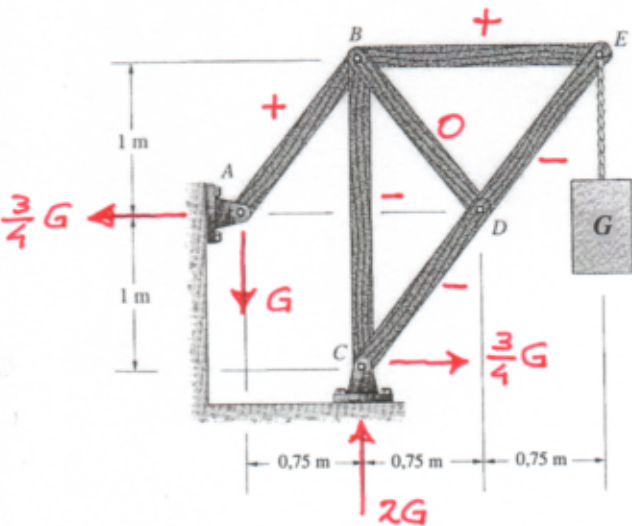


Opgave 1 (gewicht 1,4 - ongeveer 25 minuten)

Onderstaand vakwerk draagt in E een blok met gewicht G . De knooppunten worden opgevat als scharnierende verbindingen.
De maximum kracht die een staaf kan overbrengen is 6 kN trek en 2 kN druk.

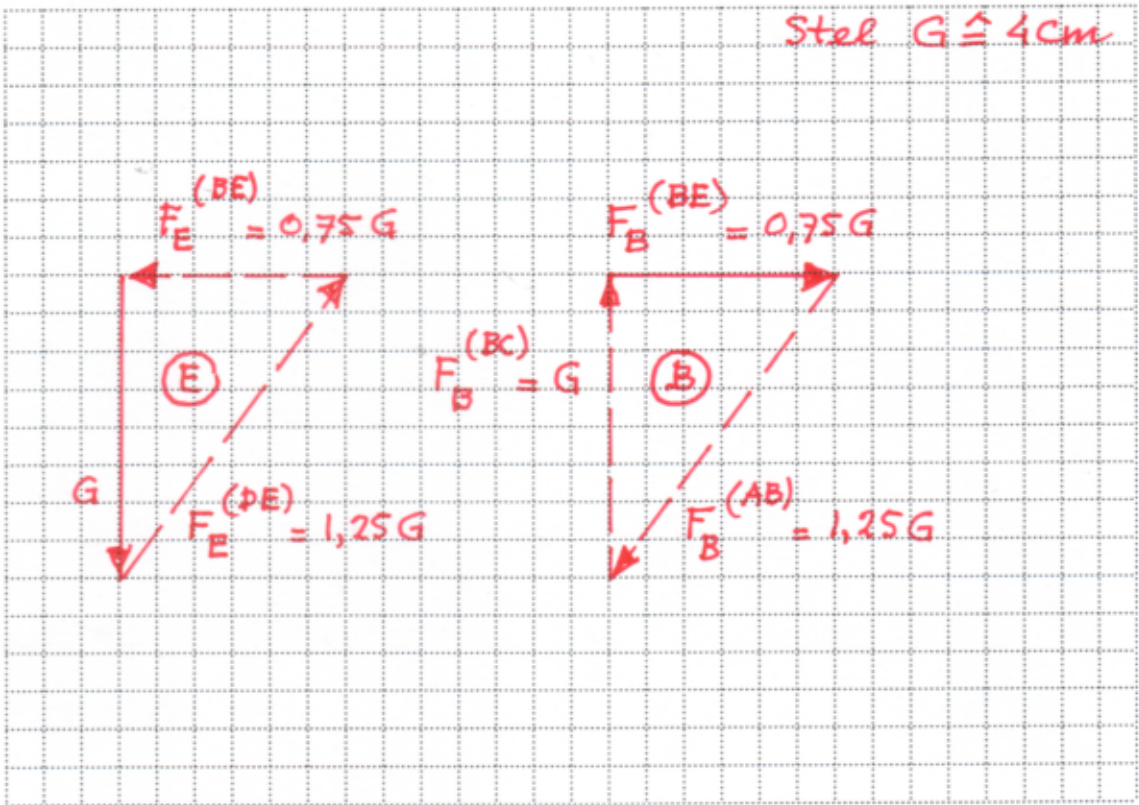


Staat	N
AB	+ 1,25 G
BC	- G
BD	0
BE	+ 0,75 G
CD	- 1,25 G
DE	- 1,25 G

Staatkrachten

Gevraagd:

- a. Alle staatkrachten uitgedrukt in G , met de goede tekens (trek positief en druk negatief).

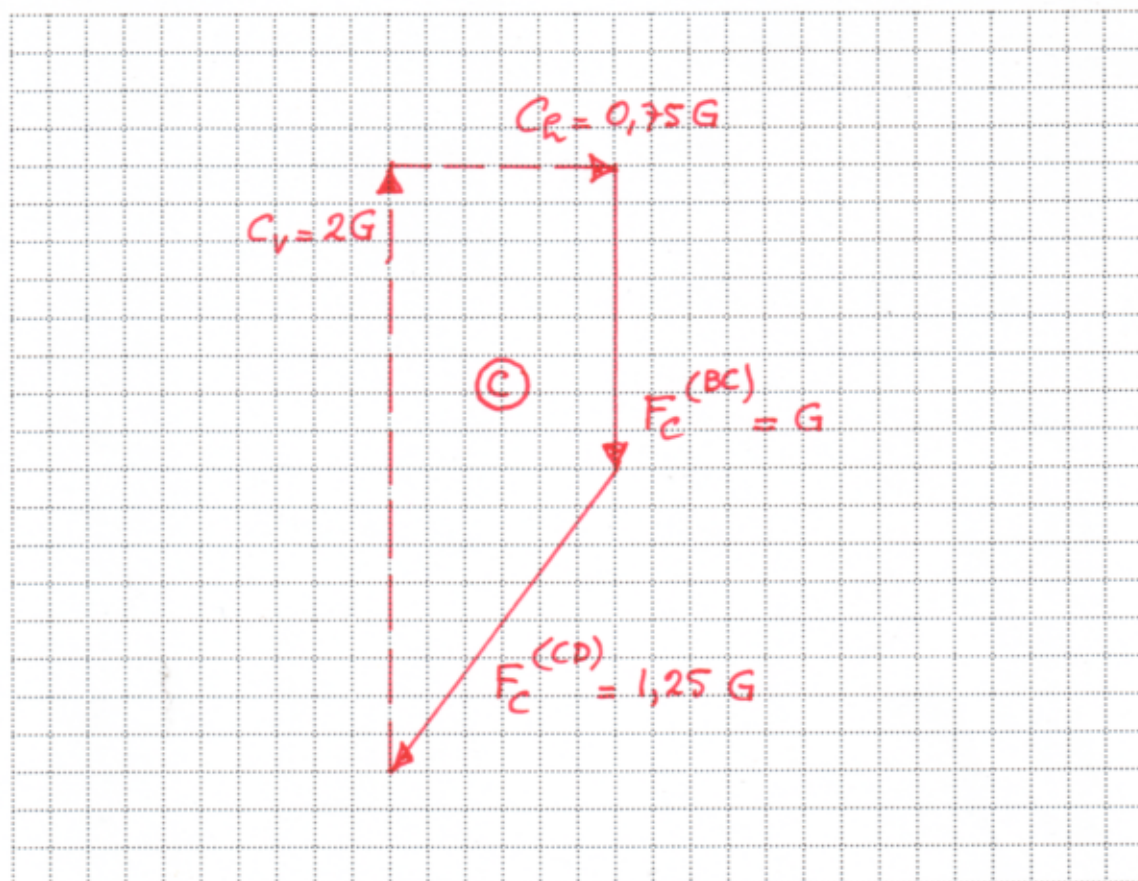


Voor vervolg opgave 1 zie volgend blad ►

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

Vervolg opgave 1

b. De krachtenveelhoek voor het evenwicht van knooppunt C.



c. Het maximum gewicht G dat het vakwerk kan dragen. Welke staaf is maatgevend?

Zwaarst belaste staven

AB, trek : $1,25 G \leq 6 \text{ kN} \rightarrow G \leq 4,8 \text{ kN}$

CD/DE, druk : $1,25 G \leq 2 \text{ kN} \rightarrow G \leq 1,6 \text{ kN}$

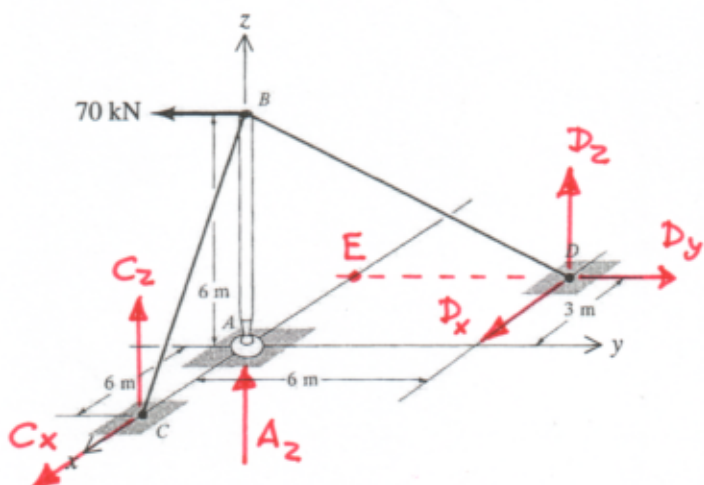
maximum gewicht : $G = 1,6 \text{ kN}$

drukstaven CD/DE maatgevend

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

Opgave 2 (gewicht 2,4 - ongeveer 40 minuten)

De verticale mast AB, in B belast door een horizontale kracht van 70 kN, wordt in evenwicht gehouden door de draden BC en BD. De ondersteuning in A bestaat uit een bolscharnier.



oplegreacties	(kN)
A_x	0
A_y	0
A_z	+105
C_x	+35
C_y	0
C_z	-35
D_x	-35
D_y	+70
D_z	-70

Gevraagd:

- a. Van welke van de negen oplegreacties A_x , A_y , A_z , C_x , ... kan direct worden aangegeven dat ze nul zijn?

$$A_x = A_y = 0 ; C_y = 0$$

- b. Bereken de andere oplegreacties. Geef duidelijk aan hoe de berekening wordt uitgevoerd.

Eenheden: kN en m

$$\sum F_y = D_y - 70 = 0 \rightarrow D_y = +70 \text{ kN}$$

$$\sum T_x|A = D_z \cdot 6 + 70 \cdot 6 = 0 \rightarrow D_z = -70 \text{ kN}$$

$$\sum T_z|E = -D_x \cdot 6 - 70 \cdot 3 = 0 \rightarrow D_x = -35 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = C_x + D_x = C_x - 35 = 0 \rightarrow C_x = +35 \text{ kN}$$

$$\sum T_y|A = -C_z \cdot 6 + D_z \cdot 3 = -C_z \cdot 6 - 70 \cdot 3 = 0 \rightarrow C_z = -35 \text{ kN}$$

$$\sum F_z = A_z + C_z + D_z = A_z - 35 - 70 = 0 \rightarrow A_z = +105 \text{ kN}$$

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

Vervolg opgave 2

- c. Hoe groot is de normaalkracht in mast AB en de draden BC en BD, met het goede teken voor trek en druk (trek positief, druk negatief).

$$N^{(BC)} = + \sqrt{35^2 + 35^2} = + 35\sqrt{2} \text{ kN}$$

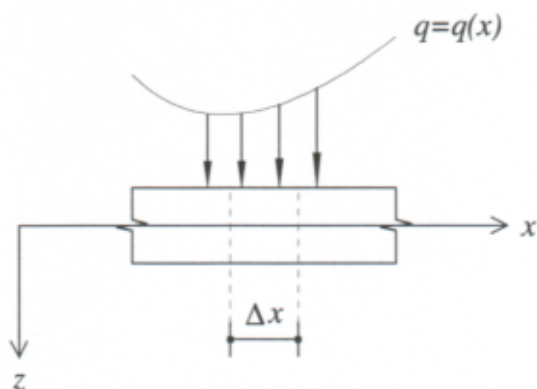
$$N^{(BD)} = + \sqrt{35^2 + 70^2 + 70^2} = + 105 \text{ kN}$$

$$N^{(AB)} = \underline{-105 \text{ kN}} \quad N^{(BC)} = \underline{+35\sqrt{2} \text{ kN}} \quad N^{(BD)} = \underline{+105 \text{ kN}}$$

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

Opgave 3 (gewicht 1,4 - ongeveer 25 minuten)

Een balk wordt loodrecht op zijn as belast door een verdeelde belasting $q = q(x)$.



Gevraagd:

- a. Teken (in de vrije ruimte rechtsboven) de positieve snedekrachten die in het geval van buiging op een balkelementje met kleine lengte Δx werken.

Zie meriam : blz. 288 ev. of Hartsuiker, blz. 412 ev.

- b. Leid voor het op buiging belaste balkelementje de differentiaalbetrekkingen voor het evenwicht af.

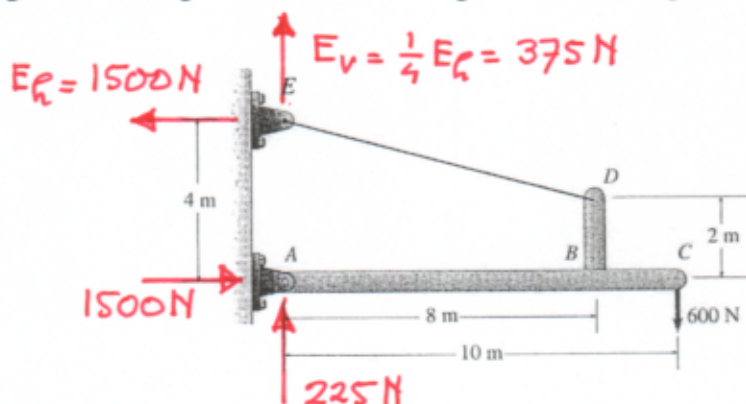
- c. Leid (met behulp van het voorgaande) ook de betrekking af die bestaat tussen het buigend moment M in de balk en de verdeelde belasting q .

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

Opgave 4 (gewicht 2,4 - ongeveer 45 minuten)

In onderstaande constructie is het vormvaste deel ABCD scharnierend opgelegd in A en in D opgehangen aan draad DE.

Belasting en afmetingen kunnen uit de figuur worden afgelezen.



Gevraagd:

- a. De (horizontale en verticale component van de) oplegreacties in A en E. Teken ze in bovenstaande figuur zoals ze in werkelijkheid werken en schrijf hun waarden er bij.

Eenheden: N en m

$$\sum \mathcal{M}_A = E_h \cdot 4 - 600 \cdot 10 = 0 \rightarrow E_h = 1500 \text{ N}$$

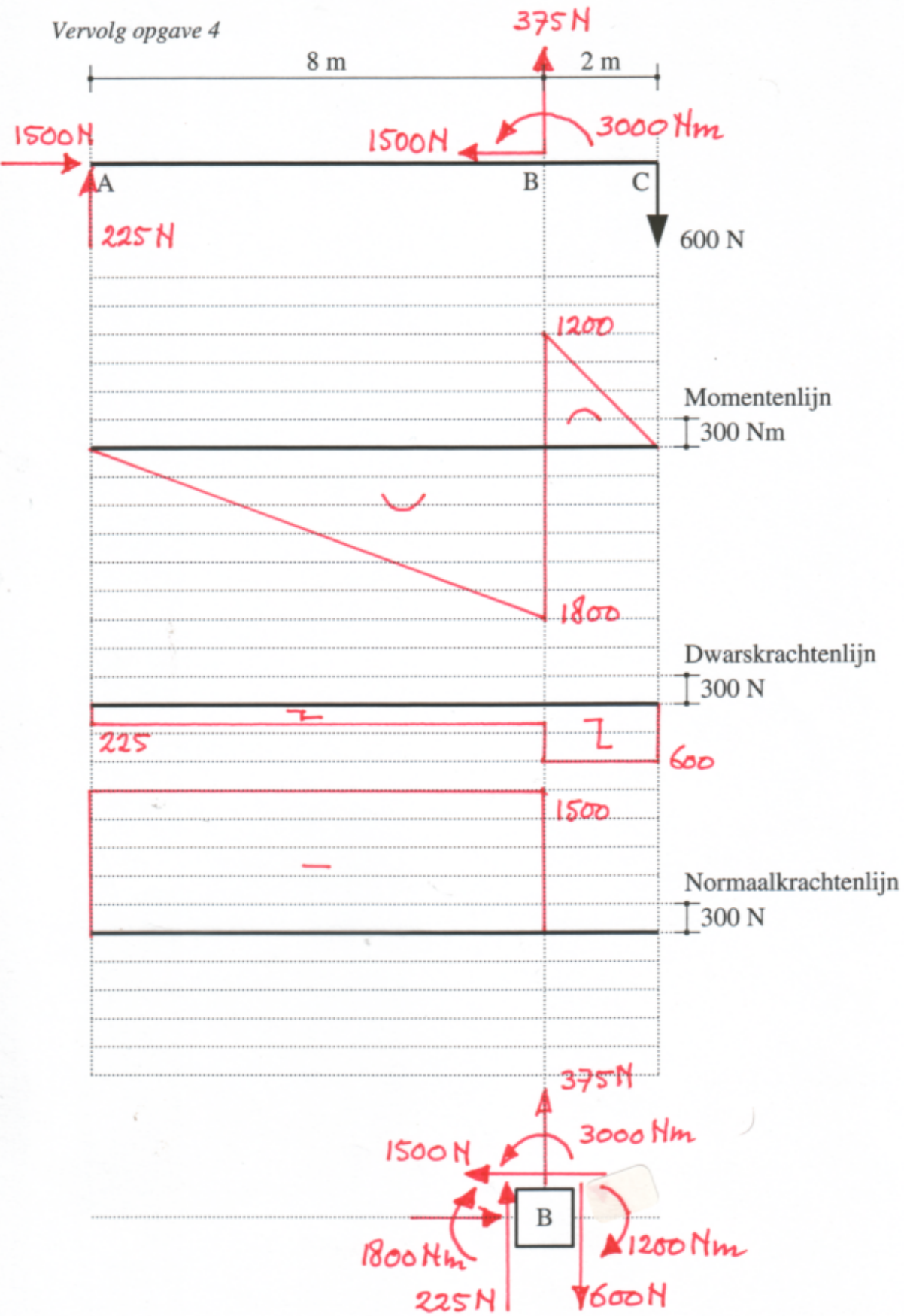
$$\sum F_h = 0 \rightarrow A_h = 1500 \text{ N} (\rightarrow)$$

$$\sum F_v = 0 \rightarrow A_v = 225 \text{ N} (\uparrow)$$

- b. De momenten-, dwarskrachten- en normaalkrachtenlijn voor ABC, met de vervormingstekens. Schrijf de waarden er bij (zie volgend blad).
- c. Maak knooppunt B vrij, teken alle krachten en momenten die er op werken en schrijf hun waarden er bij (zie volgend blad).

Voor de beantwoording van de vragen b en c zie volgend blad ►

Vervolg opgave 4

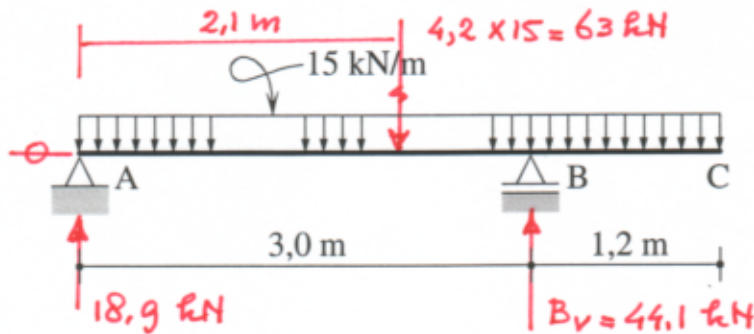


Krachten en momenten op knooppunt B

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

Opgave 5 (gewicht 2,4 - ongeveer 45 minuten)

De getekende ligger met overstek draagt over de gehele lengte een gelijkmatig verdeelde belasting van 15 kN/m. De afmetingen kunnen uit de figuur worden afgelezen.



Gevraagd:

- a. De oplegreacties. Teken ze (in bovenstaande figuur) zoals ze op de ligger werken en schrijf hun waarden er bij.

Eenheden: kN en m

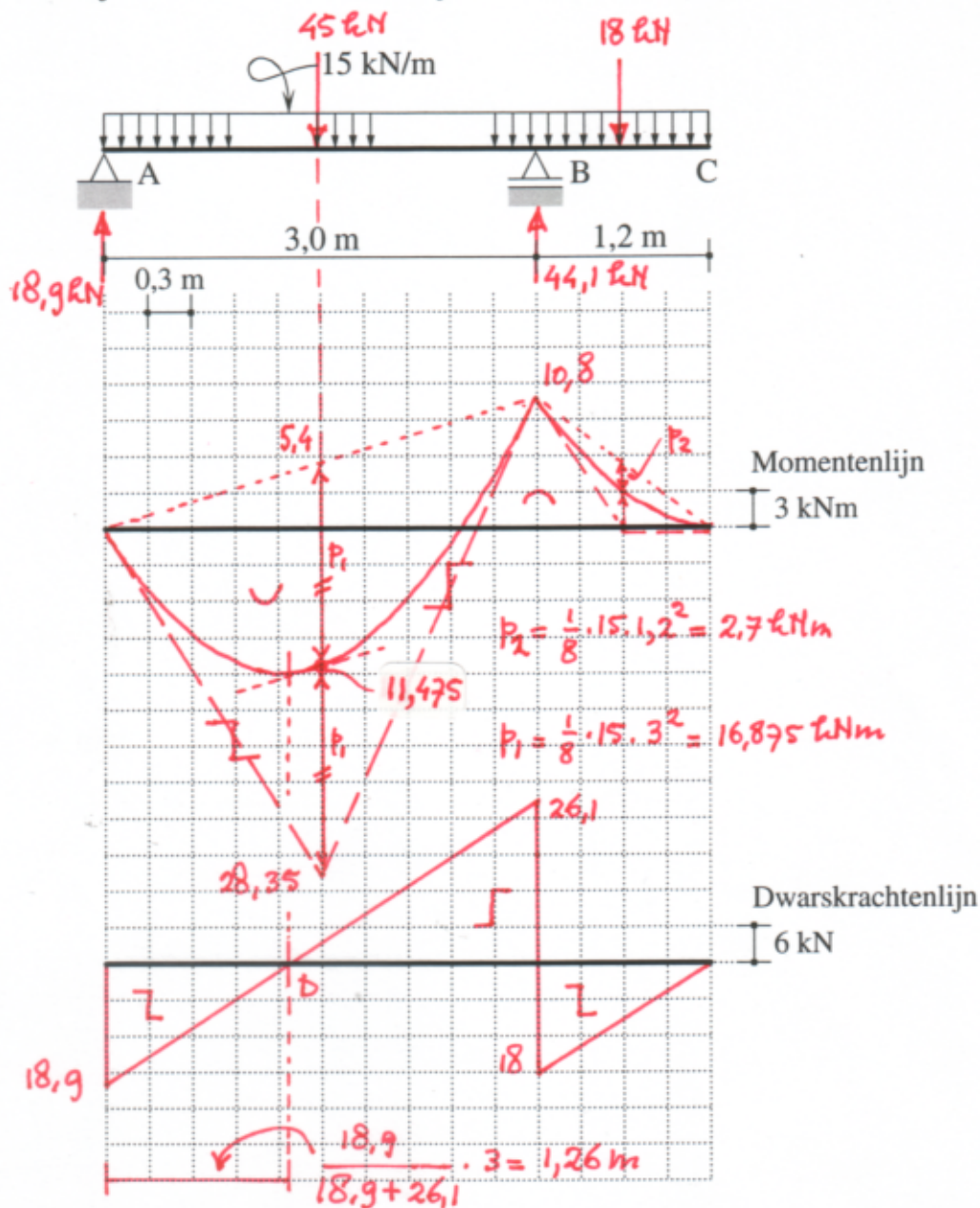
$$\sum \mathcal{M}_A = 0 \rightarrow B_v \cdot 3 - 63 \cdot 2,1 = 0 \rightarrow B_v = 44,1 \text{ kN}$$

$$\sum F_v = 0 \rightarrow A_v = 63 - 44,1 = 18,9 \text{ kN} (\uparrow)$$

$$\sum F_h = 0 \rightarrow A_h = 0$$

Vervolg opgave 5:

- b. Teken de momenten- en dwarskrachtenlijn, met de vervormingstekens. Schrijf de waarden er bij. Teken in A, B en C ook de raaklijnen aan de momentenlijn en laat duidelijk zien waar deze elkaar snijden.



- c. Op welke plaats(en) kan men verwachten dat het buigend moment extreem is?

Waar de dwarskracht nul is of van teken wisselt

• in B: steunpuntmoment

• in D, 1.26 m uit A: veldmoment

Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

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

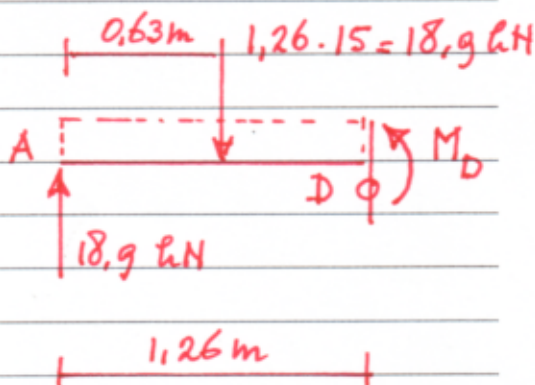
Vervolg opgave 5:

d. Bereken de plaats en grootte van de extreme momenten.

In B max. steunpuntsmoment : $M_B = 10,8 \text{ kNm}$
zie M-lijn.

In D max. veldmoment : $1,26 \cdot 15 = 18,9 \text{ kN}$
zie M-lijn

$$M_D = 18,9 \cdot 0,63 = 11,9 \text{ kNm}$$



Opm. Omdat er op AD geen geconcentreerde koppels aangrijpen kan men M_D ook vinden uit de oppervlakte van de V-lijn over AD.