

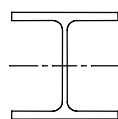
HIØ	MASKIN	EGIL BERG	T2_05-06.doc
M3A A3A	ELEMENTMETODEN Øving nr. T2		Innleveres: Torsdag 26.1.2006

ELEMENTMETODEN

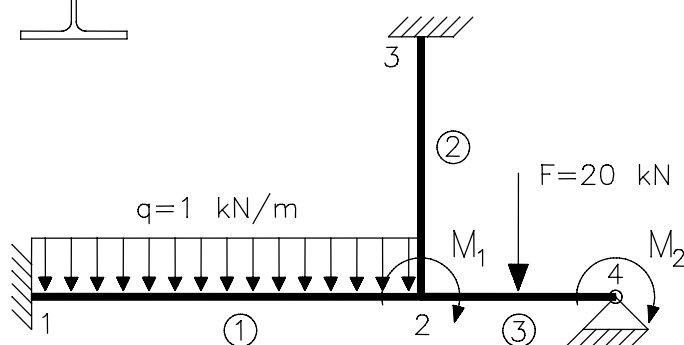
Figuren til høyre viser en konstruksjon som skal analyseres vha. elementmetoden. Konstruksjonen består av to bjelker av typen HE200B. En horisontal bjelke på 9 m og en vertikal på 4 m. De to bjelkene er sveis sammen i knutepunkt 2. Bjelkene orienteres slik at momentene belaster tverrsnittene om sterk akse. Vi har fast innspenning av bjelkene i knutepunkt 1 og 3. I knutepunkt 4 har vi leddlager.

Vi deler konstruksjonen inn i elementer slik som vist i figuren. De horisontale elementene starter til venstre og slutter til høyre. Det vertikale elementet starter nede og slutter opp.

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$



HE 200B



$$M_1 = 9 \text{ kNm}$$

$$L_1 = 6 \text{ m}$$

$$M_2 = 5 \text{ kNm}$$

$$L_2 = 4 \text{ m}$$

$$L_3 = 3 \text{ m}$$

- Sett opp stivhetsmatrisene $\mathbf{k}_1$, $\mathbf{k}_2$ og $\mathbf{k}_3$ for de enkelte stavelementene når en forutsetter at hver stav bare har to frihetsgrader (vinkeldreining i hver ende).
- Sett opp relasjonen $\mathbf{S}_i = \mathbf{k}_i \mathbf{v}_i + \mathbf{S}_i^0$ for de tre stavene med de oppgitte tallverdiene og i overensstemmelse med den gitte rammen.
- Sett opp IEG-matrisen, dvs. den matrisen som angir systemets oppbygning (topologi).
- Sett opp systemets (hele rammens) stivhetsmatrise $\mathbf{K}$ ved innaddering av de enkelte elementers stivhetsmatriser. En forutsetter på dette stadium at alle knutepunktene kan ha vinkeldreining. Sett nå opp systemets relasjon $\mathbf{R} = \mathbf{K} \mathbf{r} + \mathbf{R}^0$.
- Innfør grensebetingelsene og momentene M_1 og M_2 . Sett opp konstruksjonens relasjon på nytt $\mathbf{R}_{\text{mod}} = \mathbf{K}_{\text{mod}} \mathbf{r} + \mathbf{R}_{\text{mod}}^0$.
- Løs likningssystemet og finn forskyvningsvektoren $\mathbf{r} = \mathbf{r}_a + \mathbf{r}_b$.
- Sett inn og regn ut matriselikningene $\mathbf{S}_i = \mathbf{k}_i \mathbf{v}_i + \mathbf{S}_i^0$ ($\mathbf{v}_i = \mathbf{v}_{ia} + \mathbf{v}_{ib}$, $\mathbf{S}_i = \mathbf{S}_{ia} + \mathbf{S}_{ib} + \mathbf{S}_i^0$) for de tre stavene. Regn ut $\mathbf{S}_{ia}$ ($= \mathbf{k}_i \mathbf{v}_{ia}$), $\mathbf{S}_{ib}$ ($= \mathbf{k}_i \mathbf{v}_{ib}$), $\mathbf{S}_i^0$, og summen $\mathbf{S}_i$ hver for seg for de tre stavene.
- Det skal nå tegnes fem momentdiagrammer for rammen. Det første ut fra $\mathbf{S}_{ia}$, den andre ut fra $\mathbf{S}_{ib}$, den tredje ut fra $\mathbf{S}_i^0$, det fjerde momentdiagrammet skal være summen av $\mathbf{S}_{ib}$ og $\mathbf{S}_i^0$, og det femte momentdiagrammet skal være totalbelastningen $\mathbf{S}_i$ ($= \mathbf{S}_{ia} + \mathbf{S}_{ib} + \mathbf{S}_i^0$) for de tre stavene.
- Finn, og regn ut, den største spenningen i konstruksjonen og angi hvor den forekommer. (svar: $\sigma_b = 19,11 \text{ N/mm}^2$)

$$K_{\text{mod}}^{-1} = 10^{-11} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3,13 & 0 & -1,57 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1,57 & 0 & 7,05 \end{bmatrix}$$