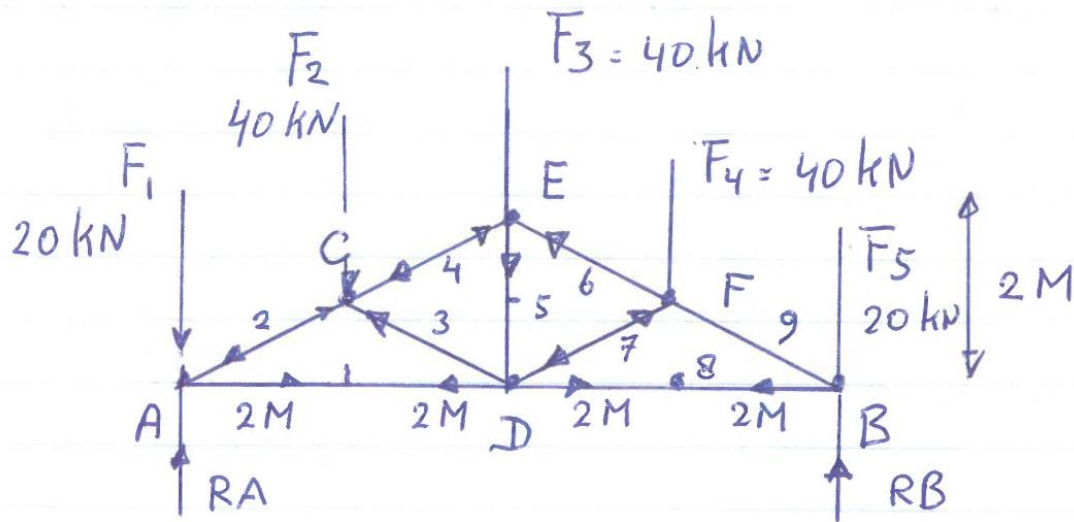


Stappenplan Cremonadiagram tekenen.



Stappenplan 1

Begin met het knooppunt met de minste stangen.
Meestal is dit een steunpunt.

We starten met steunpunt A

Het totale gewicht is 160 kN \rightarrow $RA = RB = 80$ kN. (het spant is symmetrisch)

De hoek bij A en B is $26,56^\circ$

$(\tan^{-1}(0,5) \rightarrow 26,56^\circ)$

In steunpunt A zijn de krachten RA en F_1 bekend.

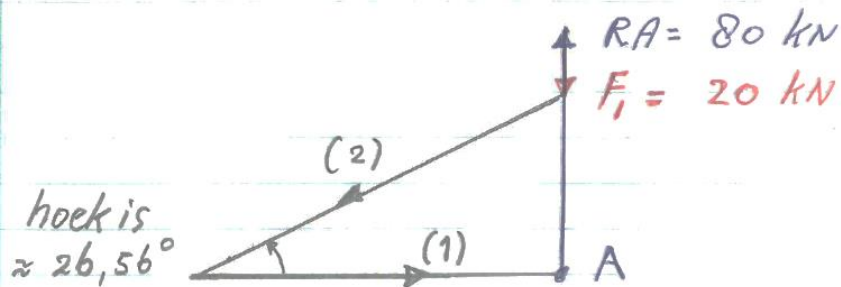
We starten met tekenen met RA , dan F_1 en vervolgens stang (2) en stang (1)

De theorie zegt dan RA , F_1 met de stangen (2) en (1) een gesloten figuur moeten vormen.

Dat betekent dat RA start in knooppunt A en dat de laatste stang, dus stang (1) ook door knooppunt A gaat.

Knooppunt A

1 cm = 20 kN



Teken R_A , F_1 , (2) en (1)

Stang (2) $\approx 6,8$ cm ≈ 136 kN

Stang (1) ≈ 6 cm = 120 kN

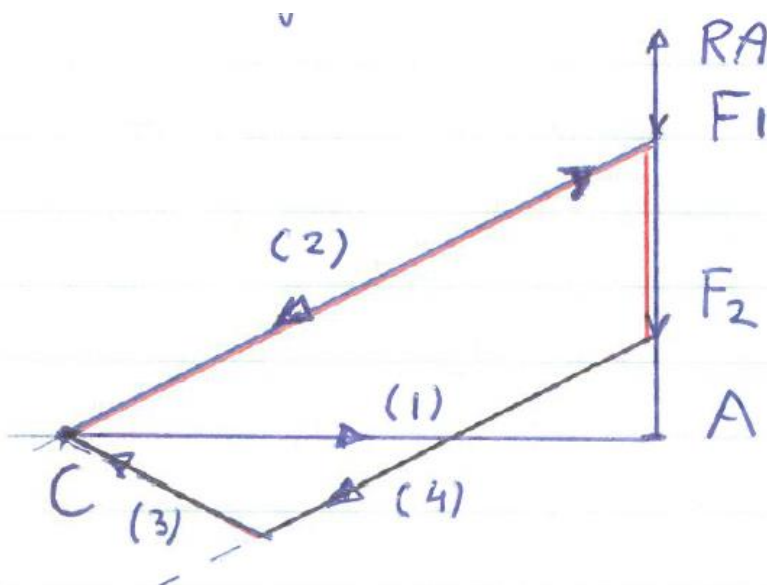
Knooppunt C

Nu is stang(2) bekend en kracht F2

Stang(2) is een duwstang, de richting van de pijl keert om i.v.m. actie is reactie.

Stang(2) duwt tegen knooppunt A en Stang(2) duwt tegen knooppunt C

De volgorde is: Stang(2), F2, Stang(4) en Stang(3)



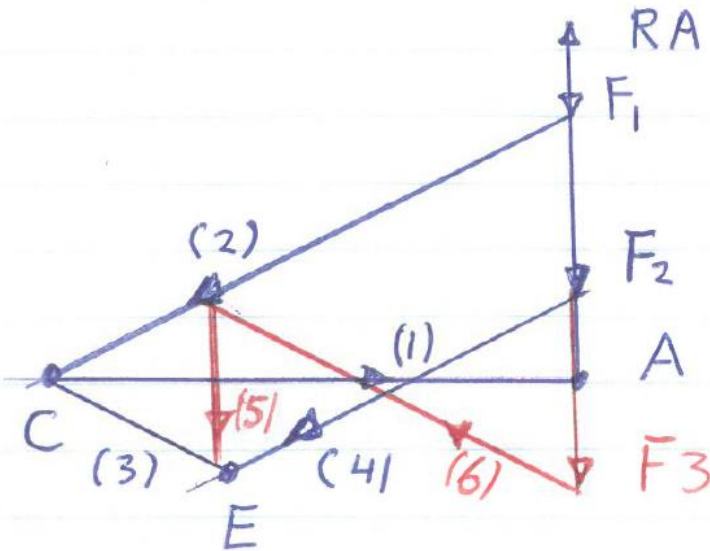
Stang(4) is een duwstang. Stang(4) is 4,5 cm \rightarrow Stang(4) = 90 kN.

Stang(3) is een duwstang. Stang(3) is 2,3 cm \rightarrow Stang(3) = 46 kN.

Knooppunt E

Stang(4) is nu bekend en F_3 is bekend.

Volgorde Stang(4), F_3 , Stang(6) en Stang(5)



Er ontstaat een soort visgraad.

Stang(6) is een duwstang. Stang(6) is 4,5 cm \rightarrow Stang(6) = 90 kN.

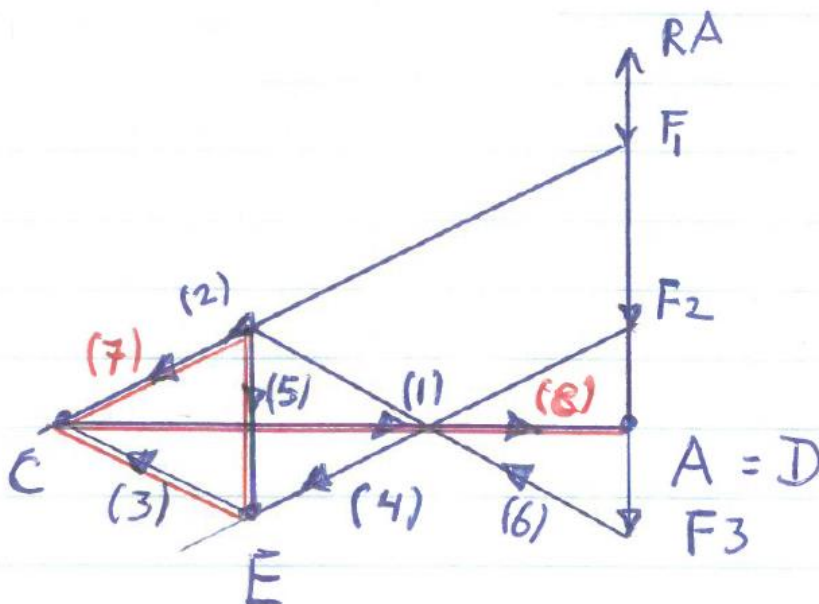
Stang(5) is een trekstang. Stang(5) is 2 cm \rightarrow Stang(5) = 40 kN.

(Stang(4) en Stang(6) in knooppunt E houden elkaar in evenwicht. Dit betekent dat Stang(5) is gelijk aan F_3 . Dan moet Stang(5) 40 kN zijn.

Knooppunt D

Knooppunt D valt samen met knooppunt A.

Volgorde: Stang(1), Stang(3), Stang(5), Stang(7) en Stang(8)



Stang(7) is een duwstang. Stang(7) = 2,3 cm. Stang(7) = 46 kN.
 Stang(7) = Stang(3) in grootte !

Stang(8) valt samen met Stang(1)

Stang(8) is een trekstang.

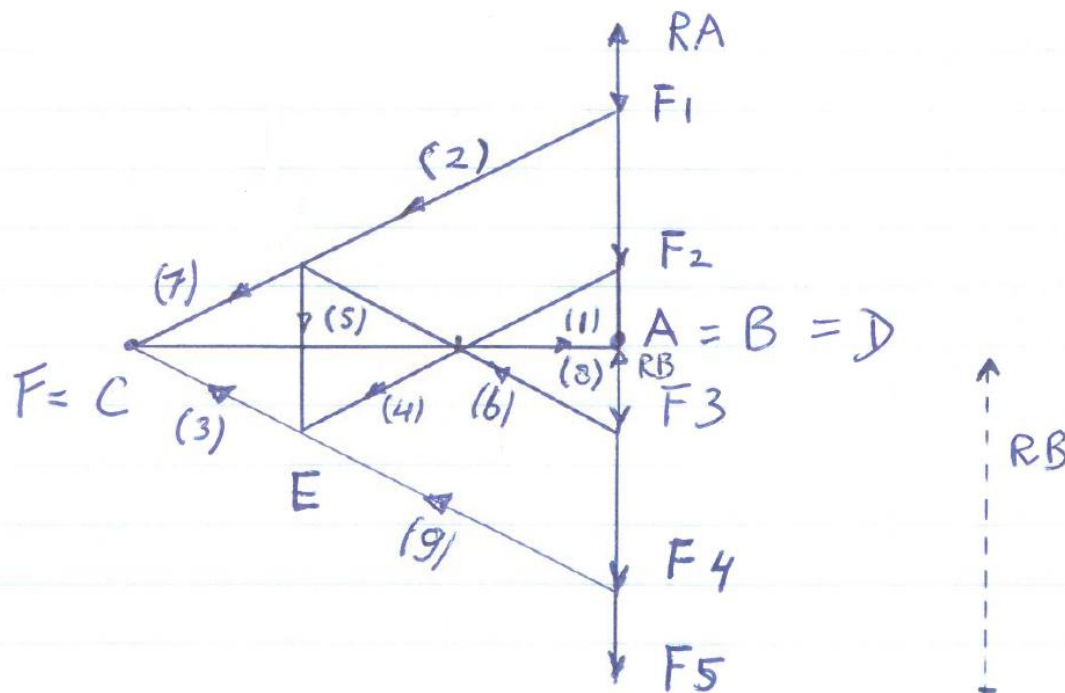
Stang(8) = 120 kN.

(Stang(1) en Stang(8) in knooppunt D houden elkaar in evenwicht, Stang(3) en Stang(7) vangen de kracht in Stang(5) op.)

Knooppunt F

Knooppunt F valt samen met knooppunt C)

Volgorde: Stang(7), Stang(6), F4 en Stang(9).



Stang(9) is een duwstang.

Stang(9) is gelijk aan Stang(2)

Stang(9) is 136 kN.

Laatste knooppunt: Knooppunt B

Knooppunt B valt samen met knooppunt.

Controleer Stang(8), Stang(9), F5 en RB.

Resultaat:

Stang	Grootte	Duw	Trek
1	120 kN		X
2	136 kN	X	
3	46 kN	X	
4	90 kN	X	
5	40 kN		X
6	90 kN	X	
7	46 kN	X	
8	120 kN		X
9	136 kN	X	

Volgende fase is de stangen uitrekenen.

Bij stappenplan 2 worden eerst alle krachten en reactiekrachten kopstaart getekende alvorens te beginnen met knooppunt A.

Voorbeeld Ritter en Cremona

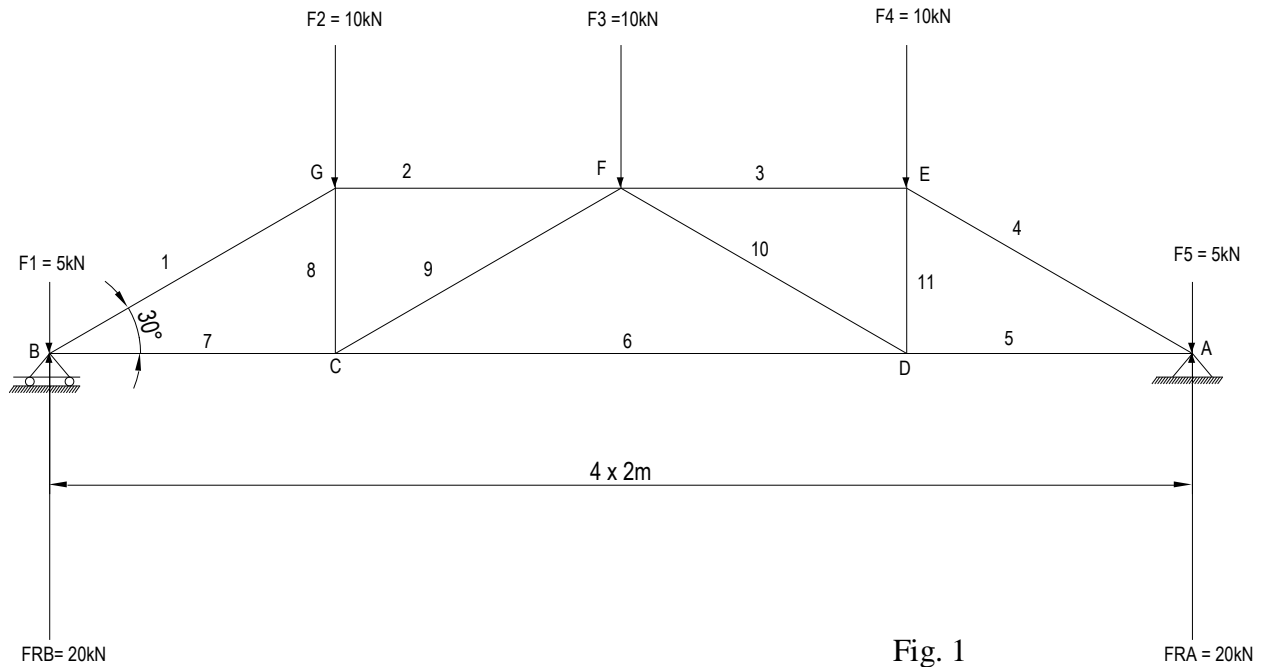


Fig. 1

Het aantal knooppunten in het figuur 1 is 7. We kunnen het aantal staven met de volgende formule berekenen: $s = 2 \times k - 3 \rightarrow s = 2 \times 7 - 3 = 11$. Dit klopt, wat betekent dat het vakwerk inwendig statisch bepaald is.

De steunpuntreacties (FRA en FRB) kunnen berekend worden met de 1^e evenwichtsvoorwaarde: $\sum M = 0$

$$\sum M \text{ t.o.v } B = 0 \downarrow +$$

$$+ 10 \times 2 + 10 \times 4 + 10 \times 6 + 5 \times 8 - FRA \times 8 = 0$$

$$+ 160 - 8FRA = 0$$

$$FRA = \frac{160}{8} = 20kN$$

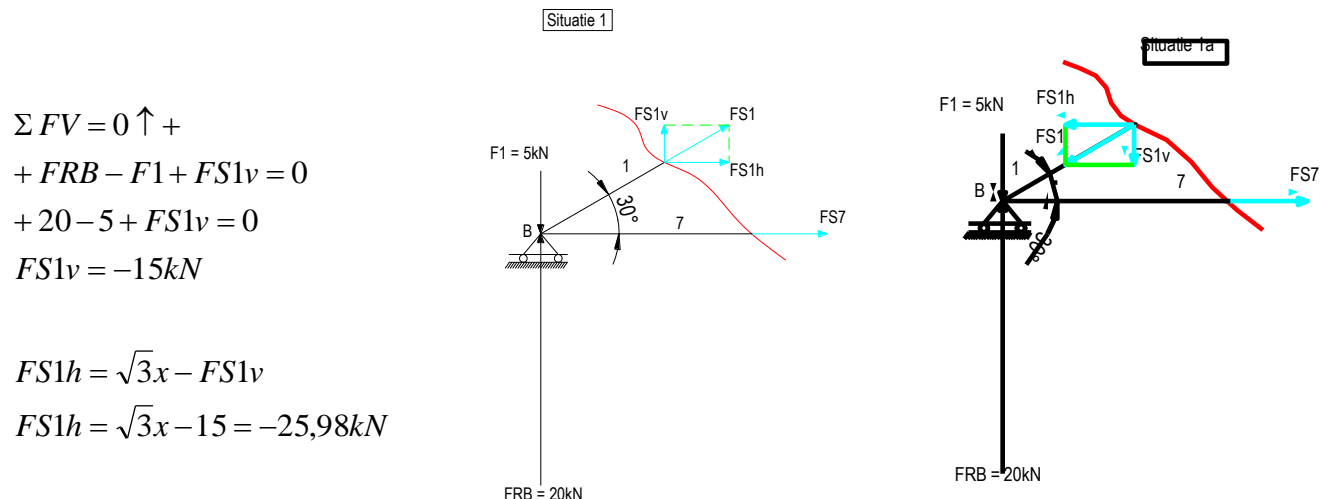
$$\sum FV = 0 \uparrow +$$

$$+ FRB - 10 - 10 - 10 - 5 - 5 + 20 = 0$$

$$+ FRB - 20 = 0$$

$$FRB = 20kN$$

In fig.2 is het linkerdeel van de vakwerk van fig.2 getekend en in evenwicht gebracht. We gaan nu een snede over de staven 1 en 7 brengen.



$$\sum FV = 0 \uparrow +$$

$$+ FRB - F1 + FS1v = 0$$

$$+ 20 - 5 + FS1v = 0$$

$$FS1v = -15kN$$

$$FS1h = \sqrt{3}x - FS1v$$

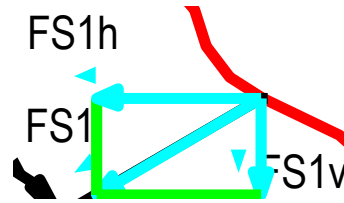
$$FS1h = \sqrt{3}x - 15 = -25,98kN$$

$FRB = 20kN$

$FRB = 20kN$

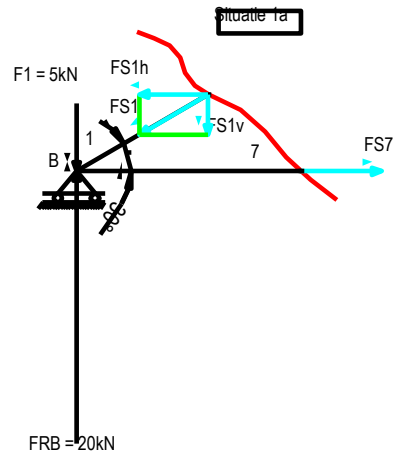
Staafkracht FS1

$$FS1 = \sqrt{(-15)^2 + (-25,98)^2} = 30kN$$



Staafkracht FS7

$$\begin{aligned} \sum Fh &= 0 \rightarrow + \\ + FS7 + FS1h &= 0 \\ FS7 &= -FS1h = +25,89kN \end{aligned}$$



Staafkracht FS2

Voor de berekening van staafkracht FS2 maken we een snede over de staven 2, 9 en 6. Het is nu duidelijk dat het snijpunt van de staven 6 en 9 in punt C ligt. Omdat het linkerdeel in evenwicht is, moet de som van de momenten van de uitwendige krachten FRB, F1 en F2 en van de staafkrachten FS2, FS6 en FS9 nul zijn.

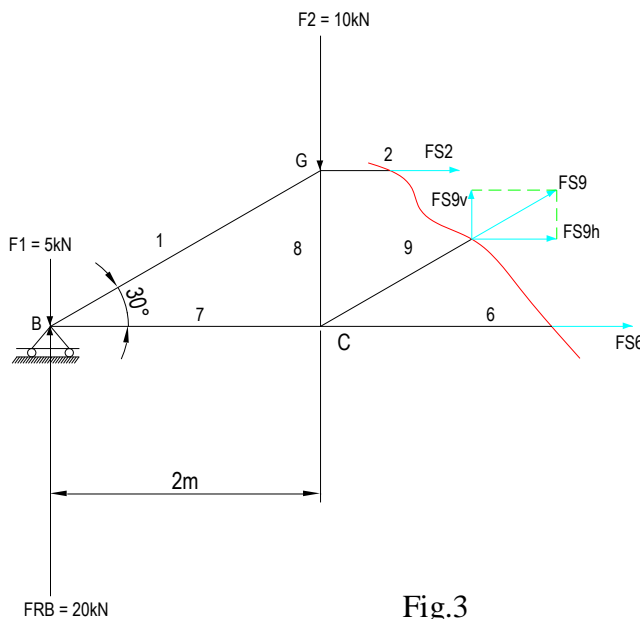
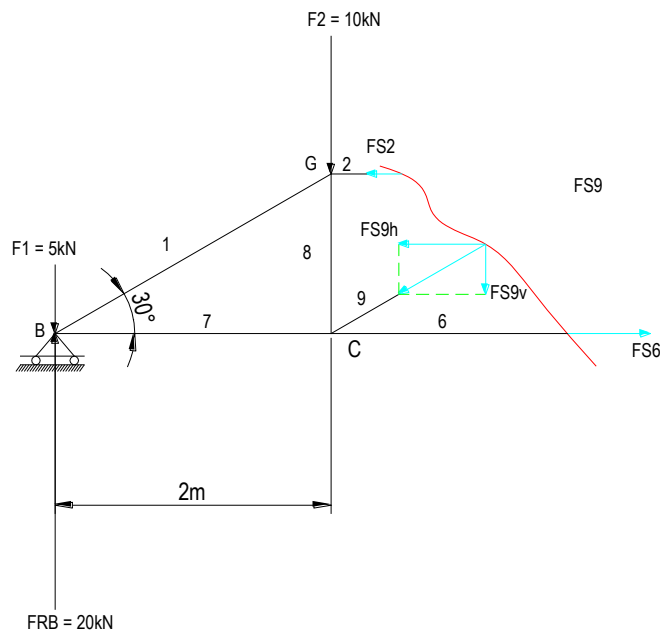


Fig.3

$$\begin{aligned} \sum m_{t.o.v C} &= 0 \downarrow + \\ + FRBx2 - F1x2 + FS2x\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right) &= 0 \\ + 20x2 - 5x2 + FS2x\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right) &= 0 \\ + 30 + FS2x\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right) &= 0 \\ FS2 &= \frac{-30x\sqrt{3}}{2} = -25,98kN \end{aligned}$$

De richting van FS2 is verkeerd om.

Situatie 2



Staafkracht FS9

$$\begin{aligned} \Sigma FV &= 0 \uparrow + \\ + FRB - F1 - F2 + FS9v &= 0 \\ + 20 - 5 - 10 + FS9v &= 0 \\ 5 + FS9v &= 0 \\ FS9v &= -5 \text{ kN} \\ FS9h &= \sqrt{3} * -FS9v \\ FS9h &= \sqrt{3}x * -5 = -5\sqrt{3} \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FS9 &= 2xFS9v \\ FS9 &= 2x - 5 = -10 \text{ kN} \end{aligned}$$

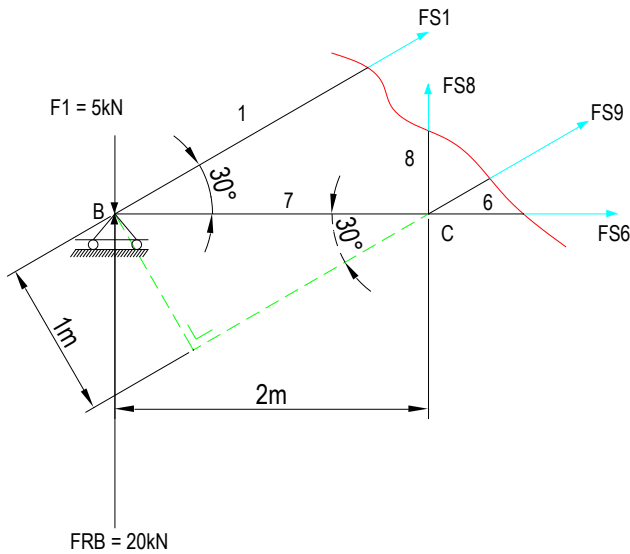
De richting van FS 9h = verkeerd om.

Staafkracht FS6

$$\begin{aligned} \Sigma Fh &= 0 \rightarrow + \\ - FS2 - FS9h + FS6 &= 0 \\ - 25,98 - 5\sqrt{3} + FS6 &= 0 \\ FS6 &= +34,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

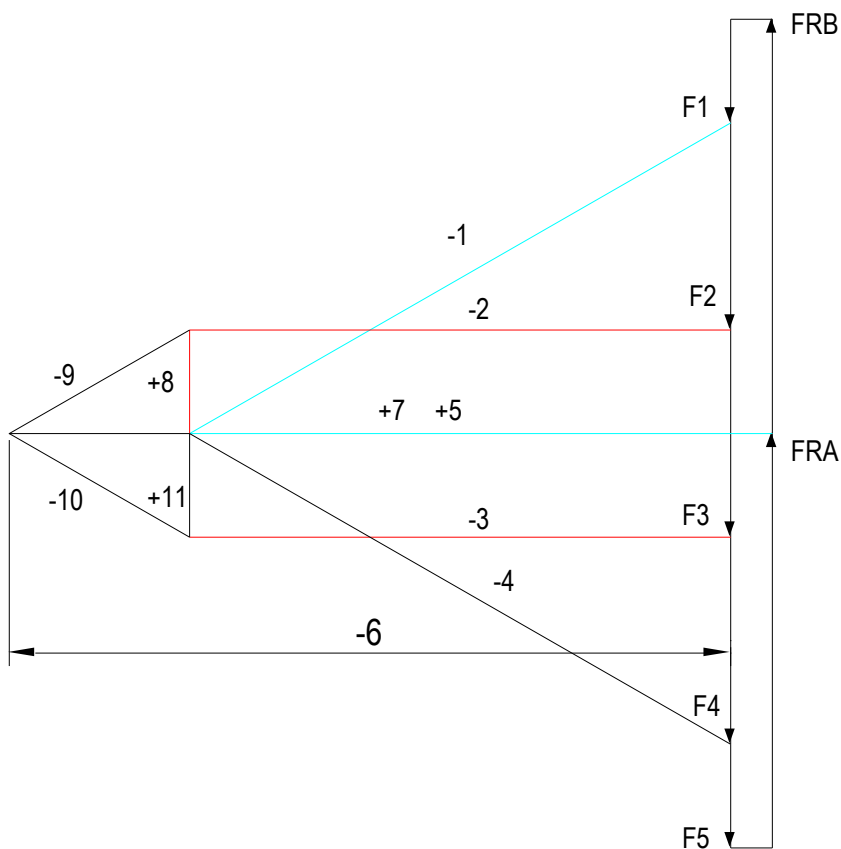
Staafkracht FS8

Voor de berekening van staafkracht FS8 maken we een snede over de staven 1, 8 en 6. Het is nu duidelijk dat het snijpunt van de staven 1 en 6 in punt A ligt. Omdat het linkerdeel in evenwicht is, moet de som van de momenten van de uitwendige krachten FRB, F1 en van de staafkrachten FS1, FS6, FS8 en FS9 nul zijn.



$$\begin{aligned} \sum M \text{ t.o.v } A &= 0 \downarrow + \\ -FS8 \times 2 - FS9 \times 1 &= 0 \\ -FS8 \times 2 - (-10 \times 1) &= 0 \\ -FS8 \times 2 &= -10 \text{ kN} \\ FS8 &= \frac{-10}{-2} = 5 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cremonadiagram



Staafkrachtendiagram

	Staafkrachten	
Nr.	Trek (kN)	Druk (kN)
1		30
2		25,98
3		25,98
4		30
5	25,98	
6		34,64
7	25,98	
8	5	
9		10
10		10
11	5	