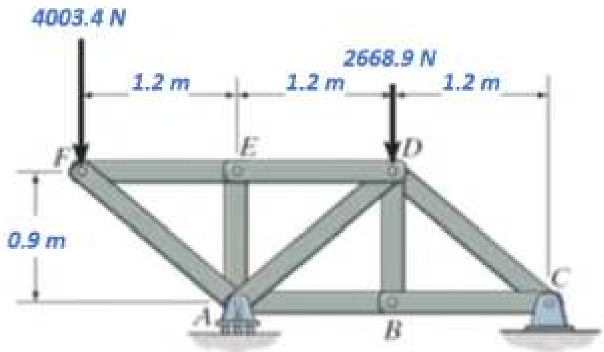
Eksempel 2

Vi skal finne lasten i hvert av stagene samt i hvilken tilstand det enkelte staget befinner seg i, i.e. strekk eller trykk. I dette eksempelet beregnes kreftene vha. knutepunktmetoden.



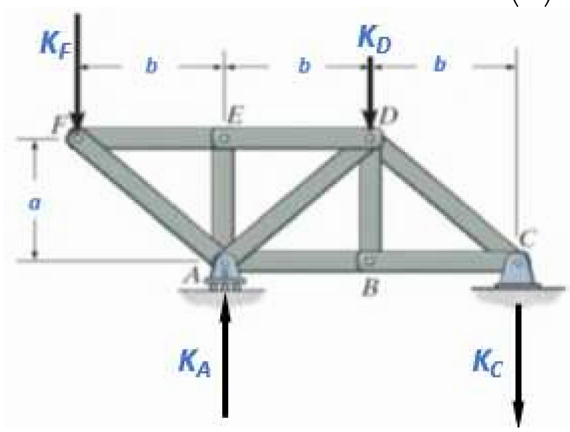
Figur E201. Fagverket påsatt laster i hhv. ASTM og SI.

Kreftene som belaster fagverket i hhv. punkt F og D er,

$$K_F := 900\ lb \cdot g = 4003.4\ N \text{ og } K_D := 600\ lb \cdot g = 2668.9\ N$$

Avstandene hhv. vertikalt og horisontalt er,

$$a := 3\ ft = 0.9\ m \text{ og } b := 4\ ft = 1.2\ m,\ \alpha := \operatorname{atan}\left(\frac{a}{b}\right) = 36.9\ deg$$



Figur E202. Fagverkets krefter, reaksjonskrefter og avstander er tildelt notasjon.

Er fagverket stabilt? $2\ k = s + o$ => $2 \cdot 6 = 9 + 3 = 12$ Ja, fagverket er i likevekt.

Balansering av de YTRE kreftene:

Reaksjonskrefter: Tar moment om C i.e.

$$\Sigma M_C = 0 \therefore -K_F \cdot 3\ b - K_D \cdot b + K_A \cdot 2\ b = 0 \quad => K_A := \frac{K_F \cdot 3\ b + K_D \cdot b}{2\ b} = 7339.6\ N$$

Summen av kreftene i y-retning må være lik 0. Ergo er reaksjonskraften K_C,

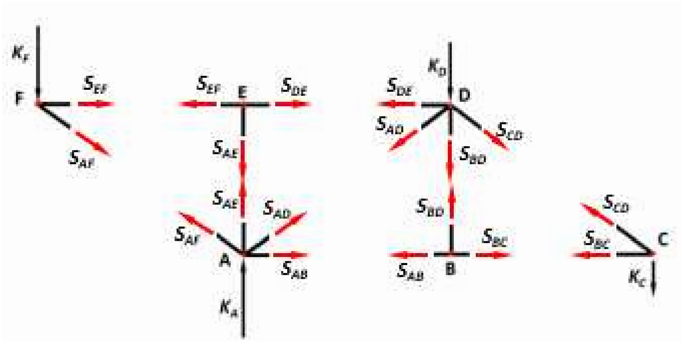
$$\Sigma F_y = 0 \therefore -K_F - K_D + K_A + K_C = 0 \ => K_{Cy} := K_F + K_D - K_A = -667.2\ N$$

Legg merke til at reaksjonskraften i punktet C er negativ. Den er altså nedadrettet og slik holder fagverket tilbake slik at det ikke tipper mot klokken rundt punktet D.

Det er ingen horisontale ytre krefter som virker på fagverket i.e. $K_{Ax}=0=K_{Axlb}$.

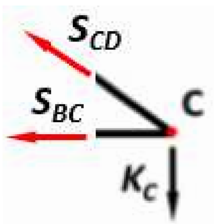
<u>Krefter i knutepunktene - balansering av de INDRE kreftene:</u>

Summen av kreftene i hvert knutepunkt er nødt til å være lik 0 (hvis ikke beveger knutepunktet seg). Vi setter opp et "fritt-legeme-diagram" slik at hvert av knutepunktene kommer godt frem,



Figur E203. De indre kreftene tegnet inn i et s.k. "free body diagram".

<u>Knutepunkt C:</u>



Figur E204. Krefter i knutepunkt C.

Finner y-komponenten til stag CD,

$$\Sigma F_y = 0 \therefore \; S_{CDy} - K_C = 0 \;\; => \;\; S_{CDy} := K_{Cy} = 667.2 \; N$$

Som gir kraften i stag CD,

$$S_{CD} := \frac{S_{CDy}}{\sin(\alpha)} = 1112.1 \; N \quad \text{(S)}$$

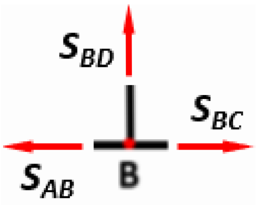
Og komponenten i x-retning:

$$S_{CDx} := S_{CD} \cdot \cos(\alpha) = 889.6 \; N$$

Staget BC må være i kraftbalanse med S_{CDx}, slik at

$$\Sigma F_x = 0 \therefore \quad -S_{CDx} + S_{BC} = 0 \quad => \quad S_{BC} := S_{CDx} = 889.6 \ N \quad \text{(T)}$$

<u>Knutepunkt B:</u>



Figur E205. Krefter i knutepunkt B.

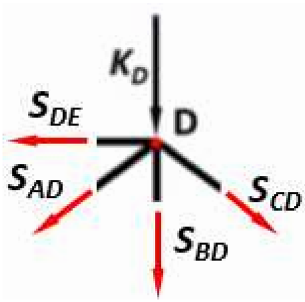
Dette er et litt spesielt knutepunkt idet det byr på litt gratis informasjon. Et knutepunkt hvor to av stagene ligger på linje med hverandre og det tredje står perpendikulært på disse er et nullstag. Med det menes at den staget som står perpendikulært på de to som ligger på linje IKKE kan representere noen last da de to på linje IKKE heller kan ta laster på tvers i.e. kun aksiale laster. Ergo er,

$$S_{BD} := 0 \ N$$

Siden staget AB må være i likevekt med staget BC er de størrelsesmessig like store. Retningsmessig peker de fra hverandre og siden staget BC er et trykkstag må staget AB også være et trykkstag.

$$\Sigma F_x = 0 \therefore \quad S_{AB} := S_{BC} = 889.6 \ N \quad \text{(T)}$$

<u>Knutepunkt D:</u>



Figur E206 Krefter i knutepunkt D.

I dette knutepunktet kan det i utgangspunktet se ut som om det er 2 ukjente stagkrefter. Ved nærmere ettersyn kan y-komponenten i staget AD finnes lett da staget BD er et nullstag og slik gjør at det kun er én ukjent i y-retningen. Har da,

$$\Sigma F_y = 0 \therefore \quad -S_{CDy} - K_D + S_{BD} + S_{ADy} = 0 \quad => \quad S_{ADy} := S_{CDy} + K_D - S_{BD} = 3336.2 \ N$$

Kraften i staget AD kan da finnes som,

$$S_{AD} := \frac{S_{ADy}}{\sin(\alpha)} = 5560.3 \ N \quad \text{(T)}$$

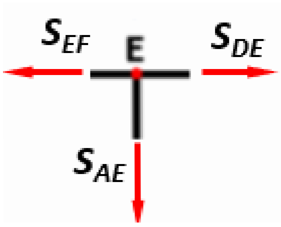
Og dennes x-komponent er,

$$S_{ADx} := S_{AD} \cdot \cos(\alpha) = 4448.2\ N$$

Siden,

$$\Sigma F_x = 0 \therefore \ -S_{DE} + S_{ADx} + S_{CDx} = 0 \quad => \quad S_{DE} := S_{ADx} + S_{CDx} = 5337.9\ N \quad \text{(S)}$$

Knutepunkt E:



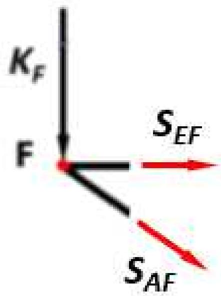
Figur E207 Krefter i knutepunkt E

Dette knutepunktet faller inn under de samme reglene som redegjort for under knutepunkt B. Stagene EF og DE ligger på linje mens stag AE står perpendikulært på disse. Stagene EF og DE kan ikke ta last fra stag AE, ergo kan ikke stag AE heller holde noen last.

$$S_{AE} := 0\ N$$

$$\Sigma F_x = 0 \therefore \ -S_{EF} + S_{DE} = 0 \quad => \quad S_{EF} := S_{DE} = 5337.9\ N \quad \text{(S)}$$

Knutepunkt F:



Figur E208 Krefter i knutepunkt F

Ved å se på kraften i stag EF, som er et strekkstag, fremgår det at staget AF må være et trykkstag. Komponenten i x-retning er da,

$$\Sigma F_x = 0 \therefore \ -S_{AFx} + S_{EF} = 0 \quad => \quad S_{AFx} := S_{EF} = 5337.9\ N$$

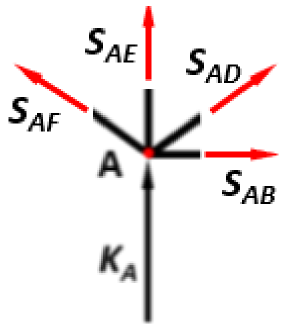
Kraften i staget AF er da,

$$S_{AF} := \frac{S_{AFx}}{\cos(\alpha)} = 6672.3\ N \quad \text{(T)}$$

Kraftkomponenten i y-retning,

$$\Sigma F_y = 0 \;\therefore\; S_{AFy} - K_F = 0 \quad => \quad S_{AFy} := K_F = 4003.4\ N$$

<u>Knutepunkt A:</u>



Figur E209 Krefter i knutepunkt A

For dette knutepunktet så er alle kreftene funnet. Vi bruker da dette punktet som en "oppsummering" av hva vi har funnet gjennom de fire andre knutepunktene. Balansen skal selvsagt bli null.

$$\Sigma F_x = 0 \;\therefore\; -S_{AB} + S_{AFx} - S_{ADx} = 0\ N$$

$$\Sigma F_y = 0 \;\therefore\; K_A - S_{ADy} - S_{AFy} + S_{AE} = 0\ N$$

Q.e.d.