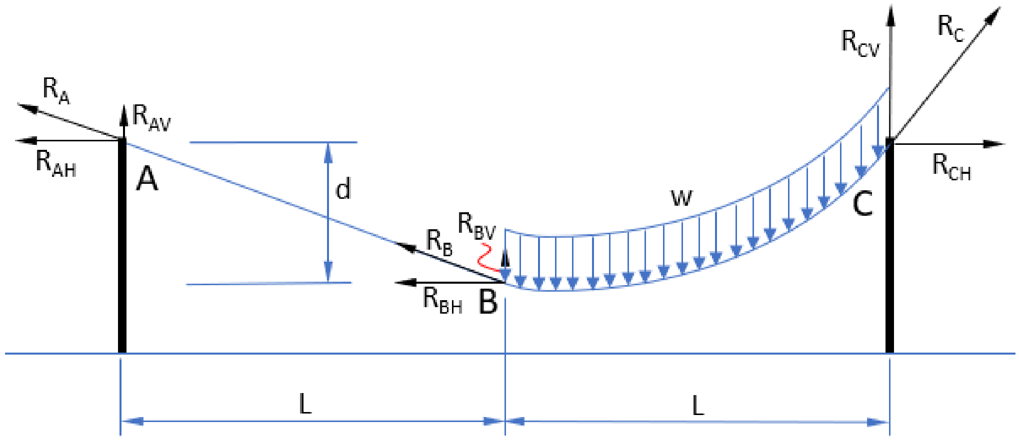
Eksempel 3: Kabel med asymmetrisk last

En kabel er hengt opp mellom punktene A og C. Den er usymmetrisk belastet og har lasten $w := 2 \frac{kg}{m}$ mellom punktene B og C. Fra punkt B henger kabelen i en masseløs wire. Wiren er å anse som helt rett i.e. lineær. Spennet er $s := 2\ L$.

Vi skal finne, uten å gjøre bruk av hyperbolske funksjoner, følgende:

1. Opphengskreftene i punktene A og C
2. Opphengskraften i punkt B
3. Avstanden x til det laveste punktet på kabelen - kalt punkt P.
4. Den vertikale avstanden fra opphengspunktene og ned til det laveste punktet P.



Figur E301. Kabel med jevnt fordelt last opphengt i wire fra L.

Krefter og avstander:

$$w := w \cdot g = 19.6\ \frac{N}{m} \qquad L := 40\ m \qquad d := 5\ m$$

1. og 2. Kreftene i opphengspunktene A og C:

$$\Sigma M_A = 0\ \therefore\ \ wL\left(\frac{3}{2}\ L\right) - R_{CV} \cdot 2\ L = 0 \qquad => \qquad R_{VC} := \frac{3\ w \cdot L}{4} = 0.59\ kN$$

$$\Sigma k_y = 0\ \therefore \quad R_{VA} := w \cdot L - R_{VC} = 0.2\ kN$$

Finner komponenter og resultant i punktet B:

Kabelen er opphengt også i B. Det "vet" jo ikke kabelen, slik at en kan tenke seg at den må "føle" den samme vertikale opphengskraften i punkt B som i punkt A. Det kan også forsvares gjennom å si at opphengskraften i C ikke forandrer seg og siden tauet mellom punktene A og B ikke har noen egenvekt så endrer ikke den delen av "strukturen" noe på det totale kraftbildet. Slik at $R_{VB} := R_{VA} = 0.196\ kN$.

$$\Sigma M_C = 0 \;\therefore\; -wL \cdot \left(\frac{1}{2} L\right) + R_{HB} d + R_{VB} L = 0 \qquad => \qquad R_{HB} := \frac{\frac{w \cdot L^2}{2} - R_{VB} \cdot L}{d} = 1.57 \; kN$$

Resultant i punkt B: $\boxed{R_B := \sqrt{{R_{VB}}^2 + {R_{HB}}^2} = 1.58 \; kN}$

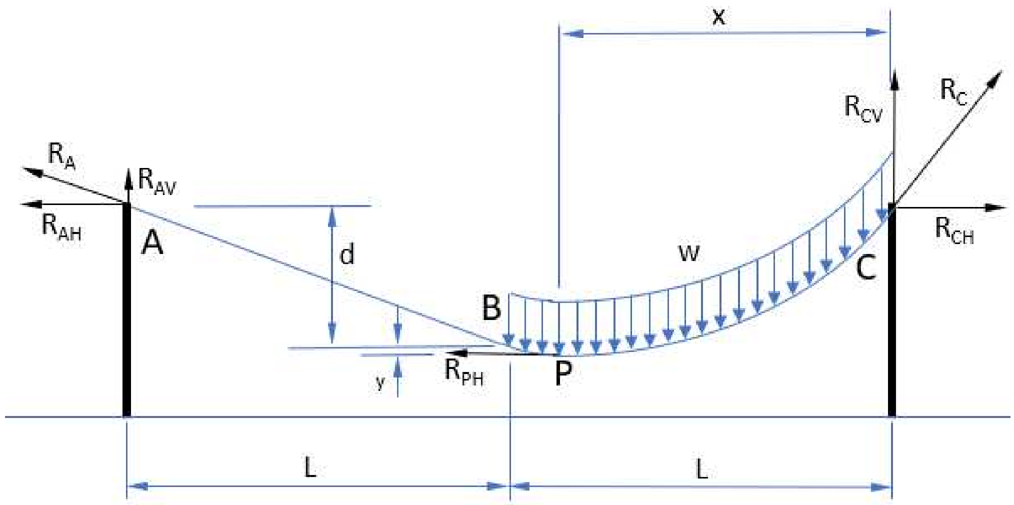
Det horisontale draget er likt i ethvert punkt på kabelen så lenge det ikke er noen ytre horisontale krefter som påvirker "strukturen".

$$\Sigma M_B = 0 \;\therefore\; wL\left(\frac{1}{2} L\right) - R_{VC} \cdot L + RH_C \cdot d = 0 \qquad => \qquad R_{HC} := -\frac{\frac{w \cdot L^2}{2} - R_{VC} \cdot L}{d} = 1.57 \; kN$$

Resultant i punkt C: $\boxed{R_C := \sqrt{{R_{VC}}^2 + {R_{HC}}^2} = 1.68 \; kN}$

Ser at $R_{HA} := R_{HC}$ slik at: $\boxed{R_A := \sqrt{{R_{VA}}^2 + {R_{HA}}^2} = 1.58 \; kN}$

3. og 4. Det laveste punktet



Figur E302. Laveste punkt.

Finner posisjonen for det laveste punktet.

$$\Sigma k_y = 0 \;\therefore\; V_P + V_C - w \cdot x = 0 \qquad => \qquad \boxed{x := \frac{R_{VC}}{w} = 30 \; m}$$

Finner avstanden i fra toppen og ned til det laveste punktet. Husk da at $R_{HP} := R_{HB}$.

$$M_C = 0 \;\therefore\; R_{HP} \cdot (d + y) - w \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2}\right) = 0 \qquad => \qquad \boxed{y := \frac{w \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2}\right) - R_{HP} \cdot d}{R_{HP}} = 0.62 \; m}$$