

HIØ	MASKIN	EGIL BERG	
M3A	ELEMENTMETODEN		Fil: trinn.doc

DE 5 TRINN

1. DISKRETISERING (oppdeling)

a) Oppdeling

Konstruksjonen også kalt systemet må deles opp i elementer (members). Elementene må identifiseres med ett nummer. Elementene grenser til hverandre og til omverdenen i knutepunkter (noder, joints). Knutepunktene må identifiseres med nummer.

b) IEG – matrisen

Beskriver topologien, dvs. angir hvor start- og slutt-node for hvert enkelt element er plassert i konstruksjonen.

2. ELEMENTANALYSEN

Vi finner verdier for $\mathbf{k}$ og $\mathbf{S}^0$.

$\mathbf{S} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{v} + \mathbf{S}^0$ for hvert element. Disse gir oss egenskapene/relasjonene til elementene. Dvs. gir oss sammenhengen mellom fri variabel $\mathbf{v}$ - deformasjonen, og avhengig variabel $\mathbf{S}$ - belastningen. Dette er **indre belastning** som kan være krefter eller momenter.

$\mathbf{k}$ kalles elementets stivhetsmatrise.

$\mathbf{S}^0$ er elementets "konstant-belastning" (elementbelastning).

3. SYSTEMANALYSEN

Vi finner verdier for $\mathbf{K}_m$ og $\mathbf{R}_m^0$.

$\mathbf{R}_m = \mathbf{K}_m \cdot \mathbf{r} + \mathbf{R}_m^0$ Gir oss egenskapene/relasjonen til systemet (konstruksjonen).

Vektoren $\mathbf{r}$ er den fri variable, den eneste ukjente.

$\mathbf{r}$ er deformasjonsvektoren som kan være forskyvninger eller vinkelendringer.

$\mathbf{R}_m$ kalles systemets avhengige variable og er modifisert belastningsvektor. Lastene er **ytre laster** som angriper i knutepunktene, **knutepunktsbelastning**. Dette kan være krefter eller momenter.

a) Innadddering

Ved hjelp av innadddering skapes systemets stivhetsmatrise $\mathbf{K}$. Systemets stivhet er en sum av elementenes stivhet. $\mathbf{R}^0$ er konstruksjonens "konstantbelastning" som skapes ved innadddering av elementenes "konstantbelastning" $\mathbf{S}^0$.

Vi tar her ikke hensyn til opplagringene. $\mathbf{R} = \mathbf{K} \cdot \mathbf{r} + \mathbf{R}^0$

b) Grensebetingelser

Opplagringsforholdene betraktes og benyttes til å modifisere systemets matriselikning.

$\mathbf{R}_m = \mathbf{K}_m \cdot \mathbf{r} + \mathbf{R}_m^0$ Indeksen m indikerer at vi har innført grensebetingelsene det vil si at vi har tatt hensyn til opplagringsforholdene.

4. LØSNING

Finner den frie variable: $\mathbf{r} = \mathbf{K}_m^{-1} \cdot (\mathbf{R}_m - \mathbf{R}_m^0) = \mathbf{K}_m^{-1} \cdot \mathbf{R}_m + -\mathbf{K}_m^{-1} \cdot \mathbf{R}_m^0 = \mathbf{r}_a + \mathbf{r}_b$

Deformasjonsvektoren $\mathbf{r}$ er en sum av $\mathbf{r}_a$, som er deformasjonen pga. knutepunktsbelastningen, og $\mathbf{r}_b$ som er deformasjonen pga. konstantbelastningen $\mathbf{R}_m^0$.

5. RESULTATER

Finner elementbelastningene: $\mathbf{S} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{v} + \mathbf{S}^0$. En matriselikning for hvert element.

Dette er indre belastninger som kan være krefter og/eller momenter.

Summen av de indre belastningene er lik de ytre belastningene i et knutepunkt.

$\mathbf{v}$ vektor finnes av $\mathbf{r}$ og angir elementets deformasjoner. $\mathbf{v}_a$ finnes fra $\mathbf{r}_a$ og $\mathbf{v}_b$ fra $\mathbf{r}_b$.

$\mathbf{S} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{v} + \mathbf{S}^0 = \mathbf{k} \cdot (\mathbf{v}_a + \mathbf{v}_b) + \mathbf{S}^0 = \mathbf{k} \cdot \mathbf{v}_a + \mathbf{k} \cdot \mathbf{v}_b + \mathbf{S}^0 = \mathbf{S}_a + \mathbf{S}_b + \mathbf{S}^0$

$\mathbf{S}_a$ er indre belastning pga. knutepunktsbelastningene $\mathbf{R}_m$.

$\mathbf{S}_b$ er indre belastning pga. deformasjonen forårsaket av konstantbelastningen $\mathbf{R}_m^0$.

$\mathbf{S}^0$ er elementets "konstant-belastning".