



Betongkonstruktion – Konstruktionsteknik 2



TIBYH, AF 1747 Klass B.

Grupp 27

Tolga Kilic

Varman Ratha

Frida Yousef Lahdo

Erik Xu

Datum: 2023-11-26

1. Betongkonstruktion uppgift 1	4
1.1 Indata och materialegenskaper	4
1.1.2 Egentyngd, nyttig last och lastkombination.	4
Lastfall 1:	5
Lastfall 2:	8
Lastfall 3:	11
1.2 Beräkningar av böjarmering	14
1.2.1 Täckande betongskikt	14
1.2.3 minsta avstånd mellan armeringsstänger och den effektiva höjden	15
1.3 Armering i fält och över stöd	16
1.4 Nödvändig balkbredd för armering	17
2. Deluppgift b)	17
2.1.1 Kontroll för livtryckbrott	17
2.1.2 Kontroll för böjskuvbrott	18
2.1.3 Inverkan av last nära upplag:	18
2.2 Område 2	18
2.2.1 Kontroll av livtryckbrott:	18
2.2.2 Kontroll för böjskuvbrott:	19
2.2.3 Inverkan av last nära upplag:	19
2.3 Område 3	19
2.3.1 Kontroll för böjskuvbrott:	20
2.3.2 Inverkan av last nära upplag:	20
3. Deluppgift C. Erforderlig tvärkraftsarmering med vertikala byglar	20
3.1 Område 1	20
3.1.1 Underkant-Tvärkraftsarmering	20
3.1.2 Tvärkraft i område 1: 0×3.1932	21
3.1.3 Minimiarmering:	21
3.2 Område 2	21
3.2.1 Underkant-Tvärkraftsarmering	21
3.2.2 Tvärkraft i område 2: 3.4068×6.6	22
3.2.3 Minimiarmering:	22
3.3 Område 3	22
3.3.1 överkant-Tvärkraftsarmering	22
3.3.2 Tvärkraft i område 3: 6.6×8.7	23
3.3.3 Minimiarmering:	23
4. Deluppgift D. Vy av balk samt redovisning	23
5. Redovisning av värden	26

Förutsättningar:

Spännvidd = L_1	6,6 meter
Spännvidd = L_2	2,1 meter
Centrumavstånd, balkar = c-c	5,4 meter
Nyttig last = q_k	10 kN/m ²
q_k , Partialkoefficient.	$\psi_0 = 0.8$
Betongens tunghet = γ_t	24 kN/m ³
Exponeringsklass	XC2
Max vct, -beton C35/45	0.5
Livslängdsklass	L50
Max stenstorlek	16 millimeter
Armering	K500C-T
Underkant	$\Phi 20$
Överknat	$\Phi 16$
Byglar	$\Phi 10$
Säkerhetsklass 3	$\gamma_d = 1,0$

1. Betongkonstruktion uppgift 1

Ett betongbjälklag för tung industri består av en platta på fritt upplagda två stödbalkar med konsoler. Balkarna har spännvidd = L_1 , konsollängd = L_2 och centrumavstånd = c . Bjälklaget belastas förutom av egentynghet, av nyttig last (variabel och fri last) med karakteristiskt värde q_k och $\psi = 0,8$. Säkerhetsklass 3. Var god och räkna med betongens tunghet ($\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$)

Balkarna skall dimensioneras som rektangulära balkar med måtten $b \times h = 800 \times 500$.
Armering K500C-T, underkantsarmering $\varnothing 20$, överkantsarmering $\varnothing 16$ och byglar $\varnothing 10$.
Övrig information redovisas i förutsättningar.

1.1 Indata och materialegenskaper

Betong C35/45 ger $f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$.

K500C-T ger $f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$

Dimensioneringsvärde:

$$f_{yd} = 435 \text{ Mpa.}$$

$$\omega_{bal} = 0,293$$

$$m_{bal} = 0,371$$

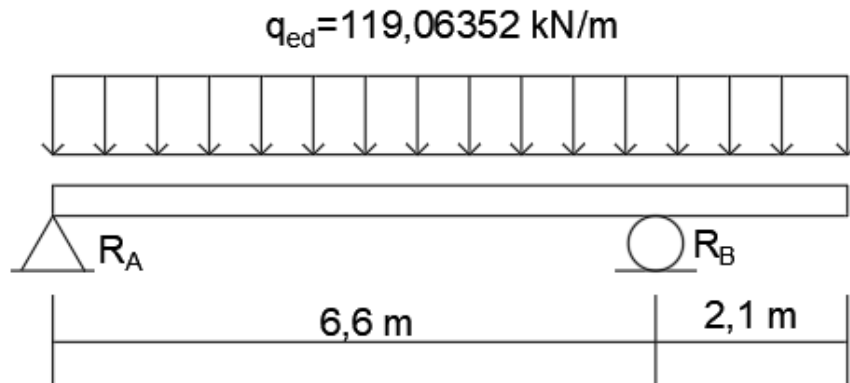
1.1.2 Egentynghet, nyttig last och lastkombination.

Egentynghet	$G_{BTG} = \gamma_{BTG} \cdot A_{tot} = 24 \cdot (0,3 \cdot 0,8 + 0,2 \cdot 5,4) = 31,68 \text{ kN/m}$
Nyttig last	$Q_k = q_k \cdot c-c = 10 \cdot 5,4 = 54 \text{ kN/m}$

6.10 a) (EK5)	6.10 b)
$G = \gamma_d \cdot 1,35 \cdot G_{BTG} = 1 \cdot 1,35 \cdot 31,68 = 42,768 \text{ kN/m}$	$G = \gamma_d \cdot 0,89 \cdot 1,35 \cdot G_{BTG} = 1 \cdot 0,89 \cdot 1,35 \cdot 31,68 = 38,0635 \text{ kN/m}$
	$Q = \gamma_d \cdot 1,5 \cdot Q_k = 1 \cdot 1,5 \cdot 54 = 81 \text{ kN/m}$
	$\Sigma q_{Ed} = 119,06352 \text{ kN/m}$

Lastfall 1:

Dimensionering med hänsyn till farligaste lastställning för fri last ger $q_{Ed} = 119.06352 \text{ kN/m}$



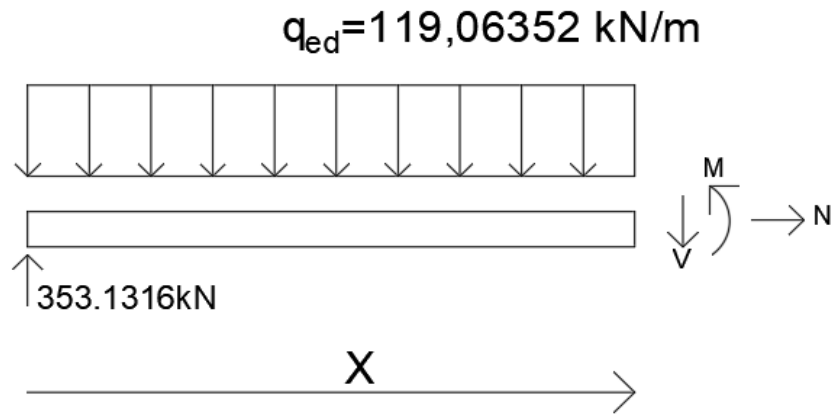
$$\curvearrowright M_A = 0 \rightarrow q_{Ed} \cdot \frac{(L_1 + L_2)^2}{2} - 6.6 R_B = 0 \rightarrow 119.0635 \cdot \frac{(8.7)^2}{2} - 6.6 R_B = 0$$

$$\Rightarrow R_B = 682.7210 \text{ kN}$$

$$\uparrow: R_A + R_B - q_{Ed} \cdot (L_1 + L_2) = 0 \rightarrow R_A + 682.721 - 119.0635 \cdot (6.6 + 2.1) = 0$$

$$\Rightarrow R_A = 353.1316 \text{ kN}$$

Snitt 1: $0 \leq x \leq 6.6$

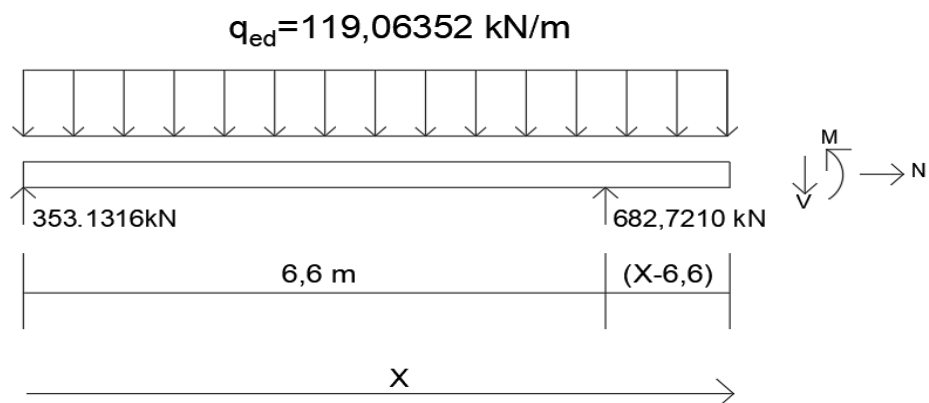


$$\downarrow: V = R_A - q_{Ed} \cdot x \rightarrow V = 0 \rightarrow x = \frac{353.1316}{119.0635} = 2.9659m$$

$$\curvearrowleft: M = R_A \cdot x - \frac{q_{Ed} \cdot x^2}{2} \rightarrow M_{(x=2.9659)} = 353.1316 \cdot 2.9659 - \frac{119.0635 \cdot 2.9659^2}{2} = 523.6782 kNm$$

$$M_{B(x=6.6)} = 353.1316 \cdot 6.6 - \frac{119.0635 \cdot 6.6^2}{2} = -262.5345 kNm$$

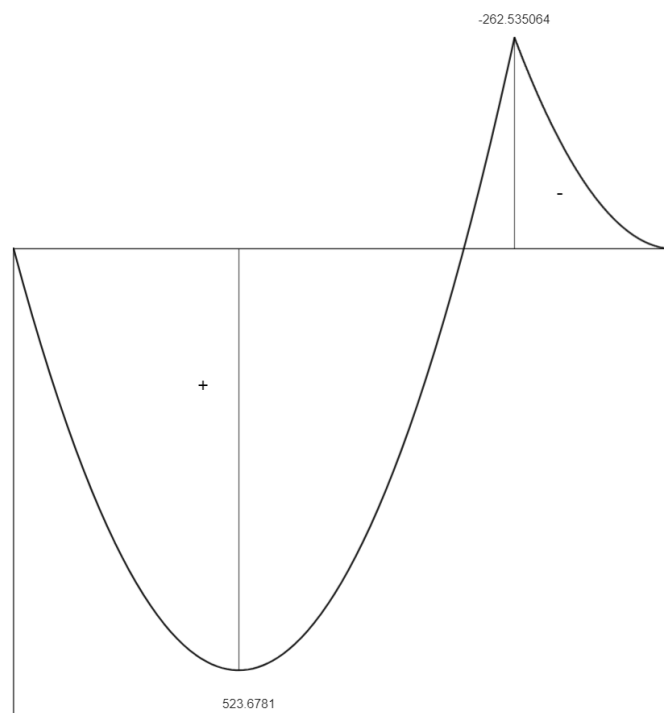
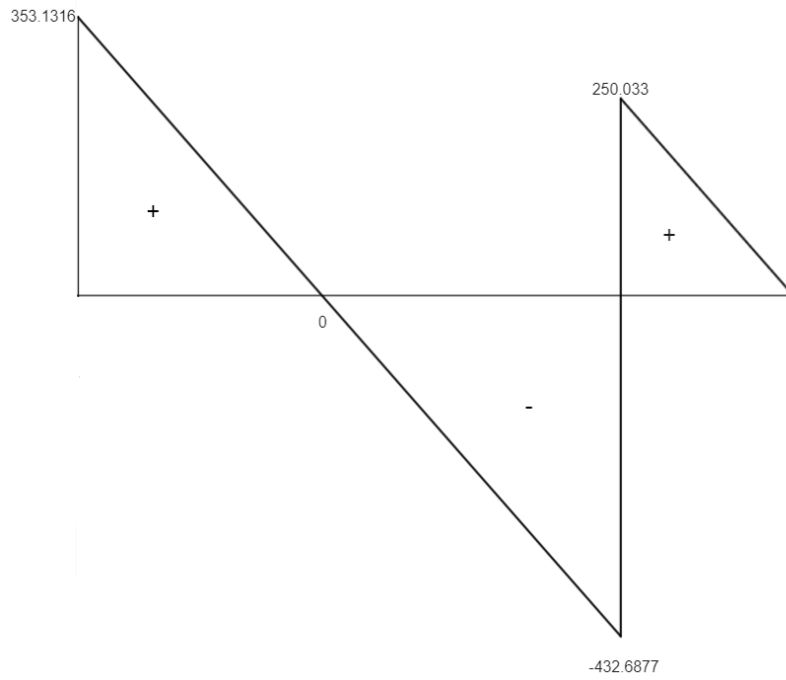
Snitt 2: $6.6 \leq x \leq 8.7$



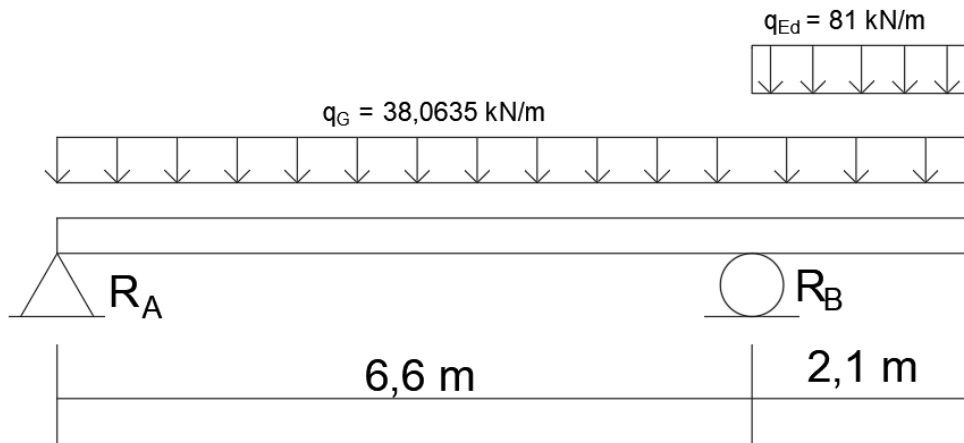
$$\downarrow: V = R_A + R_B - q_{Ed} \cdot x \rightarrow V = 0 \rightarrow x = \frac{1035.8526}{119.0635} = 8.7m$$

$$\hookrightarrow M = R_B \cdot (x - 6.6) + R_A \cdot x - \frac{q_{Ed} \cdot x^2}{2}$$

$$\Rightarrow M_{B(x=6.6)} = 682.7210 \cdot 0 + 353.1316 \cdot 6.6 - \frac{119.0635 \cdot 6.6^2}{2} = -262.5345 \text{ kNm}$$



Lastfall 2:

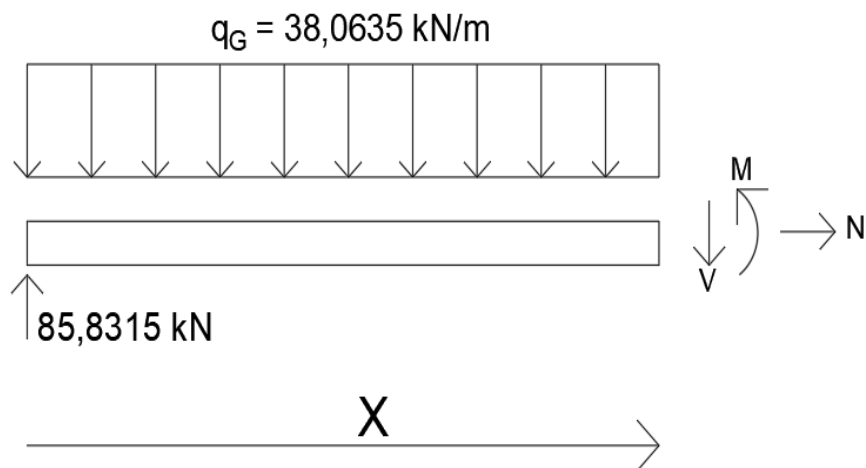


$$\curvearrowright M_A = 0 \rightarrow 38,0635 \cdot 8,7 \cdot 4,35 + 81 \cdot 2,1 \cdot 7,65 - 6,6 R_B = 0$$

$$\Rightarrow R_B = 415,4209 \text{ kN}$$

$$\uparrow: R_A + R_B - 8,7 \cdot 38,0635 - 81 \cdot 2,1 = 0 \rightarrow R_A = 85,8315 \text{ kN}$$

Snitt 1: $0 \leq x \leq 6,6$



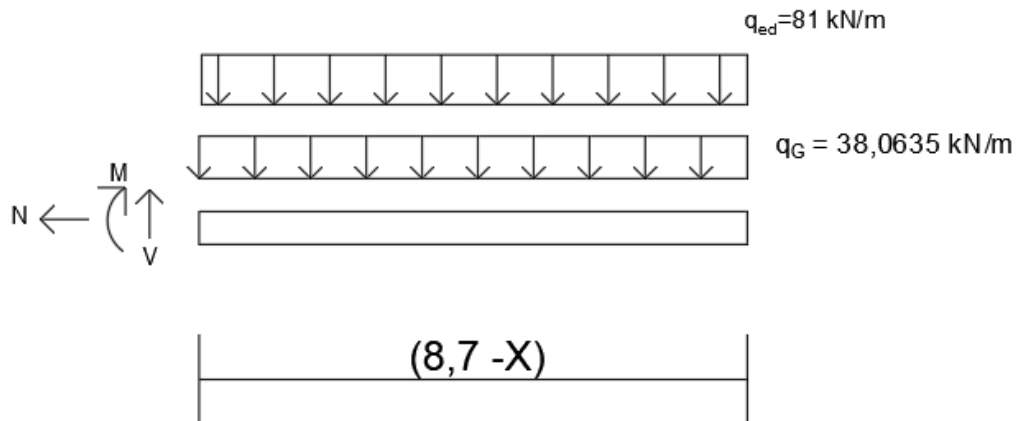
$$\rightarrow: N = 0 \text{ kN}$$

$$\downarrow: V = R_A - q_G \cdot x \rightarrow V = 0 \rightarrow x = \frac{85,8315}{38,0635} = 2,2550 \text{ m}$$

$$\curvearrowleft: M = R_A \cdot x - \frac{q_G \cdot x^2}{2} \rightarrow M_{(x=2.2550)} = 85,8315 \cdot 2,2550 - \frac{38,0635 \cdot 2.2550^2}{2} = 96,7731 \text{ kNm}$$

$$M_{B(x=6.6)} = 85,8315 \cdot 6.6 - \frac{38,0635 \cdot 6.6^2}{2} = -262,5345 \text{ kNm}$$

Snitt:2



$$\uparrow: V - 81 \cdot (8.7 - x) - 38,0635 \cdot (8.7 - x) = 0$$

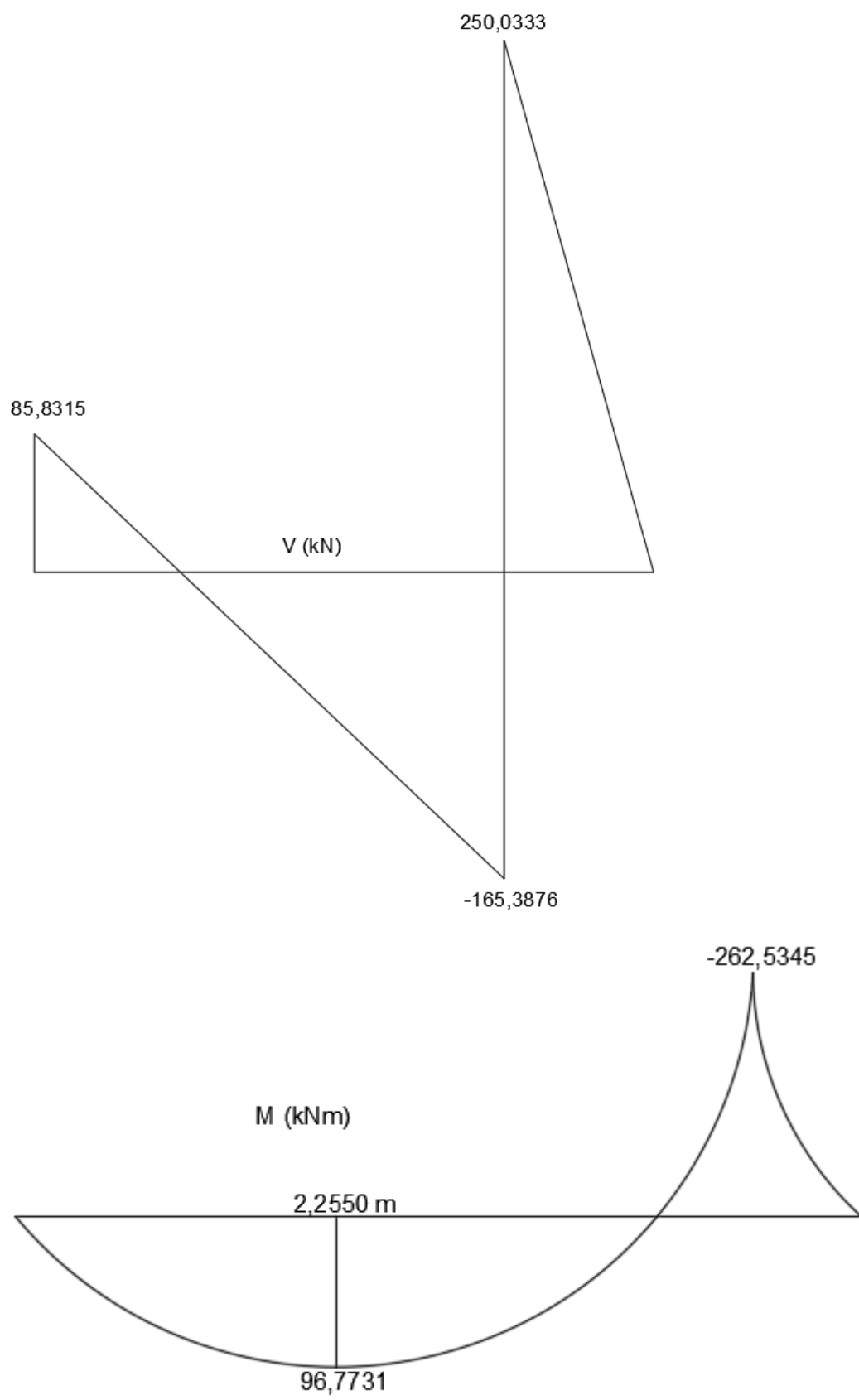
$$\Rightarrow V = 81 \cdot (8.7 - x) + 38,0635 \cdot (8.7 - x), V = 0$$

$$\Rightarrow x = 8.7$$

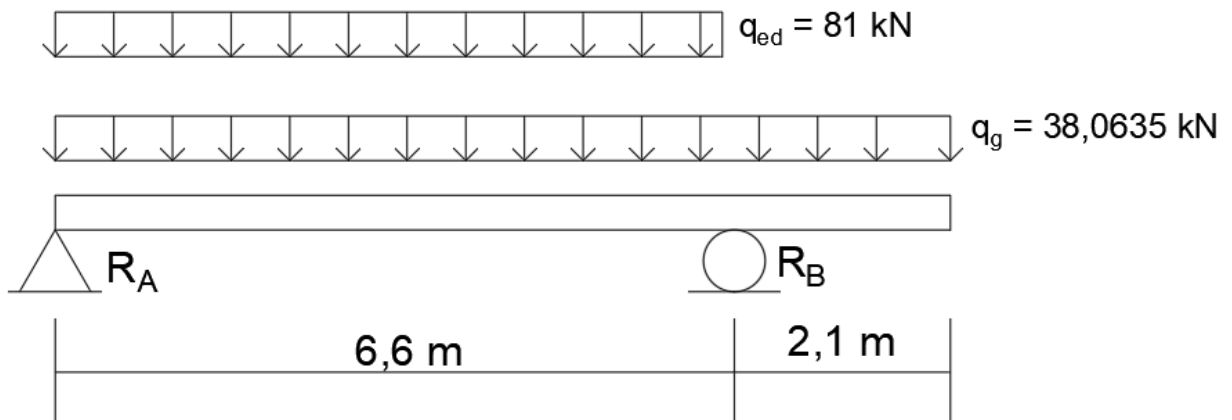
$$\curvearrowleft: M = -\frac{81 \cdot (8.7 - x)^2}{2} - \frac{38,0635 \cdot (8.7 - x)^2}{2}$$

$$\Rightarrow M_{(x=8.7)} = -\frac{81 \cdot (8.7 - 8.7)^2}{2} - \frac{38,0635 \cdot (8.7 - 8.7)^2}{2} = 0$$

$$x = 6.6 \Rightarrow M_{(x=6.6)} = -\frac{81 \cdot (8.7 - 6.6)^2}{2} - \frac{38,0635 \cdot (8.7 - 6.6)^2}{2} = -262,5345 \text{ kNm}$$



Lastfall 3

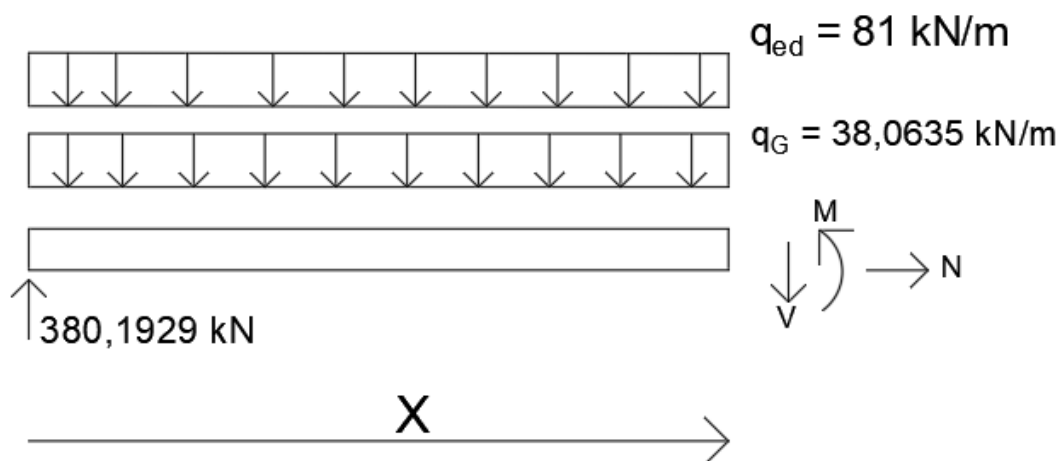


$$\sum M_A = 0 \rightarrow 38,0635 \cdot 8,7 \cdot (8,7/2) + 81 \cdot 6,6 \cdot (6,6/2) - 6,6 R_B = 0$$

$$\Rightarrow R_B = 485,5596 \text{ kN}$$

$$\uparrow: R_A + R_B - 6,6 \cdot 81 - 38,0635 \cdot 8,7 = 0 \rightarrow R_A = 380,1929 \text{ kN}$$

Snitt 1 $0 \leq x \leq 6,6 \text{ m}$



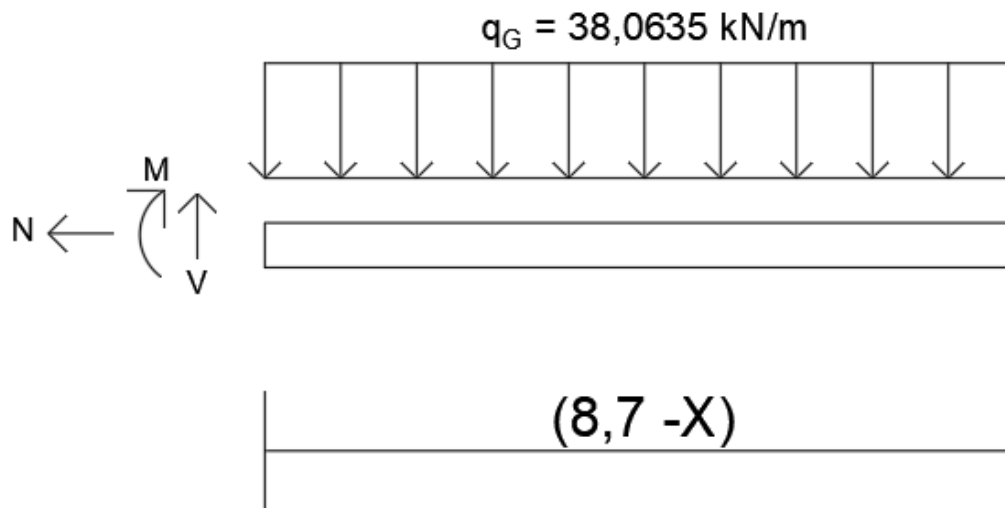
$$\rightarrow: N = 0 \text{ kN}$$

$$\downarrow: V = 0 \rightarrow 380,1929 - 81x - 38,0635x = 0 \rightarrow x = 3,1932 \text{ m}$$

$$\curvearrowright: M = 380,1929 x - \frac{81 \cdot x^2}{2} - \frac{38,0635 \cdot x^2}{2}$$

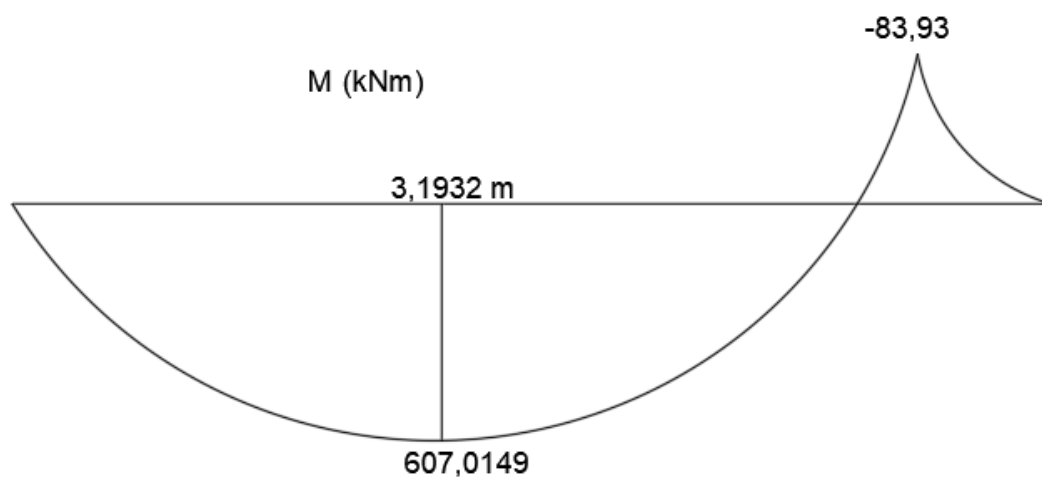
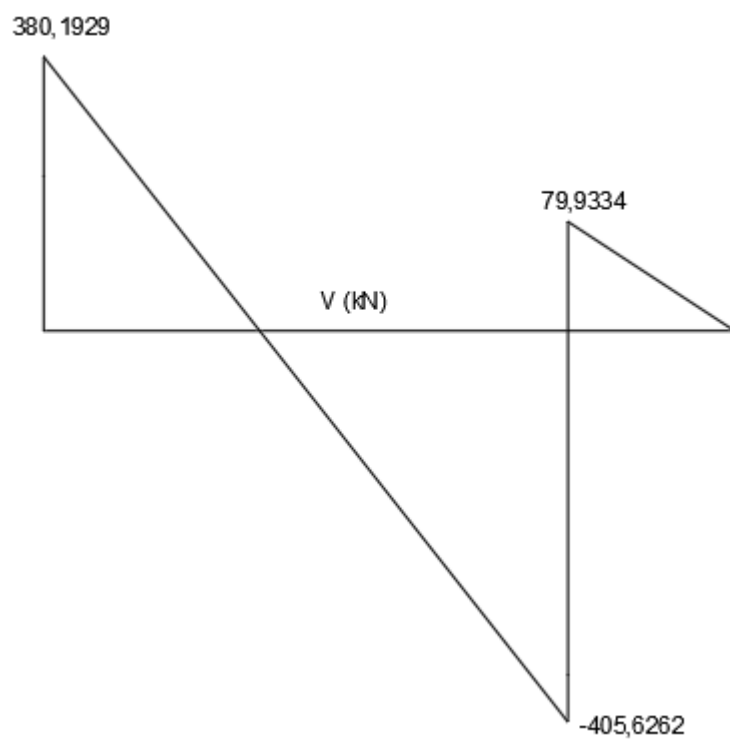
$$\Rightarrow M_{(x=3,1932)} = 606,3980 \text{ kNm Max}$$

Snitt 2 $6,6 \text{ m} \leq x \leq 8,7 \text{ m}$



$$\uparrow: V = 38,0635 \cdot (8,7 - x), x = 6,6 \rightarrow V = 38,0635 \cdot (8,7 - 6,6) = 79,9334 \text{ kN}$$

$$\curvearrowleft: M = -\frac{38,0635 \cdot (8,7 - x)^2}{2}, x = 6,6 \rightarrow M = -\frac{38,0635 \cdot (8,7 - 6,6)^2}{2} = -83,9300 \text{ kNm}$$



Lastfall 1	Lastfall 2	Lastfall 3
$R_A = 353.1316 \text{ kN}$	$R_A = 85,8315 \text{ kN}$	$R_A = 380,1929 \text{ kN}$
$R_B = 682.7210 \text{ kN}$	$R_B = 415,4209 \text{ kN}$	$R_B = 485,5596 \text{ kN}$
$V_{Ed,A} = 353.1316$	$V_{Ed,A} = 85,315$	$V_{Ed,A} = 380.1929$
$V_{Ed,BV} = -262.5351$	$V_{Ed,BV} = -165,3879$	$V_{Ed,BV} = -405,6262$
$V_{Ed,BH} = 250.0330$	$V_{Ed,BH} = 250.0333$	$V_{Ed,BH} = 79.9334$
$M_{fält,max} = 523.6782$	$M_{fält,max} = 96,7731$	$M_{fält,max} = 607.0149$
$M_{stöd,max} = -262.5345$	$M_{stöd,max} = -262.5345$	$M_{stöd,max} = -83.930$

$M_{fält,max}$	$M_{stöd,max}$	$V_{Ed,A,max}$	$V_{Ed,Bv,max}$	$V_{Ed,BH}$
607.0149 kNm	262.5348 kNm	380.1929 kN	405,6262 kN	250.0334 kN

1.2 Beräkningar av böjarmering

$$f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 435 \text{ MPa}, m_{bal} = 0,371, w_{bal} = 0,493$$

1.2.1 Täckande betongskikt

Huvudarmering underkant

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{del}$$

$$C_{min,uk} = \max\{C_{min,b}; C_{min,dur}; 10 \text{ mm}\} = \max\{20; 10; 10 \text{ mm}\} = 20 \text{ mm}$$

$$C_{nom,uk} = C_{min,uk} + \Delta C_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

Bygel underkant

$$C_{min,byg,uk} = \max\{C_{min,b}; C_{min,dur}; 10 \text{ mm}\} = \max\{10; 10; 10 \text{ mm}\} = 10 \text{ mm}$$

$$C_{byg} = C_{min,byg} + \Delta C_{dev} + \phi_{byg} = 10 + 10 + 10 = 30 \text{ mm}, \text{ i och med detta svar kan vi välja } C$$

\Rightarrow Välj $C = 30 \text{ mm}$

Huvudarmering överkant

$$C_{\min, \text{ök}} = \max\{C_{\min, b}; C_{\min, \text{dur}}; 10 \text{ mm}\} = \max\{16; 10; 10 \text{ mm}\} = 16 \text{ mm}$$

$$C_{\text{nom}, \text{ök}} = C_{\min, \text{ök}} + \Delta C_{\text{dev}} = 16 + 10 = 26 \text{ mm}$$

Bygel överkant

$$C_{\min, \text{byg}, \text{ök}} = \max\{C_{\min, b}; C_{\min, \text{dur}}; 10 \text{ mm}\} = \max\{10; 10; 10 \text{ mm}\} = 10 \text{ mm}$$

$$C_{\text{nom}, \text{ök}} = C_{\min, \text{byg}, \text{ök}} + \Delta C_{\text{dev}} + \phi_{\text{byg}} = 10 + 10 + 10 = 30 \text{ mm}$$

$\Rightarrow C = 30 \text{ mm}$

1.2.3 minsta avstånd mellan armeringsstänger och den effektiva höjden

$$\Phi = 20$$

$$d_g + 5 = 16 + 5 = 21$$

$$a \geq \max\{\phi; d_g + 5; 20\} = \max\{20; 16 + 5; 20\} = 21 \text{ mm}$$

$$n_{uk} = \frac{b_{\min} - 2 \cdot c + a}{\phi + a} = \frac{800 - (2 \cdot 30) + 21}{20 + 21} = 18,567 \Rightarrow 19 \text{ st}$$

$$n_{\text{ök}} = \frac{800 - 2 \cdot 30 + 21}{16 + 21} = 20,567 \Rightarrow 21 \text{ st}$$

Överkant

$$C_{tp, \text{ök}} = C + \frac{\Phi}{2} = 30 + \frac{16}{2} = 38 \text{ mm}$$

$$d_{\text{ök}} = h - C_{tp, \text{ök}} = 500 - 38 = 462 \text{ mm}$$

Underkant

$$C_{tp, \text{uk}} = C + \frac{\Phi}{2} = 30 + \frac{20}{2} = 40$$

$$d_{uk} = h - C_{tp,uk} = 500 - 40 = 460 \text{ mm}$$

1.3 Armering i fält och över stöd

$M_{fält}$:

$$\omega_{bal} = 0.493, m_{bal} = 0.371$$

$$m = \frac{M_{ed,fält,max}}{b * d_{uk}^2 * f_{cd}} = \frac{607.0149 * 10^3}{0,8 * 0,460^2 * 23,3 * 10^6} = 0,1539 < m_{bal} = 0,371 \text{ ok!}$$

$$\omega = 1 - (1 - 2 * m)^{0,5} = 1 - (1 - 2 * 0,1539)^{0,5} = 0,1680 < \omega_{bal} = 0.493 \text{ ok!}$$

$$A_{s,uk} = \omega * \frac{b * d_{uk} * f_{cd}}{f_{yd}} = 0,1680 * \frac{0,8 * 0,460 * (23,3 * 10^3)}{(435 * 10^3)} = 3311 \text{ mm}^2$$

$$\eta_{uk} = \frac{A_{s,uk}}{A_{\phi,20}} = \frac{3311}{314} = 10,5 \rightarrow \text{Välj 11st}$$

$$800 = a(11 - 1) + 2 * 30 + 11 * 20 + 2 * 10$$

$$a_{ny} = (800 - 2 * 30 - 11 * 20 - 2 * 10) / 10 = 50 \text{ mm}$$

$$b_{min} \geq a(n - 1) + 2 * c + n_{uk} * \phi_{uk} + \phi_{bygel}$$

$$800 \geq 21 * (11 - 1) + 2 * 30 + 11 * 20 + 2 * 10$$

$$800 \text{ mm} \geq 510 \text{ mm ok!}$$

$M_{stöd}$:

$$m = \frac{M_{ed, stöd, max}}{b \cdot d_{\ddot{o}k}^2 \cdot f_{cd}} = \frac{262,5438 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 0,462^2 \cdot 23,3 \cdot 10^6} = 0,06599 < m_{bal} = 0,371 \text{ ok!}$$

$$\omega = 1 - (1 - 2 \cdot m)^{0,5} = 1 - (1 - 2 \cdot 0,06599)^{0,5} = 0,0683 < \omega_{bal} = 0,493 \text{ ok!}$$

$$A_{s, \ddot{o}k} = \omega \cdot \frac{b \cdot d_{\ddot{o}k} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,683 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,462 \cdot (23,3 \cdot 10^3)}{(435 \cdot 10^3)} = 1353 \text{ mm}^2$$

$$\eta_{\ddot{o}k} = \frac{A_{s, \ddot{o}k}}{A_{\phi, 16}} = \frac{1353}{201} = 6,7 \rightarrow \text{Välj 7st}$$

$$800 = a(7 - 1) + 2 \cdot 30 + 7 \cdot 16 + 2 \cdot 10$$

$$a_{ny} = (800 - 2 \cdot 30 - 7 \cdot 16 - 2 \cdot 10) / 6 = 101,33 \text{ mm}$$

$$b_{min} \geq a(n - 1) + 2 \cdot c + n_{\ddot{o}k} \cdot \phi_{\ddot{o}k} + \phi_{bygel}$$

$$800 \geq 21 \cdot (7 - 1) + 2 \cdot 30 + 7 \cdot 16 + 2 \cdot 10$$

$$800 \text{ mm} \geq 318 \text{ mm} \text{ ok!}$$

Balken ska armeras med 11st $\phi 20$ i underkant och 7st $\phi 16$ i överkant

1.4 Nödvändig balkbredd för armering

$$b_{min} \geq a(n - 1) + 2 \cdot c_{huv} + n_{\phi}$$

2. Deluppgift b)

2.1 Område 1

2.1.1 Kontroll för livtryckbrott

$$d_{uk} = 460 \text{ mm}, f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$V_{Ed,A} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * d_{uk} * V * f_{cd}$$

$$V = 0,6 * (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0,6 * (1 - \frac{35}{250}) = 0,516$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 * 0,8 * 460 * 0,516 * 23,3 * 10^3 = 2212,2 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,A} = 380,1929 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 2212,2 \text{ kN} \text{ ok!}$$

2.1.2 Kontroll för böjskuvbrott

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_d} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_{uk}}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{460}} = 1,66 \leq 2,0 \text{ ok!}$$

$$P_I = \frac{A_{si}}{b_w * d_{uk}} = \frac{11,314 * 10^3}{0,8 * 0,46} = 0,009386 < 0,02$$

$$V_{min} = 0,035 * \sqrt{k^3 * f_{ck}} = 0,035 * \sqrt{1,66^3 * 35} = 0,4429$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} * k * (100 * P_I * f_{ck})^{(1/3)}] * b_w * d \geq V_{min} * b_w * d$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 * 1,66 * (100 * 0,009 * 35)^{(1/3)}] * 800 * 460 \geq 0,4429 * 800 * 460$$

$$234,7758 \geq 162,9872 \text{ ok!}$$

2.1.3 Inverkan av last nära upplag:

$$V_{ed,A,red} = V_{ed,A,max} - 0,94 q * d$$

$$V_{ed,A,red} = 380,1929 - 0,94 * 119,0635 * 0,460 = 328,7018$$

$$V_{ed,A,red} = 328,7018 > V_{Rd,c} = 234,7758 \rightarrow \text{ej ok!}$$

Ej ok eftersom $V_{ed,A,red}$ (lasteffekten) ska vara mindre än $V_{Rd,c}$ (bärförmågan). Alltså behövs tvärkraftsarmering

2.2 Område 2

$$V_{ed,Bv} = 432.7 \text{ kN}, d_{uk} = 460 \text{ mm}$$

2.2.1 Kontroll av livtryckbrott:

$$V = 0,6 * (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0,6 * (1 - \frac{35}{250}) = 0,516$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 * 0,8 * 460 * 0,516 * 23,3 * 10^3 = 2212,2 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,Bv} = 432.7 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 2212,2 \text{ kN}$$

2.2.2 Kontroll för böjskuvbrott:

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_d} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_{uk}}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{460}} = 1,66 \leq 2,0 \text{ ok!}$$

$$P_l = \frac{A_{si}}{b_w * d_{uk}} = \frac{11,314 * 10^3}{0,8 * 0,46} = 0,009386 < 0,02$$

$$V_{min} = 0,035 * \sqrt{k^3 * f_{ck}} = 0,035 * \sqrt{1,66^3 * 35} = 0,4429$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} * k * (100 * P_l * f_{ck})^{(1/3)}] * b_w * d \geq V_{min} * b_w * d$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 * 1,66 * (100 * 0,009 * 35)^{(1/3)}] * 800 * 460 \geq 0,4429 * 800 * 460$$

$$234,7758 \geq 162,9872 \text{ ok!}$$

2.2.3 Inverkan av last nära upplag:

$$V_{Ed,Bv,red} = 432.7 - 0,94 * 119,0635 * 0,460 = 381.217$$

$$V_{Ed,Bv,red} = 381.217 > V_{Rd,c} = 234,7758 \text{ ej ok!}$$

Ej ok eftersom $V_{Ed,A,red}$ (lasteffekten) ska vara mindre än $V_{Rd,c}$ (bärförmågan). Alltså behövs tvärkraftsarmering

2.3 Område 3

$$V_{Ed,Bh} = 250,334 \text{ kN}, d_{ök} = 462 \text{ mm}$$

$$V = 0,6 * (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0,6 * (1 - \frac{35}{250}) = 0,516$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 * b_w * d_{uk} * V * f_{cd}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 * 800 * 462 * 0,516 * 23,3 * 10^3 = 2221,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,Bh} = 250,334 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 2221,8 \text{ kN}$$

2.3.1 Kontroll för böjskuvbrott:

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_d} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_{ök}}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{462}} = 1,6580 \leq 2,0 \text{ ok!}$$

$$P_l = \frac{7 * 201 * 10^{-6}}{0,8 * 0,462} = 0,0038 < 0,02 \text{ ok!}$$

$$V_{min} = 0,035 * \sqrt{k^3 * f_{ck}} = 0,035 * \sqrt{1,658^3 * 35} = 0,04421$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} * k * (100 * P_l * f_{ck})^{(1/3)}] * b_w * d \geq V_{min} * b_w * d$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 * 1,658 * (100 * 0,0038 * 35)^{(1/3)}] * 800 * 462 \geq 0,4421 * 800 * 462$$

$$174,22 \text{ kN} < 163,4 \text{ kN} \text{ ok!}$$

2.3.2 Inverkan av last nära upplag:

$$V_{Ed,Bh,red} = 250,0334 - 0,94 * 119,0635 = 198,833 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,Bh,red} = 198,833 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 174,22 \text{ kN}$$

Ej ok ! → behöver tvärkraftsarmering

3.Deluppgift C. Erforderlig tvärkraftsarmering med vertikala byglar

3.1 Område 1

3.1.1 Underkant-Tvärkraftsarmering

$$V_{Ed} = R_A - q_{Ed} \cdot x_1 \rightarrow V_{Ed} = 0 \rightarrow x_1 = \frac{R_A}{q_{Ed}} = \frac{380.1929}{119.0635} = 3.1932$$

$$\cot(\theta) = \frac{1}{\tan(\theta)} = \frac{1}{\tan(40)} = 1.1918$$

$$z = 0.9 \cdot d_{uk} = 0.9 \cdot 0.46 = 0.414$$

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{35}{250}\right) = 0.516$$

$$V_{Rd,max} = b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot^2(\theta)}\right) = 0.8 \cdot 0.9 \cdot 0.46 \cdot 0.516 \cdot 23.3 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{1.1918}{1 + 1.1918^2}\right)$$

$$\Rightarrow V_{Rd,max} = 2021.2363 \text{ kN}$$

3.1.2 Tvärkraft i område 1: $0 \leq x \leq 3.1932$

$$V_{Ed,1} = q \cdot (x - z \cdot \cot(\theta)) = 119.0635 \cdot (3.1932 - 0.414 \cdot 1.1918) = 321.4470 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,1} = 321.4470 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 2021.2363 \text{ kN} \text{ ok!}$$

$$V_{Ed} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha) \rightarrow S = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)}{V_{Ed}}$$

$$\Rightarrow S = \frac{157 \cdot 0.414 \cdot 435 \cdot (1.1918 + 0) \cdot 1}{321.4470 \cdot 10^3} = 104.8 \text{ mm}$$

välj $\Phi 10s100$

3.1.3 Minimiarmoring:

$$p_w = \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} = \frac{157}{105 \cdot 800 \cdot 1} = 0.001867$$

S,min:

$$p_w = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{35}}{500} = 9.4657 \cdot 10^{-4}$$

$$p_w \geq p_w \text{ OK!}$$

S_{t,max}:

$$s_{t,max} = 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot(a)) = 0.75 \cdot 0.46 \cdot (1+0) = 345$$

$$S_{t,max} \geq S: \text{OK!}$$

3.2 Område 2

3.2.1 Underkant-Tvärkraftsarmering

$$x_2 = L_1 - x_1 = 6.6 - 3.1932 = 3.4068 \text{ m}$$

$$\cot(\theta) = \frac{1}{\tan(\theta)} = \frac{1}{\tan(40)} = 1.1918$$

$$z = 0.9 \cdot d_{uk} = 0.9 \cdot 0.46 = 0.414$$

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{35}{250}\right) = 0.516$$

$$V_{Rd,max} = b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot^2(\theta)}\right) = 0.8 \cdot 0.9 \cdot 0.46 \cdot 0.516 \cdot 23.3 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{1.1918}{1 + 1.1918^2}\right)$$

$$\Rightarrow V_{Rd,max} = 2021.2363 \text{ kN}$$

3.2.2 Tvärkraft i område 2: $3.4068 \leq x \leq 6.6$

$$V_{Ed,2} = q \cdot (x_2 - z \cdot \cot(\theta)) = 119.0635 \cdot (3.4068 - 0.414 \cdot 1.1918) = 346.8790 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,2} = 346.8790 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 2021.2363 \text{ kN} \text{ ok!}$$

$$V_{Ed} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(a)) \cdot \sin(a) \rightarrow S = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(a)) \cdot \sin(a)}{V_{Ed}}$$

$$\Rightarrow S = \frac{157 \cdot 0.414 \cdot 435 \cdot (1.1918 + 0) \cdot 1}{346.8790 \cdot 10^3} = 97 \text{ mm} \rightarrow \text{välj } 95 \text{ mm}$$

välj $\Phi 10s95$

3.2.3 Minimiarmering:

$$p_w = \frac{A_{sw}}{95 \cdot b_w \cdot \sin(a)} = \frac{157}{95 \cdot 800 \cdot 1} = 0.002066$$

s,min:

$$p_w = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{35}}{500} = 9.4657 \cdot 10^{-4}$$

$p_w \geq p_{w,ok}$ ok!

s,max:

$$s_{t,max} = 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha)) = 0.75 \cdot 0.46 \cdot (1+0) = 345$$

$S_{t,max} \geq S$ Ok!

3.3 Område 3

3.3.1 överkant-Tvärkraftsarmering

$$x_3 = L_2 = 2.1 \text{ m}$$

$$\cot(\theta) = \frac{1}{\tan(\theta)} = \frac{1}{\tan(40)} = 1.1918$$

$$z = 0.9 \cdot d_{ök} = 0.9 \cdot 0.462 = 0.416$$

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{200}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{35}{200}\right) = 0.516$$

$$V_{Rd,max} = b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{\cot(\theta)}{1 + \cot^2(\theta)}\right) = 0.8 \cdot 0.9 \cdot 0.462 \cdot 0.516 \cdot 23.3 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{1.1918}{1 + 1.1918^2}\right)$$

$$\Rightarrow V_{Rd,max} = 2030.0243 \text{ kN}$$

3.3.2 Tvärkraft i område 3: $6 \leq x \leq 8.7$

$$V_{Ed,3} = q \cdot (x_3 - z \cdot \cot(\theta)) = 119.0635 \cdot (2.1 - 0.414 \cdot 1.1918) = 191.2868 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,3} = 191.2868 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 2030.0243 \text{ kN} \text{ ok!}$$

$$V_{Ed} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha) \rightarrow S = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)}{V_{Ed}}$$

$$\Rightarrow S = \frac{157 \cdot 0.416 \cdot 435 \cdot (1.1918 + 0) \cdot 1}{191.2868 \cdot 10^3} = 177 \text{ mm} \rightarrow \text{välj } 175 \text{ mm}$$

välj $\Phi 10$ s175

3.3.3 Minimiarmering:

$$p_w = \frac{A_{sw}}{175 \cdot b_w \cdot \sin(a)} = \frac{157}{175 \cdot 800 \cdot 1} = 0.001121$$

S,min:

$$p_w = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{35}}{500} = 9.4657 \cdot 10^{-4}$$

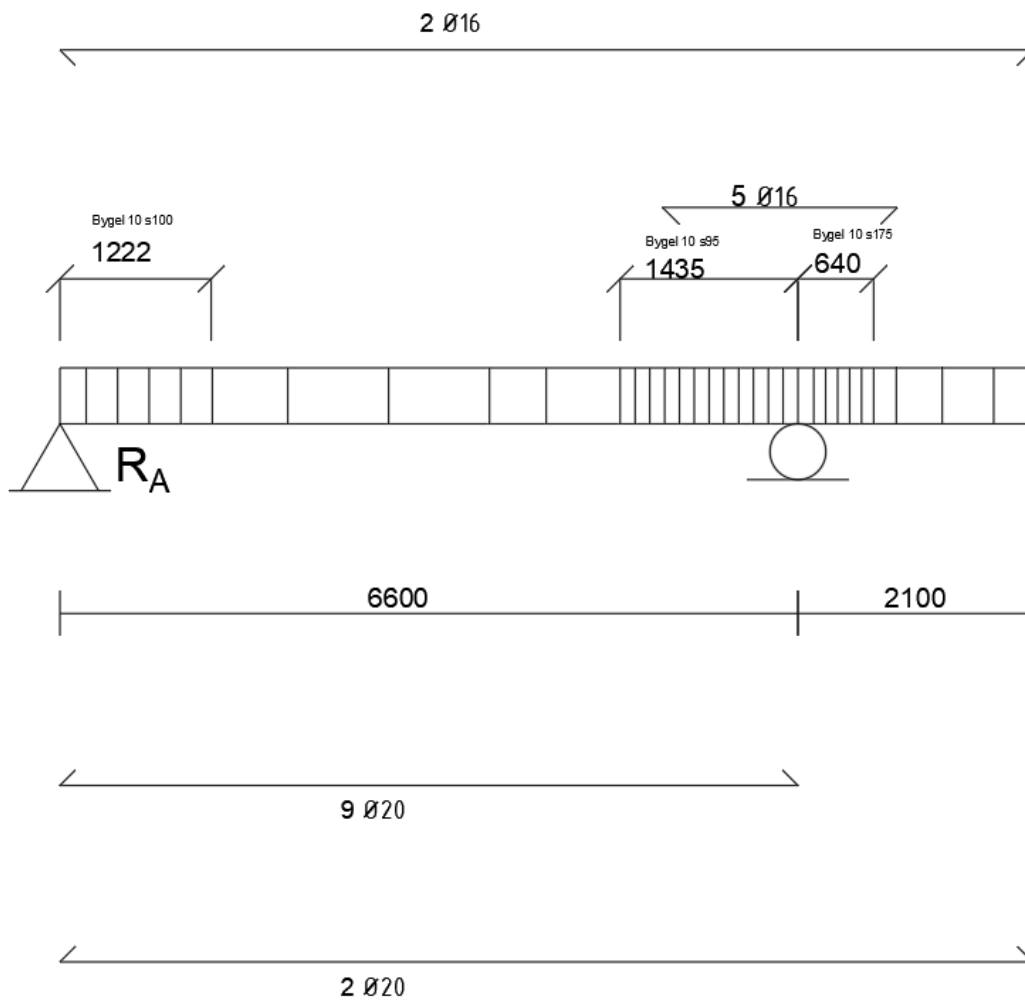
$p_w \geq p_w$ ok!

S,max:

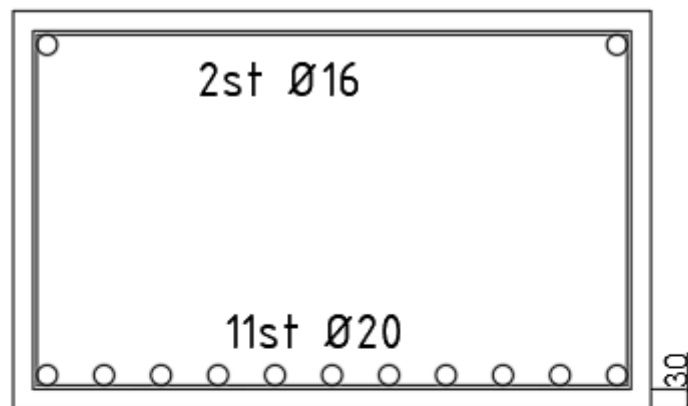
$$s_{t,max} = 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot(a)) = 0.75 \cdot 0.46 \cdot (1+0) = 345$$

$s_{t,max} \geq S$ Ok!

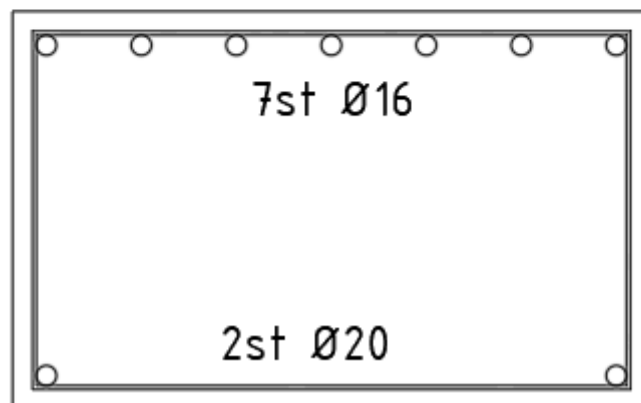
4. Deluppgift D. Vy av balk samt redovisning



I FÄLT



I STÖD B



5. Redovisning av värden

Namn/Klass: Tolga Kilic, Klass B	
Namn/Klass: Varman Ratha, Klass B	
Namn/Klass: Frida Yousef Lahdo, Klass B	
Namn/Klass: Erik Xu, Klass B	
Indata	Värde
Spännvidd, L_1	6,6 meter
Konsollängd, L_2	2,1 meter
Centrumavstånd, c	5,4 meter
Nyttig last q_k	10 kN/m ²
Betong, hållfasthetsklass	C35/45

Deluppgift	Svar	Bedömning
Karakteristisk egentyngd på balk (kN/m)	31,68 kN/m	
Karakteristisk nyttig last på balk (kN/m)	54 kN/m	
Dim max-moment (fält), M_{ed}^+ (kNm)	607.0149 kNm	
Dim max-moment (stöd), M_{ed}^- (kNm)	-262.5348 kNm	
Dim tvärkraft, stöd A, $V_{ed,A}$ (kN)	353.13 kN/m	
Dim tvärkraft, stöd B-vänster, $V_{ed,Bv}$ (kN)	-405,6262 kN	
Dim tvärkraft, stöd B-höger, $V_{ed,Bvh}$ (kN)		
Täckande betongskikt (mm)	30 mm	
Effektiv höjd i fält, d (mm)	460mm	

Erforderlig stödarmering (xØ20)	11st	
Effektiv höjd vid stöd, d	462	
Erforderlig stödarmering (xØ16)	7	
Tvärkraftskapacitet, livtryckbrott, $V_{Rd,max,A}$	2212,2	
- $V_{Rd,max,B}$	2221	
Tvärkraftskapacitet, skjuvglidning, $V_{Rd,c,A}$	234,7758	
- $V_{Rd,c,B}$	174,22	
Tvärkraftsarmering för $V_{Ed,max}$ (byglar Ø - min s)	95	