

MEK 4530

Stabilitet og knekning av konstruksjoner

Høst 2007

Prosjektoppgave

Innleveringsfrist: 23.11.2007

1. Innledning

Hver oppgave består av to hoveddeler Del 1 og Del 2 som definert nedenfor. Rammen som skal undersøkes er vist i figur 1. Parameterne ζ , η , λ , κ skal antas å ha følgende verdier:

Navn	ζ	η	λ	κ
Latifa Derbali	1.5	1.0	1.0	0.5
Mehran Farid	1.0	0.75	1.0	0.5
Espen Trøen Hansen	1.5	0.75	1.0	0.5
Eirik T. Heilmann	1.5	1.0	0.5	0.5
Senad Pipic	1.0	0.75	0.5	0.5
Irfan A. Sheikh	1.5	0.75	0.5	0.5
Synnøve H. Syvertsen	1.5	1.0	1.0	0.75
Amir Vaghei	1.0	0.75	1.0	0.75
Katinka Wingerei	1.5	1.0	0.5	0.75
Qiao Jie Yang	1.0	0.75	0.5	0.75

DEL 1: Egenverdiberegning (knekning)

- Nøyaktig løsning. Beregn nøyaktig verdi for laveste egenverdi ved bruk av stabilitetsfunksjoner.
- Tilnærmet løsning. Beregn laveste egenverdi ved hjelp av en tilnærmet metode, f.eks. ved bruk av Rayleigh-Ritz med bjelkefunksjoner.
- Sammenlign tilnærmet og nøyaktig løsning og diskuter eventuelt avvik og hva det kan skyldes.

DEL 2: Bøyeberegning etter 2. ordens linearisert teori

- Beregn fordeling av snittkrefter (bøyemoment og skjærkraft) etter 1. ordens teori når et moment \bar{M} er påført rammen ved punkt B.
- Beregn disse også etter 2. ordens teori (basert på nøyaktig løsning) for økende aksialkrefter representert ved størrelsen P , med konstant forhold λ (fra tabellen ovenfor) mellom disse kreftene.
- Undersøk spesielt det maksimale bøyemomentet i søylen AB ved forskjellige P -verdier.
- Resultater skal vises i tabell og figur, uttrykt ved dimensjonsløse størrelser, og skal kommenteres.

2. Rapportering

Løsning av oppgaven skal leveres elektronisk, helst i PDF-format. Det anbefales at rapporten skrives i LaTeX. Benytt symboler som definert nedenfor.

Beskriv alle vesentlige trekk i beregningsgangen, og legg vekt på at framstillingen blir klar og oversiktig. Inkluder figurer o.l. i et omfang som er nødvendig for en klar presentasjon av problem og løsninger.

Del opp besvarelsen i fornuftige avsnitt. Den kan f.eks. deles opp i avsnitt av typen:

- Innledning
- Problembeskrivelse
- Løsningsmetode og forutsetninger
- Resultater (en eller flere avsnitt, etter behov)
- Diskusjon
- Konklusjoner
- Sammendrag

3. Symboler

EA	aksialstivhet
EI	bøyestivhet
L	lengde
M	totale momenter (inkl. 2. ordens virkning)
M_{maks}	det største totale momentet langs en søyle eller bjelke
M_0	1. ordens momenter
\bar{M}	ytre moment (påført ved punkt B i Del 2 av oppgaven)
N	aksialkraft i en søyle eller bjelke; velg positive som trykk.
N_E	$=\pi^2 EI/L^2$ Eulerlasten for en leddlagret stav
N_{kr}	kritisk aksialkraft i en søyle
N_{kr}	$=\pi^2 EI/L_e^2$
P	ytre last
f_m	momentforstørrelsesfaktor (alt., momentforsterkningsfaktor)
α	$=N/N_{kr}$ (kalles gjerne stabilitetsindeksen)
α_E	$=N/N_E$
β	knekklendefaktor
ζ	Forhold mellom lengder (fig. 1)
η	Forhold mellom bøyestivheter (fig. 1)
λ	Forhold mellom aksiallaster (fig. 1)
κ	Forhold mellom lengder (fig. 1)

4. Forutsetninger og annen informasjon

Alle tre elementer kan anses å ha uendelig stor aksialstivhet. Videre kan skærdeformasjoner neglisjeres. Ytre randbetingelser går fram av figur 1.

Det er behov for å benytte en programmerbar håndkalkulator, MatLab, e.l., for å forenkle konkrete utregninger. MatLab anbefales.

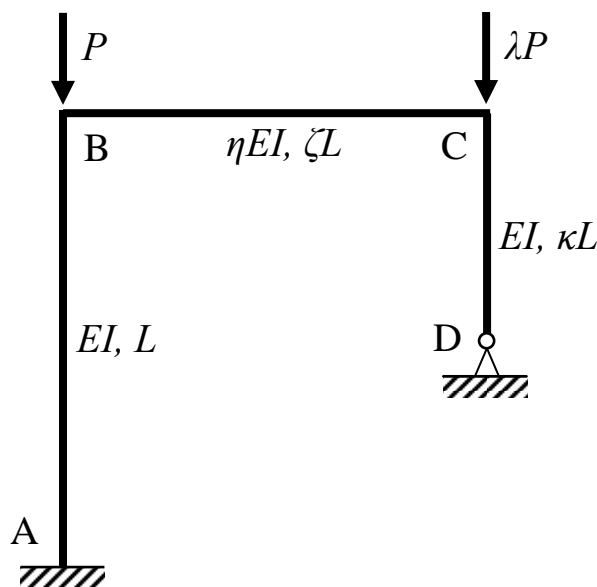
I elementer med aksialkraft kan maksimalt moment opptre mellom endene selv om elementet kun er påkjent av endemomenter og aksialkraft. Når momentene beregnet etter 2. ordens teori er kjent ved elementets ender, kan et eventuelt maksimalt moment mellom endene beregnes fra differensialligningen, og uttrykkes ved

$$M_{maks} = \left| \frac{\sqrt{1 + \mu^2 - 2\mu \cos(\pi\sqrt{\alpha_E})}}{\sin(\pi\sqrt{\alpha_E})} M_2 \right|$$

hvor μ er definert ved forholdet mellom momentene (med 2. ordens virkning inkludert) ved ende 1 og ende 2 av elementet. Dvs. $\mu = -M_1/M_2$. Momentene er definert som positive når de dreier i samme retning (f.eks. med urviseren). Merk at det er viktig å sjekke om M_{maks} gitt ved formelen ovenfor faktisk ligger innenfor elementets lengde. For flere detaljer, se Hellesland (1998), som kan lastes ned fra websiden. Se spesielt på avsn. 1 – 2.3.

5. Referanse

Hellesland, J. (1998). «Trykkstaver i rammesystemer», NIF kurs: Slanke betongkonstruksjoner – Beregning og dimensjonering. Norske Sivilingeniørers forening.



Figur 1 Plan ramme