

Installasjon av rør delvis neddykket.

$$\text{kN} \equiv 1000\text{N}$$

Et rør skal ha en spesifisert neddykking og vinkel, som skal oppnåes ved hjelp av betongfylling i nedre ende og en løftekraft i øvre ende.

A. Finn nødvendig innvendig betongvekt i nedre ende og løftekraft.

B. Finn rørets flytestilling uten kran.

Gitt:

$$\text{Lengde rør: } L_{\text{r}} := 20\text{r} \quad \text{Tetthet sjøvann: } \rho_s := 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Diameter rør: } D := 600\text{mm} \quad \text{Tetthet stål: } \rho_{\text{st}} := 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Vekktykkelse rør: } t := 15\text{mm} \quad \text{Tetthet betong: } \rho_b := 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Høyde over vannflaten øvre ende: } h := 3\text{r}$$

$$\text{Vinkel med horisontalplanet: } \alpha := 20\text{deg}$$

Beregninger:

$$\text{Tørt rør: } L_t := \frac{h}{\sin(\alpha)} \quad L_t = 8.771\text{m}$$

$$\text{Neddykket rør: } L_v := L - L_t \quad \text{Vekt rør: } W_r := L \cdot \frac{\pi}{4} \cdot [D^2 - (D - 2 \cdot t)^2] \cdot \rho_{\text{st}} \quad W_r = 4328\text{kg}$$

$$\text{Gravitasjonskraft rør: } G_r := -W_r \cdot g \quad G_r = -42.444\text{kN} \quad \Delta_t := \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot L \cdot \rho_s$$

$$\text{Oppdrifteskraft rør: } B_r := L_v \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \rho_s \cdot g \quad B_r = 31.913\text{kN} \quad \Delta_t = 5796\text{kg}$$

A.

$$\text{Startverdier for de ukjente: } G_b := 5\text{kN} \quad F_{\text{r}} := 5\text{kN} \quad L_b := 1\text{m}$$

Given

$$G_b = -L_b \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D - 2 \cdot t)^2 \cdot \rho_b \cdot g$$

$$F + G_b + G_r + B_r = 0$$

$$G_b \cdot \left(L - \frac{L_b}{2} \right) \cdot \cos(\alpha) + B_r \cdot \left(L - \frac{L_v}{2} \right) \cdot \cos(\alpha) + G_r \cdot \frac{L}{2} \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\begin{pmatrix} G_b \\ L_b \\ F \end{pmatrix} := \text{Find}(G_b, L_b, F) \quad G_b = -1.745\text{kN} \quad L_b = 0.291\text{m} \quad F = 12.276\text{kN}$$
$$W_b := \left| \frac{G_b}{g} \right| \quad W_b = 177.9\text{kg}$$

B.

Total vekt rør: $\underline{W} := W_r + W_b$

$$W = 4506 \text{ kg}$$

Tyngdepunkt rør:

$$X_G = 9.611 \text{ m}$$

$$X_G := \frac{W_r \cdot \frac{L}{2} + W_b \cdot \frac{L_b}{2}}{W}$$

Startverdier: $T_0 := 0.5 \text{ m}$ $\alpha := 5 \text{ deg}$

Given

$$x_1 = \text{if} \left(T_0 > D, \frac{T_0 - D}{\tan(\alpha)}, 0 \right) \quad x_2 = \text{if} \left(\frac{T_0}{\tan(\alpha)} < L, \frac{T_0}{\tan(\alpha)}, L \right)$$

$$A(x) = \frac{D^2}{4} \cdot \left[\text{acos} \left[1 - \frac{2 \cdot \left[\text{if} \left(x_1 = 0, T_0 - x \tan(\alpha), D - (x - x_1) \cdot \tan(\alpha) \right) \right]}{D} \right] - \sin \left[\text{acos} \left[1 - \frac{2 \cdot \left[\text{if} \left(x_1 = 0, T_0 - x \tan(\alpha), D - (x - x_1) \cdot \tan(\alpha) \right) \right]}{D} \right] \right] \right]$$

$$\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot x_1 \cdot \rho_s + \int_{x_1}^{x_2} \rho_s \cdot A(x) \, dx = W$$

$$\frac{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \frac{x_1^2}{2} \cdot \rho_s + \int_{x_1}^{x_2} \rho_s \cdot A(x) \cdot x \, dx}{\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot x_1 \cdot \rho_s + \int_{x_1}^{x_2} \rho_s \cdot A(x) \, dx} = X_G$$

$$\begin{pmatrix} T_0 \\ \alpha \\ x_1 \\ \textcolor{red}{x_2} \end{pmatrix} := \text{Find}(T_0, \alpha, x_1, x_2)$$