

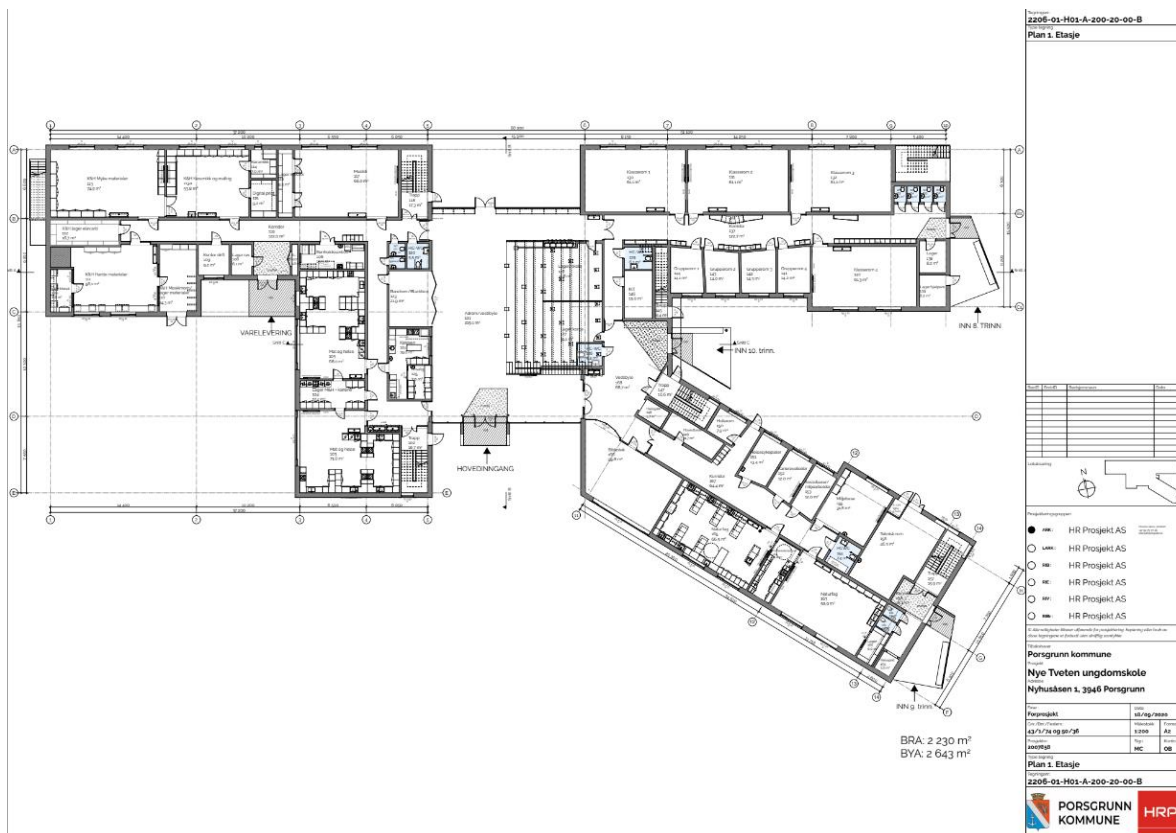
Vedleggsliste

Innhold

Vedlegg A – Prosjekterings grunnlag	2
Vedlegg A1 - Plantegninger.....	2
Vedlegg B – Fra kapittel 3.2	5
Vedlegg B1 – Vindlastrappport fra OS-Lastberegning, vestfløy.....	5
Vedlegg B2 – Vindlastrappport fra OS-Lastberegning, midtparti	9
Vedlegg B3 – Snølastrappport fra OS-Lastberegning, vestfløy	13
Vedlegg B4 - Snølastrappport fra OS-Lastberegning, midtparti	14
Vedlegg B5 – Utrekning tilleggslast for snø ved midtparti	15
Vedlegg C – Fra kapittel 3.4	16
Vedlegg C1 – Utelatelseskontroll jordskjelv	16
Vedlegg D – Fra kapittel 5.1	24
Vedlegg D1 – Utrekning tykkelse vindkryss for V-skive	24
Vedlegg D2 – V-skive.....	26
Vedlegg D3 – Kontroll veltemoment.....	41
Vedlegg D4 – Stivhetssenter for redusert system	44
Vedlegg E – Fra kapittel 5.2.....	45
Vedlegg E1 – Kontroll HE-A 340	45
Vedlegg E2 – Kontroll HE-A 300	49
Vedlegg E3 – Kontroll KKR 200x200x10	55
Vedlegg F – Fra kapittel 6.1.....	60
Vedlegg F1 - Resultatfordeling fordelt etter livssyklusstadium.	62
Vedlegg F2 – Livssyklusvurdering: Resultat	63
Vedlegg F3 – Livssyklusvurdering: Medvirkende materialer	64
Vedlegg F4 – Livssyklusvurdering: Datakilder	65
Vedlegg F5 – Mengdenotat massivtre	68
Vedlegg G – Fra kapittel 6.2.....	69
Vedlegg G1 - Materialkostnad	69
Vedlegg G2 – Gangbro utregning.....	70
Vedlegg G3 – Gangro egenfrekvens.....	71
Vedlegg H – Fra kapittel 6.5	73
Vedlegg H1 - Brannkonsept	73

Vedlegg A – Prosjekterings grunnlag

Vedlegg A1 - Plantegninger





2206-01-H02-A-200-20-00-B
Plan 2. Etasje

Rev	Endring	Dato

Prosjektgruppe

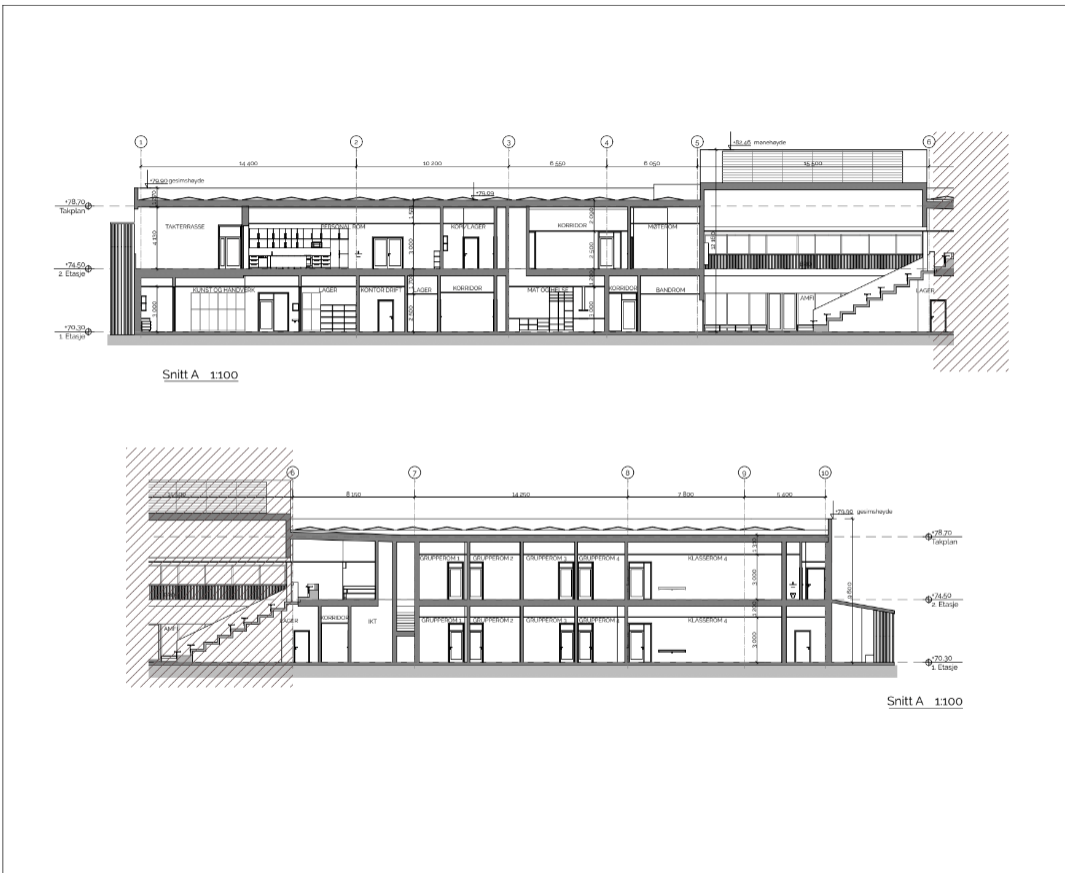
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS

Porsgrunn kommune
Nye Tveten ungdomsskole
Nyhusåsen 1, 3946 Porsgrunn

Prosjekt	18/09/2020
Byggherrens ref.	12000
Byggherrens ref.	AS
Byggherrens ref.	NC
Byggherrens ref.	OB

Plan 2. Etasje
2206-01-H02-A-200-20-00-B

PORSGRUNN KOMMUNE **HRP**



2206-01-000-A-200-40-01-B
Snitt A

Rev	Endring	Dato

Prosjektgruppe

- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS
- HR Prosjekt AS

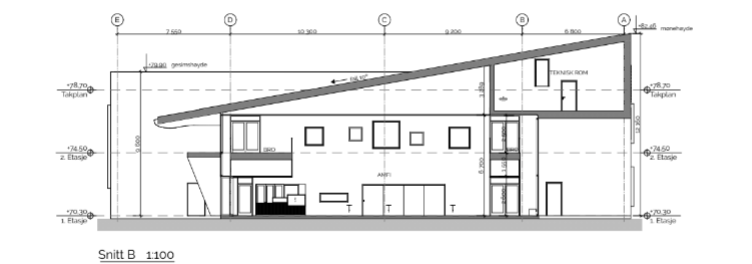
Porsgrunn kommune
Nye Tveten ungdomsskole
Nyhusåsen 1, 3946 Porsgrunn

Prosjekt	18/09/2020
Byggherrens ref.	12000
Byggherrens ref.	AS
Byggherrens ref.	NC
Byggherrens ref.	OB

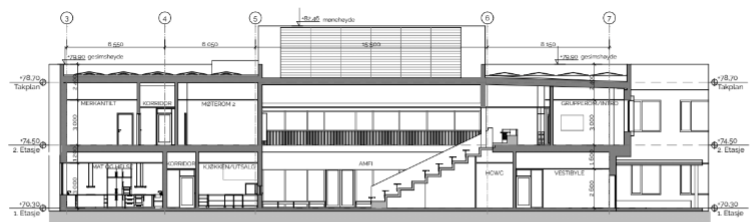
Snitt A
2206-01-000-A-200-40-01-B

PORSGRUNN KOMMUNE **HRP**

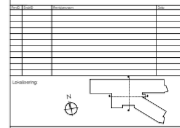
2206-01-000-A-200-40-02-B
Snitt B og C



Snitt B 1:100



Snitt C 1:100

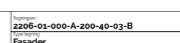


- Prosjektorganisasjon:
- HR Prosjekt AS
 - UVR - HR Prosjekt AS
 - MR - HR Prosjekt AS
 - BR - HR Prosjekt AS
 - BR - HR Prosjekt AS
 - BR - HR Prosjekt AS

Porsgrunn kommune
Nye Tveten ungdomskole
Nyhusåsen 1, 3948 Porsgrunn

Prosjekt	2206-01-000-A-200-40-02-B
UVR	UVR
MR	MR
BR	BR

2206-01-000-A-200-40-02-B



2206-01-000-A-200-40-03-B
Fasader



- Prosjektorganisasjon:
- HR Prosjekt AS
 - UVR - HR Prosjekt AS
 - MR - HR Prosjekt AS
 - BR - HR Prosjekt AS
 - BR - HR Prosjekt AS
 - BR - HR Prosjekt AS

Porsgrunn kommune
Nye Tveten ungdomskole
Nyhusåsen 1, 3948 Porsgrunn

Prosjekt	2206-01-000-A-200-40-03-B
UVR	UVR
MR	MR
BR	BR

2206-01-000-A-200-40-03-B

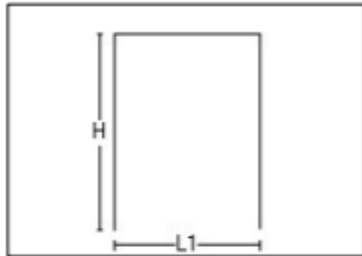


Vedlegg B – Fra kapittel 3.2

Vedlegg B1 – Vindlastrappport fra OS-Lastberegning, vestfløy

Dataprogram: LastBeregning versjon 7.1.1 Laget av Sletten Byggdata AS
Standard NS-EN 1991-1-4: Vindlaster

1. Geometri



H 11000 mm
L1 16300 mm

Byggets lengde, L2: 52500 mm
Takvinkel : 0,00 (grader)

Vertikalsnitt

2. Vindhastighet

Fylke: Telemark Kommune: Porsgrunn Referansevindhastighet: 23 m/s

Byggested, høyde over havet (m): 70 Calt: 1

Returperiode (år):50 Cprob: 1

Årstidsfaktoren, Cseason: 1 hele året

Vindretning (region):Bruker retningsfaktoren C-ret: 1

Basisvindhastighet: 23 m/s

Høyde Z over grunnivået: 12 m

BYGGSTEDETS TERRENGDATA

Terrengruhetskategori III: Sammenhengende småhusbebyggelse industriområder eller skogsområder.

Terrengruhetsfaktoren Kt: 0,22 Ruhetslengden Zo (m): 0,3 Zmin (m): 8 Vm (m/s): 18,67 Cr: 0,81

OVERGANGSONE

Terrengruhetskategori I: Kystnær, opprørt sjø. Åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker.

Terrengruhetsfaktoren Kt: 0,17 Ruhetslengden Zo (m): 0,01 Zmin (m): 2 Vm (m/s) : 27,72 Cr: 1,21

Avstand mot vindretning fra byggested til grense for terrengkategorierendring Xb (m): 1000

Overgangsonedefaktor Cs(Xb): 1,2 Vm(z) : 22,4(lign NA.4(901.2/3))

TOPOGRAFI: Ingen topografisk påvirkning.

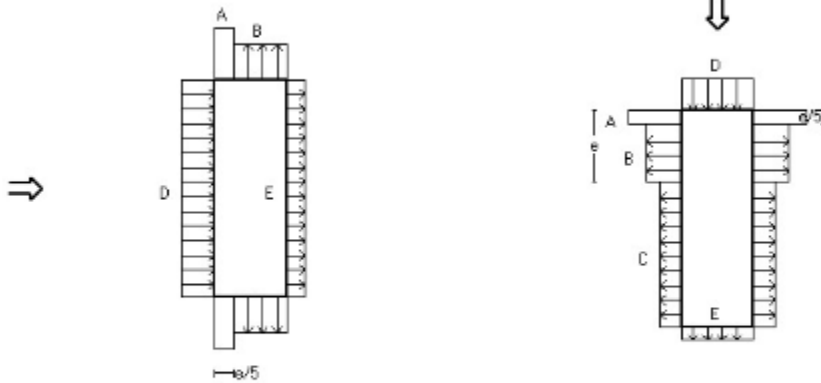
Terrengformfaktor Co(z): 1 Turbulensfaktor Ki: 1

Vkast: 33,70 m/s

Qkast: 0,710 kN/m²

3. Yttervegger

3.1 Utvendig vindlast



Vindretning 0 grader. $e=22000$ mm

Vindretning 90 grader. $e=16300$ mm

Vindinnfallsretning på 0 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80		0,76	-0,41
Utvendig last (kN/m ²)	-0,85	-0,57		0,54	-0,29
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10		1,00	-0,41
Utvendig last (kN/m ²)	-0,99	-0,78		0,71	-0,29
Utstrekning (mm)	4400	11900		52500	52500

Vindinnfallsretning på 90 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30
Utvendig last (kN/m ²)	-0,85	-0,57	-0,35	0,50	-0,21
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10	-0,50	1,00	-0,30
Utvendig last (kN/m ²)	-0,99	-0,78	-0,35	0,71	-0,21
Utstrekning (mm)	3260	13040	36200	16300	16300

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)	-0,21	0,14

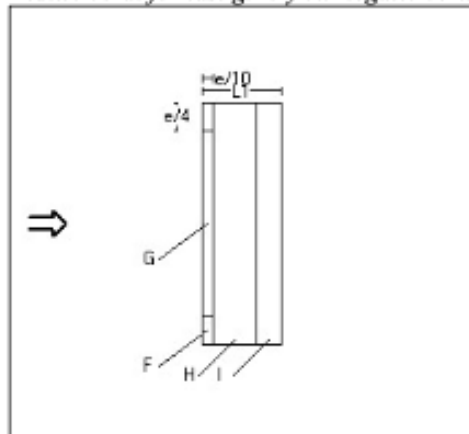
4 Overside av tak

Taktype: Flatt tak

L1=16300 mm L2=52500 mm

Cpe,10 Gjelder for hele bygget. (>=10m2)

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



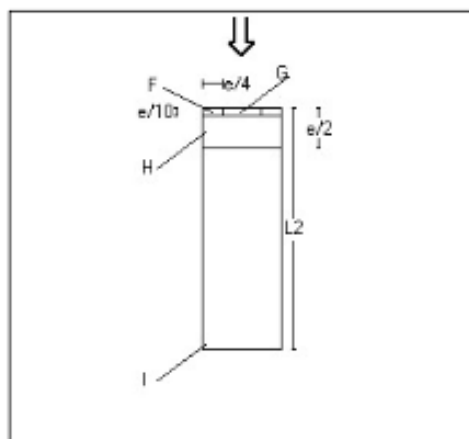
Utstrekning (mm)

e=22000

e/4=5500

e/10=2200

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon (mm)
F	-1,80	-1,28	5500x2200
G	-1,20	-0,85	41500x2200
H	-0,70	-0,50	52500x8800
I	+/-0,20	+/-0,14	52500x5300



Utstrekning (mm)

e=16300

e/4=4075

e/10=1630

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon (mm)
F	-1,80	-1,28	4075x1630
G	-1,20	-0,85	8150x1630
H	-0,70	-0,50	16300x6520
I	+/-0,20	+/-0,14	16300x44350

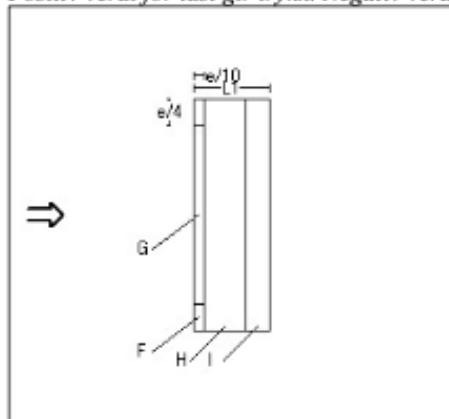
Taktype: Flatt tak

L1=16300 mm L2=52500 mm

$C_{pe,1}$ Gjelder for en lokal flate på 1m². Benyttes ved dimensjonering av limfuger, spikring, båndstål o.l.

Interpoleringsformel for belastet areal A mellom 1 og 10 m² : $C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) * \log_{10}A$

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



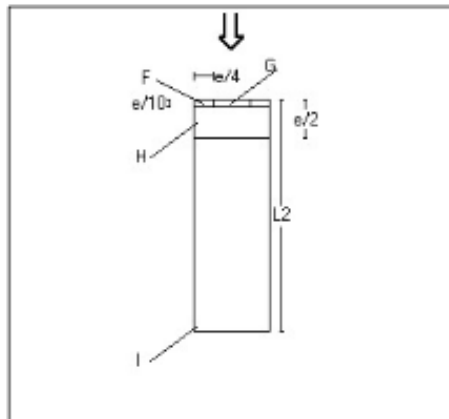
Utstrekning (mm)

e=22000

e/4=5500

e/10=2200

	C_{pe,1}	Last (kN/m²)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,50	-1,77	5500x2200
G	-2,00	-1,42	41500x2200
H	-1,20	-0,85	52500x8800
I	+/-0,20	+/-0,14	52500x5300



Utstrekning (mm)

e=16300

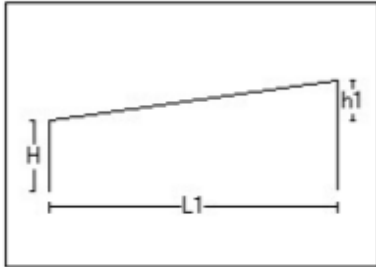
e/4=4075

e/10=1630

	C_{pe,1}	Last (kN/m²)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,50	-1,77	4075x1630
G	-2,00	-1,42	8150x1630
H	-1,20	-0,85	16300x6520
I	+/-0,20	+/-0,14	16300x44350

Dataprogram: LastBeregning versjon 7.1.1 Laget av Sletten Byggdata AS
Standard NS-EN 1991-1-4: Vindlaster

1. Geometri



h1	4180	mm
H	7520	mm
L1	31000	mm

Byggets lengde, L2: 15200 mm
Takvinkel : 7,68 (grader)

Vertikalsnitt

2. Vindhastighet

Fylke: Telemark Kommune: Porsgrunn Referansevindhastighet: 23 m/s

Byggested, høyde over havet (m): 70 Calt: 1

Returperiode (år):50 Cprob: 1

Årstidsfaktoren, Cseason: 1 hele året

Vindretning (region):Bruker retningsfaktoren C-ret: 1

Basisvindhastighet: 23 m/s

Høyde Z over grunnivået: 14 m

BYGGSTEDETS TERRENGDATA

Terrengruhetskategori III: Sammenhengende småhusbebyggelse industriområder eller skogsområder.

Terrengruhetsfaktoren K_t : 0,22 Ruhetslengden Z_o (m): 0,3 Z_{min} (m): 8 V_m (m/s): 19,45 C_r : 0,85

OVERGANGSONE

Terrengruhetskategori I: Kystnær, opprørt sjø. Åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker.

Terrengruhetsfaktoren K_t : 0,17 Ruhetslengden Z_o (m): 0,01 Z_{min} (m): 2 V_m (m/s) : 28,32 C_r : 1,23

Avstand mot vindretning fra byggested til grense for terrengkategoriendring X_b (m): 1000

Overgangsonefaktor $C_s(X_b)$: 1,2 $V_m(z)$: 23,4(lign NA.4(901.2/3))

TOPOGRAFI: Ingen topografisk påvirkning.

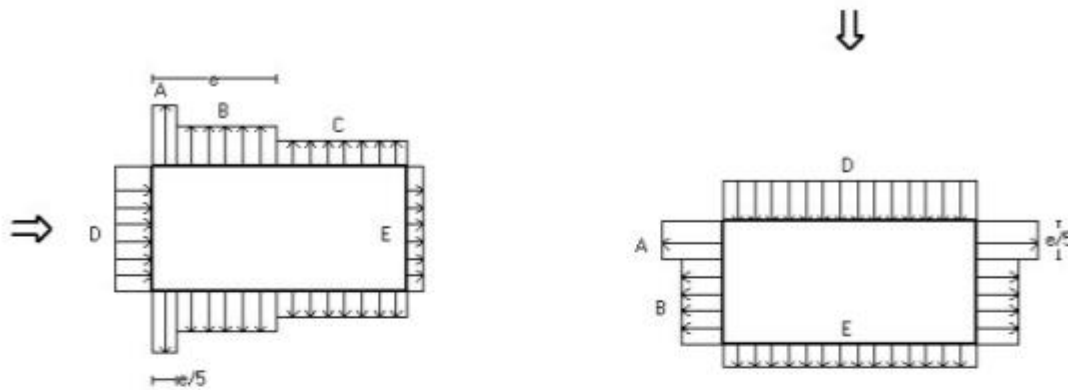
Terrengformfaktor $C_o(z)$: 1 Turbulensfaktor K_i : 1

V_{kast} : 34,72 m/s

Q_{kast} : 0,753 kN/m²

3. Yttervegger

3.1 Utvendig vindlast



Vindretning 0 grader. $e=15200$ mm

Vindretning 90 grader. $e=23400$ mm

Vindinnfallsretning på 0 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,72	-0,33
Utvendig last (kN/m ²)	-0,90	-0,60	-0,38	0,54	-0,25
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10	-0,50	1,00	-0,33
Utvendig last (kN/m ²)	-1,05	-0,83	-0,38	0,75	-0,25
Utstrekning (mm)	3040	12160	15800	15200	15200

Vindinnfallsretning på 90 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80		0,77	-0,44
Utvendig last (kN/m ²)	-0,90	-0,60		0,58	-0,33
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10		1,00	-0,44
Utvendig last (kN/m ²)	-1,05	-0,83		0,75	-0,33
Utstrekning (mm)	4680	10520		31000	31000

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)	-0,23	0,15

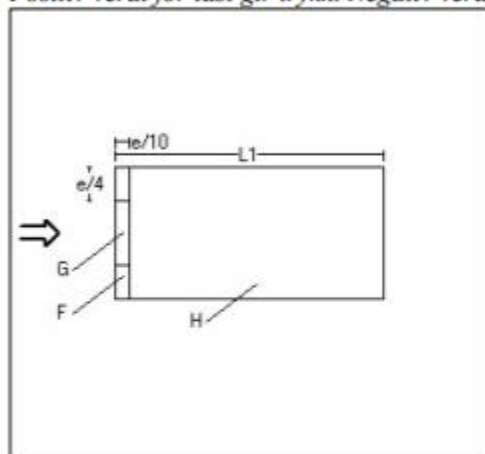
4 Overside av tak

Taktype: Pulttak

L1=31000 mm L2=15200 mm

Cpe,10 Gjelder for hele bygget. ($\geq 10m^2$)

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



Utstrekning (mm)

e=15200

e/4=3800

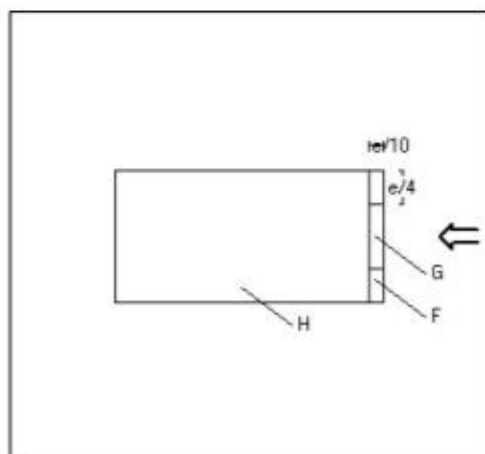
e/10=1520

Alt.1

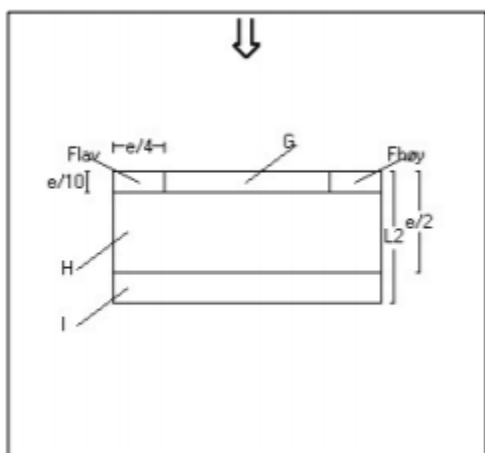
	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.prosjeksjon (mm)
F	-1,49	-1,12	3800x1520
G	-1,09	-0,82	7600x1520
H	-0,52	-0,39	15200x29480

Alt.2

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.prosjeksjon (mm)
F	0,05	0,04	3800x1520
G	0,05	0,04	7600x1520
H	0,05	0,04	15200x29480



	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.prosjeksjon (mm)
F	-2,35	-1,77	3800x1520
G	-1,30	-0,98	7600x1520
H	-0,83	-0,62	15200x29480



Utstrekning (mm)

e=23400

e/4=5850

e/10=2340

	Cpe,10	Last (kN/m2)	Hor.prosjeksjon (mm)
Fhøy	-2,18	-1,64	5850x2340
Flav	-1,97	-1,48	5850x2340
G	-1,83	-1,38	19300x2340
H	-0,65	-0,49	31000x9360
I	-0,55	-0,42	31000x3500

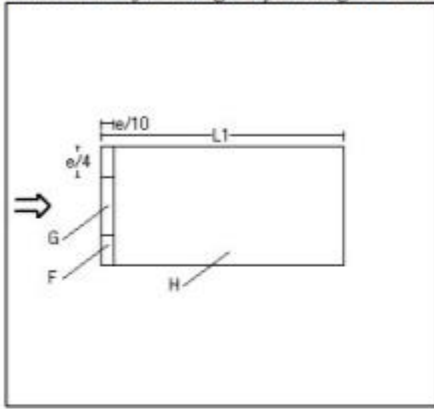
Taktype: Pulttak

L1=31000 mm L2=15200 mm

Cpe,1 Gjelder for en lokal flate på 1m2. Benyttes ved dimensjonering av limfuger, spikring, båndstål o.l.

Interpoleringsformel for belastet areal A mellom 1 og 10 m2 : $C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) * \log_{10} A$

Positiv verdi for last gir trykk. Negativ verdi hvis last er sug.



Utstrekning (mm)

e=15200

e/4=3800

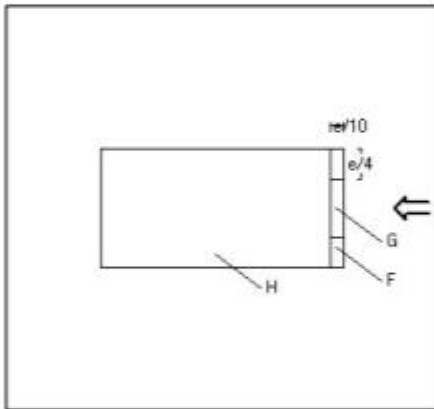
e/10=1520

Alt.1

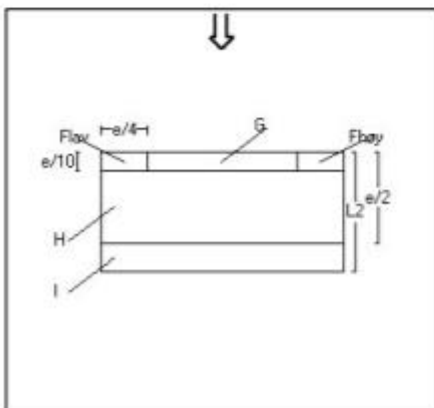
	Cpe,1	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,37	-1,78	3800x1520
G	-1,87	-1,41	7600x1520
H	-0,96	-0,72	15200x29480

Alt.2

	Cpe,1	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon(mm)
F	0,05	0,04	3800x1520
G	0,05	0,04	7600x1520
H	0,05	0,04	15200x29480



	Cpe,1	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,58	-1,94	3800x1520
G	-2,00	-1,51	7600x1520
H	-1,20	-0,90	15200x29480



Utstrekning (mm)

e=23400

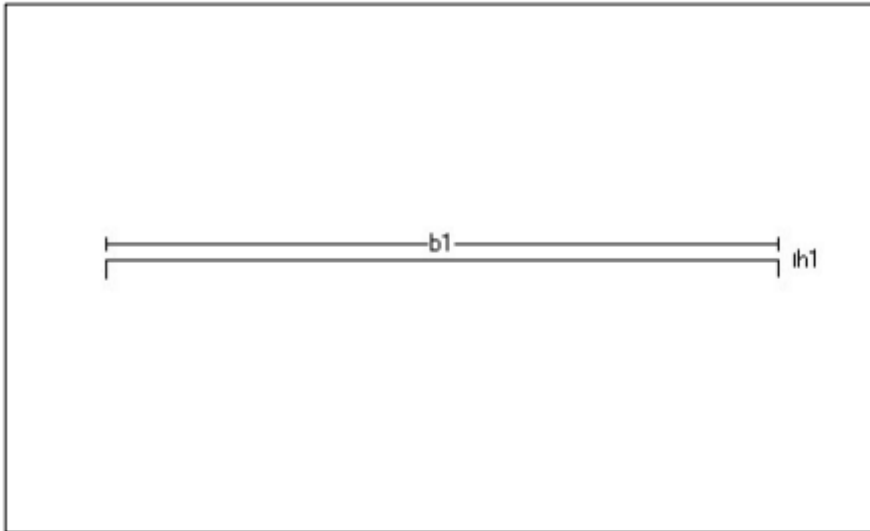
e/4=5850

e/10=2340

	Cpe,1	Last (kN/m2)	Hor.projeksjon(mm)
Fhøy	-2,68	-2,02	5850x2340
Flav	-2,40	-1,81	5850x2340
G	-2,13	-1,61	19300x2340
H	-1,20	-0,90	31000x9360
I	-0,69	-0,52	31000x3500

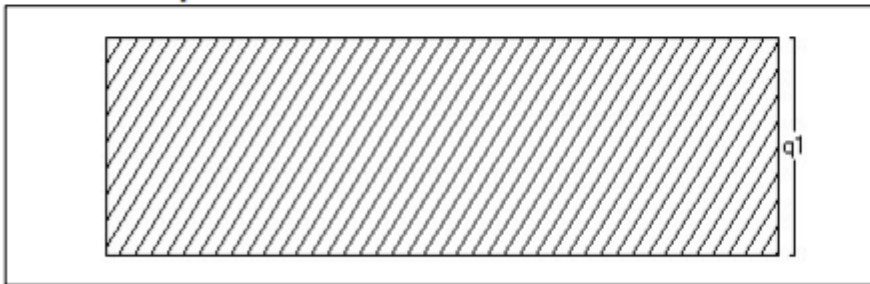
Dataprogram: LastBeregning versjon 7.1.1 Laget av Sletten Byggdata AS
Standard NS-EN 1991-1-3: Snølast
Data er lagret på fil: C:\Users\bror_\OneDrive\Dokumenter\Bachelor\snølast,vestfløy.sls

1. Geometri



$b1$ 34100 mm
 $h1$ 0 mm

2. Snølast på tak



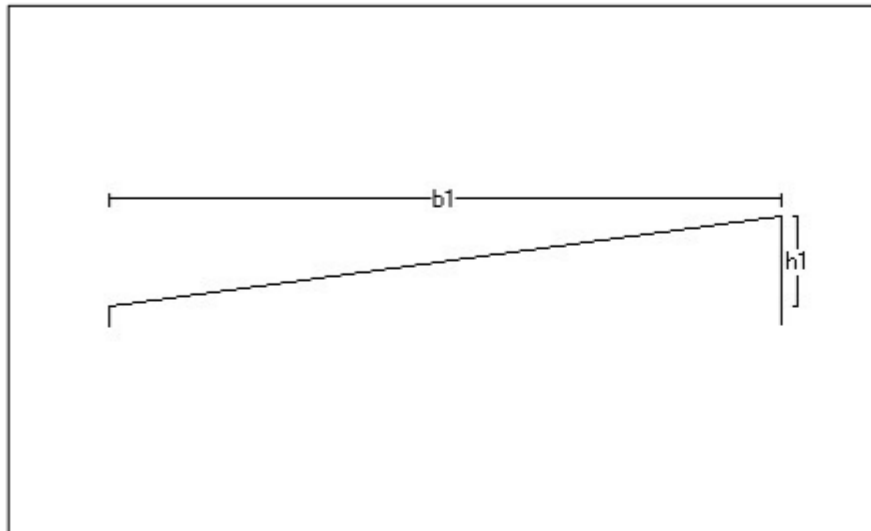
Last nr.: 1
 $q1$ 3,20 kN/m²

3. Snølastdata

Fylke	Telemark
Kommune	Porsgrunn
Sted	
Byggets plassering (moh)	70 moh
Eksponeringskoeffisient C_e	1
Termisk koeffisient C_t	1
Snølast, S:	4 kN/m ²

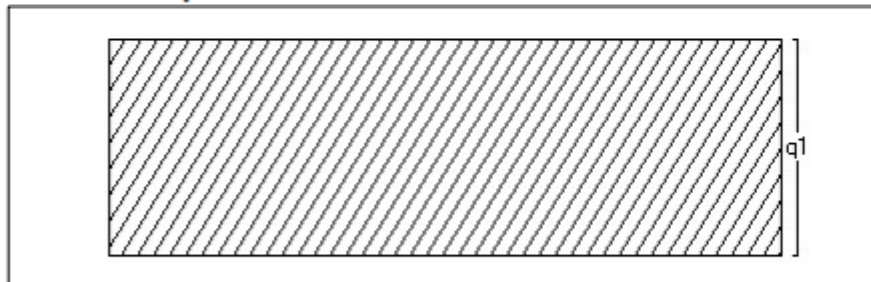
Dataprogram: LastBeregning versjon 7.1.1 Laget av Sletten Byggdata AS
Standard NS-EN 1991-1-3: Snølast

1. Geometri



$b1$ 31100 mm
 $h1$ 4200 mm

2. Snølast på tak



Last nr.: 1
 $q1$ 3,20 kN/m²

3. Snølastdata

Fylke	Telemark
Kommune	Porsgrunn
Sted	
Byggets plassering (moh)	70 moh
Eksponeringskoeffisient C_e	1
Termisk koeffisient C_t	1
Snølast, S:	4 kN/m ²

Snølast, midtparti

Beregninger utført i henhold til
NS-EN 1993-1-1-3 Snølaster

6.2(2)

$$h_1 := 3.15 \text{ m}$$

$$h_2 := 1.35 \text{ m}$$

$$h_3 := 2.38 \text{ m}$$

$$l_{s,1} := 2 \cdot h_1 = 6.3 \text{ m}$$

$$l_{s,2} := 2 \cdot h_2 = 2.7 \text{ m}$$

$$l_{s,3} := 2 \cdot h_3 = 4.76 \text{ m}$$

Skal være større eller lik 5m
--> ls.2 og ls.3 blir 5m

Snøens tyngdetetthet: $\gamma := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Karakteristisk snølast: $S_k := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Formfaktor:

$$\mu_{2,1} := \frac{\gamma \cdot h_1}{S_k} = 1.575 < 2.0 \text{ --> OK}$$

$$Last_1 := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \mu_{2,1} = 6.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\mu_{2,2} := \frac{\gamma \cdot h_2}{S_k} = 0.675 < 0.8 \text{ --> } \mu_{2,2} := 0.8$$

$$Last_2 := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \mu_{2,2} = 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\mu_{2,3} := \frac{\gamma \cdot h_3}{S_k} = 1.19 < 2.0 \text{ --> OK}$$

$$Last_3 := 4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \mu_{2,3} = 4.76 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

JORDSKJELVLASTER

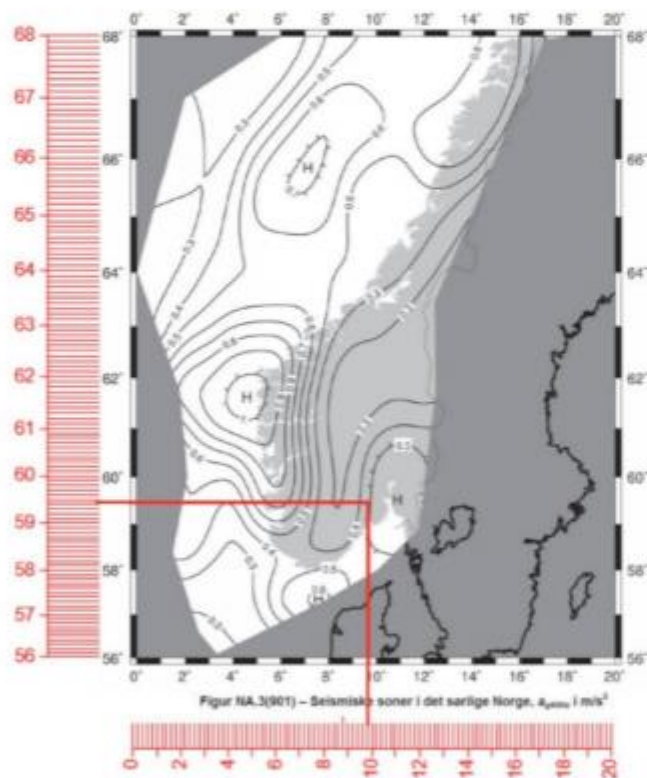
NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning.

Dimensjonering i DCL - Lav duktilitet

Trinn 1.1

Bestemmer a_{g40Hz} , spissverdi for berggrunnens akselerasjon ved frekvensen $f = 40Hz$.

Figur NA.3 (901 og 902)



For byggesteder lokalisert mellom isokurvene for a_{g40Hz} på kartet kan det interpoleres. I maksimumsområdene benyttes et konstant tillegg på $0,05 m/s^2$ til isokurveverdien for a_{g40Hz}

$$a_{g40Hz} := 0.5 \frac{m}{s^2}$$

Trinn 1.2

Seismisk faktor. For bygg i seismisk klasse 1 kan det sees bort fra seismiske laster.

Tab. NA.4(901)

Tabell NA.4(902) – Veiledende tabell ved valg av seismisk klasse

Byggverk	I	II	III	IV
Byggverk der konsekvensene av sammenbrudd er særlig store				X ¹⁾
Viktig infrastruktur: sykehus, brannstasjoner, redningssentraler, kraftforsyning og lignende			(X)	X
Høye bygninger, mer enn 15 etasjer		(X)	X	
Jernbanebruer ²⁾			X	(X)
Veg- og gangbruer ²⁾		(X)	X	(X)
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler osv.)		(X)	X	
Kaier og havnearlegg		X	(X)	
Landbaserte akvakulturanlegg for fisk		X	(X)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer	(X)	X	(X)	
Industrianlegg		X	(X)	
Skoler og institusjonsbygg		(X)	X	
Kontorer, forretningsbygg og boligbygg		X	(X)	
Småhus, rekkehus, bygg i én etasje, mindre lagerhus osv.	X	(X)		
Støttmurer med høyde lavere enn 3 m langs vegger i klasse II ³⁾	X	(X)		
Kulverter	X	(X)	(X)	
Landbruksbygg	(X)			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	(X)			

¹⁾ For byggverk der konsekvensene av sammenbrudd er særlig store, for eksempel ved atomreaktorer og lagringsanlegg for radioaktivt avfall, store dammer og marine konstruksjoner bør jordskjelvriskoen vurderes spesielt, eventuelt basert på en risikoanalyse.
Lagertanker for flytende gass og store hydrokarbonførende rørløsningsanlegg over land er behandlet i NA til NS-EN 1998-4.

²⁾ Se veiledende tabell for valg av seismisk klasse for bruer i NA til NS-EN 1998-2.

³⁾ For støttmurer langs jernbane, støttmurer langs vegger med høyde over 3 m og støttmurer langs viktige vegger (klasse III) benyttes samme seismiske klasse som for vegen eller jernbanen

Tabell NA.4(901) – Verdier for seismisk faktor γ_1

Seismisk klasse	γ_1
I	0,7
II	1,0
III	1,4
IV	2,0

Velger seismisk klasse 3 (konservativt)

$$\gamma_1 := 1.4$$

Trinn 1.3

Bestemmer dimensjonerende grunnakselerasjon:

$$a_g := a_{g40Hz} \cdot \gamma_1 \cdot 0.8 = 0.56 \frac{m}{s^2}$$

Trinn 1.4

Velger $q \leq 1.5$.

$q \leq 1.5$ velges for å kunne bruke utelatelseskriteriene og vanlig kapasitetsberegning.

5.3.3 (Betong) og 6.1.2(3) (Stål).

$$q := 1.5$$

Trinn 1.5

Bestemmer grunnstype, A-E, eventuelt andre. Oppgis av geoteknikker eller utifra stedlig kunnskap (Henter nødvendig informasjon fra kartverket til Norges Geologiske undersøkelse, ngu)

Tab. NA3.1



Tabell NA.3.1 – Grunntyper ¹⁾

Grunn- type	Beskrivelse av stratigrafisk profil	Parametere ^{2) 3)}		
		$v_{L,30}$ (m/s)	N_{SPT} (slag/30cm)	c_u (kPa)
A	Fjell eller fjell-lignende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten.	> 800	–	–
B	Avleiringer av svært fast sand eller grus eller svært stiv leire, med en tykkelse på flere titalls meter, kjennetegnet ved en gradvis økning av mekaniske egenskaper med dybden.	360 – 800	> 50	> 250
C	Dype avleiringer av fast eller middels fast sand eller grus eller stiv leire med en tykkelse fra et titalls meter til flere hundre meter.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord.	120 – 180	10 – 15	30 – 70
E	Et grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med v_L -verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_L > 800$ m/s.			
S_1	Avleiringer som består av eller inneholder et lag med en tykkelse på minst 10 m av bløt leire/silt med høy plastisitetsindeks ($PI > 40$) og høyt vanninnhold.	< 100 (antydnet)	–	10 - 20
S_2	Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquefaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i typene A – E eller S_1 .			

¹⁾ Hvis minst 75 % av konstruksjonen står på fjell og resten på løsmasser, og konstruksjonen står på ett kontinuerlig fundament (platefundament), kan grunnstype A benyttes.

²⁾ Valget av grunnstype kan være basert på enten $v_{L,30}$, N_{SPT} eller c_u . $v_{L,30}$ anses som den mest aktuelle parameteren å benytte.

³⁾ Der det er tvil om hvilken jordtype som skal velges, velges den mest ugunstige.

Antar Grunntype B

Trinn 1.6

Bestemmer forsterkningsfaktor for grunnforholdene:

Tab. NA.3.3

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

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

$$S := 1.3$$

Trinn 1.7

Dersom $a_g \cdot S < 0,05 \cdot g = 0,49 \text{ m/s}^2$

=> Videre påvisning av seismiske laster er ikke nødvendig. Beregning kan avsluttes.

NA.3.2.1(5)P

$$a_g \cdot S = 0.728 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_g \cdot S < 0.25 \cdot g = 2.45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow \text{OK for dimensjonering i DCL}$$

$$0.05 \cdot g = 0.49 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \frac{a_g \cdot S}{0.05 \cdot g} = 1.485$$

IKKE OK. Må fortsette kontroll.

Trinn 1.8

Bestemmer T_B , T_C og T_D . Parametere som bestemmer knekkpunktene i responsspekteret, SD(T1).

Tab. NA.3.3

$$T_B := 0.10$$

$$T_C := 0.25$$

$$T_D := 1.5$$

Trinn 1.9

Beregner byggets første egenperiode T.

Punkt 4.3.3.2.2 (3), (4) og (5).

For overslag og forprosjekt benyttes tverrkraftmetoden (pkt. 4.3.3.2)

Følgende krav skal være oppfylt (pkt. 4.3.3.2.1):

- Første egenperiode i hver hovedretning er mindre enn $\{4T_c, 2,0s\}$
- Regularitet i oppriss er oppfylt etter pkt. 4.2.3.3/1/.

Byggets høyde fra fundament eller stiv kjeller(m):

$$H := 9.8$$

Høyde venstrefløy
(størst andel av bygget)

$$C_t := 0.05$$

Første egenperiode:

$$T := C_t \cdot H^{\frac{3}{4}} = 0.277$$

Første egenperiode (alternativ formel):

$$T := 0.169 \cdot \sqrt{H} = 0.529$$

[Denne brukes for konstruksjoner med veggskiver av betong eller mur etter pkt.4.3.3.2.2(4)]

Trinn 1.10

Beregn $S_d(T)$. Dimensjonerende spekter for de parametre bestemt ovenfor.
Pkt. 3.2.2.5(4)P, fig. NA.3(903).

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

$$0 \leq T \leq T_B: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{25}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (3.13)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{25}{q} \quad (3.14)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{25}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.15)$$

$$T_D \leq T: S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{25}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.16)$$

der

a_g, S, T_C og T_D er som definert i 3.2.2.2;

$S_d(T)$ er dimensjonerende spektrum;

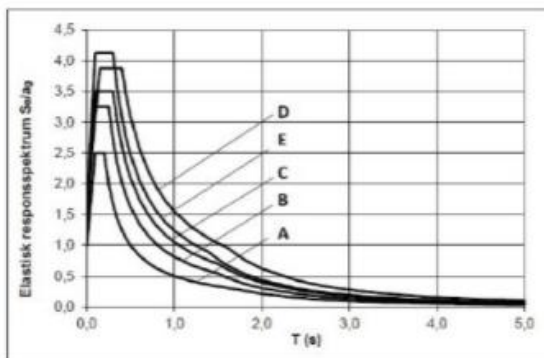
q er konstruksjonsfaktoren;

β er faktoren for den nedre grenseverdien for det horisontale dimensjonerende spektret.

NA.3.2.2.5 Dimensjonerende spektrum for elastisk analyse

NA.3.2.2.5(4)P β settes lik 0,2.

$\beta := 0.2$



Figur NA.3(903) – Horisontale elastiske responspektre til bruk i Norge for jordtype A til E

$$T := 0.589 \quad S := 1.3 \quad T_B := 0.1 \quad T_C := 0.25 \quad T_D := 1.5$$

$$T_1 := T$$

Trinn 1.11

Hvis $S_d(T) < 0.05 \cdot g = 0,49 \text{ m/s}^2$ (NA.3.2.1(5)P)
er videre påvisning av seismiske laster ikke nødvendig.

$$S_d(T) := a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left(\frac{T_C}{T_1} \right) = 0.515 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad \beta \cdot a_g = 0.112 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$S_d(T) \geq \beta \cdot a_g \quad \Rightarrow \quad \text{OK}$$

$$\frac{S_d(T)}{0.05 \cdot g} = 1.05 \quad 1.05 > 1.0 \quad \Rightarrow \quad \text{IKKE OK, forsetter kontroll}$$

Trinn 1.12

Dersom skjærkraften på grunnivå eller ved OK stiv kjeller (F_b) er mindre enn fra andre relevante lastkombinasjoner (Vind og Skjevinnstillinger) kan dimensjonering for seismiske laster utelates (pkt. 4.4.1(2)a)

Henter verdier for vind, skjev og laster fra FEM-analyse

$$1.0 \cdot F_b < (1.5 \cdot \text{VIND} + 1.05 \cdot \text{SKJEV}) \cdot \frac{\gamma_{c\text{Bruddgrense}}}{\gamma_{c\text{DCL}}}$$

$$F_b := S_d(T) \cdot m_{\text{bruks}_{KG}} \cdot \lambda$$

$$\gamma_{c\text{DCL}} := 1.2$$

Tab. NA.5(901) - NS-EN
1998-1

$$\gamma_{c\text{Bruddgrense}} := 1.5$$

Tab. 2.1N - NS-EN 1992-1-1

m = samlet vertikallast

$$\lambda := 1.0 \quad (\text{For bygninger med maks 2etg.}) \quad 4.3.3.2.2(1)$$

Nyttelast := 3991.4 **kN**
Egenlast := 3338.5 • **kN**
Snølast := 4843 **kN**
Egenvekt := 21676 • **kN**

$$m_{brudd} := 33848 \cdot \mathbf{kN}$$

$$m_{bruks} := \frac{m_{brudd}}{1.3}$$

Bruker 1.3 lastfaktor som
tilnærmet verdi for alle laster
samlet

$$m_{bruks_KG} := \frac{m_{bruks}}{9.81 \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}^2}} = 2654120.599 \mathbf{kg}$$

$$F_b := S_d(T) \cdot m_{bruks_KG} \cdot \lambda = 1366.865 \mathbf{kN}$$

$$Vind_{x_pluss} := 404.71 \mathbf{kN}$$

$$Vind_{x_minus} := 384.38 \mathbf{kN}$$

$$Vind_{y_pluss} := 383.5 \mathbf{kN}$$

$$Vind_{y_minus} := 394.11 \mathbf{kN}$$

$$SKJEV := 43.592 \mathbf{kN} \quad (\text{Lik for alle retninger})$$

Sjekker for y-retning

$$VIND := 394.11 \mathbf{kN}$$

$$(1.5 \cdot VIND + 1.05 \cdot SKJEV) \cdot \frac{\gamma_{cBruddgrense}}{\gamma_{cDCL}} = 796.171 \mathbf{kN}$$

Sjekker for x-retning

$$VIND := 404.71 \mathbf{kN}$$

$$(1.5 \cdot VIND + 1.05 \cdot SKJEV) \cdot \frac{\gamma_{cBruddgrense}}{\gamma_{cDCL}} = 816.046 \mathbf{kN}$$

$$F_b > (1.5 \cdot VIND + 1.05 \cdot SKJEV) \cdot \frac{\gamma_{cBruddgrense}}{\gamma_{cDCL}}$$

=> **IKKE OK**
Må dimensjonere for seismisk last.

Vedlegg D – Fra kapittel 5.1

Vedlegg D1 – Utregning tykkelse vindkryss for V-skive

Utregning av tykkelse vindkryss som betongskive

Stålkryss, kryss 1: RHS 80x80x4 $A_1 := 1210 \text{ mm}^2$

Stålkryss, kryss 2: RHS 80x80x4 $A_2 := 1210 \text{ mm}^2$

Stålkryss, kryss 3: RHS 150x150x10 $A_3 := 5257 \text{ mm}^2$

E-mdul for betong: $E_b := 25000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

E-modul for stål: $E_s := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Tykkelse, kryss 1:

Skivelengde: $b_2 := 4825 \text{ mm}$

$$y_2 := 2412.5 \text{ mm} - \frac{80}{2} \text{ mm} = 2.373 \text{ m}$$

Treghetsmoment: $I_{s,2} := 2 \cdot A_2 \cdot y_2^2 = (1.362 \cdot 10^{10}) \text{ mm}^4$

Tykkelse: $t_2 := \frac{E_s \cdot I_{s,2}}{E_b \cdot b_2^3} \cdot 12 = 12.224 \text{ mm}$

Tykkelse, kryss 2:

Skivelengde: $b_1 := 4000 \text{ mm}$

$$y_1 := 2000 \text{ mm} - \frac{80}{2} \text{ mm} = 1.96 \text{ m}$$

Treghetsmoment: $I_{s.1} := 2 \cdot A_1 \cdot y_1^2 = (9.297 \cdot 10^9) \text{ mm}^4$

Tykkelse: $t_1 := \frac{E_s \cdot I_{s.1}}{E_b \cdot b_1^3} \cdot 12 = 14.642 \text{ mm}$

Tykkelse, kryss 3:

Skivelengde: $b_3 := 5930 \text{ mm}$

$$y_3 := 2965 \text{ mm} - \frac{80}{2} \text{ mm} = 2.925 \text{ m}$$

Treghetsmoment: $I_{s.3} := 2 \cdot A_3 \cdot y_3^2 = (8.995 \cdot 10^{10}) \text{ mm}^4$

Tykkelse: $t_3 := \frac{E_s \cdot I_{s.3}}{E_b \cdot b_3^3} \cdot 12 = 43.483 \text{ mm}$

Vedlegg D2 – V-skive

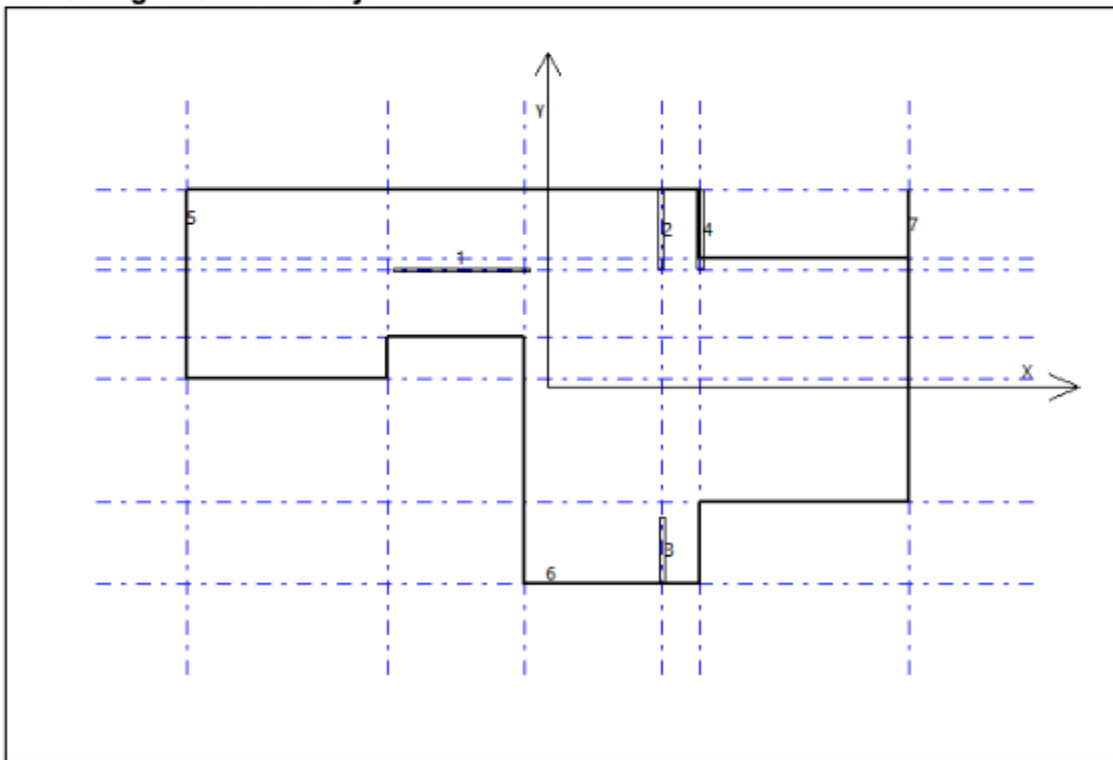
Dataprogram: V-SKIVE versjon 7.1.0 Laget av sivilingeniør Ove Sletten
Data er lagret på fil: C:\Users\bror_OneDrive\Dokumenter\Bachelor\V-Skive,ferdig.sk1
Beregning av forskyvninger er basert på Emodul = 25000 N/mm²
Stivhetsmatrise for veggskiver: Elementmetode med skiveelementer er benyttet

Antall etasjer:	2
Antall skiver:	7
Antall lasttilfeller:	8
Antall lastkombinasjoner:	2
Antall utsparinger:	2

Etasjehøyder

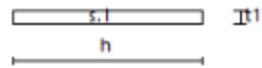
Etasje nr	Etasjehøyde
1	4200
2	4200

Plassering av skiver i etasje nr. 1

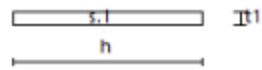


Skive nr 1

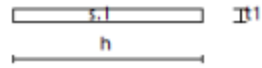
Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	-6240	1	9800	200
Y (mm)	10125	2	9800	200
V(grader)	0,0			
Fra etasje	1			
Til etasje	2			

**Skive nr 2**

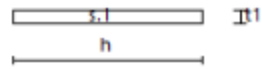
Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	8295	1	6800	200
Y (mm)	13660	2	6800	200
V(grader)	90,0			
Fra etasje	1			
Til etasje	2			

**Skive nr 3**

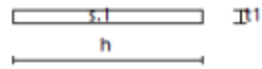
Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	8345	1	5800	200
Y (mm)	-14120	2	5800	200
V(grader)	90,0			
Fra etasje	1			
Til etasje	2			

**Skive nr 4**

Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	11170	1	6800	250
Y (mm)	13660	2	6800	250
V(grader)	90,0			
Fra etasje	1			
Til etasje	2			

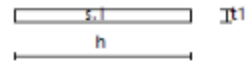
**Skive nr 5**

Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	-26290	1	4825	15
Y (mm)	14650	2	4825	15
V(grader)	90,0			
Fra etasje	1			
Til etasje	2			



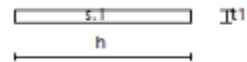
Skive nr 6

Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	310	1	4000	15
Y (mm)	-17060	2	4000	15
V(grader)	0,0			
Fra etasje	1			
Til etasje	2			

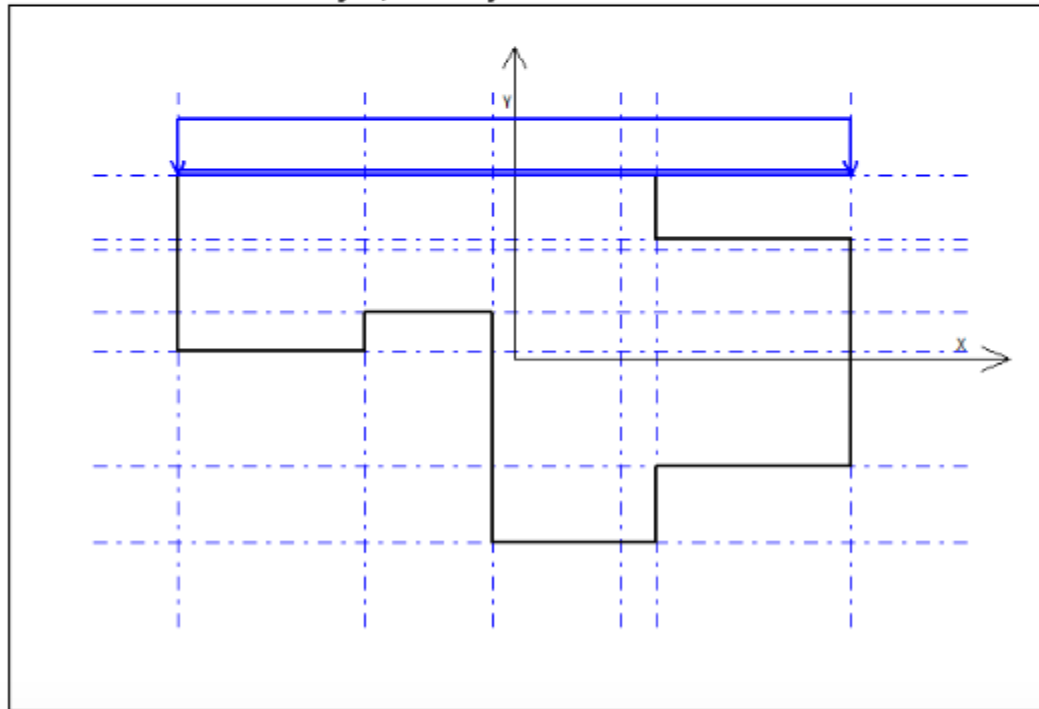


Skive nr 7

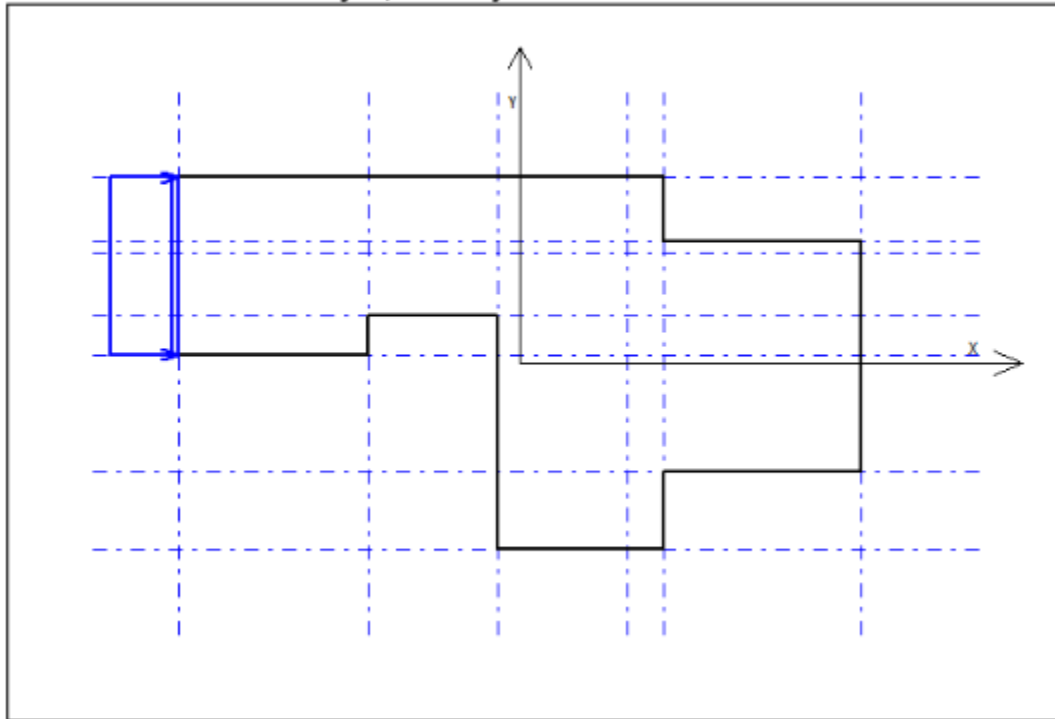
Posisjonsdata:		Etasje	h(mm)	t1(mm)
x (mm)	26290	1	5930	45
Y (mm)	14095	2	5930	45
V(grader)	90,0			
Fra etasje	1			
Til etasje	2			



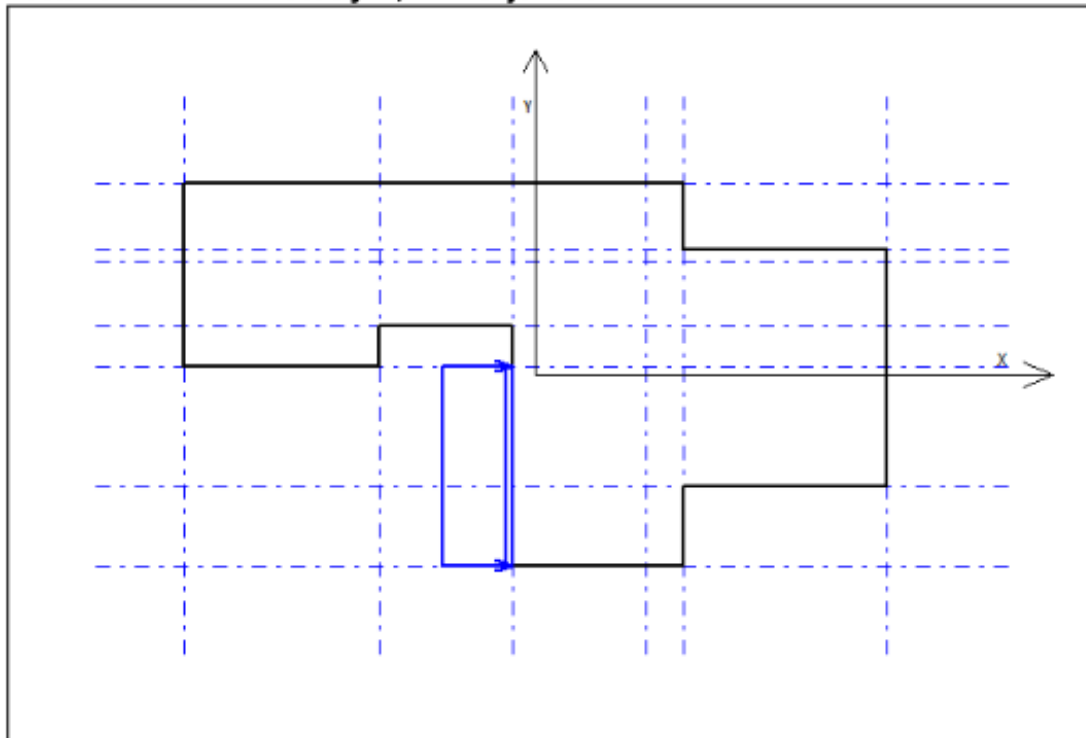
Lasttilfelle nr 1: Vindlast trykk, Y1 + Skjevlast



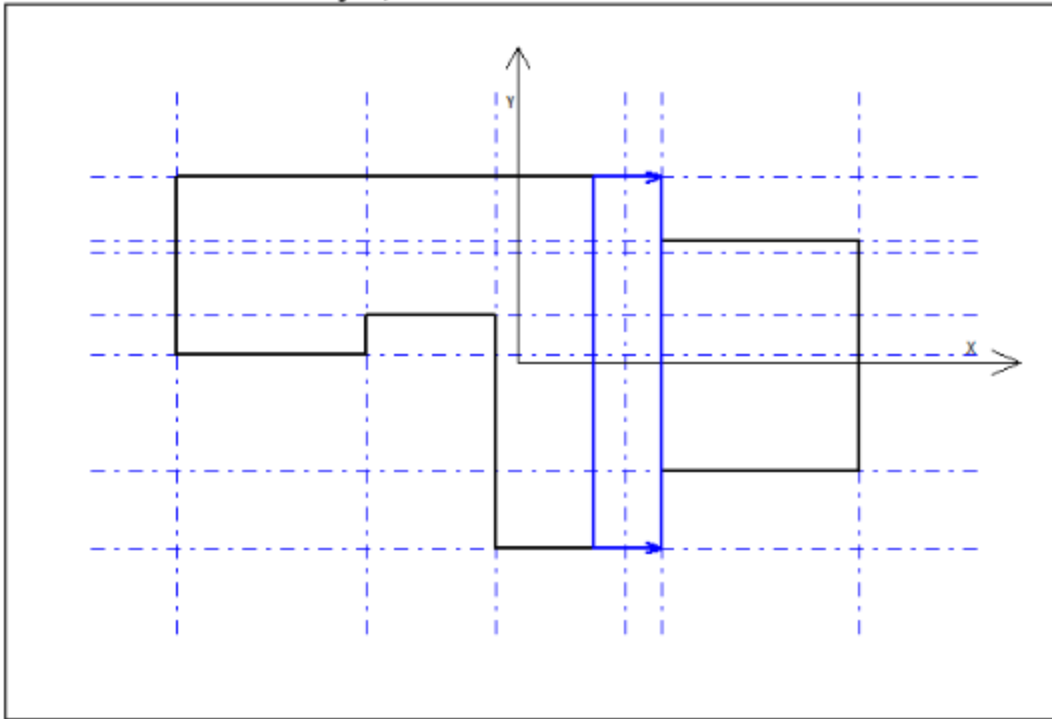
Lasttilfelle nr 2: Vindlast trykk, X1 + Skjevlast



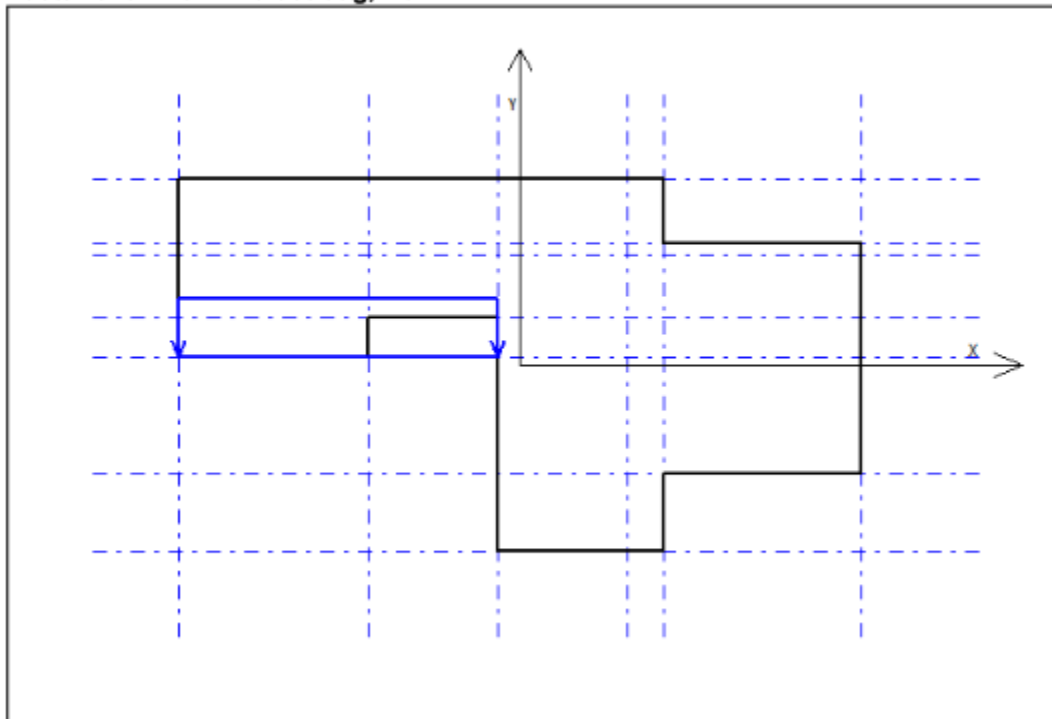
Lasttilfelle nr 3: Vindlast trykk, X2 + Skjevlast



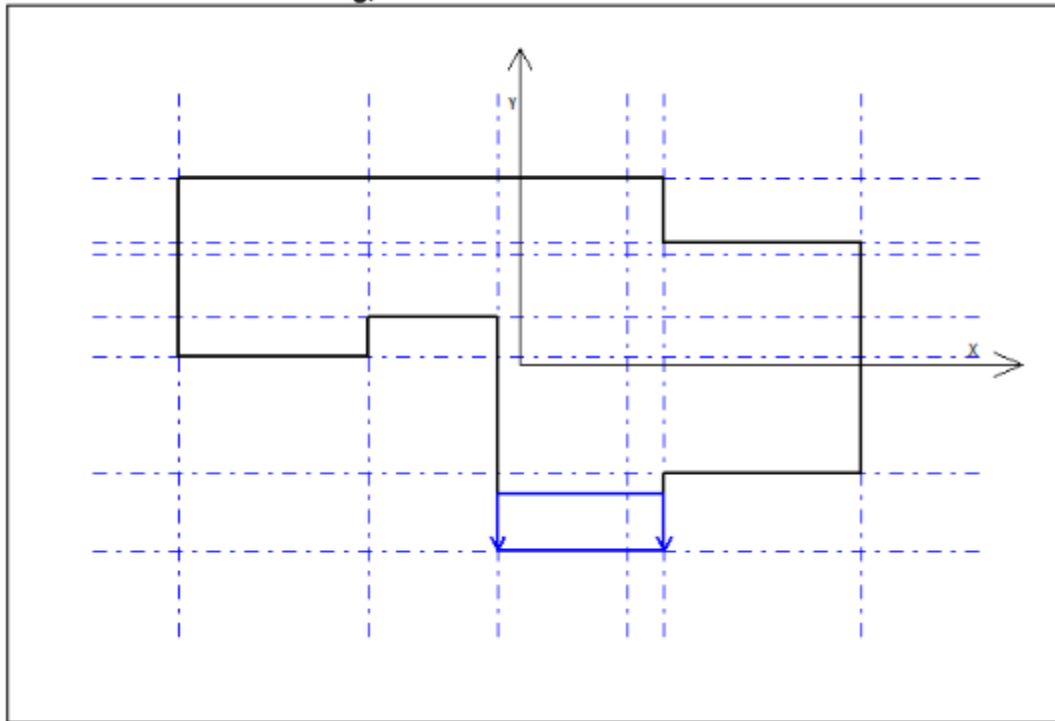
Lasttilfelle nr 4: Vindlast trykk, X3



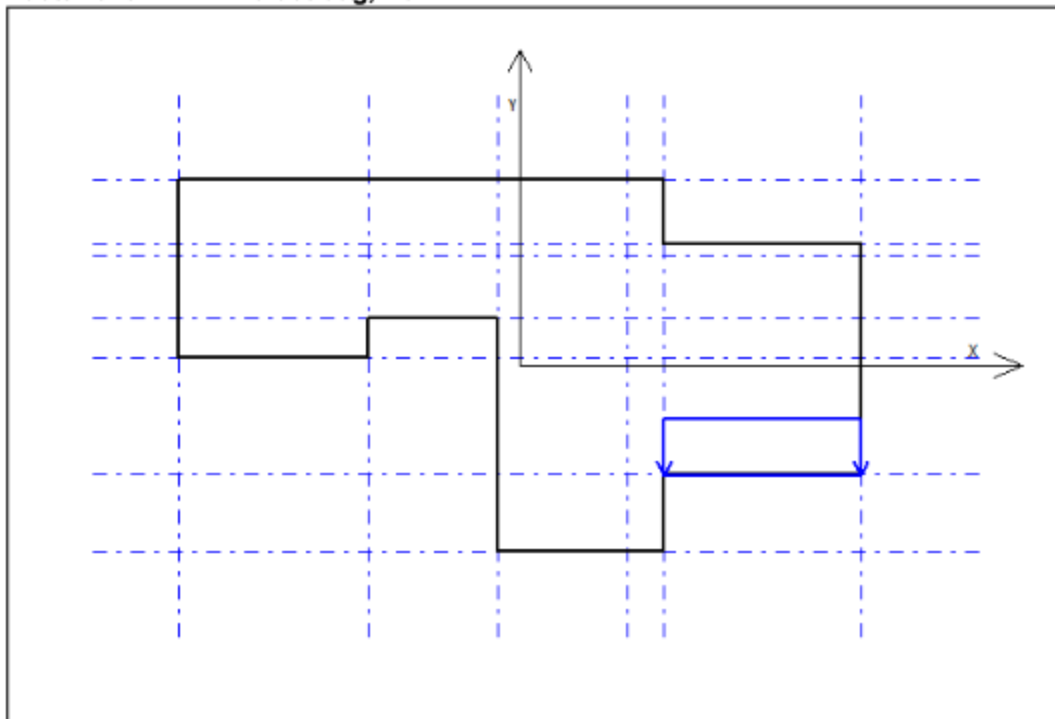
Lasttilfelle nr 5: Vindlast sug, Y3



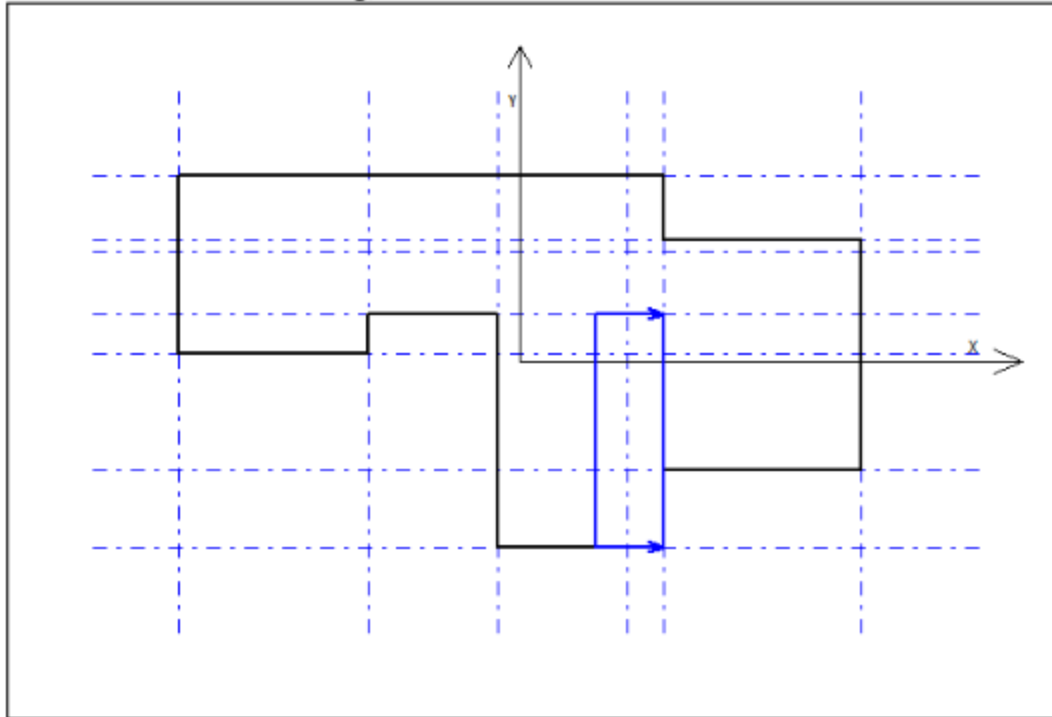
Lasttilfelle nr 6: Vindlast sug, Y4



Lasttilfelle nr 7: Vindlast sug, Y5



Lasttilfelle nr 8: Vindlast sug, X4



Lastdata for lasttilfelle nr 1: Vindlast trykk, Y1 + Skjevlast

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
Y	-2.3	-26290	26290	17060	17060	1	2
Y	-0.2	-26290	26290	17060	17060	1	2

Lastdata for lasttilfelle nr 2: Vindlast trykk, X1 + Skjevlast

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
X	2.1	-26290	-26290	795	17060	1	2
X	0.2	-26290	-26290	795	17060	1	2

Lastdata for lasttilfelle nr 3: Vindlast trykk, X2 + Skjevlast

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
X	2.1	-1690	-1690	-17060	750	1	2
X	0.2	-1690	-1690	-17060	750	1	2

Lastdata for lasttilfelle nr 4: Vindlast trykk, X3

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
X	2.1	11170	11170	-17060	17060	2	2

Lastdata for lasttilfelle nr 5: Vindlast sug, Y3

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
Y	-1,2	-26290	-1690	795	795	1	2

Lastdata for lasttilfelle nr 6: Vindlast sug, Y4

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
Y	-1,2	-1690	11170	-17060	-17060	1	2

Lastdata for lasttilfelle nr 7: Vindlast sug, Y5

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
Y	-1,2	11170	26290	-10130	-10130	1	2

Lastdata for lasttilfelle nr 8: Vindlast sug, X4

Retning	q(kN/m)	x1	x2	y1	y2	Fra etasje	Til etasje
X	0,9	11170	11170	-17060	4400	1	2

Lastkombinasjoner

Last-kombinasjon	Lasttilfelle nr							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	1	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1	1	1	0

Lastfaktorer for horisontallast

Lasttilfelle	Bruksgrense	Bruddgrense
1 Vindlast trykk, Y1 + Skjevlast	1	1,5
2 Vindlast trykk, X1 + Skjevlast	1	1,5
3 Vindlast trykk, X2 + Skjevlast	1	1,5
4 Vindlast trykk, X3	1	1,5
5 Vindlast sug, Y3	1	1,5
6 Vindlast sug, Y4	1	1,5
7 Vindlast sug, Y5	1	1,5
8 Vindlast sug, X4	1	1,5

Påført vertikallast (kN)

Skive nr	over etasje nr 1		over etasje nr 2	
	egenvekt	nyttelast	egenvekt	nyttelast
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0

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
2	206	0	206	247	0	247
1	412	0	412	494	0	494

Aksialkraft i skive nr 2 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
2	143	0	143	171	0	171
1	286	0	286	343	0	343

Aksialkraft i skive nr 3 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
2	122	0	122	146	0	146
1	244	0	244	292	0	292

Aksialkraft i skive nr 4 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
2	179	0	179	214	0	214
1	357	0	357	428	0	428

Aksialkraft i skive nr 5 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
2	8	0	8	9	0	9
1	15	0	15	18	0	18

Aksialkraft i skive nr 6 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
2	6	0	6	8	0	8
1	13	0	13	15	0	15

Aksialkraft i skive nr 7 (kN)

Etasje nr	Bruksgrense			Bruddgrense		
	Egenvekt	Nyttelast	Totallast	Egenvekt	Nyttelast	Totallast
2	28	0	28	34	0	34
1	56	0	56	67	0	67

Lastkombinasjon nr 1 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y(mm)	Etasje nr	Skive nr
0,0	0,0	-6240	10125	2	1
0,0	0,0	-6240	10125	1	1
0,0	0,0	8295	13660	2	2
0,0	0,0	8295	13660	1	2
0,0	0,0	8345	-14120	2	3
0,0	0,0	8345	-14120	1	3
0,0	0,0	11170	13660	2	4
0,0	0,0	11170	13660	1	4
0,0	0,0	-26290	14650	2	5
0,0	0,0	-26290	14650	1	5
0,0	0,0	310	-17060	2	6
0,0	0,0	310	-17060	1	6
0,0	0,0	26290	14095	2	7
0,0	0,0	26290	14095	1	7

Lastkombinasjon nr 2 Horisontale tilleggskrefter på grunn av utbøyning

Px(kN)	Py(kN)	X(mm)	Y(mm)	Etasje nr	Skive nr
0,0	0,0	-6240	10125	2	1
0,0	0,0	-6240	10125	1	1
0,0	0,0	8295	13660	2	2
0,0	0,0	8295	13660	1	2
0,0	0,0	8345	-14120	2	3
0,0	0,0	8345	-14120	1	3
0,0	0,0	11170	13660	2	4
0,0	0,0	11170	13660	1	4
0,0	0,0	-26290	14650	2	5
0,0	0,0	-26290	14650	1	5
0,0	0,0	310	-17060	2	6
0,0	0,0	310	-17060	1	6
0,0	0,0	26290	14095	2	7
0,0	0,0	26290	14095	1	7

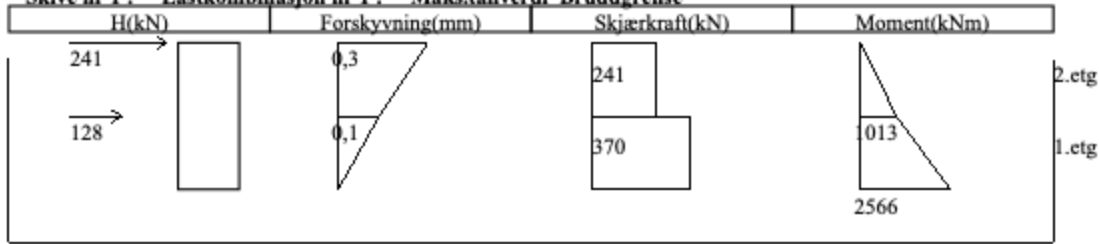
Lastkombinasjon nr 1 Bruddgrense

Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
2	254,0	0,0	184,0	1	-1	0,0039
1	146,6	0,0	183,9	0	0	0,0015

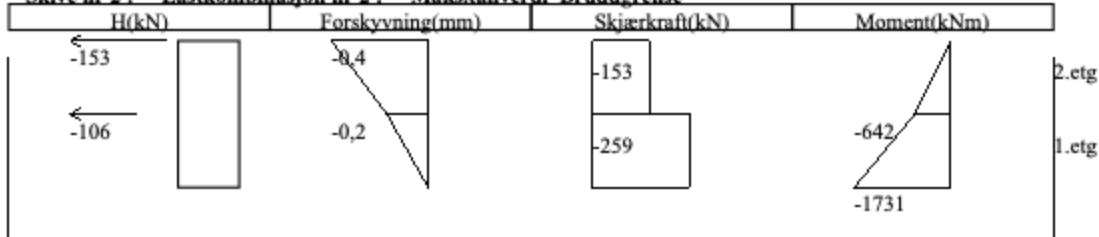
Lastkombinasjon nr 2 Bruddgrense

Etasje nr	Lastvektor			Forskyvningsvektor		
	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kNm)	Vx(mm)	Vy(mm)	Vz(grader)
2	0,0	-291,9	0,7	1	-1	0,0047
1	0,0	-291,9	0,7	0	0	0,0019

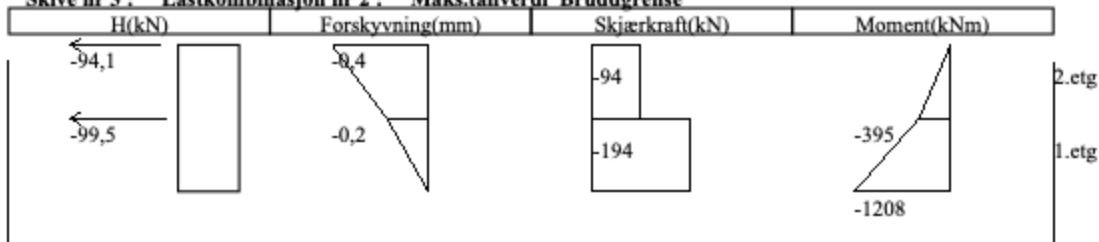
Skive nr 1 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense



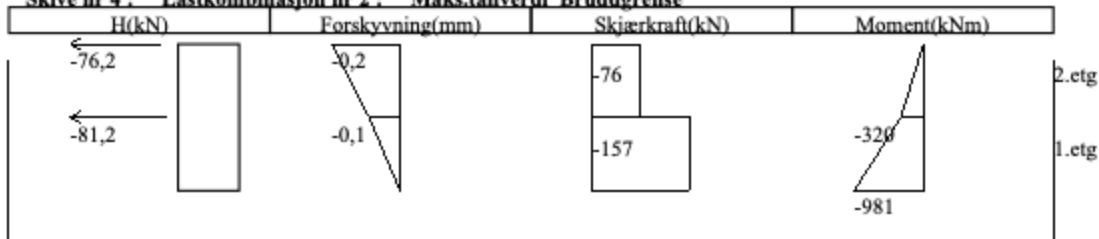
Skive nr 2 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense



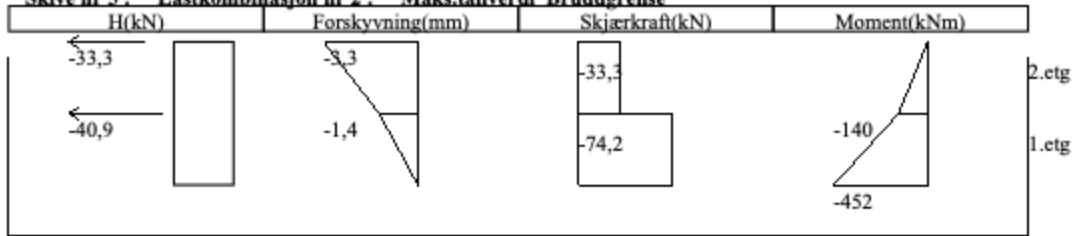
Skive nr 3 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense



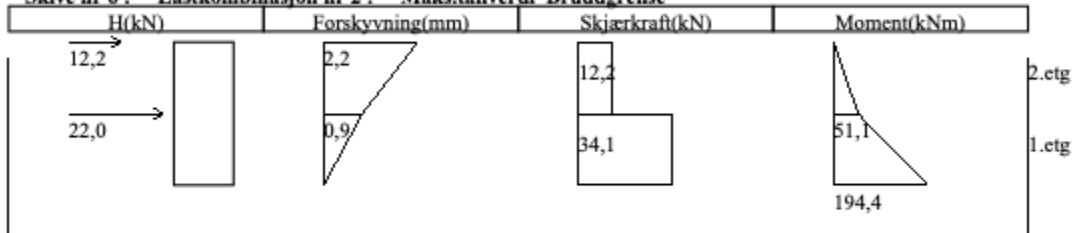
Skive nr 4 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense



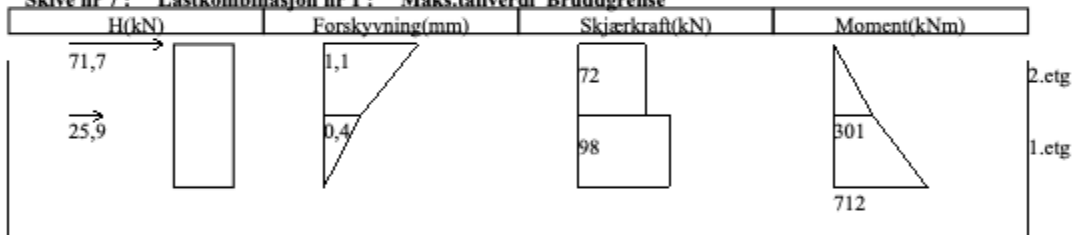
Skive nr 5 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense



Skive nr 6 : Lastkombinasjon nr 2 : Maks.tallverdi Bruddgrense



Skive nr 7 : Lastkombinasjon nr 1 : Maks.tallverdi Bruddgrense



Maksimum og minimum snittkrefter for plane skiver

Skive nr 1 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
2	247	206	1013	241
1	494	412	2566	370

Skive nr 2 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
2	171	143	-642	-153
1	343	286	-1731	-259

Skive nr 3 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
2	146	122	-395	-94
1	292	244	-1208	-194

Skive nr 4 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
2	214	179	-320	-76
1	428	357	-981	-157

Skive nr 5 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
2	9	8	-140	-33
1	18	15	-452	-74

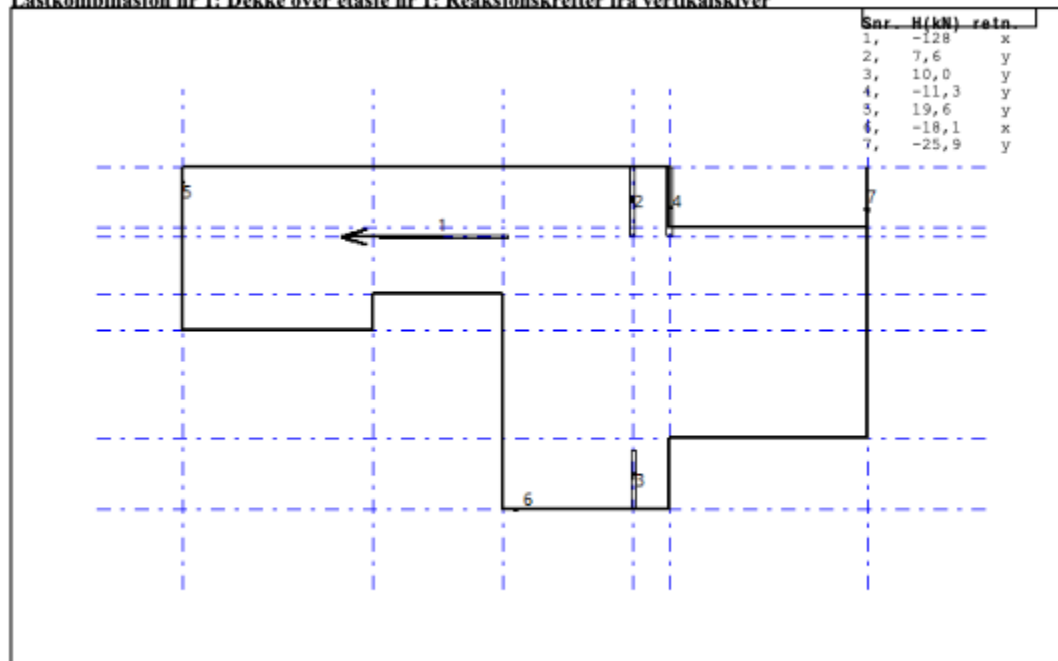
Skive nr 6 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
2	8	6	54	13
1	15	13	194	34

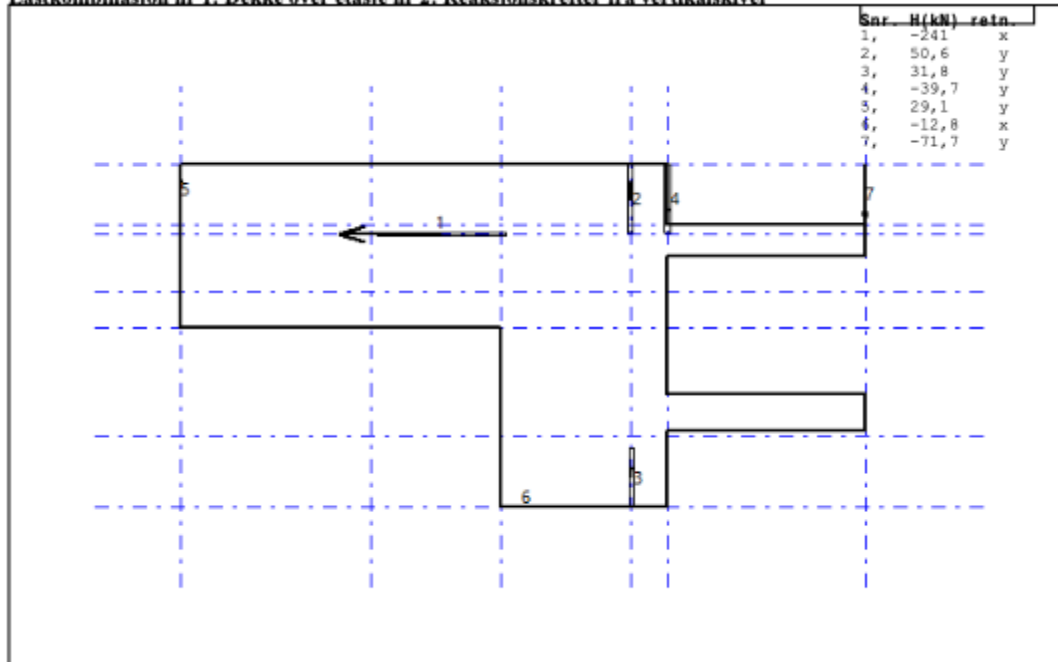
Skive nr 7 Bruddgrense

Etasje nr	Aksialkraft (kN)		Moment (kNm)	Skjærkraft (kN)
	Maks.	Min.	Maks.tallverdi	Maks.tallverdi
2	34	28	301	72
1	67	56	712	101

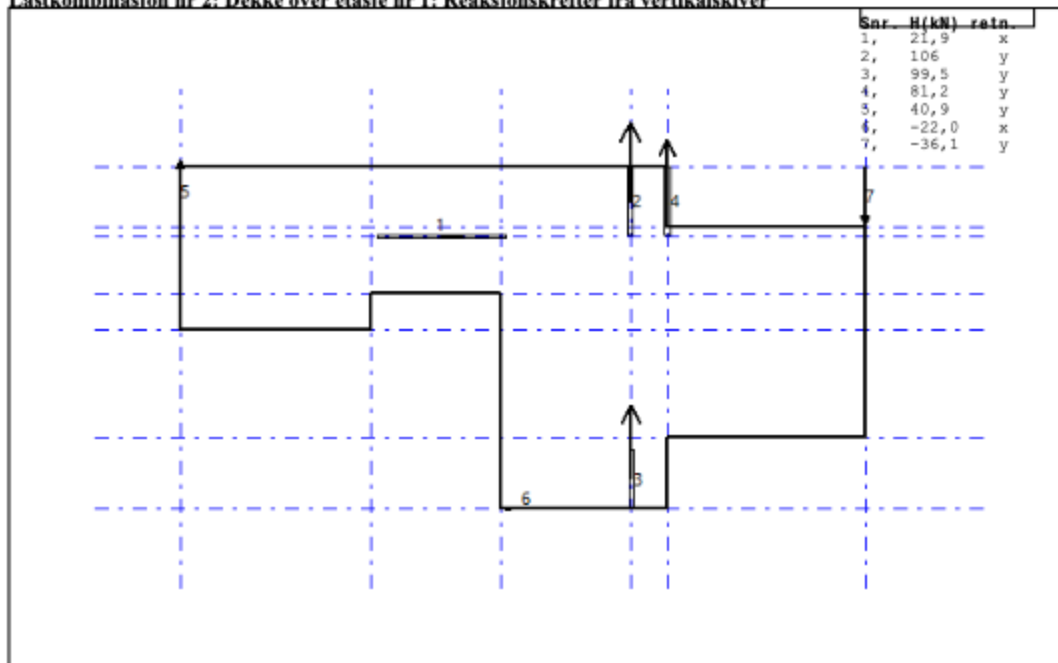
Lastkombinasjon nr 1: Dekke over etasje nr 1: Reaksjonskrefter fra vertikalskiver



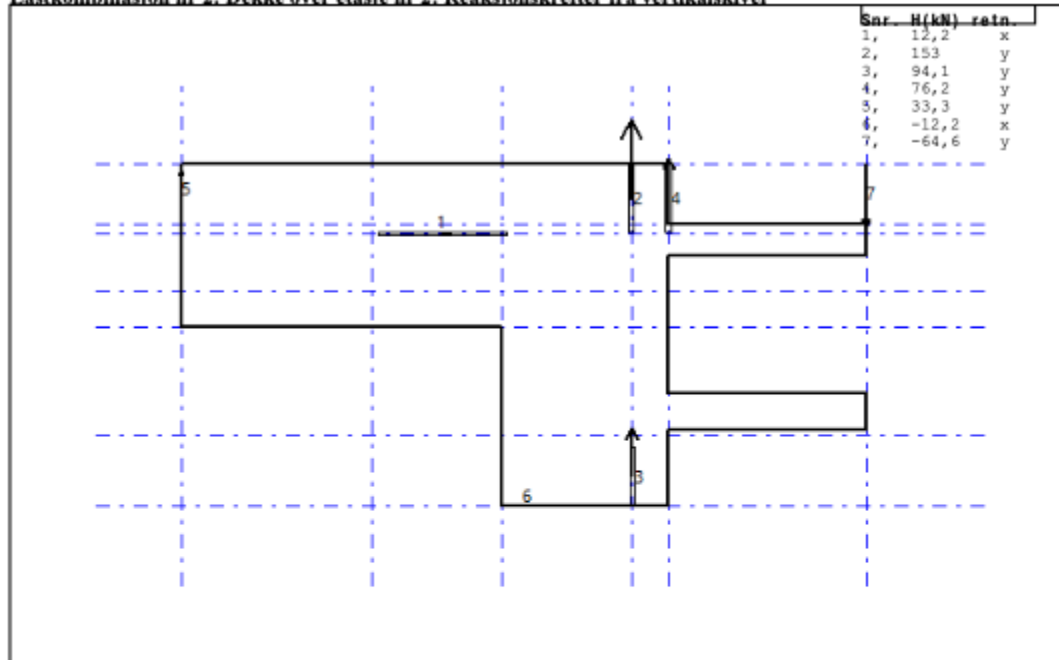
Lastkombinasjon nr 1: Dekke over etasje nr 2: Reaktionskrefter fra vertikalskiver



Lastkombinasjon nr 2: Dekke over etasje nr 1: Reaktionskrefter fra vertikalskiver



Lastkombinasjon nr 2: Dekke over etasje nr 2: Reaktionskrefter fra vertikalskiver



Maksimum snittkrefter i dekker

Dekke nr 1 Bruddgrense

Modullinjer i Y-retning			Modullinjer i X-retning		
X-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi	Y-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi
-26290	0	0	-17060	0	0
-11620	186	-41	-10030	-548	-22
-1690	-773	-96	795	526	67
8295	-1310	-151	4400	800	85
8345	-1313	-45	10130	1343	105
11170	-1181	39	11130	1384	-20
26290	0	36	17060	0	0

Dekke nr 2 Bruddgrense

Modullinjer i Y-retning			Modullinjer i X-retning		
X-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi	Y-koord. (mm)	Moment (kNm) Maks.tallverdi	Skjærkraft (kN) Maks.tallverdi
-26290	0	0	-17060	0	0
-11620	426	-48	-10030	221	43
-1690	-1641	-103	795	1544	129
8295	-1836	-159	4400	2061	158
8345	-1837	80	10130	2833	195
11170	-1610	111	11130	3037	-39
26290	0	72	17060	0	0

Skive 1:

$$h_{s1} := 8.4 \text{ m} \quad b_{s1} := 9.8 \text{ m} \quad t_{s1} := 0.2 \text{ m}$$

$$M_{vs1} := 2566 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$G_{s1} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot h_{s1} \cdot b_{s1} \cdot t_{s1} \cdot 0.9 = 370.44 \text{ kN}$$

$$M_{ss1} := G_{s1} \cdot \frac{b_{s1}}{2} = 1815.156 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs1}}{M_{ss1}} = 1.414 \quad 1.414 > 1.0 \quad \text{IKKE OK}$$

Skive 2:

$$h_{s2} := 8.4 \text{ m} \quad b_{s2} := 6.8 \text{ m} \quad t_{s2} := 0.2 \text{ m}$$

$$M_{vs2} := 1731 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$G_{s2} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot h_{s2} \cdot b_{s2} \cdot t_{s2} \cdot 0.9 = 257.04 \text{ kN}$$

$$M_{ss2} := G_{s2} \cdot \frac{b_{s2}}{2} = 873.936 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs2}}{M_{ss2}} = 1.981 \quad 1.981 > 1.0 \quad \text{IKKE OK}$$

Skive 3:

$$h_{s3} := 8.4 \text{ m} \quad b_{s3} := 5.88 \text{ m} \quad t_{s3} := 0.2 \text{ m}$$

$$M_{vs3} := 1208 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$G_{s3} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot h_{s3} \cdot b_{s3} \cdot t_{s3} \cdot 0.9 = 222.264 \text{ kN}$$

$$M_{ss3} := G_{s3} \cdot \frac{b_{s3}}{2} = 653.456 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs3}}{M_{ss3}} = 1.849 \quad 1.849 > 1.0 \quad \text{IKKE OK}$$

Skive 4:

$$h_{s4} := 8.4 \text{ m} \quad b_{s4} := 6.8 \text{ m} \quad t_{s4} := 0.25 \text{ m}$$

$$M_{vs4} := 981 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$G_{s4} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot h_{s4} \cdot b_{s4} \cdot t_{s4} \cdot 0.9 = 321.3 \text{ kN}$$

$$M_{ss4} := G_{s4} \cdot \frac{b_{s4}}{2} = 1092.42 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Utnyttelse := \frac{M_{vs4}}{M_{ss4}} = 0.898 \quad 0.898 < 1.0 \quad \text{OK}$$

Kryss 1:

$$h_{k1} := 8.4 \text{ m} \quad b_{k1} := 4.825 \text{ m}$$

$$M_{vk1} := 452 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Egen_1 := 80 \text{ kN}$$

$$F_{0k1} := \frac{M_{vk1}}{b_{k1}} = 93.679 \text{ kN}$$

$$Utnyttelse := \frac{F_{0k1}}{Egen_1} = 1.171 \quad 1.171 > 1.0 \quad \text{IKKE OK}$$

Kryss 2:

$$h_{k2} := 8.4 \text{ m} \quad b_{k2} := 4.0 \text{ m}$$

$$M_{vk2} := 194.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Egen_2 := 95.7 \text{ kN}$$

$$F_{0k2} := \frac{M_{vk2}}{b_{k2}} = 48.6 \text{ kN}$$

$$Utnyttelse := \frac{F_{0k2}}{Egen_2} = 0.508 \quad 0.508 < 1.0 \quad \text{OK}$$

Kryss 3:

$$h_{k3} := 8.4 \text{ m} \quad b_{k3} := 5.93 \text{ m}$$

$$M_{vk3} := 712 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Egen_3 := 127 \text{ kN}$$

$$F_{0k3} := \frac{M_{vk3}}{b_{k3}} = 120.067 \text{ kN}$$

$$Utnyttelse := \frac{F_{0k3}}{Egen_3} = 0.945 \quad 0.945 < 1.0 \quad \text{OK}$$

Vedlegg D4 – Stivhetssenter for redusert system

	X [mm]	Y [mm]	t [mm]	h [mm]	L [mm]	Kx [Nmm ²]	Ky [Nmm ²]	Kx * X [Nmm]	Ky * Y [Nmm]
Vegg 1	28453	39245	200	8550	9800	4 * 10¹⁷		1.1 * 10²²	
Vegg 2	40686	42571	200	8550	6800		1.3 * 10¹⁷		5.5 * 10²¹
Vegg 3	40686	14713	200	8550	5880		8.2 * 10¹⁶		1.2 * 10²¹
Vegg 4	43447	42571	250	9900	6800		1.6 * 10¹⁷		6.8 * 10²¹
Kryss 1	6112	43553		8550	4825		8.4 * 10¹¹		3.6 * 10¹⁶
Kryss 2	32538	11765		8550	4000	1.1 * 10¹²		3.6 * 10¹⁶	
Kryss 3	58682	43000		9900	5930		1.4 * 10¹²		6.0 * 10¹⁶
						Σ 4 * 10¹⁷	Σ 3.7 * 10¹⁷	Σ 1.1 * 10²²	Σ 1.3 * 10²²

$$X = \frac{\Sigma Kx * X}{\Sigma Kx} = 27.5m$$

$$Y = \frac{\Sigma Ky * Y}{\Sigma Ky} = 35.1m$$

Vedlegg E – Fra kapittel 5.2

Vedlegg E1 – Kontroll HE-A 340

Kontroll bjelke, HEA340

$$V_{Ed} := 239.4 \text{ kN}$$

Fra FEM-design

$$N_{Ed} := 54.7 \text{ kN}$$

Fra FEM-design

$$M_{y,Ed} := 331.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fra FEM-design

Formler og verdier hentet fra:
NS-EN 1993-1-1

Data

$$t_f := 16.4 \text{ mm} \quad t_w := 9.5 \text{ mm} \quad r := 27 \text{ mm}$$

P&F

$$h := 330 \text{ mm} \quad b := 300 \text{ mm}$$

P&F

$$h_w := h - 2 \cdot t_f = 297.2 \text{ mm}$$

$$c_w := h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 243.2 \text{ mm}$$

$$c_f := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 118.3 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05 \quad \gamma_{M1} := 1.05$$

NA.6.1(1)

$$\eta := 1.0$$

6.2.6(6)

$$\varepsilon := 0.81$$

tab. 5.2

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

tab. 3.1

$$A := 13300 \text{ mm}^2$$

P&F

$$S_y := 925 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

P&F

$$W_{y.el} := 1680 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

P&F

$$W_{y.pl} := 2 \cdot S_y = 1850000 \text{ mm}^3$$

Tverrsnittsklasse

$$tv.sn.kl_w := \frac{c_w}{t_w \cdot \varepsilon} = 31.6$$

< 33 tv.kl. 1 for trykk og moment i steg

tab. 5.2

$$tv.sn.kl_f := \frac{c_f}{t_f \cdot \varepsilon} = 8.9$$

< 9 tv.kl. 1 for trykk i flens

tab. 5.2

Ligger i tv.kl. 1

Stålhåndboken

Kontroll skjærkraft

Regner forenklet plastisk:

$$A_v := A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 4501.4 \text{ mm}^2$$

6.2.6(3)

$$V_{Rd} := \frac{A_v \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 878.7 \text{ kN}$$

6.2.6(2)

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.272 < 1.0 \text{ OK}$$

6.2.6(1)

Kontrollerer for skjærknekking:

$$\frac{h_w}{t_w} = 31.3 < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta} = 58.3 \quad \text{OK} \quad \text{6.2.6(6)}$$

Kontroll aksialstrekk

$$N_{Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 4496.7 \text{ kN} \quad \text{6.2.3(2)}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = 0.01 < 1.0 \quad \text{OK} \quad \text{6.2.3(1)}$$

Kontroll moment

$$M_{y,Rd} := \frac{W_{y,pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 625.5 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{6.2.5(2)}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = 0.53 < 1.0 \quad \text{OK} \quad \text{6.2.5(1)}$$

Kombinert virkning av tverrsnittskrefter

Trenger ikke ta med skjærkraft da utnyttelsen er lavere enn 0.5

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = 0.542 < 1.0 \quad \text{OK} \quad \text{6.2.1(7)}$$

Kontroll vipping

$$M_{cr} := 12438.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fra FEM-design

$$\lambda_{LT} := \sqrt{\frac{W_{y.pl} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0.23$$

6.3.2.2(1)

Knekkurve a

tab. 6.2

$$\alpha_{LT} := 0.21$$

tab. 6.3

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.53$$

6.3.2.2(1)

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 0.993 < 1.0$$

6.3.2.2(1)

$$M_{y.b.Rd} := \chi_{LT} \cdot M_{y.Rd} = 621.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

6.3.2.1(3)

$$\frac{M_{y.Ed}}{M_{y.b.Rd}} = 0.53 < 1.0 \text{ OK}$$

6.3.2.1(1)

Kontroll bjelke, HEA300

Formler og verdier hentet fra:
NS-EN 1993-1-1

Data

$$t_f := 14 \text{ mm} \quad t_w := 8.5 \text{ mm} \quad r := 27 \text{ mm} \quad \text{P\&F}$$

$$h := 290 \text{ mm} \quad b := 300 \text{ mm} \quad \text{P\&F}$$

$$h_w := h - 2 \cdot t_f = 262 \text{ mm}$$

$$c_w := h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 208 \text{ mm}$$

$$c_f := \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r = 118.75 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M0} := 1.05 \quad \gamma_{M1} := 1.05 \quad \text{NA.6.1(1)}$$

$$\eta := 1.0 \quad \text{6.2.6(6)}$$

$$\varepsilon := 0.81 \quad \text{tab. 5.2}$$

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{tab. 3.1}$$

$$A := 11200 \text{ mm}^2 \quad \text{P\&F}$$

$$S_y := 692 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad \text{P\&F}$$

$$W_{y,el} := 1260 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad \text{P\&F}$$

$$W_{y,pl} := 2 \cdot S_y = 1384000 \text{ mm}^3$$

$$W_{z,el} := 421 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y := 127 \text{ mm} \quad i_z := 74.9 \text{ mm}$$

P&F

$$E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tverrsnittsklasse

$$tv.sn.kl_w := \frac{c_w}{t_w \cdot \epsilon} = 30.211$$

< 33 tv.kl. 1 for trykk og moment i steg

tab. 5.2

$$tv.sn.kl_f := \frac{c_f}{t_f \cdot \epsilon} = 10.472$$

< 14 tv.kl. 3 for trykk i flens

tab. 5.2

Ligger i tv.kl. 3

Stålhåndboken

Kontroll skjærspenning

$$\tau_{Ed} := 63 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fra FEM-Design

$$\frac{\tau_{Ed}}{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right) \gamma_{M0}} = 0.323 < 1.0 \text{ OK}$$

6.2.6(4)

Kontroll normalspenning

$$\sigma_{Ed} := 180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fra FEM-Design

$$\left(\frac{\sigma_{Ed}}{f_y} \right) \gamma_{M0} = 0.283 < 1.0 \text{ OK}$$

6.2.1(5)

Kontroll knekking

$$N_{c.Ed} := 19 \text{ kN}$$

$$L_{cr} := 5985 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 76.409$$

6.3.1.3(1)

$$\lambda_y := \frac{L_{cr}}{i_y \cdot \lambda_1} = 0.617$$

6.3.1.3(1)

$$\lambda_z := \frac{L_{cr}}{i_z \cdot \lambda_1} = 1.046$$

6.3.1.3(1)

$$\alpha_y := 0.34$$

Knekkurve b

tab.6.1

$$\alpha_z := 0.49$$

Knekkurve c

tab.6.1

$$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0.2) + \lambda_y^2) = 0.761$$

6.3.1.2(1)

$$\phi_z := 0.5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0.2) + \lambda_z^2) = 1.254$$

6.3.1.2(1)

$$\chi_y := \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = 0.829 < 1.0 \quad \text{6.3.1.2(1)}$$

$$\chi_z := \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = 0.514 < 1.0 \quad \text{6.3.1.2(1)}$$

$$N_{b.Rd.y} := \frac{\chi_y \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 3137.484 \text{ kN} \quad \text{6.3.1.1(3)}$$

$$N_{b.Rd.z} := \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 1945.768 \text{ kN} \quad \text{6.3.1.1(3)}$$

$$\frac{N_{c.Ed}}{N_{b.Rd.y}} = 0.006 < 1.0 \text{ OK} \quad \text{6.3.1.1(1)}$$

$$\frac{N_{c.Ed}}{N_{b.Rd.z}} = 0.01 < 1.0 \text{ OK} \quad \text{6.3.1.1(1)}$$

Kontroll vipping

$$M_{y.Ed} := 217.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{cr} := 9123.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Fra FEM-design

$$\lambda_{LT} := \sqrt{\frac{W_{y.pl} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0.23 \quad \text{6.3.2.2(1)}$$

Knekkurve a

tab. 6.2

$$\alpha_{LT} := 0.21$$

tab. 6.3

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.53 \quad \text{6.3.2.2(1)}$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 0.993 < 1.0 \quad \text{6.3.2.2(1)}$$

$$M_{y.b.Rd} := \chi_{LT} \cdot \frac{W_{y.el} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 422.991 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{6.3.2.1(3)}$$

$$\frac{M_{y.Ed}}{M_{y.b.Rd}} = 0.51 < 1.0 \text{ OK} \quad \text{6.3.2.1(1)}$$

Kontroll kombinert knekking og moment

$$N_{Rk} := f_y \cdot A = 3976 \text{ kN}$$

$$M_{y.Rk} := f_y \cdot W_{y.el} = 447.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Rk} := f_y \cdot W_{z.el} = 149.455 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\psi := 0 \quad \text{Ingen støttemoment -->} \quad \alpha_h := 0$$

$$C_{my} := 0.95 + 0.5 \cdot \alpha_h = 0.95 \quad \text{tab. B.3}$$

$$k_{yy.1} := C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c.Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0.952$$

Skal bruke den minste her

$$k_{yy.2} := C_{my} \cdot \left(1 + 0.8 \cdot \frac{N_{c.Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0.955$$

$$k_{yy} := k_{yy.1} = 0.952$$

tab. B.2

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy} = 0.571$$

tab. B.2

$$\frac{N_{c.Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.495 < 1.0 \text{ OK}$$

6.3.3(4)

$$\frac{N_{c.Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.303 < 1.0 \text{ OK}$$

6.3.3(4)

Kontroll søyle

KKR 200x200x10

Formler og verdier hentet fra: NS-EN 1993-1-1, Profiler og formler

$Med.y := 2.04 \text{ kN} \cdot \text{m}$ Fra FEM-design

$Med.z := 1.98 \text{ kN} \cdot \text{m}$ Fra FEM-design

$Ned := 1453.6 \text{ kN}$ Fra FEM-design

$Ved := 3.9 \text{ kN}$ Fra FEM-design

Tverrsnittsdata

$t := 10 \text{ mm}$ $L := 3.800 \text{ m}$ $h := 200 \text{ mm}$ $b := 200 \text{ mm}$

$hw := h - 2 \cdot t = 180 \text{ mm}$ $\eta := 1.20$

$c := h - 2 \cdot t = 180 \text{ mm}$

tab.5.2

$\varepsilon := 0.81$ $\gamma := 1.05$

NA.6.1.(1)

$fy := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

tab.3.1

$E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\nu := 0.3$

3.2.6.(1)

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 80769.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3.2.6.(1)

$$i_y := 44.2 \text{ mm} \quad i_z := i_y \quad i := 77 \text{ mm}$$

P&F

$$w_y := 442 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad w_z := w_y \quad w_{pl} := 508 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

P&F

$$A := 7450 \text{ mm}^2$$

P&F

$$A_v := \frac{A \cdot h}{(b + h)} = 3725 \text{ mm}^2$$

6.2.6.(3)

Tverrsnittsklasse

$$tv.sn.kl.N := \frac{c}{t \cdot \varepsilon} = 22.22$$

< 33 tv.sn.kl 1 for trykk

tab.5.2

$$tv.sn.kl.M := \frac{c}{t \cdot \varepsilon} = 22.22$$

< 72 tv.sn.kl 1 for moment

tab.5.2

tv.sn ligger i tv.sn.kl 1 for både trykk og moment. Kan regne plastisk. Ikke behov for arealreduksjon under utregning

Kontroll moment

$$M_{y.rd} := \frac{w_y \cdot f_y}{\gamma} = 149.44 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

6.2.5 (2)

$$M_{z.rd} := M_{y.rd}$$

$$\frac{Med.y}{M_{y.rd}} = 0.01 < 1.0 \text{ OK}$$

6.2.5 (1)

$$\frac{Med.z}{M_{z.rd}} = 0.01 < 1.0 \text{ OK}$$

Kontroll aksial

$$N_{rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma} = 2518.8 \text{ kN}$$

6.2.3 (2)

$$\frac{N_{ed}}{N_{rd}} = 0.58 < 1.0 \text{ OK}$$

6.2.3 (1)

Kontroll skjærkraft

forenklet plastisk kontroll

LC18ULS

$$V_{pl.rd} := \frac{A_v}{\gamma} \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right) = 727.1 \text{ kN}$$

6.2.6 (2)

$$\frac{V_{ed}}{V_{pl.rd}} = 0.01 < 1.0 \text{ OK}$$

6.2.6 (1)

< 0.5 => Trenger ikke ta hensyn til skjær i kombinert virkning

6.2.10 (2)

Torsjon

$$T_{ed} := 0.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Regner ikke på torsjon da den er tilnærmet lik 0.

Kombinasjon av tverrsnittskrefter

LC6ULS

$$\frac{N_{ed}}{N_{rd}} + \frac{M_{ed.y}}{M_{y.rd}} + \frac{M_{ed.z}}{M_{z.rd}} = 0.60 < 1.0 \text{ OK}$$

6.2.1 (7)

Knekking

LC8ULS

$L_{ky} := 1.0 \cdot 3800 \text{ mm} = 3800 \text{ mm}$ fastoldt i topp om begge akser.

$L_{kz} := L_{ky}$

$\lambda_1 := 93.9 \cdot \varepsilon = 76.06$

6.3.1.3(1)

$\lambda_{_y} := \frac{L_{ky}}{i \cdot \lambda_1} = 0.649$ $\lambda_{_z} := \lambda_{_y}$

6.3.1.3(1)

Kaldformet S355; Knekkurve c

tab 6.2

$\alpha_y := 0.49$ $\alpha_z := \alpha_y$

tab 6.1

$\phi_y := 0.5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{_y} - 0.2) + \lambda_{_y}^2) = 0.82$ $\phi_z := \phi_y$

6.3.1.2

$\chi_y := \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_{_y}^2}} = 0.76$ $\chi_z := \chi_y$

6.3.1.2

$N_{c.Rd} := \frac{f_y}{\gamma} \cdot A = 2519 \text{ kN}$

6.3.1.1

$N_{yb.Rd} := N_{c.Rd} \cdot \chi_y = 1904 \text{ kN}$

6.3.1.1

$N_{zb.Rd} := N_{yb.Rd}$

6.3.1.1

$N_{b.Rd} := N_{yb.Rd} = 1904 \text{ kN}$

6.3.1.1

$\frac{N_{ed}}{N_{b.Rd}} = 0.763 < 1.0 \text{ OK}$

6.3.1.1

Kombinert virkning

$$N_{rk} := f_y \cdot A = 2645 \text{ kN}$$

$$M_{yrk} := f_y \cdot w_y = 156.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{zrk} := M_{yrk}$$

$$\psi_y := 0 \quad \alpha_{hy} := 0 \quad c_{my} := 0.2 + 0.8 \cdot \alpha_{hy} = 0.20 \quad \text{tab. B.3}$$

$$\psi_z := \psi_y \quad \alpha_{hz} := \alpha_{hy} \quad c_{mz} := c_{my} \quad \text{tab. B.3}$$

Hulprofil er vridningsforhindret stav. tab. B.1

$$k_{yy} := c_{my} \cdot \left(1 + 0.6 \lambda_y \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{rk}}{\gamma}} \right) = 0.259 \quad \text{tab. B.1}$$

$$k_{zz} := c_{mz} \cdot \left(1 + 0.6 \lambda_z \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{rk}}{\gamma}} \right) = 0.259 \quad \text{tab. B.1}$$

$$k_{yz} := k_{zz} \quad \text{tab. B.1}$$

$$k_{zy} := 0.8 \cdot k_{yy} = 0.208 \quad \text{tab. B.1}$$

$\chi_{lt} := 1$ Hulprofil vipper ikke.

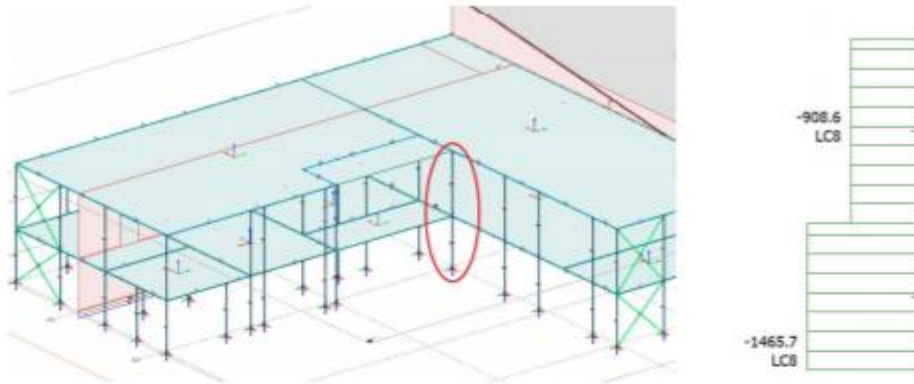
$$\frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{rk}}{\gamma}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{ed,y}}{\chi_{lt} \cdot \frac{M_{yrk}}{\gamma}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{ed,z}}{\frac{M_{zrk}}{\gamma}} = 0.7703 < 1.0 \text{ OK} \quad \text{6.3.3.(4)}$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{rk}}{\gamma}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{ed,y}}{\chi_{lt} \cdot \frac{M_{yrk}}{\gamma}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{ed,z}}{\frac{M_{zrk}}{\gamma}} = 0.7696 < 1.0 \text{ OK} \quad \text{6.3.3.(4)}$$

Skjærknekking

$$\frac{hw}{t} = 18.0 < \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon = 48.6 \quad \text{Ikke relevant}$$

Overlagskontroll aksialtrykk, Søyle 200x200x10



Aktuelle laster:

$$Egnlast_{tak} := 1.0 \frac{kN}{m^2}$$

$$Snølast := 3.2 \frac{kN}{m^2}$$

$$Egnvekt_{tak} := 15.4 \frac{kN}{m^2}$$

$$Nyttelast := 4.0 \frac{kN}{m^2}$$

$$Egnlast_{dekke} := 2.0 \frac{kN}{m^2}$$

$$Egnvekt_{dekke} := \frac{(3.64 + 4.424)}{2} \frac{kN}{m^2} = 4.032 \frac{kN}{m^2}$$

Snitt av HD265 og HD400

$$g_k := 58.8 \frac{kg}{m} \cdot g = 0.577 \frac{kN}{m}$$

Egenvekt søyle

$$g_{k,bj} := (160 + 26 + 19 + 8) \frac{kg}{m} \cdot g = 2.089 \frac{kN}{m}$$

Egenvekt aktuelle bjelker:
HSQ, IPE100, IPE180, IPE220

Aktuelle utstrekninger for lastpføring:

$$a := 9.9 \text{ m}$$

Tilsvarende lastarealer:

$$b := 12.9 \text{ m}$$

$$c := 3.6 \text{ m}$$

$$A := 8.9 \text{ m}^2 + 11.6 \text{ m}^2 + 18.4 \text{ m}^2 = 38.9 \text{ m}^2$$

$$d := 5.715 \text{ m}$$

Samlet last

$$P_k := (Snølast + Egnlast_{tak} + Egnvekt_{tak} + Egnlast_{dekke} + Egnvekt_{dekke} + Nyttelast) \cdot A$$

$$P_k = 1152.685 \text{ kN}$$

Eventuelt:

$$Last := (Snølast + Egnlast_{tak} + Egnvekt_{tak} + Egnlast_{dekke} + Egnvekt_{dekke} + Nyttelast)$$

$$Last = 29.632 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, \quad P_{k,evt} := \left(Last \cdot \frac{a}{2} + Last \cdot \frac{b}{2} \right) \cdot \frac{c}{2} + \left(Last \cdot \frac{b}{2} \right) \cdot \frac{d}{2}$$

$$P_{k,evt} = 1154.192 \text{ kN}$$

Opptredende aksialkraft:

$$G_k := g_k \cdot 8.55 \text{ m} = 4.93 \text{ kN}$$

$$G_{k,bj} := g_{k,bj} \cdot \left(\frac{3.6 \text{ m}}{2} + \frac{5.7 \text{ m}}{2} \right) \cdot 2 = 19.426 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} := (G_k + P_k + G_{k,bj}) \cdot 1.3 = 1530.153 \text{ kN}$$

Tilnærmet lastfaktor for samlet last

$$N_{Ed,FEM} := 1463.3 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Ed,FEM}} = 1.046$$

Er ikke hensyntatt vindpåkjenning, samt gjort forenklinger.

Med hensyn på forutsetningene, tilsier kontrollen sammenlignbare verdier med FEM.

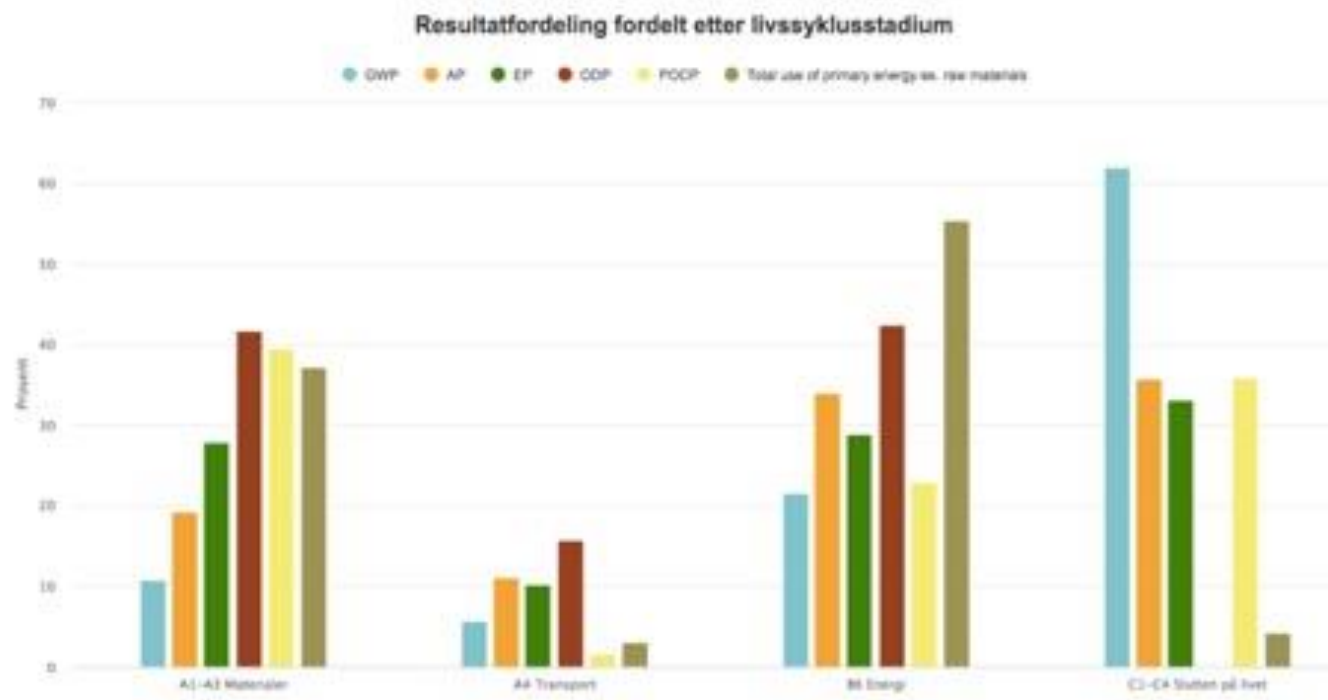
Overslagskontroll søyle OK

Vedlegg F – Fra kapittel 6.1

Vedlegg F1 - Resultatfordeling fordelt etter livssyklusstadium.



Stål og betong



Tre

Vedlegg F2 – Livssyklusvurdering: Resultat

Life-cycle assessment results












Sektor	Klimagassutslipp kg CO ₂ e ⓘ	Acidification kg SO ₂ e ⓘ	Eutrophication kg PO ₄ e ⓘ	Ozone depletion potential kg CFC11e ⓘ	Formation of ozone of lower atmosphere kg Ethenee ⓘ	Total use of primary energy ex. raw materials MJ ⓘ
A1-A3 ⓘ Byggematerialer	1,27E5	2,91E2	1,09E2	4,32E-3	2,48E1	1,31E6
+ A4 ⓘ Transport til byggeplassen	5,6E2	2,58E0	5,61E-1	1,11E-4	3,16E-2	1,59E4
A5 ⓘ Byggeplass						
B1-B5 ⓘ Maintenance and material replacement						
B6 ⓘ Energibruk i drift	4,66E4	1,72E2	3,46E1	6,47E-3	9,52E0	6,3E6
B7 ⓘ Water use						
C1-C4 ⓘ Livsløpets slutt	5,75E3	2,48E1	5,58E0	8,28E-4	1,43E0	1,37E5
+ D ⓘ Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-3,7E4	-6,37E1	-2,13E1	-6,79E-4	-5,07E0	-3,88E5
Total	1,8E5	4,91E2	1,5E2	1,17E-2	3,58E1	7,77E6
Resultater per nevner						
Bruttoareal (BTA), Norway 1250.0 m ²	1,44E2	3,93E-1	1,2E-1	9,39E-6	2,87E-2	6,21E3
Brutto internt gulvareal (IPMS / RICS), m2 1250.0 m ²	1,44E2	3,93E-1	1,2E-1	9,39E-6	2,87E-2	6,21E3

Stål og betong







Sektor	Klimagassutslipp kg CO ₂ e ⓘ	Acidification kg SO ₂ e ⓘ	Eutrophication kg PO ₄ e ⓘ	Ozone depletion potential kg CFC11e ⓘ	Formation of ozone of lower atmosphere kg Ethenee ⓘ	Total use of primary energy ex. raw materials MJ ⓘ
A1-A3 ⓘ Byggematerialer	5,85E4	2,89E2	5,11E1	9,63E-3	2,34E1	2,54E6
+ A4 ⓘ Transport til byggeplassen	1,49E3	6,87E0	1,5E0	2,95E-4	8,42E-2	4,25E4
A5 ⓘ Byggeplass						
B1-B5 ⓘ Maintenance and material replacement						
B6 ⓘ Energibruk i drift	4,66E4	1,72E2	3,46E1	6,47E-3	9,52E0	6,3E6
B7 ⓘ Water use						
C1-C4 ⓘ Livsløpets slutt	3,39E4	4,6E1	1,01E1	5,22E-7	3,8E0	1,22E5
+ D ⓘ Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-2,01E5	-2,14E2	-3,41E1	-4,03E-7	-2,26E1	-3,54E6
Total	1,41E5	5,14E2	9,73E1	1,64E-2	3,68E1	9E6
Resultater per nevner						
Bruttoareal (BTA), Norway 1250.0 m ²	1,12E2	4,11E-1	7,78E-2	1,31E-5	2,94E-2	7,2E3
Brutto internt gulvareal (IPMS / RICS), m2 1250.0 m ²	1,12E2	4,11E-1	7,78E-2	1,31E-5	2,94E-2	7,2E3

tre

Vedlegg F3 – Livssyklusvurdering: Medvirkende materialer .

Mest medvirkende materialer (Klimagassutslipp)				
No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)	Bærekraftige alternativer
1.	Prefabrikerte veggelementer av betong (fast, uisolert), generisk, B30  ?	48 tonn CO ₂ e	38.1 %	Vis bærekraftige alternativer
2.	Hulldekker HD 265. Prosjektbasert til prosjekt 602984 Hurum Helsehus  ?	19 tonn CO ₂ e	14.9 %	Vis bærekraftige alternativer
3.	Hulldekker HD 400. Prosjektbasert til prosjekt 602984 Hurum Helsehus  ?	18 tonn CO ₂ e	13.9 %	Vis bærekraftige alternativer
4.	Hulldekke  ?	15 tonn CO ₂ e	11.7 %	Vis bærekraftige alternativer
5.	Forsterkning stål (armering), generisk  ?	11 tonn CO ₂ e	8.9 %	Vis bærekraftige alternativer
6.	Stålbjelker og kanaler S355J2 / S460M/ML  ?	6,6 tonn CO ₂ e	5.2 %	Vis bærekraftige alternativer
7.	Strukturelle hule stålprofiler, kaldvalsede, generiske  ?	3,5 tonn CO ₂ e	2.8 %	Vis bærekraftige alternativer
8.	Bindingsverksystem av tre for yttervegger per kvm (inkl. Luftespalter per m3)  ?	3,3 tonn CO ₂ e	2.6 %	Vis bærekraftige alternativer
9.	Strukturelle stålprofiler, generisk  ?	2,4 tonn CO ₂ e	1.9 %	Vis bærekraftige alternativer
10.	Stripefundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt og leire per m2 BTA ?	tonn CO ₂ e	0.0 %	Vis bærekraftige alternativer
11.	Ferdigbetong, normal styrke, generisk, B30 (var: lavkarbonklass C)  ?	0 tonn CO ₂ e	0.0 %	Vis bærekraftige alternativer
12.	Forsterkning stål (armering), generisk  ?	0 tonn CO ₂ e	0.0 %	Vis bærekraftige alternativer
13.	Stålsøyle - for stål og betongbygning ?	tonn CO ₂ e	0.0 %	Vis bærekraftige alternativer

Stål og betong

Mest medvirkende materialer (Klimagassutslipp)				
No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)	Bærekraftige alternativer
1.	Krysslimt tre  ?	58 tonn CO ₂ e	98.4 %	Vis bærekraftige alternativer
2.	Utvendig kledning av lauvtre, Foreningen Norske Lauvtrebruk  ?	0,7 tonn CO ₂ e	1.2 %	Vis bærekraftige alternativer
3.	Isolasjon, glassull/mineralull,  ?	0,19 tonn CO ₂ e	0.3 %	Vis bærekraftige alternativer
4.	Vindsperre  ?	0,05 tonn CO ₂ e	0.1 %	Vis bærekraftige alternativer
5.	Stripefundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt og leire per m2 BTA ?	tonn CO ₂ e	0.0 %	Vis bærekraftige alternativer
6.	Ferdigbetong, normal styrke, generisk, B30 (var: lavkarbonklass C)  ?	0 tonn CO ₂ e	0.0 %	Vis bærekraftige alternativer
7.	Forsterkning stål (armering), generisk  ?	0 tonn CO ₂ e	0.0 %	Vis bærekraftige alternativer

Tre

Vedlegg F4 – Livssyklusvurdering: Datakilder

Resursnavn	Teknisk spesifikasjon	Produkt	Produsent	EPD-programmet	EPD nummer	Miljødatakilde	Standard	Bekreftelse	År	Land	Oppstrømsdatabaser	Tetthet	Produktkategoriregler (PCR)	Merknader om PCR
Bindingsverksystem av tre for yttervegger per kvm (inkl. Luftespalter per m3)	48x98 mm, 600 mm spacing		Treindustrien	EPD Norge	NEPD-308-179-EN	Structural timber of spruce and pine, Norwegian Wood Industry Federation	EN15804+A1	Third-party verified (as per ISO 14025)	2015	norway	ecoinvent	20.159999999999997	NPCR 015 Wood and wood-based products for use in construction, rev1, 08/2013	Biogenic CO2 separated
Electricity, Norway				One Click LCA		LCA study for country specific electricity mixes based on IEA, Bionova 2021	EN15804	Internally verified		norway	ecoinvent			
Ferdigbetong, normal styrke, generisk, B30 (var: lavkarbonklass C)	C30/37 (4400/5400 PSI), 10% (typical) recycled binders in cement (300 kg/m3 / 18.72 lbs/ft3)			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	2400.0	EN15804+A1	-
Forsterkning stål (armering), generisk	90% recycled content, A615			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804+A1	-
Forsterkning stål (armering), generisk	97% recycled content (typical), A615			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804+A1	-
Huldekke	C45/55 (B45 M40), HD500, 666.67 kg/m2		Element NOR	EPD Norge	NEPD-2098-946-NO	EPD Huldekke B45M40 Element NOR AS	EN15804+A1	Internally verified	2020	norway	ecoinvent	1333.3333333333333	EN15804+A1	-
Huldekker HD 265. Prosjektbasert til prosjekt 602984 Hurum Helsehus	HD265, 371 kg/m2, lavkarbon klass A / low carbon class A		Spenncon	EPD Norge	-	EPD Huldekker HD 265. Prosjektbasert til prosjekt 602984 Hurum Helsehus Spenncon AS	EN15804+A1	Self declared	2020	norway	ecoinvent		NPCR 020: 2018 Part B for Concrete and concrete elements	Only with EN15804
Huldekker HD 400. Prosjektbasert til prosjekt 602984 Hurum Helsehus	HD400, 451 kg/m2, lavkarbon klass B / low carbon class B		Spenncon	EPD Norge	-	EPD Huldekker HD 400. Prosjektbasert til prosjekt 602984 Hurum Helsehus Spenncon AS	EN15804+A1	Self declared	2020	norway	ecoinvent		NPCR 020: 2018 Part B for Concrete and concrete elements	Only with EN15804
Prefabrierte veggelementer av betong (fast, uisolert), generisk, B30	C30/37 (4400/5400 PSI), 0% (typical) recycled binders in cement (300 kg/m3 / 18.72 lbs/ft3), incl. reinforcement			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	2400.0	EN15804+A1	-

Stripefundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt og leire per m2 BTA	Includes: point and strip footings		One Click LCA		One Click LCA generic construction definitions				LOCAL	Ecoinvent			
Strukturelle hule stålprofiler, kaldvalsede, generiske	10 % recycled content, circular, square and rectangular profiles, S235, S275 and S355		One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804+A1	-
Strukturelle stålprofiler, generisk	90% recycled content (typical), I, H, U, L, and T sections, S235, S275 and S355		One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804+A1	-
Stålbjelker og kanaler S355J2 / S460M/ML	S355J2 / S460M/ML, 7850 kg/m ³ , HEA, HEB, UPE, UNP, IPE profiles	Stene Stål	EPD Norge	NEPD-2409-1210-NO	EPD Stålbjelker og kanaler S355J2 / S460M/ML Stene Stål Produkter AS	EN15804+A1	Third-party verified (as per ISO 14025)	2020	norway	ecoinvent	7850.0	NPCR 013:2019 Part B for Steel and aluminium construction products	Only with EN15804
Stålsøyle - for stål og betongbygning	Square HSS, S355SJ, lenght = 3.2 m		One Click LCA		One Click LCA generic construction definitions				LOCAL	Ecoinvent			

Stål og betong

Resursnavn	Teknisk spesifikasjon	Produkt	Produsent	EPD-programmet	EPD nummer	Miljødatakilde	Standard	Bekreftelse	År	Land	Oppstrømsdatabaser	Tetthet	Produktkategoriregler (PCR)	Merknader om PCR
Electricity, Norway				One Click LCA		LCA study for country specific electricity mixes based on IEA, Bionova 2021	EN15804	Internally verified		norway	ecoinvent			
Ferdigbetong, normal styrke, generisk, B30 (var. lavkarbonklass C)	C30/37 (4400/5400 PSI), 10% (typical) recycled binders in cement (300 kg/m ³ / 18.72 lbs/ft ³)			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	2400.0	EN15804+A1	-
Forsterkning stål (armering), generisk	90% recycled content, A615			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Internally verified	2018	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804+A1	-
Isolasjon, glassull/mineralull,	17 kg/m ³	Glava	EPD Norge	NEPD 221N and 221E Rev 2	Glava glass wool, NEPD 221N and 221E Rev 2	ISO14040	Third-party verified (as per ISO 14025)	2013	norway	ecoinvent	16.5	NPCR 012 Insulation materials, 2012	Only with EN15804	
Krysslimt tre	420 kg/m ³	Splitkon	EPD Norge	-	EPD Krysslimt tre Splitkon AS	EN15804+A1	Self declared	2020	norway	ecoinvent	420.0	NPCR 015 Wood and wood-based products for use in construction, rev1, 08/2013	Biogenic CO ₂ separated	
Stripfundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt og leire per m ² BTA	Includes: point and strip footings			One Click LCA		One Click LCA generic construction definitions				LOCAL	Ecoinvent			
Utvendig kledning av lauvtre, Foreningen Norske Lauvtrebruk	600 kg/m ³ , 19x120 mm, Moistr. 15%,		Foreningen Norske Lauvtrebruk	EPD Norge	NEPD-378-264-NO	Solid wood cladding, NEPD-378-264-NO, Foreningen Norske Lauvtrebruk	EN15804+A1	Third-party verified (as per ISO 14025)	2015	norway	ecoinvent	785.789	NPCR 015 Wood and wood-based products for use in construction, 08/2013	Biogenic CO ₂ separated
Vindsperre	12/19/25 mm, 230 kg/m ³	Hunton Vindtett	Hunton Fiber	EPD Norge	NEPD-1247-400-NO	EPD Hunton Vindtett Hunton Fiber AS	EN15804+A1	Third-party verified (as per ISO 14025)	2017	norway	ecoinvent	230.0	NPCR 010 Building boards, rev1, 12/2013	Only with EN15804

Tre

Mengdenotat massivtre, Nye Tveten skole

Skolen er gjennomgående løst med bærende elementer i massivtre. Yttervegger utføres hovedsakelig i massivtre. Har antatt en tykkelse på 100mm. Se figur under. Disse er forutsatt synlig på innsiden og med påmontering av isolasjon og forblendet med fasadekledning på utsiden.

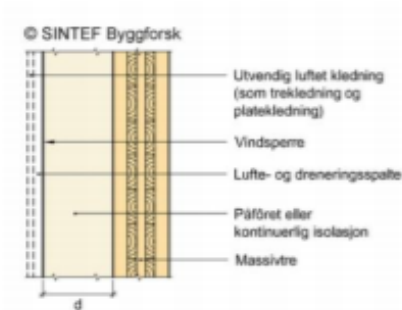
Bjelker er hovedsakelig massivtre men det benyttes gitterbjelker i stål over allrom. Samtlige søyler består av massivtre.

Heissjakter og trapperom skal bestå av massivtre, og disse områdene skal bidra til å stive av bygget i begge retninger. Har antatt 200mm tykkelse her. Dekke antas 200mm tykkelse.

Trapp i allrom bygges også i massivtre.

Oversikt:

	Antall (stk)	Lengdemeter (m)	Volum (m3)
Søyler	10	26	18,4
Bjelker	25	270 (cirka)	147,5
Vegger (bærende)	54	750 (cirka)	405
Heissjakt	7	140	196
Trapp (allrom)	1		50
Dekke	1	2400 m2	480
Sum			1296,9 m³ massivtre



Figur 1 Snitt vegg i massivtre

Vedlegg G – Fra kapittel 6.2

Vedlegg G1 - Materialkostnad

Bygningsdel	Type	Enhet	Lengde / Volum	Enhetspris [NOK]	Totalt [NOK]
Stål og betong					
Huldekker	HD265	m2	511,31	kr 1 099,00	kr 561 934,09
	HD400	m2	430,05	kr 1 355,00	kr 582 719,11
	HD500	m2	109,42	kr 1 556,00	kr 170 251,30
			1050,78		kr 1 314 904,49
Betongvegger	Betongvegg 200mm (vestfløy)	m2	320,00	kr 2 259,00	kr 722 880,00
	Heissjakter 200mm	m2	123,53	kr 2 259,00	kr 279 054,27
	Betongvegg 250mm (allrom)	m2	308,31	kr 2 467,00	kr 760 595,84
			751,84		kr 1 762 530,11
Søyler	Hulprofiler	kg	8954,00	kr 48,00	kr 316 032,00
	Stålkryss	kg	2099,00	kr 48,00	kr 100 752,00
	Fagverk	kg	271,00	kr 48,00	kr 13 008,00
			11324,00		kr 429 792,00
Bjelker	IPE	kg	2747,00	kr 46,00	kr 126 362,00
	HEA	kg	1828,00	kr 46,00	kr 84 088,00
	CHS	kg	1076,00	kr 46,00	kr 49 496,00
	Hatteprofil	kg	1645,00	kr 46,00	kr 75 670,00
			7296,00		kr 335 616,00
TOTALT					kr 3 842 842,59
Massivtre					
Søyler	Limtre	m2	110,00	kr 516,00	kr 56 760,00
Bjelker	Limtre	m2	1065,00	kr 634,00	kr 675 210,00
Vegger (bærende)	Massivtre	m2	1800,00	kr 1 339,00	kr 2 410 200,00
Heissjakter	Massivtre	m2	350,00	kr 2 482,00	kr 868 700,00
Dekke	Massivtre	m2	1050,78	kr 2 482,00	kr 2 608 035,96
TOTALT					kr 6 618 905,96

Vedlegg G2 – Gangbro utregning

Vurdering av løsning til gangbro, utregnet største gangbro.

HD 500	Areal / antall	Enhetspris	Totalpris
HD 500	55 m2	1556 pr/m2	kr 85 580,00
Rekkverk	30 m	2000 pr/m	kr 60 000,00
Sum			kr 145 580,00

Gitterdragere	Areal / antall	Enhetspris	Totalpris
Gitterdragere	2 stk	74623 pr/stk	kr 149 246,00
HD 200	55 m2	1100 pr/m2	kr 60 500,00
Tilpasning av fagverk til arbeid	2 stk	10000 pr/stk	kr 20 000,00
Brannmale fagverk	2 stk	5000 pr/stk	kr 10 000,00
Sum			kr 239 746,00

Kommentar

Vil være tilleggskostnader knyttet til transport av fagværk, samt kranbil mm.
Priser hentet fra Norsk Prisbok v2020-02.

Vedlegg G3 – Gangro egenfrekvens

Egenfrekvens enveisplate/bjelke med jevnt fordelt last

$$f_{bjelke} = \frac{\pi}{2 \cdot l_{bjelke}} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m_b}}$$

E = e-modul
I = treghetsmoment
mb = q [kg/m] i bruksgrense

Utregnet med E-modul for B45

C30/37

33000

Egenvekt: ferdig fuget dekke + litt ekstra vekt TSS

Hulldykke	Ferdig fuget vekt	Avrundet Egenvekt
HD 400	477 kg/m ²	500 kg/m ² / 5,00 kN/m ²
HD 500	659 kg/m ²	700 kg/m ² / 7,00 kN/m ²

Oppleggsforhold			
nr.	venstre	høyre	faktor
1	fri	fri	1,00
2	innspent	fri	1,56
3	innspent	innspent	2,27
4	innspent	utkraget	0,36

Oppleggsforhold			
nr.	venstre	høyre	faktor
1	fri	fri	1,00
2	innspent	fri	1,56
3	innspent	innspent	2,27
4	innspent	utkraget	0,36

Inndata:			
E-modul	E	33000	[N/mm ²]
Tregghetsmom	I	4,36E+09	[mm ⁴]
Påført egenve	p	1,00	[kN/m ²]
Egenvekt	g	5,00	[kN/m ²]
lastbredde	lb	1,20	[m]
bjelkelengde	l	14,95	[m]
mb		720,00	[kg/m]
Oppleggsforhold (nr.)		1	

grå felt fylles ut

Inndata:			
E-modul	E	33000	[N/mm ²]
Tregghetsmom	I	9,25E+09	[mm ⁴]
Påført egenve	p	1,00	[kN/m ²]
Egenvekt	g	7,00	[kN/m ²]
lastbredde	lb	1,20	[m]
bjelkelengde	l	14,95	[m]
mb		960,00	[kg/m]
Oppleggsforhold (nr.)		1	

grå felt fylles ut

Swingning HD 400 3,14 [Hz]

Swingning HD 500 3,96 [Hz]

Regnearket bygger på formler ihht:

<http://www.betongelement.no/betongbok/default.asp>

Del C.1.4

Tverrsnittsverdier av hulldykker og DT- elementer

Hulldykker



Nr	Type	Tykkelse [mm]	Bredde [mm]	Tybnngde punkt [mm]	Tverrsnittsareal [mm ²]	Areal-tregh.mo [mm ⁴]	Vekt [kN/m ²]	Masse [kg/m]
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	HD-200	200	1200	-100	120100	6,07E+08	2,68	288
2	HD-205	205	1200	0	126100	Les	2,81	303
3	HD-220	220	1200	-118	143500	8,43E+08	3,19	344
4	HD-265	265	1200	-133	174800	1,52E+09	3,88	420
5	HD-270	270	1200	0	180700	Les	4,00	434
6	HD-285	285	1200	-149	198100	1,94E+09	4,39	475
7	HD-320	320	1200	-160	184400	2,42E+09	4,21	443
8	HD-325	325	1200	0	190100	Les	4,34	456
9	HD-340	340	1200	-187	208000	3,00E+09	4,72	499
10	HD-400	400	1200	-195	212100	4,36E+09	4,86	509
11	HD-405	405	1200	0	217900	Les	4,99	523
12	HD-420	420	1200	-217	235300	5,31E+09	5,38	565
13	HD-500	500	1200	-6	304146	9,25E+09	6,12	730

Egenfrekvenser hulldykker

Tilbak e

DT-elementer



Nr	Type	Tykkelse h [mm]	Bredde b [mm]	Tyngde- punkt [mm]	Tverrsnitts areal [mm ²]	Areal tregh.mo. [mm ⁴]	Vekt 0 [kN/m]	Masse 0 [kg/m]
13	DT-200F50	200	2400	-57	182000	5,16E+08	4,56	437
14	DT-300F50	300	2400	-89	218000	1,66E+09	5,46	523
15	DT-400F50	400	2400	-123	252000	3,70E+09	6,31	605
16	DT-500F50	500	2400	-161	284000	6,71E+09	7,11	682
17	DT-600F50	600	2400	-199	314000	1,08E+10	7,86	754
18	DT-700F50	700	2400	-235	346000	1,61E+10	8,66	830
19	DT-800F50	800	2400	-265	372000	2,30E+10	9,31	893

Eigenfrekvenser DT-elementer

Tilbake

Elementdata er klippet fra "Regneark" og siden "Data elementer" i:

<http://www.betongelement.no/svingninger/default.htm>

Beregning av egenfrekvens for Hulldekker og DT-elementdekke med jevn fordelt belastning. Regnearket bygger på formler ihht Betongelementboken Del C.1.4; les denne for forutsetninger. E-modul og Treghetsmoment (2. Arealmoment) hentes fra litteratur; for eksempel fra Betongelementboken eller leverandører. Egenvekt "g" er ferdig fuget dekke; NB: Fuget dekke med kanalutstøping gir som oftest mer vekt enn oppgitt fra leverandør. Påført egenvekt "p" er egenvekt av lettvegger, gulvoppbygging (påstøp/ summing), himling og tekniske føringer. Videre egenvekt av fastmontert utstyr (NB: sjekk forutsetning om jevnt fordelt belastning). Nyttelast skal ikke medtas. Det regnes med en lastbredde på 1,2m når Treghetsmomentet er regnet ut for samme bredde. For elementer kan det sjeldent regnes med annet oppleggsforhold enn "fri". Beregnet egenfrekvens "Svingning" sammenholdes med anbefalinger gitt i for eksempel NS3490 Tabell C.1 eller i Betongelementboken.

Påført egenvekt settes til lik 1,00 i vårt tilfelle

(om en ikke vet hva en har kan en sette 25kg på hver av erfaring og hadde da fått 1,50)

himling		25 kg	
avretting (summing)	20 mm	50 kg	hulldekke
lettvegger		25 kg	
tekniske føringer		25 kg	
gulvoppbygging		25 kg	

150 kg = 1,5 kN/m²

himling		25 kg	
avretting (summing)	20 mm	50 kg	
lettvegger		0 kg	
tekniske føringer		5 kg	
gulvoppbygging		5 kg	
går for		100 kg = 1,0 kN/m ²	



Brannkonsept

1.6 Tilleggskrav fra tiltakshaver, myndigheter eller bruker

Det er i prosjektet høye miljøkrav og ambisjoner, herunder bl.a. krav til prosjektering av passivhus- og nullutslippsløsninger. Prosjektet skal inkludere bæresystemer i massivtre og solceller, og byggverket skal oppfylle relevante krav for BREEAM-sertifisering.

RIBr har ikke mottatt dokumenter fra den offentlige saksgangen til bruk under prosjekteringen. Prosjekteringsgrunnlaget benyttet av RIBr baserer seg på dokumenter/tegninger mottatt fra ARK og den øvrige prosjekteringsgruppen.

HRP er ikke kjent med øvrige krav fra tiltakshaver, myndigheter eller bruker.

1.7 Dokumentasjonsform

De branntekniske ytelseskrav er dokumentert i henhold til preaksepterte ytelser angitt i VTEK (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Det prosjekteres med en kombinasjon av preaksepterte ytelser og analyse. Fravik fra de preaksepterte ytelsene skal dokumenteres iht. anerkjent litteratur. *NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk* (Standard Norge, 2012) skal legges til grunn ved dokumentasjon av fravik.

Fravik vil bli beskrevet i egne vedlegg til brannkonseptet.

Kildehenvisninger i teksten er angitt og er spesifisert litteraturhenvisning

2 Brannkonsept

For at tiltaket skal oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot brann, må ansvarlig prosjekterende for alle fag ivareta de ytelseskrav som er angitt i dette kapitlet i sin detaljprosjektering.

RIFs veileder «Ansvar for planlegging av brannsikkerhet» angir grensesnitt for gråsoner mellom fagansvarlige, og er et utgangspunkt for avgrensning av ansvarsområder for detaljprosjektfasen. Grensesnittmatrisen anbefales lagt til grunn sammen med Forskrift om byggesak når det gjelder ansvarsdeling og innholdet i den ansvarliges rolle for hvert fagområde.

Ytelseskravene er basert på forutsetninger og begrensninger fastlagt i kapittel **Feil! Fant ikke referansekilden..** Paragrafhenvisninger i dette konseptnotatet referer til veiledning til teknisk forskrift (VTEK) (Direktoratet for byggkvalitet, 2012).

Dersom forutsetninger endres underveis i prosjektet, kan det påvirke kravet til brannsikkerhetsnivå, slik at angitte ytelseskrav ikke lenger gir tilfredsstillende sikkerhet.

Endringer av forutsetninger eller endringer i prosjektet som berører brannkonseptet, skal i følge Forskrift om saksbehandling (Kommunal- og regionaldepartementet. Bolig- og bygningsavd., 2010) meldes av Ansvarlig søker (SØK).

Ansvarlig brannprosjekterende skal på bakgrunn av slike endringer revidere brannkonseptet.

Ytelseskrav angitt i dette kapitlet ledsages av branntekniske tegninger utarbeidet av RIBr.

2.1 § 11-2. Risikoklasse og § 11-3. Brannklasse

Nye Tveten Skole er dimensjonert for ca. 350 elever på ca. 4500 m². Skolen skal planlegges ved bruk av tradisjonelle klasseromsløsning, samtidig som det er planlagt stor åpenhet mellom arealer og fleksibilitet i både planløsning og teknisk utførelse. Den planlagte skolen har to tellende etasjer, og har en åpen planløsning. Midt i skolen skal det være ett allrom som er åpent over begge plan. Skole utføres som en brannseksjon.

I byggverkets første etasje er det planlagt klasseromsarealer, bibliotek og spesialutstyrte læringsarealer, i tillegg til administrative støttefunksjoner og et felles allrom. I andre etasje er det planlagt klasserom og arbeidsplasser for lærere. I tilknytning til andre etasje etableres det et teknisk rom med lav takhøyde.

Risikoklasse bestemmes ut fra virksomheten bygget er planlagt for og de forutsetningene menneskene i bygget har for å bringe seg selv i sikkerhet ved brann. Brannklasse bestemmes ut fra hvilken *konsekvens* en brann i byggverket kan få. *Konsekvensen* er avhengig av bruken av byggverket (risikoklasse), størrelse, planløsning, brannenergi mv.

Plan*	Risikoklasse	Tellende plan	Brannklasse
1	3	Ja	1
2	3	Ja	
Teknisk mellometasje	2	Nei	

Det er forutsatt vanlig undervisning i skoledelen på dagtid. I tillegg forventes skolen å ha undervisning og aktiviteter i deler av bygningen på kveldstid. Både undervisning og kveldsaktiviteter i regi av skolen vil være av samme type som den som foregår ved skolen på dagtid. Bygningens hovedfunksjon er skoledrift, og er derfor plassert i risikoklasse 3.

Byggverket er plassert i brannklasse 1 som følge av preaksepterte ytelser i §11-3. Det vises likevel til at det i prosjektet er prosjektert ytelser som samsvarer med brannklasse 2 for bygnings bæresystem som følge av planlagte fravik fra VTEK..

2.2 § 11–4. Bæreevne og stabilitet

Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at byggverket som helhet, og de enkelte delene av byggverket, har tilfredsstillende sikkerhet med hensyn til bæreevne og stabilitet.

Ved dimensjonering for tilfredsstillende bæreevne og stabilitet ved brann skal det medregnes termisk påkjenning fra den brannenergien og det brannforløpet som kan forventes i byggverket.

Bæresystemet i byggverk i brannklasse 1 skal dimensjoneres for å kunne opprettholde tilfredsstillende bæreevne og stabilitet i minimum den tiden som er nødvendig for å rømme og redde personer i og på byggverket.

Funksjon og ytelseskrav	Merknad	Ansvar
Bærende hovedsystem: R 60 [B 60]	Oppgradert fra ytelser i BKL 1 til ytelser i BKL 2	RIB
Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere og takkonstruksjoner som ikke er del av hovedbæresystem eller stabiliserende: R 60 [B 60]		RIB
Trappeløp: R 30 [B 30]		RIB
Utvendig trappeløp, beskyttet mot flammepåvirkning og strålevarme: A2-s1,d0 [ubrennbart]		
Balkonger, utkragede bygningsdeler og lignende må ha forsvarlig innfesting for å hindre nedfall som kan skade rednings- og slokkemannskapene og deres materiell under førsteinnsatsen. Tyngre bygningsdeler, som for eksempel balkonger, må forankres i byggverkets hovedbæresystem.		RIB

Som et kompensierende tiltak for fravik fra VTEK17 er det besluttet å oppgradere ytelsene på bærende konstruksjoner i skoledelen fra R 30 [B 30] til R 60 [B 60]. Oppgraderingen gjelder også øvrige krav i §11-4.

Hovedformålet med å stille branntekniske krav til bærende konstruksjoner er å oppnå en tilstrekkelig bæreevne og stabilitet til å motstå en forventet brannpåkjenning slik at byggverket ikke styrter sammen under brann, men bevarer sin stabilitet og bæreevne i nødvendig tid for rømning, redning og slokking.

Takkonstruksjon regnes som sekundært bærende bygningsdel når den ikke er en del av byggets hovedbæresystem, eller medvirker til å stabilisere dette.

Branncellebegrensende konstruksjoner må understøttes av bærende konstruksjoner med tilsvarende eller høyere brannmotstand.

Trappeløp må ha brannmotstand for å muliggjøre rednings- og slokkeinnsats og ivareta sikkerheten til rednings- og slokkemannskaper både under og etter innsats. Utvendig trappeløp skal være beskyttet mot flammepåvirkning og strålevarme. Dette gjelder også rømningstrapp fra skole.

Ved beregning av bærende konstruksjoners brannmotstand må det tas hensyn til massivelementene sin forkullingsfaktor, og gjøres vurdering av elementene sin nødvendige tverssnittsbredde/-tykkelse.

2.3 § 11–5. Sikkerhet ved eksplosjon

Dersom det planlegges forhold som medfører fare for eksplosjon, er det hver prosjekterende ansvar å bringe dette frem. Dersom det er aktuelt, må det gjennomføres risikovurdering av forholdet.

Funksjon og ytelseskrav	Merknad	Ansvar
Det forutsettes at aktuelt regelverk følges dersom oppbevaring eller lagring av brannfarlige stoffer/væsker aktualiseres.	Særlig relevant i byggverkets bruksfase.	Bruker

Det er ikke identifisert spesielle forhold knyttet til fare for eksplosjon.

2.4 § 11–6. Tiltak mot brannspredning mellom byggverk

Brannspredning mellom byggverk skal forebygges slik at sikkerheten for personer ivaretas, og slik at brann ikke kan føre til urimelige store økonomiske tap eller samfunnsmessige konsekvenser. Faren for spredning av brann fra en bygning til en annen er normalt til stede når avstanden mellom bygningene er mindre enn 8,0 m.

Høye byggverk skal ha minimum 8,0 m avstand til annet byggverk, med mindre byggverket er utført slik at spredning av brann hindres gjennom et fullstendig brannforløp.

Tveten Ungdomsskole er i sin helhet plassert minimum 8 meter fra nabobyggverk, som angitt i situasjonsplan.

2.5 § 11–7. Brannseksjoner

Byggverk skal deles opp i brannseksjoner slik at brann innen en brannseksjon ikke gir urimelig store økonomiske eller materielle tap. En brann skal, med påregnelig slukkeinnsats, kunne begrenses til den brannseksjonen der den startet.

Funksjon og ytelseskrav	Merknad	Ansvar
Størrelse på brannseksjon: <10 000m ² pr. etasje.	Det er ikke krav om seksjonering av byggverket.	ARK

Brannenergien i bygningen ligger mellom 50-400 MJ/m², og det er iht. preakseptert ytelse akseptert en løsning med seksjonsstørrelse på inntil 10 000 m² pr etasje når bygningen har installert automatisk slukkeanlegg

2.6 § 11–8. Brannceller

Byggverk skal deles opp i brannceller på en hensiktsmessig måte. Områder med ulik risiko for liv og helse og/eller ulik fare for at brann oppstår, skal være egne brannceller med mindre andre tiltak gir likeverdig sikkerhet.

Brannceller skal være slik utført at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre brannceller i den tid som er nødvendig for rømning og redning. Dette omfatter også randsonene, dvs. tilslutningen eller overgangen mellom ulike bygningsdeler.

Funksjon og ytelseskrav	Merknad	Ansvar
Rom som har forskjellig bruk og/eller brannenergi må normalt være egne brannceller. Følgende rom, samling av rom eller lokaler må utføres som brannceller: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Allrom ▪ Batterirom, ▪ IKT-rom 	Branntegninger viser branncelleindeling Flere klasserom vil plasseres i samme branncelle. Dette er et fravik fra preaksepterte ytelse,	ARK

