

UITWERKINGSFORMULIER

Hertentamen CTB1110

CT1031 / CT1036-1

CONSTRUCTIEMECHANICA 1

24 januari 2014

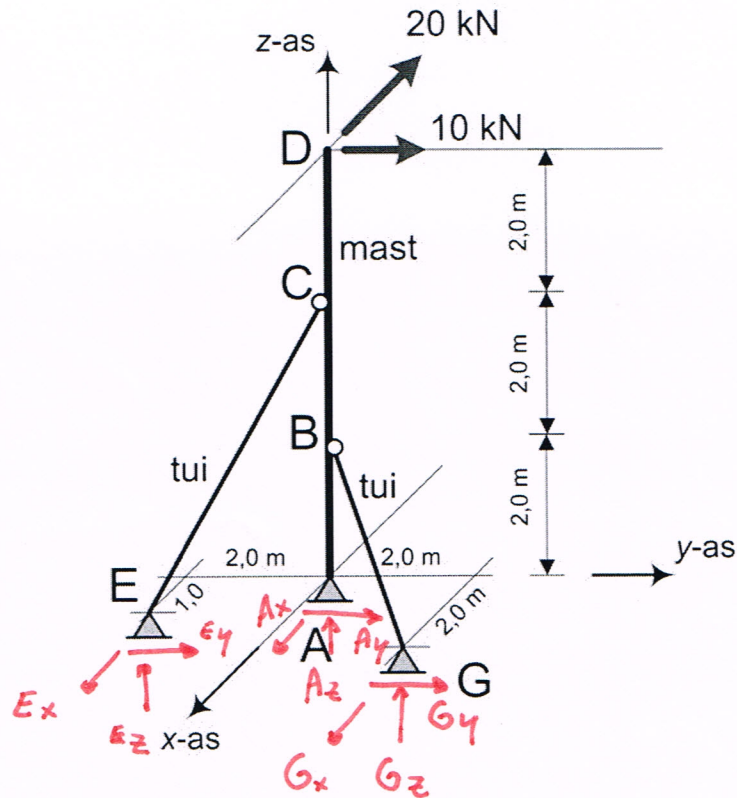
09:00 – 12:00 uur (180 min)

- Dit tentamen bestaat uit 5 **opgaven**.
- Als de kandidaat niet voldoet aan de eisen tot deelname wordt het werk niet beoordeeld.
- Werk de opgaven uit op het **antwoordformulier en lever alleen deze bladen in**.
- Vermeld op elk blad rechtsboven uw **naam** en **studienummer**
- In de beoordeling van het werk wordt ook de **netheid** van de presentatie betrokken
- Het gebruik van een grafische rekenmachine zonder pdf weergave en/of internetverbinding is toegestaan
- Het gebruik van mobiele telefoons en/of tablets of pda's met of zonder internetverbinding is tijdens het tentamen is niet toegestaan, dus uitzetten en van tafel verwijderen !
- Let op de aangegeven tijd per vraagstuk
- Tenzij anders vermeld speelt het eigen gewicht geen rol en zijn katrollen en scharnierende verbindingen wrijvingsloos. Voor de valversnelling g mag 10 m/s^2 worden aangehouden.

--	--	--	--	--	--	--

Opgave 1 (ongeveer 35 minuten)

Een **mast** van 6 m is om de 2,0 m getuid met de hieronder weergegeven **tuien** EC en GB. De masttop wordt belast met twee puntlasten zoals aangegeven in de figuur. De mast is scharnierend opgelegd in A maar is zo gemonteerd dat deze niet kan draaien om de eigen staafas.



Vragen:

a) Bepaal de reactiekrachten in de z-richting in E, A en G.

$$\sum F_z = A_z + E_z + G_z = 0$$

$$\sum M|_{y-as} = G_z \cdot 2 + E_z \cdot 1 + 20 \cdot 6 = 0$$

$$\sum M|_{x-as} = E_z \cdot 2 - G_z \cdot 2 + 6 \cdot 10 = 0$$

$$\rightarrow G_z \cdot 2 = E_z \cdot 2 + 60$$

$$\text{Dus: } E_z \cdot 2 + 60 + E_z \cdot 1 + 120 = 0 \rightarrow E_z = -60 \text{ kN}$$

$$G_z \cdot 2 = E_z \cdot 2 + 60 = -120 + 60 = -60 \text{ kN} \rightarrow G_z = -30 \text{ kN}$$

$$\sum F_z = A_z + E_z + G_z = A_z - 60 - 30 = 0 \rightarrow A_z = 90 \text{ kN}$$

Voor vervolg opgave 1 zie volgend blad ►

- b) Bepaal de overige oplegreacties (grootte en richting) en teken alle oplegreacties in de figuur hieronder, zoals ze in werkelijkheid werken op de constructie.

$$\sum F_x = E_x + G_x + A_x - 20 = 0$$

$$E_x = \frac{-E_z}{4} = 15 \text{ kN} \quad G_x = \frac{-G_z}{2} \cdot 2 = 30 \text{ kN}$$

$$A_x = 20 - 15 - 30 = -25 \text{ kN}$$

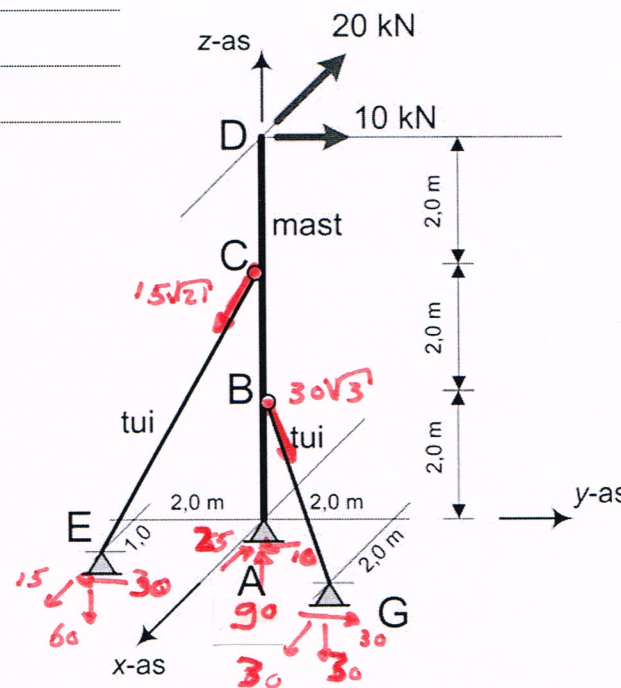
$$\sum F_y = E_y + G_y + A_y + 10 = 0$$

$$\left. \begin{aligned} G_y &= G_x = G_z = 30 \text{ kN} \\ E_y &= \frac{1}{2} \cdot E_z = -30 \text{ kN} \end{aligned} \right\} A_y = -10 \text{ kN}$$

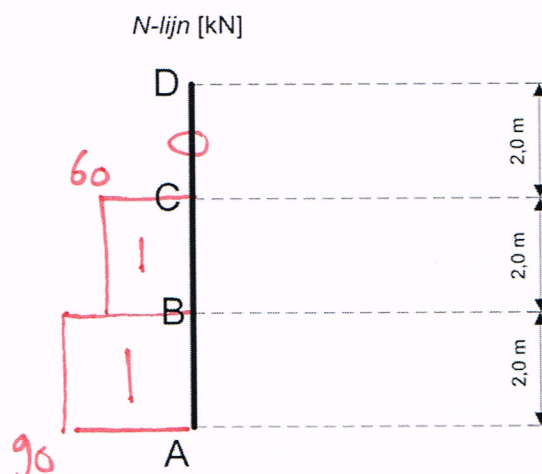
- c) Bepaal de krachten in tui EC en GB en geef aan hoe deze krachten werken op de mast AD.

$$F_{GB} = \sqrt{3 \cdot 30^2} = +30\sqrt{3} \text{ kN (trek)}$$

$$F_{EC} = \sqrt{15^2 + 60^2 + 30^2} = +15\sqrt{21} \text{ kN (trek)}$$



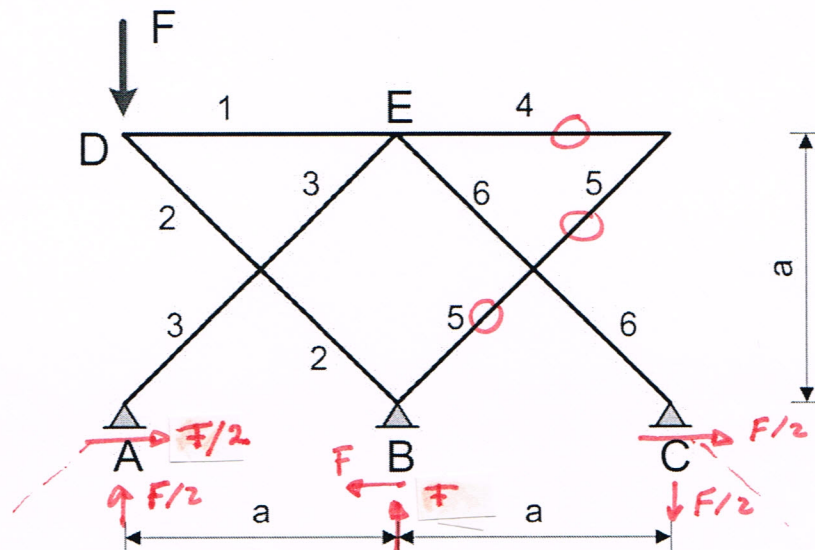
- d) Teken de normaalkrachtenlijn voor de mast AD met de juiste tekens en schrijf de waarden erbij.



--	--	--	--	--	--	--	--

Opgave 2 (ongeveer 40 minuten)

Een vakwerk wordt verticaal belast in D door een puntlast F zoals in de onderstaande figuur is weergegeven. Houd de aangegeven staafnummering aan in de berekeningen.



Vragen:

- Geef in de tekening de voorspelbare nulstaven aan.
- Bereken de oplegreacties en teken deze in de bovenstaande figuur zoals ze in werkelijkheid werken en schrijf de waarden er bij.

$$\sum M|_E = F \cdot a - B_H \cdot a = 0 \quad B_H = F$$

$$B_V = B_H = F$$

$$\sum F_V = -F + B_V + A_V + C_V = 0 \quad A_H = A_V$$

$$\sum F_H = F - A_H + C_H = 0 \quad C_H = C_V$$

$$\text{Dus: } \sum F_V = -F + F + A_V + C_V = 0 \rightarrow A_V = -C_V$$

$$\sum F_H = F - A_H + C_H = F + 2C_V = 0 \rightarrow C_V = -\frac{F}{2} = C_H$$

$$A_V = -C_V = \frac{F}{2} = A_H$$

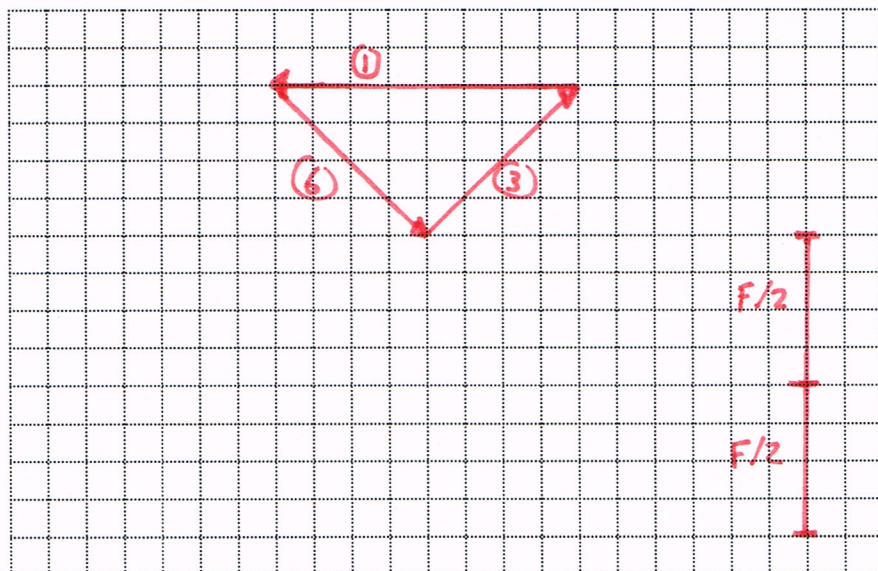
Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--

Staaf	N [kN]
1	F
2	$-F \cdot \sqrt{2}$
3	$-F \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$
4	0
5	0
6	$F \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

Vergeet niet deze tabel in te vullen i.v.m. het automatische leesapparaat.....

d) Teken de krachtenveelhoek voor knooppunt E waar vier staven samen komen.

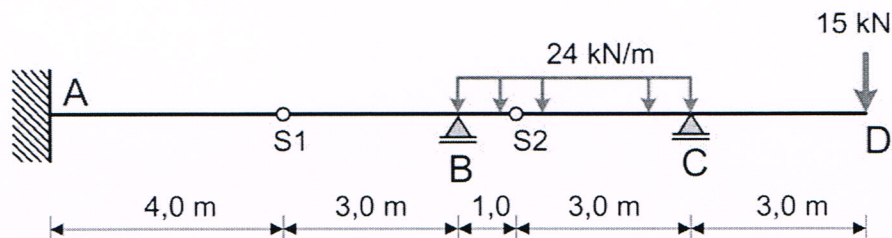


Krachtenveelhoek voor knooppunt E uitgedrukt in F

--	--	--	--	--	--	--

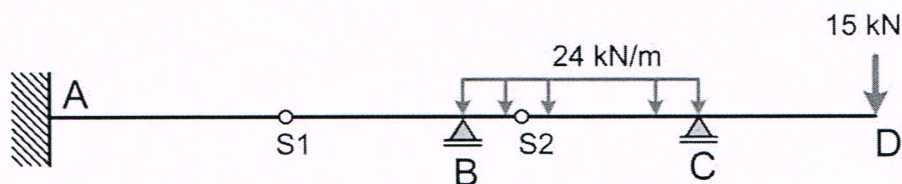
Opgave 3 (ongeveer 30 minuten)

Van de onderstaande scharnierligger met twee scharnieren S1 en S2, wordt gevraagd de krachtsverdeling te bepalen met behulp van het principe van virtuele arbeid. De ligger is in A volledig ingeklemd en met een horizontale rol in B en C ondersteund. Op het uiteinde van het overstek CD wordt de ligger in D belast met 15 kN in de aangegeven richting. Op het deel BC grijpt een gelijkmatig verdeelde belasting aan van 24 kN/m.

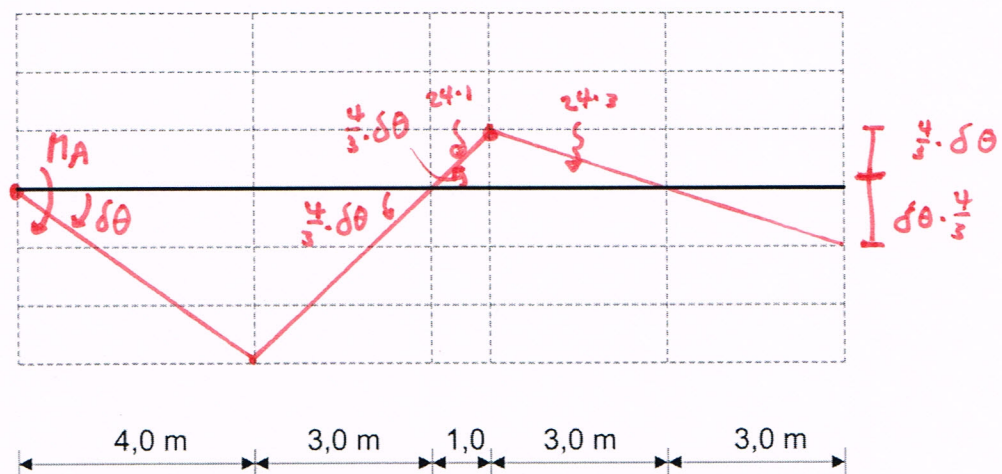


Vragen:

- a) Bepaal met het principe van virtuele arbeid het moment in de ligger in A en C.



M in A



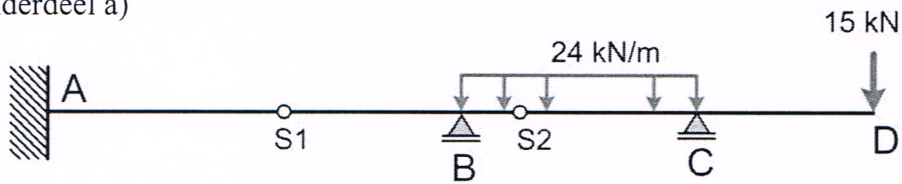
$$\delta A = M_A \cdot \delta \theta - \frac{4}{3} \cdot \delta \theta \cdot \frac{1}{2} \cdot 24 \cdot 1 - \frac{4}{3} \cdot \delta \theta \cdot \frac{1}{2} \cdot 24 \cdot 3 + \frac{4}{3} \cdot \delta \theta \cdot 1 \cdot 15 = 0$$

$$M_A = 16 + 48 - 20 = 44 \text{ kNm}$$

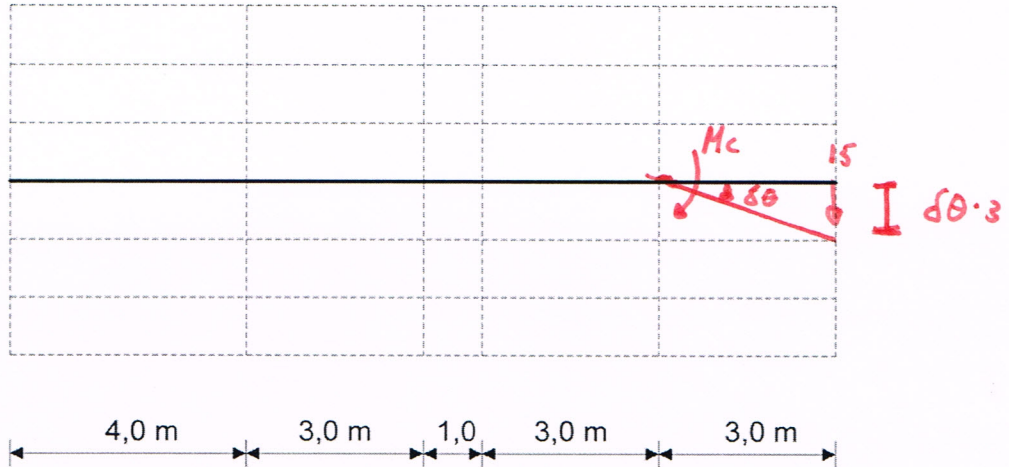
Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--

vervolg onderdeel a)



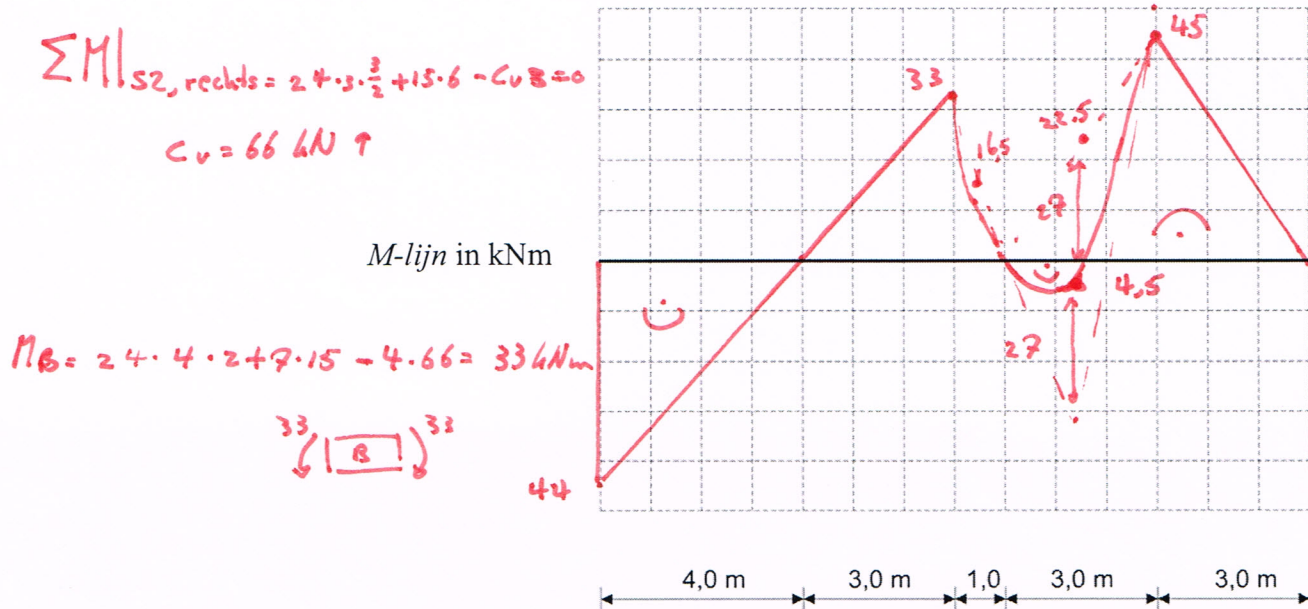
M in C



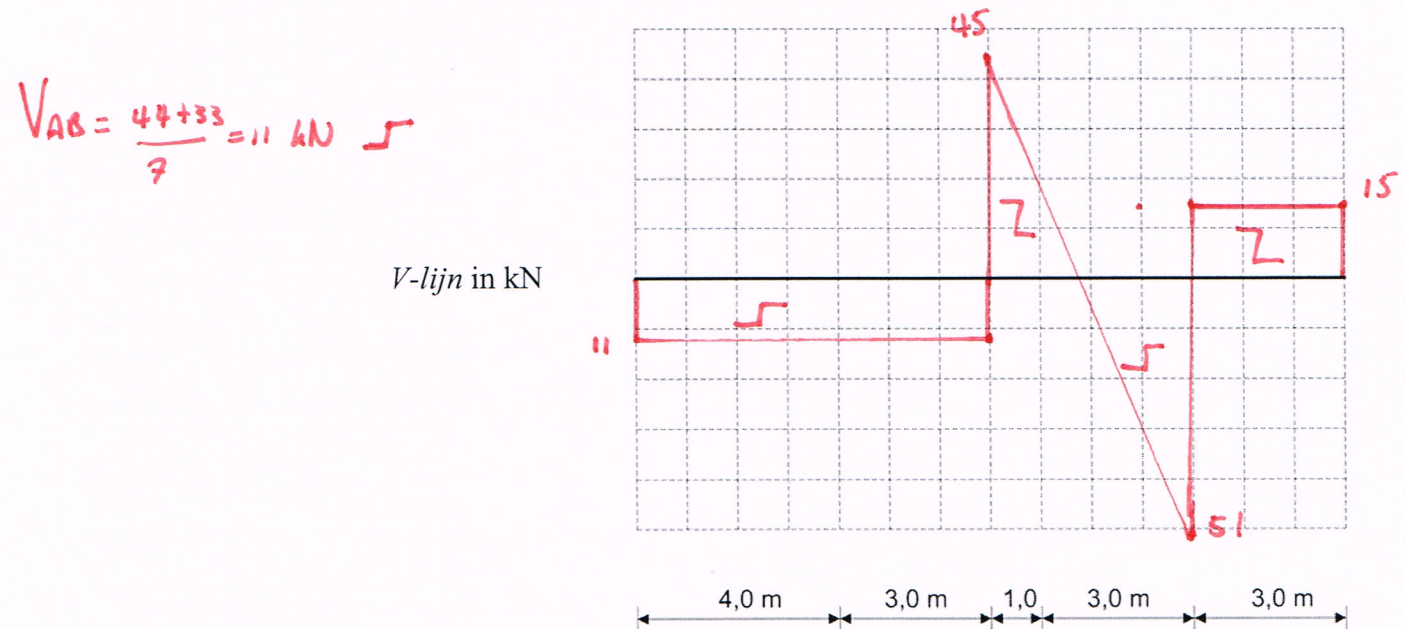
$$\delta A = +M_c \cdot \delta\theta + 15 \cdot \delta\theta \cdot 3 = 0 \rightarrow M_c = -45 \text{ kNm}$$

--	--	--	--	--	--	--

- b) Teken voor de gehele constructie de M -lijn inclusief de vervormingstekens. Schrijf de waarden op de karakteristieke punten erbij.



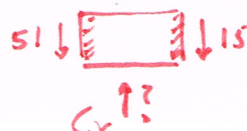
- c) Teken voor de gehele constructie de V -lijn inclusief de vervormingstekens. Schrijf de waarden op de karakteristieke punten erbij.



- d) Bepaal uit de V -lijn de oplegreactie in C.

Ter plaatsse van C vinden we een sprong van 66 kN in de V -lijn

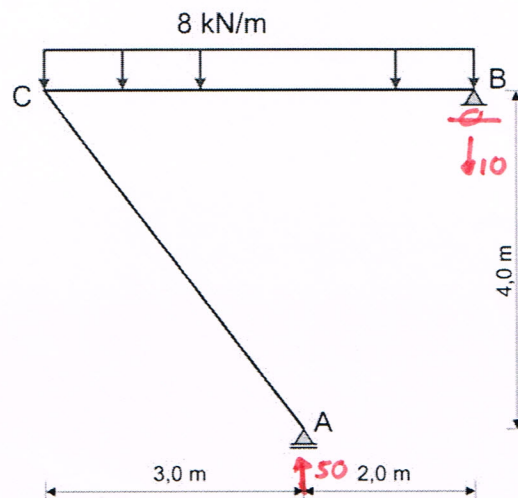
$C_v = 51 + 15 = 66 \text{ kN} \uparrow$



--	--	--	--	--	--	--

Opgave 4 (ongeveer 35 minuten)

De onderstaande constructie bestaat uit de geknikte ligter ACB. De constructie wordt over het deel CB belast met een gelijkmatig verdeelde belasting. De constructie is in B scharnierend ondersteund en A opgelegd met behulp van een horizontale rol.



Vragen:

- a) Bepaal alle oplegreacties en teken deze zoals ze in werkelijkheid op de constructie werken en schrijf de waarden er bij.

$$\sum F_H = B_H = 0$$

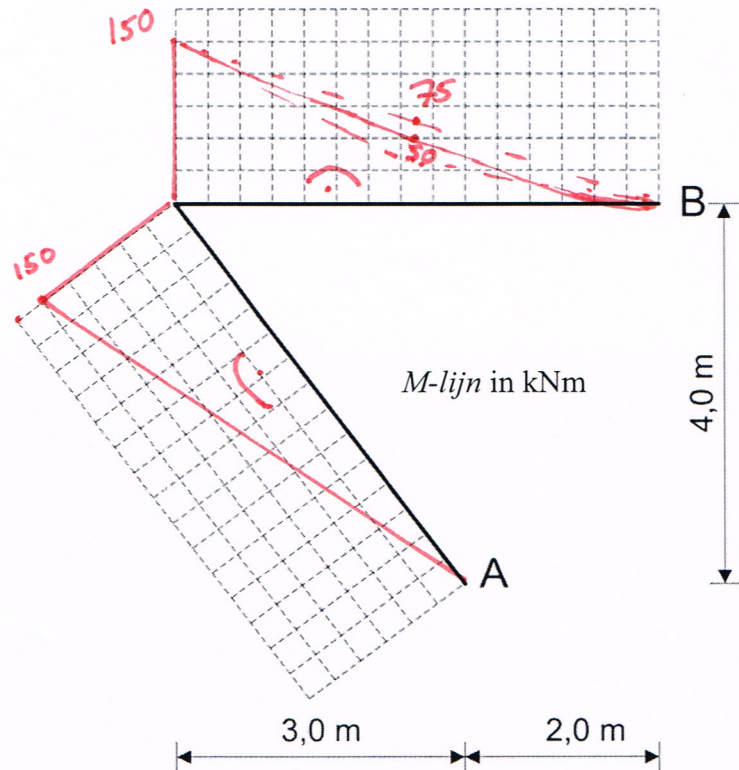
$$\sum M/B = 8 \cdot 5 \cdot \frac{5}{2} - 2 \cdot A_V^{\uparrow} = 100 - 2 \cdot A_V = 0 \rightarrow A_V = 50 \text{ kN}$$

$$\sum F_V = 8 \cdot 5 - A_V^{\uparrow} - B_V^{\uparrow} = 40 - 50 - B_V = 0 \rightarrow B_V = -10 \text{ kN}$$

Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--	--

- b) Teken voor de gehele constructie de M -lijn inclusief de vervormingstekens. Schrijf de waarden op de karakteristieke punten erbij

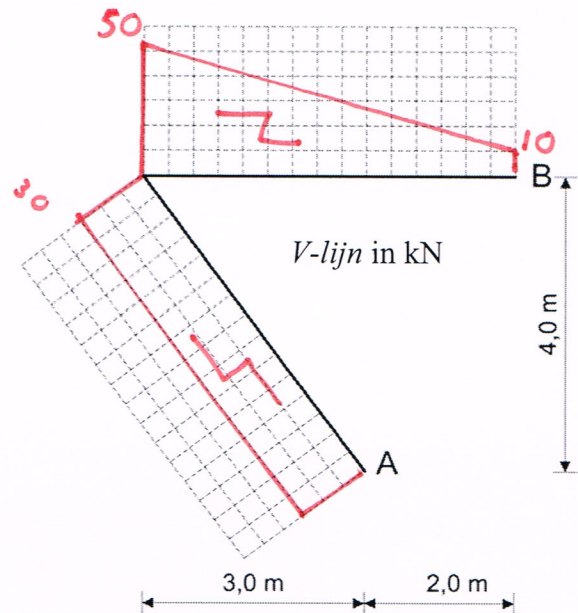


$$M_C = 50 \cdot 3 = 150 \text{ kNm}$$

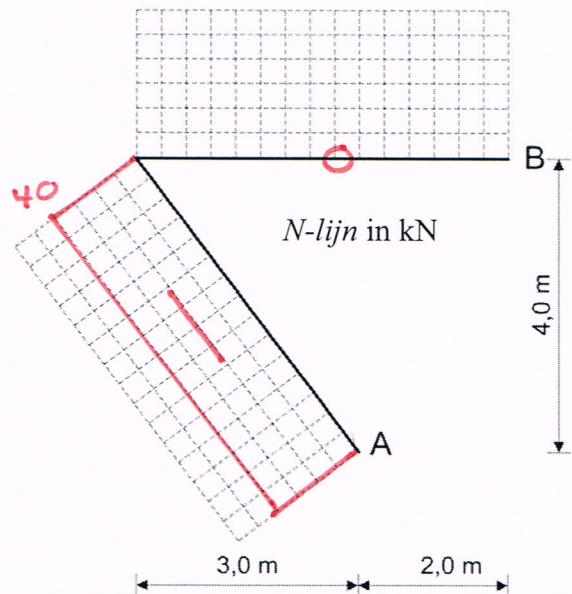
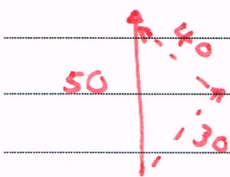
--	--	--	--	--	--	--

- c) Teken voor de gehele constructie de V -lijn inclusief de vervormingstekens. Schrijf de waarden op de karakteristieke punten erbij.

$$V_{AC} = \frac{150}{5} = 30 \text{ kN}$$



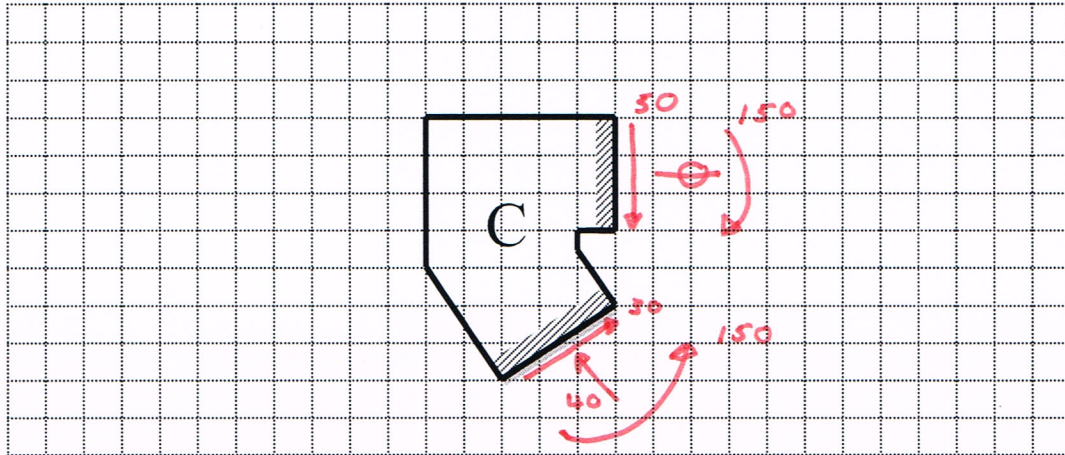
- d) Teken voor de gehele constructie de N -lijn met het juiste teken voor trek en druk. Schrijf de waarden erbij.



Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--	--

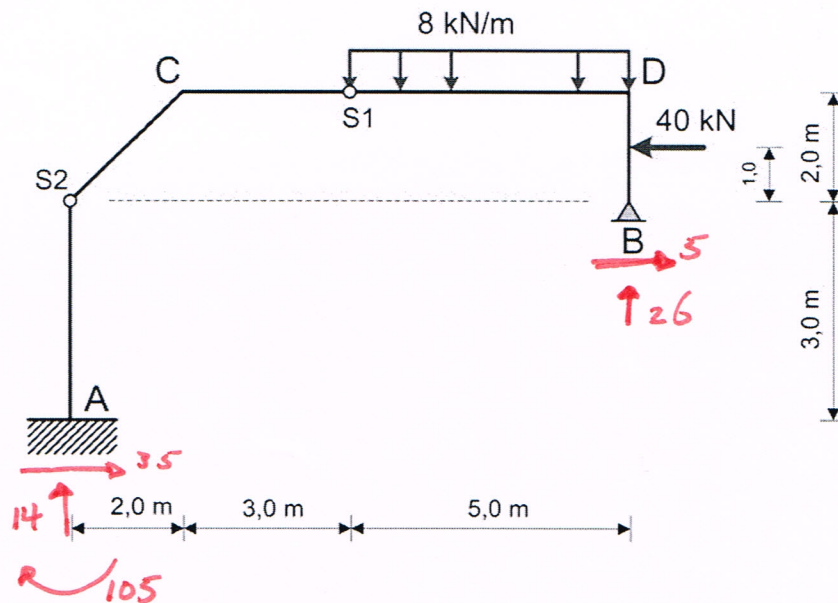
- e) Maak knooppunt C vrij en teken alle krachten (en momenten) zoals deze op de knoop werken en schrijf de waarden erbij.



--	--	--	--	--	--	--

Opgave 5 (ongeveer 40 minuten)

De onderstaande spantconstructie is in A volledig ingeklemd en in B scharnierend ondersteund. De constructie heeft **twee** scharnieren, S1 en S2. In C en D zijn de staafdelen momentvast met elkaar verbonden. De gelijkmatig verdeelde belasting van 8 kN/m grijpt aan op het gedeelte S1-D. De horizontale puntlast van 40 kN grijpt aan halverwege BD in de aangegeven richting.



Vragen:

- a) Bepaal de oplegreacties en geef deze in de bovenstaande figuur weer zoals ze in werkelijkheid werken. Zet de waarden erbij.

$$\sum M|_{S2, rechts} = 8 \cdot 5 \cdot (5 + \frac{5}{2}) - 40 \cdot 1 - B_V \cdot 10 = 0$$

$$B_V = 26 \text{ kN} \uparrow$$

$$\sum M|_{S1, rechts} = 8 \cdot 5 \cdot \frac{5}{2} + 40 \cdot 1 - 26 \cdot 5 + B_H \cdot 2 = 0$$

$$B_H = -54 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\sum F_H = A_H + B_H - 40 = 0 \rightarrow A_H = 35 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\sum F_V = 8 \cdot 5 - 26 - A_V = 0 \rightarrow A_V = 14 \text{ kN} \uparrow$$

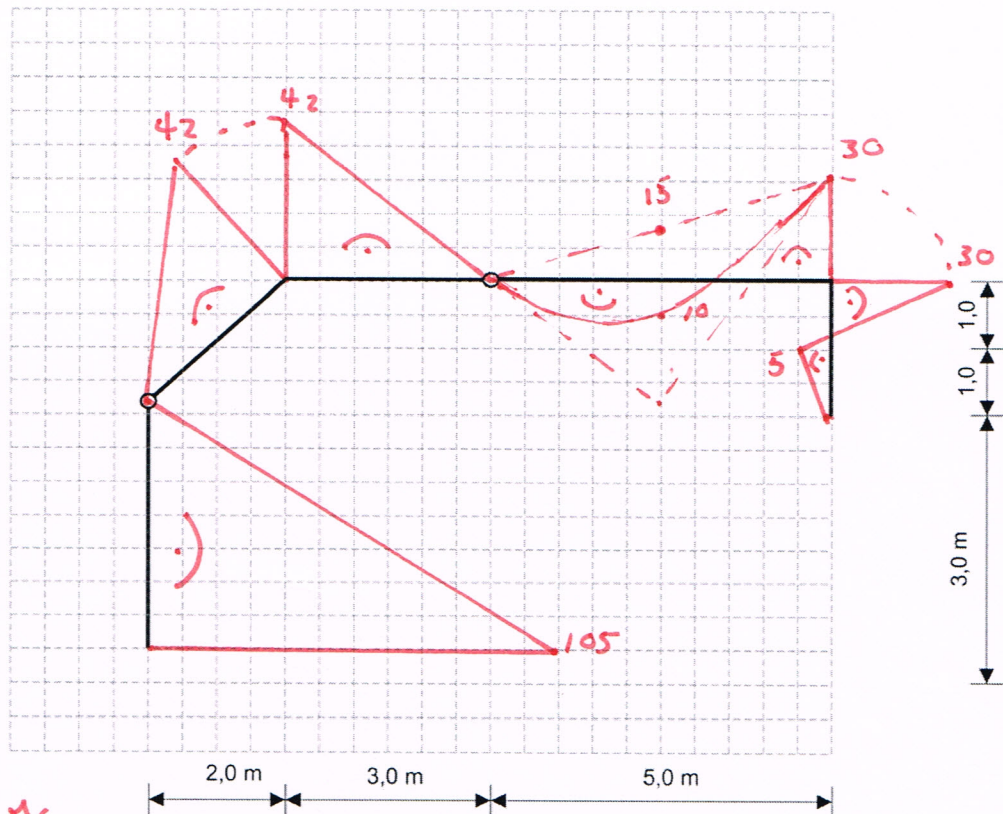
$$M_A = 35 \cdot 5 = 105 \text{ kNm} \curvearrowright$$

Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

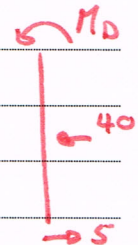
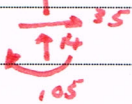
--	--	--	--	--	--	--

- b) Teken voor de gehele constructie de M -lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden op de karakteristieke punten erbij.

M -lijn in kNm



$$M_c = 35 \cdot 5 - 14 \cdot 2 - 105 = 42 \text{ kNm}$$



$$M_D = 40 \cdot 1 - 5 \cdot 2 = 30 \text{ kNm}$$

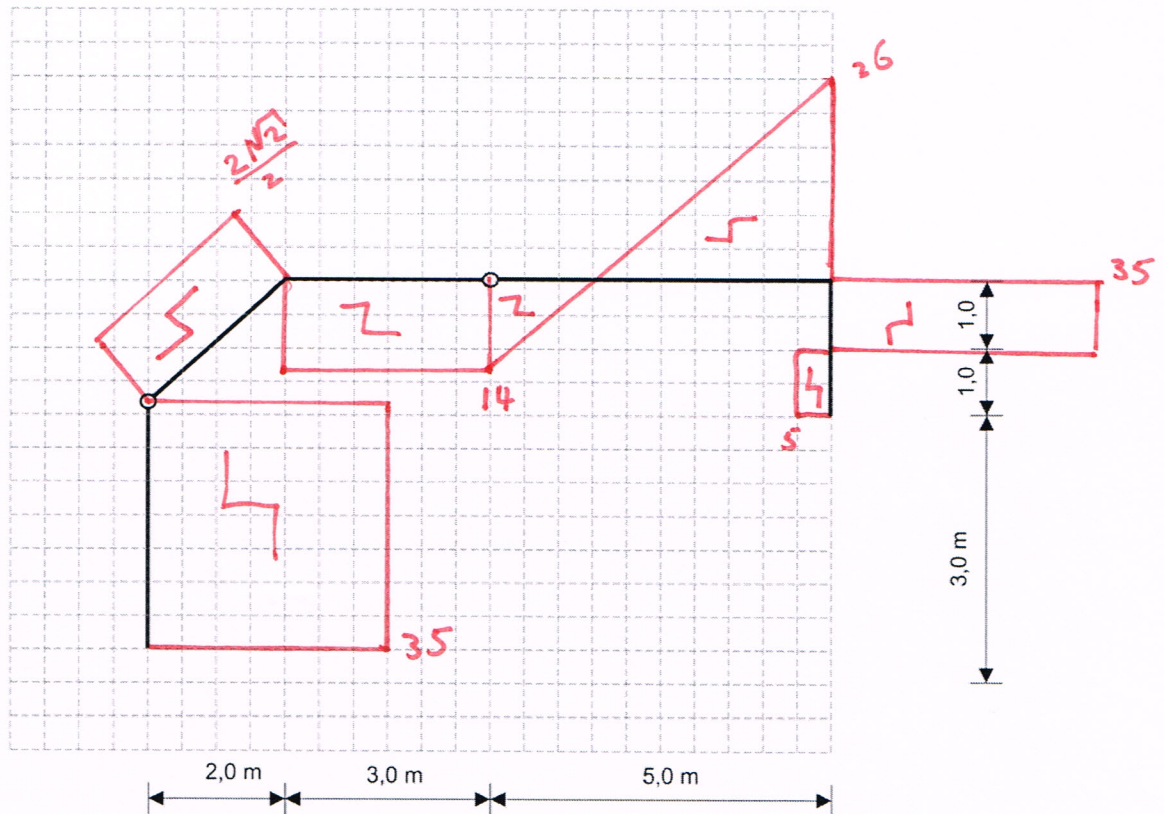
$$M_{\text{veld}} = -15 + 8 \cdot \frac{1}{8} \cdot 5^2 = 10 \text{ kNm}$$

Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--

- c) Teken voor de gehele constructie de V -lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden op de karakteristieke punten erbij.

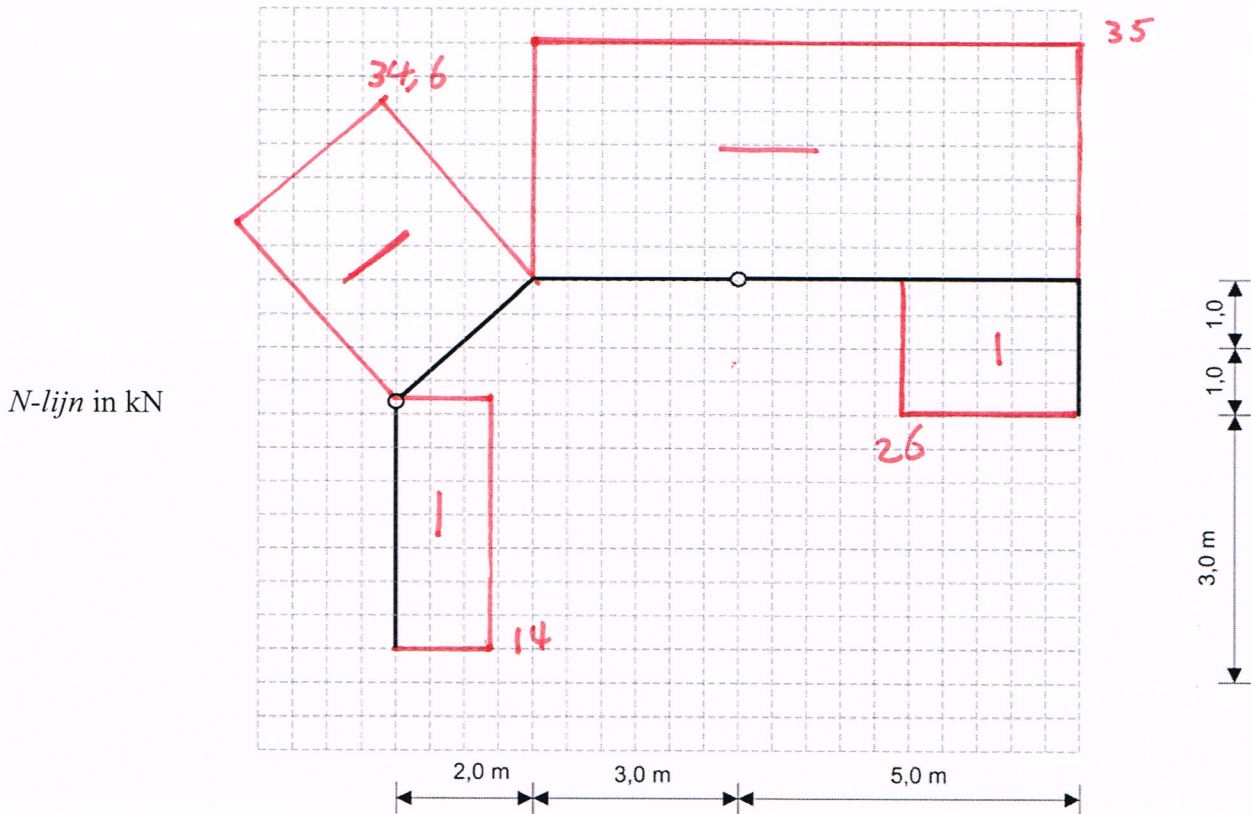
V -lijn in kN



$$V_{s2c} = \frac{42}{2\sqrt{2}} = \frac{21\sqrt{2}}{2} \text{ kN} \quad \downarrow \uparrow$$

--	--	--	--	--	--	--

- d) Teken voor de gehele constructie de N -lijn met het juiste teken voor trek en druk.
Schrijf de waarden erbij.



$$N_{S2,C} = \sqrt{\frac{35^2}{2}} + \sqrt{\frac{14^2}{2}} = -34,6 \text{ kN}$$

