Dimensjonering

M30 gjengestang:

$\varnothing_{nom} := 30\ mm$ $\varnothing_{h} := 39\ mm$ $n_{k4.8} := 11$

$\gamma_{m0} := 1.05$

$\varnothing_{ekv} := 26.7\ mm$ $\varnothing_{rør} := 80\ mm$ $n_{k8.8} := 16$

$x := 1.4$ (betong mot betong)

$f4.8_{yd} := \frac{(4 \cdot 8 \cdot 10\ MPa)}{\gamma_{m0}} = 304.762\ MPa$

$f_{cd.35} := \frac{0.85}{1.5} \cdot 35\ MPa = 19.833\ MPa$

$f_{cd.45} := \frac{0.85}{1.5} \cdot 45\ MPa = 25.5\ MPa$

$f8.8_{yd} := \frac{(8 \cdot 8 \cdot 10\ MPa)}{\gamma_{m0}} = 609.524\ MPa$

$f_{sd0} := \frac{355\ MPa}{\gamma_{m0}} = 338.095\ MPa$ (gjengehylse og stålrør)

Skjærkrefter parallelt med bjelken

Betongbrudd i hulldekke:

Utregning med faktorer fra fib bulletin 43, i området III

$c_{1.150} := \frac{150\ mm - 30\ mm}{2} - \frac{\varnothing_{rør}}{2} = 20\ mm$

$c_{1.200} := \frac{200\ mm - 30\ mm}{2} - \frac{\varnothing_{rør}}{2} = 45\ mm$

$\alpha_{c.150} := 0.60 + 0.233 \cdot \frac{c_{1.150}}{\varnothing_{rør}} = 0.658$

$\alpha_{c.200} := 0.60 + 0.233 \cdot \frac{c_{1.200}}{\varnothing_{rør}} = 0.731$

$V150_{Rd.c} := \frac{1}{1.5} \cdot \alpha_{c.150} \cdot x \cdot \varnothing_{rør}^{2} \cdot \sqrt{f_{cd.45} \cdot f_{sd0}} = 365.088\ kN$

$V200_{Rd.c} := \frac{1}{1.5} \cdot \alpha_{c.200} \cdot x \cdot \varnothing_{rør}^{2} \cdot \sqrt{f_{cd.45} \cdot f_{sd0}} = 405.472\ kN$

Utstøping inne i stålrør:

Nonset 120 tilsvarende B35 brukes til utstøping inne i stålrøret.

$$V4.8_{Rd.c.120} := x \cdot \text{Ø}_{nom}{}^2 \cdot \sqrt{f_{cd.35} \cdot f4.8_{yd}} = 97.96\ \textit{kN}$$

$$V8.8_{Rd.c.120} := x \cdot \text{Ø}_{nom}{}^2 \cdot \sqrt{f_{cd.35} \cdot f8.8_{yd}} = 138.536\ \textit{kN}$$

Betongbrudd i bjelke:

Hylse til M30: *Utregning med faktorer fra fib bulletin 43, i området III*

$$c_{1.150} := \frac{150\ \textit{mm} - 30\ \textit{mm}}{2} - \frac{\text{Ø}_h}{2} = 40.5\ \textit{mm}$$

$$c_{1.200} := \frac{200\ \textit{mm} - 30\ \textit{mm}}{2} - \frac{\text{Ø}_h}{2} = 65.5\ \textit{mm}$$

$$\alpha_{c.150} := 0.60 + 0.233 \cdot \frac{c_{1.150}}{\text{Ø}_h} = 0.842$$

$$\alpha_{c.200} := 0.60 + 0.233 \cdot \frac{c_{1.200}}{\text{Ø}_h} = 0.991$$

$$V150_{Rd.c} := \frac{1}{1.3} \cdot \alpha_{c.150} \cdot x \cdot \text{Ø}_h{}^2 \cdot \sqrt{f_{cd.45} \cdot f_{sd0}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\text{Ø}_{nom}}{\text{Ø}_h}\right)^3} = 94.521\ \textit{kN}$$

$$V200_{Rd.c} := \frac{1}{1.3} \cdot \alpha_{c.200} \cdot x \cdot \text{Ø}_h{}^2 \cdot \sqrt{f_{cd.45} \cdot f_{sd0}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\text{Ø}_{nom}}{\text{Ø}_h}\right)^3} = 111.288\ \textit{kN}$$

For sammenligningens skyld ser vi på kantbrudd i 150 bjelke med den empiriske og den forenklede metoden i tillegg:

Emprisk metode

$a_2 := \frac{(150-30)}{2} = 60$ [mm] $\varnothing_{h0} := 39$ [mm] $h := 265$ [mm]

$l_f := h - 30$ [mm]

$a_1' := \frac{h}{1.5}$ [mm]

$\alpha := 0.1 \cdot \left(\frac{l_f}{a_1'}\right)^{0.5} = 0.115$ $\beta := 0.1 \cdot \left(\frac{\varnothing_{h0}}{a_1'}\right)^{0.2} = 0.074$

$k_2 := 11.37$ [N, mm] For B45

$V0_{Rd.c} := k_2 \cdot {\varnothing_{h0}}^{\alpha} \cdot {l_f}^{\beta} \cdot {a_1'}^{1.5} = 6.099 \cdot 10^4$ [N]

$A0_{c.v} := 4.5 \cdot {a_1'}^2$ $A_{c.v} := 1.5 \cdot a_1' \cdot (1.5 \cdot a_1' + a_2)$

$V_{Rd.c} := V0_{Rd.c} \cdot \left(\frac{A_{c.v}}{A0_{c.v}}\right) = 3.74 \cdot 10^4$

$V_{Rd.c} := 3.74 \cdot 10^4$ ***N*** $= 37.4$ ***kN***

Forenklet metode

$n_{s355} := 12$

$a_{1'} := Ø_h \cdot n_{s355} = 468 \ mm$

$a_{1.vireklig} := 50.4 \ m - 33.3 \ m = 17.1 \ m$

$a_2 := 60 \ mm$

$$k_a := \frac{\left(a_{1.vireklig} - Ø_h\right)}{n_{s355} \cdot Ø_h - Ø_h} = 39.769$$

$$k_s := \frac{\left(a_2 + 1.5 \cdot a_{1'}\right)}{3 \cdot a_{1'}} = 0.543$$

$k_s \cdot k_a = 21.584$ $k_a \cdot k_s \leq 1$ Altså ingen reduksjon av kapasitet for liten sidekantavstand.

$$V_{Rd.c} := 1 \cdot x \cdot Ø_h{}^2 \cdot \sqrt{f_{cd.45} \cdot f_{sd0}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{Ø_{nom}}{Ø_h}\right)^3} = 145.942 \ kN$$

Sjærkrefter normalt på bjelken:

Betongbrudd i hulldekke:

$$a_{1.150} := \frac{150\ mm - 30\ mm}{2} - \frac{Ø_{rør}}{2} = 20\ mm$$

$$a_{1.200} := \frac{200\ mm - 30\ mm}{2} - \frac{Ø_{rør}}{2} = 45\ mm$$

$$k_{150}4.8_a := \frac{\left(a_{1.150} - Ø_{rør}\right)}{n_{k4.8} \cdot Ø_{rør} - Ø_{rør}} = -0.075 \qquad k_{150}8.8_a := \frac{\left(a_{1.150} - Ø_{rør}\right)}{n_{k8.8} \cdot Ø_{rør} - Ø_{rør}} = -0.05$$

$$k_{200}4.8_a := \frac{\left(a_{1.200} - Ø_{rør}\right)}{n_{k4.8} \cdot Ø_{rør} - Ø_{rør}} = -0.044 \qquad k_{200}8.8_a := \frac{\left(a_{1.200} - Ø_{rør}\right)}{n_{k8.8} \cdot Ø_{rør} - Ø_{rør}} = -0.029$$

Grunnet den store dimensjonen på stålrøret vil k_a faktoren bli negativ og går derfor ikke an å bruke. Den empiriske formelen setter en grense på Ø < 60mm og kan heller ikke brukes.

Antar at betongens strekkapasitet ikke er tilstrekkelig. Må tas i U-bøyle.

Betongbrudd i bjelke:

$$a_{1.150} := \frac{120}{2}\ mm = 60\ mm$$

$$a_{1.200} := \frac{170}{2}\ mm = 85\ mm$$

$$k_{a.150} := \frac{\left(a_{1.150} - Ø_h\right)}{n_{s355} \cdot Ø_h - Ø_h} = 0.049$$

$$k_{a.200} := \frac{\left(a_{1.200} - Ø_h\right)}{n_{s355} \cdot Ø_h - Ø_h} = 0.107$$

$$V_{Rd.150} := k_{a.150} \cdot x \cdot {Ø_h}^2 \cdot \sqrt{f_{cd.45} \cdot f_{sd0}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{Ø_{nom}}{Ø_h}\right)^3} = 7.144\ kN$$

$$V_{Rd.200} := k_{a.200} \cdot x \cdot {Ø_h}^2 \cdot \sqrt{f_{cd.45} \cdot f_{sd0}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{Ø_{nom}}{Ø_h}\right)^3} = 15.649\ kN$$

Betongens strekkapasitet er ikke tilstrekkelig må tas i u-bøyle

U-bøylen tar all kraften og momentkapasiteten til dybelen blir begrensende blir:

$$e := \frac{\left(15\ mm + \frac{\left(1.5\ Ø_{nom}\right)}{2}\right)}{2} = 18.75\ mm$$

$$M_{rd.4.8} := f4.8_{yd} \cdot \frac{Ø_{ekv}^{3}}{6} = 0.967\ kN \cdot m$$

$$M_{rd.8.8} := f8.8_{yd} \cdot \frac{Ø_{ekv}^{3}}{6} = 1.934\ kN \cdot m$$

$$V_{rd.HD.4.8} := \frac{M_{rd.4.8}}{e} = 51.563\ kN$$

$$V_{rd.HD.8.8} := \frac{M_{rd.8.8}}{e} = 103.127\ kN$$