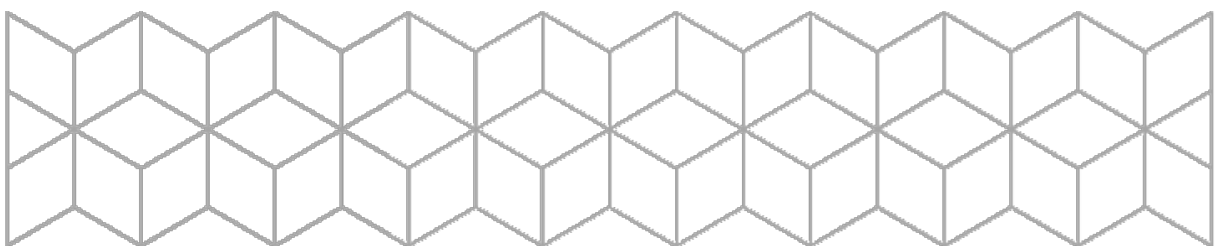


# SENSORVEILEDNING

<b>Emnekode:</b>	IRM20015
<b>Emnenavn:</b>	Mekanikk 2 Fasthetslære
<b>Eksamensform:</b>	Skriftlig
<b>Dato:</b>	13.12.2018
<b>Faglærer:</b>	Steinar Heidenberg
<b>Eventuelt:</b>	Dette er deleksamen 2



## Litteraturliste

Bell, K. (2015), *Konstruksjonsmekanikk, Del II, Fasthetslære*, Fagbokforlaget, 448 s

Vollen, Ø. (2010), *Statikk og fasthetslære: mekanikk for ingeniører*, NKI Forlag

Johansen, J. (2002), *Tekniske tabeller*, Cappelens Forlag

Irgens, F. (1999), *Formelsamling i mekanikk*, Tapir Akademisk Forlag

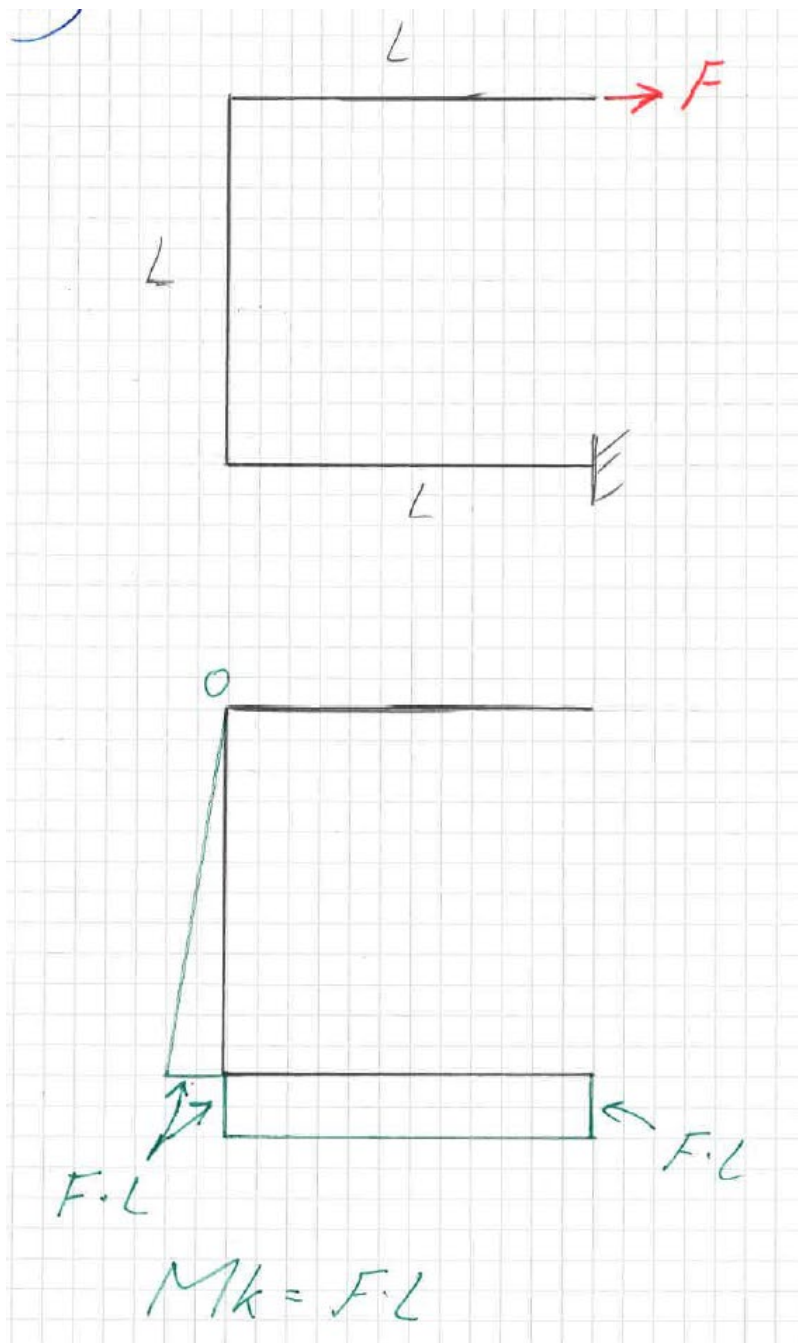
Irgens, F. (2006), *Fasthetslære*, 7.utg., Tapir Akademisk Forlag

## Undervisning

Uke	
34	Repetisjon fra mekanikk 1
35	Repetisjon fra mekanikk 1
36	Repetisjon fra mekanikk 1
37	Momentfunksjoner (løpende moment)
38	Momentfunksjoner (løpende moment)
39	Enhetslastmetoden (aksler og bjelker)
40	Enhetslastmetoden (aksler og bjelker)
41	Enhetslastmetoden (rammer)
42	Enhetslastmetoden (rammer)
43	Kraftmetoden (statisk ubestemt)
44	Kraftmetoden (statisk ubestemt)
45	Komposittbjelker
46	Komposittbjelker

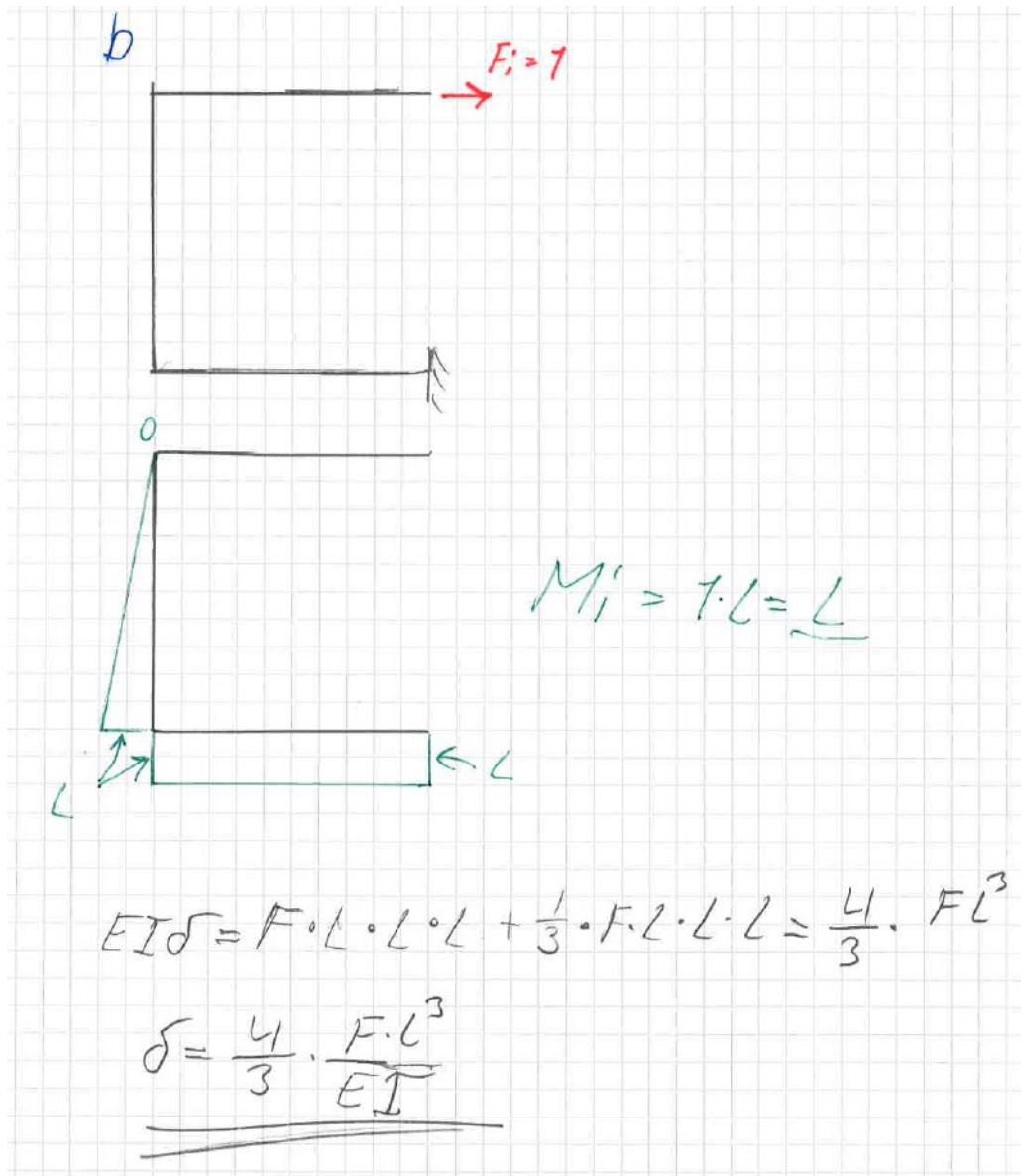
Forventning til besvarelsene

Oppgave 1a (10%)



Rammen består av tre bjelker. Momentdiagrammet for hver av bjelkene teller 25% og utregningen av  $M_k$  teller 25%.

Oppgave 1b (10%)

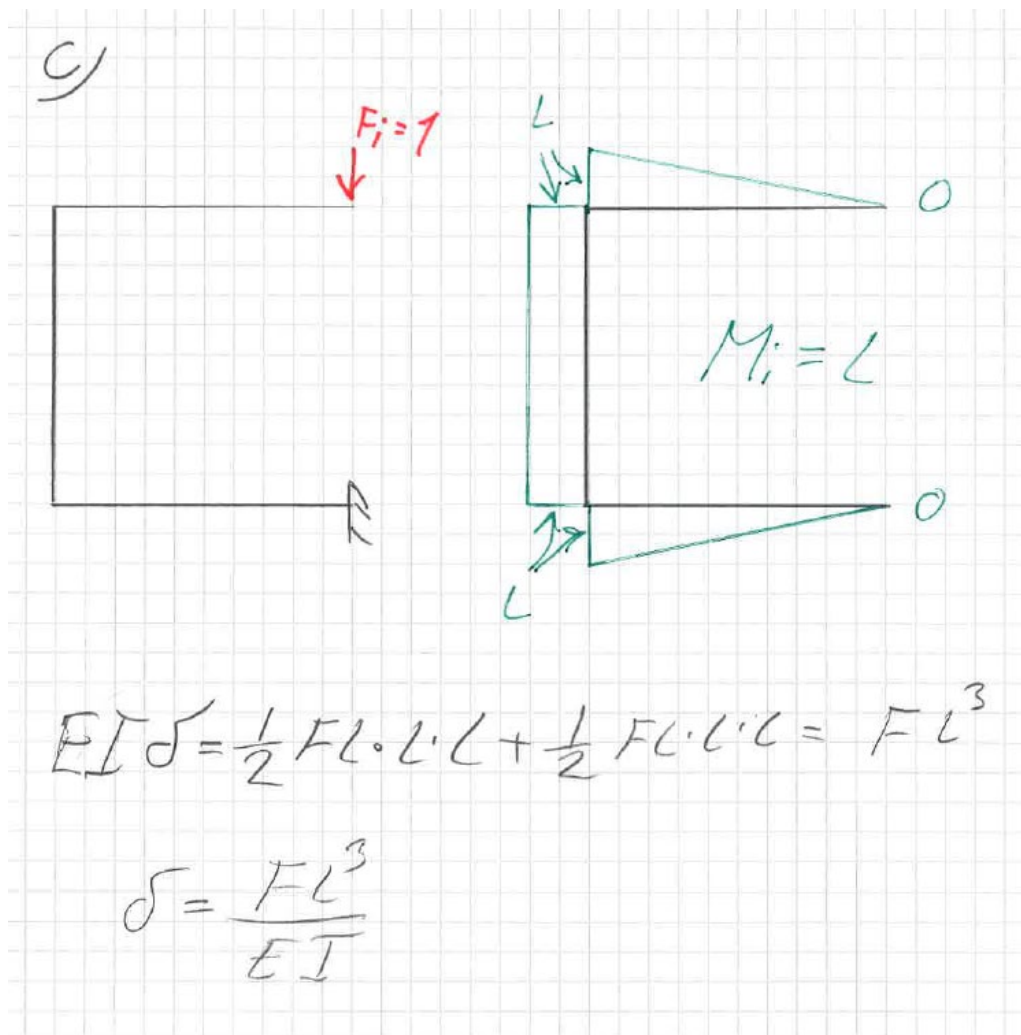


Her skal studenten gjøre 2 ting.

Først skal studenten sette opp figur med enhetslast og vise retning på denne, samt tegne momentdiagram for dette lastbildet. Dette teller 50%.

Det andre studenten skal gjøre er å sette inn i formelen og regne nedbøyningen, dette teller også 50%.

Oppgave 1c (10%)

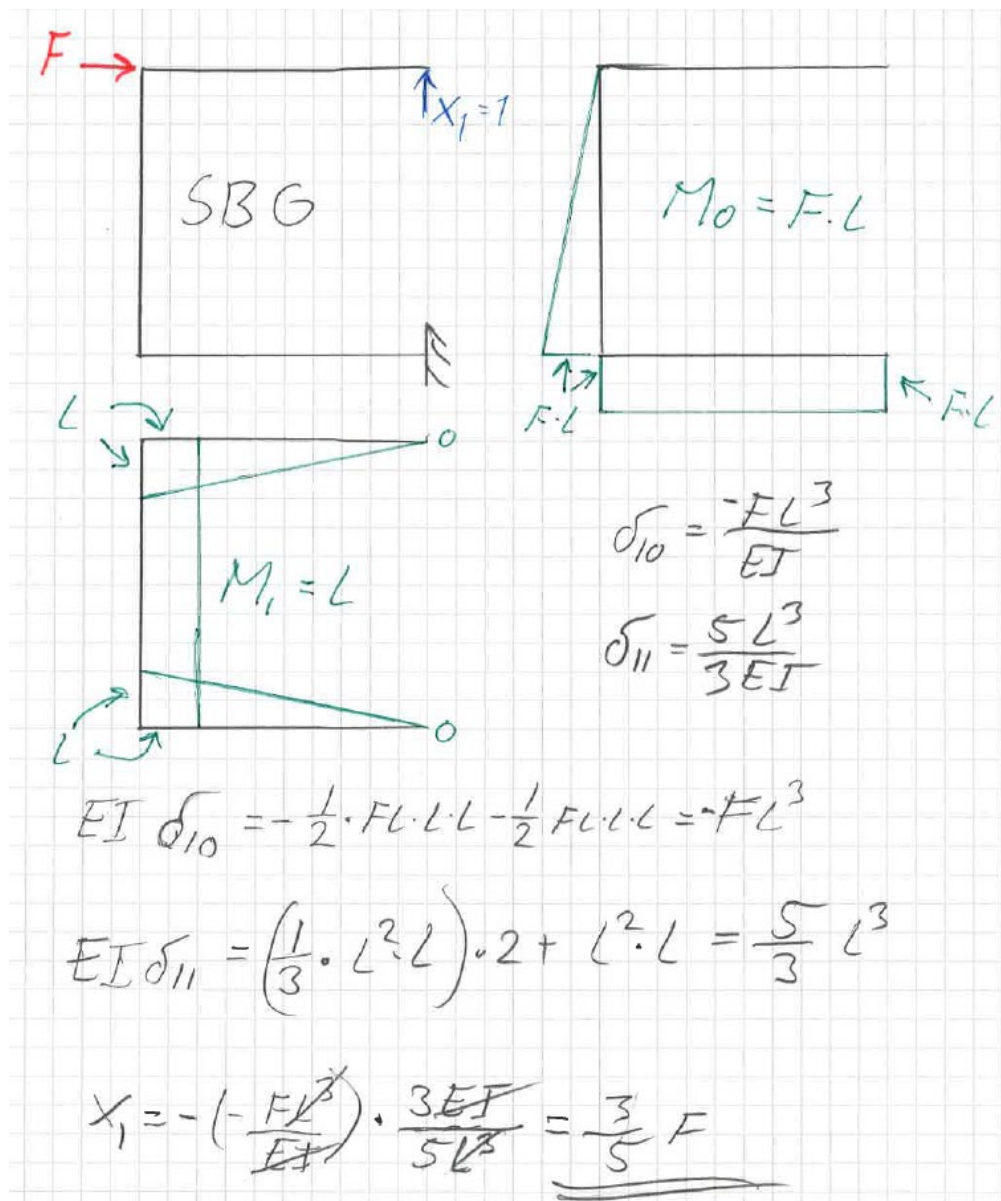


Denne oppgaven besvares på samme måte som forrige oppgave.

Først skal studenten sette opp figur med enhetslast og vise retning på denne, samt tegne momentdiagram for dette lastbildet. Dette teller 50%.

Det andre studenten skal gjøre er å sette inn i formelen og regne nedbøyningen, dette teller også 50%.

Oppgave 1d (10%)

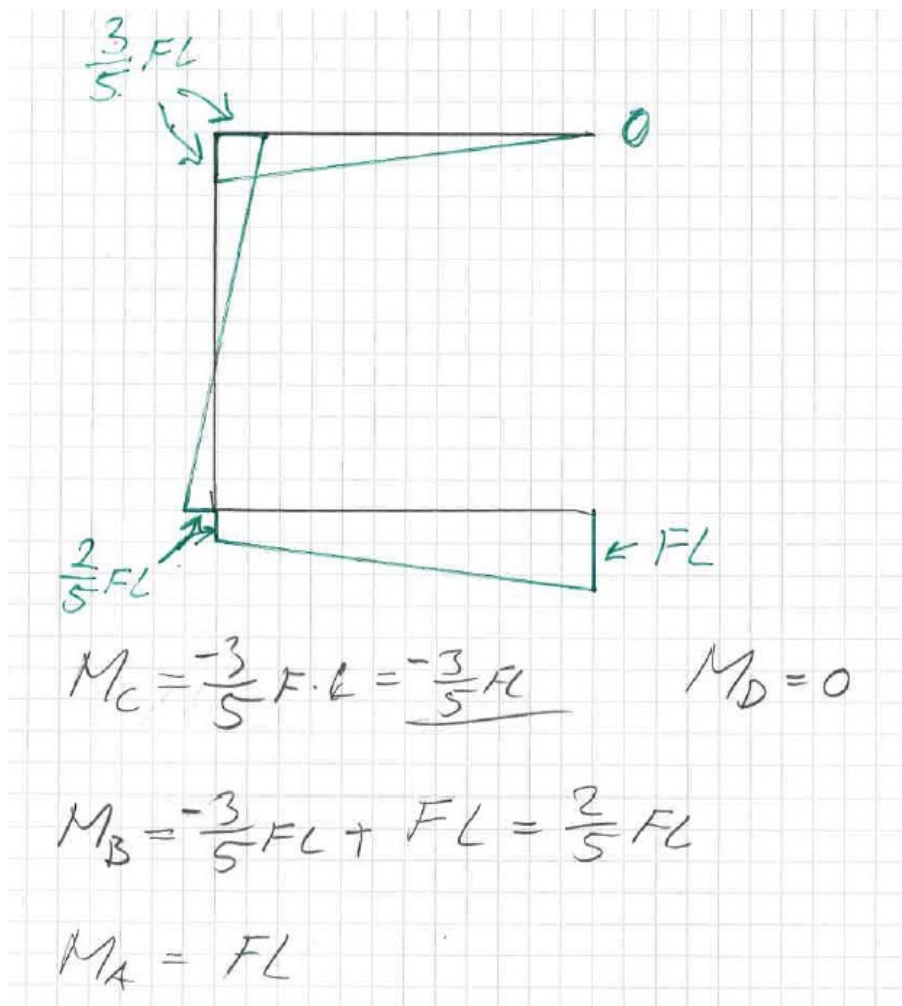


Studenten skal gjøre to ting.

Først sette opp statisk bestemt grunnkonstruksjon, tegne tilhørende  $M_0$  og  $M_1$  diagrammer. Dette teller 50%.

Deretter sette inn i formel og komme frem til riktig svar. Teller også 50%.

Oppgave 1e (10%)



Dette momentdiagrammet tegnes etter 4 verdier. Endepunktene A, B, C og D. Verdien i hvert endepunkt teller 25%.

Oppgave 2a (14%)

$q = 500 \text{ N/m}$

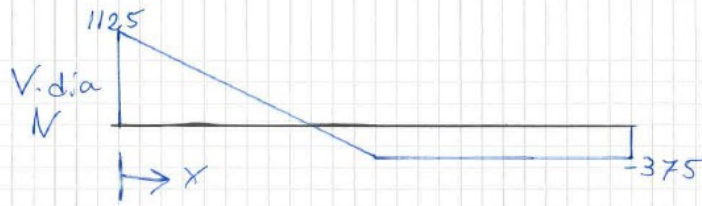
$\uparrow A = 1125 \text{ N}$     3    1    3     $\uparrow B = 375 \text{ N}$

$$\sum M_A = 0$$
$$q \cdot \frac{3^2}{2} - B \cdot 6 = 0$$
$$B = \frac{q \cdot 3^2}{2 \cdot 6} = \frac{500 \cdot 3^2}{2 \cdot 6} = \underline{375 \text{ N}}$$
$$\sum F_y = 0$$
$$A + B - q \cdot 3 = 0$$
$$A = q \cdot 3 - B = 500 \cdot 3 - 375 = \underline{1125 \text{ N}}$$

Først har jeg beregnet opplagerkreftene. Dette gir ikke uttelling, siden dette ikke er spurt om i oppgaven og tilhører pensum fra Mekanikk 1.

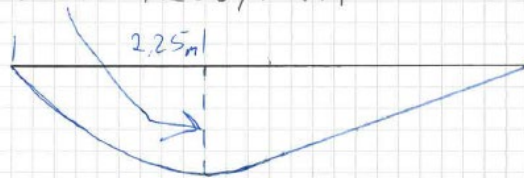
Videre løsning fortsetter på neste side.





$$\begin{array}{l|l}
 0 < x < 3 \text{ m} & 3 < x < 6 \\
 V(x) = 1125 - 500x & V(x) = -375 \\
 M(x) = \int V(x) & M(x) = -375x + C \\
 M(x) = 1125x - 250x^2 + C & M(6) = -375 \cdot 6 + C = 0 \\
 M(0) = 1125 \cdot 0 - 250 \cdot 0^2 + C & C = 6 \cdot 375 = 2250 \\
 C = 0 & M(x) = -375 \cdot x + 2250 \\
 M(x) = 1125x - 250x^2 &
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 V(x) &= 1125 - 500x = 0 \\
 x &= \frac{1125}{500} = 2,25 \text{ m} \\
 M_{\max} &= M(2,25) = 1125 \cdot 2,25 - 250 \cdot 2,25^2 \\
 M_{\max} &= 1265,7 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$



Skjærkraftdiagrammet teller 10%

Skjærkraft funksjonene teller 30%

Momentfunksjonene teller 30%

Momentdiagrammet teller 10%

Maksmoment teller 20%

Oppgave 2b (14%)

$$n_T = \frac{70000}{10000} = 7$$
$$A_{TTC} = 70^2 = 4900 \text{ mm}^2$$
$$A_{al} = \frac{70^2 \cdot \pi}{4 \cdot 2} \cdot 7 = 13470 \text{ mm}^2$$
$$y_{TTC} = 35 \text{ mm}$$
$$y_{al} = 70 + \frac{4 \cdot 35}{3 \cdot \pi} = 84,85 \text{ mm}$$
$$y_0 = \frac{4900 \cdot 35 + 13470 \cdot 84,85}{4900 + 13470}$$
$$= \underline{\underline{71,55 \text{ mm}}}$$

Avstanden fra bunnen til nøytralaksen teller 50%.

$$I_{TTC} = \frac{70^4}{12} = 2000833 \text{ mm}^4$$
$$I_{al} = 0,110 \cdot 35^4 \cdot 7 = 1155481 \text{ mm}^4$$
$$e_{TTC} = 71,55 - 35 = 36,5 \text{ mm}$$
$$e_{al} = 84,85 - 71,55 = 13,3 \text{ mm}$$
$$I_0 = 2000833 + 36,5^2 \cdot 4900 + 1155481 + 13,3^2 \cdot 13470$$
$$= \underline{\underline{1,21 \cdot 10^7 \text{ mm}^4}}$$

Annet arealmoment teller 50%

Oppgave 2c (14%)

$$EI = 10000 \cdot 10^6 = 1,21 \cdot 10^{(7-12)}$$

$$= 121000 \text{ Nm}^2$$

$$M_i(x) = \frac{1}{6}x$$

$$EJ\theta = \int_0^3 \frac{x}{6} (1125x - 250x^2) dx + \int_3^6 \frac{x}{6} (2250 - 375x) dx$$

$$= \int_0^3 \left( \frac{1125}{6}x - \frac{250}{6}x^2 \right) dx + \int_3^6 \left( \frac{2250}{6} - \frac{375}{6}x \right) dx$$

$$= \left[ \frac{1125}{18}x^2 - \frac{250}{24}x^3 \right]_0^3 + \left[ \frac{2250}{6}x - \frac{375}{18}x^2 \right]_3^6$$

$$= \frac{1125}{18} \cdot 3^2 - \frac{250}{24} \cdot 3^3 + \frac{2250}{6} \cdot 6 - \frac{375}{18} \cdot 6^2 - \left( \frac{2250}{6} \cdot 3 - \frac{375}{18} \cdot 3^2 \right)$$

$$= \frac{7875}{4} \Rightarrow \theta = \frac{7875}{4 \cdot 121000} = \frac{63}{3872} \text{ rad}$$

$$\theta = \frac{63}{3872} \cdot \frac{180}{\pi} = \underline{\underline{0,93^\circ}}$$

Om studenten har satt opp riktig enhetslast, med riktig  $M_{i(x)}$  funksjon belønnes dette med 20%.

Om studenten prøver videre med forenklede integraler får ikke studenter mer poeng, siden det opplyses i oppgaven at dette ikke fører frem.

Det gis 80% om studenten klarer å sette opp stykket og regne det ut feilfritt. Hver feil gis ett trekk på 20%.

Setter studenten opp stykket riktig og så løser integralet på kalkulator gis det ett trekk på 30%.

### Oppgave 2d (10%)

$$\sigma_{Tre} = \frac{1265,7 \cdot 10^3 \cdot 7,55}{1,21 \cdot 10^7} = \underline{7,48 \text{ Mpa}}$$

Befinner seg 2,25 meter fra A på undersiden

$$\begin{aligned} \sigma_{Al} &= \frac{1265,7 \cdot 10^3 \cdot (105 - 7,55)}{1,21 \cdot 10^7} \cdot 7 \\ &= \underline{24,49 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

Befinner seg 2,25 meter fra A på oversiden.

Spenningen i treverket teller 30%

Beskrivelsen hvor den befinner seg teller 20%

Spenningen i aluminiumen teller 30%

Beskrivelsen hvor den befinner seg teller 20%

### Sluttvurdering:

Om studenten har utelatt en deloppgave skal ikke studenten ha toppkarakter.

Hvis studenten røper i sin besvarelse at den mangler forståelse over temaet, kan det vurderes at studenten skal settes ned en karakter.

Små avrundingsfeil kan tolereres, om dette ikke skaper alt for store avvik.

Noen oppgaver kan løses på forskjellige måter. Om studenten har løst oppgaven på en annen måte en løsningsforslaget, og kommet fram til riktig svar skal det selvsagt gis full uttelling.

Karakterskala:

A	100 - 90 %
B	89 - 80 %
C	79 - 60 %
D	59 - 50 %
E	49 - 40 %
F	39 - 0 %