



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

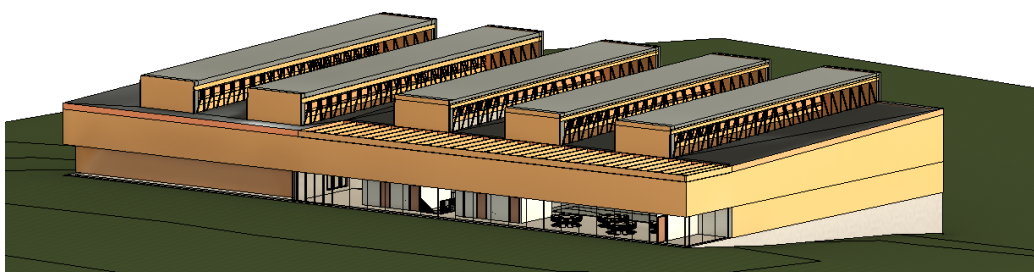
BACHELOROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Byggingeniør - Konstruksjonsteknikk	Vårsemesteret, 2021 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Ole Ivar Hildreth	
Fagansvarlig: Guillermo Rojas Orts Veileder(e): Guillermo Rojas Orts	
Tittel på bachelorpppgaven: Modellering og statisk analyse av limtrekonstruksjoner Engelsk tittel: Modelling and statical analysis of glulam constructions	
Studiepoeng:20	
Emneord: Strukturell Design Fagverk Limtre Idrettshall	Sidetall: 51 sider + vedlegg/annet: 31 sider Stavanger, 14.12.21 dato/år

Modellering og statistisk analyse av limtrekonstruksjoner

Ole Ivar Hildreth

December 14, 2021



Sammendrag

Oppgaven ble påbegynt høsten 2021 og omhandler hovedkonstruksjonen av en kombinert idrettshall og gymsal. Bygget skal oppføres i Norge og følge NS der det er krav om dette. Oppgaven har hovedfokus på byggets bærende elementer i limtre og sørge for at disse er dimensjonert tilfredstillende.

Bygget er plassert i skrått terreng med ett moderne uttrykk og flatt tak i forskjellige høyder. Med mye glassflater og innvendig og utvendig kledning dekket med ubehandlet trevirke får bygget et biofilisk uttrykk.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	i
1 Introduksjon	1
1.1 Problemstilling	1
1.2 Beskrivelse av bygget	2
1.3 Programvare benyttet i oppgaven	4
2 Teori	5
2.1 Standarder	5
2.2 Lastkombinasjoner, grensetilstander og laster	5
2.2.1 Bruksgrensetilstand(SLS)	6
2.2.2 Bruddgrensetilstand(ULS)	8
2.3 Limtre	9
2.3.1 Historie	9
2.3.2 Klassifiseringer	10
2.3.3 Klimaklasser	12
2.3.4 Dimensjonerende fasthet	12
3 Laster	14

3.1	Vindlast	14
3.1.1	Basisvindhastighet	14
3.1.2	Terrengruhetsfaktor	15
3.1.3	Vindhastighetstrykk	15
3.1.4	Dimensjonerende hastighetstrykk	16
3.2	Snølast	17
3.3	Taketets Egenvekt	19
3.4	Fagverkets Egenvekt	21
3.5	Lastkombinasjoner	22
4	Strukturell Analyse	24
4.1	Fagverk	24
4.1.1	Bruddgrensekontroll	27
4.1.2	Kontroll av overgurt	28
4.1.3	Kontroll av undergurt	30
4.1.4	Kontroll av ytterste diagonaler	31
4.1.5	Kontroll av innvendige staver og diagonaler	31
4.1.6	Kontroll av trykk normalt på fibre	33
4.1.7	Bruksgrensekontroll	33
4.1.8	Kommentarer for fagverk	33

4.2	Fagverkssøyler	34
4.2.1	Bruddgrensekontroll	34
4.3	Forbindelser	36
4.3.1	Kobling overgurt/diagonaler	39
4.3.2	Kobling fagverk/søyle	41
4.3.3	Søylefot	43
4.4	Betongdekke	44
4.5	Fundamentering	45
	List of Figures	47
	Referanser	48
	A Tillegg A	
	A.1 Autodesk Robot Fagverksberegninger bruddgrensetilstand . .	
	B Tillegg B: Tegninger	

1 Introduksjon

1.1 Problemstilling

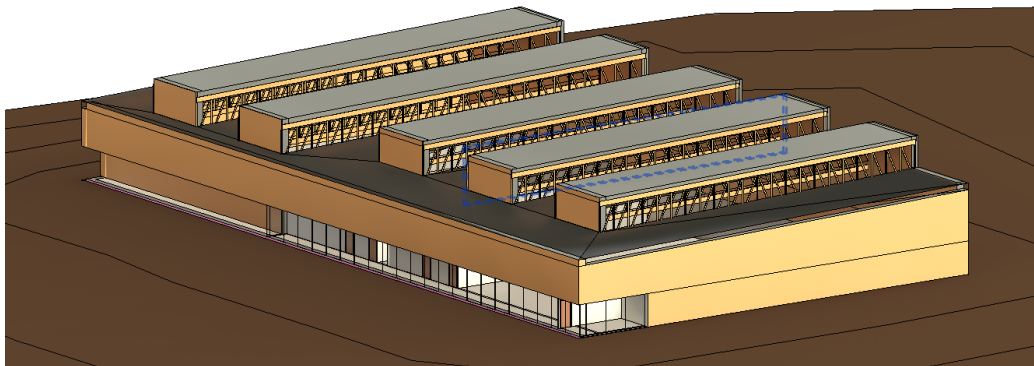
”Limtre er et bearbeidet treprodukt. Ved å benytte fingerskjøtte lameller av styrkesortert virke kan det produseres bjelker av varierende form og størrelse. Limtre er basert på det eneste virkelig fornybare byggematerialet - tre - og har derfor åpenbare fordeler i ett miljømessig perspektiv.”

Limtreboka Volum 1, 201 [1]

Limtre har gode muligheter for å bli det neste materialet byggebransjen benytter mye av. Det er beregnet at byggesektoren står for 40% av verdens klimagassutslipp og energiforbruk. Limtre kan være med å hjelpe på dagens utslipp ved å være ett fornybart materiale som er med på å binde opp karbon i bygninger og samtidig være ett sterkt konstruksjonsmateriale.

Denne oppgaven vil fokusere på oppbygningen av en ny gymsal med bærende konstruksjon i limtre. Bygningen det tas utgangspunkt i heter Hacine Cherifi Gymnasium som er oppført i Frankrike[2]. Bygget har moderne linjer med en glassfasade i front. Konstruksjonen skal ha synlige bæreelementer og fagverk/søyler i treverk. Det skal beregnes materialer til fagverk, søyler og hvilke dimensjoner disse materialene skal ha for å oppfylle gjeldende standard.

1.2 Beskrivelse av bygget

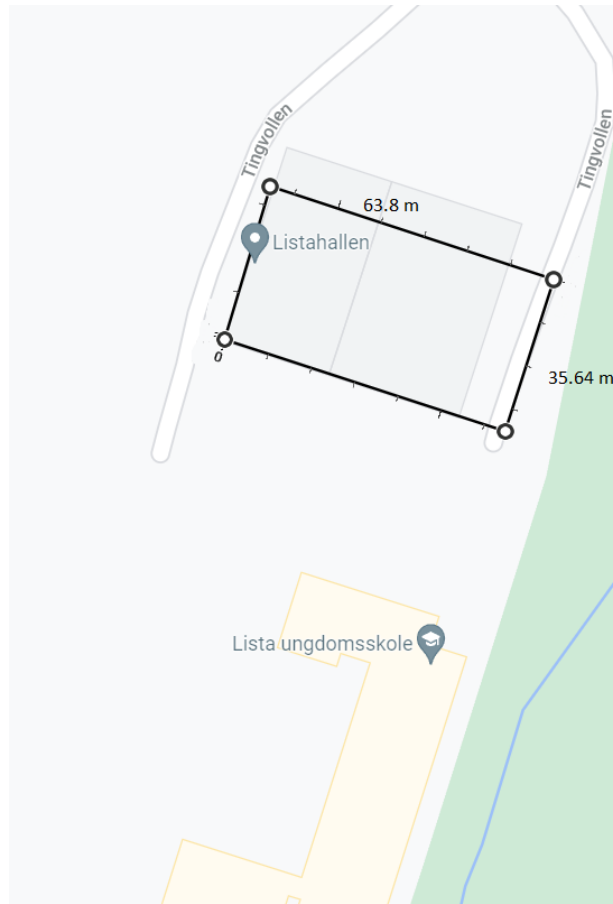


Figur 1: Illustrasjon med forskjellen på spennvidder

Bygget er satt opp på en ringmur av plastøpt betong med mål 35.64x63.8 meter og en grunnflate på 3300 m^2 . Over ringmuren er yttervegger i en lettveggkonstruksjon med isolasjon. Bygget har en underetasje hvor gym-sal og garderober er lokalisert. Første etasje har inngangsparti, tribunedel, administrasjon og kantine. Andre etasje har teknisk del og tilgang til tak.

Taket bæres av fagverk i limtre i to forskjellige spennvidder. Spenn over idrettshall er 27 meter og hviler på søyler som er synlige på innvendig tribune. Spenn over turnhallen er 34 meter og hviler på søyler i yttervegg på begge sider.

Byggeplassen er lokalisert i Farsund kommune, og er tenkt som en erstatning for dagens idrettshall, Listahallen. Gjeldende regler for kommunen vil være gjeldende i prosjektet. Se situasjonsplan for bygget under.



Figur 2: Situasjonsplanen med svarte linjer som viser plan for nytt bygg

1.3 Programvare benyttet i oppgaven

I oppgaven benyttes Autodesk Revit for 3D-modellering av konstruksjoner. Revit er ett BIM(Building Information Model) orientert program der bygget kan modelleres med eksisterende byggevarer med informasjon om hver vare som er aktuell for prosjektet.

For strukturell analyse er Autodesk Robot Structural Analysis benyttet. Robot inneholder blant annet funksjoner for vindlasttesting og statisk analyse av bygninger.

2 Teori

2.1 Standarder

Viktige standarder for beregninggrunnlag for oppgaven er Eurokode 0, 1 og 5. I tabell 1 er aktuelle Eurokoder satt i tabell. Uthevet tekst er del av Eurokode 5 og er de standarder som gjelder bygninger av trekonstruksjoner. Det er imidlertid viktig å påpeke at det eksisterer totalt 10 Eurokoder og de fleste av disse vil inngå ved prosjektering av bygget.

NS-EN 1990	Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
NS-EN 1991	Laster på konstruksjoner
NS-EN 1992	Prosjektering av betongkonstruksjoner
NS-EN 1995-1-1	Prosjektering av trekonstruksjoner
NS-EN 1995-1-2	Brannteknisk dimensjonering

Tabell 1: Tabell over standarder

Viktige parametre

Det er i NS bestemt materialfaktor og sprekkfaktor for limtre til å være følgende:

$$\gamma_M = 1.15 \quad \textit{Materialfaktor}$$

$$k_{cr} = 0.80 \quad \textit{Sprekkfaktor}$$

2.2 Lastkombinasjoner, grensetilstander og laster

Grensetilstandene beskriver hvilke lastkrav konstruksjonen skal tilfredstille. Bruksgrensetilstand tar hensyn til nedbøyning og vibrasjoner som det er sannsynlig at bygningen utsettes for. Bruddgrensetilstanden beskriver forskjellige former for total konstruksjonssvikt.

Lasttypene deles inn i 3 forskjellige grupper:

- **G** - Permanent last → eks. egenlast
- **Q** - Variabel last → eks. snø/vindlast
- **A** - Ulykkeslast → eks. jordskjelv

Et lasttilfelle er sammensatt av materialfaktoren, kombinasjonsfaktoren og den karakteristiske lasten i ligningen:

$$\Psi \cdot \gamma \cdot F_k$$

Der kombinasjonsfaktoren Ψ er avhenging av lastens karakter, om denne er permanent (Ψ_2), ofte forekommende (Ψ_1) eller kun kombinasjonsfaktoren (Ψ_0). Faktoren er blant annet avhengig av hvor ofte forekommende tilfellet er og sannsynligheten for tilstanden.

2.2.1 Bruksgrensetilstand(SLS)

I bruksgrensetilstand settes alle γ , partialkoeffisienter, lik 1.00. NS-EN 1990[3] definerer tre kombinasjoner dersom det forekommer flere laster $Q_{k,i}$

Tilnærmet permanent Kombinasjon:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Ligningen benyttes for å bestemme de permanente lastpåvirkningene som virker på strukturen.

Ofte forekommende Kombinasjon:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Ligningen benyttes for laster som har en midlertidig natur, men som regnes som ofte forekommende.

Karakteristisk Kombinasjon:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Ligningen er med på bestemmelsen av korttidsforskyvninger på strukturen.

Last	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kategorier for nytteaster i bygninger (se NS-EN 1991-1-1)			
Kategori A: innendørs bostedsarealer	0,7	0,5	0,3
Kategori B: kontorarealer	0,7	0,5	0,3
Kategori C: arealer hvor personer kan samles	0,7	0,7	0,6
Kategori D: forretningsarealer	0,7	0,7	0,6
Kategori E: lagerarealer	1,0	0,9	0,8
Kategori F: trafikkarealer, kjøretøyvekt $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategori G: trafikkarealer, $30\text{kN} < \text{kjøretøyvekt} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategori H: tak	0	0	0
Snølaster på bygninger (se NS-EN 1991-1-3)*			
Finland, Island, Norge, Sverige	0,70	0,50	0,20
Øvrige CEN-medlemsland, for steder med beliggenhet $H > 1000\text{ m o.h.}$	0,70	0,50	0,20
Øvrige CEN-medlemsland, for steder med beliggenhet $H \leq 1000\text{ m o.h.}$	0,50	0,20	0
Vindlaster på bygninger (se NS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatur (ikke brann) i bygninger (se NS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
MERKNAD ψ -verdiene kan fastsettes i det nasjonale tillegget.			
* For land som ikke er nevnt nedenfor, se relevante lokale vilkår.			

Tabell 2: Tabell over anbefalt verdier for Ψ -faktor for bygninger. *tabell NA.A1.1* [3]

2.2.2 Bruddgrensetilstand(ULS)

Det eksisterer fire aktuelle bruddgrensetilstander som skal sjekkes dersom de er aktuelle:

- **EQU** - Svikt som følge av tap av statisk likevekt
- **FAT** - Svikt som følge av utmattingsbrudd
- **GEO** - Svikt som følge av endring i grunnforhold
- **STR** - Svikt som følge av deformasjon eller brudd i konstruksjonsdeler

Av disse er STR og EQU mest aktuelle for konstruksjoner av limtre. Hver faktor er avhengig av lastens natur dersom denne er permanent eller variabel. Tabellen under viser dimensjonerende sammenhenger som er aktuelle:

LAST	Lastkombinasjon		
	STR-1	STR-2	EQU
Permanente laster G			
<i>ugunstige</i>	$1,35 \cdot G_k$	$1,2 \cdot G_k$	$1,2 \cdot G_k$
<i>gunstige</i>	$1,0 \cdot G_k$	$1,0 \cdot G_k$	$0,9 \cdot G_k$
Variable laster Q			
Dominerende last $Q_{k,1}$	$1,5 \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1}$	$1,5 \cdot Q_{k,1}$	$1,5 \cdot Q_{k,1}$
Samtidig virkende variable laster $Q_{k,i}$ ($i > 1$)	$1,5 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	$1,5 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	$1,5 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

Tabell 3: Tabell over dimensjonerende laster i bruddgrensetilstanden. *Tabell 3 i [1]*

STR-1 benyttes når den permanente lasten G er stor sammenlignet med den totale lasten. STR-2 er vanligvis dimensjonerende i norden. Ved konstruksjoner i tre er tiden en viktig faktor for korrekt beregning av styrke og nedbøyning. NS fastsetter lastvarighetsklasser i følgende tabell:

Lastvarighetsklasse		Eksempler på belastning
Permanent last	mer enn 10 år	egenvekt
Langtidslast	6 måneder-10 år	lagring
Halvårslast	1 uke – 6 måneder	nyttelast på gulv og trafikklast ^a
Korttidslast	mindre enn 1 uke	snølast ^b og trafikkaster på broer
Øyeblikkslast	mindre enn 10 sek	vindlast ^b og ulykkeslast
^a Trafikklast fra hensatte kjøretøyer/biler skal betraktes som halvårslast ^b Under særskilte forhold vil det være riktig å vurdere: - snølast som halvårslast - vindlast som korttidslast		

Tabell 4: Tabell over lastvarighetsklasser. *Tabell NA2.2 i [4]*

2.3 Limtre

2.3.1 Historie

Limtre som konstruksjonsvirke er ett forholdsvis nytt materiale og kom til Norden på starten av 1900-tallet. Produksjonen har tatt seg opp siden 60-tallet. Materialet brukes i dag hovedsakelig i bygninger som skoler, barnehager og bolighus. Limtreets egenskaper består blant annet av[1]:

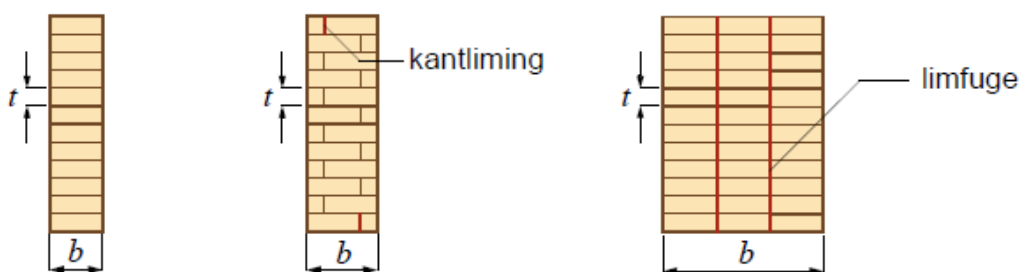
- Estetisk tiltalende uttrykk
- Høyt styrkevekt forhold
- God Brannmotstand
- Varmeisolerende materiale
- Lav egenvekt
- God kjemisk bestandighet

Limtre har i tillegg miljømessige fordeler sammenlignet med andre konstruksjonsmaterialer. Produksjonen krever lite energi og biprodukter kan

benyttes i varmeproduksjon og være med på å bergrense bruken av fossilt brennstoff. Når trær vokser tas karbon ut av atmosfæren og lagres i trevirket. Karbonet slippes ut i atmosfæren ved forbrenning eller når treet brytes ned biologisk. Ved å benytte mer trematerialer i bygninger kan den nasjonale bygningsmassen regnes som ett midlertidig karbonlager til miljøets fordel. Når bygningen rives kan limtreet, med fordel, gjenbrukes i nye bygg eller benyttes i energi-/varmeproduksjon. Livssyklusen til limtreet er sirkulær siden karbonet som frigjøres ved forbrenning vil kunne gjenopptas i nye skogbruk.

2.3.2 Klassifiseringer

NS-EN 14080 bestemmer at limtre skal bestå av minst 2 trebord med tykkelse 6-45 millimeter som limes sammen. Antallet på lamellene og tykkelsen på disse bestemmer, ifølge standarden, om tverrsnittet skal defineres som limtre eller massivt trevirke. Som regel inngår flere bord i høyden for å få ønsket dimensjon på tverrsnittet. Dette kan deles inn i tre typer. Standard inndeling er bord uten skjot som limes på hverandre. Kantlimt vil si at bordene er skjotet usymmetrisk mens blokklimt er når bordene er limt kant i kant på alle sider. Se figur under



Figur 3: Prinsipp over sammenliming av limtre. *Figur 1 i [1]*

Standard inndeling produseres i 90-215mm bredder, kantlimt i 240-290 og blokklimt i 230 mm bredder og oppover.

Limtre kan også inndeles i homogent limtre og kombinert limtre. Kom-

binert limtre har bedre kvalitet i første og siste lamell ($høyde = h/6$) enn resten av bjelken mens et homogent limtre har samme trekvalitet gjennom hele bjelken. Denne kvaliteten er synlig i angivelsen GLxxh og GLxxc, der h står for homogeneous og c for combined. I angivelsen står xx for bjelkens karakteristiske bøyefasthet i N/mm^2 .

Egenskap	Symbol	Limtre styrkeklasse			
		GL24c	GL28c	GL30c	GL30h
Bøyefasthet	$f_{m,g,k}$	24	28	30	30
Strekfasthet	$f_{t,0,g,k}$	17	19,5	19,5	24
	$f_{t,90,g,k}$	0,5			
Trykkfasthet	$f_{c,0,g,k}$	21,5	24	24,5	30
	$f_{c,90,g,k}$	2,5			
Skjærfasthet (skjær og torsjon)	$f_{v,g,k}$	3,5			
Rulleskjærfasthet	$f_{r,g,k}$	1,2			
Elastisitetsmodul	$E_{0,g,mean}$	11000	12500	13000	13600
	$E_{0,g,05}$	9100	10400	10800	11300
	$E_{90,g,mean}$	300			
	$E_{90,g,05}$	250			
Skjærmodul	$G_{g,mean}$	650			
	$G_{g,05}$	540			
Rulleskjærmodul	$G_{r,g,mean}$	65			
	$G_{r,g,05}$	54			
Densitet	$\rho_{g,k}$	365	390	390	430
	$\rho_{g,mean}$	400	420	430	480

Tabell 5: Tabell over limtres styrkeklasser. Tabell 6 i [1]

Det er verdt å merke seg at verdiene i tabellen over gjelder for tverrsnitt med høyde $h \geq 600$. Ved lavere høyder blir bøyefastheten bestemt av ligningen:

$$k_h = \min(600/h)^{0.1}; 1.1$$

For høyder $h \geq 225\text{mm}$ kan bøyefastheten økes med 10%.

2.3.3 Klimaklasser

Klimaklasser bestemt i NS-EN 1995-1-1.

Klima-klasse	Relativ luftfuktighet RF	Fuktighetsinnhold for trevirke (ved 20 °C)	Eksempler
1	$RF < 65\%$	$\omega < 12\%$	Bærende elementer innendørs i rom som vanligvis er oppvarmet. Loftsbjelkelag og bærende takkonstruksjoner i kalde, men luftede loftsrom over rom som vanligvis er oppvarmet. Yttervegger i bygninger som vanligvis er oppvarmet og som er beskyttet av dampsperre på varm side og av bl.a. vindsperre.
2	$65\% \leq RF \leq 85\%$	$12\% \leq \omega \leq 20\%$	Bærende elementer i bygninger som vanligvis ikke er oppvarmet, men ventilerte. Taktro. Konstruksjoner i friluft, når disse er effektivt beskyttet mot regn og vann.
3	$RF > 85\%$	$\omega > 20\%$	Konstruksjoner som ikke er beskyttet mot regn og vann. Konstruksjoner som er i direkte kontakt med terreng. MERKNAD: Bare i unntakstilfeller anses tildekte konstruksjoner å tilhøre klimaklasse 3.

Tabell 6: Tabell over klimaklasser. *Tabell NA.901 i [4]*

2.3.4 Dimensjonerende fasthet

Dimensjonerende fasthet skrives som følger:

$$f_d = f_k \frac{k_h \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

der:

- f_d er karakteristisk fasthet
- k_h er høydefaktoren for tverrsnittet, denne er 1.0 for $h \geq 600mm$
- γ_M er materialfaktoren som er 1.15 i Norge
- k_{mod} er modifikasjonsfaktor gitt i tabell 7

Materiale	Standard	Klima-klasse	Lastvarighetsklasse				
			Perma- nent last	Langtids- last	Mellom- langtids- last	Korttids- last	Øyeblikks- last
Konstruk- sjonstre	NS-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Limtre	NS-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Tabell 7: Tabell over k-mod. *Tabell 3.1 i [4]*

3 Laster

3.1 Vindlast

3.1.1 Basisvindhastighet

Bestemmelse av basisvindhastighet beskrives i Norsk Standard[5] og er avhengig av flere faktorer som er beskrevet under.

- $d_{dir} = 1.00$
 - c_{dir} er retningsfaktor og settes lik 1.0 for alle vindretninger. Ligning NA4.1[5].
- $c_{season} = 1.00$
 - c_{season} er årstidsfaktor. Ligning NA4.1[5].
- $c_{alt} = 1.00$
 - c_{alt} er nivåfaktor. Ligning NA4.1[5].
- $c_{prob} = 1.00$
 - c_{prob} er sannsynlighetsfaktor for at returperioden overskrider 50 år. Ligning NA4.1[5].
- $v_{b,0} = 28.00[m/s]$
 - $v_{b,0}$ er referansevindhastighet for området konstruksjonene skal stå i. Tabell NA.4(901.1)[5].

Dette gir basisvindhastighet som følger:

$$v_b = d_{dir} c_{season} c_{alt} c_{prob} v_{b,0} = 28.0[m/s]$$

3.1.2 Terrengruhetsfaktor

Terrengruhetsfaktoren beskriver terrengets innvirkning på vinden. Større bebyggelser/skoger rundt bygningen vil ha en dempende effekt på vindens innvirkning på konstruksjonen. Bygningens høyde har også en effekt på hvor mye vinden påvirker bygget.

$$c_r(z) = k_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

der

- $c_r(z)$ er terrengruhetsfaktoren
- k_t er stedets terrengruhet
- z er høyden over terrenget på byggestedet. Denne verdien overstiger z_{min} og settes til byggets makshøyde 9.1 meter.
- z_0 er ruhetslengden.

Verdiene som mangler hentes fra tabell 321 i Byggforsk[6] i det nærliggende området settes til terrengruhetskategori II: Landbruksområde, område med spredte bygninger og trær.

$$c_r(z) = 0.19 \cdot \ln\left(\frac{9.1}{0.05}\right) = 0.98$$

3.1.3 Vindhastighetstrykk

Ved å kombinere svar fra ligninger i kapittel 3.1 kan nå vindhastighetstrykket på bygningen utledes slik:

$$q_p = 0.5 \cdot \rho \cdot c_r^2(z) \cdot c_t^2(z) \cdot v_{b,0}^2 \left[1 + 7 \cdot \frac{c_{tt}(z) \cdot k_t}{c_r(z) \cdot c_t(z)} \right]$$

der

- ρ er luftens densitet og settes lik 1.25 [kg/m³]
- c_t og c_{tt} er topografifaktorer og settes lik 1.0 da det ikke er nærliggende skråninger eller åser som påvirker parameteren.

$$q_p = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 0.98^2 \cdot 1^2 \cdot 28^2 \left[1 + 7 \cdot \frac{1 \cdot 0.19}{0.98 \cdot 1.0} \right] = 1109 [N/m^2]$$

3.1.4 Dimensjonerende hastighetstrykk

Dimensjonerende hastighetstrykk er avhengig av hvilken retning vinden treffer fagverket. Vindtrykk langs fagverket gir en varierende last. Vindtrykk normalt på fagverkets lengderetning gir ett trykk/sug som er likt fordelt over fagverkets lengde og totalt sett gir en større påkjenning.

$$q_{sug/trykk} = q_p(c_e - c_i)h$$

der

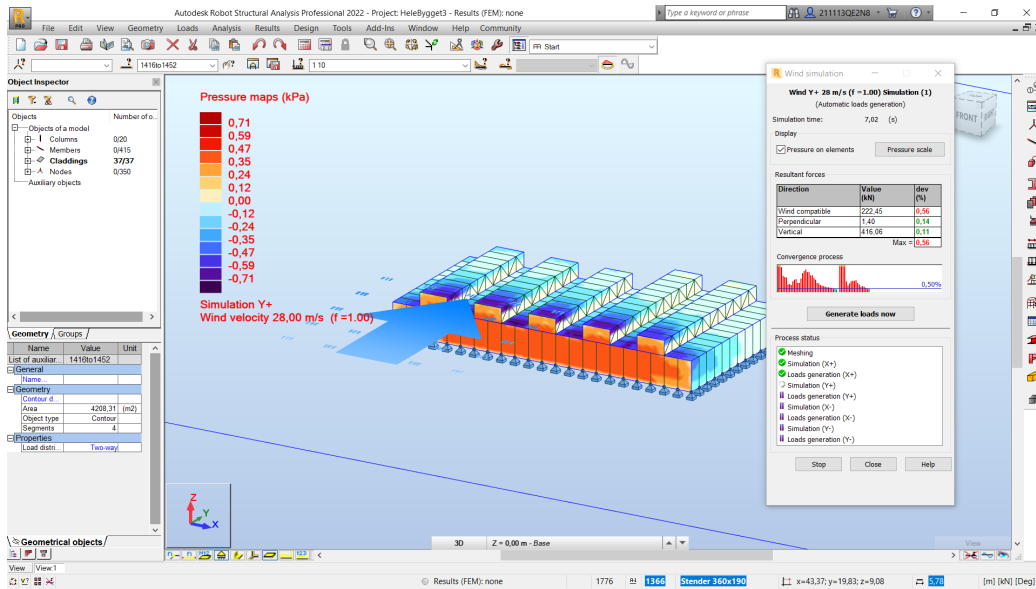
- c_e er utvendig formfaktor og settes til -0.7 for trykk oppover og .2 for trykk nedover
- c_i er innvendig trykk og settes til 0.2 ved innvendig overtrykk og -0.3 ved innvendig undertrykk[6]
- h er byggets høyde

Dimensjonerende hastighetstrykk per meter blir da:

$$q_{sug,k} = q_p(c_e - c_i)h = 1190(-0.7 - 0.2) \cdot 11.5m/2 = -6.16 [kN/m] \quad (3.1.1)$$

$$q_{trykk,k} = q_p(c_e - c_i)h = 1190(0.2 + 0.3) \cdot 11.5m/2 = 3.41 [kN/m] \quad (3.1.2)$$

der 11.5/2 er lastbredden for hvert fagverk.



Figur 4: Skjerm bilde fra Autodesk Robot under simulering av vindlast

3.2 Snølast

Bygningen skal oppføres i Farsund kommune. Dimensjonerende snølast er gitt hos byggforsk[7] og vil være med på bestemmelse av dimensjoner på bærende elementer i bygget. Kommunens dimensjonerende snølast er oppgitt til $2.5 [kN/m^2]$.

Bygningen har tak med stor nivåforskjell mellom takflatene. Dette vil forårsake lésoner der snø kan danne fonner. Dette gjør at vekter kan bli betydelig større enn angitt i standard/byggforsk. Det antas at høyeste snølast vil komme i disse områdene og at dimensjonerende snølast for kommunen er tilstrekkelig for de høyeste takflatene. Byggforsk beskriver hvordan snølast på tak med nivåforskjell kan beregnes med likningen:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

Der μ_i er snølastens formfaktor, C_e er eksponeringseffekt, C_t er den termiske koeffisienten og s_{Ad} er dimensjonerende verdi for eksepsjonell snølast i ett

gitt område.

Formfaktor for snølasten kan utledes ved likingene:

$$\mu_1 = 0.8$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

μ_1 er formfaktor og er gitt i standard for flate tak. μ_2 er formfaktor basert på normal snølast og vind. μ_s er ras fra høyereliggende tak og antas til å være 0 for flate tak.

μ_w er formfaktor for vind og er gitt ved:

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} \leq \frac{\gamma h}{s_k}$$

Der b_1 er bredden på den høyereliggende delen av taket og b_2 er bredden av den lave delen av taket. h er høyden mellom takflatene, γ er snøens tyngdetetthet og settes lik 2.0 kN/m^3 . s_k er karakteristisk snølast på mark. Snøfønnens lengde bestemmes av:

$$I_s = 2h$$

Dette gir at rennens lengde er lik $2h$ og hele den lavere delen av taket vil bli effektivt fylt opp av snøfønnens lengde.

Formfaktor løses ved hjelp av ligningene over og finner at svaret er 0.963. Farsund kommune og spesielt Lista-halvøya er svært vindutsatt med en referansevindhastighet lik 28 m/s [6] og C_e settes til 0.8 iht Norsk Standard[8]. Standarden gir også verdien for C_t for tak med lav varmegjennomgang og verdien settes til 1.0. Dette gir følgende ligning

$$s = 2.454 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 2.5 = 4.91 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Last på undergurten blir da:

$$q_{s,k,1} = \mu_1 s_k l = 4.91 \cdot 5783/2 = 14.20 \text{ [kN/m]}$$

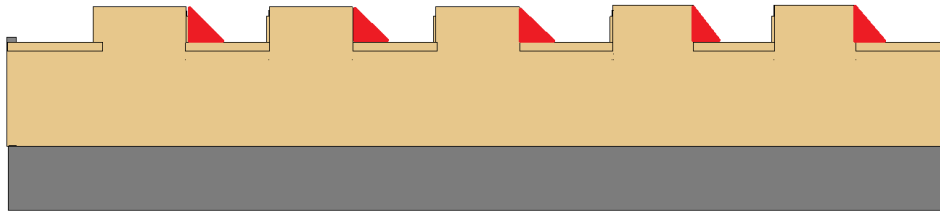
Hvor l er effektiv lastbredde for undergurten.

Det er imidlertid verd å merke seg at lasten vil fordele seg både på undergurt og overgurt av takets fagverk. Takets nedre del overfører vekten til

undergurt og takets øvre del til overgurt. For overgurt vil kun formfaktor for flate tak være gjeldende og overgurtens last blir:

$$q_{s,k,2} = \mu_1 s_k l = 0.8 \cdot 2.5 \cdot 5783/2 = 5.78 \text{ [kN/m]}$$

Deler av taket er særlig utsatt for fonndannelse på grunn at takets form. Dette burde dimensjoneres med i lastberegninger. Det kan eventuelt prosjekteres for varmekabler i den laveste takflaten i områder som er utsatt for fonndannelse.



Figur 5: Bygningens profil sett fra vest. Områder i rødt er utsatt for fonndannelse ved vind fra nord/sør.

3.3 Takets Egenvekt

Takflaten er inndelt i to høyder sammenkoblet med en vertikal del. På en side er flaten koblet med vinduer som kan åpnes for lufting av bygget. Taket har total 11 seksjoner som er konstruert på samme måte. Seksjonene er i tillegg delt inn i to forskjellige lengder for å finne lasten må det regnes ut materialets egenvekt pr m^2 Listen under viser takflatens oppbygning, sett utenfra:

1. PVC vanntett membran
2. PU isolasjon 160mm
3. Akustikkpanel trefiber 25mm

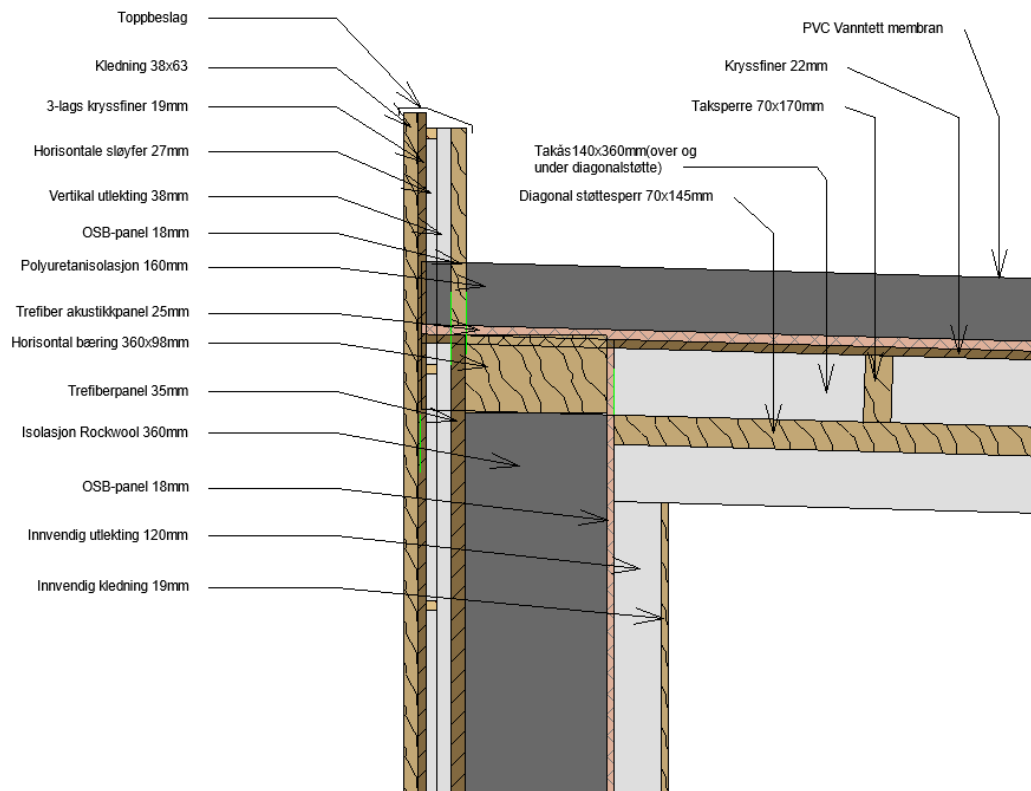
4. Kryssfiner 22mm
5. Taksperre 70x170mm
6. Takås 140x360mm
7. Diagonale støttestag 70x145mm

Byggforsk beskriver i 471.031[9] hvilke egenvekter som gjelder for forskjellige bygningsmaterialer. I beskrivelsen brukes kN/m^3 og det må derfor omregnes til tykkelsen som er aktuell.

For å beregne vekt av taksperre, takås og diagonale støttestag må det beregnes for en større del av takflaten. Hver seksjon er $5.50[m] * 34.00[m] = 187m^2$. Merk at vekter for taksperre, takås og støttestag er beregnet ved å fordele tykkelsen over hele takflaten($187m^2$)

Materialer	Tykkelse i mm	Omregning $m^3 \rightarrow m^2$	Vekt pr $m^2[kN/m^2]$
PVC vanntett membran	0		0.030
PU isolasjon	160	$0.5[kN/m^3] * 0.160[m]$	0.080
Akustikkpanel trefiber	25	$4.0[kN/m^3] * 0.025[m]$	0.100
Kryssfiner	22	$5.0[kN/m^3] * 0.022[m]$	0.110
Taksperre	70x170	$5.0[kN/m^3] * 0.015[m]$	0.076
Takås	140x360	$5.0[kN/m^3] * 0.015[m]$	0.074
Diagonale støttestag	70x145	$5.0[kN/m^3] * 0.004[m]$	0.020
Total			$g_{k,t} = \mathbf{0.49}$

Tabell 8: Oversikt over laster og egenvekter



Figur 6: Detaljeringstegning av yttervegg/tak

3.4 Fagverkets Egenvekt

Fagverket er såpass stort at det vil være hensiktsmessig å ta med egenvekten i lastberegninger når det skal dimensjoneres. Det antas at limtreets egenvekt er 430 kg/m^3 , det anslås at stål i forbindelser har en vekt på 120 kg/m^3 per m^3 limtre iht. s.121 i Limtreboka[10].

Beskrivelse	Vekt [kg/m^3]	kN/m [kN]
Overgurt	430+120	0.50
Undergurt	430+120	0.50
Diagonaler/staver	430+120	0.36
Total		$g_{k,f} = \mathbf{1.36}$

Tabell 9: Fagverkets vekt per meter

Permanent karakteristiske egenlast

Permanent egenlast g_k er sammensatt av fagverkets egenvekt $g_{k,f}$ og takets last $g_{k,t}$ på fagverket.

$$g_{k,t} = 0.49 \cdot 5.78m = 2.83[kN/m]$$

Permanent last blir:

$$g_k = g_{k,f} + g_{k,t} = 4.19[kN/m]$$

3.5 Lastkombinasjoner

Siden fagverkets egenvekt ikke er av større betydning i forhold til totalvekten benyttes lastkombinasjonen STR-2 i tabell 3. Dette gir en lastkombinasjon med fagverkets egenvekt og snølast.

$$p_{d,1} = 1.2g_k + 1.5q_{k,s} = 1.2 \cdot 4.19 + 1.5 \cdot 28.38 = 47.62 [kN/m] \quad (3.5.1)$$

Deretter vurderes kombinasjonslast hvor vindlast er med i kalkulasjonen:

$$p_{d,2} = 1.2g_k + 1.5q_{k,s} + 1.5\Psi_{0,2} q_{trykk,k} = \\ 1.2 \cdot 4.20 + 1.5 \cdot 28.39 + 1.5 \cdot 0.6 \cdot 3.4 = 50.69 [kN/m]$$

Her velges Ψ til å være tilnærmet permanent forekommende i tabell 2. $q_{trykk,k}$ er gitt i ligning 3.1.1. Her blir $p_{d,1}$ ca 5% lavere enn $p_{d,2}$. Ved beregninger for $p_{d,1}$ (klimaklasse 1 og korttidslast i tabell 7) er $k_{mod} = 0.9$ mens det ved videre beregninger av $P_{d,2}$ (klimaklasse 1 øyeblikkslast) vil benyttes $k_{mod} = 1.1$.

Den dimensjonerende materialfastheten er 20% fastere. Det betyr at det nedadgående vindtrykket kan ignoreres. I Tillegg A er det vedlagt resulterende kraft på fagverket som følge av $P_{d,1}$.

Vindsug på snøfritt tak kan ha innvirkning på løftekreftene ved opplegget og må beregnes.

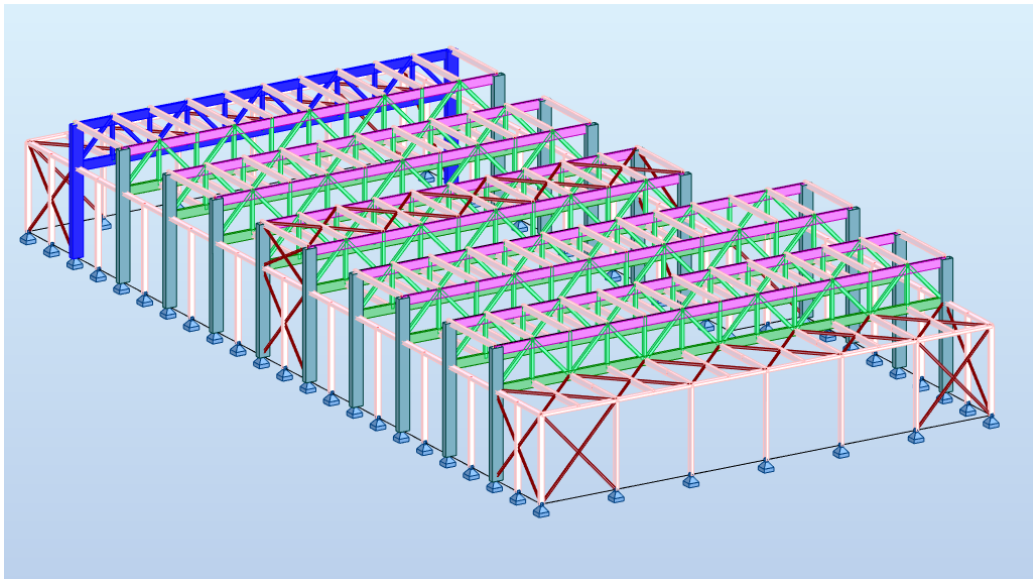
$$p_{\text{løft}} = 1.0q_{g,k} + 1.5q_{\text{sug},k} = 1.0 \cdot 4.20 + 1.5 \cdot (-6.16) = -5.04[kN/m]$$

Figur 7 viser de første lastkombinasjonene for strukturen, deriblant beregning av snølast, vind og egenvekt. Utfyllende liste over kombinasjoner finnes i Tillegg A.

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	Fagverksvekt	Structural	Static - Linear
2	DL2	E egenvekt med tak	Structural	Static - Linear
3	DL21	Snølast	snow	Static - Linear
4	DL21	Vindlast Gunstig	wind	Static - Linear
5	DL21	Vindlast Ugunstig	wind	Static - Linear
6	WIND	Wind X+ 28 m/s (f=1.00) Simulation	wind	Static - Linear
7	WIND	Wind Y+ 28 m/s (f=1.00) Simulation	wind	Static - Linear
8	WIND	Wind X- 28 m/s (f=1.00) Simulation	wind	Static - Linear
9	WIND	Wind Y- 28 m/s (f=1.00) Simulation	wind	Static - Linear
10		ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05	dead	Linear Combin
11		ULS/2=1*1.35 + 2*1.35	dead	Linear Combin
12		ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
13		ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90	dead	Linear Combin
14		ULS/5=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
15		ULS/6=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90	dead	Linear Combin

Figur 7: Noen lastkombinasjoner beregnet i AutoDesk Robot

4 Strukturell Analyse



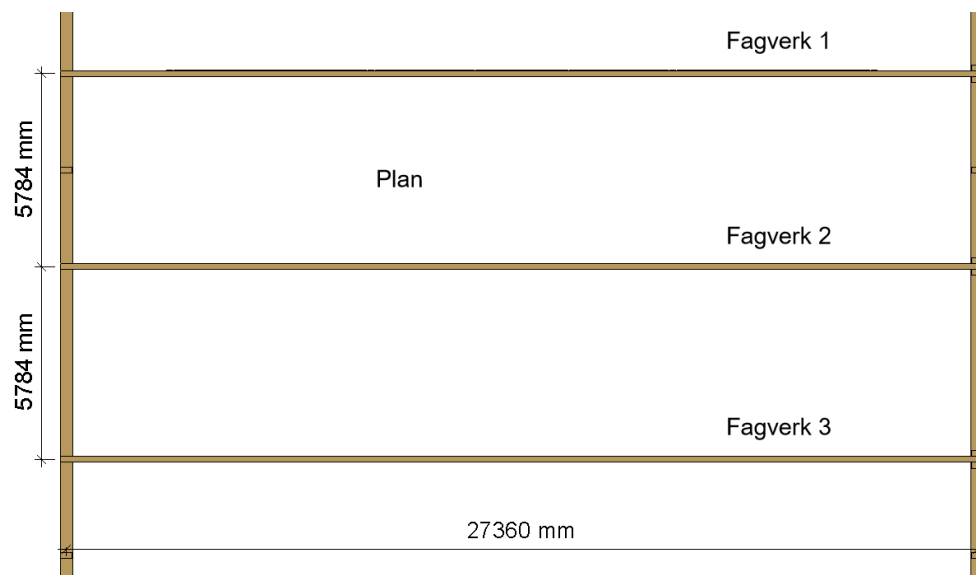
Figur 8: Hovedstrukturen modellert i AutoDesk Robot

For beregningene starter kapitlet med taklasten for å dimensjonere fagverket. Her dimensjoneres overgurt, undergurt og diagonaler før søylen som fagverket hviler på skal beregnes. Til slutt dimensjoneres forbindelser mellom limtrekomponenter og koblinger til fundament. Strukturen er beregnet for vindlast og de forskjellige lastkombinasjonene i programmet AutoDesk Robot. Her ble hovedkonstruksjonen satt opp sammen med utregning av nødvendig tverrsnitt for lasten i henhold til utregningene. I Tillegg A er rapporten fra programmet lagt ved.

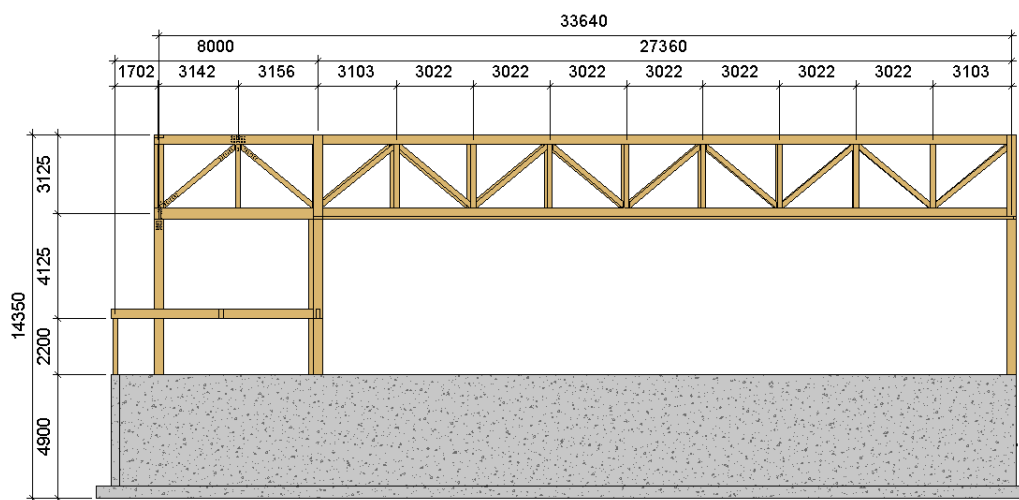
4.1 Fagverk

Takkonstruksjonen er basert på 10 fagverk i limtre. Fagverkene er opplagt på søyler og antas kontinuerlig avstivet for vipping og knekking i over- og undergurt. Dette gjøres med en kombinasjon av lettak utvendig og diagonal

avstivning innvendig.



Figur 9: Plan over fagverk

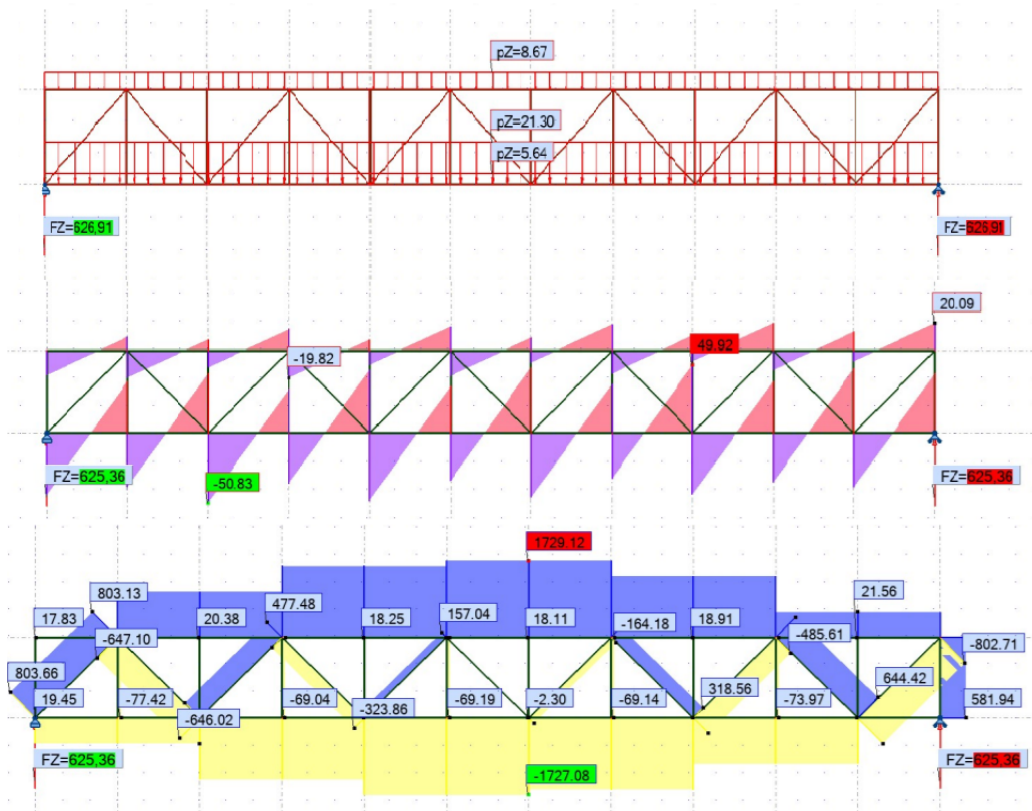


Figur 10: Fagverksprofil, merk at enkelte fagverk har 27 meter spenn mens de lengste har 34 meter

Fagverkene er inndelt i 2 forskjellige lengder: 27.36 meter over gymsalen og 34.00 meter over turnhallen. Det må derfor utføres beregninger for to forskjellige fagverkslengder.

I tillegg gjøres følgende antakelser:

- Limtre GL30c
- Klimaklasse 1
- Vindlast: øyeblikkslast
- Snølast: korttidslast
- Lastens bredde: 5784mm
- Halvparten av lasten kommer på undergurten på grunn av takflatens utforming
- Forbindelser: gjengede maskinskruer med anslagsflate
- Partialfaktor: $\gamma_M = 1.25$
- Tetthet: $\rho_M = 430\text{kg}/\text{m}^3$
- Fagverkets oppbygning:
 - Undergurt: 200x630mm
 - Overgurt: 200x600mm
 - Diagonaler/staver: 200x200mm
 - Ytterste diagonal har samme tverrsnitt som overgurt for å avlaste skjærkrefter på fagverkets endepunkter.



Figur 11: Statisk modell av fagverket med lastverdier $p_{d,1}$ øverst, fra AutoDesk Robot

4.1.1 Bruddgrensekontroll

Dimensjonerende fasthet som beskrevet i kapittel 2.3.4:

$$f_d = f_k \frac{k_h \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

Verdiene hentes fra NS 14080 tabell 4[11]. Ligningen gir tverrsnittets styrke basert på treverkets klassifisering. Klimaklasse 1 og korttidslast (snø)

gir en modifikasjonsfaktor (k_{mod}) på 0.9. k_h bestemmes av tverrsnittets bredde når tverrsnittet < 600 mm.

$$f_{m,d} = 30 \cdot \frac{1 \cdot 0.9}{1.15} = 23.48 \text{ N/mm}^2 \quad \text{bøying}$$

$$f_{t,0,d} = 19.5 \cdot \frac{1.12 \cdot 0.9}{1.15} = 17.09 \text{ N/mm}^2 \quad \text{strekk}$$

$$k_h = \left(\frac{600}{200} \right)^{0.1} = 1.12$$

$$f_{c,0,d} = 24.5 \cdot \frac{0.9}{1.15} = 19.17 \text{ N/mm}^2 \quad \text{trykkfasthet}$$

$$f_{c,90,d} = 2.5 \cdot \frac{0.9}{1.15} = 1.95 \text{ N/mm}^2 \quad \text{trykkfasthet}$$

$$f_{v,d} = 3.5 \cdot \frac{0.9}{1.15} = 2.74 \text{ N/mm}^2 \quad \text{skjær}$$

4.1.2 Kontroll av overgurt

Overgurtens mål er 200x600 mm.

Knekk lengde om y-aksen (z-aksen er stabilisert av takflaten):

$$L_{ky} = 3020 \text{ mm}$$

Slankhet om y-aksen:

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{3020}{600/\sqrt{12}} = 17.44$$

Knekking om y-aksen, $f_{c,0,k}$ fra tabell 5 og β for limtre er 0.1:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{17.44}{\pi} \sqrt{\frac{24.5}{10800}} = 0.26$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5[1 + 0.1(0.26 - 0.3) + 0.26^2] = 0.53$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0.53 + \sqrt{0.53^2 - 0.26^2}} = 1.00$$

Kontroll av bøyning og aksialkraft, se figur 11, maksverdier kommer fra strukturell analyse av fagverket. Maks moment er sentrert på overgurten og har en verdi på 48.68 kNm.

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W} = \frac{48.68 \cdot 10^6}{(200 \cdot 600^2)/6} = 3.73 [N/mm^2]$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{1729800}{200 \cdot 600} = 14.42 [N/mm^2]$$

Kontroll:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{14.42}{1.00 \cdot 19.17} + \frac{3.73}{23.48} + 0 = 0.91 \leq 1 \quad OK! \quad (4.1.1)$$

Kontroll av skjærkraft. Høyeste beregnede skjærkraft på overgurt er 41.15 kN, se figur 11:

$$\tau_d = \frac{3V_d}{2k_{cr}bh} = \frac{3 \cdot 41150}{2 \cdot 0.8 \cdot 200 \cdot 600} = 0.64 [N/mm^2]$$

$$\frac{\tau_d}{f_{c,d}} = \frac{0.64}{2.74} = 0.23 \leq 1 \quad OK! \quad (4.1.2)$$

4.1.3 Kontroll av undergurt

Undergurtens mål er 200x630mm med samme knekk lengde som overgurtens $L_{ky} = 3020$.

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{3020}{630/\sqrt{12}} = 16.61$$

Knekkning om y-aksen (z-planet fastlåst av den nedre delen av taket)

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}} = \frac{16.61}{\pi} \sqrt{\frac{24.5}{10800}} = 0.25$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5[1 + 0.1(0.25 - 0.3) + 0.25^2] = 0.53$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0.32 + \sqrt{0.53^2 - 0.25^2}} = 1.0$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W} = \frac{62.26 \cdot 10^6}{(200 \cdot 630^2)/6} = 4.71 [N/mm^2]$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{1727900}{200 \cdot 630} = 13.71 [N/mm^2]$$

Kontroll:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{13.71}{1.00 \cdot 19.17} + \frac{4.71}{23.48} + 0 = 0.92 \leq 1 \quad OK! \quad (4.1.3)$$

Kontroll av skjærkraft:

$$\tau_d = \frac{3V_d}{2k_{cr}bh} = \frac{3 \cdot 70180}{2 \cdot 0.8 \cdot 200 \cdot 630} = 1.04 [N/mm^2]$$

$$\frac{\tau_d}{f_{c,d}} = \frac{1.04}{2.74} = 0.38 \leq 1 \quad OK! \quad (4.1.4)$$

4.1.4 Kontroll av ytterste diagonaler

De ytterste diagonalene er konstruert av samme dimensjoner som overgurten. Ingen av kreftene er større enn kreftene på overgurten og det er dermed ikke nødvendig å beregne disse.

4.1.5 Kontroll av innvendige staver og diagonaler

De vertikale stavene og de innvendige diagonalene har tverrsnitt 200x200 og har minimalt moment og testes kun for trykk og strekk.

Slankhet om akse for staver:

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{3020}{200/\sqrt{12}} = 52.31$$

Knekking:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}} = \frac{52.31}{\pi} \sqrt{\frac{24.5}{10800}} = 0.79$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5[1 + 0.1(0.79 - 0.3) + 0.79^2] = 0.84$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0.32 + \sqrt{0.53^2 - 0.25^2}} = 0.89$$

Kontroll for staver:

Trykk:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{97080}{200 \times 200} = 2.42 [N/mm^2]$$
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} = \frac{2.42}{0.89 \cdot 19.17} = 0.12 \leq 1 \quad OK!$$

Strekk:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{32740}{200 \times 200} = 0.82 [N/mm^2]$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0.82}{17.09} = 0.048 \leq 1 \quad OK!$$

Slankhet om akse for diagonaler:

De innvendige stavene har lenger knekk lengde enn staver og gurtene. lengden bestemmes av ligningen:

$$l = l_{ky} = \sqrt{3020^2 + 3020^2} = 4271 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{4271}{200/\sqrt{12}} = 73.98$$

Knekking:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}} = \frac{73.98}{\pi} \sqrt{\frac{24.5}{10800}} = 1.12$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5[1 + 0.1(1.12 - 0.3) + 1.12^2] = 1.17$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1.17 + \sqrt{1.17^2 - 1.12^2}} = 0.66$$

Kontroll for diagonaler:

Trykk:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{593640}{200 \times 200} = 17.341 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} = \frac{17.341}{0.66 \cdot 19.17} = 1.37 \geq 1 \quad IKKE OK!$$

Ser at tverrsnittet ikke holder mål. Øker tverrsnitt til 200x250. Beholder knekkverdi $k_{k,y}$ da denne vil øke ved større tverrsnitt og samme knekk lengde.

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{593640}{200 \times 250} = 11.82 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} = \frac{11.287}{0.66 \cdot 19.17} = 0.94 \leq 1 \quad OK!$$

Strekk:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{590770}{200 \times 250} = 11.81 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{11.81}{17.09} = 0.69 \leq 1 \quad OK!$$

4.1.6 Kontroll av trykk normalt på fibrene

Dimensjonerende kraft ved oppleggene er 625 kN som vises i figur 11. Søylene har tverrsnitt 200x500mm og vil bli dimensjonert i kapittel 4.2. Denne kraften overføres ikke gjennom fibrene men gjennom stålplater og bolter. Denne kontrollen gjennomføres i kapittel 4.3.2

4.1.7 Bruksgrensekontroll

For bruksgrensekontroll så velges klimaklasse 1 som gir $k_{def} = 0.6$. Siden kun snølasten er dimensjonerende velges Ψ forsølast til å være 0.2 og 0.5.

$$p_{fin,ofte} = (1 + K_{def})g_k + (\Psi_{1,1} + \Psi_{2,1}k_{def})q_{s,k}$$

$$p_{fin,ofte} = (1 + 0.6)g_k + (0.5 + 0.3 \cdot 0.6)q_{s,k}$$

$$= 1.6g_k + 0.62q_{s,k}$$

Skissen for deformasjon vises i Tillegg A, der største deformasjon er 65 mm. Dette gir ett forhold på ca L/500 og er innenfor anbefalte verdier. Forskyvning ved rulleopplegget er også liten med 14 mm.

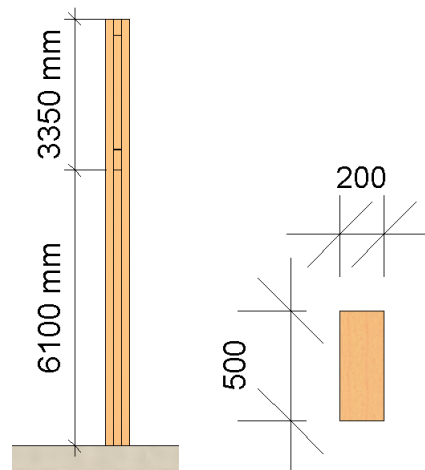
4.1.8 Kommentarer for fagverk

Kontrollene påviste for lite tverrsnitt på de innvendige diagonalene og tverrsnittet ble derfor økt fra 200x200 til 200x250. Dette gir verdier innenfor toleransekravene som er satt i kontrollen. Dimensjonering av vertikale staver

viser at disse bærer svært lite vekt og er inkludert hovedsakelig av estetiske grunner.

4.2 Fagverkssøyler

Takkonstruksjonen hviler på en søyle i hver ende som er konstruert av limtre og avstivet mot knekking om svak akse på begge sider. Det er kun knekking om sterk akse som er aktuell for søylene. Det tas utgangspunkt i at systemet er symmetrisk, kreftene er like for begge søylene.



Figur 12: Søylenes tverrsnitt

4.2.1 Bruddgrensekontroll

Dimensjoneringen tar ikke hensyn til vindlasten siden denne er forsvinnende liten i forhold til den totale lasten. Det antas at lasten ligger konsentrisk på søylen. Oppleggskraften er beregnet i Robot til å være 625.40[kN] ved dimensjonerende lastkombinasjon(Egenvekt+tak+snølast). Søylene er skissert i figur 12, knekk lengden er 6100mm og søylens tverrsnitt er 200x500mm.

Slankhet om sterk akse λ_y

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{6100}{\sqrt{500^2/12}} = 42.26$$

Knekkfaktoren $k_{c,y}$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{42.26}{\pi} \sqrt{\frac{24.5}{10800}} = 0.64$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2]$$

$$k_y = 0.5[1 + 0.1(0.64 - 0.3) + 0.64^2] = 0.72$$

$$K_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0.72 + \sqrt{0.72^2 - 0.64^2}}$$

$$K_{c,y} = 0.95$$

Belastning F_d

$$F_d = 625.40kN \rightarrow \sigma_{c,0,d} = \frac{625420}{200 \cdot 500} = 6.25[N/mm^2]$$

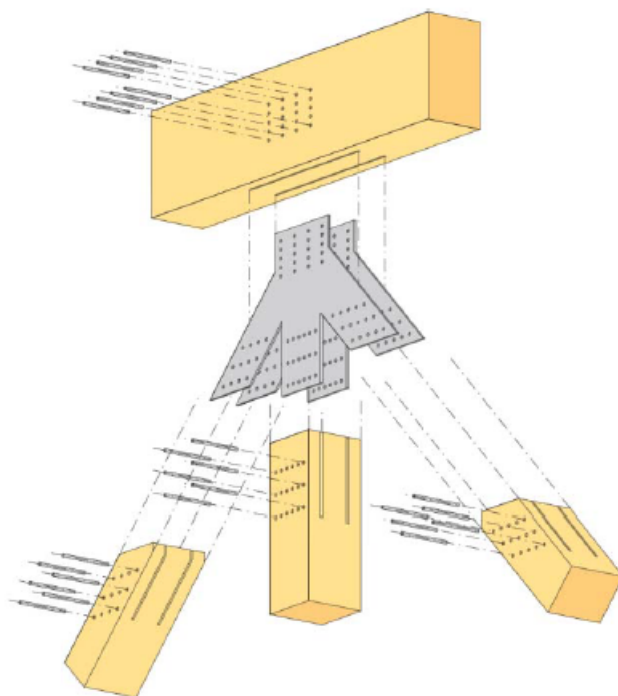
Kontroll:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} = \frac{6.25}{0.95 \cdot 19.17} = 0.34 < 1 \quad OK!$$

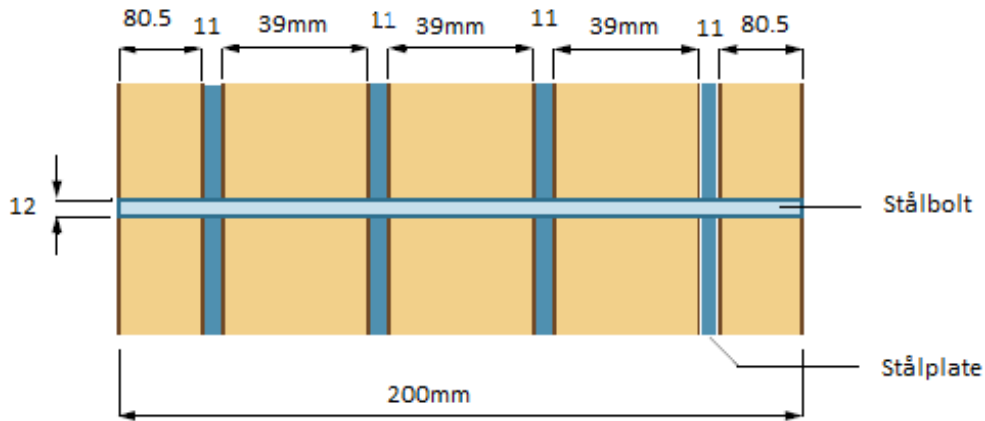
Det kontrolleres ikke for kombinert vind og snølast. Vinden har en gunstig last på takflaten som ikke vil tilføre last på fagverkets søyler, som er svært sterke i forhold til lasten, både i forhold til knekkfaktor og bæreevne. Det kan vurderes å gå ned på tversnittet for bedre kostnadseffektivitet.

4.3 Forbindelser

Alle bærende limtreelementer i konstruksjonen utføres med innslissede stålplater i kombinasjon med gjennomgående bolter. Det forutsettes at alle forbindelser sammenføres konsentrisk på materialet. Det tas utgangspunkt i at alle krefter går i stålplaten og bolter. Ingen krefter overføres ved direkte kontakt mellom fagverksdelene. Bredden på fagverket er 200 mm. Tenkt løsning for innslissede stålplater er vist i figur 14.

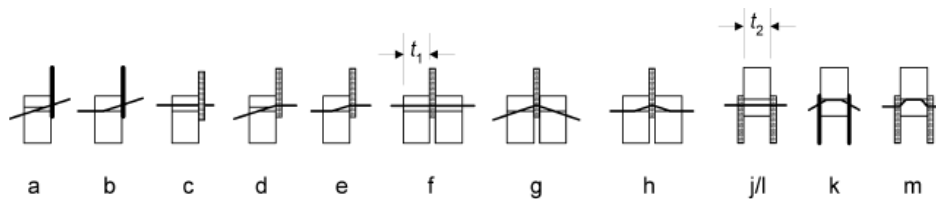


Figur 13: Fagverkets forbindelser[1]



Figur 14: Detaljtegning over forbindelser[10]

Stålplatene som benyttes er av S355 kvalitet med 8mm tykkelse og $f_{y,k} = 355[N/mm^2]$, $f_{u,k} = 510[N/mm^2]$ og bolter har diameter $\varnothing 12mm$ og $f_{u,k} \geq 700[N/mm^2]$. Verdiene fra figur 11, benyttes som dimensjonerende for beregning av forbindelser.



Figur 15: Bruddformer for stål mot tre, s.59 i [4]

På grunn av innspenning fra trevirket som virker på platene regnes det for tykke stålplater selv om platene er tynne i forhold til limtredimensjonen. Den karakteristiske flytmomentet til boltene basert på kap 8.5 i [4] blir:

$$M_{y,R,k} = 0.3f_{u,k}d^{2.6} = 0.3 \cdot 700 \cdot 12^{2.6} = 134\,304[Nmm]$$

der

- $M_{y,R,k}$ er den karakteristiske verdien for flytespenningen
- $f_{u,k}$ er strekkfastheten til bolten
- d er diameteren til bolten

$$f_{h,0,k} = 0.082(1 - 0.01d)\rho_k = 0.082(1 - 0.01 \cdot 12)430 = 31.03[N/mm^2]$$

der

- $f_{h,0,k}$ er karakteristisk hullfasthet i fiberretningen
- ρ_k er trevirkets densitet [kg/m]

Deretter brukes de aktuelle bruddformene i figur 15. Aktuell bruddform er h , og med bruddform m så er e og f kompatible. Formler er hentet fra [4] s. 58.

$$\text{Bruddform } m = F_{v,Rk} = 2.3\sqrt{M_{y,Rk}f_{h,0,k}d} = 2.3\sqrt{134304 \cdot 31.03 \cdot 12} = 16.27[kN]$$

$$\begin{aligned} \text{Bruddform } d = F_{v,Rk} &= f_{h,k}t_1d \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,k}dt_1^2}} - 1 \right] \\ &= 31.03 \cdot 80.5 \cdot 12 \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 134304}{31.03 \cdot 12 \cdot 80.5^2}} - 1 \right] = 14.71[kN] \end{aligned}$$

$$\text{Bruddform } e = \text{Bruddform } m = 16.27[kN]$$

der

- $F_{v,Rk}$ er hvert snitt sin karakteristiske kapasitet
- dt_1 er minste snittbredde fra ytterkant av limtreet

Hele boltens karakteristiske kapasitet fordelt på 6 innvendige og 2 utvendige snitt:

$$F_{0,bolt,k} = 6 \cdot 16.27 + 2 \cdot 14.71 = 127.04[kN]$$

Dimensjonerende kapasitet blir:

$$F_{0,bolt,d} = F_{0,bolt,k} \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 127.04 \cdot \frac{0.9}{1.3} = 87.95[kN]$$

Kapasitet normalt på fiberretningen($\alpha = 90grader$), samme beregninger som over men forkortet blir:

$$\begin{aligned} f_{h,90,k} &= 20.28[N/mm^2] \\ \text{Bruddform } m &= F_{v,Rk} = 13.15[kN] \\ \text{Bruddform } d &= F_{v,Rk} = 10.38[kN] \\ \text{Bruddform } e &= \text{Bruddform } m = 13.15[kN] \\ F_{90,bolt,k} &= 6 \cdot 13.15 + 2 \cdot 10.38 = 99.66[kN] \end{aligned}$$

Dimensjonerende kapasitet blir:

$$F_{90,bolt,d} = F_{90,bolt,k} \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 99.66 \cdot \frac{0.9}{1.3} = 69.00[kN]$$

4.3.1 Kobling overgurt/diagonaler

Største kraft som virker på diagonalene er 803 kN som virker på de ytterste diagonalene i fagverket. Dette er kraften som boltene må dimensjoneres for og det forutsettes at vinkelen mellom høyre og venstre diagonal er lik. Kraften overgurten må dimensjoneres for er avhengig av differansen mellom skjær og aksialtrykk. Det er tatt utgangspunkt i største differanse i verdiene slik at dimensjoneringen gjelder for alle forbindelser i over- undergurt. Kraften må beregnes for $F_{40,bolt,d}$ som beskrevet i forrige delkapittel, dette gir resultatet:

$$\begin{aligned} f_{h,40,k} &= 24.64[N/mm^2] \\ \text{Bruddform } m &= F_{v,Rk} = 14.49[kN] \\ \text{Bruddform } d &= F_{v,Rk} = 12.14[kN] \\ \text{Bruddform } e &= \text{Bruddform } m = 14.49[kN] \\ F_{40,bolt,k} &= 6 \cdot 14.49 + 2 \cdot 12.14 = 111.22[kN] \\ F_{40,bolt,d} &= F_{40,bolt,k} \frac{k_{mod}}{\gamma_M} = 111.22 \cdot \frac{0.9}{1.3} = 77.00[kN] \end{aligned}$$

$$F_{g,d} = \sqrt{(1384 - 574)^2 + (20 - 15)^2} = 810[kN]$$

Stav	Kraft[kN]	vinkel	$F_{\alpha,bolt,d}$	Nødvendige bolter(n_{ef})
Venstre overgurt	810	40 grader	77.00	10.52
Venstre diagonal	803	0 grader	87.95	9.13
Høyre diagonal	-647	0 grader	87.95	7.35

Tabell 10: Tabell forbindelseskraft

n_{ef} beskriver hvor effektiv en rekke med bolter som går parallelt med fiberretningen er, forsøker med 5 bolter og 3 rekker og ser om det er tilstrekkelig:

$$n_{ef} = n^{0.9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} == 5^{0.9} \sqrt[4]{\frac{100}{13 \cdot 12}} = 3.81$$

der

- a_1 er avstand mellom bolter
- n er antall bolter parallelt med fibre

Effektive bolter for overgurt:

$$3.81 \cdot 3 = 11.47$$

Med kapasitet:

$$11.47 \cdot 77.00 = 880[kN] > 810[kN] \quad OK!$$

Diagonalene er 200mm brede og det prøves med 2 boltrekker med 66.67mm senteravstand og 7 bolter parallelt med fibre.

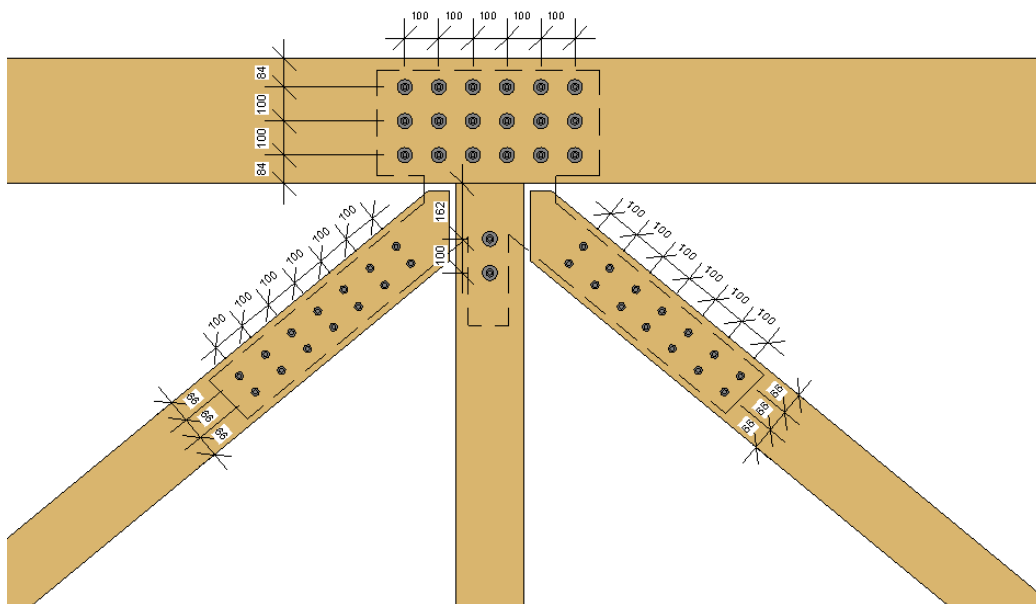
$$n_{ef} = n^{0.9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} == 7^{0.9} \sqrt[4]{\frac{66.67}{13 \cdot 12}} = 4.66$$

Antall effektive bolter: $4.66 \cdot 2 = 9.31$

Total kapasitet:

$$9.31 \cdot 87.96 = 819 > 803[kN] \quad OK!$$

Det samme gjelder for høyre diagonal da denne har en lavere kraftoverføring. Den vertikale staven tar 10 kN og 1 rekke med 2 bolter holder.



Figur 16: Målsatt tegning av boltinnfestning i overgurt

4.3.2 Kobling fagverk/søyle

Søylen og ytterste postene (vertikale) i fagverket har dimensjoner 200x500 som vist i kapittel 4.2 og forbindelsen går med en ren boltforbindelse som tar opp alle kreftene i faget. Ingen krefter overføres mellom kontaktflatene mellom undergurten og søylen. Hver bolt har en overføringskraft på 87.96 kN.

Diagonalen overfører 803kN og antall nødvendige bolter blir likt som for diagonalen i kapittel 4.3.1. Diagonalens styrke med 2 rekker med 66.67 senteravstand og 7 bolter lange blir 819 kN. Vertikalen overfører 20kN og det vil holde med 2 bolter for å holde denne. Undergurten overfører 576kN. Antall nødvendige bolter blir

$$\frac{576}{87.96} = 6.55$$
$$n = 2 \quad n_{ef} = 1.67$$

Antall effektive bolter over 5 rekker: $1.67 \cdot 5 = 8.35$

Total kapasitet:

$$8.35 \cdot 87.96 = 734.47 > 576[kN] \quad OK!$$

Søyler overfører 655kN(kompresjon) og antall nødvendige bolter blir

$$\frac{655}{87.96} = 7.44$$
$$n = 4 \quad n_{ef} = 3.11$$

Antall effektive bolter over 3 rekker: $3,11 \cdot 3 = 9.33$

Total kapasitet:

$$9.33 \cdot 87.96 = 820.67 > 655[kN] \quad OK!$$

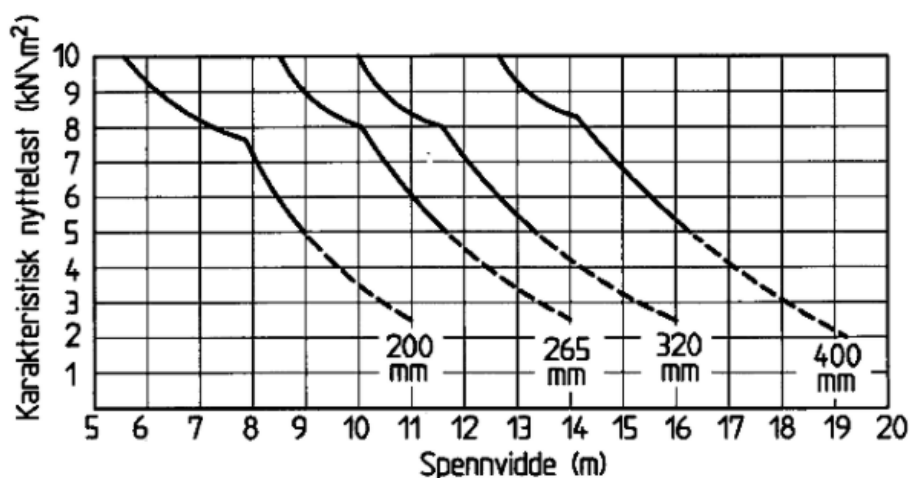
Kontrollene er innenfor toleransenivået. Det forutsettes at alle ledd i konstruksjonen er momentfrie og at alle systemlinjer er treffer sentrisk i platens nullpunkt.

Når grunnlaget for beregninger er momentfrie ledd så er dette ikke helt i samsvar med virkeligheten. Det vil alltid være noe moment i diagonalene i fagverket som her ikke er regnet med. Det blir en mer regnetung øvelse å beregne med momentene men det kan være med på å gjøre treemnene noe slankere da den momentfrie utregningen har høyere sikkerhetsmarginer.

4.4 Betongdekke

Hulldekker er armerte betongelementer som har, som navnet tilsier gjennomgående hull gjennom elementet. Dette medfører betydelig lavere vekt enn plassenbetong, samtidig som dekkets stivhet forblir tilnærmet usvekket. Kanalene kan også benyttes til rørgjennomføringer eller varme/kjøleløsninger. Betongløsning vil ikke bli forklart i dybden i denne rapporten.

Gulvet i første etasje består av hullelementer med opplegg på innervegger som ligger står nærmalt på ytterveggene i underetasjen. Hulldekkene tilpasses passende lengder mellom 4-9 meter og skjøtes på kort og langside.



Figur 18: Skisse av hulldekke[12]

Ingen elementer overstiger 9 meters lengde. Tabellen viser at dette gir en karakteristisk nyttelast på $5[kN/M^2]$ som er innenfor kravet i NS3491 for lastkategori C - Arealer hvor personer kan samles, hvor kravet for C5 klassifisering er $5[kN/M^2]$.

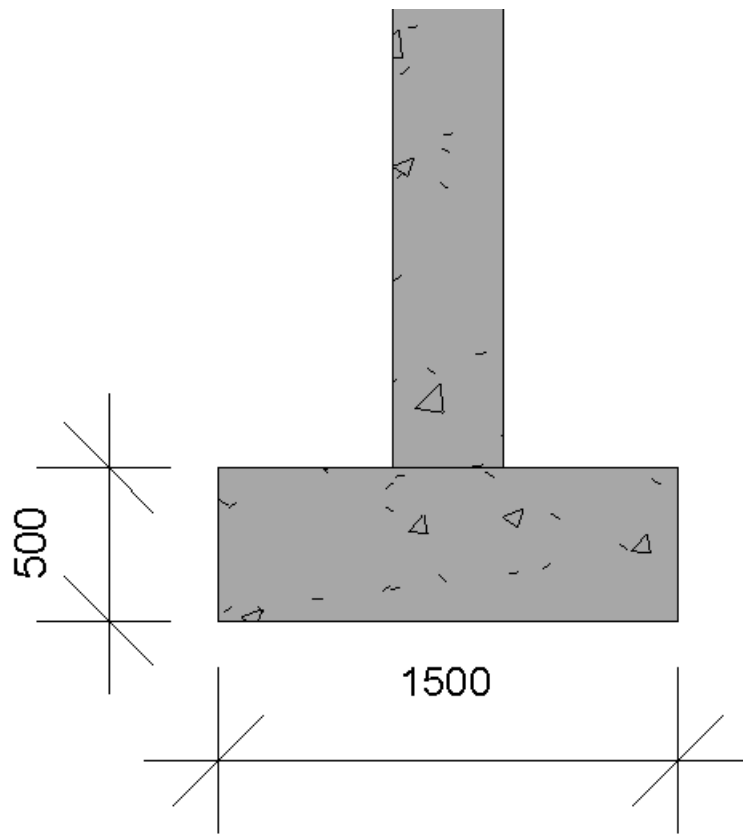
4.5 Fundamentering

For fundamentering tas det utgangspunkt i at grunnens bæreevne er $250kn/m^2$. det er tatt utgangspunkt i B30 betong med en egenvekt på $25kn/m^3$. Snølast er beregnet i kapittel 3.2. Vi setter verdiene inn i tabell og regner ut den dimensjonerende linjelasten.

	Last kN/m^2	Høyde	Bredde	Linjelast kN/M^2
Snølast(høy takdel)				1.00
Snølast(lav takdel)				4.91
Tak	0.49	17	5.5	45.82
Fagverk	0.27	17	5.5	25.25
Yttervegg(Lettvegg)	0.49	9.5	5.5	25.60
Yttervegg(Betong)	10.00	4.4	5.5	242
Dimensjonerende linjelast				344.59

Tabell 11: Tabell for dimensjonerende linjelast

$$\frac{\text{Dimensjonerende linjelast}}{\sigma_g} = \frac{344.59}{250} = 1.38 \rightarrow 1.5 \text{ m fundamentsbredde}$$



Figur 19: Fundament

Figurliste

1	Illustrasjon med forskjellen på spennvidder	2
2	Situasjonsplanen med svarte linjer som viser plan for nytt bygg	3
3	Prinsipp over sammenliming av limtre. <i>Figur 1 i [1]</i>	10
4	Skjerm bilde fra Autodesk Robot under simulering av vindlast	17
5	Bygningens profil sett fra vest. Områder i rødt er utsatt for fonndannelse ved vind fra nord/sør.	19
6	Detaljerings-tegning av yttervegg/tak	21
7	Noen lastkombinasjoner beregnet i AutoDesk Robot	23
8	Hovedstrukturen modellert i AutoDesk Robot	24
9	Plan over fagverk	25
10	Fagverksprofil, merk at enkelte fagverk har 27 meter spenn mens de lengste har 34 meter	25
11	Statisk modell av fagverket med lastverdier $p_{d,1}$ øverst, fra AutoDesk Robot	27
12	Søylenes tverrsnitt	34
13	Fagverkets forbindelser[1]	36
14	Detaljtegning over forbindelser[10]	37
15	Bruddformer for stål mot tre, s.59 i [4]	37
16	Målsatt tegning av boltinnfestning i overgurt	41

17	Målsatt tegning av boltinnfestning i søylefeste	43
18	Skisse av hulldekke[12]	44
19	Fundament	46

Referanser

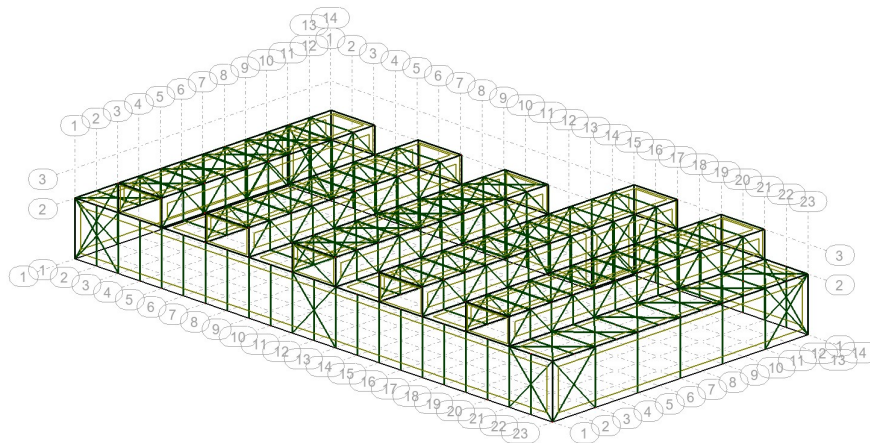
- [1] Norske Limtreprodusenters Forening. *Limtreboka, Volum II*. 2015.
- [2] *Hacine Cherifi Gymnasium, Architects: Tectoniques*. URL: https://www.archdaily.com/772921/hacine-cherifi-gymnasium-tectoniques-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects. (Dato: 23.08.21).
- [3] Standard Norge. *NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. 2002.
- [4] Norsk Standard. *Eurokode 5: Prosjektering av Trekonstruksjoner Del 1-1 Allmenne regler for bygninger, NS-EN 1995 1-1:2004+A1:2008+NA:2001*.
- [5] Norsk Standard. *Eurokode 1: Laster på konstruksjoner Del 1-4: Allmenne laster Vindlaster*.
- [6] SINTEF Byggforsk. *471.043 Vindlaster på bygninger*. 2003.
- [7] SINTEF Byggforsk. *471.041 Snølast på tak. Dimensjonerende laster*. 2003.
- [8] Norsk Standard. *Eurokode 1: Prosjektering av Trekonstruksjoner Del 1-3 Allmenne regler for bygninger, NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018*.
- [9] SINTEF Byggforsk. *471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler*. 2003.
- [10] Norske Limtreprodusenters Forening. *Limtreboka, beregningseksempler*. 2018.
- [11] Norsk Standard. *Trekonstruksjoner Limtre og limt laminert heltre Krav, NS-EN 14080:2013+NA:2016*.
- [12] SINTEF Byggforsk. *522.881 Dekker av betong- og lettbetongelementer*. 1996.

A Tillegg A

A.1 Autodesk Robot Fagverksberegninger bruddgrensetilstand

TITLE PAGE

Project: IdrettshallBYGBAC

Structure View**Loads - Cases**

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	Fagverksvekt	Structural	Static - Linear
2	DL2	Egenvekt med tak	Structural	Static - Linear
3	DL21	Snølast	snow	Static - Linear
4	DL21	Vindlast Gunstig	wind	Static - Linear
5	DL21	Vindlast Ugunstig	wind	Static - Linear
6	WIND	Wind X+ 28 m/s (f =1.00) Simulation	wind	Static - Linear
7	WIND	Wind Y+ 28 m/s (f =1.00) Simulation	wind	Static - Linear
8	WIND	Wind X- 28 m/s (f =1.00) Simulation	wind	Static - Linear
9	WIND	Wind Y- 28 m/s (f =1.00) Simulation	wind	Static - Linear
10		ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05	dead	Linear Combin
11		ULS/2=1*1.35 + 2*1.35	dead	Linear Combin
12		ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
13		ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90	dead	Linear Combin
14		ULS/5=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
15		ULS/6=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90	dead	Linear Combin

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
16		ULS/7=1*1.35 + 2*1.35 + 6*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
17		ULS/8=1*1.35 + 2*1.35 + 6*0.90	dead	Linear Combin
18		ULS/9=1*1.35 + 2*1.35 + 7*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
19		ULS/10=1*1.35 + 2*1.35 + 7*0.90	dead	Linear Combin
20		ULS/11=1*1.35 + 2*1.35 + 8*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
21		ULS/12=1*1.35 + 2*1.35 + 8*0.90	dead	Linear Combin
22		ULS/13=1*1.35 + 2*1.35 + 9*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
23		ULS/14=1*1.35 + 2*1.35 + 9*0.90	dead	Linear Combin
24		ULS/15=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.05	dead	Linear Combin
25		ULS/16=1*1.00 + 2*1.00	dead	Linear Combin
26		ULS/17=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
27		ULS/18=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90	dead	Linear Combin
28		ULS/19=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
29		ULS/20=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90	dead	Linear Combin
30		ULS/21=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
31		ULS/22=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90	dead	Linear Combin
32		ULS/23=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
33		ULS/24=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.90	dead	Linear Combin
34		ULS/25=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
35		ULS/26=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.90	dead	Linear Combin
36		ULS/27=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.90 + 3*1.05	dead	Linear Combin
37		ULS/28=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.90	dead	Linear Combin
38		ULS/29=1*1.20 + 2*1.20	dead	Linear Combin
39		ULS/30=1*1.20 + 2*1.20 + 4*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
40		ULS/31=1*1.20 + 2*1.20 + 4*1.50	dead	Linear Combin
41		ULS/32=1*1.20 + 2*1.20 + 5*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
42		ULS/33=1*1.20 + 2*1.20 + 5*1.50	dead	Linear Combin
43		ULS/34=1*1.20 + 2*1.20 + 6*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
44		ULS/35=1*1.20 + 2*1.20 + 6*1.50	dead	Linear Combin
45		ULS/36=1*1.20 + 2*1.20 + 7*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
46		ULS/37=1*1.20 + 2*1.20 + 7*1.50	dead	Linear Combin
47		ULS/38=1*1.20 + 2*1.20 + 8*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
48		ULS/39=1*1.20 + 2*1.20 + 8*1.50	dead	Linear Combin
49		ULS/40=1*1.20 + 2*1.20 + 9*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
50		ULS/41=1*1.20 + 2*1.20 + 9*1.50	dead	Linear Combin
51		ULS/42=1*1.00 + 2*1.00	dead	Linear Combin
52		ULS/43=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
53		ULS/44=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.50	dead	Linear Combin
54		ULS/45=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
55		ULS/46=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50	dead	Linear Combin
56		ULS/47=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
57		ULS/48=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50	dead	Linear Combin
58		ULS/49=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
59		ULS/50=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.50	dead	Linear Combin
60		ULS/51=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
61		ULS/52=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.50	dead	Linear Combin

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
62		ULS/53=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.50 + 3*1.05	dead	Linear Combin
63		ULS/54=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.50	dead	Linear Combin
64		ULS/55=1*1.20 + 2*1.20 + 3*1.50	dead	Linear Combin
65		ULS/56=1*1.20 + 2*1.20 + 4*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
66		ULS/57=1*1.20 + 2*1.20 + 5*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
67		ULS/58=1*1.20 + 2*1.20 + 6*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
68		ULS/59=1*1.20 + 2*1.20 + 7*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
69		ULS/60=1*1.20 + 2*1.20 + 8*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
70		ULS/61=1*1.20 + 2*1.20 + 9*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
71		ULS/62=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50	dead	Linear Combin
72		ULS/63=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
73		ULS/64=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
74		ULS/65=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
75		ULS/66=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
76		ULS/67=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
77		ULS/68=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.90 + 3*1.50	dead	Linear Combin
78		SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00	dead	Linear Combin
79		SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 3*0.7	dead	Linear Combin
80		SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00	dead	Linear Combin
81		SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 3*0.7	dead	Linear Combin
82		SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00	dead	Linear Combin
83		SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 3*0.7	dead	Linear Combin
84		SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00	dead	Linear Combin
85		SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 3*0.7	dead	Linear Combin
86		SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	dead	Linear Combin
87		SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00 + 3*0.	dead	Linear Combin
88		SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00	dead	Linear Combin
89		SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00 + 3*0.	dead	Linear Combin
90		SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00	dead	Linear Combin
91		SLS:CHR/14=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00	dead	Linear Combin
92		SLS:CHR/15=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*1.	dead	Linear Combin
93		SLS:CHR/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60 + 3*1.	dead	Linear Combin
94		SLS:CHR/17=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60 + 3*1.	dead	Linear Combin
95		SLS:CHR/18=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.60 + 3*1.	dead	Linear Combin
96		SLS:CHR/19=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.60 + 3*1.	dead	Linear Combin
97		SLS:CHR/20=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.60 + 3*1.	dead	Linear Combin
98		SLS:FRE/21=1*1.00 + 2*1.00	dead	Linear Combin
99		SLS:FRE/22=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.20 + 3*0.2	dead	Linear Combin
100		SLS:FRE/23=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.20	dead	Linear Combin
101		SLS:FRE/24=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.20 + 3*0.2	dead	Linear Combin
102		SLS:FRE/25=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.20	dead	Linear Combin
103		SLS:FRE/26=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.20 + 3*0.2	dead	Linear Combin
104		SLS:FRE/27=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.20	dead	Linear Combin
105		SLS:FRE/28=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.20 + 3*0.2	dead	Linear Combin
106		SLS:FRE/29=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.20	dead	Linear Combin
107		SLS:FRE/30=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.20 + 3*0.2	dead	Linear Combin

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
108		SLS:FRE/31=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.20	dead	Linear Combin
109		SLS:FRE/32=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.20 + 3*0.2	dead	Linear Combin
110		SLS:FRE/33=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.20	dead	Linear Combin
111		SLS:FRE/34=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50	dead	Linear Combin
112		SLS:QPR/35=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.20	dead	Linear Combin
113		SLS:QPR/36=1*1.00 + 2*1.00	dead	Linear Combin

Data - Materials

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	GL30c	13000,00	650,000,00		0,00	3,82	30,00
2	Timber C14	7000,00	440,000,00		0,00	2,90	14,00
3	Timber C24	11000,00	690,000,00		0,00	3,50	24,00

Combinations

- Cases: 10to113

Combinations	Name	Definition
10 (C)	ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05	(1+2)*1.35+3*1.05
11 (C)	ULS/2=1*1.35 + 2*1.35	(1+2)*1.35
12 (C)	ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.35+4*0.90+3*1.05
13 (C)	ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.90	(1+2)*1.35+4*0.90
14 (C)	ULS/5=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.35+5*0.90+3*1.05
15 (C)	ULS/6=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90	(1+2)*1.35+5*0.90
16 (C)	ULS/7=1*1.35 + 2*1.35 + 6*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.35+6*0.90+3*1.05
17 (C)	ULS/8=1*1.35 + 2*1.35 + 6*0.90	(1+2)*1.35+6*0.90
18 (C)	ULS/9=1*1.35 + 2*1.35 + 7*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.35+7*0.90+3*1.05
19 (C)	ULS/10=1*1.35 + 2*1.35 + 7*0.90	(1+2)*1.35+7*0.90
20 (C)	ULS/11=1*1.35 + 2*1.35 + 8*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.35+8*0.90+3*1.05
21 (C)	ULS/12=1*1.35 + 2*1.35 + 8*0.90	(1+2)*1.35+8*0.90
22 (C)	ULS/13=1*1.35 + 2*1.35 + 9*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.35+9*0.90+3*1.05
23 (C)	ULS/14=1*1.35 + 2*1.35 + 9*0.90	(1+2)*1.35+9*0.90
24 (C)	ULS/15=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.05	(1+2)*1.00+3*1.05
25 (C)	ULS/16=1*1.00 + 2*1.00	(1+2)*1.00
26 (C)	ULS/17=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.00+4*0.90+3*1.05
27 (C)	ULS/18=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90	(1+2)*1.00+4*0.90
28 (C)	ULS/19=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.00+5*0.90+3*1.05
29 (C)	ULS/20=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90	(1+2)*1.00+5*0.90
30 (C)	ULS/21=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.00+6*0.90+3*1.05
31 (C)	ULS/22=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90	(1+2)*1.00+6*0.90
32 (C)	ULS/23=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.00+7*0.90+3*1.05
33 (C)	ULS/24=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.90	(1+2)*1.00+7*0.90
34 (C)	ULS/25=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.00+8*0.90+3*1.05
35 (C)	ULS/26=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.90	(1+2)*1.00+8*0.90
36 (C)	ULS/27=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.90 + 3*1.05	(1+2)*1.00+9*0.90+3*1.05

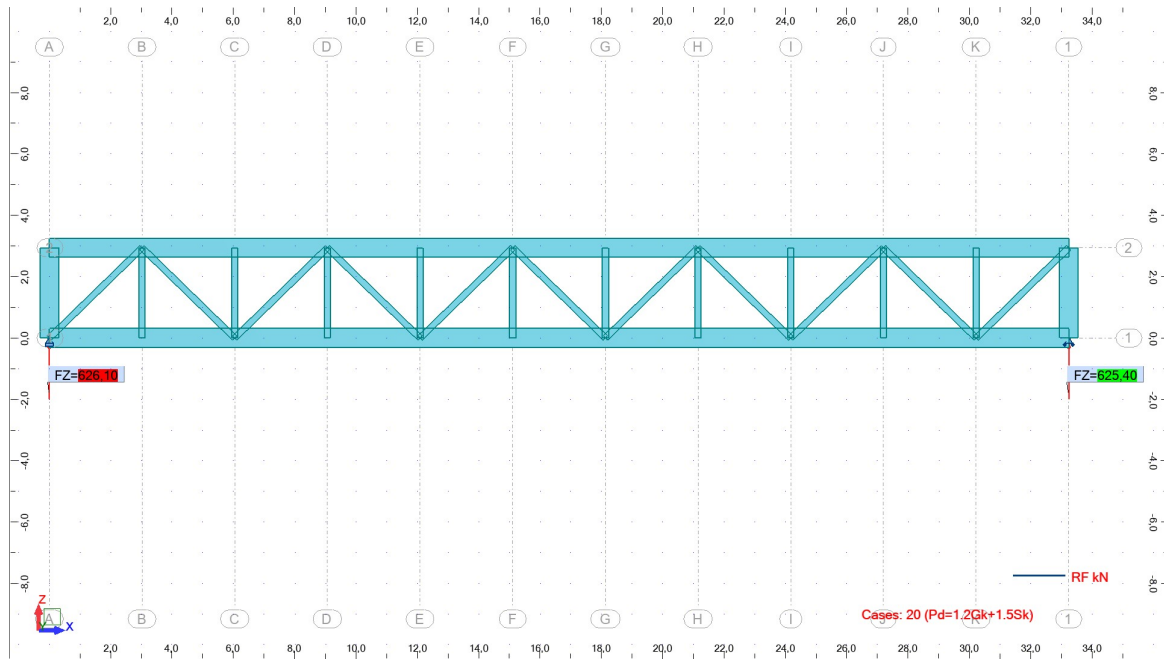
Combinations	Name	Definition
37 (C)	ULS/28=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.90	(1+2)*1.00+9*0.90
38 (C)	ULS/29=1*1.20 + 2*1.20	(1+2)*1.20
39 (C)	ULS/30=1*1.20 + 2*1.20 + 4*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.20+4*1.50+3*1.05
40 (C)	ULS/31=1*1.20 + 2*1.20 + 4*1.50	(1+2)*1.20+4*1.50
41 (C)	ULS/32=1*1.20 + 2*1.20 + 5*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.20+5*1.50+3*1.05
42 (C)	ULS/33=1*1.20 + 2*1.20 + 5*1.50	(1+2)*1.20+5*1.50
43 (C)	ULS/34=1*1.20 + 2*1.20 + 6*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.20+6*1.50+3*1.05
44 (C)	ULS/35=1*1.20 + 2*1.20 + 6*1.50	(1+2)*1.20+6*1.50
45 (C)	ULS/36=1*1.20 + 2*1.20 + 7*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.20+7*1.50+3*1.05
46 (C)	ULS/37=1*1.20 + 2*1.20 + 7*1.50	(1+2)*1.20+7*1.50
47 (C)	ULS/38=1*1.20 + 2*1.20 + 8*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.20+8*1.50+3*1.05
48 (C)	ULS/39=1*1.20 + 2*1.20 + 8*1.50	(1+2)*1.20+8*1.50
49 (C)	ULS/40=1*1.20 + 2*1.20 + 9*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.20+9*1.50+3*1.05
50 (C)	ULS/41=1*1.20 + 2*1.20 + 9*1.50	(1+2)*1.20+9*1.50
51 (C)	ULS/42=1*1.00 + 2*1.00	(1+2)*1.00
52 (C)	ULS/43=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.00+4*1.50+3*1.05
53 (C)	ULS/44=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.50	(1+2)*1.00+4*1.50
54 (C)	ULS/45=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.00+5*1.50+3*1.05
55 (C)	ULS/46=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50	(1+2)*1.00+5*1.50
56 (C)	ULS/47=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.00+6*1.50+3*1.05
57 (C)	ULS/48=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50	(1+2)*1.00+6*1.50
58 (C)	ULS/49=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.00+7*1.50+3*1.05
59 (C)	ULS/50=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.50	(1+2)*1.00+7*1.50
60 (C)	ULS/51=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.00+8*1.50+3*1.05
61 (C)	ULS/52=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.50	(1+2)*1.00+8*1.50
62 (C)	ULS/53=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.50 + 3*1.05	(1+2)*1.00+9*1.50+3*1.05
63 (C)	ULS/54=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.50	(1+2)*1.00+9*1.50
64 (C)	ULS/55=1*1.20 + 2*1.20 + 3*1.50	(1+2)*1.20+3*1.50
65 (C)	ULS/56=1*1.20 + 2*1.20 + 4*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.20+4*0.90+3*1.50
66 (C)	ULS/57=1*1.20 + 2*1.20 + 5*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.20+5*0.90+3*1.50
67 (C)	ULS/58=1*1.20 + 2*1.20 + 6*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.20+6*0.90+3*1.50
68 (C)	ULS/59=1*1.20 + 2*1.20 + 7*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.20+7*0.90+3*1.50
69 (C)	ULS/60=1*1.20 + 2*1.20 + 8*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.20+8*0.90+3*1.50
70 (C)	ULS/61=1*1.20 + 2*1.20 + 9*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.20+9*0.90+3*1.50
71 (C)	ULS/62=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50	(1+2)*1.00+3*1.50
72 (C)	ULS/63=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.00+4*0.90+3*1.50
73 (C)	ULS/64=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.00+5*0.90+3*1.50
74 (C)	ULS/65=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.00+6*0.90+3*1.50
75 (C)	ULS/66=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.00+7*0.90+3*1.50
76 (C)	ULS/67=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.00+8*0.90+3*1.50
77 (C)	ULS/68=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.90 + 3*1.50	(1+2)*1.00+9*0.90+3*1.50
78 (C)	SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00	(1+2)*1.00
79 (C)	SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 3*0.70	(1+2+4)*1.00+3*0.70
80 (C)	SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00	(1+2+4)*1.00
81 (C)	SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 3*0.70	(1+2+5)*1.00+3*0.70
82 (C)	SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00	(1+2+5)*1.00

Combinations	Name	Definition
83 (C)	SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 3*0.70	(1+2+6)*1.00+3*0.70
84 (C)	SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00	(1+2+6)*1.00
85 (C)	SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 3*0.70	(1+2+7)*1.00+3*0.70
86 (C)	SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00	(1+2+7)*1.00
87 (C)	SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00 + 3*0.70	(1+2+8)*1.00+3*0.70
88 (C)	SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00	(1+2+8)*1.00
89 (C)	SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00 + 3*0.70	(1+2+9)*1.00+3*0.70
90 (C)	SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00	(1+2+9)*1.00
91 (C)	SLS:CHR/14=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00	(1+2+3)*1.00
92 (C)	SLS:CHR/15=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	(1+2+3)*1.00+4*0.60
93 (C)	SLS:CHR/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60 + 3*1.00	(1+2+3)*1.00+5*0.60
94 (C)	SLS:CHR/17=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60 + 3*1.00	(1+2+3)*1.00+6*0.60
95 (C)	SLS:CHR/18=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.60 + 3*1.00	(1+2+3)*1.00+7*0.60
96 (C)	SLS:CHR/19=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.60 + 3*1.00	(1+2+3)*1.00+8*0.60
97 (C)	SLS:CHR/20=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.60 + 3*1.00	(1+2+3)*1.00+9*0.60
98 (C)	SLS:FRE/21=1*1.00 + 2*1.00	(1+2)*1.00
99 (C)	SLS:FRE/22=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.20 + 3*0.20	(1+2)*1.00+(4+3)*0.20
100 (C)	SLS:FRE/23=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.20	(1+2)*1.00+4*0.20
101 (C)	SLS:FRE/24=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.20 + 3*0.20	(1+2)*1.00+(5+3)*0.20
102 (C)	SLS:FRE/25=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.20	(1+2)*1.00+5*0.20
103 (C)	SLS:FRE/26=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.20 + 3*0.20	(1+2)*1.00+(6+3)*0.20
104 (C)	SLS:FRE/27=1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.20	(1+2)*1.00+6*0.20
105 (C)	SLS:FRE/28=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.20 + 3*0.20	(1+2)*1.00+(7+3)*0.20
106 (C)	SLS:FRE/29=1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.20	(1+2)*1.00+7*0.20
107 (C)	SLS:FRE/30=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.20 + 3*0.20	(1+2)*1.00+(8+3)*0.20
108 (C)	SLS:FRE/31=1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.20	(1+2)*1.00+8*0.20
109 (C)	SLS:FRE/32=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.20 + 3*0.20	(1+2)*1.00+(9+3)*0.20
110 (C)	SLS:FRE/33=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.20	(1+2)*1.00+9*0.20
111 (C)	SLS:FRE/34=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50	(1+2)*1.00+3*0.50
112 (C)	SLS:QPR/35=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.20	(1+2)*1.00+3*0.20
113 (C)	SLS:QPR/36=1*1.00 + 2*1.00	(1+2)*1.00

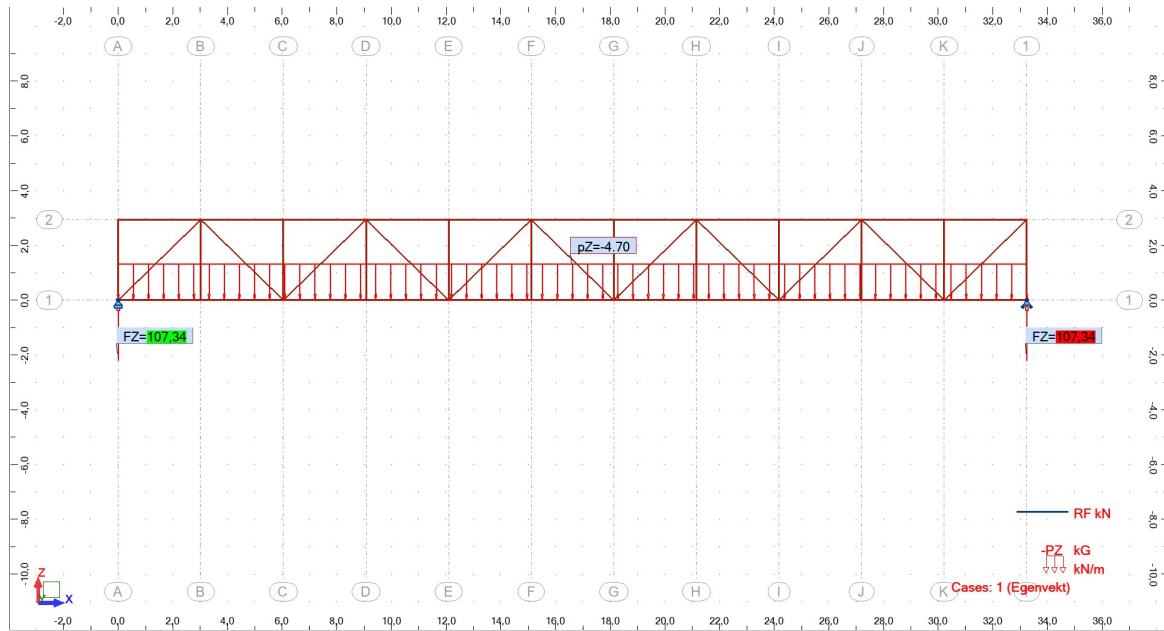
Combinations	Combination type	Case nature	Analysis type
10 (C)		dead	Linear Combination
11 (C)		dead	Linear Combination
12 (C)		dead	Linear Combination
13 (C)		dead	Linear Combination
14 (C)		dead	Linear Combination
15 (C)		dead	Linear Combination
16 (C)		dead	Linear Combination
17 (C)		dead	Linear Combination
18 (C)		dead	Linear Combination
19 (C)		dead	Linear Combination
20 (C)		dead	Linear Combination
21 (C)		dead	Linear Combination

Combinations	Combination type	Case nature	Analysis type
22 (C)		dead	Linear Combination
23 (C)		dead	Linear Combination
24 (C)		dead	Linear Combination
25 (C)		dead	Linear Combination
26 (C)		dead	Linear Combination
27 (C)		dead	Linear Combination
28 (C)		dead	Linear Combination
29 (C)		dead	Linear Combination
30 (C)		dead	Linear Combination
31 (C)		dead	Linear Combination
32 (C)		dead	Linear Combination
33 (C)		dead	Linear Combination
34 (C)		dead	Linear Combination
35 (C)		dead	Linear Combination
36 (C)		dead	Linear Combination
37 (C)		dead	Linear Combination
38 (C)		dead	Linear Combination
39 (C)		dead	Linear Combination
40 (C)		dead	Linear Combination
41 (C)		dead	Linear Combination
42 (C)		dead	Linear Combination
43 (C)		dead	Linear Combination
44 (C)		dead	Linear Combination
45 (C)		dead	Linear Combination
46 (C)		dead	Linear Combination
47 (C)		dead	Linear Combination
48 (C)		dead	Linear Combination
49 (C)		dead	Linear Combination
50 (C)		dead	Linear Combination
51 (C)		dead	Linear Combination
52 (C)		dead	Linear Combination
53 (C)		dead	Linear Combination
54 (C)		dead	Linear Combination
55 (C)		dead	Linear Combination
56 (C)		dead	Linear Combination
57 (C)		dead	Linear Combination
58 (C)		dead	Linear Combination
59 (C)		dead	Linear Combination
60 (C)		dead	Linear Combination
61 (C)		dead	Linear Combination
62 (C)		dead	Linear Combination
63 (C)		dead	Linear Combination
64 (C)		dead	Linear Combination
65 (C)		dead	Linear Combination
66 (C)		dead	Linear Combination
67 (C)		dead	Linear Combination

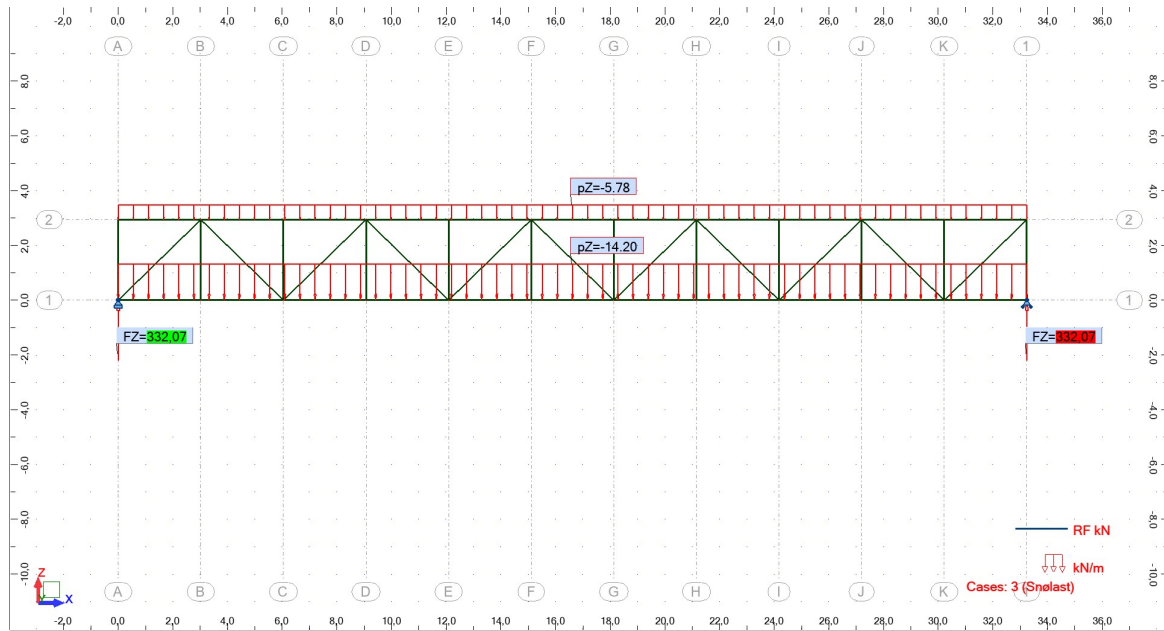
View - Reaction forces(kN); Cases: 20 (Pd=1.2Gk+1.5Sk)



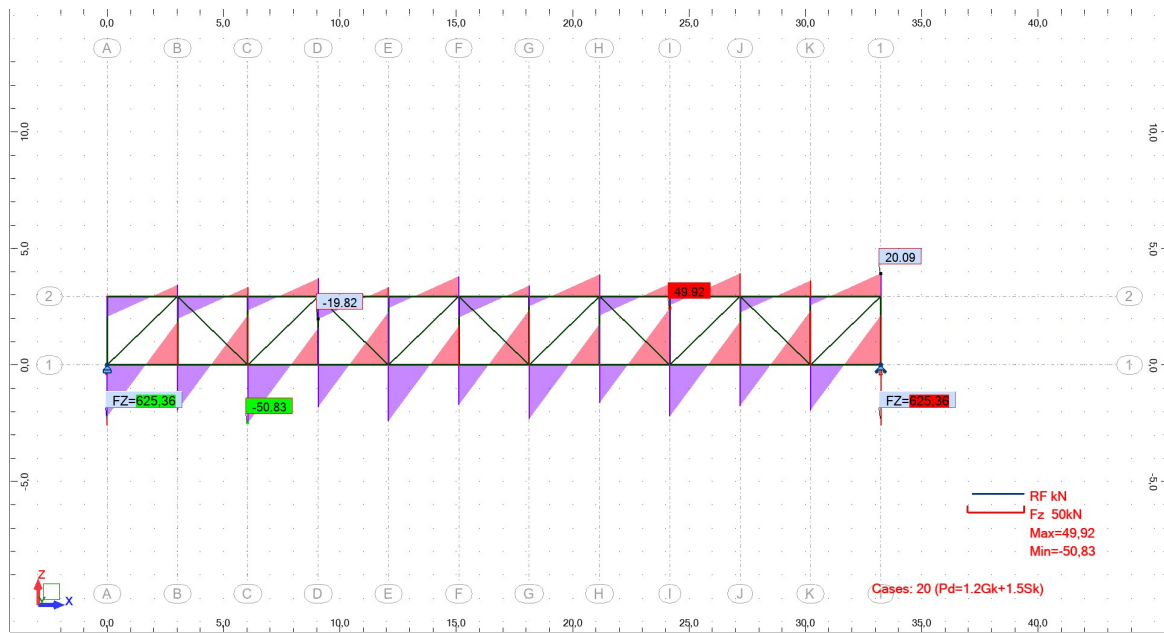
View - Reaction forces(kN); Cases: 1 (Egenvekt)



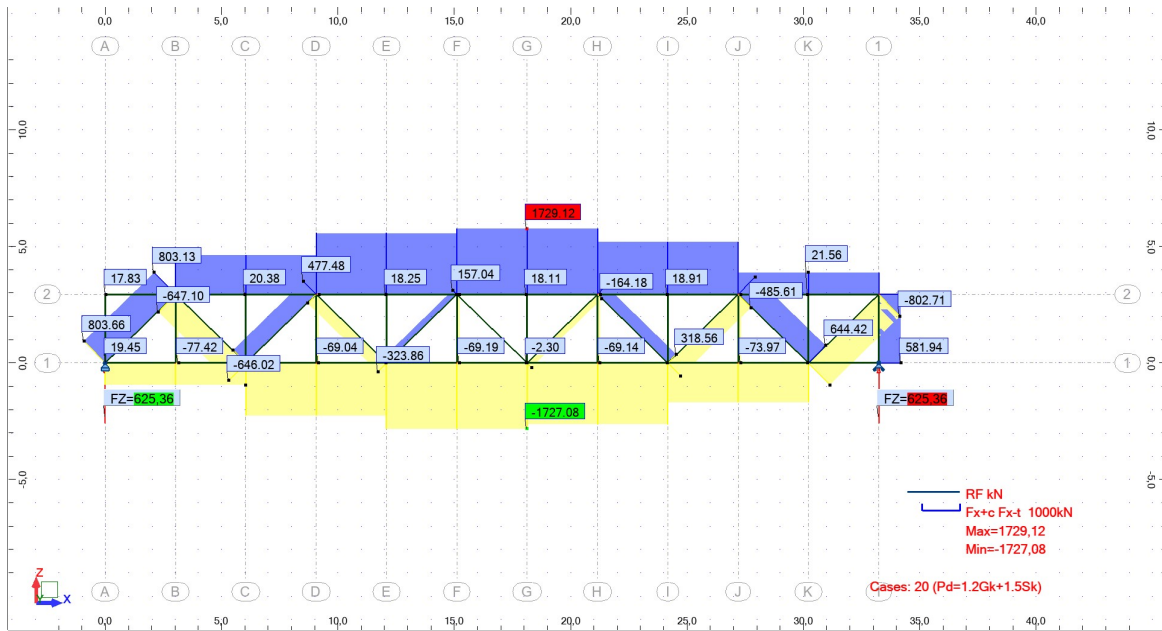
View - Reaction forces(kN); Cases: 3 (Snølast)



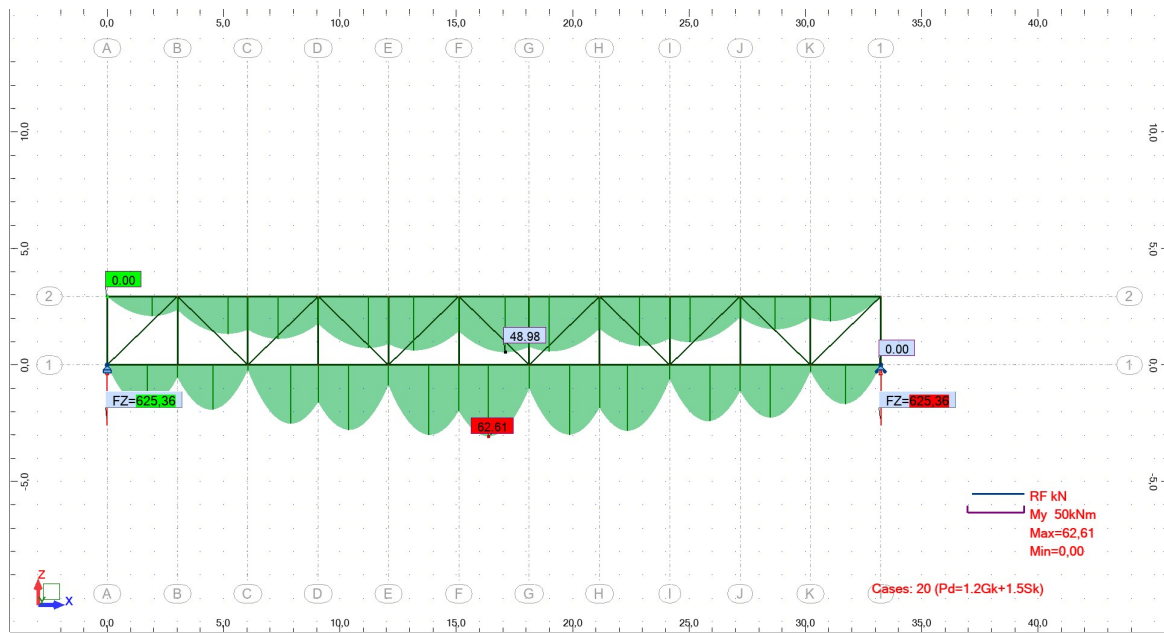
View - Fz;Reaction forces(kN); Cases: 20 (Pd=1.2Gk+1.5Sk)



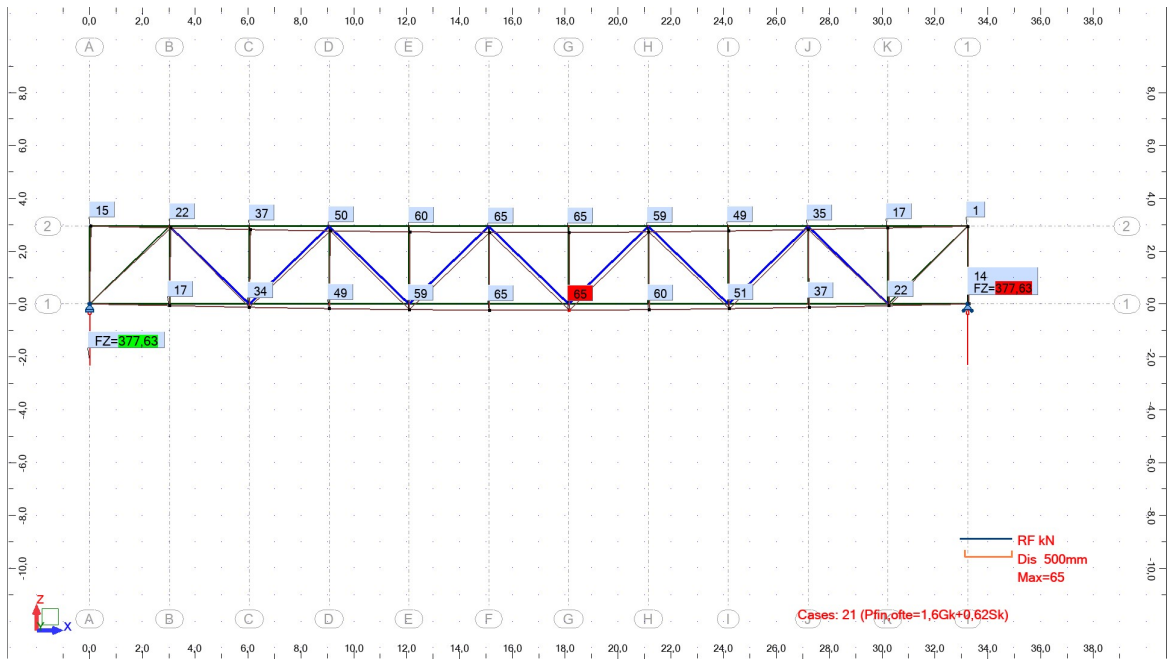
View - FX;Reaction forces(kN); Cases: 20 (Pd=1.2Gk+1.5Sk)



View - MY;Reaction forces(kN); Cases: 20 (Pd=1.2Gk+1.5Sk)



View - Deformation; Reaction forces(kN); Cases: 21 (Pfin,ofte=1,6Gk+0,62Sk)



Load Combination - Cases: 20 21**Values**

1

- Cases: 20 21

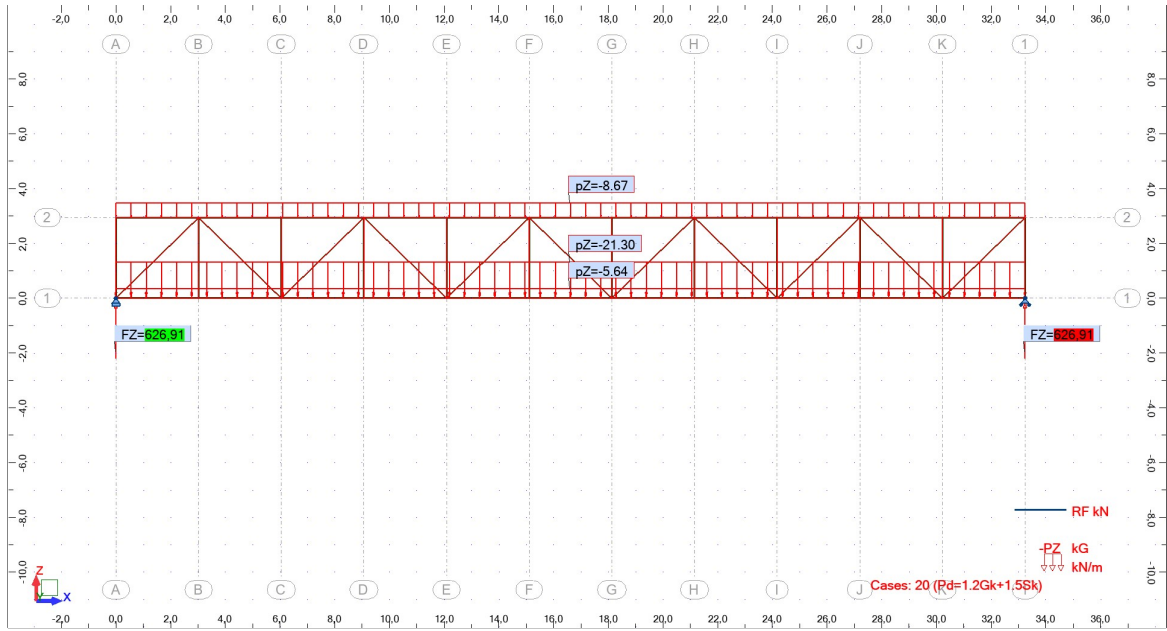
Filtering	Combinations
Full list	20 21
Selection	20 21
Total number	2
Selected number	2

- Cases: 20 21

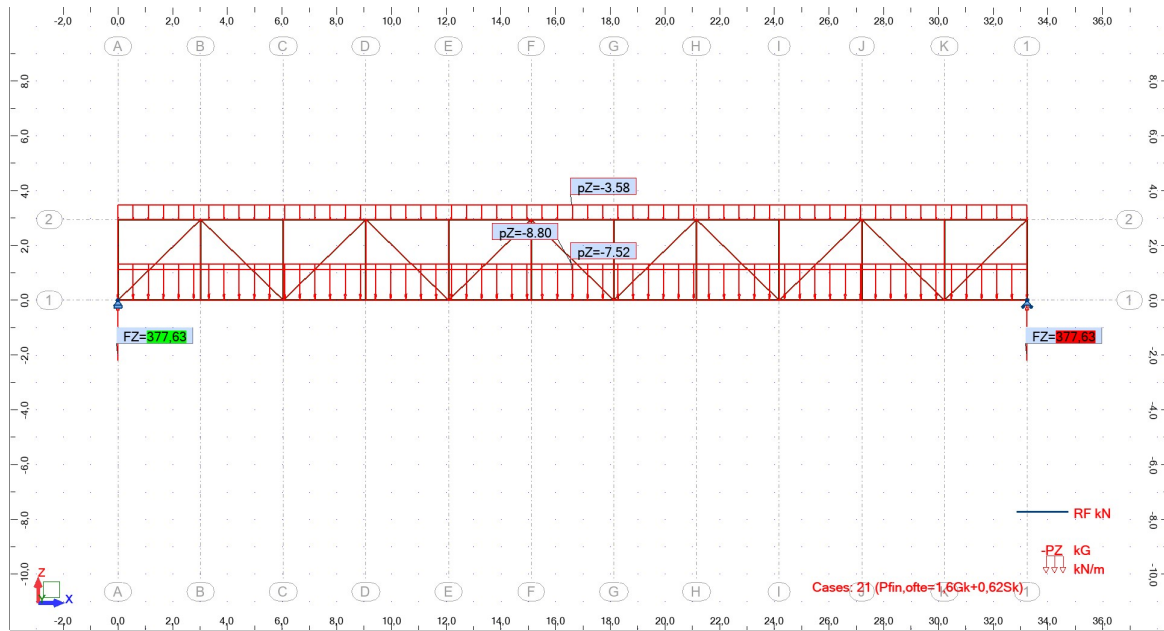
Combinations	Name	Analysis type	Combination type
20 (C)	Pd=1.2Gk+1.5Sk	Linear Combination	ULS
21 (C)	Pfin,ofte=1,6Gk+0,62Sk	Linear Combination	ULS

Combinations	Case nature	Definition
20 (C)	Structural	3*1.50+1*1.20
21 (C)	Structural	3*0.62+1*1.60

View - Reaction forces(kN); Cases: 20 (Pd=1.2Gk+1.5Sk)

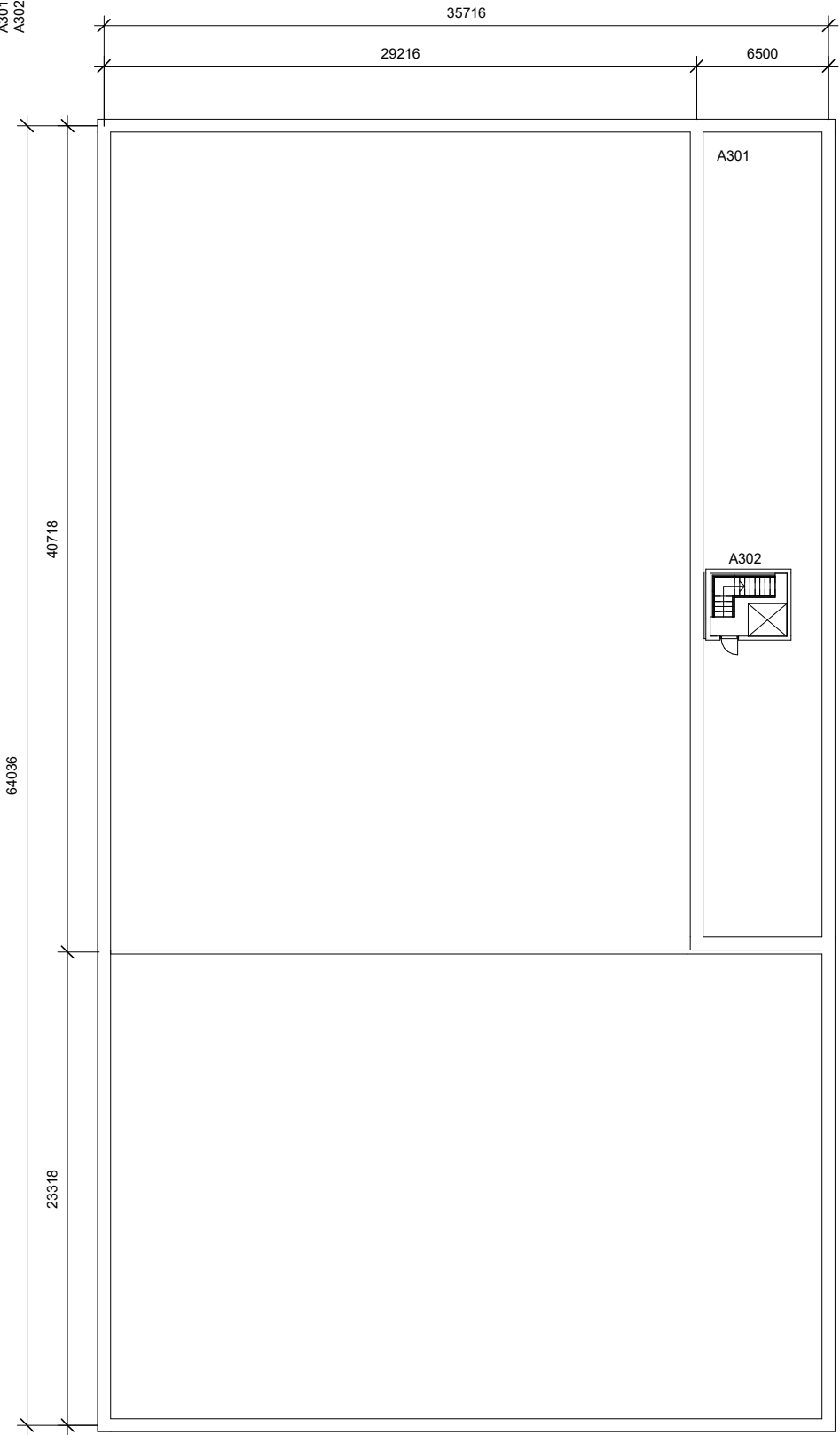


View - Reaction forces(kN); Cases: 21 (Pfin,ofte=1,6Gk+0,62Sk)



B Tillegg B: Tegninger

A301 Utvendig takflate
A302 Taktilgang, Heisservice



No.	Description	Date

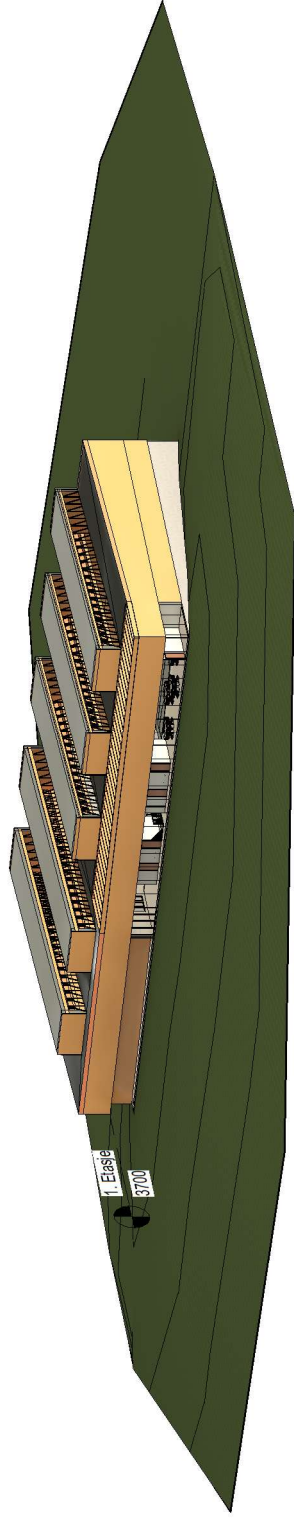
AUTODESK
www.autodesk.com/revit

CODE	STATUS	SUITABILITY DESCRIPTION	PURPOSE OF ISSUE
------	--------	-------------------------	------------------

PROJECT **BACBYG 21**

SHEET **2.Etasje/Tak**

CLIENT		Owner	
Date	Project number	Scale (@ A3)	REV
Issue Date	0001	1 : 200	
Drawn by	DRWAING NUMBER		
Ole Ivar Hildreth	A103		
Checked by			
Checker			



{3D}

1

No.	Description	Date

AUTODESK
www.autodesk.com/revit

CODE	STATUS	SUITABILITY DESCRIPTION	PURPOSE OF ISSUE

PROJECT **BACBYG 21**

SHEET **3D-modell**

CLIENT **Owner**

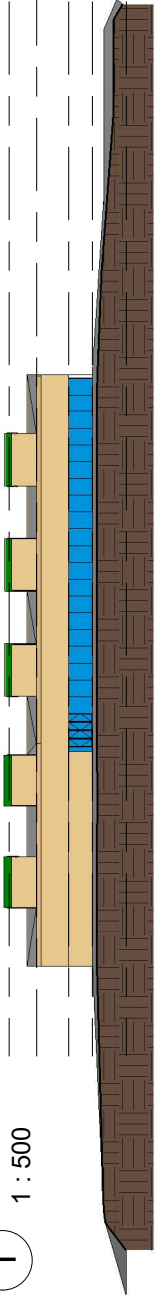
Date	Project number	Scale (@ A3)
Issue Date	0001	
Drawn by	DRWAING NUMBER	REV
Ole Ivar Hildreth	A104	
Checked by		
Checker		

- Topp Tak 12782
- Bunn Tak 9800
- 2. Etasje 6300
- 1. Etasje 3700
- 0. Grunn 0

East

1 : 500

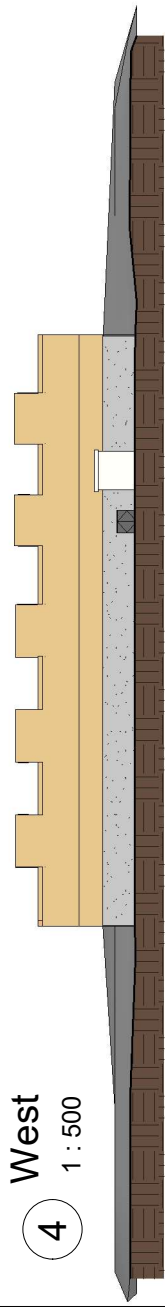
1



West

1 : 500

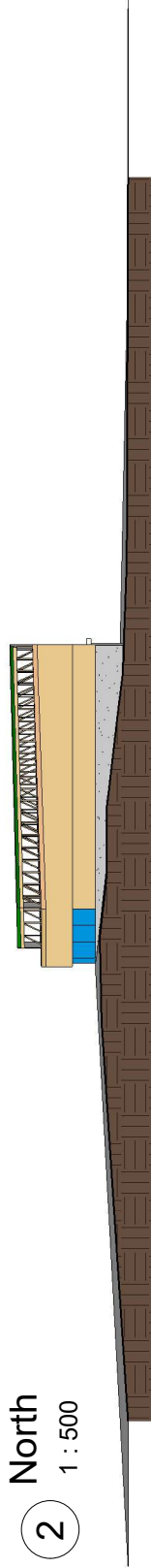
4



North

1 : 500

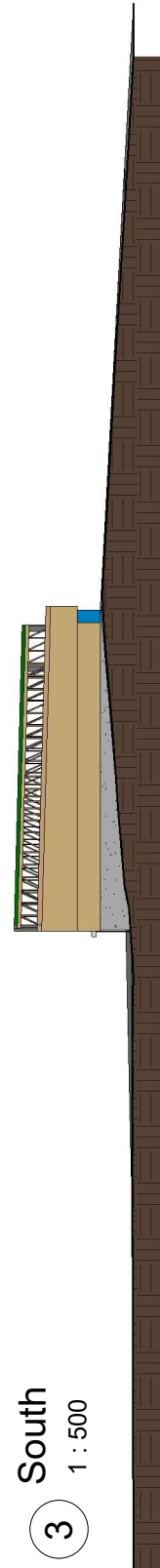
2



South

1 : 500

3



No.	Description	Date

AUTODESK
www.autodesk.com/revit

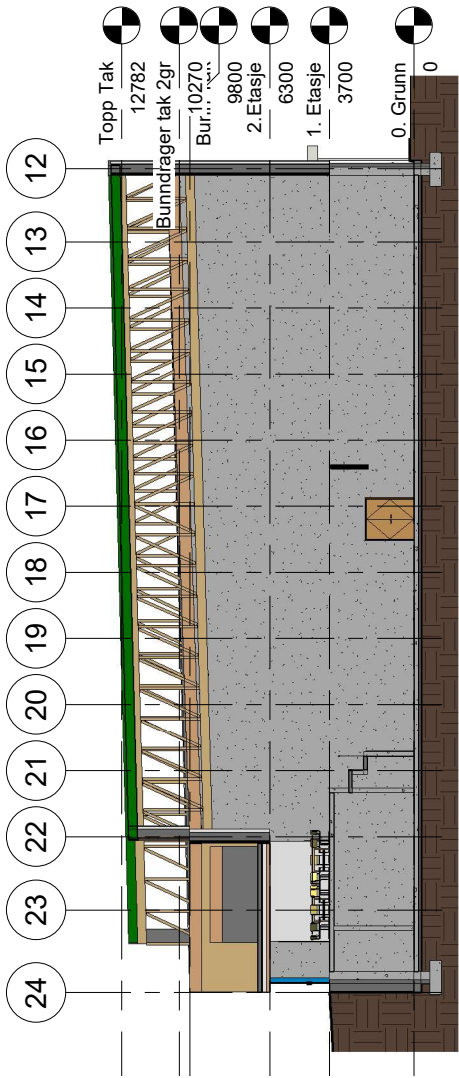
CODE	STATUS	SUITABILITY DESCRIPTION	PURPOSE OF ISSUE
------	--------	-------------------------	------------------

PROJECT **BACBYG 21**

SHEET **Fasader**

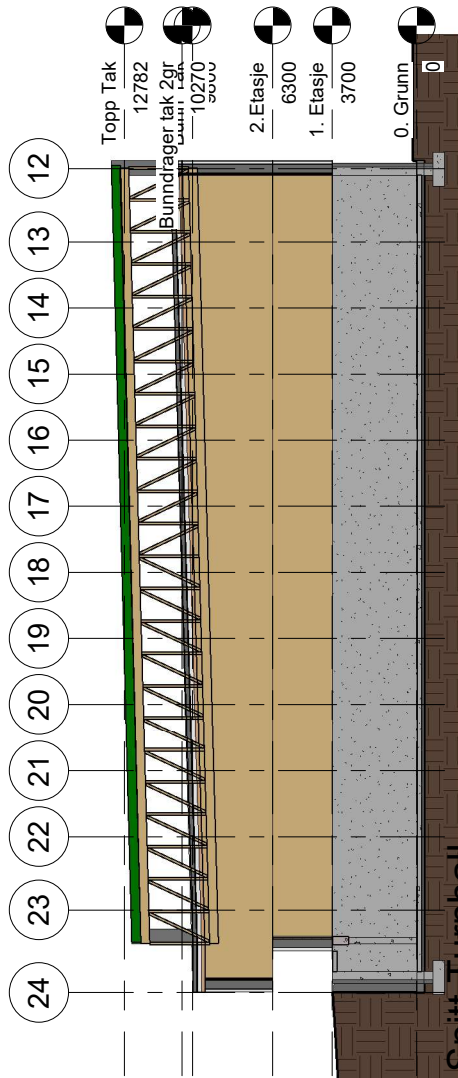
CLIENT **Owner**

Date	Project number	Scale (@ A3)
Issue Date	0001	1 : 500
Drawn by	DRWAING NUMBER	REV
Author		
Checked by	A105	
Checker		



Snitt Idrettshall

1 : 200



Snitt Turnhall

1 : 200

No.	Description	Date

AUTODESK
www.autodesk.com/revit

CODE	STATUS	SUITABILITY DESCRIPTION	PURPOSE OF ISSUE

PROJECT: **BACBYG**

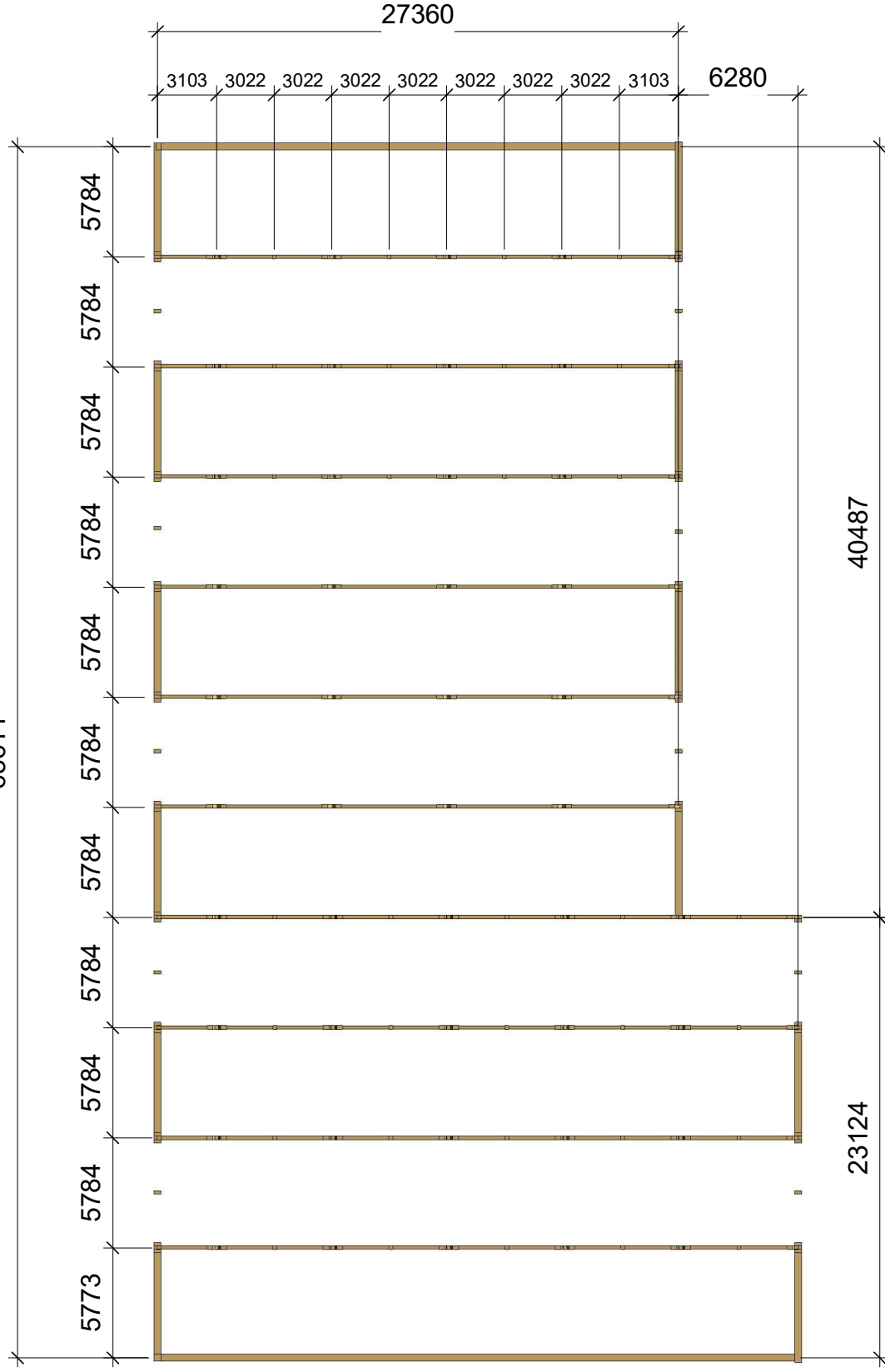
SHEET: **Snitt**

CLIENT: **Owner**

Date	Project number	Scale (@ A3)
Issue Date	0001	1 : 200
Drawn by	DRWAING NUMBER	REV
Author		
Checked by	A106	
Checker		

Bunndrager tak 2gr

1 : 200



No.	Description	Date

AUTODESK
www.autodesk.com/revit

CODE	STATUS	SUITABILITY DESCRIPTION	PURPOSE OF ISSUE

PROJECT
 BYGBAC
 SHEET
 Fagverk målplan

CLIENT
 Owner

Date	Project number	Scale (@ A3)
Issue Date	0001	1 : 200
Drawn by	Author	REV
Checked by	Checked by	
Checker	S103	