

NORGES TEKNISK
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
Institutt for Konstruksjonsteknikk

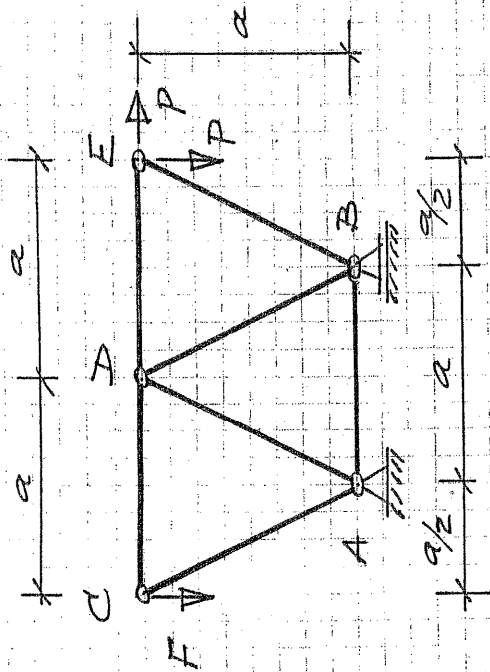
Faglig kontakt under eksamen:
Kolbein Bell
Tlf: 72 58 08 79

Kontinuasjonss -eksamen i emne
SIB 7005 KONSTRUKSJONSMEKANIKK 1
Lørdag 3. August 2002
Tid: kl 09.00 – 14.00

Hjelpemidler: Typegodkjent kalkulator med tomt minne.
(Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler er tillatt.)

Tekst: BOKMÅL

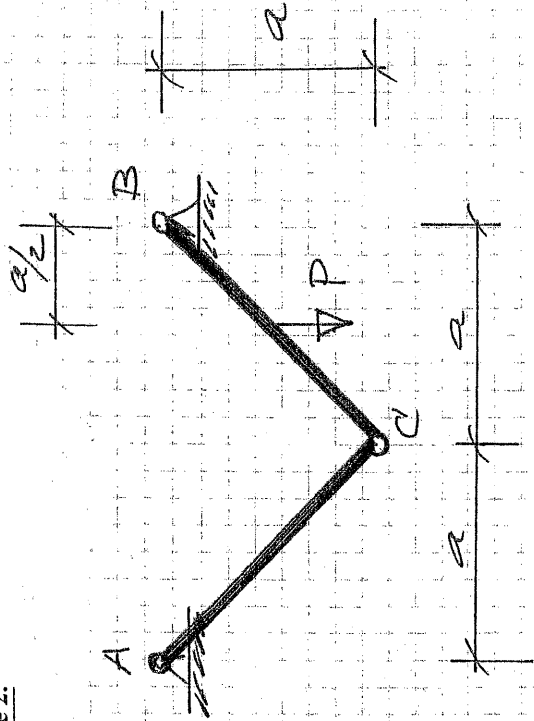
Oppgave 1.



Fagverket i figuren ovenfor er uforskyvelig opplagret i A og horisontalt fritt opplagt i B. Lastene består av horisontal og vertikal kraft P i E som vist og en vertikal kraft F i C.

- 3 a) Påvis statisk bestemthet.
- 3 b) Finn opplagerkrefter uttrykt ved P og F.
- 6 c) Vi vil helst ha vertikalt trykk mot fundamentene i A og B, dvs. unngå løft. Hvilke krav stiller dette til forholdet mellom F og P?
- 7 d) Sett $F=P=10\text{ kN}$ og regn ut stavekreftene. Tegn kraftbildet.
- 4 e) Vis likevektskontroll i A og B for tilfellet d) ovenfor.

23

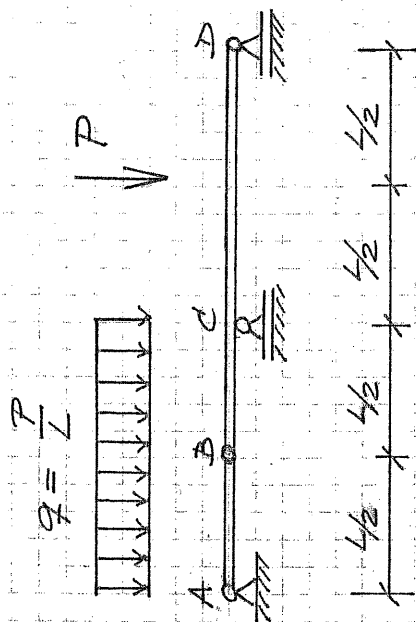
Oppgave 2.

Rammen i figuren over er horisontalt uforskyvelig lagret i A og B. Opplegg A og B er leddlagret, og det er indre ledd i C. Rammen er belastet med en vertikal punktlast P midt mellom B og C.

- Påvis statisk bestemthet.
- Regn ut opplagerkrefter.
- Finn krefter i ledd C.
- Tegn skjærkraft -diagram.
- Tegn moment -diagram.

3
6
3
4
4

20

Oppgave 3.

Bjelken i figuren ovenfor er fritt dreibart opplagret i A, C og D. Punktet A er dessuten horisontalt uforskyvelig. I punkt B har bjelken et indre ledd.

Belastningen består av en punktlast P midt i feltet CD og en fordelt last $q=P/L$ over feltet ABC.

- Påvis statisk bestemthet.
- Bestem opplagerreaksjoner.
- Tegn skjærkraft -diagram.
- Tegn moment -diagram.
- Kommenter statisk bestemthet dersom ledd B sløyfes og bjelken gjøres kontinuerlig.

3
6
4
4
3

20

Opplysninger:

Treghtetsmoment for rektangulært tversnitt:

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

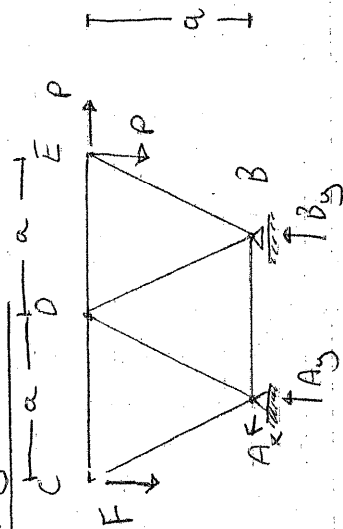
Steiners teorem:

$$I' = I + C^2 \cdot A$$

Bøyepenning:

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot y$$

Oppgave 1



- a) antall ukjente reaksjoner A_x, A_y, B_x, B_y og N_1, N_2, N_3
 $N_4, N_5, N_6, N_7 = 10$
 antall kinetiske punkter 5, likevektslikn. 2, 5 = 10
systemet er statisk bestemt

- b) opplagte krefter

$$\sum F_x = P - A_x = 0$$

$$\Rightarrow \underline{A_x = P}$$

$$\sum M_A = P \cdot a + P \cdot \frac{3}{2}a - a \cdot B_y - \frac{a}{2} \cdot F = 0$$

$$\Rightarrow \underline{B_y = \frac{5}{2}P - \frac{F}{2}}$$

$$\sum F_y = A_y + B_y - P - F = 0$$

$$\underline{A_y = P + F - \left(\frac{5}{2}P - \frac{F}{2}\right) = \frac{3}{2}F - \frac{3}{2}P}$$

c) kva ver tynghet mot A og B

A_y og B_y må vere positive:

$$B_y = \frac{5}{2}P - F_{\frac{1}{2}} > 0$$

$$\frac{5}{2}P > F_{\frac{1}{2}}$$

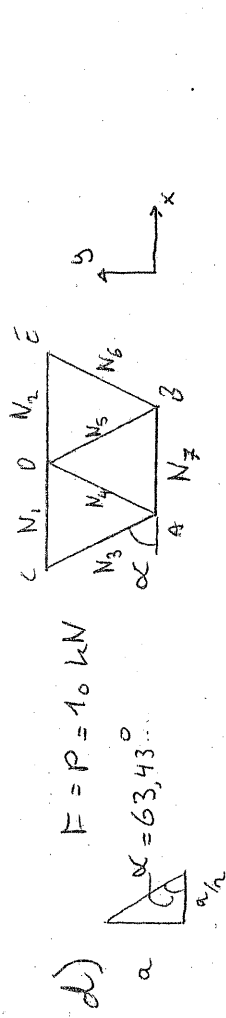
$$\underline{5 > \frac{F}{P}}$$

$$A_y = \frac{3}{2}F - \frac{3}{2}P > 0$$

$$\frac{3}{2}F > \frac{3}{2}P$$

$$\underline{\frac{F}{P} > 1}$$

$$\underline{\underline{\frac{F}{P} \in (1, 5)}}$$



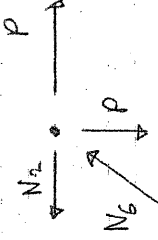
bedd C

$$\begin{aligned} \sum F_y &= -P + N_3 \cdot \sin \alpha = 0 \\ N_3 &= \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{10}{\sin 63,43^\circ} = \underline{\underline{11,2 \text{ kN (tynghet)}}} \end{aligned}$$

$$\sum F_x = N_1 - N_3 \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{N_1 = \cos \alpha \cdot \left(\frac{P}{\sin \alpha} \right) = 5 \text{ kN (strekke)}}}$$

bedd E



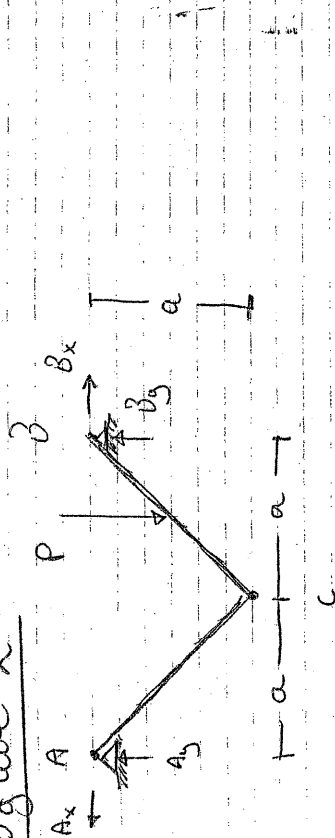
$$\sum F_y = -P + N_6 \cdot \sin \alpha = 0$$

$$\underline{\underline{N_6 = \frac{P}{\sin \alpha} = 11,2 \text{ kN (tynghet)}}}$$

$$\sum F_x = P + \cos \alpha \cdot N_6 - N_2 = 0$$

$$\underline{\underline{N_2 = P + \cos \alpha \cdot \left(\frac{P}{\sin \alpha} \right) = \frac{3}{2}P = 15 \text{ kN (strekke)}}}$$

Oppgave 2



- a) ukjente reaksjoner: $A_x, A_y, B_x, B_y, C_x, C_y = 6$
antall elementer $e=2$, likevektslikninger $L=3 \cdot e=3 \cdot 2=6$

systemet er statisk bestemt.

- b) opplagte krefter

$$\sum M_A = \frac{3}{2} \cdot a \cdot P - 2 \cdot a \cdot B_y = 0$$

$$B_y = \frac{\frac{3}{2} \cdot a \cdot P}{2a} = \frac{3}{4} \cdot P$$

$$\sum F_y = A_y + B_y - P = 0$$

$$A_y = P - \frac{3}{4}P = \frac{1}{4}P$$

element CB

$$\sum M_C = a \cdot \frac{1}{2} \cdot P - a \cdot \frac{3}{4}P + a \cdot B_x = 0$$

$$B_x = \frac{\frac{3}{4}P \cdot a - \frac{1}{2}P \cdot a}{a} = \frac{1}{4}P$$

$$\sum F_x = B_x - A_x = 0$$

$$A_x = B_x = \frac{1}{4}P$$

- c) krefter i ledet C

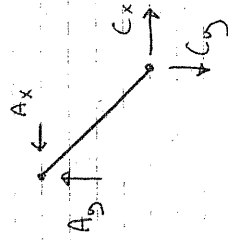
Bjelke AC

$$\sum F_x = C_x - A_x = 0$$

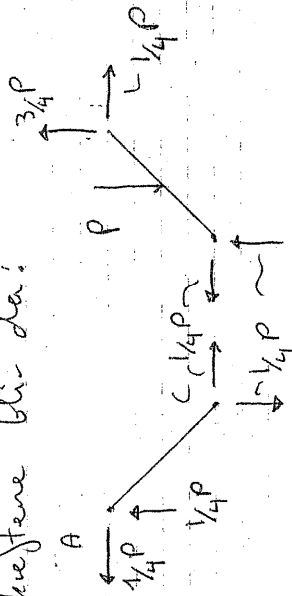
$$C_x = A_x = \frac{1}{4}P$$

$$\sum F_y = A_y - C_y = 0$$

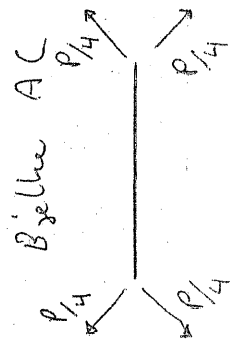
$$C_y = A_y = \frac{1}{4}P$$



kreftere blir da:

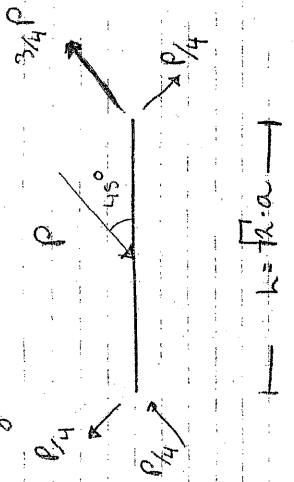


- d) skjærkraft diagram

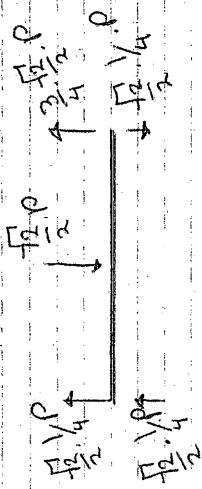


skjærkomponente
oppveier hverandre
AC er en aksialstav.

Bjelke BC

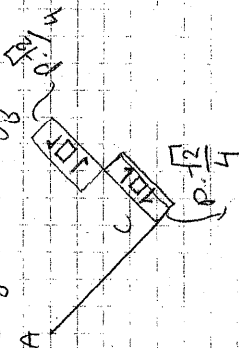


skjær komponenter

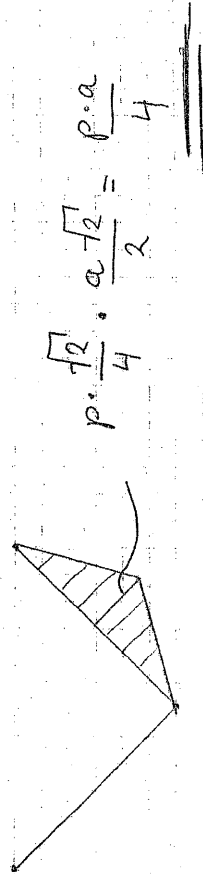


$$P \cdot \frac{\sqrt{2}}{4} \sim \boxed{101} \quad \boxed{101} \sim \frac{\sqrt{2}}{4} P$$

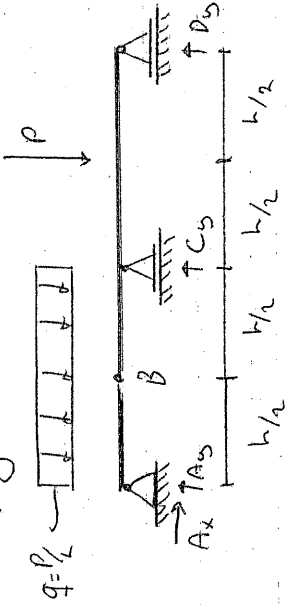
skjær kraft diagram



e) momentdiagram



Oppgave 3



a) antall uavhengte krefter $A_x, A_y, B_x, B_y, C_y, D_y = 6$

antall elementer $e = 2$

likevektslikninger $(= 3 \cdot 2 = 3 \cdot 2 = 6)$

systemet er statisk bestemt.

b) opplagene reageringer

Bjelke AB:

$$\sum M_A = \frac{1}{4} \cdot 9 \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cdot B_y = 0$$

$$B_y = \frac{\frac{1}{4} \cdot 9 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{9}{4}$$

$$\sum F_y = A_y - \frac{1}{2} \cdot 9 + B_y = 0$$

$$A_y = \frac{1}{2} \cdot 9 - \frac{9}{4} = \frac{9}{4}$$

Begleite BCD

$$\sum M_C = \frac{1}{2} \cdot P - \frac{1}{4} \cdot \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cdot P_y = 0$$

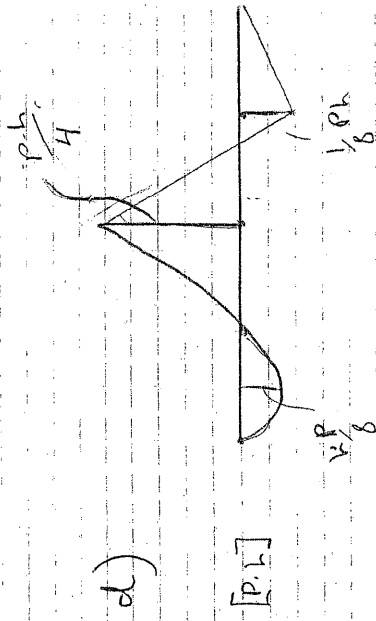
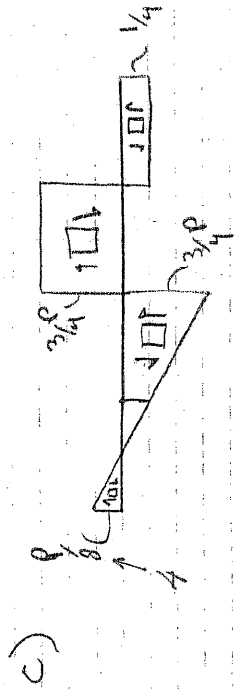
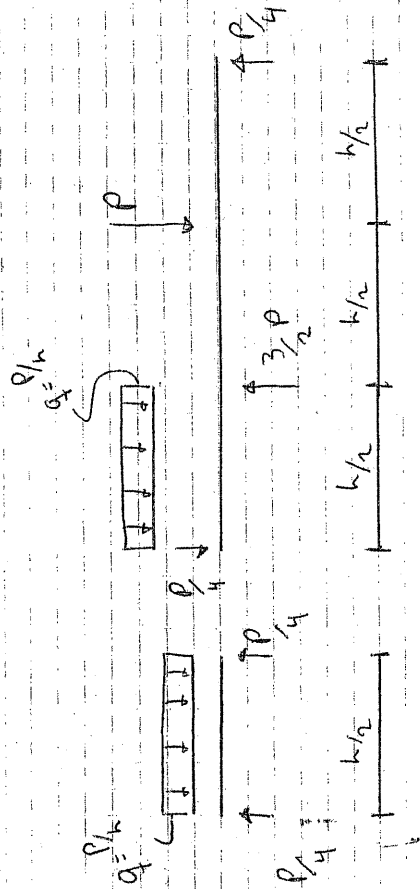
$$\Rightarrow P_y = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} P - \frac{1}{8} P - \frac{1}{8} P \right) = \frac{1}{4} P$$

$$\sum F_y = C_y + D_y - B_y - P - \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2} = 0$$

$$C_y = P + \frac{P}{2} + \frac{P}{4} - \frac{P}{4} = \frac{3P}{2}$$

Begleite ABCD

$$\sum F_x = A_x = 0$$



e) ved kontinuerlig beglæ

$$\text{antal uagente } A_x A_y E_y D_y = 4$$

$$\text{antal elementer } e = 1$$

$$\text{lienevælt } l = 3 \cdot e = 3 \cdot 1 = 3$$

systeet er 1 gange statisk
uberstent

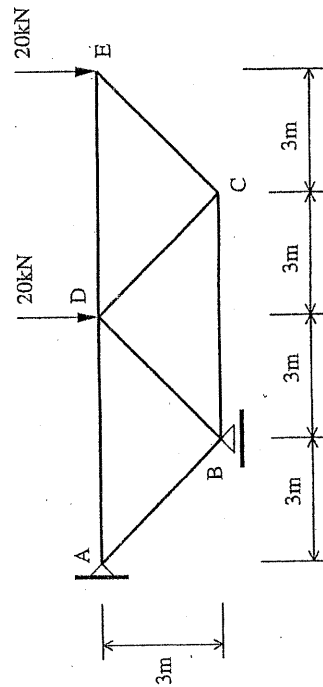
EKSAMEN I EMNE
SIB7005 KONSTRUKSJONSMEKANIKK - LIKEVEKTSLÆRE

Onsdag 11. desember, 2002
Tid: kl 09.00 - 14.00

Hjelpemidler : D - Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.
Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

Sensur innen 10. januar, 2003.

OPPGAVE 1 (Vekt 0,2)

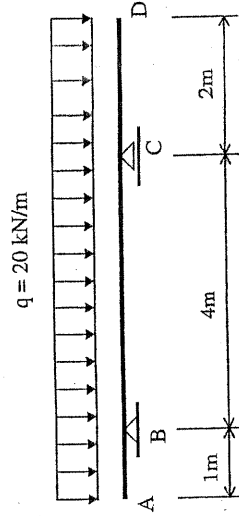


Figur 1

Figur 1 viser et ideelt fagverk som er opplagret fritt dreibart og uforskyvelig i A, og fritt dreibart og ferskyvelig horisontalt i B. Fagverket er belastet med konsentrerte laster i knutepunkt D og E.

- 5 a) Vis at konstruksjonen er statisk bestemt.
- 5 b) Beregn opplagerreaksjoner i A og B.
- 10 c) Beregn alle stavkrefter i fagverket, og vis på figur eller i tabell hvilke staver som har trykk- eller strekkrefter.

OPPGAVE 2 (Vekt 0,2)



Figur 2

Figur 2 viser en bjelke som er lagret fritt dreibart og uforskyvelig i B, og i horisontalt ferskyvelig i C.

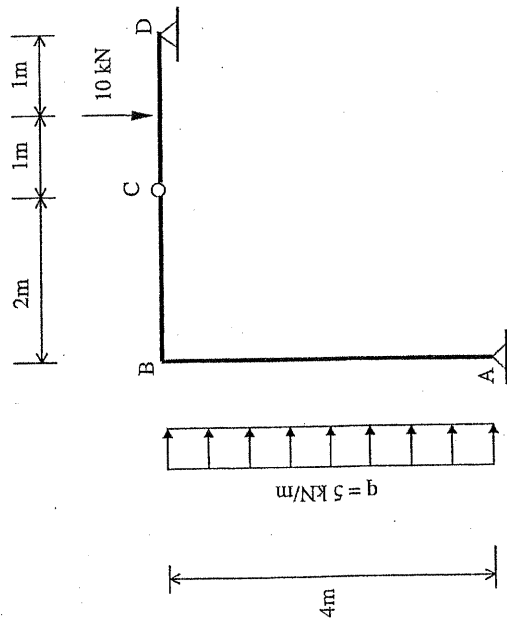
Bjelken har usymmetriske overheng AB og CD, og er belastet med en jevn bjelkens lengde.

- 5 a) Beregn opplagerreaksjoner i B og C
- 15 b) Beregn og tegn moment- og skjærkraftdiagram langs bjelken.

Påvis spesielt hvor langt fra opplager B det største momentet som gir opptrer, og bestem størrelsen av dette maksimalmomentet.

Vis skjærkraftretning med virkningssymboler i diagrammet.

OPPGAVE 3 (Vekt 0,2)



Figur 3

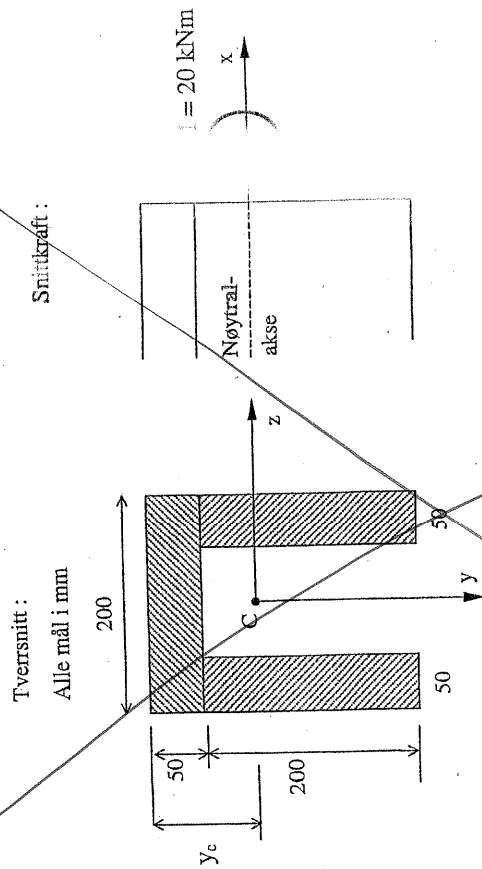
Figur 3 viser en ramme med et indre ledd i C. Rammen er lagret fritt dreibart og uforskyvelig i A og D.

Rammen er belastet med en jevnt fordelt last langs AB, og en konsentrert last midt på CD.

- 5 a) Vis at konstruksjonen er statisk bestemt
- 5 b) Beregn reaksjonskrefter i A og D, og leddkrefter i C. Tegn kraftbilde.
- 5 c) Beregn og tegn moment-, skjær- og aksialkraftdiagram for hele rammen.

Vis krafttreninger med virkningssymboler i diagrammene.

OPPGAVE 4 (Vekt 0,15)



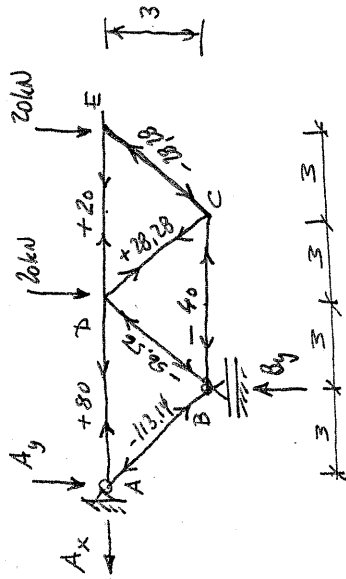
Figur 4

Figur 4 viser et bjelketverrsnitt som er limt sammen av tre planker.

Figuren viser også et snitt gjennom bjelken som er påkjent av et bøyemoment $M = 20 \text{ kNm}$.

- 5 a) Beregn beliggenhet av arealsenter (tyngdepunkt) C for det sammensatte tverrsnittet (avstand y_c fra overkant bjelke).
- 5 b) Beregn andre arealmoment I_z om z-akse gjennom arealsentret.
- 5 c) Beregn maksimal strekk- og trykkspenning pga M i tverrsnittet, og vis spenningfordeling over tverrsnittshøyden på skisse.

OPPG. 1



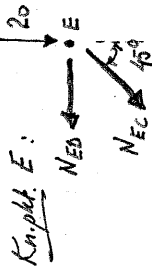
- a) Ukjente reaksjoner: $r = 3$ } $r + s = 10$ ukjente
 — 4 — statiskefter: $s = 7$
 Antall kn.punkter: $k = 5 \Rightarrow 2k = 10$ likv. lign.

Dvs: $r + s = 2k \Rightarrow$ STATISK BESTEMT

b) Reaksjonskrefter:

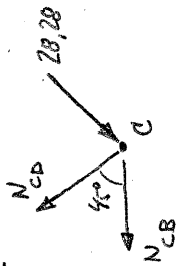
$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0: B_y \cdot 3 - 20 \cdot 6 - 20 \cdot 12 = 0 \\ B_y &= \frac{1}{3} (120 + 240) = \underline{\underline{120 \text{ kN}}} \\ \sum F_y &= 0: A_y - B_y + 20 + 20 = 0 \\ A_y &= 120 - 20 - 20 = \underline{\underline{80 \text{ kN}}} \\ \sum F_x &= 0: A_x = 0 \end{aligned}$$

c) Statiskefter:



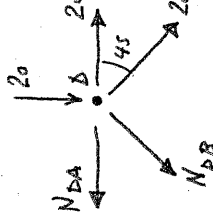
$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0: \frac{N_{EC}}{\sqrt{2}} + 20 = 0 \Rightarrow N_{EC} = \underline{\underline{-28.28 \text{ kN}}} \quad (\text{trykke}) \\ \sum F_x &= 0: N_{ED} + \frac{N_{EC}}{\sqrt{2}} = 0 \\ N_{ED} &= -\frac{N_{EC}}{\sqrt{2}} = -\left(\frac{-28.28}{\sqrt{2}}\right) = \underline{\underline{20 \text{ kN}}} \quad (\text{strekke}) \end{aligned}$$

Kn.pkt. C



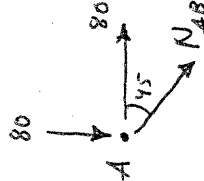
$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0: \frac{N_{CD}}{\sqrt{2}} = \frac{28.28}{\sqrt{2}} \Rightarrow N_{CD} = \underline{\underline{28.28 \text{ kN}}} \quad (\text{strekke}) \\ \sum F_x &= 0: N_{CB} + \frac{N_{CD}}{\sqrt{2}} + \frac{28.28}{\sqrt{2}} = 0 \\ N_{CB} &= -20 - 20 = \underline{\underline{-40 \text{ kN}}} \quad (\text{trykke}) \end{aligned}$$

Kn.pkt. D



$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0: \frac{N_{DB}}{\sqrt{2}} + 20 + \frac{28.28}{\sqrt{2}} = 0 \\ N_{DB} &= (-20 - 20)\sqrt{2} = \underline{\underline{-56.56 \text{ kN}}} \quad (\text{trykke}) \\ \sum F_x &= 0: N_{DA} + \frac{N_{DB}}{\sqrt{2}} - \frac{28.28}{\sqrt{2}} - 20 = 0 \\ N_{DA} &= -40 - 20 - 20 = 0 \\ N_{DA} &= \underline{\underline{80 \text{ kN}}} \quad (\text{strekke}) \end{aligned}$$

Kn.pkt. A



$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0: \frac{N_{AB}}{\sqrt{2}} = -80 \\ N_{AB} &= -80\sqrt{2} = \underline{\underline{-113.14 \text{ kN}}} \quad (\text{trykke}) \end{aligned}$$

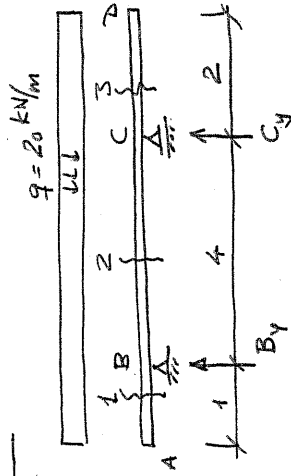
TABELL:

Stavkraft	Strekke	Trykke
N_{AB}		-113,14
N_{AD}	80	
N_{BD}		-56,56
N_{BC}		-40
N_{CD}	28,28	
N_{CE}		-28,28
N_{DE}	20	

(Gyldig tegnet
pi figur)

Likelihoodskontroll
 kan utføres
 i kn.pkt. B

OPPIANE.2



a) Opplysningsreaksjoner:

$$\sum M_B = 0: C_y \cdot 4 + 20 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} - 20 \cdot 6 \cdot 3 = 0$$

$$C_y = \frac{1}{4} (360 - 10) = \underline{\underline{87,5 \text{ kN}}}$$

$$\sum F_y = 0: B_y + C_y - 20 \cdot 7 = 0$$

$$B_y = 140 - 87,5 = \underline{\underline{52,5 \text{ kN}}}$$

$$(\sum F_x = 0: B_x = 0)$$

b) H- og V-diagram:

AB, smitt 1: $q = 20$

$$\sum F_y = 0: V = -20x \Rightarrow V_B = -20 \text{ kN}$$

$$\sum M = 0: M = -20 \cdot x \cdot \frac{x}{2} = -10x^2 \Rightarrow M_B = -10 \text{ kNm}$$

BC, smitt 2: $q = 20$

$$\sum F_y = 0: V = 52,5 - 20x$$

$$V = 0: x = \frac{52,5}{20} = 2,625 \text{ m} \quad (\text{Her finnes } M_{\text{max}})$$

$$\sum M = 0: M = 52,5(x-1) - 20 \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$

$$M = 52,5x - 52,5 - 10x^2$$

$$M_B = 52,5 \cdot 1 - 52,5 - 10 = -10 \text{ kNm}$$

$$M_C = 52,5 \cdot 5 - 52,5 - 10 \cdot 5^2 = -40 \text{ kNm}$$

S.2.1

$$M_{\text{max}} = M(x=2,625) = 52,5 \cdot 2,625 - 52,5 - 10 \cdot 2,625^2$$

$$= \underline{\underline{16,41 \text{ kNm}}}$$

og finnes x=1 = 1,625 m til høyre for B

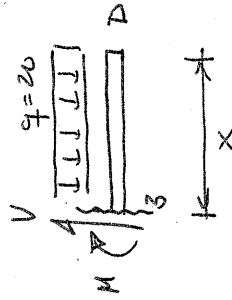
CD, smitt 3

$$\sum F_y = 0: V = 20x \Rightarrow V_C = 40 \text{ kN}$$

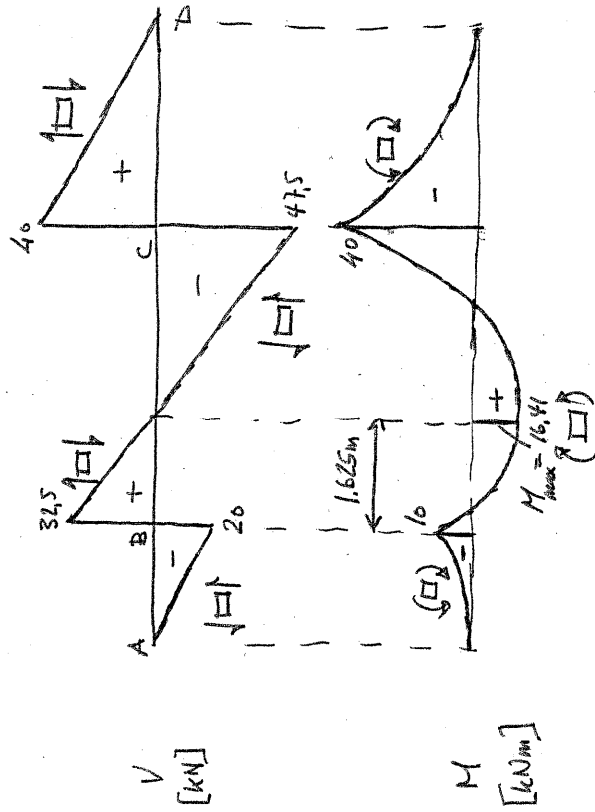
$$\sum M = 0:$$

$$M = -20 \cdot x \cdot \frac{x}{2} = -10x^2$$

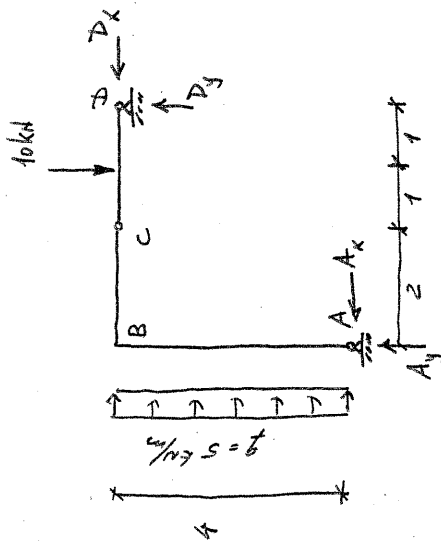
$$M_C = -10 \cdot 2^2 = -40 \text{ kNm}$$



Diagrammer:



S.2.2



- a) 4 ubjunkte reaksjoner (A og D) } 6 ubjunkte \Rightarrow STATISK BESTEMT!
 2 ubjunkte ledelastninger (C) }
 Del ABC: 3 LVL } 6 LVL
 Del CD: 3 LVL }

b) Reaksjoner og ledelastninger:

CD: $D_x = 10$ $D_y = 5$ $C_y = D_y = 5$

Hele ramma:

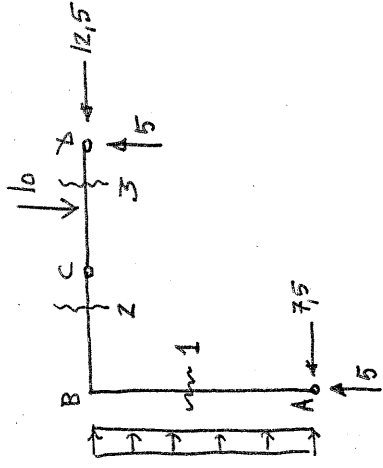
$\sum M_A = 0: D_x \cdot 4 + D_y \cdot 3 - 10 \cdot 3 - 5 \cdot 4 \cdot \frac{4}{2} = 0$
 $D_x = (30 + 40 - 5 \cdot 4) \cdot \frac{1}{4} = \frac{50}{4} = 12,5$

$\sum F_x = 0: A_x + D_x - 5 \cdot 4 = 0$
 $A_x = 20 - 12,5 = 7,5$

$\sum F_y = 0: A_y + D_y - 10 = 0 \Rightarrow A_y = 10 - 5 = 5$

CD: $C_x = D_x = 12,5$

Kraftbilde:



c) Diagrammer:

AB, smitt 1:

$\sum F_x = 0: V + 5x - 7,5 = 0$
 $V = 7,5 - 5x$ $V_A = 7,5$ kN
 $V_B = -12,5$ kN
 $V = 0: x = \frac{7,5}{5} = 1,5$ m

$\sum M = 0: M + 5x \cdot \frac{x}{2} - 7,5x = 0$

$M = 7,5x - 2,5x^2 \Rightarrow M_B = 7,5 \cdot 3 - 2,5 \cdot 3^2 = -10$ kNm
 $M_B = -10$ kNm

$M_{max} = 7,5 \cdot 1,5 - 2,5 \cdot 1,5^2 = 5,63$ kNm
 (max strekke innvirk)

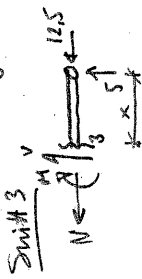
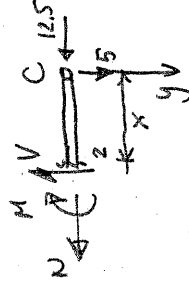
$\sum F_y = 0: N = -5$ kN

$V = 5$ kN

$N = -12,5$ kN

$M = -5x$ $M_C = 0$ (ok!)
 $M_B = -10$ (ok!)

$V = -5$ kN, $N = -12,5$ kN
 $M = 5x \Rightarrow M_{max} = 5 \cdot 1 = 5$ kNm



OPPGAVER 4

a) Arealcenter, C :

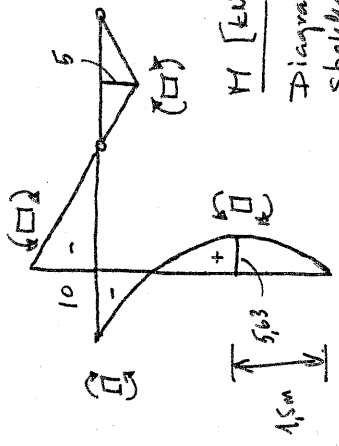
Hun fjelle: $A_1 = 50 \cdot 200 = 10^4 \text{ mm}^2$

Helt trekant: $A = 3A_1 = 3 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$

$y_c A = 2 \cdot 150 \cdot 10^4 + 25 \cdot 10^4$

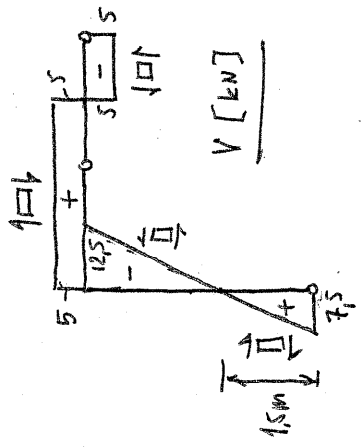
$y_c = \frac{(300 + 25) \cdot 10^4}{3 \cdot 10^4} = 108,3 \text{ mm}$

Diagram tegnet på
skisseide.

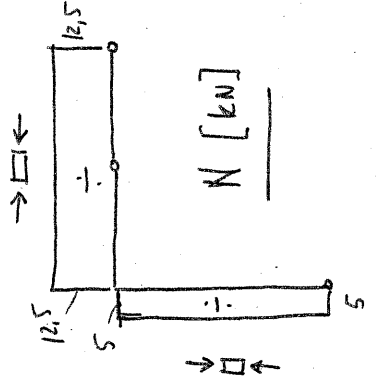


$M \text{ [kNm]}$

$V \text{ [kN]}$

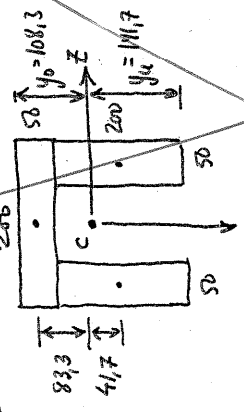


$N \text{ [kN]}$



b) Andre arealmoment, I_z :

$$I_z = 2 \cdot \left(\frac{50 \cdot 200^3}{12} + 41,7 \cdot 10^4 \right) + \frac{200 \cdot 50^3}{12} + 823,3 \cdot 10^4$$
$$= (6,667 + 3,478 + 0,208 + 6,939) \cdot 10^7$$
$$I_z = 17,29 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$



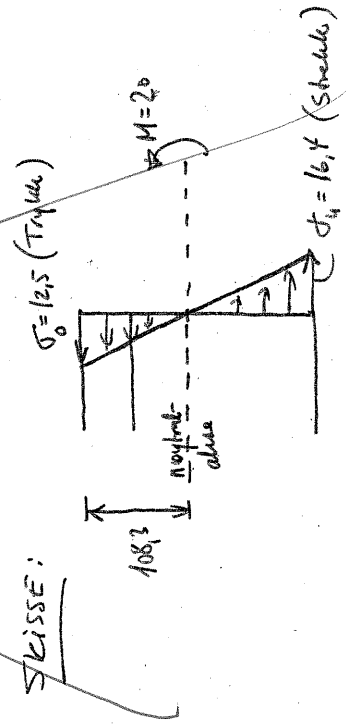
c) Max Støkkspenning (underkant):

$$\sigma_u = \frac{M}{I_z} y_u = \frac{20 \cdot 10^6}{17,29 \cdot 10^7} \cdot 141,7 = 16,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Max trykkespenning (overkant)

$$\sigma_o = \frac{M}{I_z} y_o = \frac{20 \cdot 10^6}{17,29 \cdot 10^7} \cdot (-108,3) = -12,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

SKISSE:



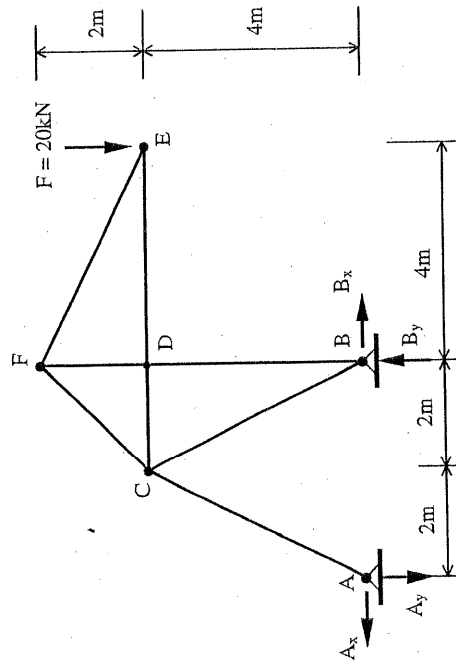
**EKSAMEN I EMNE
SIB7006 KONSTRUKSJONSMEKANIKK - LIKEVEKTSLÆRE**

Onsdag 21.mai, 2003
Tid: kl 09.00 - 14.00

Hjelpemidler : D - Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.
Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

Sensur : 16.juni, 2003.

OPPGAVE 1 (Vekt 0,3)

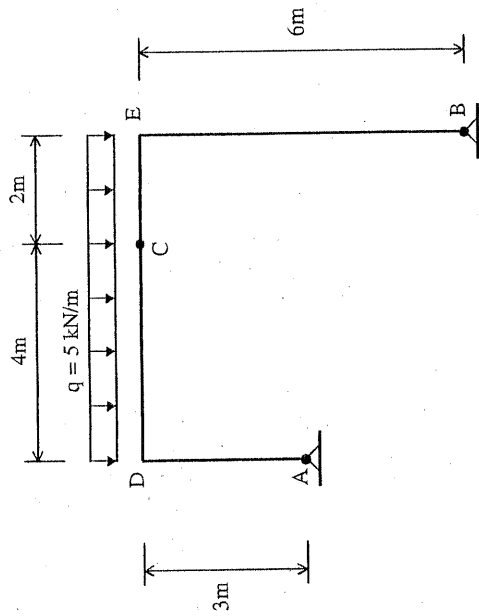


Figur 1

Figur 1 viser et ideelt fagverk som er lagret fritt dreibart og uforskyvlig i A og B. Fagverket er belastet med en konsentrert last, $F = 20 \text{ kN}$, i knutepunkt E.

- Vis at konstruksjonen er statisk bestemt
- Beregn opplagerreaksjoner A_x , A_y , B_x og B_y
- Beregn alle stavkrefter i fagverket, og vis på figur eller i tabell om det er strekk eller trykk i stavene

OPPGAVE 2 (Vekt 0,3)



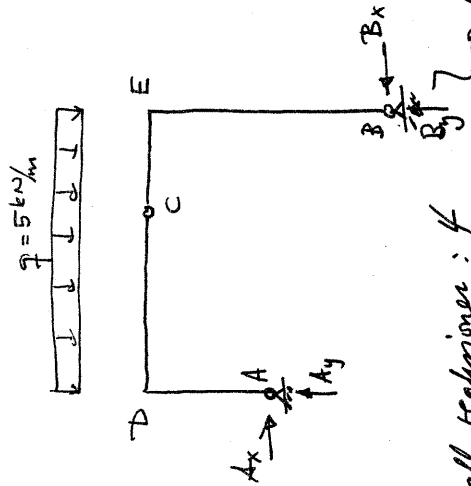
Figur 2

Figur 2 viser en ramme med et indre ledd i C. Rammen er lagret fritt dreibart og uforskyvlig i A og B.

Rammen er belastet med en jevnt fordelt last, $q = 5 \text{ kN/m}$, langs DE.

- Vis at konstruksjonen er statisk bestemt
- Beregn opplagerreaksjoner i A og B, og leddkrefter i C. Tegn kraftbilde.
- Beregn og tegn moment-, skjær- og aksialkraftdiagram for hele rammen. Vis kraftretninger med virkningssymboler i diagrammene.

OPPGRÅVE 2



- a) Antall reaksjoner: 4
Antall indre leddekrefter i C: 2 \Rightarrow 6 ukjente

2 konstr. deler (ADC og CEB) med \Rightarrow 6 likn. lign

3 l.v. lign. mener

Dvs. Antall ukjente = Antall likn. lign \Rightarrow STATISK BESTEMT!

- b) Hele ramma:

$$\sum M_A = 0: B_y \cdot 6 - B_x \cdot 3 - q \cdot 6 \cdot \frac{6}{2} = 0 \quad (1)$$

$$2B_y - B_x = 30$$

Rammedel BEC:

$$\sum M_C = 0: B_y \cdot 2 - B_x \cdot 6 - q \cdot 2 \cdot \frac{2}{2} = 0 \quad (2)$$

$$B_y - 3B_x = 5$$

$$(2) \Rightarrow B_y = 3B_x + 5 \quad (3)$$

$$(3) \text{ i } (1): 2(3B_x + 5) - B_x = 30 \Rightarrow 5B_x = 20 \Rightarrow B_x = 4 \text{ kN}$$

$$6B_x + 10 - B_x = 30 \Rightarrow 5B_x = 20 \Rightarrow B_x = 4 \text{ kN}$$

$$(3): B_y = 3B_x + 5 = 3 \cdot 4 + 5 = 17 \text{ kN}$$

Hele ramma:

$$\sum F_x = 0: A_x = B_x = 4 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0: A_y + B_y - q \cdot 6 = 0$$

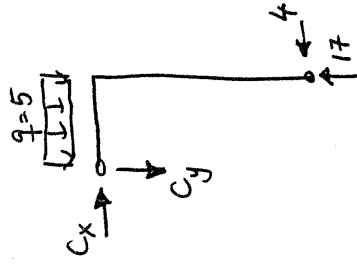
$$A_y = 30 - 17 = 13 \text{ kN}$$

KREFTER i C:

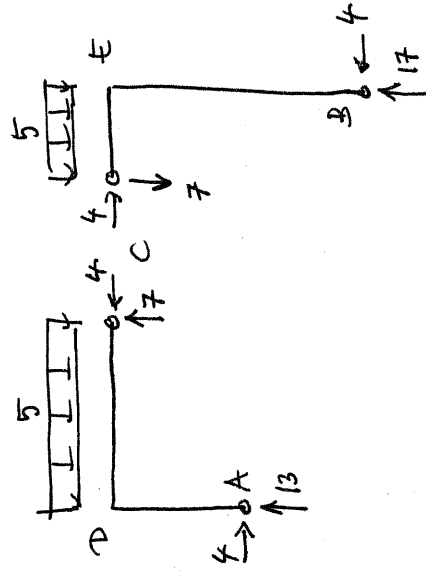
$$\sum F_x = 0: C_x = 4 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0: C_y + q \cdot 2 - 17 = 0$$

$$C_y = 17 - 10 = 7 \text{ kN}$$

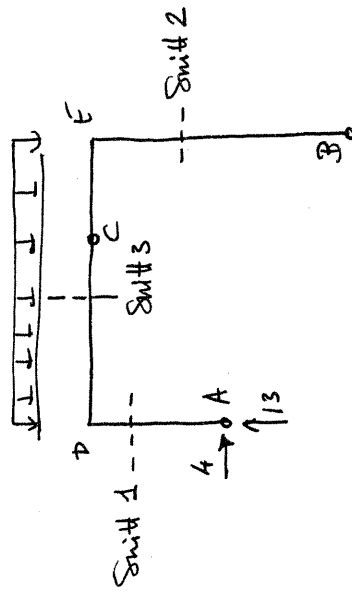


KRAFTBILDE:

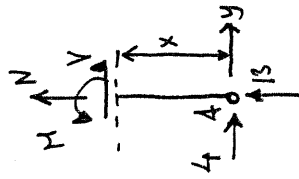


S.2.3

c) M, V, or N-diagram:



Snitt 1:



$$\sum F_x = 0: N = -13 \text{ kN} \quad (\text{tryk})$$

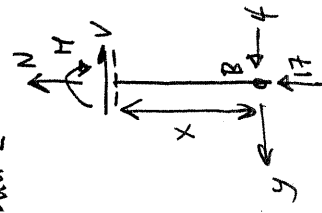
$$\sum F_y = 0: V = -4 \text{ kN}$$

$$\sum M_{\text{Snitt 1}} = 0: M + 4x = 0$$

$$M = -4x \quad (\text{Skalle på utside, linear})$$

$$\text{Hjørne D: } M(x=3) = -4 \cdot 3 = -12 \text{ kNm}$$

Snitt 2:



$$\sum F_x = 0: N = -17 \text{ kN} \quad (\text{tryk})$$

$$\sum F_y = 0: V = 4 \text{ kN}$$

$$\sum M_{\text{Snitt 2}} = 0: M + 4x = 0$$

$$M = -4x$$

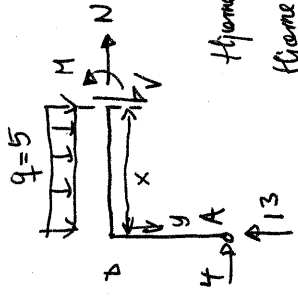
$$\text{Hjørne E: } M(x=6) = -4 \cdot 6 = -24 \text{ kNm}$$

Skalle utside, linear.

Skalle utside, linear.

S.2.4

Snitt 3: (Gyldig for hele BE)



$$\sum F_x = 0: N = -4 \text{ kN} \quad (\text{tryk})$$

$$\sum F_y = 0: V + q \cdot 6 - 13 = 0$$

$$V = 13 - 5 \cdot 6 = -17 \text{ kN} \quad (\text{linear})$$

$$\text{Hjørne D: } x=0: V = 13 \text{ kN}$$

$$\text{Hjørne E: } x=6: V = 13 - 5 \cdot 6 = -17 \text{ kN}$$

$$V=0: 13 - 5x = 0 \Rightarrow x = \frac{13}{5} = 2,6 \text{ m}$$

(Her har H maks verdi)

$$\sum M_{\text{Snitt 3}} = 0: M + 4 \cdot 3 + q \cdot x \cdot \frac{x}{2} - 13x = 0$$

$$M = 13x - 2,5x^2 - 12 \quad (\text{2. grads - parabel})$$

$$\text{Hjørne D: } M(x=0) = M_D = -12 \text{ kNm} \quad (\text{skalle overide})$$

$$\text{Hjørne E: } M(x=6) = M_E = 13 \cdot 6 - 2,5 \cdot 6^2 - 12 = -24 \text{ kNm} \quad (\text{skalle overide})$$

$$M_{\text{max}} = M(x=2,6) = 13 \cdot 2,6 - 2,5 \cdot 2,6^2 - 12 = 4,9 \text{ kNm} \quad (\text{skalle underide})$$

Diagrammer:

