

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i MEK2500 — Faststoffmekanikk

Eksamensdag: Onsdag 5. desember, 2012

Tid for eksamen: 09.00–13.00

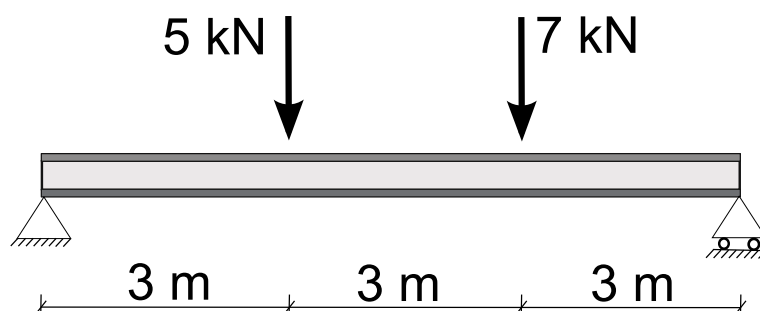
Oppgavesettet er på 4 sider.

Vedlegg: Formelark er inkludert i oppgavesettet.

Tillatte hjelpemidler: Rottmann, "Matematisk formelsamling".
Godkjent kalkulator.

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

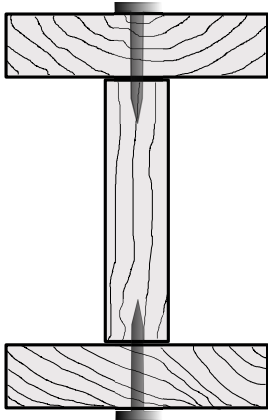
Oppgave 1 (vekt 40%)



En bjelke med lengde 9 m er fritt opplagt og utsatt for to konsentrerte laster. Tre meter fra venstre ende virker en last på 5 kN og tre meter fra høyre ende virker en last på 7 kN.

- Grunngi hvorvidt bjelken er statisk bestemt.
- Bestem opplagerreaksjonene.
- Skisser moment- og sjærkraftdiagrammene for bjelken og angi karakteristiske verdier.

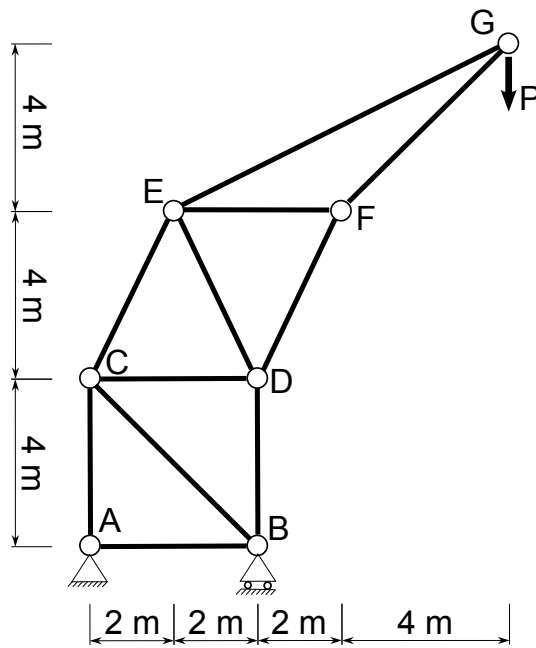
(Fortsettes på side 2.)



Figuren til venstre viser bjelkens tverrsnitt. Det består av tre bord med dimensjon 48x198 mm som er spikret sammen. Vi forutsetter at det er spikret så tett at det ikke oppstår glidning mellom bordene.

- d) Bestem største bøyespennning i tverrsnittet.
- e) Bestem største skjærspennning i tverrsnittet.
- f) Hvor tett må det spikres når hver spiker kan overføre en skjærkraft på 800 N?

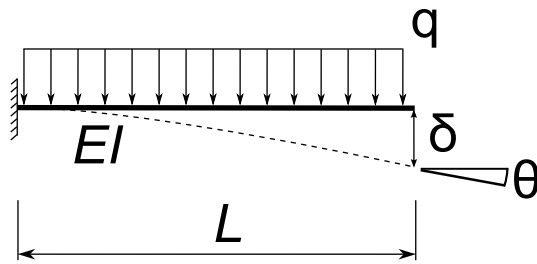
Oppgave 2 (vekt 20%)



Figuren viser en kran som er konstruert som et fagverk.

- a) Er fagverket statisk bestemt?
- b) Bestem opplagerreaksjonene.
- c) Bestem kraften som virker i stav BD.
- d) Bestem kreftene som virker i stavene EG og FG.

(Fortsettes på side 3.)

Oppgave 3 (vekt 30%)

Figuren viser en utkragerbjelke med bøyestivhet EI og lengde L . Bjelken er utsatt for en jevnt fordelt last q . Den venstre enden til bjelken er fast innspent mens den høyre enden er helt fri.

- Bestem moment- og skjærkraftdiagrammene til bjelken.
- Gjør rede for de kinematiske randbetingelsene som bjelkens differensialligning må oppfylle.
- Se bort fra skjærdeformasjoner og bestem et uttrykk for bjelkens nedbøyning.
- Vis at nedbøyningen ved bjelkens høyre ende er

$$\delta = \frac{qL^4}{8EI}$$

- Vis at rotasjonen ved bjelkens høyre ende er

$$\theta = \frac{qL^3}{6EI}$$

Oppgave 4 (vekt 10%)

Gjør kort rede for følgende begreper:

- Hookes lov.
- Knekk lengde.
- Hovedspenninger.
- Mohrs sirkel.

SLUTT

(Fortsettes på side 4.)

VEDLEGG.

Det kan vises at skjærspenningsfordelingen over et bjelketverrsnitt under visse forutsetninger kan uttrykkes ved

$$\tau = \frac{QS}{Ib}$$

hvor Q er skjærkraften, S er arealmomentet av en del av tverrsnittsarealet, I er kvadratisk arealmoment (av hele tverrsnittet), og b er tverrsnittets bredde.

Det kan vises at aksialspenningsfordelingen over et bjelketverrsnitt under visse forutsetninger kan uttrykkes ved

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{I_z}y + \frac{M_y}{I_y}z$$

der N er aksialkraften, A er tverrsnittsarealet, M_z og M_y er bøyemomentene om henholdsvis z - og y -aksen, I_z og I_y er kvadratiske arealmoment om henholdsvis z - og y -aksen og y og z er avstander fra arealsenteret.

Arealmomentene er gitt ved:

$$S_{\bar{y}} = \int_A \bar{z} dA = Aa_z$$

$$S_{\bar{z}} = \int_A \bar{y} dA = Aa_y$$

Steiners sats:

$$I_{\bar{y}} = I_y + Aa_z^2$$

$$I_{\bar{z}} = I_z + Aa_y^2$$

Kvadratiske arealmomenter er gitt ved:

$$I_y = \int_A z^2 dA$$

$$I_z = \int_A y^2 dA$$

Bjelkens differensialligning kan skrives:

$$\frac{d^2v}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$$