

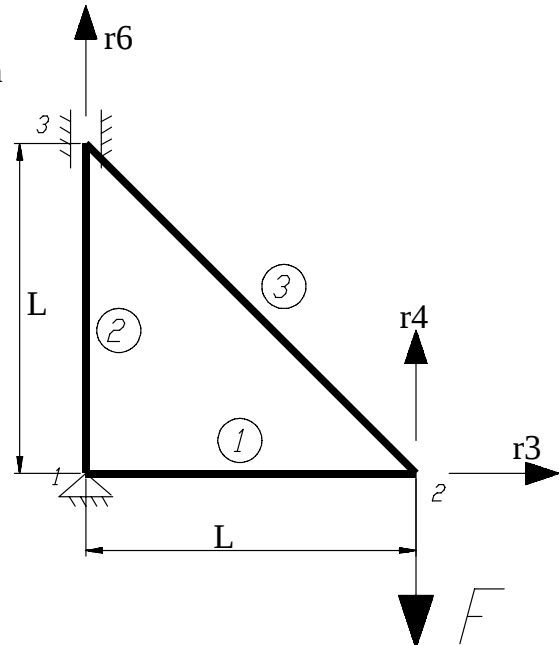
HIØ	MASKIN	EGIL BERG	T4_05-06.doc
M3A A3A	ELEMENTMETODEN Øving nr. T4		Innleveres: Torsdag 9.2.2006

ELEMENTMETODEN

Figuren til høyre viser en veggkran med fagverk som skal analyseres ved hjelp av elementmetoden. Hver fagverksstav har fire frihetsgrader. Stavene er leddlagret som tilsier at kun aksialforskyvninger medfører krefter. Stav 1 og 2 starter i 1 og stav 3 starter i 3. Alle stavene har samme E-modul. Tverrsnittsarealet:

$$A = A_1 = A_2 \quad A_3 = \sqrt{2} \cdot A$$

- Sett opp IEG-matrisen for systemet.
- Bestem de lokale stivhetsmatrisene $\mathbf{k}_{Li}$ for de tre fagverksstavene.
- Bestem de globale stivhets-matrisene for de tre fagverksstavene.



Transformasjonsmatrisen:
$$C = \begin{bmatrix} c & -s & 0 & 0 \\ s & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c & -s \\ 0 & 0 & s & c \end{bmatrix}$$

Hvor:

$$c = \cos\theta$$

$$s = \sin\theta$$

$$\text{Gitt: } \mathbf{k} = \mathbf{C} \cdot \mathbf{k}_L \cdot \mathbf{C}^T$$

- Bestem fagverkets (systemets) stivhetsmatrise ved direkte innadddering.
- Figuren indikerer at fagverket kun har tre frihetsgrader: r_3 , r_4 og r_6 . Innfør grensebetingelsene og bestem kranens stivhetsmatrise ved å modifisere stivhetsmatrisen for fagverket under forrige punkt.
- Den vertikale kraften F angriper i knutepunkt 2. Sett opp matriseligningen for kranen.
- Bestem forskyvningene r_1 , r_2 og r_3 når:
 $A = 200 \text{ mm}^2$ $L = 2,1 \text{ m}$
 $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ $F = 20 \text{ kN}$ (svar $r_3 = r_6 = -1 \text{ mm}$, $r_4 = -4 \text{ mm}$)
- Regn ut kreftene i de tre stavene.
(svar: Stav 1 og 2 = 20 kN (trykk), Stav 3 = 28,284 kN (strekk))
- Finn spenningene i de tre stavene.
(svar: $\sigma = -100 \text{ MPa}$ (trykk) i stav 1 og 2. $\sigma = +100 \text{ MPa}$ i stav 3.)

Invertert matrise:

$$\frac{L}{EA} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$