

Dimensjonering av Kokstadflaten 4: Vedlegg

Innhold

Vedlegg A - Håndberegninger	1
A.1 Lastberegninger	1
A.1.1 Egenvekt	1
A.1.2 Jordtrykk	3
A.1.3 Oppdrift	6
A.1.4 Nyttelast	7
A.1.5 Snølast	8
A.1.6 Vindlast	12
A.1.7 Skjevstilling	33
A.1.8 Utelatelseskriterium	38
A.1.9 Overslag stabilitet	41
A.2 Dimensjonering	42
A.2.1 Dimensjonering sirkulær søyle	42
A.2.2 Dimensjonering oval søyle	49
A.2.3 Dimensjonering takdekke	56
A.2.4 Dimensjonering bunnplate	74
A.2.5 Dimensjonering søylefundament	79
A.2.6 Dimensjonering heissjaktfundament	84
A.2.7 Dimensjonering kort vegg i heissjakt	90
A.2.8 Dimensjonering lang vegg i heissjakt	97
A.2.9 Dimensjonering vindkryss	104
Vedlegg B – OS-Prog	106
B.1 BtSnitt	106
B.1.1 Gjennomlokking takdekke, godt tilslag	106
B.1.2 Gjennomlokking takdekke, 50mm tykkere dekke i området rundt søylen	108
B.1.3 Gjennomlokking takdekke, økt betongkvalitet (B45), godt tilslag	110
B.1.4 Gjennomlokking takdekke, økt betongkvalitet (B45)	112
B.1.5 Gjennomlokking takdekke kantsøyle, godt tilslag	114
B.1.6 Gjennomlokking bunnplate, godt tilslag	116
B.1.7 Gjennomlokking kantsøyle terrasse, med godt tilslag	117
B.1.8 Rissviddekontroll tak	119
B.1.9 Rissviddekontroll bunnplate	121

B.2 V-Skive	123
B.2.1 Bruksgrense	123
B.3 Lastberegning	135
B.3.1 Vindlast	135
Vedlegg C – FEM-Design	139
C.1 FEM-modell	139
C.1.1 Modell	139
C.1.2 Laster	148
C.1.3 Resultat	153
C.2 Kontrollberegninger	160
C.2.1 Kontroll fast innspent oval søyle	160
C.2.2 Kontroll fast innspent sirkulær søyle	161
C.2.3 Kontroll dimensjonering sirkulær søyle	162
C.2.4 Kontroll av strekk i søylefundament	173
Vedlegg D – Robot Structural Analysis	174
D.1 Kontrollberegninger	174
D.1.1 Kontroll nedbøyning	174

Vedlegg A - Håndberegninger

A.1 Lastberegninger

A.1.1 Egenvekt

Egenlast

Egenvekt betong

$$G_{\text{arm.betong}} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{NS-EN 1991-1-1} \\ \text{Tabell A.1}$$

$$t_{\text{dekke}} := 250 \text{ mm}$$

$$t_{\text{bunnplate}} := 500 \text{ mm}$$

$$G_{\text{arm.betong.dekke}} := G_{\text{arm.betong}} \cdot t_{\text{dekke}} = 6.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{arm.betong.bunnplate}} := G_{\text{arm.betong}} \cdot t_{\text{bunnplate}} = 12.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tillegg på egenvekt

Tillegg på egenvekten er beregnet / oppgitt fra biveileder fra Multiconsult

$$\text{Skillevegger} := 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Himling} := 0.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{pastøp} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.03 \text{ m} = 0.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Antar en tykkelse på 30mm}$$

$$\text{teknisk} := 0.20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{tillegg}} := \text{Skillevegger} + \text{Himling} + \text{teknisk} + \text{pastøp} = 1.55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Egenvekt total

$$G_{\text{bunnplate}} := G_{\text{arm.betong.bunnplate}} + G_{\text{tillegg}} = 14.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{\text{dekke}} := G_{\text{arm.betong.dekke}} + G_{\text{tillegg}} = 7.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

A.1.2 Jordtrykk

Formler for jordtrykk	
$\sigma_z(\text{over vann})$	γ^*z
$\sigma_z(\text{under vann})$	$(\gamma^*z)+(\gamma_w^*zw)$
u	(γ_w^*zw)
σ_z'	σ_z-u
σ_x'	$\sigma_z'*k$
σ_x	$\sigma_x'+u$

A.1.2.1 3 meter jordtrykk

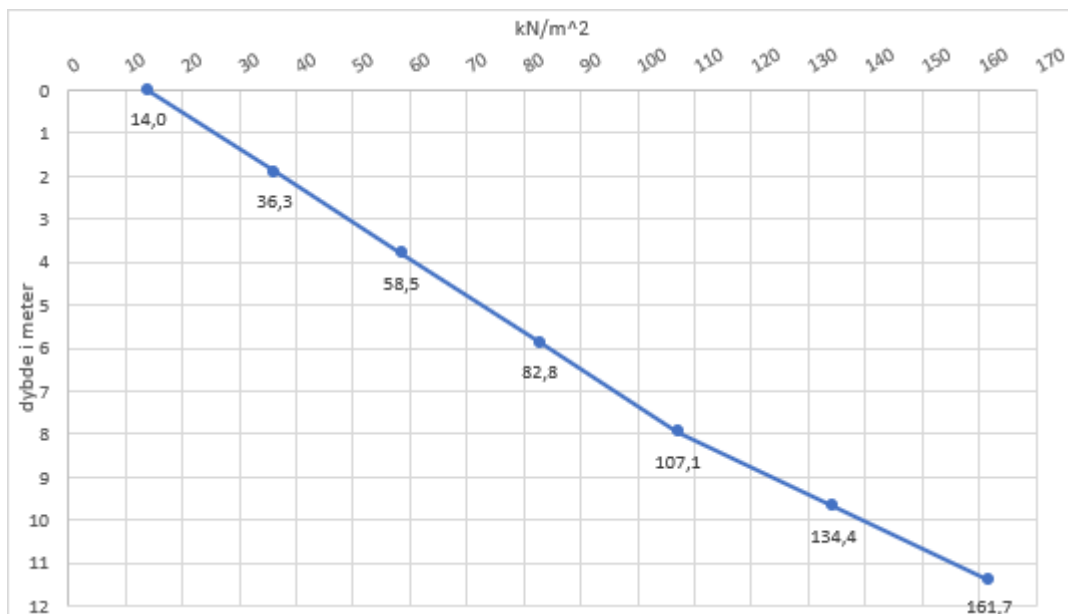
γ over grunnvann				20 kn/m ³		
γ under grunnvann				20 kn/m ³		
Terrenglast(med lastfaktor)				24 kn/m ²		
Hydrostatisk poretrykk				10 m/s ²		
Grunnvannsdypde				0 m		
Maks dybde				3,45 m		
Grunnvannshøyde fra bunnplaten				3,45		
K	0,585					
Z		σ_z		u		σ_z'
0		24		0		24
1,725		58,5		17,25		41,25
3,45		93		34,5		58,5
σ_x'		σ_x		F_x		Last pr meter dekke:
14,04		14,04				
24,13		41,38		47,80	Dekke 1	47,80
34,22		68,72		94,96	Bunnplate	94,96

A.1.2.2 7 meter jordtrykk

Y over grunnvann				20 kn/m ³		
Y under grunnvann				20 kn/m ³		
Terrenglast(med lastfaktor)				24 kn/m ²		
Hydrostatisk poretrykk				10 m/s ²		
Grunnvannsdypde				4,15 m		
Maks dybde				7,6 m		
Grunnvannshøyde fra bunnplaten				3,45 m		
K	0,585					
Z		σ_z		u		σ_z'
0		24		0		24
2,075		65,5		0		65,5
4,15		107		0		107
5,875		141,5		17,25		124,25
7,60		176		34,5		141,5
σ_x'		σ_x		F_x		Last pr meter dekke:
14,04		14,04		0,00		
38,32		38,32		54,32	Dekke 2	54,32
62,60		62,60		104,70		
72,69		89,94		131,56	Dekke 1	236,25
82,78		117,28		178,72	Bunnplate	178,72

A.1.2.3 11 meter jordtrykk

Y over grunnvann			20 kn/m ³			
Y under grunnvann			20 kn/m ³			
Terrenglast(med lastfaktor)			24 kn/m ²			
Hydrostatisk poretrykk			10 m/s ²			
Grunnvannsdybde			7,95 m			
Maks dybde			11,4 m			
Grunnvannshøyde fra bunnplaten			3,45 m			
K	0,585					
Z		σ_z		u		σ_z'
0		24		0		24
1,9		62		0		62
3,8		100		0		100
5,875		141,5		0		141,5
7,95		183		0		183
9,68		217,5		17,25		200,25
11,4		252		34,5		217,5
σ_x'		σ_x		F_A		Last pr meter dekke:
14,04		14,04				
36,27		36,27		47,79	Dekke 3	47,79
58,50		58,50		90,03		
82,78		82,78		146,58	Dekke 2	236,61
107,06		107,06		196,95		
117,15		134,40		208,25	Dekke 1	405,20
127,24		161,74		255,42	Bunnplate	255,42



Oppdrift

$$\text{vannh\o{y}de} := h_v$$

$$h_v := 3.45 \text{ m} \quad \rho := 1 \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3} \quad g := 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_b := \rho \cdot g \cdot h_v = 33.845 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Archimedes lov}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

A.1.4 Nyttelast

Nyttelast - NS-EN 1991-1-1

Innvendig nyttelast

B - Kontorarealer Tabell NA.6.1

$$N_{inne} := 3 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Tabell NA.6.2}$$

Nyttelast takterrasse

A - Balkonger og verandaer Tabell NA.6.1

$$N_{ute} := 4 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Tabell NA.6.2}$$

Snølast NS-EN 1991-1-3 Snølast

Beregningene for snølast er gjort etter NS-EN 1991-1-3 Snølast.

Det er tre forskjellige tak som det beregnes snølast på. Hovedtaket, terrassen og det nederste taket. Derav alle takene er flate.

Flatt tak

$$0^\circ > 15^\circ \quad \mu_1 := 0.8 \quad \text{Tabell 5.2}$$

$$H := 80.5 \text{ m}$$

$$H_g := 150 \text{ m} \quad \text{Tabell NA.4.1(901)}$$

$$Sk_0 := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Tabell NA.4.1(901)}$$

$$n := \frac{(H - H_g)}{100} \quad n := 0$$

$$\Delta Sk := 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Sk := Sk_0 + n \cdot \Delta Sk = 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Hovedtak

$$0^\circ \leq 15^\circ \quad \mu_s := 0 \quad \text{Tabell 5.2}$$

$$b_1 := 3.6 \text{ m} \quad b_2 := 6.5 \text{ m} \quad h := 2.1 \text{ m} \quad \gamma := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\mu_w := \min\left(\frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h}, \frac{\gamma \cdot h}{Sk}\right) = 2.1 \quad (5.8)$$

$$\mu_2 := \mu_s + \mu_w = 2.1 \quad (5.7)$$

$$Sk_{max} := Sk \cdot \mu_2 = 4.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Sk_{min} := Sk \cdot \mu_1 = 1.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Lager snitt av maks snølast, og bruker denne som flatelast på taket

$$Sk_{dim} := \frac{\left(Sk_{max} + \frac{(Sk_{max} + Sk_{min})}{2} \right)}{2} = 3.55 \frac{kN}{m^2}$$

Terrasse

$$0^\circ \leq 15^\circ \quad \mu_s := 0 \quad \text{Tabell 5.2}$$

$$b_1 := 31.1 \text{ m} \quad b_2 := 8 \text{ m} \quad h := 7.6 \text{ m} \quad \gamma := 2 \frac{kN}{m^3}$$

$$\mu_w := \min\left(\frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h}, \frac{\gamma \cdot h}{Sk}\right) = 2.57 \quad (5.8)$$

$$\mu_2 := \mu_s + \mu_w = 2.57 \quad (5.7)$$

$$Sk_{max} := Sk \cdot \mu_2 = 5.14 \frac{kN}{m^2} \quad Sk_{min} := Sk \cdot \mu_1 = 1.6 \frac{kN}{m^2}$$

$$Sk_{dim} := \frac{\left(Sk_{max} + \frac{(Sk_{max} + Sk_{min})}{2} \right)}{2} = 4.26 \frac{kN}{m^2}$$

Nederste tak

Dette taket kan få fonning i fra både terrassen, som ligger over, men også hovedtaket. Derfor sjekkes begge tilfellene, og velger den lasten som er høyest som dimensjonerende last.

Fonning fra terrasse

$$0^\circ \leq 15^\circ \quad \mu_s := 0 \quad \text{Tabell 5.2}$$

$$b_1 := 16.1 \text{ m} \quad b_2 := 11.5 \text{ m} \quad h := 7.6 \text{ m} \quad \gamma := 2 \frac{kN}{m^3}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\mu_w := \min\left(\frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h}, \frac{\gamma \cdot h}{Sk}\right) = 1.82 \quad (5.8)$$

$$\mu_2 := \mu_s + \mu_w = 1.82 \quad (5.7)$$

$$Sk_{max_1} := Sk \cdot \mu_2 = 3.63 \frac{kN}{m^2} \quad Sk_{min} := Sk \cdot \mu_1 = 1.6 \frac{kN}{m^2}$$

Nederste tak

Fønning fra terrasse

$$0^\circ \leq 15^\circ \quad \mu_s := 0 \quad \text{Tabell 5.2}$$

$$b_1 := 16.1 \text{ m} \quad b_2 := 11.5 \text{ m} \quad h := 7.6 \text{ m} \quad \gamma := 2 \frac{kN}{m^3}$$

$$\mu_w := \min\left(\frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h}, \frac{\gamma \cdot h}{Sk}\right) = 1.82 \quad (5.8)$$

$$\mu_2 := \mu_s + \mu_w = 1.82 \quad (5.7)$$

$$Sk_{max_1} := Sk \cdot \mu_2 = 3.63 \frac{kN}{m^2} \quad Sk_{min} := Sk \cdot \mu_1 = 1.6 \frac{kN}{m^2}$$

Fønning fra øverste tak

$$0^\circ \leq 15^\circ \quad \mu_s := 0 \quad \text{Tabell 5.2}$$

$$b_1 := 31.1 \text{ m} \quad b_2 := 11 \text{ m} \quad h := 15.2 \text{ m} \quad \gamma := 2 \frac{kN}{m^3}$$

$$\mu_w := \min\left(\frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h}, \frac{\gamma \cdot h}{Sk}\right) = 1.38 \quad (5.8)$$

$$\mu_2 := \mu_s + \mu_w = 1.38 \quad (5.7)$$

$$Sk_{max_2} := Sk \cdot \mu_2 = 2.77 \frac{kN}{m^2} \quad Sk_{min} := Sk \cdot \mu_1 = 1.6 \frac{kN}{m^2}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Fønning fra nederste tak blir dimensjonerende.

$$Sk_{max} := Sk_{max_1} = 3.63 \frac{kN}{m^2}$$
$$Sk_{dim} := \frac{\left(Sk_{max_1} + \frac{(Sk_{max_1} + Sk_{min})}{2} \right)}{2} = 3.12 \frac{kN}{m^2}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Vindlast

Beregningene i dette kapittelet er gjort etter NS-EN 1991-1-4 Vindlast

Storinden H=152.3 moh

Stendafjellet H=239 moh

$H_0 := 60.5 \text{ m}$

$H_{0\text{Storinden}} := 152.3 \text{ m} - H_0 = 91.8 \text{ m}$

$H_{0\text{Stendafjellet}} := 239 \text{ m} - H_0 = 178.5 \text{ m}$

$D_{\text{dim.Stor}} := 15 \cdot H_{0\text{Storinden}} = 1.377 \text{ km}$

$D_{\text{dim.Stenda}} := 15 \cdot H_{0\text{Stendafjellet}} = 2.678 \text{ km}$

Begge avstandene til fjellene er større enn $15 \cdot H$. Det vil si at man ikke trenger å ta hensyn til de når man regner for vind



Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Beregning av vindlast

$$v_b := 26 \frac{m}{s}$$

Tabell NA.4(901.1)

$$z := 31.1 \text{ m}$$

Terrengkategori: III

Tabell NA 4.1

Forenklet metode:

V.3 c)

$$q_{p0}(z) := 1.1 \frac{kN}{m^2}$$

Som vist i figuren under, er det både terrengkategori 1 og terrengkategori 0 i nærheten av byggstedet. Derfor sjekkes avstanden til begge fjellene, og bruker den overgangssonefaktoren som gir høyest vindtrykk.

Avstander til lavere terrengkategorier



Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Kategori 0**Tabell NA 4.1**

$d := 5.7 \text{ km}$ Bruker avstand 5km, tss.

$$\Delta n_{BA} := 3$$

$$k_3 := 1.05$$

$$q_{kast} := q_{p0}(z) \cdot k_3 = 1.16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Kategori 1**Tabell NA 4.1**

$d := 2.4 \text{ km}$ Interpolerer avstanden

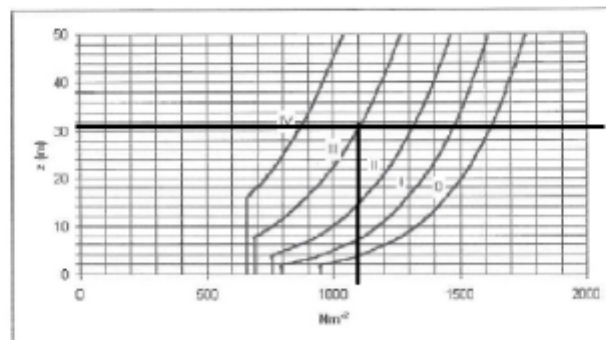
$$\Delta n_{BA} := 2$$

$$d1 := 2.5 \text{ km} \quad d2 := 0.5 \text{ km}$$

$$k1 := 1.05 \quad k2 := 1.25$$

$$k_3 := k1 + (k2 - k1) \cdot \left(\frac{d - d1}{d2 - d1} \right) = 1.06$$

$$q_{kast} := q_{p0}(z) \cdot k_3 = 1.17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



c) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast $q_{w0}(z)$ for $v_{w0} = 26 \text{ m/s}$

Innvendig trykk	7.2.9 (6)
Overtrykk	Undertrykk
$C_O := 0.2$	$C_U := -0.3$

Formfaktor Vind**Vind mot langside** - Vegg

$$b := (31.8 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 32.5 \text{ m}$$

$$d := (25.4 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 26.1 \text{ m}$$

$$h := 31 \text{ m}$$

Utvider arealet på grunn av utstikkende fasade

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 32.5 \text{ m}$$

$$\frac{e}{d} = 1.245$$

Figur 7.5

$e > d$ Får bare sone A og B på kortsiden

$$h_1 := \frac{h}{d} = 1.188$$

Formfaktorer

Tabell 7.1

$$h_2 := 1 \quad h_3 := 5$$

$$E_1 := -0.5 \quad E_2 := -0.7$$

Bruker sone D og E på for-/bakside av de små takene.

$$C_B := E_1 + (E_2 - E_1) \cdot \left(\frac{(h_1 - h_2)}{(h_3 - h_2)} \right) = -0.509$$

$$C_A := -1.2$$

$$C_B := -0.8$$

$$C_D := 0.8$$

Størrelse på soner

Figur 7.5

$$A_{\text{soner}} := \frac{e}{5} = 6.5 \text{ m}$$

$$B_{\text{soner}} := d - \frac{e}{5} = 19.6 \text{ m}$$

Laster på vegg

$$q_{\text{kant}} = 1.17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_A := q_{\text{kant}} \cdot (C_A - C_O) = -1.63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_B := q_{\text{kant}} \cdot (C_B - C_O) = -1.17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_D := q_{\text{kant}} \cdot (C_D - C_U) = 1.28 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_E := q_{\text{kant}} \cdot (C_E - C_O) = -0.83 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tak

Figur 7.6

$$b := (31.8 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 32.5 \text{ m}$$

$$d := (25.4 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 26.1 \text{ m}$$

$$h := 31 \text{ m}$$

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 32.5 \text{ m} \quad h_p := 0.6 \text{ m}$$

$$\text{Parapet} := \frac{h_p}{h} = 0.019 \quad \text{Bruker skarp avslutning tss.}$$

Formfaktorer

Tabell 7.2

$$C_F := -1.8$$

$$C_G := -1.2$$

$$C_H := -0.7$$

$$C_I := -0.2$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Størrelse på soner

$$F_{\text{soner},L} := \frac{e}{10} = 3.25 \text{ m}$$

$$H_{\text{soner}} := \frac{e}{2} = 16.25 \text{ m}$$

Figur 7.5

$$F_{\text{soner},B} := \frac{e}{4} = 8.125 \text{ m}$$

$$I_{\text{soner}} := d - H_{\text{soner}} = 9.85 \text{ m}$$

Laster på tak

$$q_{\text{kast}} = 1.17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_F := q_{\text{kast}} \cdot (C_F - C_O) = -2.33 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_G := q_{\text{kast}} \cdot (C_G - C_O) = -1.63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_H := q_{\text{kast}} \cdot (C_H - C_O) = -1.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_I := q_{\text{kast}} \cdot (C_I - C_O) = -0.47 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Formfaktor på terrasene blir brukt som F for vind begge retningene.

Last på dekkene - Vind mot langside

$$H_{07} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{03} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{06} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{02} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{05} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{01} := \left(\frac{3.8}{2} + \frac{4.15}{2} \right) \text{ m} = 3.975 \text{ m}$$

$$H_{04} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{bunn} := \frac{4.15}{2} \text{ m} = 2.075 \text{ m}$$

Vind mot bakside - langside**Sone D - bakside**

$$D_7 := q_D \cdot H_{07} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_6 := q_D \cdot H_{06} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_5 := q_D \cdot H_{05} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_4 := q_D \cdot H_{04} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_3 := q_D \cdot H_{03} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_2 := q_D \cdot H_{02} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_1 := q_D \cdot \frac{3.8}{2} \text{ m} = 2.44 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_{bunn} := 0$$

D7 er dekket på toppen, mens Dbunn er dekket som ligger på terrengnivå på fremsiden av bygget.

Sone E - forside

$$D_7 := q_E \cdot H_{07} = -3.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_6 := q_E \cdot H_{06} = -3.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_5 := q_E \cdot H_{05} = -3.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_4 := q_E \cdot H_{04} = -3.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_3 := q_E \cdot H_{03} = -3.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_2 := q_E \cdot H_{02} = -3.14 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_1 := q_E \cdot H_{01} = -3.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_{bunn} := q_E \cdot H_{bunn} = -1.72 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Sone A - Kortside

$$D_7 := q_A \cdot H_{07} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_A \cdot H_{05} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_A \cdot H_{03} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_A \cdot H_{01} = -6.49 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_A \cdot H_{06} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_A \cdot H_{04} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_A \cdot H_{02} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_A \cdot H_{bunn} = -3.39 \frac{kN}{m}$$

Sone B - Kortside

$$D_7 := q_B \cdot H_{07} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_B \cdot H_{05} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_B \cdot H_{03} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_B \cdot H_{01} = -4.63 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_B \cdot H_{06} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_B \cdot H_{04} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_B \cdot H_{02} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_B \cdot H_{bunn} = -2.42 \frac{kN}{m}$$

Vind mot forside- langside**Sone D - forside**

$$D_7 := q_D \cdot H_{07} = 4.87 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_D \cdot H_{05} = 4.87 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_D \cdot H_{03} = 4.87 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_D \cdot H_{01} = 5.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_D \cdot H_{06} = 4.87 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_D \cdot H_{04} = 4.87 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_D \cdot H_{02} = 4.87 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_D \cdot H_{bunn} = 2.66 \frac{kN}{m}$$

D7 er dekket på toppen, mens Dbunn er dekket som ligger på terrengnivå på fremsiden av bygget.

Sone E - forside

$$D_7 := q_E \cdot H_{07} = -3.14 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_E \cdot H_{05} = -3.14 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_E \cdot H_{03} = -3.14 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_E \cdot \frac{3.8}{2} m = -1.57 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_E \cdot H_{06} = -3.14 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_E \cdot H_{04} = -3.14 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_E \cdot H_{02} = -3.14 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := 0$$

Sone A - Kortsider

$$D_7 := q_A \cdot H_{07} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_A \cdot H_{05} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_A \cdot H_{03} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_A \cdot H_{01} = -6.49 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_A \cdot H_{06} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_A \cdot H_{04} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_A \cdot H_{02} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_A \cdot H_{bunn} = -3.39 \frac{kN}{m}$$

Sone B - Kortsider

$$D_7 := q_B \cdot H_{07} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_B \cdot H_{05} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_B \cdot H_{03} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_B \cdot H_{01} = -4.63 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_B \cdot H_{06} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_B \cdot H_{04} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_B \cdot H_{02} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_B \cdot H_{bunn} = -2.42 \frac{kN}{m}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Vind mot kortside

Vegg

Figur 7.5

$$b := (25.4 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 26.1 \text{ m}$$

$$d := (31.8 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 32.5 \text{ m}$$

$$h := 31 \text{ m}$$

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 26.1 \text{ m} \quad \frac{e}{d} = 0.803$$

$e < d$ Får sone A, B og C

Formfaktorer

Tabell 7.1

$$h_1 := \frac{h}{d} = 0.954$$

Interpolere

$$h_2 := 0.25 \quad h_3 := 1$$

$$E_1 := -0.3 \quad E_2 := -0.5$$

$$C_E := E_1 + (E_2 - E_1) \cdot \left(\frac{h_1 - h_2}{h_3 - h_2} \right) = -0.488$$

$$C_A := -1.2 \quad C_B := -0.8 \quad C_C := -0.5 \quad C_D := 0.8$$

Størrelse på soner

$$A_{\text{sone}} := \frac{e}{5} = 5.22 \text{ m} \quad B_{\text{sone}} := d - \frac{e}{5} = 27.28 \text{ m}$$

$$C_{\text{sone}} := d - e = 6.4 \text{ m}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Innvendig trykk

Overtrykk

$$C_O := 0.2$$

7.2.9 (6)

Undertrykk

$$C_U := -0.3$$

Laster på vegg

$$q_{kast} = 1.17 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_C := q_{kast} \cdot (C_C - C_O) = -0.82 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_A := q_{kast} \cdot (C_A - C_O) = -1.63 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_B := q_{kast} \cdot (C_B - C_O) = -1.17 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_D := q_{kast} \cdot (C_D - C_U) = 1.28 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_E := q_{kast} \cdot (C_E - C_O) = -0.8 \frac{kN}{m^2}$$

Tak

Figur 7.6

$$b := (25.4 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 26.1 \text{ m}$$

$$d := (31.8 + 2 \cdot 0.35) \text{ m} = 32.5 \text{ m}$$

$$h := 31 \text{ m}$$

$$e := \min(b, 2 \cdot h) = 26.1 \text{ m} \quad h_p := 0.6 \text{ m}$$

$$\text{Parapet} := \frac{h_p}{h} = 0.019 \quad \text{Bruker skarp avslutning tss.}$$

$$C_F := -1.8$$

$$C_G := -1.2$$

$$C_H := -0.7$$

$$C_I := -0.2$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Størrelse på soner

Tabell 7.2

$$F_{\text{soner.L}} := \frac{e}{10} = 2.61 \text{ m}$$

$$F_{\text{soner.B}} := \frac{e}{4} = 6.525 \text{ m}$$

$$H_{\text{soner}} := \frac{e}{2} = 13.05 \text{ m}$$

$$I_{\text{soner}} := d - H_{\text{soner}} = 19.45 \text{ m}$$

Laster på tak

$$q_{\text{kast}} = 1.17 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_F := q_{\text{kast}} \cdot (C_F - C_O) = -2.33 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_G := q_{\text{kast}} \cdot (C_G - C_O) = -1.63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_H := q_{\text{kast}} \cdot (C_H - C_O) = -1.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_I := q_{\text{kast}} \cdot (C_I - C_O) = -0.47 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

For vind mot side med terrasser blir formfaktor F brukt på terrassene.

For vind mot side uten terrasser blir formfaktor I brukt på terrassene.

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Last på dekkene - Vind mot kortside

$$H_{07} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{03} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{06} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{02} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{05} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{01} := \left(\frac{3.8}{2} + \frac{4.15}{2} \right) \text{ m} = 3.975 \text{ m}$$

$$H_{04} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{\text{bunn}} := \frac{4.15}{2} \text{ m} = 2.075 \text{ m}$$

Vind mot kortside (mot side med terrasene)

Sone D

$$D_7 := q_D \cdot H_{07} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_6 := q_D \cdot H_{06} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_5 := q_D \cdot H_{05} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_4 := q_D \cdot H_{04} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_3 := q_D \cdot H_{03} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_2 := q_D \cdot H_{02} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_1 := q_D \cdot H_{01} = 5.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_{\text{bunn}} := q_D \cdot H_{\text{bunn}} = 2.66 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

D7 er dekket på toppen, mens Dbunn er dekket som ligger på terrengnivå på fremsiden av bygget.

Sone E

$$D_7 := q_E \cdot H_{07} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_6 := q_E \cdot H_{06} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_5 := q_E \cdot H_{05} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_4 := q_E \cdot H_{04} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_3 := q_E \cdot H_{03} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_2 := q_E \cdot H_{02} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_1 := q_E \cdot H_{01} = -3.19 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$D_{\text{bunn}} := q_E \cdot H_{\text{bunn}} = -1.66 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Sone A - forside

$$D_7 := q_A \cdot H_{07} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_A \cdot H_{06} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_A \cdot H_{05} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_A \cdot H_{04} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_A \cdot H_{03} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_A \cdot H_{02} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_A \cdot H_{01} = -6.49 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_A \cdot H_{bunn} = -3.39 \frac{kN}{m}$$

Sone A - bakside

$$D_7 := q_A \cdot H_{07} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_A \cdot H_{06} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_A \cdot H_{05} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_A \cdot H_{04} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_A \cdot H_{03} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_A \cdot H_{02} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_A \cdot \frac{3.8}{2} \cdot m = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := 0$$

Sone B - forside

$$D_7 := q_B \cdot H_{07} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_B \cdot H_{06} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_B \cdot H_{05} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_B \cdot H_{04} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_B \cdot H_{03} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_B \cdot H_{02} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_B \cdot H_{01} = -4.63 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_B \cdot H_{bunn} = -2.42 \frac{kN}{m}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Sone B - bakside

$$D_7 := q_B \cdot H_{07} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_B \cdot H_{06} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_B \cdot H_{05} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_B \cdot H_{04} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_B \cdot H_{03} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_B \cdot H_{02} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_B \cdot \frac{3.8}{2} m = -2.22 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := 0$$

Sone C - forside

$$D_7 := q_C \cdot H_{07} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_C \cdot H_{06} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_C \cdot H_{05} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_C \cdot H_{04} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_C \cdot H_{03} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_C \cdot H_{02} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_C \cdot H_{01} = -3.24 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_C \cdot H_{bunn} = -1.69 \frac{kN}{m}$$

Sone C - bakside

$$D_7 := q_C \cdot H_{07} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_C \cdot H_{06} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_C \cdot H_{05} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_C \cdot H_{04} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_C \cdot H_{03} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_C \cdot \frac{3.8}{2} m = -1.55 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := 0$$

$$D_{bunn} := 0$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Regner bare for vind mot kortsiden med terrassene. Vind denne retningen blir dimensjonerende, fordi begge takterrassene får sone F. Og det blir "mindre vegg" jo lenger bak man kommer.

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\begin{aligned}
 H_{07} &:= 3.8 \text{ m} & H_{03} &:= 3.8 \text{ m} \\
 H_{06} &:= 3.8 \text{ m} & H_{02} &:= 3.8 \text{ m} \\
 H_{05} &:= 3.8 \text{ m} & H_{01} &:= \left(\frac{3.8}{2} + \frac{4.15}{2} \right) \text{ m} = 3.975 \text{ m} \\
 H_{04} &:= 3.8 \text{ m} & H_{\text{bunn}} &:= \frac{4.15}{2} \text{ m} = 2.075 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Vind mot kortsiden (mot side med fuge)**Sone D**

$$\begin{aligned}
 D_7 &:= q_D \cdot H_{07} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & D_6 &:= q_D \cdot H_{06} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 D_5 &:= q_D \cdot H_{05} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & D_4 &:= q_D \cdot H_{04} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 D_3 &:= q_D \cdot H_{03} = 4.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & D_2 &:= q_D \cdot \frac{H_{02}}{2} = 2.44 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 D_1 &:= 0 & D_{\text{bunn}} &:= 0
 \end{aligned}$$

D7 er dekket på toppen, mens Dbunn er dekket som ligger på terrengnivå på fremsiden av bygget.

Sone E

$$\begin{aligned}
 D_7 &:= q_E \cdot H_{07} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & D_6 &:= q_E \cdot H_{06} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 D_5 &:= q_E \cdot H_{05} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & D_4 &:= q_E \cdot H_{04} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 D_3 &:= q_E \cdot H_{03} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & D_2 &:= q_E \cdot H_{02} = -3.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 D_1 &:= q_E \cdot H_{01} = -3.19 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & D_{\text{bunn}} &:= q_E \cdot H_{\text{bunn}} = -1.66 \frac{\text{kN}}{\text{m}}
 \end{aligned}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Sone A - forside

$$D_7 := q_A \cdot H_{07} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_A \cdot H_{05} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_A \cdot H_{03} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_A \cdot H_{01} = -6.49 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_A \cdot H_{06} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_A \cdot H_{04} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_A \cdot H_{02} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_A \cdot H_{bunn} = -3.39 \frac{kN}{m}$$

Sone A - bakside

$$D_7 := q_A \cdot H_{07} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_A \cdot H_{05} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_A \cdot H_{03} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := 0$$

$$D_6 := q_A \cdot H_{06} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_A \cdot H_{04} = -6.2 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_A \cdot \frac{H_{02}}{2} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := 0$$

Sone B - forside

$$D_7 := q_B \cdot H_{07} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_B \cdot H_{05} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_B \cdot H_{03} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_B \cdot H_{01} = -4.63 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_B \cdot H_{06} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_B \cdot H_{04} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_B \cdot H_{02} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_B \cdot H_{bunn} = -2.42 \frac{kN}{m}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Sone B - bakside

$$D_7 := q_B \cdot H_{07} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_B \cdot H_{05} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_B \cdot H_{03} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_B \cdot \frac{3.8}{2} m = -2.22 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_B \cdot H_{06} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_B \cdot H_{04} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_B \cdot H_{02} = -4.43 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := 0$$

Sone C - forside

$$D_7 := q_C \cdot H_{07} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_C \cdot H_{05} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_C \cdot H_{03} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_C \cdot H_{01} = -3.24 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_C \cdot H_{06} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_C \cdot H_{04} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_C \cdot H_{02} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := q_C \cdot H_{bunn} = -1.69 \frac{kN}{m}$$

Sone C - bakside

$$D_7 := q_C \cdot H_{07} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := q_C \cdot H_{05} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := q_C \cdot H_{03} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := q_C \cdot \frac{3.8}{2} m = -1.55 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := q_C \cdot H_{06} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := q_C \cdot H_{04} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := q_C \cdot H_{02} = -3.1 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := 0$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Vind fra bakside av bygget

Bruker formfaktor for sone F på begge takterrassene for vind denne retningen.

Vind fra forside av bygget

Bruker formfaktor for sone F på begge takene.

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Friksjon på vegg

$$c_{fr} := 0.04$$

Tabell 7.10

$$q_p := q_{knot} = 1.17 \frac{kN}{m^2}$$

$$F_{fr} := c_{fr} \cdot q_p = 0.047 \frac{kN}{m^2} \quad (5.7)$$

$$H_{07} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{03} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{06} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{02} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{05} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{01} := \left(\frac{3.8}{2} + \frac{4.15}{2} \right) \text{ m} = 3.975 \text{ m}$$

$$H_{04} := 3.8 \text{ m}$$

$$H_{bunn} := \frac{4.15}{2} \text{ m} = 2.075 \text{ m}$$

Friksjonskraft tatt opp i dekkene

$$D_7 := F_{fr} \cdot H_{07} = 0.177 \frac{kN}{m}$$

$$D_6 := F_{fr} \cdot H_{06} = 0.177 \frac{kN}{m}$$

$$D_5 := F_{fr} \cdot H_{05} = 0.177 \frac{kN}{m}$$

$$D_4 := F_{fr} \cdot H_{04} = 0.177 \frac{kN}{m}$$

$$D_3 := F_{fr} \cdot H_{03} = 0.177 \frac{kN}{m}$$

$$D_2 := F_{fr} \cdot H_{02} = 0.177 \frac{kN}{m}$$

$$D_1 := F_{fr} \cdot H_{01} = 0.185 \frac{kN}{m}$$

$$D_{bunn} := F_{fr} \cdot H_{bunn} = 0.097 \frac{kN}{m}$$

D7 er dekket på toppen, mens Dbunn er dekket som ligger på terrengnivå på fremsiden av bygget.

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Skjevstilling

Beregninger i dette kapitlet er gjort etter NS-EN 1992

$$\theta_0 := \frac{1}{200} = 0.005 \quad \text{Kap 5.2 (5)}$$

$$l := 25$$

$$m_1 := 6 + 30 = 36$$

$$\alpha_h := \max\left(\frac{2}{3}, \frac{2}{\sqrt{l}}\right) = 0.667$$

$$\alpha_m := \sqrt[2]{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m_1}\right)} = 0.717$$

$$\theta_i := \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.002 \quad (5.1)$$

Flateareal på dekkene

$$A_1 := 1117 \text{ m}^2$$

$$A_5 := 950 \text{ m}^2$$

$$A_{41} := 120 \text{ m}^2$$

$$A_2 := 1090 \text{ m}^2$$

$$A_6 := 900 \text{ m}^2$$

$$A_{61} := 120 \text{ m}^2$$

$$A_3 := 1080 \text{ m}^2$$

$$A_7 := 790 \text{ m}^2$$

Areal av terrassene

$$A_4 := 1080 \text{ m}^2$$

$$A_8 := 790 \text{ m}^2$$

Karakteristiske laster

$$s_{k1} := 3.55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s_{k2} := 4.26 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s_{k3} := 3.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_k := 7.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$n_{\text{innre}} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$n_{\text{ute}} := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$b := 42 \text{ m} \quad d := 25 \text{ m}$$

Last 8 etg

$$G_8 := g_k \cdot A_8 = (6.162 \cdot 10^6) \text{ N} \quad S_8 := s_{k1} \cdot A_8 = (2.805 \cdot 10^6) \text{ N} \quad N_8 := 0 \text{ kN}$$

$$Q_8 := G_8 + S_8 + N_8 = (8.967 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$Skjev := Q_8 \cdot \theta_i = 21.4 \text{ kN}$$

$$Skjev.sls.kort := \frac{Skjev}{d} = 0.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad Skjev.sls.lang := \frac{Skjev}{b} = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Last 7 etg

$$G_7 := g_k \cdot (A_7) = (6.162 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_7 := s_{k1} \cdot 0 \text{ m}^2 = 0 \text{ N}$$

$$N_7 := n_{vime} \cdot A_7 = (2.37 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$Q_7 := G_7 + S_7 + N_7 = (8.532 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$Skjev := Q_7 \cdot \theta_i = 20.4 \text{ kN}$$

$$Skjev.sls.kort := \frac{Skjev}{d} = 0.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad Skjev.sls.lang := \frac{Skjev}{b} = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Last 6 etg

$$G_6 := g_k \cdot (A_6) = (7.02 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_6 := s_{k3} \cdot A_{61} = (3.744 \cdot 10^8) \text{ N}$$

$$N_6 := n_{inne} \cdot ((A_6 - A_{61})) + n_{ute} \cdot A_{61} = (2.82 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$Q_6 := G_6 + S_6 + N_6 = (1.021 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$Skjev := Q_6 \cdot \theta_i = 24.4 \text{ kN}$$

$$Skjev.sls.kort := \frac{Skjev}{d} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Skjev.sls.lang := \frac{Skjev}{b} = 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Last 5 etg

$$G_5 := g_k \cdot (A_5) = (7.41 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_5 := 0 \text{ N}$$

$$N_5 := n_{inne} \cdot A_5 = (2.85 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$Q_5 := G_5 + S_5 + N_5 = (1.026 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$Skjev := Q_5 \cdot \theta_i = 24.5 \text{ kN}$$

$$Skjev.sls.kort := \frac{Skjev}{d} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Skjev.sls.lang := \frac{Skjev}{b} = 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Last 4 etg

$$G_4 := g_k \cdot (A_4) = (8.424 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_4 := s_{k2} \cdot A_{41} = (5.112 \cdot 10^5) \text{ N}$$

$$N_4 := n_{inne} \cdot (A_4 - A_{41}) = (2.88 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$Q_4 := G_4 + S_4 + N_4 = (1.182 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$Skjev := Q_4 \cdot \theta_i = 28.2 \text{ kN}$$

$$Skjev \text{ sls.kort} := \frac{Skjev}{d} = 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Skjev \text{ sls.lang} := \frac{Skjev}{b} = 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Last 3 etg

$$G_3 := g_k \cdot (A_3) = (8.424 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_3 := 0 \text{ N} = 0 \text{ N}$$

$$N_3 := n_{inne} \cdot A_3 = (3.24 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$Q_3 := G_3 + S_3 + N_3 = (1.166 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$Skjev := Q_3 \cdot \theta_i = 27.9 \text{ kN}$$

$$Skjev \text{ sls.kort} := \frac{Skjev}{d} = 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Skjev \text{ sls.lang} := \frac{Skjev}{b} = 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Last 2 etg

$$G_2 := g_k \cdot (A_2) = (8.502 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_2 := 0 \text{ N} = 0 \text{ N}$$

$$N_2 := n_{\text{inne}} \cdot A_2 = (3.27 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$Q_2 := G_2 + S_2 + N_2 = (1.177 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$\text{Skjev} := Q_2 \cdot \theta_i = 28.1 \text{ kN}$$

$$\text{Skjev sls.kort} := \frac{\text{Skjev}}{d} = 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Skjev sls.lang} := \frac{\text{Skjev}}{b} = 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Last 1 etg

$$G_1 := g_k \cdot (A_1) = (8.713 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_1 := 0 \text{ N}$$

$$N_1 := n_{\text{inne}} \cdot A_1 = (3.351 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$Q_1 := G_1 + S_1 + N_1 = (1.206 \cdot 10^7) \text{ N}$$

$$\text{Skjev} := Q_1 \cdot \theta_i = 28.8 \text{ kN}$$

$$\text{Skjev sls.kort} := \frac{\text{Skjev}}{d} = 1.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Skjev sls.lang} := \frac{\text{Skjev}}{b} = 0.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

A.1.8 Utelatelseskriterium

Utelatelseskriterium

Seismisk klasse 1, NA.3.2.1(5), sier at seismisk dimensjonering kan utelates for konstruksjoner i klasse 1. Ikke gjeldene, kontorer er i klasse 2.

Svært lav seismisitet Eurokode 8, 3.2.1(5)

$\gamma_1 := 1.0$ Tab. NA.4(901) Verdier for seismisk faktor γ_1

$a_{g40Hz} := 0.85 \frac{m}{s^2}$ Fig. NA.3(901) Seismiske soner i det sørlige Norge. Bergen, mellom isokurvene for 0.8 og 0.9. tss 0.85, agR setter lik ag40Hz*0.8

$$a_{gr} := a_{g40Hz} \cdot 0.8 = 0.68 \frac{m}{s^2}$$

$S := 1.0$ Tab. NA3.3 Grunntype A, Tab 3.1

$a_g S := \gamma_1 \cdot (a_{gr}) \cdot S = 0.68 \frac{m}{s^2}$ \ll $0.49 \frac{m}{s^2}$ ikke OK. Trenger å sjekke videre

Utregning av svært lav Seismisitet med oppdatert jordskjelvakselerasjon

$\gamma_1 := 1.0$ Tab. NA.4(901) Verdier for seismisk faktor γ_1

$a_{g40Hz} := 0.85 \frac{m}{s^2}$ Fig. NA.3(901) Seismiske soner i det sørlige Norge. Bergen, mellom isokurvene for 0.8 og 0.9. tss 0.85, agR setter lik ag40Hz*0.8

$$a_{gr} := a_{g40Hz} \cdot 0.8 = 0.68 \frac{m}{s^2}$$

Jordskjelvakselerasjonen i bergensområdet er blitt redusert med 30%, NORSAR rapport, <https://www.norsar.no/getfile.php/139593-1585573121/norsar.no/Services/soneringskart/Multiconsult-10216470-RIB-RAP-001.pdf>

$$a_{gR} := a_{gr} \cdot 0.69$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$S := 1.0$ Tab. NA3.3 Grunntype A, Tab 3.1

$a_g S := \gamma_1 \cdot (a_{gR}) \cdot S = 0.469 \frac{m}{s^2} \ll 0.49 \frac{m}{s^2}$ OK. Trenger ikke sjekke videre

Det dimensjonerende spekteret, Eurokode 8, 3.2.1(5)

$T_B := 0.10$

$T_C := 0.20$

$T_D := 1.7$

Tabell NA.3.3 – Verdier for parametere som beskriver de anbefalte elastiske responspektrene

Grunntype	S	T _B (s)	T _C (s)	T _D (s)
A	1,0	0,10	0,20	1,7
B	1,3	0,10	0,25	1,5
C	1,4	0,10	0,30	1,5
D	1,55	0,15	0,40	1,6
E	1,65	0,10	0,30	1,4

$\beta := 0.2$

NA.3.2.2.5 Dimensjonerende spektrum for elastisk analyse
NA.3.2.2.5(4)P β settes lik 0.2.

$q := 1.5 \cdot 0.8$

4.2.3.1(7) q settes til 1.5 og ganges med 0.8 for bygg uten regularitet i oppriss.

No.	Frequency [Hz]	Period [s]	Modal mass [t]
1.	1.108	0.902	1.000
2.	1.427	0.701	1.000
3.	1.623	0.616	1.000
4.	2.554	0.392	1.000
5.	3.293	0.304	1.000

Verdier fra FEM-Design

$T_1 := 0.902$ Fører til formel 3.15

(4)P For de horisontale komponentene av den seismiske påvirkningen skal det dimensjonerende spektret $S_d(T)$ defineres ved følgende uttrykk:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (3.13)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \quad (3.14)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.15)$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.16)$$

$$S_d(T) := a_{gR} \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left(\frac{T_C}{T_1} \right) = 0.217 \frac{m}{s^2} < 0.49 \frac{m}{s^2}$$

Overslag stabilitet

Karakteristisk overslag av stabilitet for å sammenlignes med V-Skive og FEM-Design.

$$h_3 := 11.4 \text{ m} + 15.2 \text{ m} = 26.6 \text{ m} \quad \text{Momentarmer}$$

$$h_4 := 19 \text{ m} + 22.8 \text{ m} + 26.6 \text{ m} + 30.4 \text{ m} = 98.8 \text{ m}$$

$$b_1 := 25 \text{ m}$$

Bredden av konstruksjonen ved forskjellige høyder

$$b_2 := 28 \text{ m}$$

$$q_1 := (5.6 + 0.1) \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_2 := (9.6 + 0.2) \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vindlast og skjevstilling ved forskjellige høyder

$$q_3 := (9.2 + 0.2) \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{Rk,Vindlast} := q_3 \cdot b_2 \cdot h_3 + q_1 \cdot 3.45 \text{ m} \cdot b_2 + q_2 \cdot 7.6 \text{ m} \cdot b_2 + q_3 \cdot b_1 \cdot h_4 = 32855 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Vindlast

$$M_{Rk,Jordtrykk} := 405 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot b_2 \cdot 3.45 \text{ m} + 236 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot b_2 \cdot 7.6 \text{ m} + 47.8 \cdot 11.4 \text{ kN} \cdot b_2 = 104602 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Jordtrykk

$$M_{Rk,Jordtrykk,motvirkende} := -47.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot b_2 \cdot 3.45 \text{ m} = -4617 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Motvirkende jordtrykk

$$M_{Rk,Kontroll} := M_{Rk,Vindlast} + M_{Rk,Jordtrykk} + M_{Rk,Jordtrykk,motvirkende} = 132839 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

A.2 Dimensjonering

A.2.1 Dimensjonering sirkulær søyle

Dimensjonering sirkulær søyle

Alle beregningene i dette kapittelet er gjort etter NS-EN 1992-1-1 og
BETONGKONSTRUKSJONER FORMLER OG DIAGRAMMER NS-EN 1992-1-1.

B45

Eksponeringsklasse XC1

Tabell 4.1

$c_{min,dur} := 15 \text{ mm}$

Tabell NA.4.4N

$$f_{cd} := 45 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{0.85}{1.5} = 25.5 \frac{N}{mm^2} \quad f_{yd} := 435 \frac{N}{mm^2}$$

$d := 500 \text{ mm}$

$\phi_h := 32 \text{ mm} \quad \phi_b := 10 \text{ mm}$

$c_h := \max(\phi_h, c_{min,dur}) + 10 \text{ mm} - \phi_b = 32 \text{ mm}$

$c_b := \max(\phi_b, c_{min,dur}) + 10 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$

$c := \max(c_h, c_b) = 32 \text{ mm} \quad (4.2)$

$$I_c := \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^4 = (3.1 \cdot 10^9) \text{ mm}^4 \quad A_c := \pi \cdot \frac{d^2}{4} = (196.3 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$N_{Ed} := 5876 \text{ kN}$

Hentet fra FEM-Design

$N_{Rd} := f_{cd} \cdot A_c = 5006.9 \text{ kN}$

$$\sigma_c := \frac{N_{Ed}}{A_c} = 29.9 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Høyere enn } f_{cd}$$

$l := 3.9 \text{ m} \quad k := 1 \quad l_0 := l \cdot k = 3.9 \text{ m}$

$$e_{min} := \max\left(\frac{d}{30}, 20 \text{ mm}\right) = 20 \text{ mm} \quad 6.1 (4)$$

$M_{0Ed} := N_{Ed} \cdot e_{min} = 117.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$n := \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} = 1.17$$

Formelhefte betong s. 9-12

$$m_1 := \frac{M_{0Ed}}{f_{cd} \cdot A_c \cdot d} = 0.05$$

Formelhefte betong s. 9-12

$$w := 0.2 \quad \text{For laveste } d'/d$$

Formelhefte betong s. 9-12

$$A_{s_m} := \frac{w \cdot f_{cd} \cdot A_c}{f_{yd}} = 2302 \text{ mm}^2$$

Formelhefte betong s. 9-12

NA 9.5.2 (2) Minimumsarmering

$$A_{s_{min,1}} := \min \left(0.02 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, 0.5 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \right) = 230.2 \text{ mm}^2$$

$$A_s := \max (A_{s_{min,1}}, 0.01 \cdot A_c, 2 \cdot A_{s_m}) = 4604.1 \text{ mm}^2$$

Prøver med 2* 3ø32.

$$A_s := 804 \text{ mm}^2 \cdot 3 = 2412 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{tot}} := 2 \cdot A_s = 4824 \text{ mm}^2$$

$$i := \sqrt{\frac{I_c}{A_c}} = 0.125 \text{ m}$$

$$\lambda := \frac{l_0}{i} = 31.2 \quad (5.14)$$

$$\omega := \frac{A_{s_{tot}} \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot A_c} = 0.419 \quad \text{NA.5.8.3.1}$$

$$\lambda_n := \lambda \cdot \sqrt{\frac{\omega}{1 + 2 \cdot 1 \cdot \omega}} = 11.04 \quad \text{NA.5.8.3.1}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Kryptall

$$RH := 50$$

$$u := 2 \pi \cdot \frac{d}{2} = 1.571 \text{ m}$$

$$f_{cm} := 53$$

Tabell 3.1

$$\alpha_1 := \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.7} = 0.748 \quad (\text{B.8c})$$

$$\alpha_2 := \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.2} = 0.92 \quad (\text{B.8c})$$

$$h_0 := 2 \cdot \frac{A_c}{u} \cdot \frac{1}{mm} = 250 \quad (\text{B.6})$$

$$\phi_{RH} := \left(1 + \frac{\left(1 - \frac{RH}{100} \right)}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right) \cdot \alpha_2 = 1.467 \quad (\text{B.3b})$$

$$\beta_{f_{cm}} := \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.308 \quad (\text{B.4})$$

$$\alpha := -1 \quad \text{Antar standard sement}$$

$$t_0 T := 7 \quad \text{Antar 7 dager}$$

$$t_0 := t_0 T \cdot \left(\frac{9}{2 + t_0 T^{1.2}} + 1 \right)^{(\alpha)} = 4.046 \quad (\text{B.9})$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\beta t_0 := \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}} = 0.703 \quad (\text{B.5})$$

$$\phi_0 := \phi_{RH} \cdot \beta_{fcm} \cdot \beta t_0 = 2.379 \quad \text{Endelig kryptall}$$

$$N_{Eqp} := 3628 \text{ kN} \quad M_{0Eqp} := N_{Eqp} \cdot e_{\min} = 72.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\phi_{ef} := \phi_0 \cdot \frac{M_{0Eqp}}{M_{0Ed}} = 1.5 \quad (5.19)$$

$$A_\phi := \min\left(\frac{1.25}{1 + 0.2 \cdot \phi_{ef}}, 1\right) = 1 \quad \text{NA.5.8.3.1}$$

$$r_m := 0$$

$$\lambda_{n,lim} := 13 \cdot (2 - r_m) \cdot A_\phi = 25.12 \quad (\text{NA.5.13.aN})$$

$$\lambda_{n,lim} > \lambda_n \quad \text{NA.5.8.3.1}$$

Søylen er kort. Trenger ikke ta hensyn til andre ordens moment.

$$m_1 = 0.05$$

$$n = 1.17$$

$$d' := d - 2 \cdot c - 2 \cdot 10 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = 391 \text{ mm}$$

$$\frac{d'}{d} = 0.782 \quad \text{Bruker } d'/d \text{ 0.75} \quad \text{Formelhefte betong s. 9-12}$$

$$w = 0.18 \quad \text{Formelhefte betong s. 9-12}$$

$$A_{s_m} := \frac{w \cdot f_{cd} \cdot A_c}{f_{yd}} = 2071.8 \text{ mm}^2$$

Formelhefte betong s. 9-12

$$A_s := \max(A_{s_{\min.1}}, 0.01 \cdot A_c, 2 \cdot A_{s_m}) = 4144 \text{ mm}^2 \quad \text{Totalt i tvernsnittet}$$

$$\text{antall} := \frac{A_s}{2 \cdot 804 \text{ mm}^2} = 2.58 \quad \text{Antall} := 3$$

$$A_{s_{\text{per side}}} := 3 \cdot 804 \text{ mm}^2 = 2412 \text{ mm}^2 \quad \text{Per side}$$

$$A_{s_{\text{total}}} := 2 \cdot A_{s_{\text{per side}}} = 4824 \text{ mm}^2 \quad \text{Totalt}$$

$$A_{s_{\text{max}}} := 0.08 \cdot A_c = 15707.963 \text{ mm}^2 \quad \parallel > \parallel \quad A_{s_{\text{total}}} = 4824 \text{ mm}^2$$

NA 9.5.2 (2) Maks armering

Tverramering NA.9.5.3Velger ϕ_{10} som tverramering

$$cc := \min(15 \cdot 25 \text{ mm}, 400 \text{ mm}, 400 \text{ mm}) = 375 \text{ mm}$$

Bruker ϕ_{10} c300mm

Kontroll biaksialt moment

$$w := \frac{A_{s\text{ per side}} \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.21$$

$$n = 1.17 \quad \frac{d'}{d} = 0.782 \quad \text{Bruker } d'/d = 0.75 \text{ tss.}$$

$$m_{0.7} := 0.065 \quad m_{0.8} := 0.075$$

$$m_1 := \frac{(m_{0.7} + m_{0.8})}{2} = 0.07$$

$$M_{Rd} := m_1 \cdot f_{cd} \cdot A_c \cdot d = 175.242 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,x} := M_{0Ed} = 117.52 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,y} := M_{0Ed} = 117.52 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} := \sqrt{M_{Ed,x}^2 + M_{Ed,y}^2} = 166.2 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \leq \leq \quad M_{Rd} = 175.242 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0.95 \quad \leq \leq \quad 1.0$$

OK, søylen har tilstrekkelig kapasitet.

Kontroll kraft i søyle

$$l := \frac{13655}{2} \text{ mm} = 6.8 \text{ m}$$

$$b := \frac{14740}{2} \text{ mm} = 7.4 \text{ m}$$

$$A = l \cdot b = 50.3 \text{ m}^2$$

Lastbredde

$$s_{k1} := 3.55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_k := 7.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$n_{inne} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$N_{Ed, kontroll} := s_{k1} \cdot A \cdot 1.05 + g_k \cdot A \cdot 7 \cdot 1.2 + n_{inne} \cdot A \cdot 6 \cdot 1.5 = 4843 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 5876 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed, kontroll}}{N_{Ed}} = 0.82$$

OK. Lasten fra FEM-Design ser logisk ut.

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Dimensjonering oval søyle

Alle beregningene i dette kapitlet er gjort etter NS-EN 1992-1-1 og BETONGKONSTRUKSJONER FORMLER OG DIAGRAMMER NS-EN 1992-1-1.

B45

Eksponeeringsklasse XC1

Tabell 4.1

$c_{min,dur} := 15 \text{ mm}$

Tabell NA.4.4N

$$f_{cd} := 45 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{0.85}{1.5} = 25.5 \frac{N}{mm^2} \quad f_{yd} := 435 \frac{N}{mm^2}$$

$$h := 800 \text{ mm} \quad b := 400 \text{ mm} \quad r := 200 \text{ mm}$$

$$A_c := b \cdot b + \pi \cdot r^2 = 0.286 \text{ m}^2$$

Overdekning

$$\phi_h := 32 \text{ mm} \quad \phi_b := 10 \text{ mm}$$

$$c_h := \max(\phi_h, c_{min,dur}) + 10 \text{ mm} - \phi_b = 32 \text{ mm}$$

$$c_b := \max(\phi_b, c_{min,dur}) + 10 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$$

$$c := \max(c_h, c_b) = 32 \text{ mm} \quad (4.2)$$

$$N_{Ed} := 6600 \text{ kN}$$

$$\sigma_c := \frac{N_{Ed}}{A_c} = 23.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$l := 3.2 \text{ m} \quad k := 1 \quad \text{Regnes leddet i topp og bunn.}$$

$$l_0 := l \cdot k = 3.2 \text{ m}$$

- . .

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Svak akse

$$e_{\min,z} := \max\left(\frac{b}{30}, 20 \text{ mm}\right) = 20 \text{ mm} \quad 6.1 (4)$$

$$M_{Ed,z} := N_{Ed} \cdot e_{\min,z} = 132 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$n := \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} = 0.91 \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

$$m_1 := \frac{M_{Ed,z}}{f_{cd} \cdot A_c \cdot b} = 0.05 \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

$$w := 0.05 \quad \text{For alle } b'/b \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

$$A_{s,m} := \frac{w \cdot f_{cd} \cdot A_c}{f_{yd}} = 837 \text{ mm}^2 \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

Sterk akse

$$e_{\min,y} := \max\left(\frac{h}{30}, 20 \text{ mm}\right) = 26.7 \text{ mm} \quad 6.1 (4)$$

$$M_{Ed,y} := N_{Ed} \cdot e_{\min,y} = 176 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$n := \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot A_c} = 0.91 \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

$$m_1 := \frac{M_{Ed,y}}{f_{cd} \cdot A_c \cdot h} = 0.03 \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

$$w := 0.05 \quad \text{For alle } h'/h \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

$$A_{s,m} := \frac{w \cdot f_{cd} \cdot A_c}{f_{yd}} = 837 \text{ mm}^2 \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

NA 9.5.2 (2) Minimumsarmering

$$A_{s_{\min,1}} := \min\left(0,02 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, 0,5 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}}\right) = 335 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{nedv}}} := \max(A_{s_{\min,1}}, 0,01 \cdot A_c, 2 \cdot A_{s_m}) = 2857 \text{ mm}^2 \quad \text{Prøver med 4ø32.}$$

$$A_s := 804 \text{ mm}^2 \cdot 2 = 1608 \text{ mm}^2 \quad \text{Per side}$$

$$A_{s,\text{tot}} := 2 \cdot A_s = 3216 \text{ mm}^2 \quad \text{Totalt}$$

Slankhet

Svak akse

Sterk akse

$$i_z := \frac{b}{\sqrt{12}} = 0.115 \text{ m}$$

$$i_y := \frac{h}{\sqrt{12}} = 0.231 \text{ m}$$

$$\lambda_z := \frac{l_0}{i_z} = 27.713 \quad (5.14)$$

$$\lambda_y := \frac{l_0}{i_y} = 13.856$$

$$\omega := \frac{2 \cdot A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot A_c} = 0.192 \quad \text{Likt om begge akser} \quad \text{NA.5.8.3.1}$$

$$\lambda_{n,z} := \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{\omega}{1 + 2 \cdot 1 \cdot n}} = 7.242$$

$$\lambda_{n,y} := \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{\omega}{1 + 2 \cdot 1 \cdot n}} = 3.621$$

NA.5.8.3.1

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Kryptall

$$RH := 50$$

$$u := 2 \cdot b + 2 \cdot \pi \cdot r = 2.057 \text{ m}$$

$$f_{cm} := 53$$

Tabell 3.1

$$\alpha_1 := \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.7} = 0.748 \quad (\text{B.8c})$$

$$\alpha_2 := \left(\frac{35}{f_{cm}} \right)^{0.2} = 0.92 \quad (\text{B.8c})$$

$$h_0 := 2 \cdot \frac{A_c}{u} \cdot \frac{1}{\text{mm}} = 277.797 \quad (\text{B.6})$$

$$\phi_{RH} := \left(1 + \frac{\left(1 - \frac{RH}{100} \right)}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right) \cdot \alpha_2 = 1.448 \quad (\text{B.3b})$$

$$\beta_{f_{cm}} := \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.308 \quad (\text{B.4})$$

$$\alpha_1 := -1 \quad \text{Antar standard sement}$$

$$t_0 T := 7 \quad \text{Antar 7 dager tss}$$

$$t_0 := t_0 T \cdot \left(\frac{9}{2 + t_0 T^{1.2}} + 1 \right)^{(\alpha_1)} = 4.046 \quad (\text{B.9})$$

$$\beta_{t_0} := \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}} = 0.703 \quad (\text{B.5})$$

$$\phi_0 := \phi_{RH} \cdot \beta_{f_{cm}} \cdot \beta_{t_0} = 2.349 \quad \text{Endelig kryptall}$$

$$N_{E_{qp}} := 4163 \text{ kN} \quad M_{0E_{qp}} := N_{E_{qp}} \cdot e_{\min,z} = 83 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\phi_{ef} := \phi_0 \cdot \frac{M_{0Eqp}}{M_{Ed,z}} = 1.481 \quad (5.19)$$

$$A_\phi := \min\left(\frac{1.25}{1 + 0.2 \cdot \phi_{ef}}, 1\right) = 0.964 \quad \text{NA.5.8.3.1}$$

$$r_m := 0 \quad \text{Ingen stavende-moment}$$

$$\lambda_{n,lim} := 13 \cdot (2 - r_m) \cdot A_\phi = 25.072 \quad (\text{NA.5.13.aN})$$

$$\lambda_{n,lim} > \lambda_n \quad \text{NA.5.8.3.1}$$

Søylen er kort om begge akser. Tar ikke hensyn til andre ordens moment.

$$m_1 = 0.03$$

$$n = 0.91$$

$$b' := b - 2 \cdot c - 2 \cdot 10 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = 291 \text{ mm}$$

$$\frac{b'}{b} = 0.728 \quad \text{Bruker 0.7} \quad \text{Formelhefte betong s. 5-8}$$

$$w = 0.05$$

Minimumsarmering blir dimensjonerende.

$$A_{s_{n\ddot{o}dv}} = 2857 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{per\ddot{o}dv}} := 2 \cdot 804 \text{ mm}^2 = 1608 \text{ mm}^2 \quad 2\phi 32 \text{ Per side.}$$

$$A_{s_{totalt}} := 2 \cdot A_s = 3216 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{max}} := 0.08 \cdot A_c = 22853 \text{ mm}^2 \quad \|\>\| \quad A_{s_{totalt}} = 3216 \text{ mm}^2 \quad \text{ok}$$

NA 9.5.2 (2) Maks armering

Kontroll biaksialt moment

$$\frac{\lambda_z}{\lambda_y} = 2 \quad \leq 2 \quad \frac{\lambda_y}{\lambda_z} = 0.5 \quad \leq 2 \quad (5.38a)$$

$$\frac{e_{min,y}}{h} = 0.667 \quad \leq 0.2 \quad \frac{e_{min,z}}{b} = 1.5 \quad \leq 0.2 \quad (5.38b)$$

$$\frac{e_{min,z}}{b} \quad \frac{e_{min,y}}{h}$$

Må kontrollere biaksialt moment

$$w := \frac{A_{s,per side} \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = 0.096$$

$$h' := h - 2 \cdot c - 2 \cdot 10 \text{ mm} - 25 \text{ mm} = 691 \text{ mm}$$

$$n = 0.91 \quad \frac{b'}{b} = 0.728 \quad \frac{h'}{h} = 0.864$$

$$m_z := 0.1 \quad m_y := 0.11$$

$$M_{Rd,z} := m_z \cdot f_{cd} \cdot A_c \cdot b = 291.377 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{Rd,y} := m_y \cdot f_{cd} \cdot A_c \cdot h = 641.029 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,z} = 132 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{Ed,y} = 176 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} := f_{cd} \cdot A_c = (7.284 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = 0.91$$

$$a := 1.5 \quad \text{Rektangulær} \quad 5.8.9 (4)$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\left(\frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}}\right)^2 + \left(\frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}}\right)^2 = 0.449 \quad \|\>\| \quad 1.0 \quad (5.39)$$

OK, søylen har tilstrekkelig kapasitet.

Tverramering

NA.9.5.3

ϕ_{10}

$c_c := \min(15 \cdot 32 \text{ mm}, 400 \text{ mm}, 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$

Bruker ϕ_{10} c300mm

Dimensjonering takdekke

XC1 50 år etter tab 4.1 EC2

$$Fasade := 0.95 \frac{kN}{m} \quad Snø := 3.55 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} \quad Egen := 7.8 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} + Fasade$$

$$q := \max(Snø \cdot 1.5 + Egen \cdot 1.2, Egen \cdot 1.35 + Snø \cdot 1.05) = 15.8 \frac{kN}{m}$$

$$t := 250 \text{ mm} \quad L := 32.5 \text{ m} \quad B := 24.7 \text{ m}$$

$$fck := 35 \frac{N}{mm^2} \quad fcd := \frac{0.85 \cdot fck}{1.5} = 19.8 \frac{N}{mm^2} \quad fyd := 435 \frac{N}{mm^2}$$

$$b := 1000 \text{ mm} \quad l := 7.9 \text{ m} \quad \text{Største avstand mellom opplegg er 7,9 både på langs og tvers}$$

$$c := \max(15 \text{ mm}, 20 \text{ mm}) + 10 \text{ mm} = 30 \text{ mm} \quad \text{15 fra NA.4.4N Overdekning 4.4.1 XC1}$$

$$d := t - c - \frac{20 \text{ mm}}{2} - 10 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

Underkant

$$Med := \frac{q \cdot l^2}{8} = 123.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mcd := 0.275 \cdot fcd \cdot b \cdot d^2 = 218.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$støtte := \frac{(92.1 \text{ kN} \cdot \text{m} + 63.3 \text{ kN} \cdot \text{m})}{2} = 77.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Med - støtte = 45.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Med.uk := 62 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Fra FEM-design}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$z := 1 - 0.17 \cdot \left(\frac{Med.uk}{Mcd} \right) = 1 \quad \blacksquare > \blacksquare \quad 0.95 \quad IkkeOK$$

$$z := 0.95$$

$$As := \frac{Med.uk}{fyd \cdot z \cdot d} = 750 \text{ mm}^2$$

$$n := \frac{As}{201 \text{ mm}^2} = 3.7 \quad \frac{1000}{n} = 267.9$$

UK: ø16c150 lengde og tverr

$$AS.uk := 201 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000}{150} = 1340 \text{ mm}^2$$

Overkant

$$Med.ok := 153 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fra FEM-design

$$z := 1 - 0.17 \cdot \left(\frac{Med.ok}{Mcd} \right) = 0.9 \quad \blacksquare < \blacksquare \quad 0.95 \quad OK$$

$$As := \frac{Med.ok}{fyd \cdot z \cdot d} = 1997 \text{ mm}^2$$

$$n := \frac{As}{314 \text{ mm}^2} = 6.4 \quad \frac{1000}{n} = 157.3$$

OK: ø20c150 lengde og tverr

$$AS.ok := 314 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000}{150} = 2093 \text{ mm}^2$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$f_{ctm} := 3.2 \text{ MPa} \quad f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Minimalsarmering

$$A_{smin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 333 \text{ mm}^2 \quad \text{NA.9.1.N}$$

Maks senteravstand

$$\min(2 \cdot t, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm} \quad 9.3.1.1(3)$$

Skjærarmering

$$f_{ck} = 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad Crd.c := \frac{0.15}{1.5} = 0.1 \quad 6.4.4$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}} = 2 \quad \blacksquare > 2.0 \quad \text{Ikke OK}$$

$$k := 2.0$$

$$\rho := \frac{A_{s.ok}}{b \cdot d} = 0.01 \quad \blacksquare < 0.02 \quad \text{OK}$$

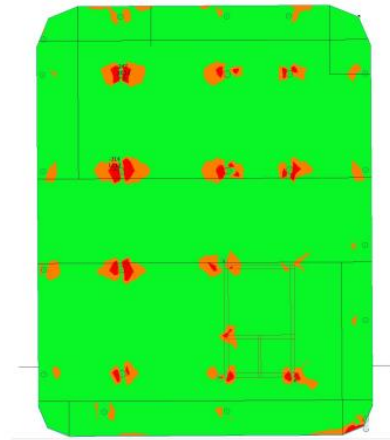
$$V_{rd.c} := \left(Crd.c \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \right) \cdot N = 132.8 \text{ kN}$$

$$V_{min} := \left(0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} \right) \cdot N = 0.59 \text{ N}$$

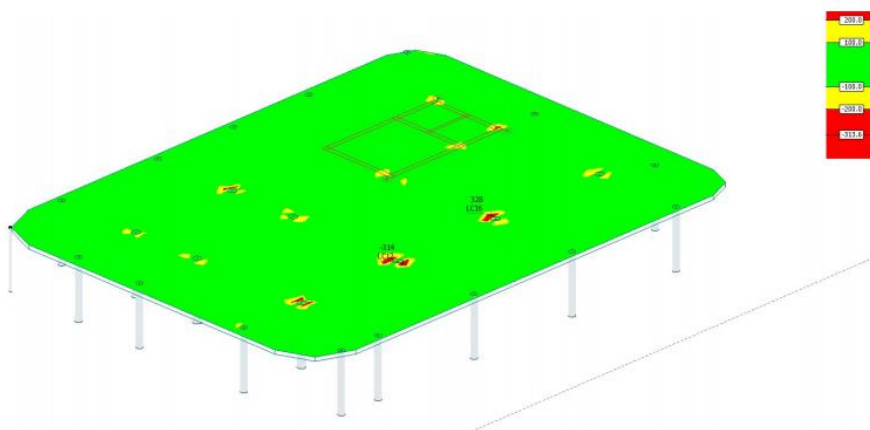
$$V_{rd.c.min} := V_{min} \cdot \frac{b}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} = 117.1 \text{ kN}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

130 kN > ▯
 Må se på gjennomlokking, ikke problem med skjær i platen, bare i forbindelse med opplagere. Se figur til høyre



Gjennomlokking



Områder rundt søyle større skjærkraft enn kapasiteten til dekket.

$$D := 500 \text{ mm} \quad Ned := 1000 \text{ kN} \quad Med := 74 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Ned := 850 \text{ kN} \quad fcd = 19.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$r := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{fck}{\left(250 \frac{N}{mm^2} \right)} \right) = 0.5$$

$$vrd.max := 0.4 \cdot r \cdot fcd = 4.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$dx := t - c - 20 \text{ mm} - \frac{20}{2} \text{ mm} = 190 \text{ mm}$$

$$dy := t - c - \frac{20}{2} \text{ mm} = 210 \text{ mm}$$

$$deff := \frac{(dx + dy)}{2} = 200 \text{ mm} \quad (6.32)$$

$$e := \frac{Med}{Ned} = 87.1 \text{ mm} \quad D = 0.5 \text{ m} \quad deff = 0.2 \text{ m}$$

$$\beta_1 := 1 + 0.6 \pi \cdot \frac{e}{D + 4 \cdot deff} = 1.13 \quad (6.42)$$

$$\beta_1 := 1.15 \quad s104, 6.21N$$

$$u_1 := \pi \cdot (D + 4 \cdot deff) = 4084.1 \text{ mm} \quad \text{figur 6.13}$$

$$u_0 := D \cdot \pi = 1570.8 \text{ mm}$$

$$ved.0 := \beta_1 \cdot \frac{Ned}{u_0 \cdot deff} = 3.1 \frac{N}{mm^2}$$

$$ved.1 := \beta_1 \cdot \frac{Ned}{u_1 \cdot deff} = 1.2 \frac{N}{mm^2} \quad (6.38)$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$k_2 := 0.18 \quad \gamma_c := 1.5 \quad \text{Krav til tilslag, NA.6.2.2}$$

$$Crd.c := \frac{k_2}{\gamma_c} = 0.1$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d_{eff}}} = 2 \quad \geq 2.0$$

$$k := 2.0$$

$$Aslx := AS.ok$$

$$Asly := Aslx$$

$$\rho_{lx} := \frac{Aslx}{b \cdot d_{eff}} = 0$$

$$AS.ok = 2093.3 \text{ mm}^2$$

$$d_{eff} = 200 \text{ mm}$$

$$\rho_{ly} := \frac{Asly}{b \cdot d_{eff}} = 0$$

$$f_{ck} = 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\rho_1 := \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} = 0$$

$$vrd.c := \left(Crd.c \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_1 \cdot \frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (6.47)$$

$$v.min := \left(0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} \right) \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$vrd.c = 0.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

|| < ||

$$ved.0 = 3.1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$ved.1 = 1.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{ved.1}{vrd.c} = 1.5$$

Må skjærarmere

Utrekning skjærarmring rundt søyler

$$S_r := 0.75 \cdot d_{eff} = 150 \text{ mm} \quad (9.9)$$

$$f_{ywd.ef} := \left(250 + 0.25 \cdot \frac{d_{eff}}{\text{mm}} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} = 300 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \ll 435 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$A_{sw1} := \frac{S_r \cdot v_{d.1} \cdot u_1}{1.5 \cdot f_{ywd.ef}} = 1629.2 \text{ mm}^2 \quad \text{Legges hele veien rundt u1}$$

$$A_{sw} := \frac{v_{d.1} - 0.75 \cdot v_{rd.c}}{1.5 \cdot \frac{d_{eff}}{S_r} \cdot f_{ywd.ef} \cdot \left(\frac{1}{u_1 \cdot d_{eff}} \right)} = 815.3 \text{ mm}^2 \quad (11.6.52)$$

$$\varnothing 10 \quad \frac{A_{sw}}{78.5 \text{ mm}^2} = 10.4 \quad n := 11$$

$$St_1 := \frac{u_1}{n} = 371.3 \text{ mm} \quad \text{tangensiell senteravstand}$$

$$r_1 := \frac{u_1}{2 \pi} - \frac{D}{2} = 400 \text{ mm}$$

[9.4.3]

$$St_{max} := 1.5 \cdot d_{eff} = 300 \text{ mm} \quad \text{Innenfor kontrollsnitt}$$

$$St_{max} := 2.0 \cdot d_{eff} = 400 \text{ mm} \quad \text{Utenfor kontrollsnitt}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$A_{sw} := 0.08 \cdot \frac{\sqrt{\frac{(f_{ck})}{\frac{N}{\text{mm}^2}}}}{\frac{(f_{yk})}{\frac{N}{\text{mm}^2}}} \cdot \frac{S_r \cdot S_{t1}}{1.5} = 35.1 \text{ mm}^2 \quad \blacksquare < 78.5 \text{ mm}^2 \text{ b\oyleben minimum}$$

$$v_{rd,c} := \max(v_{rd,c}, v_{min}) = 0.8 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\beta := \beta_1 = 1.2$$

$$u_{out,ef} := \beta \cdot \frac{N_{ed}}{v_{rd,c} \cdot d_{eff}} = 6131.7 \text{ mm} \quad (6.54)$$

$$r_2 := \frac{u_{out,ef}}{2 \pi} - \frac{D}{2} = 725.9 \text{ mm}$$

$$r_1 := \frac{u_1}{2 \pi} - \frac{D}{2} = 400 \text{ mm}$$

$$k := 1$$

$$m_{aks} := k \cdot d_{eff} = 200 \text{ mm}$$

$$\frac{(r_2 - m_{aks})}{140 \text{ mm}} = 3.8 \quad \begin{array}{l} 5 \text{ rader med jern } 150 \text{ mellom} \\ \text{radene, } 15 \text{ jern med } \varnothing 10 \text{ i} \\ \text{hver rad} \end{array}$$

$$A_s := 15 \cdot 75.5 \text{ mm} = 1132.5 \text{ mm}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$0.3 \cdot deff = 60 \text{ mm}$$

Første rad mellom 0.3deff og 0.5 deff 9.4.3

$$0.5 \cdot deff = 100 \text{ mm}$$

Bøyle

ø12c300, passer med ø20c150 og ø16c150

Nedbøyning pga egenvekt

$$l := 7.9 \text{ m} \quad q := (Egen) = 8.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kryptall

$$h := t \quad b := 1 \text{ m}$$

$$RH := 50 \quad \text{Fuktighet}$$

$$u := 2 \cdot b = 2000 \text{ mm} \quad \text{Konstruksjonsdelens omkrets som er utsatt for uttørking}$$

$$AC := t \cdot b = 250000 \text{ mm}^2$$

$$fcm := 43 \quad \text{for B35}$$

$$\alpha_1 := \left(\frac{35}{fcm} \right)^{0.7} = 0.9 \quad (\text{B.8c})$$

$$\alpha_2 := \left(\frac{35}{fcm} \right)^{0.2} = 1 \quad (\text{B.8c})$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$h_0 := 2 \cdot \frac{AC}{u} \cdot \frac{1}{mm} = 250$$

Effektiv tverrsnittshøyde
(B.6)

$$\phi_{RH} := \left(1 + \frac{\left(1 - \frac{RH}{100} \right)}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right) \cdot \alpha_2 = 1.6 \quad (\text{B.3b})$$

$$\beta_{fcm} := \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.6 \quad (\text{B.4})$$

 $\alpha_1 := -1$ Standard sement (S) $\alpha_2 := 0$ Høyfast sement (N) $\alpha_3 := 1$ Rapid høyfast sement (R) $t_0 T := 28$ Antar 28 dager

$$t_0 := t_0 T \cdot \left(\frac{9}{2 + t_0 T^{1.2}} + 1 \right)^{(\alpha_1)} = 24.2 \quad (\text{B.9})$$

$$\beta t_0 := \frac{1}{0.1 + t_0^{0.2}} = 0.5 \quad (\text{B.5})$$

$$\phi_0 := \phi_{RH} \cdot \beta_{fcm} \cdot \beta t_0 = 2.08 \quad \text{Endelig kryptall}$$

Effektiv E-modul

$$E_{cm} := 34000 \frac{N}{mm^2} \quad \text{tab 3.1}$$

$$E_{c,eff} := \frac{E_{cm}}{1 + \phi_0} = 11025 \frac{N}{mm^2} \quad (7.20)$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Risset stivhet:

$$E_s := 200000 \frac{N}{mm^2}$$

$$r_1 := \frac{E_s}{E_c \cdot eff} \cdot \frac{A_{S.uk}}{b \cdot d} = 0.1$$

$$\alpha := \sqrt{r_1^2 + 2 \cdot r_1} - r_1 = 0.4$$

høyde på trykksone:

$$x := \alpha \cdot d = 77.3 \text{ mm}$$

$$I_c := \frac{1}{2} \cdot \alpha^2 \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{3}\right) \cdot b \cdot d^3 = 519932511.5 \text{ mm}^4$$

Stivhet

$$EI := E_c \cdot eff \cdot I_c = 5732262336527.5 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

Nedbøyning pga egenvekt

$$q_{Egen} := Egen - Fasade = 7.8 \frac{kN}{m}$$

$$\zeta_{Egen} := \frac{2}{384} \cdot \frac{q_{Egen} \cdot l^4}{EI} = 27.6 \text{ mm}$$

Nedbøyning pga snølast, korttids

$$\psi_1 := 0.5$$

Tabell NA.A1.1 NS-EN 1990

$$q_{Snø} := S_{nø} \cdot \psi_1 = 1.8 \frac{kN}{m}$$

$$\zeta_{Snø} := \frac{2}{384} \cdot \frac{q_{Snø} \cdot l^4}{EI} = 6.3 \text{ mm}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Total:

$$\text{Nedbøyning} := (\zeta_{E_{gen}} + \zeta_{S_{n\theta}}) = 33.9 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{250} = 31.6 \text{ mm}$$

krav fra nedbøyning
standard 7.4.1(4)

Rissviddeberegning

$$q_{Ed} := q_{E_{gen}} + q_{S_{n\theta}} = 9.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Med.ok} := 112 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Bruksgrense}$$

$$r_1 := \frac{AS.ok}{b \cdot d} \cdot \frac{Es}{Ec.eff} = 0.2$$

BETONGKONSTRUKSJONER
FORMLER OG DIAGRAMMER
NS-EN 1992-1-1 (s13)

$$\alpha := \sqrt{r_1^2 + 2 \cdot r_1} - r_1 = 0.5$$

BETONGKONSTRUKSJONER
FORMLER OG DIAGRAMMER
NS-EN 1992-1-1 (s13)

$$\sigma_s := \frac{\text{Med.ok}}{\left(1 - \frac{\alpha}{3}\right) \cdot d \cdot AS.ok} = 315.3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

BETONGKONSTRUKSJONER
FORMLER OG DIAGRAMMER
NS-EN 1992-1-1 (s13)

$$k_t := 0.4 \quad f_{ct.eff} := 3.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$hc.eff := \min\left(2.5 \cdot (h - d), \frac{h - x}{3}, \frac{h}{2}\right) = 57.6 \text{ mm} \quad \gg$$

$$h - d + (1.5 \cdot \phi_0) \text{ mm} = 53.1 \text{ mm}$$

hc.ef er større, OK

7.3.2(3)

$$Ac.eff := hc.eff \cdot b = 57583.1 \text{ mm}^2$$

$$\alpha_e := \frac{Es}{E_{cm}} = 5.9$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\rho_{p,eff} := \frac{AS.ok}{Ac,eff} = 0.0364 \quad (7.10)$$

$$\Delta\varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} = 0.00136 \quad \parallel > \parallel \quad 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} = 0.00095 \quad (7.9)$$

$$\varnothing := 25 \text{ mm}$$

$$S := 150 \text{ mm} \quad \parallel < \parallel \quad 5 \cdot \left(c + \frac{\varnothing}{2} \right) = 212.5 \text{ mm} \quad \text{bruke (7.11)}$$

$$k_1 := 0.8 \quad \text{stenger med god heft}$$

$$k_2 := 0.5 \quad \text{bøyning, ikke rent strekk}$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$S r_{max} := \frac{k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \varnothing}{\rho_{p,eff}} = 2922.7 \text{ mm}$$

$$W_k := S r_{max} \cdot \Delta\varepsilon = 3.98 \text{ mm} \quad (7.8)$$

$$c_{nom} := c$$

$$c_{mindur} := 15 \text{ mm}$$

$$k_c := \frac{c_{nom}}{c_{mindur}} = 2 \quad \parallel < \parallel 1.3$$

$$k_c := 1.3 \quad W_{max} := 0.3 \cdot k_c = 0.4$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Gjennomlokking kantsøyle, tak

Skjærarmoring

$$f_{ck} := 35 \frac{N}{mm^2} \quad f_{cd} := \frac{0.85 \cdot f_{ck}}{1.5} = 19.833 \frac{N}{mm^2} \quad b := 1000 \text{ mm}$$

$$t := 250 \text{ mm} \quad AS.ok := 313 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000}{150} = (2.087 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$d := 200 \text{ mm} \quad c := 30 \text{ mm} \quad f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2}$$

$$Crd.c := \frac{0.15}{1.5} = 0.1$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}} = 2 \quad \parallel < 2.0 \quad OK$$

$$k := 2.0$$

$$\rho := \frac{AS.ok}{b \cdot d} = 0.01 \quad \parallel < 0.02 \quad OK$$

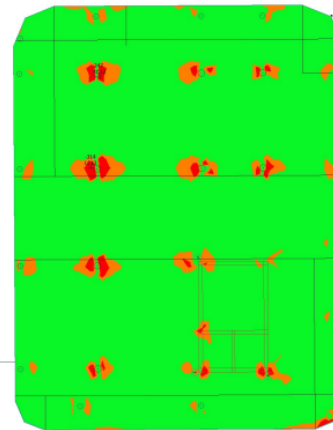
$$V_{rd.c} := \left(Crd.c \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{N}{mm^2}} \right) \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{mm} \cdot \frac{d}{mm} \right) \cdot N = 132.706 \text{ kN}$$

$$V_{min} := \left(0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\frac{N}{mm^2}}} \right) \cdot N = 0.586 \text{ N}$$

$$V_{rd.c.min} := V_{min} \cdot \frac{b}{mm} \cdot \frac{d}{mm} = 117.132 \text{ kN}$$

130 kN > \parallel

Må se på gjennomlokking, ikke problem med skjær i platen, bare i forbindelse med opplagere. Se figur under



Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Områder rundt søyle større skjærkraft enn kapasiteten til dekket.

$$D := 400 \text{ mm} \quad Ned := 340 \text{ kN}$$

$$r := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{fck}{\left(250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)} \right) = 0.516$$

$$vrd.max := 0.4 \cdot r \cdot fcd = 4.094 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$dx := t - c - 20 \text{ mm} - \frac{20}{2} \text{ mm} = 190 \text{ mm}$$

$$dy := t - c - \frac{20}{2} \text{ mm} = 210 \text{ mm}$$

$$defl := \frac{(dx + dy)}{2} = 200 \text{ mm} \quad (6.32)$$

$$u_1 := 2625 \text{ mm} = (2.625 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$\beta_1 := 1.4 \quad \text{s104, 6.21N}$$

$$u_0 := D \cdot \pi = 1256.637 \text{ mm} \quad \text{figur 6.13}$$

$$ved.0 := \beta_1 \cdot \frac{Ned}{u_0 \cdot defl} = 1.894 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$ved.1 := \beta_1 \cdot \frac{Ned}{u_1 \cdot defl} = 0.907 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (6.38)$$

$$k_2 := 0.18 \quad \gamma_c := 1.5 \quad \text{Krav til tilslag, NA.6.2.2}$$

$$Crd.c := \frac{k_2}{\gamma_c} = 0.12$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{defl}} = 2$$

$$k := 2.0$$

$$Aslx := AS.ok \quad Asly := Aslx$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\rho_{lx} := \frac{As_{lx}}{b \cdot deff} = 0.01$$

$$AS.ok = (2.087 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$\rho_{ly} := \frac{As_{ly}}{b \cdot deff} = 0.01$$

$$deff = 200 \text{ mm}$$

$$fck = 35 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\rho_1 := \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} = 0.01$$

$$vrd.c := \left(Crd.c \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_1 \cdot \frac{fck}{\frac{N}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} = 0.796 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad (6.47)$$

$$v.min := \left(0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{fck}{\frac{N}{\text{mm}^2}}} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} = 0.586 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$vrd.c = 0.796 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \ll \ll \quad ved.1 = 0.907 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Må skjærmere

Utrekning skjærarmering rundt søyler

$$Sr := 0.75 \cdot deff = 150 \text{ mm} \quad (9.9)$$

$$fywd.ef := \left(250 + 0.25 \cdot \frac{deff}{\text{mm}} \right) \cdot \frac{N}{\text{mm}^2} = 300 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \ll < 435 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$Asw1 := \frac{Sr \cdot ved.1 \cdot u_1}{1.5 \cdot fywd.ef} = 793.333 \text{ mm}^2$$

$$A_{sw} := \frac{ved.1 - 0.75 \cdot vrd.c}{1.5 \cdot \frac{deff}{Sr} \cdot fywd.ef \cdot \left(\frac{1}{u_1 \cdot deff} \right)} = 270.804 \text{ mm}^2 \text{ Legges hele veien rundt u1} \quad (11.6.52)$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$\varnothing 8 \quad \frac{A_{sw}}{50.3 \text{ mm}^2} = 5.384 \quad n := 8 \quad \text{Må øke antall jern pga Stmax}$$

$$St := \frac{u_1}{n} = 328.125 \text{ mm} \quad \text{tangensiell senteravstand}$$

$$vrd.c := \max(vrd.c, v.min) = 0.796 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\beta := \beta_1 = 1.4$$

$$uout.ef := \beta \cdot \frac{Ned}{vrd.c \cdot deff} = 2989.065 \text{ mm} \quad (6.54)$$

$$r1 := 400 \text{ mm}$$

$$r2 := 580 \text{ mm}$$

$$\frac{u_1}{8} = 328.125 \text{ mm}$$

$$\frac{uout.ef}{8} = 373.633 \text{ mm}$$

[9.4.3]

$$Stmax := 1.5 \cdot deff = 300 \text{ mm}$$

Innenfor kontrollsnitt

$$Stmax := 2.0 \cdot deff = 400 \text{ mm}$$

Utenfor kontrollsnitt

$$A_{sw} := 0.08 \cdot \frac{\sqrt{\frac{(fck)}{N}}}{\frac{(fyk)}{N}} \cdot \frac{Sr \cdot St}{1.5} = 31.059 \text{ mm}^2 \quad \blacksquare < 78.5 \text{ mm}^2 \text{ bøyleben minimum}$$

$$k := 1$$

$$maks := k \cdot deff = 200 \text{ mm}$$

$$\frac{(r2 - maks)}{140 \text{ mm}} = 2.714$$

4 rader med jern 150 mellom
radene, 10 jern med ø8 i
hver rad

$$As := 8 \cdot 50.3 \text{ mm}^2 = 402.4 \text{ mm}^2$$

$$0.3 \cdot deff = 60 \text{ mm}$$

Første rad mellom 0.3deff og 0.5 deff

9.4.3

$$0.5 \cdot deff = 100 \text{ mm}$$

Dimensjonering bunnplate

XC2 100 år etter tab 4.1 EC2

$$Oppdrift := 33.845 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} \quad Egen := 12.5 \cdot \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m}$$

$$q := Oppdrift \cdot 1.35 - Egen \cdot 0.9 = 34.441 \frac{kN}{m}$$

$$t := 500 \text{ mm} \quad f_{ck} := 45 \frac{N}{mm^2} \quad f_{cd} := \frac{0.85 \cdot f_{ck}}{1.5} = 25.5 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{yd} := 435 \frac{N}{mm^2} \quad b := 1000 \text{ mm} \quad l := 7.9 \text{ m}$$

$$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa} \quad f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2}$$

$$c := \max(35 \text{ mm}, 25 \text{ mm}) + 10 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

$$d := t - c - \frac{25 \text{ mm}}{2} - 10 \text{ mm} = 432.5 \text{ mm}$$

$$M_{ed} := \frac{q \cdot l^2}{8} = 268.7 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{til referanse}$$

$$M_{cd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 1311.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$A_{smin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) \cdot 2 = 1709.2 \text{ mm}^2 \quad \begin{array}{l} \text{Minimumsarmering} \\ \text{NA.9.1.N} \end{array}$$

Overkant

$$M_{ed.ok} := 62 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot \frac{q}{15.83 \frac{kN}{m}} = 134.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ed.ok} := 111 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Fra FEM-design}$$

$$z := 1 - 0.17 \cdot \left(\frac{M_{ed.ok}}{M_{cd}}\right) = 0.986 \quad \blacksquare > \blacksquare 0.95 \quad \text{IkkeOK}$$

$$z := 0.95$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$A_s := \frac{Med.ok}{f_{yd} \cdot z \cdot d} = 621 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 1709 \text{ mm}^2$$

$$n := \frac{A_{smin}}{201 \text{ mm}^2} = 8.5 \quad \frac{1000}{n} = 117.6$$

OK: ø16c100 lengde og tverr

$$A_{S.ok} := 201 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000}{100} = 2010 \text{ mm}^2$$

Underkant

$$Med.uk := 153 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot \frac{q}{15.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 341.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Med.uk := 417 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fra FEM-design

$$z := 1 - 0.17 \cdot \left(\frac{Med.uk}{M_{cd}} \right) = 0.946 \leq 0.95$$

$$A_s := \frac{Med.uk}{f_{yd} \cdot z \cdot d} = 2343 \text{ mm}^2$$

$$n := \frac{A_s}{491 \text{ mm}^2} = 4.8 \quad \frac{1000}{n} = 209.6$$

UK: ø25c200 lengde og tverr

$$A_{S.uk} := 491 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000}{200} = 2455 \text{ mm}^2$$

...

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Minimumsarmering

$$A_{smin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 854.6 \text{ mm}^2$$

Maks senteravstand

$$\min(2 \cdot t, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm} \quad 9.3.1.1(3)$$

Skjærarmering

$$f_{ck} = 45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$Crd.c := \frac{0.15}{1.5} = 0.1 \quad 6.4.4$$

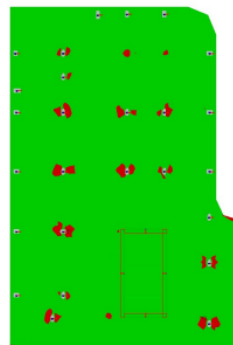
$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}} = 1.68 \quad \geq 2.0 \quad \text{OK}$$

$$\rho := \frac{A_{s.ok}}{b \cdot d} = 0.005 \quad \leq 0.02 \quad \text{OK}$$

$$V_{rd.c} := \left(Crd.c \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{b}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \right) \cdot N = 200.2 \text{ kN}$$

$$V_{min} := \left(0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} \right) \cdot N = 0.51 \text{ N}$$

$$V_{rd.c.min} := V_{min} \cdot \frac{b}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} = 221.1 \text{ kN}$$

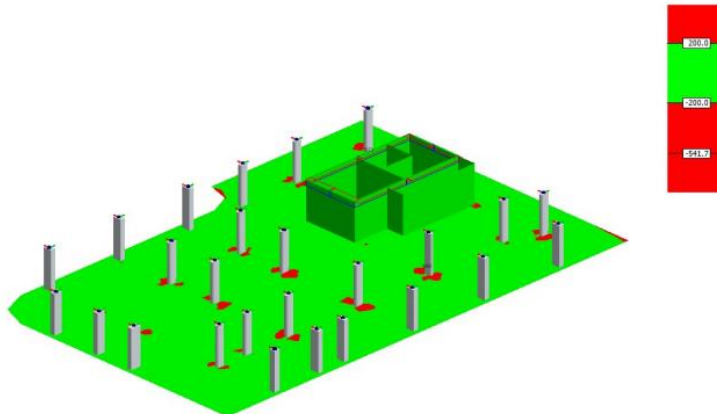


Må se på gjennomlokking, ikke problem med skjær i platen, bare i forbindelse med opplagere. Se figur under

Gjennomlokking

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Gjennomlokking



Områder rundt søyle større skjærkraft enn kapasitet til dekket

$$Ved := 571 \text{ kN}$$

$$ved.1 := 0.36 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Fra OS prog, BT snitt}$$

$$k2 := 0.18 \quad \gamma_c := 1.5 \quad \text{Krav til tilslag, NA.6.2.2}$$

$$Crd.c := \frac{k2}{\gamma_c} = 0.12 \quad t := 700 \text{ mm}$$

$$dx := t - c - 10 \text{ mm} - 25 \text{ mm} - \frac{25 \text{ mm}}{2} = 607.5 \text{ mm}$$

$$dy := t - c - 10 \text{ mm} - \frac{25 \text{ mm}}{2} = 632.5 \text{ mm}$$

$$deff := \frac{(dx + dy)}{2} = 620 \text{ mm} \quad (6.32)$$

$$u0 := 2 \cdot 400 \text{ mm} + (\pi \cdot 2 \cdot 250 \text{ mm}) = (2.371 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{deff}} = 1.568 \quad \blacksquare < 2.0$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$Aslx := AS.uk$$

$$Asly := Aslx$$

$$\rho lx := \frac{Aslx}{b \cdot deff} = 0.004$$

$$AS.uk = (2.455 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$\rho ly := \frac{Asly}{b \cdot deff} = 0.004$$

$$deff = 620 \text{ mm}$$

$$fck = 45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\rho 1 := \sqrt{\rho lx \cdot \rho ly} = 0.004 \quad \blacksquare < 0.02$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$vrd.c := \left(Crd.c \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho 1 \cdot \frac{fck}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.491 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (6.47)$$

$$v.min := \left(0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{fck}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} \right) \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.461 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$vrd.c = 0.491 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad ved.1 = 0.36 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Trenger ikke skjærarmere

A.2.5 Dimensjonering søylefundament

Dimensjonering søylefundament

Alle beregningene i dette kapitlet er gjort etter NS-EN 1992-1-1

$$B := 2.5 \text{ m} \quad t_f := 700 \text{ mm} \quad B_0 := B \quad h := 700 \text{ mm}$$

$$B_u := \frac{B - 800 \text{ mm}}{2} = 0.85 \text{ m}$$

$$N_f := 6560 \text{ kN} \quad \text{Fra FEM-Design}$$

$$M_{Ed} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Regnes leddet}$$

$$G_{Ed,f} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot B \cdot B \cdot t_f \cdot 1.2 = 131.3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} := N_f + G_{Ed,f} = 6691.3 \text{ kN}$$

Grunntrykk

$$\sigma_g := \frac{N_{Ed}}{B_0 \cdot B} = 1070.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{gd} := 4000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Fundamenteres på berg}$$

Armering

Antar at fundamentene er støpt direkte på grunnen.

$$c := \max(75 \text{ mm}, 25 \text{ mm}) + 10 \text{ mm} = 85 \text{ mm} \quad \text{NA.4.4.1.3(4)}$$

$$f_{cd} := 45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{0.85}{1.5} = 25.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$b := B$$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yd} := 435 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctm} := 3.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Tabell 3.1}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Maks senteravstand

$$s_{max} := \min(2 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm} \quad \text{NA.9.3.1.1}$$

Underkant

$$M_{Ed} := \sigma_g \cdot \frac{B_u^2}{2} \cdot 2.5 \text{ m} = 966.9 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Strekk UK}$$

$$d := t_f - c - \frac{25}{2} \text{ mm} = 602.5 \text{ mm}$$

$$M_{cd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 6364 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$z := 1 - 0.17 \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{cd}} = 0.97 \quad \text{Bruker } z := 0.95$$

$$A_s := \frac{M_{Ed}}{f_{yd} \cdot z \cdot d} = 3883 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) \cdot 2 = 5953 \text{ mm}^2 \quad \text{NA.9.2.1.1}$$

$$A_{s,nødv} := A_{s,min} = 5953 \text{ mm}^2$$

$$n := \frac{A_{s,nødv}}{491 \text{ mm}^2} = 12.1$$

$$cc := \frac{(B - 25 \text{ mm} - 2 \cdot c)}{n - 1} = 207 \text{ mm} \quad \text{Maks avstand mellom jernene.}$$

$$A_{s,innlagt} := 491 \text{ mm}^2 \cdot \frac{2.5 \text{ m}}{200 \text{ mm}} = 6138 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,tot} := A_{s,innlagt} = 6138 \text{ mm}^2$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Armering OK

$$M_{Ed,ok} := 25 \frac{kN}{m^2} \cdot B \cdot \frac{(B_u)^2}{2} = 22.6 \text{ kN} \cdot m$$

$$d := t_f - c - \frac{16}{2} \text{ mm} = 607 \text{ mm}$$

$$M_{cd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 6459.4 \text{ kN} \cdot m$$

$$z := 1 - 0.17 \cdot \frac{M_{Ed,ok}}{M_{cd}} = 1 \quad z := 0.95$$

$$A_s := \frac{M_{Ed,ok}}{f_{yd} \cdot z \cdot d} = 90 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) \cdot 2 = 5997 \text{ mm}^2 \quad \text{NA.9.2.1.1}$$

$$A_{s,bp} := 201 \text{ mm}^2 \cdot \frac{2500}{100} = 5025 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,nødv} := A_{s,min} - A_{s,bp} = 972 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,p} := 201 \text{ mm}^2$$

$$n := \frac{A_{s,nødv}}{A_{s,p}} = 4.8 \quad n := 8$$

$$cc := \frac{(B - 16 \text{ mm} - 2 \cdot c)}{n - 1} = 331 \text{ mm} \quad \text{Maks avstand mellom jemene.}$$

$$A_{s,innlagt} := 201 \text{ mm}^2 \cdot \frac{2500}{300} = 1675 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,tot} := A_{s,innlagt} + A_{s,bp} = 6700 \text{ mm}^2$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Kontroll skjærkapasitet

$$C_{Rdc} := \frac{0.18}{1.5} = 0.12 \quad \text{NA.6.2.2(1)}$$

Er krav til tilslag i bunnplaten

$$k := 1 + \sqrt[3]{\frac{200 \text{ mm}}{d}} = 1.574$$

$$\rho_1 := \frac{8183 \text{ mm}^2}{2.5 \text{ m} \cdot d} = 0.005$$

$$b_w := b$$

$$V_{Ed} := \sigma_g \cdot B_u \cdot b = 2275 \text{ kN}$$

$$f_{ck} := 45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{Ed,ny} := \frac{V_{Ed}}{B_u} \cdot (B_u - d) = 650 \text{ kN} \quad 6.2.1 (8)$$

$$V_{Rdc} := \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_1 \cdot \frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot b_w \cdot d = 830 \text{ kN} \quad (6.2a)$$

$$V_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot b \cdot d = 704 \text{ kN} \quad (6.2b)$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) = 0.492 \quad (\text{NA.6.6N})$$

$$V_{Rdc} := 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 9519 \text{ kN} \quad \parallel > \parallel \quad V_{Ed} = 2275 \text{ kN}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Kontroll fast innspent

$$N_{Ed} := 6517 \text{ kN} \quad M_x := 35 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_y := 15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Laster fra FEM-Design

$$B := 2.5 \text{ m} \quad L := 2.5 \text{ m}$$

$$e_x := \frac{M_x}{N_{Ed}} = 0.005 \text{ m}$$

$$e_y := \frac{M_y}{N_{Ed}} = 0.002 \text{ m}$$

$$L_0 := L - 2 \cdot e_x = 2.489 \text{ m}$$

$$B_0 := B - 2 \cdot e_y = 2.495 \text{ m}$$

$$\sigma_{g,\text{innspent}} := \frac{N_{Ed}}{B_0 \cdot L_0} = 1049.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \|\>\| \quad \sigma_g = 1070.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Leddet innspenning gir høyest grunntrykk på fundamentet, og derfor er det konservativt å regne med denne innspenningen.

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Dimensjonering heissjaktfundament

Alle beregningene i dette kapittelet er gjort etter NS-EN 1992-1-1

Fundamenters på fjell

$$b := \frac{7.3 \text{ m} - 5.2 \text{ m}}{2} = 1.05 \text{ m}$$

Trenger 1 meter for å få plass til å forankre fundamentet i fjell. OK

Ser forenklet på fundamentet som et søylefundament, med hulrom i midten. Dermed kontrolleres denne normalt som en søyle. I tillegg kontrolleres kapasiteten i midten av sjakten, hvor det er "luft" og ikke betong, som i en normal søyle.

$$t_f := 700 \text{ mm} \quad B_u := b \quad t_v := 300 \text{ mm}$$

$$L := 12.6 \text{ m} \quad B := 7.3 \text{ m} \quad h := 700 \text{ mm}$$

$$N_f := (8524 + 14540 + 3315 - 6511 - 4336) \text{ kN} = 15532 \text{ kN}$$

$$M_x := (24141 + 25539) \text{ kN} \cdot \text{m} = 49680 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Laster fra FEM-Design

$$M_y := (8107 + 6279 + 6138) \text{ kN} \cdot \text{m} = 20524 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$G_{Ed,f} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot B \cdot t_f \cdot 1.2 \cdot L = 1932 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} := N_f + G_{Ed,f} = 17464 \text{ kN}$$

$$e_x := \frac{M_x}{N_{Ed}} = 2.845 \text{ m}$$

$$e_y := \frac{M_y}{N_{Ed}} = 1.175 \text{ m}$$

$$L_0 := L - 2 \cdot e_x = 6.91 \text{ m}$$

$$B_0 := B - 2 \cdot e_y = 4.95 \text{ m}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Grunntrykk

$$\sigma_g := \frac{N_{Ed}}{B_0 \cdot L_0} = 510.6 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{gd} := 4000 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Fundamenteres på berg}$$

Armering

$$c := \max(75 \text{ mm}, 25 \text{ mm}) + 10 \text{ mm} = 85 \text{ mm} \quad \text{NA.4.4.1.3(4)}$$

$$d := t_f - c - \frac{25}{2} \text{ mm} - 12 \text{ mm} = 590.5 \text{ mm}$$

$$f_{cd} := 45 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{0.85}{1.5} = 25.5 \frac{N}{mm^2}$$

$$b := 1 \text{ m}$$

$$f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2} \quad f_{yd} := 435 \frac{N}{mm^2} \quad f_{ctm} := 3.8 \frac{N}{mm^2} \quad \text{Tabell 3.1}$$

$$M_{cd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 2445 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Maks senteravstnad

$$s_{max} := \min(2 h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm} \quad \text{NA.9.3.1.1}$$

Underkant

$$M_{Ed,uk} := \sigma_g \cdot \frac{B_u^2}{2} \cdot 1 \text{ m} = 281 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Strekk UK}$$

$$z := 1 - 0.17 \cdot \frac{M_{Ed,uk}}{M_{cd}} = 0.98 \quad z := 0.95$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$A_s := \frac{M_{Ed,uk}}{f_{yd} \cdot z \cdot d} = 1153 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) \cdot 2 = 2334 \text{ mm}^2 \quad \text{NA.9.2.1.1}$$

$$A_{s,fund} := 491 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000}{150} = 3273 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,innlagt} := A_{s,fund} = 3273 \text{ mm}^2$$

Armering OK

$$l := 5.2 \text{ m} - t_v = 4.9 \text{ m}$$

$$q := \sigma_g \cdot l = 511 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{Ed,ok} := q \cdot \frac{(l)^2}{8} - M_{Ed,uk} = 1251 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$d := t_f - c - \frac{25}{2} \text{ mm} - 12 \text{ mm} = 590.5 \text{ mm}$$

$$M_{cd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 2445 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$z := 1 - 0.17 \cdot \frac{M_{Ed,ok}}{M_{cd}} = 0.91$$

$$A_s := \frac{M_{Ed,ok}}{f_{yd} \cdot z \cdot d} = 5334 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) \cdot 2 = 2334 \text{ mm}^2 \quad \text{NA.9.2.1.1}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$A_{s_{bp}} := 201 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000}{100} = 2010 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{nødv}} := A_s - A_{s_{bp}} = 3324 \text{ mm}^2$$

$$cc := \frac{1 \text{ m} \cdot 491 \text{ mm}^2}{A_{s_{nødv}}} = 148 \text{ mm} \quad \text{ø25c100}$$

$$A_{s_{innlagt}} := 491 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 4910 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{total}} := A_{s_{innlagt}} + A_{s_{bp}} = 6920 \text{ mm}^2$$

Kontroll skjærkapasitet

Regner fundamentet leddet innspent i veggene

Summen av moment om opplegg B (ene vegg)

$$A_y := \frac{\left(\frac{\sigma_g \cdot (B - B_u)^2 \cdot b}{2} \right) - \sigma_g \cdot b \cdot \frac{B_u^2}{2}}{(B - 2 \cdot B_u)} = 1864 \text{ kN}$$

$$B_1 := B - 2 \cdot B_u$$

$$V_{Ed} := A_y - \sigma_g \cdot B_u \cdot b = 1328 \text{ kN}$$

$$V_{Ed.ny} := \frac{V_{Ed}}{B_1} \cdot (B_1 - d) = 1177 \text{ kN} \quad 6.2.1 (8)$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

$$C_{ndc} := \frac{0.18}{1.5} = 0.12 \quad \text{NA.6.2.2(1)}$$

Er krav til tilslag i bunnsplaten

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}} = 1.582$$

$$\rho_1 := \frac{3273 \text{ mm}^2}{b \cdot d} = 0.006$$

$$b_w := b$$

$$f_{ck} := 45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{ndc} := \left(C_{ndc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_1 \cdot \frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot b_w \cdot d = 328 \text{ kN} \quad (6.2a)$$

$$V_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot b \cdot d = 276 \text{ kN} \quad (6.2b)$$

Fundamnetet må skjærarmeres

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) = 0.492 \quad (\text{NA.6.6N})$$

$$V_{ndc} := 0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 3704 \text{ kN} \quad \parallel > \parallel \quad V_{Ed} = 1328 \text{ kN} \quad (6.5)$$

ok

...

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Skjæramering [6.2.3]

$$z := 0.9 \cdot d \quad \alpha_{cw} := 1 \quad \theta := 21.8^\circ \quad \frac{1}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = 0.345$$

$$V_{Rd,max} := \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot f_{cd} \cdot v \cdot \frac{1}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = 2299 \text{ kN} \quad \parallel > \parallel V_{Ed} \quad (6.9)$$

$$A_{sw} := 2 \cdot 113 \text{ mm}^2 \quad \text{Velger } \phi 12 \text{ som bøylearmering}$$

$$s := \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot(\theta)}{V_{Ed}} = 98 \text{ mm} \quad (6.8)$$

$$\rho_{w,min} := 0.1 \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{N}} \cdot \frac{N}{f_{yk}} = 0.001 \quad [\text{NA 9.2.2 (5)}] \quad (\text{NA.9.5N})$$

$$s_{max} := \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w} = 168.45 \text{ mm} \quad [9.2.2 (5)]$$

$$\phi_b := 12 \text{ mm} \quad \phi_{uk} := 25 \text{ mm} \quad \phi_{ck} := 25 \text{ mm}$$

$$h' := h - 2 \cdot c - 2 \cdot \phi_b - \frac{\phi_{uk}}{2} - \frac{\phi_{ck}}{2} = 481 \text{ mm}$$

$$S_{max} := 0.6 \cdot h' = 289 \text{ mm} \quad [\text{NA 9.2.2}]$$

Velger bøylearmering $\phi 12$ c90

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Dimensjonering vegg i heissjakt

Alle beregningene i dette kapittelet er gjort etter NS-EN 1992-1-1 og BETONGKONSTRUKSJONER FORMLER OG DIAGRAMMER NS-EN 1992-1-1.

B35 betong:

$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ctm} := 3.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cd} := f_{ck} \cdot \frac{0.85}{1.5} = 19.833 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Armering B500NC:

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tversnitts dimensjoner:

$$h := 5.2 \text{ m}$$

$$b := 300 \text{ mm}$$

Overdekning

Eksponeringsklasse XC1

Tabell 4.1

$$c_{\text{min.dur}} := 15 \text{ mm}$$

Tabell NA.4.4N

$$\phi_h := 32 \text{ mm}$$

$$\phi_b := 16 \text{ mm}$$

$$c_h := \max(\phi_h, c_{\text{min.dur}}) + 10 \text{ mm} - \phi_b = 26 \text{ mm}$$

$$c_b := \max(\phi_b, c_{\text{min.dur}}) + 10 \text{ mm} = 26 \text{ mm}$$

$$c := \max(c_h, c_b) = 26 \text{ mm} \quad (4.2)$$

Lastifelle 1

Dimensjonerende laster:

Hentet fra FEM-Design

$$M_{ED} := 10000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{ED} := 5000 \text{ kN}$$

Antar 14 jern i 7 rader med $\phi 32$ c/c 180

$\phi 16$ bøyte

$$d := h - c - 16 \text{ mm} - \frac{(6 \cdot 180 \text{ mm} + 7 \cdot 32 \text{ mm})}{2} = 4506 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 33222 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$z := \min \left(0.95, \left(1 - 0.17 \cdot \frac{M_{ED}}{M_{Rd}} \right) \right) \cdot d = 4.275 \text{ m}$$

Armeringsbehov for strekkraften fra moment

$$A_{sm} := \frac{M_{ED}}{f_{yd} \cdot z} = 5380 \text{ mm}^2$$

Armeringsbehov for halvparten av strekkraften i vegg

$$A_{sn} := \frac{\frac{N_{ED}}{2}}{f_{yd}} = 5750 \text{ mm}^2$$

Total armeringsbehov for å ta strekk i enden av vegg

$$A_{stot} := A_{sm} + A_{sn} = 11130 \text{ mm}^2$$

Kontrollerer min/max armering

Størrelse på kontrollområde:

$$A_c := b \cdot (c + 16 \text{ mm} + (6 \cdot 180 \text{ mm} + 7 \cdot 32 \text{ mm})) = (4.04 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$A_{sv.min} := 0.002 \cdot A_c = 807.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv.max} := 0.04 \cdot A_c = 16152 \text{ mm}^2$$

Innenfor kravene

Lastifelle 2

Dimensjonerende laster:

$$M_{ED2} := 13000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{ED2} := 3000 \text{ kN}$$

Antar 14 jern i 7 rader med $\varnothing 32$ c/c 180
 $\varnothing 16$ bøyle

$$d := h - c - 16 \text{ mm} - \frac{(6 \cdot 180 \text{ mm} + 7 \cdot 32 \text{ mm})}{2} = 4506 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 33222 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$z_2 := \min \left(0.95, \left(1 - 0.17 \cdot \frac{M_{ED2}}{M_{Rd}} \right) \right) \cdot d = 4.206 \text{ m}$$

Armeringsbehov trekkraften fra moment

$$A_{sm2} := \frac{M_{ED2}}{f_{yd} \cdot z_2} = 7108.46 \text{ mm}^2$$

Armeringsbehov for halvparten av strekkraften i veggen

$$A_{sn2} := \frac{\frac{N_{ED2}}{2}}{f_{yd}} = 3450 \text{ mm}^2$$

Total armeringsbehov for å ta strekk enden av veggen

$$A_{stot2} := A_{sm2} + A_{sn2} = 10558 \text{ mm}^2$$

Kontrollerer min/max armering

Størrelse på kontrollområde:

$$A_c := b \cdot (c + 16 \text{ mm} + (6 \cdot 180 \text{ mm} + 7 \cdot 32 \text{ mm})) = (4.038 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$A_{sw.min} := 0.002 \cdot A_c = 807.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{sw.max} := 0.04 \cdot A_c = 16152 \text{ mm}^2$$

Innenfor kravene

Sammenligning av lasttilfellene

$$A_{stat} = 11130 \text{ mm}^2$$

$$A_{stat2} = 10558 \text{ mm}^2$$

Lasttilfelle 1 blir dimensjonerende

Minste antall armeringsstenger

$$k_1 := \frac{A_{stat}}{\left(\frac{32 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi} = 13.838$$

Armering for lasttilfelle 1 er størst, legger 14 $\phi 32$ c/c 180, i 7 rader i hver ende.

For den resterende delen av vegg blir det lagt $\phi 12$ c/c 180

Kontrollere min armering for midten av vegg:

$$A_c := b \cdot 1 \text{ m} = (3 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$A_h := \left(\frac{12 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{180} = 628.319 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv,min} := 0.002 \cdot A_c = 600 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv,max} := 0.04 \cdot A_c = 12000 \text{ mm}^2$$

OK

Kontrollerer maks senteravstand med formler for beregning av armering i dekke

$$S_{max} := \min(2 \cdot b, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

Horisontalarmering:

$$V_{ED} := 400 \text{ kN}$$

$$v_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) = 0.516 \quad (\text{NA.6.6N})$$

$$\phi_b := 16 \text{ mm} \quad \theta := \frac{21.8 \cdot 2 \cdot \pi}{360} \quad \phi 16$$

$$z := 0.9 \cdot d = (4.055 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$V_{Rd,max} := 1.0 \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{ct} \cdot \frac{1}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = 4293.188 \text{ kN} \quad (6.9)$$

$$A_{sw} := 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_b}{2} \right)^2 = 402.124 \text{ mm}^2$$

Max senteravstand:

$$s := \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot(\theta)}{V_{ED}} = 4431.765 \text{ mm} \quad (6.8)$$

$$\rho_{w,min} := 0.1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}}{\frac{f_{yk}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} = 0.001 \quad (9.5N)$$

$$S_{max} := \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b} = 1132.856 \text{ mm} \quad (9.4)$$

$$h' := d - c - \phi_b - \frac{32}{2} \text{ mm} = 4.448 \text{ m}$$

$$S_{max} := 0.6 \cdot h' = 2668.8 \text{ mm} \quad (\text{NA.9.8N})$$

..

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Kontroll av min horisontal armering, kontrolleres i enden av veggen

$$A_c := 1000 \text{ mm} \cdot 300 \text{ mm}$$

$$A_v := \left(\frac{32 \text{ mm}}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{180}$$

$$A_{h,\min} := A_v \cdot 0.25 = 1117.011 \text{ mm}^2 \quad \text{NA.9.6.3}$$

$$0.15 \cdot A_c \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 288 \text{ mm}^2$$

$$A_h := \left(\frac{16 \text{ mm}}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{150} = 1340.413 \text{ mm}^2$$

1340 > 1117, OK

Bruker $\phi 16$ c150 som horisontalarmering

Sjekker for trykk

$$I := \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$\sigma_m := \frac{M_{ED}}{I} \cdot \frac{h}{2} = 7.396 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_n := \frac{N_{ED}}{b \cdot h} = 3.205 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_m + \sigma_n = 10.602 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd} = 19.833 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Ok}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Forankringskraft

Strekk fra oppdrift

$$S_{oppdrift} := 360 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{h}{2} = 936 \text{ kN}$$

Strekk fra moment i veggen

$$S_m := \frac{M_{ED}}{z} = 2466 \text{ kN}$$

Strekk fra strekk i veggen

$$S_n := \frac{N_{ED}}{2} = 2500 \text{ kN}$$

Totalstrekkraft i strekksone

$$S_{tot} := S_{oppdrift} + S_m + S_n = 5902 \text{ kN}$$

Størelsen av strekksonen til momentet

$$l := (6 \cdot 180 \text{ mm} + 7 \cdot 32 \text{ mm}) = 1.304 \text{ m}$$

Strekkraft i den ytterste meteren i veggen

$$\frac{S_{tot}}{l} = 4526 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Dimensjonering vegg i sjakt

Alle beregningene i dette kapittelet er gjort etter NS-EN 1992-1-1 og
BETONGKONSTRUKSJONER FORMLER OG DIAGRAMMER NS-EN 1992-1-1.

B35 betong:

$$f_{ck} := 35 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{ctm} := 3.2 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{cd} := f_{ck} \cdot \frac{0.85}{1.5} = 19.8 \frac{N}{mm^2}$$

Armering B500NC:

$$f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 434.8 \frac{N}{mm^2}$$

Tversnittsdimensjoner:

$$h := 10.5 \text{ m}$$

$$b := 300 \text{ mm}$$

Overdekning

Eksponeringsklasse XC1

Tabell 4.1

$$c_{min,dur} := 15 \text{ mm}$$

Tabell NA.4.4N

$$\phi_h := 32 \text{ mm}$$

$$\phi_b := 16 \text{ mm}$$

$$c_h := \max(\phi_h, c_{min,dur}) + 10 \text{ mm} - \phi_b = 26 \text{ mm}$$

$$c_b := \max(\phi_b, c_{min,dur}) + 10 \text{ mm} = 26 \text{ mm}$$

$$c := \max(c_h, c_b) = 26 \text{ mm} \quad (4.2)$$

Lastifelle 1

Dimensjonerende laster:

$$M_{ED} := 24000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{ED} := 6000 \text{ kN}$$

Antar 24 jern i 12 rader med $\phi 32$ c/c 180
 $\phi 16$ bøyle

$$d := h - c - 16 \text{ mm} - \frac{(11 \cdot 180 \text{ mm} + 12 \cdot 32 \text{ mm})}{2} = 9276 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 140790 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$z := \min\left(0.95, \left(1 - 0.17 \cdot \frac{M_{ED}}{M_{Rd}}\right)\right) \cdot d = 8.812 \text{ m}$$

Armeringsbehov trekraften fra moment

$$A_{sm} := \frac{M_{ED}}{f_{yd} \cdot z} = 6264 \text{ mm}^2$$

Armeringsbehov for halvparten av strekkraften i vegg

$$A_{sn} := \frac{\frac{N_{ED}}{2}}{f_{yd}} = 6900 \text{ mm}^2$$

Total armeringsbehov for å ta strekk enden av vegg

$$A_{stot} := A_{sm} + A_{sn} = 13164 \text{ mm}^2$$

Kontrollerer min/max armering

Størrelse på kontrollområde:

$$A_c := b \cdot (c + 16 \text{ mm} + (11 \cdot 180 \text{ mm} + 12 \cdot 32 \text{ mm})) = (7.218 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$A_{sv.min} := 0.002 \cdot A_c = 1443.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv.max} := 0.04 \cdot A_c = 28872 \text{ mm}^2$$

Innenfor kravene

Eksempel 2

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Lastifelle 2

Dimensjonerende laster:

$$M_{ED2} := 15000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{ED2} := 12000 \text{ kN}$$

Antar 14 jern i 7 rader med $\varnothing 32$ c/c 180
 $\varnothing 16$ bøyle

$$d := h - c - 16 \text{ mm} - \frac{(11 \cdot 180 \text{ mm} + 12 \cdot 32 \text{ mm})}{2} = 9276 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 140790 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$z_2 := \min \left(0.95, \left(1 - 0.17 \cdot \frac{M_{ED2}}{M_{Rd}} \right) \right) \cdot d = 8.812 \text{ m}$$

Armeringsbehov trekkraften fra moment

$$A_{sm2} := \frac{M_{ED2}}{f_{yd} \cdot z_2} = 3915 \text{ mm}^2$$

Armeringsbehov for halvparten av strekkraften i vegg

$$A_{sn2} := \frac{\frac{N_{ED2}}{2}}{f_{yd}} = 13800 \text{ mm}^2$$

Total armeringsbehov for å ta strekk enden av vegg

$$A_{stot2} := A_{sm2} + A_{sn2} = 17715 \text{ mm}^2$$

Kontrollerer min/max armering

Størrelse på kontrollområde:

$$A_c := b \cdot (c + 16 \text{ mm} + (11 \cdot 180 \text{ mm} + 12 \cdot 32 \text{ mm})) = (7.218 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$A_{sv.min} := 0.002 \cdot A_c = 1443.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv.max} := 0.04 \cdot A_c = 28872 \text{ mm}^2$$

Innenfor kravene

Sammenligning av lasttilfellene

$$A_{stat} = 13164 \text{ mm}^2$$

$$A_{stat2} = 17715 \text{ mm}^2$$

Lasttilfelle 2 blir dimensjonerende

Minste antall armeringsstenger

$$k_1 := \frac{A_{stat2}}{\left(\frac{32 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi} = 22.027$$

Armering for lasttilfelle 1 er størst, legger 24 $\phi 32$ c/c 180, i 12 rader i hver ende.

For de resterende delen av vegg blir det lagt $\phi 12$ c/c 180

Kontrollere min armering for midten av vegg:

$$A_c := b \cdot l \text{ m} = (3 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$A_n := \left(\frac{12 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{180} = 628.319 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv,min} := 0.002 \cdot A_c = 600 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv,max} := 0.04 \cdot A_c = 12000 \text{ mm}^2$$

OK

Horisontalarmering:

$$V_{ED} := 400 \text{ kN}$$

$$v_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \right) = 0.516 \quad (\text{NA.6.6N})$$

$$\phi_b := 16 \text{ mm} \quad \theta := \frac{21.8 \cdot 2 \cdot \pi}{360} \quad \phi 16$$

$$z := 0.9 \cdot d = (8.348 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$V_{Rd,max} := 1.0 \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{ct} \cdot \frac{1}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = 8837.908 \text{ kN} \quad (6.9)$$

$$A_{sw} := 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_b}{2} \right)^2 = 402.124 \text{ mm}^2$$

Max senteravstand:

$$s := \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot(\theta)}{V_{ED}} = 9123.18 \text{ mm} \quad (6.8)$$

$$\rho_{w,min} := 0.1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{f_{ck}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}}{\frac{f_{yk}}{\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} = 0.001 \quad (\text{NA.9.5N})$$

$$S_{max} := \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b} = 1132.856 \text{ mm} \quad (9.4)$$

$$h' := d - c - \phi_b - \frac{32}{2} \text{ mm} = 9.218 \text{ m}$$

$$S_{max} := 0.6 \cdot h' = 5530.8 \text{ mm} \quad (\text{NA.9.8N})$$

.. . " . . . " . . .

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Kontroll av min armering, kontrolleres i enden

$$A_c := 1000 \text{ mm} \cdot 300 \text{ mm}$$

$$A_v := \left(\frac{32 \text{ mm}}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{180}$$

$$A_{h,\min} := A_v \cdot 0.25 = 1117.011 \text{ mm}^2 \quad \text{NA.9.6.3}$$

$$0.15 \cdot A_c \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 288 \text{ mm}^2$$

$$A_h := \left(\frac{16 \text{ mm}}{2} \right)^2 \cdot \pi \cdot \frac{1000}{150} = 1340.413 \text{ mm}^2$$

1340 > 1117, OK

Bruker $\phi 16$ c150 som horisontalarmering

Sjekker for trykk

$$I := \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$\sigma_m := \frac{M_{ED2}}{I} \cdot \frac{h}{2} = 2.721 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_n := \frac{N_{ED2}}{b \cdot h} = 3.81 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_m + \sigma_n = 6.531 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{cd} = 19.833 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Ok}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Forankringskraft

Strekk fra oppdrift

$$S_{oppdrift} := 360 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{h}{2} = 1890 \text{ kN}$$

Strekk fra moment i veggen

$$S_m := \frac{M_{ED2}}{z} = 1797 \text{ kN}$$

Strekk fra strekk i veggen

$$S_n := \frac{N_{ED2}}{2} = 6000 \text{ kN}$$

Totalstrekkraft i strekksone

$$S_{tot} := S_{oppdrift} + S_m + S_n = 9687 \text{ kN}$$

Størelsen av strekksonen til momentet

$$l := (6 \cdot 180 \text{ mm} + 7 \cdot 32 \text{ mm}) = 1.3 \text{ m}$$

Strekkraft i den ytterste meteren i veggen

$$\frac{S_{tot}}{l} = 7428 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

A.2.9 Dimensjonering vindkryss

Dimensjonering vindkryss

Alle beregningene i dette kapittelet er gjort etter NS-EN 1993.

RHS 100x100x10

$$t := 10 \text{ mm} \quad h := 100 \text{ mm} \quad \varepsilon := 0.81 \quad l := 5.3 \text{ m} \quad k := 1.0$$

$$f_{yk} := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.05} = 338.1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$N_{Ed,c} := 250 \text{ kN}$$

Sjekker kapasitet for trykk + knekking.
Samme formel for strekk, som for rent trykk.

$$i := 36.5 \text{ mm} \quad A := 3.55 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \quad [\text{Pr. og form.}]$$

$$L_k := 1.0 \cdot l = 5.3 \text{ m}$$

Tverrsnittsklasse

Tabell 5.2

$$c := h - 2 \cdot t = 80 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t \cdot \varepsilon} = 9.9 \quad \parallel > \parallel \quad 33 \quad \text{Tverrsnittsklasse 1}$$

$$N_{Rd} := A \cdot f_{yd} = 1200.2 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$n := \frac{N_{Ed,c}}{N_{Rd}} = 0.21 \quad \parallel < 1 \quad \text{Ok} \quad (6.9)$$

$$\lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.1$$

$$\lambda' := \frac{L_k}{i} \cdot \frac{1}{\lambda_1} = 1.91 \quad (6.50)$$

Varmformet --> Kurve a
S355

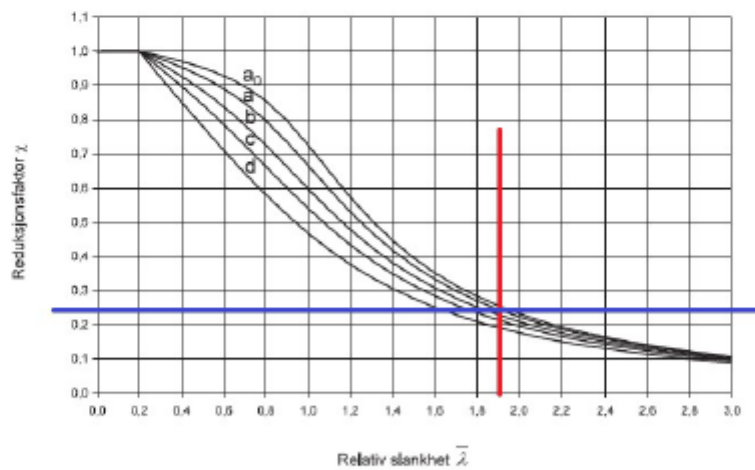
Tabell 6.2

$$\chi := 0.23$$

Figur 6.4

$$N_{b,Rd} := N_{Rd} \cdot \chi = 276.1 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_b := \frac{N_{Ed,c}}{N_{b,Rd}} = 0.91 \quad \parallel < 1 \quad \text{Ok} \quad (6.46)$$



Created with PTC Mathcad Express. See www.mathcad.com for more information.

Vedlegg B – OS-Prog

B.1 BtSnitt

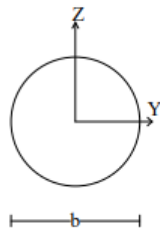
B.1.1 Gjennomlokking takdekke, godt tilslag

Toppdekke - innersøyle - godt tilslag - prefab bøyler

Titel Toppdekke - innersøyle - godt tilslag - prefab bøyler			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Toppdekke	Sign BS	Dato 22-04-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Gjennomlokkingskontroll for innersøyle



b	500	mm
h	500	mm
t_plate	250	mm
overdekning	30	mm

Materialdata og armering

Materialfaktor betong	1,50	Medvirkende platearmering:	
Materialfaktor stål	1,15	diameter	cc (mm)
Betongkvalitet	B35 (C 35/45)	Y-retning	20
Armering flytegrense	500	Z-retning	20
Skjærarmering flytegrense	500	Ytterste armeringslag i Z-retning	

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)

Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor: Kategori H1
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,00	1,00	Krav maks.nedbøyning: Bruk/utstyr stiller krav til nedbøyning
Variabel last (P)	0,50	0,20	1,00	1,00	

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1

Permanent last		Variabel last	
Mg_Y	0,0 kNm	Mp_Y	0,0 kNm
Mg_Z	0,0 kNm	Mp_Z	0,0 kNm
Ng	-850,0 kN	Np	0,0 kN

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y, Mp_Y gir strekk i ok

Titel Toppdekke - innersøyle - godt tilslag - prefab bøyer		Side 2
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Toppdekke	Sign BS Dato 22-04-2021

Det er benyttet verdier for β i henhold til NS-EN 1992 Figur 6.21N, 6.4.3(6)

Lasttilfelle1 ved kant av søyle:

Trykkbrudd (v/v_d) = 0,78

Maks kapasitet ved kant av søyle: $V_{Ed_Kant} = 1251,15 \text{ kN}$

Maks skjærspenning for trykkbrudd: $V_{rd,maks} = 4,09 \text{ N/mm}^2$

I kontrollsnitt:

Skjærkraftkapasitet uten skjærarmoring $V_{rd,c} = 0,80 \text{ N/mm}^2$

Største skjærspenning $V_{ed} = 1,25 \text{ N/mm}^2$

Skjærarmoring

Ved/ $V_{rd,c} > 1.5$ Krav om spesiell skjærarmoring. Se NA.6.4.5(1)

Antall rader med oppbøyde jern 5

Total armering i hver rad: $A_{sw} = 704 \text{ mm}^2$ (A_{sw} fordeles på jern i y-retning og z-retning)

Skjærarmoringens helningsvinkel: 90 grader

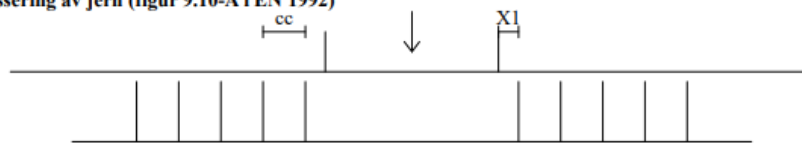
Maks senteravstand mellom jern i 1.rad: 292 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 22 \text{ mm}^2$

Maks senteravstand mellom jern i rader utenfor 390 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 30 \text{ mm}^2$

Skisse: Plassering av jern (figur 9.10-A i EN 1992)



$X1 = 58 \text{ mm}$ $cc\text{-rad} = 122 \text{ mm}$

Nærmeste snitt hvor det ikke trengs skjærarmoring er bestemt i henhold til NS-EN fig 6.22A.

En kan f.eks kombinere oppbøyde jern og bøylearmoring for å plassere armering langs hele snittet.

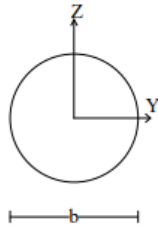
B.1.2 Gjennomlokking takdekke, 50mm tykkere dekke i området rundt søylen

Toppdekke - innersøyle - 300 mm dekke

Titel Toppdekke - innersøyle - 300 mm dekke			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Toppdekke	Sign BS	Dato 22-04-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Gjennomlokkingskontroll for innersøyle



b	500	mm
h	500	mm
t_plate	300	mm
overdekning	30	mm

Materialdata og armering

Materialfaktor betong	1,50	Medvirkende platearmering:		
Materialfaktor stål	1,15		diameter	cc (mm)
Betongkvalitet	B35 (C 35/45)	Y-retning	20	150
Armering flytegrense	500	Z-retning	20	150
Skjærarmering flytegrense	500	Ytterste armeringslag i Z-retning		

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)

Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor: Kategori H1
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,00	1,00	Krav maks.nedbøyning: Bruk/utstyr stiller krav til nedbøyning
Variabel last (P)	0,50	0,20	1,00	1,00	

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1

Permanent last		Variabel last	
Mg Y	0,0 kNm	Mp Y	0,0 kNm
Mg Z	0,0 kNm	Mp Z	0,0 kNm
Ng	-850,0 kN	Np	0,0 kN

Positiv moment- og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y, Mp_Y gir strekk i ok

Titel Toppdekke - innersøyle - 300 mm dekke			Side 2
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Toppdekke	Sign BS	Dato 22-04-2021

Det er benyttet verdier for β i henhold til NS-EN 1992 Figur 6.21N, 6.4.3(6)

Lasttilfelle 1 ved kant av søyle:

Trykkbrudd (v/v_d) = 0,62

Maks kapasitet ved kant av søyle: $V_{Ed, Kant} = 1571,96 \text{ kN}$

Maks skjærspenning for trykkbrudd: $V_{rd, maks} = 4,09 \text{ N/mm}^2$

I kontrollsnitt:

Skjærkraftkapasitet uten skjærarmering $V_{rd, c} = 0,59 \text{ N/mm}^2$

Største skjærspenning $V_{ed} = 0,86 \text{ N/mm}^2$

Skjærarmering

Antall rader med oppbøyde jern 4

Total armering i hver rad: $A_{sw} = 706 \text{ mm}^2$ (A_{sw} fordeles på jern i y-retning og z-retning)

Skjærarmeringens helningsvinkel: 90 grader

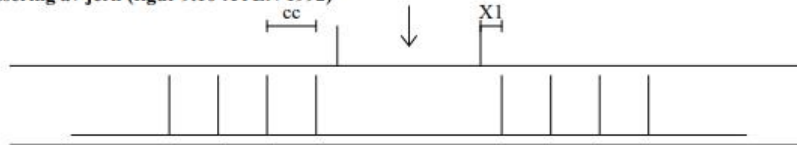
Maks senteravstand mellom jern i 1.rad: 368 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw, min} = 40 \text{ mm}^2$

Maks senteravstand mellom jern i rader utenfor 490 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw, min} = 53 \text{ mm}^2$

Skisse: Plassering av jern (figur 9.10-A i EN 1992)



$X1 = 74 \text{ mm}$ $cc\text{-rad} = 171 \text{ mm}$

Nærmeste snitt hvor det ikke trengs skjærarmering er bestemt i henhold til NS-EN fig 6.22A.

En kan f.eks kombinere oppbøyde jern og bøylearmering for å plassere armering langs hele snittet.

B.1.3 Gjennomlokking takdekke, økt betongkvalitet (B45), godt tilslag

Topplekke - innersøyle - B45 - krav til tilslag

Tittel Topplekke - innersøyle - B45 - krav til tilslag			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Innersøyle toppdekke	Sign BS	Dato 19-05-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Gjennomløkkingskontroll for innersøyle			
	b	500	mm
	h	500	mm
	t _{plate}	250	mm
	overdekning	30	mm

Materialdata og armering				
Materialfaktor betong	1,50	Medvirkende platearmering:		
Materialfaktor stål	1,15	diameter		cc (mm)
Betongkvalitet	B45 (C 45/55)	Y-retning	20	150
Armering flytegrense	500	Z-retning	20	150
Skjærarmering flytegrense	500	Ytterste armeringslag i Z-retning		

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)					
Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor:
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,00	1,00	Kategori H1
Variabel last (P)	0,50	0,20	1,00	1,00	Krav maks.nedbøyning: Bruk/utstyr stiller krav til nedbøyning

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1					
Permanent last			Variabel last		
Mg _Y	0,0 kNm	Mp _Y	0,0 kNm		
Mg _Z	0,0 kNm	Mp _Z	0,0 kNm		
Ng	-850,0 kN	Np	0,0 kN		

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y,Mp_Y gir strekk i ok

Tittel Toppdekke - innersøyle - B45 - krav til tilslag			Side 2
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Innersøyle toppdekke	Sign BS	Dato 19-05-2021

Det er benyttet verdier for β i henhold til NS-EN 1992 Figur 6.21N, 6.4.3(6)

Lasttilfelle1 ved kant av søyle:

Trykkbrudd (v/v_d) = 0,64

Maks kapasitet ved kant av søyle: $V_{Ed_Kant} = 1536,38 \text{ kN}$

Maks skjærspenning for trykkbrudd: $V_{rd,maks} = 5,02 \text{ N/mm}^2$

I kontrollsnitt:

Skjærkraftkapasitet uten skjæramering $V_{rd,c} = 0,87 \text{ N/mm}^2$

Største skjærspenning $V_{ed} = 1,25 \text{ N/mm}^2$

Skjæramering

Antall rader med oppbøyde jern 4

Total armering i hver rad: $A_{sw} = 726 \text{ mm}^2$ (A_{sw} fordeles på jern i y-retning og z-retning)

Skjærameringens helningsvinkel: 90 grader

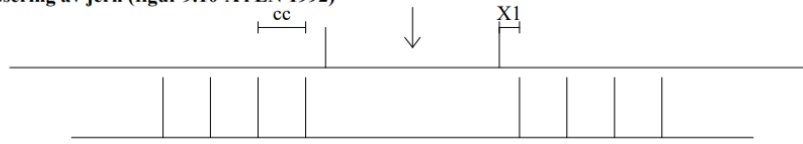
Maks senteravstand mellom jern i 1.rad: 292 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 29 \text{ mm}^2$

Maks senteravstand mellom jern i rader utenfor 390 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 38 \text{ mm}^2$

Skisse: Plassering av jern (figur 9.10-A i EN 1992)



$X1 = 58 \text{ mm}$ $cc\text{-rad} = 137 \text{ mm}$

Nærmeste snitt hvor det ikke trengs skjæramering er bestemt i henhold til NS-EN fig 6.22A.

En kan f.eks kombinere oppbøyde jern og bøylearmering for å plassere armering langs hele snittet.

B.1.4 Gjennomlokking takdekke, økt betongkvalitet (B45)

Toppdekke - innersøyle - b45 kvalitet

Tittel Toppdekke - innersøyle - b45 kvalitet			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Toppdekke	Sign BS	Dato 22-04-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Gjennomlokkingskontroll for innersøyle			
	b	500	mm
	h	500	mm
	t _{plate}	250	mm
	overdekning	30	mm

Materialdata og armering				
Materialfaktor betong	1,50	Medvirkende platearmering:		
Materialfaktor stål	1,15	diameter		cc (mm)
Betongkvalitet	B45 (C 45/55)	Y-retning	20	150
Armering flytegrense	500	Z-retning	20	150
Skjærarmering flytegrense	500	Ytterste armeringslag i Z-retning		

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)					
Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor:
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,00	1,00	Kategori H1
Variabel last (P)	0,50	0,20	1,00	1,00	Krav maks.nedbøyning: Bruk/utstyr stiller krav til nedbøyning

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1					
Permanent last			Variabel last		
Mg _Y	0,0	kNm	Mp _Y	0,0	kNm
Mg _Z	0,0	kNm	Mp _Z	0,0	kNm
Ng	-850,0	kN	Np	0,0	kN

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y,Mp_Y gir strekk i ok

Tittel Toppdekke - innersøyle - b45 kvalitet		Side 2	
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Toppdekke	Sign BS	Dato 22-04-2021

Det er benyttet verdier for Beta i henhold til NS-EN 1992 Figur 6.21N, 6.4.3(6)

Lasttilfelle1 ved kant av søyle:

Trykkbrudd (v/v_d) = 0,64

Maks kapasitet ved kant av søyle: $V_{Ed_Kant} = 1536,38 \text{ kN}$

Maks skjærspenning for trykkbrudd: $V_{rd,maks} = 5,02 \text{ N/mm}^2$

I kontrollsnitt:

Skjærkraftkapasitet uten skjærarming $V_{rd,c} = 0,73 \text{ N/mm}^2$

Største skjærspenning $V_{ed} = 1,25 \text{ N/mm}^2$

Skjærarming

Ved/ $V_{rd,c} > 1.5$ Krav om spesiell skjærarming. Se NA.6.4.5(1)

Antall rader med oppbøyde jern 6

Total armering i hver rad: $A_{sw} = 760 \text{ mm}^2$ (A_{sw} fordeles på jern i y-retning og z-retning)

Skjærarmingens helningsvinkel: 90 grader

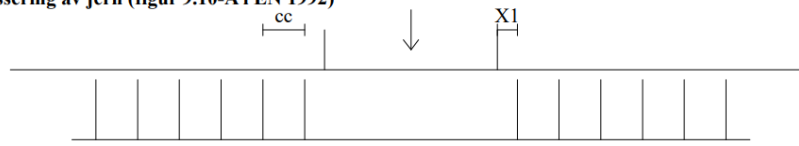
Maks senteravstand mellom jern i 1.rad: 292 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 25 \text{ mm}^2$

Maks senteravstand mellom jern i rader utenfor 390 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 34 \text{ mm}^2$

Skisse: Plassering av jern (figur 9.10-A i EN 1992)



$X1 = 58 \text{ mm}$ $cc\text{-rad} = 121 \text{ mm}$

Nærmeste snitt hvor det ikke trengs skjærarming er bestemt i henhold til NS-EN fig 6.22A.

En kan f.eks kombinere oppbøyde jern og bøylearming for å plassere armering langs hele snittet.

B.1.5 Gjennomlokking takdekke kantsøyle, godt tilslag

Gjennomlokking hjørnesøyle

Tittel Gjennomlokking hjørnesøyle			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten	Ordre Kantsøyle	Sign BS	Dato 22-04-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Gjennomlokking for søyle nær kant i y-retning																
	<table> <tr> <td>b</td> <td>400</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>400</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>cy</td> <td>500</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>t_plate</td> <td>250</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>overdekning</td> <td>30</td> <td>mm</td> </tr> </table>	b	400	mm	h	400	mm	cy	500	mm	t_plate	250	mm	overdekning	30	mm
b	400	mm														
h	400	mm														
cy	500	mm														
t_plate	250	mm														
overdekning	30	mm														

Materialdata og armering			
Materialfaktor betong	1,50	Medvirkende platearmering:	
Materialfaktor stål	1,15	diameter	cc (mm)
Betongkvalitet	B35 (C 35/45)	Y-retning	20
Armering flytegrense	500	Z-retning	20
Skjærarmering flytegrense	500	Ytterste armeringslag i Z-retning	150

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)					
Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor: Kategori H1 Krav maks.nedbøyning: Bruk/utstyr stiller krav til nedbøyning
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,00	1,00	
Variabel last (P)	0,50	0,20	1,00	1,00	

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1			
Permanent last		Variabel last	
Mg Y	0,0 kNm	Mp Y	0,0 kNm
Mg Z	0,0 kNm	Mp Z	0,0 kNm
Ng	-400,0 kN	Np	0,0 kN

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y, Mp_Y gir strekk i ok

Titel Gjennomlokking hjørnesøyle		Side 2	
Prosjekt Kokstadflaten	Ordre Kantsøyle	Sign BS	Dato 22-04-2021

Det er benyttet verdier for Beta i henhold til NS-EN 1992 Figur 6.21N, 6.4.3(6)

Lasttilfelle I ved kant av søyle:

Trykkbrudd (v/v_d) = 0,78

Maks kapasitet ved kant av søyle: $V_{Ed_Kant} = 716,42$ kN

Maks skjærspenning for trykkbrudd: $V_{rd,maks} = 4,09$ N/mm²

I kontrollsnitt:

Skjærkraftkapasitet uten skjærarmering $V_{rd,c} = 0,80$ N/mm²

Største skjærspenning $V_{ed} = 1,01$ N/mm²

Skjærarmering

Antall rader med oppbøyde jern 4

Total armering i hver rad: $A_{sw} = 318$ mm² (A_{sw} fordeles på jern i y-retning og z-retning)

Skjærarmeringens helningsvinkel: 90 grader

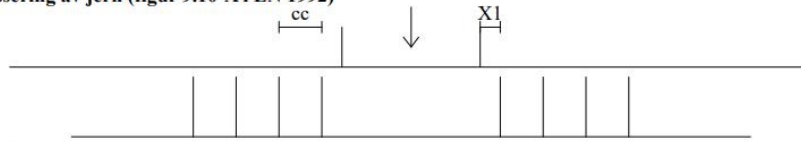
Maks senteravstand mellom jern i 1.rad: 292 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 23$ mm²

Maks senteravstand mellom jern i rader utenfor 390 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min} = 31$ mm²

Skisse: Plassering av jern (figur 9.10-A i EN 1992)



$X1 = 58$ mm $cc-rad = 124$ mm

Nærmeste snitt hvor det ikke trengs skjærarmering er bestemt i henhold til NS-EN fig 6.22A.

En kan f.eks kombinere oppbøyde jern og bøylearmering for å plassere armering langs hele snittet.

Sidekantarmering mot fri kant: se NS-EN 1992 6.4.2(5) og 9.3.1.4

B.1.6 Gjennomlokking bunnplate, godt tilslag

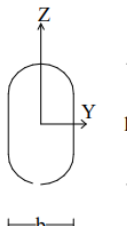
Gjennomlokking bunnplate ny

Tittel Gjennomlokking bunnplate ny			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Bunnplate	Sign BS	Dato 19-04-2021

Data er lagret på fil: C:\Users\Brage\Dropbox\Bachelor, delt\05_Dimensjonering\5.2_Dekker\Gjennomlokking bunnplate ny.bts

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten

Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Gjennomlokkingskontroll for innersøyle			
	b	400	mm
	h	800	mm
	t_plate	700	mm
	overdekning	45	mm

Materialdata og armering				
Materialfaktor betong	1,50	Medvirkende platearmering:		
Materialfaktor stål	1,15	diameter	cc (mm)	
Betongkvalitet	B45 (C 45/55)	Y-retning	25	200
Armering flytegrense	500	Z-retning	25	200
Skjærarmering flytegrense	500	Ytterste armeringslag i Z-retning		

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)					
Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor:
Permanent last (G)	1,00	1,00	0,90	0,90	Kategori B - Kontor
Variabel last (P)	1,00	1,00	1,35	1,35	Krav maks.nedbøyning: Bruk/utstyr stiller krav til nedbøyning

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1					
Permanent last			Variabel last		
Mg_Y	0,0 kNm	Mp_Y	0,0 kNm		
Mg_Z	0,0 kNm	Mp_Z	0,0 kNm		
Ng	751,0 kN	Np	-1961,0 kN		

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y, Mp_Y gir strekk i ok

Det er benyttet verdier for Betta i henhold til NS-EN 1992 Figur 6.21N, 6.4.3(6)
Lasttilfelle1 ved kant av søyle:
Trykkbrudd (v/vd) =0,33
Maks kapasitet ved kant av søyle: V_Ed_Kant =6953,67 kN
Maks skjærspenning for trykkbrudd: Vrd,maks =5,02 N/mm ²
I kontrollsnitt:
Skjærkraftkapasitet uten skjærarmering Vrd,c=0,49 N/mm ²
Største skjærspenning Ved=0,36 N/mm ²
Ikke behov for skjærarmering

B.1.7 Gjennomlokking kantsøyle terrasse, med godt tilslag

Gjennomlokking hjørnesøyle terrasse

Tittel Gjennomlokking hjørnesøyle terrasse			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Kantsøyle	Sign BS	Dato 04-05-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Gjennomlokking for søyle nær kant i y-retning			
	b	400	mm
	h	400	mm
	ey	400	mm
	t_plate	250	mm
	overdekning	30	mm

Materialdata og armering			
Materialfaktor betong	1,50	Medvirkende platearmering:	
Materialfaktor stål	1,15	diameter	cc (mm)
Betongkvalitet	B35 (C 35/45)	Y-retning	20
Armering flytegrense	500	Z-retning	20
Skjærarmering flytegrense	500	Ytterste armeringslag i Z-retning	

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)					
Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor:
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,00	1,00	Kategori H1
Variabel last (P)	0,50	0,20	1,00	1,00	Krav maks.nedbøyning: Bruk/utstyr stiller krav til nedbøyning

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1					
Permanent last			Variabel last		
Mg_Y	0,0 kNm	Mp_Y	0,0 kNm		
Mg_Z	0,0 kNm	Mp_Z	0,0 kNm		
Ng	-400,0 kN	Np	0,0 kN		

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y, Mp_Y gir strekk i ok

Tittel Gjennomlokking hjørnesøyle terrasse			Side 2
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Kantsøyle	Sign BS	Dato 04-05-2021

Det er benyttet verdier for β i henhold til NS-EN 1992 Figur 6.21N, 6.4.3(6)

Lasttilfelle I ved kant av søyle:

Trykkbrudd (v/v_d) = 0,78

Maks kapasitet ved kant av søyle: V_{Ed_Kant} = 716,42 kN

Maks skjærspenning for trykkbrudd: $V_{rd,maks}$ = 4,09 N/mm²

I kontrollsnitt:

Skjærkraftkapasitet uten skjærarming $V_{rd,c}$ = 0,80 N/mm²

Største skjærspenning V_{ed} = 1,08 N/mm²

Skjærarming

Antall rader med oppbøyde jern 4

Total armering i hver rad: A_{sw} = 406 mm² (A_{sw} fordeles på jern i y-retning og z-retning)

Skjærarmringens helningsvinkel: 90 grader

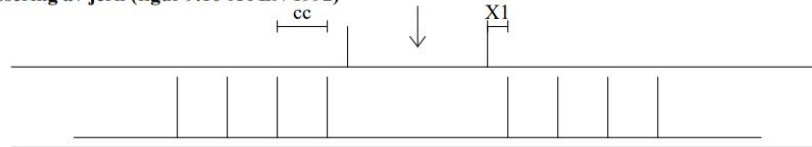
Maks senteravstand mellom jern i 1. rad: 292 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min}$ = 26 mm²

Maks senteravstand mellom jern i rader utenfor 390 mm

Minste areal av bøyleben: $A_{sw,min}$ = 35 mm²

Skisse: Plassering av jern (figur 9.10-A i EN 1992)



X_1 = 58 mm cc -rad = 143 mm

Nærmeste snitt hvor det ikke trengs skjærarming er bestemt i henhold til NS-EN fig 6.22A.

En kan f.eks kombinere oppbøyde jern og bøylearming for å plassere armering langs hele snittet.

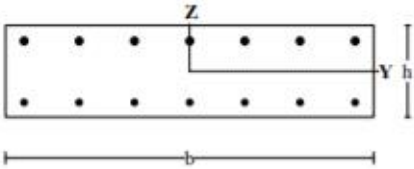
Sidekantarming mot fri kant: se NS-EN 1992 6.4.2(5) og 9.3.1.4

B.1.8 Rissviddekontroll tak

Rissviddekontroll

Tittel Rissviddekontroll			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Rissviddekontroll tak	Sign BS	Dato 30-04-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Tverrsnitt		b	1000	mm	
		h	250	mm	
		Zt	0	mm	
		Yt	0	mm	
		Areal	2,50E+05	mm ²	
		Iy	1,30E+09	mm ⁴	
		Iz	2,08E+10	mm ⁴	
		Maks. bøyleavstand: 240 mm			
		Spesielle krav: endesoner og seismisk			
		Se NS-EN 1992-1-1 9.5.3 og NA.9.5.3(3)			
		bøylearmering d12			

Armeringsdata				
Kant	Lag nr	Kantavst.	Slakkarmering	Spennarmering
ok	1	43	ce150 d 20	
uk	1	40	ce150 d 16	

Materialdata			
Korreksjonsfakt. for Emodul pga tilslag	1,00	Eksponeringsklasse	XC1
Materialfaktor betong	1,50	Lite korrosjonsømfintlig armering	
Materialfaktor stål	1,15	Dimensjonerende levetid 50 år	
Betongkvalitet	B35 (C 35/45)	Minimum overdekning	
Densitet kg/m ³	2400	Min. krav	15
Sement i fasthetsklasse	N	Toleranse	10
Armering flytegrense	500	Min. nominell overdekning	25
Skjærarmering flytegrense	500		
Relativ fuktighet	40%		
Betongens alder ved pålastning (døgn)	28		
Effektiv høyde, h ₀ (NS-EN 1992-1-1 (B.6))	200		
NA.6.2.2(1)Følgende krav til tilslag er oppfylt			
(1. Største tilslag etter NS-EN 12620 D>=16mm. 2. Det grove tilslaget<=50% av total tilslagsmengde.			
3. Grovt tilslag skal ikke være av kalkstein eller stein med tilsvarende lav fasthet)			
Korttids Emodul, E _{cm}	34100	Kryptall, F1 0_28	1,71
Trykkfasthet, f _{cd}	19,8	Kryptall, F1 28_5000	2,20
Middelverdi av strekkfasthet, f _{ctm}	3,21	Svinntøyning, 0_28	-,00012
Strekkfasthet, f _{ctd}	1,27	Svinntøyning, 28_25000	-,00035

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)					
Lastfaktorer	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor:
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,35	1,20	Kategori H1
Variabel last (P)	1,00	1,00	1,00	1,00	Krav maks.nedboying: Alminnelige bruks-/estetiske krav

Tittel Rissviddekontroll			Side 2
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Rissviddekontroll tak	Sign BS	Dato 30-04-2021

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1

Permanent last		Variabel last	
Mg_Y	112,0 kNm	Mp_Y	0,0 kNm
Ng	0,0 kN	Np	0,0 kN

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y, Mp_Y gir strekk i ok

Dimensjonerende snittkrefter

Momentkontroll: Programmet regner ikke med ekstra momentbidrag fra skjærkraften (NS-EN 1992 6.2.3(7))

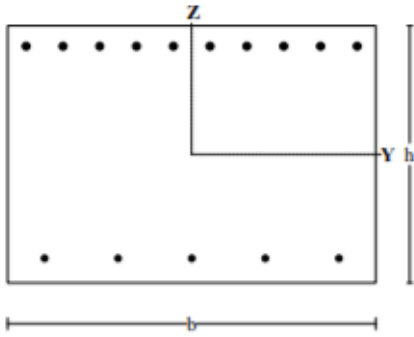
Momentkontroll. Lasttilfelle nr 1		Skjærkontroll. Lasttilfelle nr 1		Risskontroll. Lasttilfelle nr 1	
N+Nsp+tap	0,0	Vgamma (kN)	0,0	N (kN)	0,0
M+Msp+tap	151,2	Vredusert (kN)	0,0	M (kNm)	112,0
M/Md	0,90	Vced Trykkbr.	930,9	Min. overdekning	25
tøyning i ok	,00270	Vcd (uarmert).	161,8	Overdekning (mm)	31
tøyning i uk	-,00118	Stat.nødv(mm ² /m)	0	Største rissavstand (mm)	222
SigmaC i ok	0,00	Min.arm. (mm ² /m)	0	Beregnet rissvidde(mm)	0,263
SigmaC i uk	-15,61	Maks bøyleavstand	100	tillatt rissvidde	0,390
SigmaS i ok					

B.1.9 Rissviddekontroll bunnplate

Rissviddekontroll

Titel Rissviddekontroll			Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Rissviddekontroll Bunnplate	Sign BS	Dato 30-04-2021

Dataprogram: BTSNITT versjon 7.1 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Beregningene er basert på NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1990:2002 + NA:2008

Tverrsnitt		b	1000	mm
		h	700	mm
Zt	0	mm		
Yt	0	mm		
Areal	7,00E+05	mm ²		
Iy	2,86E+10	mm ⁴		
Iz	5,83E+10	mm ⁴		
Maks. bøyelavstand: 240 mm Spesielle krav: endesoner og seismisk Se NS-EN 1992-1-1 9.5.3 og NA.9.5.3(3) bøyelarming d12				

Armeringsdata				
Kant	Lag nr	Kantavst.	Slakkarmering	Spennarmering
ok	1	58	cc100 d 16	
uk	1	61	cc200 d 25	

Materialdata			
Korreksjonsfakt. for Emodul pga tilslag	1,00	Eksponeringsklasse	XC2
Materialfaktor betong	1,50	Lite korrosjonsømfintlig armering	
Materialfaktor stål	1,15	Dimensjonerende levetid 100 år	
Betongkvalitet	B45 (C 45/55)		
Densitet kg/m ³	2400	Minimum overdekning	
Sement i fasthetsklasse	N	Min. krav	35
Armering flytegrense	500	Toleranse	10
Skjærarmering flytegrense	500	Min. nominell overdekning	45
Relativ fuktighet	40%		
Betongens alder ved pålastning (døgn)	28		
Effektiv høyde, h ₀ (NS-EN 1992-1-1 (B.6))	412		
NA.6.2.2(1)Følgende krav til tilslag er oppfylt (1.Sørste tilslag etter NS-EN 12620 D>=16mm. 2.Det grove tilslaget=>50% av total tilslagsmengde. 3.Grovt tilslag skal ikke være av kalkstein eller stein med tilsvarende lav fasthet)			
Korttids Emodul, E _{cm}	36300	Kryptall, FI 0_28	1,10
Trykkfasthet, f _{cd}	25,5	Kryptall, FI 28_5000	1,59
Middelverdi av strekkfasthet, f _{ctm}	3,80	Svinntøyning, 0_28	-,00008
Strekkfasthet, f _{ctd}	1,51	Svinntøyning, 28_25000	-,00030

Pålitelighetsklasse: 2 (brukervalgte lastfaktorer)					
Lastfaktor	Bruksgrense	Risskontroll	Bruddgrense B1	Bruddgrense B2	PSI-Faktor: Kategori H1 Krav maks.nedbøyning: Alminnelige bruks-/estetiske krav
Permanent last (G)	1,00	1,00	1,35	1,20	
Variabel last (P)	1,00	1,00	1,00	1,00	

Titel Rissviddekontroll			Side 2
Prosjekt Kokstadflaten 4	Ordre Rissviddekontroll Bunnplate	Sign BS	Dato 30-04-2021

Snittkrefter. Lasttilfelle nr 1
Permanent last

Mg_Y	283,0 kNm
Ng	0,0 kN

Variabel last

Mp_Y	0,0 kNm
Np	0,0 kN

Positiv moment-og kraftvektorer i Y og Z-retning. Positiv Mg_Y, Mp_Y gir strekk i ok

Dimensjonerende snittkrefter

Momentkontroll: Programmet regner ikke med ekstra momentbidrag fra skjærkraften (NS-EN 1992 6.2.3(7))

Momentkontroll. Lasttilfelle nr 1		Skjærkontroll. Lasttilfelle nr 1		Risskontroll. Lasttilfelle nr 1	
N+Nsp+tap	0,0	Vganma (kN)	0,0	N (kN)	0,0
M+Msp+tap	382,1	Vredusert (kN)	0,0	M (kNm)	283,0
M/Md	0,70	Vced Trykkbr.	3559,1	Min. overdekning	45
tøyning i ok	,00176	Vcd (uarmert).	294,0	Overdekning (mm)	48
tøyning i uk	-,00038	Stat.nødv(mm ² /m)	0	Største rissavstand (mm)	359
SigmaC i ok	0,00	Min.arm. (mm ² /m)	0	Beregnet rissvidde(mm)	0,249
SigmaC i uk	-7,68	Maks bøyleavstand	347	tillatt rissvidde	0,390
SigmaS i ok					

B.2 V-Skive

B.2.1 Bruksgrense

Resultater V-Skive Bruksgrense

Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense		Side 1
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sign Date 29-03-2021

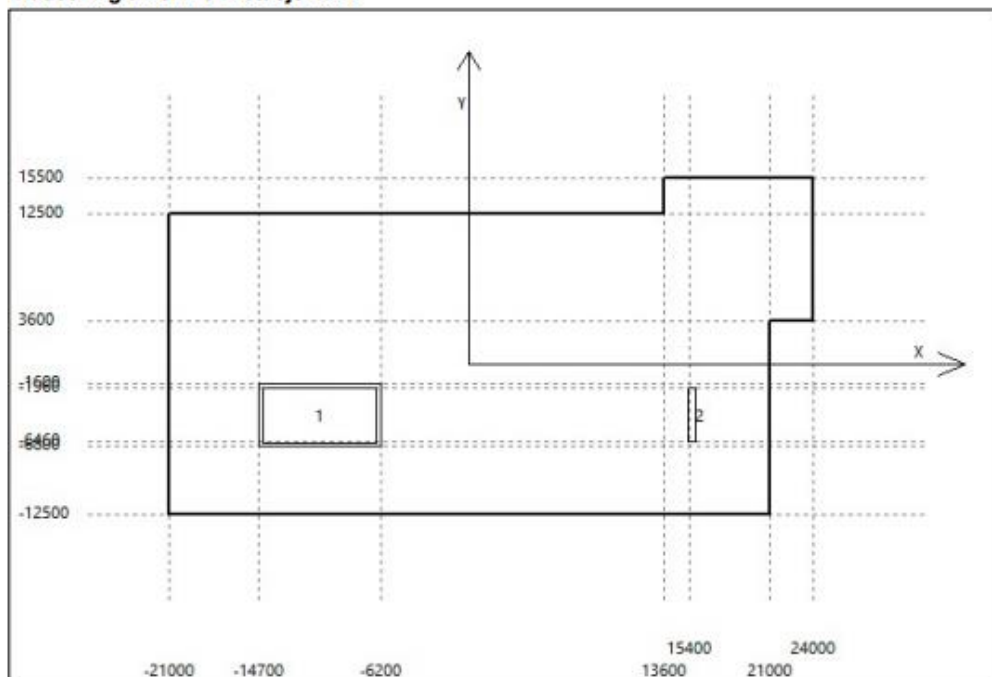
Dataprogram: V-SKIVE versjon 7.1.0 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Data er lagret på fil: C:\Users\Brage\Dropbox\Bachelor, delt\04_Dokumenter\4.8_V-Skive\Laster regnet V-skive.sk1
Beregning av forskyvninger er basert på Emodul = 25000 N/mm²
Stivhetsmatrise for veggskiver: Elementmetode med skiveelementer er benyttet

Antall etasjer:	8
Antall skiver:	2
Antall lasttilfeller:	4
Antall lastkombinasjoner:	2
Antall utspøringer:	0

Etasjehøyder

Etasje nr	Etasjehøyde
1	3450
2	4150
3	3800
4	3800
5	3800
6	3800
7	3800
8	3800

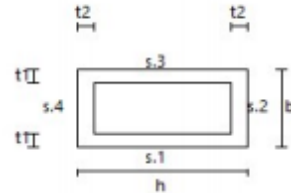
Plassering av skiver i etasje nr. 1



Titel Resultater V-Skive Bruksgrense			Side 2
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sign	Date 29-03-2021

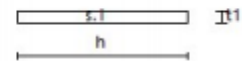
Skive nr 1

Posisjonsdata:		Etasje	b(mm)	h(mm)	t1(mm)	t2(mm)
x (mm)	-10450	1	5200	8500	300	300
Y (mm)	-4250	2	5200	8500	300	300
V(grader)	0,0	3	5200	8500	300	300
Fra etasje	1	4	5200	8500	300	300
Til etasje	8	5	5200	8500	300	300
		6	5200	8500	300	300
		7	5200	8500	300	300
		8	5200	8500	300	300

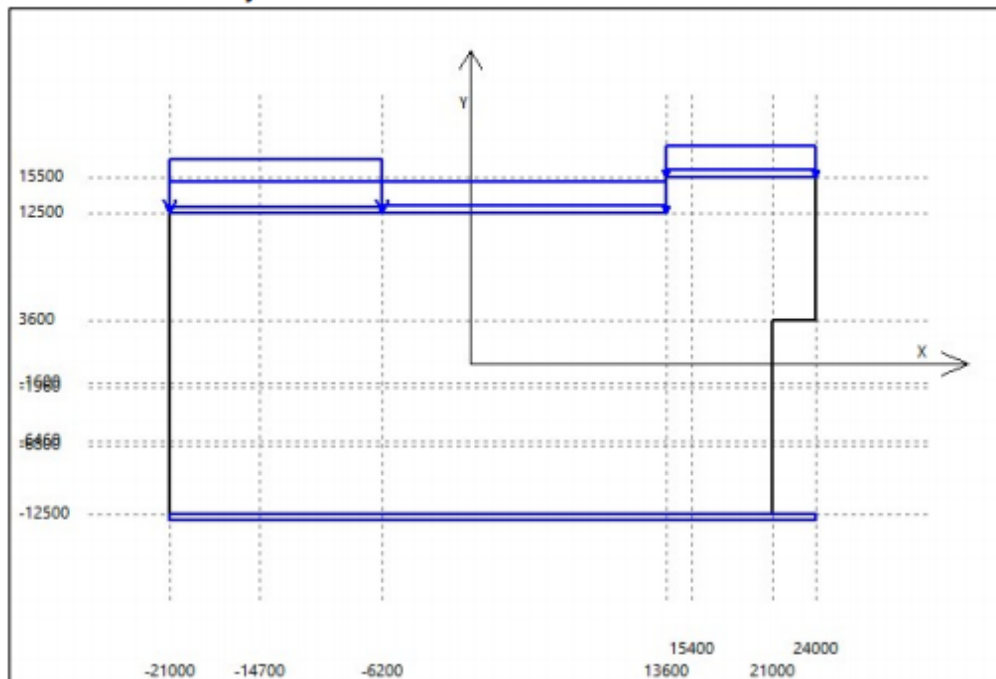


Skive nr 2

Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	15525	1	4500	250
Y (mm)	-4210	2	4500	250
V(grader)	90,0	3	4500	250
Fra etasje	1	4	4500	250
Til etasje	6	5	4500	250
		6	4500	250

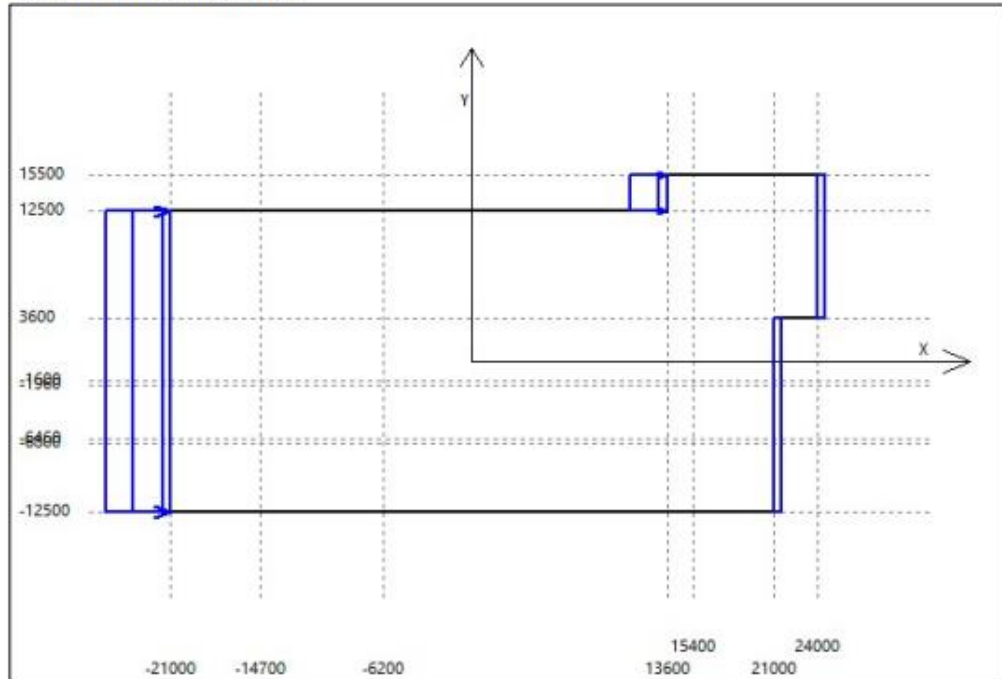


Lasttilfelle nr 1: Jordtrykk Y



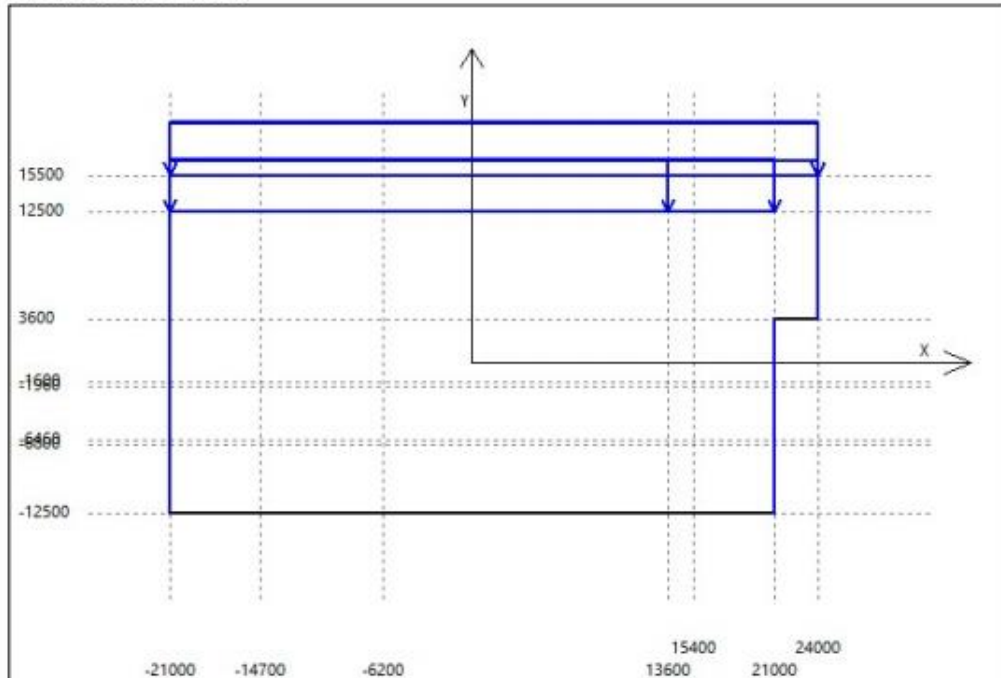
Titel Resultater V-Skive Bruksgrense		Side 3	
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sjå	Dato 29 03 2021

Lasttilfelle nr 2: Jordtrykk X



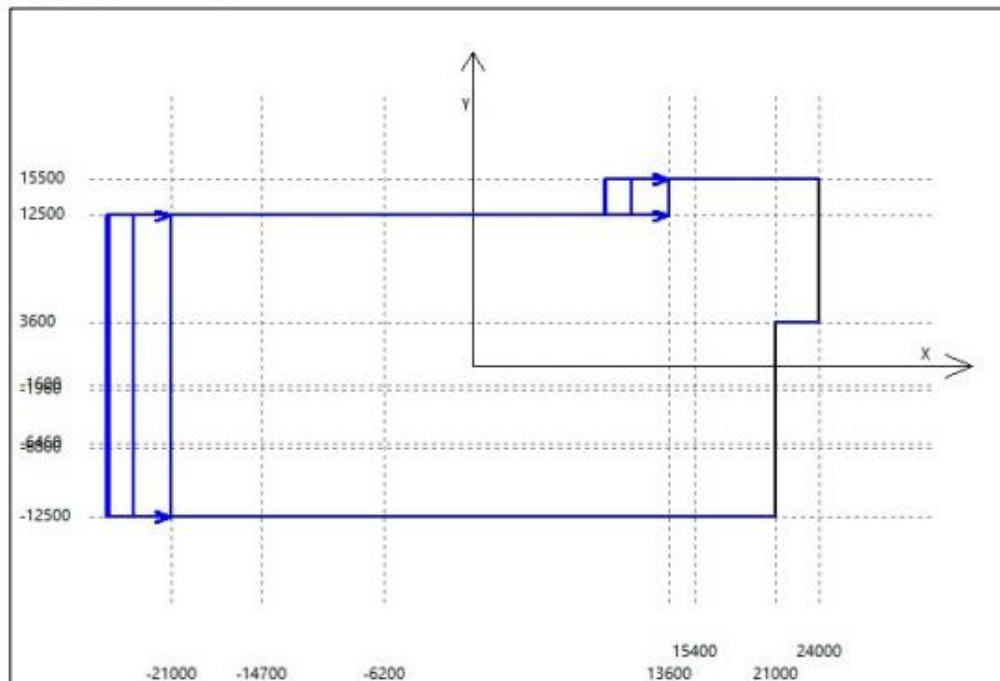
Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense		Side 4	
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Order Bacheloroppgave	Sign 	Date 29-03-2021

Lasttilfelle nr 3: Vind Y



Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense			Side 5
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sign	Dato 29-03-2021

Lasttilfelle nr 4: Vind X



Lastdata for lasttilfelle nr 1: Jordtrykk Y

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
Y	-405,0	-21000	-6200	12500	12500	1	1
Y	-236,0	-6200	13600	12500	12500	1	1
Y	-236,0	13600	24000	15500	15500	1	1
Y	47,0	-21000	24000	-12500	-12500	1	1
Y	-236,0	-21000	-6200	12500	12500	2	2
Y	-54,0	-6200	13600	12500	12500	2	2
Y	-54,0	13600	24000	15500	15500	2	2
Y	-47,0	-21000	-6200	12500	12500	3	3

Lastdata for lasttilfelle nr 2: Jordtrykk X

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
X	405,0	-21000	-21000	-12500	12500	1	1
X	236,0	13600	13600	12500	15500	1	1
X	-47,0	24000	24000	3600	15500	1	1
X	-47,0	21000	21000	-12500	3600	1	1
X	236,0	-21000	-21000	-12500	12500	2	2
X	54,0	13600	13600	12500	15500	2	2
X	47,0	-21000	-21000	-12500	12500	3	3

Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense			Side 6	
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense		Ondre Bacheloroppgave		Sign Dato 29-03-2021

Lastdata for lasttilfelle nr 3: Vind Y

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
Y	-2,7	-21000	24000	15500	15500	1	1
Y	-9,4	-21000	24000	15500	15500	2	2
Y	-9,0	-21000	24000	15500	15500	3	4
Y	-9,0	-21000	21000	12500	12500	5	6
Y	-9,0	-21000	13600	12500	12500	7	8
Y	-0,2	-21000	-21000	12500	-12500	2	8
Y	-0,1	-21000	-21000	12500	-12500	1	1
Y	-0,2	24000	24000	15500	3600	2	8
Y	-0,2	21000	21000	3600	-12500	2	8
Y	-0,1	24000	24000	15500	3600	1	1
Y	-0,1	21000	21000	3600	-12500	1	1

Lastdata for lasttilfelle nr 4: Vind X

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
X	5,6	-21000	-21000	-12500	12500	1	1
X	9,6	-21000	-21000	-12500	12500	2	2
X	9,2	-21000	-21000	-12500	12500	3	4
X	9,2	-21000	-21000	-12500	12500	5	8
X	9,2	13600	13600	12500	15500	3	4
X	9,6	13600	13600	12500	15500	2	2
X	5,6	13600	13600	12500	15500	1	1
X	0,2	-21000	13600	12500	12500	2	8
X	0,2	13600	24000	15500	15500	2	8
X	0,1	-21000	13600	12500	12500	1	1
X	0,1	13600	24000	15500	15500	1	1
X	0,2	-21000	21000	-12500	-12500	2	8
X	0,2	21000	24000	3600	3600	2	8
X	0,1	-21000	21000	-12500	-12500	1	1
X	0,1	21000	24000	3600	3600	1	1

Lastkombinasjoner

Last-kombinasjon	Lasttilfelle nr			
	1	2	3	4
1	1	0	1	0
2	0	1	0	1

Lastfaktorer for horisontallast

Lasttilfelle	Bruksgrense	Bruddgrense
1 Jordtrykk Y	1	1,35
2 Jordtrykk X	1	1,35
3 Vind Y	1	1,5
4 Vind X	1	1,5

Påført vertikalast (kN)

Skive nr	over etasje nr 1		over etasje nr 2		over etasje nr 3		over etasje nr 4		over etasje nr 5	
	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skive nr	over etasje nr 6		over etasje nr 7		over etasje nr 8					
	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast				
1	0	0	0	0	0	0				
2	0	0	0	0	0	0				

Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense		Side 7	
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sign	Dato 29-03-2021

Lastfaktorer for vertikallast

	Bruksgrense	Bruddgrense
Egenvekt	1,00	1,20
Nyttelast	1,00	1,50

Egenvekt vertikalskiver: 2500 kg/m³

Beregningsresultater

Aksialkraft i skive nr 1 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
8	747	0	747	896	0	896
7	1493	0	1493	1792	0	1792
6	2240	0	2240	2688	0	2688
5	2987	0	2987	3584	0	3584
4	3734	0	3734	4480	0	4480
3	4480	0	4480	5376	0	5376
2	5296	0	5296	6355	0	6355
1	5974	0	5974	7168	0	7168

Aksialkraft i skive nr 2 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
6	107	0	107	128	0	128
5	214	0	214	257	0	257
4	321	0	321	385	0	385
3	428	0	428	513	0	513
2	544	0	544	653	0	653
1	641	0	641	770	0	770

Lastkombinasjon nr 1 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y(mm)	Etasje nr	Skive nr
0,0	-0,4	-10450	-4250	8	1
0,0	-0,8	-10450	-4250	7	1
0,0	-0,8	-10450	-4250	6	1
0,0	-0,7	-10450	-4250	5	1
0,0	-0,6	-10450	-4250	4	1
0,0	-0,5	-10450	-4250	3	1
0,0	-0,5	-10450	-4250	2	1
0,0	0,3	-10450	-4250	1	1
0,0	-0,2	15525	-4210	6	2
0,0	-0,3	15525	-4210	5	2
0,0	-0,3	15525	-4210	4	2
0,0	-0,2	15525	-4210	3	2
0,0	-0,1	15525	-4210	2	2
0,0	0,2	15525	-4210	1	2

Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense			Side 8
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sign	Dato 29-03-2021

Lastkombinasjon nr 2 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y(mm)	Etasje nr	Skive nr
0,1	0,0	-10450	-4250	8	1
0,3	0,1	-10450	-4250	7	1
0,3	0,1	-10450	-4250	6	1
0,3	0,1	-10450	-4250	5	1
0,2	0,1	-10450	-4250	4	1
0,3	0,1	-10450	-4250	3	1
0,6	0,1	-10450	-4250	2	1
0,4	0,1	-10450	-4250	1	1
0,0	-0,1	15525	-4210	6	2
0,0	-0,1	15525	-4210	5	2
0,0	-0,1	15525	-4210	4	2
0,0	-0,1	15525	-4210	3	2
0,1	-0,1	15525	-4210	2	2
0,1	0,1	15525	-4210	1	2

Lastkombinasjon nr 1 Bruksgrense

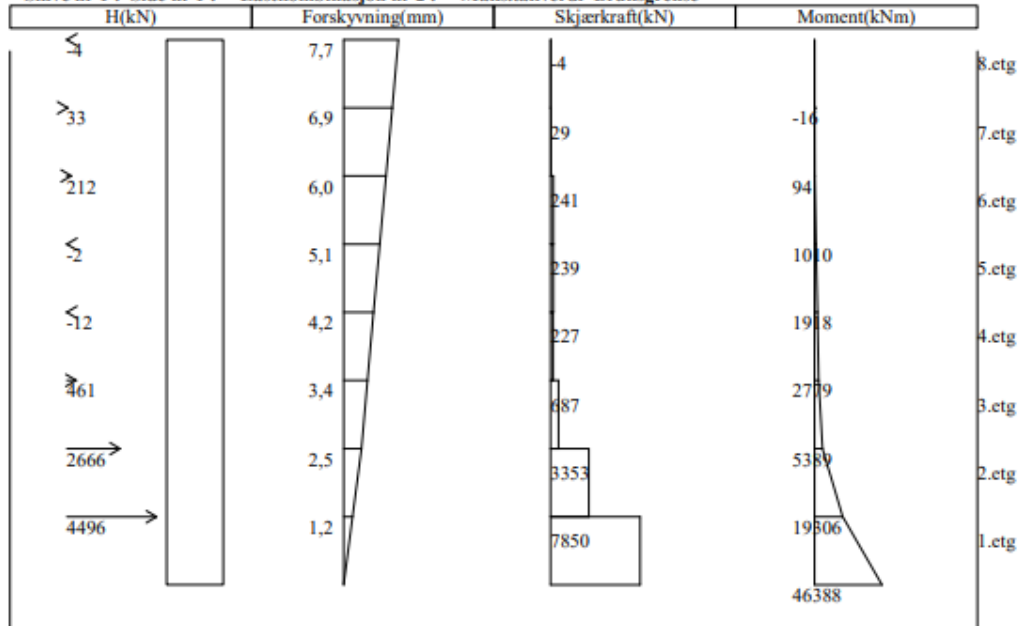
Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
8	0,0	-311,8	1156,6	9	-51	-0,1160
7	0,0	-312,2	1161,0	7	-44	-0,0972
6	0,0	-379,0	5,8	6	-36	-0,0784
5	0,0	-379,1	2,7	5	-29	-0,0613
4	0,0	-405,9	-605,6	3	-22	-0,0447
3	0,0	-1101,2	8854,6	2	-15	-0,0292
2	0,0	-5547,1	32357,6	1	-9	-0,0158
1	0,0	-11127,2	21076,1	0	-3	-0,0049

Lastkombinasjon nr 2 Bruksgrense

Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
8	230,1	0,0	0,1	19	-14	-0,0955
7	230,3	0,1	0,3	16	-12	-0,0818
6	230,3	0,0	-0,9	14	-10	-0,0680
5	230,3	-0,1	-1,9	12	-8	-0,0550
4	257,9	-0,1	-388,2	9	-6	-0,0423
3	1432,9	0,0	-387,7	7	-4	-0,0300
2	6331,5	0,1	-2671,2	5	-2	-0,0184
1	9674,3	0,2	-8170,2	2	-1	-0,0067

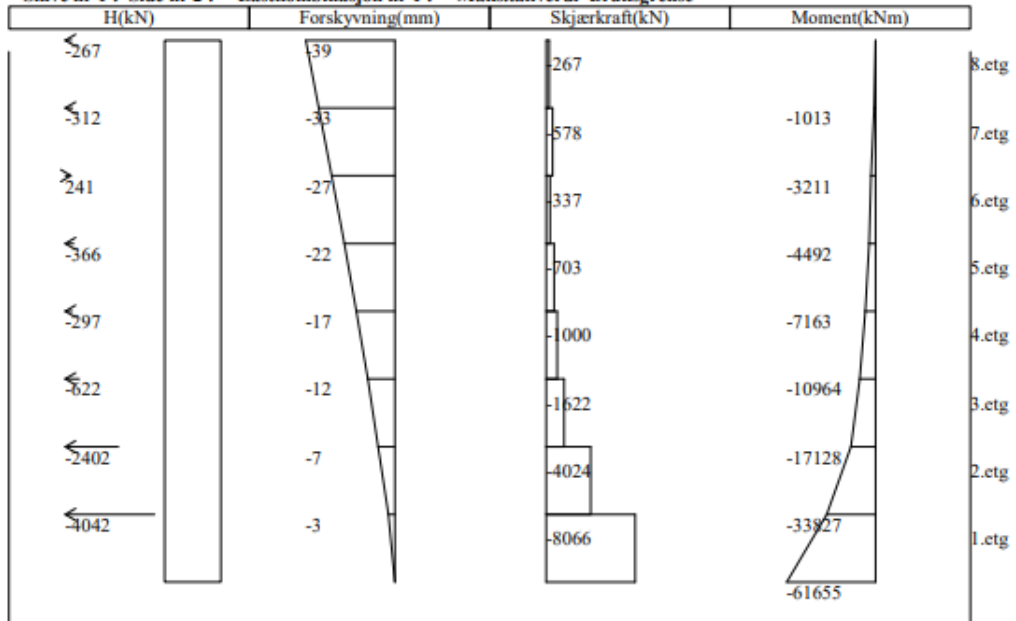
Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense		Side 9	
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sign 	Date 29-03-2021

Skive nr 1 : Side nr 1 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruksgrense



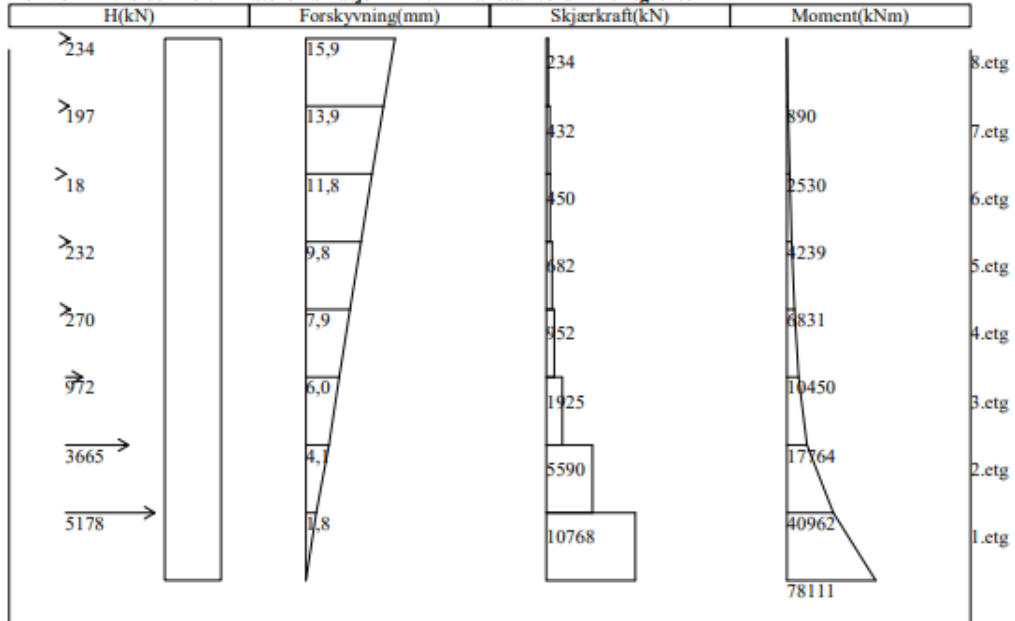
Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense			Side 10
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Order Bacheloroppgave	Sign	Date 29-03-2021

Skive nr 1 : Side nr 2 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruksgrense



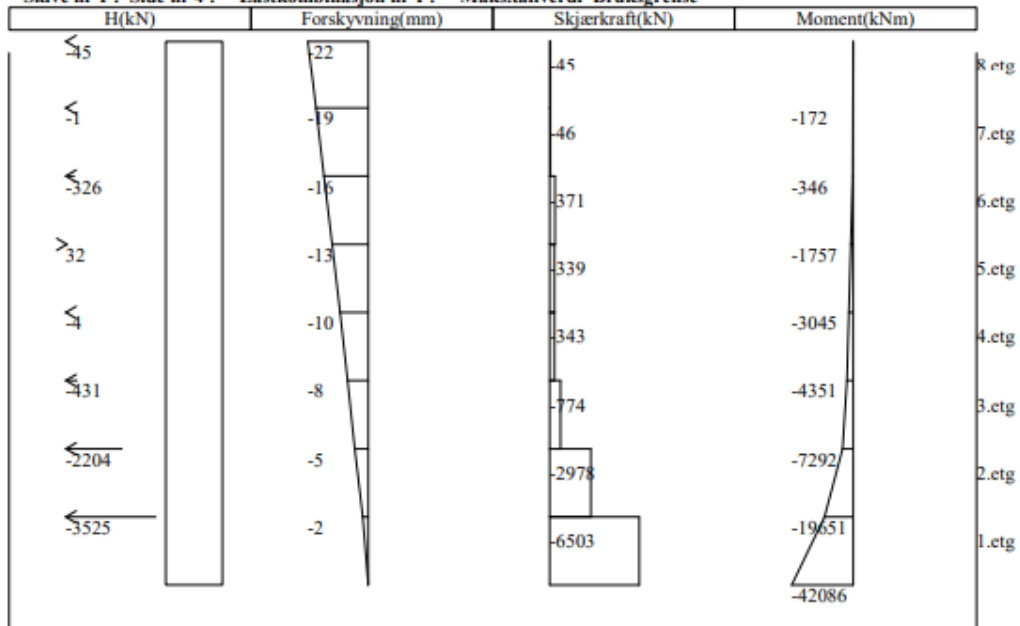
Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense		Side 11	
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Ordre Bacheloroppgave	Sign	Dato 29-03-2021

Skive nr 1 : Side nr 3 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruksgrense

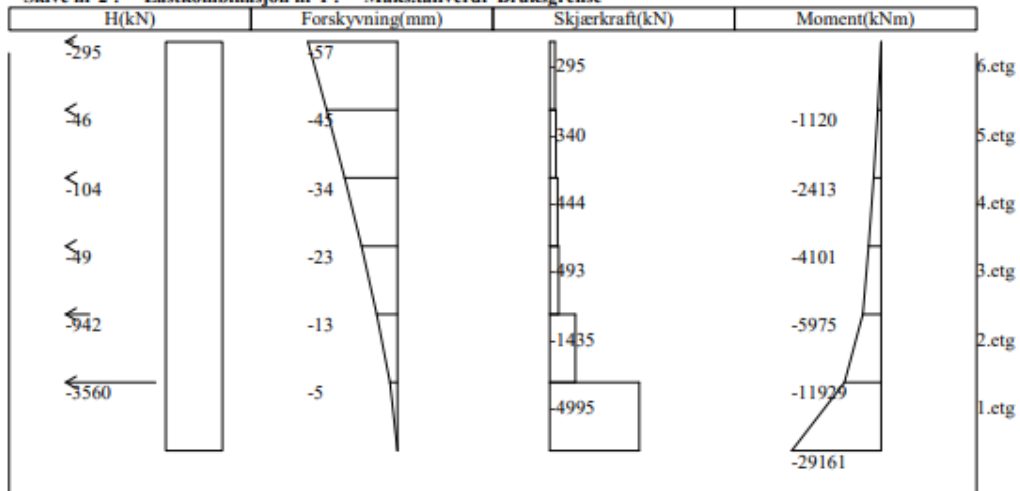


Tittel Resultater V-Skive Bruksgrense			Side 12
Prosjekt Kokstadflaten 4 Bruksgrense	Order Bacheloroppgave	Sign	Dato 29-03-2021

Skive nr 1 : Side nr 4 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruksgrense



Skive nr 2 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruksgrense



B.3 Lastberegning

B.3.1 Vindlast

Vindlast

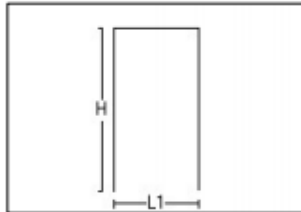
Titel Kokstadflaten 4		Side 1	
Prosjekt Vindlast OS	Ordre	Sign	Dato 18-02-2021

Dataprogram: LastBeregning versjon 6.2.6 Laget av Sletten Byggdata AS

Standard NS-EN 1991-1-4: Vindlaster

Data er lagret på fil:

1. Geometri



H 31000 mm
L1 32500 mm

Byggets lengde, L2: 26100 mm
Takvinkel : 0,00 (grader)

Vertikalsnitt

2. Vindhastighet

Fylke: Hordaland Kommune: Bergen Referansevindhastighet: 26 m/s

Byggested, høyde over havet (m): 31,1 Calt: 1

Returperiode (år):50 Cprob: 1

Årstidsfaktoren, Cseason: 1 hele året

Vindretning (region):Bruker retningsfaktoren C-ret: 1

Basisvindhastighet: 26 m/s

Høyde Z over grunnvået: 31 m

BYGGESTEDETS TERRENGDATA

Terrengkategorikategori III: Sammenhengende småhusbebyggelse industriområder eller skogsområder.

Terrengkategorifaktoren Kt: 0,22 Ruhetslengden Zo (m): 0,3 Zmin (m): 8 Vm (m/s): 26,53 Cr: 1,02

OVERGANGSONE

Terrengkategorikategori I: Kystnær, opprørt sjø. Åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker.

Terrengkategorifaktoren Kt: 0,17 Ruhetslengden Zo (m): 0,01 Zmin (m): 2 Vm (m/s): 35,53 Cr: 1,37

Avstand mot vindretning fra byggested til grense for terrengkategorierendring Xb (m): 2400

Overgangsfaktor Cs(Xb): 1,12 Vm(z) : 29,7(lign NA.4(901.2/3))

TOPOGRAFI: Ingen topografisk påvirkning.

Terrengformfaktor Co(z): 1 Turbulensfaktor Ki: 1

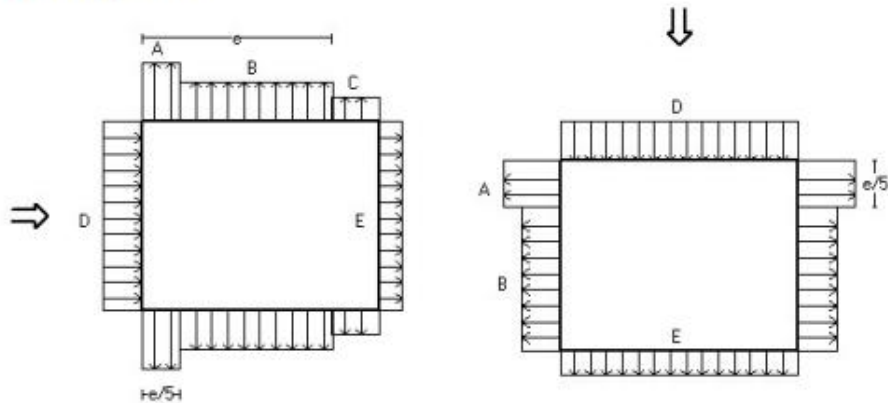
Vkast: 43,24 m/s

Qkast: 1,168 kN/m²

Tittel Kokstadflaten 4		Side 2	
Prosjekt Vindlast OS	Ordre	Sign	Dato 18-02-2021

3. Yttervegger

3.1 Utvendig vindlast



Vindretning 0 grader. $e=26100$ mm

Vindretning 90 grader. $e=32500$ mm

Vindinnfallsretning på 0 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,79	-0,49
Utvendig last (kN/m ²)	-1,40	-0,93	-0,58	0,93	-0,57
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10	-0,50	1,00	-0,49
Utvendig last (kN/m ²)	-1,64	-1,29	-0,58	1,17	-0,57
Utstrekning (mm)	5220	20880	6400	26100	26100

Vindinnfallsretning på 90 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80		0,80	-0,51
Utvendig last (kN/m ²)	-1,40	-0,93		0,93	-0,60
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10		1,00	-0,51
Utvendig last (kN/m ²)	-1,64	-1,29		1,17	-0,60
Utstrekning (mm)	6500	19600		32500	32500

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.

3.2 Innvendig vindlast

Bygning uten dominerende vindfasade

Beregn innvendig vindlast for $u=0.2$ overtrykk og $u=-0.3$ (undertrykk)

	Undertrykk	Overtrykk
Formfaktor	-0,30	0,20
Innvendig last (kN/m ²)	-0,35	0,23

Fase 1 Kokstadflaten 4		Side 3	
Prosjekt Vindlast OS	Ordre	Sign	Dato 18-02-2021

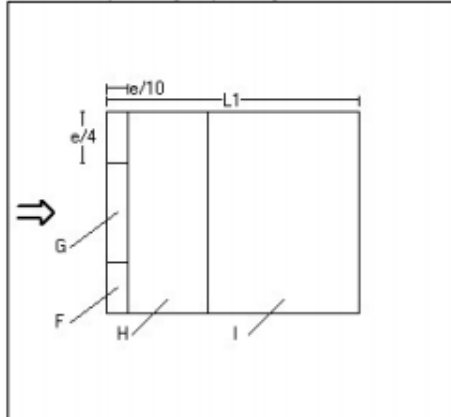
4 Overside av tak

Taktype: Flatt tak

L1=32500 mm L2=26100 mm

Cpe,10 Gjelder for hele bygget. (>=10m2)

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



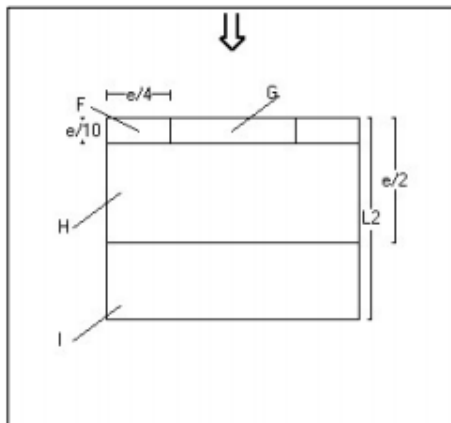
Utstrekning (mm)

e=26100

e/4=6525

e/10=2610

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.prosjeksjon (mm)
F	-1,80	-2,10	6525x2610
G	-1,20	-1,40	13050x2610
H	-0,70	-0,82	26100x10440
I	+/-0,20	+/-0,23	26100x19450



Utstrekning (mm)

e=32500

e/4=8125

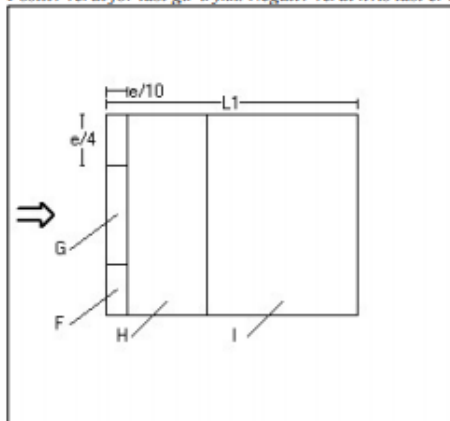
e/10=3250

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.prosjeksjon (mm)
F	-1,80	-2,10	8125x3250
G	-1,20	-1,40	16250x3250
H	-0,70	-0,82	32500x13000
I	+/-0,20	+/-0,23	32500x9850

Tittel Kokstadflaten 4		Side 4	
Prosjekt Vindlast OS	Ordre	Sign	Dato 18-02-2021

Taktype: Flatt tak
 $L1=32500$ mm $L2=26100$ mm

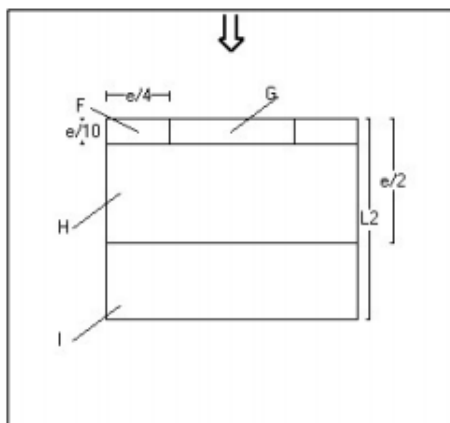
$C_{pe,1}$ Gjelder for en lokal flate på $1m^2$. Benyttes ved dimensjonering av limfuger, spikring, båndstål o.l.
 Interpoleringsformel for belastet areal A mellom 1 og $10 m^2$: $C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) * \log_{10} A$
 Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



Utstrekning (mm)

$e=26100$
 $e/4=6525$
 $e/10=2610$

	C _{pe,1}	Last (kN/m ²)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,50	-2,92	6525x2610
G	-2,00	-2,34	13050x2610
H	-1,20	-1,40	26100x10440
I	+/-0,20	+/-0,23	26100x19450



Utstrekning (mm)

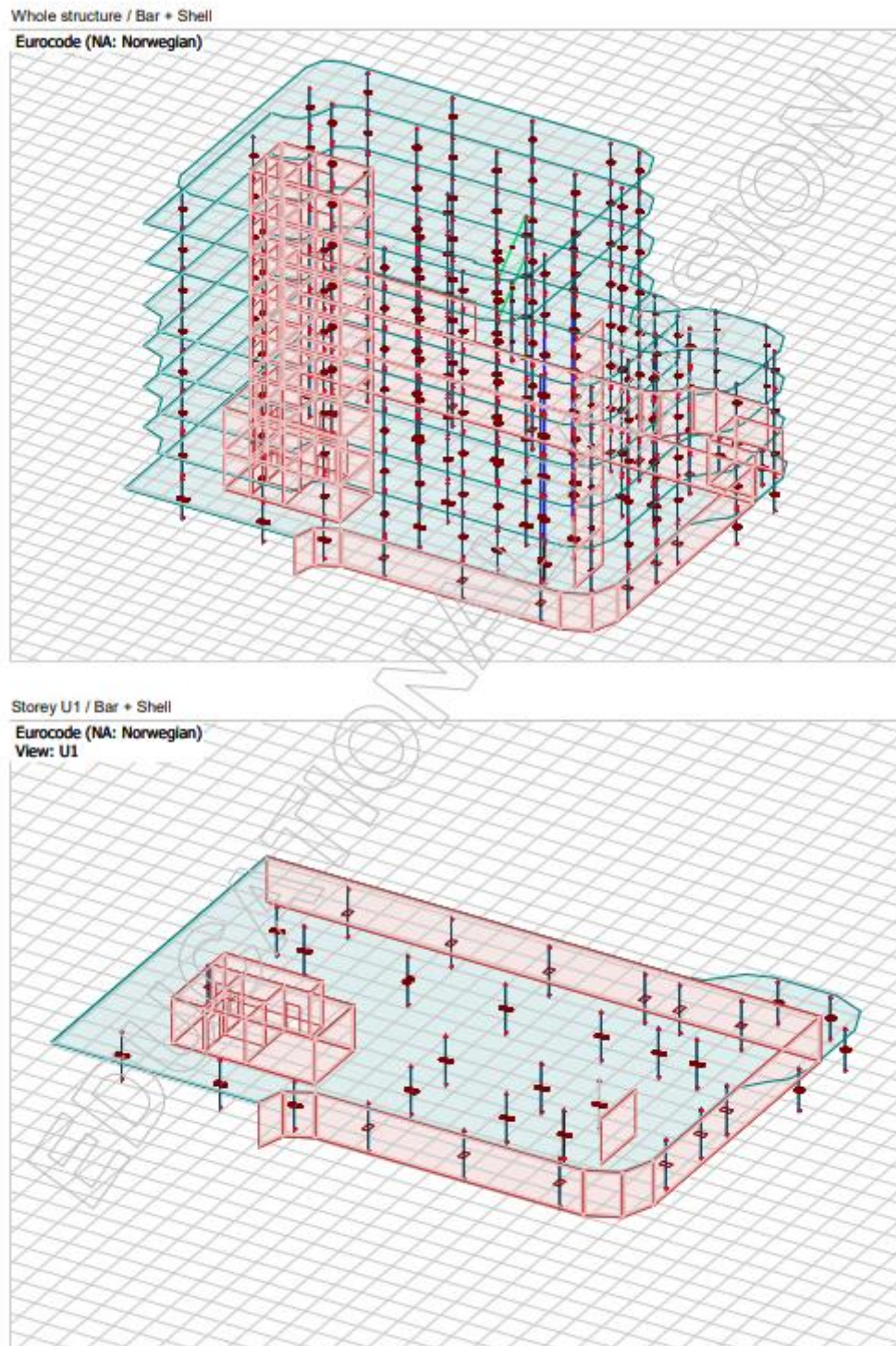
$e=32500$
 $e/4=8125$
 $e/10=3250$

	C _{pe,1}	Last (kN/m ²)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,50	-2,92	8125x3250
G	-2,00	-2,34	16250x3250
H	-1,20	-1,40	32500x13000
I	+/-0,20	+/-0,23	32500x9850

Vedlegg C – FEM-Design

C.1 FEM-modell

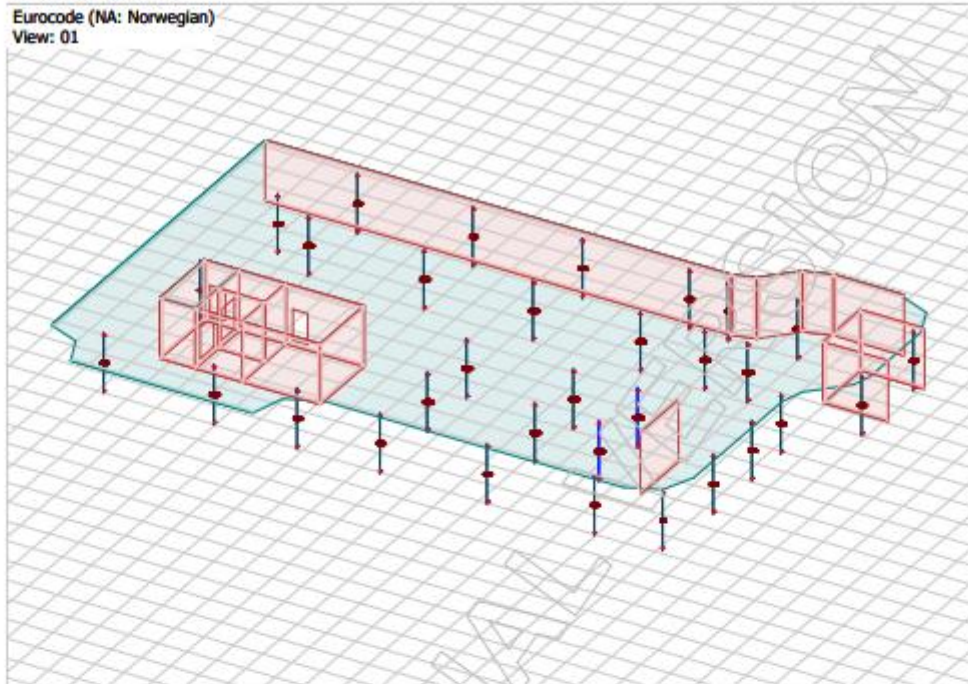
C.1.1 Modell



Storey 01 / Bar + Shell

Eurocode (NA: Norwegian)

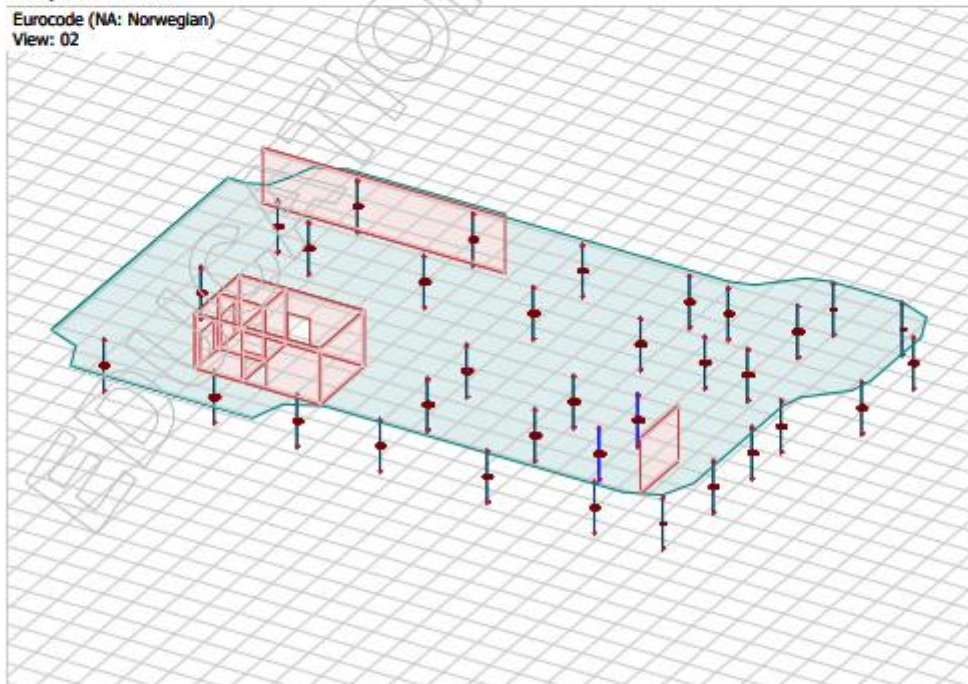
View: 01



Storey 02 / Bar + Shell

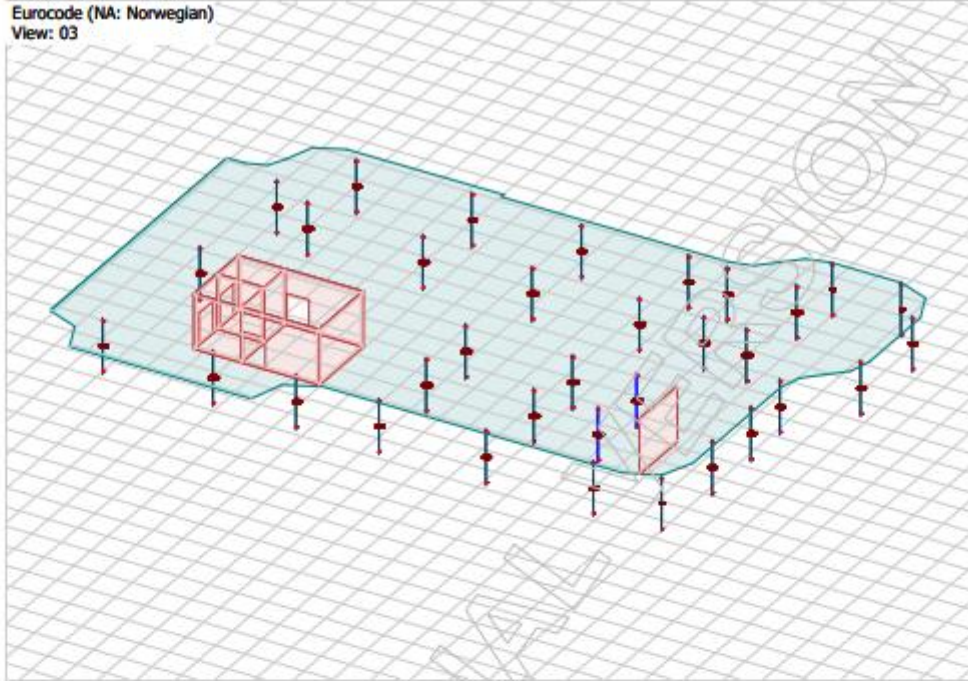
Eurocode (NA: Norwegian)

View: 02



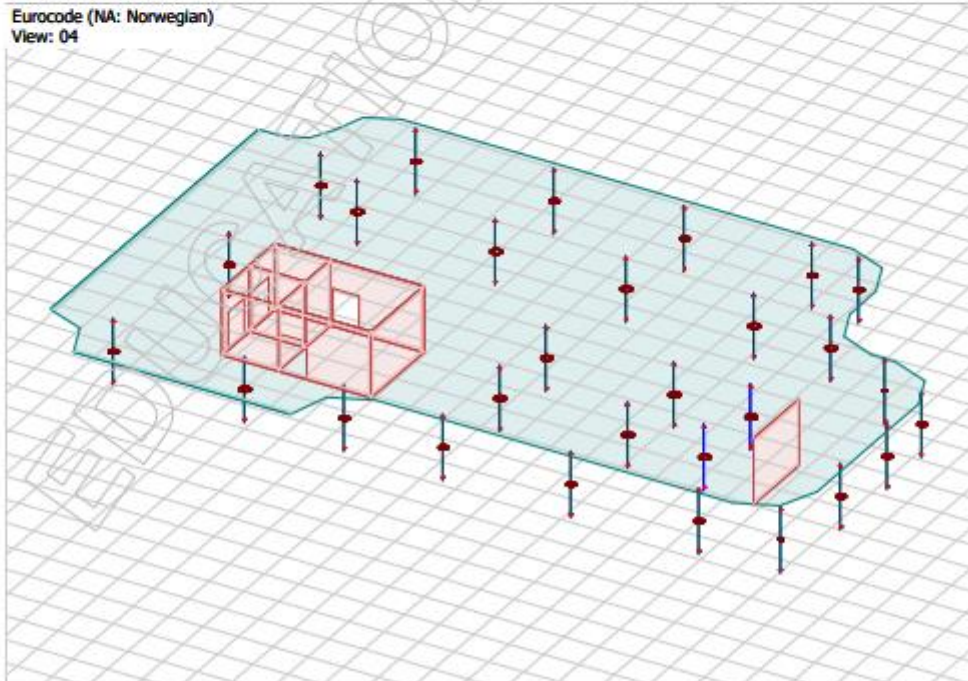
Storey 03 / Bar + Shell

Eurocode (NA: Norwegian)
View: 03

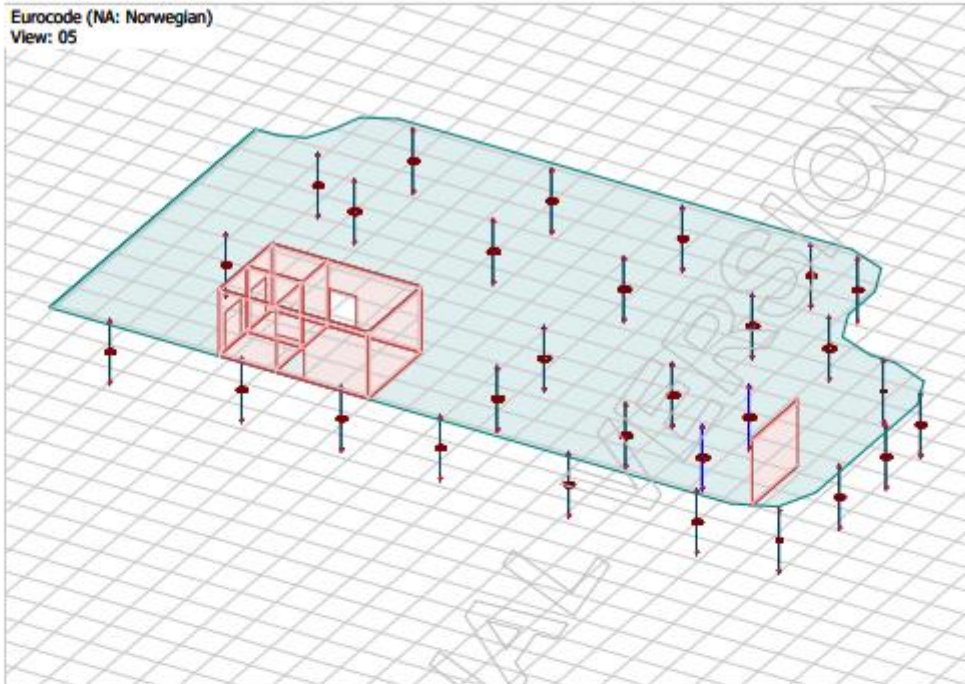


Storey 04 / Bar + Shell

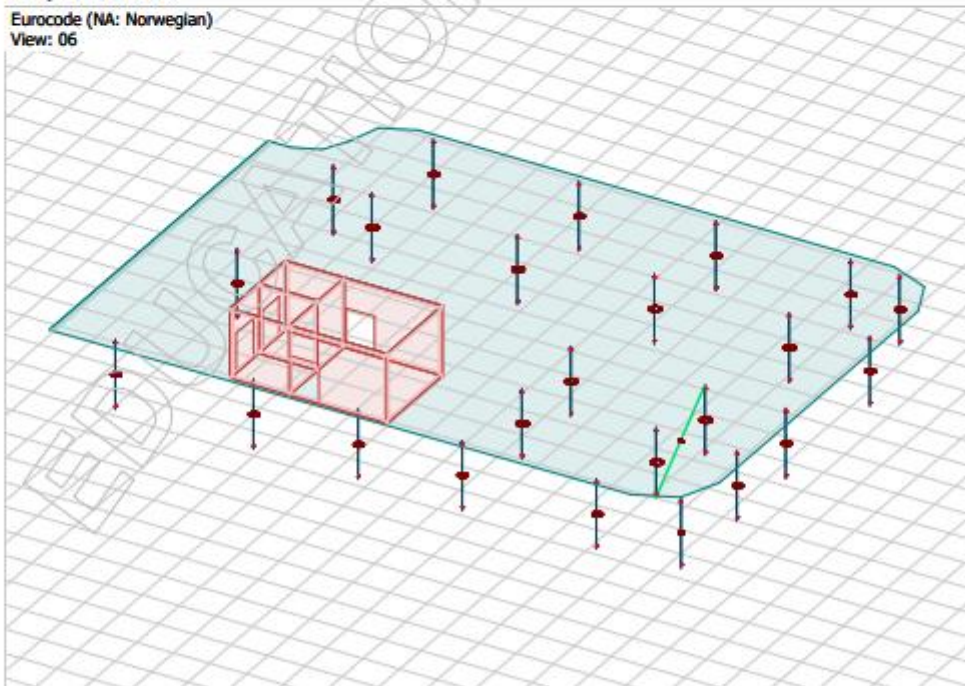
Eurocode (NA: Norwegian)
View: 04



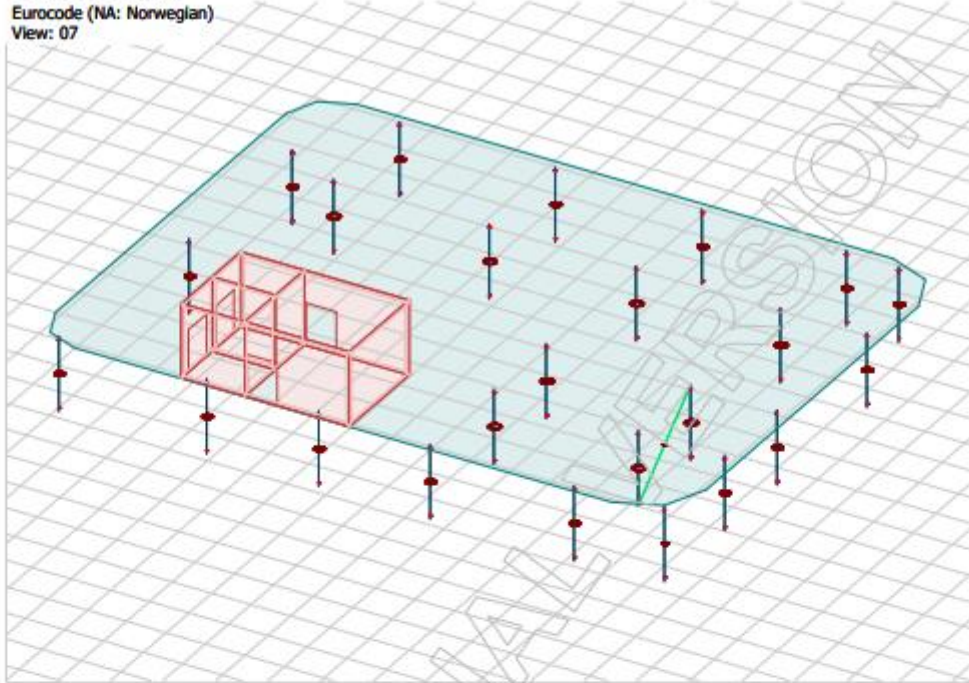
Storey 05 / Bar + Shell
Eurocode (NA: Norwegian)
View: 05

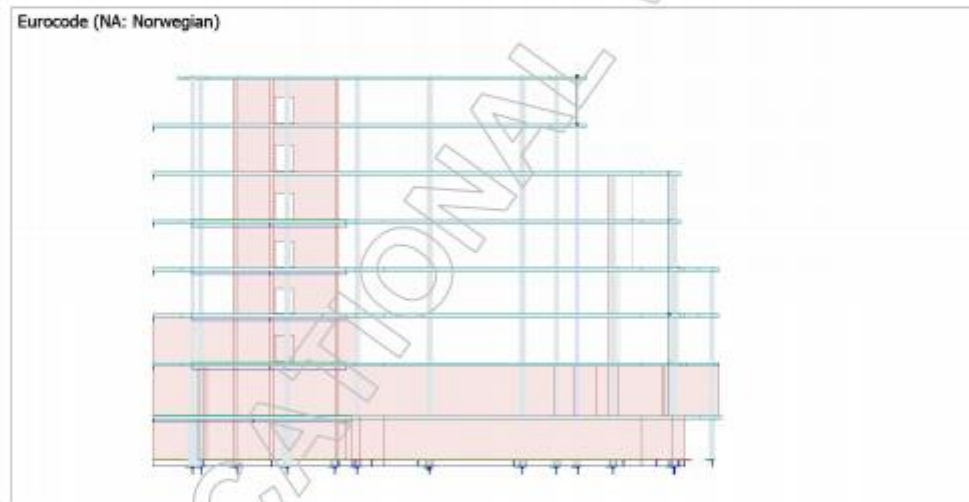
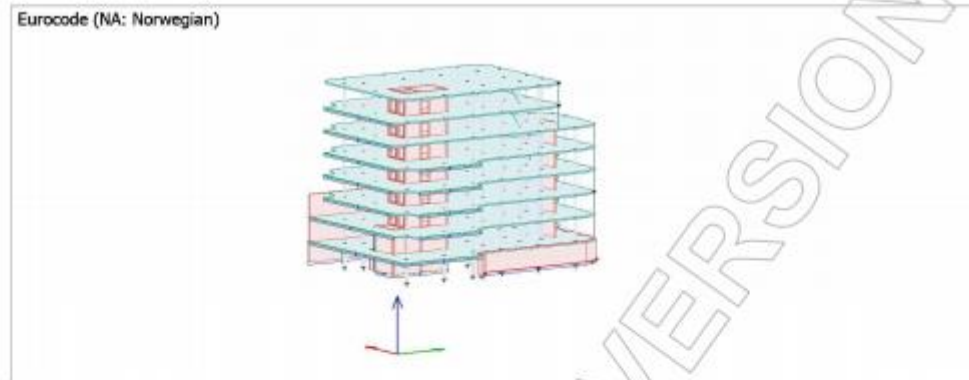


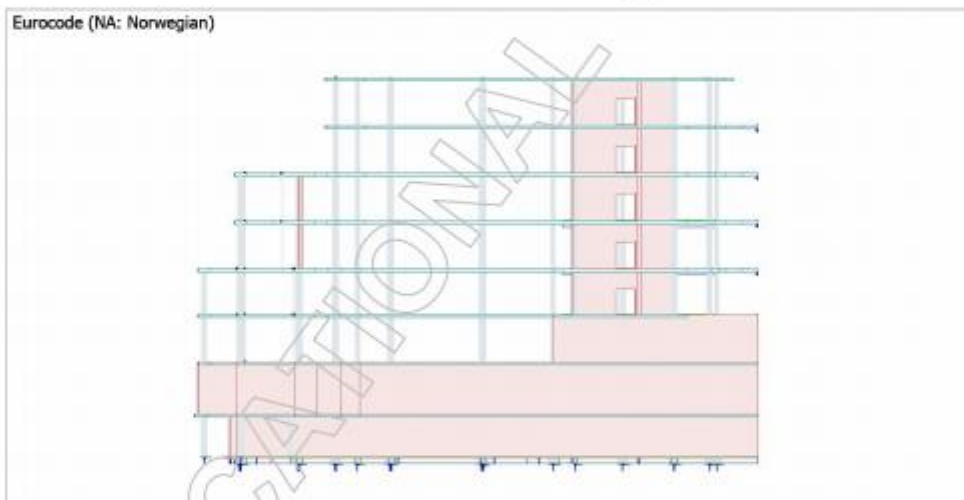
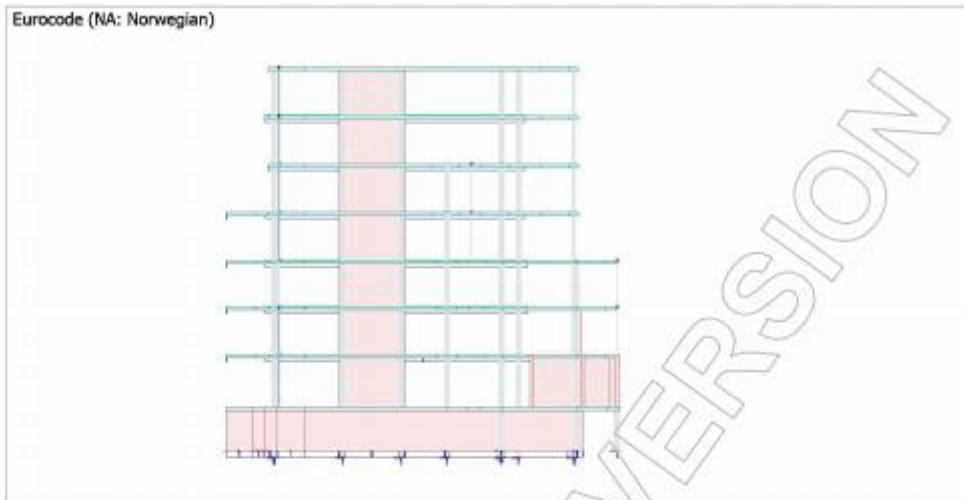
Storey 06 / Bar + Shell
Eurocode (NA: Norwegian)
View: 06



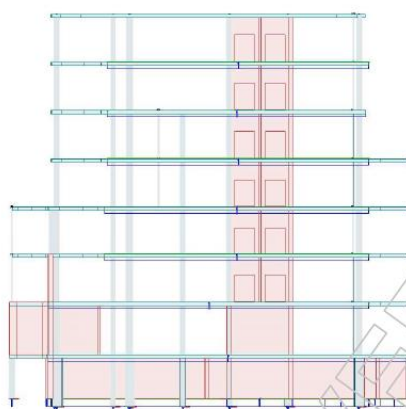
Storey 07 / Bar + Shell
Eurocode (NA: Norwegian)
View: 07



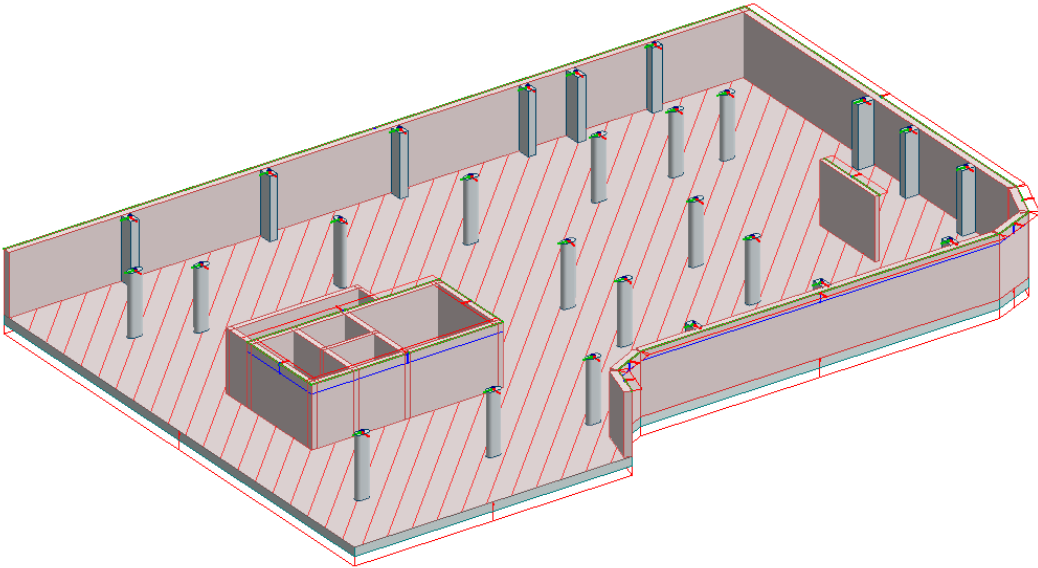




Eurocode (NA: Norwegian)



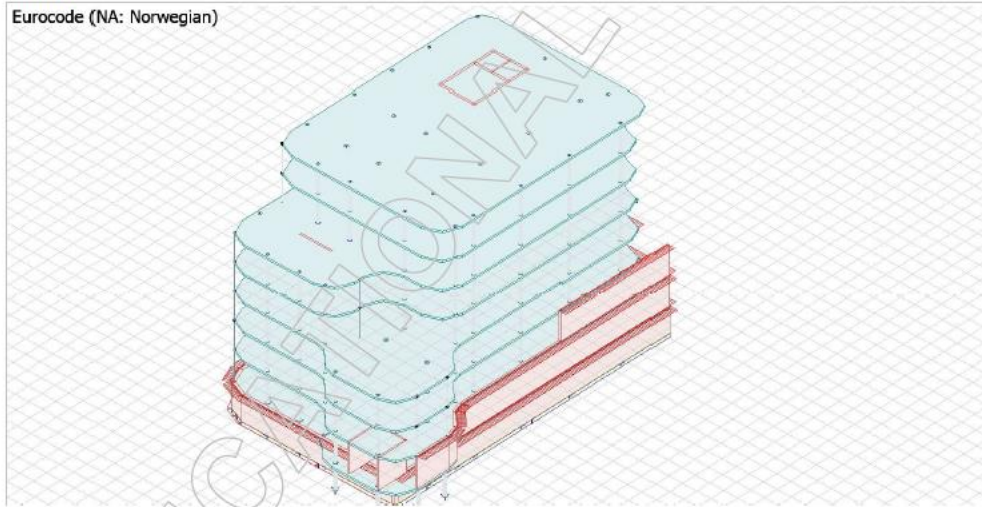
Bunnplate



C.1.2 Laster

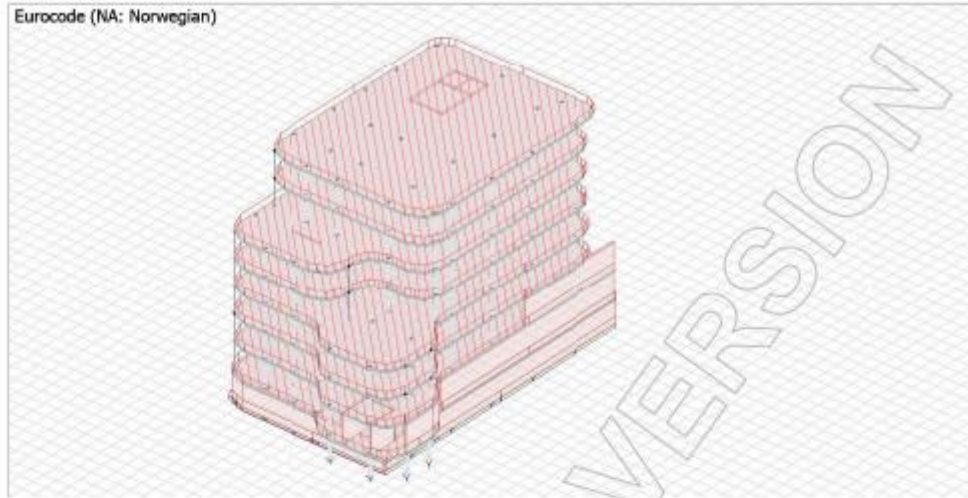
Jordtrykk

Eurocode (NA: Norwegian)



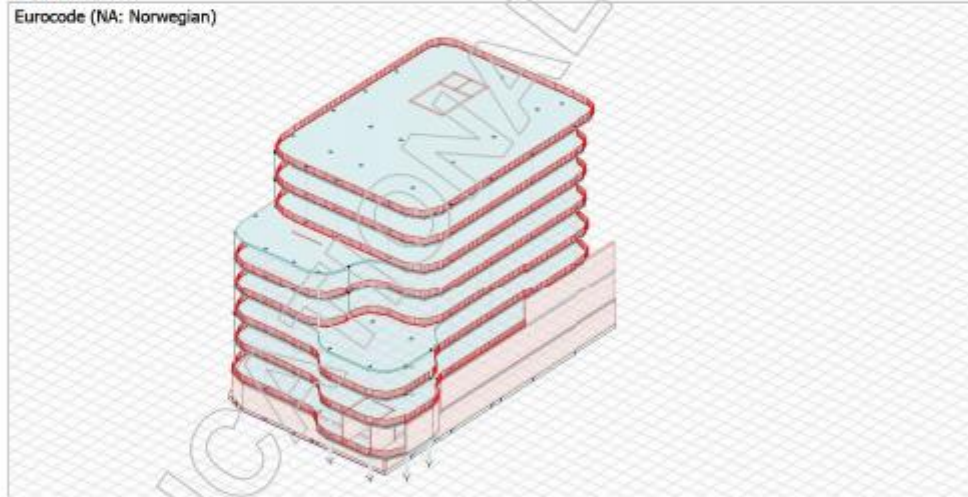
Påført egen

Eurocode (NA: Norwegian)



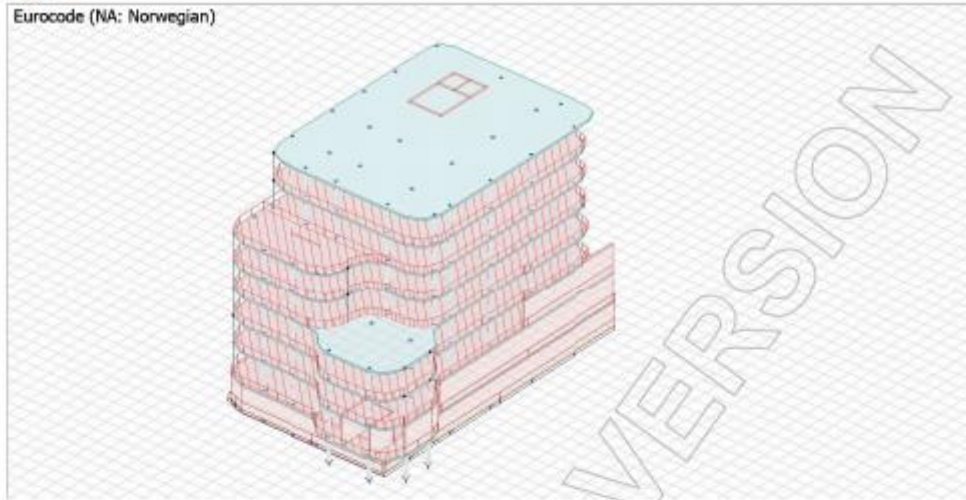
Egenlast fasade

Eurocode (NA: Norwegian)



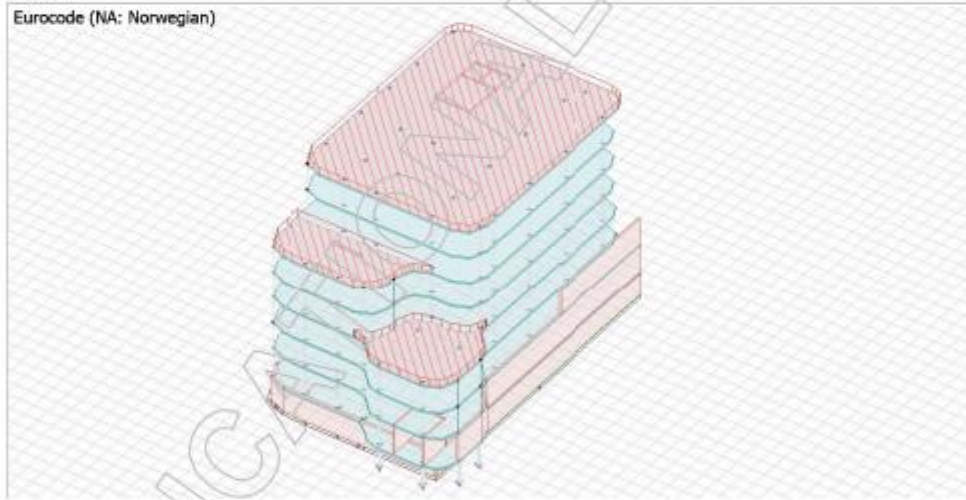
Nytte

Eurocode (NA; Norwegian)



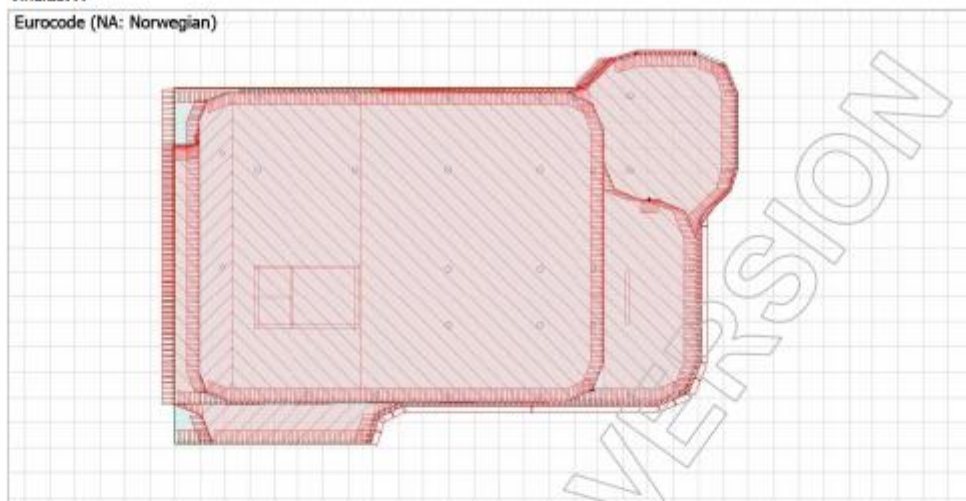
Snølast

Eurocode (NA; Norwegian)



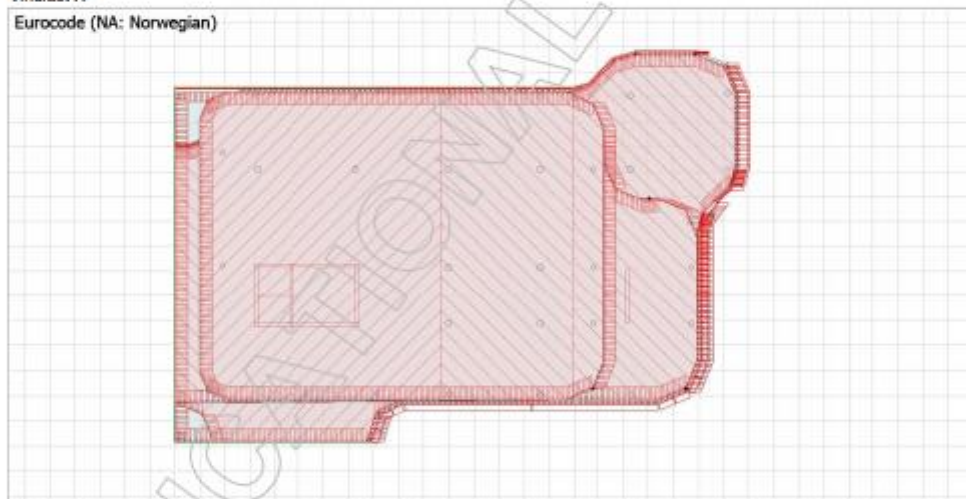
Vindlast X+

Eurocode (NA: Norwegian)



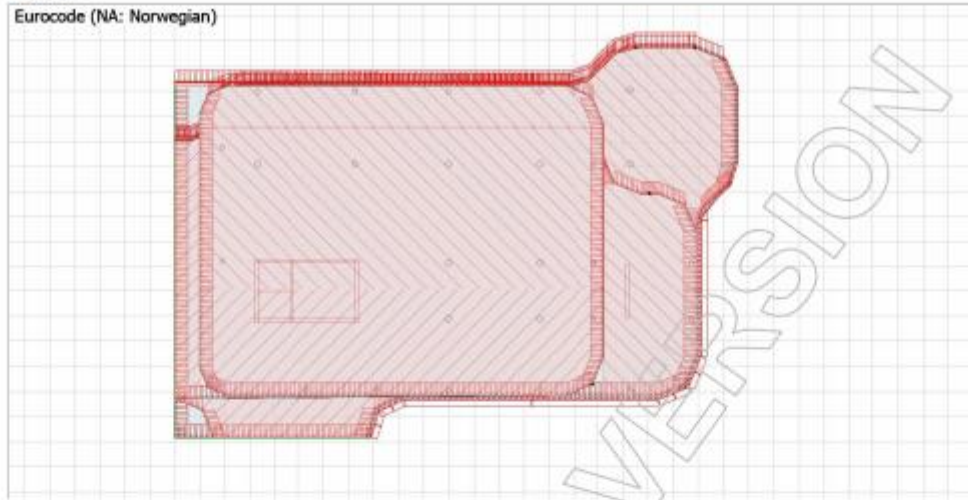
Vindlast X-

Eurocode (NA: Norwegian)



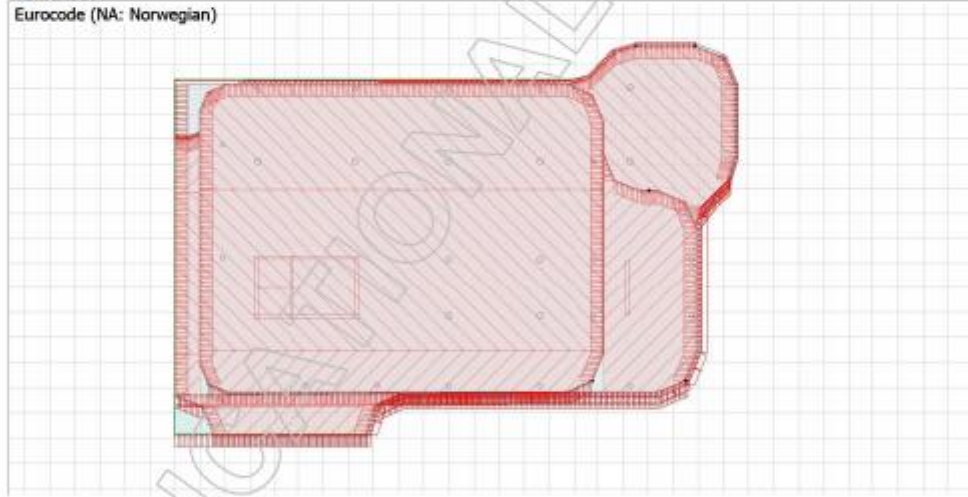
Vindlast Y-

Eurocode (NA: Norwegian)



Vindlast Y+

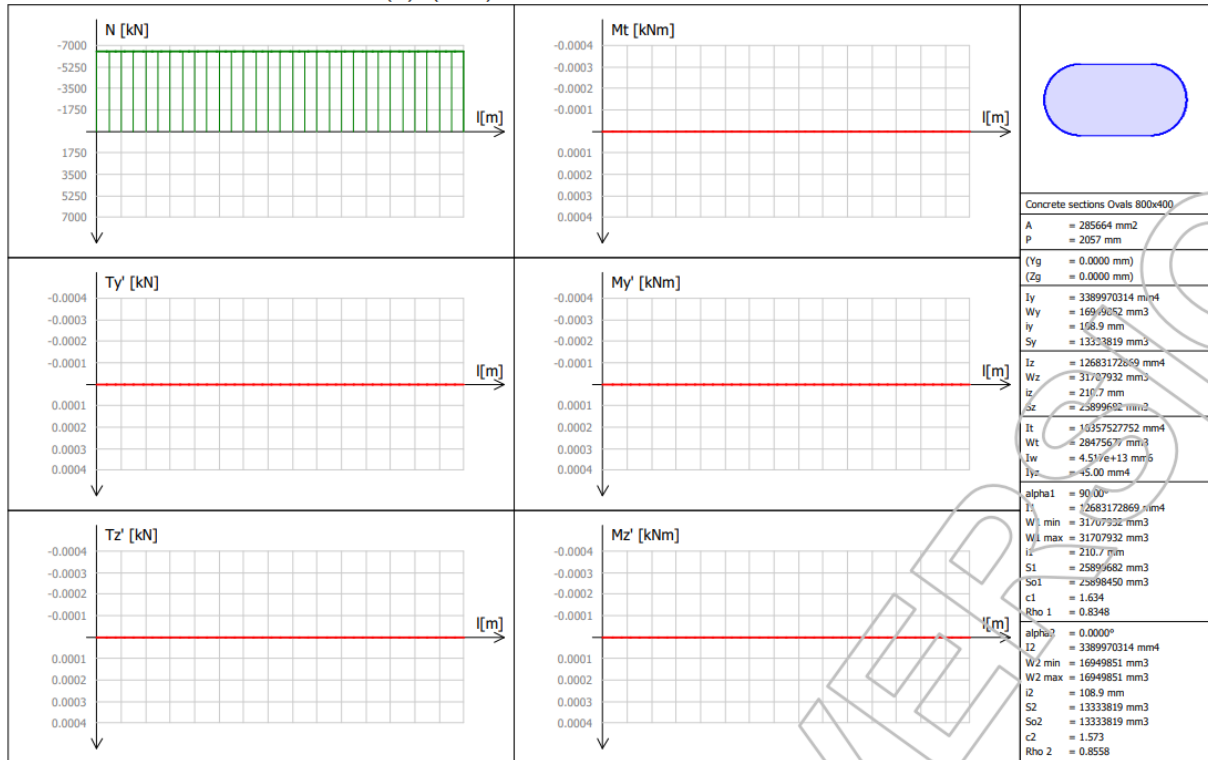
Eurocode (NA: Norwegian)



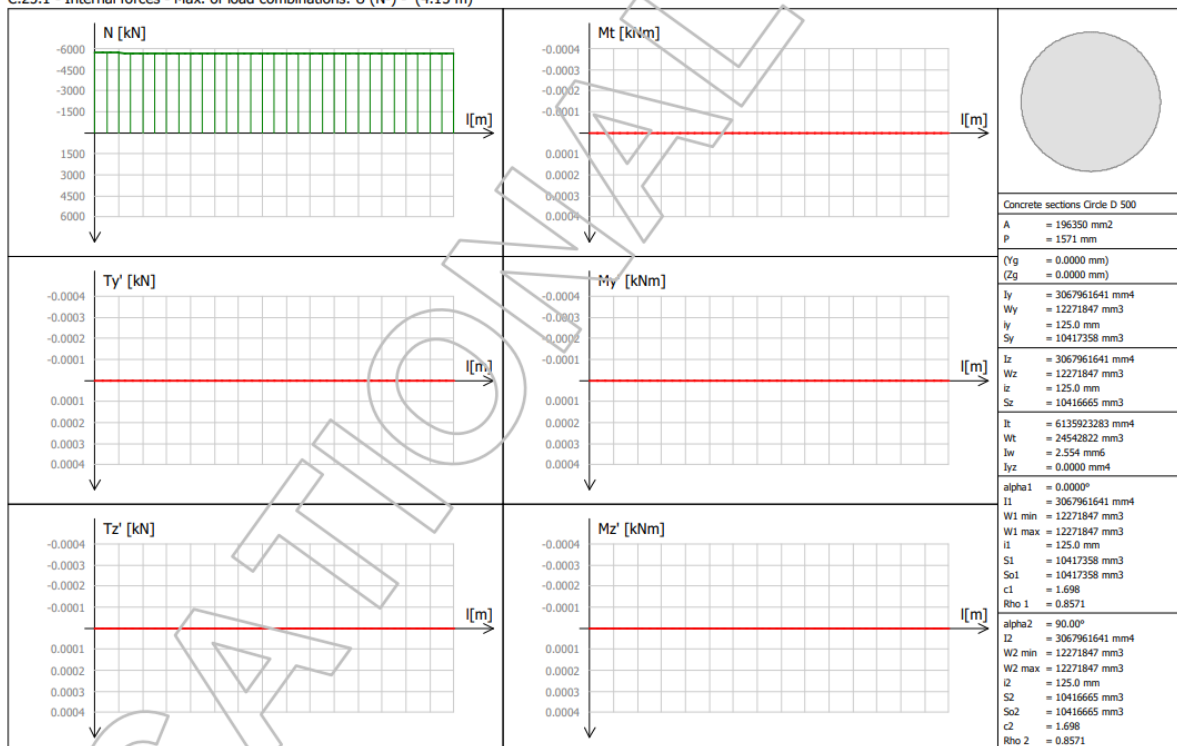
C.1.3 Resultat

C.1.3.1 Søyler

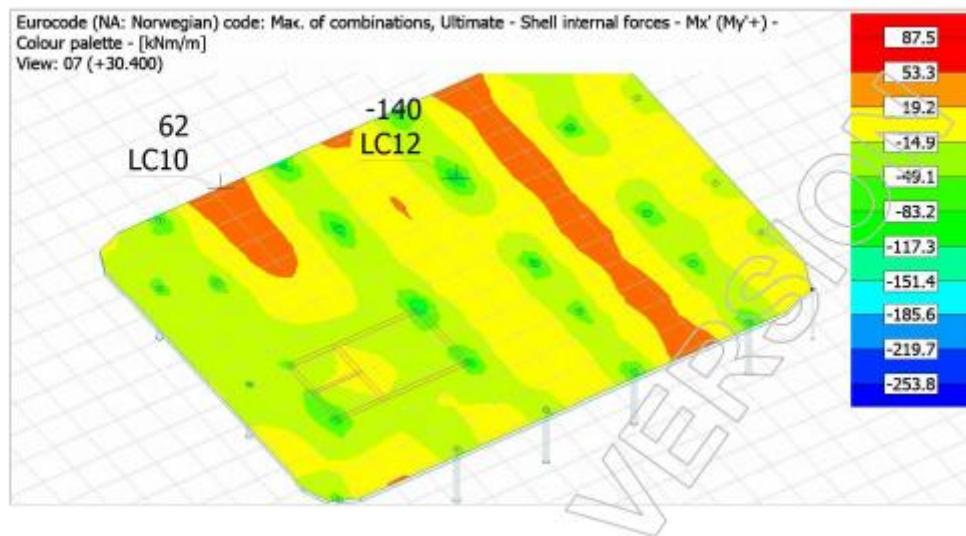
C.204.1 - Internal forces - Max. of load combinations: U (N-) - (4.00 m)



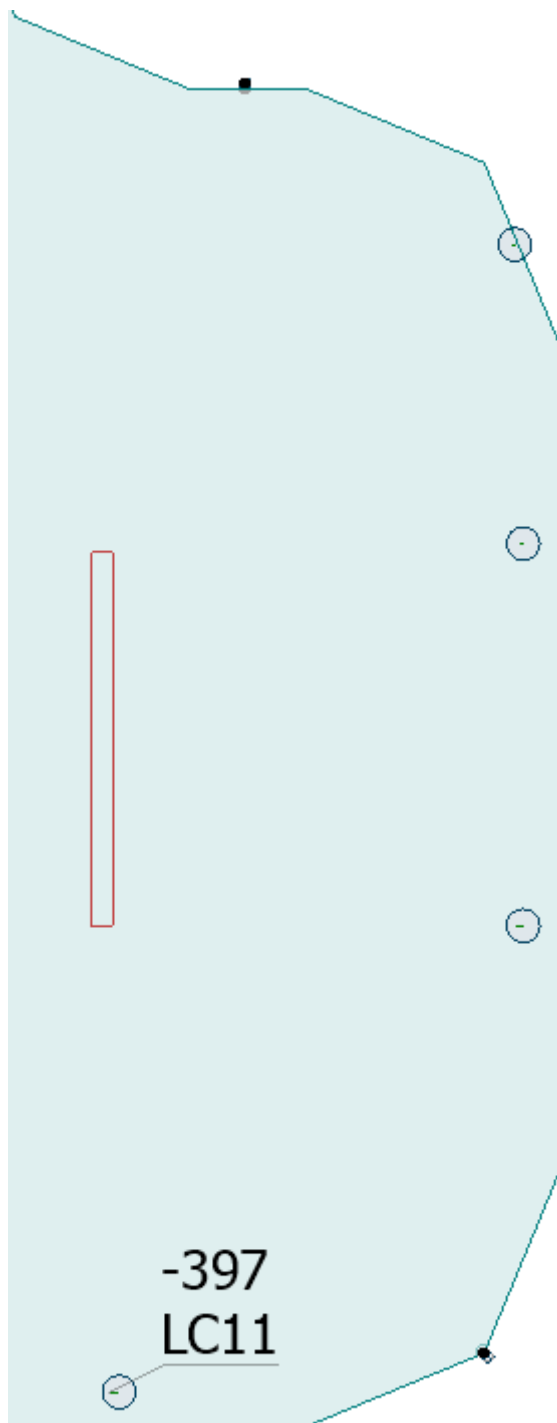
C.25.1 - Internal forces - Max. of load combinations: U (N-) - (4.15 m)



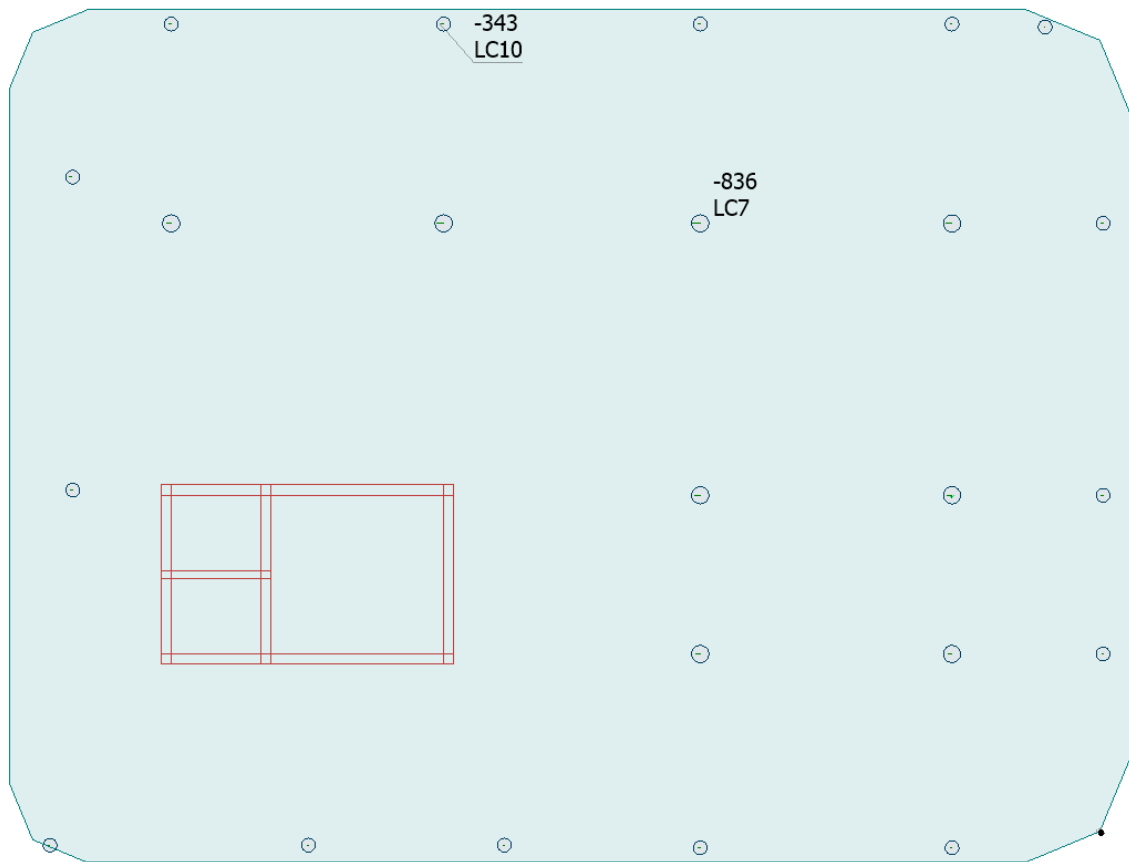
C.1.3.2 Tak



C.1.3.3 Kraft i kantsøyle terrasse

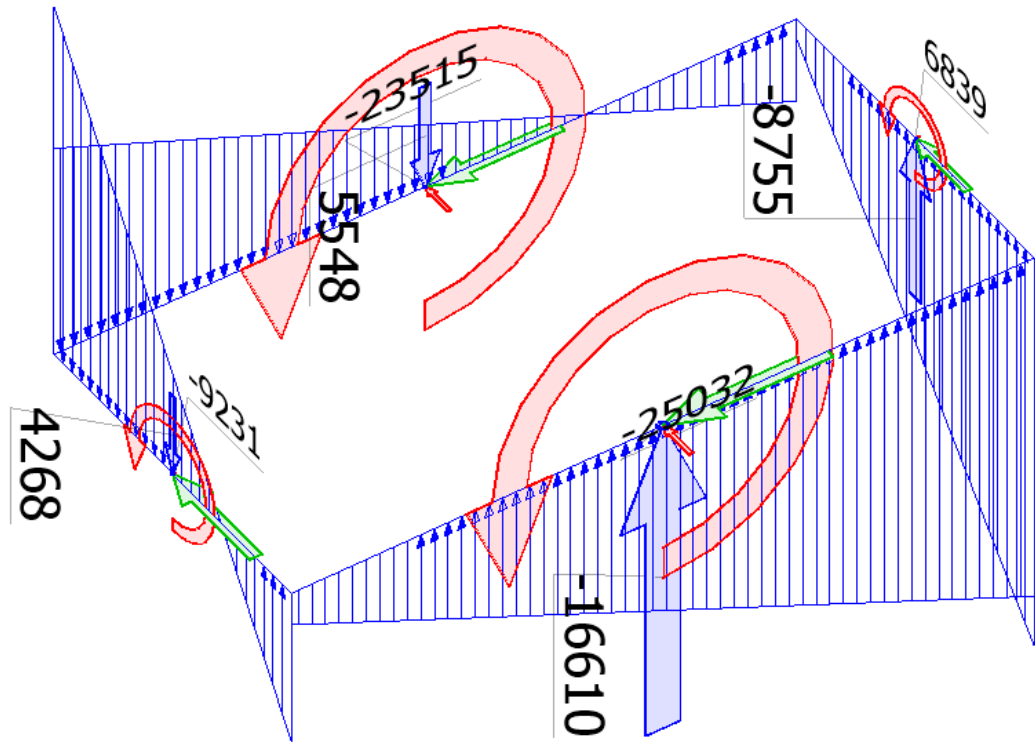


C.1.3.4 Krefter i søyler på tak



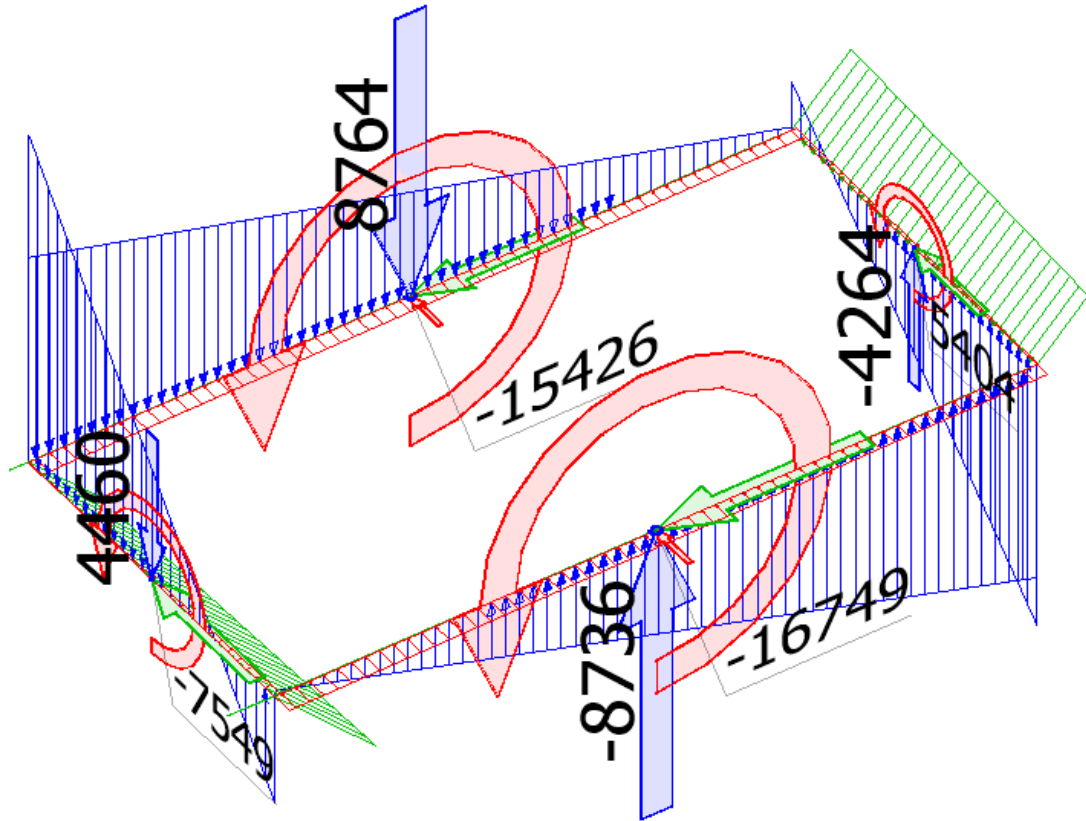
C.1.3.5 Krefter i heissjakt bruddgrense

Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - Stabilitet X retning - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m²]
View: Foundation (0.000)

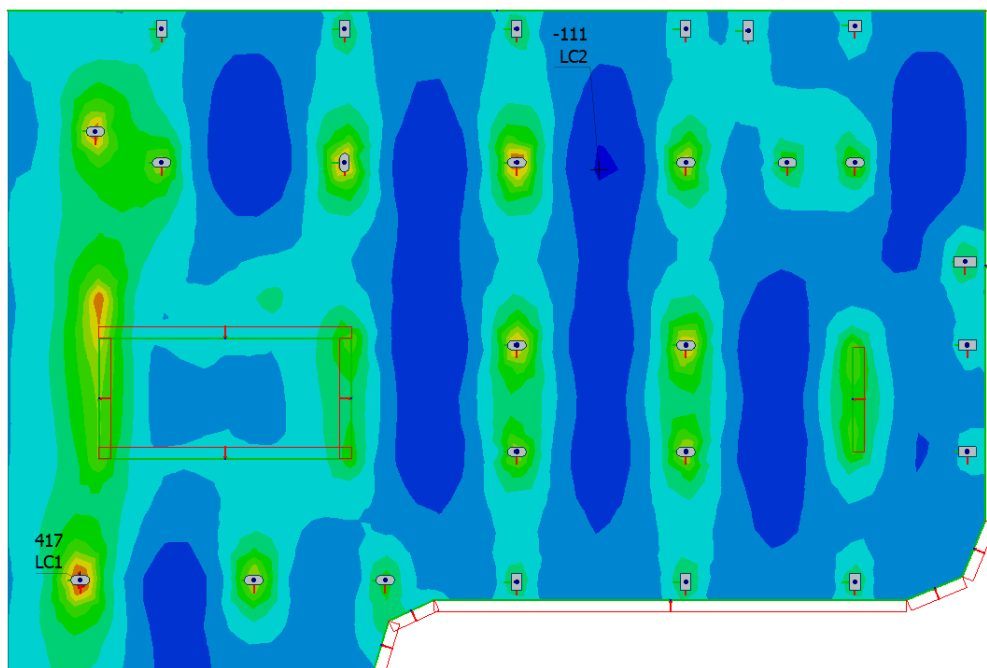


C.1.3.6 Krefter i heissjakt karakteristisk

Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - Stabilitet X uten egenvekt, bruks - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m²]
View: Foundation (0.000)



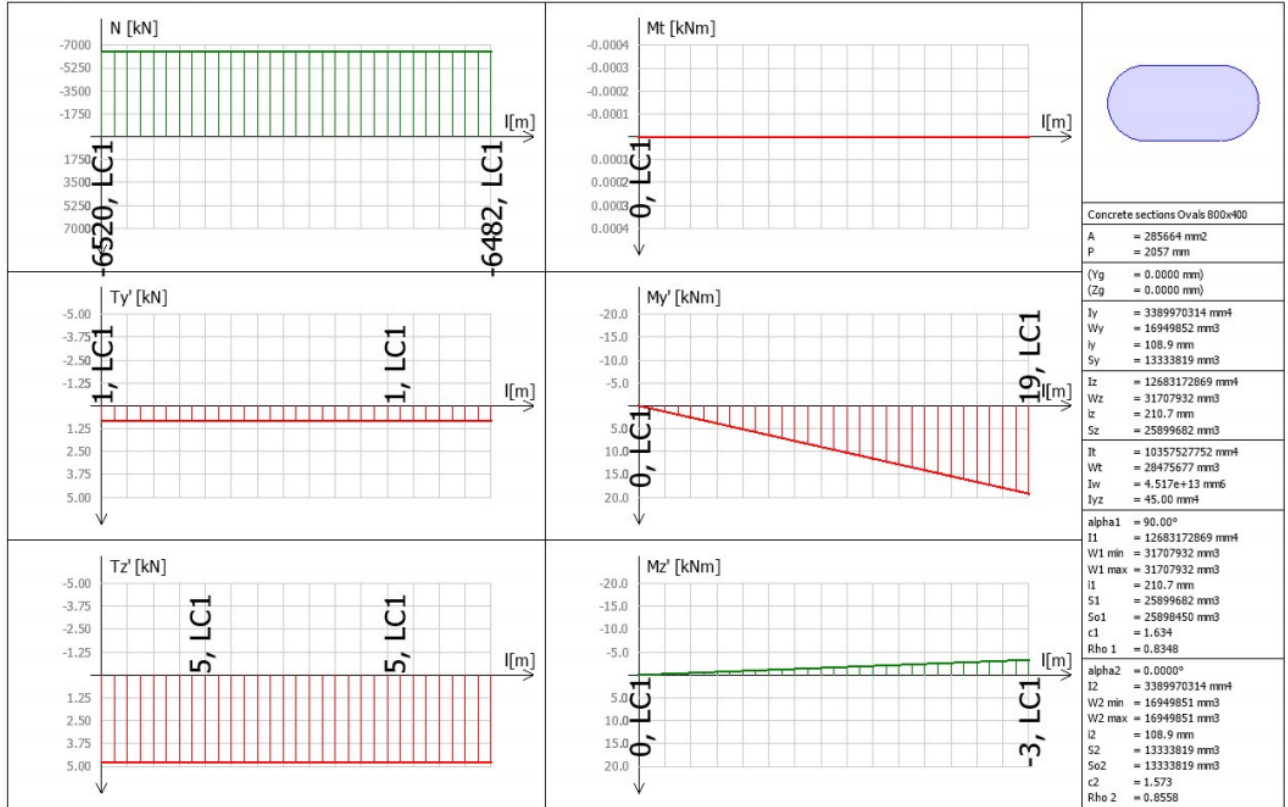
C.1.3.7 Dimensjonerende moment i bunnplaten



C.2 Kontrollberegninger

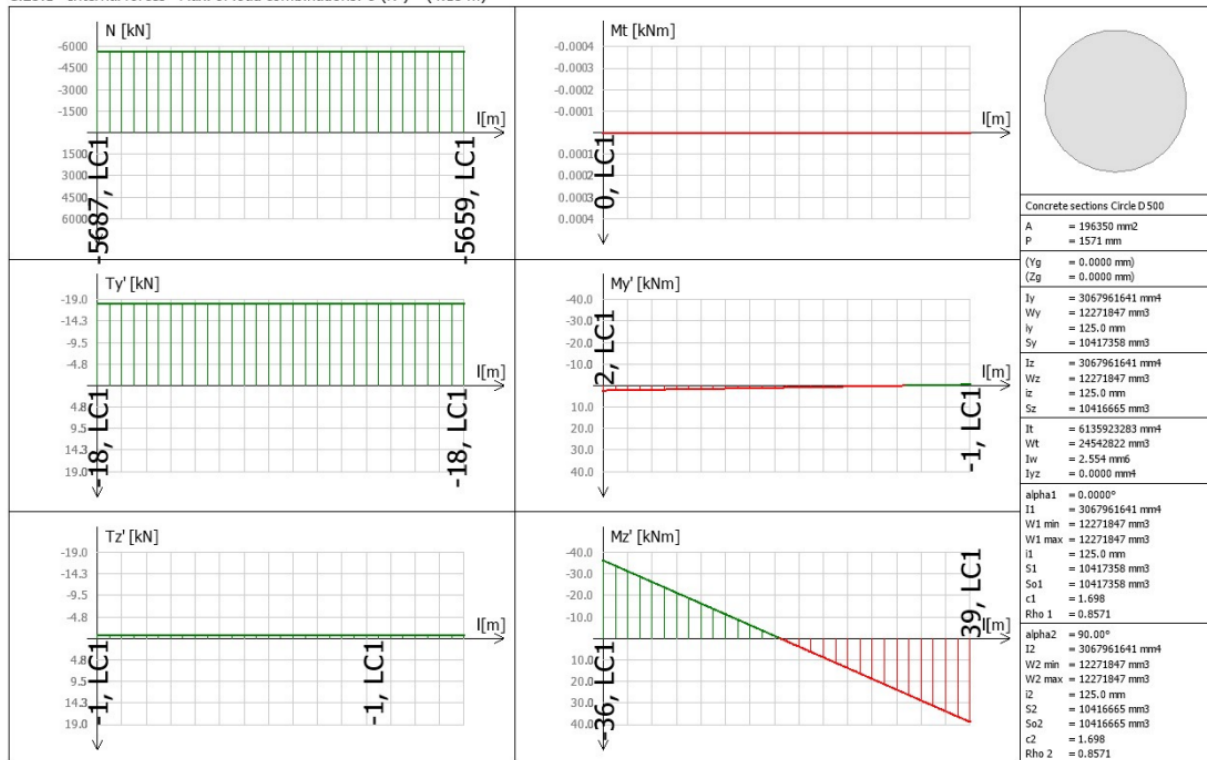
C.2.1 Kontroll fast innspent oval søyle

C.204.1 - Internal forces - Max. of load combinations: U (N-) - (4.00 m)

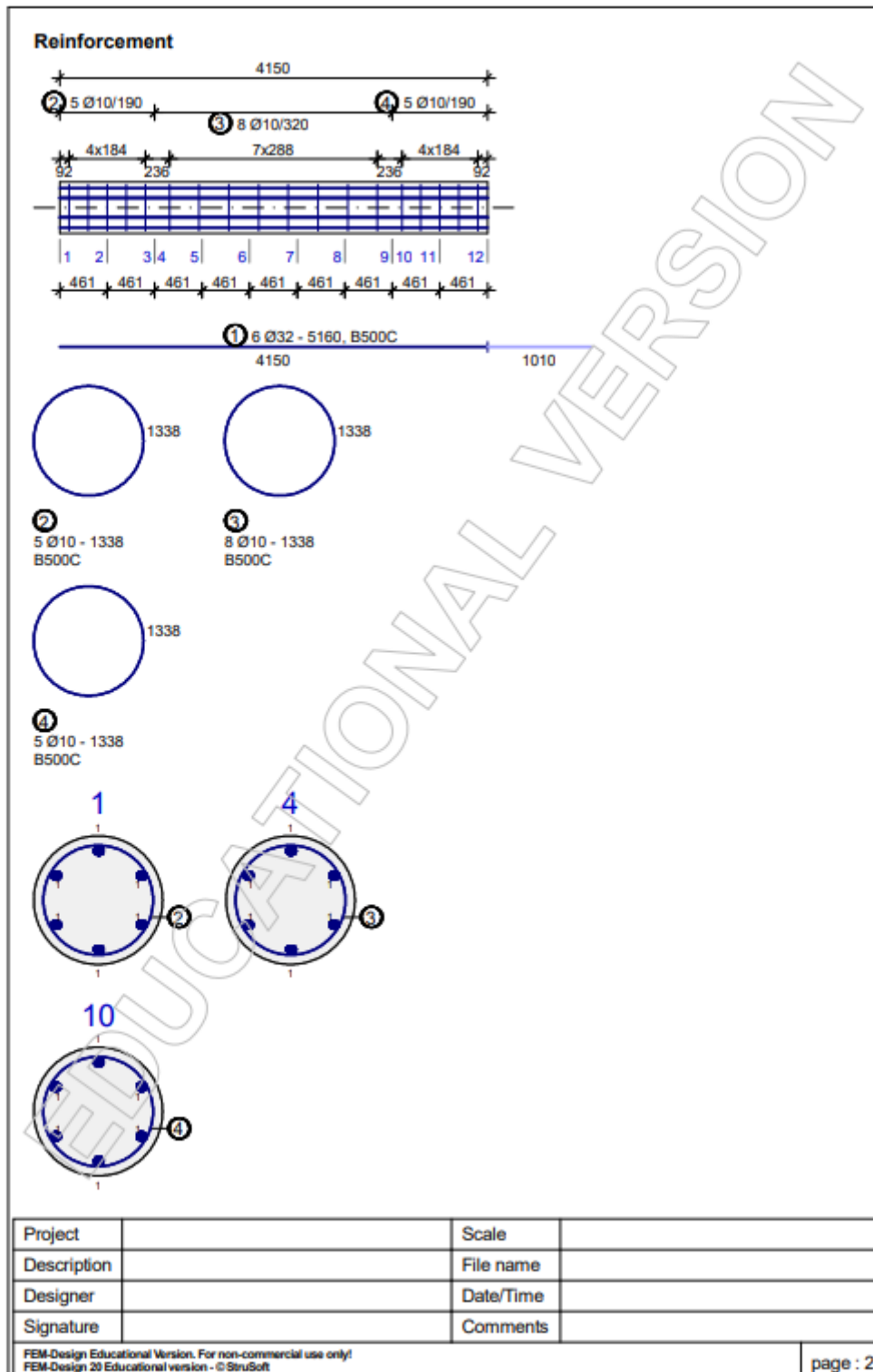


C.2.2 Kontroll fast innspent sirkulær søyle

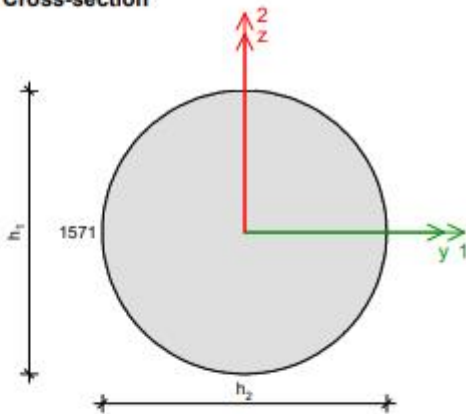
C.25.1 - Internal forces - Max. of load combinations: U (N-) - (4.15 m)



C.2.3 Kontroll dimensjonering sirkulær søyle



Cross-section

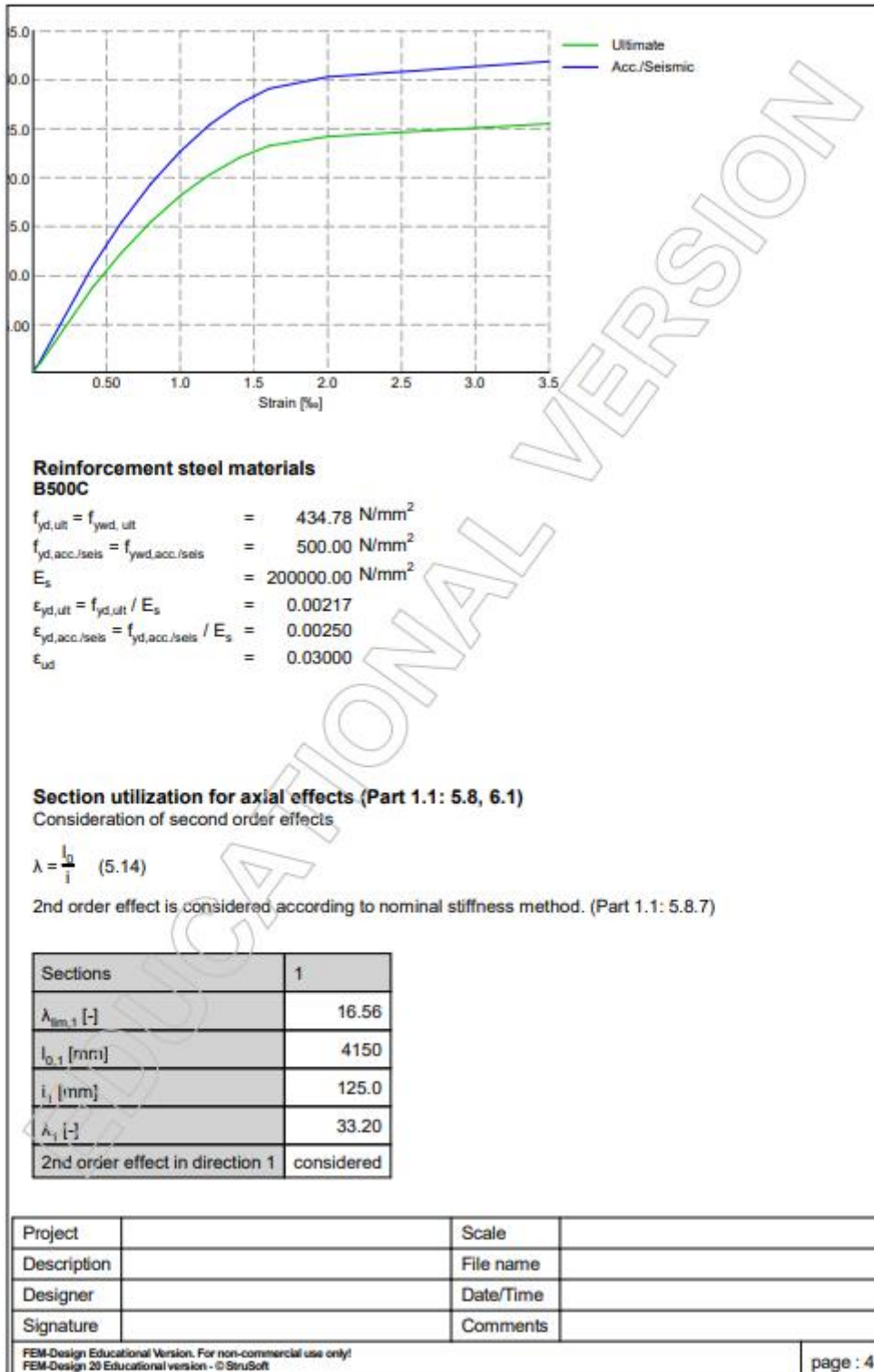


- $h_1 = 500 \text{ mm}$
- $h_2 = 500 \text{ mm}$
- $A_c = 196350 \text{ mm}^2$
- $I_{cy} = 3067961641 \text{ mm}^4$
- $I_{cz} = 3067961641 \text{ mm}^4$
- $I_{cy} = 3067961641 \text{ mm}^4$
- $I_{cz} = 3067961641 \text{ mm}^4$

Concrete material C45/55

$f_{ck} = 45.00 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_{s,acc./seis} = 1.00$
$f_{ctm} = 3.80 \text{ N/mm}^2$	$\psi_{ef} = 0.00$
$f_{ctk,0.05} = 2.70 \text{ N/mm}^2$	$f_{td,ult} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_{c,ult} = 25.50 \text{ N/mm}^2$
$E_{cm} = 36000.00 \text{ N/mm}^2$	$f_{td,acc./seis} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_{c,acc./seis} = 31.88 \text{ N/mm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	$f_{ctd,ult} = \alpha_{ct} f_{ctk} / \gamma_{c,ult} = 1.53 \text{ N/mm}^2$
$\alpha_{ct} = 0.85$	$f_{td,acc./seis} = \alpha_{ct} f_{ctk} / \gamma_{c,acc./seis} = 1.91 \text{ N/mm}^2$
$\gamma_{c,ult} = 1.50$	$E_{ed} = E_{cm} / \gamma_{CE} = 30000.00 \text{ N/mm}^2$
$\gamma_{c,acc./seis} = 1.20$	$\epsilon_{c2} = 0.00200 \text{ (Table 3.1)}$
$\gamma_{CE} = 1.20$	$\epsilon_{cu2} = 0.00350 \text{ (Table 3.1)}$
$\gamma_{s,ult} = 1.15$	$\cot(\theta) = 1.25 \text{ (Eq. 6.8)}$

Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	
<small>FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only! FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft</small>			page : 3



Sections	1
$\lambda_{lim,2}$ [-]	16.56
$l_{0,2}$ [mm]	4150
i_2 [mm]	125.0
λ_2 [-]	33.20
2nd order effect in direction 2	considered

$$n = N_{Ed} / (A_c f_{cd})$$

$$k_1 = \sqrt{f_{ck} / 20} \quad (5.23)$$

$$k_2 = \min\left(n \frac{\lambda}{170}, 0.20\right) \quad (5.24)$$

$$K_c = k_1 \cdot k_2 / (1 + \varphi_{eff}) \quad (5.22)$$

$$K_s = 1.00 \quad (5.22)$$

$$EI = K_c E_{cd} I_c + K_s E_s I_s \quad (5.21)$$

$$N_B = \frac{\pi^2 EI}{l_0^2} \quad (5.17)$$

$$M_{0Ed} = M_{Ed} + s_{imperfect} N_{Ed} \frac{l_0}{400} \quad (5.17)$$

$$M_{Ed}^{II} = \frac{M_{0Ed}}{1 - |N_{Ed}| / N_B} \quad (5.30)$$

$$e_{min,1} = \max(20 \text{ mm}, h_1 / 30) = \max(20 \text{ mm}, h_1 / 30) = 20 \text{ mm} \quad (6.1(4))$$

$$e_{min,2} = \max(20 \text{ mm}, h_2 / 30) = \max(20 \text{ mm}, h_2 / 30) = 20 \text{ mm} \quad (6.1(4))$$

$$|M_{Ed}^I| \leq |N_{Ed} e_{min}| \rightarrow M_{Ed} = s_{Minimal} N_{Ed} e_{min}$$

$$|M_{Ed}^I| > |N_{Ed} e_{min}| \rightarrow M_{Ed} = M_{Ed}^{II}$$

Sections	1
Member	C.25.1
LC	LC4ULS
N_{Ed} [kN]	-5670.19
n [-]	1.13
k_1 [-]	1.50
$k_{2,1}$ [-]	0.20
$K_{c,1}$ [-]	0.30

Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	
<small>FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only! FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft</small>			page : 5

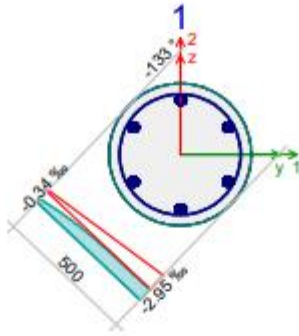
Sections	1
$(E_s I_s)_1$ [Nmm ²]	1.7789e+13
$(EI)_1$ [Nmm ²]	4.5400e+13
$N_{B,1}$ [kN]	26017.32
$M_{Ed,1}^1$ [kNm]	5.48
s_1 Imperfection [-]	1.00
s_1 Second order [-]	1.00
s_1 Minimal [-]	1.00
$M_{0Ed,1}$ [kNm]	-53.34
$M_{Ed,1}^0$ [kNm]	-68.21
$M_{Ed,1}$ [kNm]	-113.40
$k_{2,2}$ [-]	0.20
$K_{c,2}$ [-]	0.30
$(E_s I_s)_2$ [Nmm ²]	1.7789e+13
$(EI)_2$ [N mm ²]	4.5400e+13
$N_{B,2}$ [kN]	26017.32
$M_{Ed,2}^1$ [kNm]	-35.04
s_2 Imperfection [-]	1.00
s_2 Second order [-]	1.00
s_2 Minimal [-]	1.00
$M_{0Ed,2}$ [kNm]	-93.87
$M_{Ed,2}^0$ [kNm]	-120.02
$M_{Ed,2}$ [kNm]	-120.02

Stresses and strains (Part 1.1: 6.1(2), 6.1(8), 3.1.7)

$$\epsilon_{steel,lim} = \epsilon_{ud}$$

Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	
<small>FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only! FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft</small>			page : 6

Ultimate limit state



Sections	1
Member	C.25.1
LC	LC4ULS
ϵ_{steel} [-]	0.00262
$\epsilon_{steel,lim}$ [-]	0.03000
$(\epsilon_{steel}/\epsilon_{steel,lim})_{max}$ [-]	0.09
$\epsilon_{c,max}$ [-]	-0.00295
$\epsilon_{c,comp}$ [-]	-0.00183
$\max(\epsilon_{c,max}/\epsilon_{cu2}, \epsilon_{c,comp}/\epsilon_{c2})$ [-]	0.91

Section utilization

Ultimate internal forces: $N_{ult} = v N_{Ed}$; $M_{ult,1} = v M_{Ed,1}$; $M_{ult,2} = v M_{Ed,2}$

Utilization: 1 / v

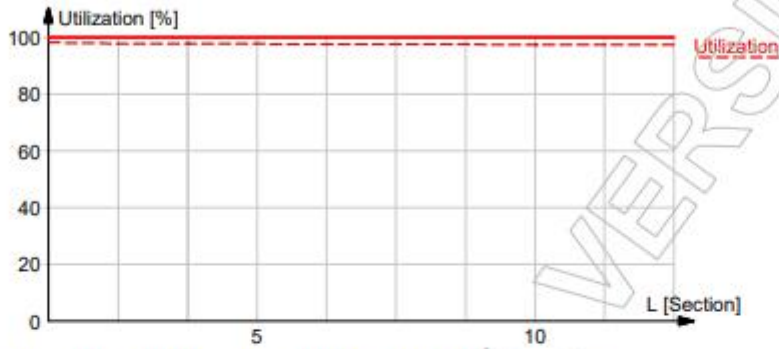
Sections	1
Member	C.25.1
LC	LC4ULS
N_{Ed} [kN]	-5670.19
$M_{Ed,1}$ [kNm]	-113.40

Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	

FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only!
FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft

page : 7

Sections	1
$M_{Ed,z}$ [kNm]	-120.02
Utilization [%]	98



Stirrup utilization for shear and torsion (Part 1.1: 6.2, 6.3)

$C_{Rd,c}$ = is calculated according to National Annex.

k_1 = is calculated according to National Annex.

$$\sigma_{cp} = \min\left(\frac{N_{Ed}}{A_c}, 0.2 f_{cd}\right)$$

$$k = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}, 2.0\right)$$

$$\rho_1 = \min\left(\frac{A_{st}}{b_w d}, 0.02\right)$$

v_{min} = is calculated according to National Annex.

$$V_{Rd,c} = \max\left[C_{Rd,c} k \left(100 \rho_1 f_{ck}\right)^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}\right] b_w d, \left(v_{min} + k_1 \sigma_{cp}\right) b_w d \quad (6.2.a, 6.2.b)$$

$$V_{Rd,s} = \max\left(\frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot(\theta), V_{Rd,c}\right) \quad (6.8)$$

$$T_{Rd,c} = 2 f_{td} t_{ef} A_k \quad (6.26)$$

$$T_{Rd,s} = \max\left(2 \frac{A_{sw, min}}{s} f_{ywd} A_k, T_{Rd,c}\right) \quad (6.8, 6.26, 6.27)$$

$$\text{Utilization: } \max\left(\frac{V_{Ed,y} + (T_{Ed} / A_k) d_y}{V_{Rd,s,y}}, \frac{V_{Ed,z} + (T_{Ed} / A_k) d_z}{V_{Rd,s,z}}\right)$$

If the stirrups are not correct by the detailing rules, the utilization is 1000%. (9.2.2 or 9.5.3)

Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	

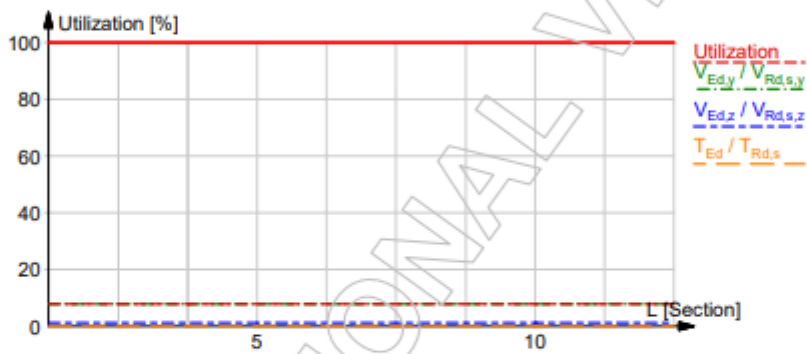
FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only!
FEM-Design 20 Educational version - © SisuSoft

page : 8

Sections	3	9	10
Member	C.25.1	C.25.1	C.25.1
LC	LC14ULS	LC14ULS	LC14ULS
N_{Ed} [kN]	-5644.45	-5630.85	-5630.85
$V_{Ed,y}$ [kN]	14.64	14.64	14.64
$V_{Ed,z}$ [kN]	2.20	2.20	2.20
T_{Ed} [kNm]	0.00	0.00	0.00
σ_{cp} [N/mm ²]	5.10	5.10	5.10
A_{sl} [mm ²]	0	0	0
d_y [mm]	416	416	416
k_y [-]	1.69	1.69	1.69
$b_{w,y}$ [mm]	357	357	357
$\rho_{1,y}$ [-]	0.00000	0.00000	0.00000
$v_{min,y}$ [N/mm ²]	0.52	0.52	0.52
$V_{Rd,c,y}$ [kN]	190.60	190.60	190.60
$(A_{sw,y}/s) f_{ywd}$ [N/mm]	213.42	359.45	359.45
z_y [mm]	375	375	375
$V_{Rd,s,y}$ [kN]	190.60	190.60	190.60
$V_{Ed,y}/V_{Rd,s,y}$ [-]	0.08	0.08	0.08
d_z [mm]	442	442	442
k_z [-]	1.67	1.67	1.67
$b_{w,z}$ [mm]	320	320	320
$\rho_{1,z}$ [-]	0.00000	0.00000	0.00000
$v_{min,z}$ [N/mm ²]	0.51	0.51	0.51
$V_{Rd,c,z}$ [kN]	180.17	180.17	180.17
$(A_{sw,z}/s) f_{ywd}$ [N/mm]	213.42	359.45	359.45
z_z [mm]	398	398	398
$V_{Rd,s,z}$ [kN]	180.17	180.17	180.17

Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	
<small>FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only! FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft</small>			page : 9

Sections	3	9	10
$V_{Ed,z}/V_{Rd,s,z}$ [-]	0.01	0.01	0.01
A_k [mm ²]	110447	110447	110447
t_{ef} [mm]	125	125	125
$T_{Rd,c}$ [kNm]	42.25	42.25	42.25
$(A_{sw,min}/s) f_{ywd}$ [N/mm]	106.71	179.72	179.72
$T_{Rd,s}$ [kNm]	42.25	42.25	42.25
$T_{Ed}/T_{Rd,s}$ [-]	0.00	0.00	0.00
Utilization [%]	8	8	8



Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	

FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only!
 FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft

page : 10

Concrete utilization for shear and torsion (Part 1.1: 6.2, 6.3)

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c}$$

$\alpha_{cw} = 1.0$ for non-prestressed structural elements.

$$0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd} \rightarrow \alpha_{cw} = 1.0 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \quad (6.11.aN)$$

$$0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} < 0.50 f_{cd} \rightarrow \alpha_{cw} = 1.25 \quad (6.11.bN)$$

$$0.50 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \rightarrow \alpha_{cw} = 2.5 \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) \quad (6.11.cN)$$

$$v_t = 0.60 \left(1 - \frac{f_{cp}}{250} \right) \quad (6.6.N)$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w (0.9 d) v_t f_{cd}}{\cot(\Theta) + \tan(\Theta)} \quad (6.9)$$

$$v = 0.60 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \quad (6.6.N)$$

$$T_{Rd,max} = 2 v \alpha_{cw} f_{cd} A_k t_{ef} \sin(\Theta) \cos(\Theta) \quad (6.30)$$

$$\text{Utilization: } \frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \max\left(\frac{V_{Ed,y}}{V_{Rd,max,y}}, \frac{V_{Ed,z}}{V_{Rd,max,z}}\right) \quad (6.29)$$

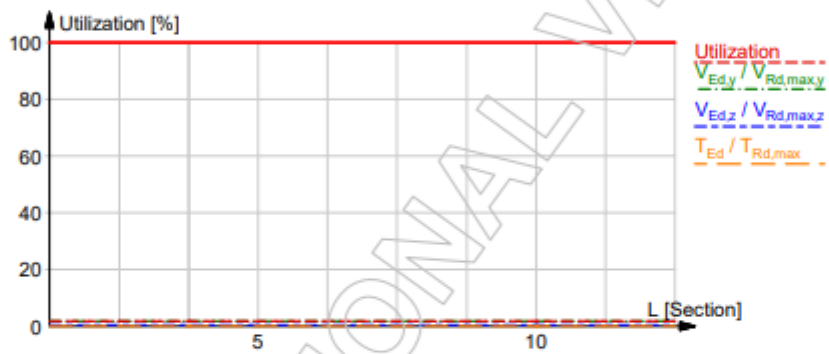
Sections	1	12
Member	C.25.1	C.25.1
LC	LC14ULS	LC14ULS
N_{Ed} [kN]	-5649.89	-5625.41
$V_{Ed,y}$ [kN]	14.64	14.64
$V_{Ed,z}$ [kN]	2.20	2.20
T_{Ed} [kNm]	0.00	0.00
σ_{cp} [N/mm ²]	28.77	28.65
α_{cw} [-]	1.00	1.00
v_t [-]	0.49	0.49
d_y [mm]	416	416
$b_{w,y}$ [mm]	357	357
$V_{Rd,max,y}$ [kN]	818.71	818.71
$V_{Ed,y} / V_{Rd,max,y}$ [-]	0.02	0.02
d_z [mm]	442	442
$b_{w,z}$ [mm]	320	320

Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	

FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only!
FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft

page : 11

Sections	1	12
$V_{Rd,max,z}$ [kN]	779.60	779.60
$V_{Ed,z} / V_{Rd,max,z}$ [-]	0.00	0.00
v [-]	0.49	0.49
A_k [mm ²]	110447	110447
t_{ef} [mm]	125	125
$T_{Rd,max}$ [kNm]	168.98	168.98
$T_{Ed} / T_{Rd,max}$ [-]	0.00	0.00
Utilization [%]	2	2



Torsional reinforcement utilization (Part 1.1: 6.3)

$$T_{Rd,st} = 2 A_k \frac{\sum (A_{st} t_{rd})}{u_k} \tan(\Theta) \quad (6.28)$$

Utilization: $\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,st}}$

Sections	12
Member	C.32.1
LC	LC1ULS
T_{Ed} [kNm]	0.00
A_k [mm ²]	110447
u_k [mm]	1178

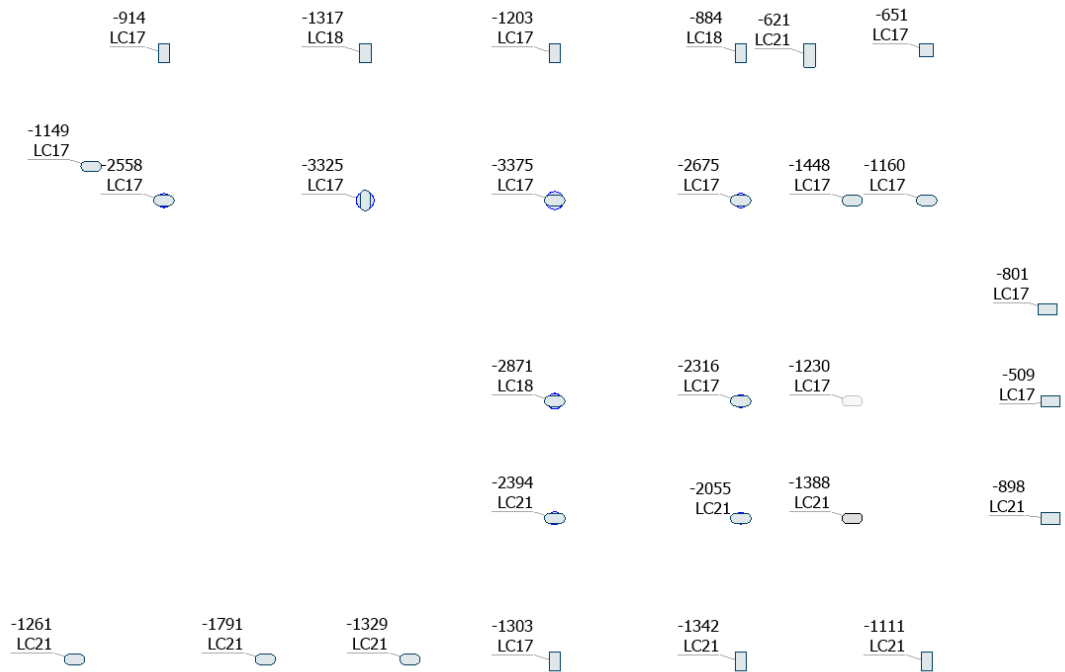
Project		Scale	
Description		File name	
Designer		Date/Time	
Signature		Comments	

FEM-Design Educational Version. For non-commercial use only!
FEM-Design 20 Educational version - © StruSoft

page : 12

C.2.4 Kontroll av strekk i søylefundament

Krefter fra 0.9*egenvekt



Krefter fra 1.35* oppdrift

