

Schriftelijk tentamen	CTB1110 ConstructieMEchanica 1
Totaal aantal pagina's	18 pagina's excl voorblad
Datum en tijd	02-11-2015 van 09:00-12:00 uur
Verantwoordelijk docent	J.W. (Hans) Welleman

Alleen het op dit uitwerkformulier geschreven werk / antwoord wordt beoordeeld, tenzij onder 'aanvullende informatie' anders is aangegeven.

Tentamenvragen (in te vullen door examiner)

Totaal aantal tentamenvragen: 5, allen open vragen

- ☐ alle vragen tellen even zwaar
- ☒ de vragen hebben verschillende gewing (het gewicht is in tijd weergegeven)

Gebruik hulpmiddelen en informatiebronnen tijdens tentamen (in te vullen door examiner)

Niet toegestaan:

- Mobiele telefoon, smart Phone of apparaten met vergelijkbare functies.
- Antwoord geschreven met rode pen of met potlood.
- Hulpmiddelen en/of informatiebronnen tenzij hieronder anders vermeld.

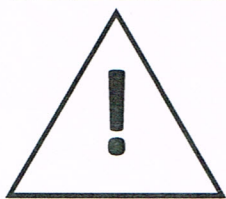
Toegestaan:

- ☐ boeken ☐ aantekeningen ☐ woordenboeken ☐ dictaten
- ☐ formulebladen (zie ook onder aanvullende informatie) ☒ rekenmachines ☐ computer
- ☒ grafische rekenmachine ☒ tekenmaterialen waaronder een passer

Aanvullende informatie (eventueel in te vullen door examiner)

...

Uiterlijke datum nakijken tentamen: (de uiterlijke nakijktermijn is 15 werkdagen)



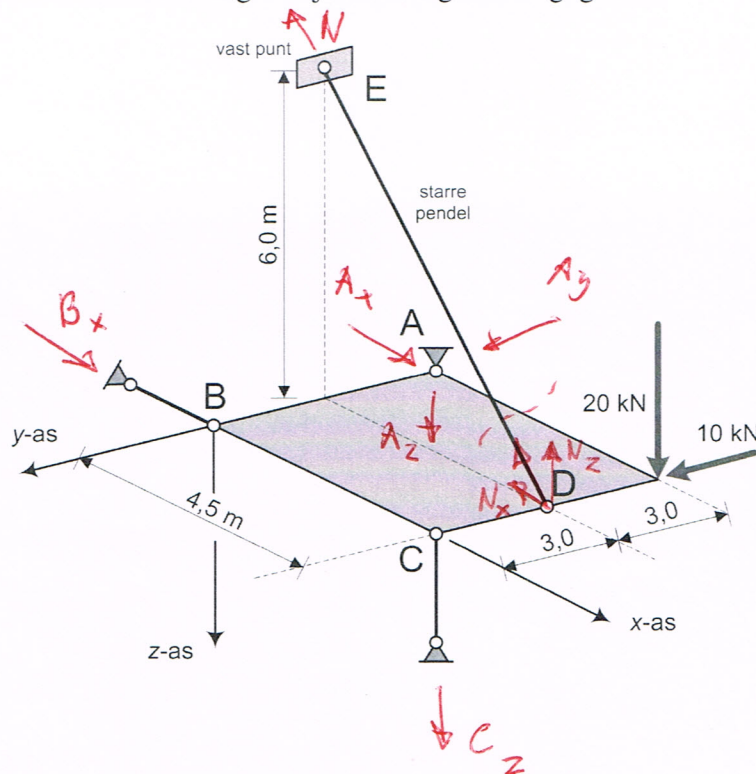
Elk vermoeden van fraude wordt gemeld bij de examencommissie.

Mobiel UIT.

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

Opgave 1 (ongeveer 35 minuten)

Een **vlakke plaat in 3D** wordt op vier plaatsen (A, B, C en D) ondersteund. In A is dit een *bolscharnier*, in B een korte pendel in de x-richting, in C een korte pendel in de z-richting en in D een starre pendel DE. Punt E is een vast ophangpunt. De plaat wordt in een hoekpunt belast met een puntlast in de z-richting van 20 kN en een puntlast in de y-richting van 10 kN. Alle afmetingen zijn in de figuur aangegeven.



*lies behaalt
 N in pendel
 als onbekend
 en maak
 ABCD vrij en
 controleer
 evenwicht
 6 amb
 6 vergl*

Vragen:

- a) Geef alle mogelijke oplegreacties in de figuur aan en benoem de oplegreacties. Gebruik de positieve as-richtingen voor de aanduiding van de oplegreacties. Stel de vergelijkingen op waarmee u de onbekenden kunt oplossen (los deze nog niet op).

$$\begin{aligned}
 1) \sum F_x &= 0 & A_x + B_x - N_x &= 0 & \text{met } N_x &= \frac{3}{5} N \\
 2) \sum F_y &= 0 & A_y + 10 &= 0 & \rightarrow A_y &= -10 \\
 3) \sum F_z &= 0 & A_z + C_z + 20 - N_z &= 0 & \text{met } N_z &= \frac{4}{5} N \\
 4) \sum T_x &= 0 & + N_z \cdot 3 - A_z \cdot 6 - 20 \cdot 6 &= 0 \\
 5) \sum T_y &= 0 & N_z \cdot 4\frac{1}{2} - 20 \cdot 4\frac{1}{2} - C_z \cdot 4\frac{1}{2} &= 0 \\
 6) \sum T_z &= 0 & A_x \cdot 6 + 10 \cdot 4\frac{1}{2} - N_x \cdot 3 &= 0
 \end{aligned}$$

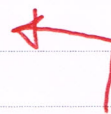
Voor vervolg opgave 1 zie volgend blad ►

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

- b) Bepaal alle oplegreacties en geef de grootte en richting aan zoals ze in werkelijkheid werken op de constructie. **TIP:** combineer de gevonden vergelijkingen

$$1) A_x + B_x - \frac{3}{5} N = 0$$

$$3) A_2 + C_2 + 20 - \frac{4}{5} N = 0$$



$$4) 6A_2 + 120 - \frac{12}{5} N = 0 \rightarrow A_2 = -20 + \frac{2}{5} N$$

$$(3) \text{ en } (4) : C_2 = \frac{2}{5} N$$

Invullen in (5)

$$\frac{4}{5} N - 20 - \frac{2}{5} N = 0 \rightarrow N = +50 \text{ kN}$$

$$\rightarrow C_2 = \frac{2}{5} \cdot 50 = 20 \text{ kN}$$

$$\rightarrow A_2 = -20 + \frac{2}{5} \cdot 50 = 0 !$$

$$\rightarrow A_3 = -10$$

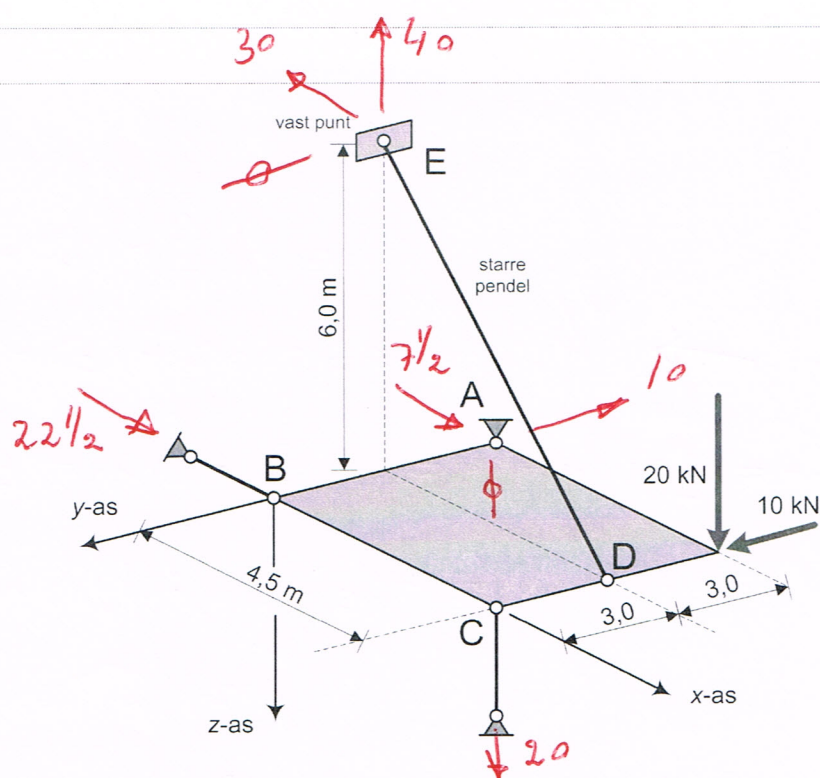
met (6):

$$6A_x + 45 - \frac{3}{5} \cdot 50 \cdot 3 = 0 \rightarrow A_x = \frac{45}{6} = 7\frac{1}{2}$$

met (1):

$$7\frac{1}{2} + B_x - \frac{3}{5} \cdot 50 = 0 \rightarrow B_x = 22\frac{1}{2}$$

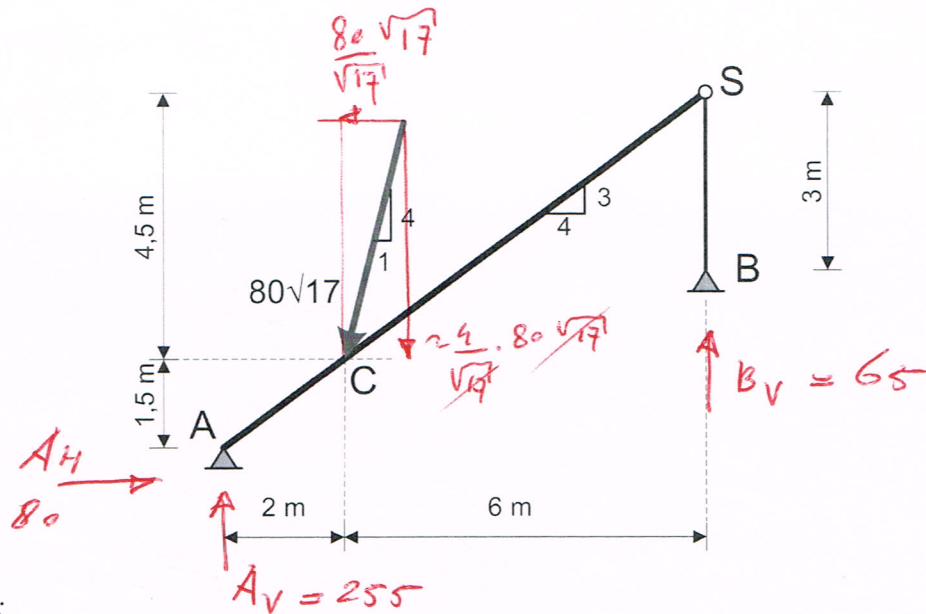
Voor vervolg opgave 1 zie volgend blad ►


$$N = +506 \text{ N (tension)}$$

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

Opgave 2 (ongeveer 35 minuten)

De onderstaande schuine ligger AS wordt belast in C met een schuine puntlast. De helling van de ligger en de helling van de werklijn van de kracht zijn in de figuur met verhoudingen aangegeven. De ligger wordt in het scharnier S ondersteund door de verticale staaf SB.

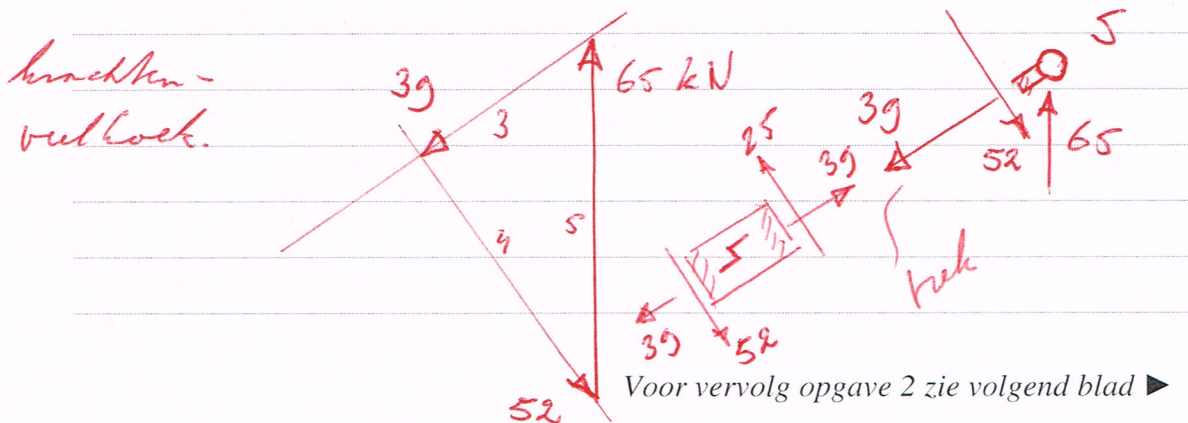


Vragen:

- a) Bepaal de oplegreacties en teken deze in de bovenstaande figuur zoals ze in werkelijkheid werken op de constructie en schrijf de waarden erbij.

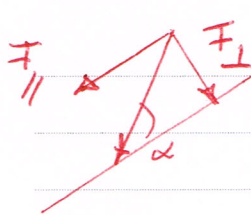
$$\begin{aligned} \sum T_A = 0 & \quad 80 \cdot 1.5 - 320 \cdot 2 + B_V \cdot 8 = 0 \rightarrow B_V = 65 \text{ kN} \uparrow \\ \sum F_V = 0 & \quad A_V + 65 - 320 = 0 \rightarrow A_V = 255 \text{ kN} \uparrow \\ \sum F_H = 0 & \quad A_H = 80 \text{ kN} \rightarrow \end{aligned}$$

- b) bepaal de normaalkracht N en dwarskracht V in de ligger ter plaatse van S. Laat met een duidelijke schets zien welk (afschuifvervormings)teken wordt gevonden voor N en V .



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

- c) Ontbind de schuine puntlast in een component loodrecht en een component evenwijdig aan de liggeras AS en bepaal de grootte en richting van deze beide componenten.

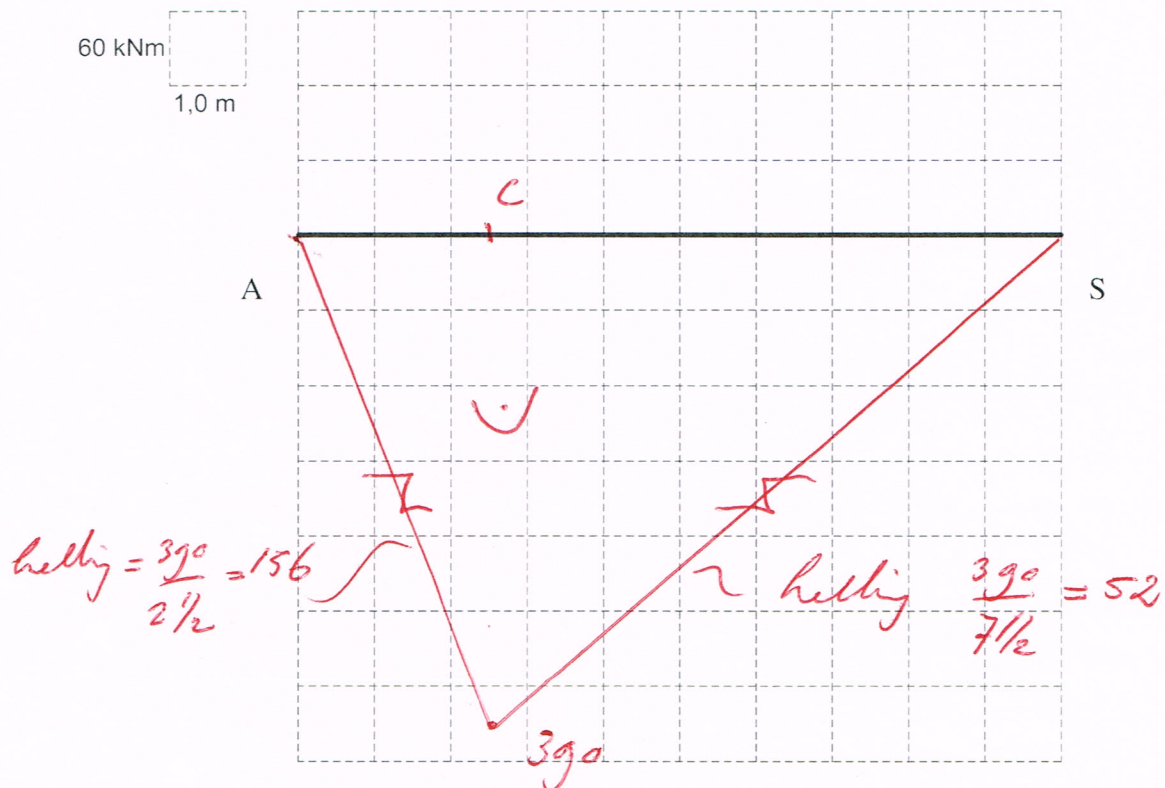


$$\cos(\alpha) = \frac{\begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix}}{\sqrt{17} \cdot 5} = \frac{16}{5\sqrt{17}}$$

$$F_{\parallel} = 80\sqrt{17} \cdot \cos \alpha = 80\sqrt{17} \cdot \frac{16}{5\sqrt{17}} = 256 \text{ kN}$$

$$F_{\perp} = 80\sqrt{17} \cdot \sin \alpha = 80\sqrt{17} \cdot \frac{13}{5\sqrt{17}} = 208 \text{ kN}$$

- d) Teken voor de ligger AS de M-lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden erbij.



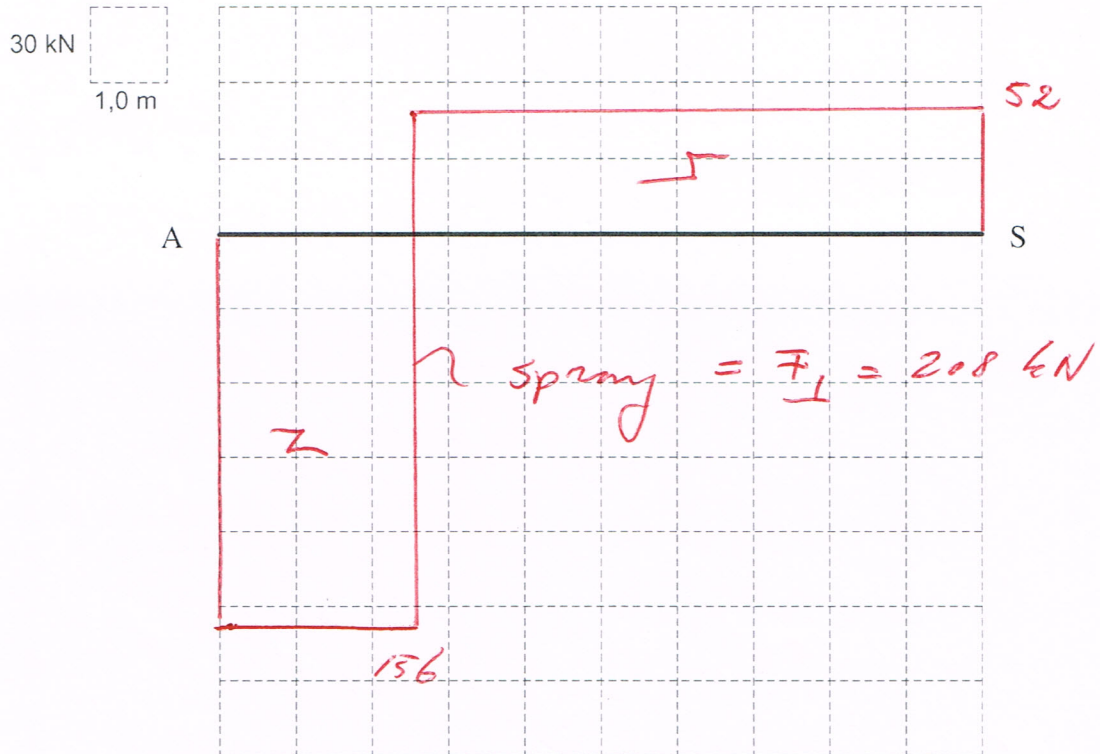
$$M_c = 65 \cdot 6 = 390 \text{ kNm}$$

$$\text{of } M_c = \frac{1}{4} \cdot F_{\perp} \cdot 7\frac{1}{2} = 390 \text{ kNm}$$

Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

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

- e) Teken voor de ligger AS de V-lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden erbij.

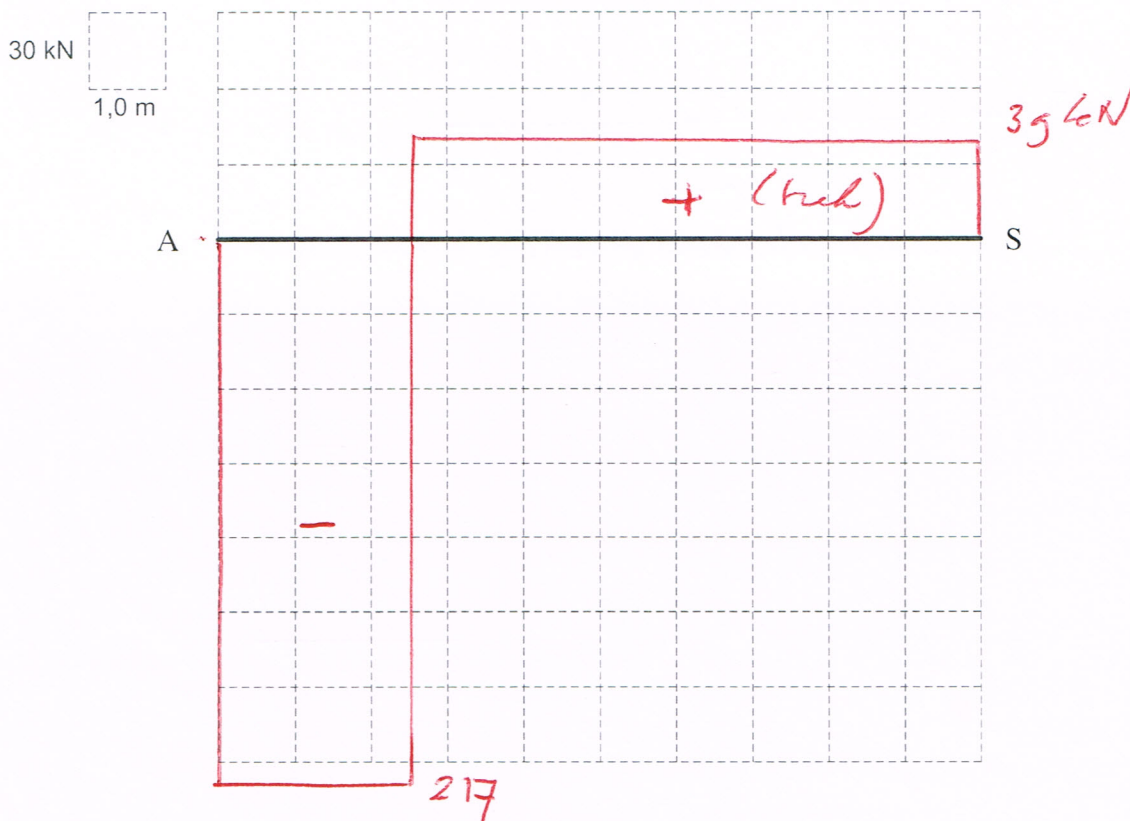


helling v/d M-lijn

Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

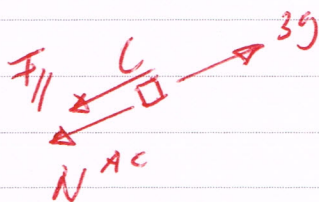
--	--	--	--	--	--	--

- f) Teken voor de ligger AS de N -lijn en geef met het teken aan of het om trek of druk gaat. Schrijf de waarden erbij.



deel CS $N = +39 \text{ kN}$

knop evenwicht
in C:



$$F_{||} + N^{AC} - 39 = 0$$

$$256 - 39 + N^{AC} = 0$$

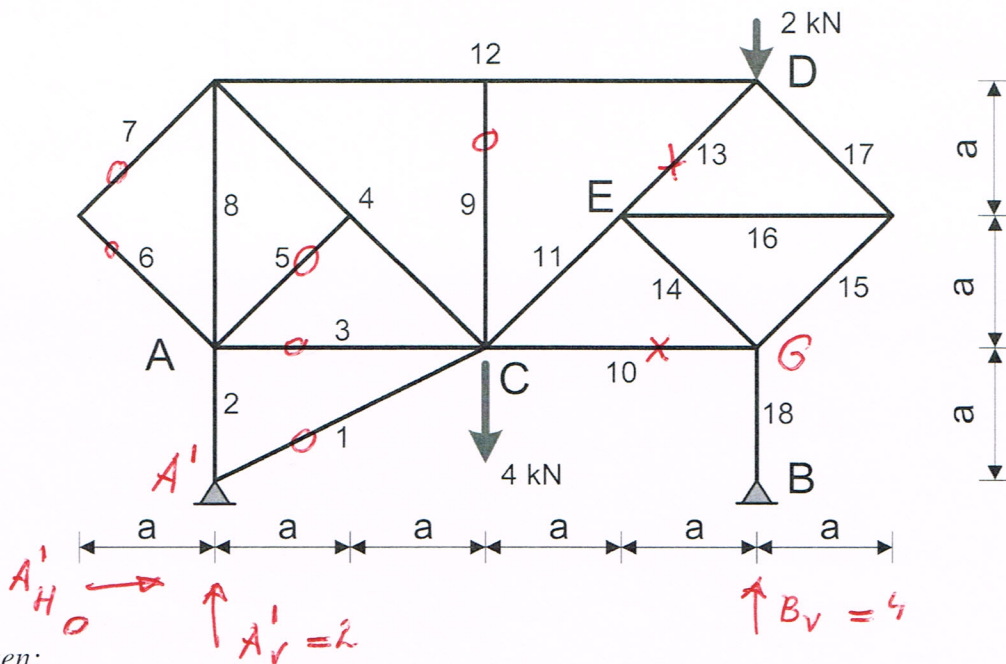
$$N^{AC} = 39 - 256 = -217 \text{ kN}$$

(druk)

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

Opgave 3 (ongeveer 40 minuten)

Een vakwerk wordt verticaal belast in C met 4 kN en in D met 2 kN. Houd de aangegeven staafnummering aan in de berekeningen.



Vragen:

- Geef in de bovenstaande tekening de nulstaven aan. *1, 3, 5, 6, 7 en 9
x 10 en 13 na rekenen*
- Bereken de oplegreacties, teken deze in de bovenstaande figuur zoals ze in werkelijkheid werken en schrijf de waarden er bij.

$$\sum T|_{A'} = 0 \quad 2 \cdot 4a + 4 \cdot 2a - B_V \cdot 4a = 0 \rightarrow B_V = 4 \text{ kN} \uparrow$$

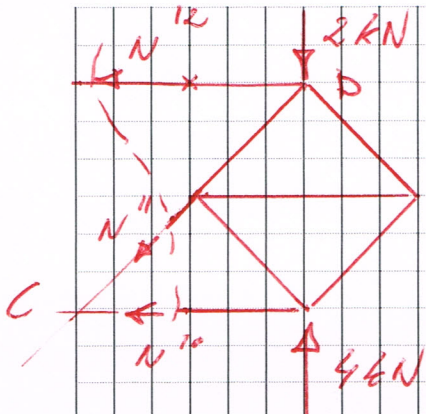
$$\sum F_V = 0 \quad A'_V + B_V - 4 - 2 = 0 \rightarrow A'_V = 2 \text{ kN} \uparrow$$

$$\sum F_H = 0 \quad A'_H = 0$$

Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

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

- c) Bereken met de snedemethode de krachten in staaf 10 t/m 11, met de juiste tekens (trek positief en druk negatief) en verzamel de antwoorden in de tabel op pagina 12.



$$\sum T|_C = 0 \quad 2 \cdot 2a - 4 \cdot 2a - N^{12} \cdot 2a = 0$$

$$N^{12} = -2 \text{ kN (druk)}$$

$$\sum T|_D = 0 \quad N^{10} = 0 \text{ (trek)}$$

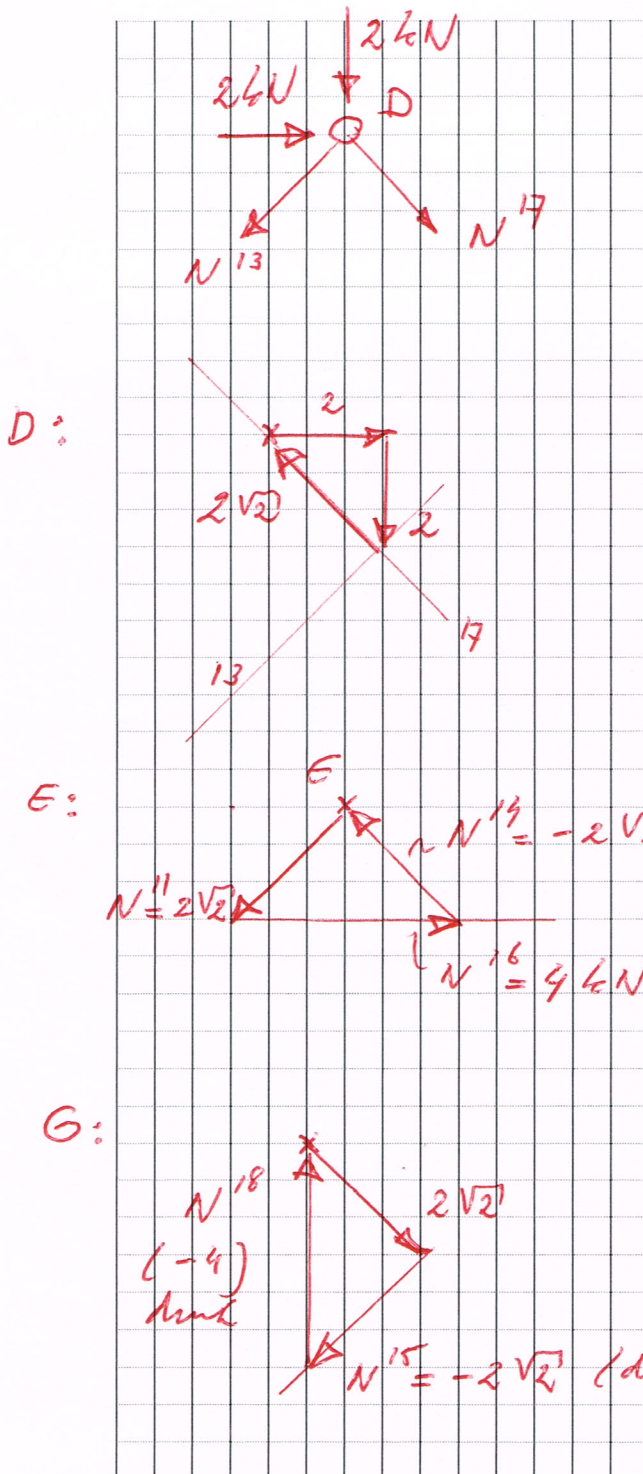
$$\sum F_H = 0 \quad N_H^{11} = 2 \text{ kN}$$

$$N^{11} = 2 \cdot \sqrt{2} = 2,83 \text{ kN}$$

Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

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

- d) Bereken met het knoopenevenwicht de kracht in staven 13 t/m 18 met de juiste tekens (trek positief en druk negatief) en verzamel de antwoorden in de tabel op pagina 12.



krachten verhoud, $N^{13} = 0!$

$N^{17} = -2\sqrt{2} = -2,83$ (druk,
 (naar de knoop toe!))

$N^{14} = -2\sqrt{2}$ (druk)
 $N^{16} = 4 \text{ kN}$

$N^{18} = (-4)$ druk
 $N^{15} = -2\sqrt{2}$ (druk)

Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

.. vervolg onderdeel d) ..

mit gebrochen

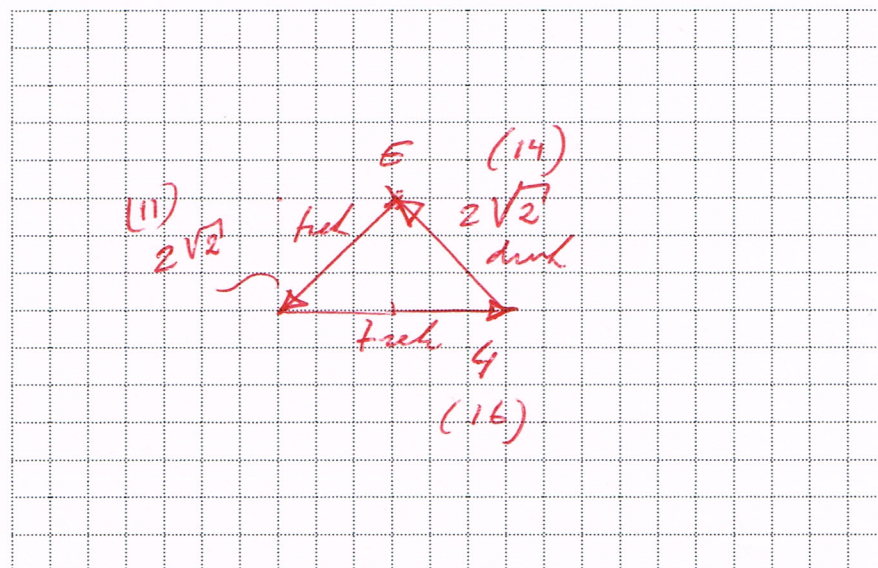
Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

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

Staaf	N [kN]
9	0
10	0
11	$+2\sqrt{2} = 2,83$
12	-2
13	0
14	$-2\sqrt{2} = -2,83$
15	$-2\sqrt{2} = -2,83$
16	+4
17	$-2\sqrt{2} = -2,83$
18	-4

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

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

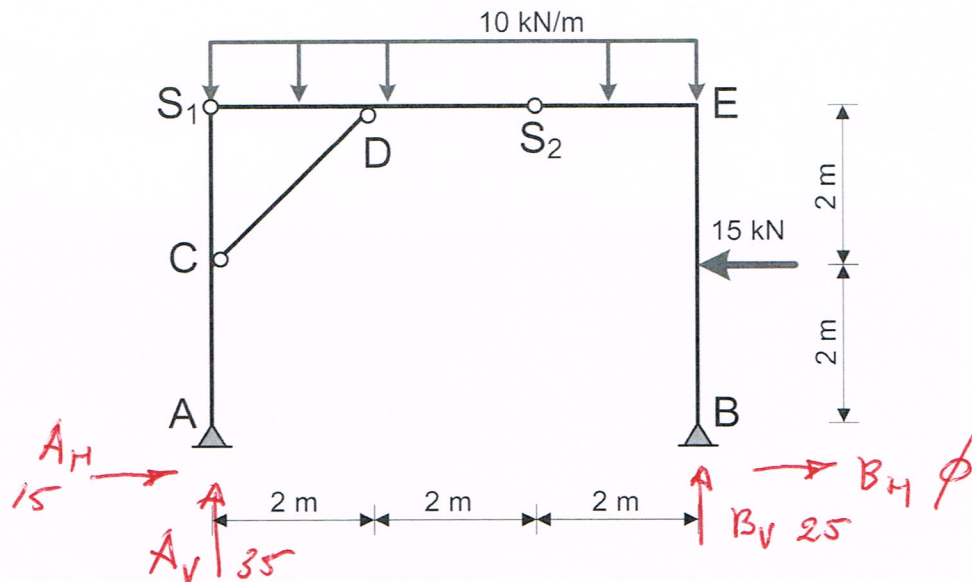


Krachtenveelhoek voor knooppunt E in kN (kies zelf een schaal)

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

Opgave 4 (ongeveer 40 minuten)

De onderstaande spantconstructie is in A en B scharnierend ondersteund. S_1 en S_2 zijn scharnieren in het spant. Tussen C en D is een *schoorstaaf* geplaatst. De gelijkmatig verdeelde belasting op de bovenregel is 10 kN/m. Halverwege de rechter kolom EB grijpt een horizontale puntlast aan van 15 kN in de aangegeven richting.



Vragen:

a) Wat is een *schoorstaaf* en welke functie heeft deze?

een pendelsloef die een constructie deel vorm vast maakt.

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

$$\begin{aligned} \sum T|_A^{\text{geheel}} &= 0 & (10 \cdot 6) \cdot 3 - 15 \cdot 2 - B_V \cdot 6 &= 0 \rightarrow B_V = 25 \text{ kN} \uparrow \\ \sum T|_{S_2}^{BES_2} &= 0 & B_V \cdot 2 - 15 \cdot 2 - (10 \cdot 2) \cdot 1 + B_H \cdot 4 &= 0 \\ & & \rightarrow B_H &= 0 \\ \sum F_V &= 0 & A_V &= 35 \text{ kN} \uparrow & \sum F_H &= 0 & A_H &= 15 \text{ kN} \rightarrow \end{aligned}$$

Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

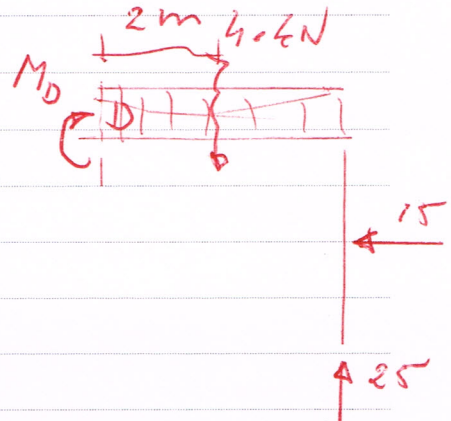
--	--	--	--	--	--	--

- c) Bepaal de momentenlijn en teken deze inclusief de vervormingstekens en de waarde op karakteristieke punten.

$$M_E = 15 \cdot 2 = 30 \text{ kNm}$$

$$M_C = 15 \cdot 2 = 30 \text{ kNm}$$

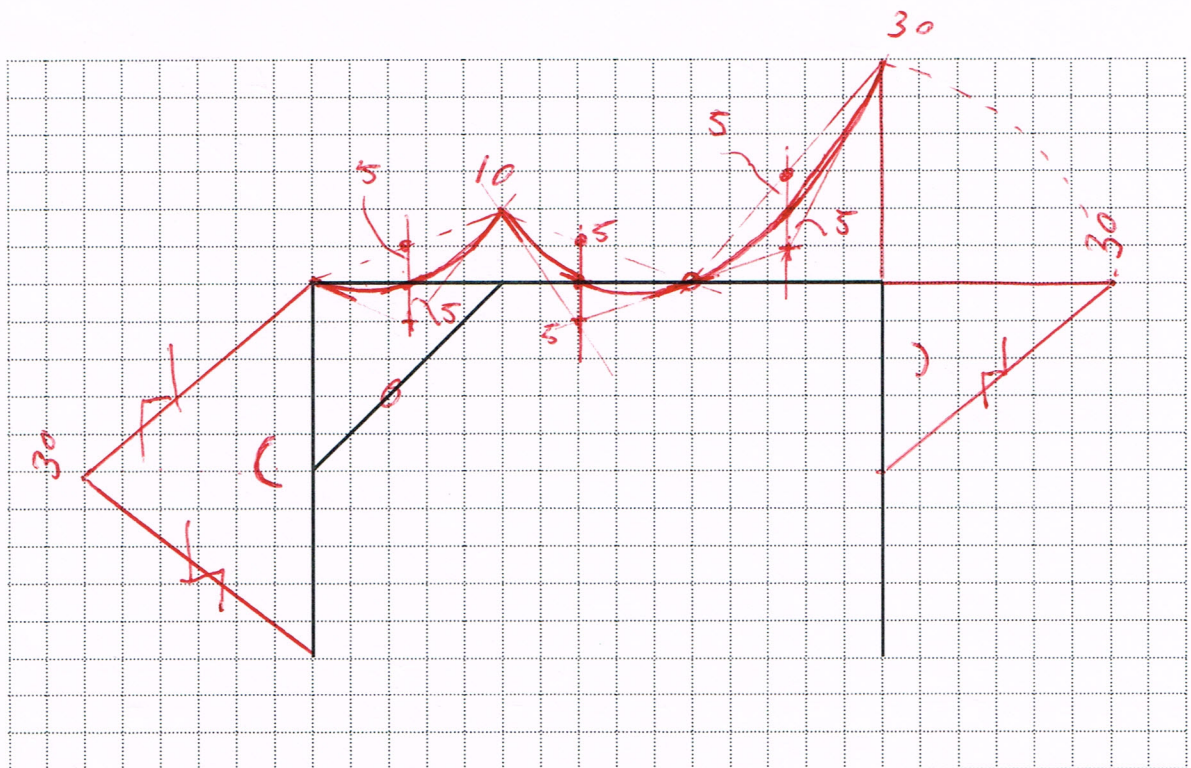
$$M_D = 25 \cdot 4 - 30 - 80 = -10 \text{ kNm}$$



5 kNm



M-lijn in kNm



$$\frac{1}{8} \cdot 10 \cdot 2^2 = 5 \text{ kNm}$$

Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

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

- d) Bepaal de dwarskrachtenlijn en teken deze inclusief de vervormingstekens en de waarde op karakteristieke punten.

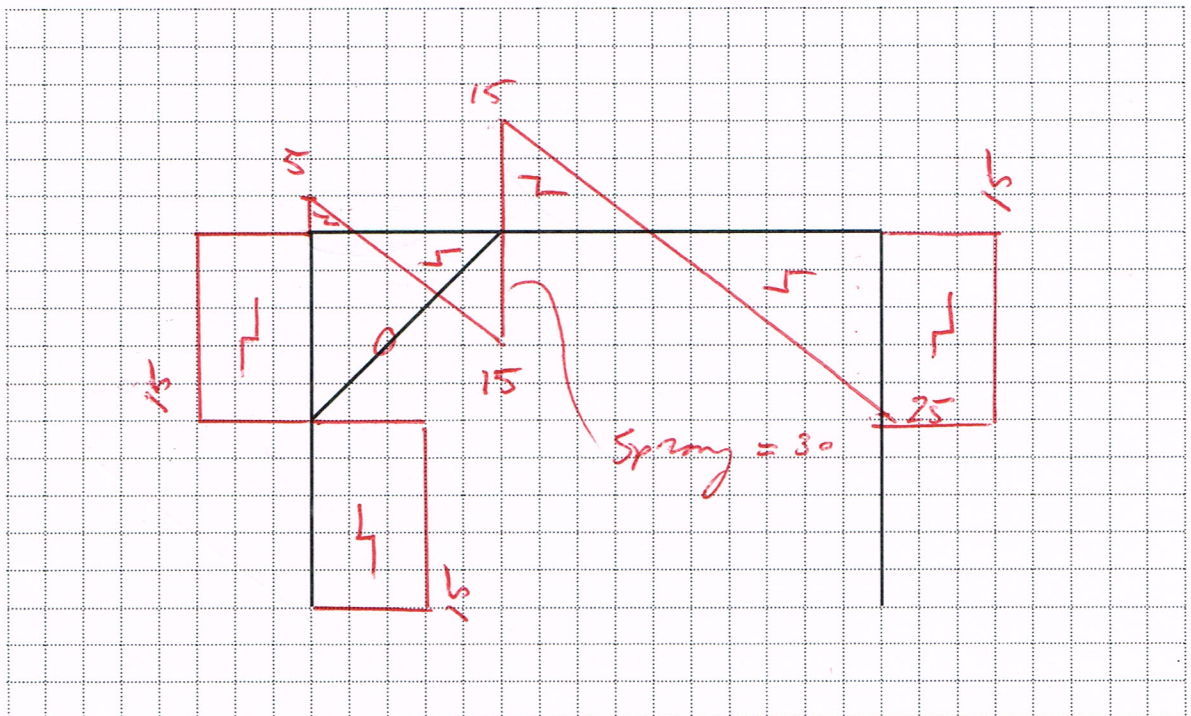
gebruik
helling M-lijn.

Sprong in V-lijn van 30 kN t.g.v. kracht in de pen del.

5 kN

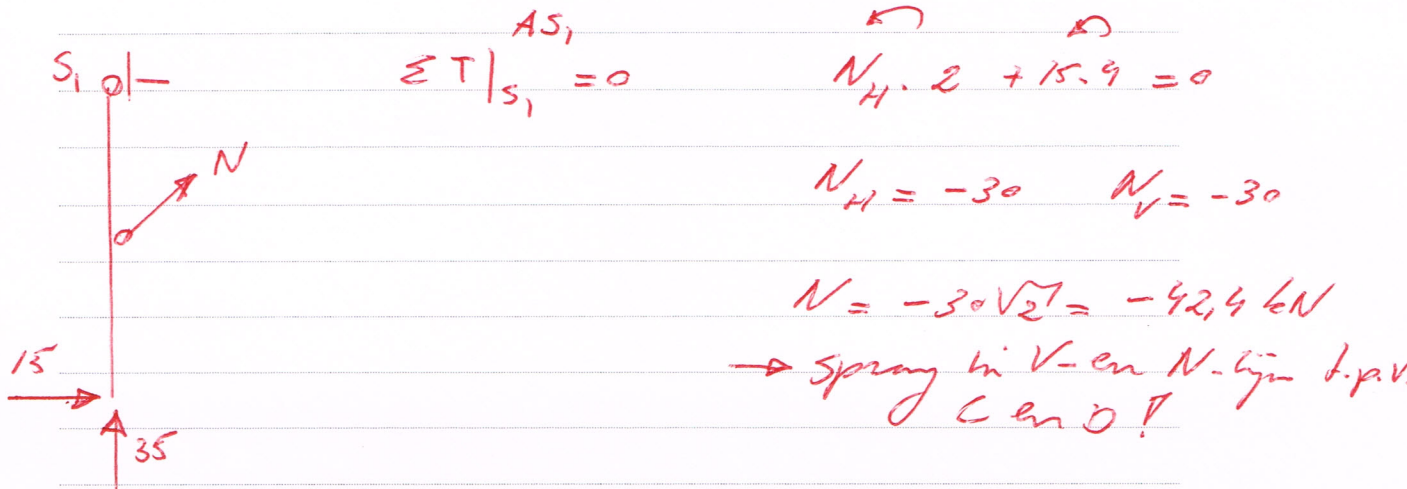


V-lijn in kN



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

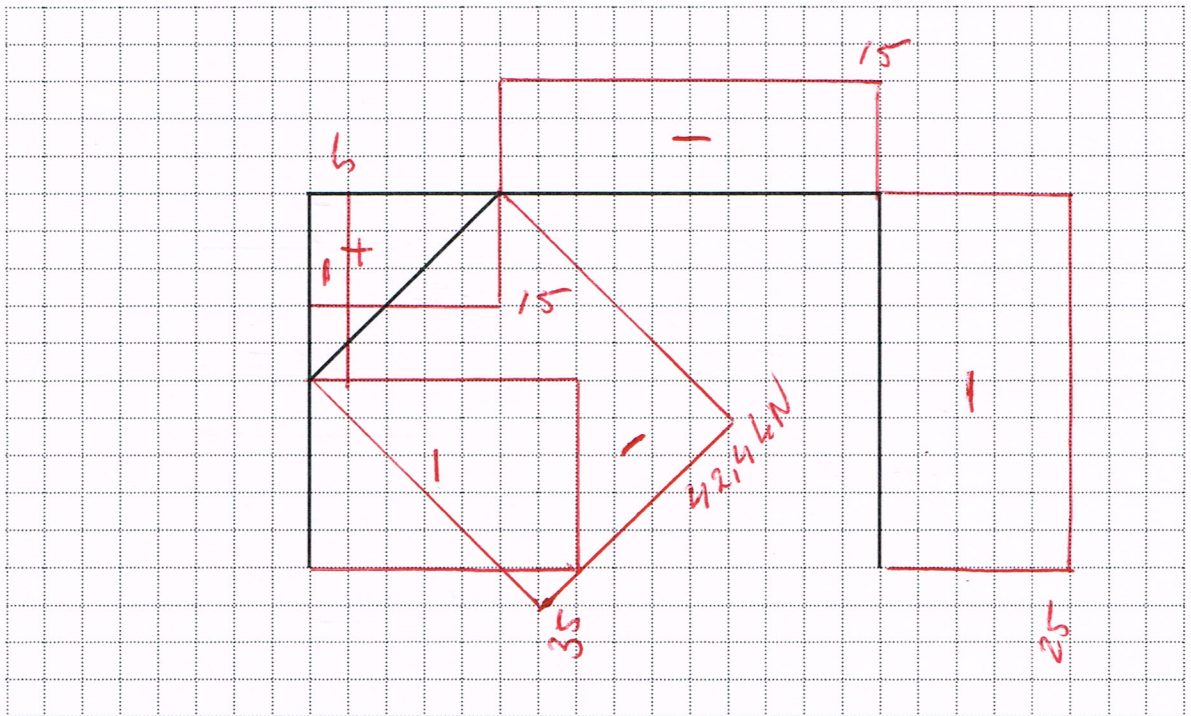
- e) Bepaal de normaalkrachtenlijn en teken deze inclusief het teken voor trek en druk en de waarde op karakteristieke punten.



5 kN



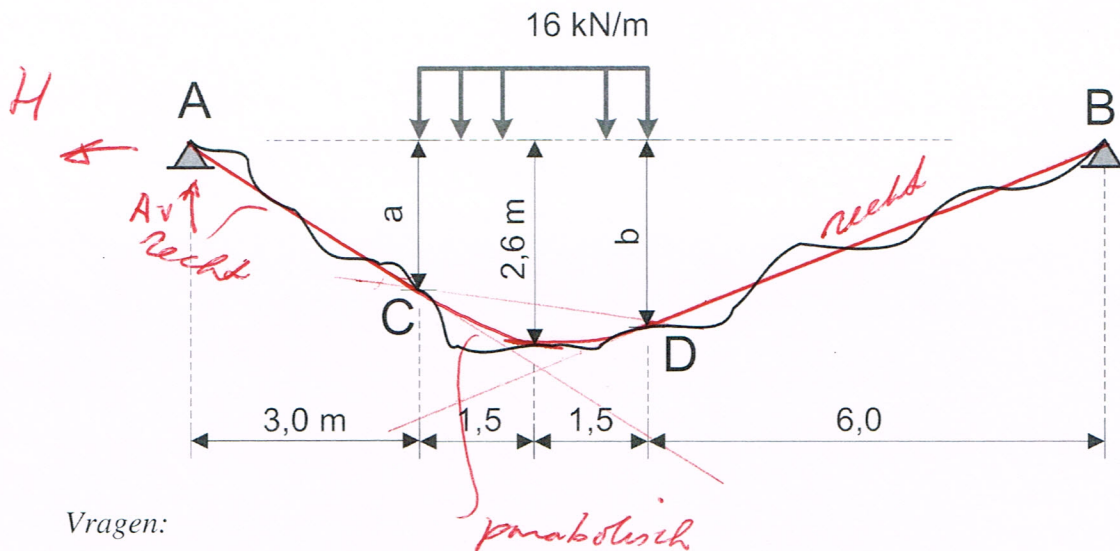
N-lijn in kN



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

Opgave 5 (ongeveer 30 minuten)

De onderstaande kabel wordt gedeeltelijk belast met een gelijkmatig verdeelde last van 16 kN/m per eenheid van lengte gemeten langs de horizontale projectie van de kabel. De positie van de kabel op 4,5 m vanaf punt A is bekend. De kabel hangt hier 2,6 m onder de sluitlijn AB.



Vragen:

- a) Schets de vorm van de kabel in de bovenstaande figuur en bepaal de horizontale component van de kracht in de kabel.

$\Sigma T|_B = 0$ (geheel)
 $A_v \cdot 12 - 48 \cdot 7\frac{1}{2} = 0$
 $A_v = 30 \text{ kN} \uparrow$
 $\Sigma T|_{CD \text{ midden}} = 0$ (ACD midden)
 $A_v \cdot 4\frac{1}{2} - H \cdot 2,6 - 24 \cdot \frac{3}{4} = 0$
 $H = 45 \text{ kN}$

- b) Bepaal de doorhang a in C

$\Sigma T|_C = 0$ (AC)
 $A_v \cdot 3 - H \cdot a = 0$
 $30 \cdot 3 - 45 \cdot a = 0 \rightarrow a = 2,0 \text{ m}$

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

c) Bepaal de maximum doorhang en geef aan waar deze optreedt

Daan waar de kabel een horizontale richting heeft
(verticale component van de kracht in de kabel is
daar nul)

$A_v = 30 \text{ kN}$ dus op $3 + \frac{30}{16} = 4,875 \text{ m}$ vanaf A.

$$H \cdot a - 30 \cdot 4,875 + \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot (1,875)^2 = 0$$

$$a = \frac{146,25 - 28,125}{45} = 2,625 \text{ m.}$$

d) Bepaal de maximale kracht in de kabel en geef aan waar deze optreedt.

grootste helling bij A :

$$T = \sqrt{H^2 + A_v^2} = \sqrt{45^2 + 30^2} = 54,08 \text{ kN.}$$