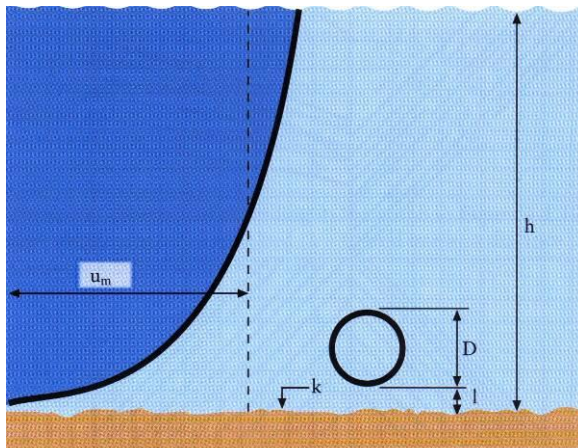


R: Strøm- og bølgekrefter

Beregninger av strøm- og bølgekrefter er kompliserte og her gir vi en generell innføring i krefter som påvirker ledningen.

Strømkrefter på undervannsledninger



Hastighetsvariasjon i en vannstrøm - Illustrasjon fra Lars-Eric Janson

Strømkreftene kan beregnes når følgende størrelser er kjent:

- D: Ledningens ytre diameter
- l: Avstand bunn rør til sjøbunnen
- u_m : Middels vannhastighet i vassdraget/sjøen
- k: Sjøbunnens hydrauliske ruhet
- θ : Vinkel mellom strømretning og rør

Strømkreftene som virker på en sjøledning kan deles opp i en slepekraft som virker parallelt med bunnen i strømretningen og en løftekraft som virker vertikalt fra bunnen og oppover. Liten avstand mellom bunn og rør kan gi store løftekrefter.

Bølgekrefter på undervannsledninger

Bølgekrefter på undervannsledninger, som er plassert på eller i umiddelbar nærhet av sjøbunnen, kan deles opp i tre komponenter: En slepekraft, en løftekraft og en treghetskraft. Slepe- og løftekraften er av samme type som for strømkrefter ved at størrelsen avhenger av vannhastigheten og at de øker med denne.

Treghetskreftene oppstår derimot på grunn av trykksvingningene fra vannets svingende bevegelser. Treghetskreftene er faseforskjøvet i forhold til slepe- og løftekreftene.

De maksimale verdiene for treghets-, slepe- og bølgekrefter uttrykt som henholdsvis F_t , F_s og F_l , kan beregnes ut ifra følgende formler:

$$F_t = \pi \cdot C_t \cdot f \cdot \gamma \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{H_0}{L_0} \quad [\text{N/m}]$$

$$F_s = C_s \cdot f^2 \cdot \gamma \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{H_0}{L_0} \cdot \frac{H_0}{d_e} \quad [\text{N/m}]$$

$$F_l = C_l \cdot f^2 \cdot \gamma \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D}{4} \cdot \frac{H_0}{L_0} \cdot \frac{H_0}{d_e} \quad [\text{N/m}]$$

- C_t : Koeffisient for treghetskraft
- C_s : Koeffisient for slepekraft
- C_l : Koeffisient for løftkraft
- f : Refraksjonsfaktor
- γ : Vannets densitet = 1 025 kg/m³ for hav
- g : Tyngdeakselerasjonen = 9,81 m/s²
- d_e : Ledningens diameter [m]
- H_0 : Bølgehøyden på stort dyp [m]
- L_0 : Bølgelengden på stort dyp [m]