

UITWERKINGSFORMULIER

Tentamen CTB1110

CT1031 / CT1036-1

CONSTRUCTIEMECHANICA 1

4 november 2013

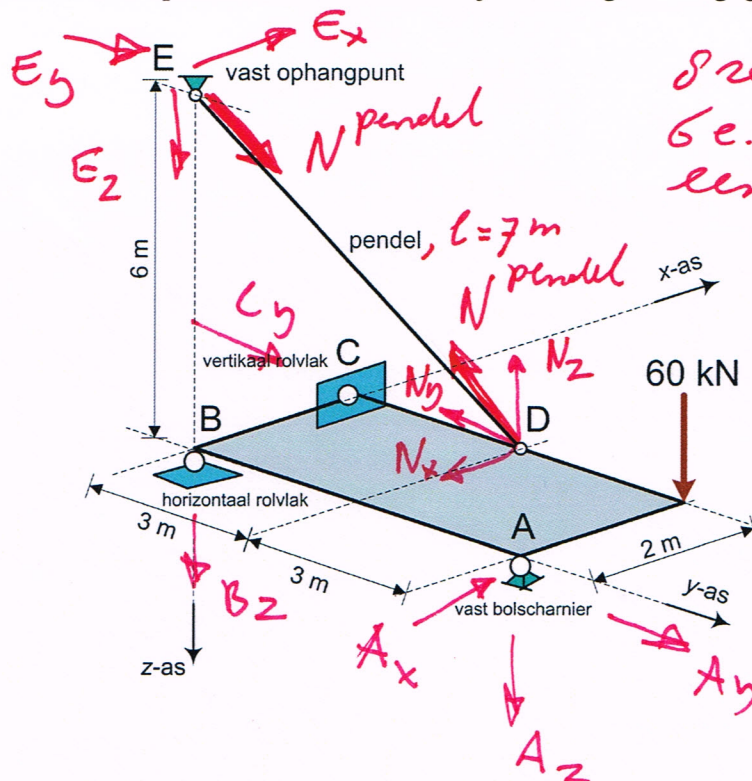
09:00 – 12:00 uur (180 min)

- 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 **plaat** van 6 bij 2 meter wordt in een hoekpunt belast met een puntlast van 60 kN in de z-richting. De plaat is in A scharnierend ondersteund (in alle richtingen) d.m.v. een bolscharnier. In B kan de plaat vrij verplaatsen in het x-y-vlak (horizontale vlak) en vrij verdraaien in alle richtingen. In C kan de plaat vrij verplaatsen in het x-z-vlak (verticale vlak) en vrij verdraaien in alle richtingen. E is een vast ophangpunt, 6 m boven punt B in het x-z-vlak. ED is een pendelstaaf. De maten zijn in de figuur aangegeven.



*Streekt in
 Gev. ED is echter
 een pendel. Daarom
 60 kN in
 Gev. =
 oplosbaar*

Vragen:

- Geef alle mogelijke oplegreacties in de bovenstaande figuur aan en benoem de oplegreacties. Gebruik de positieve as-richtingen voor de aanduiding van de oplegreacties.
- Bepaal de kracht in de pendel ED en geef aan of dit een trek of een drukkracht is.

$$\sum T|_y = 0 \quad N_z = 60 \text{ kN} \uparrow \rightarrow N^{\text{pendel}} = 70 \text{ kN}$$

$$(N_x = \frac{3}{7} N^{\text{pendel}}; N_y = \frac{3}{7} N^{\text{pendel}}; N_z = \frac{6}{7} N^{\text{pendel}})$$

kracht in de pendel is een trekkracht

$$E_x = -20; E_y = -30; E_z = -60$$

Voor vervolg opgave 1 zie volgend blad ►

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

c) Bepaal alle oplegreacties en geef de grootte en richting ervan aan.

$$\sum T_x = 0 \quad 60 \times 6 + A_2 \times 6 - 60 \times 3 = 0$$

$$A_2 = -30 \text{ kN} (\uparrow)$$

$$\sum F_z = 0 \quad E_z + B_z + A_2 + 60 = 0$$

$$-60 + B_z - 30 + 60 = 0$$

$$B_z = +30 \text{ kN} (\downarrow)$$

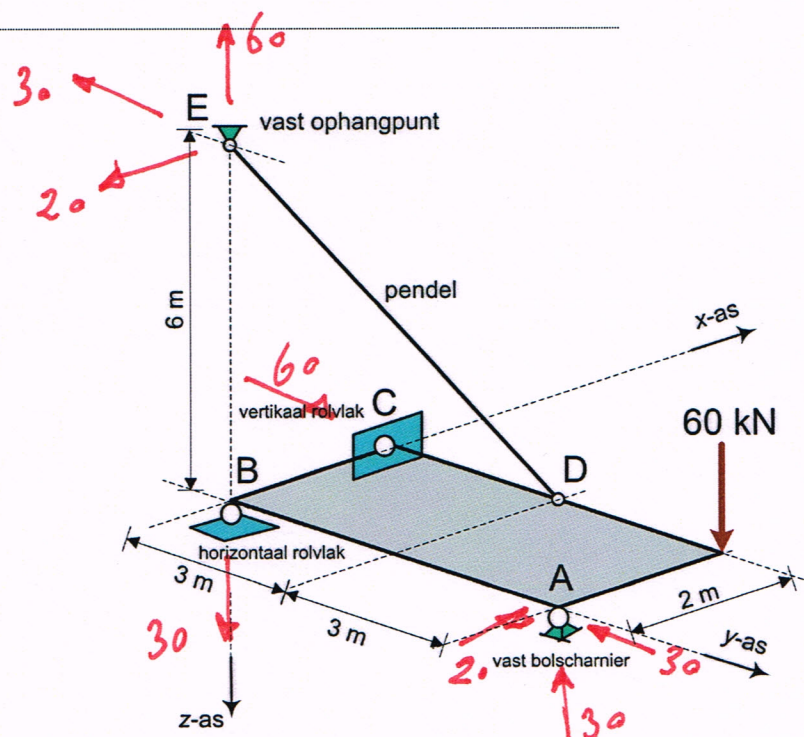
$$\sum F_x = 0 \quad A_x + E_x = 0 \Rightarrow A_x = +20 \text{ kN}$$

$$\sum T_z = 0 \quad C_y \times 2 - A_x \times 3 \times 2 = 0$$

$$\Rightarrow C_y = +60 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \quad A_y + C_y + E_y = 0$$

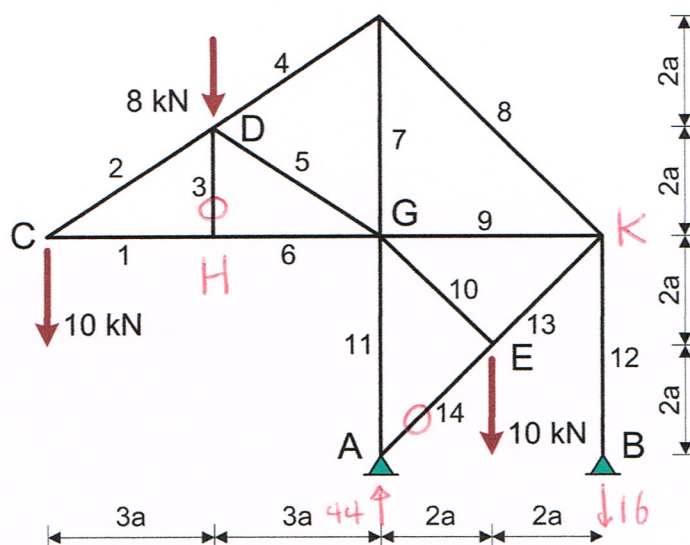
$$\Rightarrow A_y = -60 + 30 = -30 \text{ kN}$$



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

Opgave 2 (ongeveer 40 minuten)

Een vakwerk wordt verticaal belast in C, D en E door de drie puntlasten zoals in de onderstaande figuur is weergegeven. Houd de aangegeven staafnummering aan in de berekeningen.



Vragen:

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

$$\sum M|_B = 10 \cdot 10 \cdot a + 8 \cdot 7 \cdot a + 10 \cdot 2 \cdot a - A_v \cdot 4 \cdot a = 0$$



$$A_v = 44 \text{ kN} \uparrow$$

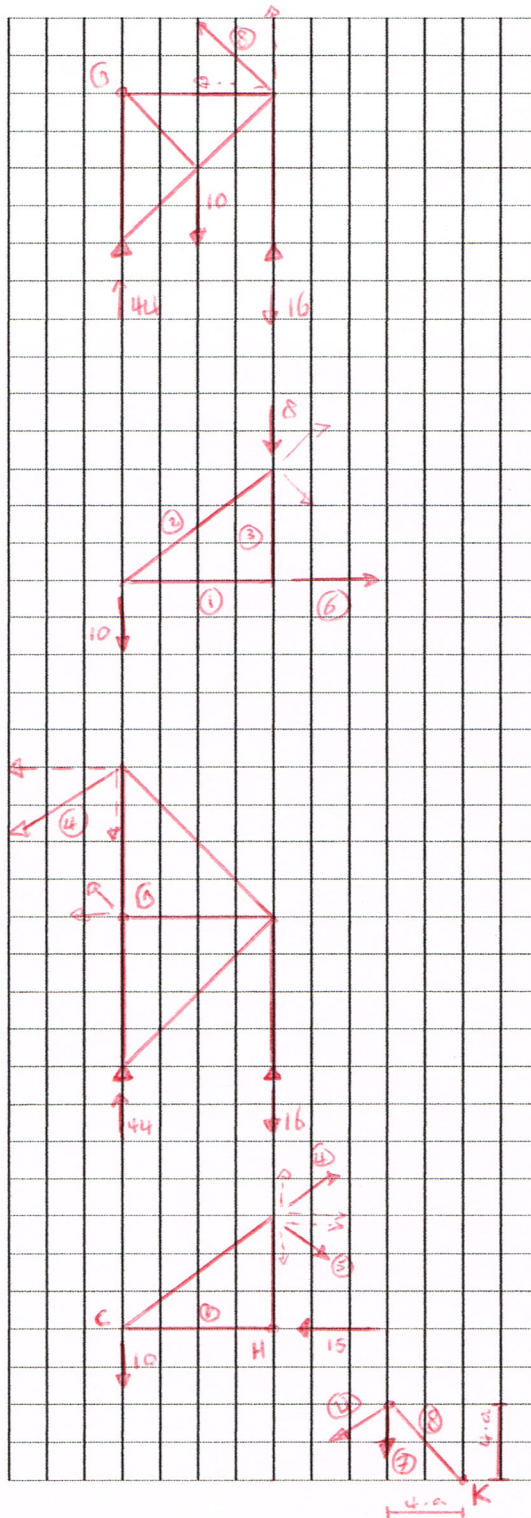
$$\sum F_v = 10 + 8 + 10 - A_v \uparrow + B_v \downarrow = 0 \rightarrow B_v = 16 \text{ kN} \downarrow$$

$$B_H = 0 \text{ vanwege de verticale stand van staaf 12} \rightarrow A_H = 0$$

Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

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

- c) Bereken met de snedemethode de krachten in staaf 4 t/m 8, met de juiste tekens (trek positief en druk negatief) en verzamel de antwoorden in de tabel op pagina 6.



$$\sum M|_G = 8_v \cdot 4a - 10 \cdot 2a - 16 \cdot 4a = 0$$

$$\rightarrow 8_v = +21 \text{ kN} \rightarrow 8 = +12\sqrt{2} \text{ kN}$$

$$\sum M|_D = 10 \cdot 3a + 6 \cdot 2a = 0$$

$$\rightarrow 6 = -15 \text{ kN}$$

$$\sum M|_G = 4_H \cdot 4a - 10 \cdot 2a - 16 \cdot 4a = 0$$

$$\rightarrow 4_H = +21 \text{ kN}$$

$$\rightarrow 4 = \frac{\sqrt{3^2 + 2^2}}{2} \cdot 21 = +7\sqrt{13} \text{ kN}$$

$$\sum M|_H = 10 \cdot 3a - 4_H \cdot 2a - 5_H \cdot 2a = 0$$

$$\rightarrow 5_H = \frac{30 - 42}{2} = -6 \text{ kN}$$

$$\rightarrow 5 = \frac{-\sqrt{3^2}}{3} \cdot 6 = -2\sqrt{3} \text{ kN}$$

$$\sum M|_K = 14 \cdot 4a + 21 \cdot 4a + 3 \cdot 4a = 0$$

$$\rightarrow 7 = -35 \text{ kN}$$

Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

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

- d) Bereken met een methode naar keuze de krachten in staaf 1 t/m 3 en 9 t/m 14, met de juiste tekens (trek positief en druk negatief) en verzamel de antwoorden in de tabel op pagina 6.

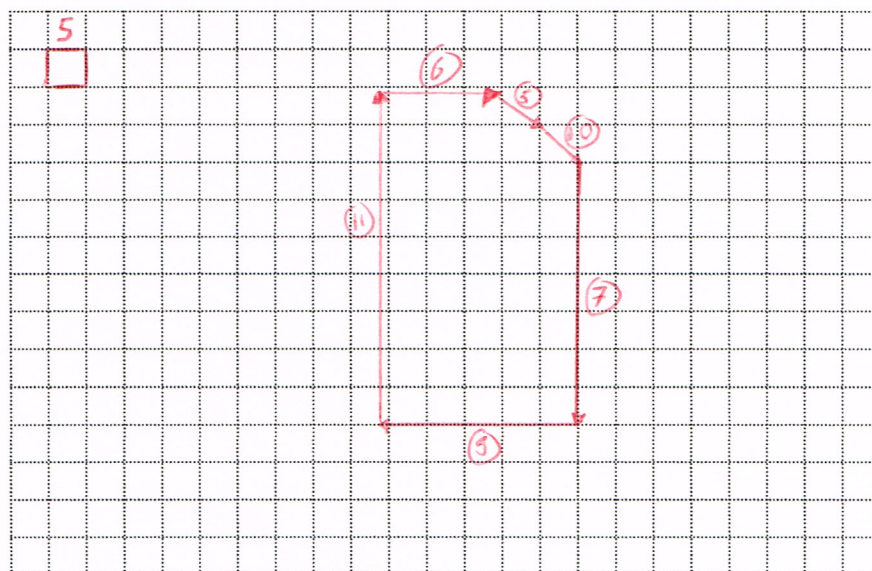
	$\sum F_v = 0 \rightarrow (2)_v = 10 \rightarrow (2) = \frac{10}{\sin 45^\circ} = +14.14 \text{ kN}$ $\sum F_H = 0 \rightarrow -(1) = (2)_H = -\frac{10}{\cos 45^\circ} = -14.14 \text{ kN}$ $(12) = B_v = +16 \text{ kN}$ $(11) = A_v = -44 \text{ kN}$
	$\sum F_H = 0 \rightarrow (10)_H = (13)_H \rightarrow (10)_v = (13)_v$ $\rightarrow (10)_v = \frac{10}{\sin 45^\circ} = +14.14 \text{ kN} \quad (13)_v = (10)_v = +14.14 \text{ kN}$ $\downarrow$ $(10) = (13) = +14.14 \cdot \sqrt{2} = +20 \text{ kN}$
	$(9) = -5 - 21 = -26 \text{ kN}$

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

Staaf	N [kN]
1	-15
2	$+5\sqrt{13}$ 18,03
3	$\emptyset$
4	$7\sqrt{13}$ 25,2
5	$-2\sqrt{13}$ -7,2
6	-15
7	-35
8	$+21\sqrt{2}$ 29,7
9	-26
10	$+5\sqrt{2}$ 7,1
11	-44
12	+16
13	$5\sqrt{2}$ 7,1
14	$\emptyset$

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

e) Teken de krachtenveelhoek voor knooppunt G waar zes staven samen komen.

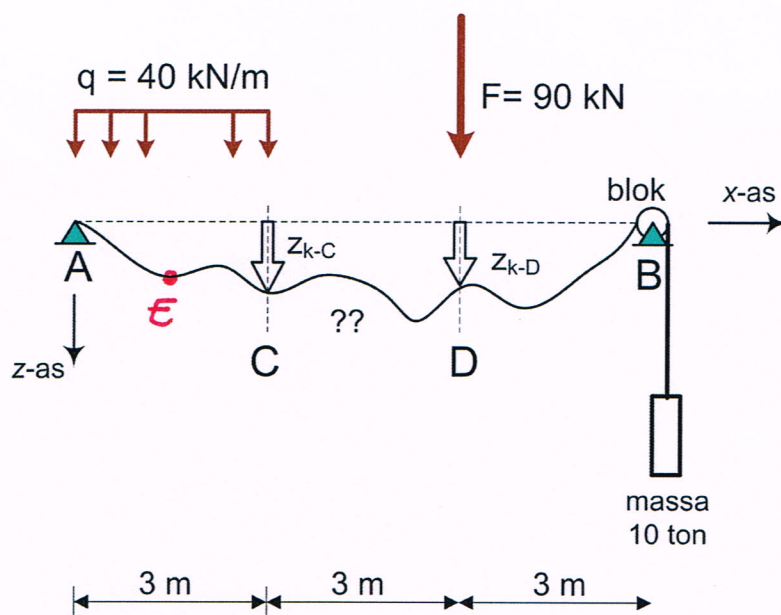


Krachtenveelhoek voor knooppunt G in kN

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

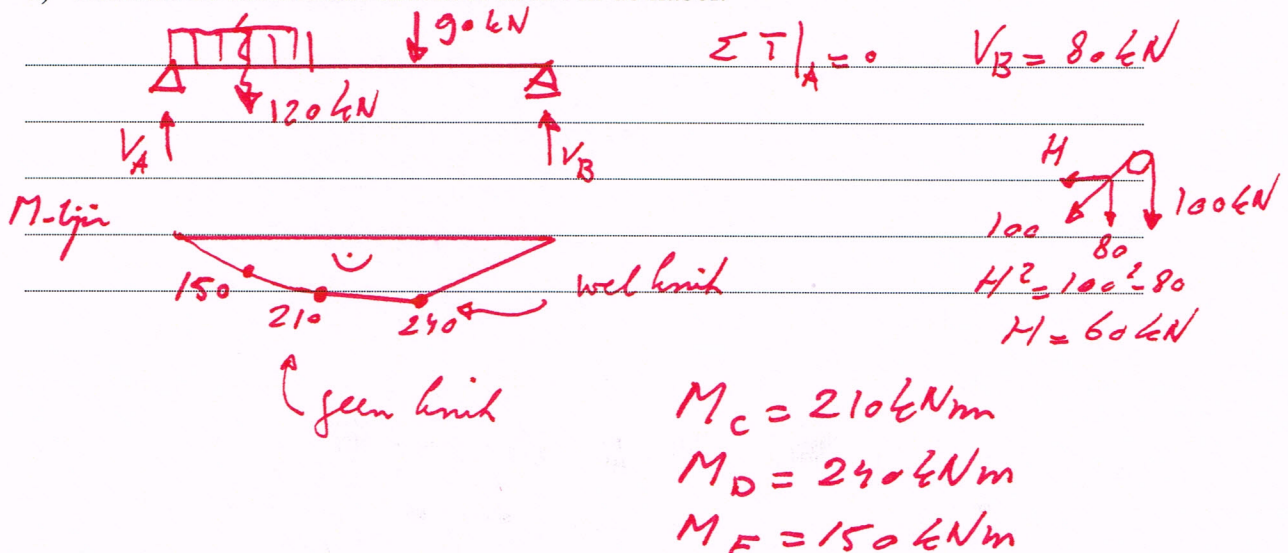
Opgave 3 (ongeveer 30 minuten)

Van de onderstaande kabelconstructie wordt gevraagd de krachtsverdeling en de kabelstand te bepalen. Op het deel AC grijpt een gelijkmatig verdeelde belasting aan van 40 kN/m per horizontaal gemeten eenheid van lengte, in D grijpt een puntlast van 90 kN aan. De kabel zit vast in A en wordt in B over een blok geleid en op spanning gehouden door een gewicht met een massa van 10 ton . Het eigengewicht van de kabel mag worden verwaarloosd.



Vragen:

a) Bereken de horizontale kracht H in kN in de kabel.



Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

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

- b) Bepaal de stand die de kabel inneemt in D, onder de puntlast, door hier de z_k in m te bepalen ten opzichte van de sluitlijn AB (x-as).

$$H \cdot z(x) = M(x) \quad (M(x) \text{ is de } M\text{-lijn van het heijer systeem})$$

$$z_D = \frac{M_D}{H} = \frac{240}{60} = 4,0 \text{ m}$$

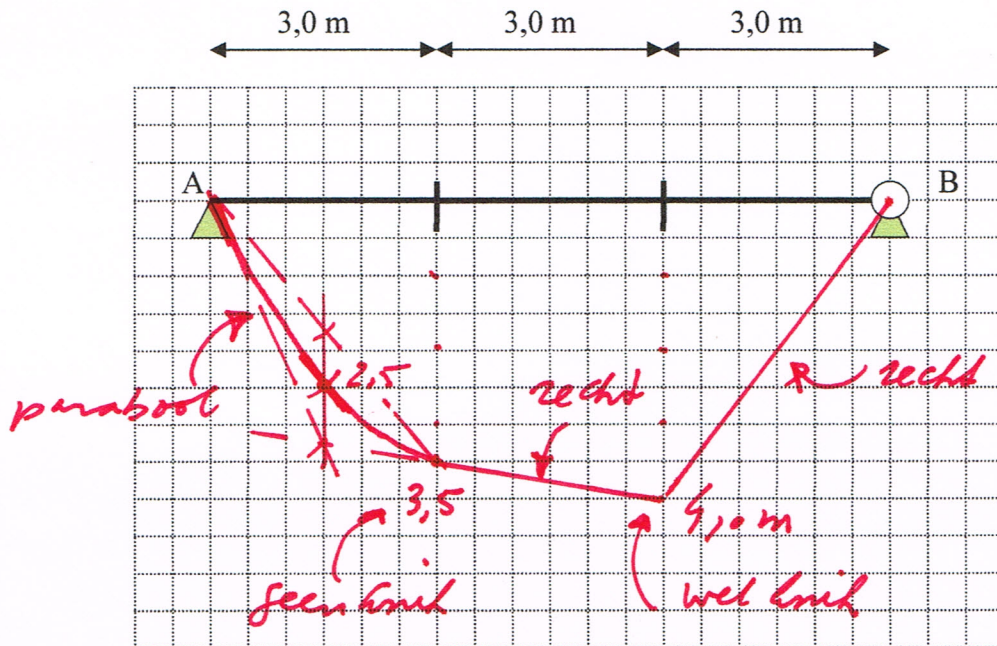
- c) Bepaal de afstand z_k in punt C van de kabel in m.

$$H \cdot z(x) = M(x)$$

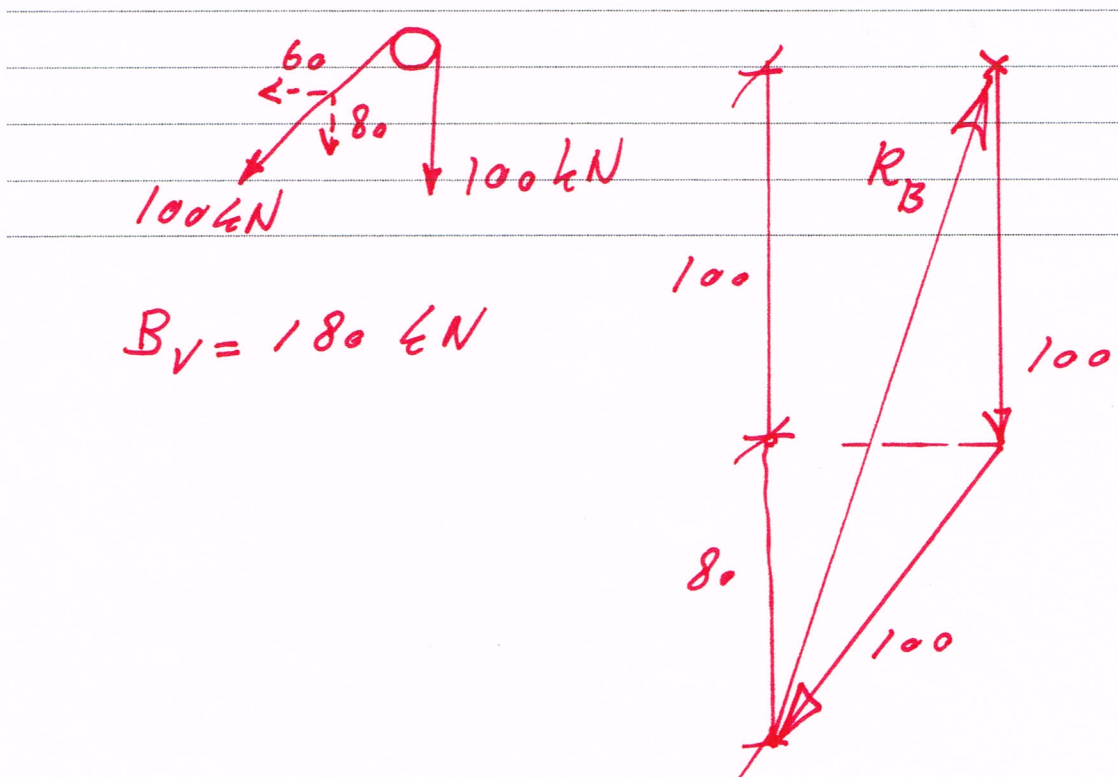
$$z_C = \frac{M_C}{H} = \frac{210}{60} = 3,5 \text{ m}$$

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

- d) Schets de stand die de kabel inneemt en geef ook duidelijk het verloop van de kabel aan, gebruik een tussenpunt tussen AC en geef ook hier de positie van aan.



- e) Hoe groot is de verticale oplegreactie in B?

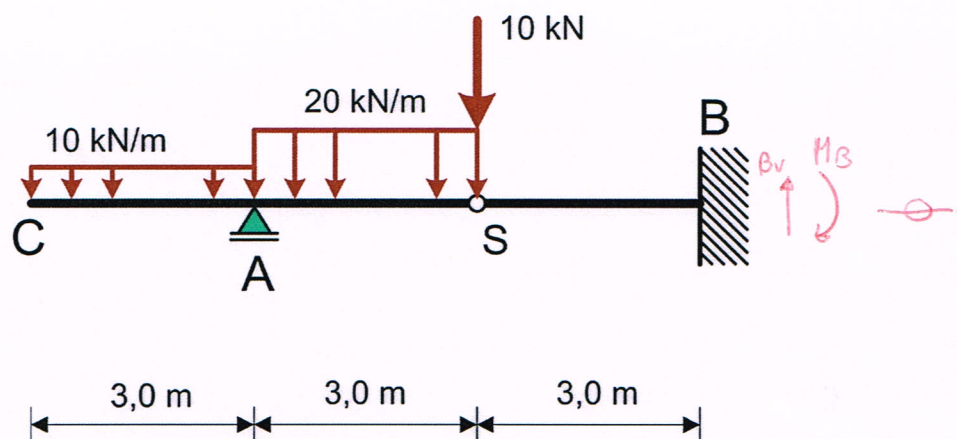


--	--	--	--	--	--	--

Opgave 4 (ongeveer 35 minuten)

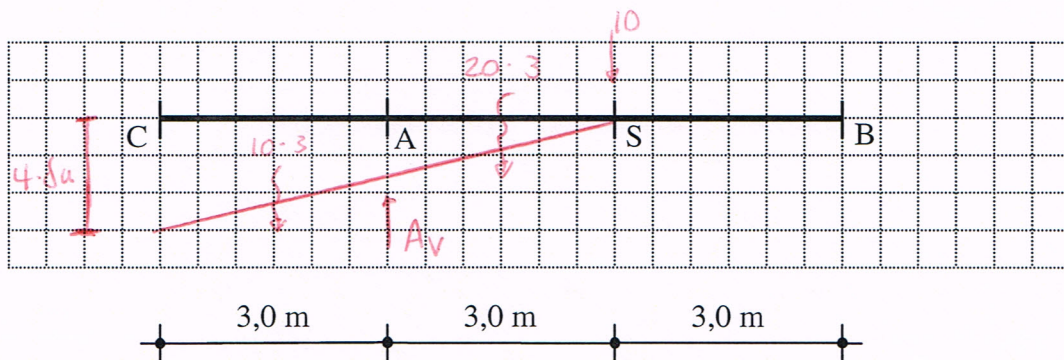
De onderstaande constructie bestaat uit de liggerdelen CAS en SB die onderling scharnierend zijn verbonden in S. De constructie wordt over het deel CA en AS belast met een gelijkmatig verdeelde belasting en in S belast met een verticale puntlast zoals aangegeven in de figuur. De constructie is in B volledig ingeklemd en in A opgelegd met behulp van een horizontale rol.

Let op: De gelijkmatig verdeelde belasting is over het deel CA niet gelijk aan die over AS.



Vragen:

a) Bepaal met virtuele arbeid de oplegreactie in A.



$$\delta A = 3 \cdot \delta u \cdot 10 \cdot 3 + 1 \cdot \delta u \cdot 20 \cdot 3 - A_v \cdot 2 \cdot \delta u = 0$$

$$A_v = 75 \text{ kN}$$

Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

- b) Bepaal met een methode naar keuze, de oplegreacties in B en teken in de figuur op de vorige bladzijde alle oplegreacties zoals ze in werkelijkheid op de constructie werken en schrijf de waarden er bij.

$$\sum F_v = 0 \quad 10 \cdot 3 + 20 \cdot 3 + 10 - 75 - B_v = 0$$

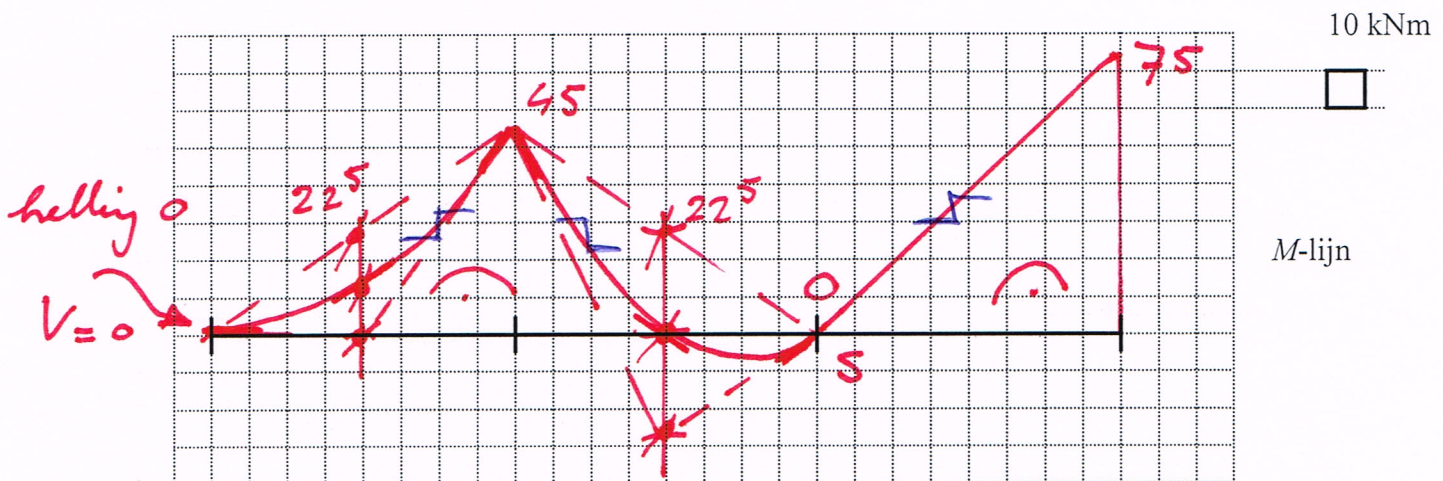
$$B_v = 25 \text{ kN} \uparrow$$

$$\sum T / S = 0$$

$$B_v \cdot 3 - M_B = 0$$

$$M_B = 75 \text{ kNm} \curvearrowright$$

- c) Teken voor de gehele constructie de M-lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden erbij.

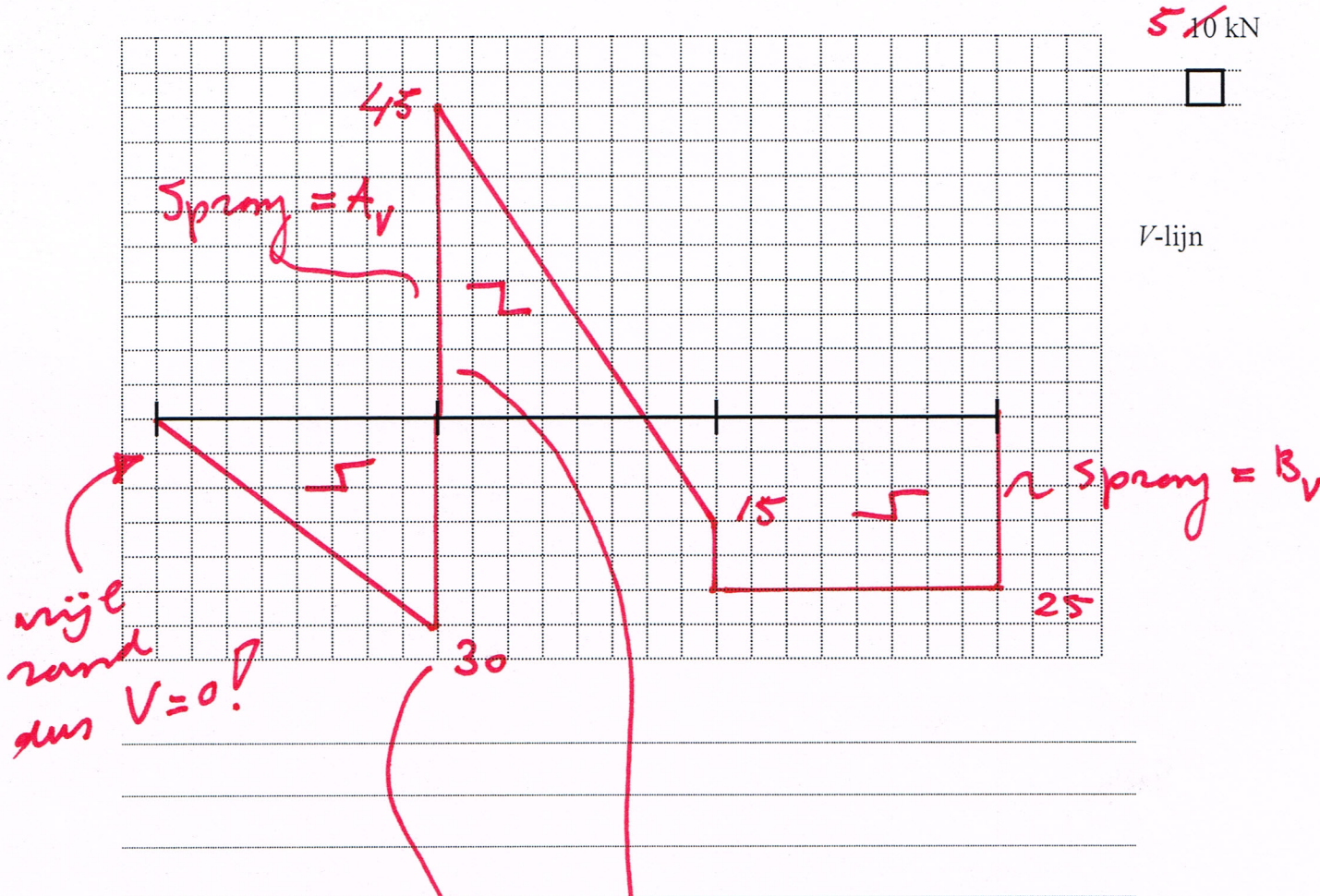


$$\frac{1}{8} \cdot 10 \cdot 9 = 11,25 \text{ kNm}$$

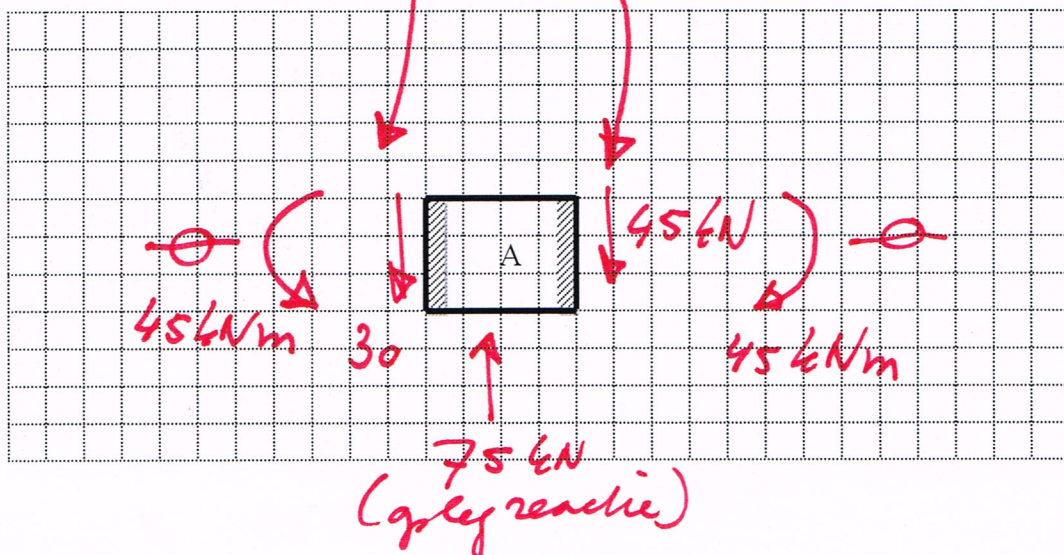
$$\frac{1}{8} \cdot 20 \cdot 9 = 22,5 \text{ kNm}$$

Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

- d) Teken voor de gehele constructie de V -lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden erbij.

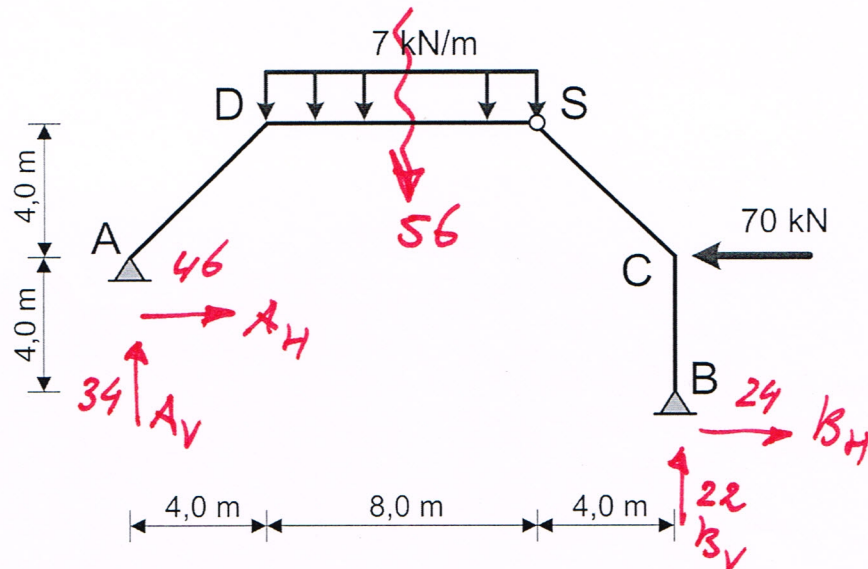


- e) Maak knooppunt A vrij en teken alle krachten (en momenten) zoals deze op de knoop werken.



Opgave 5 (ongeveer 40 minuten)

De onderstaande spantconstructie is in A en B scharnierend ondersteund. In S zijn de geknikte delen ADS en BCS scharnierend met elkaar verbonden. De gelijkmatig verdeelde belasting op DS is 7 kN/m en in C grijpt een horizontale puntlast van 70 kN aan in de aangegeven richting.



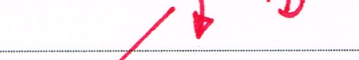
Vragen:

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

$$\begin{aligned} \sum T|_B &= 0 & A_V \cdot 16 + A_H \cdot 4 - 56 \cdot 8 - 70 \cdot 4 &= 0 \\ \sum T|_S &= 0 & A_V \cdot 12 - A_H \cdot 4 - 56 \cdot 4 &= 0 \\ 28 A_V &= 56 \cdot 12 + 280 = 952 \\ \sum F_V = 0 & B_V = 22 \text{ kN} \uparrow & A_V &= 34 \text{ kN} \uparrow \\ A_H &= \frac{34 \cdot 12 - 56 \cdot 4}{4} = 46 \text{ kN} \rightarrow \\ \sum F_H = 0 & B_H = 24 \text{ kN} \rightarrow \end{aligned}$$

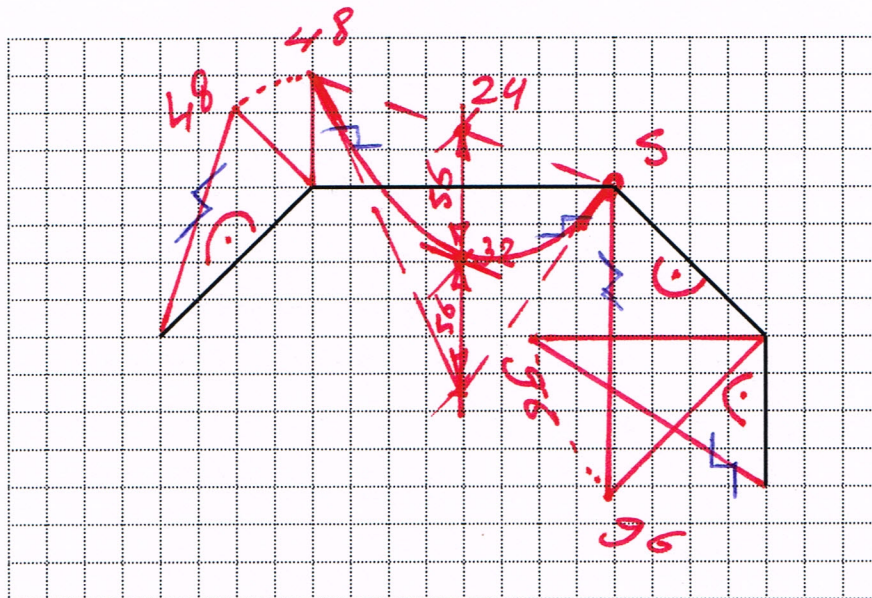
Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

b) Bepaal de momentenlijn en teken deze in de onderstaande figuur.

$M_D:$


$\Sigma T|_D = 0$
 $34.4 + M_D - 46.4 = 0$
 $M_D = 48 \text{ kNm}$

$M_c: \quad \Sigma T|_c = 0$
 $M_c + 24.4 = 0$
 $M_c = -966 \text{ Nm}$



M -lijn in kNm

16 kNm

vervangings
teken

$$\frac{1}{8} \cdot 7 \cdot 8^2 = 56$$

Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

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

c) Bepaal de dwarskrachtenlijn en teken deze in de onderstaande figuur.

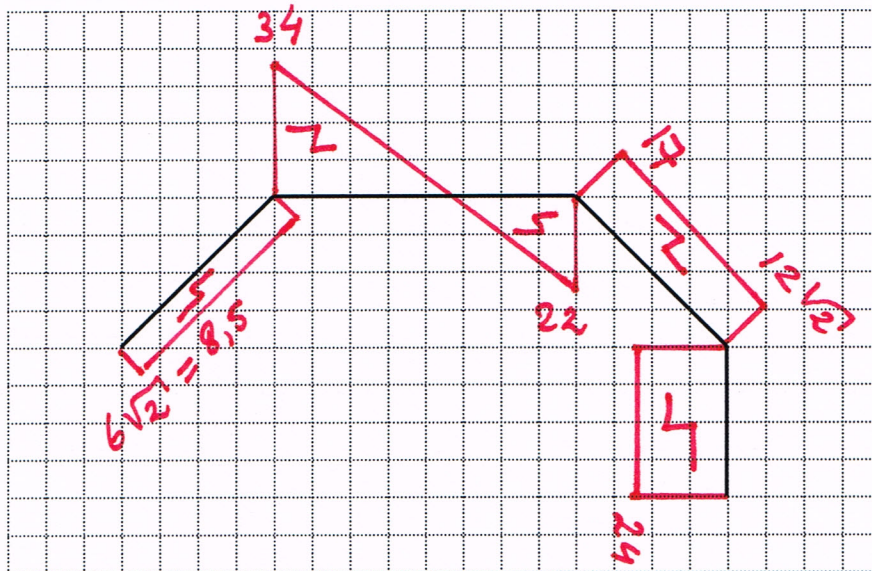
$$V_{AD} = \frac{48}{2\sqrt{2}} = \frac{12}{\sqrt{2}} = 6\sqrt{2} \text{ kN} \quad (8,5)$$

$$V_D^{DS} = A_V = 34 \text{ kN} \quad V_S^{DS} = 22 \text{ kN} \quad (B_V)$$

(of hellig M-lijn gebruiken)

$$V_{SC} = \frac{96}{4\sqrt{2}} = 12\sqrt{2} \text{ kN} \quad (\approx 17)$$

$$V_{CB} = \frac{96}{4} = 24 \text{ kN} \quad (B_H)$$



V-lijn in kN

Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

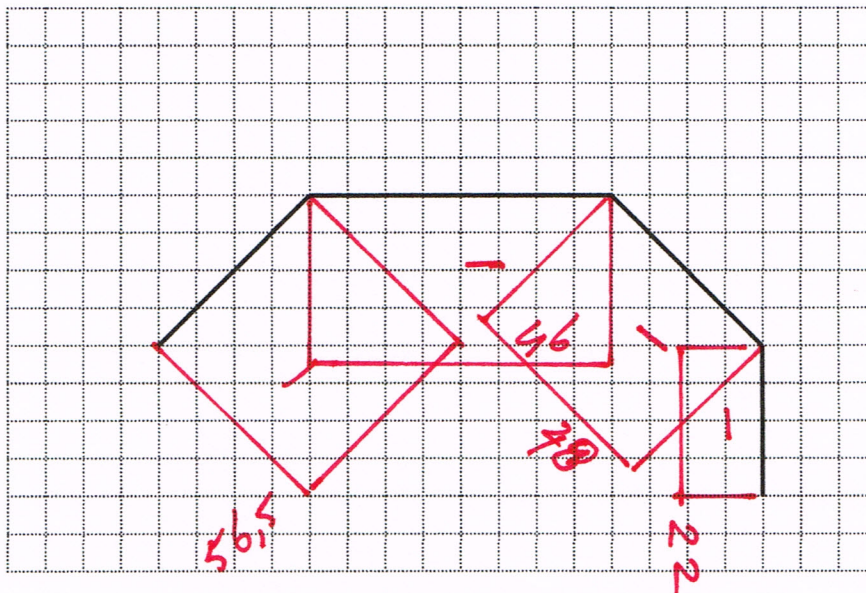
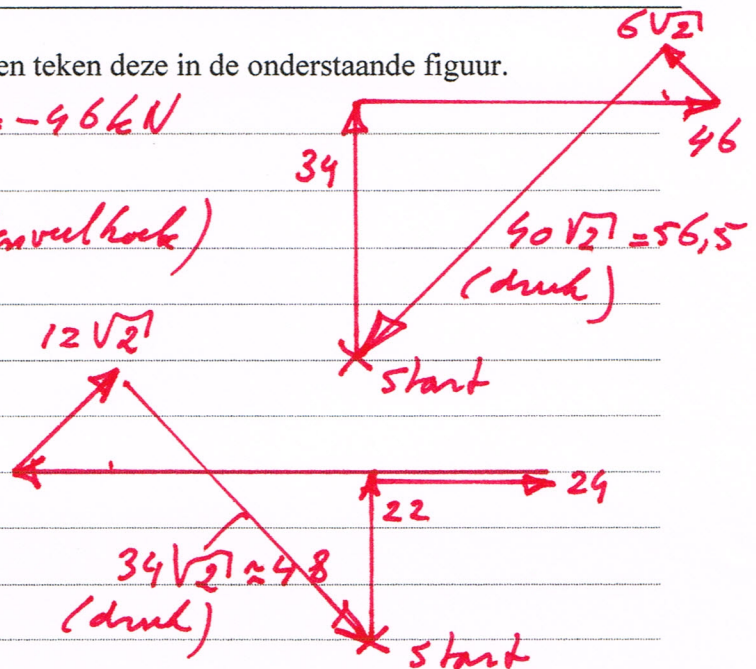
--	--	--	--	--	--	--

d) Bepaal de normaalkrachtenlijn en teken deze in de onderstaande figuur.

DS: maak sneede $N = -96 \text{ kN}$

AD: evenwicht (krachtenveelhoek)

CS: maak CB vrij



□ 10 kN

N-lijn in kN