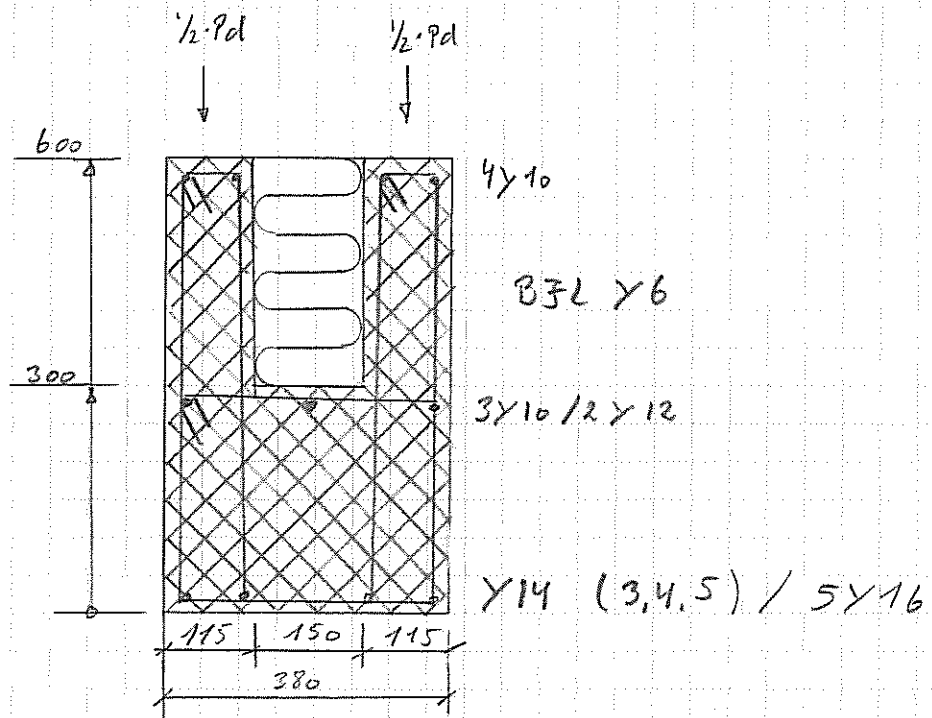


Standard beregninger - Fundamentsbjælker	08700	M17
Type: I 60x38	2008-05-14	S. 1

Tværsnitsgeometri:



Beregningstilfærdigheder

Normal sikkerhedsklasse: $\gamma_0 = 1,0$ (DS 411-420 kap. 5-tillæg 2006)

Normal kontrolklasse: $\gamma_3 = 1,0$

Moderat miljøklasse: dæklag = $20 + 5 = 25$ mm

Beton: $f_{ck} = 25$ MPa, $\gamma_c = 1,45 \cdot \gamma_0 \cdot \gamma_3$

Armering, Ny tensor (Y): $f_{yk} = 550$ MPa; $w_{bal} = 0,448$

$$\gamma_s = 1,2 \cdot \gamma_0 \cdot \gamma_3$$

Regningsmæssige styrker:

Beton $f_{cd} = 25 / (1,45 \cdot 1,0 \cdot 1,0) = 17,2$ MPa

Armering $f_{yd} = 550 / (1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0) = 458$ MPa

Egenlast beton: $g_b = 24 \text{ kN/m}^3 \cdot (0,3 \cdot 0,38 + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,115) = 4,4$ kN/m

Minimums armering

$$w_{min} = 0,54 \cdot \frac{f_{ctk}}{f_{ck}} = 0,034 \quad (\text{jf. teknisk stæbi 19. udgave})$$

$$A_{min} = w_{min} \cdot \frac{b \cdot h_{eff} \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$$

↓

$$A_{min} = 0,034 \cdot \frac{(2 \cdot 115) \cdot (0,9 \cdot 600) \cdot 17,2}{458} \approx 159 \text{ mm}^2$$

$$3Y14 \quad A_s = 462 \text{ mm}^2 > A_{min} \Rightarrow \text{ok!}$$

Balanceret tværsnit

$$w_{bal} = \frac{4}{5} \cdot \frac{E_{cu}}{E_{cu} + E_s} = 0,448$$

$$A_{bal} = w_{bal} \cdot \frac{b \cdot h_{eff} \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{bal} = 0,448 \cdot \frac{(2 \cdot 115) \cdot (0,9 \cdot 600) \cdot 17,2}{458} = 2090 \text{ mm}^2$$

$$5Y16 - A_s = 1010 \text{ mm}^2 < A_{bal} \Rightarrow \text{ok!}$$

Normal armeret tværsnit

Da $w_{min} < w < w_{bal}$ er alle tværsnit normal armerede.

5Y16 $A_s = 1010 \text{ mm}^2$

Hovedarmering:

Effektiv bjælke højde: $h_{eff} = 600 - 20 - 5 - 6 - 8 = 561 \text{ mm}$

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b_i \cdot h_{eff} \cdot f_{cd}} = \frac{1010 \cdot 458}{2 \cdot 115 \cdot 561 \cdot 17,2} = 0,208 < \omega_{bal} \Rightarrow \text{ok!}$$

$$M_{ud} = \omega \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \omega) \cdot b \cdot h_{eff}^2 \cdot f_{cd}$$

$$M_{ud} = 0,208 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,208) \cdot (2 \cdot 115) \cdot 561^2 \cdot 17,2 \cdot 10^{-6} = 232,5 \text{ kNm}$$

Valg spændvidde, $l = 6,0 \text{ m}$

Bæreevne: $p_d = \frac{232,5 \cdot 8}{6,0^2} = 51,7 \text{ kN/m}$
 (inkl. egenlast bjælke)

Reaktion: $R_d = 51,7 \cdot 6,0 \cdot \frac{1}{2} = 155 \text{ kN}$

Forskydning:

$$\tau_{sd} = \frac{R_d}{b_z \cdot 0,9 \cdot h_{eff}} = \frac{155 \cdot 10^3}{380 \cdot 0,9 \cdot 561} = 0,808 \text{ MPa}$$

Valg: $\cot \theta = 2,0$

$$\sigma_c = \tau_{sd} \cdot \frac{1 + \cot^2 \theta}{\cot \theta} = 0,808 \cdot \frac{1 + 4}{2} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c < \gamma \cdot f_{cd} = 0,58 \cdot 17,2 = 10,0 \text{ MPa} \Rightarrow \text{ok!}$$

Bøjlearmering: $Y6 \quad A_s = 2 \cdot 28 = 56 \text{ mm}^2$

$$\underline{\max a_t} \leq \min \begin{cases} 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 600 = 420 \text{ mm} \\ 5 \cdot \frac{A_{st}}{b} \cdot \frac{f_{yk}}{f_{ctk}} = 5 \cdot \frac{56}{380} \cdot \frac{550}{1,6} = 253 \text{ mm} \end{cases}$$

Bøjle afstand svarende til minimumsarmering, valg $a_t = 250 \text{ mm}$

$$\tau_{mind} = \frac{A_{st} \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta}{a_t \cdot b} = \frac{56 \cdot 423 \cdot 2,0}{250 \cdot 380} = 0,540 \text{ MPa}$$

$$l_1 = l \cdot \frac{\tau_{min}}{\tau_{sd}} = 6000 \cdot \frac{0,540}{0,808} = 4010 \text{ mm}$$

⇓

$Y6/250$ i hele bjælkens længde.

a_t kan anvendes over $l + l_1 = 6,0 + 4,01 = 10,01 \text{ m} > l$

Forankring af hovedarmering

Kraft i armering ved vederlag:

$$N_{sd} = \frac{1}{2} \cdot V_{sd} \cdot (\cot \theta - \cot \alpha) \\ = \frac{1}{2} \cdot 155 \cdot (2,0 - 0) = 155 \text{ kN}$$

$$5Y16, \quad A_s = 1010 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{155 \cdot 10^3}{1010} = 153 \text{ MPa}$$

Fra tabel 5.3.23.e i teknisk stæbi 19. udg. findes:

$$n_{sd} = 5 \text{ stk}, \quad f_{ctk} = 25 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = 100 \text{ MPa} \Rightarrow l/\theta = 13 \quad \text{og}$$

$$\sigma_{sd} = 200 \text{ MPa} \Rightarrow l/\theta = 21$$

$$\sigma_s = 153 \Rightarrow l/\theta = 13 + (21 - 13) \cdot \frac{(153 - 100)}{(200 - 100)}$$

⇓

$$l = 17,24 \cdot 16 = 275 \text{ mm}$$

Standardberegninger - Fundaments bjælker

08700

MA

Type I 60 x 38

2008-05-14

S. 5

Tværarmeringsafstand:

$$a < 55 \cdot \frac{d_t^2}{d} = 55 \cdot \frac{6^2}{16} = 124 \text{ mm}$$

Valg $a_t = 120$

Nedbøjning:Langtidsnedbøjning: 80% af M_{ud}

$$d = 561 \text{ mm} \quad \underline{M_{ud}} = 233 \cdot 0,8 = \underline{186,4 \text{ kNm}}$$

$$B25, \alpha_{\infty} = 33$$

$$5Y16, A_s = 1010 \text{ mm}^2$$

$$\alpha_p = \frac{33 \cdot 1010}{380 \cdot 561} = 0,156$$

omregnet fra teknisk stærbi

$$\varphi_b = 0,182, \quad \beta = 0,424, \quad \gamma = 1,359$$

$$\sigma_c = \frac{186,4 \cdot 10^6}{0,182 \cdot 380 \cdot 561^2} = 8,56 \text{ MPa}$$

$$x = \beta \cdot d = 0,424 \cdot 561 = 238 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_c = \frac{\sigma_c}{E_c} = \alpha \cdot \frac{\sigma_c}{E_s} = 33 \cdot \frac{8,56}{210000} = 1,35 \cdot 10^{-3}$$

$$u_{\max} = \frac{1}{10} \cdot \frac{\varepsilon_c}{x} \cdot l^2 = \frac{1}{10} \cdot \frac{1,35 \cdot 10^{-3}}{238} \cdot 6000^2 = 20,4 \text{ mm} \sim 1/295 \cdot L$$

Ikke Ok!

tilladelig nedbøjning: $1/400 \cdot L \sim 15 \text{ mm}$

⇓

$$M_{ud} = \frac{186,4 \cdot 15 \text{ mm}}{20,4 \text{ mm}} = 137,0 \text{ kNm}$$

$$\text{Resn. last; } P_{\text{del}} = \frac{137,0 \cdot 8}{6^2} = 30,4 \text{ kN/m}$$

kontrol: $u_{\max} = 15,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Ok!}$

Standard beregninger - Fundamentsbjælker

08700

19A

Type I 60x38

2008-05-14

S.7

Revevidde

tilladelig, $w_{tL} = 0,4 \text{ mm}$

Reveparameteren: $a_w = \frac{A_{L, \text{eff}}}{\sum \sigma} = \frac{2b \cdot (h-d)}{n \cdot \sigma}$

$$a_w = \frac{2 \cdot (2 \cdot 115) \cdot (600 - 561)}{5 \cdot 16} = 224 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = \alpha_{\infty} \cdot \gamma \cdot \sigma_c = 33 \cdot 1,359 \cdot 8,56 = 384 \text{ MPa}$$

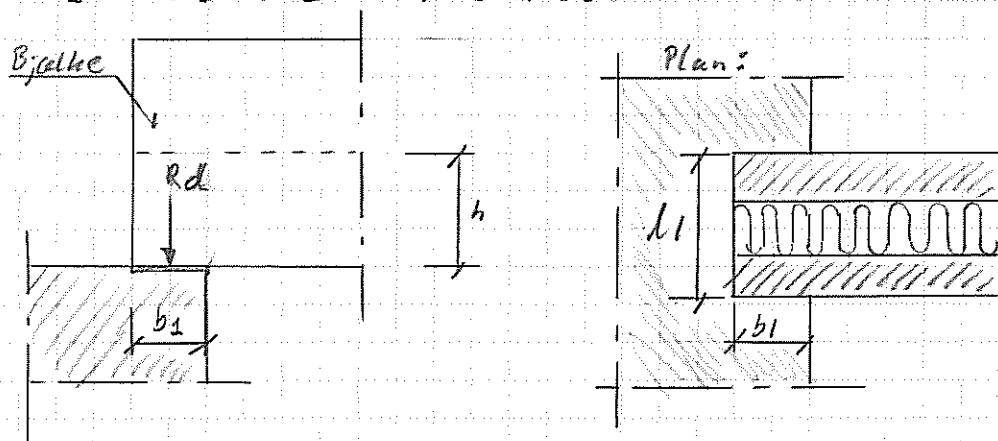
$$w_k = 5 \cdot 10^{-5} \cdot \sigma_s \cdot \sqrt{a_w} = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 384 \cdot \sqrt{224} = 0,29 \text{ mm} < w_{tL}$$

⇓
OK!

Bjælkevederlag

Lasten forudsættes at virke vinkelret på lejepladen og fordelt på et rektangulært areal. min. vederlag, $b_1 = 100 \text{ mm}$

$$A_1 = b_1 \cdot h_1 = 100 \text{ mm} \cdot 380 \text{ mm} = 38000 \text{ mm}^2 = A$$



$$f_{cd} = 17,2 \text{ MPa}$$

Spaltring:

$$c_h \leq \begin{cases} \sqrt{(0,25 \cdot 100) \cdot 300 / 38000} = 0,444 \\ \sqrt{(0,25 \cdot 380) \cdot 300 / 38000} = 0,866 \end{cases}$$

$$\min c_h = 0,7 + 0,5 \cdot \frac{0}{380} = 0,7$$

Lokalbrud:

$$c_l = \sqrt{0,5 \cdot \frac{A}{A_1}} = \sqrt{0,5} = 0,707$$

Mindste styrkeforøgelsesfaktor: $c = 0,444$

$$\sigma_{Rd} = 0,444 \cdot 17,2 = 7,64 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd} = 7,64 \cdot 38000 \cdot 10^{-3} = 290 \text{ kN} > R_d = 155 \text{ kN}$$

⇓
OK!

Forankring af hovedarmering1 U-BJL $\times 16$ i hver bjælkeende

$$A_s = 2 \cdot 201 = 402 \text{ mm}^2, f_{yd} = 458 \text{ MPa}$$

max trækraft i U-BJL:

$$T = 402 \cdot 458 \cdot 10^{-3} = 184,1 \text{ kN}$$

Bjælke spændvidde; $l = 6,0$ meter

$$T = N_{sd} = \frac{M}{2} + \frac{1}{2} \cdot V_{sd} = C \cdot \theta$$

$$N_{sd} = V_{sd} = 184,1 \text{ kN}$$

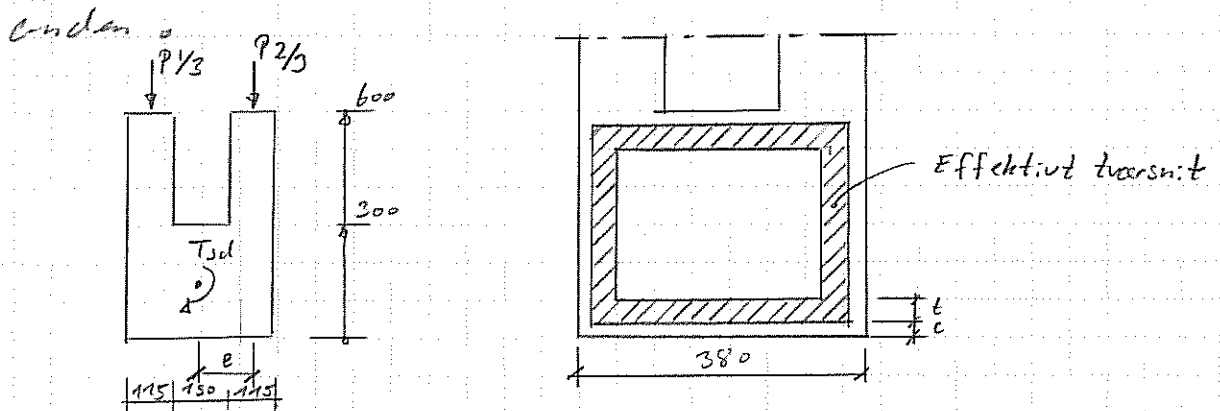
$$V_{sd} = \frac{p_{r,d} \cdot l}{2}$$

↓

$$p_{r,d} = \frac{2 \cdot 184,1}{6,0} = 61,4 \text{ kN/m} > p_d = 55,1 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{Ok!}$$

Vridning

Der undersøges for Vridning i bjælke, ud fra at last på bjælke sker med $2/3p$ på den ene "tand" og $1/3$ på den



Regningsmæssig last på bjælke, $p_d = 55,1 \text{ kN/m}$

bjælkelængde, $l = 6,0 \text{ m}$

Totallast, $P_d = 55,1 \cdot 6,0 = 330,6 \text{ kN}$ (inkl. egenlast bjælke)

$$1/3 \cdot P = 110,2 \text{ kN}$$

$$2/3 \cdot P = 220,4 \text{ kN}$$

$$\text{momentarm, } e = 190 - 115 \cdot 1/2 = 132,5 \text{ mm}$$

$$\text{Vridningsmoment, } T_{sd} = 220,4 \cdot 0,133 - 110,2 \cdot 0,133 = 14,6 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$f_{cd} = 17,4 \text{ MPa} \quad ; \quad \gamma_t = 0,40$$

$$f_{yd} = 4,58 \text{ MPa}$$

$$b_e = 380 - 2 \cdot 25 = 330 \text{ mm}$$

$$h_e = 300 - 2 \cdot 25 = 250 \text{ mm}$$

Valg: $\cot \theta = 1$

$$t \cdot (h_e - t) \cdot (b_e - t) \geq \frac{T_{sd} \cdot \left(\cot \theta + \frac{1}{\cot \theta} \right)}{2 \cdot \gamma_t \cdot f_{cd}}$$

⇓

$$t \cdot (250 - t) \cdot (330 - t) \geq \frac{14,6 \cdot 10^6 \cdot (1 + 1)}{2 \cdot 0,4 \cdot 17,2} = 2,12 \cdot 10^6$$

⇑

$$t = \frac{2,12 \cdot 10^6}{(250 - t) \cdot (330 - t)}$$

Type I 60x38

2008-05-15

S. 11

$$G_{\text{et}}: t = 15 \text{ mm}$$

$$\Downarrow$$

Nytt gæt

$$t = 28,7 \text{ mm} \Rightarrow t = 31,8 \text{ mm} \Rightarrow t = 32,6 \text{ mm} \Rightarrow t = 32,8 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow t = 32,9 \text{ mm} \Rightarrow \underline{t = 32,9 \text{ mm}}$$

$$t < t_{\text{max}} = \frac{1}{2} \cdot b - c = \frac{1}{2} \cdot b_e = \frac{1}{2} \cdot 330 = 165 \text{ mm} \Rightarrow \text{Ok!}$$

$$A_k = (330 - 33) \cdot (250 - 33) = 64,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$u_k = ((330 - 33) + (250 - 33)) \cdot 2 = 1028 \text{ mm}$$

Længde armering:

$$A_{sL} = \frac{T_{sd} \cdot u_k}{2 \cdot A_k \cdot f_{yd}} \cdot \cot \theta = \frac{14,6 \cdot 10^6 \cdot 1028}{2 \cdot 64,4 \cdot 10^3 \cdot 458} \cdot 1 = 254 \text{ mm}^2$$

5Y16, $A_s = 1010 \text{ mm}^2 > A_{sL} \Rightarrow \text{Ok!}$
 (3x14, $A_s = 462 \text{ mm}^2$) Ok!

Trænarmering:

$$\text{Bøjler ved vederlag } \gamma_6/120; A_{sw/s} = 236 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sw/s} = \frac{T_{sd}}{2 \cdot A_k \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta} = \frac{14,6 \cdot 10^6}{2 \cdot 64,4 \cdot 10^3 \cdot 458} \cdot 1$$

$$A_{sw/s} = 0,247 \text{ m}^2/\text{m} = 247 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{sw/s} \Rightarrow \text{ikke ok!}$$

Nødvendig bøjle afstand:

$\gamma_6/110$

$$A_{sw/s} = 257 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Standard Beregninger - Fundamentsbjælker	08900	17A
Type I 60x38	2008-05-15	S. 12

Hovedarmering 5Y14, $A_s = 1770 \text{ mm}^2$

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot h_{eff} \cdot f_{cd}} = \frac{1770 \cdot 458}{2 \cdot 115 \cdot 561 \cdot 17,2} = 0,159$$

$$M_{ud} = \omega \cdot (1 - \frac{1}{2}\omega) \cdot b \cdot h_{eff}^2 \cdot f_{cd}$$

$$M_{ud} = 0,159 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,159) \cdot (2 \cdot 115) \cdot 561^2 \cdot 17,2 \cdot 10^{-6} = 182,1 \text{ kNm}$$

Hovedarmering 4Y14, $A_s = 616 \text{ mm}^2$

$$\omega = \frac{616 \cdot 458}{2 \cdot 115 \cdot 561 \cdot 17,2} = 0,127$$

$$M_{ud} = 0,127 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,127) \cdot (2 \cdot 115) \cdot 561^2 \cdot 17,2 \cdot 10^{-6} = 148,2 \text{ kNm}$$

Hovedarmering 3Y14, $A_s = 462 \text{ mm}^2$

$$\omega = \frac{462 \cdot 458}{2 \cdot 115 \cdot 561 \cdot 17,2} = 0,095$$

$$M_{ud} = 0,095 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,095) \cdot (2 \cdot 115) \cdot 561^2 \cdot 17,2 \cdot 10^{-6} = 113,0 \text{ kNm}$$

Bæreevnetabel:

På efterfølgende side er tabellenet bæreevne for bjælker på grundlag af EDB-udskriver.

Beregninger er gennemført under forudsætning af max tilladelig nedbøjning $1/400 \cdot L$ og max tilladelig revnevidde 0,4 mm (moderat miljøklasse).

Bøjle ved vederlag udregnes både for forskydning og for vridning.

Standard Beregninger - Fundamentsbjælker

08700

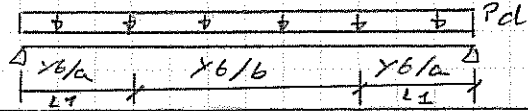
MA

Type I 60x38

2008-05-15

S.13

Bæreevne tabel



Hoved-arm	Bjælke længde L [m]	Pd [kN/m] inkl. egv	Pd [kN/m] Ekskl. EgV	Bøjler		
				L1	a	b
5x16	6,0	30,4	26,0	330	110	250