN}$$

Lokale stivhedsmatricer $K_{e1} := \frac{E \cdot A}{L1} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$ $K_{e2} := K_{e1} \cdot \frac{L1}{L2}$ $K_{e3} := K_{e1} \cdot \frac{L1}{L3}$

Transformering

$$T1 := \begin{pmatrix} \cos(v1) & \sin(v1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos(v1) & \sin(v1) \end{pmatrix} \quad T2 := \begin{pmatrix} \cos(v2) & \sin(v2) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos(v2) & \sin(v2) \end{pmatrix}$$

$$T3 := \begin{pmatrix} \cos(v3) & \sin(v3) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos(v3) & \sin(v3) \end{pmatrix} \quad K11 := T1^T \cdot K_{e1} \cdot T1 \quad K21 := T2^T \cdot K_{e2} \cdot T2 \quad K31 := T3^T \cdot K_{e3} \cdot T3$$

Puttematricer

$$p1 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad p2 := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad p3 := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Globale stivhedsmatrix

$$K1 := p1 \cdot K11 \cdot p1^T \quad K2 := p2 \cdot K21 \cdot p2^T \quad K3 := p3 \cdot K31 \cdot p3^T \quad K := K1 + K2 + K3$$

Modificeret system

$$K_{\text{mod}} := \begin{pmatrix} K_{7,7} & K_{7,8} \\ K_{8,7} & K_{8,8} \end{pmatrix} \quad U_{\text{mod}} := \begin{pmatrix} 0 \\ p \end{pmatrix} \quad u_{\text{mod}} := K_{\text{mod}}^{-1} \cdot U_{\text{mod}} \quad u_{\text{mod}} = \begin{pmatrix} 0.06 \\ 1.21 \end{pmatrix} \cdot \text{mm}$$

Modificeret system med ny puttematrice

$$p := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad K_{\text{mod}} := p^T \cdot K \cdot p \quad K_{\text{mod}} = \begin{pmatrix} 7.83 \times 10^7 & -3.92 \times 10^6 \\ -3.92 \times 10^6 & 2.48 \times 10^8 \end{pmatrix} \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$$

Reaktioner og kræfter

$$u := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ u_{\text{mod}_1} \\ u_{\text{mod}_2} \end{pmatrix} \quad U := K \cdot u \quad U = \begin{pmatrix} -57.76 \\ -57.76 \\ 57.76 \\ -86.64 \\ -9.53 \times 10^{-15} \\ -155.6 \\ 0 \\ 300 \end{pmatrix} \cdot \text{kN}$$

Stangkræfter

$$S1 := T1 \cdot K11 \cdot \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_7 \\ u_8 \end{pmatrix} \quad S1 = \begin{pmatrix} -8.17 \times 10^4 \\ 8.17 \times 10^4 \end{pmatrix} \text{N} \quad S2 := T2 \cdot K21 \cdot \begin{pmatrix} u_3 \\ u_4 \\ u_7 \\ u_8 \end{pmatrix} \quad S2 = \begin{pmatrix} 1.04 \times 10^5 \\ -1.04 \times 10^5 \end{pmatrix} \text{N}$$

$$S3 := T3 \cdot K31 \cdot \begin{pmatrix} u_5 \\ u_6 \\ u_7 \\ u_8 \end{pmatrix} \quad S3 = \begin{pmatrix} -1.56 \times 10^5 \\ 1.56 \times 10^5 \end{pmatrix} \text{N}$$

Reaktioner fra FEM-Design

