

Simon Haukelidsæter Tombre

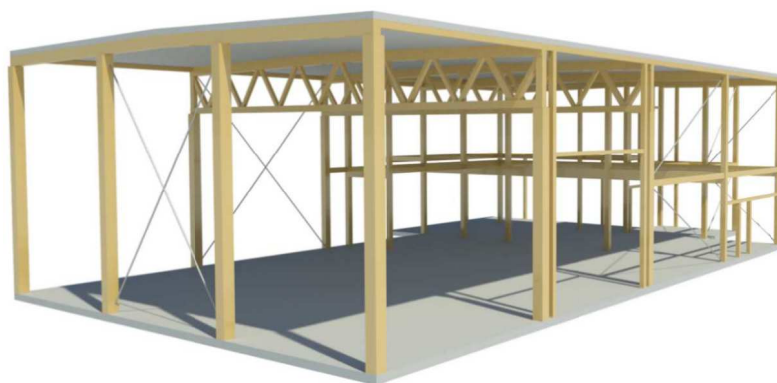
Morgendagens bæresystemer

Tre vs. stål

Bacheloroppgave i ingeniørfag - bygg

Veileder: Arne IIseng

Mai 2021



Simon Haukelidsæter Tombre

Morgendagens bæresystemer

Tre vs. stål

Bacheloroppgave i ingeniørfag - bygg
Veileder: Arne Ilseng
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggingteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Oppgavens tittel:	Dato: 15.05.2021		
Morgendagens Bæresystemer	Antall sider: 289		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	x
Navn: Simon Haukelidsæter Tombre			
Veileder: Arne Ilseng			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere: Roger Johannessen v/Pro-Consult AS			

Sammendrag:

Dagens samfunn står overfor store globale miljøutfordringer og det kreves omveltende tiltak for å redusere mengden klimagassutslipp. Bygg- og anleggssektoren står for en forholdsvis stor andel av utslippene og det er i alles interesse å redusere disse.

I denne studien tar vi for oss bæresystemet til en industribygning som planlegges oppført på Vestlandet i løpet av 2021 og utfordringene knyttet til dimensjonering, klimagassutslipp og økonomien rundt dette. Pro-Consult AS er RIB på prosjektet som er besluttet oppført med et bæresystem av stål. Denne studien er gjennomført i den hensikt å se på om det lar seg gjøre å dimensjonere et tilsvarende bæresystem i limtre, de eventuelle miljømessige fordelene det vil gi og sammenligne det økonomiske aspektet rundt begge forslagene.

Med dette som grunnlag ble det dimensjonert et bæresystem i limtre tilsvarende det allerede detaljprosjekterte bæresystemet i stål. Med hensyn til dimensjoneringen viste det seg at en løsning i limtre absolutt var gjennomførbar med praktiske og hensiktsmessige tverrsnitt.

Med de to løsningene som grunnlag ble det utviklet et helhetlig regnestykke for byggets utslipp oppgitt i CO₂-ekvivalenter. Her viste det seg at en løsning med et bæresystem i limtre kontra stål resulterer i en utslippsbesparelse på opptil 89%, i dette tilfelle mellom 12 000 og 15 400 kg CO₂-ekvivalenter. Valg av limtre utgjør dermed en betydelig forbedring.

Det ble innhentet priser for de to forskjellige løsningene og løsningen med limtre endte opp 7,5% dyrere enn løsningen med stål. I dette tilfelle utgjør det beskjedne 35 000 kr.

Løsningen med limtre er altså praktisk anvendbar med hensyn på dimensjoneringen og utgjør en betydelig forbedring med tanke på utslipp. En prisøkning på 7,5% er en beskjeden pris for å spare miljøet for mellom 12 000 og 15 400 kg CO₂-ekvivalenter.

Stikkord:

Konstruksjonssikkerhet	LCA	Parisavtalen
Limtre	Miljø	CO ₂ -ekvivalenter
Stål	EPD	Prosjektering
Nullbygg	FNs bærekraftsmål	Dimensjonering

FORORD

Denne bacheloroppgaven er en del av det avsluttende arbeidet av bachelorutdanningen ved Institutt for vareproduksjon og byggtknikk ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU. Oppgaven tilsvarer 20 studiepoeng og er utarbeidet våren 2021. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Pro-Consult AS og skal avdekke forskjeller på et bæresystem i stål og et bæresystem i limtre i en lager- og industribygning med tanke på miljø og økonomi. Miljøhensyn skal tas og miljøvennlige løsninger skal vektlegges i høy grad.

I samråd med Pro-Consult ble det foreslått at vi kunne utarbeide en oppgave som omhandlet små og mellomstore lager- og industribygninger med hensyn på materialvalg, miljø og økonomi. Vi syntes at oppgaven og arbeidet med prosjektering og konstruksjonsanalyse virket veldig interessant, spesielt med tanke på dagens globale miljøutfordringer.

Jeg ønsker å rette en stor takk til Arne Ilseng ved NTNU som har vært en fremragende veileder under arbeidet med oppgaven. Han har vært til god hjelp og en god støttespiller under hele prosessen. Jeg vil også rette en stor takk til Roger Johannessen og Ole Christian Bovolden ved Pro-Consult AS som har vært eminente veiledere som har bistått med tid, engasjement, kunnskap og erfaring.

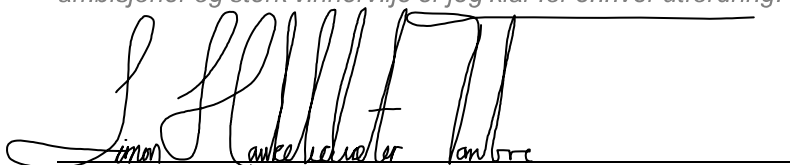
Simon Haukelidsæter Tombre

1995

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, NTNU
Bygg og Konstruksjonsteknikk - 2021

Profil

Jeg er en tidligere toppidrettsutøver som setter pris på en utfordring. Jeg er en lagspiller, positiv, engasjert og leverer god kvalitet til riktig tid. Med solid arbeidsmoral, høye ambisjoner og sterk vinnervilje er jeg klar for enhver utfordring!



15.05.2021, Hamar

ABSTRACT

Today we are facing major global environmental challenges and great measures are required to reduce the amount of greenhouse gas emissions. The construction industry is responsible for a relatively large share of the emissions and therefore one of the major contributors to the global warming. It is in everyone's interest to reduce these emissions.

Objective

In this thesis we consider the load-bearing system of an industrial building that is planned to be built in the end of 2021 in Eikangervåg, Norway. We are looking at the challenges associated with the dimensioning, greenhouse gas emissions and the finances around this. Pro-Consult AS is the consulting civil engineer on the project, which will be built with steel framing as the load-bearing system. This thesis has been carried out with the aim of looking at whether it is possible to dimension a similar load-bearing system in glulam, the possible environmental benefits of glulam, and a comparison of the economic aspects of either solution.

Method

With this as a basis, a support system in glulam was dimensioned corresponding to the already detailed designed support system in steel. Regarding the dimensioning, it turned out that a solution in glulam absolutely was feasible with practical and suitable cross-sections.

With the two solutions as a basis, a comprehensive calculation was developed for the building's emissions stated in CO₂-equivalents. It turned out that a solution with a support system in glulam versus steel results in saving up to 89% in emissions, in this case between 12 000 and 15 400 kg of CO₂-equivalents. The choice of glulam thus constitutes a significant improvement.

Prices were obtained for the two different solutions and the solution with glulam ended up being 7.5% more expensive than the solution with steel. In this case it amounts to a modest price of NOK 35,000.

Result

The solution with glulam is thus applicable regarding the dimensioning and constitutes a significant improvement in terms of emissions. A price increase of 7,5% is a modest price to pay in order to save the environment between 12 000 and 15 400 kg of CO₂-equivalents.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	ii
ABSTRACT	iii
INNHOLDSFORTEGNELSE	iv
FIGURLISTE	vi
TABELLISTE	viii
1 INNLEDNING	1
1.1 HENSIKT	1
1.2 SAMFUNNSMESSIG PERSPEKTIV	4
2 PROBLEMSTILLING OG CASE	5
3 FORUTSETNINGER OG STRATEGI	6
3.1 FORUTSETNINGER.....	6
3.2 HVORDAN LØSE OPPGAVEN.....	7
3.3 TEGNINGSGRUNNLAG.....	8
3.4 PROGRAMVARE.....	12
4 TEORI	14
4.1 LIMTRE	14
4.1.1 MATERIALEGENSKAPER	18
4.2 STÅL	20
4.2.1 MATERIALEGENSKAPER	20
4.3 MILJØ	23
4.3.1 LIMTRE	25
4.3.2 STÅL.....	26
4.4 FAGVERK	27
4.4.1 ENHETSLASTMETODEN FOR NEDBØYING	29
4.5 HORISONTALAVSTIVNING	31
5 METODE	32
5.1 LASTER OG LASTKOMBINASJONER.....	32
5.1.1 EGENLASTER	32
5.1.2 SNØLASTER.....	34
5.1.3 VINDLASTER.....	34

5.1.4	LASTKOMBINASJONER	35
5.2	FAGVERK	41
5.3	SØYLER.....	46
5.4	RANDBJELKE	48
5.5	HORISONTALAVSTIVNING.....	50
5.6	MILJØ	51
5.7	ØKONOMI.....	53
5.8	INFORMASJONSMODELLER	54
6	RESULTATER	56
6.1	DIMENSJONERINGSRESULTAT – LIMTRE.....	56
6.1.1	FAGVERK.....	57
6.1.2	SØYLER	58
6.1.3	RANDBJELKE	59
6.1.4	BÆRING AV ETASJESKILLER.....	59
6.2	DIMENSJONERINGSRESULTAT – STÅL.....	61
6.3	MILJØ	62
6.4	ØKONOMI.....	65
7	DISKUSJON OG ANALYSE.....	68
7.1	DIMENSJONERING	68
7.2	MILJØ	68
7.3	ØKONOMI.....	69
8	KONKLUSJON	70
8.1	KONKLUSJON.....	70
8.2	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	71
9	LITTERATURLISTE	73
10	VEDLEGG	76

FIGURLISTE

Figur 1 - Arkitekttegninger til det gitte eksempelbygget	2
Figur 2 - FNs bærekraftsmål	4
Figur 3 - Plan 1	8
Figur 4 - Plan 2	9
Figur 5 - Snitt A	9
Figur 6 - Snitt B.....	10
Figur 7 - Snitt C.....	10
Figur 8 - Fasade A og 1	11
Figur 9 - Fasade D og 5	11
Figur 10 - FEM-Design modell.....	12
Figur 11 - Revit modell	12
Figur 12 - Solibri Analysemodell.....	12
Figur 13 - Limpresse (Limtreboka, 2015, s.8)	15
Figur 14 - Limtrettversnitt (Limtreboka, 2018, s.8).....	15
Figur 15 - Ulike tverrsnitt i limtre	16
Figur 16 - Limtreproduksjon (Limtreboka, 2015, s.6)	17
Figur 17 – FNs bærekraftsmål nummer 13	23
Figur 18 - Nullvisjon 2100 – Grafen viser klimagassutslipp (FN-sambandet).....	24
Figur 19 - Limtrefagverk fra 3D modell	27
Figur 20 - Knutepunkt (Bell og Liven, 2015, s. 145).....	28
Figur 21 - Knutepunkt (Bell og Liven, 2015, s.150).....	28
Figur 22 - Knutepunkt (Bell og Liven, 2015, s.152).....	29
Figur 23 - Bæresystem i limtre med horisontalavstøvning	31
Figur 24 - Overgurt markert i grønn.....	41
Figur 25 - Overgurt opptredende krefter	42
Figur 26 - Undergurt markert i grønn.....	43
Figur 27 - Undergurt opptredende krefter	43
Figur 28 - Strekkstaver	44
Figur 29 - Trykkstaver.....	44
Figur 30 – Skisse av søyler i 3D modellen (markert grønn)	46
Figur 31 – Skisse av søyle.....	47
Figur 32 - Randbjelke markert grønn	48
Figur 33 - Systemvarianter fra DECAN Strekkstagsystem.....	50
Figur 34 - Endelig bæresystem i limtre.....	56
Figur 35 - Endelig fagverk i limtre.....	57
Figur 36 - Søyler markert i grønt i endelig modell	58
Figur 37 - Optimalisert randbjelke	59
Figur 38 - Bæring Akse 4	60
Figur 39 - Bæresystem i stål.....	61

Figur 40 - Diagram som viser klimabelastningen for produksjonsfase (A1-A3).....	63
Figur 41 - Diagram som viser klimabelastningen LCA	64
Figur 42 - Økonomisammenligning	67

TABELLISTE

Tabell 1 - Fasthetsklasser definert i EN 14080 – kombinert limtre	19
Tabell 2 - Fasthetsklasser definert i EN 14080 - homogent limtre	19
Tabell 3 - Standard og stålsort.....	22
Tabell 4 - Fasthetsklasser definert i EN 14080 – kombinert limtre	32
Tabell 6 - Klimaklasser	33
Tabell 5 - Partialfaktor	33
Tabell 8 - Modifikasjonsfaktor.....	33
Tabell 7 - Deformasjonsfaktor	33
Tabell 9 - Maksimal nedbøying	39
Tabell 10 - Gaffelfaktorer	39
Tabell 11 - STR/GEO (Sett C)	39
Tabell 12 - EQU (Sett A)	40
Tabell 13 - STR/GEO (Sett B)	40
Tabell 14 - Livsløpsfaser EPD-Norge.....	51
Tabell 15 - Dimensjoneringsresultat limtre.....	56
Tabell 16 - Optimaliserte søyleverrsnitt.....	59
Tabell 17 - Dimensjoneringsresultat stål.....	61
Tabell 18 - Klimabelastning for produksjonsfase (A1-A3) basert på EPD.....	63
Tabell 19 - Klimabelastning LCA.....	64
Tabell 20 - Økonomiberegning (eks. transport).....	67

1 INNLEDNING

1.1 HENSIKT

«Bygg- og anleggsektoren står for om lag 40 prosent av klimagassutslippene i verden. For å redusere utslippene må byggene bruke mindre energi, og bygges med materialer med lave utslipp. Ved å stille klimakrav til bygg- og anleggsprosjekter kan det skapes et marked for fossilfrie materialer, som igjen kan bidra til å styrke den grønne konkurransekraften til norske leverandører.» (ZERO, 2021).

«Bruk av kortreist tre **er mer miljøvennlig** enn stål og betong, det forankrer bygningene i en lang norsk byggetradisjon og det kan bidra til å fremme innovasjon og samarbeid i norsk treindustri» (Morten Ryen, 2021).

I Norge stod det oppført over 4,2 millioner bygninger pr. 1. januar 2021. Av disse ble 96 332 oppført de siste fire årene, altså fra 2017 frem til 2021 (Statistisk sentralbyrå (SSB), 2021). Av disse igjen er 4 257 nyoppførte industri- og lagerbygninger. Det er disse vi skal se nærmere på.

Etter konsultasjon med SSB, Prognosesenteret, Norsk Stål, TreBruk, veileder og konsultasjon med RIB, har vi kommet fram til at det ikke eksisterer noen statistikk som sier noe om hva slags materiale som er brukt i bæresystemene i bygningsmassen i Norge. «Det er dessverre ikke obligatorisk å registrere dette inn i matrikkelen og det har derfor nesten ikke blitt gjort av kommunene. Vi mangler derfor pålitelige og korrekte tall på dette» (Jens Matheisen, SSB, 2021). «Vi har dessverre ingen slik statistikk, selv om jeg vil tro at for industri og lager er stål totalt dominerende på reisverk» (Erik Larsen, Norsk Stål, 2021).

I samråd med veileder har vi kommet fram til at vi kan slå fast at innenfor industri- og lagerbygninger er en bærende konstruksjon av stål med stor sannsynlighet totalt dominerende. Et kvalifisert estimat er at dette gjelder for et sted mellom 60% og 90% av industri- og lagerbygningene.

Det er en tydelig uoverensstemmelse mellom disse tallene og FN's klare bærekraftsmål om å stoppe klimaendringene innen 2030.

En mye brukt begrunnelse for at det er slik er «Dersom vi ser på kostnaden så er det i mange tilfeller dyrere å bygge i tre, enn i stål og betong» (Kjetil Myhre, 2020). Kirsten Haggart, som har over 18 års erfaring med høyhus i massivtre og som har vært med på en rekke banebrytende massivtreprosjekter, tilbakeviser dette som en teori som stemte for kort tid siden, men at dette nå har endret seg. Man kan da stille følgende spørsmål:

Hvorfor bygges det da i så liten grad med trevirke, når det er påvist at det er mer miljøvennlig enn stål og betong og vi har et klart mål om å kutte klimagassutslippene?

Med de tre forenklete utgangspunktene under skal vi se nærmere på et konkret eksempelbygg, for å gjøre rede for om det stemmer i praksis.

- «Alt som kan bygges i Norge kan bygges i tre, men ikke alle løsninger er funksjonelle» (Aasmund Bunkholt, NTNU, 2020)
- «Sammenlignet med sine konkurrenter har tre åpenbare miljøfordeler, særlig knyttet til klimagassutslipp» (Lars Bugge, 2016, s.11)
- «Totalprisen for å bygge med tre er i ferd med å bli billigere enn med tradisjonelle materialer» (Kirsten Haggart, 2018)



Figur 1 - Arkitekttegninger til det gitte eksempelbygget

Pro-Consult har allerede dimensjonert bygget i stål. Vi skal prosjektere den bærende konstruksjonen i limtre. Deretter skal vi se på resultatene og sammenligne de to forskjellige løsningene i den hensikt å finne ut av om det er konstruksjonsmessig mulig, miljøvennlig og kostnadsforsvarlig å oppføre den bærende konstruksjonen i eksempelprosjektet i tre fremfor stål. Eksempelprosjektet vi tar for oss i denne oppgaven er den nye næringsbygningen til Bygg-Service Nord Hordaland, vist på figur 1, som er planlagt å stå ferdig i løpet av 2021.

Bygningen vi tar for oss er på mange måter et typisk industri- og lagerbygg i den størrelsen, som i utgangspunktet er prosjektert som et stålbygg.

Målsetningen med arbeidet som rapporten dokumenterer er:

- Dimensjonere bæresystemet i limtre iht. gjeldende standarder.
- Vurdere løsningene med hensyn på miljø og økonomi.
- Å danne et grunnlag for å gi en anbefaling til videre arbeider med lignende industri- og lagerbygninger.

Rapporten er hovedsakelig delt inn i tre deler. Første del tar for seg selve problemstillingen, forutsetninger og teorien bak metodene som ligger til grunn for å løse oppgaven. Her ligger blant annet beregningsgrunnlag og laster på konstruksjonen.

Del to består av resultatene vi har kommet fram til og her presenterer vi analysen og oppsummeringen av disse.

I del tre trekker vi konklusjoner ut ifra analysen og resultatene. Vi vil også komme med anbefalinger til videre arbeid med denne type bygninger.

1.2 SAMFUNNSMESSIG PERSPEKTIV

«FNs bærekraftsmål er verdens felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030» (FN, 2021). Den globale oppvarmingen er et faktum og det er ingen tvil om at dette kommer til å være et høyfokusområde for bygge- og anleggsbransjen i fremtiden. Det samfunnsmessige perspektivet rundt miljøproblematikken blir tatt opp i kapittel 4.3.



Figur 2 - FNs bærekraftsmål

2 PROBLEMSTILLING OG CASE

Det som gjør denne studien høyst dagsaktuell er at skal vi følge FNs bærekraftsmål nummer 13, «å stoppe klimaendringene innen 2030», må klimagassutslippene reduseres. Bygge- og anleggsbransjen står for om lag 40% av de globale klimagassutslippene og er derfor en veldig viktig aktør i arbeidet med å kutte klimagassutslippene.

Som nevnt innledningsvis er det tre utsagn som utgjør utgangspunktet for oppgaven.

1. «Alt som kan bygges i Norge, kan bygges i tre.»
2. «Limtre er mer miljøvennlig enn stål og betong.»
3. «Det er billigere å bygge i stål og betong enn med limtre.»

De to første punktene skal i denne studien underbygges evt. tilbakevises ved å:

1. Dimensjonere et funksjonelt bæresystem i tre.
2. Sette opp et miljøregnskap og sammenligne bygget i limtre med bygget i stål og betong.

Det tredje utsagnet om at «det er billigere å bygge i stål og betong enn med tre» danner kontroversen for oppgaven. Målsetningen er ikke å motbevise dette, men heller å bruke denne beskrivelsen som grunnlag for å finne en mer nyansert fremstilling.

Dette leder til formuleringen av oppgavens problemstilling:

Er det mulig å prosjektere et konkurransedyktig bæresystem i limtre fremfor stål til en konstruksjon av denne størrelsen?

Miljøhensyn skal tas og miljøvennlige løsninger skal vektlegges.

3 FORUTSETNINGER OG STRATEGI

3.1 FORUTSETNINGER

Den nye lager- og industribygningen som skal prosjekteres består av lager, kontorer, spiserom, toaletter, teknisk rom og garderober. Adressen er Torvhusmyrane 6, 5913 Eikangervåg, Norge 60.6131° N; 5.4027° E.

Byggets hovedmål er som følger:

Lengde: 24,0m
Bredde: 15,0m
Høyde: 7,7 m

For å kunne løse oppgaven på en nøyaktig, korrekt og hensiktsmessig måte er det nødvendig å sette noen forutsetninger og begrensninger.

1. Oppgaven skal i all hovedsak omhandle den bærende konstruksjonen med hovedvekt på konstruksjonssikkerhet.
2. Vi skal ikke ta for oss fundamenteringen av bygningen og vi antar at grunnen kan ta opp kreftene som oppstår. Dette gjelder for både trykk- og eventuelle strekkrefter som oppstår i konstruksjonen.
3. Når det økonomiske aspektet skal sammenlignes vil vi i all hovedsak knytte det opp mot målbare materialkostnader. Å fremskaffe gode og eksakte data på forventet ressursbruk mtp. tid og arbeidskraft er krevende og pga. risikoen for unøyaktighet vil det legges mindre vekt på dette enn ved f.eks. materialkostnader.
4. Det er gjort store og omfattende studier som konsentrert omhandler sammenligningen mellom tre og stål og betong med hensyn på miljø. Istedenfor å utføre denne sammenligningen selv vil disse, allerede utførte studiene benyttes til å sammenligne materialvalget i dette konkrete prosjektet.
5. Det skal opparbeides en digital tvilling (informasjonsmodell) for konstruksjonen.

6. Det skal opparbeides en FEM-designmodell (beregningsmodell) for konstruksjonen.
7. Oppgaven går ut på å sammenligne tre mot stål, «skjelett mot skjelett»: for å få et så nøyaktig sammenligningsbilde som mulig vil vi kun se på selve skjelettet, altså bærende konstruksjonselementer. Alle ikke-konstruktive elementer neglisjeres med hensyn på materialvolum, men de tas hensyn til med tanke på laster og at de bærende konstruksjonselementene skal være dimensjonert for å ta opp alle laster som blir påført.
8. I akse 2 og 3 skal det benyttes limtrefagverk for dimensjoneringsoppgavens skyld. For økonomiens skyld benyttes det bjelke med massivt tverrsnitt. Dette kommenteres nærmere under kapittel 8, konklusjon.
9. I samråd med veileder er stål i limtreforbindelsene og horisontalavstivning valgt neglisjert i oppgaven.
10. Ferdig detaljprosjektert stålmodell leveres ferdig fra RIB og benyttes som sammenligningsgrunnlag for en løsning basert på et bæresystem av stål.

Mer detaljerte forutsetninger og begrensninger vil stå skrevet nærmere beskrevet under de aktuelle delkapitlene.

3.2 HVORDAN LØSE OPPGAVEN

Rapporten deles, som nevnt tidligere, hovedsakelig inn i tre deler. Første del tar for seg selve problemstillingen, forutsetninger og teorien bak metodene som ligger til grunn for å løse oppgaven.

Under kapittel 4 vil vi definere teorien bak metoden som er brukt i oppgaven. Dette omhandler et teorigrunnlag om fagverk, horisontalavstivning, material- og miljøegenskapene til stål og tre, samt miljøgrunnlag.

Under kapittel 5 vil metoden og beregningsgrunnlaget som ligger til grunn for å løse oppgaven beskrives i detalj på en oversiktlig og strukturert måte. Blant annet vil metoden for å

dimensjonere hvert enkelt konstruksjonselement beskrives, samt beregningsgrunnlag for laster, lastkombinasjoner, stål, tre, miljø og økonomi. Til å gjennomføre selve dimensjoneringen for vårt konkrete prosjekt skal vi benytte oss av den avanserte programvaren FEM-design, som beskrives i detalj under kapittel 3.4. På denne måten vil man på en ryddig og profesjonell måte visualisere resultatene av dimensjoneringen.

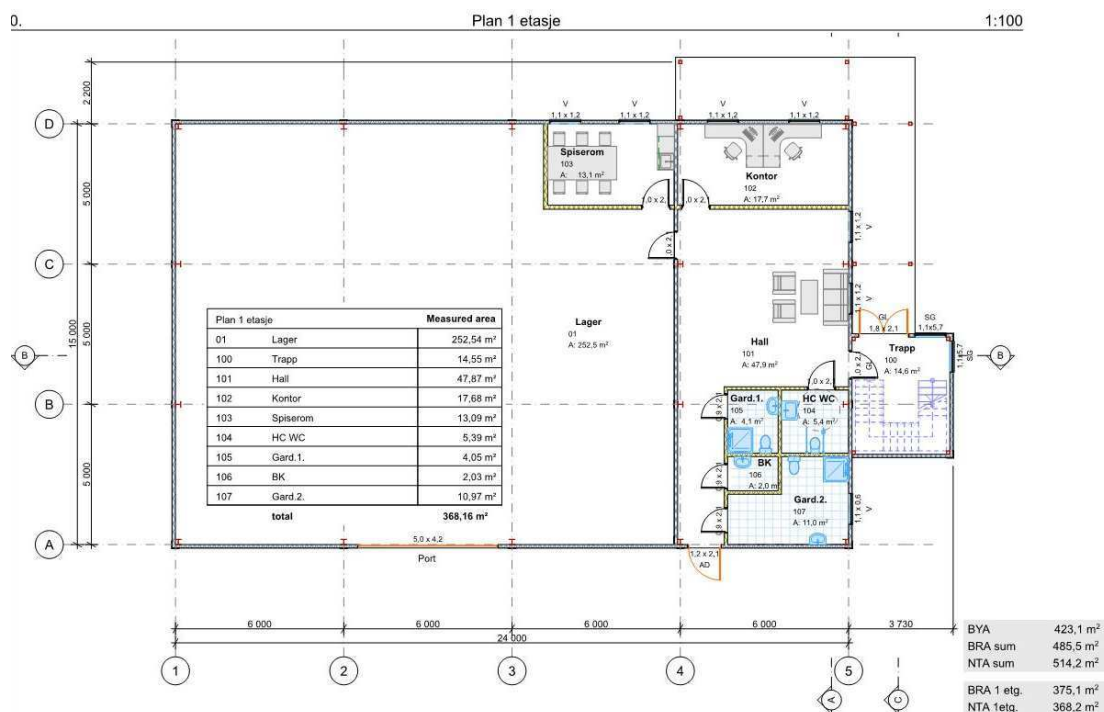
Under kapittel 6 vil alle resultater legges til grunn på en oversiktlig og strukturert måte.

Under kapittel 7 og 8 vil vi analysere resultatene og trekke konklusjoner ut fra analysen.

For å oppsummere; først legger vi frem et teoretisk grunnlag, videre presenterer vi dimensjoneringen for deretter å sammenligne tre opp mot stål med hensyn på miljø og økonomi.

3.3 TEGNINGSGRUNNLAG

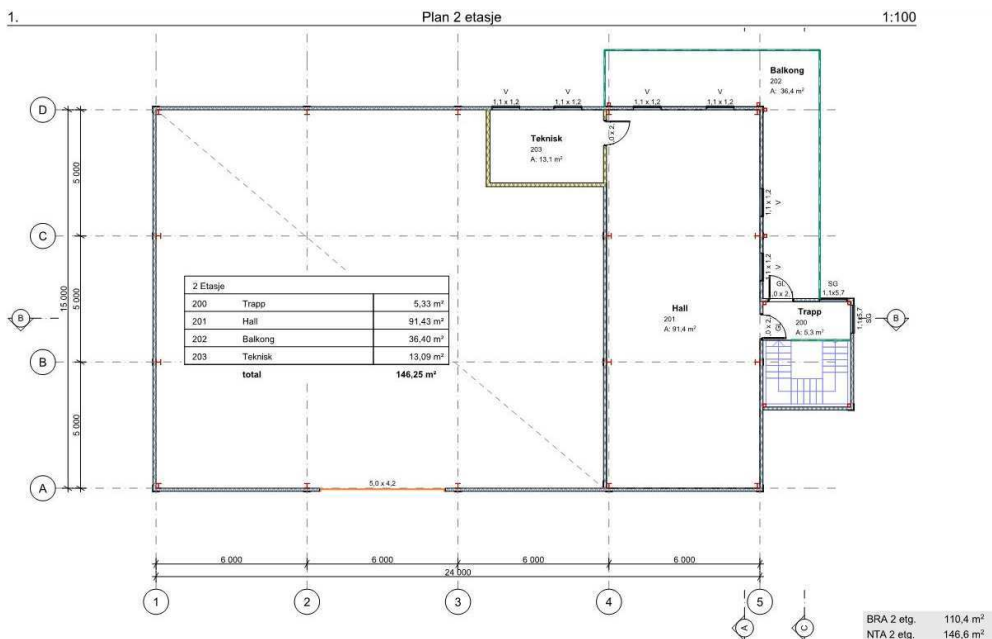
Tegninger i rapporten er ikke i målestokk.



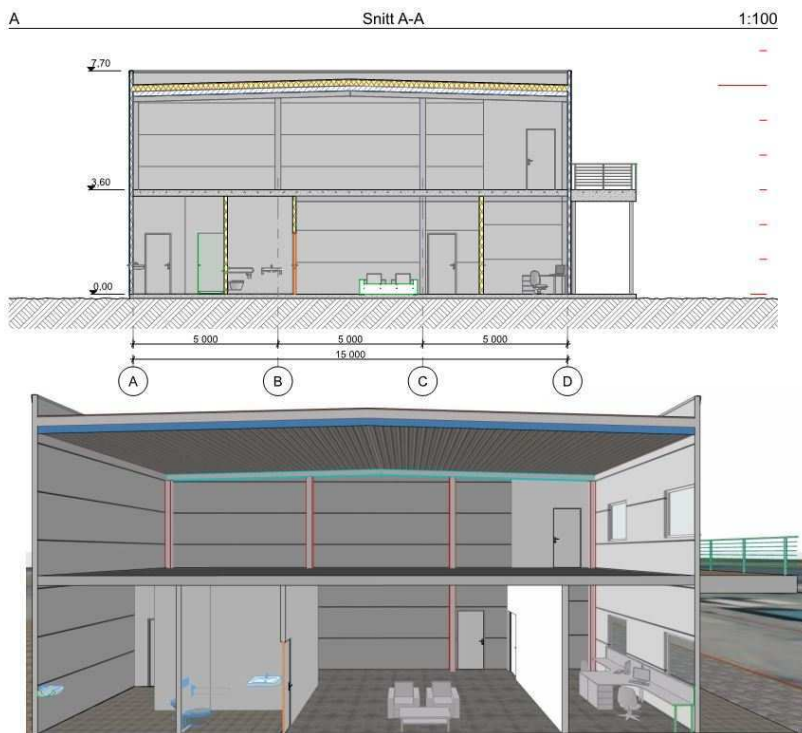
Figur 3 - Plan 1

Som vi ser av figur 3, skal bæresystemet bestå av søyler i alle aksekryss med unntak av inne i lagerhallen. Bæresystemet inneholder 2 fagverk med en lengde på 15 meter og lastbredde 6 meter. Fagverkene er plassert i akse 2 og 3. Randbjelken blir understøttet av søyler i gavl for

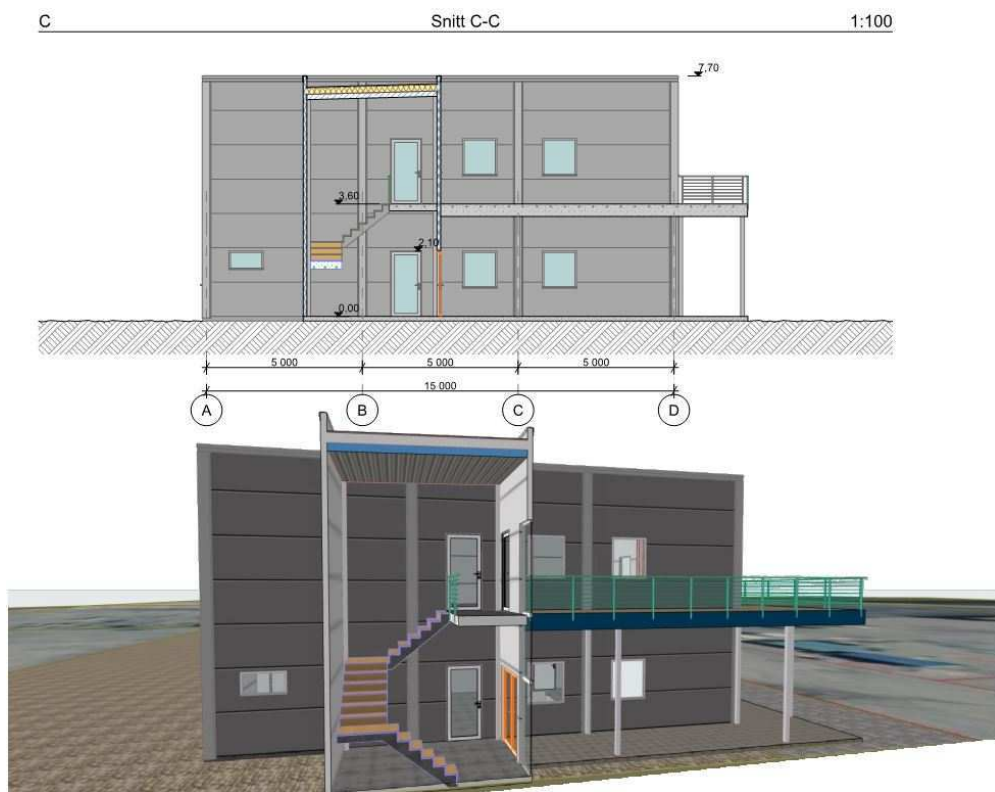
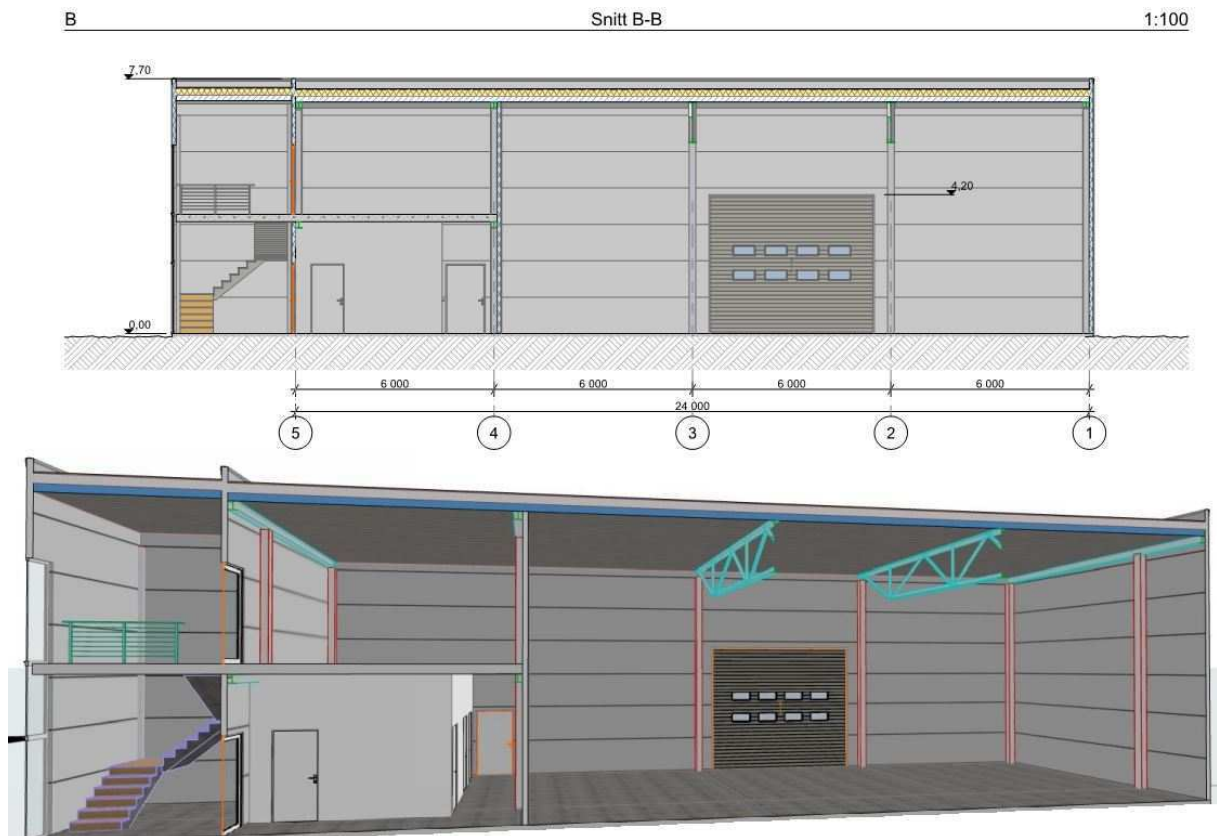
hver 5. meter. Over spiserommet og mellom akse 4 og 5 vil det være etasjeskiller. Utenfor akse 5, sentrisk på akse B er det plassert en trappeoppgang. Rundt aksekryss B5 vil det være en utkragende balkong som er understøttet av søyler i alle akser. Figur 3 til 9 er skisser som viser byggets geometri.

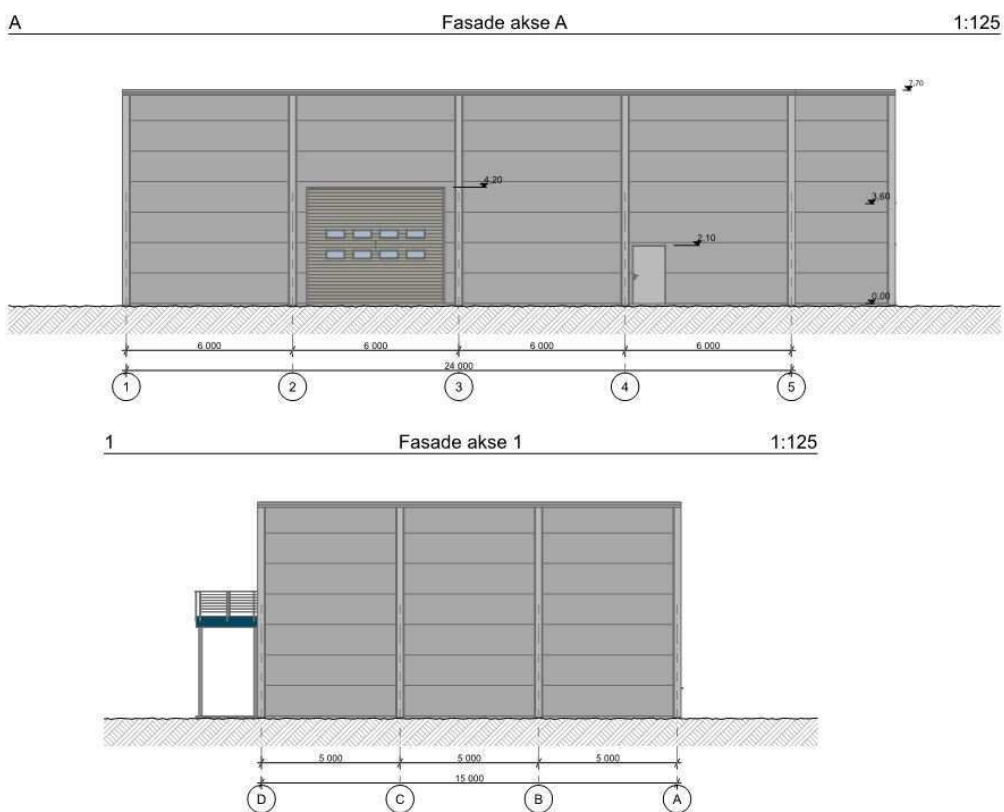


Figur 4 - Plan 2

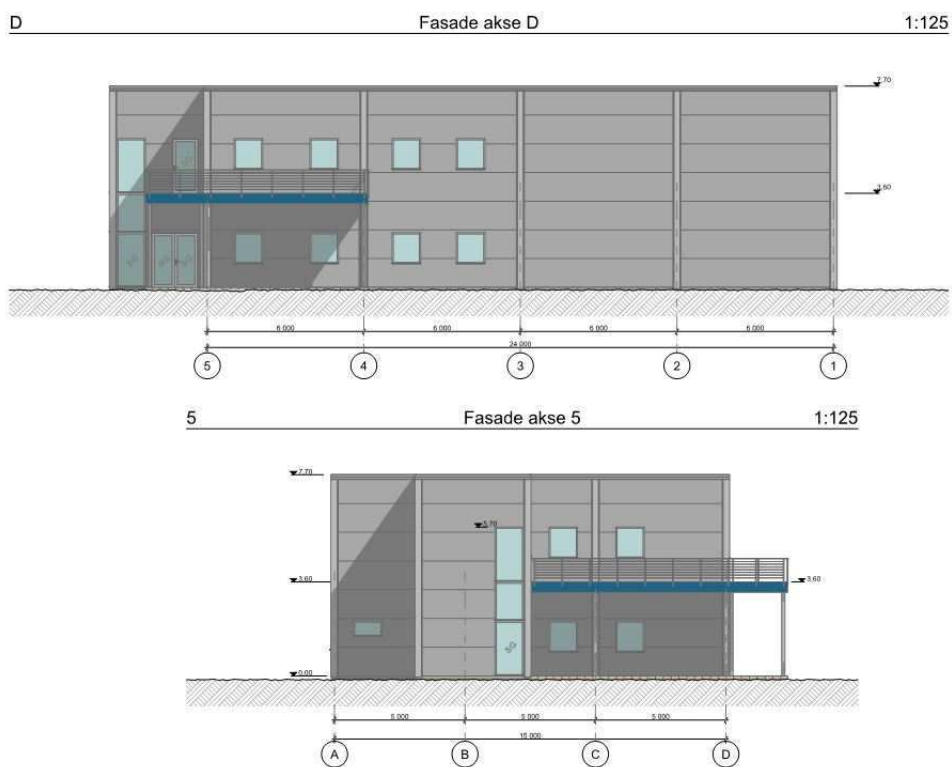


Figur 5 - Snitt A





Figur 8 - Fasade A og 1

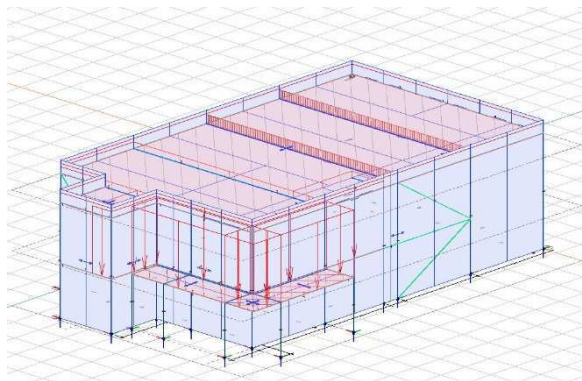


Figur 9 - Fasade D og 5

3.4 PROGRAMVARE

FEM-Design  FEM-Design

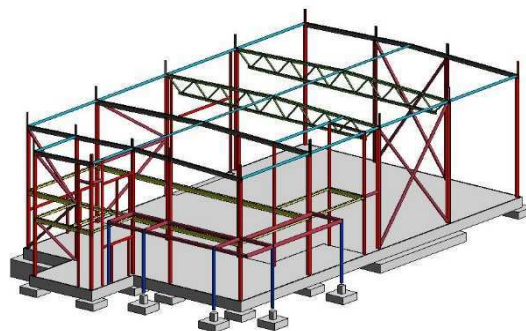
FEM-Design er et avansert beregningsprogram som ved hjelp av elementmetoden (Finite Element Method) gjør detaljert og kompleks 3D dimensjonering av betong, stål og tre basert på ett av de 10 nasjonale tilleggene til Eurokode. FEM-Design er kapabel til å løse dimensjoneringen på alt fra små individuelle elementer til global stabilitetsanalyse av store komplekse konstruksjoner. FEM-Design har vært til stor hjelp i denne oppgaven ved at dimensjoneringen er gjort i dette programmet.



Figur 10 - FEM-Design modell

AUTODESK REVIT  AUTODESK REVIT

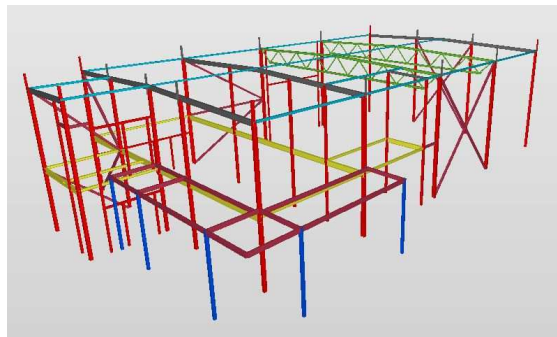
Autodesk Revit er et komplett 3D-modelleringsprogram utviklet av Autodesk. Det er dette programmet som er benyttet for å modellere konstruksjonen.



Figur 11 - Revit modell

Solibri Model Viewer 

Solibri Model Viewer er et finskutviklet analyseprogram som brukes til kvalitetskontroll og kvalitetsforsikring i BIM. Programmet kan også brukes til å hente ut mengder, en egenskap vi benyttet oss av i dette prosjektet.



Figur 12 - Solibri Analysemodell

Lastberegninger Ove Sletten

Lastberegninger av Ove Sletten er et sertifisert beregningsprogram som beregner dekker, skiver, bjelker, søyler og lastberegninger av snø- og vindlast iht. NS-EN 1991-1-3 og NS-EN 1991-1-4 m.m.

Focus Konstruksjon

I all hovedsak er FEM-design programvaren som er brukt for dimensjonering, men vi har også benyttet oss av andre programmer. Et av disse er Focus Konstruksjon, som er utviklet av Focus Software AS. Dette programmet er brukt for dimensjonering av enkeltkomponenter.

Bluebeam Revu

Bluebeam Revu er et intelligent PDF-arbeidsprogram. Programmet lar deg lese og redigere PDFer. Programmet er brukt til å fremheve konstruksjonskomponenter i forskjellige farger.

Microsoft Excel

Vi har brukt Excel gjennom hele prosjektet. Programmet er brukt til diagrammer, tabeller og beregninger. Vi har i tillegg til FEM-Design og Focus Konstruksjon brukt Excel for å sette opp dimensjoneringskalkulatorer som vi har brukt for å kvalitetssikre dimensjonene.

One Click LCA

One Click LCA er et beregningsprogram som lar oss beregne miljøpåvirkningen av en konstruksjon eller en konstruksjonsdel. Dette er et avansert program som regner ut miljøbelastningen gjennom hele produktets livsløp, fra råvareutvinning til avhending av produktet. Det er Statsbygg i samarbeid med Bionova som har utviklet programvaren og det er dette verktøyet som tok over for klimagassregnskap.no i sin tid. Vi har kun brukt programvaren for å verifisere tallene vi får i våre miljøberegninger som baserer seg på EPD.

4 TEORI

4.1 LIMTRE

Limtre er en konstruksjonskomponent hvor tverrsnittet består av minst to lameller hovedsakelig av bartrevirke som ved hjelp av lim har fullt statisk samvirke. Kravene til CE-merket limtre fastlegges av standarden NS-EN 14080 og de standarder den refererer til. Lamelltykkelsen varierer mellom 6 og 45mm.

I norsk limtreproduksjon brukes det i all hovedsak 45mm tykke lameller av gran eller furu, med to unntak:

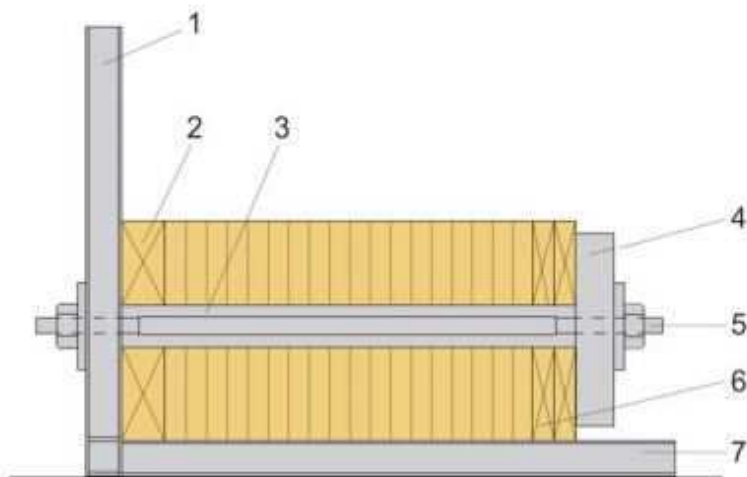
«For konstruksjonselementer som skal brukes i klimaklasse 3, brukes det lameller med mindre tykkelse.» (Trefokus, 2021)

«For krumme konstruksjonselementer vil lamelltykkelsen bli bestemt av krumningsradiusen.» (Trefokus, 2021)

I produksjonen av limtre skal råmaterialet først styrkesorteres. Konstruksjonsvirke som brukes i Norge er, som nevnt ovenfor, hovedsakelig gran. Furu blir brukt der man trykkimpregnerer trevirket fordi konstruksjonen antas å bli utsatt for betydelige fuktighetssvingninger. Andre treslag som bjørk eller lerk kan også benyttes der estetiske hensyn tilsier det, men dette er ikke standardiserte komponenter, som vil si at prisen blir dyrere.

Virket kommer som regel til produksjonslokalet ferdig styrkesortert og midlere tørket fra sagbruket, før det eventuelt skjøtes til nødvendig lengde. På grunn av limprosessen tørkes lamellene ned til midlere fuktighet på 10 – 12% før liming (trykkimpregnerte lameller 11 – 18%). Deretter blir lamellene høvlet og påført lim før de blir satt sammen i trykkpressen. Tiden er avhengig av eksakt limtype og temperaturforhold, men normalt vil limet begynne å herde i løpet av ca. 1 time og det er viktig at innspenningen er gjort innen det skjer. Under denne prosessen kan lamellene bøyes til ønsket overhøyde, bue- eller rammeform. Man kan også

akselerere denne herdeprosessen ved hjelp av oppvarming og for rette bjelker kan man, ved hjelp av høyfrekvensoppvarming, få limet til å herde i løpet av få minutter.

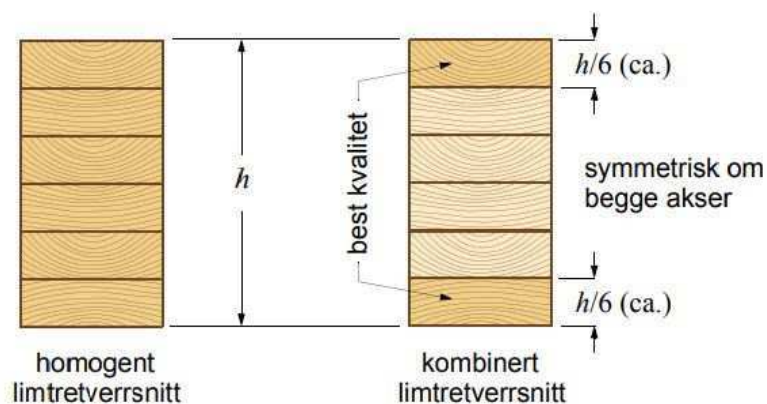


Skjematisk snitt gjennom limpressen. (1) Vertikalt anlegg. (2) Trykkutjevningbord, eventuelt mal for overhøyde. (3) Mellomlegg. (4) Trykkplate. (5) Spennstang. (6) Trykkutjevningbord. (7) Horisontalt anlegg.

Figur 13 - Limpresse (Limtreboka, 2015, s.8)

Etter at limet er ferdig herdet blir limtreelementet høvlet med en planhøvel før den siste bearbeidingen, som renskjæring, hulltaking og forboring, finner sted.

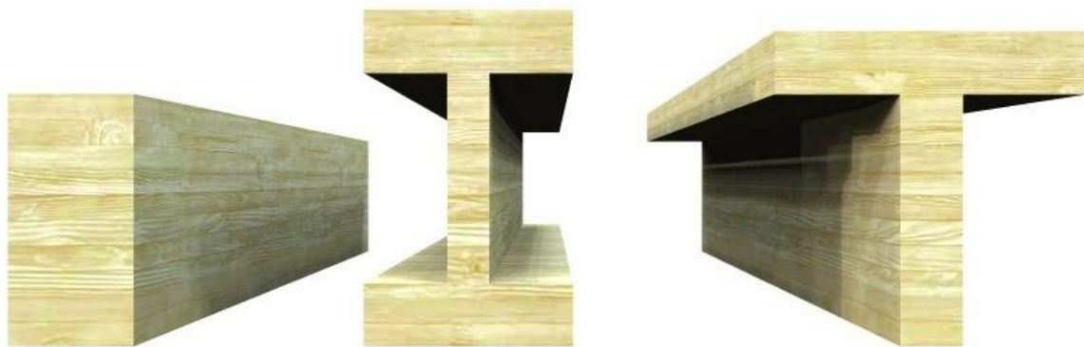
I hovedsak finnes det to typer limtreversnitt, homogent limtre og kombinert limtre. Homogent limtre benytter, som navnet tilsier, lameller med samme kvalitet gjennom hele tverrsnittet, mens kombinert limtre har bedre kvalitet i de ytterste lamellene. (Bell og Liven, 2018, s. 8)



Figur 14 - Limtreversnitt (Limtreboka, 2018, s.8)

I et tverrsnitt varierer som regel de oppredende trykk- og strekkreftene fra topp til bunn og kreftene er størst i ytterpunktene, altså topp og bunn, med mindre tverrsnittet kun er utsatt for aksialkrefter. Dette er grunnen til at de desidert vanligste tverrsnittene er kombinerte tverrsnitt der lamellene i topp og bunn (1/6 av h) har en høyere fasthetsklasse enn resten av tverrsnittet. Se figur 14. Homogent limtre er ikke standardvare og må derfor spesialbestilles, noe som gjør at det naturligvis også er dyrere. Eneste grunnen til å velge denne typen er om man trenger bedre aksialfasthet enn det GL30c gir.

Rektangulære tverrsnitt er det normale, men det er også mulig å produsere andre tverrsnittsformer som I-, T-, L- og rørtverrsnitt med rektangulære eller mangekantede former. På grunn av limtreets gode materialegenskaper settes grensene for hva slags størrelser og former man vil produsere av praktiske forhold, som størrelsen på produksjonslokalene, maskinene og transportmuligheter osv.

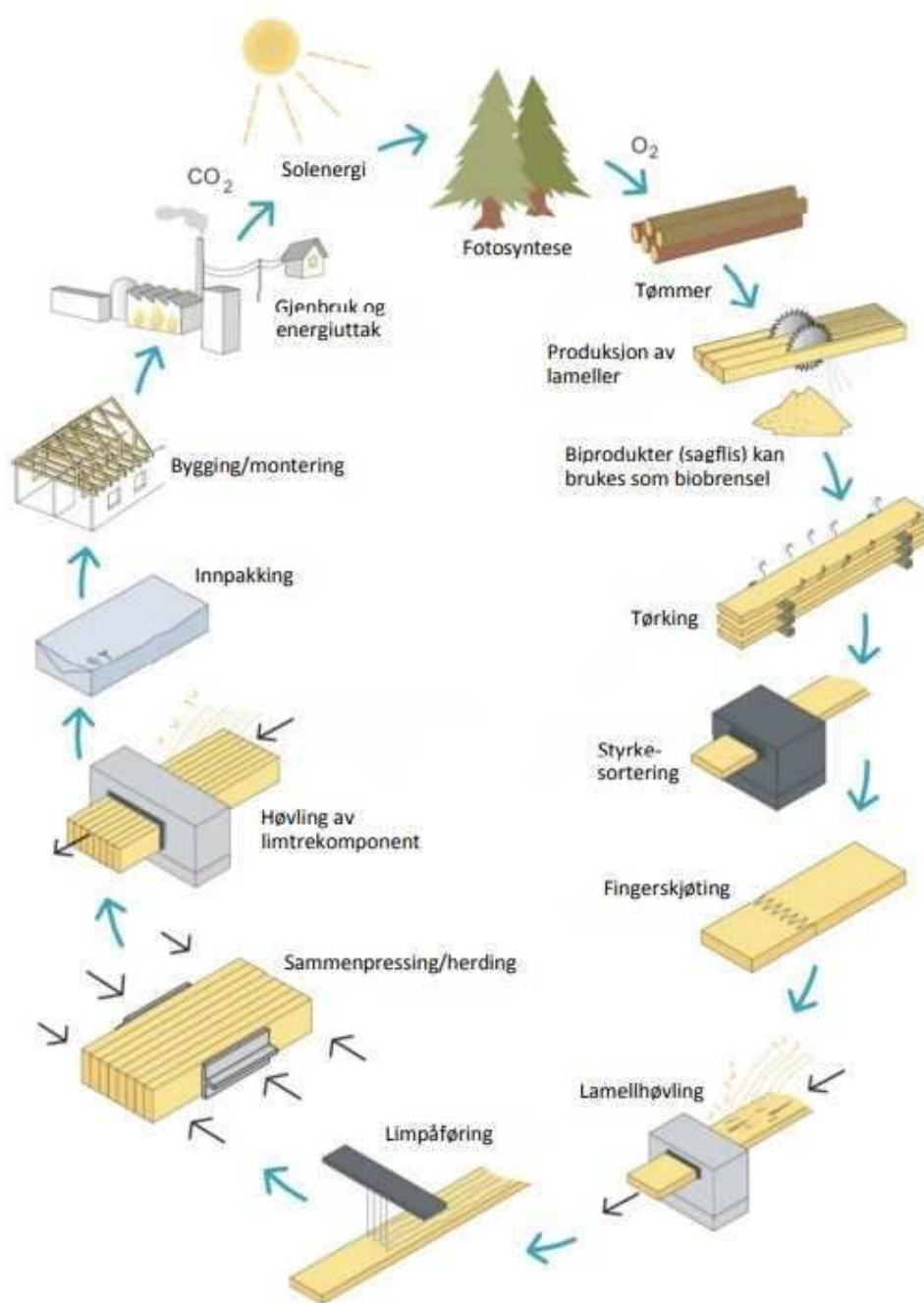


Figur 15 - Ulike tverrsnitt i limtre

Limtreteknikken ble utviklet på midten av 1800-tallet og snekkeren, ingeniøren og oppfinneren Otto Karl Friedrich Hetzer fra Weimar i Tyskland fikk sitt første patent i 1892 som gjaldt bygningskomponenter av tre. I 1906 får Hetzer en patent som beskriver hvordan man kan produsere krumme bjelker ved å lime sammen lameller av tre. Dette ble starten på buekonstruksjoner for lange spenn.

Konstruksjonsmetoden kom godt i gang og allerede rundt 1910 hadde Hetzer realisert ca. 50 limtreprosjekter med relativt lange spenn. Limtreproduksjonen i Norge ble startet rundt 1918 av Guttorm Brekke som hadde skaffet seg rettighetene til patentet i Norge. Det tok ikke helt av, grunnet at stål var det desidert foretrukne materialet fremfor tre, og etter 1. verdenskrig var over

og tilgangen på stål økte, stengte Brekke ned fabrikken i 1924. Dermed var det ikke noen norsk limtreproduksjon før Splitkon og Moelven startet opp produksjonen i 1958 og 1959. I nordisk sammenheng har limtre som konstruksjonsvirke økt kraftig med tiden, og med god hjelp fra satsingsprosjekter som Vikingskipet, Nordlyshallen, Haakons Hall og Oslo Lufthavn Gardermoen har limtre virkelig etablert seg som en konstruksjonsmetode for fremtiden.



Figur 16 - Limtreproduksjon (Limtreboka, 2015, s.6)

4.1.1 MATERIALEGENSKAPER

Limtre er et høyt kvalifisert konstruksjonsmateriale. Trematerialets gode fasthetsegenskaper i kombinasjon med moderne limingsteknikk gir limtre er rekke ulike egenskaper:

- Et utseende som tiltaler de fleste mennesker og som derfor gir et verdifullt bidrag til både det indre og ytre miljø.
- Høy styrke i forhold til egenvekt – muliggjør lange spenn.
- Små tilvirkningstoleranser og høy formstabilitet ved normal temperatur og fuktighet.
- Høy brannmotstand – ofte et krav i forbindelse med bygninger hvor mange mennesker oppholder seg.
- Gode varmeisolerende egenskaper, som reduserer effekten av kuldebroer og risikoen for kondens.
- Lav egenvekt, som reduserer transport- og montasjekostnader og har en positiv innvirkning på både pris og utførelse av fundamenter.
- God bestandighet i kjemisk aggressive miljøer.
- Fleksibel produksjon, som blant annet gjør det mulig å produsere krumme komponenter til lavere kostnader enn i andre materialer.

(Bell og Liven, 2015, s. 2)

I tabell 1 og 2 vises fasthetsklasser for både kombinert og homogent limtre i henhold til NS-EN 14080.

Tabell 1 - Fasthetsklasser definert i EN 14080 – kombinert limtre

Egenskap	Symbol	Limtre fasthetsklasse						
		GL20c	GL22c	GL24c	GL26c	GL28c	GL30c	GL32c
Bøyefasthet	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Strekfasthet	$f_{t0,g,k}$	15	16	17	19	19,5	19,5	19,5
	$f_{t90,g,k}$	0,5						
Trykkfasthet	$f_{c0,g,k}$	18,5	20	21,5	23,5	24	24,5	24,5
	$f_{c90,g,k}$	2,5						
Skjærfasthet (skjær og torsjon)	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rulleskjærfasthet	$f_{r,g,k}$	1,2						
Elastisitetsmodul	$E_{0,g,mean}$	10400	10400	11000	12000	12500	13000	13500
	$E_{0,g,05}$	8600	8600	9100	10000	10400	10800	11200
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Skjærmodul	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	542						
Rulleskjærmodul	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densitet	$\rho_{g,k}$	355	355	365	385	390	390	400
	$\rho_{g,mean}$	390	390	400	420	420	430	440

Tabell 2 - Fasthetsklasser definert i EN 14080 - homogent limtre

Egenskap	Symbol	Limtre fasthetsklasse						
		GL20h	GL22h	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
Bøyefasthet	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Strekfasthet	$f_{t0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,3	24	25,6
	$f_{t90,g,k}$	0,5						
Trykkfasthet	$f_{c0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c90,g,k}$	2,5						
Skjærfasthet (skjær og torsjon)	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rulleskjærfasthet	$f_{r,g,k}$	1,2						
Elastisitetsmodul	$E_{0,g,mean}$	8400	10500	11500	12100	12600	13600	14200
	$E_{0,g,05}$	7000	8800	9600	10100	10500	11300	11800
	$E_{90,g,mean}$	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	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{g,mean}$	370	410	420	445	460	480	490

4.2 STÅL

Stål er definert som en legering der jern og karbon er hovedkomponentene (Christensen, 2019, SNL). Andelen jern ligger vanligvis rundt 98-99%. Stål er et materiale som har gode styrkeegenskaper og i utgangspunktet er stål et forholdsvis dyrt materiale. Formbarheten og styrkeegenskapene gjør det slik at det er mulig å utnytte materialkapasiteten til det ytterste. Derfor er det vanlig med slanke og tynne konstruksjonselementer av stål. Dette gjør at stål absolutt er et konkurransedyktig konstruksjonsmateriale når det kommer til pris (Eie, 2010).

Jern som råstoff har vært kjent helt siden Det gamle Egypt, mens kunnskapen om stål har eksistert siden 200 år f.Kr. (Jansen, 2019). Stål ble produsert på mange forskjellige måter med varierende kvalitet og effektivitetsgrad frem til 1855. I 1855 fikk den britiske ingeniøren Henry Bessemer patent på den moderne måten å fremstille stål på, «Bessemerprosessen». Denne prosessen gjorde det både enklere og billigere å produsere stål og stålproduksjon i storskala var en av pådriverne til den andre industrielle revolusjon. Historisk sett har stål vært og er et veldig viktig materiale. «Stål har bidratt mer til den moderne sivilisasjonen enn noe annet metall, og på verdensbasis er det bare olje som utgjør mer i pengeverdi enn stål» (Christensen & Almar-Næss, 2019) .

Stålets gode egenskaper gjør at materialet er gunstig for bruk i konstruksjoner hvor det er krav til god styrke og stivhet. Derfor er stålkonstruksjoner ofte brukt i forbindelse med konstruksjoner med store spennvidder som for eksempel broer, idrettshaller, kraner, offshorekonstruksjoner og lagerhaller. Eiffeltårnet som ble bygget mellom 1887 og 1889 er en av de mest ikoniske stålkonstruksjonene i verden.

4.2.1 MATERIALEGENSKAPER

Stål er et høyt kvalifisert konstruksjonsmateriale. Stål kan legeres til med forskjellige egenskaper avhengig av hvilke og mengden legeringselementer som stålet inneholder. Derfor er stål et godt konstruksjonsmateriale og har en rekke ulike egenskaper:

Fordeler

- Stål har høy styrke. Det muliggjør store spennvidder uten at konstruksjonens egenvekt blir høy.
- Det er kort byggetid, blant annet pga. mulighet for prefabrikasjon og rask montasje.
- Stor nøyaktighet.
- Det er enkelt å gjøre forsterkninger og forandringer.
- Stål er lett å rive.
- Det finnes gode forbindelsesmidler (måter å føye sammen ståldeler på.)

Ulemper:

- Stål er utsatt for korrosjon, noe som kan være negativt både for styrke og utseende.
- Stål mister styrke ved oppvarming, noe som krever tiltak mot brannpåkjenning.
- På grunn av små dimensjoner blir det lett store deformasjoner og svingninger i konstruksjonen ved belastning.
- Det er høy pris per kg.

Tabell 3 - Standard og stålsort

 – Nominelle verdier av flytespenning, f_y , og strekkfasthet, f_u , for varmvalset konstruksjonsstål

Standard og stålsort	Produktets nominelle tykkelse t [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
NS-EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
NS-EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
NS-EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
NS-EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
NS-EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550
NS-EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NHL	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
NS-EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 460 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

4.3 MILJØ



Figur 17 – FNs bærekraftsmål nummer 13

I dag – Mengden klimagasser fortsetter å øke og klimaendringene skjer raskere enn antatt. Effektene av klimaendringene er synlige over hele verden. Den globale gjennomsnittstemperaturen har steget omtrent 1°C siden den før-industrielle tid, i tillegg fortsetter havnivået å stige. De fattigste rammes hardest. Land har levert nasjonale planer for reduksjon, men de er ikke omfattende nok. (FN, 2021)

Hva må til? Klimaendringer er et globalt spørsmål og kjenner ingen landegrenser. Det er viktig å begrense økningen av gjennomsnittstemperaturen til 1,5 °C dersom verden ønsker å slippe katastrofale konsekvenser i fremtiden. Vi må finne globale løsninger på en rekke områder. I tillegg til å kutte i utslipp og fange og lagre CO₂, må det satses mer på fornybar energi, nye industrielle systemer og endring i infrastruktur. I tillegg må vi investere i å verne, tilpasse oss og begrense skadeomfanget. (FN, 2021)

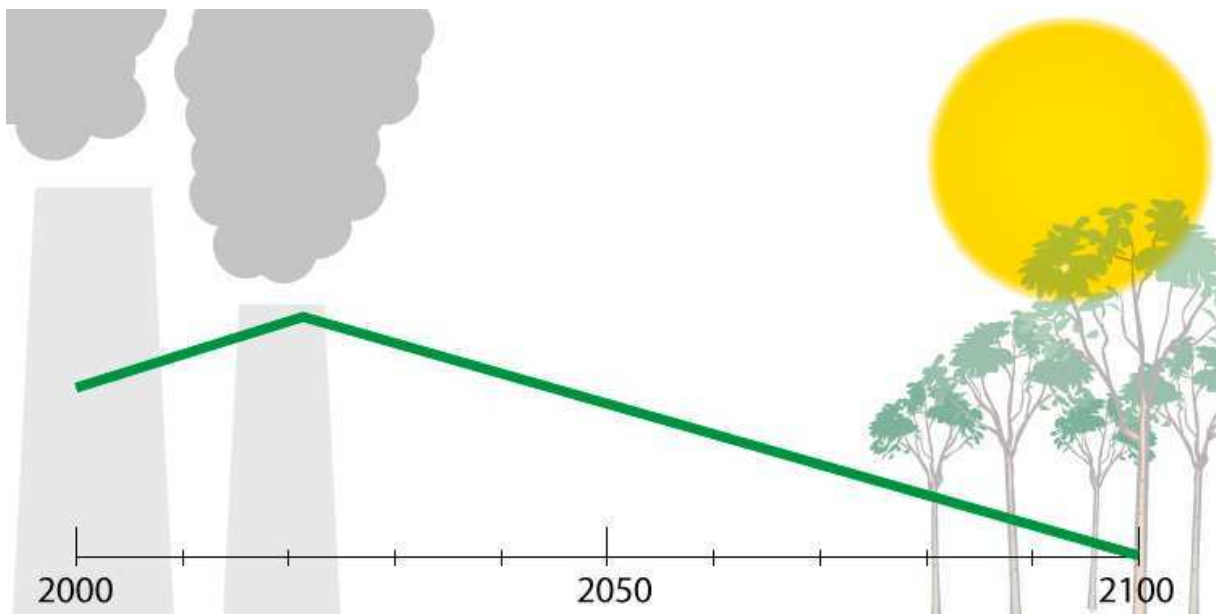
Mer presist enn FN selv får vi ikke beskrevet dagens situasjon med tanke på miljø- og klimaproblematikken. Basert på FNs bærekraftsmål og satt i et samfunnsmessig perspektiv så er dette en svært relevant oppgave som tar for seg og belyser mange av bygge- og anleggsbransjens utfordringer knyttet til miljøhensyn, både i dag og i fremtiden.

Det er estimert at bygge- og anleggssektoren står for om lag 40% av de globale klimagassutslippene. At dette er en viktig sektor å ta grep i for å begrense utslippene er dermed helt innlysende.

I tillegg vil jeg nevne Parisavtalen og hovedpunktene i den. «Parisavtalen er en internasjonal avtale som skal sørge for at verdens land klarer å begrense klimaendringene.» (FN, 2021)

Parisavtalen er en omfattende og essensiell avtale for å sørge for at vi klarer å begrense klimaendringene. Veldig forenklet kan en dele opp avtalen i fem hovedpunkter som jeg vil nevne nedenfor, uten å gå inn på hvert enkelt punkt.

1. **ALLE** land har forpliktelser.
2. Det skal ikke bli mer enn 2 °C varmere, og helst ikke mer enn 1,5 °C.
3. Landene har en plan for hvordan de skal greie dette.
4. De rike landene **MÅ** betale, de mindre rike kan betale.
5. **ALLE** land må tilpasse seg klimaendringene.



Figur 18 - Nullvisjon 2100 – Grafen viser klimagassutslipp (FN-sambandet)

«Alle klimagasser bidrar til klimaendringer, men de har forskjellig oppvarmingseffekt og levetid i atmosfæren. For å kunne sammenligne dem, regnes de om til CO₂-verdier. Kalt CO₂-ekvivalenter. Alle utslipp kan da sammenlignes direkte fordi de får samme enhet» (SNL, CO₂-ekvivalenter, 2021). Det er antall kg CO₂-ekvivalenter vi legger til grunn i vår miljøsammenligning.

4.3.1 LIMTRE

Tre er et naturmateriale basert på et fornybart råstoff og har liten negativ innvirkning på miljøet, forutsatt at det kommer fra sertifisert og bærekraftig forvaltet skog. Tre er et av de mest miljøvennlige byggematerialene vi har tilgjengelig i Norge i dag. Treprodukter har følgende sentrale miljøegenskaper: (Treindustrien, 2021)

- Råvaren er en fornybar ressurs
- Økt bruk av tre reduserer CO₂-utslippene til atmosfæren
- Kommer fra et bærekraftig skogbruk dokumentert gjennom sertifisering (PEFC og FSC)
- Stor andel fornybar energi i fremstillingsprosessen
- Gir godt innemiljø
- Gjenvinning og gjenbruk er enkelt.

Det er gjort en rekke livsløpsanalyser med varierende forutsetninger for å klargjøre substitusjonsgevinsten ved bruk av tre. Analysene tar normalt utgangspunkt i faktisk bruk av ulike energibærere i produksjonen av materialene. Det betyr at selv alternative produkter som krever store mengder energi, kommer ut med et lavt CO₂- utslipp dersom energien i stor grad kommer fra kjernekraft eller vannkraft. Dette, og ulikheter i de metodene som er brukt, fører til at livsløpsanalysene viser stor variasjon. Universitetet for miljø og biovitenskap har etter en gjennomgang av undersøkelser gjort i Sverige og Norge, foretatt en oppsummering (Petersen og Solberg 2005). Dersom effekten måles som innsparde CO₂-utslipp pr. brukt m³ trelast viser deres tall at:

- 1 m³ tre som erstatter betong reduserer CO₂-utslippene med 0,2 - 2,1 tonn.
 - 1 m³ tre som erstatter stål reduserer CO₂-utslippene med 0,2 - 0,5 tonn.
- (Treindustriens lille grønne, 2009, s. 8)

Tall fra EPD-Norge viser at det går med -608 kg CO₂-ekvivalenter i produktfasen av 1 m³ limtre. Altså GWP (Globalt oppvarmingspotensial) til 1 m³ limtre er -608 kg CO₂-ekvivalenter i produksjonsfasen (NEPD-1576-605_Standard limtrebjelke). Merk at det står med negativt fortegn, altså biolagring. Forenklet betyr dette i praksis at 1 m³ limtre sparer miljøet for 608 kg CO₂-ekvivalenter i produktfasen. «CO₂-en som frigis når treet ender sitt livsløp inngår i den naturlige karbonsyklusen, og bidrar til dannelse av ny biomasse i voksende skog. Skogbasert bioenergi er derfor CO₂-nøytral» (Treindustrien, 2021). Derfor vil tre som byggemateriale bidra

til redusert CO₂-innhold i atmosfæren på to måter: Substitusjon, altså erstatning for mer klimabelastende materialer, og karbonlagring.

4.3.2 STÅL

Stålindustrien alene står for omkring hele 7% av verdens totale CO₂-utslipp (Organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling (OECD) og Det internasjonale energibyrået (IEA), 2021). Stål er fortsatt et av verdens viktigste byggematerialer og det er nok tilgang på jernmalm i uoverskuelig fremtid. Produksjonen av stål er veldig energikrevende, og hovedutfordringen for bransjen er å få utslipp fra produksjonen ned (Norsk Stål, 2021).

Det er i dag hovedsakelig to metoder å produsere stål på: Enten fra masovn og oksygenkonverter, på engelsk Blast Furnace (BF) og Basic Oxygen Furnace (BOF), eller fra elektrisk lysbueovn, på engelsk Electric Arc Furnace (EAF). Det er én vesentlig forskjell på disse prosessene og det er at masovn og oksygenkonverteren benytter malm, kalk og kull (og litt skrap), mens elektrisk lysbueovn baserer seg i hovedsak på skrap og elektrisitet. Tall fra World Steel Association (WSA) forteller oss at den malmbaserte metoden står for omtrent 70% av verdensproduksjonen. De resterende 30% kommer fra skrapbasert produksjon.

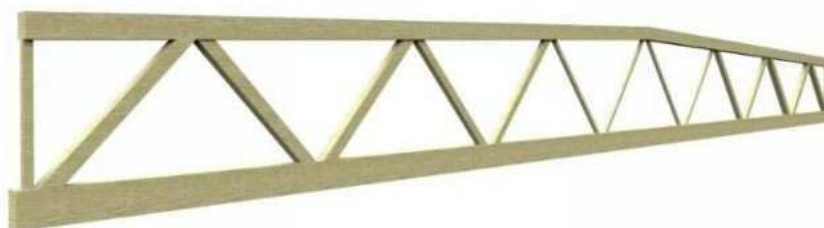
Basert på rapporten *Impacts of energy market developments on the steel industry*, som ble lansert av Organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling (OECD) i Paris, juli 2013, så kan man ved å bruke EAF-metoden i stedet for BF- og BOF-metoden redusere energiforbruket med 60% og CO₂-utslippene med 70%.

Recycling scrap in EAF's is the most efficient available technology, not just for energy. The energy needed to melt scrap represent 40% of the energy and 30% of CO₂ to melt iron ore in a modern BF/BOF integrated mill (Impacts of energy market developments on the steel industry, 2013).

At det er så stor forskjell i energiforbruket på produksjonen av stål gjør at dette er en viktig faktor å ta med i beregningene for vårt konkrete eksempel. Måten det gjøres på vil være å sammenligne den trebaserte løsningen med stål fra forskjellige produksjonsmetoder, fra 0% EAF til 100% EAF. Dette blir nærmere beskrevet under kapittel 6.3 Miljøresultat.

4.4 FAGVERK

«Et fagverk er en samling av staver forbundet i knutepunkter til en 2- til 3-dimensjonal konstruksjon» (Landgraff, 2020). Vanligvis regner vi med leddvirkning i knutepunktene slik at stavene kun får rene aksialkrefter, trykk- og strekkrefter, selv om vi vet at dette ikke alltid er tilfelle. Dette er en tradisjonell forenkling vi gjør for manuelle håndberegninger, men for avanserte beregningsprogrammer som baserer seg på endelige elementmetoder, slik som FEM-design, ser man bort fra denne forenklingen.

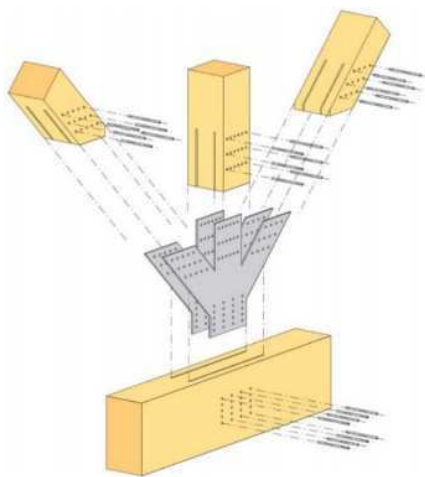


Figur 19 - Limtrefagverk fra 3D modell

På grunn av fagverkets høye bæreevne i forhold til egenvekt brukes det ofte fagverk ved store spennvidder, som for eksempel broer og takkonstruksjoner. I eksemplet vårt er det lengste spennet på 15 meter, noe som ikke er uvanlig for den typen bygg. Fagverk er også spesielt egnet der takvinkelen er lav siden man da kan se igjennom konstruksjonen, noe som gir bedre oppfattelse av rommet i motsetning til ved bruk av massive bjelker.

Det presiseres på forhånd at limtrefagverk ikke er en god løsning på et bygg med så kort spenn som vi har i denne oppgaven med tanke på økonomi. Men i samråd med veileder velger vi å dimensjonere et limtrefagverk for å vise en forenklet dimensjonering av fagverk. (Forbindelser og knutepunkter kommer vi ikke til å se på.) For en mer økonomisk løsning dimensjonerer vi også en bjelke med massivt tverrsnitt som kan ta tilsvarende last som fagverket. Denne legges kun til grunn for økonomiberegningen.

Limtrefagverk blir som regel produsert ferdig på fabrikk, transportert og montert direkte på byggeplassen. En av utfordringene med limtrefagverk er at det kan bli mange og kompliserte knutepunkt, noe som gjør at man i noen tilfeller må overdimensjonere kraftig siden knutepunktene reduserer tverrsnittene på grunn av hulltaking og lignende. Til sammenligning blir forbindelsene i stålfagverkene ofte sveiset eller boltet slik at man ikke får samme reduksjon.

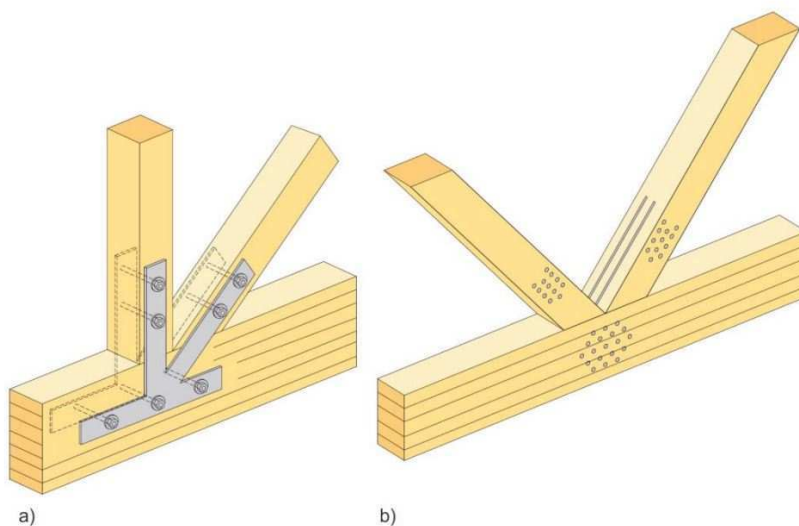


Typisk fagverksknutepunkt med innslissede plater og dybler.

Figur 20 - Knutepunkt (Bell og Liven, 2015, s. 145)

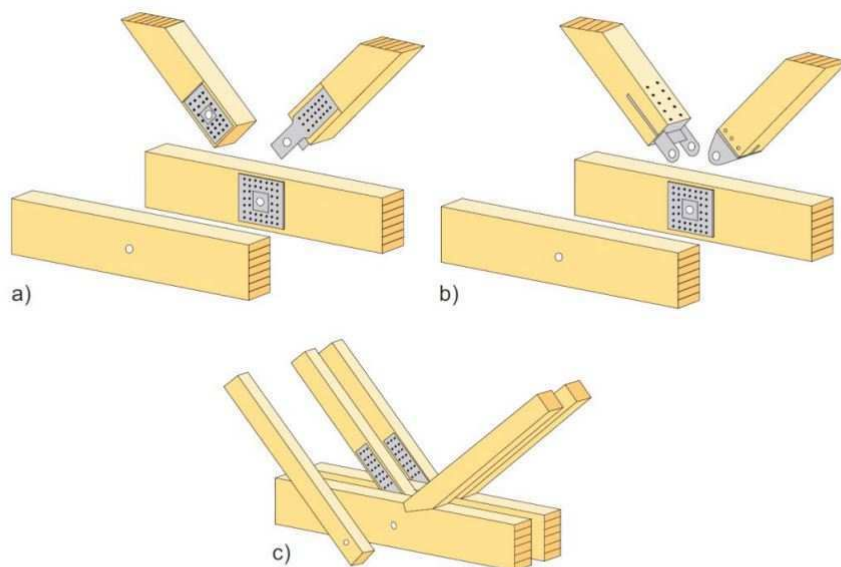
“Stavverrsnittets bredde/høyde forhold bestemmes i forhold til utformingen av forbindelsen i knutepunktene. Som eksempel er det i figur 20 vist en forbindelse med innslissede stålplater og dybler; denne type forbindelse er mye brukt i fagverk med store spenn. Antallet stålplater som er nødvendig for å overføre kreftene legger klare føringer for stavenes bredde.» (Bell og Liven, 2015, s.145)

Her vises noen typiske limtrefagverksforbindelser. Alle har sine styrker og egenskaper som gjør at de egner seg til sitt bruk.



(a) Forbindelse med ytre stålplater og bolter og (b) forbindelse med innslissede stålplater og dybler.

Figur 21 - Knutepunkt (Bell og Liven, 2015, s.150)



Fagverksknutepunkt med (a) spikerplater og en enkel bolt, (b) spikerplater, innslissede plater og en enkel bolt, og (c) som (a) for strekkdiagonalen, mens trykkdiagonalen er en tradisjonell tømmerforbinding ("carpentry joint").

Figur 22 - Knutepunkt (Bell og Liven, 2015, s.152)

4.4.1 ENHETSLASTMETODEN FOR NEDBØYING

Enhetslastmetoden er en metode vi kan benytte oss av for enkel beregning av forskyvninger for en konstruksjon, i vårt tilfelle nedbøyning. Metoden går ut på å påføre en virtuell last i det punktet en vil finne forskyvningen. Dette er i vårt tilfelle i midten på undergurten da det er der nedbøyningen vil være størst. I den forenklede beregningen neglisjerer vi påvirkningen forbindelsene har på nedbøyningen av fagverket.

I samråd med veileder kom vi fram til et nedbøyningskrav på $\delta_{\max} = L/300$. Med en spennvidde på 15 meter, gir det oss en maksimal tillatt nedbøyning på 50mm.

Formel og fremgangsmåte er hentet fra faget konstruksjonsteknikk BYG2301 ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet ved Marthin Landgraff.

Enhetslastmetoden brukt på fagverk:

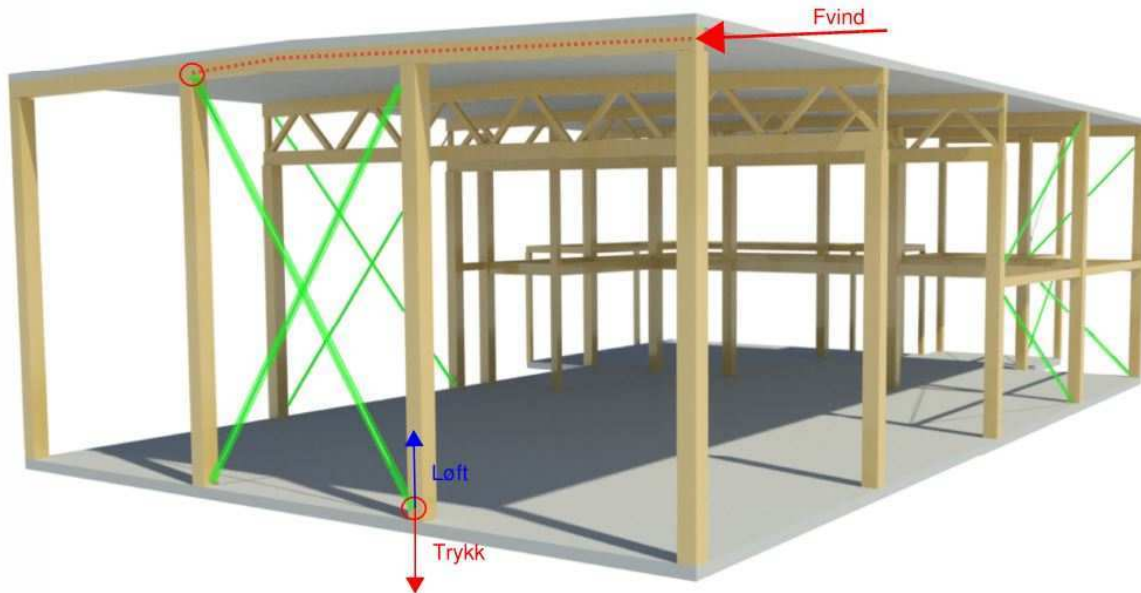
$$l \cdot \delta = \sum_i \frac{F_i \cdot F_i' \cdot L_i}{E \cdot A_i}$$

- Der: δ – Forskyvningen i et punkt. X- eller y-retning.
 F_i – Stangkreftene pga. den virkelige belastningen.
 F_i' – Stangkreftene pga. enhetslasten.
 L_i – Lengden av det enkelte elementet.
 A_i – Tverrsnittets areal til det enkelte elementet.
 E – E-modulen til det enkelte elementet.

Fremgangsmåte:

1. Beregn stavkreftene med den virkelige belastningen (knutepunktsmetoden).
2. Sett på en enhetslast i det punktet og i den retningen forskyvningen skal finnes. I vårt tilfelle, senter av undergurt.
3. Beregn stavkreftene når kun enhetslasten er påsatt.
4. Finn summen av høyre side i arbeidslikningen.

4.5 HORISONTALAVSTIVNING



Figur 23 - Bæresystem i limtre med horisontalavstivning

Bygninger slik som denne har relativt store åpne veggarealer. Dette fører til at det vil oppstå betydelige vindkrefter som har betydning for konstruksjonsteknikken. Vindkreftene er horisontalkrefter som vil prøve å vippe konstruksjonen om seg selv. Disse kreftene må tas opp og føres ned i grunnen på en hensiktsmessig måte. Måten vi har valgt å løse dette på er med et strekkstagsystem som vist ovenfor. Stagene fører de horisontale vindkreftene ned i grunnen. Store vindkrefter kan føre til løft i søylene, dette kontrolleres i FEM-Designmodellen og kommenteres videre under resultater.

5 METODE

5.1 LASTER OG LASTKOMBINASJONER

5.1.1 EGENLASTER

For limtrekomponenter settes følgende forutsetninger:

Limtrekvalitet: GL30C

Densitet ρ_m : 430 kg/m³ (NS-EN 14080:2013+NA:2016: Tabell 1-4)

Klimaklasse: 1 (Tabell NA.901 Klimaklasser)

Partialfaktor for limtre γ_m : 1,15 (Tabell NA.2.3 – Partialfaktorer γ_m for materialegenskaper og bestandighet)

Modifikasjonsfaktor k_{mod} : 0,8 (Tabell 3.1 i EK5-1)

Deformasjonsfaktor k_{def} : 0,1 (Tabell 3.2 i EK5-1)

Tabell 4 - Fasthetsklasser definert i EN 14080 – kombinert limtre

Egenskap	Symbol	Limtre fasthetsklasse						
		GL20c	GL22c	GL24c	GL26c	GL28c	GL30c	GL32c
Bøyeplasthet	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Strekfasthet	$f_{t0,g,k}$	15	16	17	19	19,5	19,5	19,5
	$f_{t90,g,k}$	0,5						
Trykkfasthet	$f_{c0,g,k}$	18,5	20	21,5	23,5	24	24,5	24,5
	$f_{c90,g,k}$	2,5						
Skjærfasthet (skjær og torsjon)	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rulleskjærfasthet	$f_{r,g,k}$	1,2						
Elastisitetsmodul	$E_{0,g,mean}$	10400	10400	11000	12000	12500	13000	13500
	$E_{0,g,05}$	8600	8600	9100	10000	10400	10800	11200
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Skjærmodul	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	542						
Rulleskjærmodul	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densitet	$\rho_{g,k}$	355	355	365	385	390	390	400
	$\rho_{g,mean}$	390	390	400	420	420	430	440

Tabell 6 - Klimaklasser

- Definisjon av klimaklasser i EK5-1 (Tabell NA.901 i EK5-1)

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. Lofsbjelkelag og bærende takkonstruksjoner i kalde, men luftede lofstrom over rom som vanligvis er oppvarmet. Yttervegger i bygninger som vanligvis er oppvarmet og som er beskyttet av dampspærre på varm side og av bl.a. vindspærre.
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 5 - Partialfaktor

Tabell NA.2.3 – Partialfaktorer γ_M for materialegenskaper og bestandighet

Materialer og produkter	γ_M
Konstruksjonstre	1,25
Limtre	1,15
Parallellfiner (LVL), kryssfiner	1,15
OSB	1,3
Sponplater	1,3
Trefiberplater (alle typer)	1,3
Forbindelser	1,3
Spikerplater	1,25
tre delen	
ståldelen	1,0
Bruks- og ulykkeskombinasjoner	1,0

Tabell 8 - Modifikasjonsfaktor

– Modifikasjonsfaktoren k_{mod} for limtre (fra tabell 3.1 i EK5-1)

Klima-klasse	Lastvarighetsklasse				
	Permanent last	Langtidslast	Halvårslast	Korttidslast	Øyeblikkslast
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	0,9

Tabell 7 - Deformasjonsfaktor

– Deformasjonsfaktoren k_{def} (fra tabell 3.2 i EK5-1)

Material	Standard	Klimaklasse		
		1	2	3
Limtre	EN 14080	0,60	0,80	2,00

Egenvekt lettak $g_{k\text{-lettak}}$: 0,55 kN/m² (Oppgitt fra leverandør, lett-tak.no)

Egenvekt etasjeskiller $g_{k\text{-etasjeskiller}}$: 4,05 kN/m² (Oppgitt fra leverandør, Hallmaker AS)

Nyttelast kontordel $q_{k\text{-kontor}}$: 3,0 kN/m² (Tabell 6.1 og 6.2, NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019)

Egenvekt limtre $g_{g\text{-limtre}}$: Egenvekten for hver enkelt konstruksjonsdel i limtre vil regnes ut individuelt da dette kommer an på tverrsnitt, oppbygning og plassering. Dataen som legges til grunn for denne beregningen står beskrevet på forrige side.

Alle beregninger er gjort i henhold til NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010. Gjeldende standard og TEK 17 er til enhver tid etterfulgt. Det er lagt vekt på preaksepterte løsninger fra Byggforskeren.

5.1.2 SNØLASTER

Snølasten beregnet vi ved hjelp av lastberegningsprogrammet *Lastberegninger* av Ove Sletten. Programmet legger gjeldende standarder til grunn for sine beregninger, i dette tilfelle NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018, Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-3: Allmenne laster – Snølaster.

Snølast på tak er beregnet på følgende måte:

$$S = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

Der:

μ 0,8 Snølastens formfaktor (*Tabell 5.2: Formfaktor for snølast*)

C_e 1 Eksponeringskoeffisient (*Tabell 5.1 Anbefalte verdier C_e for forskjellige topografier*)

C_t 1 Termisk koeffisient (*Lasttilfelle 5.2(8)*)

S_k 2,5 Karakteristisk verdi for snølast på mark (*Tabell NA.4.1(901) – Karakteristisk snølast på mark for kommuner og Svalbard*) **Lindås Kommune**

Informasjonen vi har lagt til grunn for beregningen er:

Sted: Lindås Kommune, Vestland fylke (Hordaland)

Takvinkel: 2°

Snølast på tak: $S_d = 2,0 \text{ kN/m}^2$

For full utregning se vedlegg 1, beregning av snølast.

5.1.3 VINDLASTER

Vindlasten beregnet vi ved hjelp av lasteregningensprogrammet *Lastberegninger* av Ove Sletten. Programmet legger gjeldende standarder til grunn for sine beregninger, i dette tilfelle NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009, Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster.

Vindtrykk på vegger beregnes som:

$$W_e = C_{pe} \cdot q_p(z_e)$$

Der:

C_{pe} Utvendig formfaktor

$q_p(z_e)$ Vindhastighetstrykk ($q_p = K_w \cdot V_{b,0}$)

Informasjonen vi har lagt til grunn for beregningen er:

Fylke:	Vestland (Hordaland)
Kommune:	Lindås
Referansevindhastighet:	26 m/s
Byggested, høyde over havet:	20 m
Basisvindhastighet:	26 m/s
Høyde Z over grunnivået:	7,7 m
Terrengruhetskategori II:	Landbruksområde, område med spredte små bygninger eller trær.

For utregning se vedlegg 2, beregning av vindlast.

5.1.4 LASTKOMBINASJONER

På en konstruksjon er det mange ulike lastbilder å ta i betraktning. Hvert enkelt lastbilde gir flere forskjellige lastkombinasjoner som alle må kontrolleres. Alt ettersom hvilke laster som blir dimensjonerende og hvilke faktorer disse skal ganges, får vi mange forskjellige mulige utfall. Vi må se på lastkombinasjonene både i bruks- og bruddgrensetilstand, samt ulykkestilstand. Programmet, FEM-design, gjør dette for oss, men for å vise hva som blir gjort og hvilke scenarier vi må se for oss har vi satt opp en oversikt under. Alle lastkombinasjoner beregnes i henhold til NS-EN 1990.

BRUDDGRENSETILSTAND

Standarden krever at følgende bruddgrensetilstander skal kontrolleres der det er aktuelt, og at de betegnes med koder på tre bokstaver:

- EQU: Global likevekt
 - Stabilitet – tap av likevekt (velting, gliding, oppløft ved oppleg osv.)
 - Grunnens eller konstruksjonsmaterialets fasthet er av underordnet betydning.
- STR: Brudd i konstruksjonen eller konstruksjonselementer
 - Motstand mot brudd eller store deformasjoner
 - De fleste kontroller (moment, skjær, knekking etc.)
- GEO: Motstand mot brudd eller store deformasjoner i grunnen
 - Geoteknikk
- FAT: Motstand mot utmattingsbrudd også kalt tretthetsbrudd

For bruddgrensetilstand brukes de to formlene 6.10a og 6.10b.

$$6.10a: q_d = 1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + 1,50 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$6.10b: q_d = 1,20 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,1} + 1,50 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k Egenlast

$Q_{k,1}$ Dominerende nyttelast

$Q_{k,i}$ Øvrige nyttelaster

$\psi_{0,i}$, $\psi_{1,i}$ og $\psi_{2,i}$ Nyttelastfaktor, se tabell A1.1 i NS-EN 1990

BRUKSGRENSETILSTAND

Standarden fastsetter krav til nedbøying knyttet til de enkelte lastsituasjonene og følgende formler legges til grunn:

- Karakteristisk – 6.14b - brukes vanligvis for irreversible grensetilstander.
- Ofte forekommende – 6.15b - brukes vanligvis for reversible grensetilstander.
- Kvasipermanent – 6.16b - brukes vanligvis for langtidsvirkninger og utseende.

$$6.14b: G_{k,1} + Q_{k,1} + \psi_{0,2} Q_{k,2}$$

$$6.15b: G_{k,1} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \psi_{2,2} Q_{k,2}$$

$$6.15b: G_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

ULYKKESTILSTAND

Standarden fastsetter lastkombinasjonen for dimensjonerende ulykkessituasjon i henhold til NS-EN 2990, 6.4.3.3 med formlene 6.11a og 6.11b. Formelen vi benytter oss av er 6.11b.

$$6.11b: \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ eller } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,1} \cdot Q_{k,i}$$

$$\text{Forenklet: } \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + (\psi_{1,1} \text{ eller } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,1} \cdot Q_{k,i} \rightarrow \text{ofte: } g + \psi_{2,1} \cdot q_{k,1}$$

Hvor:

$G_{k,j}$	Egenlast eller permanent last
$Q_{k,1}$	Dominerende nyttelast
$Q_{k,i}$	Øvrige variable laster
P	Forspenningslast i forspente konstruksjoner
A_d	Påført tilleggslast pga. ulykke (brann, påkjørsel, støt etc.)
$\psi_{1,1}$ og $\psi_{2,1}$	Kombinajons-/sannsynlighetsfaktorer

BRANNDIMENSJONERING

Følgende forutsetninger legges til grunn for branndimensjoneringen:

Risikoklasse	2	(§11-2 Tabell 1. Risikoklasser TEK17)
Brannklasse	1	(§11-3 Tabell 1. Brannklasser TEK17)
Brannmotstand	R30	(§11-4 Tabell 1. Brannmotstand TEK17)
Lastkombinasjon	6.11b	(NS-EN 1990)

I henhold til byggt teknisk forskrift er industri-, kontor- og lagerhaller under risikoklasse 2. Risikoklasse 1 og 1-2 etasjer gir brannklasse 1. Brannklasse 1 gir samtlige bærende bygningsdeler et krav om brannmotstand R30. Det vil si at bæresystemet i vårt prosjekt skal kunne stå i minimum 30 minutter under brannpåkjenning.

Limtre er et materiale med gode brannmotstandsegenskaper. Når limtre blir utsatt for brann vil det ytterste laget forkulle og danne et beskyttende lag mot limtreet lengre inn. Det vil si at for å dimensjonere for brann gjør vi de samme dimensjoneringskontrollene som i bruddgrensetilstand, men med et redusert tverrsnitt i ulykkestilstand på grunn av brann. En forenkling vi gjør oss er at vi forutsetter at det resterende tverrsnittet er rektangulært og ikke avrundet i hjørnene slik det i praksis opptrer.

Ved branndimensjonering beregner vi med karakteristiske korttidsverdier for stivhet og fasthet:

$$\gamma_m = 1,0 \quad \text{og} \quad k_{mod} = 1,0$$

NS-EN 1995-1-2:2004+NA:2010 3.4.2 Overflater eksponert for brann gjennom dens tidsforløp.

Effektiv innbrenningsdybde:

$$d_{ef} = d_{char} + d_0$$

Hvor: $d_{char} = \beta_n \cdot t = \text{faktisk forkullingsdybde i mm}$

$$\beta_n = 0,7 \text{ mm/min for limtre}$$

$$t = \text{branntid i minutter}$$

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

R30 gir oss en forkullingsdybde pr. eksponerte side på:

$$d_{ef} = d_{char} + d_0 \qquad d_{char} = \beta_n \cdot t = 0,7 \cdot 30 = 21 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = 21 + 7 = 28 \text{ mm}$$

Tabell 9 til 13 viser dimensjonerende verdier og krav fra standarden til formlene som er nevnt i kapittel 5.1.4 Lastkombinasjoner.

Tabell 9 - Maksimal nedbøying

Tabell NA.A1 (904) – Krav til maksimal nedbøying

Konsekvenser	Lastsituasjon som brukes	Anbefalte største tillatte nedbøyningsverdier
Konstruksjon der nedbøying fører til skader	<i>karakteristisk</i>	fastsettes i det enkelte prosjektet
Konstruksjoner der det på grunn av bruk eller utstyr stilles krav	<i>ofte forekommende</i>	fastsettes i det enkelte prosjektet
Konstruksjoner med alminnelige brukskrav eller estetiske krav	<i>tilnærmet permanent</i>	L/200 - L/250

Tabell 10 - Gaffelfaktorer

Tabell NA.A1.1 – Verdier for ψ -faktorer for bygninger

Last	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nyttelastkategorier i bygninger (se NS-EN 1991-1-1)			
Kategori A: boliger	0,7	0,5	0,3
Kategori B: kontorer	0,7	0,5	0,3
Kategori C: forsamlingslokaler, møterom	0,7	0,7	0,6
Kategori D: butikker	0,7	0,7	0,6
Kategori E: lager	1,0	0,9	0,8
Kategori F: trafikk- og parkeringsarealer for små kjøretøyer (kjøretøyvekt \leq 30kN og høyst 8 seter utenom førersete)	0,7	0,7	0,6
Kategori G: trafikk- og parkeringsarealer for mellomstore kjøretøyer, 30kN < kjøretøyvekt \leq 160kN på to akslinger	0,7	0,5	0,3
Kategori H: tak	0	0	0
Snølaster (se NS-EN 1991-1-3)	0,7 ¹⁾	0,5 ¹⁾	0,2 ¹⁾
Vindlaster (se NS-EN 1991-1-4)	0,6 ¹⁾	0,2 ¹⁾	0 ¹⁾
Temperatur (ikke brann) i bygninger (se NS-EN 1991-1-5)	0,6 ¹⁾	0,5 ¹⁾	0 ¹⁾
¹⁾ Eventuell modifisering for ulike geografiske områder kan kreves av lokale myndigheter			

Tabell 11 - STR/GEO (Sett C)

Tabell NA.A1.2(C) – Dimensjonerende verdier for laster (STR/GEO) (Sett C)

Vedvarende og forbigående dimensjonerende situasjon	Permanente laster		Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster (*)
	Ugunstig	Gunstig		
(Ligning 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(*) Variable laster er de som er oppført i tabell NA.A1.1 MERKNAD 1 Det brukes følgende sett med γ -verdier: $\gamma_{Gj,sup} = 1,00$; $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$; $\gamma_{Q,1} = 1,30$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig); $\gamma_{Q,i} = 1,30$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig).				

Tabell 12 - EQU (Sett A)

Tabell NA.A1.2(A) – Dimensjonerende verdier for laster (EQU) (Sett A)

Vedvarende og forbigående dimensjonerende situasjoner	Permanente laster		Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster (*)
	Ugunstig	Gunstig		
(Ligning 6.10)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) Variable laster er de som er oppført i tabell NA.A1.1

MERKNAD 1 Det brukes følgende sett med γ -verdier:

$\gamma_{Gj,sup} = 1,20$;
 $\gamma_{Gj,inf} = 0,90$;
 $\gamma_{Q,1} = 1,50$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig);
 $\gamma_{Q,i} = 1,50$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

MERKNAD 2 I tilfeller der påvisning av statisk likevekt også omfatter konstruksjonsdelenes kapasitet, kan det fastsettes en kombinert påvisning basert på tabell NA.A1.2(A) som et alternativ til to separate påvisninger basert på tabell NA.A1.2(A) og NA.A1.2(B), med verdier som angitt nedenfor.

$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$;
 $\gamma_{Gj,inf} = 1,0$;
 $\gamma_{Q,1} = 1,50$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig);
 $\gamma_{Q,i} = 1,50$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

Tabell 13 - STR/GEO (Sett B)

Tabell NA.A1.2(B) – Dimensjonerende verdier for laster (STR/GEO) (Sett B)

Vedvarende og forbigående dimensjonerende situasjoner	Permanente laster		Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster (*)
	Ugunstig	Gunstig		
(Ligning 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Ligning 6.10b)	$\xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) Variable laster er de som er oppført i tabell NA.A1.1

MERKNAD 1 Det brukes følgende sett med γ - og ξ -verdier ved bruk av uttrykk 6.10a og 6.10b:

$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$;
 $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$;
 $\gamma_{Q,1} = 1,50$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig);
 $\gamma_{Q,i} = 1,50$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig);
 $\xi = 0,89$;
(I Norge brukes 6.10a og 6.10b, slik at $\xi \gamma_{Gj,sup} = 0,89 \times 1,35 = 1,20$).

Se også NS-EN 1991 til NS-EN 1999 for γ -verdier som skal brukes for påførte deformasjoner.

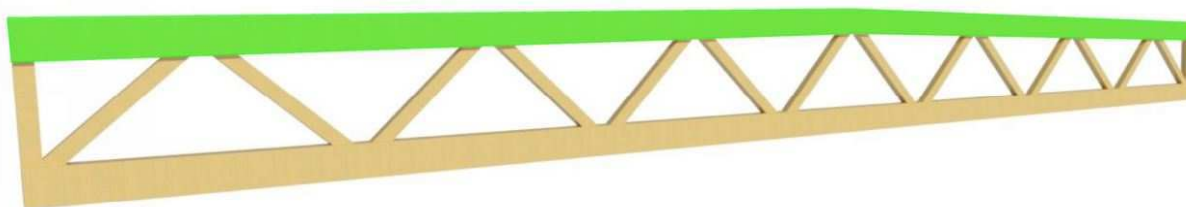
MERKNAD 3 De karakteristiske verdiene for alle permanente laster fra ett opphav multipliseres med $\gamma_{Gj,sup}$ hvis resultatet i form av den totale lastvirkningen er ugunstig, og med $\gamma_{Gj,inf}$ hvis resultatet i form av den totale lastvirkningen er gunstig. F.eks. kan alle laster med opprinnelse i konstruksjonens egenvekt anses å komme fra én kilde; dette gjelder også om forskjellige materialer er brukt.

MERKNAD 4 For spesielle påvisninger kan verdiene for γ_{Gj} og γ_{Q} igjen deles inn i verdiene γ_g og γ_q og modellens usikkerhetsfaktor γ_{sd} . En verdi for γ_{sd} som ligger mellom 1,05 til 1,15, kan brukes i de fleste vanlige tilfeller.

5.2 FAGVERK

OVERGURT

Overgurten belastes med snølast, egenvekten til Lett-Taket og sin egen egenvekt. Dette fører til både moment og aksialkrefter. Overgurten er i praksis en kontinuerlig bjelke, men når vi dimensjonerer ser vi på den som bestående av en bjelke mellom hvert knutepunkt. Hele overgurten blir dimensjonert ut ifra overgurtens mest belastede område.



Figur 24 - Overgurt markert i grønn

Tverrsnittskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010. 6.2.4 Kombinert bøyning og aksialt trykk.

Følgende uttrykk må være oppfylt:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$$

$\sigma_{c,0,d}$ Dimensjonerende trykkspenning i fiberretning.

$f_{c,0,d}$ Dimensjonerende trykkfasthet i fiberretning.

$\sigma_{m,y,d}$ Dimensjonerende bøyespenning om Y-akse.

$f_{m,y,d}$ Dimensjonerende bøyefasthet om Y-akse.

$\sigma_{m,z,d}$ Dimensjonerende bøyespenning om Z-akse.

$f_{m,z,d}$ Dimensjonerende bøyefasthet om Z-akse.

k_m Er en modifikasjonsfaktor for fasthet.

Lett-taket er stivt, noe som gjør at det ikke er noe moment om Z. Dermed faller siste ledd i ligningen bort.

Stabilitetskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.3.3 Bjelker utsatt for bøyning eller en kombinasjon av bøyning og trykk.

Kombinasjonen av moment om sterk akse og aksialkreftene gir oss følgende betingelse som skal oppfylles:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit}f_{m,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (6.35)$$

k_{crit} Faktor som tar hensyn til redusert bøyefasthet grunnet sideveis utbøyning.

$k_{c,z}$ Instabilitetsfaktor.

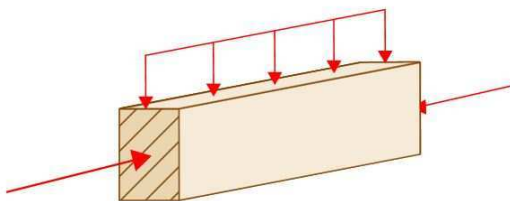
Skjærkontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.1.7 Skjær.

Følgende betingelser skal være oppfylt:

$$\tau_d \leq f_{vd} \quad (6.13)$$

τ_d Dimensjonerende skjærspenning.

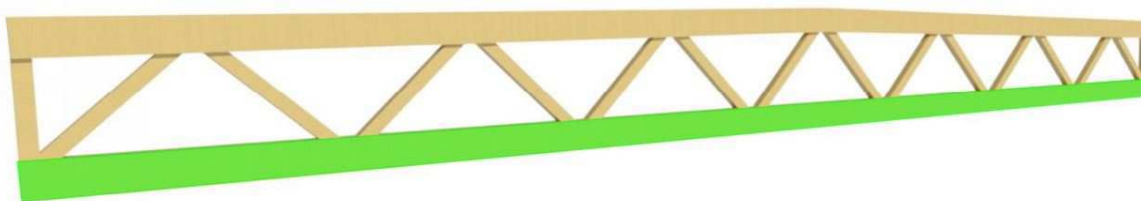
f_{vd} Dimensjonerende skjærfasthet.



Figur 25 - Overgurt opptredende krefter

UNDERGURT

Undergurten belastes av aksialkrefter fra stavene, altså strekkrefter og egenvekt.



Figur 26 - Undergurt markert i grønn

Tverrsnittskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010. 6.2.3 Kombinert bøyning og aksialt strekk.

Følgende uttrykk må være oppfylt:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.16)$$

$\sigma_{t,0,d}$ Dimensjonerende strekkspenning i fiberretning.

$f_{t,0,d}$ Dimensjonerende strekkfasthet i fiberretning.

$\sigma_{m,y,d}$ Dimensjonerende bøyespenning om Y-akse.

$f_{m,y,d}$ Dimensjonerende bøyefasthet om Y-akse.

Det er ikke noe moment om Z, dermed faller siste ledd i ligningen bort.

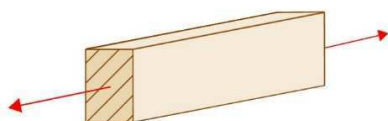
Skjærkontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.1.7 Skjær.

Følgende betingelser skal være oppfylt:

$$\tau_d \leq f_{vd} \quad (6.13)$$

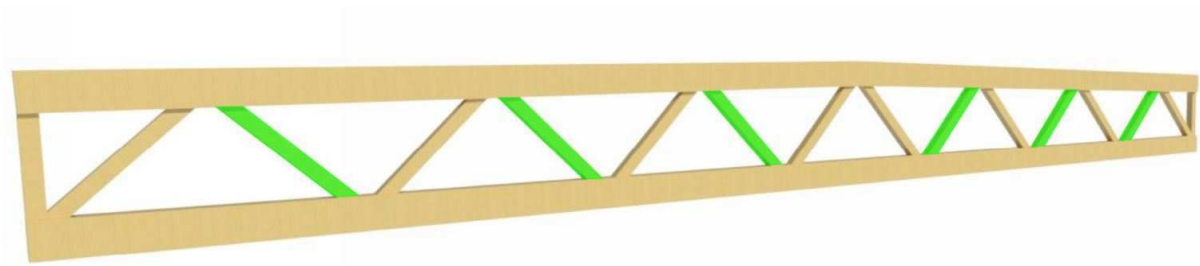
τ_d Dimensjonerende skjærspenning.

f_{vd} Dimensjonerende skjærfasthet.



Figur 27 - Undergurt opptredende krefter

STREKKSTAVER



Figur 28 - Strekkstaver

Skråstavene i et fagverk som blir utsatt for strekkrefter, blir utsatt for kreftene i fiberretningen til materialet.

Tverrsnittskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.1.2 Strekk i fiberretningen.

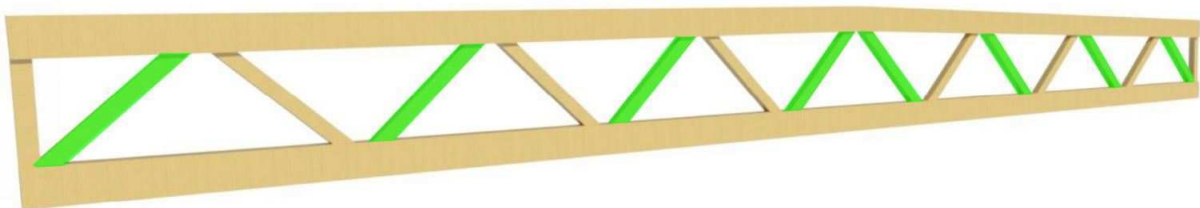
Følgende betingelser skal være oppfylt:

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d} \quad (6.1)$$

$\sigma_{t,0,d}$ Dimensjonerende strekkspenning i fiberretningen.

$f_{t,0,d}$ Dimensjonerende strekkfasthet i fiberretningen.

TRYKKSTAVER



Figur 29 - Trykkstaver

Skråstavene i et fagverk som blir utsatt for trykkrefter, blir utsatt for kreftene i fiberretningen til materialet.

Tverrsnittskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.1.4 Trykk i fiberretningen.

Følgende betingelser skal være oppfylt:

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} \quad (6.2)$$

$\sigma_{c,0,d}$ Dimensjonerende trykkspenning i fiberretningen.

$f_{c,0,d}$ Dimensjonerende trykkfasthet i fiberretningen.

Stabilitetskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.3.2 Søylar utsatt for bøying eller en kombinasjon av bøying og trykk.

Følgende betingelser skal være oppfylt:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

Hvor $k_{c,y}$ og $k_{c,z}$ er instabilitetsfaktorer.

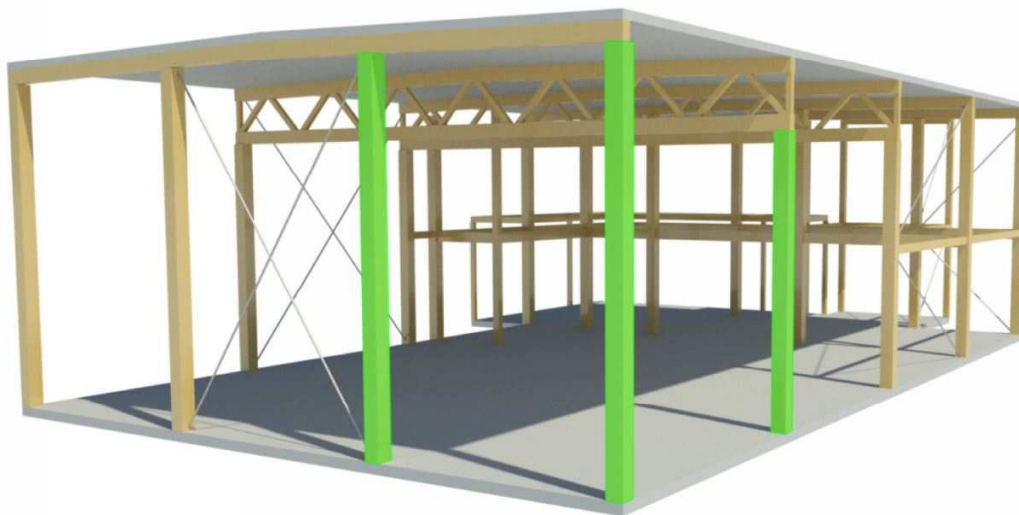
Siden trykkstavene kun blir utsatt for trykk faller de siste to leddene bort i ligningen og vi sitter igjen med:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

5.3 SØYLER

Søylene belastes med snølast, lastene fra Lett-taket, lastene fra fagverkene, lastene fra randbjelkene, lastene fra takbjelkene og de horisontale lastene grunnet vind. Det vil si at søylene er utsatt for bøying og aksialt trykk (evt. strekk om vindkreftene er store nok.). Aksialkreftene kommer fra lastene på taket, fagverket, randbjelkene og takbjelkene. Bøyingen, momentet, kommer fra vindkreftene.



Figur 30 – Skisse av søyler i 3D modellen (markert grønn)

Vi kan skille hovedsøylene inn i tre hovedkategorier: hjørnesøyler, søyler langs gavlveggene og søyler langs langsiden, hvor hjørnesøylene er de eneste som får moment om begge akser, grunnet trykk- og sugkrefter fra vind.

Stabilitetskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.3.2 Søyler utsatt for bøying eller en kombinasjon av bøying og trykk.

Følgende betingelser skal være oppfylt:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

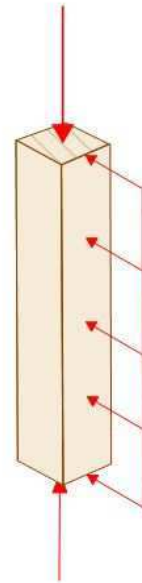
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

Der både $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ og $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ må også uttrykkene 6.19 og 6.20 tilfredsstilles.

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.20)$$

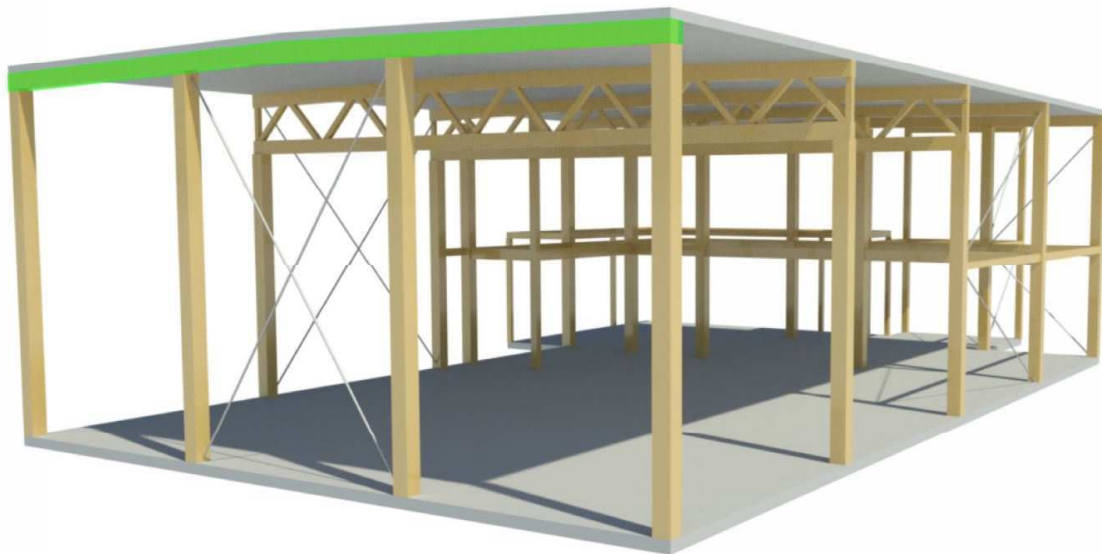
$\sigma_{c,0,d}$	Dimensjonerende trykkspenning.
$f_{c,0,d}$	Dimensjonerende trykkfasthet.
$\sigma_{m,y,d}$	Dimensjonerende bøyespenning om Y-akse.
$f_{m,y,d}$	Dimensjonerende materialfasthet.
$k_{c,y}, k_{c,z}$	Instabilitetsfaktorer.
k_m	Reduksjonsfaktor, avhengig av tverrsnittstype.
$\sigma_{m,z,d}$	Dimensjonerende bøyespenning om Z-akse.
$f_{m,z,d}$	Dimensjonerende materialfasthet.
$f_{m,z,d}$	Dimensjonerende materialfasthet.
λ_{rel}	Relativ slankhet



Figur 31 – Skisse av søyle.

5.4 RANDBJELKE

Randbjelken ligger over søylene i gavlveggen og har som hensikt å føre lasten fra taket ned i søylene og videre ned i fundamentene, samt å føre vindlasten fra horisontalavstiverne ned i fundamentene. Randbjelkene blir dermed utsatt for både aksialt trykk og moment.



Figur 32 - Randbjelke markert grønn

Tverrsnittskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010. 6.2.4 Kombinert bøyning og aksialt trykk.

Følgende uttrykk må være oppfylt:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$$

$\sigma_{c,0,d}$ Dimensjonerende trykkspenning i fiberretning.

$f_{c,0,d}$ Dimensjonerende trykkfasthet i fiberretning.

$\sigma_{m,y,d}$ Dimensjonerende bøyespenning om Y-akse.

$f_{m,y,d}$ Dimensjonerende bøyefasthet om Y-akse.

Lett-taket er stivt, noe som gjør at det ikke er noe moment om Z. Dermed faller siste ledd i ligningen bort.

Stabilitetskontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.3.3 Bjelker utsatt for bøyning eller en kombinasjon av bøyning og trykk.

Kombinasjonen av moment om sterk akse og aksialkreftene gir oss følgende betingelse som skal oppfylles:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (6.35)$$

k_{crit} Faktor som tar hensyn til redusert bøyefasthet grunnet sideveis utbøyning.

$k_{c,z}$ Instabilitetsfaktor.

Skjærkontroll: NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 6.1.7 Skjær.

Følgende betingelser skal være oppfylt:

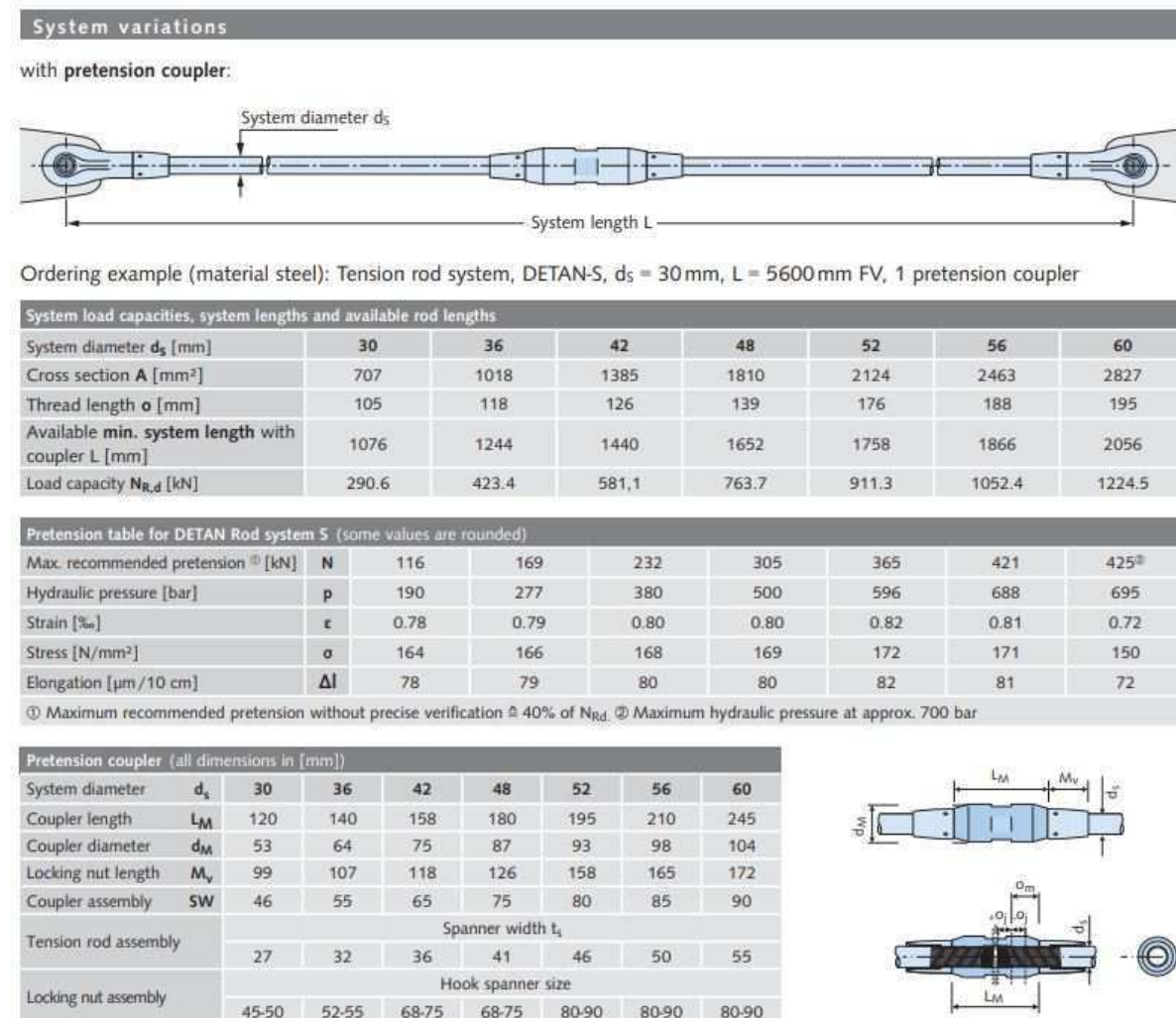
$$\tau_d \leq f_{vd} \quad (6.13)$$

τ_d Dimensjonerende skjærspenning.

f_{vd} Dimensjonerende skjærfasthet.

5.5 HORISONTALAVSTIVNING

For horisontalavstivningen forutsetter vi å benytte oss av preaksepterte løsninger med strekkstagsystemet DECAN Strekkstagsystem levert fra Halfen AS. Her er det oppgitt aksialkapasiteter for systemet. (DECAN Produktkatalog, 2019, s. 24)



Figur 33 - Systemvarianter fra DECAN Strekkstagsystem

5.6 MILJØ

For å vurdere miljøpåvirkningen av de to bæresystemene opp imot hverandre setter vi opp en livssyklusanalyse for hvert av alternativene og sammenligner dem. «Livssyklusanalyse (LCA) er en metode for å vurdere miljøpåvirkningen av et produkt eller et bygg gjennom hele livsløpet, helt fra råvareuttak, gjennom produksjon og i bruk og til avhending av produktet» (Sintef, 2021). Miljøberegningen kan så beregnes for hele eller deler av livsløpet.

Hjelpemidlene vi har tatt i bruk for å gjennomføre denne analysen er:

- One Click LCA
- EPD-Norge

One Click LCA er et av mange beregningsprogram som lar oss beregne miljøpåvirkningen av en konstruksjon eller en konstruksjonsdel. Dette er et avansert program som regner ut miljøbelastningen gjennom hele produktets livsløp, fra råvareutvinning til avhending av produktet. Det er Statsbygg i samarbeid med Bionova som har utviklet programvaren og det er dette verktøyet som «tok over» for klimagassregnskap.no i 2017.

I utgangspunktet vil vi benytte oss av miljødeklarasjoner fra EPD-Norge for å gjennomføre miljøberegningene. I tillegg vil vi benytte oss av One Click LCA for å verifisere beregningene.

En EPD (Environmental Product Declaration) er et kortfattet tredjeparts verifisert og registrert dokument med transparent og sammenlignbar informasjon om produkters miljøprestasjon gjennom hele livssyklusen. Både den bakenforliggende LCA (Life-Cycle Assessment) og EPD er alltid basert på internasjonale standarder. (EPD-Norge, 2021)

Tabell 14 - Livsløpsfaser EPD-Norge

Produktfase			Konstruksjon installasjon fase		Bruksfase							Slutfase			Etter endt levetid	
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjon installasjon fase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk-gjenvinning-resirkulering-poteniale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

En ting som er viktig å merke seg når det kommer til sammenligning av miljøpåvirkning er at man må være veldig bevisst på hva det er man måler, hvilke verdier man putter inn i miljøregnskapet og hvilke verdier som ikke tas med. Å opparbeide et 100% nøyaktig miljøregnskap vil i de aller fleste tilfeller være veldig vanskelig. I et miljøregnskap handler det om å sette opp gode og nøyaktige rammer og parametere som gjør at sammenligningsgrunnlaget og sammenligningsresultatene er så reelle som mulig.

Derfor har vi i denne oppgaven valgt to forskjellige måter å sammenligne miljøregnskapene. En der produktfasen, A1 til A3 legges til grunn, og en der hele bæresystemets livsløp legges til grunn. Dette gjøres for å danne et så godt bilde som mulig av de to forskjellige bæresystemenes miljøpåvirkning. Og på grunn av de store forskjellene på materialegenskapene med tanke på karbonlagring og klimagassutslipp ble vi i samråd med veilederne enige om at det er hensiktsmessig å gjøre det på denne måten.

Som nevnt tidligere varierer klimaavtrykket til produksjonen av stål veldig fra produsent til produsent og basert på hvilken metode som er benyttet til å produsere stålet: Enten fra masovn og oksygenkonverter, på engelsk Blast Furnace (BF) og Basic Oxygen Furnace (BOF), eller fra elektrisk lysbueovn, på engelsk Electric Arc Furnace (EAF). For å fremskaffe et tilstrekkelig sammenligningsgrunnlag vil vi derfor benytte oss av EPDer fra forskjellige produsenter av stål.

En utfordring vi møter på her er at stålprodusenter som produserer lite miljøvennlig stål naturligvis også er dårligere til å dokumentere sine miljøregnskap. Etter konsultasjon med Morten G. Johansen, distriktssjef for Norsk Stål, kunne vi slå fast at det er vanskelig å finne kvalitative, verifiserte miljøregnskap for stålprodusenter som produserer lite miljøvennlig stål. Her er det store mørketall innad i bransjen. Blant annet kom det frem at EPDer kun er en utbredt bransjestandard i den nordvestlige verden, men at det sprer seg raskt, ettersom det jobbes hardt mot en grønnere industri. Det vil si at vi sammenligner limtreet med stål fra gode, miljøbevisste, pålitelige og relevante stålprodusenter. Dette fører til at resultatene vil slå mer positivt ut for stålet enn det hadde gjort hadde vi tatt med tall fra mindre miljøbevisste stålprodusenter. Allikevel mener vi, i samråd med veileder, at det er mest hensiktsmessig å sammenligne limtreet opp mot leverandører som faktisk er reelle og leverer stål av kvalitet og miljøavtrykk som tilfredsstillende dagens krav.

Etter konsultasjon med Norsk Stål og veiledere kom vi frem til at vi legger følgende pålitelige EPDer til grunn for våre miljøberegninger:

NEPD-434-305-EN: Celsa Steel Service AS. Norskprodusert stål. >99% gjenvunnet stål. Dette er noe av det aller mest miljøvennlige stålet som finnes på markedet. En viktig presisering her er at dette er norskprodusert stål som i hovedsak er ment for armering. Så å sammenligne denne typen stål med de to nedenfornevnte ståltypene er noe urealistisk, men i samråd med veileder velger vi å ta med stålet fra Celsa Steel Service for å se hvordan noe av det mest miljøvennlige stålet som finnes, tåler å sammenlignes med limtre og stål som benyttes i dagens industri.

NEPD-475-331-EN: SSAB Europe OY. Structural hollow sections, precision tubes, line pipes, steel sections and piles.

NEPD-2526-1260-NO: Norsk Stål AS. Bjelker og Formstål.

NEPD-1576-605-NO: Moelven Limtre AS. Standard limtrebjelke

For utfyllende informasjon om produktene, se de respektive EPDene.

5.7 ØKONOMI

Et av sammenligningskriteriene i denne oppgaven er å sammenligne løsningene med hensyn til økonomi. Som beskrevet under forutsetninger, avsnitt 3.1.4, vil hovedvekten på den økonomiske sammenligningen ligge på materialkostnadene. I tillegg har vi innhentet priser fra relevante, pålitelige og troverdige leverandører. Så vår forutsetning for å sammenligne løsningene med hensyn på økonomi baserer seg på intern konsultasjon fra Pro-Consult AS, og konsultasjon med Vestlandske Limtreindustri AS, Moelven Limtre AS og IPOA AS som leverer stålet.

For å avgrense økonomisammenligningen på en hensiktsmessig måte, der det er bæresystemet som sammenlignes, har vi i samråd med veileder utelatt noen punkter som i all hovedsak ikke vil utgjøre en betydelig forskjell om bygget settes opp med et bæresystem av tre eller stål.

Punktene som utelates er:

- Drift, vedlikehold og rengjøring i byggets levetid.
- Lett-taket
- Fundamentering
- Etasjeskiller i kontordel
- Yttervegger og innervegger.

Kort oppsummert er det altså bæresystem mot bæresystem, skjelett mot skjelett, over fundamentnivå som sammenlignes.

5.8 INFORMASJONSMODELLER

FEM-Design

FEM-Design-modellen er i sin helhet modellert og satt opp av undertegnede. Programvaren er avansert med kompliserte formler og algoritmer som lar deg løse kompliserte konstruksjonsstrukturer mye raskere enn ved manuelle beregninger. For å få ut riktig data er det viktig med god forståelse av strukturen bak programvaren, formler, beregninger, laster, lastkombinasjoner og konstruksjonssikkerhet for å kunne modellere opp riktig og sette inn riktige inngangsverdier. Det ble brukt atskillig tid for å sette seg inn i og lære seg FEM-Design. I etterkant ser vi at dette er veldig relevant og ikke minst nyttig både for oppgaven sin skyld, men også for videre arbeider med konstruksjonssikkerhet og dimensjonering. For fullstendig dimensjoneringsrapport se *vedlegg 9 FEM-Design Limtre*.

Focus Konstruksjon

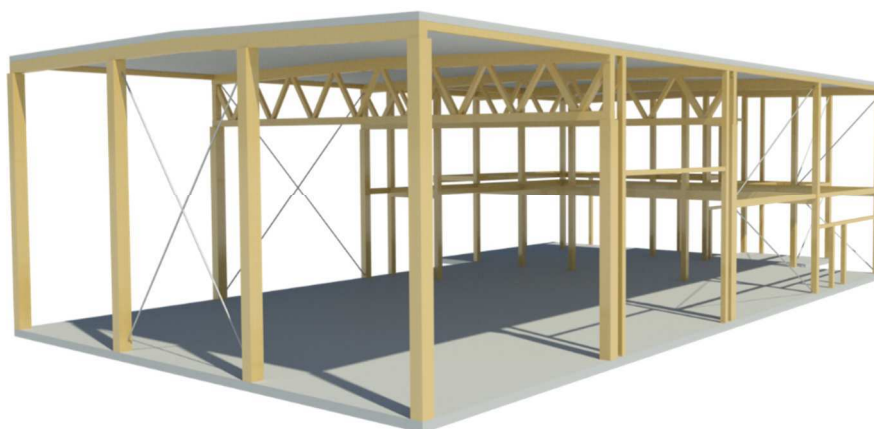
Det som er nevnt i forrige avsnitt gjelder for alle beregningsprogram. Det er viktig å ha kunnskap om strukturen bak programvaren og ha en forståelse av grunnleggende konstruksjonssikkerhet. Det ble også brukt en god del tid på å sette seg inn i og lære seg dette beregningsprogrammet. Men det samme kan også sies om Focus Konstruksjon: at dette er veldig relevant og ikke minst nyttig både for oppgaven sin skyld, men også for videre arbeider med konstruksjonssikkerhet og dimensjonering. For fullstendig dimensjoneringsrapport for fagverk og bjelker se *vedlegg 3 til 8*.

Revit

Revit er programvaren som er benyttet til å modellere opp digitale tvillinger til konstruksjonene, både i stål og i limtre. Alle figurer av konstruksjonene er laget i og hentet ut ifra Revit. De digitale tvillingene er modellert som informasjonsmodeller og hver konstruksjonskomponent inneholder en hel del informasjon: geometrisk data, men også materialegenskaper og leverandører etc. For fullstendig modell se vedlagt Revitmodell.

6 RESULTATER

6.1 DIMENSJONERINGSRESULTAT – LIMTRE



Figur 34 - Endelig bæresystem i limtre

Tabell 15 - Dimensjoneringsresultat limtre

Dimensjoneringsresultat LIMTRE		
Dimensjon (mm)	Kommentar	Antall
Søyler		
300x300	Akse 1, 2 og aksekryss A3	7
250x250	Aksekryss D3	1
200x200	Akse 4, 5 og i trappeoppgang	14
150x150	Bæring balkong og sekundærsøyler	17
Bjelker		
200x300	Randbjelke	2
200x400	Bæring for etasjeskiller	9
200x350	Tak i Akse 4	1
200x200	Bæring mellom akse 3 og 4	4
200x300	Bæring balkong	3
200x200	Bæring balkong	22
115x200	Balkong	6
115x150	Sekundærbjelker	8
115x115	Sekundærbjelker	5
Fagverk		
200x300	Overgurt	2
200x200	Undergurt	2
180x200	Vertikalstav	4
115x180	Skråstav	8
115x115	Skråstav	24

Bæresystemet visualiseres best i informasjonsmodellen modellert i Revit. Se vedlagt Revitmodell.

Kort oppsummert består bæresystemet i limtre av:

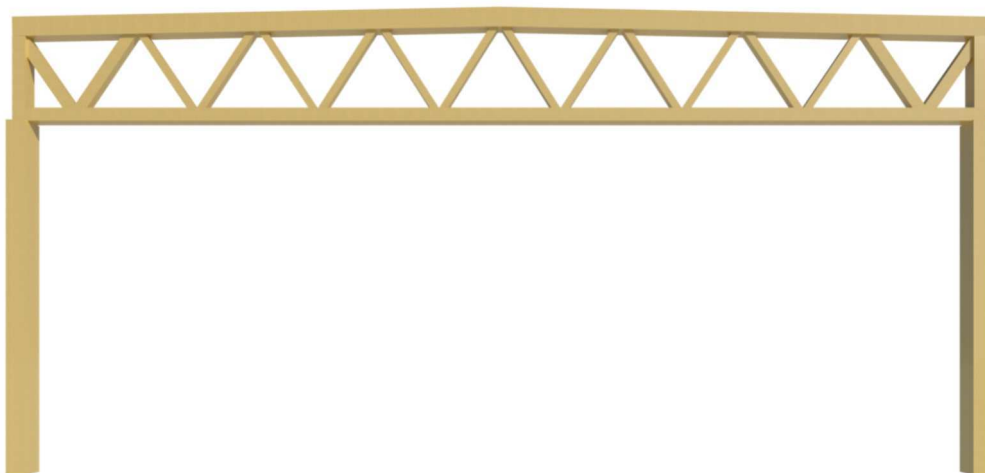
- 2 stk. randbjelker
- 2 stk. fagverk (evt. 2 stk. bjelker med massivt tverrsnitt)
- 4 stk. hjørnesøyler
- 8 stk. søyler langs gavlvegg (inkl. hjørnesøyler)
- 8 stk. søyler i langvegg (eks. hjørnesøyler)
- 1 stk. takbjelke med massivt tverrsnitt.

Oppsummering

Ut ifra informasjonsmodellen leser vi at bæresystemet i limtre består av 23,299 m³ limtre (se vedlegg). I NEPD-1576-605-NO Standard limtrebjelke av Moelven leser vi at gjennomsnittlig densitet for norsk limtre av gran ligger på cirka 425 kg/m³ selv om EN 14080:2013+NA:2016 sier at densiteten ligger på 470kg/m³. Etter konsultasjon med veileder velger vi å benytte oss av verdiene oppgitt fra Moelven.

Bæresystemet slik det er dimensjonert gir oss et volum på **23,3 m³** som tilsvarer en vekt på **9902,1 kg**. Se vedlagt Revitmodell.

6.1.1 FAGVERK



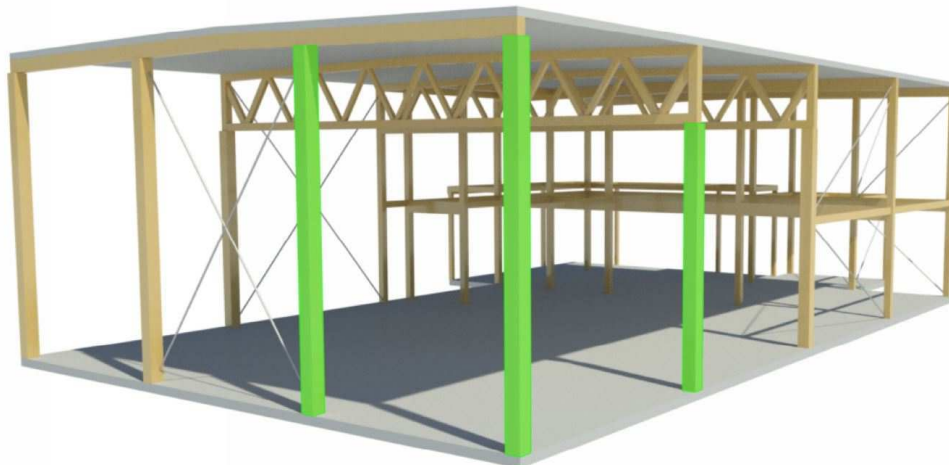
Figur 35 - Endelig fagverk i limtre

Fagverket ble beregnet og dimensjonert i Focus Konstruksjon. Det ble brukt en del tid og ressurser på å lage et godt oppsett i programmet som gjorde at vi enkelt kunne bytte dimensjoner på de forskjellige konstruksjonskomponentene og samtidig få ut gode rapporter. Dette gjorde at vi kom frem til et optimalisert fagverk som vist ovenfor. Limtreboka anbefaler en høyde på fagverket lik $1/10$ for at forbindelsene skal kunne ta opp stavkreftene. Derfor har vi kommet frem til midtre høyde på 1,50 meter og en høyde på endene på 1,35 meter. Vi har vurdert utallige størrelser og dimensjoner og det endelige, optimaliserte, fagverket som vi landet på er dette:

Overgurt:	200x300mm
Undergurt:	200x200mm
Skråstaver:	115x115mm
Forsterkede skråstaver:	115x180mm
Vertikalstaver:	180x200mm

For fullstendig dimensjoneringsrapport på fagverket se *vedlegg 3 Fagverk i bruddgrensetilstand* og *vedlegg 4 Fagverk i ulykkestilstand*.

6.1.2 SØYLER



Figur 36 - Søylar markert i grønt i endelig modell

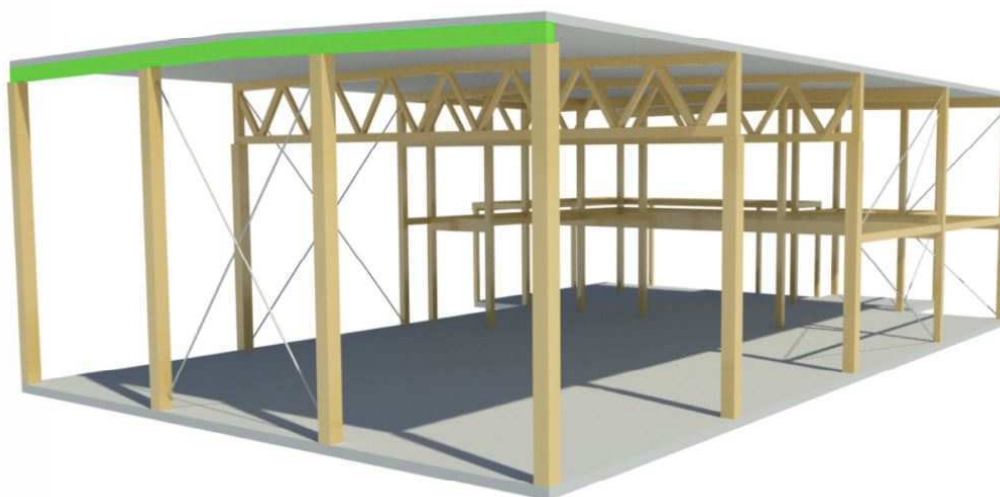
For fullstendig dimensjoneringsrapport på søylene se *vedlegg 9 FEM-Design Limtre*. I utgangspunktet har vi tre forskjellige søyler pluss et spesialtverrsnitt grunnet forskyvning som kommer fra horisontallastene. Utgangspunktet var at det kun var hjørnesøylene som skulle ha et tverrsnitt på 300x300, men på grunn av kreftene fra horisontalavstivningen måtte vi også gå

opp i dimensjon der det viste seg at strekkstagene overførte krefter som tilsa det. Det optimaliserte søyleverrsnittene vi landet på er disse:

Tabell 16 - Optimaliserte søyleverrsnitt

Dimensjoneringsresultat LIMTRE		
Dimensjon (mm)	Kommentar	Antall
Søyer		
300x300	Akse 1, 2 og aksekryss A3	7
250x250	Aksekryss D3	1
200x200	Akse 4, 5 og i trappeoppgang	14
150x150	Bæring balkong og sekundærsøyer	17

6.1.3 RANDBJELKE

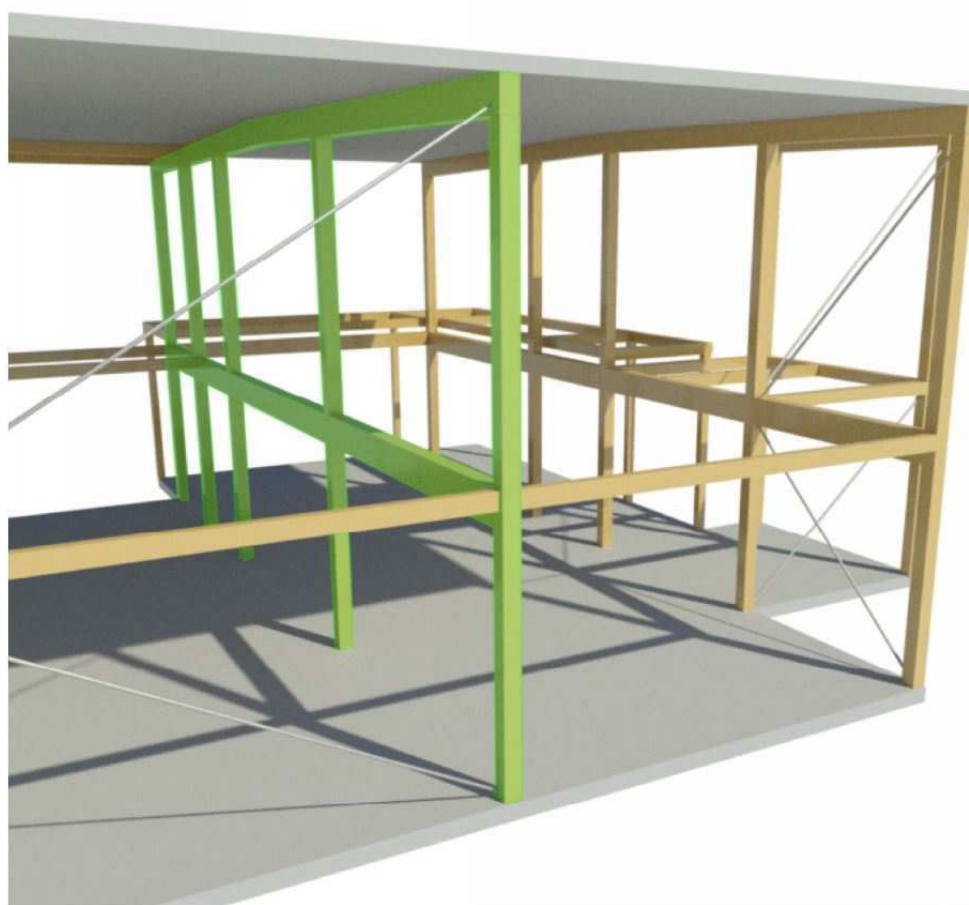


Figur 37 - Optimalisert randbjelke

For fullstendig dimensjoneringsrapport se *vedlegg 5 Randbjelke bruddgrensetilstand* og *vedlegg 6 Randbjelke i ulykkestilstand*. Randbjelken ble dimensjonert i Focus Konstruksjon, på samme måte som fagverket. Optimalisert tverrsnitt for randbjelken landet på 200x300mm.

6.1.4 BÆRING AV ETASJESKILLER

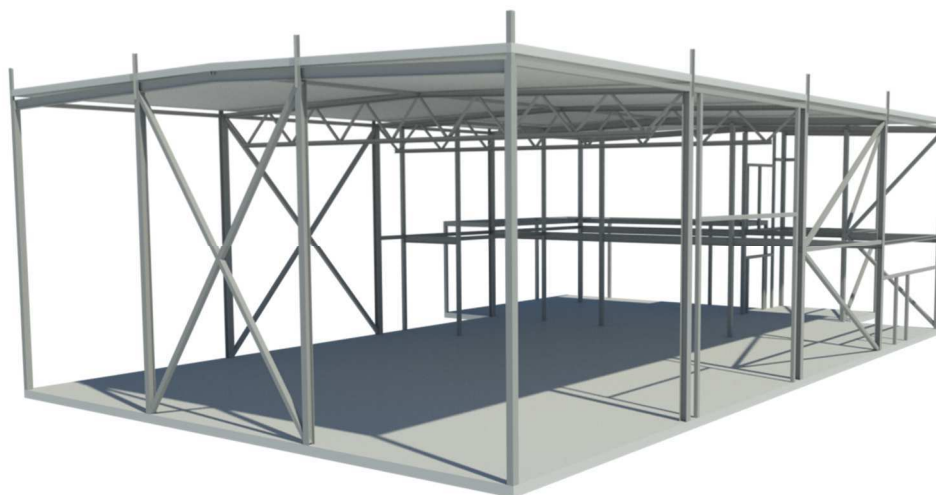
For fullstendig dimensjoneringsrapport av bæring av etasjeskille i akse 4 se *vedlegg 7 Akse 4 bruddgrensetilstand*, *vedlegg 8 Akse 4 i ulykkestilstand* og *vedlegg 9 FEM-Design Limtre*.



Figur 38 - Bæring Akse 4

I akse 4 og akse 5 har vi både laster fra takplanet og fra etasjeskilleren, så her kom kombinasjonen av beregningene fra Focus Konstruksjon og FEM-Design ekstra godt til nytte.

6.2 DIMENSJONERINGSRESULTAT – STÅL



Figur 39 - Bæresystem i stål

Tabell 17 - Dimensjoneringsresultat stål

Dimensjoneringsresultat STÅL		
Dimensjon (mm)	Kommentar	Antall
Søyler		
HUP 150x150		9
HUP 140x140		2
HUP 120x120		14
HUP 100x100		15
HEA 160		2
HEA 180		6
Bjelker		
IPE 220		5
IPE 240		4
IPE 270		5
HEA 120		8
HEA 200		1
CFRHS 80x5		4
CFRHS 100x5		15
Fagverk		
HEA 140	Overgurt	2
HEA 120	Undergurt	2
CFRHS 60x5	Skråstav	32
Totalt		14 985 kg

Ferdig detaljprosjektert stålmodell er i sin helhet mottatt fra Pro-Consult AS. Bæresystemet visualiseres best i informasjonsmodellen mottatt fra Pro-Consult. Se vedlagt stålmodell.

Fra informasjonsmodellen kan vi eksportere ståltabeller og mengder ved å sette opp en tilpasset konverteringskalkyle. Se vedlagt stålmodell. Bæresystemet i stål slik det er dimensjonert gir oss en vekt på **14 985kg**.

6.3 MILJØ

I denne oppgaven sammenlignes limtreet med stål fra gode, miljøbevisste, pålitelige og relevante stålprodusenter. Dette fører til at resultatene vil slå mer positivt ut for stålet enn det hadde gjort om vi hadde tatt med tall fra mindre miljøbevisste stålprodusenter.

Etter konsultasjon med Norsk Stål og veiledere kom vi frem til at vi legger følgende pålitelige EPDer til grunn for våre miljøberegninger:

Stål:

- NEPD-434-305-EN: Celsa Steel Service AS. >99% gjenvunnet stål.
- NEPD-475-331-EN: SSAB Europe OY. Structural hollow sections, precision tubes, line pipes, steel sections and piles.
- NEPD-2526-1260-NO: Norsk Stål AS. Bjelker og Formstål.

Limtre:

- NEPD-1576-605-NO: Moelven Limtre AS. Standard limtrebjelke

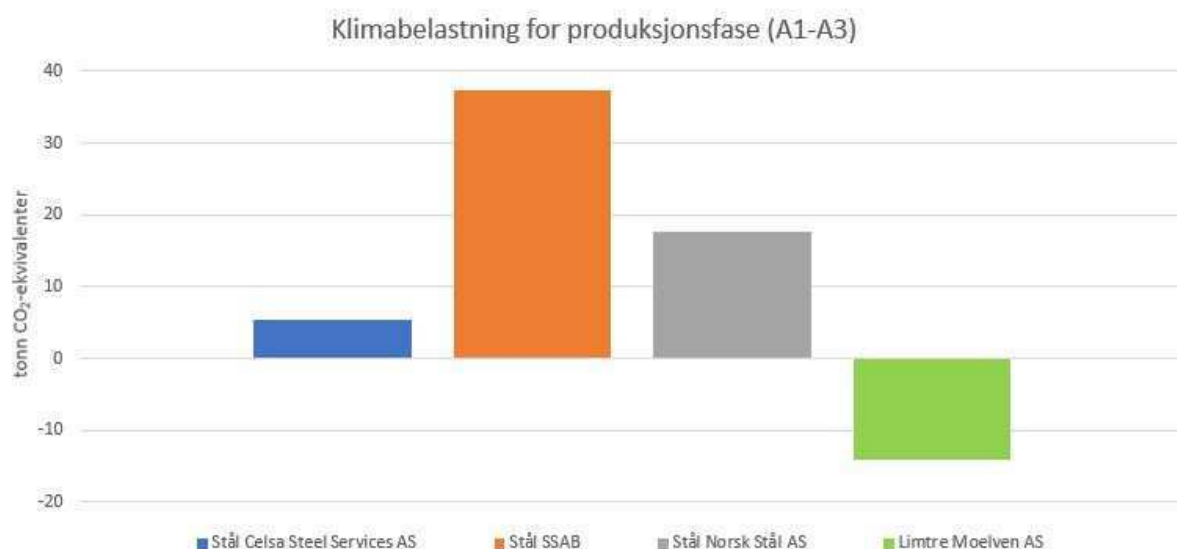
I sammenligningsberegningen har vi lagt inn følgende data:

- GWP (Globalt oppvarmingspotensial) – kg CO₂-ekvivalenter
- Totalt vekt stål
- Total masse limtre

For klimabelastingsresultater for produktfasen (A1-A3, vugge til port) se tabell 18 og figur 40.

Tabell 18 - Klimabelastning for produksjonsfase (A1-A3) basert på EPD

Klimabelastning for produksjonsfase (A1-A3) basert på EPD						
Materiale	Levrandør	Vekt eller masse		GWP (A1-A3)		Totalt kg CO ₂ -ekvivalenter
Stål	Celsa Steel Services AS	14 985	kg	0,36	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. kg	5395
	SSAB			2,49	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. kg	37313
	Norsk Stål AS			1,18	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. kg	17682
Limtre	Moelven AS	23,299	m ³	-608	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. m ³	-14166



Figur 40 - Diagram som viser klimabelastningen for produksjonsfase (A1-A3)

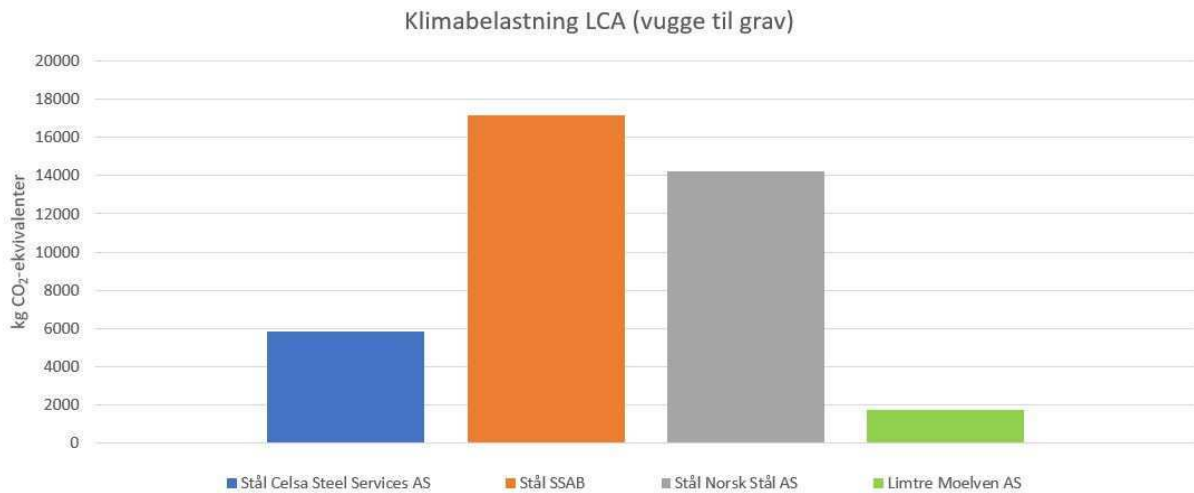
Ut ifra tabell 18 og figur 40 ser vi at limtrekonstruksjonen utgjør et bidrag på minus 14 166 kg CO₂-ekvivalenter, altså biolagring i produktfasen. Sammenlignet med sine konkurrenter i stål utgjør dette en enorm forskjell. Stålet fra Norsk Stål AS har et utslipp på litt mer enn det samme som limtreet fra Moelven bare med positivt fortegn. Det vil si at ca. like mange CO₂-ekvivalenter som stålet fra Norsk Stål AS slipper ut, lagrer limtreet fra Moelven. Stålet fra SSAB slipper ut mer enn dobbelt så mange CO₂-ekvivalenter som stålet fra Norsk Stål. Stålet fra Celsa Steel Service AS, som er blant det «grønneste» stålet i verden, består av >99% gjenvunnet stål og har et utslipp på kun 5395 kg CO₂-ekvivalenter.

Noe som er viktig å merke seg her er at mesteparten av limtreets klimagassutslipp skjer i avslutningsfasen. I produktfasen vil det hovedsakelig være karbonlagring. Stålet på sin side vil ha mesteparten av sine klimagassutslipp i sin produktfase. Dette fører til at diagrammet ser ut som det gjør på figur 40. Utfra dette kan vi lese at den umiddelbare forurensningen er veldig mye større for et bæresystem av stål kontra bæresystem i limtre.

For hele livsløpsanalysen fra vugge til grav se tabell 19 og figur 41.

Tabell 19 - Klimabelastning LCA

Klimabelastning LCA (vugge til grav) basert på EPD						
Materiale	Levrandør	Vekt eller masse		GWP (vugge til grav)		Totalt kg CO ₂ -ekvivalenter
Stål	Celsa Steel Services AS	14 985	kg	0,39	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. kg	5828
	SSAB			1,15	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. kg	17161
	Norsk Stål AS			0,95	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. kg	14199
Limtre	Moelven AS	23,299	m ³	75,3	kg CO ₂ -ekvivalenter pr. m ³	1755



Figur 41 - Diagram som viser klimabelastningen LCA

Ut ifra tabell 19 og figur 41 ser vi at det totale utslippet CO₂-ekvivalenter etter endt livsløp er på 1 755 kg for limtreet fra Moelven. Stålet levert fra SSAB slipper ut nesten 10 ganger så mange CO₂-ekvivalenter som limtreet, mens stålet fra Norsk Stål slipper ut over 8 ganger så mange CO₂-ekvivalenter som limtreet. Selv det mest miljøvennlige stålet fra Celsa Steel Service har over 3,3 ganger så stort utslipp CO₂-ekvivalenter.

Ut ifra disse resultatene kan vi slå fast at et bæresystem i stål levert fra en av disse leverandørene forurenses mer enn et tilsvarende bæresystem i limtre levert fra Moelven. For disse leverandørene, et sted mellom 3,3 og 10 ganger så mye.

6.4 ØKONOMI

I denne oppgaven har vi innhentet priser fra den aktuelle stålleverandøren som skal levere stålet til den faktiske bygningen. Disse prisene er levert med forbehold om at de ikke nødvendigvis er ferdig justert i henhold til indeks ettersom at stålprisene pr. dags dato (06.05.2021) fluktuierer veldig grunnet ringvirkninger av Covid-19.

Pandemien har også medført at flere konsumenter og lagerholdere har redusert sine lagre til et minimum. Samtidig har Asia og spesielt det kinesiske markedet hatt økende vekst gjennom året og aktiviteten er på et høyt nivå. Kina har i 2020 økt sin import av stål med over 60% samtidig, og er for første gang på elleve år netto importør av stål. Dette har bidratt til ytterligere prispress på de europeiske verkene. En handelskrig mellom Kina og Australia har dessuten presset prisen på jernmalm til rekordhøyder, som igjen fører til økt etterspørsel og økte priser på skrapjern. På toppen av dette har fraktprisen på containere fra Asia blitt tredoblet, som i sum gjør import fra Østen lite konkurransedyktig på en del produkter. Samtidig ble importkvotene på stål inn i Europa redusert. (Norsk Stålforbund, 2021)

Allikevel må den innhentede prisen sies å gi en veldig god pekepinn på kostnadsbildet av den bærende konstruksjonen i stål.

Stålpriser (eks. mva.):

Materialkost (inkl. prosjektering):	kr. 325 000,-
Brannmaling:	kr. 15 000,-
Transport:	kr. 30 000,-
Montasje:	kr. 130 000,-
Totalt:	kr. 500 000,-

For limtreprisen har vi i denne oppgaven vært i kontakt med Vestlandske Limtreindustri AS og Moelven Limtre AS. Her presiseres det, som beskrevet i kapittel 4.4 Teori Fagverk, at løsningen som er priset er med bjelke med massivt tverrsnitt i akse 2 og 3, fremfor fagverk. Se vedlegg 10 og 11.

Trond Egil Nyløkken hos Moelven Limtre AS anslår at totalprisen for en limtrekonstruksjon av den typen og størrelse vil lande på et sted mellom 20 000 kr og 25 000 kr pr. m³. Det er ferdig montert og med festemidler, beslag og horisontalavstivning inkludert. Vestlandske Limtreindustri AS priset bygget basert på oversendt materialliste og kom med følgende priser.

Limtrepriser (eks. mva.):

Materialkost:	kr. 260 000,-
Festemidler og beslag:	kr. 50 000,-
Transport:	kr. 6 000,-
Prosjektering:	kr. 15 000,-
Montasje (estimat fra entreprenør):	kr. 130 000,-
Horisontalavstivning (Halfen):	kr. 50 000,-
Totalt:	kr. 511 000,-

Igjen må det presiseres at dette er prisestimer og ikke endelig pristilbud. Prisen på trelast har i likhet med stål også avviket fra normalen. I hovedsak har prisene steget.

«Til Byggeindustrien sier Flygel at NESO har fått varselet om prisoppgangen fra trelastprodusenter, som har meldt om en prisoppgang på hele 20 prosent fra 1. april. Prisene på byggevarer reguleres normalt to ganger årlig, 1. oktober og 1. april.» (Flygel, 2021)

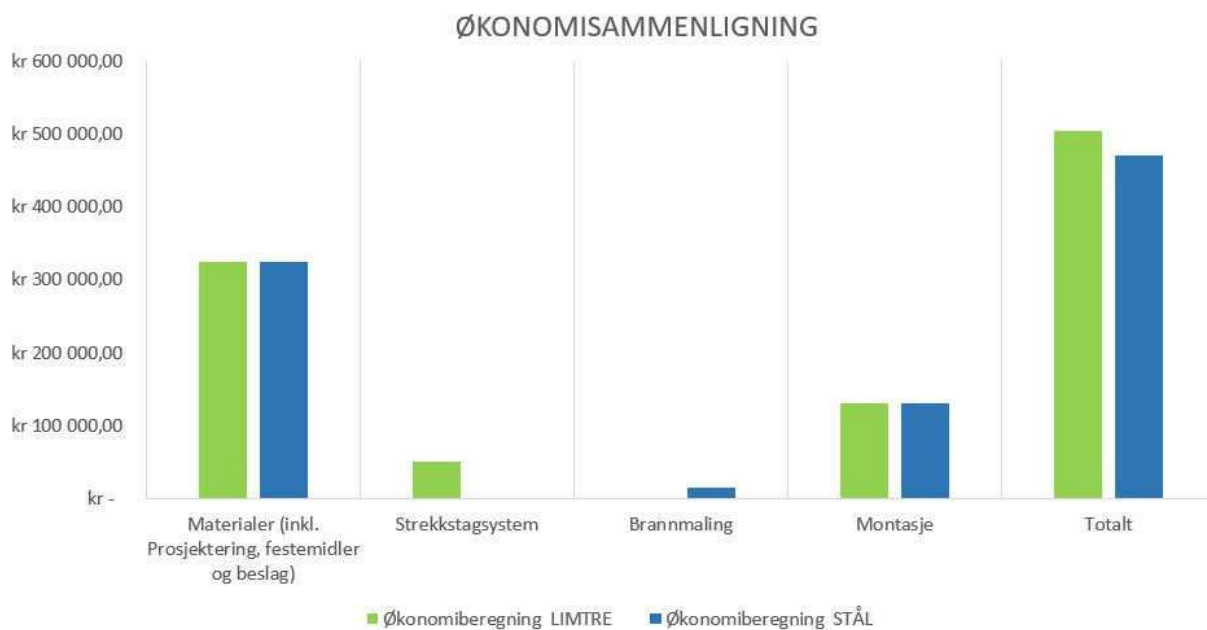
Allikevel må de innhentede prisene sies å være en god veiledning og en god pekepinn på kostnadsbildet av den bærende konstruksjonen i limtre.

Siden Vestlandske Limtreindustri AS tilfeldigvis hadde en produksjonshall så nærme eksempelbygningen, så valgte vi i samråd med veileder å neglisjere transportkostnadene siden disse ikke ville være representative om bygningen skulle oppføres et annet sted i Norge.

Som vi kan lese av tabell 20 og figur 42 så ligger de to løsningene veldig nærme hverandre på pris. Det er kun 35 000 kr som skiller de to løsningene.

Tabell 20 - Økonomiberegning (eks. transport)

Økonomiberegning				
Kostnadstype	LIMTRE		STÅL	
Materialer (inkl. Prosjektering, festemidler og beslag)	kr	325 000,00	kr	325 000,00
Strekstagsystem	kr	50 000,00	kr	-
Brannmaling	kr	-	kr	15 000,00
Montasje	kr	130 000,00	kr	130 000,00
Totalt	kr	505 000,00	kr	470 000,00



Figur 42 - Økonomisammenligning

7 DISKUSJON OG ANALYSE

7.1 DIMENSJONERING

Et av sammenligningskriteriene var om det er mulig å dimensjonere et funksjonelt bæresystem i limtre tilsvarende det prosjekterte bæresystemet i stål. Som nevnt tidligere i oppgaven er ikke limtrefagverk økonomisk forsvarlig for spenn av denne størrelsen. Derfor dimensjonerte vi i tillegg en bjelke med massivt tverrsnitt som vist i vedlegg 10 og 11. Videre må det sies at det ikke er noen spesielle eller spesielt store krefter å ta hensyn til ved dimensjoneringen av denne bygningen med tanke på type bygning, plassering og grunnforhold. Dette fører igjen til at vi får forholdsvis enkle og greie tverrsnitt som man kan lese ut fra resultatene.

7.2 MILJØ

Ut ifra resultatene kan vi lese at et bæresystem i stål levert fra en av disse leverandørene forurenses mer enn et tilsvarende bæresystem i limtre levert fra Moelven, både på kort sikt og om man skal legge hele livsløpet til grunn. For disse leverandørene, et sted mellom 3,3 og 10 ganger så mye i løpet av hele livsløpet.

Basert på FNs bærekraftsmål nummer 13 og satt i et samfunnsmessig perspektiv, så er det, ut ifra resultatene av denne studien, liten tvil om at bærekonstruksjonen i limtre i et miljøperspektiv er fordelaktig i sammenligning med en bærende konstruksjon av stål.

Miljøtallene vi har valgt å se på er hentet fra EPD-Norge. Disse må sies å være gode og kvalitative med tanke på hva vi har til hensyn å måle: altså miljøbelastningen til de forskjellige materialene. Dette gjelder for alle materialene. Allikevel vil vi trekke frem en svakhet vi fant ved to av EPDene. Det gjelder *NEPD-434-305-EN: Celsa Steel Service AS. >99% gjenvunnet stål.* og *NEPD-475-331-EN: SSAB Europe OY. Structural hollow sections, precision tubes, line pipes, steel sections and piles;* altså de to EPDene til de to materialene som er mest sammenlignbare med hva slags stål som brukes i dag.

Svakheten vi vil trekke frem er at det ikke kommer klart frem av rapporten hvor stor del av råvarene, altså A1, som kommer som resirkulert stål. Det som står om resirkulering av stål er «On average, 20% scrap steel is used in the steel production, with a 90% recycling rate.» (NEPD-475-331-EN, s.5) og at det i slutfasen/resirkuleringsfasen estimeres at 92% av stålet resirkuleres. Det er derfor uklart hvor mye resirkulert stål som er brukt i produksjonsfasen.

Som nevnt tidligere har vi i denne oppgaven sammenlignet limtreet med stål fra gode, miljøbevisste, pålitelige og relevante stålprodusenter. Dette fører til at resultatene vil slå mer positivt ut for stålet enn det hadde gjort hadde vi tatt med tall fra mindre miljøbevisste stålprodusenter, som for eksempel østeuropeiske og kinesiske stålprodusenter, som ikke følger samme krav til miljøutslipp under produksjon som de produsentene som er tatt med i denne studien gjør.

En nyansering som er veldig viktig å få med seg fra resultatene er at det «grønne» stålet forurenses 3 ganger mindre enn det stålet som forurenset mest av de utvalgte EPDene. Av dette kan vi lese at det har mye å si for miljøregnskapet hvilken stålleverandør man velger til sine prosjekter.

7.3 ØKONOMI

Som vi kan lese ut fra resultatene endte prisen på den bærende konstruksjonen i limtre på 505 000 kr eks. mva. mot den bærende konstruksjonen i stål som landet på 470 000 kr eks. mva. Altså en løsning med limtre vil føre til en prisøkning på 35 000 kr eller 7,5% i forhold til en løsning med en bærende konstruksjon av stål. Prisdifferansen må kunne sies å være overraskende liten, selv om 7,5% absolutt ikke er en ubetydelig andel.

Grunnet Covid-19 avviker materialkostnadene, noe som gjør det utfordrende å skape et godt sammenligningsgrunnlag for de to forskjellige løsningene. Som nevnt tidligere må det allikevel sies at de innhentede prisene gir en veldig god rettesnor på kostnadssammenligningen av de to løsningene, både for prisene innhentet av Moelven Limtre AS, Vestlandske Limtreindustri AS og fra IPOA.

8 KONKLUSJON

8.1 KONKLUSJON

Problemstillingen for denne studien er:

Er det mulig å prosjektere et konkurransedyktig bæresystem i limtre fremfor stål til en konstruksjon av denne størrelsen?

Svaret er, etter denne studien å dømme, ja. Studien skulle baseres på tre hovedpunkter:

1. Dimensjonering
2. Miljøsammenligning
3. Økonomisammenligning

Ut ifra studien kan vi dra konklusjonen om at en bærende konstruksjon i limtre absolutt lar seg løse på en hensiktsmessig måte med hensyn på dimensjonering. Løsningen vi kom fram til gav oss forholdsvis enkle, greie og løsbare tverrsnitt. Videre kan vi også dra konklusjonen om at en bærende konstruksjon i limtre fra Moelven Limtre AS kommer bedre ut miljømessig enn de respektive løsningene i stål. Ut ifra beregningene ser vi at løsningen i limtre sparer miljøet for opptil 15,4 tonn CO₂-ekvivalenter i forhold til en løsning i stål. En annen konklusjon vi kan trekke med hensyn til miljøsammenligningen er at hvilken stålleverandør man velger er veldig avgjørende for miljøregnskapet. Det er store forskjeller på miljøbelastningen fra miljøbevisste leverandører og leverandører som ikke er miljøbevisste. Allikevel ser vi at en løsning med selv det mest miljøvennlige stålet er mer forurensende enn en løsning i limtre.

Økonomisk sett ser vi at løsningen med limtre ender opp 7,5% dyrere enn løsningen basert på stål. For dette prosjektet vil det kun utgjøre 35 000 kr som må kunne sies å være en beskjeden pris å betale for å spare miljøet for et sted mellom 12 000 og 15 400 kg CO₂-ekvivalenter.

.. dersom verden ønsker å slippe katastrofale konsekvenser i fremtiden må vi finne globale løsninger på en rekke områder. I tillegg til å kutte i utslipp og fange og lagre CO₂, må det satses mer på fornybar energi, nye industrielle systemer og endring i infrastruktur. I tillegg må vi investere i å verne, tilpasse oss og begrense skadeomfanget. (FN, 2021)

FNs bærekraftsmål nummer 13 taler klart. Det samme gjør Parisavtalen.

1. **ALLE** land har forpliktelser.
2. Det skal ikke bli mer enn 2 °C varmere, og helst ikke mer enn 1,5 °C.
3. Landene har en plan for hvordan de skal greie dette.
4. De rike landene **MÅ** betale, de mindre rike kan betale.
5. **ALLE** land må tilpasse seg klimaendringene.

Norge bør, skal og må gå foran som et godt eksempel. Det handler om fremtiden. Om ikke vi i Norge skal gå foran som et godt eksempel, hvor alle forutsetninger er til stede for å lykkes, hvem skal da gjøre det?

8.2 FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

For videre arbeid anbefales det å gjøre en full livsløpsanalyse av to fullstendig detaljprosjekterte løsninger. I en slik analyse må alle bygningskomponenter, fundamenter, armering og hele bygget være med for å se hvor stor forskjell den bærende konstruksjonen utgjør, og hva slags forskjell den bærende konstruksjonen utgjør på hva slags løsninger man går for i de forskjellige bygningskomponentene som for eksempel etasjeskiller og fasader.

Skal Norge nå sin forpliktelse til å redusere utslippene våre med 50% innen 2030 i forhold til 1993 og bli et lavutslippssamfunn i 2050 anbefaler vi å gjøre store omstillinger i miljøpolitikken. Vi anbefaler at det arbeides for at bygg- og anleggsbransjen i høyere grad blir en del av den sirkulære økonomien.

Regjeringens ekspertutvalg for grønn konkurransekraft la i 2016 frem sin rapport med forslag og anbefalinger for miljøpolitikkutforming og i samråd med veileder velger vi å ta dem med som en anbefaling om videre arbeider mot en grønnere bygg- og anleggsbransje.

Utvalgets 10 prinsipper for politikkutforming

1. Forurensere skal betale

2. Utslipp og andre eksternaliteter skal prises
3. Det vi vil ha mindre av, skattes mer. Det vi vil ha mer av, skattes mindre
4. Det skal legges til rette for at forbrukere kan foreta informerte beslutninger
5. Offentlige anskaffelser skal være grønne
6. Planlegging og investeringer skal ta utgangspunkt i målet om å bli et lavutslippsamfunn i 2050
7. Livssyklusperspektivet skal legges til grunn for offentlige investeringer og anskaffelser
8. Nye lovforslag skal inkludere en vurdering av CO₂-effekter der det er relevant
9. Grønn konkurransekraft skal bygges på velfungerende markeder
10. Det skal rapporteres på det vi vil oppnå og det vi vil unngå

9 LITTERATURLISTE

- Bell, K. og Liven, H. (2018) *Limtreboka, Beregningseksempler*. Trondheim: NTNU.
Moelven: Moelven Limtre AS. Tilgjengelig fra:
https://www.moelven.com/globalassets/moelven-limtre/limtre_eksmp_l_digital.pdf
(Hentet: 01.04.2021)
- Bell, K. Liven, H og Norske Limtreprodusenters Forening (2015) *Limtreboka*. Trondheim:
NTNU. Moelven: Moelven Limtre AS. Tilgjengelig fra:
https://www.moelven.com/globalassets/moelvenlimtre/limtreboka_2015_el2.pdf
(Hentet: 01.04.2021)
- Larsen, H. N. (2019) *BYGG- OG ANLEGGSSSEKTORENS KLIMAGASSUTSLIPP*.
Trondheim: Asplan Viak. Tilgjengelig fra:
https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp_bae_2019.pdf
(Hentet: 01.04.2021)
- Treindustrien (2013). *Treindustriens Lille Grønne*. Oslo: Treindustrien. Tilgjengelig fra:
<http://www.trefokus.no/resources/Treindustriens-lille-gronne.pdf>
(Hentet: 01.04.2021)
- Tellnes, L. G. F. (2015) *Miljødeklarasjoner for tre og trebaserte produkter*. Oslo: TreFokus
AS. Norsk Treteknisk Institutt. Tilgjengelig fra:
<http://www.treindustrien.no/resources/Miljødeklarasjoner-for-tre-og-trebaserte-produkter.pdf> (Hentet: 01.04.2021)
- Rambøll. (2012) *Analyse av dagens offentlige bygg i Norge*. Oslo: Rambøll. Tilgjengelig fra:
https://no.ramboll.com/-/media/files/rno/nyheter/sluttrapport_analysen-av-bruk-av-tre-i-offentlige-bygg-i-norge.pdf?la=no (Hentet: 01.04.2021)
- Ellefsen, V. U. og Fagerheim, F. S. (2019) *Stor etterspørsel etter bygg i tre: - Markedet eksploderer*. Nyhetsartikkel. Vestfold og Telemark: NRK. Tilgjengelig fra:
<https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/stor-etterspørsel-etter-bygg-i-tre--markedet-eksploderer-1.14806185> (Hentet: 01.04.2021)

- Myhre, K. (2020) *Stål og betong vs. massivtre*. Kronikk. Oslo: Norsk Stålfobund. Tilgjengelig fra: <https://nyheter.byggfakta.no/stal-og-betong-vs-massivtre-177763/nyhet.html>
(Hentet: 01.04.2021)
- Bugge, L. (2016) *Bruk av tre i offentlige bygg*. Oslo: Asplan Viak. Tilgjengelig fra: <https://d21dbafykfdck9.cloudfront.net/1481729588/bruk-av-tre-i-offentlige-bygg.pdf>
(Hentet: 01.04.2021)
- Lier, B. og Aasheim, P. A. (2020) *Markedsanalyse KL-tre markedet i Norge 2020-2030*. Vestby: TreBruk AS. Tilgjengelig fra: <https://www.viken.skog.no/files/documents/brosjyrer/markedsanalyse-230120.pdf>
(Hentet: 01.04.2021)
- Lier, B. og Aasheim, P. A. (2017) *Markedsanalyse massivtre markedet i Norge 2017-2024*. Vestby: TreBruk AS. Tilgjengelig fra: <https://woodworkscluster.no/wp-content/uploads/2017/06/markedsanalyse-massivtre-280217.pdf> (Hentet: 01.04.2021)
- Myhre, K. Kilvær, L. og Widenoja, E. (2018) *DP118 OMBRUK AV STÅL og tilknyttede byggematerialer*. Oslo: Norsk Stålforbund. Tilgjengelig fra: https://www.stalforbund.no/wp-content/uploads/2021/02/BD_Norway_Ombruksrapporten_utgave_1.1.pdf (Hentet: 01.04.2021)
- Statistisk Sentralbyrå (2021). *Bygningsmassen*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/bygningsmasse> (Hentet: 01.04.2021)
- Moelven Limtre AS (2021) *Historien om Moelven Limtre AS*. Tilgjengelig fra: <https://www.moelven.com/no/om-moelven/byggsystemer/Moelven-Limtre-AS/historien-om-moelven-limtre-as/> (Hentet: 01.04.2021)
- ZERO (2021). *Bygg og anlegg*. Oslo: Miljøstiftelsen ZERO. Tilgjengelig fra: <https://zero.no/fagomrade/bygg-og-anlegg/> (Hentet: 01.04.2021)
- Ryen, M. (2021) *Alle gode ting er tre*. Artikkel. Oslo: Statsbygg. Tilgjengelig fra: <https://trenytt.no/det-nye-regjeringskvartalet-statsbygg-trebruk/alle-gode-ting-er-tre/680491> (Hentet 01.04.2021)

Bjørheim, K. (2018). *Bygger høyere, raskere og billigere med massivtre*. Artikkel. TU Bygg.

Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/bygger-hoyere-raskere-og-billigere-med-massivtre-br/451131>

Reed, E. U. (2017). *Klimavennlighetens pris*. Vitenskapelig artikkel. Oslo: Cicero.

Tilgjengelig fra: <https://www.cicero.oslo.no/no/posts/klima/klimavennlighetens-pris>
(Hentet: 01.04.2021)

FN-sambandet. (2021). *13 Stoppe Klimaendringene*. New York City: De forente nasjoner.

Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/stoppe-klimaendringene> (Hentet: 01.04.2021)

The Norwegian EPD Foundation (2016). *Steel reinforcement products for concrete*. Celsa

Steel Services AS. Tilgjengelig fra: https://www.epd-norge.no/getfile.php/135371-1468351065/EPDer/Byggevarer/St%C3%A5lkonstruksjoner/NEPD-434-305-EN_Steel-reinforcement-products-for-concrete.pdf (Hentet: 01.04.2021)

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner (2018). *Standard limtrebjelke*. Moelven Limtre

AS. Tilgjengelig fra: https://www.epd-norge.no/getfile.php/139068-1530528866/EPDer/Byggevarer/Heltreprodukter/NEPD-1576-605_Standard-limtrebjelke.pdf (Hentet: 01.04.2021)

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner (2020). *Bjelker og Formstål*. Norsk Stål.

Tilgjengelig fra: https://www.epd-norge.no/getfile.php/1316047-1604945871/EPDer/Byggevarer/St%C3%A5lkonstruksjoner/NEPD-2526-1260_Bjelker-og-Formstal.pdf (Hentet: 01.04.2021)

The Norwegian EPD Foundation (2016). *Structural hollow sections, precision tubes, line*

pipes, steel sections and piles. SSAB Europe Oy. Tilgjengelig fra: https://www.epd-norge.no/getfile.php/135298-1468339238/EPDer/Byggevarer/St%C3%A5lkonstruksjoner/NEPD-475-331-EN_Structural-hollow-sections--precision-tubes--line-pipes--steel-sections-and-piles.pdf (Hentet: 01.04.2021)

Norsk Stålforbund (2021). *Prisene på stål stiger kraftig inn i 2021*. Pressemelding. Oslo:

Norsk Stålforbund. Tilgjengelig fra: <https://www.stalforbund.no/nyheter/prisene-pa-stal-stiger-kraftig-inn-i-2021/> (Hentet: 01.04.2021)

10 VEDLEGG

- Vedlegg 1: Snølast
- Vedlegg 2: Vindlast
- Vedlegg 3: Focus – Fagverk
- Vedlegg 4: Focus – Fagverk – Brann
- Vedlegg 5: Focus - Randbjelke
- Vedlegg 6: Focus – Randbjelke - Brann
- Vedlegg 7: Focus – Akse 4
- Vedlegg 8: Focus – Akse 4 - Brann
- Vedlegg 9: FEM-Design - Limtre
- Vedlegg 10: Focus – Massivt tverrsnitt
- Vedlegg 11: Focus – Massivt tverrsnitt Brann
- Vedlegg 12: Revit- Limtremodell
- Vedlegg 13: IFC - Stålmodell

Vedlegg 1

Bacheloroppgave Simon Haukelidsæter Tombre

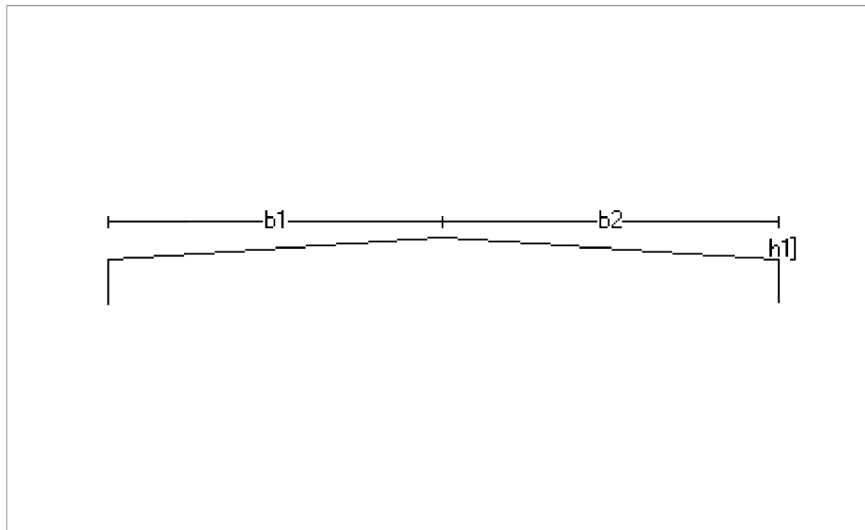
Tittel Snølast Eksempelprosjekt		Side 1	
Prosjekt Snølast Eksempelprosjekt	Ordre Torvhusmyrane 6	Sign SHT	Dato 09-04-2021

Dataprogram: LastBeregning versjon 7.1.1 Laget av Sletten Byggdata AS

Standard NS-EN 1991-1-3: Snølaster

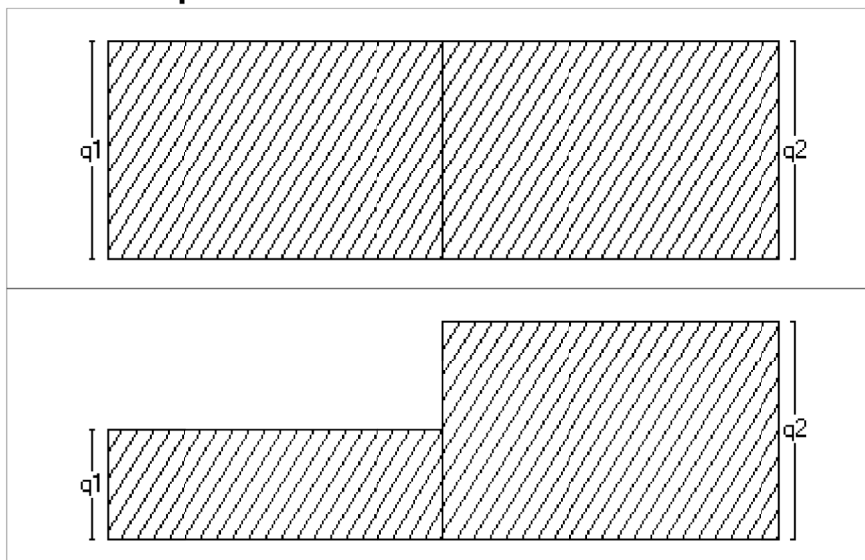
Data er lagret på fil: C:\Users\simon\OneDrive - NTNU\Bachelor Oppgave\Vedlegg\Vedlegg 2 - Snølast\Snølast.sls

1. Geometri



b1	7500	mm
b2	7500	mm
h1	500	mm

2. Snølast på tak



Last nr.:1		
q1	2,00	kN/m ²
q2	2,00	kN/m ²

Last nr.:2		
q1	1,00	kN/m ²
q2	2,00	kN/m ²

3. Snølastdata

Fylke	Hordaland
Kommune	Lindås
Sted	
Byggets plassering (moh)	20 moh
Eksponeringskoeffisient C_e	1
Termisk koeffisient C_t	1
Snølast, S:	2,5 kN/m ²

Vedlegg 2

Bacheloroppgave Simon Haukelidsæter Tombre

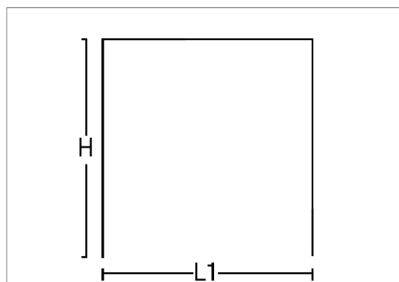
Tittel Vindlast Eksempelprosjekt		Side 1	
Prosjekt Vindlast Eksempelprosjekt	Ordre Torvhusmyrane 6	Sign SHT	Dato 09-04-2021

Dataprogram: LastBeregning versjon 7.1.1 Laget av Sletten Byggdata AS

Standard NS-EN 1991-1-4: Vindlaster

Data er lagret på fil: C:\Users\simon\OneDrive - NTNU\Bachelor Oppgave\Vedlegg\Vedlegg 2 - Snølast\Vindlast.sls

1. Geometri



H 7700 mm

L1 15000 mm

Byggets lengde, L2: 24000 mm

Takvinkel : 0,00 (grader)

Vertikalsnitt

2. Vindhastighet

Fylke: Hordaland Kommune: Lindås Referansevindhastighet: 26 m/s

Byggested, høyde over havet (m): 20 Calt: 1

Returperiode (år):50 Cprob: 1

Årstidsfaktoren, Cseason: 1 hele året

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

Basisvindhastighet: 26 m/s

Høyde Z over grunnivået: 7,7 m

BYGGESTEDETS TERRENGDATA

Terrengruhetskategori II: Landbruksområde, område med spredte små bygninger eller trær.

Terrengruhetsfaktoren Kt: 0,19 Ruhetslengden Zo (m): 0,05 Zmin (m): 4 Vm (m/s): 24,88 Cr: 0,96

TOPOGRAFI: Ingen topografisk påvirkning.

Terrengformfaktor Co(z): 1 Turbulensfaktor Ki: 1

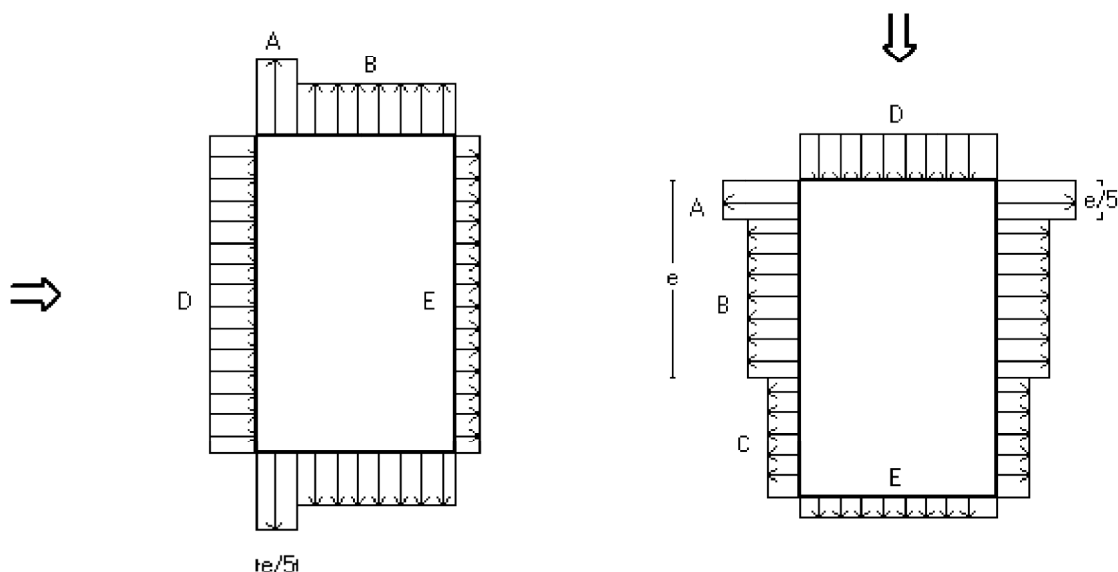
Vkast: 38,47 m/s

Qkast: 0,925 kN/m²

Tittel Vindlast Eksempelprosjekt		Side 2	
Prosjekt Vindlast Eksempelprosjekt	Ordre Torvhusmyrane 6	Sign SHT	Dato 09-04-2021

3. Yttervegger

3.1 Utvendig vindlast



Vindretning 0 grader. $e=15400$ mm

Vindretning 90 grader. $e=15000$ mm

Vindinnfallsretning på 0 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80		0,74	-0,37
Utvendig last (kN/m ²)	-1,11	-0,74		0,68	-0,34
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10		1,00	-0,37
Utvendig last (kN/m ²)	-1,29	-1,02		0,92	-0,34
Utstrekning (mm)	3080	11920		24000	24000

Vindinnfallsretning på 90 grader.

	A	B	C	D	E
Formfaktor $C_{pe,10}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,71	-0,32
Utvendig last (kN/m ²)	-1,11	-0,74	-0,46	0,66	-0,29
Formfaktor $C_{pe,1}$	-1,40	-1,10	-0,50	1,00	-0,32
Utvendig last (kN/m ²)	-1,29	-1,02	-0,46	0,92	-0,29
Utstrekning (mm)	3000	12000	9000	15000	15000

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/m²)	-0,28	0,18

Tittel Vindlast Eksempelprosjekt		Side 3	
Prosjekt Vindlast Eksempelprosjekt	Ordre Torvhusmyrane 6	Sign SHT	Dato 09-04-2021

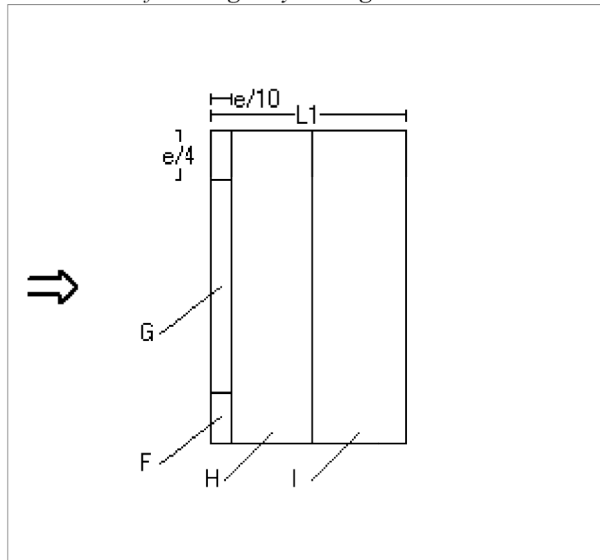
4 Overside av tak

Taktype: Flatt tak

L1=15000 mm L2=24000 mm

$C_{pe,10}$ Gjelder for hele bygget. ($\geq 10m^2$)

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



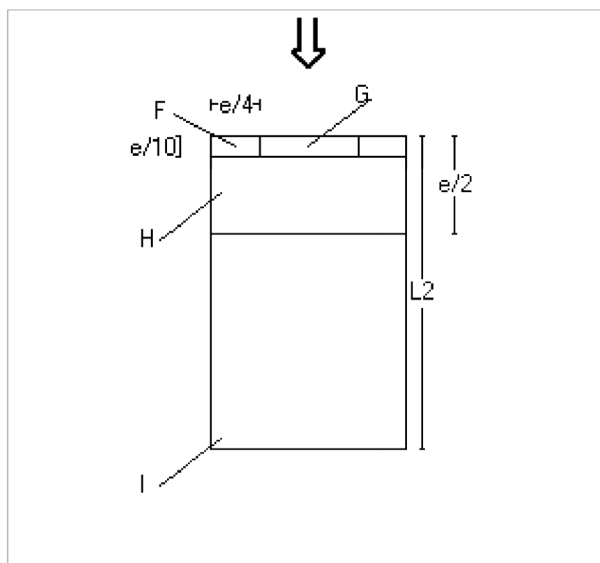
Utstrekning (mm)

$e=15400$

$e/4=3850$

$e/10=1540$

	$C_{pe,10}$	Last (kN/m ²)	Hor.projeksjon (mm)
F	-1,80	-1,66	3850x1540
G	-1,20	-1,11	16300x1540
H	-0,70	-0,65	24000x6160
I	+/-0,20	+/-0,18	24000x7300



Utstrekning (mm)

$e=15000$

$e/4=3750$

$e/10=1500$

	$C_{pe,10}$	Last (kN/m ²)	Hor.projeksjon (mm)
F	-1,80	-1,66	3750x1500
G	-1,20	-1,11	7500x1500
H	-0,70	-0,65	15000x6000
I	+/-0,20	+/-0,18	15000x16500

Tittel Vindlast Eksempelprosjekt		Side 4	
Prosjekt Vindlast Eksempelprosjekt	Ordre Torvhusmyrane 6	Sign SHT	Dato 09-04-2021

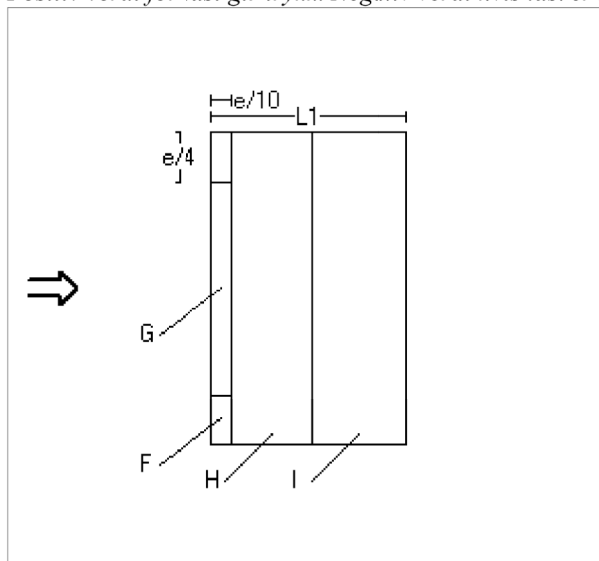
Taktype: Flatt tak

L1=15000 mm L2=24000 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 : $C_{pe,1} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) * \log_{10} A$*

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



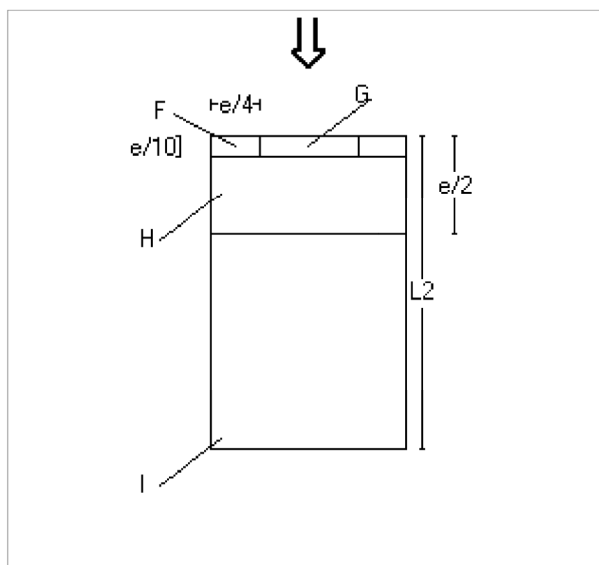
Utstrekning (mm)

e=15400

e/4=3850

e/10=1540

	C _{pe,1}	Last (kN/m ²)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,50	-2,31	3850x1540
G	-2,00	-1,85	16300x1540
H	-1,20	-1,11	24000x6160
I	+/-0,20	+/-0,18	24000x7300



Utstrekning (mm)

e=15000

e/4=3750

e/10=1500

	C _{pe,1}	Last (kN/m ²)	Hor.projeksjon(mm)
F	-2,50	-2,31	3750x1500
G	-2,00	-1,85	7500x1500
H	-1,20	-1,11	15000x6000
I	+/-0,20	+/-0,18	15000x16500

Vedlegg 3

Fagverk Morgendagens Bæresystemer

Beregning utført: 16.04.2021 15:15:38

Focus Konstruksjon 2021

BRUDDGRENSETILSTAND

INNHOLDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNUTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	5
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	6
1.5. RANDBETINGELSER	8
1.5.1 Punktrandbetingelser	8
1.6. PUNKTLEDD	8
1.7. LASTTILFELLER	9
1.7.1 Lasttilfeller	9
1.8. LASTKOMBINASJON	11
1.9. ANALYSEINFORMASJON	13
2. BEREGNINGER	13
2.1. KNUTEPUNKTSRESULTATER	13
2.1.1. Forskyvninger	13
2.1.2. Residualkrefter	13
2.2. OPPLEGGSKREFTER	14
2.3. SEGMENTRESULTATER	14
2.3.1. Forskyvninger	14
2.3.2. Krefter	16
2.4. RESULTATER GRAFISK	20
2.4.1. Forskyvning	20
2.4.2. Moment - segmenter	20
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	20
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	21
3. KAPASITETSKONTROLL	21
3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD	21
3.2. KAPASITETSKART	27

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 23

Antall knutepunkt: 21

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 11

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 1

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 21,3 mm (Segmentnr. 21)

Største N: -399,51 kN (Segmentnr. 1)

Største V: -23,07 kN (Segmentnr. 21)

Største M: -9,59 kN·m (Segmentnr. 1)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (11) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,60 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 0,60 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 0,70 \cdot \text{Snølast}$

for N: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$

for V: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$

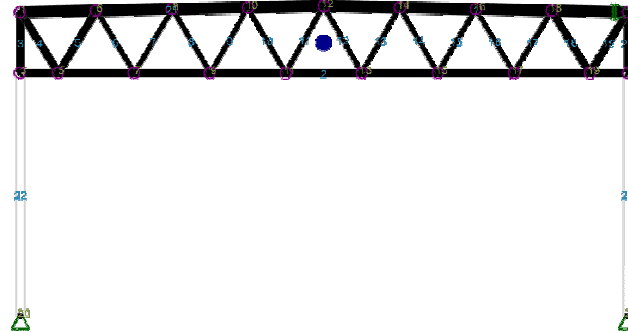
for M: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 82,48 %

Info: EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNOTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
2	15000	0
20	0	-7500
21	15000	-7500

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre
1	Limtre 115x115	A [mm ²] 13225 I _x [mm ⁴] 2,1571e+007 I _y [mm ⁴] 1,4575e+007 I _z [mm ⁴] 1,4575e+007 Total vekt [kN] 1,24
2	Limtre 115x180	A [mm ²] 20700 I _x [mm ⁴] 5,4523e+007 I _y [mm ⁴] 5,5890e+007 I _z [mm ⁴] 2,2813e+007 Total vekt [kN] 0,62

3	Limtre 200x200	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	40000 1,9733e+008 1,3333e+008 1,3333e+008 2,53
4	Limtre 200x300	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	60000 4,6400e+008 4,5000e+008 2,0000e+008 3,80
5	180x200	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	36000 1,6835e+008 1,2000e+008 9,7200e+007 2,28

1.3. MATERIALDATA

1 GL30c, Limtre

Material: Limtre

Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C⁻¹

Fasthetsklasse: GL30c

Tyngdetetthet: 4,22 kN/m³

Lamelltykkelse: 45,0 mm

Sprekkfaktor k_{cr}: 0,80

Total vekt: 10,47 kN

Karakteristiske fasthetsparametre:

f_{mk} = 30,00 N/mm²f_{vk} = 3,50 N/mm²f_{t0k} = 19,50 N/mm²f_{c0k} = 24,50 N/mm²f_{t90k} = 0,50 N/mm²f_{c90k} = 2,50 N/mm²

1.4. SEGMENTDATA

Seg Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend. stiv?
22	3	20	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
23	4	21	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
1	12	2	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
2	3	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
3	1	3	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
4	1	5	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
5	5	6	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
6	6	7	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
7	7	8	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	8	9	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
9	9	10	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
10	10	11	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
11	11	12	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
12	12	13	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
13	13	14	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei

14	14	15	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
15	15	16	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
16	16	17	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
17	17	18	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
18	18	19	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
19	19	2	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
20	2	4	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
21	1	12	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima- klasse	k_sys	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_ef [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]
22	1,15	2	1,00	6000	6000	6000	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
23	1,15	2	1,00	6000	6000	6000	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
1	1,15	2	1,00	7501	750	7501	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
2	1,15	2	1,00	15000	15000	15000	Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
3	1,15	2	1,00	1500	1500	1500	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
4	1,15	2	1,00	1769	1769	1769	Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
5	1,15	2	1,00	1801	1801	1801	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002

6	1,15	2	1,00	1801	1801	1801	Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
7	1,15	2	1,00	1833	1833	1833	Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
8	1,15	2	1,00	1833	1833	1833	Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
9	1,15	2	1,00	1865	1865	1865	Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
10	1,15	2	1,00	1865	1865	1865	Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
11	1,15	2	1,00	1898	1898	1898	Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
12	1,15	2	1,00	1898	1898	1898	Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
13	1,15	2	1,00	1865	1865	1865	Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
14	1,15	2	1,00	1865	1865	1865	Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
15	1,15	2	1,00	1833	1833	1833	Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002

16	1,15	2	1,00	1833	1833	1833	Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
17	1,15	2	1,00	1801	1801	1801	Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
18	1,15	2	1,00	1801	1801	1801	Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
19	1,15	2	1,00	1769	1769	1769	Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
20	1,15	2	1,00	1500	1500	1500	Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
21	1,15	2	1,00	7501	750	7501	Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Vindlast:	E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr.		RotY	X-vektor	Z-vektor
			X	Z			
22 (Seg)	0	-7500	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
23 (Seg)	15000	-7500	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
1 (Seg)	15000	0	F			[-1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. PUNKTLEDD

Kn.pkt Nr.	Frikoblede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Tilknyttet
1	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	4(Seg.)
1	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	3(Seg.)

2	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	19(Seg.)
2	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	20(Seg.)
3	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	3(Seg.)
4	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	20(Seg.)
5	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	4(Seg.)
5	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	5(Seg.)
6	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	5(Seg.)
6	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	6(Seg.)
7	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	6(Seg.)
7	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	8(Seg.)
9	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8(Seg.)
9	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	9(Seg.)
10	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	9(Seg.)
10	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	10(Seg.)
11	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	10(Seg.)
11	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	11(Seg.)
12	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	11(Seg.)
12	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	12(Seg.)
13	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	12(Seg.)
13	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	13(Seg.)
14	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	13(Seg.)
14	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	14(Seg.)
15	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	14(Seg.)
15	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	15(Seg.)
16	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	15(Seg.)
16	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	16(Seg.)
17	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	16(Seg.)
17	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	17(Seg.)
18	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	17(Seg.)
18	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	18(Seg.)
19	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	18(Seg.)
19	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	19(Seg.)

1.7. LASTTILFELLER

1.7.1 Lasttilfeller

3 Egenlast

Lasttype: Permanent last
 Lastvarighet: Permanent

1 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m	Z1 = 150 mm	
	X1 = 7500 mm		
2 Linjelast	P2 = 3,30 kN/m	Z2 = 0 mm	
	X2 = 15000 mm		
Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei			
2 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m	Z1 = 0 mm	
	X1 = 0 mm		
1 Linjelast	P2 = 3,30 kN/m	Z2 = 150 mm	
	X2 = 7500 mm		
Retning = [0; -1] Virker på segment: 21 Inkluder masse: Nei			
4 Snølast			
Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige		
Lastvarighet:	Halvårslast		
1 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m	Z1 = 0 mm	
	X1 = 0 mm		
2 Linjelast	P2 = 12,00 kN/m	Z2 = 150 mm	
	X2 = 7500 mm		
Retning = [0; -1] Virker på segment: 21 Inkluder masse: Nei			
2 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m	Z1 = 150 mm	
	X1 = 7500 mm		
1 Linjelast	P2 = 12,00 kN/m	Z2 = 0 mm	
	X2 = 15000 mm		
Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei			
6 Generert vindlast 1			
Lasttype:	Vindlast		
Vindlastdata:	v_b = 26,00 m/s	cc = 6000 mm	Vertikal vegg
	Sone = D	h/d = 0,51	
	Q_p:	Formfaktor:	
	0,92 kN/m ²	0,74	for z_e = 7700 mm
Lastvarighet:	Korttidslast		
1 Linjelast	P1 = 4,08 kN/m	Z1 = -1500 mm	
	X1 = 0 mm		
2 Linjelast	P2 = 4,08 kN/m	Z2 = -7500 mm	
	X2 = 0 mm		
Retning = [0; -1] Virker på segment: 22 Inkluder masse: Nei			
2 Linjelast	P1 = 4,08 kN/m	Z1 = 0 mm	
	X1 = 0 mm		
1 Linjelast	P2 = 4,08 kN/m	Z2 = -1500 mm	
	X2 = 0 mm		
Retning = [1; 0] Virker på segment: 3 Inkluder masse: Nei			
7 Generert vindlast 2			
Lasttype:	Vindlast		
Vindlastdata:	v_b = 26,00 m/s	cc = 6000 mm	Vertikal vegg
	Sone = E	h/d = 0,51	
	Q_p:	Formfaktor:	
	0,92 kN/m ²	-0,37	for z_e = 7700 mm
Lastvarighet:	Korttidslast		
1 Linjelast	P1 = -2,05 kN/m	Z1 = -1500 mm	
	X1 = 15000 mm		
2 Linjelast	P2 = -2,05 kN/m	Z2 = -7500 mm	
	X2 = 15000 mm		
Retning = [0; 1] Virker på segment: 23 Inkluder masse: Nei			

2 Linjelast

P1 = -2,05 kN/m	Z1 = 0 mm
X1 = 15000 mm	
P2 = -2,05 kN/m	Z2 = -1500 mm
X2 = 15000 mm	
Retning = [-1; 0]	
Virker på segment: 20	
Inkluder masse: Nei	

1.8. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for lastkombinasjon

- (11) Bruks: 1,00·<kt> +
 1,00·Egenlast +
 0,60·Generert vindlast 1 +
 0,60·Generert vindlast 2 +
 0,70·Snølast

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 0,60 * Generert vindlast 1
 0,60 * Generert vindlast 2
 0,70 * Snølast (Dominerende)

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (1) Brudd: 1,00·<kt> +
 1,00·Egenlast

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast

- (2) Brudd: 1,20·<kt> +
 1,20·Egenlast +
 1,50·Generert vindlast 1 +
 1,50·Generert vindlast 2 +
 1,50·Snølast

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: 1,20 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,20 * Egenlast
 1,50 * Generert vindlast 1
 1,50 * Generert vindlast 2
 1,50 * Snølast (Dominerende)

- (3) Brudd: 1,35·<kt> +
 1,35·Egenlast

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: 1,35 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,35 * Egenlast

- (4) Brudd: 1,00·<kt> +
 1,20·Egenlast +
 1,50·Generert vindlast 1 +
 1,50·Generert vindlast 2 +
 1,50·Snølast

Grensetilstand: Brudd

- Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,20 * Egenlast
1,50 * Generert vindlast 1
1,50 * Generert vindlast 2
1,50 * Snølast (Dominerende)
- (5) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast}$
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,35 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast
- (6) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,05 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 1,05 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,35 * <Konstruksjonens tyngde>
1,35 * Egenlast
1,05 * Generert vindlast 1
1,05 * Generert vindlast 2
1,05 * Snølast (Dominerende)
- (7) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 1,50 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast
1,50 * Generert vindlast 1
1,50 * Generert vindlast 2
1,50 * Snølast (Dominerende)
- (8) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast}$
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,35 * Egenlast
- (9) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,05 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 1,05 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,35 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast
1,05 * Generert vindlast 1
1,05 * Generert vindlast 2
1,05 * Snølast (Dominerende)

- (10) Brudd: $1,00 \cdot <kt> +$
 $1,35 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,05 \cdot \text{Generert vindlast 1} +$
 $1,05 \cdot \text{Generert vindlast 2} +$
 $1,05 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,00 \cdot <\text{Konstruksjonens tyngde}>$
 $1,35 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,05 \cdot \text{Generert vindlast 1}$
 $1,05 \cdot \text{Generert vindlast 2}$
 $1,05 \cdot \text{Snølast (Dominerende)}$

- (15) Brudd: $1,20 \cdot <kt> +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Generert vindlast 1} +$
 $1,50 \cdot \text{Generert vindlast 2} +$
 $1,50 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,20 \cdot <\text{Konstruksjonens tyngde}>$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,50 \cdot \text{Generert vindlast 1 (Dominerende)}$
 $1,50 \cdot \text{Generert vindlast 2}$
 $1,50 \cdot \text{Snølast}$

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	3,1	-2,0	0,3
1	3,1	-2,0	0,2
1	3,1	-2,0	0,1
2	0,0	-2,0	-0,3
2	0,0	-2,0	-0,2
2	0,0	-2,0	-0,2
20	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	99,64(2)	19,62(2)	0,00(2) max

	15,85(1)	3,15(1)	0,00(1) min
1	-15,85(1)	152,18(2)	0,00(2) max
	-95,05(2)	25,44(1)	0,00(1) min
1	0,00(1)	-28,59(1)	0,00(2) max
	-4,59(2)	-171,80(2)	0,00(1) min
2	-15,85(1)	20,49(2)	0,00(5) max
	-129,23(2)	3,15(1)	0,00(4) min
2	90,14(2)	144,32(2)	0,00(1) max
	15,85(1)	25,44(1)	0,00(2) min
2	0,00(1)	-28,59(1)	0,00(1) max
	-2,31(2)	-164,81(2)	0,00(2) min
20	0,00(1)	174,46(2)	0,00(1) max
	-18,35(2)	29,99(1)	0,00(1) min
21	0,00(1)	167,56(2)	0,00(1) max
	-9,24(2)	29,99(1)	0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLÈGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
22 (Seg)	0	-7500	0,00(8)	174,46(2)	0,00(15) max
			-18,35(2)	29,99(1)	0,00(1) min
23 (Seg)	15000	-7500	0,00(8)	167,56(2)	0,00(15) max
			-9,24(2)	29,99(1)	0,00(1) min
1 (Seg)	15000	0	0,00(3)	0,00(7)	0,00(1) max
			-41,39(7)	0,00(8)	0,00(2) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
22	0	-1,1	-1,6	0,3
	6000	0,0	0,0	0,0
23	0	4,4	-1,6	-0,3
	6000	0,0	0,0	0,0
1	0	1,6	-21,1	0,0
	563	1,4	-21,2	0,0
	7501	0,0	-2,0	-0,3
2	0	-1,1	-1,6	0,3
	937	-1,1	-5,7	0,2

	7500	1,6	-21,0	0,0
	15000	4,4	-1,6	-0,3
3	0	3,1	-2,0	0,1
	1500	-1,1	-1,6	0,2
4	0	3,1	-2,0	0,2
	1769	-1,1	-5,7	0,2
5	0	-1,1	-5,7	0,2
	1801	3,1	-9,3	0,2
6	0	3,1	-9,3	0,2
	1801	-0,6	-12,6	0,2
7	0	-0,6	-12,6	0,1
	1833	2,8	-15,7	0,1
8	0	2,8	-15,7	0,1
	1833	0,1	-17,9	0,1
9	0	0,1	-17,9	0,1
	1865	2,3	-19,8	0,1
10	0	2,3	-19,8	0,0
	1865	1,1	-20,6	0,0
11	0	1,1	-20,6	0,0
	1898	1,6	-21,1	0,0
12	0	1,6	-21,1	0,0
	1898	2,1	-20,6	0,0
13	0	2,1	-20,6	0,0
	1865	0,9	-19,8	0,0
14	0	0,9	-19,8	-0,1
	1865	3,1	-18,0	-0,1
15	0	3,1	-18,0	-0,1
	1833	0,4	-15,8	-0,1
16	0	0,4	-15,8	-0,1
	1833	3,9	-12,7	-0,1

17	0	3,9	-12,7	-0,2
	1801	0,1	-9,4	-0,2
18	0	0,1	-9,4	-0,2
	1801	4,4	-5,7	-0,2
19	0	4,4	-5,7	-0,2
	1769	0,0	-2,0	-0,2
20	0	0,0	-2,0	-0,2
	1500	4,4	-1,6	-0,2
21	0	3,1	-2,0	0,3
	375	3,1	-3,8	0,2
	2157	3,1	-10,5	0,2
	7033	1,8	-21,2	0,0
	7501	1,6	-21,1	0,0

2.3.2. Krefter

Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
22	0	-29,53(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-173,92(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	6000	-29,53(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	6000	-173,92(2)	0,00(1)	0,00(1) min
23	0	-29,53(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-167,02(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	6000	-29,53(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	6000	-167,02(2)	0,00(1)	0,00(1) min
1	0	-63,98(1)	20,38(2)	1,09(4) max
	0	-398,72(2)	3,25(1)	0,10(5) min
	1875	-64,10(1)	-3,08(1)	0,05(4) max
	1875	-399,51(2)	-19,27(2)	-0,07(5) min
	2813	-57,04(1)	0,87(2)	-1,57(1) max
	2813	-362,37(2)	0,13(1)	-9,59(2) min
	5626	-41,58(1)	-3,65(1)	5,57(2) max
	5626	-275,95(2)	-22,61(2)	0,93(1) min
	5720	-15,78(1)	22,80(2)	3,44(2) max
	5720	-128,80(2)	3,66(1)	0,58(1) min
	7501	-15,91(1)	-2,67(1)	0,00(1) max
	7501	-129,59(2)	-16,86(2)	0,00(2) min
2	0	0,00(1)	1,29(2)	0,00(1) max

	0	-22,94(2)	0,25(1)	0,00(2) min
	5531	357,38(2)	0,00(5)	-0,34(1) max
	5531	62,50(1)	-0,06(4)	-1,86(2) min
	7969	377,24(2)	-0,06(7)	-0,31(1) max
	7969	65,27(1)	-0,10(3)	-1,79(2) min
	8156	377,24(2)	-0,09(4)	-0,29(1) max
	8156	65,27(1)	-0,14(5)	-1,77(2) min
	9750	365,32(2)	0,00(4)	-0,33(1) max
	9750	62,50(1)	-0,08(5)	-1,90(2) min
	15000	11,55(7)	-0,25(1)	0,00(1) max
	15000	0,00(3)	-1,38(2)	0,00(2) min
3	0	-28,60(1)	0,00(1)	0,00(7) max
	0	-171,81(2)	-4,36(2)	0,00(3) min
	750	-28,71(1)	0,00(7)	1,72(2) max
	750	-171,94(2)	0,00(3)	0,00(1) min
	1500	-28,82(1)	4,36(2)	0,00(4) max
	1500	-172,07(2)	0,00(1)	0,00(3) min
4	0	179,42(2)	0,05(5)	0,00(1) max
	0	29,97(1)	0,04(4)	0,00(6) min
	884	179,35(2)	0,00(1)	-0,02(4) max
	884	29,91(1)	0,00(2)	-0,02(5) min
	1769	179,27(2)	-0,04(4)	0,00(1) max
	1769	29,85(1)	-0,05(5)	0,00(6) min
5	0	-29,55(1)	0,05(3)	0,00(4) max
	0	-179,23(2)	0,04(4)	0,00(5) min
	900	-29,49(1)	0,00(7)	-0,02(4) max
	900	-179,15(2)	0,00(3)	-0,02(5) min
	1801	-29,42(1)	-0,04(4)	0,00(4) max
	1801	-179,07(2)	-0,05(5)	0,00(5) min
6	0	119,21(2)	0,03(3)	0,00(1) max
	0	19,83(1)	0,02(7)	0,00(6) min
	900	119,16(2)	0,00(2)	-0,01(1) max
	900	19,78(1)	0,00(1)	-0,02(6) min
	1801	119,11(2)	-0,02(1)	0,00(1) max
	1801	19,74(1)	-0,03(6)	0,00(6) min
7	0	-19,08(1)	0,03(5)	0,00(7) max
	0	-117,08(2)	0,02(4)	0,00(3) min
	916	-19,04(1)	0,00(7)	-0,01(8) max
	916	-117,03(2)	0,00(3)	-0,02(9) min
	1833	-18,99(1)	-0,02(8)	0,00(4) max
	1833	-116,98(2)	-0,03(9)	0,00(5) min

8	0	69,34(2)	0,03(9)	0,00(1) max
	0	11,37(1)	0,02(8)	0,00(6) min
	916	69,29(2)	0,00(3)	-0,01(8) max
	916	11,33(1)	0,00(2)	-0,02(9) min
	1833	69,24(2)	-0,02(10)	0,00(8) max
	1833	11,28(1)	-0,03(5)	0,00(9) min
9	0	-10,93(1)	0,03(3)	0,00(4) max
	0	-69,02(2)	0,02(7)	0,00(5) min
	933	-10,89(1)	0,00(1)	-0,01(7) max
	933	-68,97(2)	0,00(2)	-0,02(3) min
	1865	-10,84(1)	-0,02(7)	0,00(8) max
	1865	-68,92(2)	-0,03(3)	0,00(9) min
10	0	20,37(2)	0,03(3)	0,00(1) max
	0	3,07(1)	0,02(7)	0,00(6) min
	933	20,32(2)	0,00(1)	-0,01(7) max
	933	3,03(1)	0,00(2)	-0,02(3) min
	1865	20,26(2)	-0,02(1)	0,00(8) max
	1865	2,99(1)	-0,03(6)	0,00(9) min
11	0	-2,56(1)	0,03(5)	0,00(1) max
	0	-19,58(2)	0,02(10)	0,00(6) min
	949	-2,52(1)	0,00(3)	-0,01(4) max
	949	-19,53(2)	0,00(7)	-0,02(5) min
	1898	-2,47(1)	-0,02(4)	0,00(1) max
	1898	-19,48(2)	-0,03(5)	0,00(6) min
12	0	-2,47(1)	0,03(3)	0,00(7) max
	0	-11,54(2)	0,02(7)	0,00(3) min
	949	-2,52(1)	0,00(7)	-0,01(7) max
	949	-11,59(2)	0,00(3)	-0,02(3) min
	1898	-2,56(1)	-0,02(1)	0,00(1) max
	1898	-11,64(2)	-0,03(6)	0,00(6) min
13	0	12,27(2)	0,03(6)	0,00(1) max
	0	2,99(1)	0,02(1)	0,00(6) min
	933	12,32(2)	0,00(1)	-0,01(7) max
	933	3,03(1)	0,00(2)	-0,02(3) min
	1865	12,37(2)	-0,02(7)	0,00(1) max
	1865	3,07(1)	-0,03(3)	0,00(6) min
14	0	-10,84(1)	0,03(3)	0,00(4) max
	0	-60,72(2)	0,02(7)	0,00(5) min
	933	-10,89(1)	0,00(1)	-0,01(7) max

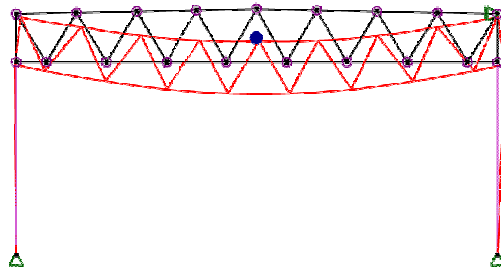
	933	-60,77(2)	0,00(2)	-0,02(3) min
	1865	-10,93(1)	-0,02(7)	0,00(1) max
	1865	-60,82(2)	-0,03(3)	0,00(6) min
15	0	61,01(2)	0,03(5)	0,00(7) max
	0	11,28(1)	0,02(4)	0,00(3) min
	916	61,06(2)	0,00(7)	-0,01(8) max
	916	11,33(1)	0,00(3)	-0,02(9) min
	1833	61,11(2)	-0,02(8)	0,00(7) max
	1833	11,37(1)	-0,03(9)	0,00(3) min
16	0	-18,99(1)	0,03(6)	0,00(4) max
	0	-108,73(2)	0,02(1)	0,00(5) min
	916	-19,04(1)	0,00(1)	-0,01(8) max
	916	-108,78(2)	0,00(2)	-0,02(9) min
	1833	-19,08(1)	-0,02(1)	0,00(7) max
	1833	-108,83(2)	-0,03(6)	0,00(3) min
17	0	110,75(2)	0,03(6)	0,00(1) max
	0	19,74(1)	0,02(1)	0,00(6) min
	900	110,80(2)	0,00(1)	-0,01(1) max
	900	19,78(1)	0,00(2)	-0,02(6) min
	1801	110,85(2)	-0,02(1)	0,00(1) max
	1801	19,83(1)	-0,03(6)	0,00(6) min
18	0	-29,42(1)	0,05(9)	0,00(4) max
	0	-169,97(2)	0,04(8)	0,00(5) min
	900	-29,49(1)	0,00(1)	-0,02(8) max
	900	-170,05(2)	0,00(15)	-0,02(9) min
	1801	-29,55(1)	-0,04(8)	0,00(4) max
	1801	-170,13(2)	-0,05(9)	0,00(5) min
19	0	170,01(2)	0,05(9)	0,00(4) max
	0	29,85(1)	0,04(8)	0,00(5) min
	884	170,08(2)	0,00(5)	-0,02(1) max
	884	29,91(1)	0,00(2)	-0,02(6) min
	1769	170,16(2)	-0,04(1)	0,00(1) max
	1769	29,97(1)	-0,05(6)	0,00(6) min
20	0	-28,60(1)	0,00(1)	0,00(2) max
	0	-164,82(2)	-2,19(2)	0,00(1) min
	750	-28,71(1)	0,00(3)	0,86(2) max
	750	-164,95(2)	0,00(7)	0,00(1) min
	1500	-28,82(1)	2,19(2)	0,00(2) max
	1500	-165,08(2)	0,00(1)	0,00(1) min

21	0	-15,91(1)	16,58(2)	0,00(1) max
	0	-100,00(2)	2,67(1)	0,00(2) min
1875	-15,78(1)	22,79(2)	6,08(2) max	
1875	-99,20(2)	-23,07(2)	0,93(1) min	
1969	-41,58(1)	22,79(2)	3,95(2) max	
1969	-255,45(2)	3,65(1)	0,58(1) min	
4689	-57,04(1)	-0,13(1)	-1,57(1) max	
4689	-350,30(2)	-0,83(2)	-9,46(2) min	
5720	-64,10(1)	19,32(2)	-0,33(1) max	
5720	-395,59(2)	3,08(1)	-1,68(2) min	
7501	-63,98(1)	-3,25(1)	1,09(4) max	
7501	-394,79(2)	-20,33(2)	0,10(5) min	

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

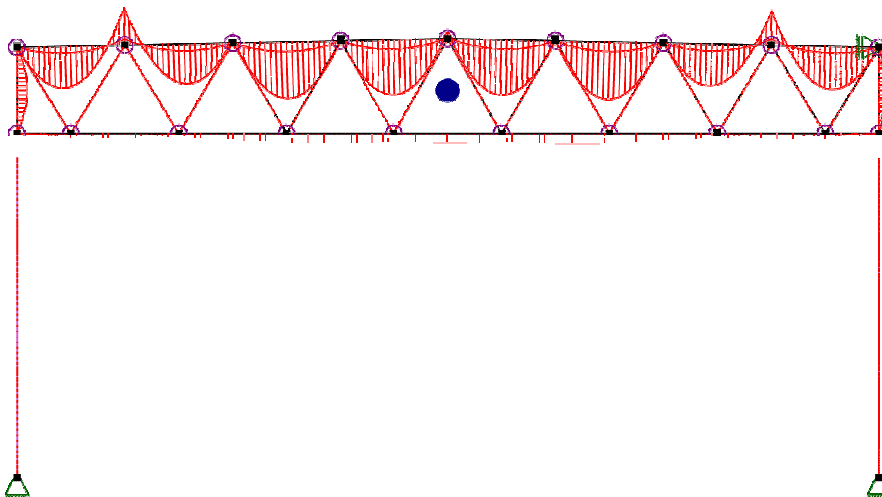
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



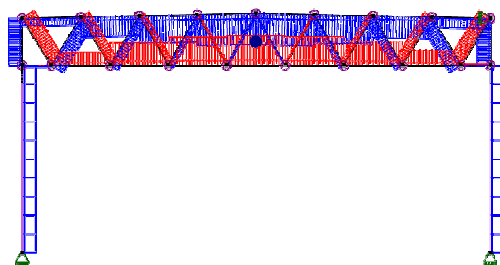
Største forskyvning: 21,3 mm

2.4.2. Moment - segmenter



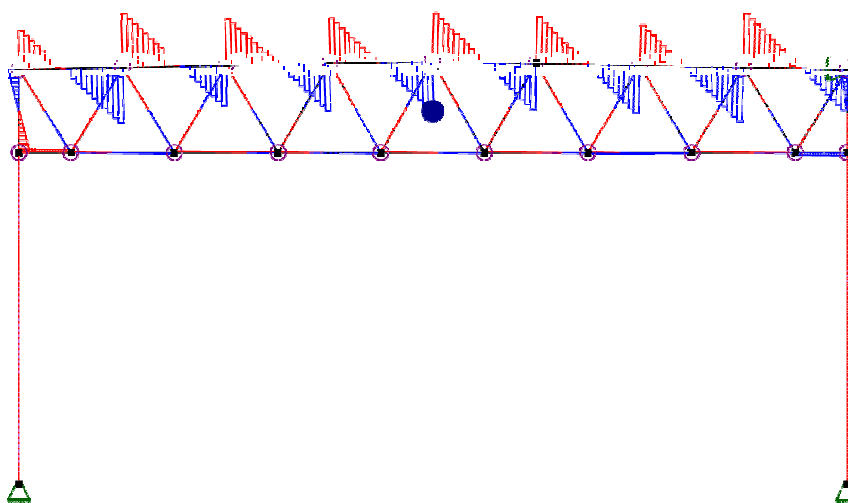
Største moment: -9,59 kN·m

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: -399,51 kN

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: -23,07 kN

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
22	6000	0,82(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
23	6000	0,79(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
1	0	0,68(2)	0,23(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,79(2)	0,07(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	938	0,79(2)	0,01(4)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,75(2)	0,12(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2250	0,69(2)	0,15(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,73(2)	0,04(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3751	0,61(2)	0,23(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,56(2)	0,03(4)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

	5251	0,49(2)	0,16(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6001	0,24(2)	0,19(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6751	0,31(2)	0,00(15)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	7501	0,22(2)	0,19(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
2	0	0,48(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3000	0,46(2)	0,01(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4500	0,48(2)	0,01(4)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	6000	0,59(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	7500	0,61(2)	0,00(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	7594	0,61(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	9000	0,60(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	10500	0,50(2)	0,01(4)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	12000	0,48(2)	0,01(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	13500	0,32(2)	0,00(4)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	15000	0,02(7)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
3	0	0,25(2)	0,08(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	150	0,27(2)	0,07(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	300	0,29(2)	0,06(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	450	0,30(2)	0,04(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	600	0,31(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,31(2)	0,00(4)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	900	0,31(2)	0,01(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1050	0,30(2)	0,03(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1200	0,29(2)	0,05(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1350	0,27(2)	0,07(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1425	0,26(2)	0,08(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,25(2)	0,08(2)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
4	0	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	177	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	354	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	531	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	708	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	796	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	884	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1061	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1238	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1415	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1592	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1769	0,52(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
5	0	0,51(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	180	0,51(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)

	360	0,51(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	540	0,51(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	720	0,51(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	810	0,51(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	900	0,51(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1080	0,51(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1261	0,51(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1441	0,51(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1621	0,51(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1801	0,51(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
6	0	0,54(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	180	0,54(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	360	0,54(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	540	0,54(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	720	0,54(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	810	0,54(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	900	0,54(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1080	0,54(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1261	0,54(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1441	0,54(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1621	0,54(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1801	0,54(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
7	0	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	183	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	367	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	550	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	733	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	825	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	916	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1100	0,53(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1283	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1466	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1650	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1833	0,53(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
8	0	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	183	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	367	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	550	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	733	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	825	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	916	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1100	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1283	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

	1466	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1650	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1833	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
9	0	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	187	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	373	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	560	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	746	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	839	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	933	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1119	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1306	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1492	0,31(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1679	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1865	0,31(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
10	0	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	187	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	373	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	560	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	746	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	839	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	933	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1119	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1306	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1492	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1679	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1865	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
11	0	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	190	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	380	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	569	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	759	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	854	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	949	0,09(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1139	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1328	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1518	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1708	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1898	0,09(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
12	0	0,05(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	190	0,05(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	380	0,05(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

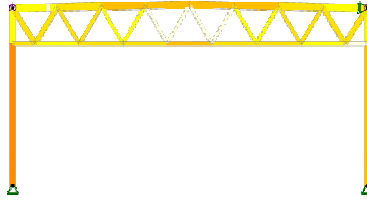
	569	0,05(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	759	0,06(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	949	0,06(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1044	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1139	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1328	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1518	0,05(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1708	0,05(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1898	0,05(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
13	0	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	187	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	373	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	560	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	746	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	933	0,06(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1026	0,06(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1119	0,06(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1306	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1492	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1679	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1865	0,06(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
14	0	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	187	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	373	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	560	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	746	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	933	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1026	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1119	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1306	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1492	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1679	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1865	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
15	0	0,27(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	183	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	367	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	550	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	733	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	916	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1008	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1100	0,28(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1283	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1466	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

	1650	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1833	0,28(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
16	0	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	183	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	367	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	550	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	733	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	916	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1008	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1100	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1283	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1466	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1650	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1833	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
17	0	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	180	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	360	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	540	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	720	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	900	0,50(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	990	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1080	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1261	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1441	0,50(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1621	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1801	0,50(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
18	0	0,48(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	180	0,48(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	360	0,48(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	540	0,48(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	720	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	900	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	990	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1080	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1261	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1441	0,48(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1621	0,48(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1801	0,48(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
19	0	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	177	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	354	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	531	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

	708	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	884	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	973	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1061	0,49(2)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1238	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1415	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1592	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1769	0,49(2)	0,00(3)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
20	0	0,24(2)	0,04(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	150	0,25(2)	0,04(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	300	0,26(2)	0,03(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	450	0,26(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	600	0,27(2)	0,01(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,27(2)	0,00(7)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	900	0,27(2)	0,01(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1050	0,27(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1200	0,26(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1350	0,25(2)	0,03(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1425	0,25(2)	0,04(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,24(2)	0,04(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
21	0	0,17(2)	0,19(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	750	0,26(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,19(2)	0,17(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2250	0,45(2)	0,19(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,52(2)	0,00(4)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3751	0,44(2)	0,19(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,71(2)	0,06(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	5251	0,67(2)	0,13(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6001	0,74(2)	0,15(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6564	0,79(2)	0,01(4)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6751	0,78(2)	0,04(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	7501	0,68(2)	0,23(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.2. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 82,48 % (EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35))

Vedlegg 4

Fagverk Morgendagens Bæresystemer

Beregning utført: 16.04.2021 15:19:10

Focus Konstruksjon 2021

BRANNDIMENSJONERING

INNHOLDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNOTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	5
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	6
1.5. RANDBETINGELSER	6
1.5.1 Punkttrandbetingelser	6
1.6. PUNKTLEDD	7
1.7. LASTTILFELLER	7
1.7.1 Lasttilfeller	8
1.8. LASTKOMBINASJON	9
1.9. ANALYSEINFORMASJON	10
2. BEREGNINGER	10
2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER	10
2.1.1. Forskyvninger	10
2.1.2. Residualkrefter	10
2.2. OPPLEGGSKREFTER	11
2.3. SEGMENTRESULTATER	11
2.3.1. Forskyvninger	11
2.3.2. Krefter	13
2.4. RESULTATER GRAFISK	17
2.4.1. Forskyvning	17
2.4.2. Moment - segmenter	17
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	17
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	18
3. KAPASITETSKONTROLL	18
3.1. EN 1995 UTNYTTTELSESGRAD	18
3.2. KAPASITETSKART	24

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 23

Antall knutepunkt: 21

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 3

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 1

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 21,3 mm (Segmentnr. 21)

Største N: -107,31 kN (Segmentnr. 1)

Største V: 6,65 kN (Segmentnr. 21)

Største M: -2,61 kN·m (Segmentnr. 1)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (11) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,60 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 0,60 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 0,70 \cdot \text{Snølast}$

for N: (13) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 0,20 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 0,20 \cdot \text{Snølast}$

for V: (13) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 0,20 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 0,20 \cdot \text{Snølast}$

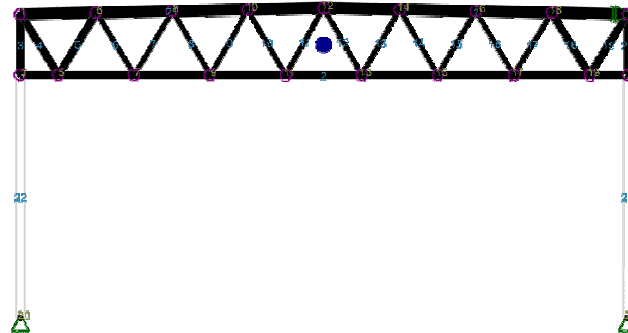
for M: (13) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Generert vindlast 1} + 0,20 \cdot \text{Generert vindlast 2} + 0,20 \cdot \text{Snølast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 91,37 %

Info: EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNUTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
2	15000	0
20	0	-7500
21	15000	-7500

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre
1	Limtre 115x115	A [mm ²] 13225 I _x [mm ⁴] 2,1571e+007 I _y [mm ⁴] 1,4575e+007 I _z [mm ⁴] 1,4575e+007 Total vekt [kN] 1,24
2	Limtre 115x180	A [mm ²] 20700 I _x [mm ⁴] 5,4523e+007 I _y [mm ⁴] 5,5890e+007 I _z [mm ⁴] 2,2813e+007 Total vekt [kN] 0,62

3	Limtre 200x200	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	40000 1,9733e+008 1,3333e+008 1,3333e+008 2,53
4	Limtre 200x300	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	60000 4,6400e+008 4,5000e+008 2,0000e+008 3,80
5	180x200	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	36000 1,6835e+008 1,2000e+008 9,7200e+007 2,28

1.3. MATERIALDATA

1 GL30c, Limtre

Material: Limtre

Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C⁻¹

Fasthetsklasse: GL30c

Tyngdetetthet: 4,22 kN/m³

Lamelltykkelse: 45,0 mm

Sprekkfaktor k_{cr}: 0,80

Total vekt: 10,47 kN

Karakteristiske fasthetsparametre:

f_{mk} = 30,00 N/mm²f_{vk} = 3,50 N/mm²f_{t0k} = 19,50 N/mm²f_{c0k} = 24,50 N/mm²f_{t90k} = 0,50 N/mm²f_{c90k} = 2,50 N/mm²

1.4. SEGMENTDATA

Seg Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend. stiv?
22	3	20	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
23	4	21	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
1	12	2	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
2	3	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
3	1	3	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
4	1	5	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
5	5	6	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
6	6	7	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
7	7	8	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	8	9	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
9	9	10	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
10	10	11	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
11	11	12	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
12	12	13	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
13	13	14	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei

14	14	15	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
15	15	16	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
16	16	17	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
17	17	18	Limtre 115x115	Limtre 115x115	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
18	18	19	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
19	19	2	Limtre 115x180	Limtre 115x180	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
20	2	4	180x200	180x200	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei
21	1	12	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke	Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima- klasse	k_sys	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_ef [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]	
22	1,00	2	1,00	6000	6000	6000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
23	1,00	2	1,00	6000	6000	6000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
1	1,00	2	1,00	7501	750	7501	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
2	1,00	2	1,00	15000	15000	15000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
3	1,00	2	1,00	1500	1500	1500	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
4	1,00	2	1,00	1769	1769	1769	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
5	1,00	2	1,00	1801	1801	1801	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
6	1,00	2	1,00	1801	1801	1801	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
7	1,00	2	1,00	1833	1833	1833	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
8	1,00	2	1,00	1833	1833	1833	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
9	1,00	2	1,00	1865	1865	1865	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
10	1,00	2	1,00	1865	1865	1865	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
11	1,00	2	1,00	1898	1898	1898	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
12	1,00	2	1,00	1898	1898	1898	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
13	1,00	2	1,00	1865	1865	1865	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
14	1,00	2	1,00	1865	1865	1865	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
15	1,00	2	1,00	1833	1833	1833	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
16	1,00	2	1,00	1833	1833	1833	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
17	1,00	2	1,00	1801	1801	1801	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
18	1,00	2	1,00	1801	1801	1801	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
19	1,00	2	1,00	1769	1769	1769	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
20	1,00	2	1,00	1500	1500	1500	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
21	1,00	2	1,00	7501	750	7501	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr. X Z		RotY	X-vektor	Z-vektor
22 (Seg)	0	-7500	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
23 (Seg)	15000	-7500	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
1 (Seg)	15000	0	F			[-1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevne forskyvning [mm]

1.6. PUNKLEDD

Kn.pkt Nr.	Frikoblede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Tilknyttet
1	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	4(Seg.)
1	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	3(Seg.)
2	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	19(Seg.)
2	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	20(Seg.)
3	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	3(Seg.)
4	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	20(Seg.)
5	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	4(Seg.)
5	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	5(Seg.)
6	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	5(Seg.)
6	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	6(Seg.)
7	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	6(Seg.)
7	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	8(Seg.)
9	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8(Seg.)
9	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	9(Seg.)
10	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	9(Seg.)
10	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	10(Seg.)
11	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	10(Seg.)
11	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	11(Seg.)
12	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	11(Seg.)
12	RotY	[1,00; 0,02]	[-0,02; 1,00]	12(Seg.)
13	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	12(Seg.)
13	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	13(Seg.)
14	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	13(Seg.)
14	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	14(Seg.)
15	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	14(Seg.)
15	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	15(Seg.)
16	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	15(Seg.)
16	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	16(Seg.)
17	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	16(Seg.)
17	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	17(Seg.)
18	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	17(Seg.)
18	RotY	[1,00; -0,02]	[0,02; 1,00]	18(Seg.)
19	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	18(Seg.)
19	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	19(Seg.)

1.7. LASTTILFELLER

1.7.1 Lasttilfeller

3 Egenlast

Lasttype:	Permanent last		
Lastvarighet:	Permanent		
1 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 3,30 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 0 mm	
2 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 0 mm P2 = 3,30 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 21 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 150 mm	

4 Snølast

Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige		
Lastvarighet:	Halvårslast		
1 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 21 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 150 mm	
2 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 0 mm	

6 Generert vindlast 1

Lasttype:	Vindlast		
Vindlastdata:	v _b = 26,00 m/s Sone = D Q _p : 0,92 kN/m ²	cc = 6000 mm h/d = 0,51 Formfaktor: 0,74	Vertikal vegg for z _e = 7700 mm
Lastvarighet:	Korttidslast		
1 Linjelast	P1 = 4,08 kN/m X1 = 0 mm P2 = 4,08 kN/m X2 = 0 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 22 Inkluder masse: Nei	Z1 = -1500 mm Z2 = -7500 mm	
2 Linjelast	P1 = 4,08 kN/m X1 = 0 mm P2 = 4,08 kN/m X2 = 0 mm Retning = [1; 0] Virker på segment: 3 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = -1500 mm	

7 Generert vindlast 2

Lasttype:	Vindlast		
Vindlastdata:	v _b = 26,00 m/s Sone = E Q _p : 0,92 kN/m ²	cc = 6000 mm h/d = 0,51 Formfaktor: -0,37	Vertikal vegg for z _e = 7700 mm
Lastvarighet:	Korttidslast		

1 Linjelast	P1 = -2,05 kN/m	
	X1 = 15000 mm	Z1 = -1500 mm
	P2 = -2,05 kN/m	
	X2 = 15000 mm	Z2 = -7500 mm
	Retning = [0; 1]	
	Virker på segment: 23	
	Inkluder masse: Nei	
2 Linjelast	P1 = -2,05 kN/m	
	X1 = 15000 mm	Z1 = 0 mm
	P2 = -2,05 kN/m	
	X2 = 15000 mm	Z2 = -1500 mm
	Retning = [-1; 0]	
	Virker på segment: 20	
	Inkluder masse: Nei	

1.8. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for lastkombinasjon

- (11) Bruks: 1,00·<kt> +
 1,00·Egenlast +
 0,60·Generert vindlast 1 +
 0,60·Generert vindlast 2 +
 0,70·Snølast

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 0,60 * Generert vindlast 1
 0,60 * Generert vindlast 2
 0,70 * Snølast (Dominerende)

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (12) Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt>
 + 1,00·Egenlast

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 28,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast

- (13) Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt>
 + 1,00·Egenlast +
 0,20·Generert vindlast 1 +
 0,20·Generert vindlast 2 +
 0,20·Snølast

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 28,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 0,20 * Generert vindlast 1
 0,20 * Generert vindlast 2
 0,20 * Snølast (Dominerende)

- (14) Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt>
 + 1,00·Egenlast +
 0,00·Generert vindlast 1 +
 0,00·Generert vindlast 2 +
 0,00·Snølast

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 28,0 mm

Lasttilfeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
	1,00 * Egenlast
	0,00 * Generert vindlast 1
	0,00 * Generert vindlast 2
	0,00 * Snølast (Dominerende)

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	3,1	-2,0	0,3
1	3,1	-2,0	0,2
1	3,1	-2,0	0,1
2	0,0	-2,0	-0,3
2	0,0	-2,0	-0,2
2	0,0	-2,0	-0,2
20	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	27,05(13)	4,78(13)	0,00(12) max
	16,13(12)	2,86(12)	0,00(13) min
1	-16,13(12)	42,38(13)	0,00(13) max
	-26,44(13)	25,88(12)	0,00(12) min
1	0,00(12)	-28,74(12)	0,00(13) max
	-0,61(13)	-47,17(13)	0,00(12) min
2	-16,13(12)	4,90(13)	0,00(12) max
	-31,00(13)	2,86(12)	0,00(13) min
2	25,78(13)	41,33(13)	0,00(12) max
	16,13(12)	25,88(12)	0,00(13) min
2	0,00(12)	-28,74(12)	0,00(12) max
	-0,31(13)	-46,24(13)	0,00(13) min
20	0,00(12)	48,45(13)	0,00(12) max
	-2,45(13)	29,99(12)	0,00(12) min
21	0,00(12)	47,53(13)	0,00(12) max
	-1,23(13)	29,99(12)	0,00(12) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLEGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
22 (Seg)	0	-7500	0,00(14)	48,45(13)	0,00(14) max
			-2,45(13)	29,99(12)	0,00(12) min
23 (Seg)	15000	-7500	0,00(14)	47,53(13)	0,00(14) max
			-1,23(13)	29,99(12)	0,00(12) min
1 (Seg)	15000	0	0,00(14)	0,00(13)	0,00(14) max
			-5,52(13)	0,00(12)	0,00(13) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
22	0	-1,1	-1,6	0,3
	6000	0,0	0,0	0,0
23	0	4,4	-1,6	-0,3
	6000	0,0	0,0	0,0
1	0	1,6	-21,1	0,0
	563	1,4	-21,2	0,0
	7501	0,0	-2,0	-0,3
2	0	-1,1	-1,6	0,3
	937	-1,1	-5,7	0,2
	7500	1,6	-21,0	0,0
	15000	4,4	-1,6	-0,3
3	0	3,1	-2,0	0,1
	1500	-1,1	-1,6	0,2
4	0	3,1	-2,0	0,2
	1769	-1,1	-5,7	0,2
5	0	-1,1	-5,7	0,2
	1801	3,1	-9,3	0,2
6	0	3,1	-9,3	0,2
	1801	-0,6	-12,6	0,2

7	0	-0,6	-12,6	0,1
	1833	2,8	-15,7	0,1
8	0	2,8	-15,7	0,1
	1833	0,1	-17,9	0,1
9	0	0,1	-17,9	0,1
	1865	2,3	-19,8	0,1
10	0	2,3	-19,8	0,0
	1865	1,1	-20,6	0,0
11	0	1,1	-20,6	0,0
	1898	1,6	-21,1	0,0
12	0	1,6	-21,1	0,0
	1898	2,1	-20,6	0,0
13	0	2,1	-20,6	0,0
	1865	0,9	-19,8	0,0
14	0	0,9	-19,8	-0,1
	1865	3,1	-18,0	-0,1
15	0	3,1	-18,0	-0,1
	1833	0,4	-15,8	-0,1
16	0	0,4	-15,8	-0,1
	1833	3,9	-12,7	-0,1
17	0	3,9	-12,7	-0,2
	1801	0,1	-9,4	-0,2
18	0	0,1	-9,4	-0,2
	1801	4,4	-5,7	-0,2
19	0	4,4	-5,7	-0,2
	1769	0,0	-2,0	-0,2
20	0	0,0	-2,0	-0,2
	1500	4,4	-1,6	-0,2
21	0	3,1	-2,0	0,3
	375	3,1	-3,8	0,2
	2157	3,1	-10,5	0,2

7033	1,8	-21,2	0,0
7501	1,6	-21,1	0,0

2.3.2. Krefter

Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
22	0	-29,53(12)	0,00(12)	0,00(12) max
	0	-48,00(13)	0,00(12)	0,00(12) min
	6000	-29,53(12)	0,00(12)	0,00(12) max
	6000	-48,00(13)	0,00(12)	0,00(12) min
23	0	-29,53(12)	0,00(12)	0,00(12) max
	0	-47,08(13)	0,00(12)	0,00(12) min
	6000	-29,53(12)	0,00(12)	0,00(12) max
	6000	-47,08(13)	0,00(12)	0,00(12) min
1	0	-64,09(12)	5,51(13)	0,44(13) max
	0	-107,09(13)	3,29(12)	0,23(12) min
	1875	-64,22(12)	-3,04(12)	0,05(13) max
	1875	-107,31(13)	-5,09(13)	0,00(12) min
	2813	-57,10(12)	-0,14(12)	-1,58(12) max
	2813	-96,33(13)	-0,24(13)	-2,61(13) min
	5626	-16,05(12)	6,60(13)	2,43(13) max
	5626	-72,10(13)	-6,62(13)	1,49(12) min
	5720	-16,05(12)	6,60(13)	1,81(13) max
	5720	-30,87(13)	3,96(12)	1,12(12) min
	7501	-16,18(12)	-2,37(12)	0,00(12) max
	7501	-31,08(13)	-4,00(13)	0,00(13) min
	2	0	0,00(12)	0,14(13)
0		-3,06(13)	0,10(12)	0,00(13) min
2906		81,38(13)	0,30(13)	-0,03(12) max
2906		51,26(12)	0,24(12)	-0,07(13) min
8250		105,35(13)	-0,12(13)	-0,17(12) max
8250		65,41(12)	-0,12(12)	-0,29(13) min
9469		101,37(13)	0,01(13)	-0,23(12) max
9469		62,60(12)	-0,01(12)	-0,37(13) min
9562		101,37(13)	0,01(13)	-0,23(12) max
9562		62,60(12)	-0,01(12)	-0,37(13) min
12187		83,56(13)	-0,24(12)	-0,01(12) max
12187		51,26(12)	-0,29(13)	-0,05(13) min
15000		1,54(13)	-0,10(12)	0,00(12) max
15000	0,00(12)	-0,15(13)	0,00(13) min	
3	0	-28,75(12)	0,00(12)	0,00(13) max

	0	-47,17(13)	-0,58(13)	0,00(12) min
	750	-28,86(12)	0,00(12)	0,23(13) max
	750	-47,28(13)	0,00(13)	0,00(12) min
	1500	-28,96(12)	0,58(13)	0,00(13) max
	1500	-47,39(13)	0,00(12)	0,00(12) min
4	0	49,95(13)	0,04(13)	0,00(12) max
	0	30,49(12)	0,04(12)	0,00(13) min
	884	49,89(13)	0,00(13)	-0,02(12) max
	884	30,43(12)	0,00(12)	-0,02(13) min
	1769	49,83(13)	-0,04(12)	0,00(12) max
	1769	30,37(12)	-0,04(13)	0,00(13) min
5	0	-29,87(12)	0,04(13)	0,00(12) max
	0	-49,25(13)	0,04(12)	0,00(13) min
	900	-29,81(12)	0,00(12)	-0,02(13) max
	900	-49,18(13)	0,00(13)	-0,02(12) min
	1801	-29,74(12)	-0,04(13)	0,00(13) max
	1801	-49,12(13)	-0,04(12)	0,00(12) min
6	0	31,86(13)	0,02(13)	0,00(12) max
	0	19,40(12)	0,02(12)	0,00(13) min
	900	31,82(13)	0,00(12)	-0,01(12) max
	900	19,36(12)	0,00(13)	-0,01(13) min
	1801	31,77(13)	-0,02(12)	0,00(12) max
	1801	19,32(12)	-0,02(13)	0,00(13) min
7	0	-18,68(12)	0,02(13)	0,00(13) max
	0	-30,99(13)	0,02(12)	0,00(12) min
	916	-18,64(12)	0,00(12)	-0,01(13) max
	916	-30,94(13)	0,00(13)	-0,01(12) min
	1833	-18,60(12)	-0,02(13)	0,00(13) max
	1833	-30,90(13)	-0,02(12)	0,00(12) min
8	0	18,90(13)	0,02(12)	0,00(12) max
	0	11,43(12)	0,02(13)	0,00(13) min
	916	18,86(13)	0,00(13)	-0,01(12) max
	916	11,39(12)	0,00(12)	-0,01(13) min
	1833	18,82(13)	-0,02(12)	0,00(12) max
	1833	11,35(12)	-0,02(13)	0,00(13) min
9	0	-11,00(12)	0,02(12)	0,00(13) max
	0	-18,50(13)	0,02(13)	0,00(12) min
	933	-10,96(12)	0,00(12)	-0,01(13) max
	933	-18,46(13)	0,00(13)	-0,01(12) min
	1865	-10,92(12)	-0,02(13)	0,00(13) max

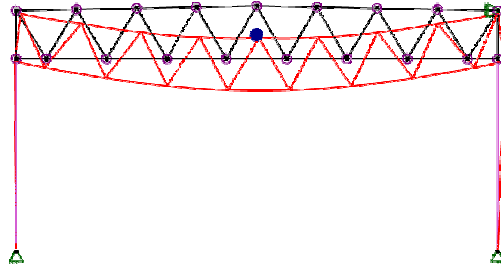
	1865	-18,42(13)	-0,02(12)	0,00(12) min
10	0	5,38(13)	0,02(13)	0,00(13) max
	0	3,13(12)	0,02(12)	0,00(12) min
	933	5,34(13)	0,00(13)	-0,01(13) max
	933	3,08(12)	0,00(12)	-0,01(12) min
	1865	5,30(13)	-0,02(13)	0,00(13) max
	1865	3,04(12)	-0,02(12)	0,00(12) min
11	0	-2,60(12)	0,02(13)	0,00(13) max
	0	-4,83(13)	0,02(12)	0,00(12) min
	949	-2,56(12)	0,00(13)	-0,01(12) max
	949	-4,79(13)	0,00(12)	-0,01(13) min
	1898	-2,52(12)	-0,02(12)	0,00(12) max
	1898	-4,75(13)	-0,02(13)	0,00(13) min
12	0	-2,52(12)	0,02(12)	0,00(12) max
	0	-3,68(13)	0,02(13)	0,00(13) min
	949	-2,56(12)	0,00(12)	-0,01(13) max
	949	-3,73(13)	0,00(13)	-0,01(12) min
	1898	-2,60(12)	-0,02(12)	0,00(13) max
	1898	-3,77(13)	-0,02(13)	0,00(12) min
13	0	4,23(13)	0,02(12)	0,00(12) max
	0	3,04(12)	0,02(13)	0,00(13) min
	933	4,27(13)	0,00(13)	-0,01(13) max
	933	3,08(12)	0,00(12)	-0,01(12) min
	1865	4,31(13)	-0,02(13)	0,00(13) max
	1865	3,13(12)	-0,02(12)	0,00(12) min
14	0	-10,92(12)	0,02(12)	0,00(13) max
	0	-17,32(13)	0,02(13)	0,00(12) min
	933	-10,96(12)	0,00(13)	-0,01(13) max
	933	-17,36(13)	0,00(12)	-0,01(12) min
	1865	-11,00(12)	-0,02(13)	0,00(13) max
	1865	-17,41(13)	-0,02(12)	0,00(12) min
15	0	17,72(13)	0,02(13)	0,00(13) max
	0	11,35(12)	0,02(12)	0,00(12) min
	916	17,76(13)	0,00(12)	-0,01(12) max
	916	11,39(12)	0,00(13)	-0,01(13) min
	1833	17,80(13)	-0,02(13)	0,00(12) max
	1833	11,43(12)	-0,02(12)	0,00(13) min
16	0	-18,60(12)	0,02(12)	0,00(12) max
	0	-29,82(13)	0,02(13)	0,00(13) min

	916	-18,64(12)	0,00(13)	-0,01(12) max
	916	-29,86(13)	0,00(12)	-0,01(13) min
	1833	-18,68(12)	-0,02(12)	0,00(13) max
	1833	-29,90(13)	-0,02(13)	0,00(12) min
17	0	30,68(13)	0,02(12)	0,00(13) max
	0	19,32(12)	0,02(13)	0,00(12) min
	900	30,72(13)	0,00(13)	-0,01(12) max
	900	19,36(12)	0,00(12)	-0,01(13) min
	1801	30,76(13)	-0,02(13)	0,00(12) max
	1801	19,40(12)	-0,02(12)	0,00(13) min
18	0	-29,74(12)	0,04(12)	0,00(13) max
	0	-47,90(13)	0,04(13)	0,00(12) min
	900	-29,81(12)	0,00(13)	-0,02(13) max
	900	-47,96(13)	0,00(12)	-0,02(12) min
	1801	-29,87(12)	-0,04(12)	0,00(13) max
	1801	-48,02(13)	-0,04(13)	0,00(12) min
19	0	48,59(13)	0,04(13)	0,00(13) max
	0	30,37(12)	0,04(12)	0,00(12) min
	884	48,65(13)	0,00(12)	-0,02(12) max
	884	30,43(12)	0,00(13)	-0,02(13) min
	1769	48,71(13)	-0,04(12)	0,00(12) max
	1769	30,49(12)	-0,04(13)	0,00(13) min
20	0	-28,75(12)	0,00(12)	0,00(13) max
	0	-46,24(13)	-0,29(13)	0,00(12) min
	750	-28,86(12)	0,00(12)	0,12(13) max
	750	-46,35(13)	0,00(13)	0,00(12) min
	1500	-28,96(12)	0,29(13)	0,00(13) max
	1500	-46,46(13)	0,00(12)	0,00(12) min
21	0	-16,18(12)	3,96(13)	0,00(12) max
	0	-27,14(13)	2,37(12)	0,00(13) min
	1875	-16,05(12)	-3,96(12)	2,51(13) max
	1875	-26,93(13)	-6,64(13)	1,49(12) min
	1969	-41,81(12)	6,65(13)	1,89(13) max
	1969	-69,37(13)	3,98(12)	1,12(12) min
	4688	-57,10(12)	0,24(13)	-1,58(12) max
	4688	-94,72(13)	0,14(12)	-2,60(13) min
	5720	-64,22(12)	5,10(13)	-0,28(12) max
	5720	-106,78(13)	3,04(12)	-0,42(13) min
	7501	-64,09(12)	-3,29(12)	0,44(13) max
	7501	-106,57(13)	-5,51(13)	0,23(12) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

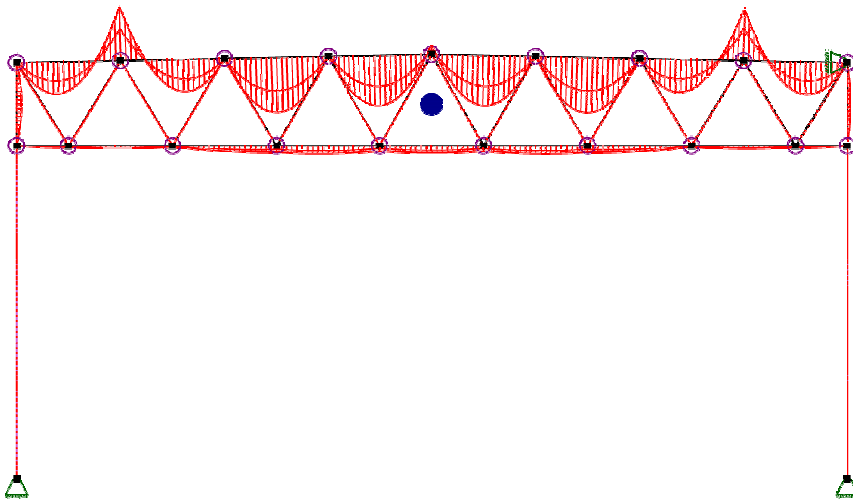
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



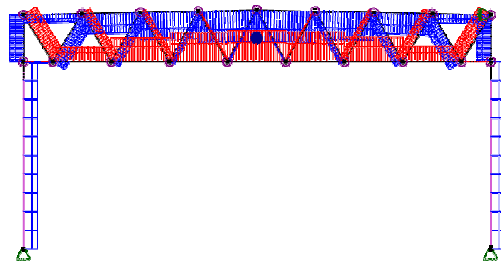
Største forskyvning: 21,3 mm

2.4.2. Moment - segmenter



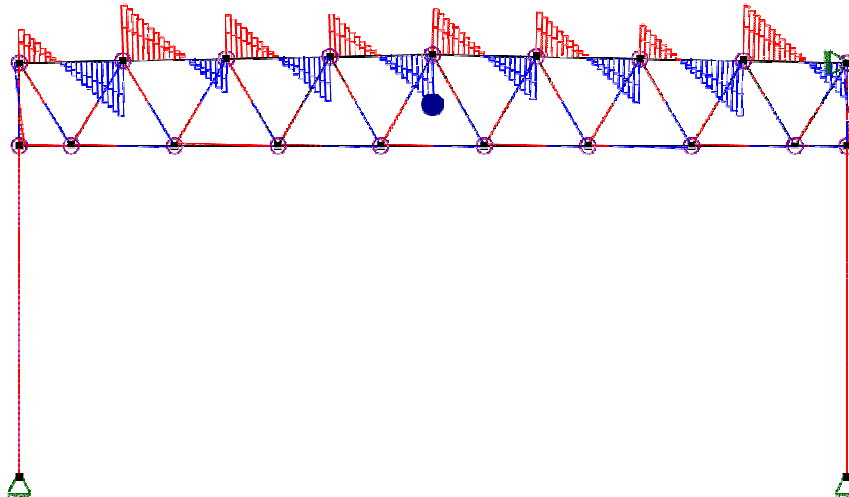
Største moment: -2,61 kN·m

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: -107,31 kN

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: 6,65 kN

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
22	6000	0,64(13)	0,00(12)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
23	6000	0,63(13)	0,00(12)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
1	0	0,31(13)	0,07(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,35(13)	0,02(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	938	0,35(13)	0,00(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,33(13)	0,04(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2250	0,30(13)	0,05(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,32(13)	0,01(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3751	0,27(13)	0,07(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,23(13)	0,00(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	5251	0,21(13)	0,06(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6001	0,09(13)	0,07(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6751	0,12(13)	0,01(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	7501	0,09(13)	0,05(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
2	0	0,16(13)	0,00(13)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,10(13)	0,00(12)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3000	0,16(13)	0,01(13)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4500	0,18(13)	0,00(12)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	6000	0,21(13)	0,00(13)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	7500	0,22(13)	0,00(13)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	9000	0,22(13)	0,00(13)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	10500	0,18(13)	0,00(12)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

	12000	0,17(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	13500	0,11(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	15000	0,00(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
3	0	0,10(13)	0,02(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	150	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	300	0,11(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	450	0,11(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	600	0,11(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,11(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	900	0,11(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1050	0,11(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1200	0,11(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1350	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1425	0,10(13)	0,02(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1500	0,10(13)	0,02(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
4	0	0,28(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	177	0,28(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	354	0,28(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	531	0,28(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	708	0,28(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	796	0,28(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	884	0,28(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1061	0,28(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1238	0,28(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1415	0,28(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1592	0,28(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1769	0,28(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
5	0	0,66(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
	180	0,66(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	360	0,66(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	540	0,66(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	720	0,66(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	900	0,66(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1080	0,66(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1261	0,66(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1441	0,66(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1621	0,66(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1801	0,66(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
6	0	0,37(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	180	0,37(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	360	0,38(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	540	0,38(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

	720	0,38(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	900	0,38(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1080	0,38(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1261	0,38(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1441	0,38(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1621	0,37(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1801	0,37(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
7	0	0,91(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	183	0,91(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	367	0,91(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	550	0,91(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	733	0,91(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	825	0,91(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	916	0,91(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1100	0,91(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1283	0,91(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1466	0,91(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1650	0,91(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1833	0,90(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
8	0	0,22(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	183	0,22(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	367	0,23(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	550	0,23(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	733	0,23(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	916	0,23(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1100	0,23(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1283	0,23(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1466	0,23(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1650	0,22(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1833	0,22(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
9	0	0,56(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	187	0,56(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	373	0,56(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	560	0,57(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	746	0,57(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	839	0,57(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	933	0,57(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1119	0,57(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1306	0,56(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1492	0,56(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1679	0,56(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1865	0,56(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

10	0	0,06(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	187	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	373	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	560	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	746	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	933	0,07(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1119	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1306	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1492	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1679	0,07(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1865	0,06(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
11	0	0,15(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	190	0,15(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	380	0,16(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	569	0,16(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	759	0,16(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	854	0,16(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	949	0,16(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1139	0,16(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1328	0,16(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1518	0,15(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1708	0,15(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1898	0,15(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
12	0	0,11(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	190	0,12(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	380	0,12(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	569	0,12(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	759	0,13(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	949	0,13(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1044	0,13(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1139	0,13(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1328	0,12(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1518	0,12(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1708	0,12(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1898	0,12(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
13	0	0,05(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	187	0,05(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	373	0,06(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	560	0,06(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	746	0,06(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	933	0,06(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1119	0,06(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1306	0,06(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

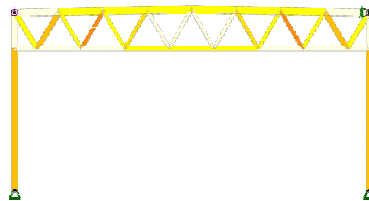
	1492	0,06(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1679	0,05(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1865	0,05(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
14	0	0,52(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	187	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	373	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	560	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	746	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	933	0,53(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1026	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1119	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1306	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1492	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1679	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1865	0,53(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
15	0	0,21(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	183	0,21(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	367	0,21(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	550	0,21(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	733	0,22(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	916	0,22(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1100	0,22(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1283	0,21(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1466	0,21(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1650	0,21(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1833	0,21(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
16	0	0,87(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	183	0,87(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	367	0,88(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	550	0,88(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	733	0,88(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	916	0,88(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1008	0,88(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1100	0,88(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1283	0,88(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1466	0,88(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1650	0,88(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1833	0,87(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
17	0	0,36(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	180	0,36(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	360	0,36(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	540	0,37(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

	720	0,37(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	900	0,37(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1080	0,37(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1261	0,37(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1441	0,36(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1621	0,36(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1801	0,36(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
18	0	0,64(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	180	0,65(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	360	0,65(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	540	0,65(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	720	0,65(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	900	0,65(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1080	0,65(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1261	0,65(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1441	0,65(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1621	0,65(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1801	0,65(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
19	0	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	177	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	354	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	531	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	708	0,27(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	884	0,27(13)	0,00(12)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	973	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1061	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1238	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1415	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1592	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1769	0,27(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
20	0	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	150	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	300	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	450	0,10(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	600	0,10(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,10(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	900	0,10(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1050	0,10(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1200	0,10(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1350	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1425	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)
	1500	0,10(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.24)

21	0	0,08(13)	0,05(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,10(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,08(13)	0,06(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2250	0,20(13)	0,07(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,22(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3751	0,20(13)	0,05(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,32(13)	0,02(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	5251	0,30(13)	0,04(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6001	0,33(13)	0,05(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6564	0,35(13)	0,00(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	6751	0,34(13)	0,01(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	7501	0,31(13)	0,07(13)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.2. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 91,37 % (EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23))

Vedlegg 5
Randbjelke Brudd

Beregning utført: 19.04.2021 13:24:27

Focus Konstruksjon 2021

INNHALDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNUTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	5
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	6
1.4.2. Segmentdata EN 1993	6
1.5. RANDBETINGELSER	7
1.5.1 Punktrandbetingelser	7
1.6. PUNKTLEDD	7
1.7. LASTTILFELLER	7
1.7.1 Lasttilfeller	7
1.8. LASTKOMBINASJON	8
1.9. ANALYSEINFORMASJON	9
2. BEREGNINGER	10
2.1. KNUTEPUNKTSRESULTATER	10
2.1.1. Forskyvninger	10
2.1.2. Residualkrefter	10
2.2. OPPLEGGSKREFTER	11
2.3. SEGMENTRESULTATER	11
2.3.1. Forskyvninger	11
2.3.2. Krefter	12
2.4. RESULTATER GRAFISK	13
2.4.1. Forskyvning	13
2.4.2. Moment - segmenter	13
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	14
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	14
3. KAPASITETSKONTROLL	14
3.1. EN 1993 UTNYTTELSESGRAD, SEGMENTER	14
3.2. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD	15
3.3. KAPASITETSKART	16

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 10

Antall knutepunkt: 9

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 5

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 1

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 15,9 mm (Segmentnr. 1)

Største N: -44,01 kN (Segmentnr. 9)

Største V: -27,53 kN (Segmentnr. 8)

Største M: -35,32 kN·m (Segmentnr. 1)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (6) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Snølast} + 1,00 \cdot \text{Vindlast}$

for N: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$

for V: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$

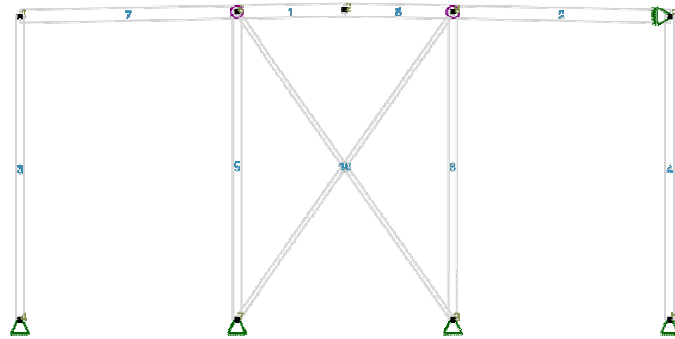
for M: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 49,17 %

Info: EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNOTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
2	7500	150
3	15000	0
4	0	-7000
5	15000	-7000
6	5000	100
7	5000	-7000
8	10000	100
9	10000	-7000

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre										
1	Rundstål 100	<table> <tr> <td>A [mm²]</td> <td>7854</td> </tr> <tr> <td>I_x [mm⁴]</td> <td>9,8175e+006</td> </tr> <tr> <td>I_y [mm⁴]</td> <td>4,9087e+006</td> </tr> <tr> <td>I_z [mm⁴]</td> <td>4,9087e+006</td> </tr> <tr> <td>Total vekt [kN]</td> <td>10,50</td> </tr> </table>	A [mm ²]	7854	I _x [mm ⁴]	9,8175e+006	I _y [mm ⁴]	4,9087e+006	I _z [mm ⁴]	4,9087e+006	Total vekt [kN]	10,50
A [mm ²]	7854											
I _x [mm ⁴]	9,8175e+006											
I _y [mm ⁴]	4,9087e+006											
I _z [mm ⁴]	4,9087e+006											
Total vekt [kN]	10,50											

2	Limtre 200x200	A [mm ²]	40000
		I _x [mm ⁴]	1,9733e+008
		I _y [mm ⁴]	1,3333e+008
		I _z [mm ⁴]	1,3333e+008
		Total vekt [kN]	4,76
3	Limtre 200x300	A [mm ²]	60000
		I _x [mm ⁴]	4,6400e+008
		I _y [mm ⁴]	4,5000e+008
		I _z [mm ⁴]	2,0000e+008
		Total vekt [kN]	3,80

1.3. MATERIALDATA

1	GL30c, Limtre	Material: Limtre
	Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C ⁻¹	
	Fasthetsklasse: GL30c	Lamelltykkelse: 45,0 mm
	Tyngdetetthet: 4,22 kN/m ³	
	Sprekkfaktor k _{cr} : 0,80	Total vekt: 8,55 kN

Karakteristiske fasthetsparametre:

f _{mk} = 30,00 N/mm ²	f _{vk} = 3,50 N/mm ²
f _{t0k} = 19,50 N/mm ²	f _{c0k} = 24,50 N/mm ²
f _{t90k} = 0,50 N/mm ²	f _{c90k} = 2,50 N/mm ²

2	S355, Stål	Material: Stål
	Fasthetsklasse: S355	
	Varmeutv.koeff.: 1,20e-005 °C ⁻¹	Tyngdetetthet: 77,01 kN/m ³
	E-modul: 2,1000e+005 N/mm ²	G-modul: 8,1000e+004 N/mm ²
	Total vekt: 10,50 kN	
	Karakteristiske fasthetsparametre:	
	f _y = 355,00 N/mm ²	for godstykkelse ≤ 40,0 mm
	f _y = 335,00 N/mm ²	for godstykkelse ≤ 80,0 mm
	f _y = 335,00 N/mm ²	for godstykkelse > 80,0 mm

1.4. SEGMENTDATA

Seg Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend.stiv?
1	6	2	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
2	8	3	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
3	1	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
4	3	5	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
5	6	7	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
6	8	9	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
7	1	6	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	2	8	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei

9	8	7	Rundstål 100	Rundstål 100	S355, Stål	Stav	Nei
10	6	9	Rundstål 100	Rundstål 100	S355, Stål	Stav	Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima- klasse	k_sys	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_ef [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]
1	1,15	2	1,00	2500	250	2500	Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
2	1,15	2	1,00	5001	500	5001	Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
3	1,15	2	1,00	7000	7000	7000	Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
4	1,15	2	1,00	7000	7000	7000	Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
5	1,15	2	1,00	7100	7100	7100	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002
6	1,15	2	1,00	7100	7100	7100	Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
7	1,15	2	1,00	5001	500	5001	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
8	1,15	2	1,00	2500	250	2500	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002

1.4.2. Segmentdata EN 1993

Seg. nr.	Gamma_M0 (brudd)	Gamma_M1 (brudd)	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_eff [mm]	k	k_w	C1	C2	C2	z_g [mm]	z_j [mm]
----------	---------------------	---------------------	--------------	--------------	---------------	---	-----	----	----	----	-------------	-------------

9	1,05	1,05	8683	8683	8683	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
10	1,05	1,05	8683	8683	8683	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr.		RotY	X-vektor	Z-vektor
			X	Z			
3 (Seg)	0	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
4 (Seg)	15000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
2 (Seg)	15000	0	F			[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
5 (Seg)	5000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
6 (Seg)	10000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. PUNKTLEDD

Kn.pkt Nr.	Frikoblede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Tilknyttet
6	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8(Seg.)

1.7. LASTTILFELLER

1.7.1 Lasttilfeller

4 Egenlast

Lasttype:	Permanent last		
Lastvarighet:	Permanent		
1 Linjelast	P1 =	1,65 kN/m	Z1 = 100 mm
	X1 =	10000 mm	
	P2 =	1,65 kN/m	
	X2 =	15000 mm	
	Retning =	[0; -1]	
	Virker på segment:	2	
Inkluder masse:	Nei		
2 Linjelast	P1 =	1,65 kN/m	Z1 = 150 mm
	X1 =	7500 mm	
	P2 =	1,65 kN/m	
	X2 =	10000 mm	
	Retning =	[0; -1]	
	Virker på segment:	8	
Inkluder masse:	Nei		
3 Linjelast	P1 =	1,65 kN/m	Z1 = 100 mm
	X1 =	5000 mm	
	P2 =	1,65 kN/m	
	X2 =	7500 mm	
	Retning =	[0; -1]	
	Virker på segment:	1	
Inkluder masse:	Nei		

4 Linjelast	P1 = 1,65 kN/m X1 = 0 mm P2 = 1,65 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 100 mm
-------------	---	--------------------------

5 Snølast

Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige	
Lastvarighet:	Halvårslast	
1 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 0 mm
2 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 8 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 100 mm
3 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 150 mm
4 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 100 mm

6 Vindlast

Lasttype:	Vindlast	
Lastvarighet:	Korttidslast	
1 Punktlast	P = 9,66 kN X = 0 mm Retning = [1; 0] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z = 0 mm
2 Punktlast	P = 3,05 kN X = 15000 mm Retning = [1; 0] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z = 0 mm

1.8. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for lastkombinasjon

- (6) Bruks: 1,00·<kt> +
1,00·Egenlast +
1,00·Snølast +
1,00·Vindlast

Grensetilstand:

Bruks

Lasttilfeller:

1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast
1,00 * Snølast (Dominerende)
1,00 * Vindlast

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (1) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 Grensetilstand: Brudd
 Lasttilfeller: $1,00 * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 * \text{Egenlast}$
- (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$
 Grensetilstand: Brudd
 Lasttilfeller: $1,20 * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,20 * \text{Egenlast}$
 $1,50 * \text{Snølast (Dominerende)}$
 $1,50 * \text{Vindlast}$
- (3) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$
 Grensetilstand: Brudd
 Lasttilfeller: $1,00 * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 * \text{Egenlast}$
 $1,50 * \text{Snølast}$
 $1,50 * \text{Vindlast (Dominerende)}$
- (4) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,91 \cdot \text{Snølast} + 0,91 \cdot \text{Vindlast}$
 Grensetilstand: Brudd
 Lasttilfeller: $1,00 * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 * \text{Egenlast}$
 $0,91 * \text{Snølast}$
 $0,91 * \text{Vindlast (Dominerende)}$
- (5) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,05 \cdot \text{Snølast} + 1,05 \cdot \text{Vindlast}$
 Grensetilstand: Brudd
 Lasttilfeller: $1,35 * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,35 * \text{Egenlast}$
 $1,05 * \text{Snølast (Dominerende)}$
 $1,05 * \text{Vindlast}$

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	-0,5	-0,4	0,5
2	-0,2	-15,9	0,0
3	0,0	-0,4	-0,5
4	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0
6	-0,5	-0,5	0,5
6	-0,5	-0,5	-0,5
7	0,0	0,0	0,0
8	0,1	-0,3	0,5
8	0,1	-0,3	-0,5
9	0,0	0,0	0,0

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	0,00(1)	0,00(2)	0,00(3) max
	0,00(2)	0,00(1)	0,00(1) min
2	0,00(1)	0,00(1)	0,00(4) max
	0,00(3)	0,00(3)	0,00(5) min
3	-2,77(1)	0,00(3)	0,00(1) max
	-28,54(2)	0,00(1)	0,00(3) min
4	0,00(1)	29,92(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	5,94(1)	0,00(1) min
5	0,00(1)	30,11(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	6,00(1)	0,00(1) min
6	14,49(2)	-4,76(1)	0,00(1) max
	0,00(1)	-27,93(2)	0,00(2) min
6	0,00(1)	27,93(2)	0,00(3) max
	-14,49(2)	4,76(1)	0,00(1) min
7	25,34(2)	77,35(2)	0,00(1) max
	6,27(1)	19,89(1)	0,00(2) min
8	-0,66(3)	-4,76(1)	0,00(1) max
	-3,50(1)	-28,21(2)	0,00(2) min
8	3,50(1)	28,21(2)	0,00(2) max
	0,66(3)	4,76(1)	0,00(1) min
9	-3,50(1)	50,22(2)	0,00(1) max

-15,85(2) 11,98(1) 0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLEGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
3 (Seg)	0	-7000	0,00(5) 0,00(1)	29,92(2) 5,94(1)	0,00(5) max 0,00(1) min
4 (Seg)	15000	-7000	0,00(5) 0,00(1)	30,11(2) 6,00(1)	0,00(5) max 0,00(1) min
2 (Seg)	15000	0	-2,77(1) -28,54(2)	0,00(3) 0,00(1)	0,00(1) max 0,00(3) min
5 (Seg)	5000	-7000	25,34(2) 6,27(1)	77,35(2) 19,89(1)	0,00(1) max 0,00(2) min
6 (Seg)	10000	-7000	-3,50(1) -15,85(2)	50,22(2) 11,98(1)	0,00(5) max 0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	0	-0,5	-0,5	0,5
	2500	-0,2	-15,9	0,0
2	0	0,1	-0,3	0,5
	2501	-0,2	-15,8	0,0
	2751	-0,2	-15,6	-0,1
	5001	0,0	-0,4	-0,5
3	0	-0,5	-0,4	0,5
	7000	0,0	0,0	0,0
4	0	0,0	-0,4	-0,5
	7000	0,0	0,0	0,0
5	0	-0,5	-0,5	0,5
	7100	0,0	0,0	0,0
6	0	0,1	-0,3	0,5
	7100	0,0	0,0	0,0
7	0	-0,5	-0,4	0,5
	2501	-0,2	-15,9	0,0

	5001	-0,5	-0,5	-0,5
8	0	-0,2	-15,9	0,0
	2500	0,1	-0,3	-0,5
9	0	0,1	-0,3	0,5
	8683	0,0	0,0	0,0
10	0	-0,5	-0,5	0,5
	8683	0,0	0,0	0,0

2.3.2. Krefter

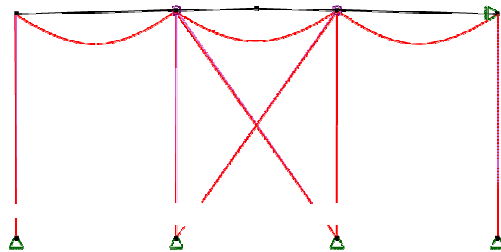
Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
1	0	3,41(1)	27,53(2)	0,00(1) max
	0	0,13(3)	4,71(1)	0,00(2) min
	2500	3,50(1)	0,73(2)	-6,12(1) max
	2500	0,65(3)	0,19(1)	-35,32(2) min
2	0	-2,68(1)	26,80(2)	0,00(1) max
	0	-23,44(2)	4,52(1)	0,00(2) min
	2501	-2,77(1)	0,00(1)	-5,95(1) max
	2501	-23,98(2)	0,00(2)	-35,28(2) min
	5001	-2,86(1)	-4,52(1)	0,00(1) max
	5001	-24,51(2)	-26,80(2)	0,00(2) min
3	0	-5,35(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-29,22(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	7000	-5,35(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	7000	-29,22(2)	0,00(1)	0,00(1) min
4	0	-5,40(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-29,41(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	7000	-5,40(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	7000	-29,41(2)	0,00(1)	0,00(1) min
5	0	-7,77(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-37,49(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	7100	-7,77(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	7100	-37,49(2)	0,00(1)	0,00(1) min
6	0	-3,79(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-23,83(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	7100	-3,79(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	7100	-23,83(2)	0,00(1)	0,00(1) min

7	0	-0,09(1)	26,80(2)	0,00(1) max
	0	-15,03(2)	4,52(1)	0,00(2) min
	2501	0,00(1)	0,00(1)	-5,95(1) max
	2501	-14,49(2)	0,00(2)	-35,28(2) min
	5001	0,09(1)	-4,52(1)	0,00(1) max
	5001	-13,97(3)	-26,80(2)	0,00(2) min
8	0	3,50(1)	-0,19(1)	-6,12(1) max
	0	0,65(3)	-0,73(2)	-35,32(2) min
	2500	3,41(1)	-4,71(1)	0,00(1) max
	2500	0,13(3)	-27,53(2)	0,00(2) min
9	0	-10,88(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-44,01(2)	0,00(5)	0,00(1) min
	8683	-10,88(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	8683	-44,01(2)	0,00(5)	0,00(1) min
10	0	-6,08(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-27,54(2)	0,00(3)	0,00(1) min
	8683	-6,08(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	8683	-27,54(2)	0,00(3)	0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

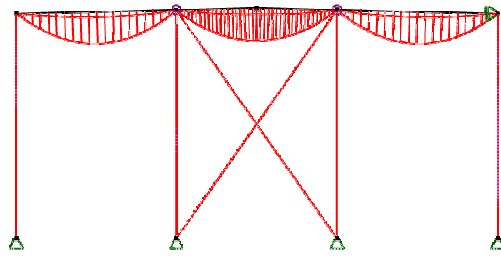
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



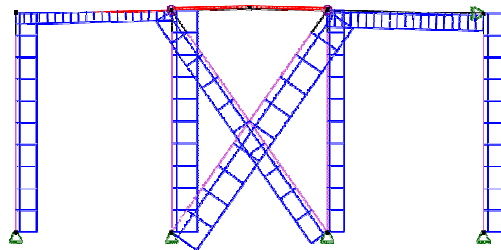
Største forskyvning: 15,9 mm

2.4.2. Moment - segmenter



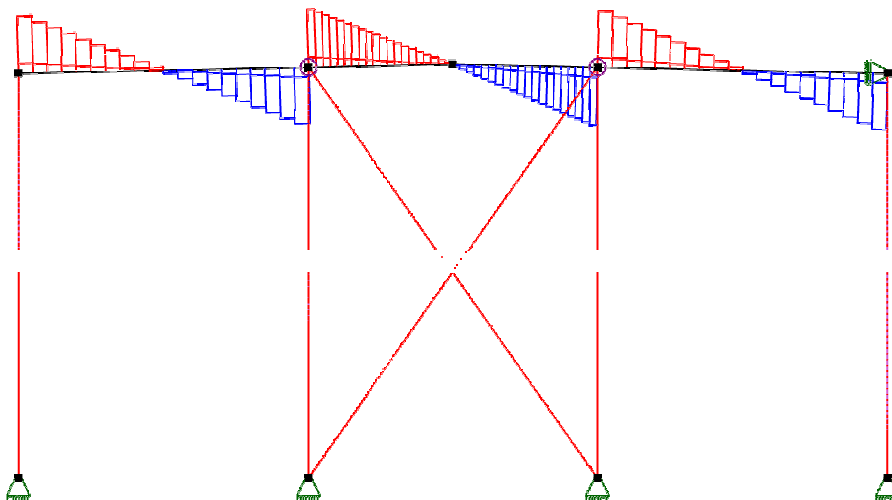
Største moment: $-35,32 \text{ kN}\cdot\text{m}$

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: $-44,01 \text{ kN}$

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: $-27,53 \text{ kN}$

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1993 UTNYTTELSESGRAD, SEGMENTER

Seg. nr.	Snitt [mm]	Pl.tv	Pl.stab	El.tv	El.stab	Info
9	8683	0,02(2)	0,38(2)	0,02(2)	0,38(2)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.62)
10	8683	0,01(2)	0,24(2)	0,01(2)	0,24(2)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.62)

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

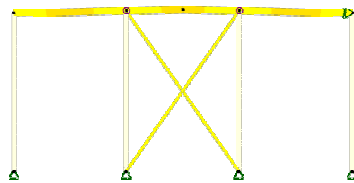
3.2. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
1	0	0,01(1)	0,31(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	250	0,09(2)	0,30(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,17(2)	0,27(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	750	0,24(2)	0,23(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1000	0,30(2)	0,20(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1250	0,35(2)	0,17(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1500	0,39(2)	0,14(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1750	0,43(2)	0,10(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2000	0,45(2)	0,07(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2250	0,46(2)	0,04(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2500	0,47(2)	0,01(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
2	0	0,02(2)	0,31(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,19(2)	0,27(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,32(2)	0,21(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,42(2)	0,14(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2001	0,47(2)	0,08(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2501	0,49(2)	0,02(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,47(2)	0,05(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3501	0,42(2)	0,11(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4001	0,32(2)	0,18(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,19(2)	0,24(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5001	0,02(2)	0,31(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
3	7000	0,14(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
4	7000	0,14(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
5	7100	0,18(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
6	7100	0,11(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
7	0	0,02(2)	0,31(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,18(2)	0,27(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,31(2)	0,21(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

	1500	0,41(2)	0,14(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2001	0,46(2)	0,08(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2501	0,48(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,46(2)	0,05(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3501	0,41(2)	0,11(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4001	0,31(2)	0,18(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,18(2)	0,24(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5001	0,01(3)	0,31(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
8	0	0,47(2)	0,01(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	250	0,46(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	500	0,45(2)	0,06(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	750	0,43(2)	0,09(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1000	0,39(2)	0,12(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1250	0,35(2)	0,15(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1500	0,30(2)	0,19(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1750	0,24(2)	0,22(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2000	0,17(2)	0,25(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2250	0,09(2)	0,28(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2500	0,01(1)	0,31(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.3. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 49,17 % (EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23))

Vedlegg 6
Randbjelke Brann

Beregning utført: 19.04.2021 13:26:11

Focus Konstruksjon 2021

INNHALDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNOTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	5
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	6
1.4.2. Segmentdata EN 1993	6
1.5. RANDBETINGELSER	6
1.5.1 Punktrandbetingelser	6
1.6. PUNKTLEDD	6
1.7. LASTTILFELLER	6
1.7.1 Lasttilfeller	6
1.8. LASTKOMBINASJON	8
1.9. ANALYSEINFORMASJON	8
2. BEREGNINGER	9
2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER	9
2.1.1. Forskyvninger	9
2.1.2. Residualkrefter	9
2.2. OPPLEGGSKREFTER	10
2.3. SEGMENTRESULTATER	10
2.3.1. Forskyvninger	10
2.3.2. Krefter	11
2.4. RESULTATER GRAFISK	12
2.4.1. Forskyvning	12
2.4.2. Moment - segmenter	12
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	13
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	13
3. KAPASITETSKONTROLL	13
3.1. EN 1993 UTNYTTELSESGRAD, SEGMENTER	13
3.2. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD	14
3.3. KAPASITETSKART	15

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 10

Antall knutepunkt: 9

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 3

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 1

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 15,9 mm (Segmentnr. 1)

Største N: -14,83 kN (Segmentnr. 5)

Største V: 7,58 kN (Segmentnr. 1)

Største M: -9,73 kN·m (Segmentnr. 1)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (6) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Snølast} + 1,00 \cdot \text{Vindlast}$

for N: (8) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Snølast} + 0,20 \cdot \text{Vindlast}$

for V: (8) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Snølast} + 0,20 \cdot \text{Vindlast}$

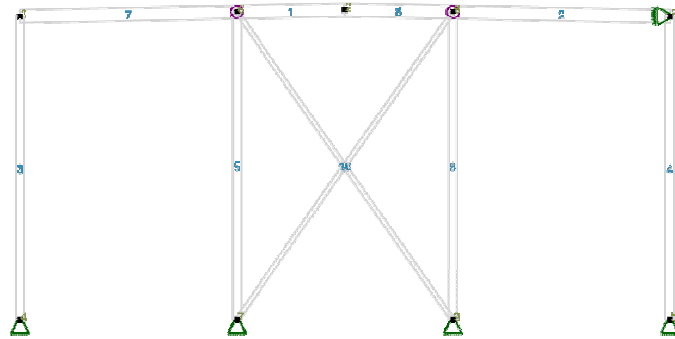
for M: (8) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Snølast} + 0,20 \cdot \text{Vindlast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 31,21 %

Info: EN 1993-1-2 4.2.3.5 Ligning (4.21b)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNOTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
2	7500	150
3	15000	0
4	0	-7000
5	15000	-7000
6	5000	100
7	5000	-7000
8	10000	100
9	10000	-7000

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre										
1	Rundstål 100	<table> <tr> <td>A [mm²]</td> <td>7854</td> </tr> <tr> <td>I_x [mm⁴]</td> <td>9,8175e+006</td> </tr> <tr> <td>I_y [mm⁴]</td> <td>4,9087e+006</td> </tr> <tr> <td>I_z [mm⁴]</td> <td>4,9087e+006</td> </tr> <tr> <td>Total vekt [kN]</td> <td>10,50</td> </tr> </table>	A [mm ²]	7854	I _x [mm ⁴]	9,8175e+006	I _y [mm ⁴]	4,9087e+006	I _z [mm ⁴]	4,9087e+006	Total vekt [kN]	10,50
A [mm ²]	7854											
I _x [mm ⁴]	9,8175e+006											
I _y [mm ⁴]	4,9087e+006											
I _z [mm ⁴]	4,9087e+006											
Total vekt [kN]	10,50											

2	Limtre 200x200	A [mm ²]	40000
		Ix [mm ⁴]	1,9733e+008
		Iy [mm ⁴]	1,3333e+008
		Iz [mm ⁴]	1,3333e+008
		Total vekt [kN]	4,76
3	Limtre 200x300	A [mm ²]	60000
		Ix [mm ⁴]	4,6400e+008
		Iy [mm ⁴]	4,5000e+008
		Iz [mm ⁴]	2,0000e+008
		Total vekt [kN]	3,80

1.3. MATERIALDATA

1 GL30c, Limtre	Material: Limtre
Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C ⁻¹	
Fasthetsklasse: GL30c	Lamelltykkelse: 45,0 mm
Tyngdetetthet: 4,22 kN/m ³	
Sprekkfaktor k _{cr} : 0,80	Total vekt: 8,55 kN
Karakteristiske fasthetsparametre:	
f _{mk} = 30,00 N/mm ²	f _{vk} = 3,50 N/mm ²
f _{t0k} = 19,50 N/mm ²	f _{c0k} = 24,50 N/mm ²
f _{t90k} = 0,50 N/mm ²	f _{c90k} = 2,50 N/mm ²

2 S355, Stål	Material: Stål
Fasthetsklasse: S355	
Varmeutv.koeff.: 1,20e-005 °C ⁻¹	Tyngdetetthet: 77,01 kN/m ³
E-modul: 6,5100e+004 N/mm ²	G-modul: 2,5110e+004 N/mm ²
Total vekt: 10,50 kN	
Karakteristiske fasthetsparametre:	
f _y = 166,85 N/mm ²	for godstykkelse ≤ 40,0 mm
f _y = 157,45 N/mm ²	for godstykkelse ≤ 80,0 mm
f _y = 157,45 N/mm ²	for godstykkelse > 80,0 mm

1.4. SEGMENTDATA

Seg Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend.stiv?
1	6	2	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
2	8	3	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
3	1	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
4	3	5	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
5	6	7	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
6	8	9	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
7	1	6	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	2	8	Limtre 200x300	Limtre 200x300	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei

9	8	7	Rundstål 100	Rundstål 100	S355, Stål	Stav	Nei
10	6	9	Rundstål 100	Rundstål 100	S355, Stål	Stav	Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima- klasse	k_sys	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_ef [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]	
1	1,00	2	1,00	2500	250	2500	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
2	1,00	2	1,00	5001	500	5001	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
3	1,00	2	1,00	7000	7000	7000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
4	1,00	2	1,00	7000	7000	7000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
5	1,00	2	1,00	7100	7100	7100	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
6	1,00	2	1,00	7100	7100	7100	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
7	1,00	2	1,00	5001	500	5001	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
8	1,00	2	1,00	2500	250	2500	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002

1.4.2. Segmentdata EN 1993

Seg. nr.	Gamma_M0 (brudd)	Gamma_M1 (brudd)	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_eff [mm]	k	k_w	C1	C2	C2	z_g [mm]	z_j [mm]
9	1,00	1,00	8683	8683	8683	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
10	1,00	1,00	8683	8683	8683	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr. X Z		RotY	X-vektor	Z-vektor
3 (Seg)	0	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
4 (Seg)	15000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
2 (Seg)	15000	0	F			[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
5 (Seg)	5000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
6 (Seg)	10000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. PUNKTLEDD

Kn.pkt Nr.	Frikoblede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Tilknyttet
6	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8(Seg.)

1.7. LASTTILFELLER

1.7.1 Lasttilfeller

4 Egenlast

Lasttype:	Permanent last		
Lastvarighet:	Permanent		
1 Linjelast	P1 = 1,65 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 1,65 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 0 mm	
2 Linjelast	P1 = 1,65 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 1,65 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 8 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 100 mm	
3 Linjelast	P1 = 1,65 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 1,65 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 150 mm	
4 Linjelast	P1 = 1,65 kN/m X1 = 0 mm P2 = 1,65 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 100 mm	

5 Snølast

Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige		
Lastvarighet:	Halvårslast		
1 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 0 mm	
2 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 8 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 100 mm	
3 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 150 mm	
4 Linjelast	P1 = 6,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 6,00 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 100 mm	

6 Vindlast

Lasttype:	Vindlast
Lastvarighet:	Korttidslast

1 Punktlast	P = 9,66 kN X = 0 mm Retning = [1; 0] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z = 0 mm
2 Punktlast	P = 3,05 kN X = 15000 mm Retning = [1; 0] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z = 0 mm

1.8. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for lastkombinasjon

(6)	Bruks: 1,00·<kt> + 1,00·Egenlast + 1,00·Snølast + 1,00·Vindlast	
	Grensetilstand:	Bruks
	Lasttilfeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,00 * Snølast (Dominerende) 1,00 * Vindlast

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

(7)	Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt> + 1,00·Egenlast	
	Grensetilstand:	Brann
	Temperatur:	600 °C
	Forkullingsdybde:	35,0 mm
	Lasttilfeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast
(8)	Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt> + 1,00·Egenlast + 0,20·Snølast + 0,20·Vindlast	
	Grensetilstand:	Brann
	Temperatur:	600 °C
	Forkullingsdybde:	35,0 mm
	Lasttilfeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 0,20 * Snølast (Dominerende) 0,20 * Vindlast
(9)	Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt> + 1,00·Egenlast + 0,00·Snølast + 0,00·Vindlast	
	Grensetilstand:	Brann
	Temperatur:	600 °C
	Forkullingsdybde:	35,0 mm
	Lasttilfeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 0,00 * Snølast (Dominerende) 0,00 * Vindlast

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	-0,5	-0,4	0,5
2	-0,2	-15,9	0,0
3	0,0	-0,4	-0,5
4	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0
6	-0,5	-0,5	0,5
6	-0,5	-0,5	-0,5
7	0,0	0,0	0,0
8	0,1	-0,3	0,5
8	0,1	-0,3	-0,5
9	0,0	0,0	0,0

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	0,00(7)	0,00(8)	0,00(7) max
	0,00(8)	0,00(7)	0,00(8) min
2	0,00(7)	0,00(8)	0,00(7) max
	0,00(8)	0,00(7)	0,00(7) min
3	-2,88(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	-6,63(8)	0,00(8)	0,00(8) min
4	0,00(7)	8,98(8)	0,00(7) max
	0,00(7)	5,94(7)	0,00(7) min
5	0,00(7)	9,06(8)	0,00(7) max
	0,00(7)	6,00(7)	0,00(7) min
6	1,93(8)	-4,76(7)	0,00(7) max
	0,00(7)	-7,72(8)	0,00(8) min
6	0,00(7)	7,72(8)	0,00(8) max
	-1,93(8)	4,76(7)	0,00(7) min
7	6,81(8)	27,73(8)	0,00(7) max
	4,78(7)	20,05(7)	0,00(8) min
8	-0,80(8)	-4,76(7)	0,00(7) max
	-1,90(7)	-7,76(8)	0,00(8) min
8	1,90(7)	7,76(8)	0,00(8) max
	0,80(8)	4,76(7)	0,00(7) min
9	-1,90(7)	16,05(8)	0,00(7) max

-2,73(8) 11,82(7) 0,00(7) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLEGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
3 (Seg)	0	-7000	0,00(9) 0,00(7)	8,98(8) 5,94(7)	0,00(9) max 0,00(7) min
4 (Seg)	15000	-7000	0,00(9) 0,00(7)	9,06(8) 6,00(7)	0,00(9) max 0,00(7) min
2 (Seg)	15000	0	-2,88(9) -6,63(8)	0,00(9) 0,00(8)	0,00(9) max 0,00(8) min
5 (Seg)	5000	-7000	6,81(8) 4,78(7)	27,73(8) 20,05(7)	0,00(9) max 0,00(8) min
6 (Seg)	10000	-7000	-1,90(9) -2,73(8)	16,05(8) 11,82(7)	0,00(9) max 0,00(7) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	0	-0,5	-0,5	0,5
	2500	-0,2	-15,9	0,0
2	0	0,1	-0,3	0,5
	2501	-0,2	-15,8	0,0
	2751	-0,2	-15,6	-0,1
	5001	0,0	-0,4	-0,5
3	0	-0,5	-0,4	0,5
	7000	0,0	0,0	0,0
4	0	0,0	-0,4	-0,5
	7000	0,0	0,0	0,0
5	0	-0,5	-0,5	0,5
	7100	0,0	0,0	0,0
6	0	0,1	-0,3	0,5
	7100	0,0	0,0	0,0
7	0	-0,5	-0,4	0,5
	2501	-0,2	-15,9	0,0

	5001	-0,5	-0,5	-0,5
8	0	-0,2	-15,9	0,0
	2500	0,1	-0,3	-0,5
9	0	0,1	-0,3	0,5
	8683	0,0	0,0	0,0
10	0	-0,5	-0,5	0,5
	8683	0,0	0,0	0,0

2.3.2. Krefter

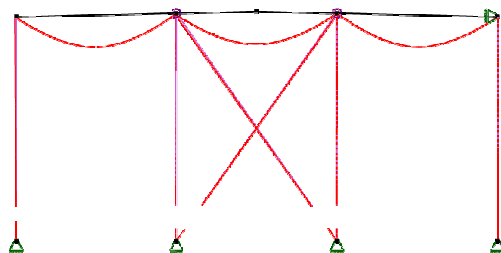
Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
1	0	1,81(7)	7,58(8)	0,00(7) max
	0	0,64(8)	4,68(7)	0,00(8) min
	2500	1,90(7)	0,21(8)	-6,04(7) max
	2500	0,79(8)	0,16(7)	-9,73(8) min
2	0	-2,79(7)	7,37(8)	0,00(7) max
	0	-5,87(8)	4,52(7)	0,00(8) min
	2501	-2,88(7)	0,00(8)	-5,95(7) max
	2501	-6,02(8)	0,00(7)	-9,70(8) min
	5001	-2,97(7)	-4,52(7)	0,00(7) max
	5001	-6,17(8)	-7,37(8)	0,00(8) min
3	0	-5,35(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	0	-8,39(8)	0,00(7)	0,00(7) min
	7000	-5,35(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	7000	-8,39(8)	0,00(7)	0,00(7) min
4	0	-5,41(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	0	-8,47(8)	0,00(7)	0,00(7) min
	7000	-5,41(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	7000	-8,47(8)	0,00(7)	0,00(7) min
5	0	-10,04(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	0	-14,83(8)	0,00(7)	0,00(7) min
	7100	-10,04(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	7100	-14,83(8)	0,00(7)	0,00(7) min
6	0	-5,90(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	0	-8,95(8)	0,00(7)	0,00(7) min
	7100	-5,90(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	7100	-8,95(8)	0,00(7)	0,00(7) min

7	0	-0,09(7)	7,37(8)	0,00(7) max
	0	-2,08(8)	4,52(7)	0,00(8) min
	2501	0,00(7)	0,00(7)	-5,95(7) max
	2501	-1,93(8)	0,00(8)	-9,70(8) min
	5001	0,09(7)	-4,52(7)	0,00(7) max
	5001	-1,78(8)	-7,37(8)	0,00(8) min
8	0	1,90(7)	-0,16(7)	-6,04(7) max
	0	0,79(8)	-0,21(8)	-9,73(8) min
	2500	1,81(7)	-4,68(7)	0,00(7) max
	2500	0,64(8)	-7,58(8)	0,00(8) min
9	0	-8,30(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	0	-11,83(8)	0,00(8)	0,00(7) min
	8683	-8,30(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	8683	-11,83(8)	0,00(8)	0,00(7) min
10	0	-3,30(7)	0,00(8)	0,00(7) max
	0	-4,74(8)	0,00(7)	0,00(7) min
	8683	-3,30(7)	0,00(8)	0,00(7) max
	8683	-4,74(8)	0,00(7)	0,00(7) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

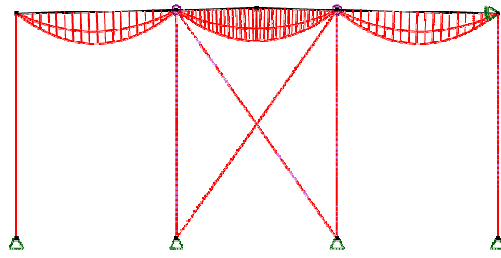
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



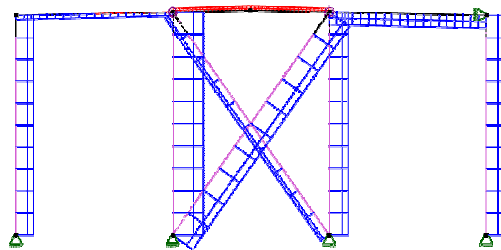
Største forskyvning: 15,9 mm

2.4.2. Moment - segmenter



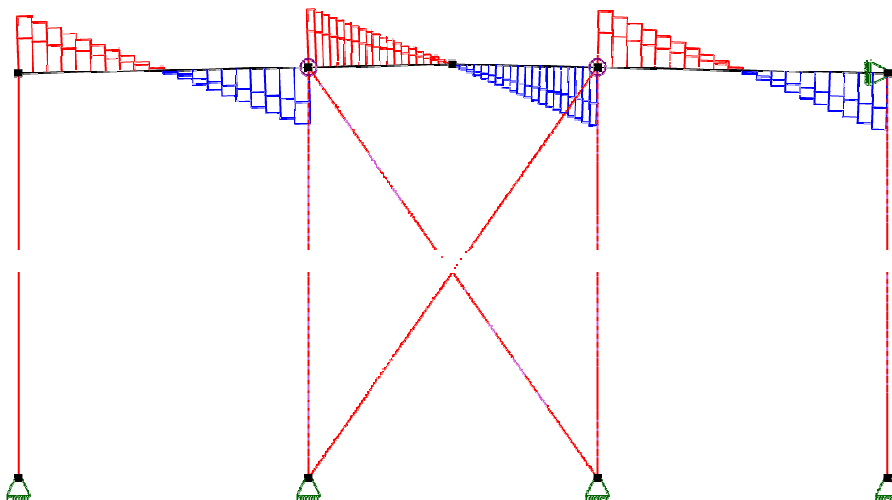
Største moment: $-9,73 \text{ kN}\cdot\text{m}$

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: $-14,83 \text{ kN}$

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: $7,58 \text{ kN}$

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1993 UTNYTTELSESGRAD, SEGMENTER

Seg. nr.	Snitt [mm]	Pl.tv	Pl.stab	El.tv	El.stab	Info
9	8683	0,01(8)	0,31(8)	0,01(8)	0,31(8)	EN 1993-1-2 4.2.3.5 Ligning (4.21b)
10	8683	0,00(8)	0,12(8)	0,00(8)	0,12(8)	EN 1993-1-2 4.2.3.5 Ligning (4.21b)

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

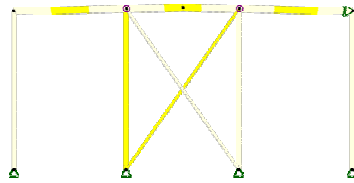
3.2. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
1	0	0,00(7)	0,12(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	250	0,04(8)	0,11(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,08(8)	0,10(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	750	0,11(8)	0,09(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1000	0,14(8)	0,08(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1250	0,17(8)	0,06(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1500	0,19(8)	0,05(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1750	0,20(8)	0,04(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2000	0,22(8)	0,03(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2250	0,22(8)	0,02(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2500	0,22(8)	0,00(8)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
2	0	0,01(8)	0,11(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,09(8)	0,10(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,15(8)	0,08(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,20(8)	0,05(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2001	0,23(8)	0,03(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2501	0,23(8)	0,01(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,23(8)	0,02(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3501	0,20(8)	0,04(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4001	0,15(8)	0,07(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,09(8)	0,09(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	5001	0,01(8)	0,11(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
3	7000	0,15(8)	0,00(7)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
4	7000	0,15(8)	0,00(7)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
5	7100	0,27(8)	0,00(7)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
6	7100	0,16(8)	0,00(7)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
7	0	0,00(8)	0,11(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,08(8)	0,10(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,15(8)	0,08(8)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

	1500	0,19(8)	0,05(8)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2001	0,22(8)	0,03(8)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2501	0,23(8)	0,01(8)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,22(8)	0,02(8)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3501	0,19(8)	0,04(8)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4001	0,15(8)	0,07(8)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,08(8)	0,09(8)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5001	0,00(8)	0,11(8)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
8	0	0,22(8)	0,00(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	250	0,22(8)	0,01(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	500	0,22(8)	0,02(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	750	0,20(8)	0,03(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1000	0,19(8)	0,05(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1250	0,17(8)	0,06(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1500	0,14(8)	0,07(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1750	0,11(8)	0,08(8)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2000	0,08(8)	0,09(8)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2250	0,04(8)	0,11(8)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2500	0,00(7)	0,12(8)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.3. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 31,21 % (EN 1993-1-2 4.2.3.5 Ligning (4.21b))

Vedlegg 7

Bæresystem Akse 4 Brudd

Beregning utført: 19.04.2021 13:20:36

Focus Konstruksjon 2021

INNHOLDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNOTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	5
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	6
1.5. RANDBETINGELSER	7
1.5.1 Punkttrandbetingelser	7
1.6. PUNKTLEDD	7
1.7. LASTTILFELLER	8
1.7.1 Lasttilfeller	8
1.8. LASTKOMBINASJON	9
1.9. ANALYSEINFORMASJON	11
2. BEREGNINGER	11
2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER	11
2.1.1. Forskyvninger	11
2.1.2. Residualkrefter	12
2.2. OPPLEGGSKREFTER	13
2.3. SEGMENTRESULTATER	13
2.3.1. Forskyvninger	14
2.3.2. Krefter	16
2.4. RESULTATER GRAFISK	18
2.4.1. Forskyvning	18
2.4.2. Moment - segmenter	18
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	18
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	18
3. KAPASITETSKONTROLL	19
3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD	19
3.2. KAPASITETSKART	21

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 15

Antall knutepunkt: 13

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 8

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 3

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 27,1 mm (Segmentnr. 10)

Største N: -267,34 kN (Segmentnr. 11)

Største V: -72,11 kN (Segmentnr. 9)

Største M: -94,89 kN·m (Segmentnr. 9)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (4) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Nyttelast} + 1,00 \cdot \text{Snølast}$

for N: (2) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$

for V: (2) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$

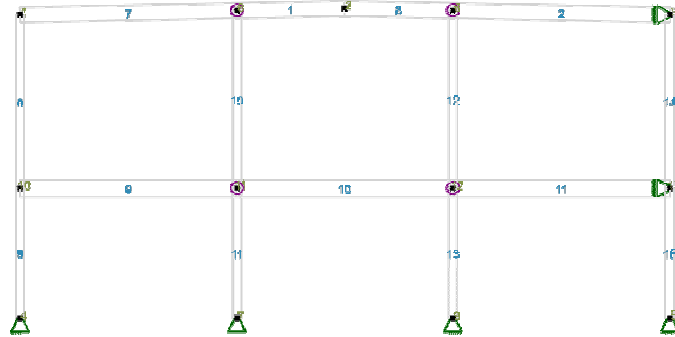
for M: (2) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 93,56 %

Info: EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNOTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
2	7500	150
3	15000	0
4	0	-7000
5	15000	-7000
6	5000	100
7	5000	-7000
8	10000	100
9	10000	-7000
10	0	-4000
11	5000	-4000
12	10000	-4000
13	15000	-4000

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre
-----	------	-----------

1	Limtre 200x200	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	40000 1,9733e+008 1,3333e+008 1,3333e+008 4,76
2	Limtre 200x400	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	80000 7,3067e+008 1,0667e+009 2,6667e+008 5,06
3	Limtre 200x350	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	70000 5,9733e+008 7,1458e+008 2,3333e+008 4,43

1.3. MATERIALDATA

1	GL30c, Limtre	Material: Limtre
	Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C ⁻¹	
	Fasthetsklasse: GL30c	Lamelltykkelse: 45,0 mm
	Tyngdetetthet: 4,22 kN/m ³	
	Sprekkfaktor k _{cr} : 0,80	Total vekt: 14,25 kN
	Karakteristiske fasthetsparametre:	
	f _{mk} = 30,00 N/mm ²	f _{vk} = 3,50 N/mm ²
	f _{t0k} = 19,50 N/mm ²	f _{c0k} = 24,50 N/mm ²
	f _{t90k} = 0,50 N/mm ²	f _{c90k} = 2,50 N/mm ²

1.4. SEGMENTDATA

Seg Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend.stiv?
1	6	2	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
2	8	3	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
7	1	6	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	2	8	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
9	10	11	Limtre 200x400	Limtre 200x400	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
10	11	12	Limtre 200x400	Limtre 200x400	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
11	12	13	Limtre 200x400	Limtre 200x400	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	1	10	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
9	10	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
10	6	11	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
11	11	7	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
12	8	12	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
13	12	9	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
14	3	13	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
15	13	5	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima- klasse	k_sys	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_ef [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]
1	1,15	2	1,00	2500	250	2500	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
2	1,15	2	1,00	5001	500	5001	Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
7	1,15	2	1,00	5001	500	5001	Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
8	1,15	2	1,00	2500	250	2500	Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
9	1,15	2	1,00	5000	500	5000	Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
10	1,15	2	1,00	4999	500	4999	Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
11	1,15	2	1,00	5000	500	5000	Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
8	1,15	2	1,00	4000	4000	4000	Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
9	1,15	2	1,00	3000	3000	3000	Annen variabel: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002

10	1,15	2	1,00	4100	4100	4100	Annen variabel:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
11	1,15	2	1,00	3000	3000	3000	Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Annen variabel:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
12	1,15	2	1,00	4100	4100	4100	Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Annen variabel:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
13	1,15	2	1,00	3000	3000	3000	Annen variabel:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
14	1,15	2	1,00	4000	4000	4000	Annen variabel:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
15	1,15	2	1,00	3000	3000	3000	Snølast nordisk:	E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
							Permanent:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
							Annen variabel:	E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr.		RotY	X-vektor	Z-vektor
			X	Z			
2 (Seg)	15000	0	F			[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
9 (Seg)	0	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
11 (Seg)	5000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
13 (Seg)	10000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
15 (Seg)	15000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
11 (Seg)	15000	-4000	F			[-1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. PUNKTLEDD

Kn.pkt Nr.	Frikoblede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Tilknyttet
6	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8(Seg.)
11	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	10(Seg.)
12	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	11(Seg.)

1.7. LASTTILFELLER

1.7.1 Lasttilfeller

3 Nyttelast

Lasttype:	Annen variabel		
Lastvarighet:	Langtidslast		
1 Linjelast	P1 = 9,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 9,00 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 9 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm	
2 Linjelast	P1 = 9,00 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 9,00 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 10 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm	
3 Linjelast	P1 = 9,00 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 9,00 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 11 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm	

4 Egenlast

Lasttype:	Permanent last		
Lastvarighet:	Permanent		
1 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 3,30 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 0 mm	
2 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 3,30 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 8 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 100 mm	
3 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 3,30 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 150 mm	

4 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 0 mm P2 = 3,30 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 100 mm
5 Linjelast	P1 = 12,15 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,15 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 9 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm
6 Linjelast	P1 = 12,15 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 12,15 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 10 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm
7 Linjelast	P1 = 12,15 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 12,15 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 11 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm

5 Snølast

Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige	
Lastvarighet:	Halvårslast	
1 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 100 mm
2 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 150 mm
3 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 8 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 100 mm
4 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 0 mm

1.8. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (4) Bruks: 1,00·<kt> +
1,00·Egenlast +
1,00·Nyttelast +
1,00·Snølast

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: $1,00 \cdot <Konstruksjonens\ tyngde>$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,00 \cdot \text{Nyttelast (Dominerende)}$
 $1,00 \cdot \text{Snølast}$

(13) Bruks: $1,00 \cdot <kt> +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,00 \cdot \text{Nyttelast}$

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: $1,00 \cdot <Konstruksjonens\ tyngde>$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,00 \cdot \text{Nyttelast}$

(14) Bruks: $1,00 \cdot <kt> +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,00 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: $1,00 \cdot <Konstruksjonens\ tyngde>$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,00 \cdot \text{Snølast (Dominerende)}$

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

(1) Brudd: $1,00 \cdot <kt> +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,00 \cdot <Konstruksjonens\ tyngde>$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$

(2) Brudd: $1,35 \cdot <kt> +$
 $1,35 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Nyttelast} +$
 $1,50 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,35 \cdot <Konstruksjonens\ tyngde>$
 $1,35 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,50 \cdot \text{Nyttelast (Dominerende)}$
 $1,50 \cdot \text{Snølast}$

(3) Brudd: $1,00 \cdot <kt> +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,05 \cdot \text{Nyttelast} +$
 $1,05 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,00 \cdot <Konstruksjonens\ tyngde>$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,05 \cdot \text{Nyttelast (Dominerende)}$
 $1,05 \cdot \text{Snølast}$

(8) Brudd: $1,20 \cdot <kt> +$
 $1,20 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,20 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,20 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,50 \cdot \text{Snølast (Dominerende)}$

(9) Brudd: $1,00 \cdot \langle \text{kt} \rangle +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Nyttelast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,50 \cdot \text{Nyttelast}$

(10) Brudd: $1,00 \cdot \langle \text{kt} \rangle +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,50 \cdot \text{Snølast (Dominerende)}$

(11) Brudd: $1,35 \cdot \langle \text{kt} \rangle +$
 $1,35 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Nyttelast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,35 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,35 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,50 \cdot \text{Nyttelast}$

(12) Brudd: $1,00 \cdot \langle \text{kt} \rangle +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,30 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,30 \cdot \text{Snølast (Dominerende)}$

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNUTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	-0,3(13)	-0,8(13)	0,7(4) max
	-0,8(4)	-1,3(4)	0,2(13) min

2	-0,1(13)	-7,8(13)	0,0(4) max
	-0,4(4)	-22,1(4)	0,0(13) min
3	0,0(4)	-0,8(13)	-0,2(13) max
	0,0(13)	-1,3(4)	-0,7(4) min
4	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
5	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
6	-0,3(13)	-1,6(13)	0,7(14) max
	-0,8(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
6	-0,3(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	-0,8(4)	-2,5(4)	-0,6(14) min
7	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
8	0,0(13)	-1,6(13)	0,6(14) max
	0,0(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
8	0,0(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	0,0(4)	-2,5(4)	-0,7(14) min
9	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
10	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
11	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
11	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(4) max
	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
12	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
12	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(13) max
	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
13	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	0,00(11)	0,00(1)	0,00(2) max
	0,00(10)	0,00(2)	0,00(1) min
2	0,00(11)	0,00(2)	0,00(2) max
	0,00(10)	0,00(1)	0,00(1) min
3	0,00(11)	0,00(2)	0,00(8) max
	0,00(10)	0,00(9)	0,00(9) min
4	0,00(1)	134,65(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	41,39(1)	0,00(1) min
5	0,00(1)	134,65(2)	0,00(1) max

	0,00(1)	41,39(1)	0,00(1) min
6	0,00(2)	-8,99(1)	0,00(11) max
	0,00(1)	-57,15(2)	0,00(10) min
6	0,00(1)	57,15(2)	0,00(11) max
	0,00(2)	8,99(1)	0,00(10) min
7	0,00(1)	267,68(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	81,61(1)	0,00(1) min
8	0,00(10)	-8,99(9)	0,00(8) max
	0,00(11)	-57,13(2)	0,00(9) min
8	0,00(11)	57,13(2)	0,00(8) max
	0,00(10)	8,99(9)	0,00(9) min
9	0,00(1)	267,68(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	81,61(1)	0,00(1) min
10	0,00(1)	0,00(10)	0,00(11) max
	0,00(1)	0,00(9)	0,00(10) min
11	0,00(1)	-31,21(10)	0,00(10) max
	0,00(1)	-75,88(2)	0,00(11) min
11	0,00(1)	75,88(2)	0,00(8) max
	0,00(1)	31,21(1)	0,00(9) min
12	0,00(1)	-31,22(1)	0,00(2) max
	0,00(1)	-75,90(2)	0,00(1) min
12	0,00(1)	75,90(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	31,22(1)	0,00(2) min
13	0,00(1)	0,00(10)	0,00(2) max
	0,00(1)	0,00(11)	0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLEGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
2 (Seg)	15000	0	0,00(11) 0,00(10)	0,00(2) 0,00(9)	0,00(10) max 0,00(11) min
9 (Seg)	0	-7000	0,00(12) 0,00(1)	134,65(2) 41,39(1)	0,00(12) max 0,00(1) min
11 (Seg)	5000	-7000	0,00(12) 0,00(1)	267,68(2) 81,61(1)	0,00(12) max 0,00(1) min
13 (Seg)	10000	-7000	0,00(12) 0,00(1)	267,68(2) 81,61(1)	0,00(12) max 0,00(1) min
15 (Seg)	15000	-7000	0,00(12) 0,00(1)	134,65(2) 41,39(1)	0,00(12) max 0,00(1) min
11 (Seg)	15000	-4000	0,00(12) 0,00(1)	0,00(12) 0,00(11)	0,00(2) max 0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	0	-0,3(13)	-1,6(13)	0,7(14) max
	0	-0,8(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
	2500	-0,1(13)	-7,8(13)	0,0(4) max
	2500	-0,4(4)	-22,1(4)	0,0(13) min
2	0	0,0(13)	-1,6(13)	0,6(14) max
	0	0,0(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
	2501	-0,1(13)	-7,4(13)	0,0(13) max
	2501	-0,4(4)	-21,4(4)	0,0(4) min
	5001	0,0(13)	-0,8(13)	-0,2(13) max
	5001	0,0(4)	-1,3(4)	-0,7(4) min
7	0	-0,3(13)	-0,8(13)	0,7(4) max
	0	-0,8(4)	-1,3(4)	0,2(13) min
	2501	-0,1(13)	-7,4(13)	0,0(4) max
	2501	-0,4(4)	-21,4(4)	0,0(13) min
	5001	-0,3(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	5001	-0,8(4)	-2,5(4)	-0,6(14) min
8	0	-0,1(13)	-7,8(13)	0,0(13) max
	0	-0,4(4)	-22,1(4)	0,0(14) min
	2500	0,0(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	2500	0,0(4)	-2,5(4)	-0,7(14) min
9	0	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	0	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
	2500	0,0(4)	-15,7(14)	0,0(4) max
	2500	0,0(4)	-26,7(4)	0,0(14) min
	5000	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	5000	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
10	0	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(4) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
	2500	0,0(4)	-16,0(14)	0,0(4) max
	2500	0,0(4)	-27,1(4)	0,0(14) min
	4999	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	4999	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
11	0	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(13) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
	2500	0,0(4)	-15,7(14)	0,0(14) max
	2500	0,0(4)	-26,7(4)	0,0(4) min

	5000	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	5000	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min
8	0	-0,3(13)	-0,8(13)	0,7(4) max
	0	-0,8(4)	-1,3(4)	0,2(13) min
	2400	-0,1(13)	-0,7(13)	0,8(4) max
	2400	-0,3(4)	-1,0(4)	0,6(14) min
	4000	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	4000	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
9	0	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	0	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
10	0	-0,3(13)	-1,6(13)	0,7(14) max
	0	-0,8(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
	4100	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	4100	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
11	0	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
12	0	0,0(13)	-1,6(13)	0,6(14) max
	0	0,0(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
	4100	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	4100	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
13	0	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
14	0	0,0(4)	-0,8(13)	-0,2(13) max
	0	0,0(13)	-1,3(4)	-0,7(4) min
	2400	0,0(4)	-0,7(13)	-0,6(14) max
	2400	0,0(13)	-1,0(4)	-0,8(4) min
	4000	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	4000	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min
15	0	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	0	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3.2. Krefter

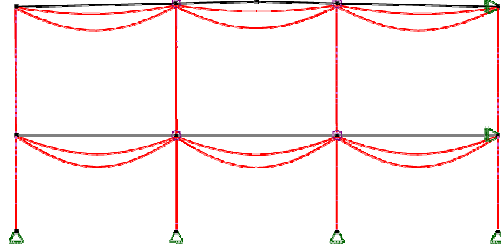
Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
1	0	-0,18(1)	55,69(2)	0,00(1) max
	0	-1,11(2)	8,76(9)	0,00(2) min
	2500	0,00(9)	1,43(2)	-11,23(9) max
	2500	-0,03(2)	0,22(1)	-71,40(2) min
2	0	1,09(2)	54,28(2)	0,00(9) max
	0	0,17(1)	8,54(1)	0,00(2) min
	2501	0,00(11)	0,00(11)	-11,24(1) max
	2501	0,00(10)	0,00(10)	-71,45(2) min
	5001	-0,17(9)	-8,54(9)	0,00(1) max
	5001	-1,09(2)	-54,28(2)	0,00(2) min
7	0	-0,17(1)	54,28(2)	0,00(1) max
	0	-1,09(2)	8,54(1)	0,00(2) min
	2501	0,00(11)	0,00(11)	-11,24(1) max
	2501	0,00(10)	0,00(10)	-71,45(2) min
	5001	1,09(2)	-8,54(1)	0,00(9) max
	5001	0,17(9)	-54,28(2)	0,00(2) min
8	0	0,00(9)	-0,22(9)	-11,23(9) max
	0	-0,03(2)	-1,43(2)	-71,40(2) min
	2500	-0,18(9)	-8,76(9)	0,00(1) max
	2500	-1,11(2)	-55,69(2)	0,00(2) min
9	0	0,00(1)	72,11(2)	0,00(10) max
	0	0,00(1)	29,66(1)	0,00(11) min
	2500	0,00(1)	0,00(1)	-39,03(1) max
	2500	0,00(1)	0,00(2)	-94,89(2) min
	5000	0,00(1)	-29,66(1)	0,00(10) max
	5000	0,00(1)	-72,11(2)	0,00(11) min
10	0	0,00(1)	72,09(2)	0,00(10) max
	0	0,00(1)	29,65(1)	0,00(11) min
	2500	0,00(1)	0,00(2)	-39,01(1) max
	2500	0,00(1)	0,00(1)	-94,83(2) min
	4999	0,00(1)	-29,65(1)	0,00(10) max
	4999	0,00(1)	-72,09(2)	0,00(11) min
11	0	0,00(1)	72,11(2)	0,00(10) max
	0	0,00(1)	29,66(1)	0,00(11) min

	2500	0,00(1)	0,00(2)	-39,03(1) max
	2500	0,00(1)	0,00(9)	-94,89(2) min
	5000	0,00(1)	-29,66(1)	0,00(10) max
	5000	0,00(1)	-72,11(2)	0,00(11) min
8	0	-9,33(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-57,61(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	4000	-9,33(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	4000	-57,61(2)	0,00(1)	0,00(1) min
9	0	-41,14(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-134,31(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	3000	-41,14(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	3000	-134,31(2)	0,00(1)	0,00(1) min
10	0	-18,32(9)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-114,75(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	4100	-18,32(9)	0,00(1)	0,00(1) max
	4100	-114,75(2)	0,00(1)	0,00(1) min
11	0	-81,36(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-267,34(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	3000	-81,36(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	3000	-267,34(2)	0,00(1)	0,00(1) min
12	0	-18,32(9)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-114,75(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	4100	-18,32(9)	0,00(1)	0,00(1) max
	4100	-114,75(2)	0,00(1)	0,00(1) min
13	0	-81,36(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-267,34(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	3000	-81,36(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	3000	-267,34(2)	0,00(1)	0,00(1) min
14	0	-9,33(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-57,61(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	4000	-9,33(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	4000	-57,61(2)	0,00(1)	0,00(1) min
15	0	-41,14(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-134,31(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	3000	-41,14(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	3000	-134,31(2)	0,00(1)	0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

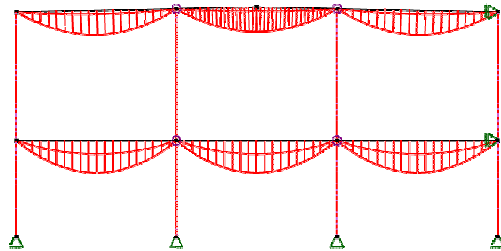
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



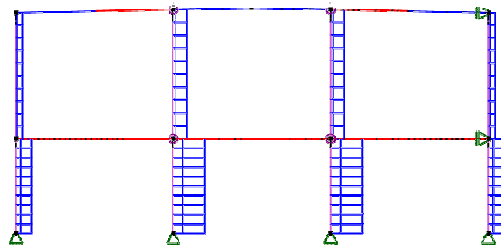
Største forskyvning: 27,1 mm

2.4.2. Moment - segmenter



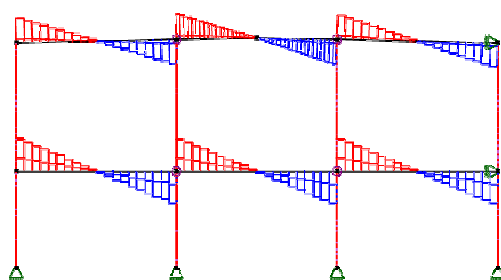
Største moment: -94,89 kN·m

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: -267,34 kN

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: -72,11 kN

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

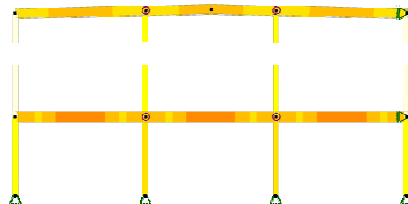
Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
1	0	0,00(2)	0,61(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	250	0,15(2)	0,58(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,29(2)	0,52(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	750	0,41(2)	0,46(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,51(2)	0,39(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1250	0,60(2)	0,33(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,67(2)	0,27(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1750	0,72(2)	0,20(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2000	0,76(2)	0,14(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2250	0,79(2)	0,08(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2500	0,79(2)	0,02(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
2	0	0,00(2)	0,60(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,29(2)	0,53(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,51(2)	0,41(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1500	0,67(2)	0,28(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2001	0,76(2)	0,16(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2501	0,79(2)	0,03(2)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3001	0,76(2)	0,09(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3501	0,67(2)	0,22(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4001	0,51(2)	0,35(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,29(2)	0,47(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5001	0,00(2)	0,60(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
7	0	0,00(2)	0,60(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,29(2)	0,53(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,51(2)	0,41(2)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

	1500	0,67(2)	0,28(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2001	0,76(2)	0,16(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2501	0,79(2)	0,03(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,76(2)	0,09(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3501	0,67(2)	0,22(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4001	0,51(2)	0,35(2)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4501	0,29(2)	0,47(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5001	0,00(2)	0,60(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
8	0	0,79(2)	0,02(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	250	0,79(2)	0,05(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	500	0,76(2)	0,11(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,72(2)	0,17(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1000	0,67(2)	0,24(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1250	0,60(2)	0,30(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,51(2)	0,36(2)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1750	0,41(2)	0,42(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2000	0,29(2)	0,49(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2250	0,15(2)	0,55(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2500	0,00(2)	0,61(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
9	0	0,00(11)	0,79(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,34(11)	0,71(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,60(11)	0,54(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	1500	0,79(11)	0,38(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2000	0,90(11)	0,21(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2500	0,94(11)	0,04(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3000	0,90(11)	0,13(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3500	0,79(11)	0,29(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4000	0,60(11)	0,46(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4500	0,34(11)	0,63(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5000	0,00(11)	0,79(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
10	0	0,00(1)	0,79(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,34(11)	0,71(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,60(11)	0,54(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	1500	0,79(11)	0,38(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2000	0,90(11)	0,21(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2500	0,94(11)	0,04(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2999	0,90(11)	0,13(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3499	0,79(11)	0,29(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3999	0,60(11)	0,46(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4499	0,34(11)	0,63(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	4999	0,00(11)	0,79(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
11	0	0,00(11)	0,79(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z

	500	0,34(11)	0,71(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,60(11)	0,54(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	1500	0,79(11)	0,38(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2000	0,90(11)	0,21(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2500	0,94(11)	0,04(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3000	0,90(11)	0,13(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3500	0,79(11)	0,29(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4000	0,60(11)	0,46(11)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4500	0,34(11)	0,63(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5000	0,00(11)	0,79(11)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
8	4000	0,12(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
9	3000	0,22(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
10	4100	0,24(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
11	3000	0,44(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
12	4100	0,24(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
13	3000	0,44(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
14	4000	0,12(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
15	3000	0,22(2)	0,00(1)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.2. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 93,56 % (EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33))

Vedlegg 8

Bæresystem Akse 4 Brann

Beregning utført: 19.04.2021 13:21:46

Focus Konstruksjon 2021

INNHOLDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNUTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	5
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	6
1.5. RANDBETINGELSER	6
1.5.1 Punktrandbetingelser	6
1.6. PUNKTLEDD	6
1.7. LASTTILFELLER	6
1.7.1 Lasttilfeller	7
1.8. LASTKOMBINASJON	8
1.9. ANALYSEINFORMASJON	10
2. BEREGNINGER	10
2.1. KNUTEPUNKTSRESULTATER	10
2.1.1. Forskyvninger	10
2.1.2. Residualkrefter	11
2.2. OPPLEGGSKREFTER	12
2.3. SEGMENTRESULTATER	12
2.3.1. Forskyvninger	12
2.3.2. Krefter	14
2.4. RESULTATER GRAFISK	16
2.4.1. Forskyvning	16
2.4.2. Moment - segmenter	16
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	17
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	17
3. KAPASITETSKONTROLL	17
3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD	17
3.2. KAPASITETSKART	20

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 15

Antall knutepunkt: 13

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 5

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 3

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 27,1 mm (Segmentnr. 10)

Største N: -186,36 kN (Segmentnr. 13)

Største V: 51,04 kN (Segmentnr. 11)

Største M: -67,16 kN·m (Segmentnr. 11)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (4) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Nyttelast} + 1,00 \cdot \text{Snølast}$

for N: (6) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Nyttelast} + 1,00 \cdot \text{Snølast}$

for V: (6) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Nyttelast} + 1,00 \cdot \text{Snølast}$

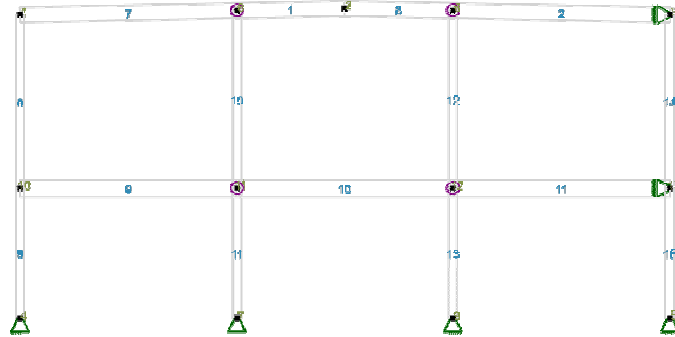
for M: (6) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Nyttelast} + 1,00 \cdot \text{Snølast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 77,72 %

Info: EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNOTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
2	7500	150
3	15000	0
4	0	-7000
5	15000	-7000
6	5000	100
7	5000	-7000
8	10000	100
9	10000	-7000
10	0	-4000
11	5000	-4000
12	10000	-4000
13	15000	-4000

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre
-----	------	-----------

1	Limtre 200x200	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	40000 1,9733e+008 1,3333e+008 1,3333e+008 4,76
2	Limtre 200x400	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	80000 7,3067e+008 1,0667e+009 2,6667e+008 5,06
3	Limtre 200x350	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	70000 5,9733e+008 7,1458e+008 2,3333e+008 4,43

1.3. MATERIALDATA

1 GL30c, Limtre	Material: Limtre
Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C ⁻¹	
Fasthetsklasse: GL30c	Lamelltykkelse: 45,0 mm
Tyngdetetthet: 4,22 kN/m ³	
Sprekkfaktor k _{cr} : 0,80	Total vekt: 14,25 kN
Karakteristiske fasthetsparametre:	
f _{mk} = 30,00 N/mm ²	f _{vk} = 3,50 N/mm ²
f _{t0k} = 19,50 N/mm ²	f _{c0k} = 24,50 N/mm ²
f _{t90k} = 0,50 N/mm ²	f _{c90k} = 2,50 N/mm ²

1.4. SEGMENTDATA

Seg Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend.stiv?
1	6	2	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
2	8	3	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
7	1	6	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	2	8	Limtre 200x350	Limtre 200x350	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
9	10	11	Limtre 200x400	Limtre 200x400	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
10	11	12	Limtre 200x400	Limtre 200x400	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
11	12	13	Limtre 200x400	Limtre 200x400	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei
8	1	10	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
9	10	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
10	6	11	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
11	11	7	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
12	8	12	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
13	12	9	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
14	3	13	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
15	13	5	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima- klasse	k_sys	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_ef [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]	
1	1,00	2	1,00	2500	250	2500	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
2	1,00	2	1,00	5001	500	5001	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
7	1,00	2	1,00	5001	500	5001	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
8	1,00	2	1,00	2500	250	2500	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
9	1,00	2	1,00	5000	500	5000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
10	1,00	2	1,00	4999	500	4999	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
11	1,00	2	1,00	5000	500	5000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
8	1,00	2	1,00	4000	4000	4000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
9	1,00	2	1,00	3000	3000	3000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
10	1,00	2	1,00	4100	4100	4100	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
11	1,00	2	1,00	3000	3000	3000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
12	1,00	2	1,00	4100	4100	4100	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
13	1,00	2	1,00	3000	3000	3000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
14	1,00	2	1,00	4000	4000	4000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002
15	1,00	2	1,00	3000	3000	3000	E = 1,2420e+004	G = 6,2100e+002

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr.		RotY	X-vektor	Z-vektor
			X	Z			
2 (Seg)	15000	0	F			[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
9 (Seg)	0	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
11 (Seg)	5000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
13 (Seg)	10000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
15 (Seg)	15000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
11 (Seg)	15000	-4000	F			[-1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. PUNKTLEDD

Kn.pkt Nr.	Frikoblede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Tilknyttet
6	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7(Seg.)
8	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8(Seg.)
11	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	10(Seg.)
12	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	11(Seg.)

1.7. LASTTILFELLER

1.7.1 Lasttilfeller

3 Nyttelast

Lasttype:	Annen variabel	
Lastvarighet:	Langtidslast	
1 Linjelast	P1 = 9,00 kN/m X1 = 0 mm	Z1 = -4000 mm
	P2 = 9,00 kN/m X2 = 5000 mm	Z2 = -4000 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 9 Inkluder masse: Nei	
2 Linjelast	P1 = 9,00 kN/m X1 = 5000 mm	Z1 = -4000 mm
	P2 = 9,00 kN/m X2 = 10000 mm	Z2 = -4000 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 10 Inkluder masse: Nei	
3 Linjelast	P1 = 9,00 kN/m X1 = 10000 mm	Z1 = -4000 mm
	P2 = 9,00 kN/m X2 = 15000 mm	Z2 = -4000 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 11 Inkluder masse: Nei	

4 Egenlast

Lasttype:	Permanent last	
Lastvarighet:	Permanent	
1 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 10000 mm	Z1 = 100 mm
	P2 = 3,30 kN/m X2 = 15000 mm	Z2 = 0 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	
2 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 7500 mm	Z1 = 150 mm
	P2 = 3,30 kN/m X2 = 10000 mm	Z2 = 100 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 8 Inkluder masse: Nei	
3 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 5000 mm	Z1 = 100 mm
	P2 = 3,30 kN/m X2 = 7500 mm	Z2 = 150 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	
4 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 0 mm	Z1 = 0 mm
	P2 = 3,30 kN/m X2 = 5000 mm	Z2 = 100 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	
5 Linjelast	P1 = 12,15 kN/m X1 = 0 mm	Z1 = -4000 mm
	P2 = 12,15 kN/m X2 = 5000 mm	Z2 = -4000 mm
	Retning = [0; -1] Virker på segment: 9 Inkluder masse: Nei	

6 Linjelast	P1 = 12,15 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 12,15 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 10 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm
7 Linjelast	P1 = 12,15 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 12,15 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 11 Inkluder masse: Nei	Z1 = -4000 mm Z2 = -4000 mm

5 Snølast

Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige	
Lastvarighet:	Halvårslast	
1 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 100 mm
2 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 5000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 7500 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 1 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 150 mm
3 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 7500 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 10000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 8 Inkluder masse: Nei	Z1 = 150 mm Z2 = 100 mm
4 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 10000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 2 Inkluder masse: Nei	Z1 = 100 mm Z2 = 0 mm

1.8. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (4) Bruks: 1,00·<kt> +
1,00·Egenlast +
1,00·Nyttelast +
1,00·Snølast

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller:
1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast
1,00 * Nyttelast (Dominerende)
1,00 * Snølast

- (13) Bruks: 1,00·<kt> +
1,00·Egenlast +
1,00·Nyttelast

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 1,00 * Nyttelast

- (14) Bruks: $1,00 \cdot <kt> +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,00 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 1,00 * Snølast (Dominerende)

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (5) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot <kt>$
 $+ 1,00 \cdot \text{Egenlast}$

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast

- (6) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot <kt>$
 $+ 1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,00 \cdot \text{Nyttelast} +$
 $1,00 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 1,00 * Nyttelast (Dominerende)
 1,00 * Snølast

- (7) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot <kt>$
 $+ 1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $0,20 \cdot \text{Nyttelast} +$
 $0,20 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 0,20 * Nyttelast (Dominerende)
 0,20 * Snølast

- (15) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot <kt>$
 $+ 1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $0,20 \cdot \text{Snølast}$

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 0,20 * Snølast (Dominerende)

- (16) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot <kt>$
 $+ 1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,00 \cdot \text{Nyttelast}$

Grensetilstand: Brann
 Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm
 Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 1,00 * Nyttelast

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	-0,3(13)	-0,8(13)	0,7(4) max
	-0,8(4)	-1,3(4)	0,2(13) min
2	-0,1(13)	-7,8(13)	0,0(4) max
	-0,4(4)	-22,1(4)	0,0(13) min
3	0,0(4)	-0,8(13)	-0,2(13) max
	0,0(13)	-1,3(4)	-0,7(4) min
4	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
5	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
6	-0,3(13)	-1,6(13)	0,7(14) max
	-0,8(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
6	-0,3(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	-0,8(4)	-2,5(4)	-0,6(14) min
7	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
8	0,0(13)	-1,6(13)	0,6(14) max
	0,0(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
8	0,0(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	0,0(4)	-2,5(4)	-0,7(14) min
9	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
10	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
11	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
11	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(4) max
	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
12	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max

	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
12	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(13) max
	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
13	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	0,00(16)	0,00(6)	0,00(5) max
	0,00(6)	0,00(5)	0,00(6) min
2	0,00(16)	0,00(5)	0,00(5) max
	0,00(6)	0,00(6)	0,00(6) min
3	0,00(5)	0,00(6)	0,00(6) max
	0,00(6)	0,00(5)	0,00(5) min
4	0,00(5)	93,90(6)	0,00(5) max
	0,00(5)	41,39(5)	0,00(5) min
5	0,00(5)	93,90(6)	0,00(5) max
	0,00(5)	41,39(5)	0,00(5) min
6	0,00(5)	-8,99(16)	0,00(16) max
	0,00(6)	-39,00(6)	0,00(6) min
6	0,00(6)	39,00(6)	0,00(6) max
	0,00(5)	8,99(16)	0,00(16) min
7	0,00(5)	186,62(6)	0,00(5) max
	0,00(5)	81,61(5)	0,00(5) min
8	0,00(6)	-8,99(5)	0,00(5) max
	0,00(5)	-38,99(6)	0,00(6) min
8	0,00(5)	38,99(6)	0,00(6) max
	0,00(6)	8,99(5)	0,00(5) min
9	0,00(5)	186,62(6)	0,00(5) max
	0,00(5)	81,61(5)	0,00(5) min
10	0,00(5)	0,00(16)	0,00(6) max
	0,00(5)	0,00(6)	0,00(5) min
11	0,00(5)	-31,21(5)	0,00(5) max
	0,00(5)	-53,71(6)	0,00(6) min
11	0,00(5)	53,71(6)	0,00(16) max
	0,00(5)	31,21(5)	0,00(15) min
12	0,00(5)	-31,22(15)	0,00(6) max
	0,00(5)	-53,72(16)	0,00(5) min
12	0,00(5)	53,72(6)	0,00(5) max
	0,00(5)	31,22(5)	0,00(6) min
13	0,00(5)	0,00(15)	0,00(5) max
	0,00(5)	0,00(16)	0,00(6) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLEGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
2 (Seg)	15000	0	0,00(5)	0,00(6)	0,00(6) max
			0,00(6)	0,00(5)	0,00(5) min
9 (Seg)	0	-7000	0,00(16)	93,90(6)	0,00(16) max
			0,00(5)	41,39(5)	0,00(5) min
11 (Seg)	5000	-7000	0,00(16)	186,62(6)	0,00(16) max
			0,00(5)	81,61(5)	0,00(5) min
13 (Seg)	10000	-7000	0,00(16)	186,62(6)	0,00(16) max
			0,00(5)	81,61(5)	0,00(5) min
15 (Seg)	15000	-7000	0,00(16)	93,90(6)	0,00(16) max
			0,00(5)	41,39(5)	0,00(5) min
11 (Seg)	15000	-4000	0,00(16)	0,00(15)	0,00(5) max
			0,00(5)	0,00(16)	0,00(6) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	0	-0,3(13)	-1,6(13)	0,7(14) max
	0	-0,8(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
	2500	-0,1(13)	-7,8(13)	0,0(4) max
	2500	-0,4(4)	-22,1(4)	0,0(13) min
2	0	0,0(13)	-1,6(13)	0,6(14) max
	0	0,0(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
	2501	-0,1(13)	-7,4(13)	0,0(13) max
	2501	-0,4(4)	-21,4(4)	0,0(4) min
	5001	0,0(13)	-0,8(13)	-0,2(13) max
	5001	0,0(4)	-1,3(4)	-0,7(4) min
7	0	-0,3(13)	-0,8(13)	0,7(4) max
	0	-0,8(4)	-1,3(4)	0,2(13) min
	2501	-0,1(13)	-7,4(13)	0,0(4) max
	2501	-0,4(4)	-21,4(4)	0,0(13) min
	5001	-0,3(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	5001	-0,8(4)	-2,5(4)	-0,6(14) min
8	0	-0,1(13)	-7,8(13)	0,0(13) max
	0	-0,4(4)	-22,1(4)	0,0(14) min
	2500	0,0(13)	-1,6(13)	-0,2(13) max
	2500	0,0(4)	-2,5(4)	-0,7(14) min

9	0	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	0	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
	2500	0,0(4)	-15,7(14)	0,0(4) max
	2500	0,0(4)	-26,7(4)	0,0(14) min
	5000	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	5000	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
10	0	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(4) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
	2500	0,0(4)	-16,0(14)	0,0(4) max
	2500	0,0(4)	-27,1(4)	0,0(14) min
	4999	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	4999	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
11	0	0,0(4)	-1,2(14)	0,8(13) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	0,5(14) min
	2500	0,0(4)	-15,7(14)	0,0(14) max
	2500	0,0(4)	-26,7(4)	0,0(4) min
	5000	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	5000	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min
8	0	-0,3(13)	-0,8(13)	0,7(4) max
	0	-0,8(4)	-1,3(4)	0,2(13) min
	2400	-0,1(13)	-0,7(13)	0,8(4) max
	2400	-0,3(4)	-1,0(4)	0,6(14) min
	4000	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	4000	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
9	0	0,0(4)	-0,6(14)	0,8(4) max
	0	0,0(4)	-0,9(4)	0,5(14) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
10	0	-0,3(13)	-1,6(13)	0,7(14) max
	0	-0,8(4)	-2,5(4)	0,2(13) min
	4100	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	4100	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
11	0	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(13) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
12	0	0,0(13)	-1,6(13)	0,6(14) max
	0	0,0(4)	-2,5(4)	0,2(13) min

	4100	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	4100	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
13	0	0,0(4)	-1,2(14)	-0,5(14) max
	0	0,0(4)	-1,7(4)	-0,8(4) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min
14	0	0,0(4)	-0,8(13)	-0,2(13) max
	0	0,0(13)	-1,3(4)	-0,7(4) min
	2400	0,0(4)	-0,7(13)	-0,6(14) max
	2400	0,0(13)	-1,0(4)	-0,8(4) min
	4000	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	4000	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min
15	0	0,0(4)	-0,6(14)	-0,5(14) max
	0	0,0(4)	-0,9(4)	-0,8(4) min
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) max
	3000	0,0(4)	0,0(4)	0,0(4) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3.2. Krefter

Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
1	0	-0,18(16)	38,01(6)	0,00(5) max
	0	-0,76(6)	8,76(5)	0,00(6) min
	2500	0,00(5)	0,97(6)	-11,23(5) max
	2500	-0,02(6)	0,22(5)	-48,73(6) min
2	0	0,74(6)	37,04(6)	0,00(16) max
	0	0,17(16)	8,54(5)	0,00(6) min
	2501	0,00(5)	0,00(6)	-11,24(5) max
	2501	0,00(6)	0,00(5)	-48,75(6) min
	5001	-0,17(5)	-8,54(5)	0,00(16) max
	5001	-0,74(6)	-37,04(6)	0,00(6) min
7	0	-0,17(5)	37,04(6)	0,00(16) max
	0	-0,74(6)	8,54(16)	0,00(6) min
	2501	0,00(6)	0,00(6)	-11,24(16) max
	2501	0,00(5)	0,00(5)	-48,75(6) min
	5001	0,74(6)	-8,54(16)	0,00(5) max
	5001	0,17(5)	-37,04(6)	0,00(6) min
8	0	0,00(5)	-0,22(5)	-11,23(5) max
	0	-0,02(6)	-0,97(6)	-48,73(6) min

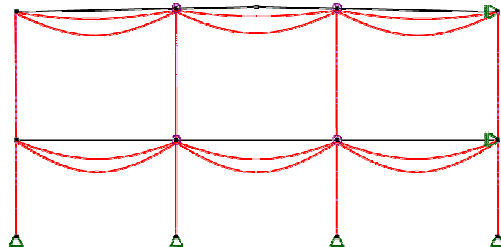
	2500	-0,18(5)	-8,76(5)	0,00(16) max
	2500	-0,76(6)	-38,01(6)	0,00(6) min
9	0	0,00(5)	51,04(16)	0,00(5) max
	0	0,00(5)	29,66(15)	0,00(6) min
	2500	0,00(5)	0,00(15)	-39,03(15) max
	2500	0,00(5)	0,00(16)	-67,16(16) min
	5000	0,00(5)	-29,66(15)	0,00(5) max
	5000	0,00(5)	-51,04(16)	0,00(6) min
10	0	0,00(5)	51,02(6)	0,00(15) max
	0	0,00(5)	29,65(5)	0,00(16) min
	2500	0,00(5)	0,00(6)	-39,01(5) max
	2500	0,00(5)	0,00(5)	-67,12(6) min
	4999	0,00(5)	-29,65(5)	0,00(15) max
	4999	0,00(5)	-51,02(6)	0,00(16) min
11	0	0,00(5)	51,04(6)	0,00(15) max
	0	0,00(5)	29,66(5)	0,00(16) min
	2500	0,00(5)	0,00(6)	-39,03(5) max
	2500	0,00(5)	0,00(5)	-67,16(6) min
	5000	0,00(5)	-29,66(5)	0,00(5) max
	5000	0,00(5)	-51,04(6)	0,00(6) min
8	0	-9,33(16)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-39,34(6)	0,00(5)	0,00(5) min
	4000	-9,33(16)	0,00(5)	0,00(5) max
	4000	-39,34(6)	0,00(5)	0,00(5) min
9	0	-41,14(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-93,65(6)	0,00(5)	0,00(5) min
	3000	-41,14(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	3000	-93,65(6)	0,00(5)	0,00(5) min
10	0	-18,32(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-78,33(6)	0,00(5)	0,00(5) min
	4100	-18,32(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	4100	-78,33(6)	0,00(5)	0,00(5) min
11	0	-81,36(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-186,36(6)	0,00(5)	0,00(5) min
	3000	-81,36(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	3000	-186,36(6)	0,00(5)	0,00(5) min
12	0	-18,32(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-78,33(6)	0,00(5)	0,00(5) min

	4100	-18,32(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	4100	-78,33(6)	0,00(5)	0,00(5) min
13	0	-81,36(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-186,36(6)	0,00(5)	0,00(5) min
	3000	-81,36(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	3000	-186,36(6)	0,00(5)	0,00(5) min
14	0	-9,33(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-39,34(6)	0,00(5)	0,00(5) min
	4000	-9,33(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	4000	-39,34(6)	0,00(5)	0,00(5) min
15	0	-41,14(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	0	-93,65(6)	0,00(5)	0,00(5) min
	3000	-41,14(5)	0,00(5)	0,00(5) max
	3000	-93,65(6)	0,00(5)	0,00(5) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

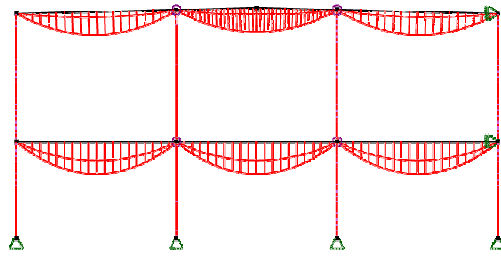
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



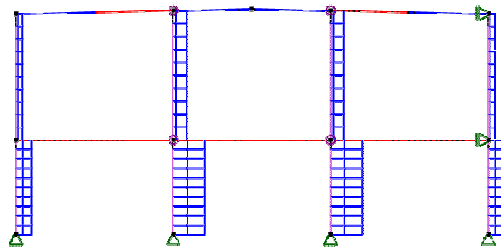
Største forskyvning: 27,1 mm

2.4.2. Moment - segmenter



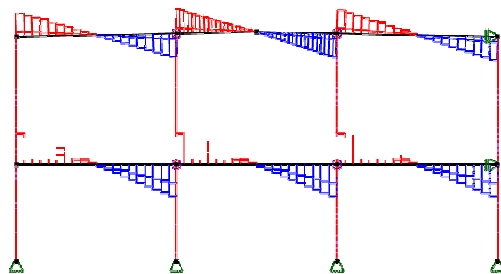
Største moment: $-67,16 \text{ kN}\cdot\text{m}$

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: $-186,36 \text{ kN}$

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: $51,04 \text{ kN}$

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

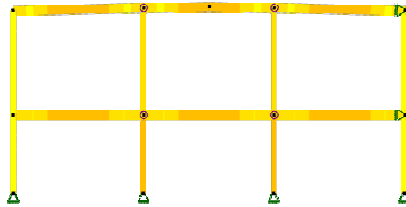
Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
1	0	0,00(6)	0,49(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	250	0,15(6)	0,46(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,28(6)	0,41(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	750	0,39(6)	0,36(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1000	0,49(6)	0,31(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1250	0,58(6)	0,26(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,65(6)	0,21(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1750	0,70(6)	0,16(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2000	0,74(6)	0,11(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2250	0,76(6)	0,06(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
2500	0,77(6)	0,01(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)	
2	0	0,00(6)	0,47(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,28(6)	0,42(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,49(6)	0,32(6)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1500	0,65(6)	0,22(6)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2001	0,74(6)	0,12(6)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2501	0,77(6)	0,02(6)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3001	0,74(6)	0,07(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3501	0,65(6)	0,17(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4001	0,49(6)	0,27(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	4501	0,28(6)	0,37(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5001	0,00(6)	0,47(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
7	0	0,00(6)	0,47(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,28(6)	0,42(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,49(6)	0,32(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,65(6)	0,22(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2001	0,74(6)	0,12(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	2501	0,77(6)	0,02(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	3001	0,74(6)	0,07(6)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3501	0,65(6)	0,17(6)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4001	0,49(6)	0,27(6)		EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4501	0,28(6)	0,37(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5001	0,00(6)	0,47(6)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
8	0	0,77(6)	0,01(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	250	0,76(6)	0,04(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	500	0,74(6)	0,09(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	750	0,70(6)	0,14(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1000	0,65(6)	0,19(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1250	0,58(6)	0,24(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1500	0,49(6)	0,29(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
	1750	0,39(6)	0,34(6)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

	2000	0,28(6)	0,39(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2250	0,15(6)	0,44(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	2500	0,00(6)	0,49(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
9	0	0,00(6)	0,55(16)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,28(16)	0,50(16)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,50(16)	0,38(16)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	1500	0,65(16)	0,26(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2000	0,75(16)	0,15(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2500	0,78(16)	0,03(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3000	0,75(16)	0,09(16)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3500	0,65(16)	0,20(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4000	0,50(16)	0,32(16)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4500	0,28(16)	0,44(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5000	0,00(5)	0,55(16)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
10	0	0,00(15)	0,55(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,28(6)	0,50(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,50(6)	0,38(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	1500	0,65(6)	0,26(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2000	0,75(6)	0,15(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2500	0,78(6)	0,03(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2999	0,75(6)	0,09(16)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3499	0,65(6)	0,20(16)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3999	0,50(6)	0,32(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4499	0,28(6)	0,44(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	4999	0,00(6)	0,55(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
11	0	0,00(6)	0,55(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	500	0,28(6)	0,50(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1000	0,50(6)	0,38(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	1500	0,65(6)	0,26(16)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2000	0,75(6)	0,15(16)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	2500	0,78(6)	0,03(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3000	0,75(6)	0,09(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	3500	0,65(6)	0,20(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4000	0,50(6)	0,32(6)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4500	0,28(6)	0,44(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	5000	0,00(6)	0,55(6)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
8	4000	0,23(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
9	3000	0,33(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
10	4100	0,49(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)

11	3000	0,66(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
12	4100	0,49(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
13	3000	0,66(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
14	4000	0,23(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
15	3000	0,33(6)	0,00(5)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.2. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 77,72 % (EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33))

Vedlegg 9

Konstruksjonsanalyse Bygg-Service Nordhordaland

Contents

1 Bæresystem.....	2
2 Laster.....	7
3 Deformasjonen Karakteristisk.....	15
4 Deformasjonen Seismikk.....	19
5 Reaksjoner Karakteristisk.....	23
6 Reaksjoner Brudd.....	36
7 Reaksjoner Seismikk.....	42
8 Kræfter Brudd.....	48

Konstruksjonsanalyse er utarbeidet av Simon Haukelidsæter Tombre 19.04.2021. Analysen er utført i programmet FEM-Design 2019.

Hensikt med analysen:

1. Gjøre rede for byggets oppførsel når utsatt for påkjenninger iht Norsk Standard / Eurocode.
2. Gjøre rede for karakteristiske reaksjonskrefter fra overbygg på fundament.
3. Gjøre rede for Brudd-reaksjonskrefter fra overbygg på fundament.
4. Gjøre rede for Seismikk-reaksjonskrefter fra overbygg på fundament.

Orientering oppdrag:

Næringsbygg. Lager og kontor. Seismisk påkjenning er vurdert som følge av høy grunnaksellerasjon basert på Norsar-data.

Dokumentforståelse:

Positive verdier av kraft F_z indikerer forankringsbehov i fundament for søyler tilknyttet avstivende kryss

Henvisninger: -

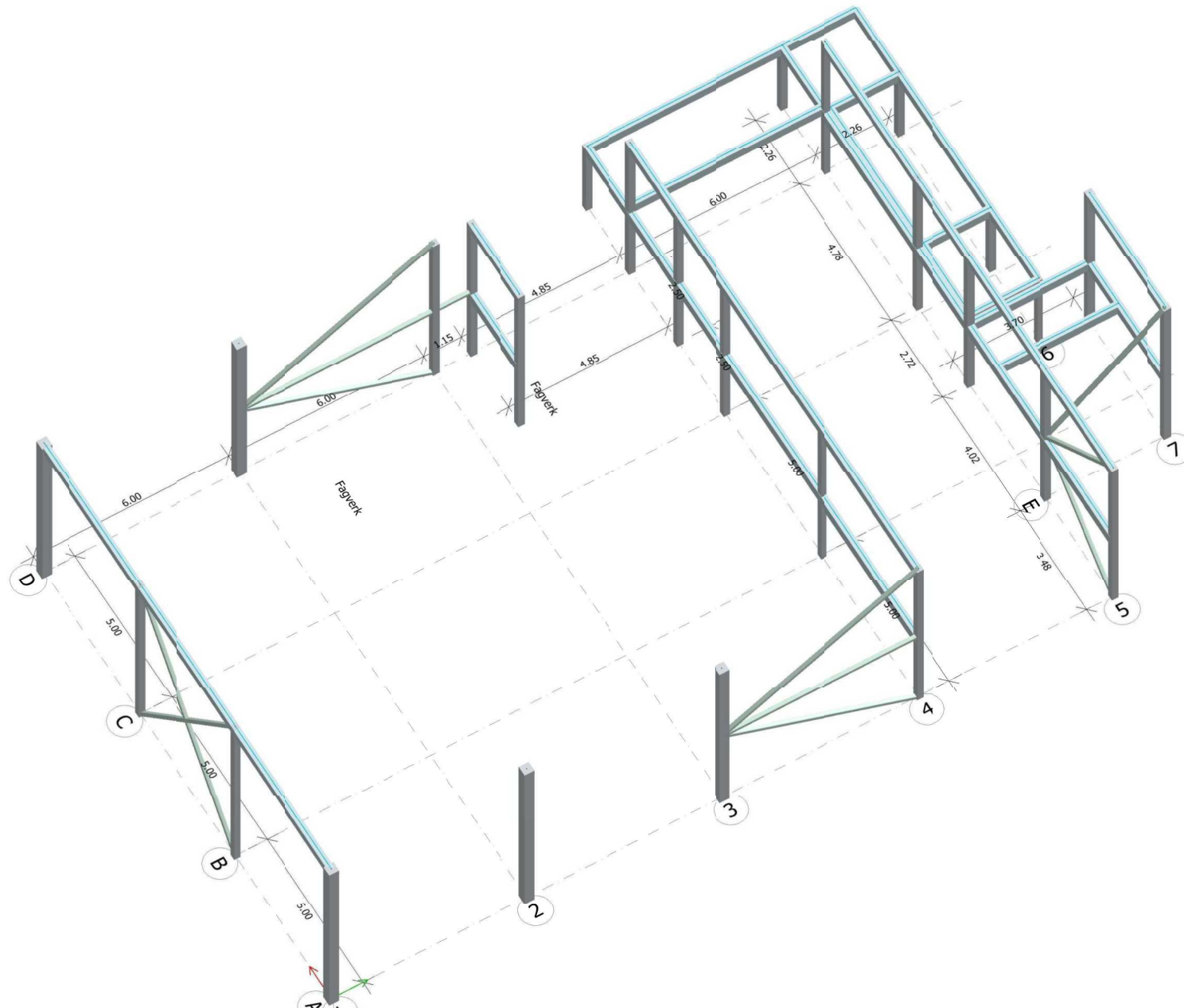
Analysen er etablert av Simon Haukelidsæter Tombre 19.04.2021

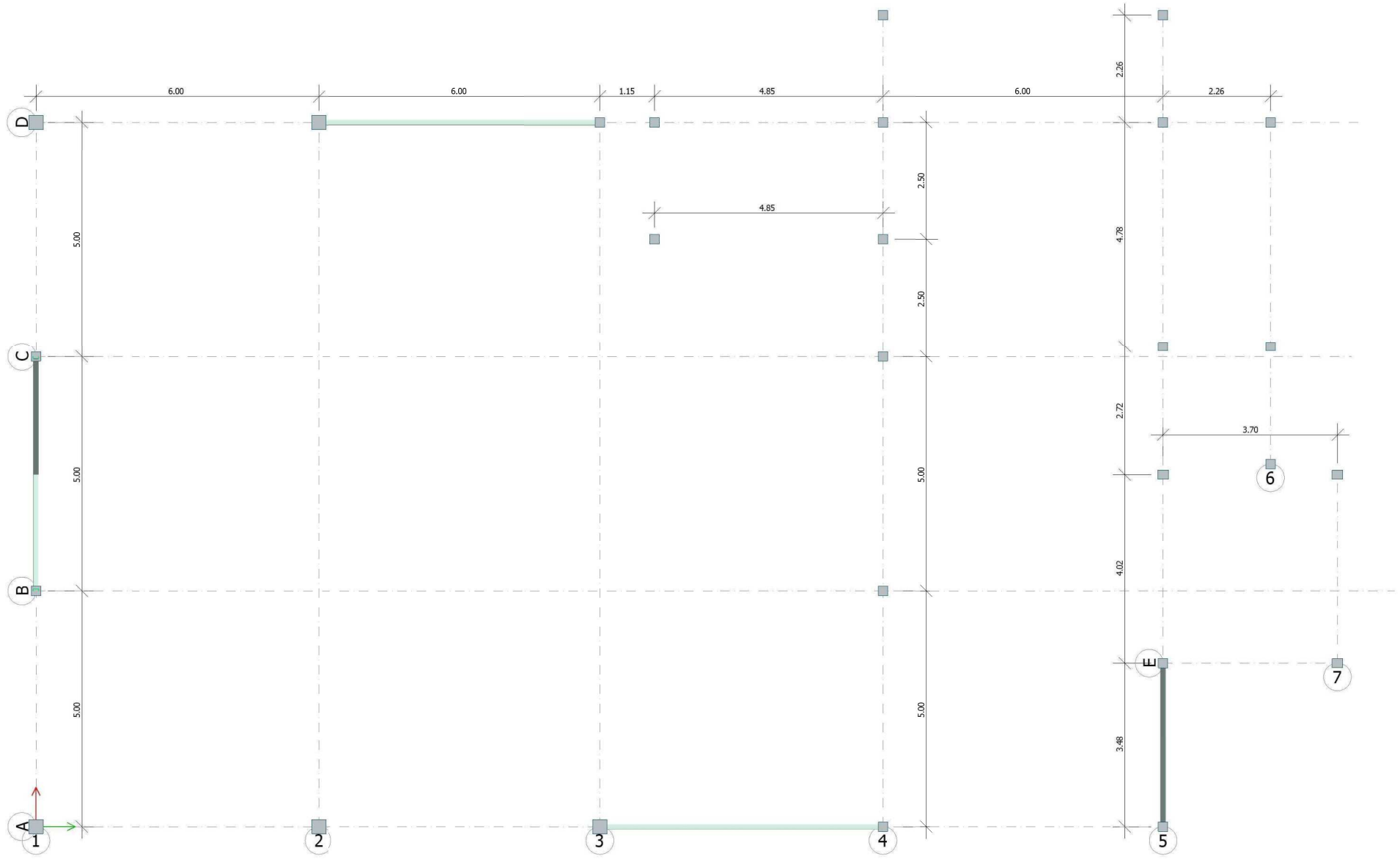
Kvittering for kvalitetssikring bekrefter felles gjennomgang av modell og utfylling av aktuelle sjekklister forbundet analysen:

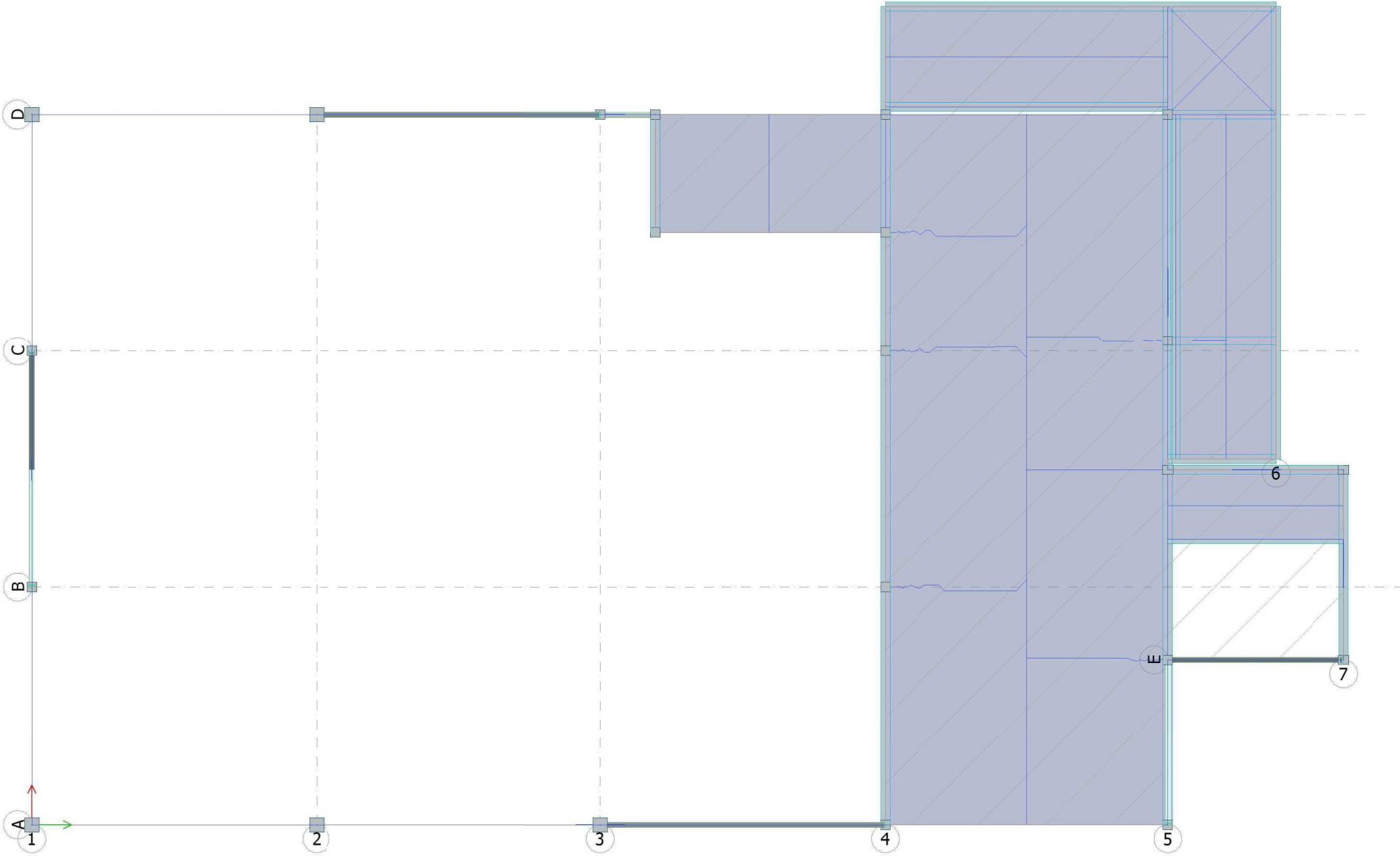
Egen Kontroll Simon Haukelidsæter Tombre 19.04.2021

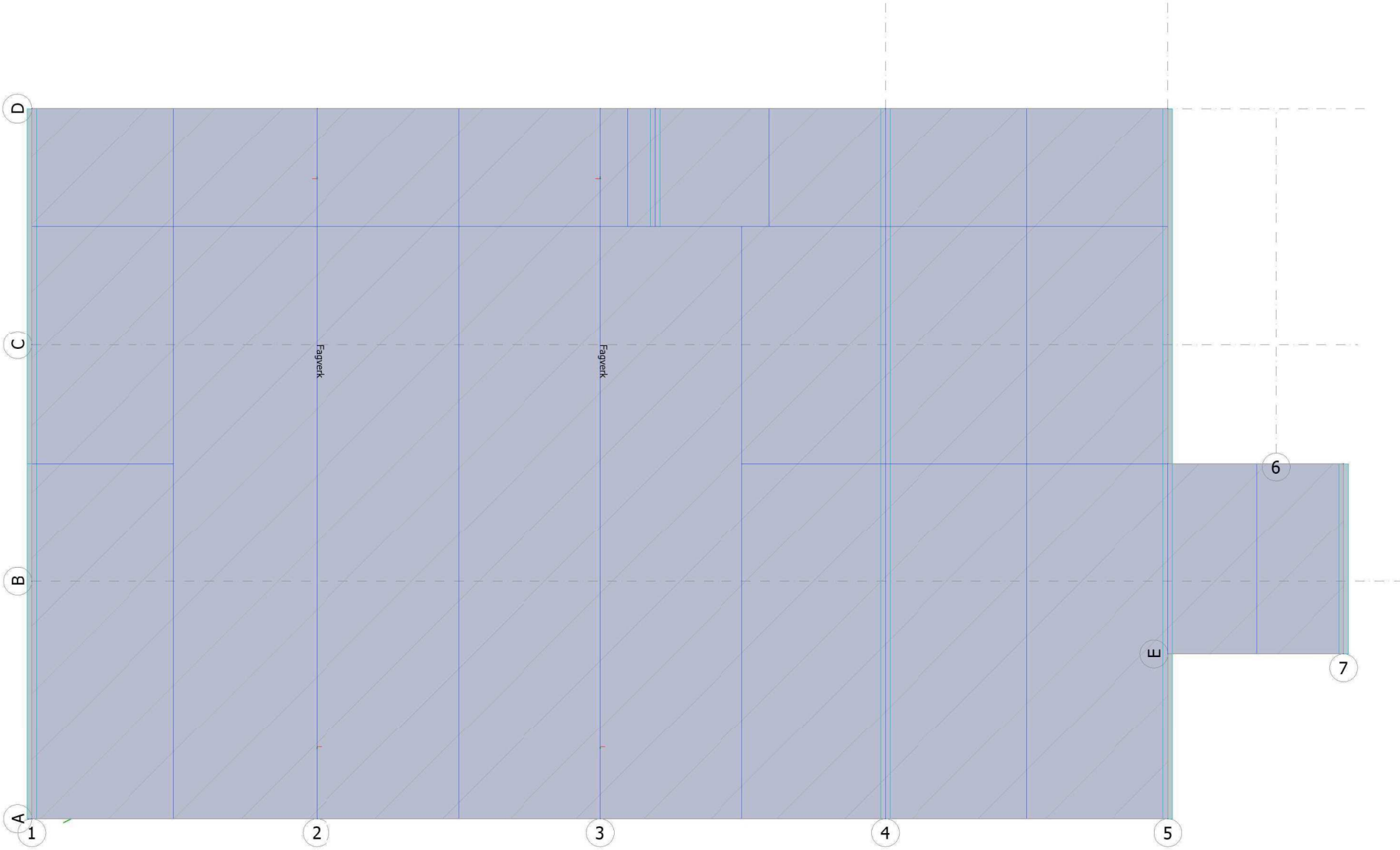
1 Bæresystem

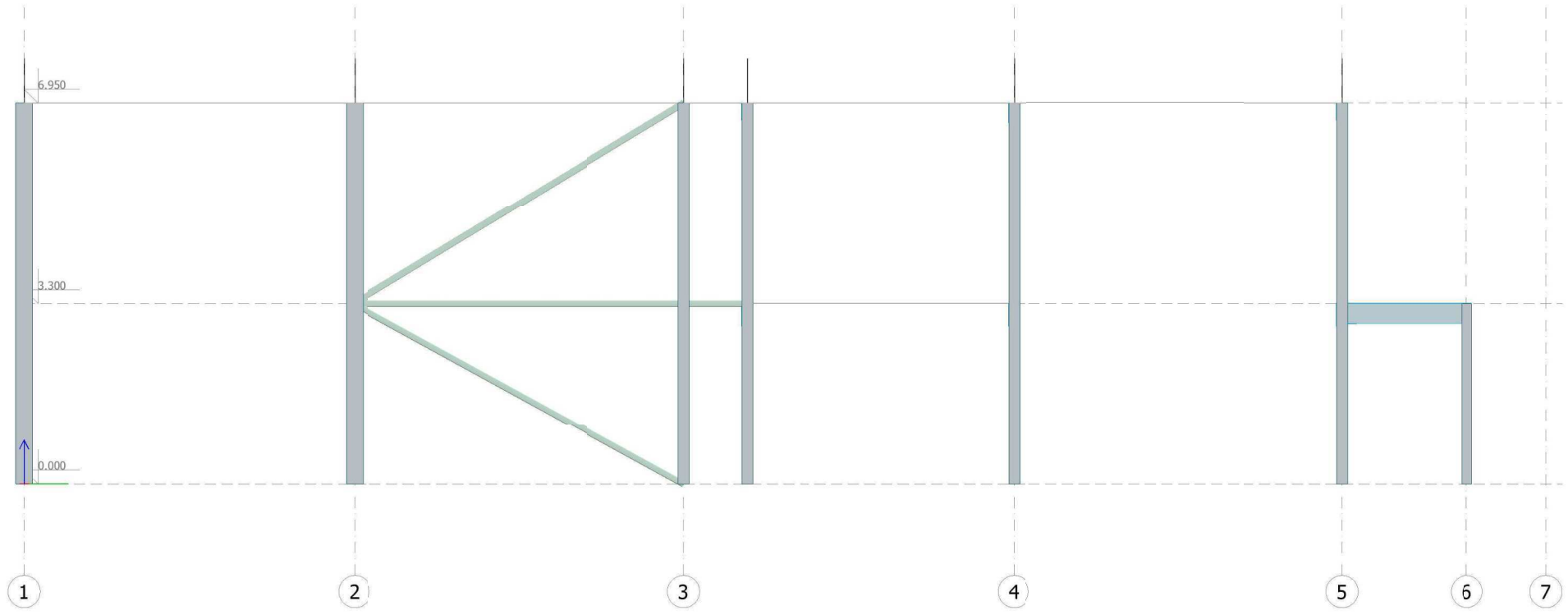
Eurocode (NA: Norwegian)







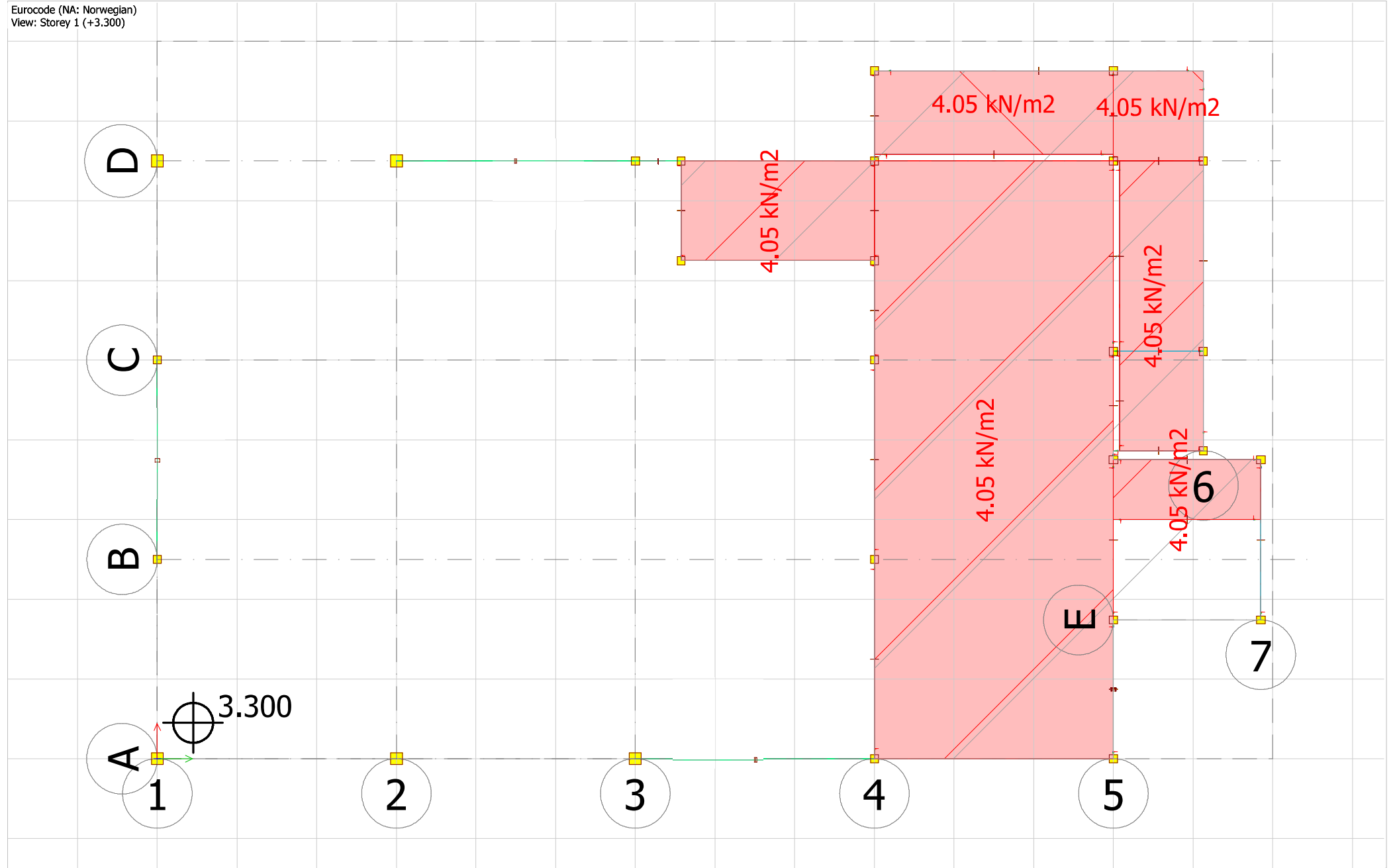




2 Laster

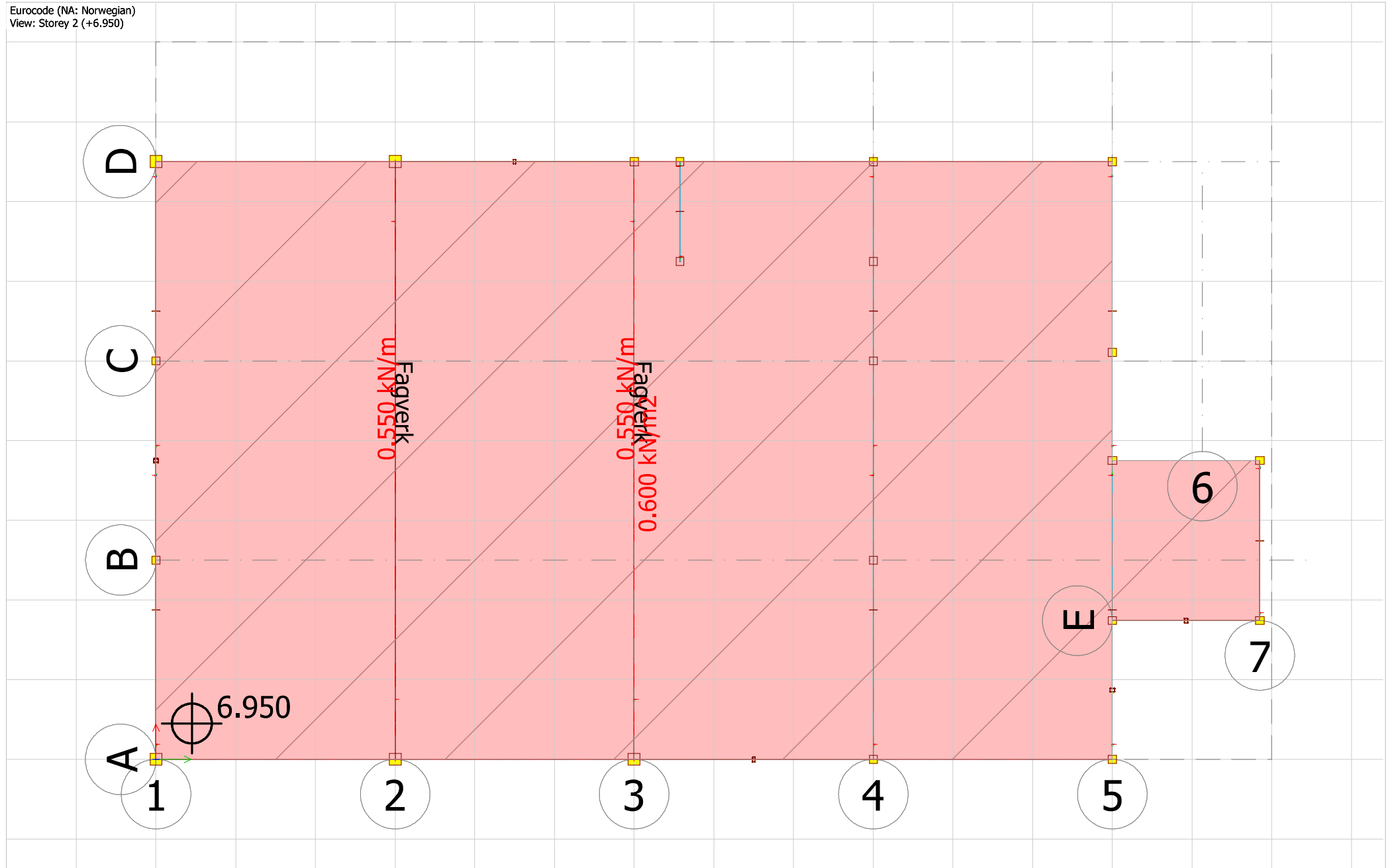
Egen

Eurocode (NA: Norwegian)
View: Storey 1 (+3.300)



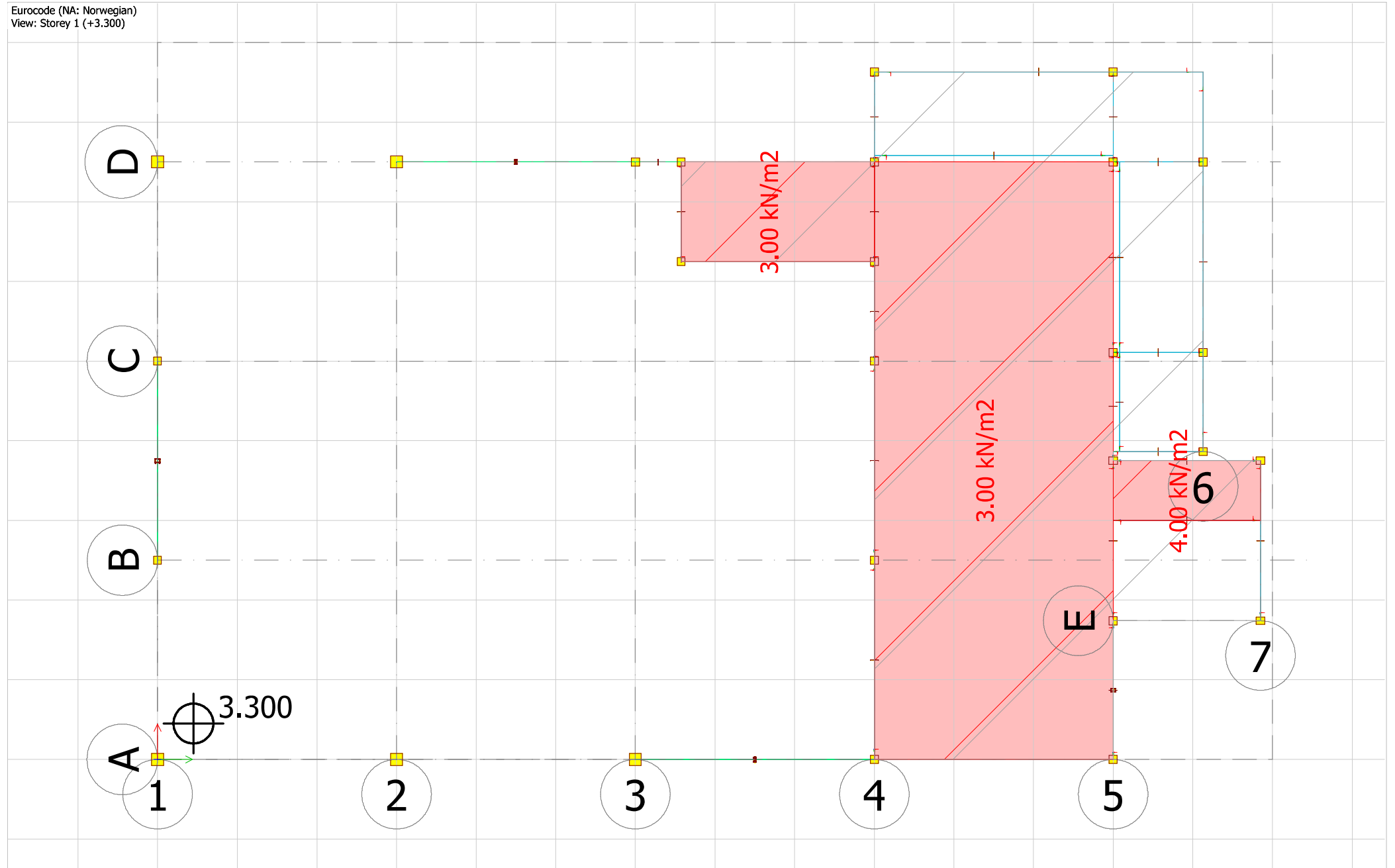
Egen

Eurocode (NA: Norwegian)
View: Storey 2 (+6.950)



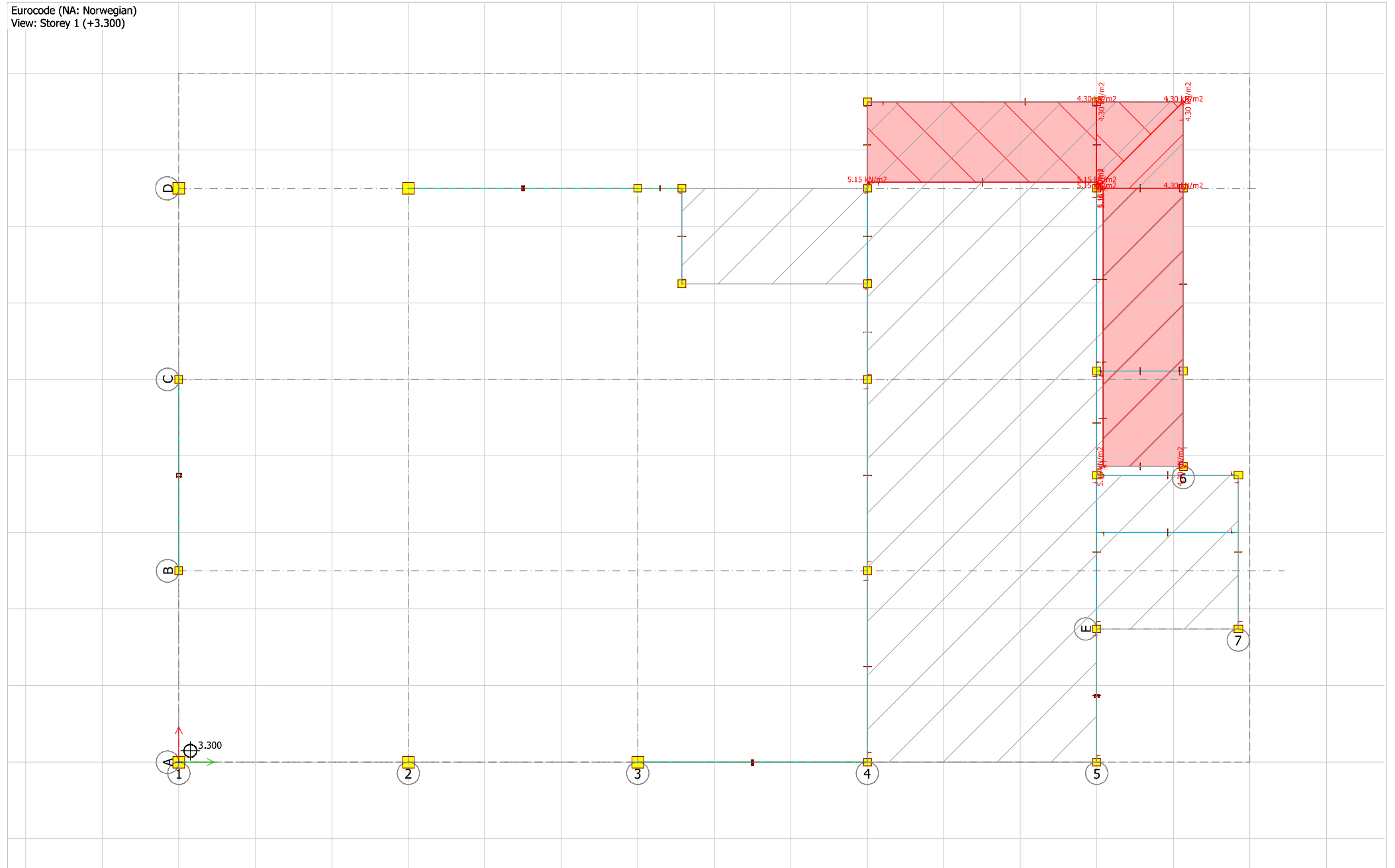
Nytte

Eurocode (NA: Norwegian)
View: Storey 1 (+3.300)



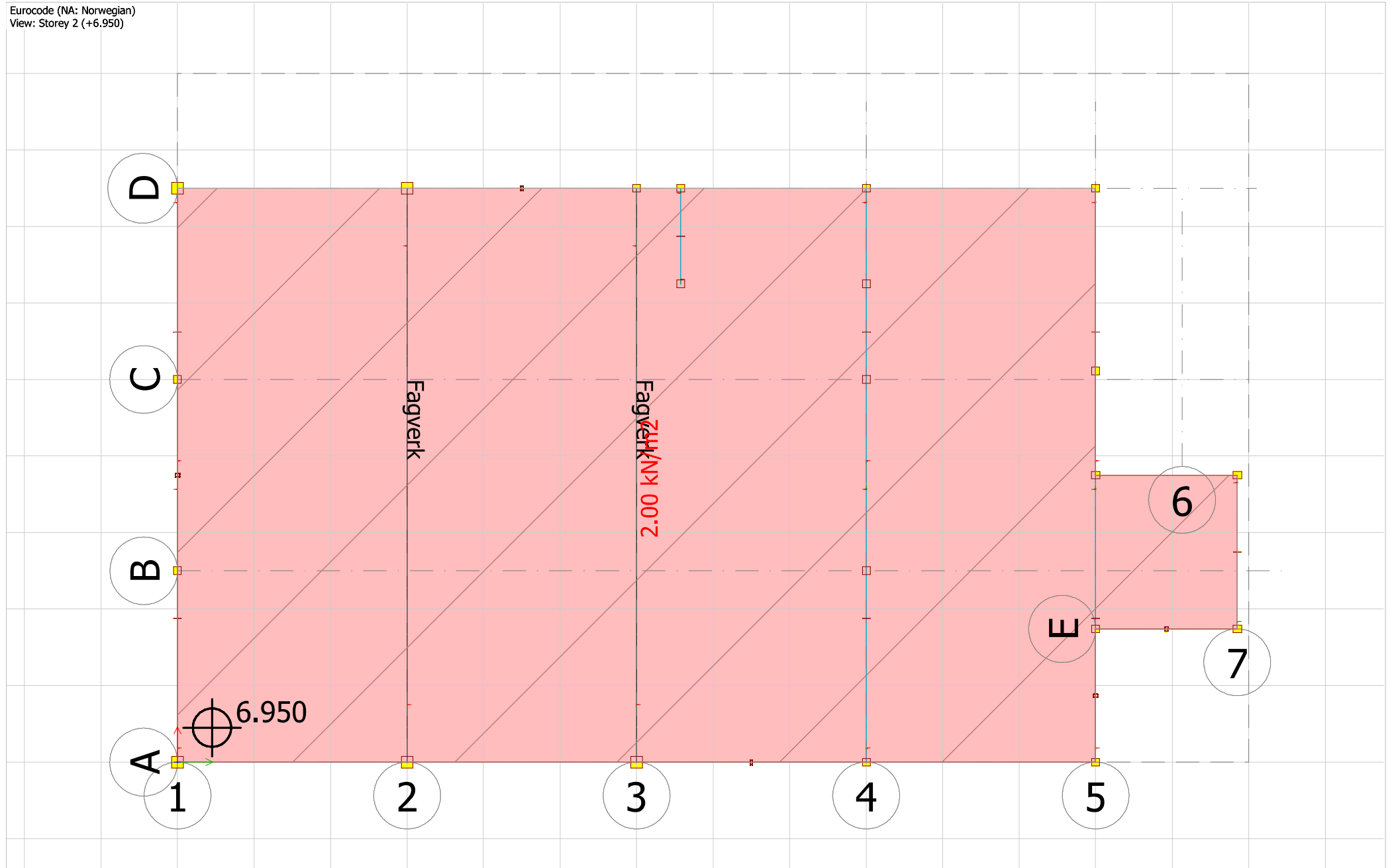
Snø

Eurocode (NA: Norwegian)
View: Storey 1 (+3.300)



Snø

Eurocode (NA: Norwegian)
View: Storey 2 (+6.950)



Load cases

No.	Name	Type	Duration class
1	Egen	+Struc. dead load	Permanent
2	Nytte	Ordinary	Medium-term
3	Snø	Ordinary	Medium-term
4	VindY+	Ordinary	Short-term
5	VindY-	Ordinary	Short-term

No.	Name	Type	Duration class
6	VindX+	Ordinary	Short-term
7	VindX-	Ordinary	Short-term
8	VindZ+	Ordinary	Short-term
9	VindZ-	Ordinary	Short-term

Load combinations

No.	Name	Type	Factor	Load cases
1	ULSZ	Ultimate	1.200	Egen (+Struc. dead load)
			1.500	Nytte
			1.500	Snø
			1.500	VindZ+
2	ULSZX	Ultimate	1.200	Egen (+Struc. dead load)
			1.500	Nytte
			1.500	Snø
			1.500	VindZ+
3	ULSZX-	Ultimate	1.200	Egen (+Struc. dead load)
			1.500	Nytte
			1.500	Snø
			1.500	VindZ+
4	ULSZY	Ultimate	1.200	Egen (+Struc. dead load)
			1.500	Nytte
			1.500	Snø
			1.500	Snø

No.	Name	Type	Factor	Load cases
5	ULSZY-	Ultimate	1.500	VindZ+
			1.500	VindY+
			1.200	Egen (+Struc. dead load)
			1.500	Nytte
6	ULSX	Ultimate	1.500	Snø
			1.500	VindZ+
			1.500	VindY-
			0.900	Egen (+Struc. dead load)
7	ULSX-	Ultimate	0.000	Nytte
			0.000	Snø
			1.500	VindZ-
			1.500	VindX+
8	ULSX-	Ultimate	0.900	Egen (+Struc. dead load)
			0.000	Nytte
			0.000	Snø
			1.500	VindZ-
9	ULSX-	Ultimate	0.900	Egen (+Struc. dead load)
			0.000	Nytte
			0.000	Snø
			1.500	VindZ-
10	SLSZ	Frequent	1.000	Egen (+Struc. dead load)
			0.500	Nytte
			0.500	Snø
			1.000	VindZ-
11	ALS...	Seismic	1.000	Egen (+Struc. dead load)
			0.300	Nytte
			0.200	Snø
			1.000	Seismic max.

No.	Name	Type	Factor	Load cases
8	ULSY	Ultimate	0.900	Egen (+Struc. dead load)
			0.000	Nytte
			0.000	Snø
			1.500	VindZ-
9	ULSY-	Ultimate	0.900	Egen (+Struc. dead load)
			0.000	Nytte
			0.000	Snø
			1.500	VindY+
10	SLSZ	Frequent	1.000	Egen (+Struc. dead load)
			0.500	Nytte
			0.500	Snø
			1.000	VindZ-
11	ALS...	Seismic	1.000	Egen (+Struc. dead load)
			0.300	Nytte
			0.200	Snø
			1.000	Seismic max.

Equilibrium, Quasi-permanent - Load case

Case	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
Egen	Fx'	0	-0	-
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-902	902	0.00
	Mx'	-7985	7985	0.00
	My'	16596	-16596	0.00
Nytte	Mz'	0	0	-
	Fx'	0	-0	-
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-329	329	0.00
	Mx'	-2675	2675	0.00
Snø	My'	6810	-6810	0.00
	Mz'	0	0	-
	Fx'	0	-0	-
	Fy'	0	0	-
	Fz'	0	0	-

Case	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
VindY+	Fz'	-905	905	0.00
	Mx'	-7723	7723	0.00
	My'	13063	-13063	0.00
	Mz'	0	0	-
	Fx'	0	-0	-
VindY-	Fy'	225	-225	0.00
	Fz'	0	-0	-
	Mx'	-873	873	0.00
	My'	0	0	-
	Mz'	3122	-3122	0.00
VindZ+	Fx'	0	0	-
	Fy'	-225	225	0.00
	Fz'	0	0	-
	Mx'	873	-873	0.00
	My'	0	0	-

Case	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
VindX+	My'	0	-0	-
	Mz'	-3122	3122	0.00
	Fx'	116	-116	0.00
	Fy'	0	-0	-
	Fz'	0	-0	-
VindX-	Mx'	0	0	-
	My'	450	-450	0.00
	Mz'	-872	872	0.00
	Fx'	-116	116	0.00
	Fy'	0	0	-
VindZ-	Fz'	0	0	-
	Mx'	0	-0	-
	My'	-450	450	0.00
	Mz'	872	-872	0.00
	Fx'	0	0	-

Case	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
VindZ+	Fx'	0	0	-
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-204	204	0.00
	Mx'	-1621	1621	0.00
	My'	2741	-2741	0.00
VindZ-	Mz'	0	0	-
	Fx'	0	0	-
	Fy'	0	-0	-
	Fz'	347	-347	0.00
	Mx'	2756	-2756	0.00
VindZ-	My'	-4660	4660	0.00
	Mz'	0	-0	-

Equilibrium, Load comb.

Load comb	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
ULSZ	Fx'	0	-0	-

Load comb	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
	Fy'	0	0	-

Load comb	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
	Fz'	-3239	3239	0.00

Load comb	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
ULSZX	Mx'	-27611	27611	0.00
	My'	53838	-53838	0.00
	Mz'	0	0	-
	Fx'	174	-174	0.00
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-3239	3239	0.00
ULSZX-	Mx'	-27611	27611	0.00
	My'	54514	-54514	0.00
	Mz'	-1308	1308	0.00
	Fx'	-174	174	0.00
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-3239	3239	0.00
ULSZY	Mx'	-27611	27611	0.00
	My'	53162	-53162	0.00
	Mz'	1308	-1308	0.00
	Fx'	0	-0	-
	Fy'	338	-338	0.00
	Fz'	-3239	3239	0.00
ULSZY-	Mx'	-28921	28921	0.00
	My'	53838	-53838	0.00
	Mz'	4683	-4683	0.00

Load comb	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
ULSZY-	Fx'	0	0	-
	Fy'	-338	338	0.00
	Fz'	-3239	3239	0.00
	Mx'	-26300	26300	0.00
	My'	53838	-53838	0.00
	Mz'	-4683	4683	0.00
ULSX	Fx'	174	-174	0.00
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-292	292	0.00
	Mx'	-3053	3053	0.00
	My'	8622	-8622	0.00
	Mz'	-1308	1308	0.00
ULSX-	Fx'	-174	174	0.00
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-292	292	0.00
	Mx'	-3053	3053	0.00
	My'	7271	-7271	0.00
	Mz'	1308	-1308	0.00
ULSX-	Fx'	0	-0	-
	Fy'	338	-338	0.00
	Fz'	-292	292	0.00

Load comb	Component	Loads	Reactions	Error
[-]	[-]	kN(m)	kN(m)	[%]
ULSY-	Mx'	-4364	4364	0.00
	My'	7946	-7946	0.00
	Mz'	4683	-4683	0.00
	Fx'	0	0	-
	Fy'	-338	338	0.00
	Fz'	-292	292	0.00
SLSZ	Mx'	-1743	1743	0.00
	My'	7946	-7946	0.00
	Mz'	-4683	4683	0.00
	Fx'	0	-0	-
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-1519	1519	0.00
ALSseismikk	Mx'	-13184	13184	0.00
	My'	26533	-26533	0.00
	Mz'	0	0	-
	Fx'	0	-0	-
	Fy'	0	0	-
	Fz'	-1182	1182	0.00
ALSseismikk	Mx'	-10332	10332	0.00
	My'	21252	-21252	0.00
	Mz'	0	0	-

Seismic load, horizontal sp., standard

Value	Quantity	Value	Quantity	Value	Quantity	Value	Quantity	Value	Quantity	Value	Quantity	Value	Quantity
Type	1	Ground	A	ag [m/s ²]	0.518	S	1.000	TB [s]	0.100	TC [s]	0.200	TD [s]	1.700
		q	1.500	beta	0.200								

Seismic load, structure information

Value	Quantity
Structure type	Building structure
xi (damping factor) [%]	5.000
qd (behaviour factor for displacements)	1.500

Load case - mass conversions

No.	Factor	Load case
1	1.000	Egen
2	0.300	Nytte
3	0.200	Snø
4	0.000	VindY+
5	0.000	VindY-
6	0.000	VindX+
7	0.000	VindX-
8	0.000	VindZ+
9	0.000	VindZ-

Effective/Modal masses in the x'-y'-z' coordinate system

Shape no.	T	mx'	my'	mz'	mx'	my'	mz'
[-]	[s]	[%]	[%]	[%]	[t]	[t]	[t]
1	0.280	0.6	91.9	0.0	0.737	110.534	0.000
2	0.249	94.8	0.9	0.0	113.973	1.108	0.000
3	0.178	0.0	0.0	2.5	0.000	0.000	2.981
4	0.173	0.0	0.0	10.4	0.000	0.000	12.536
5	0.171	0.0	0.0	0.2	0.000	0.000	0.239
6	0.170	0.2	0.0	0.0	0.272	0.000	0.000

Total/Level masses

Name	Mass	Level	x	y	z
[-]	[t]	[m]	[m]	[m]	[m]
Total weight	120.272	-	17.974	8.732	4.557
1	1.022	0.000	13.214	7.921	0.000
2	76.371	3.300	21.123	9.480	3.300
3	42.879	6.950	12.478	7.420	6.950

Base/Level shear forces, Sum, Fx+Mx

No.	Name	Fx'	Fy'	Fz'	Mx'	My'	Mz'	Fr	Mr
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
	Base	84.590	8.342	0.033	0.000	0.000	69.691	85.001	69.691
1	Storey 1	55.221	7.162	0.029	0.000	0.000	47.656	55.683	47.656
2	Storey 2	29.298	1.171	0.003	0.000	0.000	21.974	29.322	21.974

Base/Level shear forces, Sum, Fx-Mx

No.	Name	Fx'	Fy'	Fz'	Mx'	My'	Mz'	Fr	Mr
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
	Base	84.590	8.342	0.033	0.000	0.000	69.691	85.001	69.691
1	Storey 1	55.221	7.162	0.029	0.000	0.000	47.656	55.683	47.656
2	Storey 2	29.298	1.171	0.003	0.000	0.000	21.974	29.322	21.974

Base/Level shear forces, Sum, Fy+My

No.	Name	Fx'	Fy'	Fz'	Mx'	My'	Mz'	Fr	Mr
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
	Base	6.008	73.593	0.012	0.000	0.000	101.926	73.838	101.926
1	Storey 1	1.262	45.215	0.007	0.000	0.000	62.623	45.233	62.623
2	Storey 2	4.746	28.324	0.005	0.000	0.000	39.229	28.719	39.229

Base/Level shear forces, Sum, Fy-My

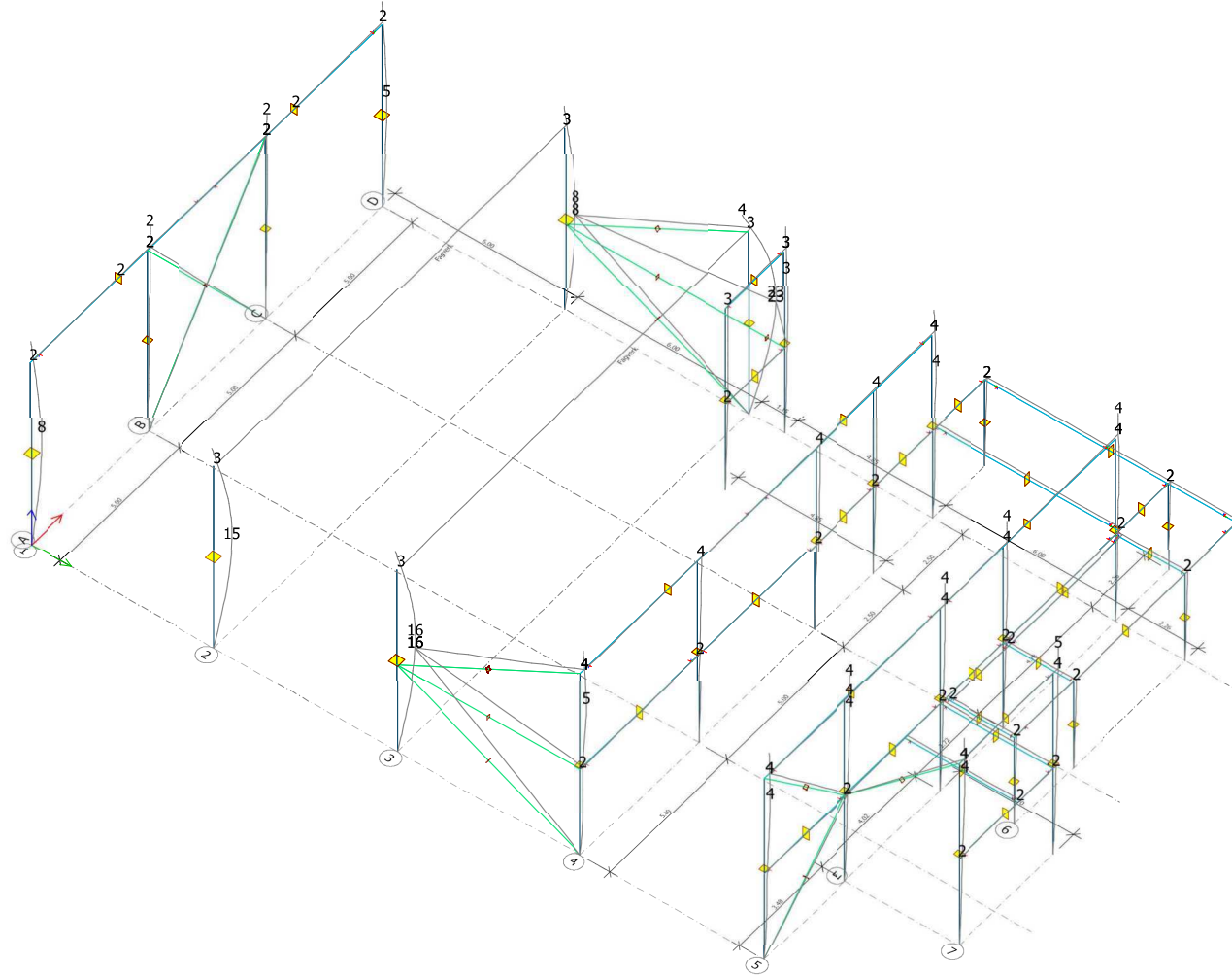
No.	Name	Fx'	Fy'	Fz'	Mx'	My'	Mz'	Fr	Mr
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
	Base	6.008	73.593	0.012	0.000	0.000	101.926	73.838	101.926
1	Storey 1	1.262	45.215	0.007	0.000	0.000	62.623	45.233	62.623
2	Storey 2	4.746	28.324	0.005	0.000	0.000	39.229	28.719	39.229

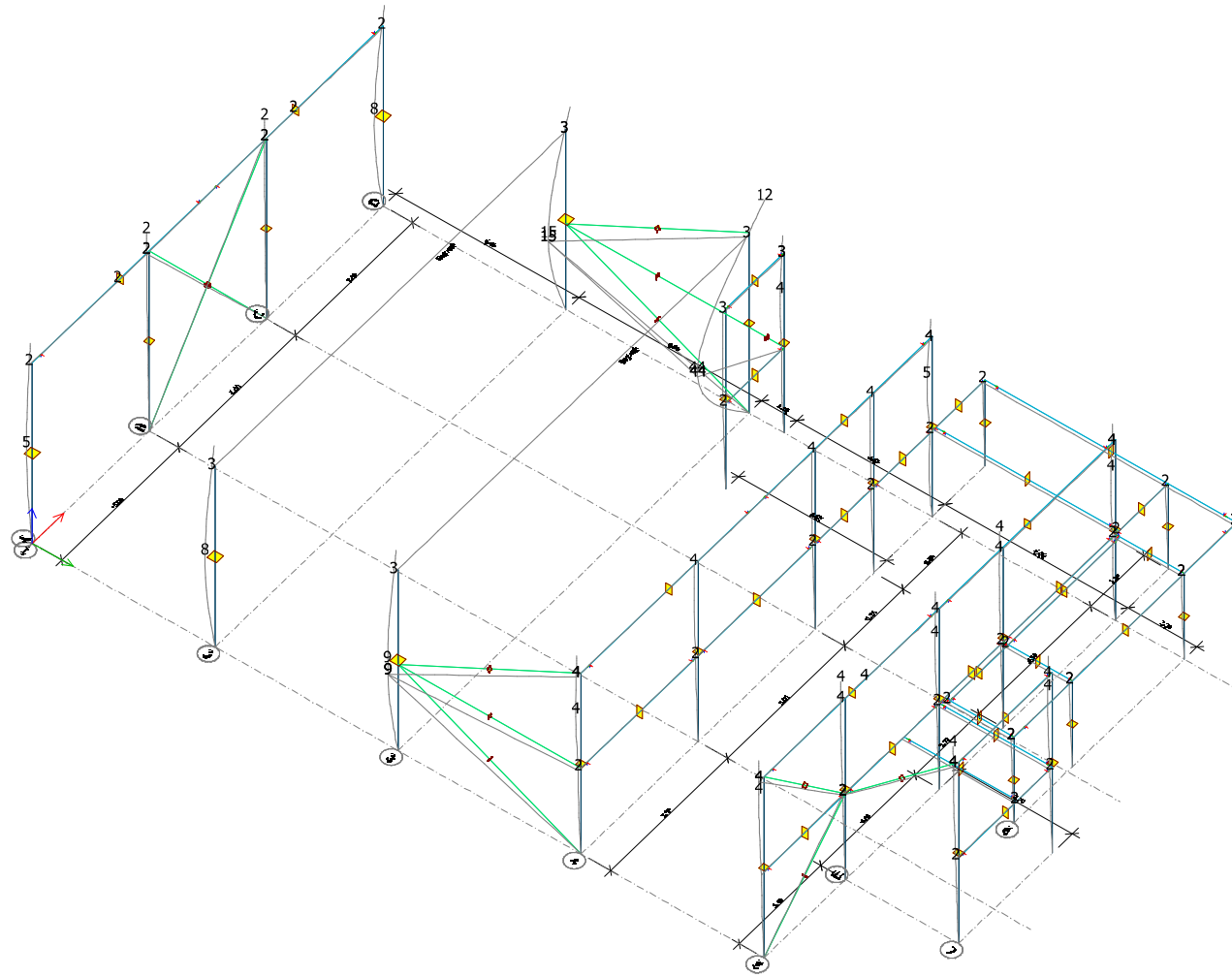
Base/Level shear forces, Seismic max.

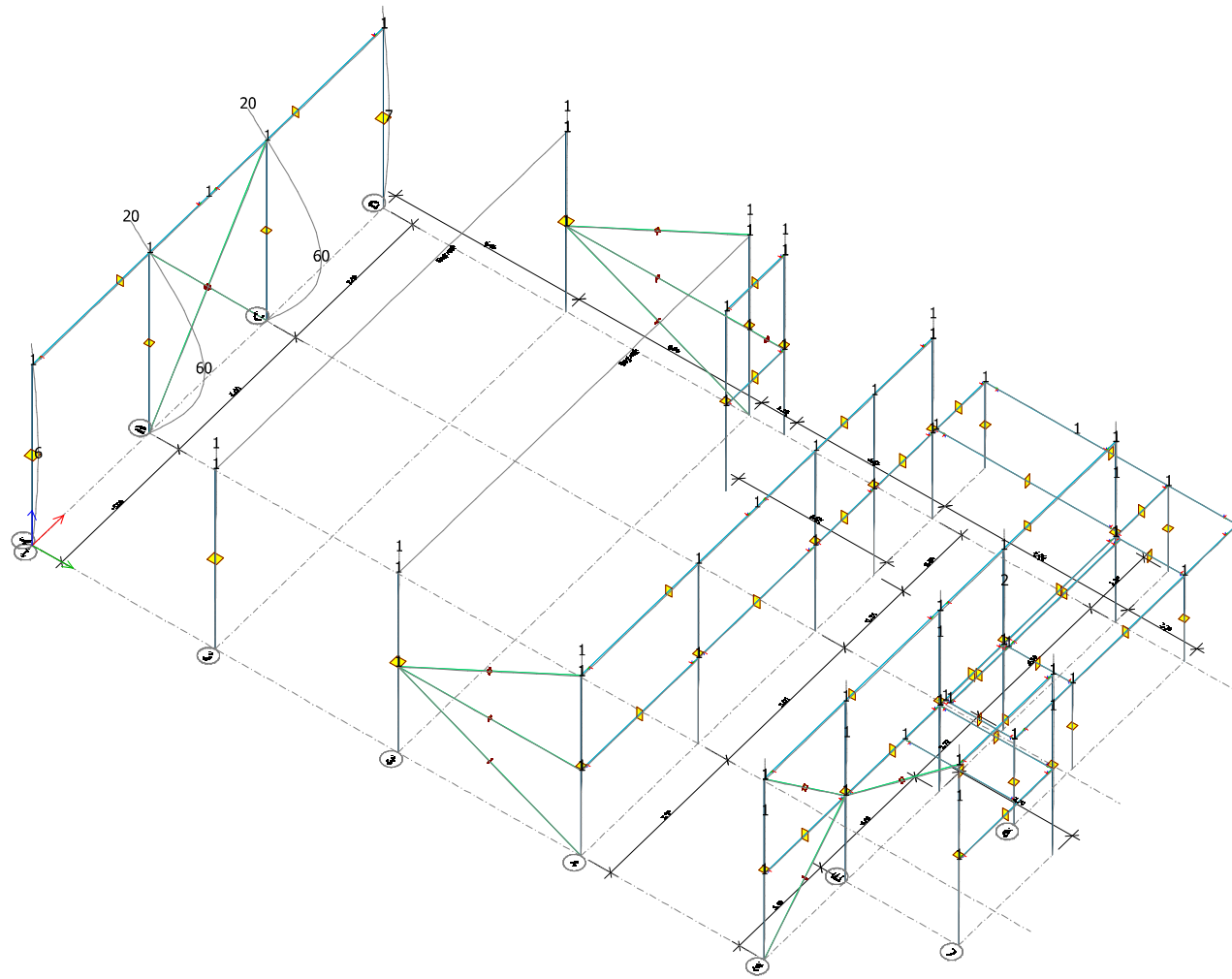
No.	Name	Fx'	Fy'	Fz'	Mx'	My'	Mz'	Fr	Mr
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
	Base	86.393	76.095	0.037	0.000	0.000	122.833	115.127	122.833
1	Storey 1	55.599	47.363	0.031	0.000	0.000	76.920	73.038	76.920
2	Storey 2	30.722	28.675	0.006	0.000	0.000	45.821	42.025	45.821

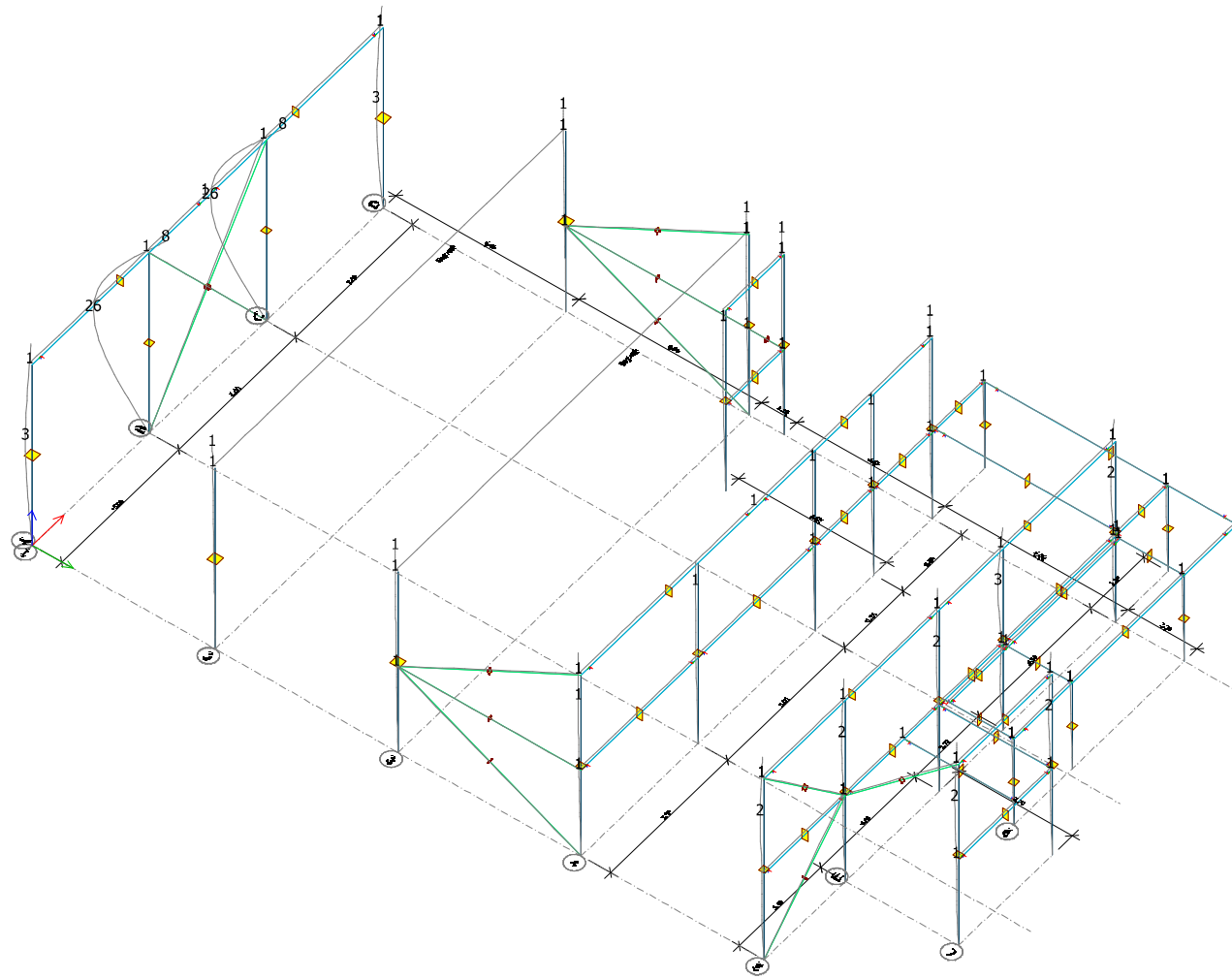
3 Deformasjonen Karakteristisk

Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindY+ - (U) - Translational displacements - Graph - [mm]



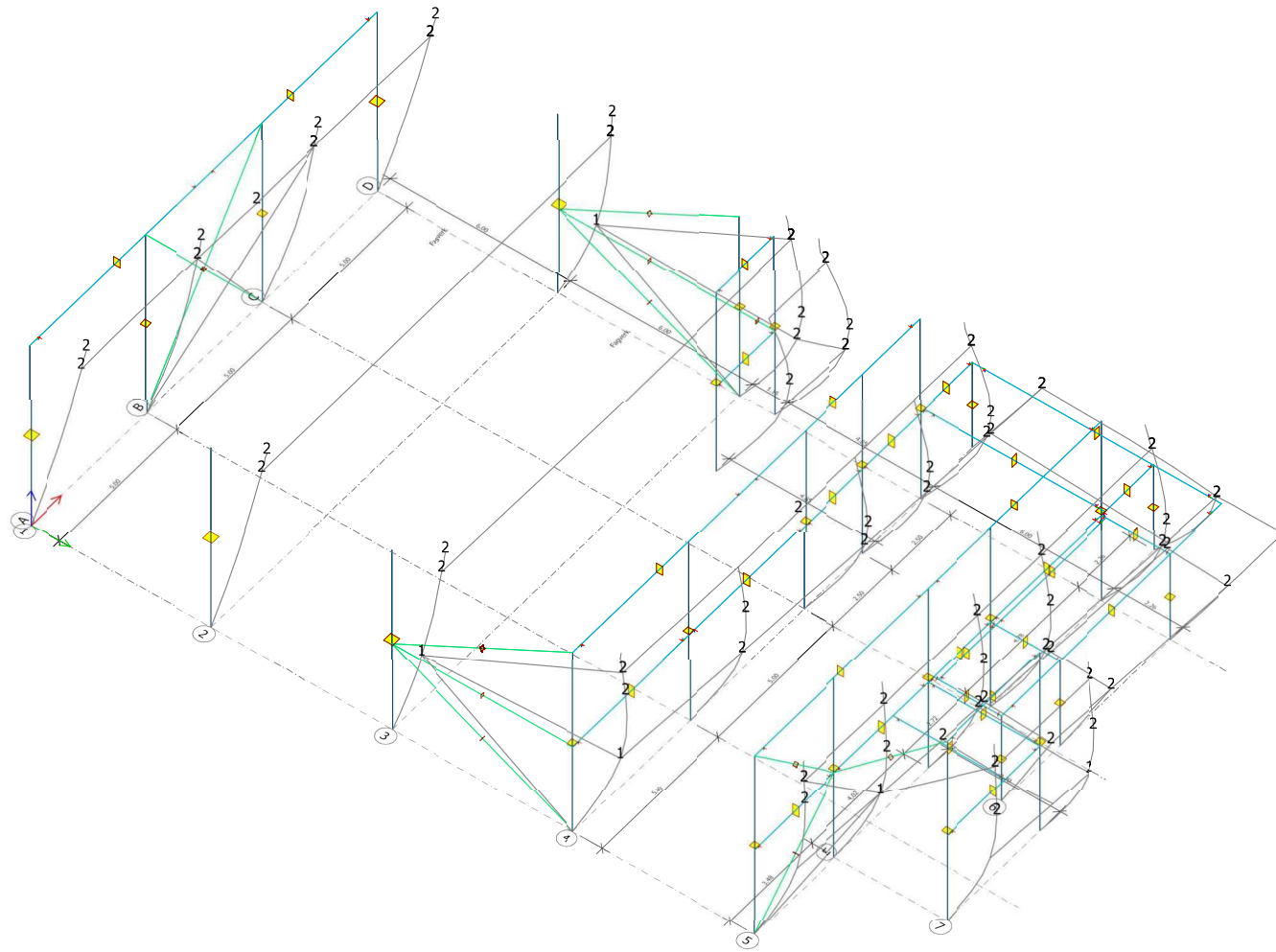


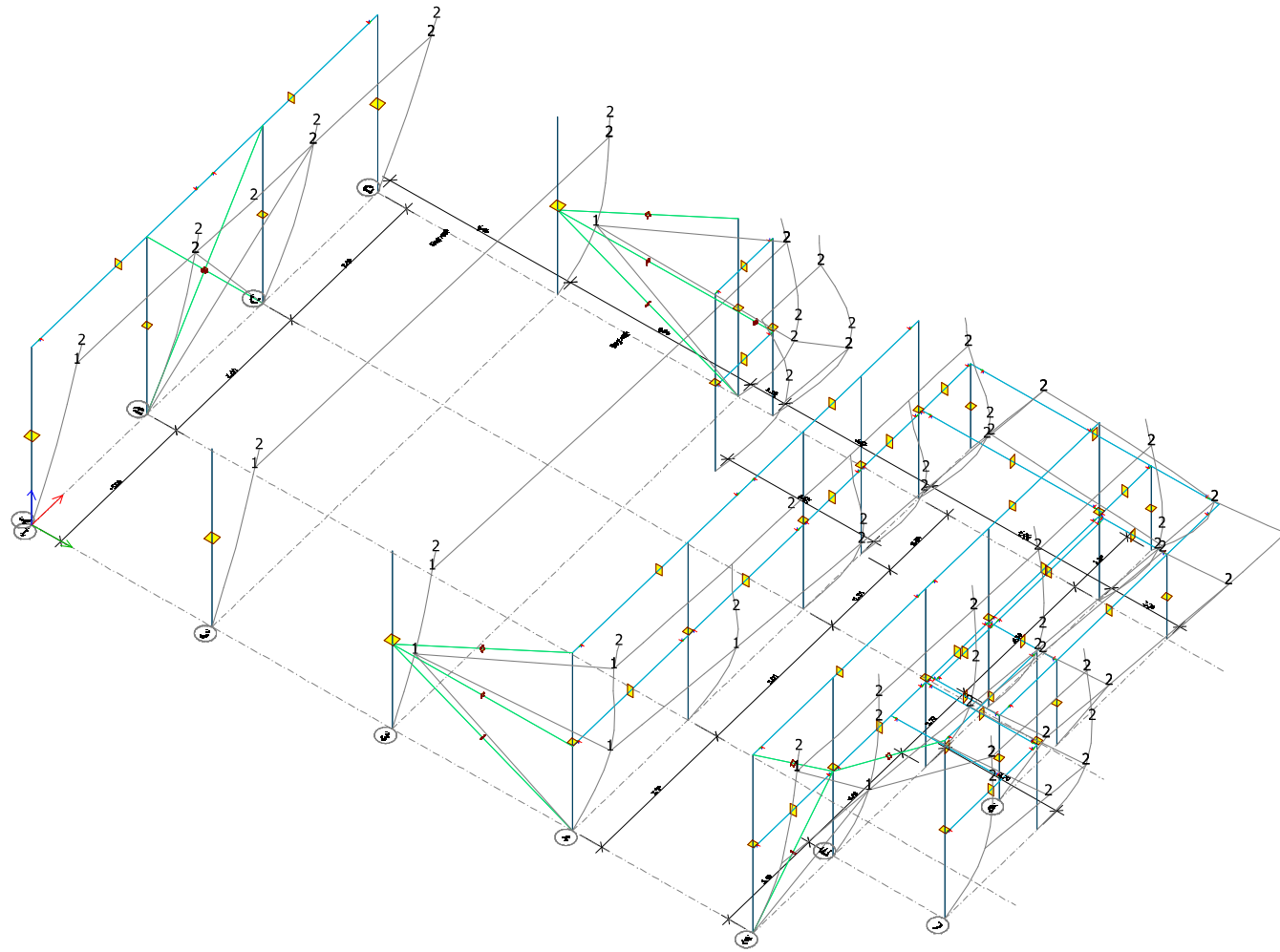


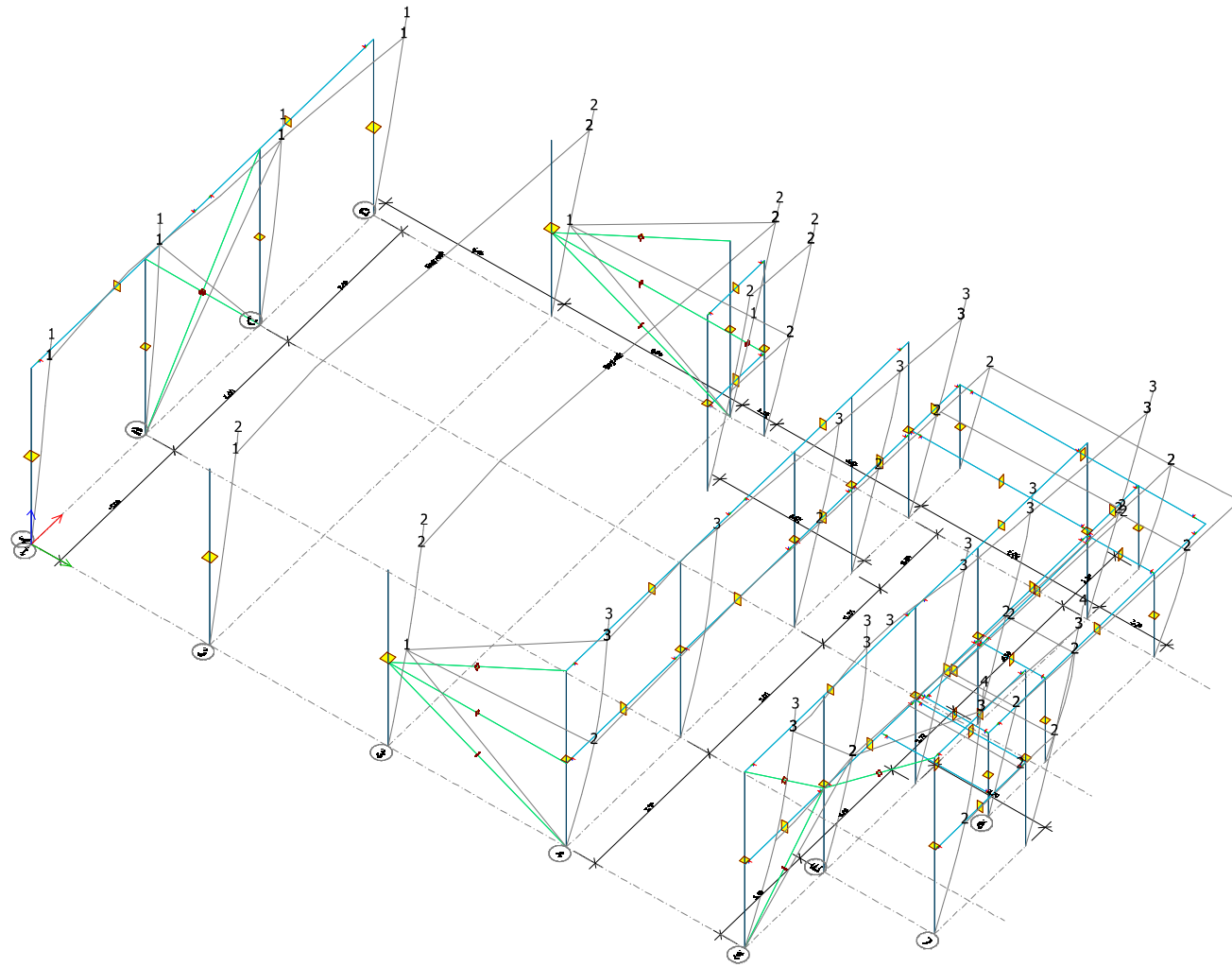


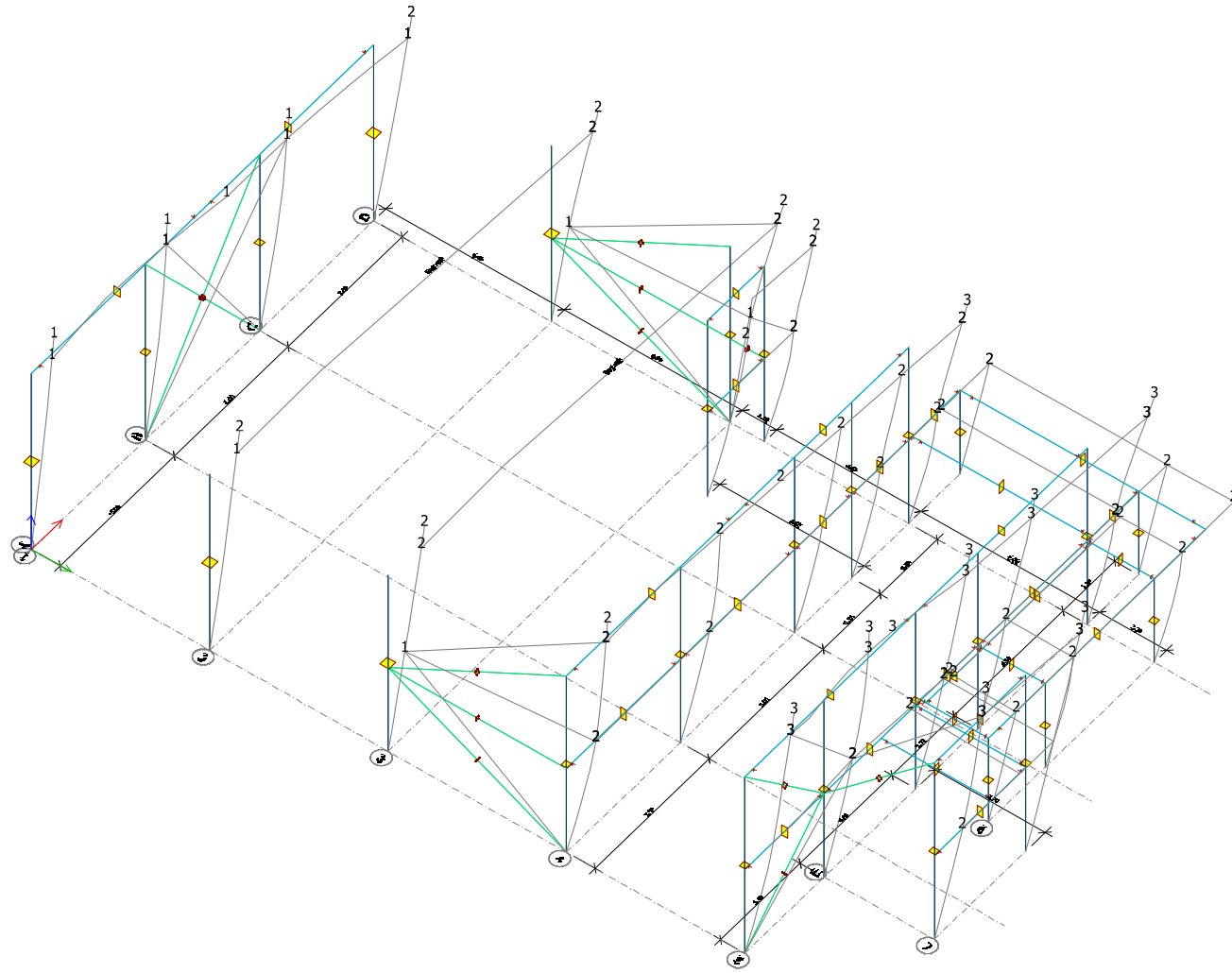
4 Deformasjonen Seismikk

Eurocode (NA: Norwegian) code: Seismic calculation - Sum, Fx+Mx - Translational displacements - Graph - [mm]



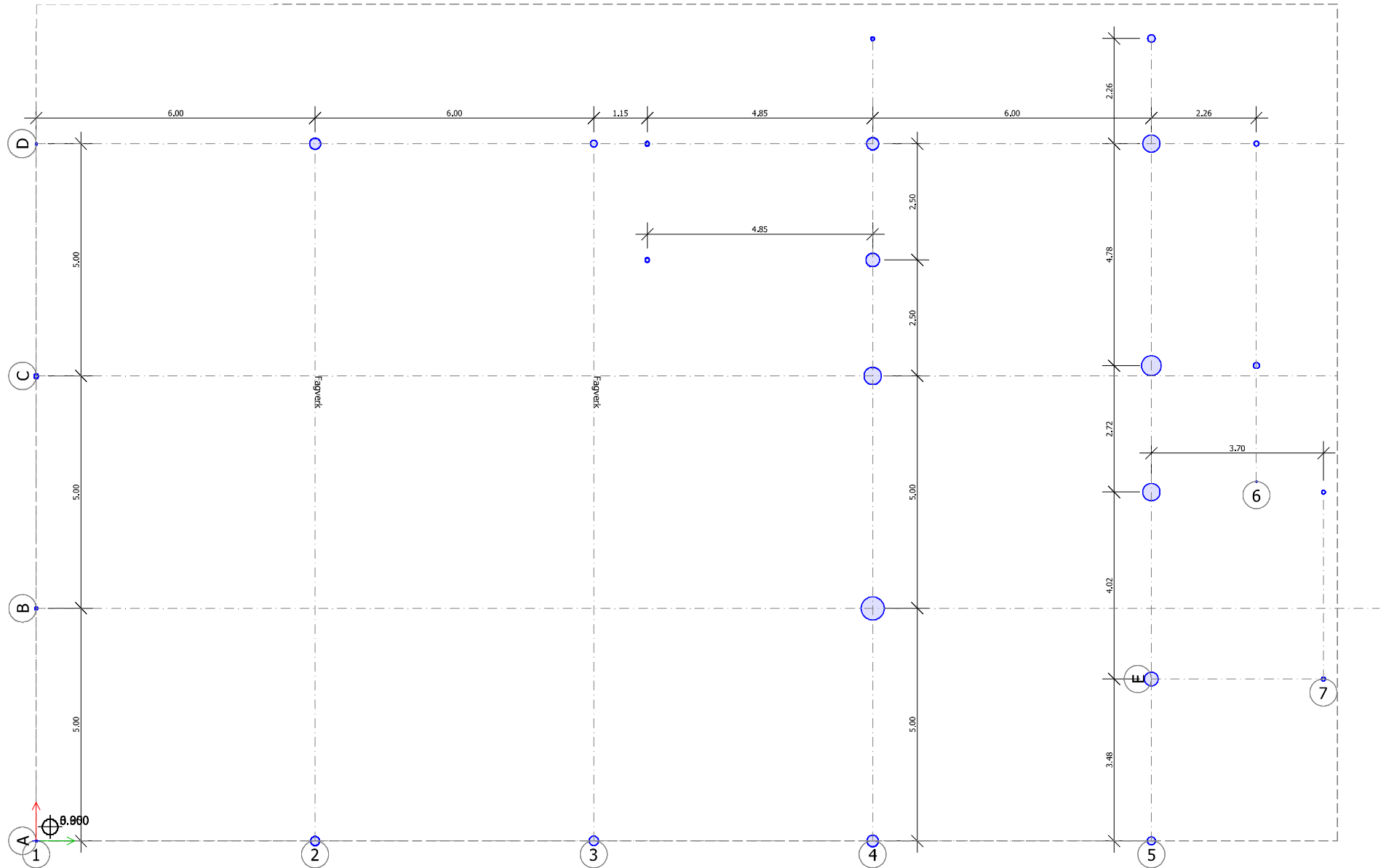


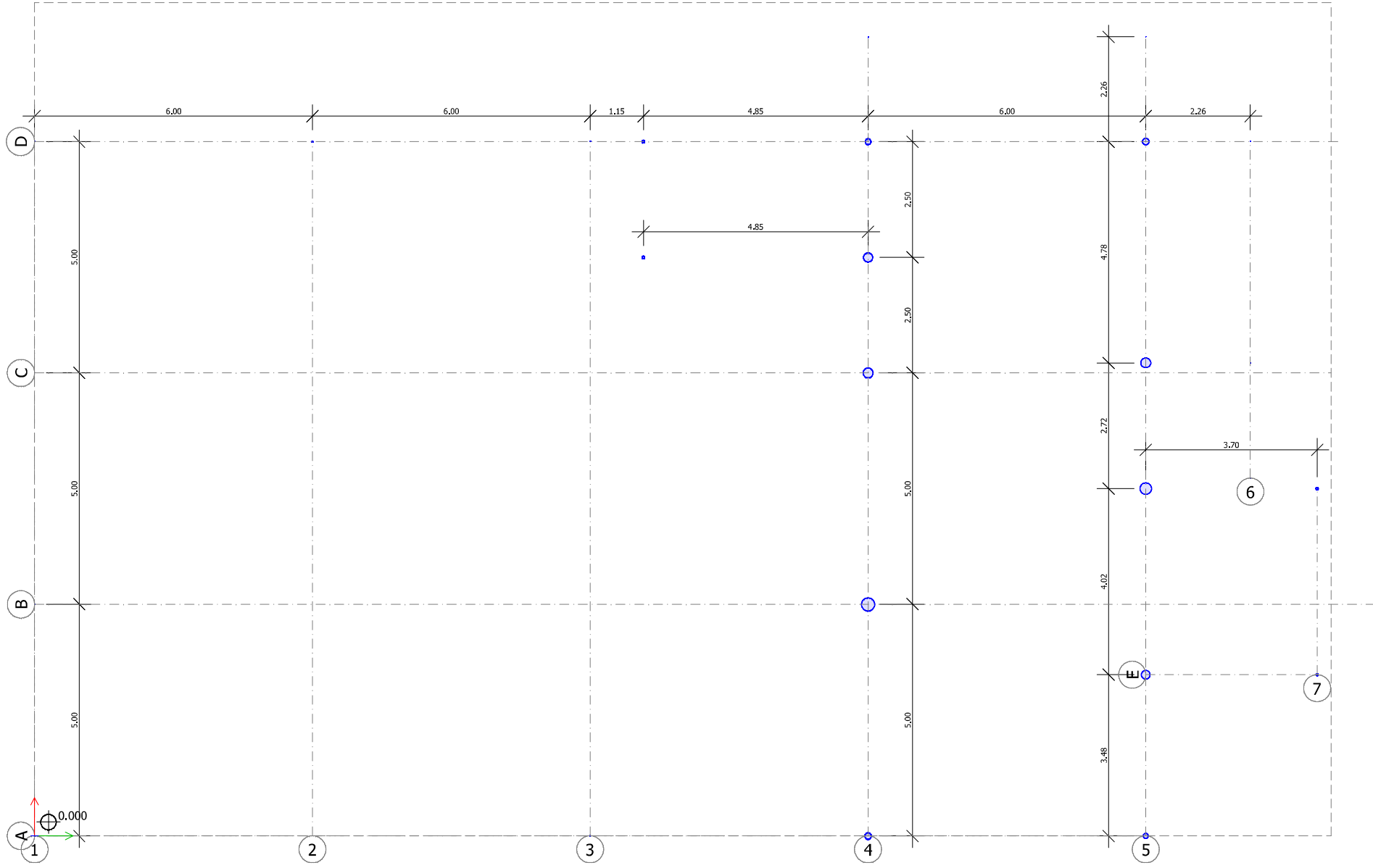




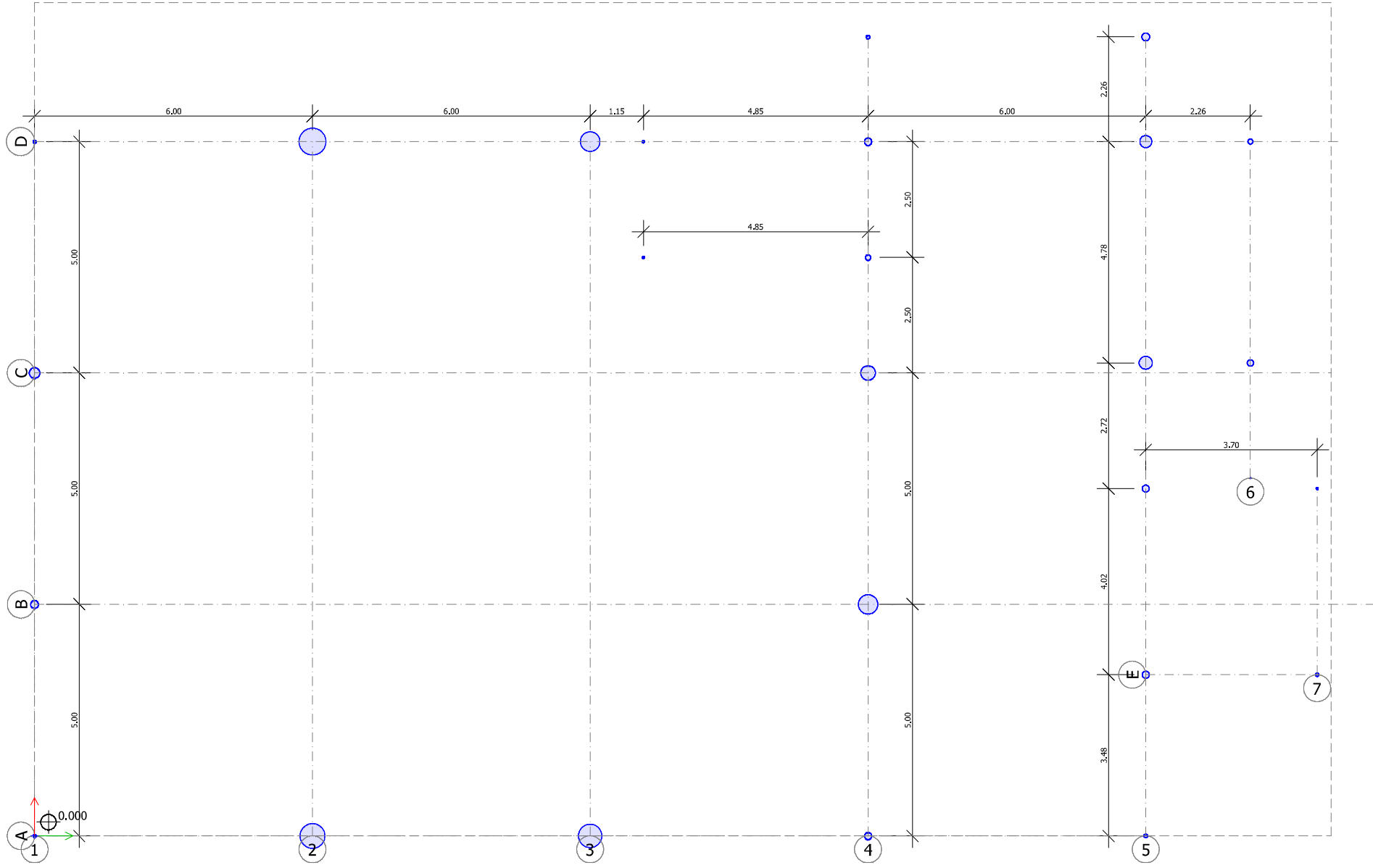
5 Reaksjoner Karakteristisk

Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - Egen - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]

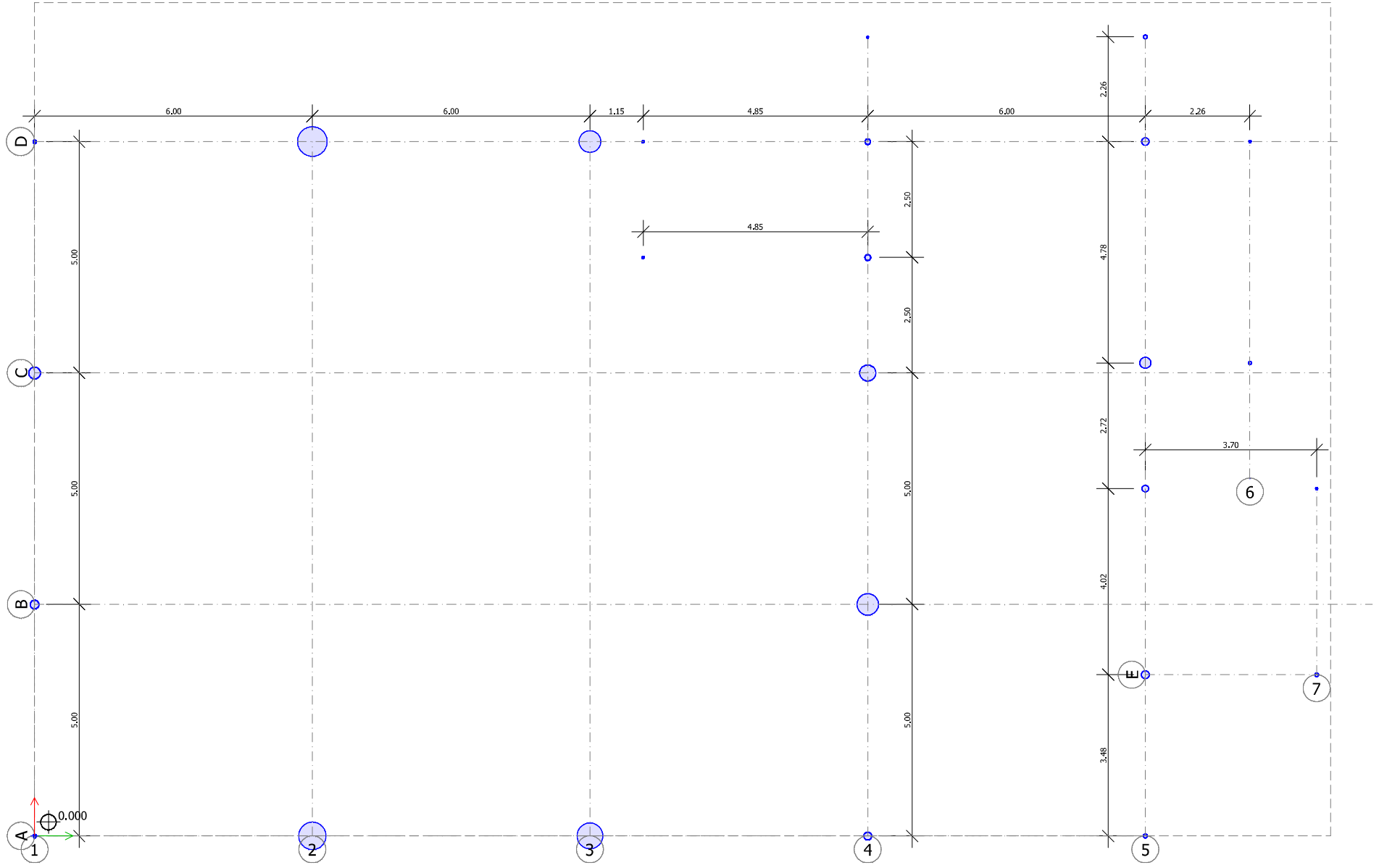




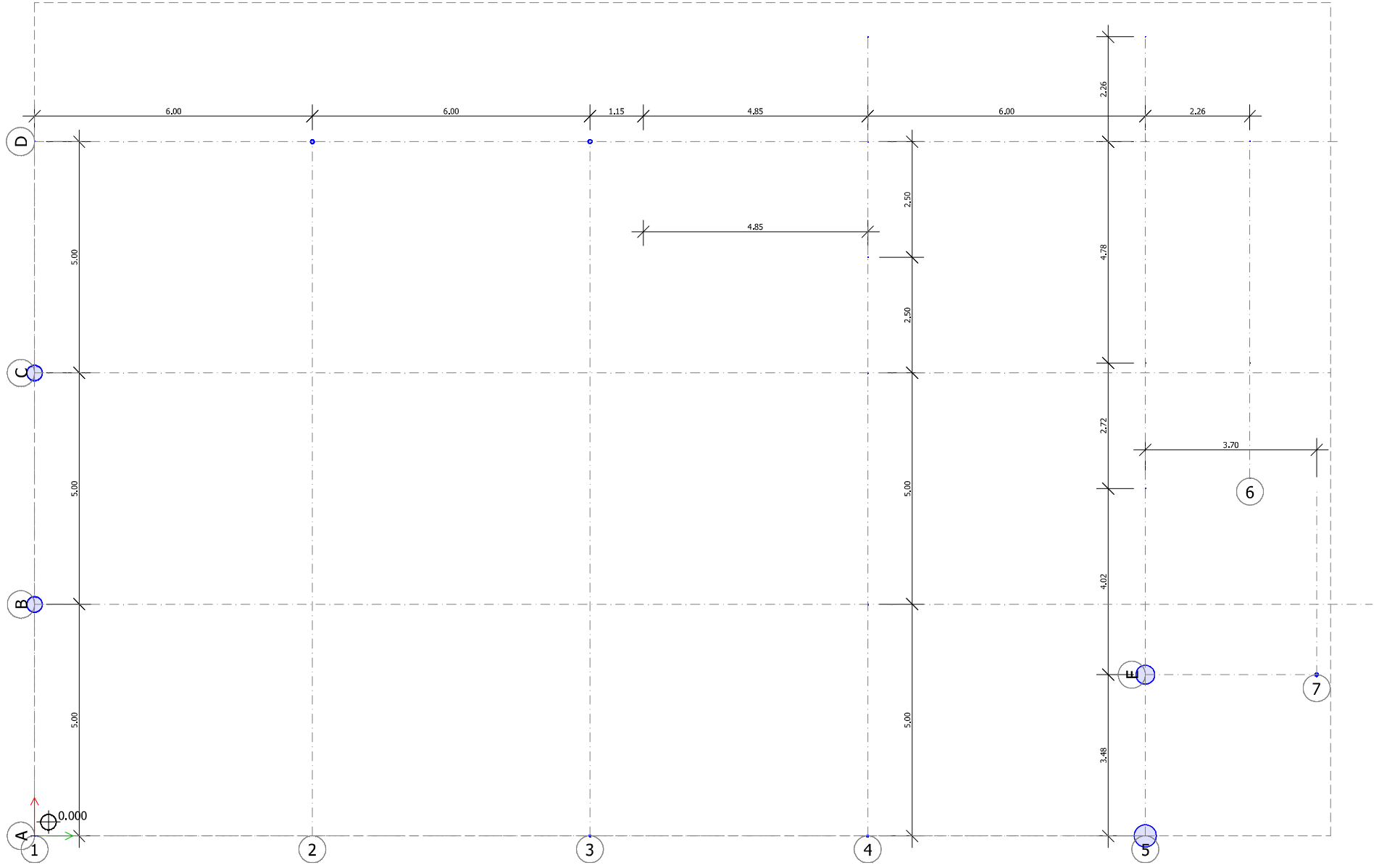
Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - S₀ - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m²]
View: Foundation (0.000)



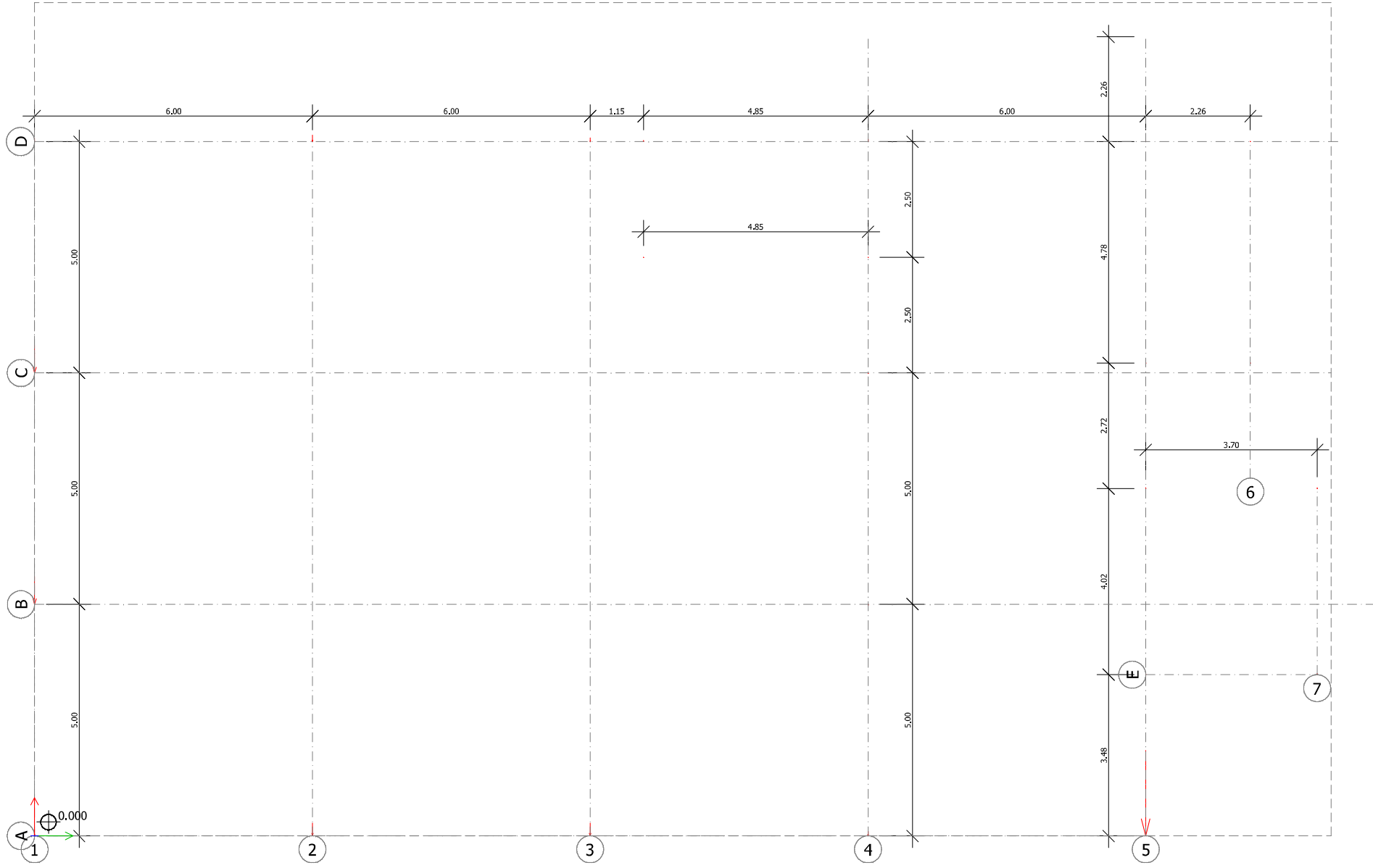
Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindZ- - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m²]
View: Foundation (0.000)

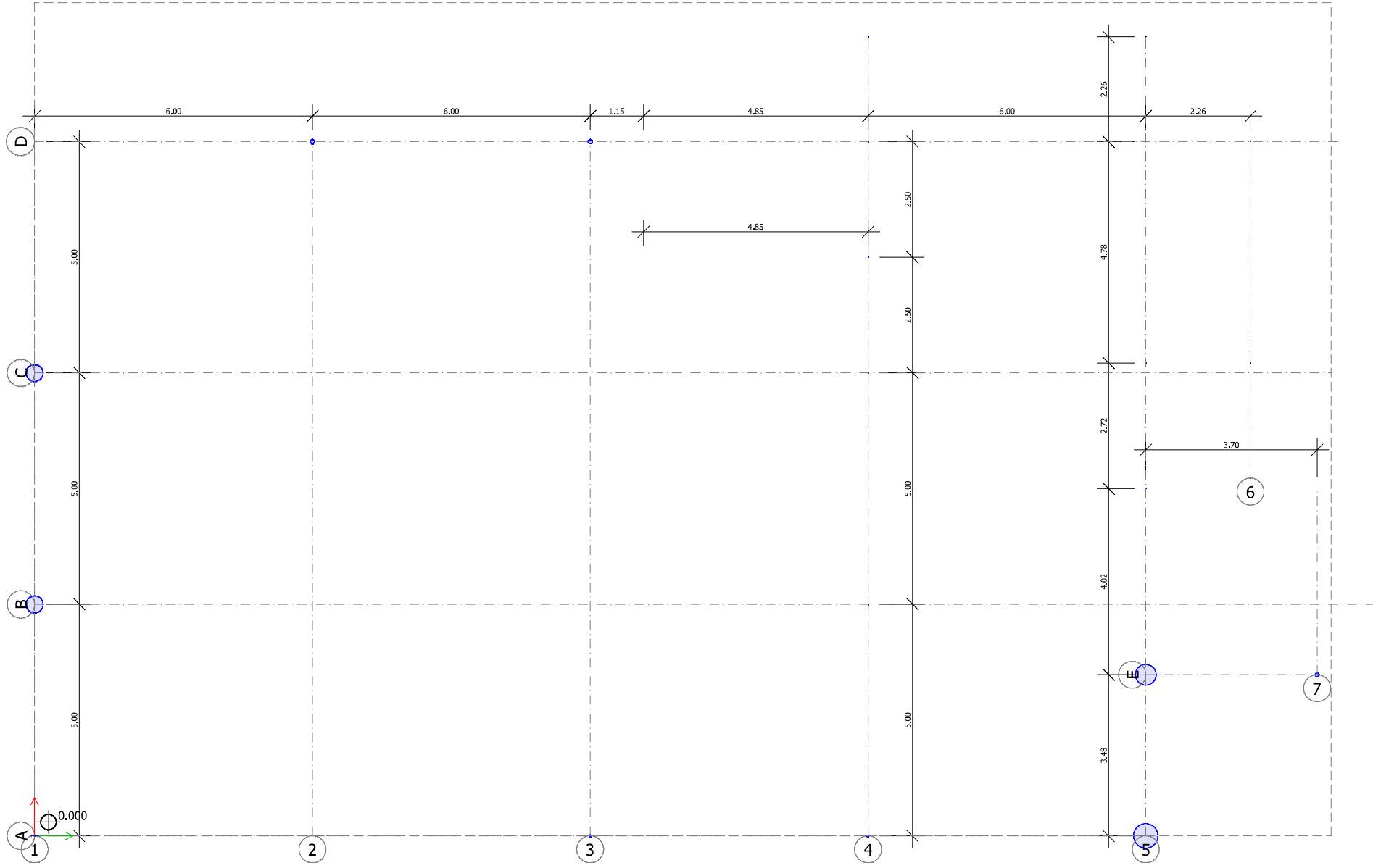


Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindY+ - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]
View: Foundation (0.000)

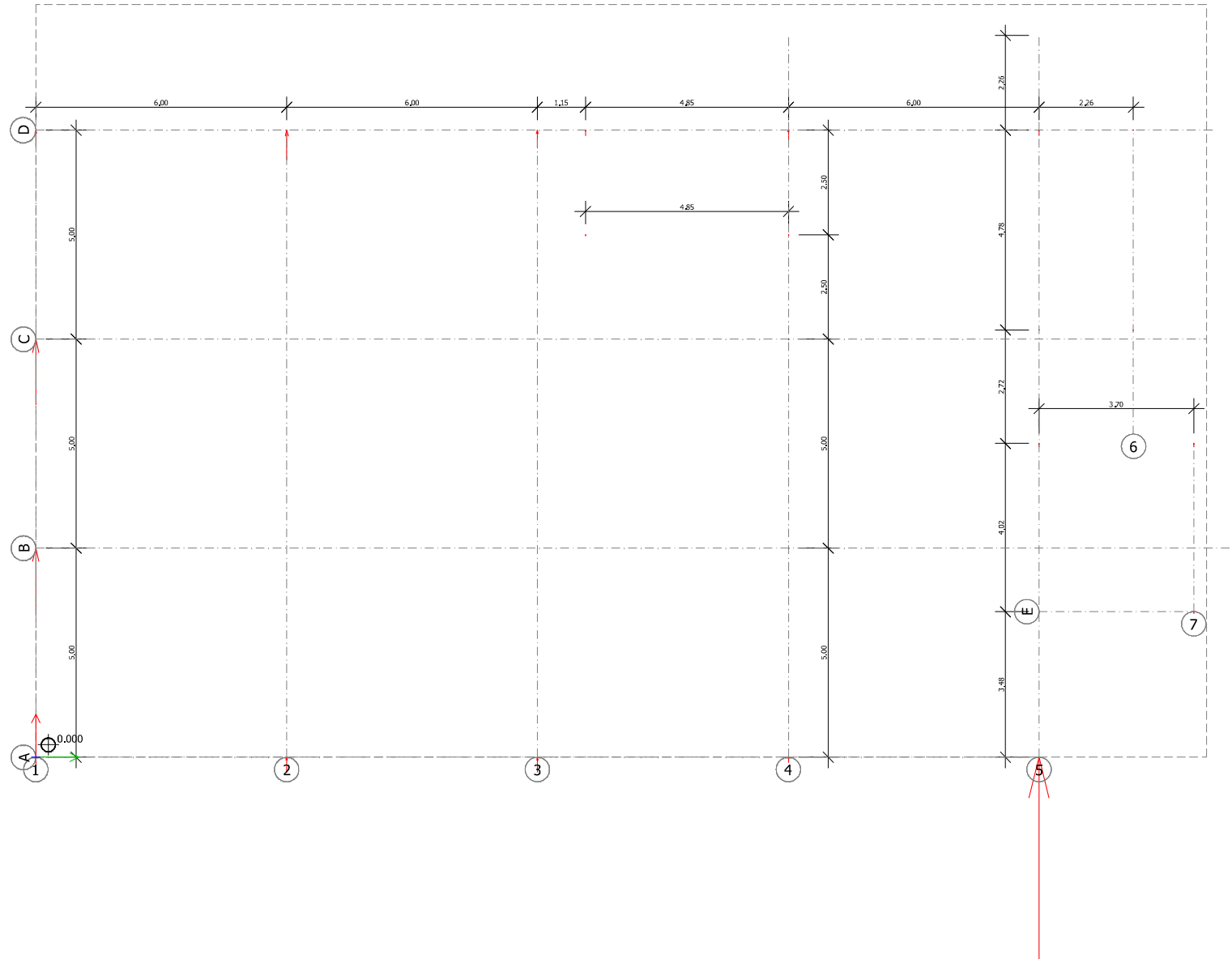


Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindY+ - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]
View: Foundation (0.000)

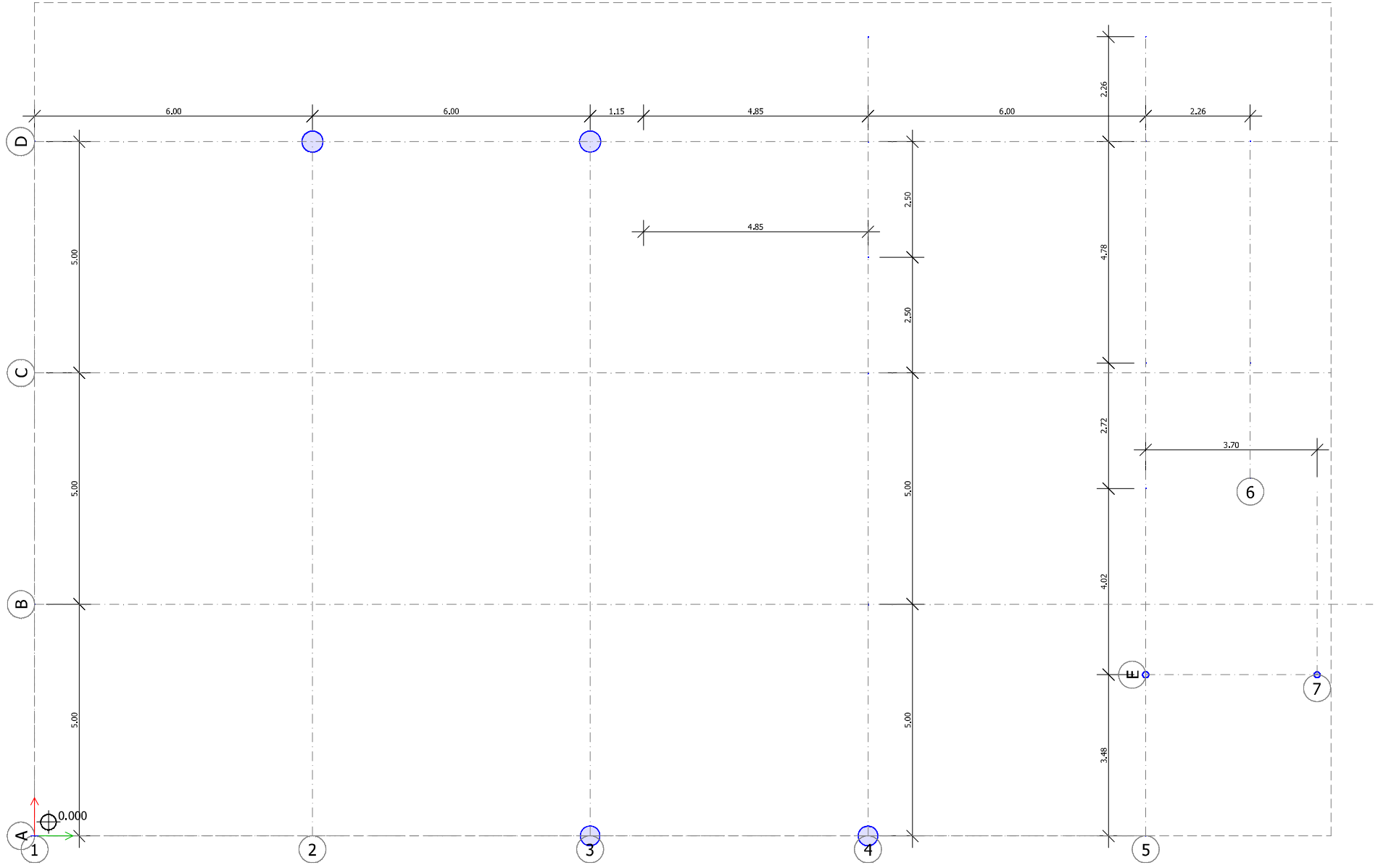




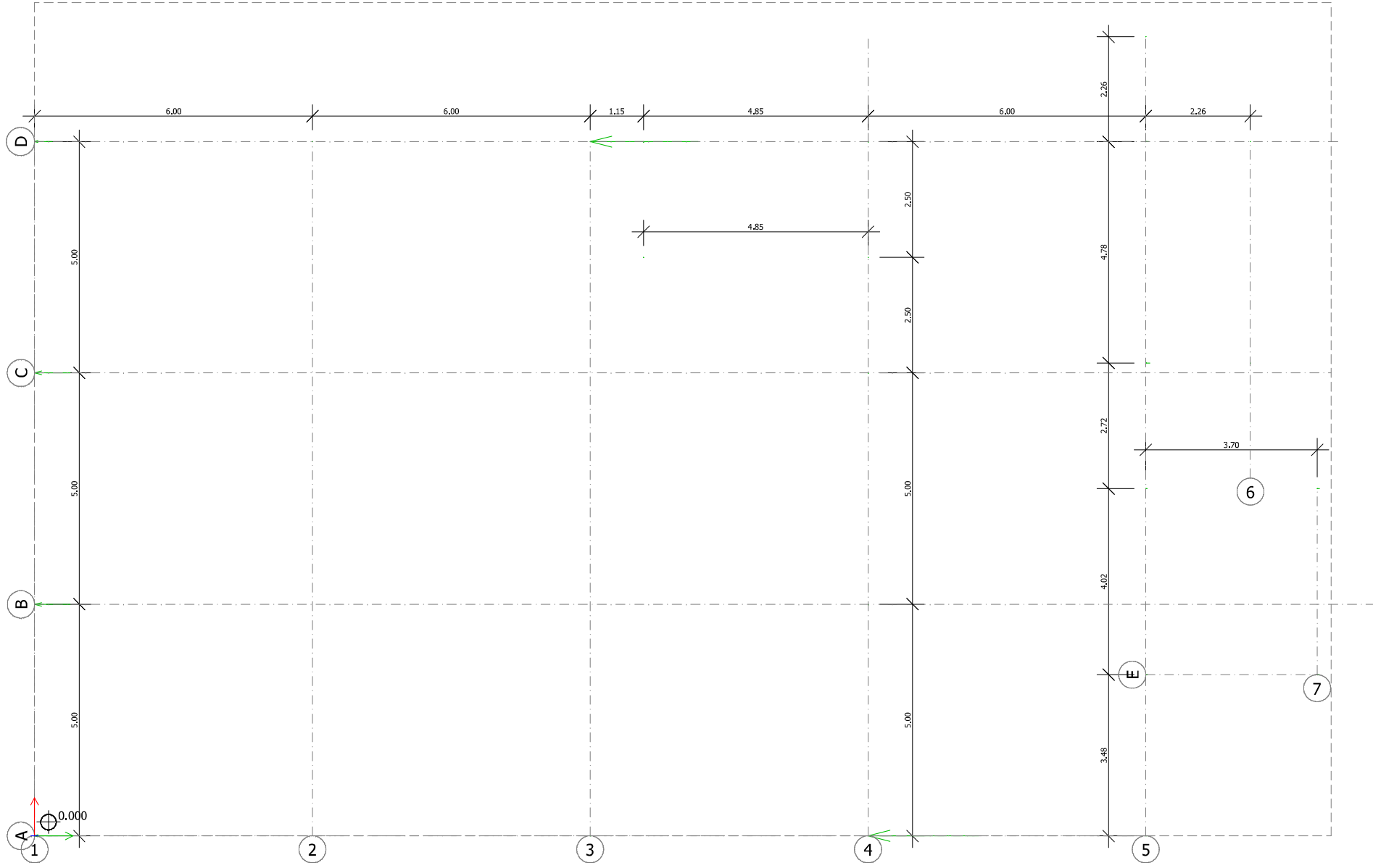
Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindY- - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]
View: Foundation (0.000)

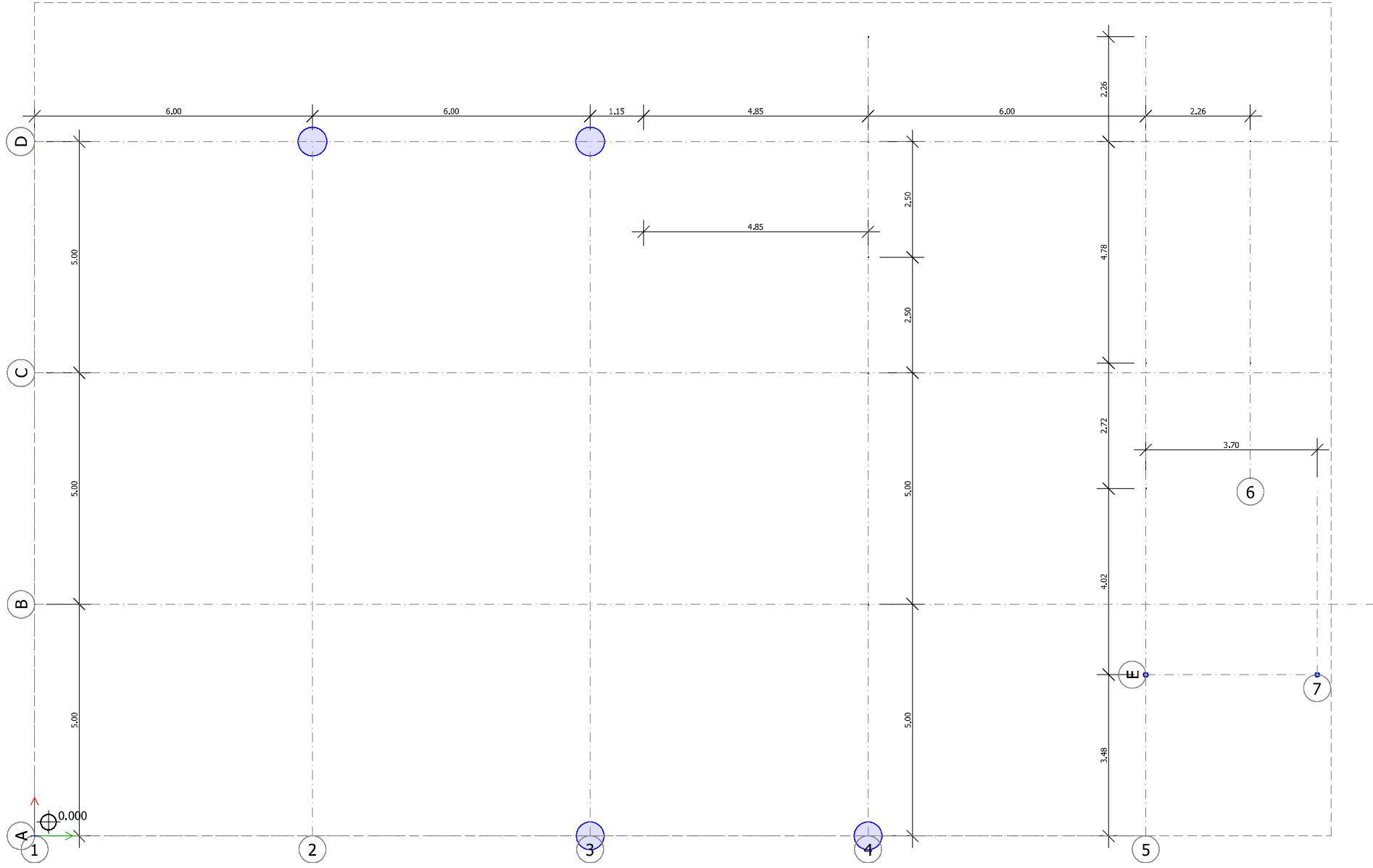


Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindX+ - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]
View: Foundation (0.000)

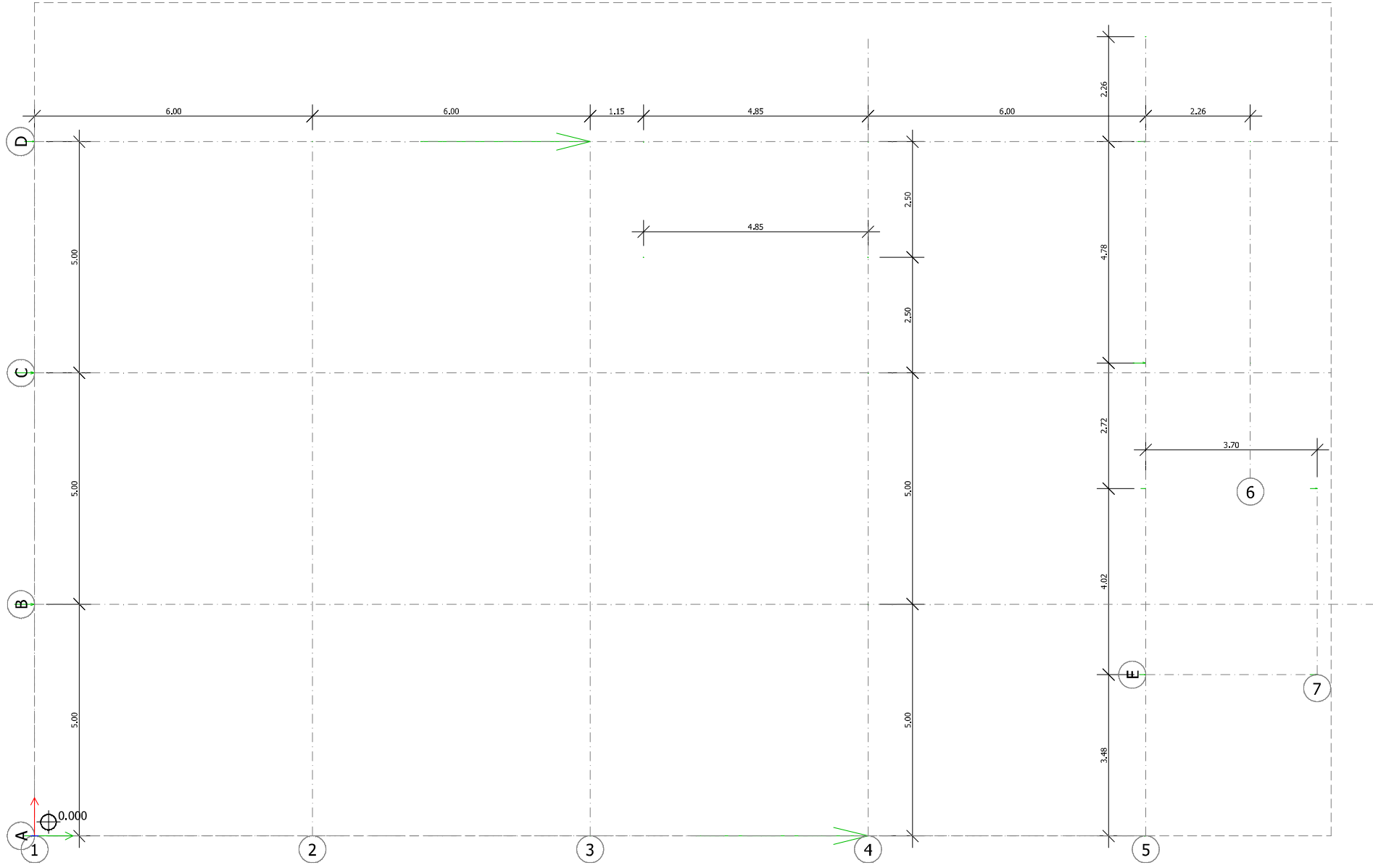


Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindX+ - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]
View: Foundation (0.000)

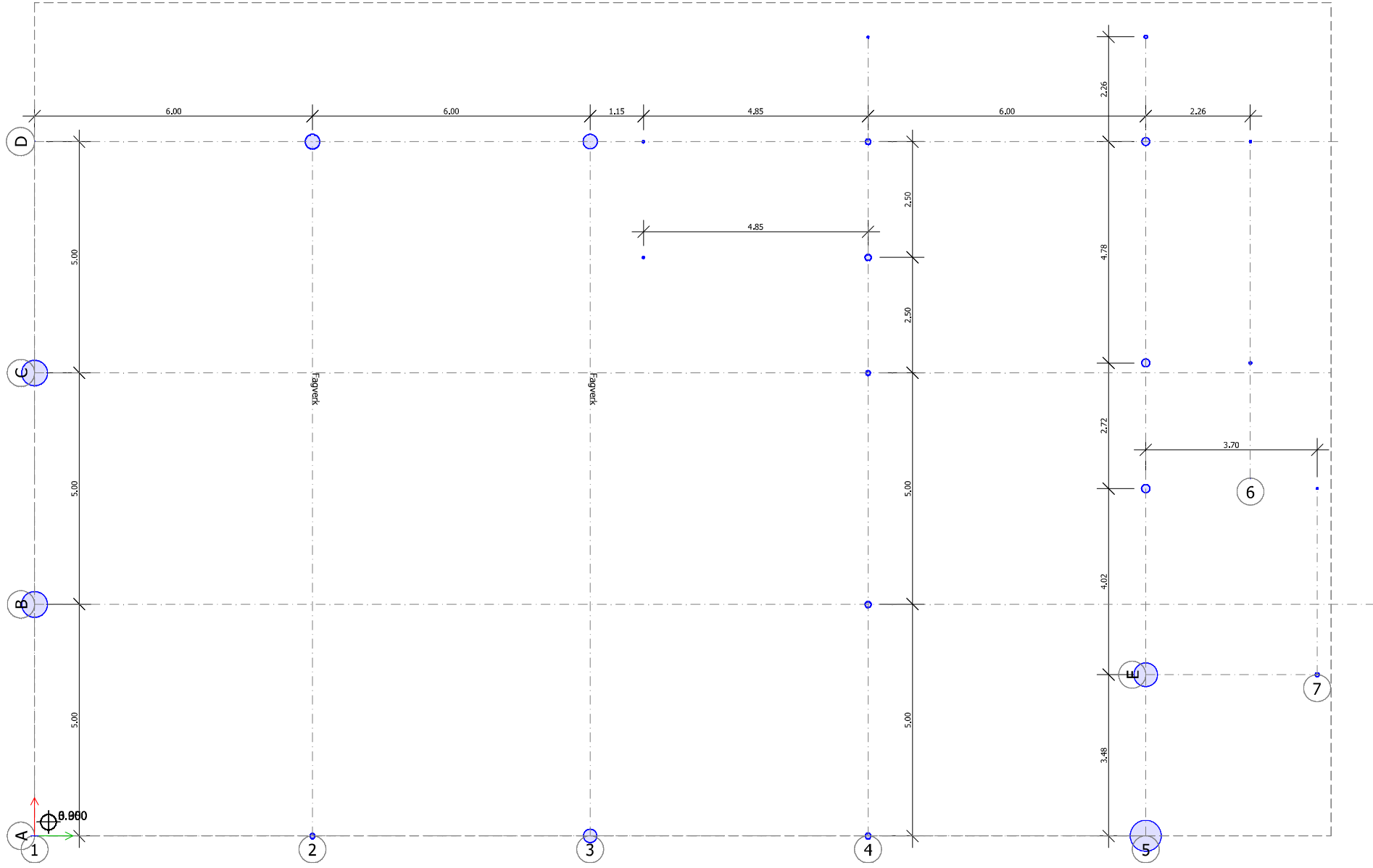




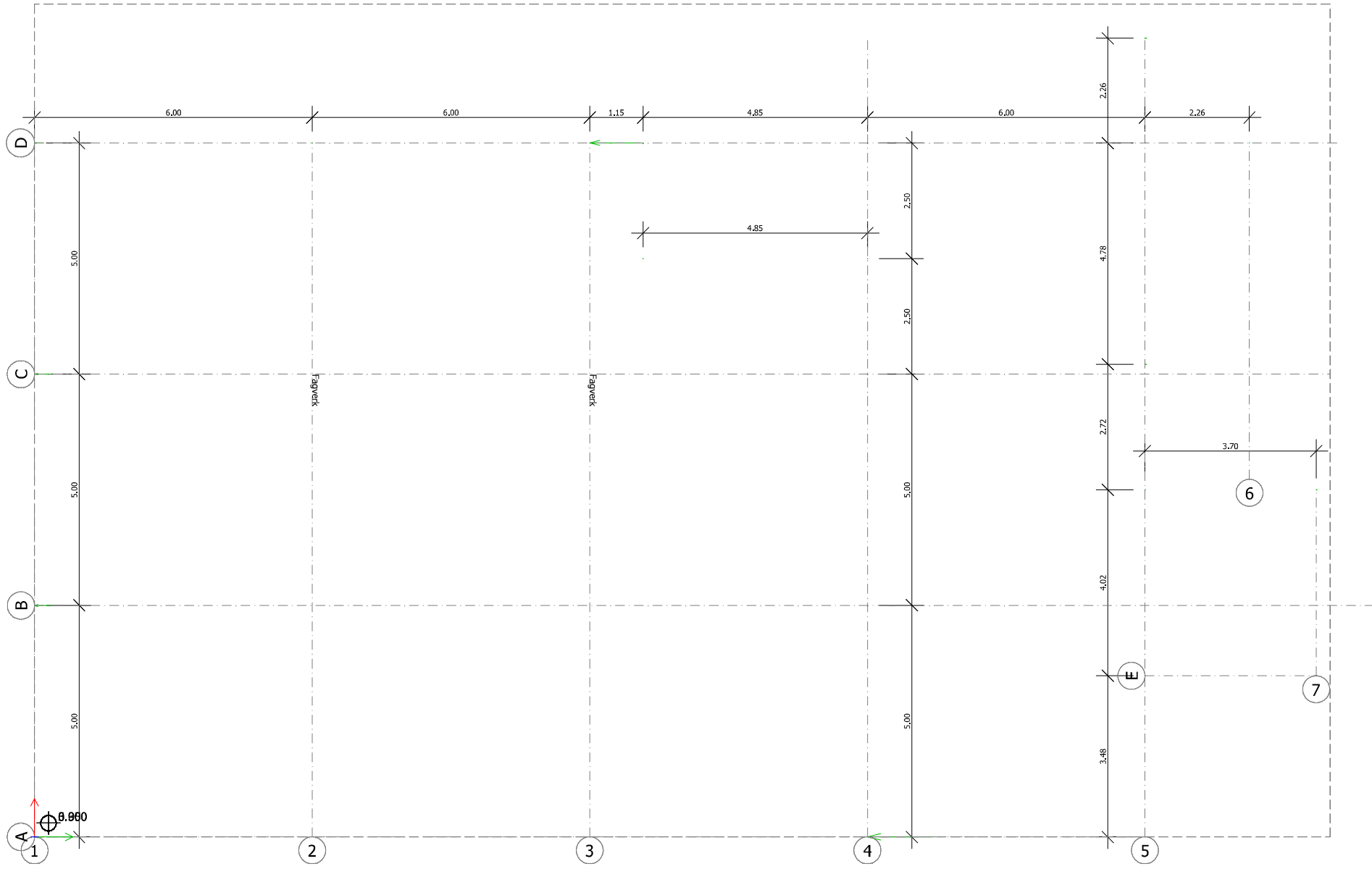
Eurocode (NA: Norwegian) code: Load cases - VindX- - (U) - Reactions - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]
View: Foundation (0.000)



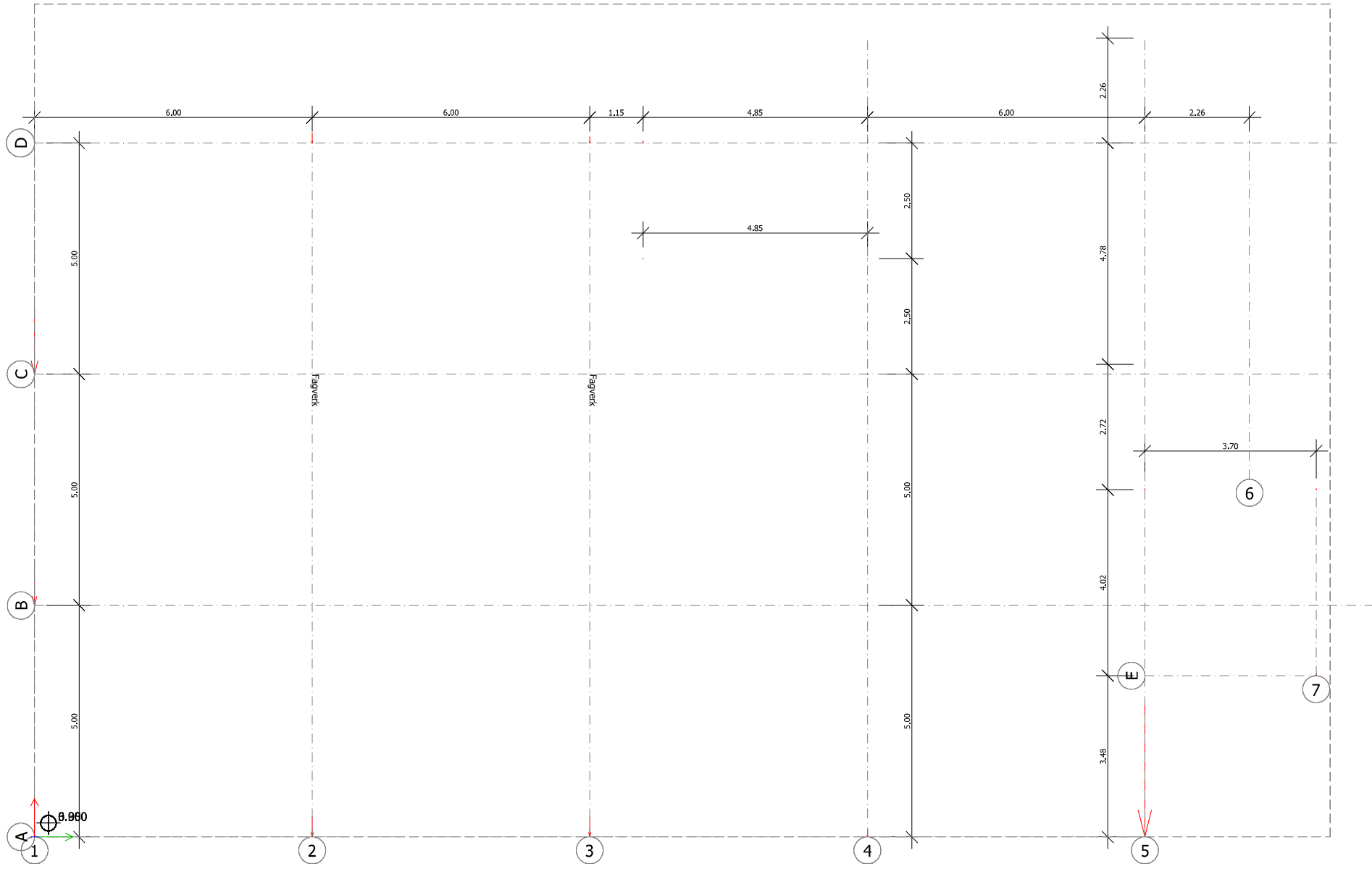
Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Ultimate - Reactions - Fz'+ - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]



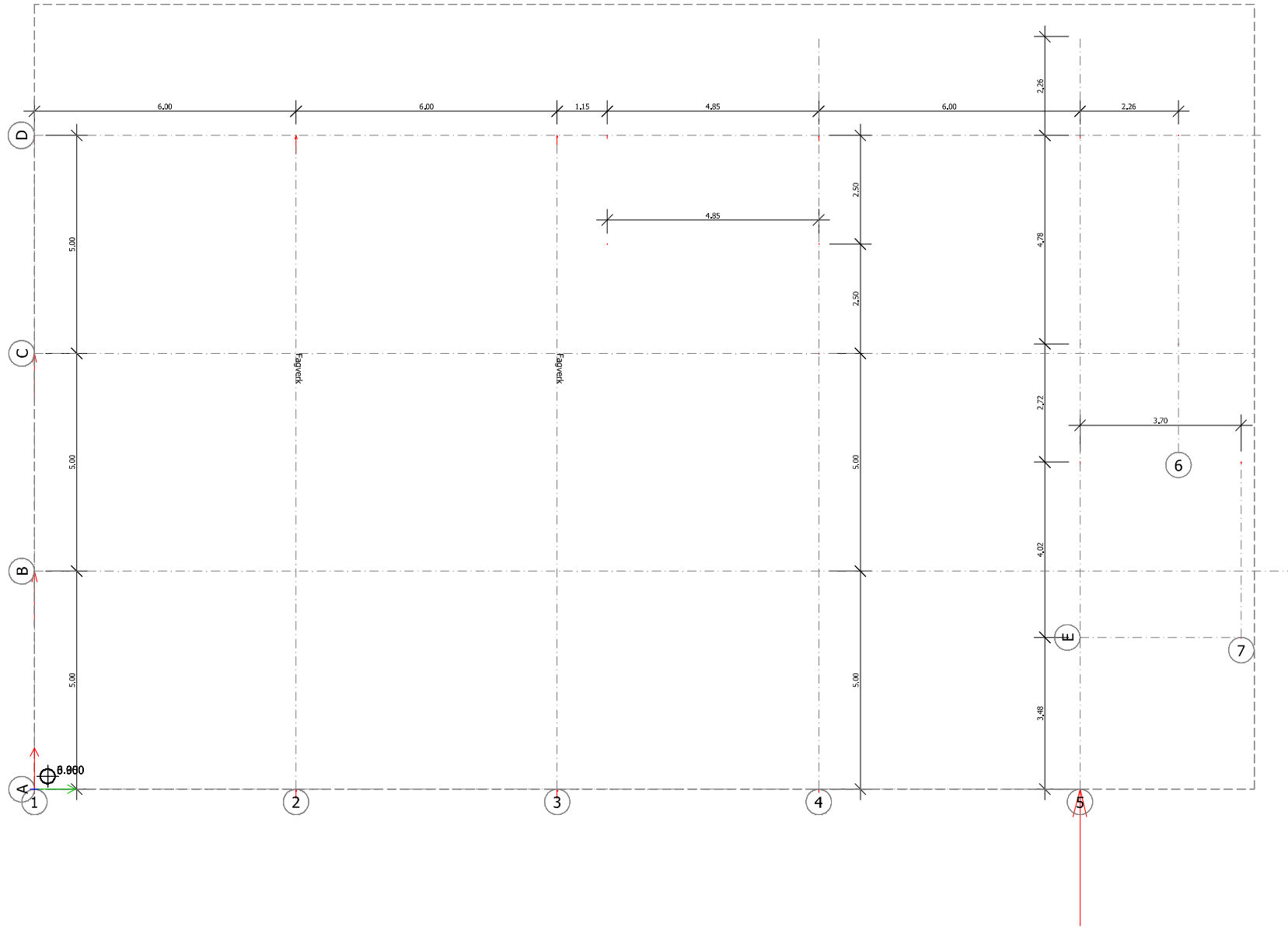
Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Ultimate - Reactions - Fx'+ - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]



Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Ultimate - Reactions - Fy'+ - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m²]

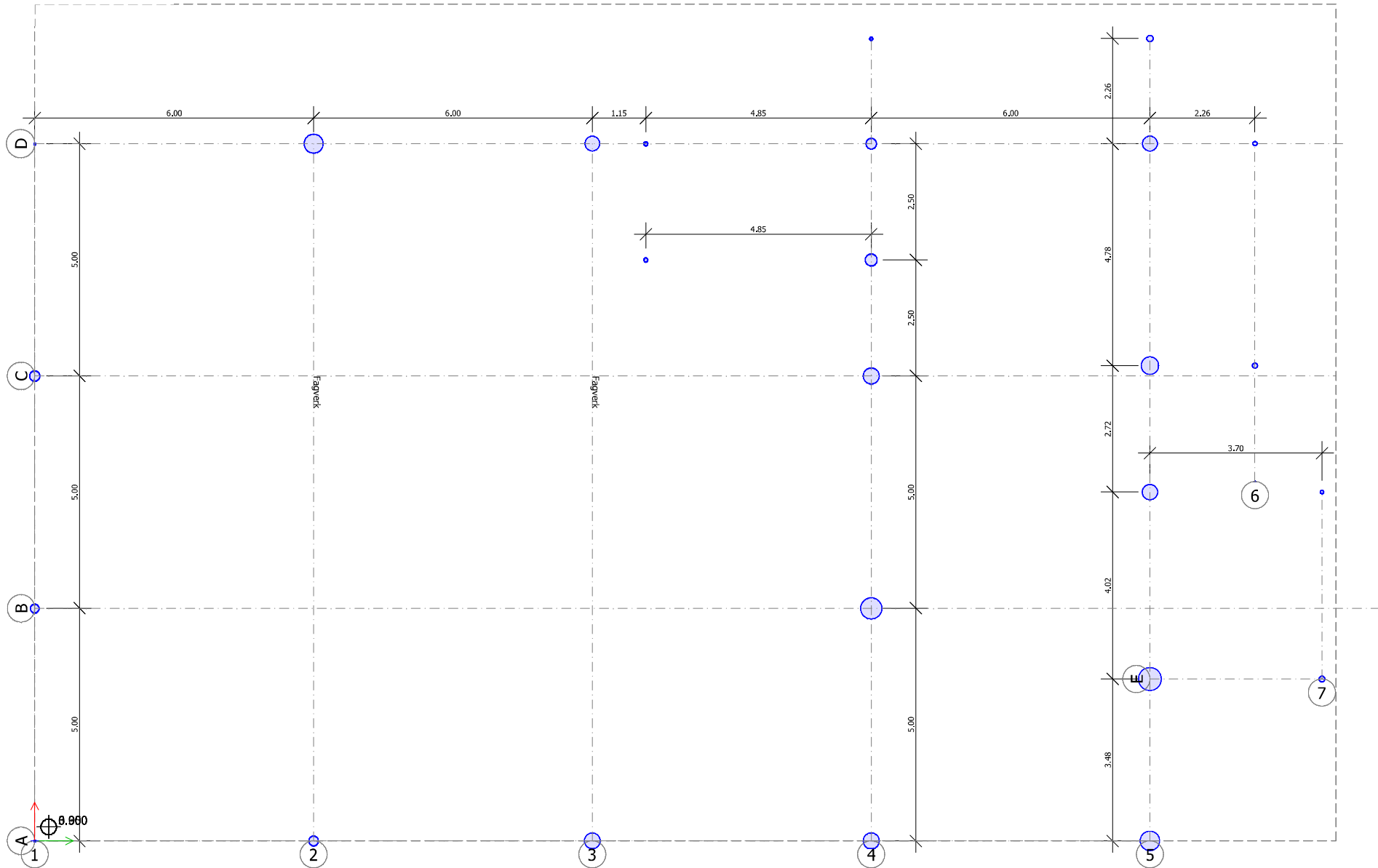


Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Ultimate - Reactions - Fy' - - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]

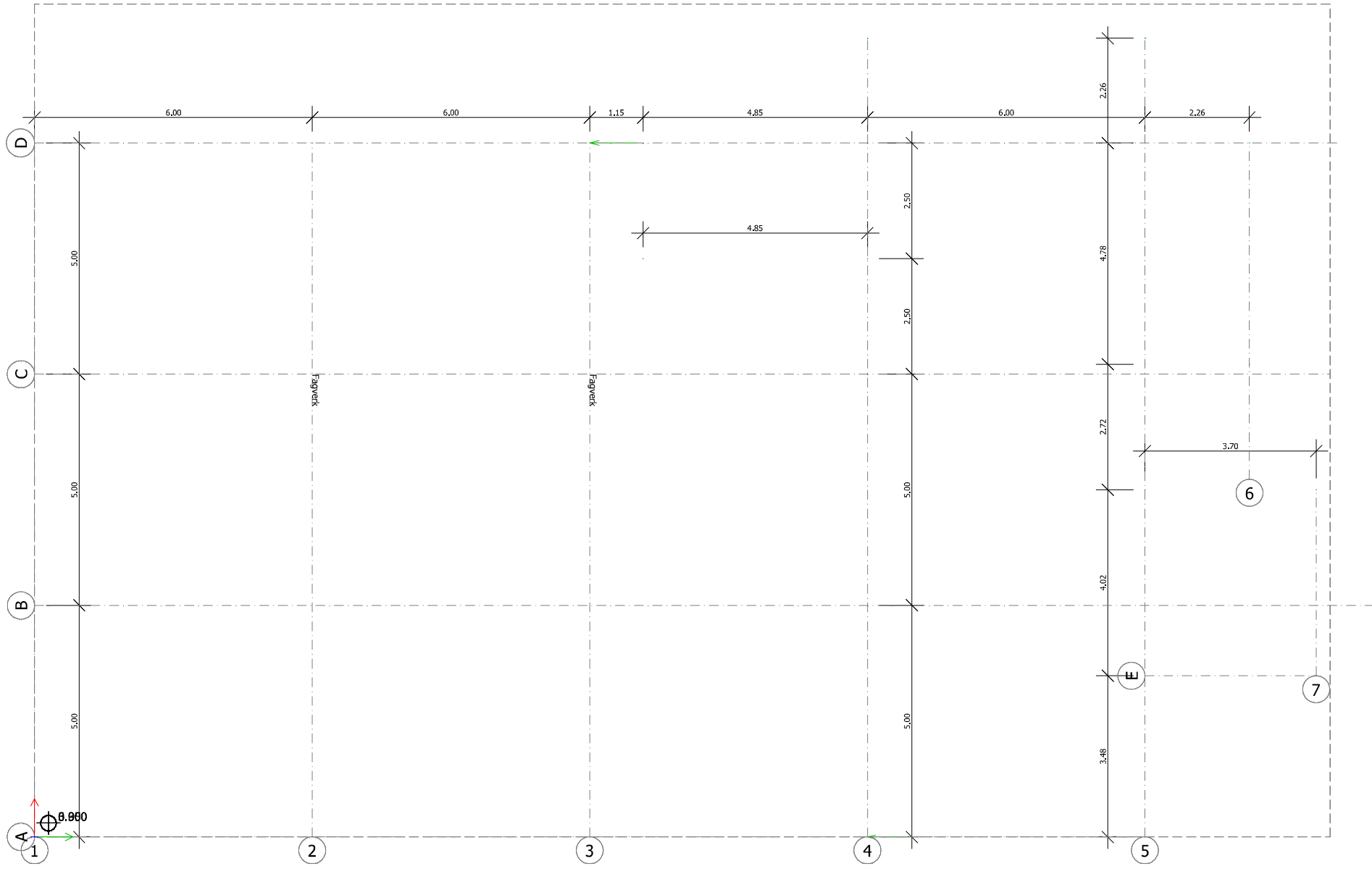


7 Reaksjoner Seismikk

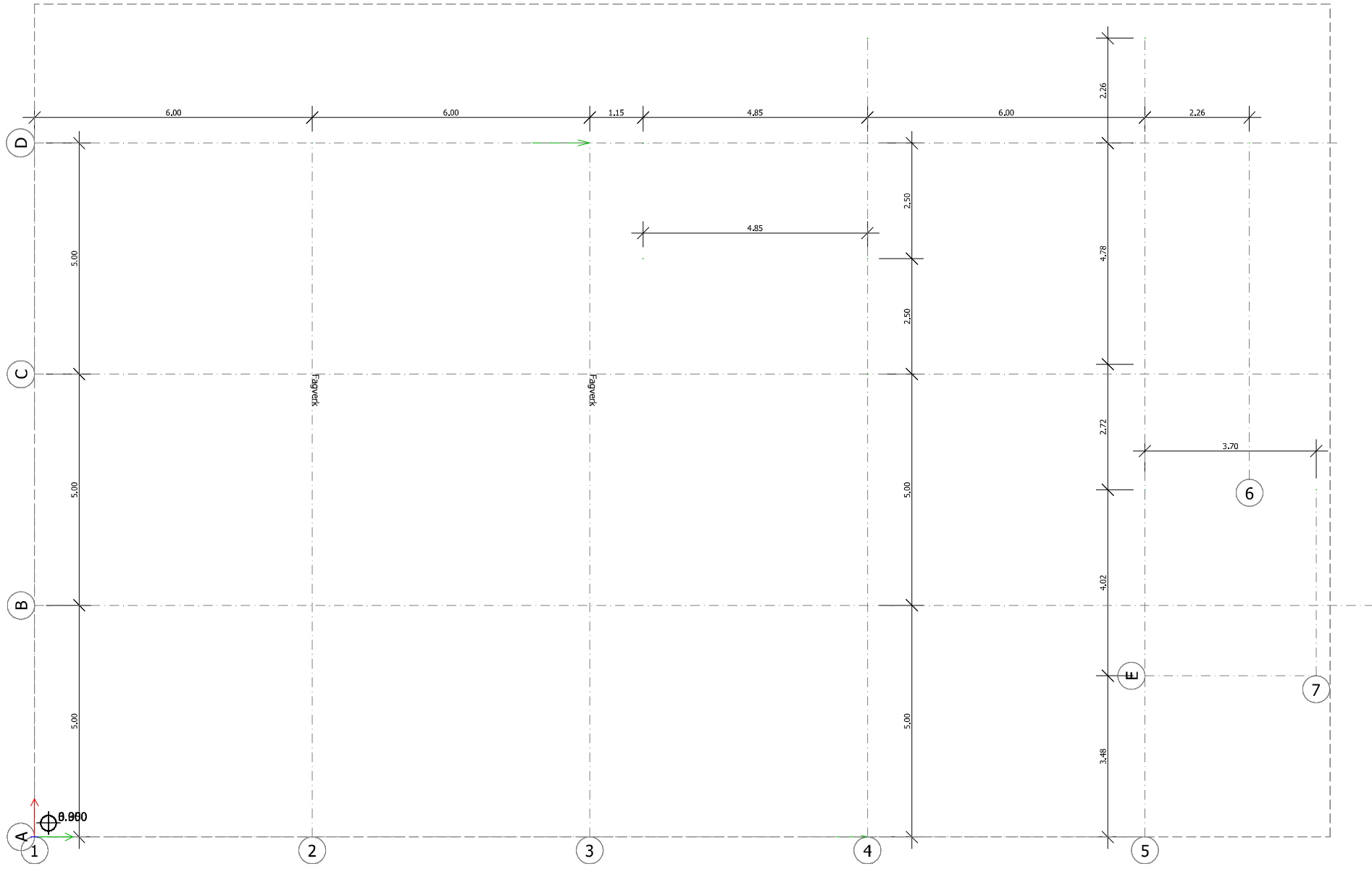
Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Seismic - Reactions - Fz' - - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]



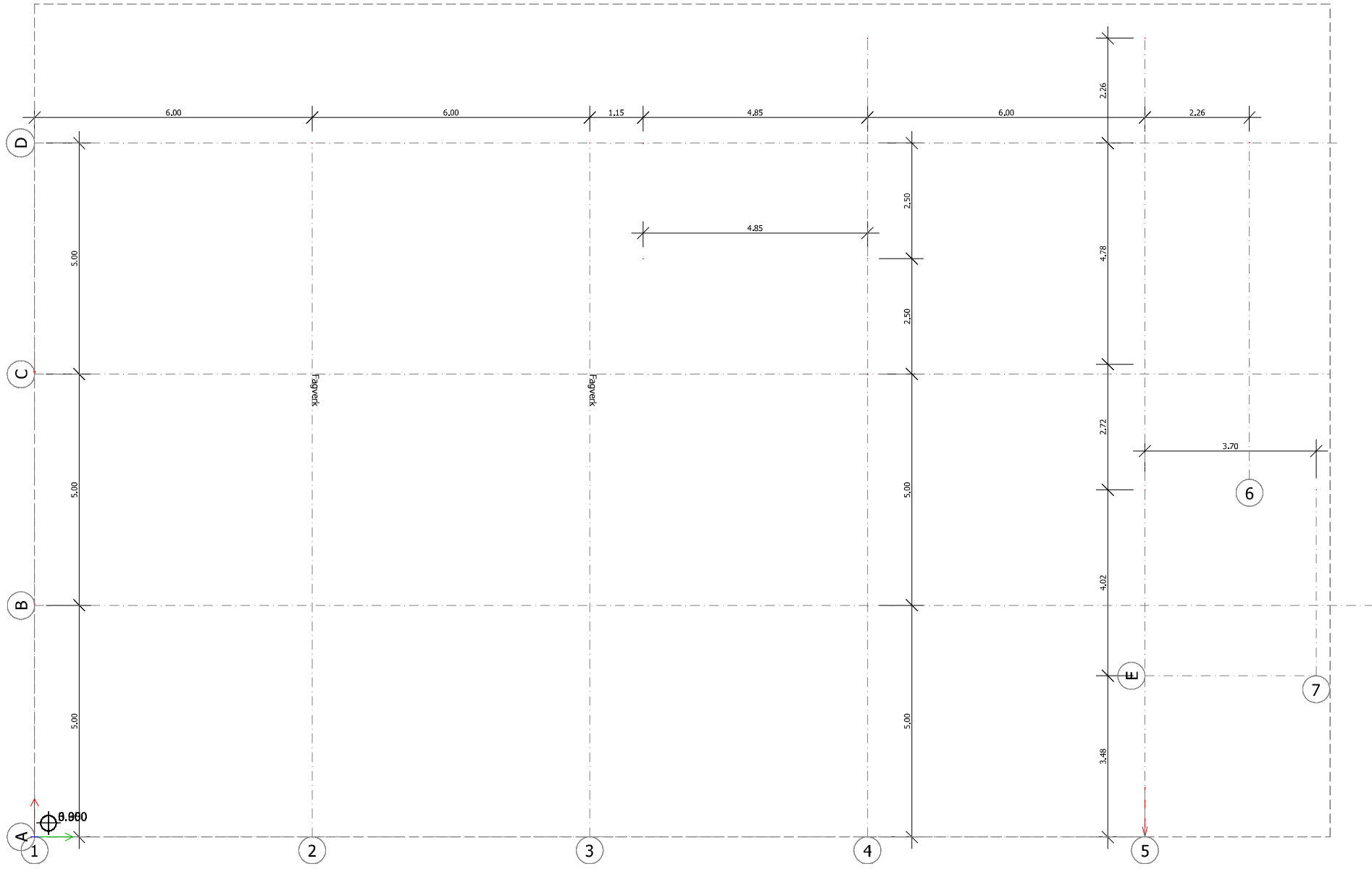
Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Seismic - Reactions - Fx'+ - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]



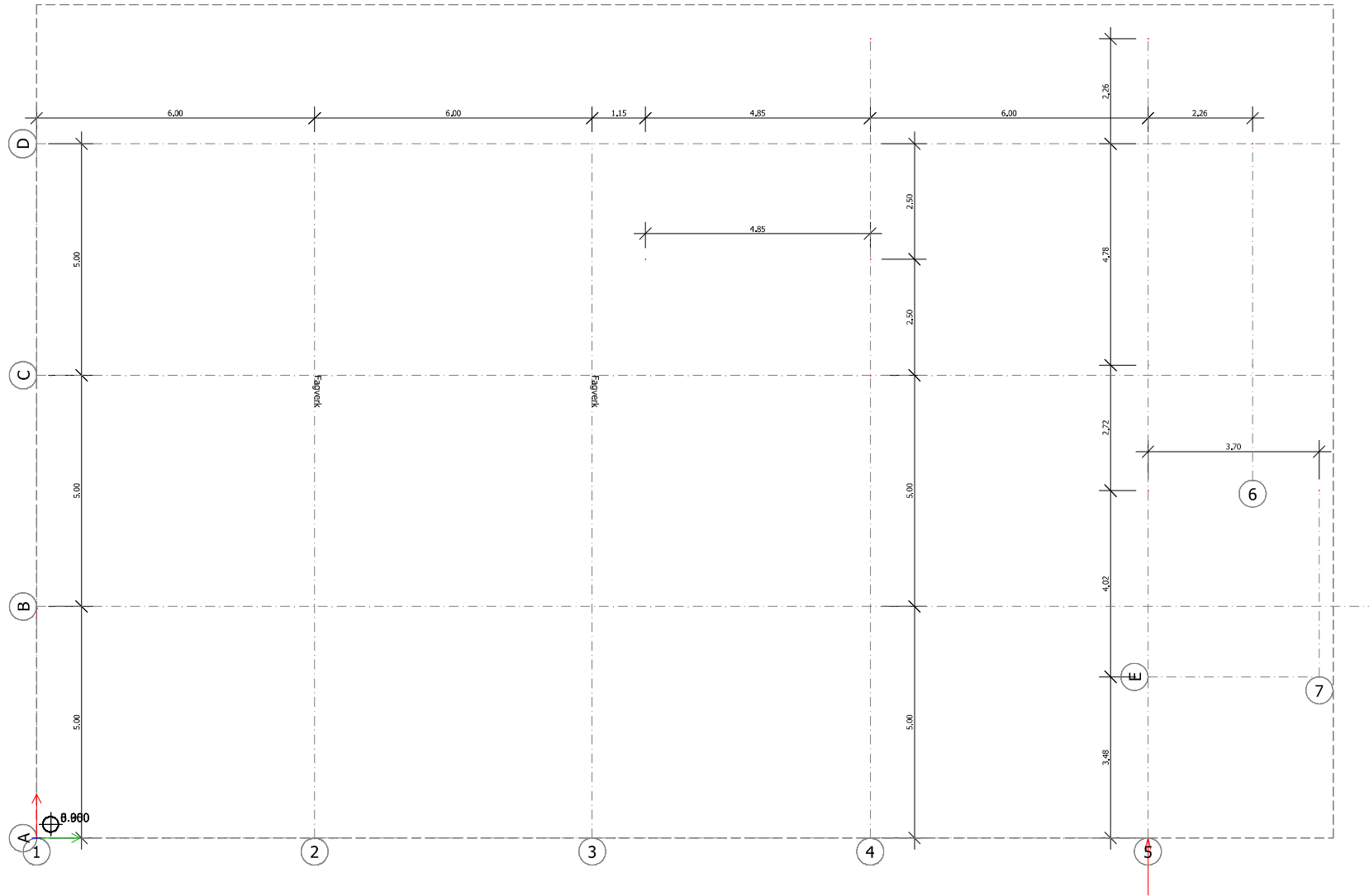
Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Seismic - Reactions - Fx' - - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]



Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Seismic - Reactions - Fy+ - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]

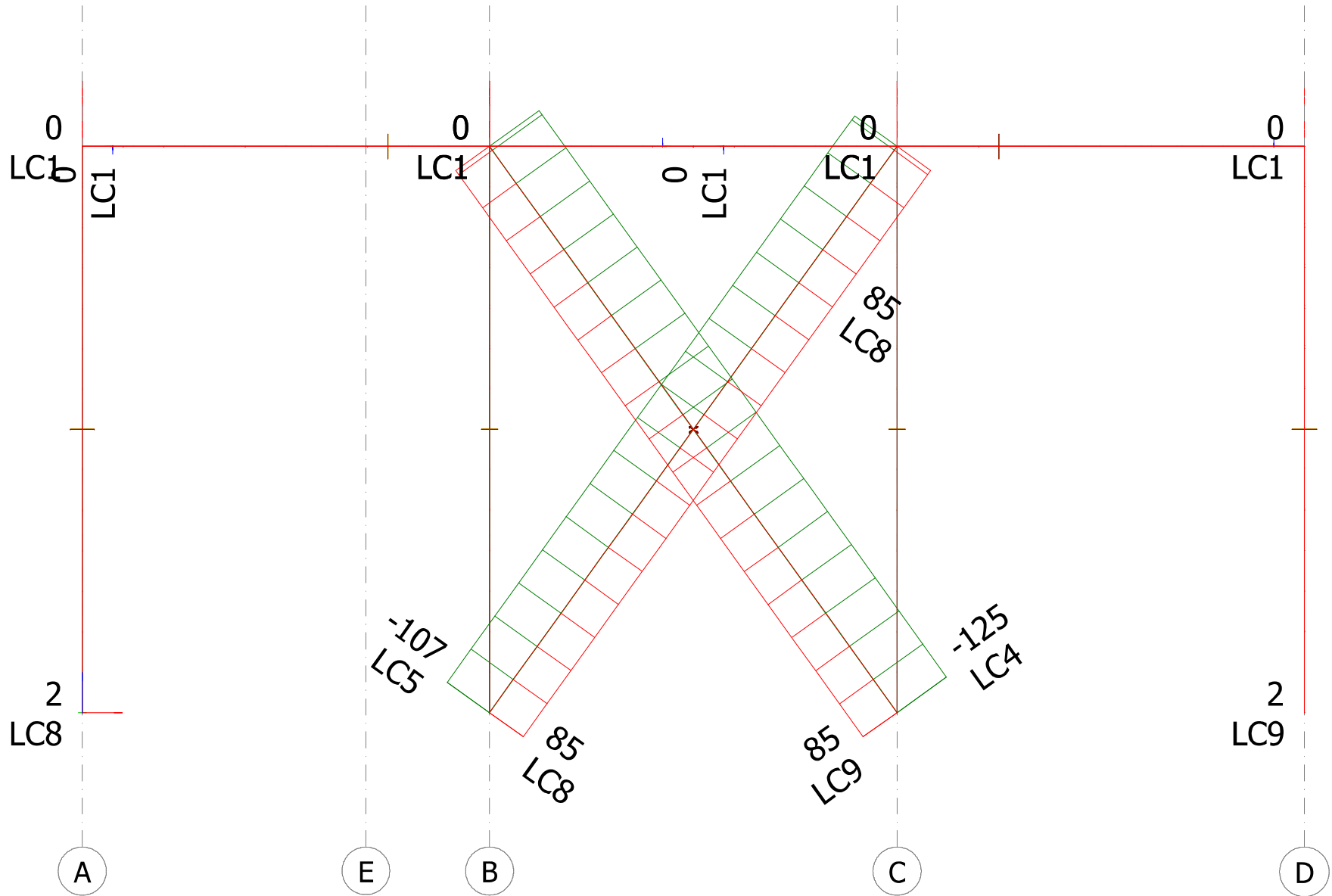


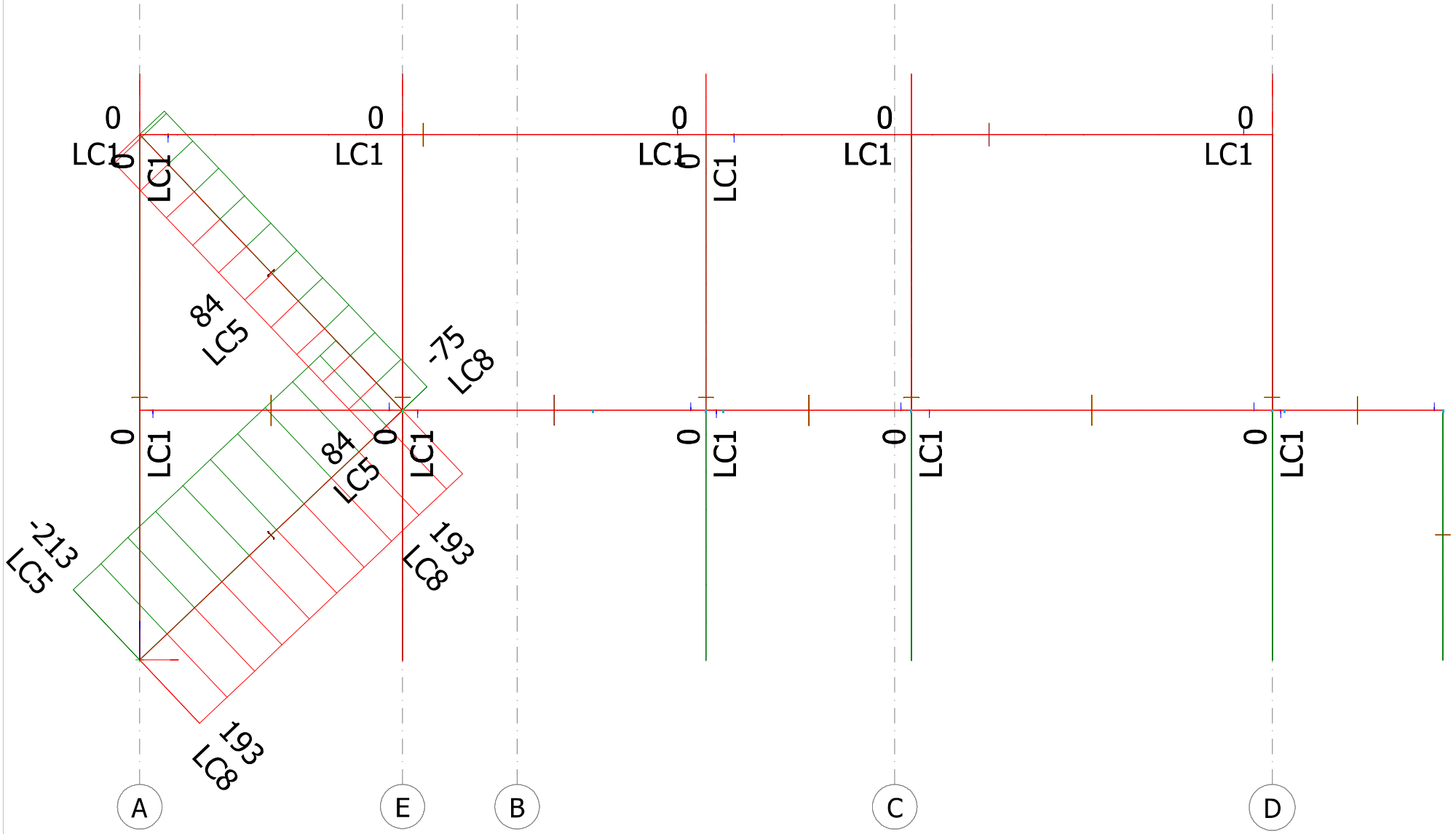
Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Seismic - Reactions - Fy' - [kN, kNm, kN/m, kNm/m, kN/m2]

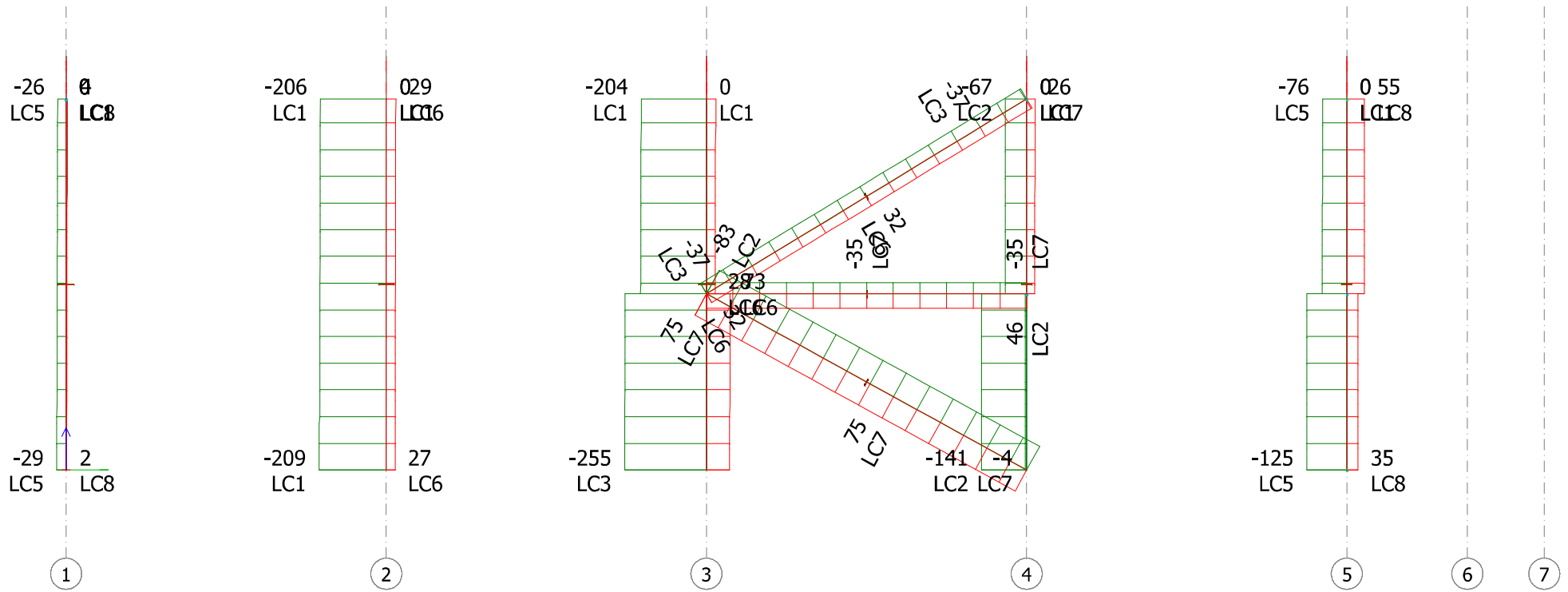


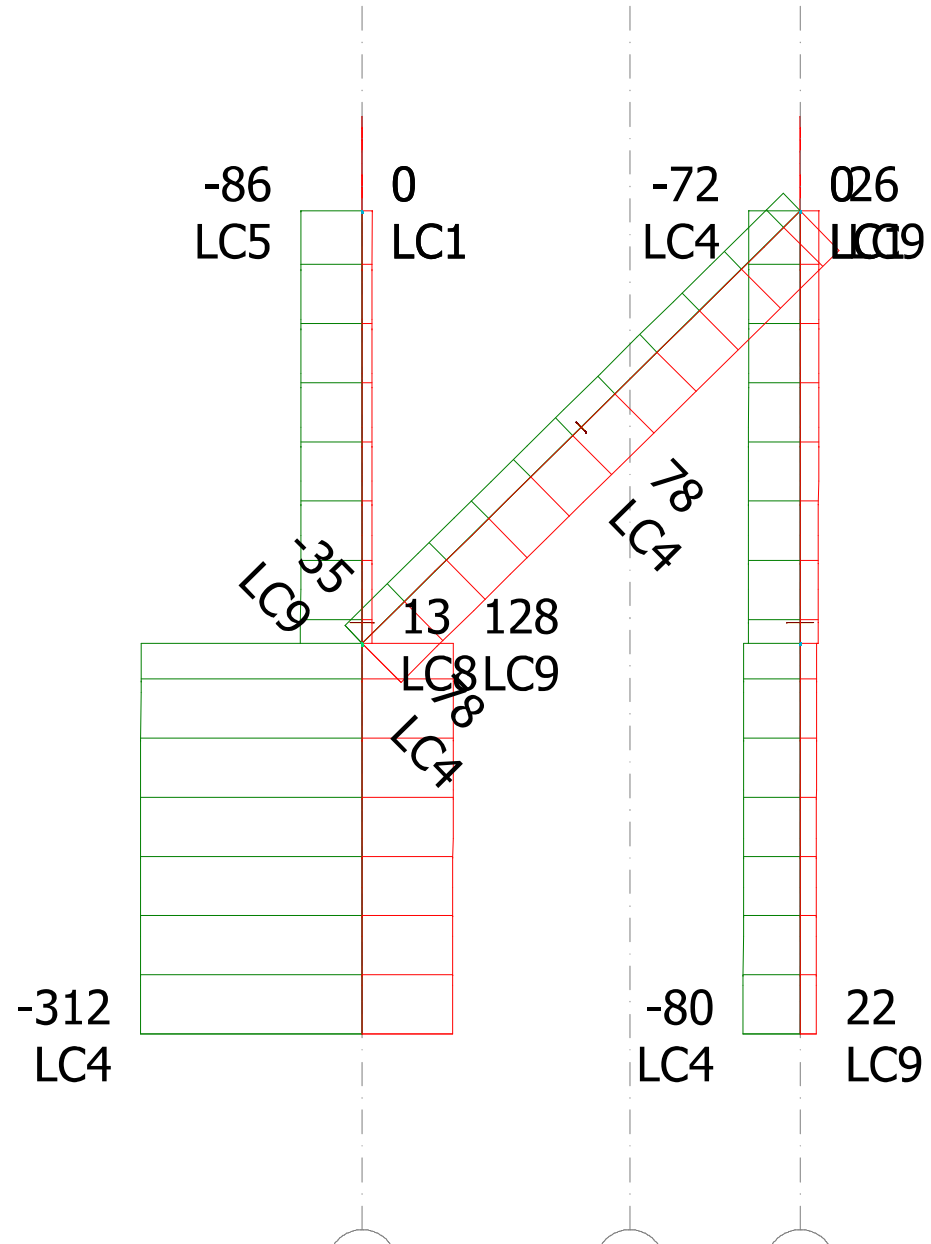
8 Krefter Brudd

Eurocode (NA: Norwegian) code: Max. of combinations, Ultimate - Bar internal forces - N (+/-) - Graph - [kN]
View: Axis 1









Vedlegg 10
Massivt tverrsnit Brudd

Beregning utført: 30.04.2021 10:19:06

Focus Konstruksjon 2021

INNHALDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNOTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	4
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	5
1.5. RANDBETINGELSER	5
1.5.1 Punktrandbetingelser	5
1.6. LASTTILFELLER	6
1.6.1 Lasttilfeller	6
1.7. LASTKOMBINASJON	6
1.8. ANALYSEINFORMASJON	7
2. BEREGNINGER	7
2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER	7
2.1.1. Forskyvninger	7
2.1.2. Residualkrefter	8
2.2. OPPLEGGSKREFTER	8
2.3. SEGMENTRESULTATER	8
2.3.1. Forskyvninger	8
2.3.2. Krefter	8
2.4. RESULTATER GRAFISK	9
2.4.1. Forskyvning	9
2.4.2. Moment - segmenter	9
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	10
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	10
3. KAPASITETSKONTROLL	10
3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD	10
3.2. KAPASITETSKART	11

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 3

Antall knutepunkt: 4

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 5

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 1

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 92,6 mm (Segmentnr. 7)

Største N: -174,52 kN (Segmentnr. 4)

Største V: -165,12 kN (Segmentnr. 7)

Største M: -651,79 kN·m (Segmentnr. 7)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (6) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Snølast} + 1,00 \cdot \text{Vindlast}$

for N: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$

for V: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$

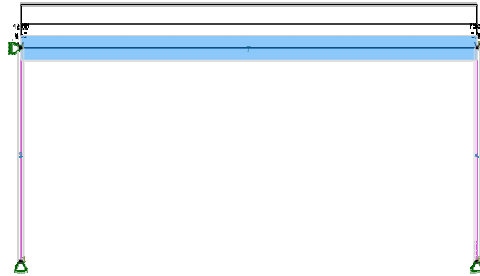
for M: (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snølast} + 1,50 \cdot \text{Vindlast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 86,75 %

Info: EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNOTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
3	15000	0
4	0	-7000
5	15000	-7000

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre
1	Limtre 300 x 800	A [mm ²] 240000 I _x [mm ⁴] 5,4990e+009 I _y [mm ⁴] 1,2800e+010 I _z [mm ⁴] 1,8000e+009 Total vekt [kN] 15,18
2	Limtre 200x200	A [mm ²] 40000 I _x [mm ⁴] 1,9733e+008 I _y [mm ⁴] 1,3333e+008 I _z [mm ⁴] 1,3333e+008 Total vekt [kN] 2,36

1.3. MATERIALDATA

1 **GL30c, Limtre** Material: Limtre
 Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C⁻¹
 Fasthetsklasse: GL30c Lamelltykkelse: 45,0 mm
 Tyngdetetthet: 4,22 kN/m³
 Sprekkfaktor k_{cr}: 0,80 Total vekt: 17,55 kN

Karakteristiske fasthetsparametre:

f_{mk} = 30,00 N/mm² f_{vk} = 3,50 N/mm²
 f_{t0k} = 19,50 N/mm² f_{c0k} = 24,50 N/mm²
 f_{t90k} = 0,50 N/mm² f_{c90k} = 2,50 N/mm²

1.4. SEGMENTDATA

Seg. Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend. stiv?
3	1	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
4	3	5	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
7	1	3	Limtre 300 x 800	Limtre 300 x 800	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima-klasse	k _{sys}	L _{ky} [mm]	L _{kz} [mm]	L _{ef} [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]
3	1,15	2	1,00	7000	7000	7000	Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002 Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002
4	1,15	2	1,00	7000	7000	7000	Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002
7	1,15	2	1,00	15000	1500	15000	Vindlast: E = 1,3000e+004 G = 6,5000e+002 Permanent: E = 7,2222e+003 G = 3,6111e+002 Snølast nordisk: E = 1,1207e+004 G = 5,6034e+002

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr.		RotY	X-vektor	Z-vektor
			X	Z			
3 (Seg)	0	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
4 (Seg)	15000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
3 (Seg)	0	0	F			[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. LASTTILFELLER

1.6.1 Lasttilfeller

4 Egenlast

Lasttype:	Permanent last		
Lastvarighet:	Permanent		
1 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m	Z1 = 0 mm	
	X1 = 0 mm		
	P2 = 3,30 kN/m	Z2 = 0 mm	
	X2 = 15000 mm		
	Retning = [0; -1]		
	Virker på segment: 7		
	Inkluder masse: Nei		

5 Snølast

Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige		
Lastvarighet:	Halvårslast		
1 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m	Z1 = 0 mm	
	X1 = 0 mm		
	P2 = 12,00 kN/m	Z2 = 0 mm	
	X2 = 15000 mm		
	Retning = [0; -1]		
	Virker på segment: 7		
	Inkluder masse: Nei		

1.7. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for lastkombinasjon

- (6) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,00 \cdot \text{Snølast} +$
 $1,00 \cdot \text{Vindlast}$

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: $1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$
 $1,00 \cdot \text{Snølast (Dominerende)}$
 $1,00 \cdot \text{Vindlast}$

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (1) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: $1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast}$

- (2) Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle +$
 $1,20 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Snølast} +$
 $1,50 \cdot \text{Vindlast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: 1,20 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,20 * Egenlast
 1,50 * Snølast (Dominerende)
 1,50 * Vindlast

- (3) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,50 \cdot \text{Snølast} +$
 $1,50 \cdot \text{Vindlast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 1,50 * Snølast
 1,50 * Vindlast (Dominerende)

- (4) Brudd: $1,00 \cdot \langle kt \rangle +$
 $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$
 $0,91 \cdot \text{Snølast} +$
 $0,91 \cdot \text{Vindlast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 0,91 * Snølast
 0,91 * Vindlast (Dominerende)

- (5) Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle +$
 $1,35 \cdot \text{Egenlast} +$
 $1,05 \cdot \text{Snølast} +$
 $1,05 \cdot \text{Vindlast}$

Grensetilstand: Brudd

Lasttilfeller: 1,35 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,35 * Egenlast
 1,05 * Snølast (Dominerende)
 1,05 * Vindlast

1.8. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	0,0	-2,2	1,0
3	0,0	-2,2	-1,0
4	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	0,00(1)	0,00(3)	0,00(1) max
	0,00(1)	0,00(1)	0,00(3) min
3	0,00(1)	0,00(2)	0,00(3) max
	0,00(1)	0,00(1)	0,00(1) min
4	0,00(1)	175,23(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	33,52(1)	0,00(1) min
5	0,00(1)	175,23(2)	0,00(1) max
	0,00(1)	33,52(1)	0,00(1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLÈGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
3 (Seg)	0	-7000	0,00(5)	175,23(2)	0,00(5) max
			0,00(1)	33,52(1)	0,00(1) min
4 (Seg)	15000	-7000	0,00(5)	175,23(2)	0,00(5) max
			0,00(1)	33,52(1)	0,00(1) min
3 (Seg)	0	0	0,00(5)	0,00(3)	0,00(1) max
			0,00(1)	0,00(1)	0,00(3) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
3	0	0,0	-2,2	1,0
	7000	0,0	0,0	0,0
4	0	0,0	-2,2	-1,0
	7000	0,0	0,0	0,0
7	0	0,0	-2,2	1,0
	7500	0,0	-92,6	0,0
	15000	0,0	-2,2	-1,0

2.3.2. Krefter

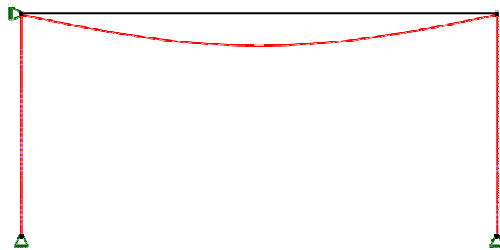
Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
3	0	-32,93(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-174,52(2)	0,00(1)	0,00(1) min

	7000	-32,93(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	7000	-174,52(2)	0,00(1)	0,00(1) min
4	0	-32,93(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	0	-174,52(2)	0,00(1)	0,00(1) min
	7000	-32,93(1)	0,00(1)	0,00(1) max
	7000	-174,52(2)	0,00(1)	0,00(1) min
7	0	0,00(1)	165,12(2)	0,00(1) max
	0	0,00(1)	30,73(1)	-0,02(2) min
	7500	0,00(1)	0,00(2)	-121,28(1) max
	7500	0,00(1)	0,00(1)	-651,79(2) min
	15000	0,00(1)	-30,73(1)	0,00(1) max
	15000	0,00(1)	-165,12(2)	-0,02(2) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

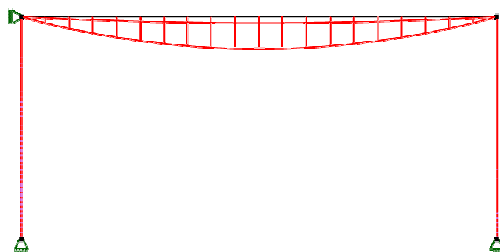
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



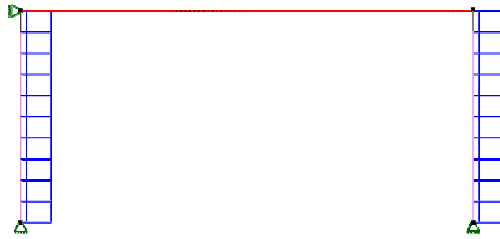
Største forskyvning: 92,6 mm

2.4.2. Moment - segmenter



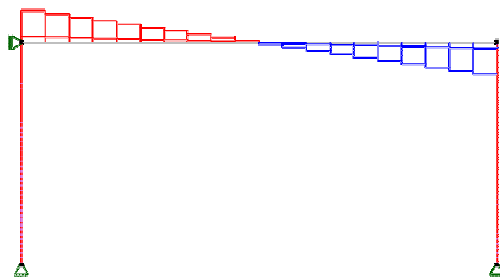
Største moment: -651,79 kN·m

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: -174,52 kN

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: -165,12 kN

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
3	7000	0,82(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
4	7000	0,82(2)	0,00(1)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
7	0	0,00(3)	0,47(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	1500	0,31(2)	0,42(2)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
	3000	0,56(2)	0,32(2)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4500	0,73(2)	0,22(2)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	6000	0,83(2)	0,12(2)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	7500	0,87(2)	0,02(2)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)

9000	0,83(2)	0,07(2)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
10500	0,73(2)	0,17(2)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
12000	0,56(2)	0,27(2)	EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
13500	0,31(2)	0,37(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
15000	0,00(3)	0,47(2)	EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.2. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 86,75 % (EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33))

Vedlegg 11
Massivt tverrsnit Brann

Beregning utført: 30.04.2021 10:23:45

Focus Konstruksjon 2021

INNHALDSFORTEGNELSE

0. SAMMENDRAG	3
1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	3
1.1. KNOTEPUNKTSDATA	4
1.2. TVERRSNITTSDATA	4
1.2.1. Segmenter	4
1.3. MATERIALDATA	4
1.4. SEGMENTDATA	5
1.4.1. Segmentdata EN 1995	5
1.5. RANDBETINGELSER	5
1.5.1 Punktrandbetingelser	5
1.6. LASTTILFELLER	5
1.6.1 Lasttilfeller	5
1.7. LASTKOMBINASJON	6
1.8. ANALYSEINFORMASJON	7
2. BEREGNINGER	7
2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER	7
2.1.1. Forskyvninger	7
2.1.2. Residualkrefter	7
2.2. OPPLÈGGSKREFTER	7
2.3. SEGMENTRESULTATER	8
2.3.1. Forskyvninger	8
2.3.2. Krefter	8
2.4. RESULTATER GRAFISK	8
2.4.1. Forskyvning	8
2.4.2. Moment - segmenter	9
2.4.3. Aksialkraft - segmenter	9
2.4.4. Skjærkraft - segmenter	9
3. KAPASITETSKONTROLL	10
3.1. EN 1995 UTNYTTTELSESGRAD	10
3.2. KAPASITETSKART	10

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 3

Antall knutepunkt: 4

Analyse

Antall lastkombinasjoner (krefter): 3

Antall lastkombinasjoner (forskyvninger): 1

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 92,6 mm (Segmentnr. 7)

Største N: -50,93 kN (Segmentnr. 3)

Største V: 47,83 kN (Segmentnr. 7)

Største M: -188,78 kN·m (Segmentnr. 7)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: (6) Bruks: $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,00 \cdot \text{Snølast} + 1,00 \cdot \text{Vindlast}$

for N: (8) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Snølast} + 0,20 \cdot \text{Vindlast}$

for V: (8) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Snølast} + 0,20 \cdot \text{Vindlast}$

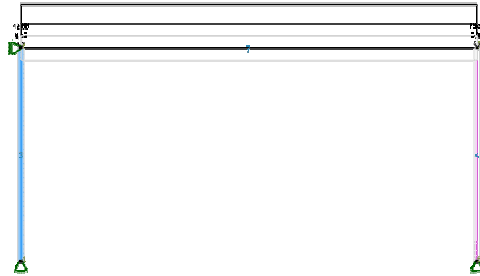
for M: (8) Brann (600 [°C]) : $1,00 \cdot \langle kt \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 0,20 \cdot \text{Snølast} + 0,20 \cdot \text{Vindlast}$

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 88,62 %

Info: EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1. KNUTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	0
3	15000	0
4	0	-7000
5	15000	-7000

1.2. TVERRSNITTSDATA

1.2.1. Segmenter

Nr.	Navn	Parametre
1	Limtre 300 x 800	A [mm ²] 240000 I _x [mm ⁴] 5,4990e+009 I _y [mm ⁴] 1,2800e+010 I _z [mm ⁴] 1,8000e+009 Total vekt [kN] 15,18
2	Limtre 200x200	A [mm ²] 40000 I _x [mm ⁴] 1,9733e+008 I _y [mm ⁴] 1,3333e+008 I _z [mm ⁴] 1,3333e+008 Total vekt [kN] 2,36

1.3. MATERIALDATA

1 **GL30c, Limtre** Material: Limtre
 Varmeutv.koeff.: $5,00e-006 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 Fasthetsklasse: GL30c Lamelltykkelse: 45,0 mm
 Tyngdetetthet: $4,22 \text{ kN/m}^3$
 Sprekkfaktor k_{cr} : 0,80 Total vekt: 17,55 kN

Karakteristiske fasthetsparametre:

$f_{mk} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{vk} = 3,50 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t0k} = 19,50 \text{ N/mm}^2$ $f_{c0k} = 24,50 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t90k} = 0,50 \text{ N/mm}^2$ $f_{c90k} = 2,50 \text{ N/mm}^2$

1.4. SEGMENTDATA

Seg. Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvsn 1	Tvsn 2	Material	Type / Form	Rot. [°]	Uend. stiv?
3	1	4	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
4	3	5	Limtre 200x200	Limtre 200x200	GL30c, Limtre	Stav		Nei
7	1	3	Limtre 300 x 800	Limtre 300 x 800	GL30c, Limtre	Rett bjelke		Nei

1.4.1. Segmentdata EN 1995

Seg. nr	Mat.faktor Gamma_M	Klima-klasse	k_{sys}	L_{ky} [mm]	L_{kz} [mm]	L_{ef} [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]
3	1,00	2	1,00	7000	7000	7000	$E = 1,2420e+004$ $G = 6,2100e+002$
4	1,00	2	1,00	7000	7000	7000	$E = 1,2420e+004$ $G = 6,2100e+002$
7	1,00	2	1,00	15000	1500	15000	$E = 1,2420e+004$ $G = 6,2100e+002$

1.5. RANDBETINGELSER

1.5.1 Punktrandbetingelser

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frih.gr.		RotY	X-vektor	Z-vektor
			X	Z			
3 (Seg)	0	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
4 (Seg)	15000	-7000	F	F		[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
3 (Seg)	0	0	F			[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. LASTTILFELLER

1.6.1 Lasttilfeller

4 Egenlast

Lasttype: Permanent last
 Lastvarighet: Permanent

1 Linjelast	P1 = 3,30 kN/m X1 = 0 mm P2 = 3,30 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 0 mm
-------------	--	------------------------

5 Snølast

Lasttype:	Snølast: Norge, Island, Finland, Sverige	
Lastvarighet:	Halvårslast	
1 Linjelast	P1 = 12,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 15000 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 7 Inkluder masse: Nei	Z1 = 0 mm Z2 = 0 mm

1.7. LASTKOMBINASJON

Forskyvninger beregnet for lastkombinasjon

- (6) Bruks: 1,00·<kt> +
1,00·Egenlast +
1,00·Snølast +
1,00·Vindlast

Grensetilstand: Bruks

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast
1,00 * Snølast (Dominerende)
1,00 * Vindlast

Snittkrefter beregnet for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (7) Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt>
+ 1,00·Egenlast

Grensetilstand: Brann
Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast

- (8) Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt>
+ 1,00·Egenlast +
0,20·Snølast +
0,20·Vindlast

Grensetilstand: Brann
Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
1,00 * Egenlast
0,20 * Snølast (Dominerende)
0,20 * Vindlast

- (9) Brann (600 [°C]) : 1,00·<kt>
+ 1,00·Egenlast +
0,00·Snølast +
0,00·Vindlast

Grensetilstand: Brann
Temperatur: 600 °C

Forkullingsdybde: 35,0 mm

Lasttilfeller: 1,00 * <Konstruksjonens tyngde>
 1,00 * Egenlast
 0,00 * Snølast (Dominerende)
 0,00 * Vindlast

1.8. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

2. BEREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
1	0,0	-2,2	1,0
3	0,0	-2,2	-1,0
4	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.1.2. Residualkrefter

Nr.	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
1	0,00(7)	0,00(8)	0,00(8) max
	0,00(7)	0,00(7)	0,00(7) min
3	0,00(7)	0,00(8)	0,00(8) max
	0,00(7)	0,00(7)	0,00(7) min
4	0,00(7)	51,52(8)	0,00(7) max
	0,00(7)	33,52(7)	0,00(7) min
5	0,00(7)	51,52(8)	0,00(7) max
	0,00(7)	33,52(7)	0,00(7) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.2. OPPLEGGSKREFTER

Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	RMy [kN·m]
3 (Seg)	0	-7000	0,00(9)	51,52(8)	0,00(9) max
			0,00(7)	33,52(7)	0,00(7) min
4 (Seg)	15000	-7000	0,00(9)	51,52(8)	0,00(9) max
			0,00(7)	33,52(7)	0,00(7) min
3 (Seg)	0	0	0,00(9)	0,00(8)	0,00(8) max
			0,00(7)	0,00(7)	0,00(7) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.3. SEGMENTRESULTATER

2.3.1. Forskyvninger

Seg Nr.	Snitt mm	u [mm]	w [mm]	rotY [°]
3	0	0,0	-2,2	1,0
	7000	0,0	0,0	0,0
4	0	0,0	-2,2	-1,0
	7000	0,0	0,0	0,0
7	0	0,0	-2,2	1,0
	7500	0,0	-92,6	0,0
	15000	0,0	-2,2	-1,0

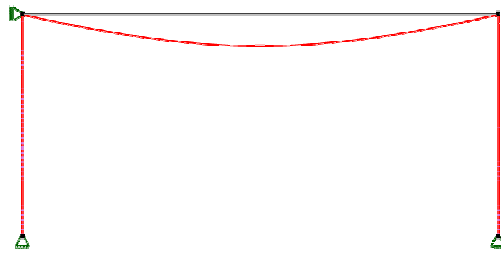
2.3.2. Krefter

Seg Nr.	Snitt mm	N [kN]	Vz [kN]	My [kN·m]
3	0	-32,93(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	0	-50,93(8)	0,00(7)	0,00(7) min
	7000	-32,93(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	7000	-50,93(8)	0,00(7)	0,00(7) min
4	0	-32,93(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	0	-50,93(8)	0,00(7)	0,00(7) min
	7000	-32,93(7)	0,00(7)	0,00(7) max
	7000	-50,93(8)	0,00(7)	0,00(7) min
7	0	0,00(7)	47,83(8)	0,00(7) max
	0	0,00(7)	30,73(7)	-0,01(8) min
	7500	0,00(7)	0,00(8)	-121,28(7) max
	7500	0,00(7)	0,00(7)	-188,78(8) min
	15000	0,00(7)	-30,73(7)	0,00(7) max
	15000	0,00(7)	-47,83(8)	-0,01(8) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

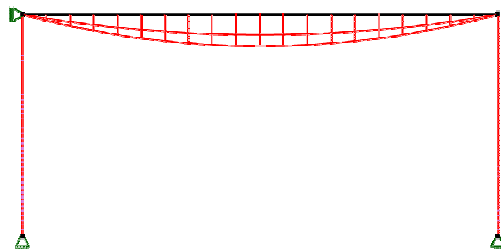
2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



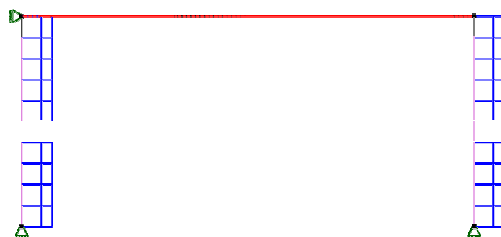
Største forskyvning: 92,6 mm

2.4.2. Moment - segmenter



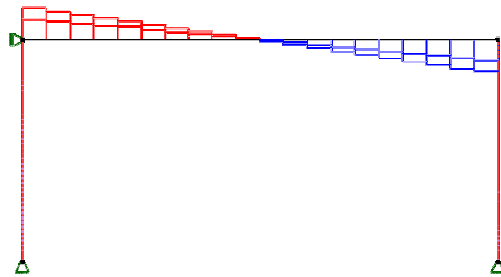
Største moment: -188,78 kN·m

2.4.3. Aksialkraft - segmenter



Største aksialkraft: -50,93 kN

2.4.4. Skjærkraft - segmenter



Største skjærkraft: 47,83 kN

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1995 UTNYTTELSESGRAD

Seg. nr	Snitt [mm]	Bøy/Aks	Skjær/Tor	Tv.str	Info
3	7000	0,89(8)	0,00(7)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
4	7000	0,89(8)	0,00(7)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35)
7	0	0,00(8)	0,13(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V _z
	1500	0,11(8)	0,12(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V _z
	3000	0,19(8)	0,09(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	4500	0,25(8)	0,06(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	6000	0,28(8)	0,03(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	7500	0,29(8)	0,01(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	9000	0,28(8)	0,02(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	10500	0,25(8)	0,05(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	12000	0,19(8)	0,08(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	13500	0,11(8)	0,10(8)		EN 1995-1-1 6.3.3 (6.33)
	15000	0,00(8)	0,13(8)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V _z

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

3.2. KAPASITETSKART



Største kapasitetsutnyttelse: 88,62 % (EN 1995-1-1 6.3.3 (6.35))

