

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamensdato: MEK 3500/4500 — Konstruksjonsmekanikk.

Eksamensdag: Tirsdag 9. desember 2003.

Tid for eksamen: 09.00 – 12.00

Oppgavesettet er på 3 sider.

Vedlegg: Ingen.

Tillatte hjelpeemidler: Rottmann: Matematische Formelsammlung, lommekalkulator.

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1. (ca. 20%)

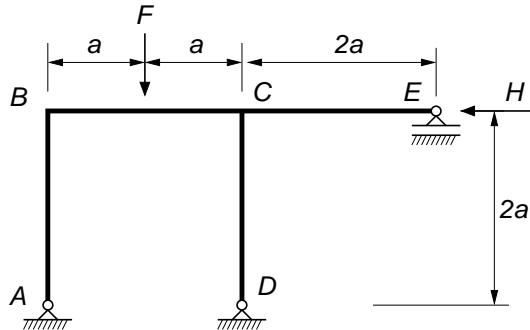
Kraftmetoden skal benyttes på en plan ramme. Statisk ukjente krefter kan finnes fra rammens fleksibilitetsrelasjon, som for en 2 ganger statisk ubestemt konstruksjon kan skrives på formen

$$f_{10} + X_1 f_{11} + X_2 f_{12} = \Delta_1$$

$$f_{20} + X_1 f_{21} + X_2 f_{22} = \Delta_2$$

Vis hvordan en av disse betingelsesligningene, og tilhørende fleksibilitetskoeffisienter (f_{10} osv.) uttrykt ved snittkrefter, framkommer, gjerne med referanse til en valgt konstruksjon med kun bøyedeformasjoner og med bruk av enhetslastmetoden.

(Fortsettes side 2.)

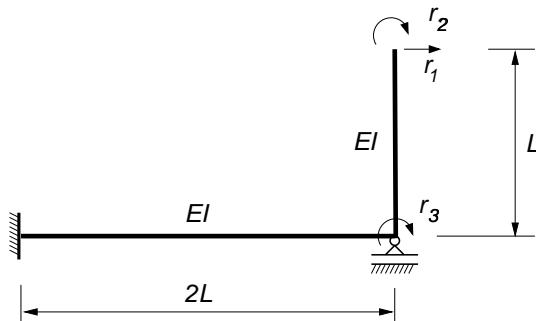
Oppgave 2. (ca. 35%)

En plan ramme, med belastning og opplagerbettingelser som vist i figuren, har samme bøyestivhet EI i alle rammedeler. Kun bøyeformasjoner skal medtas.

- Angi hvor mange ganger statisk ubestemt rammen er, og vis 2 mulige statisk bestemte grunnsystemer.
- Rammen, belastet med vertikallasten F og horisontallasten $H = 0.017F$, er allerede beregnet. Følgende opplagerkrefter ble funnet i A: $A_H = 0.068F$ (horisontalt, rettet mot høyre) og $A_V = 0.466F$ (vertikalt, rettet oppover).

Beregn de øvrige opplagerkreftene. Videre, beregn og tegn opp moment-, skjær- og aksialkraftdiagram (M-, V- og N-diagram). Indiker snittkreftenes retninger i de respektive diagram.

- Beregn horisontalforskyvningen av rammen.

Oppgave 3. (ca. 45%)

Den plane rammen med stivhet, geometri og opplagerbettingelser som vist i figuren skal beregnes ved hjelp av forskyvningsmetoden. Kun bøyedeformasjoner skal medtas.

- Rammens forskyvninger kan beskrives ved de tre viste systemfrihetsgradene. De samsvarende knutepunktslastene er R_1 , R_2 og R_3 . Still opp rammens tilhørende systemstivhetsrelasjon og beregn komponentene i systemstivhetsmatrisen \mathbf{K} .

(Fortsettes side 3.)

- b) Frihetsgraden r_1 skal nå settes (spesifiseres) lik δ . Vis hvilke korrekjoner dette fører til i systemstivhetsrelasjonen $\mathbf{Kr} = \mathbf{R}$.
- b) Beregn forskyvningsvektoren for det tilfellet at $r_1 = \delta$ er eneste påkjenning, og tegn opp tilhørende momentdiagram.

VEDLEGG

*Endemomenter
for bjelker med konstant bøyestivhet EI og lengde L*

	$M_1 = \frac{F a b^2}{L^2}$
	$M = \frac{3 F L}{16}$
	$M = \frac{q L^2}{12}$
	$M = \frac{q L^2}{8}$
	$M = \frac{4 E I}{L} \theta$
	$M = \frac{3 E I}{L} \theta$
	$M = \frac{6 E I}{L^2} \Delta$
	$M = \frac{3 E I}{L^2} \Delta$

NB. Momentpiler er vist i den retning momentene virker

Elementærintegraller $\int_0^L F_1(x) \cdot F_0(x) dx$

	$F_0(x)$		L		b
	$F_1(x)$		b		b
	L		a		b
	a		b		L
	L		a		$L/2$
	a		b		$L/3$
	L		a		$a b L/2$
	a		b		$a b L/6$

Arbeidsligningen (virtuelt arbeid) for plane systemer uten torsjon

$$\begin{aligned}\tilde{\mathbf{f}} \cdot \delta &= \int_L \tilde{N}_1 \frac{N}{EA} dx \\ &+ \int_L \tilde{M}_1 \frac{M}{EI} dx \\ &+ \int_L \tilde{V}_1 \frac{V}{GA/\kappa} dx\end{aligned}$$

SLUTT