

BACHELOROPPGAVE VÅREN 2016:

BRUTEKNOLOGI I BYGG

KAN STORE SPENN MELLOM BYGNINGER DRA NYTTE
AV BUEKONSTRUKSJONER I LIMTRE?

TØL, INGENIØRFAG BYGG

FORFATTERE:

TOR KRISTOFFER KLETHAGEN

LASSE LØKEN

DAG HENNING SVENNEBY

Dato: 16.05.2016

SAMMENDRAG

Tittel:	Bruteknologi i Bygg	Dato : 16.05.16
Deltaker(e)/	Klethagen, Tor Kristoffer	
	Løken, Lasse	
	Svenneby, Dag Henning	
Veileder(e):	Cronje, Michael (Norconsult)	
	Egenes, Jan Steinar (NTNU i Gjøvik)	
Evt. oppdragsgiver: _____		
Nøkkelord	Limtrebue, fagverk av stål, exoskeleton, bruteknologi	
Antall sider: 51	Antall vedlegg: 12	Publiseringsavtale inngått: Ja
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:		
<p>Innledning: I denne oppgaven skal vi sammenlikne to bærekonstruksjoner som skal bære et spenn på 24 meter mellom to seksjoner i et bygg som skal bestå av leiligheter. Spennet består av tre plan hvor underkanten av plan 1 ligger 5 meter over bakkeplan. På grunn av lasteramper på bakkeplan er det ikke anbefalt å bruke søyler som bæring. Referanseløsningen som foreslått av Norconsult er et fagverk av stål. Vi skal sammenligne denne med en buekonstruksjon av limtre med strekkstag med hensyn på konstruksjonens effektivitet, miljø, estetikk, vedlikehold og økonomi.</p> <p>Metode: Oppgaven har dreid seg om å søke opp litteraturstudie for sammenligning av økonomi, miljø og estetikk. De konstruktive sammenligningene for fagverks- og buekonstruksjonen ble gjort med dataprogrammer, mens håndberegninger har blitt brukt for kontroller av forbindelser i buekonstruksjonen.</p> <p>Resultat: I denne delen av oppgaven kommer resultatene fra litteratursanalysen frem i form av tekst og tabeller som beskriver konstruksjonenes materialmengder og virkning på miljøet, et grovt kostnadsoverslag for materialer og de estetiske forhold som de to konstruksjonene representerer. Disse resultatene stammer fra litteraturanalyse og personlig kommunikasjon. Dimensjoneringsresultatene kommer frem i form av figurer og tall som viser hvordan konstruksjonene tåler belastnings type og størrelse.</p> <p>Drøfting: Her ser vi på resultatene med et kritisk blikk for å avgjøre hvilken bærekonstruksjon som er mest hensiktsmessig i forhold til de kriteriene som er satt.</p> <p>Konklusjon: Det viser seg at den beste løsningen ender opp med å være fagverkskonstruksjonen i alle tilfeller med unntak av miljøaspektet.</p>		

ABSTRACT

Title:	Bridgetechnology in Buildings	Date : 16.05.16
Participants/	Klethagen, Tor Kristoffer	
	Løken, Lasse	
	Svenneby, Dag Henning	
Supervisor(s)	Cronje, Michael (Norconsult)	
	Egenes, Jan Steinar (NTNU i Gjøvik)	
Employer:		
Keywords (3-5)	Glue-laminated wood-arch, steeltrusses, exoskeleton, bridgetechnology	
Number of pages: 51	Number of appendix: 12	Availability: Open
<p>Short description of the bachelor thesis:</p> <p>Introduction: In this study we will compare two support structures that will carry a span with a length of 24 meters between two sections of a building. The span has 3 levels consisting of apartments, with the bottom of the first level being 5 meters above ground level. Because of loading areas on the ground level the use of columns is not recommended. The reference solution that is proposed by Norconsult is a support structure made of trusses. The reference solution will be compared with a arch-construction of our design made by glue-laminated wood. They will be compared with the purpose of construction efficiency, environment, aesthetics, maintenance and economy.</p> <p>Method: The method we have used in this study to answer our problem is to search for literature which we could use to compare environment, aesthetics, maintenance and economics in regards of the two support structures. The efficiency of the support structures was compared with the use of computer programs, while written calculations has been used to calculate the joints and connections in the glue-laminated solution.</p> <p>Results: In this part of the study the results from the literature and calculations is displayed as text, tables and figures which describes the amount of materials, environment effects, cost of materials and opinions regarding the aesthetics of the two constructions. Personal communications were also used to provide results for the study. The calculation results are displayed in forms of figures and numbers that show how the support structures handle the load type and size.</p> <p>Discussion: The results are in this part of the study evaluated and discussed among the participants to decide which support structure is the best choice in regards of the criteria of the problem.</p> <p>Conclusion: It turns out that the best solution is the support structure made out of trusses in all occasions except for the environmental aspect.</p>		

FORORD

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet med en 3-årig utdanning ved NTNU i Gjøvik, ingeniørfag bygg, studieretning konstruksjon.

Denne oppgaven har lært oss hvor vanskelig det er å innhente informasjon som tilfredsstillende kravene som en vitenskapelig oppgave krever med hensyn til reliabilitet og validitet. Innad i gruppen har vi lært nye sider hos hverandre, det har vært heftige diskusjoner og uenigheter, men vi har også klart å løse utfordringene med vennskapet intakt. Til tross for at dette har vært en utfordring så har det vært en spennende tid og vi har lært mye nyttig i denne perioden fra januar til mai 2016.

Vi vil takke Norconsult for tilgang til oppgaven og veiledning vedrørende denne.

Vi vil også takke Jan Steinar Egenes og Terje Bokalrud ved NTNU for god veiledning.

I tillegg vil takke Moelven Limtre AS og Armec AS for veiledning vedrørende informasjon om deres produkter.

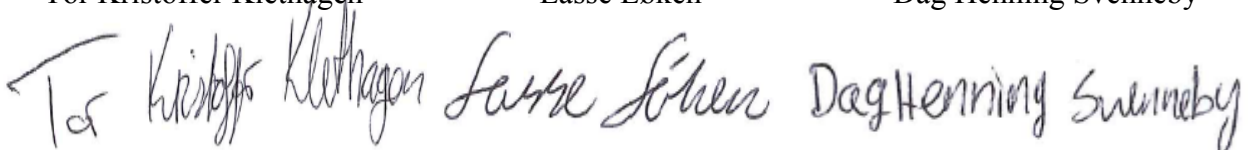
Til slutt vil vi takke sivilarkitekt Thea Myhrer for hennes meninger angående våre bæreløsningsforslag.

NTNU i Gjøvik, den 16.5.2016

Tor Kristoffer Klethagen

Lasse Løken

Dag Henning Svenneby



Innholdsfortegnelse

Sammendrag

Abstract

Forord

1 Innledning	9
1.1 Problemstilling.....	11
1.1.1 Valg av problemstilling	11
1.2 Hensikt.....	11
1.3 Bakgrunn og begrunnelse for valg av tema	12
1.3.1 Deltagernes faglige bakgrunn	12
1.3.2 Norconsult AS.....	12
1.3.3 Miljø.....	13
1.3.4 Vedlikehold.....	13
1.3.5 Estetikk	14
1.3.6 Livskvalitet	14
1.3.7 Økonomi	16
1.4 Omfang og rammer.....	16
2 Metode	17
2.1 Søkestrategi.....	17
2.2 Norsk Standard	19
2.3 Programvare.....	20
2.4 Beregninger.....	21
2.4.1 Grensetilstander	21
2.4.1.1 Bruksgrense	21

2.4.1.2 Bruddgrense.....	22
2.4.2 Buekonstruksjon	22
2.4.2.1 Forbindelser	23
2.4.2.1.1 Forbindelse mellom HUP og HEB	23
2.4.2.1.2 Forbindelse mellom trykk/strekksøyle og bue.....	23
2.4.2.1.3 Forbindelse mellom strekkstag og bue	24
2.4.3 Fagverkskonstruksjon	26
2.4.3.1 Forbindelser	27
2.5 Analyse av artikler	27
2.6 Sammenligningsgrunnlag	29
3 Resultat	30
3.1 Limtrekonstruksjon.....	30
3.1.1 Strekk- og trykkforbindelse	32
3.1.2 Forbindelse mellom trykk/strekksøyle og bue.....	33
3.1.3 Forbindelse mellom strekkstag og bjelke	33
3.2 Fagverkskonstruksjon	34
3.3 Forbruk av materialer ved oppføring og vedlikehold	36
3.4 Miljøpåvirkninger	38
3.5 Estetikk	39
3.6 Livskvalitet	39
3.7 Økonomi	41
4 Drøfting	43
4.1 Konstruksjonene	43
4.2 Miljø og vedlikehold.....	44
4.3 Estetikk	44
4.4 Livskvalitet	45
4.5 Økonomi	46

5 Konklusjon	47
6 Litteraturhenvisning	48
Antall ord: 10 025	
Vedlegg	52
Vedlegg 1 Totalforbruk - materialer	i
Vedlegg 2 Arkitekt - alternativer	iv
Vedlegg 3 Arkitekt - spørsmål	vi
Vedlegg 4 Forbindelse - strekkstag	vii
Vedlegg 5 Bue - bruddgrense	xxxiii
Vedlegg 6 Bue - bruksgrense	lxxii
Vedlegg 7 Fagverk - bruddgrense	lxxvii
Vedlegg 8 Fagverk - bruksgrense	cv
Vedlegg 9 Dimensjonering	cix
Vedlegg 10 Miljøpåvirkninger - materialer	cxx
Vedlegg 11 Grunnlag - vinduskostnad	cxxii
Vedlegg 12 Arkitekt - mailkorrespondanse	cxxiii

Figurliste

Fig.1.1 Buekonstruksjon tegnet i Google SketchUp	10
Fig.1.2 Fagverkskonstruksjon/Referanse tegnet i Google SketchUp	10
Fig.2.1 Bruddformer bolt-grunnmateriale	24
Fig.3.1 Buekonstruksjon tegnet i Revit	30
Fig.3.2 Buekonstruksjon tegnet i Focus Konstruksjon	31
Fig.3.3 Moment i buekonstruksjonen	31
Fig.3.4 Skjærkrefter i buekonstruksjonen	31
Fig.3.5 Aksialkrefter i buekonstruksjonen	31
Fig. 3.6 Nedbøying i buekonstruksjonen	31
Fig.3.7 Lokal nedbøying buekonstruksjon	32
Fig.3.8 Strekkstag. Forbindelse strekkstag-limtrebue	32

Fig.3.9 Lokasjon av påsatt kraft i strekkstag.....	33
Fig.3.10 Fagverkskonstruksjon tegnet i Revit	34
Fig.3.11 Fagverkskonstruksjon tegnet i Focus Konstruksjon	35
Fig.3.12 Moment i fagverkskonstruksjonen.....	35
Fig.3.13 Skjærkrefter i fagverkskonstruksjonen	35
Fig.3.14 Aksialkrefter i fagverkskonstruksjonen	35
Fig.3.15 Nedbøyning i fagverkskonstruksjonen	35
Fig.3.16 Lokal nedbøyning i fagverkskonstruksjonen	36
Fig.3.17 Globalt oppvarmingspotensial	38

Tabelliste

Tabell 2.1 Søkeresultater med avgrensninger	18
Tabell 2.2 Søkeord og kombinasjoner	19
Tabell 3.1 Egenlast konstruksjonselementer	36
Tabell 3.2 Mengde materialer i konstruksjonene	36
Tabell 3.3 Mengde overflatebehandling.....	37
Tabell 3.4 Mengde vedlikeholdsmaterialer gjennom konstruksjonens livsløp.....	37
Tabell 3.5 Vedlikeholdsintervaller	38
Tabell 3.6 Vindusareal	41
Tabell 4.1 Tall fra produsenter	42

1 Innledning

Vi skal i denne oppgaven ta for oss dimensjoneringen av to forskjellige bærekonstruksjoner for et spenn på 24 x 12 meter mellom to seksjoner uten bruk av understøttende søyler. Vårt forslag er en konstruksjon som bygger på teknologi som er vanlig å bruke ved konstruering av bruer. Forslaget er en leddet bue av limtre på hver side av bygget. Fra limtrebuene vil det henge 8 strekkstag som sørger for at spennet har tilstrekkelig bæring. Referanseløsningen er å bruke en fagverkløsning av stål inne i selve spennet. Vi vil deretter å sette disse løsningene opp mot hverandre. Modellen av referanseløsningen er basert på forslag fra veileder i Norconsult. Begge løsningene er presentert nedenfor som figur 1.1 og figur 1.2.

Bacheloroppgaven bygger på en treårig utdanning ved linja ingeniørfag - bygg, konstruksjon ved NTNU i Gjøvik.

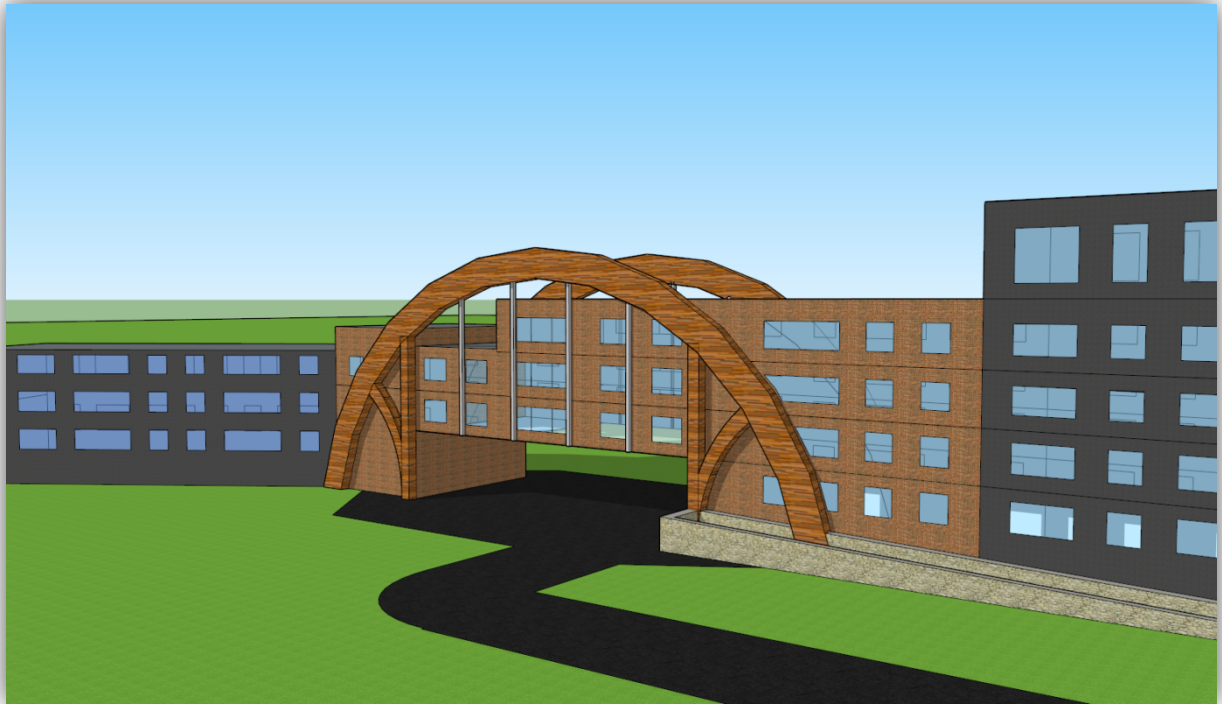


Fig.1.1 Buekonstruksjon tegnet i Google SketchUp

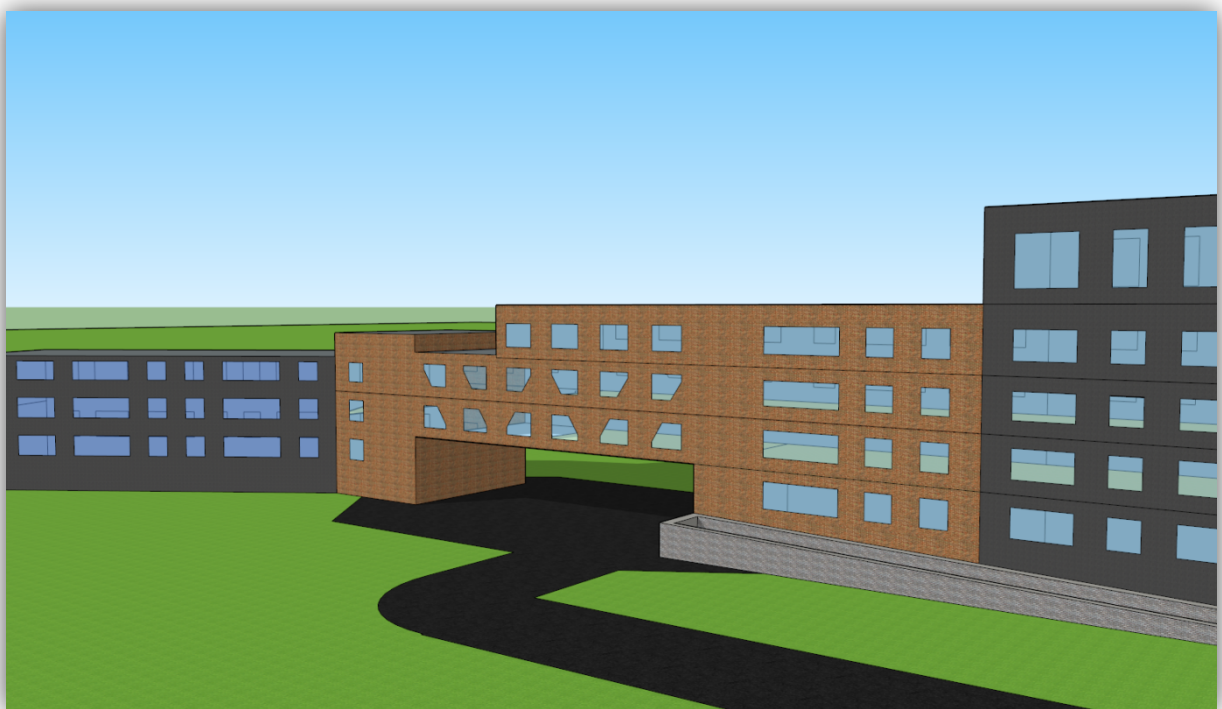


Fig.1.2 Fagverkskonstruksjon/Referanse tegnet i Google SketchUp

1.1 Problemstilling

Oppgavens hovedproblemstilling er følgende:

«Kan store spenn mellom bygninger dra nytte av buekonstruksjoner i limtre?»

Avslutningsvis kommer det en drøfting av oppgaven gjennom disse hypotesene:

- Er vår løsning realistisk og gjennomførbar?
- Blir vår helse påvirket av dagslys?
- Blir det forskjell i mengden dagslys i boligene ved de to løsningene?
- Hvilken løsning er mest økonomisk, mest estetisk og mest miljøvennlig?

Helt til slutt vil vi komme med en konklusjon på disse temaene og anbefale en løsning basert på disse funnene.

1.1.1 Valg av problemstilling

Med ordvalget «store spenn» så menes det spenn som er av en slik avstand at det blir problematisk å dimensjonere uten understøttende søyler. Dette kan løses ved hjelp av for eksempel større dimensjoner på materialene i spennet, men det fører til at man det blir et design som ikke er ønskelig. Forslaget gitt fra Norconsult AS innebærer å bruke fagverk av stål, dette er en metode som er vanlig å benytte i bruer, men som i senere tid også har blitt brukt på bygg med lange spenn. En annen metode som også ofte blir brukt i bruer er buer av limtre som har selve spennet plassert over buen. Vår problemstilling dreier seg om å benytte disse metodene på spennet og analysere konsekvensene av de valgene vi har tatt i oppgaven.

1.2 Hensikt

Hensikten med oppgaven er å finne ut hvilken bæreløsning som er det beste valget med tanke på livskvalitet, estetikk, miljø, vedlikehold og økonomi. Ved hjelp av å dimensjonere konstruksjonene og deretter få en kostnadsberegning vil vi analysere disse temaene og gi et helhetlig bilde over resultatene.

1.3 Bakgrunn og begrunnelse for valg av tema

Norconsult AS har fått i oppdrag å finne en bæreløsning for et spenn på 24 x 12 meter uten bruk av søyler. Byggherren ønsker bygget gjennomført uten søyler på grunn av en lasterampe som skal befinne seg under spennet. Av samme grunn må høyden opp til underkanten av plan 1 være 5 meter. Spennet forbinder to seksjoner av et bygg, og består av tre plan med leiligheter. Fagverksløsningen som er foreslått gir begrenset utsyn fra leilighetene. Vi skal derfor prøve ut en bæreløsning som er vanlig å bruke på bruer for å øke utsyn. Dette innebærer også at utseende til bygget i sin helhet endres i stor grad. Det vil derfor også bli aktuelt å analysere om hva som er estetisk pent. Se kapittel 1.2.5 for en utdyping rundt begrepet estetikk i denne sammenhengen. Arkitekten til dette bygget har også ytret ønske om at det skal fokuseres på å ha en tradisjonell løsning for vinduene.

Valget mellom å benytte seg av limtre eller stål i bæresystemet vil ha noe å si for hvilken påvirkning det har på miljøet og hvor mye vedlikehold som kreves gjennom hele byggets levetid. Det vil også bli kostnadsforskjeller på de to valgene som må tas i betraktning.

1.3.1 Deltagernes faglige bakgrunn

Tor Kristoffer Klethagen er utdannet tømrer med 3 år i byggebransjen. Jobber på Byggmakker Skattum Gjøvik ved siden av studiene.

Lasse Løken er utdannet industrirørlegger med 10 års erfaring. Jobber som servicerørlegger ved siden av studiene.

Dag Henning Svenneby har jobbet 6 år i rivningsbransjen med rivning, betongsaging og sanering, hvorav 2 år som formann.

Samtlige deltakere fullfører våren 2016 sitt treårige bachelorstudium ved NTNU i Gjøvik på linja ingeniørfag – bygg, konstruksjon.

1.3.2 Norconsult AS

Vi valgte å kontakte konsulentfirma Norconsult angående forslag til bacheloroppgave fordi det er Norges største og en av de ledende tverrfaglige rådgiverbedrifter i Norden (Norconsult 2016). De har tjenester som er rettet mot samfunnsplanlegging og prosjektering. De jobber både på et nasjonalt og internasjonalt nivå. Norconsult søker å bidra til å utvikle et bærekraftig samfunn. I denne oppgaven trekker vi på Olerud i forståelsen av hva dette

innebærer: ”Bærekraftig utvikling defineres som en utvikling som tilfredsstiller dagens behov uten å ødelegge fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine behov” (2015)

1.3.3 Miljø

Menneskeheten står ovenfor et stadig økende globalt problem, overforbruk av naturressurser. I 2015 var verdens overforbruksdag 13. august. Det vil si at de naturressursene som tar et år å gjenopprette er brukt opp og det går ut over ”lagerbeholdningen”. Denne datoen beregnes av Global Footprint Network på veiene av World Wide Fund for Nature (WWF) og kommer stadig tidligere. Her kommer det frem at verdens samlede forbruk av naturressurser på et år tilsvarer 1,6 jordkloder. (WWF, 2015) Ved å se dette i lys av det Olerud poengterer, kan vi trygt konstatere at vi ikke lever i et bærekraftig samfunn. Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) skal tidlig i 2017 legge frem en stortingsmelding som blant annet omhandler politikk for bærekraftige byer (KMD 2016) En finsk studie (Wang, Toppinen, Juslin, 2014) har ved å intervjuer en rekke eksperter funnet ut at holdningene til bærekraftig bygging er veldig positive.

Et viktig punkt som følge av befolkningsvekst og at vi stadig bygger mer, er å strekke seg mot å etterlate et så lite miljøavtrykk som mulig. I en case studie fra Kina (Hong mfl. 2014) sto stål for over 50% av CO2 utslippene. Dette er en betydelig mengde som burde reduseres.

1.3.4 Vedlikehold

De fleste bygg krever vedlikehold av bygningsmassen. Forebyggende vedlikehold må medberegnes for at bygninger skal være i stand driftsmessig. Intervallene på vedlikehold blir i de fleste tilfeller bestemt av produsenter og deres instruksjoner.

I byggeprosjekter må man ta hensyn til vedlikeholdets hyppighet og øvrige utfordringer som følger.

1.3.5 Estetikk

I Eivind Tjønneland sin artikkel på store norske leksikon fant vi en god definisjon av estetikk; *(nylat. aethetica, av gr. aisthesis, 'den kunnskap som kommer gjennom sansene'), tradisjonelt det område av filosofien som undersøker grunnlaget og lovene for det skjønne i kunsten. Begrepet brukes også om de oppfatninger og metoder som gjør seg gjeldende hos en kunstner eller håndverker i arbeid, eller når man bedømmer sanseintrykk fra kunstverk, gjenstander, naturen, omgivelsene osv. Estetikk i vid forstand reflekterer over vår sanselige måte å være i verden på.* (Tjønneland 2015).

Oppgjennom historien har verdens definisjon av vakre bygninger variert etter hva som har vært den mest populære byggestilen på det gitte tidspunktet. Parthenon i Hellas er et vakkert bygg, men passer ikke inn i dagens bybilde. Byggeskikk og byggestil er to viktige faktorer å ta med seg i planprosessen. Det er vanlig for kunstnere å hente inspirasjon fra naturen på grunn av det grunnleggende estetisk vakre med naturen og det store mangfoldet. Sivilarkitekt Thea Myhrer (personlig kommunikasjon, 27. april 2016) bruker blant annet natur som inspirasjon til å lage gode, funksjonelle rom og omgivelser som skaper trivsel for de tilstedeværende. I dagens videregående opplæring snakkes det om å ha kontraster som bryter opp teksturen og linjene for å skape et bedre helhetsuttrykk i designet (Høie og Federl) (Federl og Eftedal). Dette kan overføres til bygg ved for eksempel la noen elementer fremtre med et eget særpreg som bryter med byggets øvrige utseende.

Det typiske bybildet i Norge er ikke preget av store bygg. På grunn av befolkningsvekst og modernisering er de større byggene er på vei til å bli en mer naturlig del av bybildet. For å gi et godt helhetsinntrykk av byen er det viktig at store bygg passer inn og bidrar med sin utforming. Store bygg kan være kjedelige å se på hvis de er veldig ensformige og enkle. Dersom hyppigheten av store bygg blir for stor, kan det hindre dagslys fra å trenge gjennom til mennesker på gaten og i byggene. Dette skaper mistrivsel. Da hjelper det ikke om byggene har en bra design, er CO₂-nøytrale eller høyteknologiske. De kommer ikke til oppleves som vakre hvis nærmiljøet vekker negative følelser hos menneskene.

1.3.6 Livskvalitet

Vi nordmenn oppholder oss inne mer nå enn før eksempelvis på grunn av skole, jobb og dårlig vær. Derfor er det viktig med et innemiljø som bidrar til produktivitet, er energigivende

og oppkvikkende og samtidig avslappende å være i. Med dagens krav til isolasjon i TEK10 (Byggteknisk forskrift 2010) og vårt økende behov for å ha en høy innetemperatur og samtidig spare penger på oppvarmingen, må det med dårligst isoleringsevne vike unna.

De beste vinduene i dag har en u-verdi ned mot 0,4 (Natre 2016). Dette er over det doblete av kravet i TEK10 til yttervegg. Den vanligste grunnen til at vinduer må vike er for å oppnå kravet til u-verdi på bygningsdel gitt i TEK10. Skal man ha flere vinduer må tykkelsen på vegg utvides for å gi plass til mer isolasjon. Planlegging og gjennomføring av oppussing av boliger i dag konsentrerer seg mest rundt å få så lite varmetap som mulig. Uvitenhet rundt for eksempel dagslysbehov og ventilasjon gir det som kalles syke bygg. Syke bygg er definert av Finn Levy som ”..populærbetegnelse på bygninger med skader eller feilfunksjoner som ofte er usynlige, men som medfører et uakseptabelt inneklima, slik at brukerne får helseplager” (Levy, 2009). Den samme uvitenheten gjør at selvbyggere legger seg på minimumskravene TEK10 stiller til isolasjon uten å tenke på tilstrekkelig ventilasjon.

Det er problematisk å finne en generell definisjon på livskvalitet fordi den kan defineres forskjellig for alle. Vi ser allikevel noen fellestrekk for veldig mange menneskers selvopplevde livskvalitet, nemlig innemiljøet. At innemiljøet har stor betydning for vår helse er en kjent sak. Allerede på 1700-tallet begynte man å forske på og utgi rapporter og bøker om hvordan man kan forbedre innemiljøet og dermed levestandarden. Verdens første helselov kom i Storbritannia i 1848 og Norge fulgte opp med sin egen, Sundhetsloven av 16. mai 1860. Denne norske loven sier blant annet at hver kommune skal ha et eget organ som bestemmer og håndhever denne loven. §3 sier at mangel på lys og luft har vist seg å være skadelig for helsen. De mangler som denne loven omtaler er fortsatt aktuelt for inneklimaet i dagens boliger.

Et godt innemiljø er godt ventilert, har god tilgang på dagslys og frisk luft, god temperatur og muligheten til å bestemme lysmengde og varme i de enkelte rommene. Et godt innemiljø bidrar til produktivitet, arbeidslyst, opplagthet, trivsel og god helse.

Det forskes og skrives mye rundt innemiljøets betydning for vår psykisk og fysiske helse. Et dårlig innemiljø kan føre til fysiske plager som for eksempel luftveisinfeksjoner, astma, hodepine, tretthet og eksem (Edvardsen 1992). For lite dagslys kan også forårsake psykiske plager i form av depresjon (Sintef Byggforsk 2001).

Vår oppgave går nærmere inn på mengde dagslys og utsyn og hvordan dette påvirker oss i det korte og lange løp. Soltilskuddet påvirker mengden naturlig dagslys i boligen og vil gi økt energibehov til varme og lys i mørke og kalde årstider, men mindre kjølebehov i varme årstider.

Fagverkløsningen byr på utfordringer med tanke på vinduenes form og plassering. Det vil redusere mengden dagslys inn i bygget som igjen kan føre til dårligere livskvalitet for de utsatte. Vi må derfor analysere vindusarealet for å vurdere hvor stor betydning denne forskjellen har.

1.3.7 Økonomi

Økonomi handler om å utnytte knappe ressurser for å tilfredsstille menneskers behov, det er grunnleggende å ha god styring på økonomien for at bedrifter skal overleve under stadig høyere krav fra kunder. Derfor er det viktig å ta hensyn til de økonomiske faktorene, definert her som forskjellen i materialkostnader til løsningene.

Ved å dimensjonere løsningene tilegnet vi oss et detaljert bilde over hva slags materialer som kreves for å oppføre hovedbæresystemene. Spesialproduserte produkter som limtrebuen og limtresøylene er vanskelig og tidkrevende å fremstille, noe som gjør dem dyrere enn standard limtre. Norconsult har tilbudt seg å hjelpe oss med kostnadsoverslag på materialer.

I tillegg til bæreløsningenes materialkostnader kommer kostnaden til vinduer. Vinduer er i utgangspunktet en betydelig utgift i et hvert prosjekt. Det samme gjelder for vinduene som for limtrekomponentene. Dersom vindusformen skulle avvike fra standard utvalg, vil fremstillingsprosessen bli påvirket som igjen vil gi en høyere kostnad. Vindusformen vil avvike fra normal form i fagverkløsningen.

1.4 Omfang og rammer

Vår oppgave vil være svært omfattende om vi skulle ta for oss alle elementer og detaljer vedrørende bygget. Vi har derfor måtte kutte ned og begrense omfanget av hva vi skal fokusere på ved å innføre rammer for prosjektet.

Vi skal ta for oss den statiske modellen av selve spennet for begge løsningene som dimensjoneres etter bruksgrense og bruddgrense. Det forutsettes derfor at stålet brannisoleres

med maling eller isolasjon for unngå brudd tidlig i et brannscenario. Det er planlagt teglfasade på dette bygget. Lasten tas i betraktning, men alle former for vibrasjon blir utelatt fra beregningene. De statiske modellene vil også bli modellert på detaljert nivå med de aktuelle materialer og dimensjoner som blir kostnadsberegnet. Selve analysen vil bli utført med hensyn på livskvalitet, estetikk, miljø, vedlikehold og økonomi.

Det er kun de statiske modellene som skal dimensjoneres, og det forutsettes derfor at byggverket for øvrig er konstruert for å tåle normale påkjenninger som vind og snølast. Vind og skjevlast antas tatt opp av de vertikale betongskivene på hver side av spennet. Buene kryssavstives i toppen for å ta opp og fordele krefter. Dette antas å være problemfritt og blir derfor ikke dimensjonert.

Det er tenkt at limtrebuen skal forankres i opplagere i form av betongfundamenter, dette er ikke relevant i forhold til problemstillingen og blir derfor ikke tatt hensyn til. Limtrebuen er dimensjonert i tre ledd med en bolteforbindelse på midten, denne forbindelsen er ikke dimensjonert, da det antas som et problemfritt område. I dagens byggeprosjekter er det mye fokus på organisering av byggeplass og HMS. Disse aspektene skal ikke vurderes i denne oppgaven. Økonomidelen av denne oppgaven tar kun hensyn til materialkostnader.

2 Metode

Denne oppgaven er i hovedsak en litteraturanalyse. Ved å dimensjonere bærekonstruksjonene foreligger det et grunnlag for å sammenligne dem opp mot hverandre med hensyn til miljø og økonomi. Modelleringen ble gjort i Revit på et tidlig stadium i oppgaven for å få et bilde av hvordan konstruksjonene skulle se ut, hovedsakelig buekonstruksjonen. Google SketchUp ble benyttet for å gi et inntrykk av de estetiske forskjellene ved ferdig bygg.

2.1 Søkestrategi

I en litteraturanalyse er det kritisk at kildene som blir benyttet er av god kvalitet. Vi valgte å bruke databaser vi har tilgang til gjennom NTNU som utgangspunkt for å starte søkingen. Når vi startet søkingen fikk vi veldig mange treff, noe som gjorde det nødvendig å avgrense søket ved hjelp av avgrensninger, disse kan ses i tabell 2.1. Dette ga oss færre, mer presise treff, se tabell 2.2. Vi fant en del gode artikler ved å bruke disse databasene, men en del av de viste seg å være sekundærkilder. Vi valgte å bruke en del relevant stoff fra resultatene til disse

kildene, men i tillegg gikk vi videre til primærkildene ved å se på referanselistene for å fremskaffe mer stoff.

For å finne relevant fagstoff har vi også benyttet oss av biblioteket på campus i Gjøvik. Det viste seg at det ga bedre resultater å saumfare fysisk på biblioteket enn å bruke søkemotoren til universitetet. Vi har også benyttet oss av informasjon som vi har fått ved å oppsøke forhandlere og produsenter av materiell som kreves i konstruksjonene som denne rapporten tar for seg.

Google Scholar har også blitt brukt til en viss grad, vi har likevel valgt å etterprøve disse kildene ved å søke de opp igjen på nytt i databasene. Dette forsikrer ytterligere mot upålitelige kilder.

Tabell 2.1 Søkeresultater med avgrensninger

Artikkel	Avgrensning
1. Use of wood in green building: a study of expert perspectives from the UK	«Co2 emission» «Construction» Årstall: 2014-1016
2. Greenhouse gas emissions during the construction phase of a building: a case study in China	Co2 emissions» «Construction» Årstall: 2014-1016
3. Home smart home: a Danish energy-positive home designed with daylight	Ingen
4. Environmental life cycle assessment of bridges	«Construction»
5. Dawn simulation vs. bright light in seasonal affective disorder: Treatment effects and subjective preference	«bright light» Årstall: 2015-1016

Tabell 2.2 Søkeord og kombinasjoner

Søkeord	Database	Kombinasjoner	Antall treff	Inkludert
1. Carbon 2. Footprint 3. Steel 4. Wood	ScienceDirect	1+2+3+4	40	2
1. Quality 2. Of 3. Life 4. Building	Scopus	1+2+3+4	16	1
1. Comparison 2. Environmental 3. Effects 4. Steel 5. Wood 6. Maintenance	Civil	1+2+3+4+5+6	60	1
1. Seasonal 2. Effective 3. Disorder	ScienceDirect	1+2+3		1

2.2 Norsk Standard

Våre beregninger til dimensjoneringen ble utført etter retningslinjer gitt av Norsk Standard. Norsk Standard blir utgitt og utviklet av Standard Norge, som har ansvaret for standardiseringsoppgaver på alle områder unntatt elektro og telestandardisering.

En serie som inngår i Norsk Standard er Eurokodene. Dette er en felles standardisering som blir brukt i Europa til prosjektering og dimensjonering av bygg. Om retningslinjer i denne serien blir fulgt, kan man anse reglene som blir gitt i TEK som oppfylt (Norges standardiseringsforbund 2016).

2.3 Programvare

Vi har i vår oppgave benyttet dataprogrammer for å visualisere, beregne og analysere konstruksjonene for å få belyst og besvart problemstillingen så godt som mulig. Noen av disse programmene har vi lært oss gjennom pensum i andre emner, og andre har vi lært oss i løpet av prosjektet.

«Revit 2016» er utviklet for å kunne modellere bygningskonstruksjoner ned til detaljert nivå. Vi har hovedsakelig benyttet dette programmet for å gi et godt visuelt bilde av de to forskjellige bærekonstruksjonene. Vi har tidligere hatt opplæring i dette programmet, men det viste seg at det skulle bli mer utfordrende å modellere vårt bygg. Programmet har nulltoleranse med tanke på tidligere valg, dette fører da til at det kan bli vanskelig å plassere for eksempel bjelker på bæresystem. Ved å benytte opplæringsvideoer fra «Youtube» og Revit sine nettsider var det allikevel mulig å løse denne oppgaven.

«Focus Konstruksjon 2016» er blitt benyttet for å beregne hovedbæresystemene i våre konstruksjoner. I forkant av oppgaven har vi ikke hatt opplæring i programmet. Focus konstruksjon er ved første øyekast et program som det er lett å lære seg, men vanskelig å mestre. Vi valgte å regne ut lastene for hånd, for så å modellere en statisk 2D modell av konstruksjonene og legge til lastene som jevnt fordelt last. Det var forholdsvis uproblematisk å sette opp systemene siden programmet er veldig brukervennlig utformet. Det var under resultat-delen av analysen at det skulle by på utfordringer når det kom til å finne de relevante laster og krefter. Det er veldig lett å finne de maksimale kreftene, problemet oppsto når kreftene som opptrer i et visst punkt skulle kontrolleres. Da var den eneste måten å lese av kreftene på å holde musepekeren over punktet, dette kunne være noe unøyaktig. Det var også vanskelig å finne relevante opplysninger og god hjelp ved å bruke Google sin søkemotor.

«Ansys R16.2» er et program som i hovedsak blir benyttet for å modellere og analysere maskinelementer. I emnet «Elementmetoden» har vi hatt god opplæring i bruk av programmet som er ganske tungt å lære seg, hovedsakelig på grunn av at det i stor grad blir brukt kommandoer og koordinatsystem for å modellere. Vi har brukt dette for å modellere strekkstag og forbindelser. Programmet fungerer på den måten at det bryter ned de modellerte komponentene i mange små elementer. Det påsettes deretter de krefter som fungerer på komponenten. Deretter kjøres det en analyse og man får ut informasjon om hva slags krefter

som oppstår i de små elementene i tillegg til forskyvninger. Dette gir oss en veldig detaljert analyse om de enkelte forbindelser og komponenter.

«Google Sketchup 2016» er et gratisprogram som er utviklet for å modellere gjenstander, bygg eller lignende. Vi har ikke benyttet dette programmet i tidligere studier, men det viste seg at det var svært enkelt å lære seg på grunn av at det er veldig brukervennlig utformet. Programmet egner seg til å gi et godt visuelt bilde av byggene etter ferdigstilling.

2.4 Beregninger

Som utgangspunkt for videre dimensjonering regnet vi ut den jevnt fordelte lasten til hvert plan. Faktorer her var snø-, egen- og nyttelast. Bruddligninger 6.10a og 6.10b ble benyttet. 6.10a ble benyttet ved utregning av laster i plan 1, 2 og 3 på grunn av den høye egenlasten til hulldekkeelementene. 6.10b ble benyttet på taket på grunn av takkonstruksjonens lave egenvekt. Se vedlegg 9 for utregninger.

2.4.1 Grensetilstander

Grensetilstander i bruks-, brudd- og branntilstand skal skilles fra hverandre på grunnlag av forskjellige kriterier. Generelt skal konstruksjonen dimensjoneres for å tåle de påkjenningene grensetilstanden forårsaker i ulike situasjoner. Den grensetilstanden som utgjør det mest kritiske utfallet blir valgt som dimensjonerende lastkombinasjonen.

2.4.1.1 Bruksgrense

Bruksgrensetilstanden er basert på grunnlag av menneskers komfort, hvordan konstruksjonen ser ut med tanke på deformasjoner over tid og konstruksjonens funksjon ved normal bruk over tid. I denne oppgaven er deformasjonens påvirkning basert på utseende til konstruksjonen og konstruksjonens funksjonsdyktighet og installasjoner som er tilknyttet konstruksjonen. Den globale og lokale nedbøyningen sammenlagt er lagt til grunn basert på lastkombinasjonen av bruksgrensetilstanden, siden dette er en vedvarende lastsituasjon gjennom konstruksjonens levetid.

2.4.1.2 Bruddgrense

Bruddgrensetilstand har betydning for konstruksjonens sikkerhet og menneskene som bruker bygget. De tilstander som oppstår i form av mekaniske brudd, deformasjoner som fører til brudd eller tap av stabilitet i konstruksjonen skal påvises i denne grensetilstanden. Ifølge NS-EN 1990 (2002) er ulykkestilstand under samme kriterier for bruddgrensetilstanden, men med hensyn til ulykker som brann, eksplosjoner og seismiske belastinger. I denne oppgaven er belastinger av seismiske type sett bort i fra.

Linjelasten vi har påført bjelkene i begge løsningene kan uttrykkes med:

$$Q_d[kN/m] = Q_d[kN/m^2] \times \frac{dybde}{2}$$

Lastene legges inn som karakteristiske verdier og analysen utføres med predefinerte lastkombinasjoner som innbefatter bruks-, brudd- og branntilstand.

2.4.2 Buekonstruksjon

Som nevnt tidligere i oppgaven ble de vertikale lastene definert ved håndbergninger, de ble satt inn i de statiske modellene som karakteristiske verdier. Dimensjoneringsprogrammet Focus Konstruksjon er synkronisert med oppdaterte eurokoder, og har innlagt predefinerte lastkombinasjoner. Av disse kombinasjonene ble resultatene for bruks- og bruddgrense analysert. De resultatene som fremkommer av analysen belyser kun skjær, trykk-/strekkrefter og momenter i konstruksjonsdeler som bjelker og søyler. De beregningene som måtte gjøres for hånd utover lastberegning, var dimensjonering av forbindelser.

Buekonstruksjonen ble modellert i Revit sånn at dimensjoneringsgrunnlaget ble tydeligere. Modellen er i 3D og viser hva konstruksjonen er satt sammen av. Detaljer som knutepunkter og opplagere fremkommer ikke i modellen, men målsetting for etasjehøyder, dybde og bredden av bygget ble brukt for å definere fordelingen av krefter og modellering av den statiske modellen i Focus konstruksjon.

Limtrebuen er dimensjonert som GL30c i Focus konstruksjon på grunn av at furu ikke er i databasen til programmet. I realiteten skal det benyttes furu siden det ikke er vanlig at gran impregneres. Forskjellen er lamelltykkelsen, gran er 45mm mens furu er 33mm, trykk og strekkfastheten er nærmest tilsvarende. I knutepunktene mellom strekkstaget og limtrebuen er det limtreet som er det svakeste leddet på grunn av aksialkreftene normalt på fiberretningen.

Denne løsningen fører til splittingsbrudd og limtreets trykkfasthet vil reduseres med 5 til 10 ganger i forhold til belastning i fiberretningen. Strekkfastheten reduseres med en faktor mellom 40 og 60 (Serano, 2015). I tillegg til en forholdsvis stor reduksjon i kapasitet vil et eventuelt brudd skje plutselig og uten forvarsel, dette kalles «sprøbrudd». Strekkbrudd normalt på fiberretningen er avhengig av forbinderens stivhet i forhold til limtreets tykkelse og avstanden mellom bolt og belastet kant.

Kontrollen av denne virkningen ble utført i henhold til bruddlikninger fra Norges standardiseringsforbund(2004), EC5-1-1.pkt. 8.2.3. Ut ifra disse likningene ble resultatet som gav minst verdi valgt som dimensjonerende kapasitet for splitting av fiber normalt på fiberretningen. Her ble antall og type bolter, slisseplater og geometri valgt for knutepunktet.

I følge Serano (2015) tar ikke Eurokode 5 nok hensyn til faremomentene for splittingsbrudd hvor det er flere forbindere normalt på fiberretningen. I vårt tilfelle må vi anse knutepunktet som både en en-snittet og dobbeltsnittet forbindelse når kapasiteten skal dimensjoneres. Limtreboka viser til en alternativ metode for slike situasjoner som vi har benyttet til beregninger i vedlegg 7.

2.4.2.1 Forbindelser

Reaksjonskraften for de tre forskjellige lastkombinasjonene i knutepunktene kommer frem i en rapport som Focus genererer i resultatstadiet. Av disse reaksjonskreftene ble det verste tilfellet plukket ut og brukt som dimensjonerende krefter for kapasitetsberegning av alle knutepunkt.

2.4.2.1.1 Forbindelse mellom HUP og HEB

For at bæresystemet skal ligge utenfor bygget som et exoskeleton må det bli en avstand mellom bjelkene som skal bære hulldekkene i de tre etasjene og strekkstagene som er koblet til limtrebuen. Forbindelsen består av tre stålplater som er sveist langs hele platens høyde inntil bjelkens steg, den blir også sveist langs hele bjelkens flens til platens bredde. De to ytterste platene ligger på utsiden av strekkstaget og den midterste er slisset inn igjennom hele strekkstagets tverrsnitt. Forbindelsen til strekkstaget ble utført med gjennomgående bolter.

2.4.2.1.2 Forbindelse mellom trykk-/strekk søyle og bue

Forbindelsen som knytter buen til trykk-/strekk søyla er lik forbindelsen mellom buen og strekkstaget. Dette for å få likt antall bolter med like avstander i alle knutepunktene på buen.

Fremgangsmåten for dimensjonering er lik som beskrevet i «forbindelse mellom strekkstag og bue»

2.4.2.1.3 Forbindelse mellom strekkstag og bue

Buekonstruksjonens forbindelse mellom strekkstag og limtrebuen er kritisk siden de største aksialkreftene opptrer der. Dette er en avskjæringsforbindelse med bolter og tre slisseplater. Boltene er i fasthetsklasse 8.8, det er ingen krav til bearbeiding av kontaktflatene til grunnmaterialet (Larsen 2010, s.349). Boltene og slisseplatenes kapasitet er kontrollert i henhold til fire bruddformer:

- Avskjæring av skrueskaft
- Hullkant trykk mellom bolt og grunnmaterialet
- Utriving av grunnmaterialet
- Brudd i grunnmaterialets nettotverrsnitt

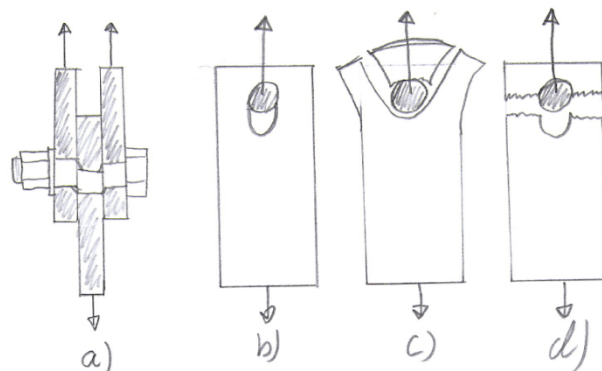


Fig.2.1 Bruddformer bolt-grunnmateriale

Bruddform 1 er illustrert i figur 2.1(a), hvor kapasiteten til bolten avhenger av fasthetsklasse og hvor på bolten skjærkreftene finner sted. I våre beregninger er boltens gjengede del belastet, noe som fører til redusert skjærkapasitet. Det tas ikke hensyn til bøyespenninger i skrueskaftet i beregningene direkte, det er for øvrig tatt hensyn til i likningens materialfaktor. Denne kapasitetskontrollen uttrykkes med:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{m2}}$$

Bruddform 2 er illustrert i figur 2.1(b). Hullkantkapasiteten er spenningen som forekommer av kontakt mellom bolteskaftet og grunnmaterialets tverrsnitt. Hullkantkapasitet avhenger av

grunnmaterialets strekkfasthet, tykkelse og hull diameter. Avstanden fra belastet kant og avstand mellom boltene er avgjørende for plastiske deformasjoner. Om avstandene blir for store vil boltehullene forbli ovale etter store påkjenninger. Denne kapasitetskontrollen uttrykkes med:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \times a_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_m 2}$$

Bruddform 3 er illustrert i figur 2.1(c). I et snitt hvor det er flere bolter på rekke, kan det oppstå strekkbrudd i grunnmaterialet. Derfor skal det oppfylles en betingelse om at:

$$N_{pl,Rd} < N_{u,Rd}$$

Bruddform 4 er illustrert i figur 2.1(d). Denne kapasitetskontrollen brukes i vår oppgave med hensyn på utrivning av en symmetrisk boltegruppe med sentrisk belastning. Det er en risiko for at det kan oppstå strekkbrudd i grunnmaterialet i nettoarealet mellom boltene. Dette kan skje til tross for at betingelser om kant til kant avstand er oppfylt. Effektiv kapasitet for utrivning av en symmetrisk boltegruppe belastet med en sentrisk kraft uttrykkes med:

$$N_{eff,Rd} = \frac{f_u \times A_{nt}}{\gamma_m 2} + \frac{f_y \times A_{nv}}{\sqrt{3} \times \gamma_m 0}$$

Slisseplatene består av tre plater, to av disse er en forlengelse av strekkstagets sider. Dette er for å redusere antall på-sveisede komponenter i knutepunktet. Midtplaten ble festet til strekkstaget ved å slisse den inn i tverrsnittet og sveist på alle sider. Dette må utføres hos autorisert sveiseverksted for å sikre kvaliteten på utførelsen.

Sveisene ble dimensjonert som kilsveiser. Sveisen er parallell med kraftretningen, det er hensiktsmessig siden kapasiteten er størst da. Kapasitetskontrollen ble utført med retningsmetode og uttrykkes som:

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma^2_{\perp} + 3 \times (\tau^2_{\perp} + \tau^2_{\parallel})}$$

Knutepunktene har blitt overdimensjonert med 12% på det minste og 61 % på det meste. Den forbindelsen som opptar mest krefter vil bli brukt i alle knutepunkter mellom strekk-/trykkstag og limtrebuen.

Strekkforbindelsen ble til slutt modellert i Ansys. Dimensjoner og avstander fra beregningene gjort i vedlegget ble benyttet og stålet fikk like egenskaper som stålet vi benytter i Focus. For

å undersøke hvor de største spenningene og deformasjonene oppsto, ble det valgt et fint nettverk av elementer på komponenten for å få et nøyaktig bilde av de kritiske punktene. Ytterplatene er en del av HUP-profilen som er blitt modifisert ved hjelp av maskinering og sveising, dette kan betraktes i figur 3.8. Midtplaten er slisset ned i HUP-profilet og sveist med kilsveis innvendig, og utvendig. Sveisen er basert på utregninger gjort på forhånd. Alle boltehull fikk grensebetingelser i sylinderens rand med fastholdelse både for translasjon og rotasjon. Siden studentversjonen av Ansys er begrenset med tanke på valgmuligheter og antall elementer ble kun en liten del av strekkstaget modellert. Aksialkraften er jevnt fordelt utover hele tverrsnittet til HUP-profilet før analysen ble kjørt.

Knutepunktet mellom limtrebuen og strekkstagene består av tre slisseplater som er slisset inn sentrisk i strekksøylens og limtrebuens tverrsnitt. Det ble også brukt bolter i denne forbindelsen, men av en større dimensjon på grunn av de betydelige resultantkreftene som belaster søylen. Boltene og slisseplatene ble dimensjonert med hensyn til avskjæring i bolter, hullkantrykk, skjærspenninger og utrivning av grunnmaterialet.

Knutepunktene i etasjeskillerene forbinder strekkstaget til en horisontal bjelke av HEB profil. HEB profilet blir påsveiset tre stålplater i bjelkens flenser og steg på begge sider. Disse sveisene ble også dimensjonert med retningsmetoden. Ytterplatene går på utsiden av strekkstaget og midtplatene slisses igjennom. Forbindelsen med strekkstaget ble utført med to rekker og rader med gjennomgående bolter. Avstanden mellom strekkstaget og bjelken utgjør en eksentrisitet ut ifra hvor de vertikale kreftene opptrer på etasjen. Derfor er boltegruppen dimensjonert både for skjær, bøyemoment og aksiale krefter.

2.4.3 Fagverskonstruksjon

Modellering av fagverkløsningen ble gjort i Revit på samme grunnlag som limtrekonstruksjonen. Fagverket ble satt opp som en statisk modell i Focus og belastet med de samme linjelastene som limtrekonstruksjonen. En lineær analyse ble kjørt og dimensjoner for de ulike komponentene ble valgt på grunnlag av analysen

Fagverket forutsettes å bli produsert i moduler hos leverandør i henhold til den geometrien som fremkommer av Focus sine resultater. Det er med samme hensikt som produksjonen av forbindelsene til buekonstruksjonen, argumentet er å minimere feil ved utførelse på byggeplass siden fagverk normalt blir sveiset.

Fagverket består av HUP profiler som strekker seg mellom plan 1 og 3. Disse er festet til søyler av samme profil som går kontinuerlig fra plan 1 til plan 3. Fagverket skal produseres med under, mellom- og overgurt i EHP profiler for å bære hulldekkeelementene.

2.4.3.1 Forbindelser

Siden EHP profilets flens er den eneste delen som utgjør eksentrisitet er forbindelsen gunstig med hensyn til bøye- og torsjonsmomenter. Hulldekkenes forankring i EHP profilet forutsettes utført i henhold til anbefalte løsninger gitt av Betongelementforeningen og Norsk stålforbund (2008).

2.5 Analyse av artikler

Artikkel 1: «Use of wood in green building: a study of expert perspectives from the UK» (2013).

Dette er en primærartikkel med en kvalitativ analyse av en spørreundersøkelse. Et utvalg av 36 eksperter delte sine oppfatninger angående temaet «green building». Det ble utført en undersøkelse i 2006, og en oppfølgingsundersøkelse i 2012. Denne artikkelen er relevant for vår analyse fordi deltagerne i undersøkelsen utfordrer tankegangen om at tre er det mest bærekraftige byggematerialet. Selv om studien omhandler eksperter fra Storbritannia, og ikke Norge så er synspunktene fortsatt relevante, siden tanken om bærekraftighet er global. Artikkelen inneholder tabeller med sammendrag av endringer i oppfatninger mellom de to undersøkelsene. Deltagerne i undersøkelsen er i stor grad eksperter som er for å bruke treverk som byggemateriale, dette kan derfor være en svakhet, og må derfor ses på med et kritisk blick. Det er også naturligvis noen deltagere som ikke var tilgjengelig i oppfølgingsfasen siden det var 6 år i mellom undersøkelsene, dette kan også være en svakhet.

Artikkel 2: «Greenhouse gas emissions during the construction phase of a building: a case study in China» (2014).

Dette er en primærartikkel som omhandler en bygning i Kina. Studien tar for seg utslippet av drivhusgasser i en konstruksjonsfase fra «vugge til grav». Artikkelforfatterne har her samlet inn primærmateriale for så å benytte dette i sitt case-studie for å komme frem til et resultat. Det er en del informative diagrammer i denne artikkelen som vi kan benytte i vår analyse, disse inneholder informasjon om hvor utslippene finne sted, om det er på byggeplassen eller i

produksjonsfasen av råmaterialer etc. Siden studien omhandler et prosjekt i Kina, og i tillegg er et case-studie så må vi være selektive når vi velger ut stoff fra denne artikkelen.

Artikkel 3: «Home smart home: a Danish energy-positive home designed with daylight» (2013).

Dette er en primærartikkel som omhandler et boligeksperiment med ekstra fokus på et smartvindu. Boligen er et smarthus som er satt opp som et nullhus i Danmark med førsteskribenten av artikkelen som prosjektleder. Eksperimentet omfatter to familier som bor i huset 1 år av gangen. Det vi kan trekke ut av denne artikkelen er deres fokus på dagslys i boliger og familienes respons på økt dagslysmengde. TEK10 har krav om at vindusareal skal være minimum 10% av bruksarealet. Huset i denne artikkelen har vindusareal som tilsvarer 40% av bruksarealet. En svakhet med denne artikkelen i forhold til vår oppgave er at dette huset er orientert og konstruert spesielt med tanke på utnyttelse av solenergi og –varme. En annen svakhet er at dette huset er et smarthus som kontrollerer utlufting, temperatur og solskjerming både automatisk og manuelt.

Artikkel 4: «Environmental life cycle assessment of bridges » (2013).

En primærartikkel som omhandler 3 forskjellige bruer oppført i Norge i form av et case-studie. Det blir i studiet utført LCA-analyser på alle 3 bruene. Det er mange likhetstrekk mellom denne oppgaven og vår på grunn av utformingen av bæresystemene.

Hovedbæresystemet til bruene i artikkelen er utformet av limtre, stål og betong, med unntak av betong så er dette noe som samsvarer med vår oppgave. Limtrebrua er basert på en buekonstruksjon, og stålbrua er basert på en stålboks-konstruksjon, det vil derfor være størst sammenligningsgrunnlag for limtrebrua.

Artikkel 5: « Dawn simulation vs. bright light in seasonal affective disorder: Treatment effects and subjective preference» (2015).

Dette er en primærartikkel som analyserer funn fra en case-studie gjennomført i Novosibirsk i Russland. Det ble gjennomført to studier over to tidsperioder, 1998-2005 og 2012-2014. Alle deltagerne ble utsatt for begge forsøkene over en periode på en uke per behandlingsmetode. Studiet er aktuelt siden det belyser den helsebringende effekten lys kan ha. Den nevnte russiske byen ligger på 55' og Norge starter på 57'. Det vil si at dagslystilgangen er dårligere i Norge. Dette har ingen betydning for overføringsverdien til vår oppgave siden studien

gjennomføres ved hjelp av kunstig lys. Studiet er en sammenligning av to behandlingsmetoder av mørketidsdepresjon. Forsøket ble utført med lamper tett inntil ansiktet. Vi kan benytte resultatet siden styrken på lampene ikke kommer i nærheten av naturlig dagslys og vi er ute etter den helsebringende effekten av dagslys og lys.

2.6 Sammenligningsgrunnlag

Siden det i vår oppgave var hovedbæresystemene som skilte seg fra hverandre, så ble det også disse to som måtte stilles opp mot hverandre med tanke på miljø og økonomi. Dette gjorde at det ble mindre komplisert enn først antatt å konkludere med hva slags løsning som hadde størst innvirkning på miljøet. Ved å hente ut data fra modellerte bygg i Revit kunne vi beregne nøyaktig hvor mye materialer og kjemikalier som vil bli brukt på konstruksjonene.

Ved hjelp av dimensjoneringen og modelleringen i Revit dannet vi et grunnlag for vindusplasseringen og det estetiske resultatet for øvrig. På denne måten kunne vi enkelt måle hvor stort areal som kunne utnyttes til vinduer, og hadde derfor et målbart grunnlag. Vi kunne i tillegg benytte disse modellene til en estetisk vurdering, dette ble utført ved hjelp av å benytte en ekstern kilde med kompetanse innen arkitektur. Arkitekten ble tilsendt et visuelt bilde av løsningene og 6 spørsmål, disse kan ses i henholdsvis vedlegg 2 og 3.

3 Resultat

3.1 Limtrekonstruksjon

Figur 3.1 viser modell av bæresystemet til limtrekonstruksjonen med korrekte dimensjoner utført i Revit. Dette var utgangspunktet for videre dimensjonering i Focus konstruksjon og plassering av vinduer. Vertikale skiver som skal ta opp vind- og skjevlaster sammen med den horisontale skiven av hulldekker kan også betraktes.

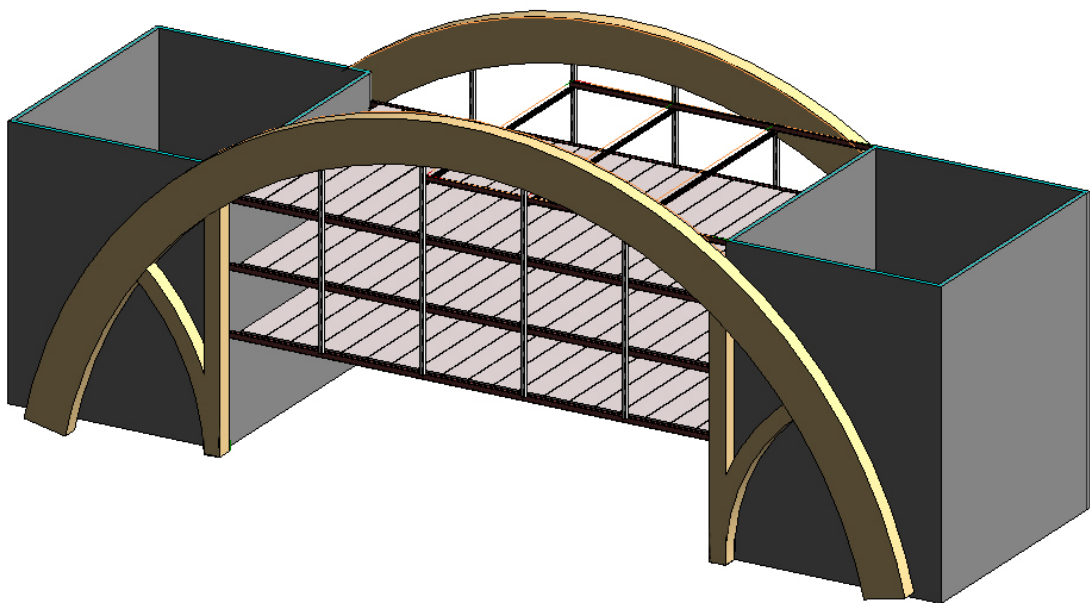


Fig.3.1 Buekonstruksjon tegnet i Revit

Figur 3.2 viser resultatet av analysen gjort i Focus med aktuelle bruddformer. Fargene representerer kapasitetsutnyttelsen på komponentene i konstruksjonen. Søylen i høyre hjørnet indikerer kapasitetsutnyttelsen fra 0 til 100%, rødt indikerer overbelastning. Modellen har størst kapasitetsutnyttelse i knutepunktet til høyre, der streken snitter buen på 97%.

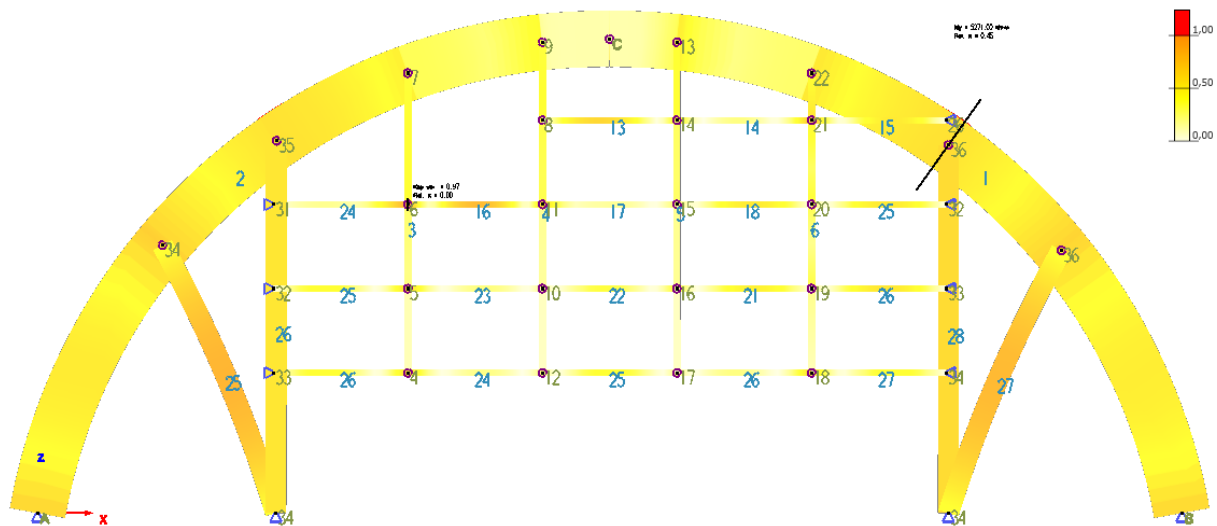


Fig.3.2 Buekonstruksjon tegnet i Focus Konstruksjon

Figur 3.3-3.5 viser en grafisk fremstilling av kreftene og hvordan de virker på modellen. Figur 3.6 viser nedbøyningen som fremkommer på grunn av kreftene som er påført. Maksimalt kraft eller nedbøyning er lokalisert der buen er snittet med en rett linje.

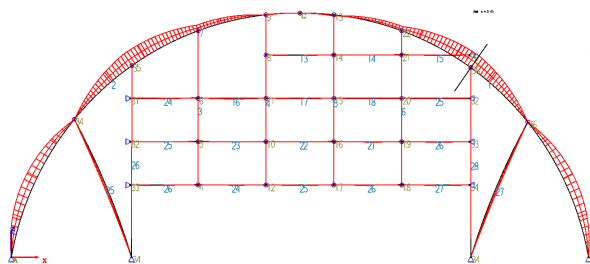


Fig.3.3 Moment i buekonstruksjonen

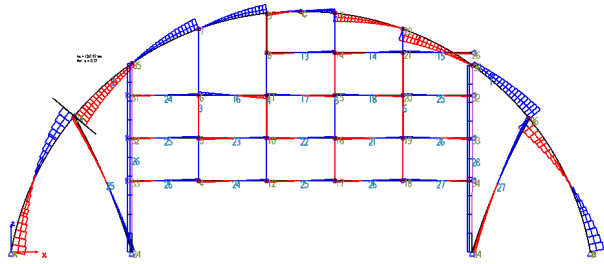


Fig.3.4 Skjærkrefter i buekonstruksjonen

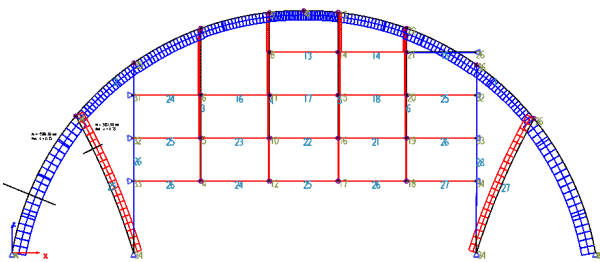


Fig.3.5 Aksialkrefter i buekonstruksjonen

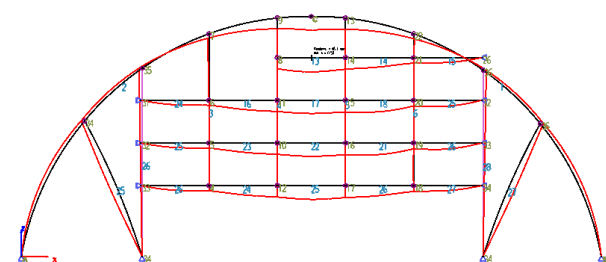


Fig.3.6 Nedbøyning i buekonstruksjonen

Maksimal oppredende kraft eller nedbøyning:

- Moment, figur 3.3: 5017kNm
- Skjærkraft, figur 3.4: 1425kN
- Aksialkraft, figur 3.5: 5672kN(trykk)

- Nedbøying, figur 3.6: 70,7mm

Nedbøyingen som vises i denne analysen er en samlet nedbøying som inkluderer limtrebuens nedbøying, og er derfor feilaktig.

Ny analyse av den aktuelle bjelken med lik påsatt kraft ga disse resultatene i bruksgrense:

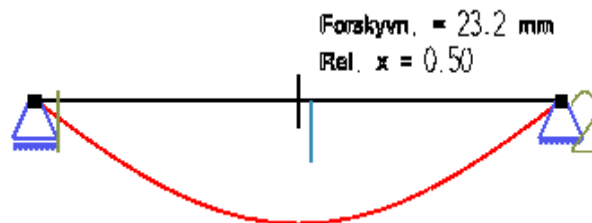


Fig.3.7 Lokal nedbøying i buekonstruksjon

$$23,2\text{mm} < \frac{l}{200} = \frac{4800\text{mm}}{200} = 24\text{mm} \rightarrow \text{OK}$$

3.1.1 Strekk- og trykkforbindelse

Modelleringen av strekkforbindelsen ble gjort i Ansys for å analysere forbindelsen for belastning i bruddgrensetilstand.

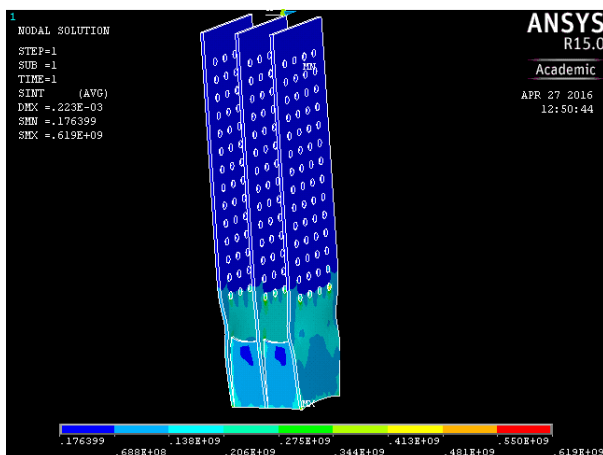


Fig.3.8 Forbindelse strekkstag-limtrebue

Figur 3.8 viser hele strekkstagets reaksjon på belastningen. De blå feltene representerer områder med minimum spenning på $1,79 \cdot 10^{-7} \text{N/mm}^2$, det vil si ifølge denne analysen og de grensebetingelser vi har satt at områdene er uvesentlige for å holde belastningen med tanke på stålets kapasitet. Det er tydelig at de nederste boltehullkantene opptar de største spenningene fra 275N/mm^2 til 619N/mm^2 . Stålets dimensjonerende spenningskapasitet er $355 \text{N/mm}^2 / 1,05 = 338 \text{N/mm}^2$, noe som medfører spenningsbrudd i stålet. I realiteten vil alle

boltene fordele kraften seg imellom, det resulterer også i at spenningene blir mer fordelt utover forbindelsen. Denne analysen blir lagt lite vekt på i oppgaven siden beregninger gjort i henhold til NS-EN 1993-1-1 (2008) og NS-EN 1993-1-8 (2008) viser at forbindelsen holder med hensyn til spenninger.

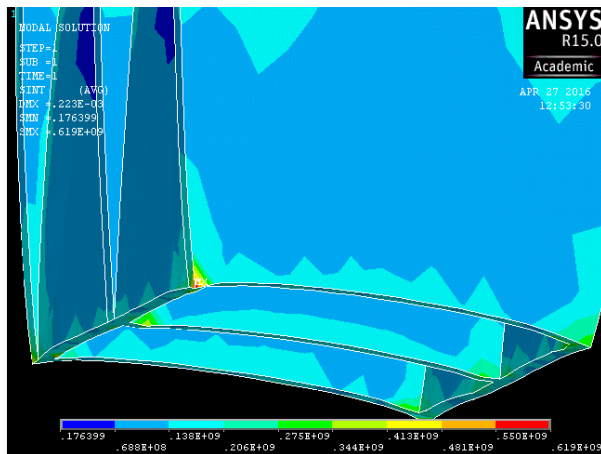


Fig.3.9 Lokasjon av påsatt kraft i strekkstag

Figur 3.9 viser hvor den største deformasjonen finner sted, den er av størrelse 0,22mm. Dette resultatet kan det også stilles spørsmål ved, siden det kun er muligheter for å legge inn 256000 noder i modellen. Vår modell har 226000 noder og kun 185mm av strekkstagets totale lengde på grunn av begrensningene studentversjonen av programmet har.

3.1.2 Forbindelse mellom trykk-/strekk søyle og bue

Denne forbindelsen er lik strekkforbindelsen, men den blir lik i trykksøylen som i limtrebuen med hensyn til antall bolter og dimensjoner på slisseplatene. Resultantkraften er antatt å virke 45 grader på forbindelsen, i realiteten er denne vinkelen 23 grader, men vår antagelse er mer konservativ. Til tross for konservative valg er denne forbindelsen overdimensjonert på grunn av mindre oppredende krefter enn i strekkstaget.

3.1.3 Forbindelse mellom strekkstag og bjelke

Dette er en momentstiv forbindelse og er kontrollert for både skjær og moment i boltegruppen. De tre stålplatene er kontrollert for hullkanttrykk, utrivning av grunnmaterialet og skjær i nettotverrsnitt.

3.2 Fagverkskonstruksjon

I likhet med resultatene fra limtrekonstruksjonen viser figur 3.10 en modell av bæresystemet til fagverkskonstruksjonen med korrekte dimensjoner utført i Revit. Dette var utgangspunktet for videre dimensjonering i Focus konstruksjon og plassering av vinduer.

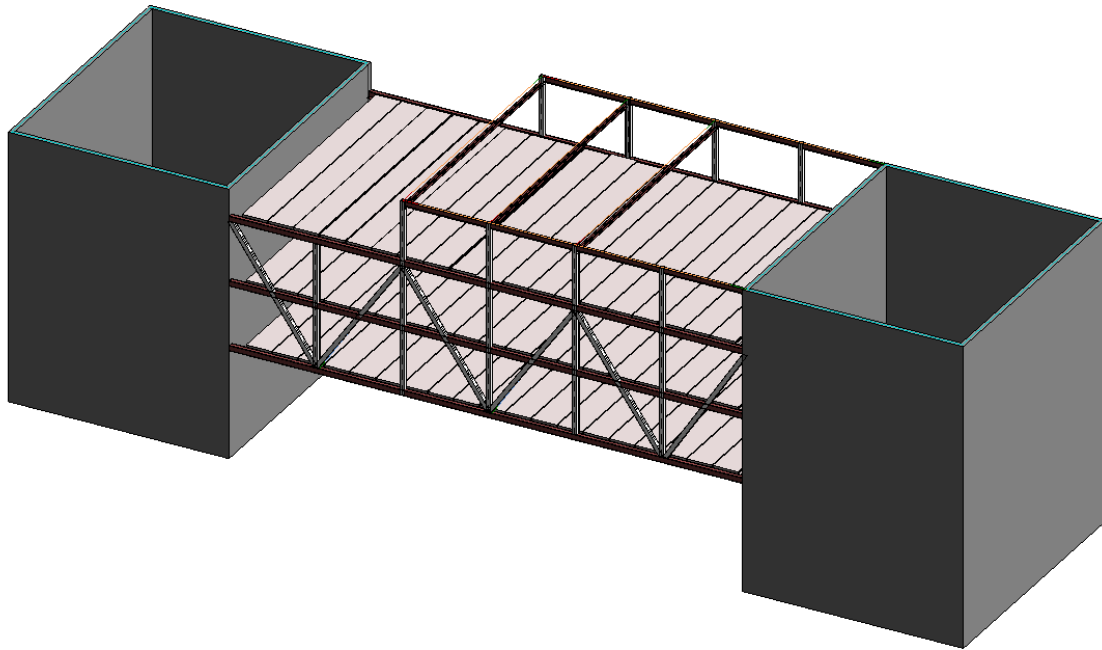


Fig.3.10 Fagverkskonstruksjon tegnet i Revit

Figur 3.11 viser resultatet av analysen gjort i Focus Konstruksjon med aktuelle bruddformer. Fargene representerer kapasitetsutnyttelsen på komponentene i konstruksjonen. Fagverkskonstruksjonen har størst kapasitetsutnyttelse i staget til høyre på 97%.

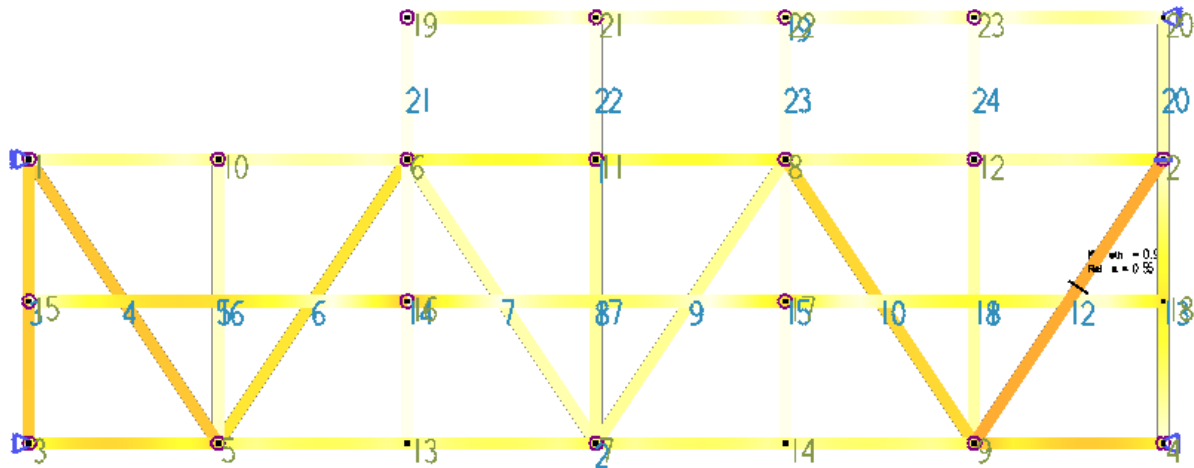


Fig.3.11 Fagverkskonstruksjonen tegnet i Focus

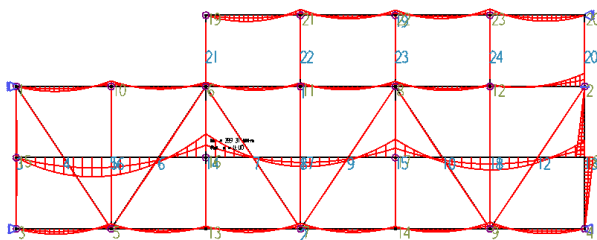


Fig.3.12 Moment i fagverkskonstruksjonen

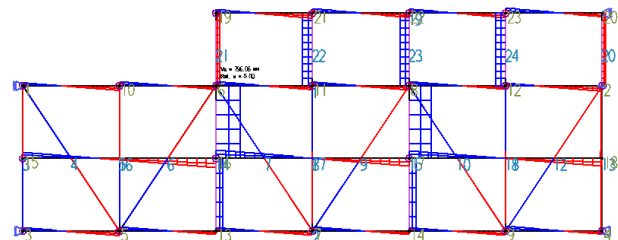


Fig.3.13 Skjærkrefter i fagverkskonstruksjonen

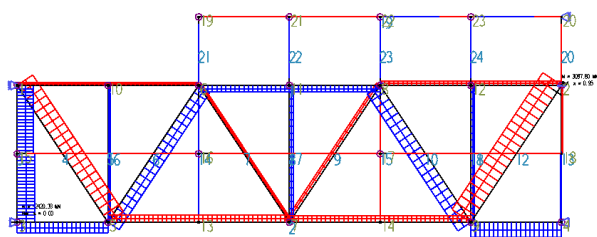


Fig.3.14 Aksialkrefteri fagverkskonstruksjonen

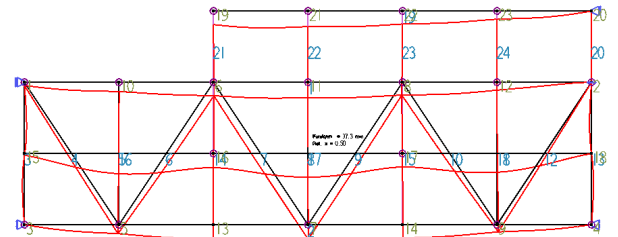


Fig.3.15 Nedbøyning i fagverkskonstruksjonen

Maksimal opptredende kraft eller nedbøyning:

- Moment, figur 3.12: 330kNm
- Skjærkraft, figur 3.13: 742kN
- Aksialkraft, figur 3.14: 3060kN(trykk)
- Nedbøyning, figur 3.15: 36,5mm

Nedbøyingen som vises i denne analysen blir også feilaktig i forhold til de enkelte bjelker, da den tar hensyn til hele konstruksjonens forflytning.

Ny analyse av den aktuelle bjelken med lik påsatt kraft ga disse resultatene i bruksgrense:

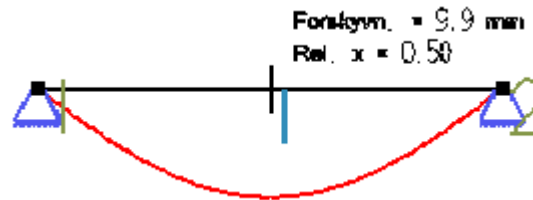


Fig.3.16 Lokal nedbøyning i fagverkskonstruksjonen

$$9,9\text{mm} < \frac{l}{200} = \frac{4800\text{mm}}{200} = 24\text{mm} \rightarrow OK$$

3.3 Forbruk av materialer ved oppføring og vedlikehold

Ved hjelp av rapporten som genereres av Focus Konstruksjon (se vedlegg 5 og 7) får vi oppgitt følgende totale laster av materialer på bærekonstruksjonene for en side:

Tabell 3.1 Egenlast konstruksjonselementer

Materiale	Enhet	Limtrebue	Fagverk
Limtre	kN	474	
Konstruksjonsstål	kN	93,4	167,6

Se vedlegg 1 for utregning og omregning av materialer. Tabell 3.2 viser det totale forbruket av materialer for begge løsninger.

Tabell 3.2 Mengde materialer i konstruksjonene

Materiale	Enhet	Limtrebue	Fagverk
Limtre	Kg	96 800	
Limtre	m ³	224,8	
Konstruksjonsstål – HE220B	kg	12 357	
Konstruksjonsstål – HUP250x250x10,0	kg	6702	14 940
Konstruksjonsstål – EHP250x6-200x30-352x15	kg		19 231
Konstruksjonsstål – Total overflate	m ²	310	424,8

I tillegg må materialene beskyttes mot vær, korrosjon og brann. Tabell 3.3 viser forbruk av kjemikalier til dette. Limtrebuen impregneres med miljøvennlig tungmetallfri impregnering og overflatebehandles med to strøk av Jotun Visir. Stålet som utgjør strekkstagene i bueløsningen blir behandlet med epoxygrunning, brannhemmende maling og ett lag polyuretanlakk. Stålet i fagverket blir behandlet med epoxygrunning og brannhemmende maling siden denne konstruksjonen ikke blir synlig.

Tabell 3.3 Mengde overflatebehandling

Materiale	Enhet	Limtrebue	Fagverk
Epoxygrunning	liter	60	80
Brannhemmende maling	liter	60	80
Polyuretanlakk	liter	60	
Jotun Visir	liter	120	

I følge FDV-dokumentasjonen som er utformet av Moelven Limtre(Moelven 2011) skal utvendig impregnert limtre av furu overflatebehandles etter oppføring med Jotun Visir eller tilsvarende. Videre vedlikehold utføres ved å jevnlig etterse konstruksjonen og utforme rutiner for ny overflatebehandling med samme mengde som ved oppføring, se tabell 3.4. Synlige feil i konstruksjonen utbedres omgående, antatt levetid på bygget er 100 år.

Tabell 3.4 Mengde vedlikeholdsmaterialer gjennom konstruksjonens livsløp

Materiale	Enhet	Limtrebue	Fagverk
Polyuretanlakk	liter	240	
Jotun Visir	liter	720	

Når det gjelder fagverkløsningen blir konstruksjonen rutinemessig overflatebehandlet på de delene av konstruksjonen som er utsatt for vær og vind. Se tabell 3.5 for intervaller.

Tabell 3.5 Vedlikeholdsintervaller

Bæreløsning	Visuelt ettersyn	Overflatebehandling
Limtrebue	Hver 12.måned	Hvert 15.år
Stål	Hver 12.måned	Hvert 20.år

3.4 Miljøpåvirkninger

Materialforbruket er brukt som faktor for å kunne måle miljøpåvirkningene til de to bæreløsningene. Stålförbruket kan måles direkte, men ved å bruke miljødeklarasjoner blir resultatet mer korrekt. Miljøpåvirkningene er basert på en levetid på 100 år for stålet, og 60 år på limtre.

På sidene til EPD-Norge er det ikke blitt publisert noen spesifikk miljødeklarasjon for lakk og maling som blir benyttet i denne studien, resultater vedrørende dette utgår på bakgrunn av dette.

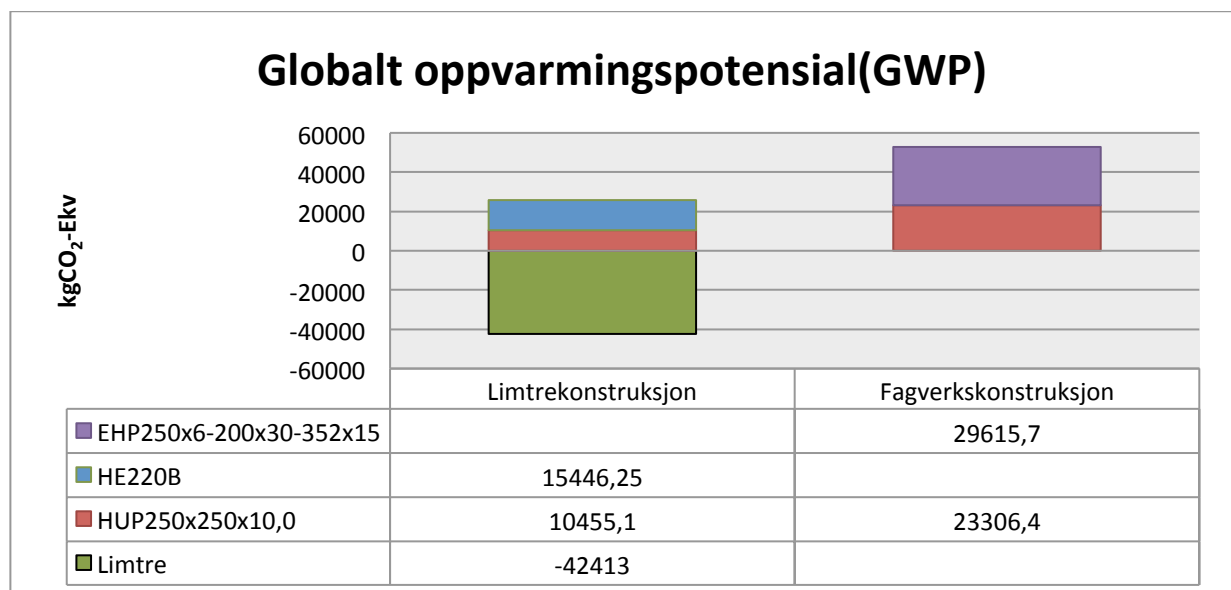


Fig.3.17 Globalt oppvarmingspotensial

Diagrammet i figur 3.17 er utarbeidet ved hjelp av miljødeklarasjonene for Hatteprofil(2014), H-bjelke(2014), Hulprofil(2014) og Limtre(2015). Disse er publisert på EPD-Norge sine nettsider. Enheten er angitt i kgCO₂-ekvivalenten. Se vedlegg 10 for utregninger. I følge Moelven(personlig kommunikasjon, 6.mai 2016) er det ikke utarbeidet miljødeklarasjon for impregneret limtre av furu, vi fikk derfor ikke inkludert dette i vår analyse.

3.5 Estetikk

World Architecture Festival deler ut en av verdens mest anerkjente utmerkelser i forskjellige byggkategorier. Ved å sammenligne vinnerne fra de siste 5 årene i boligkategorien ser man at mange vinnerprosjekter henter inspirasjon fra naturen, er nytenkende og har rik tilgang på dagslys.

Konstruksjonsutdanningen innebærer mye dimensjonering, men har lite fokus på estetikk. For å få en formening om hva våre løsninger og valg har å si rent estetisk, har vi valgt å rådføre oss med en sivilarkitekt om synspunkter på de to løsningene. I følge sivilarkitekt T. Myhrer vil fagverksløsningen gi fasaden et utseende som gjør det lettere å integrere bygget i nærmiljøet. Det som skiller seg mest ut med fagverksløsningen er vinduene. Disse foreslås enten byttet ut med hele rektangler eller la dem følge fagverket, men synliggjøre fagverket i fasaden. Rektangulære vinduer for å skape et strammere fasadeuttrykk (personlig kommunikasjon, 27.april 2016). Spesialtilpassede vinduer for å skape et særegent uttrykk. Borkeplassen i Trondheim er et godt eksempel hvor synliggjøringen av fagverket er utført på en estetisk tilfredsstillende måte.

Store exoskeleton i limtre kan tilføre et positivt uttrykk til bygget dersom det er utført og designet godt. NTNU i Gjøvik og Treet i Bergen er eksempler hvor godt design med fungerende integrerte løsninger bidrar til å gi bygget et ekstra estetisk løft. Bruken av fagverk, buer og andre løsninger basert på bruteknologi er ikke veldig utbredt i byggsammenheng. Konsekvensen av dette er at utseendemessig kan bygget kan minne mye om en bru. Dette stempelen blir ikke borte, men inntrykket kan forminskes ved å integrere bæreløsningen bedre i bygget. Det kan gjøres ved å for eksempel felle limtrebuen inn i den øvrige konstruksjonen eller forme taket etter buen. Slik løsningen fremstår nå vil den være feilplassert i forhold til bygget for øvrig og nærliggende bygg.

3.6 Livskvalitet

Det første som påvirker oss om morgenen er lyset. Dagslys er viktig for produksjonen av blant annet D-vitamin, serotonin og cortisol. Serotonin og cortisol er nødvendig for at vi skal våkne om morgenen og være opplagt gjennom dagen. Serotoninmangel kan i noen tilfeller forårsake depresjon (Encyclopædia Britannica 2015).

Dagslys er også viktig for å stoppe produksjonen av kroppens søvnhormon, melatonin. Melatonin er spesielt viktig for døgnrytmen, men bidrar også i immunsystemet, til menstruasjonssyklusen og det har antiagingsegenskaper. Kroppen starter produksjonen av dette når det er mørkt og fortsetter å skille det ut så lenge lys er fraværende. Produksjonen opphører så snart lys treffer netthinnen og forblir undertrykt så lenge det er god tilgang på lys der vi befinner oss. Kroppen slutter ikke produsere dette hormonet etter en natts søvn dersom det er mørkt i boligen. (Encyclopædia Britannica 2015)

I følge en Europeisk undersøkelse utført av Velux (Healthy Home Barometer 2015) har nordmenn liten kunnskap angående viktigheten av dagslys. Undersøkelsen viser at nordmenn er de som mener dagslyset har minst betydning for et godt innemiljø og for helsen til tross for at Norge har minst dagslys tilgjengelig av de deltagende landene. Det kommer også frem i undersøkelsen fra Velux at nordmenn prioriterer forbedring av vegger og tak fremfor ekstra vinduer. Vi blir daglig oppfordret til å pusse opp boligen av tv- og radioreklamer. Her er de største isolasjonsprodusentene aktive og snakker om nødvendigheten med å velge riktig isolasjon på grunn av det norske klimaet. Det opplyses lite eller ingen ting om viktigheten med dagslys og et godt inneklima. Norge har en sterk tradisjon med selvbyggere. Selvbyggerne blir som regel oppdatert på dagens krav til isolasjon, vinduer og tetning gjennom byggevarerforhandlere. Også her nevnes ingen ting om de andre faktorene som bidrar til et godt innemiljø. De oppfordres til å ta energibesparende valg når de skal pusse opp boliger og det innebærer som regel oppgradering av isolasjonen i vegger og tak. Når det gjelder vinduer, blir vi oppfordret til å bytte dem ut når de har nådd den antatte levetiden. Norske Arkitekters Landsforbund hadde i 2013 et nummer der de har forsket på dagslys i skolebygninger (Houck, 2013). Sakene dette nummeret tok opp skapte bred diskusjon i NRK's TV- og radioavdeling og i forskjellige aviser rundt om i landet blant annet fordi det kom frem at dagslys stort sett var den tapende part når det gjaldt prioritering av behov i klasserommet.

Direktoratet for Byggkvalitet (DIBK) har en veiledningen til TEK10 som blant annet inneholder en formel fra den svenske standarden hvor man enkelt kan kontrollere mengden dagslys (DIBK 2011). De tekniske forskriftene presiserer grundig hva som er minstekravene til mengden dagslys og størrelse på vinduer i oppholdsrom i boliger og arbeids- og publikumsrom i offentlige bygninger(DIBK). SINTEF Byggforsk har i tillegg et eget datablad tilegnet beregning av dagslysinfall og sparemulighetene dette gir (Sintef Byggforsk 2004).

En russisk studie (Danilenko & Danilenko 2015) i tidsperioden 1998-2005 og 2012-2014 tok for seg behandling av mørketidsdepresjon ved hjelp av sterkt lys og simulering av soloppgang ved oppvåkning. Begge disse metodene viste seg å hjelpe mot depresjon. Denne studien forsøker å fortelle noe om hvor viktig lys er for mennesker.

Det er ikke bare tilgang på dagslys som er viktig for vår oppfatning av innemiljøet, men også muligheten til utsyn. Dagslys kan sendes til avsidesliggende rom i bygninger via lystunneler, men det gir ikke menneskene i rommene muligheten til å se ut. Vår oppgave sammenligner vindusareal og dagslystilskudd ved bueløsningen og fagverksløsningen og analyseres med hensyn til livskvalitet.

Resultater fra oppmåling av vindusareal i Sketchup:

Tabell 3.5 Vindusareal

Limtrebue	Fagverk
96,58m ²	106,96m ²

Resultatene viser at man får utnyttet mindre av arealet til vinduer ved bruk av limtrebue kontra fagverk som bæreløsning. Vinduene er plassert etter vår vurdering og hva som vi syntes ser bra ut. Som tidligere nevnt er kravet i TEK10 til vindusareal 10% av bruksarealet. Leilighetene er 96 m² som tilsier at minstekravet til vindusareal er 9,6 m². Bueløsningen gir 12,07 m², som tilsvarer 12,6%, og fagverksløsningen gir 13,37 m², som tilsvarer 14%.

3.7 Økonomi

Vi fikk tilsendt tall for å foreta et grovt anslag på kostnadene til de to løsningene av veileder hos Norconsult AS (personlig kommunikasjon, 06.mai 2016). Vi var kritiske til disse tallene fordi dette var antagelser uten hensyn til konstruksjonenes form tatt i betraktning. Vi valgte derfor å ta kontakt med Moelven Limtre AS for et bedre prisanslag på buekonstruksjonen og Armec AS for prisanslag på fagverkskonstruksjonen.

Buen og søylene av limtre er unike for dette prosjektet. Fremstillingen av komponentene gjøres etter standardiserte prosedyrer og fremgangsmåter, men siden dimensjonen og formen på komponentene ikke er standardisert betyr det at alt gjøres for ”første” gang.

Dette innebærer at det går flere timer med i produksjonen enn ved fremstilling av lagerført limtre og blir dermed dyrere å produsere enn standard limtre. Disse faktorene gjør at prisen på prosjektlimtre er 25 000 kr/m³ inkludert mva.

Kostnad til vinduer er beregnet ut ifra Natres prisliste for 2016 benyttet (Natre 2016). For å oppfylle kravet til store vinduer er priser for fastkarmsvinduer med u-verdi på 0,7 valgt. Som antatt må prisen på tilpassede vinduer beregnes av produsent og prisen per vindu vil nærmest dobles i følge avdelingsleder Ø.Granum ved Natre vinduer (personlig kommunikasjon, 2.mai 2016). Ved beregning av vindusareal har vi gjort noen forenklinger for å få best mulig sammenligningsgrunnlag. Vindusarealet til leilighetene i plan 3 i fagverkskonstruksjonen er større enn i plan 1 og 2. Dette arealet er forenklet til å bli likt i alle leiligheter.

Buekonstruksjonens vindusareal er minst og dermed det vi benytter i begge konstruksjonenes beregning. Se vedlegg 11 for utregninger.

Fagverksløsningen blir som tidligere nevnt produsert som enkeltelementer hos leverandør og transportert til byggeplassen der de boltes sammen. Fagverksløsningen byr ikke på noen kompliserte vinkler eller komponenter og det vil derfor ikke forekomme merkostnader i samme form som for limtreøsningen.

Tabell 4.1 viser tall fra beregninger gjort av priser oppgitt av produsenter og mengdeenheter fra rapporter gitt av Focus konstruksjon og Google SketchUp.

Tabell 4.1 Tall fra produsenter

Materiale	Bueløsning	Fagverksløsning
Limtre, 25 000 kr/m ³	5 620 000 kr	
Konstruksjonsstål, 28 kr/kg	533 652 kr	956 788 kr
Vinduer	401 248 kr	551 716 kr
Pris totalt	6 554 900 kr	1 508 504 kr

4 Drøfting

4.1 Konstruksjonene

Fagverkskonstruksjonen fordeler momentene i over- og undergurten og aksiale krefter i trykk- og strekkstavene. Det lar seg gjøre ved å ha momentfrie ledd i knutepunktene. Det største momentet som oppstår i gurten i fagverket er 15 ganger mindre enn det største momentet i buekonstruksjonen. Hovedårsaken til de store opptredende momentene i buen er grunnet konstruksjonens evne til å ta opp punktlaster. Generelt har buekonstruksjonen et geometrisk fortrinn for jevnt fordelte permanente laster ved at buen følger trykklinjen til den mest kritiske lastkombinasjonen (Crocetti 2015). Dette fortrinnet utgår ved store konsentrerte laster.

Total nedbøyning er også 1,9 ganger større i buekonstruksjonen enn i fagverkskonstruksjonen. Det skyldes at fagverket tar opp jevnt fordelte krefter fra etasjene og generelt er en stivere konstruksjon. Stor nedbøyning i en buekonstruksjon kan reduseres ved å utforme buen annerledes, men dette vil ført til negative konsekvenser i forhold til det estetiske og utsyn fra bygget.

Det kan stilles spørsmål ved effektiviteten av buekonstruksjonen kontra fagverkskonstruksjonen. Buekonstruksjonen er utformet på en slik måte at det oppstår store krefter i form av strekk 90 grader på fiberretningen kombinert med strekk i fiberretningen ved knutepunkt 36 og 34. Dette er en uheldig kombinasjon for limtre på grunn av en relativt liten strekkfasthet og fører til et stort tverrsnitt. Vi ser på resultatene at det oppstår mye større krefter i buekonstruksjonen enn i fagverkskonstruksjonen som tilsynelatende er en mer effektiv konstruksjonen for å ta opp kreftene. Hvis buen hadde vært uformet med en spissere form og tilhørende mindre radius ville buen vært en mer effektiv konstruksjon. Det ville ikke vært nødvendig med søyler for å støtte opp nåværende løsning grunnet store momenter. En spiss bue overfører kreftene i større grad i form av trykk, dette er den mest gunstige belastningen for en slik type konstruksjon. I vår konstruksjon måtte buen utføres med en relativt stor radius i x-retning for å minimere hinder av utsyn fra vinder i spennet.

Nedbøyingskravet vi har valgt, $\frac{L}{200}$, er et lite konservativt valg med hensyn til vinduene. Et krav på $\frac{L}{300}$ mer hensiktsmessig. Vi er kritiske til nedbøyningen som buekonstruksjonen oppnår i bruksgrensetilstand på 23mm lokalt og 70,7mm sammenlagt globalt og lokalt. Det kan

resultere i skader på vinduene i form av sprekkdannelser eller kollaps. For å redusere nedbøyingen for buekonstruksjonen, er det som nevnt i avsnittet over å endre buens fasong.

Det samme kravet er valgt for fagverkskonstruksjonen, men der oppnås det kun 37,3mm nedbøyning sammenlagt global og lokal nedbøyning. For fagverkekonstruksjonen sin del holder den kravet vedrørende lokal nedbøyning men ikke for global og lokal nedbøyning sammenlagt. For å sikre seg med hensyn til vinduene er det nødvendig å øke tverrsnittene i fagverket.

4.2 Miljø og vedlikehold

Hva slags innvirkning et materiale har på miljøet, og hva slags konsekvenser det har for fremtiden vår, er en viktig faktor å ta hensyn til når man skal vurdere hva slags alternativ som skal benyttes i et prosjekt.

Vi fikk i likhet med Hammervold, Reenaas og Brattebø(2013) et resultat som indikerer at tre er mye mer miljøvennlig enn stål. Dette resultatet kommer hovedsakelig av at treverk før hogst er en O₂-produsent. CO₂-avtrykket som kommer av produksjon er også vesentlig mindre hos limtre kontra stål.

Mangel på miljødeklarasjon på impregnert limtre vil være til fordel for buekonstruksjonen da det blir sett på som rent treverk. Fordelen vil allikevel ikke være av stor størrelse da det er tenkt å bruke en tungmetallfri impregnering.

4.3 Estetikk

Design spiller en stor rolle når man skal foreta et valg, spesielt når det gjelder store synlige endringer på bygg. Designets fremtoning er meget relevant i denne oppgaven fordi de to bæreløsningene vil gi store forandringer i fasaden. Bæreløsningene presentert i denne oppgaven er utformet med hovedfokus på funksjonalitet og bæreevne. Deltagerne er som lekfolk å regne når det kommer til å vurdere det estetiske ved utformingen av byggene. Vi rådførte oss med sivilarkitekt T. Myhrer for å få veiledning til å vurdere den estetiske utformingen av løsningene. Denne korrespondansen har gitt oss et innblikk i hvordan arkitekt og konsulent samarbeider for å finne estetiske bygg som tåler påkjenningene de blir utsatt for.

Vi ønsker at begge bæreløsningene skal gi bygget et særegent uttrykk. Det vil vi løse ved å tydeliggjøre fagverket i fasaden med store vinduer som følger fagverkets form og plassering. Fagverksløsningen vil gli inn i bybildet som et vanlig bygg med særegne vinduer. Innspillene

fra T. Myhrer gikk ut på å enten benytte rektangulære vinduer eller å fremheve fagverket i fasaden og la vinduene følge fagverket (personlig kommunikasjon, 3. Mai 2016). Med dagens byggeskikk er det ikke uvanlig å gi bygg et særegent uttrykk i form av ukonvensjonelle vinduer.

Bueløsningen blir mer som en massiv skulptur og vil da automatisk være et blikkfang i bybildet. Buen vil gi bygget et ekstra særpreg siden det er veldig uvanlig å kombinere denne uttrykksformen med bygg. I bueløsningen går vi for et kraftfullt utseende med kraftige, synlige limtrebuer og –søyler, store vinduer hvor vi i tillegg er mer fleksible med vindusplasseringen i forhold til ved fagverksløsningen. Tanken var at en massiv limtrebue kombinert med den planlagte teglfasaden ville gi et røft utseende og en naturlig kombinasjon mellom stein og treverk

Den største svakheten med resultatene som kommer frem rundt estetikk er at selv om det er en sivilarkitekts meninger, er det en enkeltpersons subjektive meninger. Det som gir resultatet mer slagkraft er at flere sivilarkitekter ble involvert ved analysen av byggene. Selv om det var kollegialt konsensus, kan en spørreundersøkelse med flere deltagere gi et annet resultat.

4.4 Livskvalitet

Byggets geografiske plassering og orientering vil være den samme ved begge løsninger. Dermed vil bare de forskjellige problemene løsningen byr på ha innvirkning på utsyn og dagslys. Fagverksløsningen vil by på problemer når det kommer til plassering av vinduer og vinduernes utforming for å tilpasses stagenes plassering og vinkel. Bueløsningen vil by på problemer med tanke på at buen vil dekke noe vindusareal før og etter spennet. Ved oppstart med oppgaven trodde vi at fagverksløsningen ville gi minst dagslystilsjudd inn i boligen. Denne antagelsen bygde på at ved fagverksløsningen er det mer hindringer inni veggen som skaper trøbbel ved utforming og plassering av vinduer. Dimensjonen på buen ble mye større enn først antatt slik at denne dekket mer vindusareal enn det som ble borte ved en fagverksløsning.

Livskvaliteten i denne oppgaven har blitt definert ved å se på vindusareal siden alle andre faktorer som beliggenhet, orientering, nærliggende bygg og inneklime for øvrig er identisk. Vinduene er plassert i ut ifra hva vi syntes ser bra ut, dette har resultert i det kvadratmeterarealet som er oppgitt i resultatene. Vi har ingen kompetanse på det estetiske

området, og det kan derfor være en svakhet ved denne metoden å måle vindusarealet på, fordelen går uansett til fagverkløsningen i vår oppgave.

Leilighetenes utforming gir lite løpemetere fasade per boenhet. En konsekvens av dette er begrenset vindusareal per leilighet. Teknologiske fremskritt gjør at vinduer kan utnyttes på en bedre måte enn tidligere ved å automatisere dem og utstyre boligen med smarthusteknologi. En dansk casestudie (Hansen, Olesen og Mullins, 2013) forsker på virkningen og effekten av nettopp dette. Energiforbruk kan minskes og innemiljø kan forbedres med denne teknologien.

4.5 Økonomi

Det er stor prisforskjell på tallene som er oppgitt for limtre per kubikk fra ekstern veileder og Moelven Limtre. Siden Moelven tok utgangspunkt i utformingen av limtrebuen syntes vi det er naturlig og logisk å vurdere med den prisen. Prisforskjellen fra ekstern veileder og Armec AS er minimal. Prisene kan variere mellom leverandørene, men vi har valgt å bruke tallene fra en konkret produsent siden disse er mer korrekte enn de gitt av veileder basert på veileders antagelser. Som resultatene viser så er helt klart fagverkskonstruksjonen det rimeligste alternativet med bare 23% av prisen til buekonstruksjonen. De tilpassede vinduene er dyrere enn standardvinduene, men denne prisforskjellen er ubetydelig i forhold til prisforskjellen mellom fagverk og bue.

5 Konklusjon

- Er vår løsning realistisk og gjennomførbar?

Buekonstruksjonen vi har valgt har vist seg å være lite effektiv i forhold til hvor massiv den er. Det skyldes som nevnt i drøftingen at bue konstruksjoner mister i all hovedsak sitt geometriske fortrinn når punktlaster dominerer lastbildet. De dimensjonene limtrekomponentene må ha, forhindrer mer vindusarealer enn det fagverkskonstruksjonen gjør. Dermed er forutsetningen for valget av denne løsningen ikke oppfylt. Buekonstruksjonen lar seg gjennomføre men den er ikke et realistisk valg. Den bærekonstruksjonen som egner seg best for dette spennet er etter vår oppfatning fagverkskonstruksjonen med hensyn til konstruktive egenskaper.

- Er dagslys viktig for vår helse?

Dagslys er viktig for både vår psykiske og fysiske helse. Dagslys bidrar til trivsel og er viktig for at kroppen skal fungere fysiologisk.

- Blir det forskjell i mengden dagslys i boligene ved de to løsningene?

Ved å regne på vindusarealet vi har bestemt, er det fagverksløsningen som tilfører boligen mest dagslys. Dimensjonen på limtrebuen ble av en slik størrelse at den dekker for mye dagslys. Den endelige utformingen og plasseringen av vinduer er opp til arkitekt og byggherre. Begge løsningene gjør at kravet til vindusareal gitt i TEK10 kan oppfylles for hver enkelt leilighet.

- Hvilken løsning er mest økonomisk, mest estetisk og mest miljøvennlig?

Fagverksløsningen står frem som den klare vinner her. Med kostnad på ca. en fjerdedel av limtrebuen vil det være en vesentlig faktor i videre vurdering. Exoskeleton av limtre er ikke en utbredt metode, men det er derimot ukonvensjonelt utformede fasader. Muligheten for å gi bygget et stramt og moderne uttrykk gir fagverkskonstruksjonen et estetisk fortrinn. Siden stål ikke er fornybart og setter et større CO₂-avtrykk ved produksjon er limtrekonstruksjonen den mest miljøvennlige.

Buekonstruksjonen i limtre kan være aktuell for andre bygg med mindre laster i spennet og der hindring av utsyn ikke er en faktor. På grunnlag av dette vil vi anbefale fagverkskonstruksjonen i det aktuelle spennet.

6 Litteraturhenvisning

-ANSYS R16.2

-Autodesk Revit 2016

-Byggteknisk forskrift (2010) *Forskrift om tekniske krav til byggverk* [online]. Lovdata.

URL: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489> (10.05.16)

Crocetti, R. (2015) 11.Buer. I: Crocetti, R. (red.) *Limtreboka*. Moelven: Norske

Limtreprodusenters Forening, s.183-197.

-Danilenko, K.V. og Danilenko I.A (2015) Dawn simulation vs. bright light in seasonal affective disorder: Treatment effects and subjective preference. I: *Journal of Affective Disorders*, 180 (7), s.87-89

-Direktoratet for byggkvalitet (2011) *Veiledning om tekniske krav til byggverk* [online] URL:

<http://dibk.no/no/byggeregler/tek/> (19.03.16)

-Edwardsen, K. I. red. (1992) *Kompendiet hus og helse*. Oslo: Hus og Helse, Statens bygningstekniske etat : Norges byggforskningsinstitutt, s.39-40

-Encyclopædia Britannica (2015) *Serotonin* [online]. URL:

<http://global.britannica.com/science/serotonin> (28.03.16)

-Encyclopædia Britannica (2015) *Melatonin* [online]. URL:

<http://global.britannica.com/science/melatonin> (28.03.16)

-Federl M. og C. I. Eftedal *Kontrast* [online] Nasjonal Digital Læringsarena URL:

<http://ndla.no/nb/node/1836> (16.05.16)

-Feifer, L. mfl (2015) *Healty Homes Barometer 2015* [online]

URL: <http://www.velux.com/article/2016/Energy-renovation-resonates-with-european-home-owners> (18.02.16)

-Focus Konstruksjon 2016

-Google SketchUp 2016

- Hammervold, J., M. Reenaas og H. Brattebø (2013) Environmental Life Cycle Assessment of Bridges. I: *Journal of bridge engineering*, 18 (2), s.153-161
- Hansen, K. H., G. G. H. Olesen og M. Mullins (2013) Home Smart Home: A Danish Energy-Positive Home Designed With Daylight I: *Proceedings of the IEEE*, 101(11) s. 2436-2449
- Hong, J.(2014)Greenhouse gas emissions during the construction phase of a building: a case study in China. I:*Journal of cleaner production*, 103(11), s.249-259
- Houck L. D. (2013) Trenger vi dagslys i skolen i dag? I: *Arkitektur N*, 95(2), s. 14-27
- Høie Ø. og M. Federl *Kontraster* [online] Nasjonal Digital Læringsarena URL: <http://ndla.no/nb/node/8774> (16.05.16)
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2016) *Ny stortingsmelding om bærekraftige byer og sterke distrikter* [online] Oslo: Kommunal- og moderniseringsdepartementet. URL: <http://www.byerogdistrikter.no/> (16.05.16)
- Larsen, P.K. (2010) *Dimensjonering av stålkonstruksjoner*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag
- Levy (2009) *Store norske leksikon* [online]. URL: https://sml.snø.no/syke_bygg (16.05.16)
- Moelven Limtre AS (2011) *FDV-Dokumentasjon, limtre furu*[online] URL: <https://www.moelven.com/Documents/Limtre/FDV%20Furu%202012.pdf> (15.05.16)
- Moelven Limtre AS (2015) *Standard limtrebjelke* [online] Oslo: EPD-Norge URL: <http://www.epd-norge.no> (15.05.16)
- Natre (2016) *Natre* [online]. URL: <http://natre.no/side2279.html> (15.05.16)
- Natre (2016) *Natre* [online]. URL: <http://natre.no/files/files/NatrePrisliste2016Web150.pdf> (15.05.16)
- Norconsult (2016) *Norconsult* [online]. URL: <http://www.norconsult.no/om-oss/om-norconsult/> (10.03.16)
- Norges standardiseringsforbund (2016) *Standard Norge* [online] URL: <http://www.standard.no/> (20.03.16)

- Norges standardiseringsforbund (2008) *NS-EN 1993-1-1. Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner Del 1-1: Almenne regler og regler for bygninger*. Lysaker: Standard Norge.
- Norges standardiseringsforbund (2008) *NS-EN 1993-1-8. Eurokode 5: Prosjektering av stålkonstruksjoner Del 1-8: Knutepunkter og forbindelser*. Lysaker: Standard Norge.
- Norges standardiseringsforbund (2004) *NS-EN 1995-1-1. Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner Del 1-1: Almenne regler og regler for bygninger*. Lysaker: Standard Norge.
- Norges standardiseringsforbund (2002) *NS-EN 1990. Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. Lysaker: Standard Norge.
- Norsk Stålforbund og Betongelementforeningen (2008) *Hulldekker på bæresystemer av stål* [online].
URL:http://www.stalforbund.no/uploads/source/files/Materialet/Hulldekker/Veileder_Hulldekker_2008_2.pdf (15/5-2016)
- Olerud (2015) *Store norske leksikon* [online].
URL:https://snl.no/b%C3%A6rekr%C3%A6ftig_utvikling (11.03.16)
- Serano, E. (2015) 14.Forbindelser. I: Crocetti, R. (red.) *Limtreboka*. Moelven: Norske Limtreprodusenters Forening, s.243-279.
- Sintef Byggforsk(2004) 421.625 Dagslysinnfall og sparepotensial for belyningsenergi I: *Sintef byggforsk* (abonnementstjeneste)[online].
URL:<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&docNumber=421625> (08.04.16)
- Sintef Byggforsk(2001) 421.602 Dagslys. Egenskaper og betydning I: *Sintef byggforsk* (abonnementstjeneste)[online].
URL:<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=200> (08.04.16)
- Skanska Norge AS (2014) *Welded plated beams: HSQ, ISQ and HSK* [online] Oslo: EPD-Norge URL: <http://www.epd-norge.no> (15.05.16)
- Skanska Norge AS (2014) *I, H, U, L, T and wide flats hot-rolled sections* [online] Oslo: EPD-Norge URL: <http://www.epd-norge.no> (15.05.16)

- Skanska Norge AS (2014) *Hot finished structural hollow sections (HFSHS)* [online] Oslo: EPD-Norge URL: <http://www.epd-norge.no> (15.05.16)
- Sundhetsloven (1860) *Sundhedsloven* av 16. mai 1860, Skien: Oluf Rasmussens forlag
- Tjønneland (2015) *Store norsk leksikon* [online]. URL:<https://snl.no/estetikk> (10/3-2016)
- T. Myhrer(personlig kommunikasjon, 27. april 2016)
- Wang, L., A.Toppinen og H.Juslin(2013)Use of wood in green building: a study of experts perspectives from UK. I:*Journal of cleaner production*, 65 (9), s.350-361
- World Wide Fund for Nature (2015) *Nå er jordas ressurser brukt opp for i år* [online] URL: http://www.wwf.no/dette_jobber_med/living_planet_report.cfm?47766/I-dag-er-planeten-brukt-opp (16.05.16)

Utrekning av total materialvekt på limtrebru (vedlegg 5)

Totalt forbruk av limtre oppgitt i rapport(vedlegg 5): 474kN

$$\frac{474000N}{9,81} = 48376,35kg \approx 48,4t$$

$$48,4t \times 2sider = \mathbf{96,8t}$$

Totalt forbruk av limtre omregnet til m^3 :

$$\frac{474kN}{4,22 \frac{kN}{m^3}} = 112,32m^3 \approx 112,4m^3$$

$$112,4m^3 \times 2sider = \mathbf{224,8m^3}$$

Totalt forbruk av stål oppgitt i rapport: 93,4kN

$$\frac{93400N}{9,81} = 9530,61kg \approx 9,6t$$

$$9,6t \times 2sider = \mathbf{19,2t}$$

Total overflate av stål som må males:

HE220B:

$$\frac{60550N}{9,8} = 6178,57kg \approx 6,2t$$

$$6,2t \times 17,8 \frac{m^2}{t} = 110,36m^2 \approx \mathbf{110,4m^2}$$

HUP250x250x10,0:

$$\frac{32840N}{9,8} = 3351,02kg \approx 3,4t$$

$$3,4t \times 13,1 \frac{m^2}{t} = 44,54m^2 \approx \mathbf{44,6m^2}$$

Total:

$$110,4m^2 + 44,6m^2 = 155m^2 \times 2sider = \mathbf{310m^2}$$

Forbruk av maling til stål:

$$\frac{310m^2}{6\text{ l}/m^2} = 51,66\text{l} \rightarrow \mathbf{60\text{l}}$$

Overflateareal av Limtrebue:

$$\begin{aligned} & (13,5m \times 2s\ddot{o}yler \times 0,75m \times 4sider) \\ & + (57,6m \times 0,75m \times 2sider + 57,6m \times 2m \times 2sider) \\ & + (11m \times 2s\ddot{o}yler \times 0,75m \times 4sider) = 463,8m^2 \approx 464m^2 \end{aligned}$$

Forbruk av Jotun Visir til Limtre:

$$\frac{464m^2}{8\text{ l}/m^2} = 58\text{l} \times 2sider = 116\text{l} \rightarrow \mathbf{120\text{l}}$$

Totalt forbruk av kobber:

Lengde på bue: 28,815m

Tykkelse på kobberplater: 3mm

Egenvekt av kobber: 8960kg/m³

$$28,815m \times 0,75m = 21,6m^2$$

$$21,6m^2 \times 0,003m = 0,064m^3$$

$$0,064m^3 \times 2sider \approx 0,13m^3$$

$$0,13m^3 \times 8960\text{ kg}/m^3 \approx 1165\text{kg}$$

Utregning av total materialvekt på fagverksbru (Vedlegg 6)

Totalt forbruk av stål oppgitt i rapport: 167,61kN

$$\frac{167610N}{9,81} = 17085,6\text{kg} \approx 17,1\text{t}$$

$$17,1\text{t} \times 2sider = \mathbf{34,2\text{t}}$$

Total overflate av stål som må males:

HUP250x250x10,0:

$$\frac{73280N}{9,8} = 7469,93kg \approx 7,5t$$

$$7,5t \times 13,1 m^2/t = 98,25m^2 \approx \mathbf{98,3m^2}$$

EHP250x6 - 200x30 – 352x15:

$$\frac{94330N}{9,81} = 9615,7kg \approx 9,7t$$

$$9,7t \times 11,76 m^2/t = 114,072m^2 \approx \mathbf{114,1m^2}$$

Utgangspunkt for overflate på EHP250x6 - 200x30 – 352x15:

$$(0,25m + 0,03m + 0,2m + 0,03m + 0,25m + 0,152m + 0,015m + 0,352m + 0,015m) \\ \times 1m = \mathbf{1,294 m^2/m}$$

Utgangspunkt for t/m på EHP250x6 - 200x30 – 352x15:

$$(0,2m \times 0,03m + 0,25m \times 0,006m \times 2sider + 0,015m \times 0,352m) \times 1m \times 7,8 t/m^3 \\ = \mathbf{0,11 t/m}$$

Utgangspunkt for m²/t på EHP250x6 - 200x30 – 352x15:

$$\frac{1,294 m^2/m}{0,11 t/m} = \mathbf{11,76 m^2/t}$$

Total:

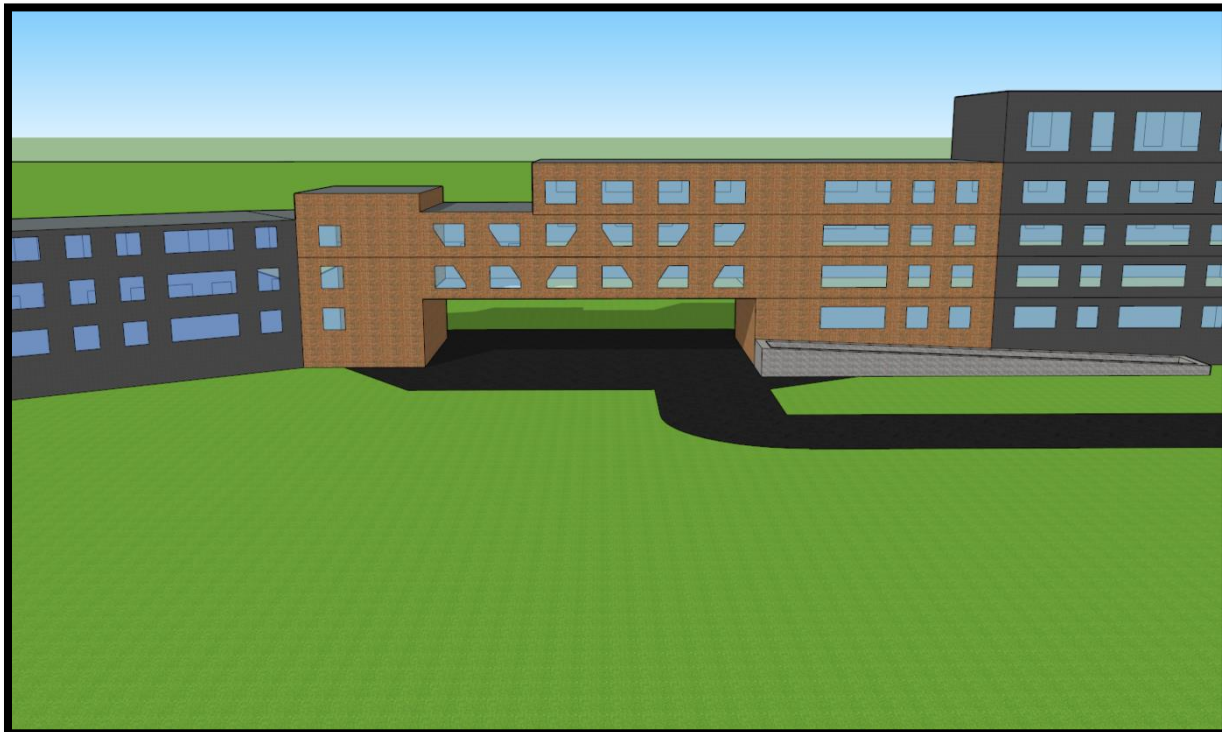
$$98,3m^2 + 114,1m^2 = 212,4m^2 \times 2sider = \mathbf{424,8m^2}$$

Forbruk av maling til stål:

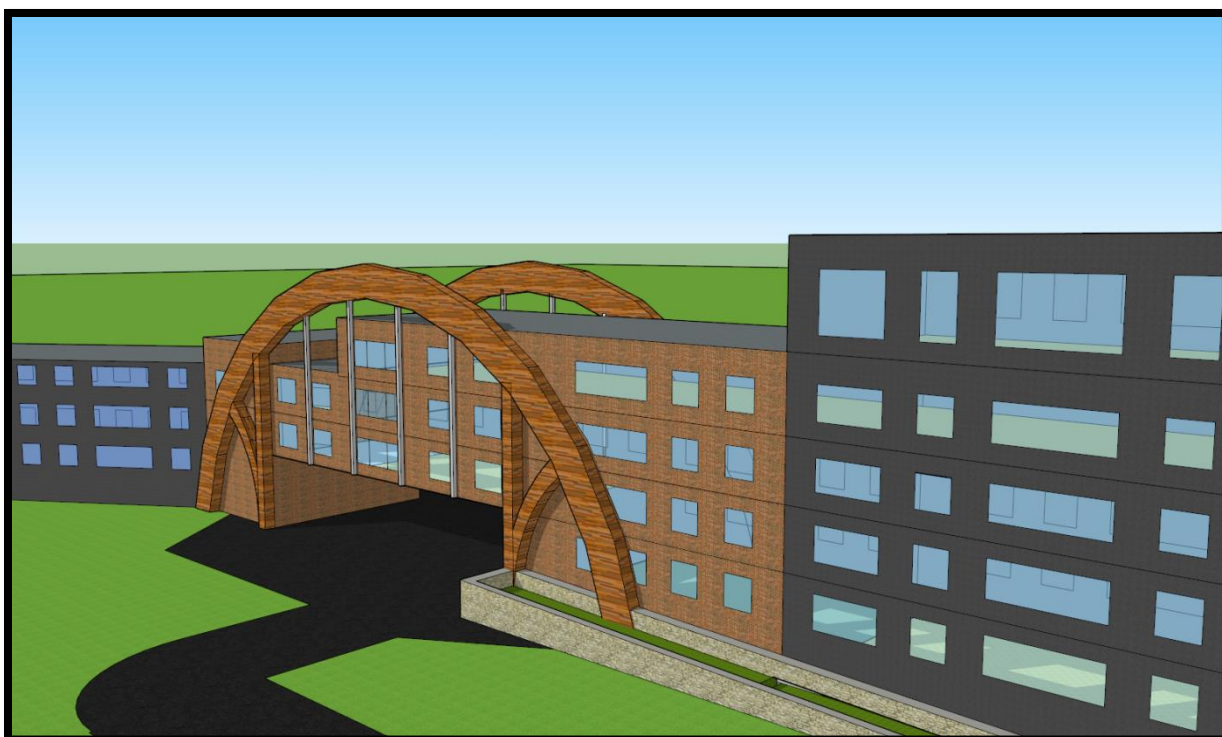
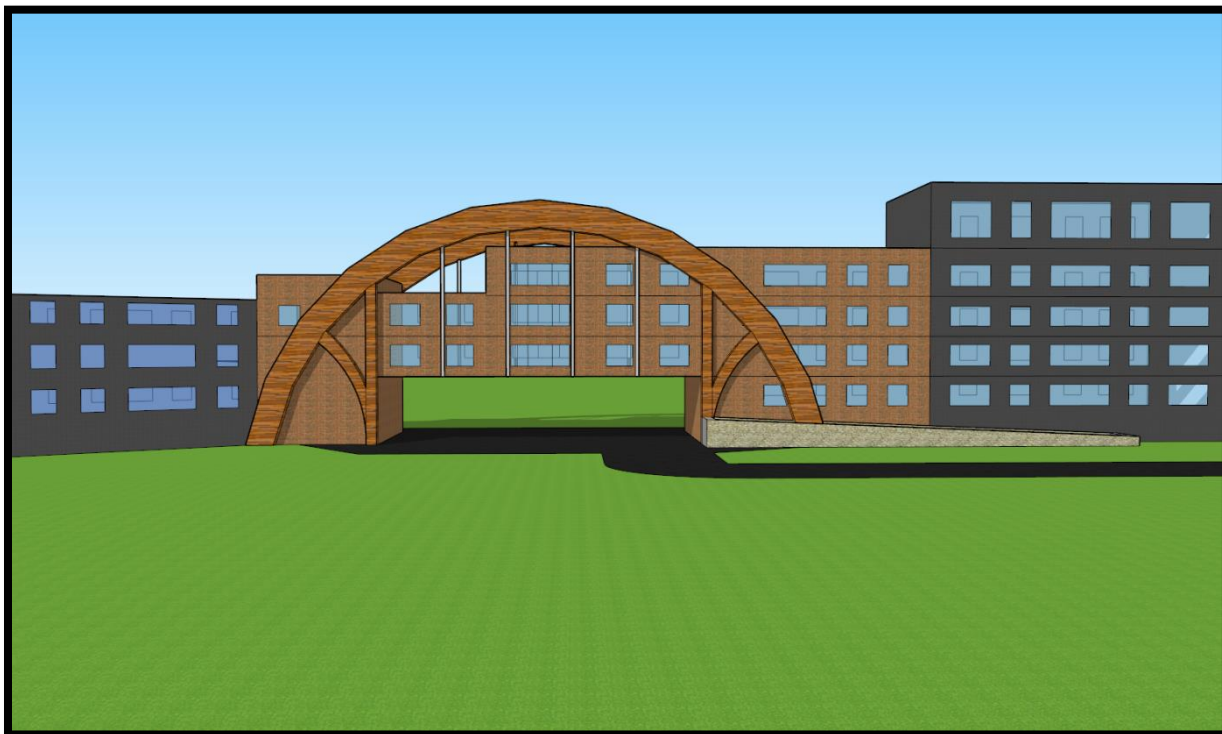
$$\frac{424,8m^2}{6 l/m^2} = 70,8l \rightarrow \mathbf{80l}$$

Alternativer

Alternativ 1, Fagverk:



Alternativ 2, Limtrebue:



Hei

Vi har to forslag vi ønsker at du skal se på som fagperson. Vår oppgave er å finne en løsning på et spenn på 24x12 meter uten søyler mellom bakken og første plan. Den første løsningen består av et fagverk som er kontinuerlig gjennom første og andre plan, mens den andre løsningen består av en utvendig limtrebue som bæring. Buen skal i utgangspunktet være jevn, men programmet lager den i seksjoner.

Retten på venstre og høyre side av spennet er det heis- og trappe sjakt. Trappesjakten har vinduer i hvert plan.

Her er noen spørsmål vi ønsker at du skal se på. Utfyll gjerne dersom du mener noe mangler.

1. Ved første øyekast, hvilken løsning ville du gått for og hvorfor? Vi tenker på helhetsinntrykket bygget gir til de forbipasserende med dette spørsmålet.
2. Ville du valgt den samme løsningen etter å ha sett litt nøyere på dem med fagblikket og hvorfor/hvorfor ikke?
3. Hvor viktig mener du at tilgang på dagslys og utsyn er?
4. Ville du valgt estetikk fremfor kostnad ved valg av løsning?
5. Har du noen ytterlige kommentarer?
6. På generelt grunnlag, hva er det du er ute etter når du tegner dine prosjekter? Hvor henter du inspirasjon fra? Hva legger du mest vekt på i utformingen?

Vi ønsker å bruke deg som en referanse i oppgaven og vi må derfor ha ditt samtykke for å få lov til å gjengi det du sier og sette deg inn i referanselisten.

```
/units,si
et,1,187
mp,ex,1,2.1e11
block,-0.125,-0.115,0,-0.915,0,-0.300
block,0.125,0.115,0,-0.915,0,-0.300
block,-0.005,0.005,0,-0.915,0,-0.300
block,-0.125,-0.115,-0.915,-3.9,-0.025,-0.275
block,0.125,0.115,-0.915,-3.9,-0.025,-0.275
block,-0.115,0.115,-0.915,-3.9,-0.025,-0.035
block,0.125,0.115,-0.915,-3.9,-0.025,-0.275
block,-0.115,0.115,-0.915,-3.9,-0.265,-0.275
wplane,,-0.125,-0.100,-0.06
vadd,all
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,8,1
wplane,,-0.125,-0.155,-0.06
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.210,-0.06
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.125,-0.265,-0.06
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.320,-0.06
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.125,-0.375,-0.06
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.430,-0.06
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
```

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.485,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.540,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.595,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.650,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.705,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.760,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.815,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.815,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.760,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.705,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.650,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.595,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.125,-0.540,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.485,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.125,-0.430,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.375,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.125,-0.320,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.265,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.125,-0.210,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.125,-0.155,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.125,-0.100,-0.12
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.100,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.155,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.210,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.265,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.320,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.375,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.430,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.485,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.540,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.595,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.650,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.705,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.760,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.815,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.815,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.760,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.705,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.650,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.595,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.540,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.485,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.430,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.375,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.320,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1'

wplane,,-0.125,-0.265,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.210,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.125,-0.155,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.125,-0.100,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

MIDTPLATE rad 1 fra høyre

wplane,,-0.005,-0.100,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.155,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.210,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.265,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.320,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.375,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.430,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.485,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.540,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.595,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.650,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.705,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.760,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.815,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

MIDTPLATE rad 2 fra høyre

wplane,,-0.005,-0.815,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.760,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.705,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.650,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.595,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.540,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.485,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.430,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.375,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.320,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.265,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.210,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.155,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.100,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

MIDTPLATE rad 3 fra høyre

wplane,,-0.005,-0.100,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.155,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.210,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.265,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.320,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.375,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.430,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.485,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.540,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.595,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.650,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.705,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.760,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.815,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

MIDTPLATE rad 4 fra høyre

wplane,,-0.005,-0.815,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.760,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,-0.005,-0.705,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,-0.005,-0.650,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.005,-0.595,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.005,-0.540,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.005,-0.485,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.005,-0.430,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.005,-0.375,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.005,-0.320,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.005,-0.265,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.005,-0.210,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1
wplane,,-0.005,-0.155,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,3,1
wplane,,-0.005,-0.100,-0.24
cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010
vsbv,2,1

Første plate fra høyre rad 1 fra høyre

wplane,,0.115,-0.100,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.155,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.210,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.265,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.320,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.375,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.430,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.485,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.540,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.595,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.650,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.705,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.760,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.815,-0.06

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,2,1

Første plate fra høyre rad 2 fra høyre

wplane,,0.115,-0.815,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.760,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.705,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.650,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.595,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.540,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.485,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.430,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.375,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.320,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.265,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.210,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.155,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.100,-0.12

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

Første plate fra høyre rad 3 fra høyre

wplane,,0.115,-0.100,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.155,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.210,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.265,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.320,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.375,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.430,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.485,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.540,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.595,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.650,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.705,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.760,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.815,-0.18

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

Første plate fra høyre rad 4 fra høyre

wplane,,0.115,-0.815,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.760,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.705,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.650,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.595,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.540,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.485,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.430,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.375,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.320,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.265,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.210,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

wplane,,0.115,-0.155,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,3,1

wplane,,0.115,-0.100,-0.24

cyl4,0,0,0.011,,,,-0.010

vsbv,2,1

fjerner en del av søylen pga mesh

block,-0.125,-0.115,-1.115,-3.9,-0.025,-0.275

block,0.125,0.115,-1.115,-3.9,-0.025,-0.275

block,-0.115,0.115,-1.115,-3.9,-0.025,-0.035

fester plater til hup

k,100001,0.125,-0.915,0

k,100002,0.125,-0.915,-0.025

k,100003,0.125,-1.025,-0.025

k,100004,0.115,-1.025,-0.025

l,100001,100002

l,100002,100003

l,100003,100001

l,100004,100003

al,37,40,41

vdrag,3,,,,,42

k, 39

k,100006,0.1065,-0.915,-0.025

k,100007,0.115,-0.915,-0.0165

k,100008,0.115,-0.995,-0.025

l,39,100006

l,100006,100007

1,100007,39
1,39,100008
al,63,77,61
vdrag,31,,,,,80
midt,plate
k,61
k, 22
k,200001,0.005,-1.115,-0.025
1,61,22
1,61,200001
1,22,200001
al,126,125,93
vdrag,386,,,,,94
local,11,0,0.005,-0.915,-0.025
k,200002,0.0085,0,0
k,200003,0,0,0.0085
k,200004,0,-0.15,0
1,61,200002
1,200002,200003
1,200003,61
al,1818,1816,1824
1,61,200004
vdrag,396,,,,,1825
local,11,0,-0.005,-0.915,-0.025
k,200005,-0.0085,0,0
k,200006,0,0,0.0085
k,200007,0,-0.15,0
1,60,200005
1,60,200006
1,200006,200005
1,60,200007
al,1832,1834,1833

vdrag,401,,,,,1835

local,11,0,-0.115,-0.915,-0.025

k,300001,0,-0.20,0

l,6,31

l,31,300001

l,300001,6

al,109,1849,1848

vdrag,410,,,,,43

k,300002,0.0085,0,0

k,300003,0,0,0.0085

l,31,300002

l,300002,300003

l,300003,31

al,1857,1858,1856

k,300004,0,-0.15,0

l,31,300004

vdrag,415,,,,,1864

local,11,0,0.115,-0.915,-0.275

l,10,26

al,1871,1802,120

vdrag,424,,,,,62

k,400002,-0.0085,0,0

k,400003,0,0,-0.0085

l,400002,400003

l,400002,41

l,400003,41

al,1878,1879,1880

k,400004,0,-0.15,0

l,41,400004

vdrag,429,,,,,1881

local,11,0,0.005,-0.915,-0.275

k,500001,0,-0.200,0

1,58,20

1,20,500001

1,500001,58

al,1888,86,1889

vdrag,434,,,,,87

k,500002,0.0085,0,0

k,500003,0,0,-0.0085

1,500002,500003

1,500002,58

1,500003,58

k,500004,0,-0.15,0

1,500004,58

al,1896,1897,1898

vdrag,439,,,,,1899

local,11,0,-0.005,-0.915,-0.275

k,600001,-0.0085,0,0

k,600003,0,0,-0.0085

1,600003,600001

1,600003,1446

1,600001,1446

k,600004,0,-0.15,0

1,600004,1446

al,1906,1907,1908

vdrag,444,,,,,1909

local,11,0,-0.115,-0.915,-0.275

1,4,1413

1,27,4

1,27,1413

al,1919,100,1814

vdrag,449,,,,,38

k,700001,0.0085,0,0

k,700002,0,0,-0.0085

1,700002,700001

1,700002,27

1,700001,27

k,700003,0,-0.15,0

1,700003,27

al,1916,1917,1918

vdrag,454,,,,,1926

meshing

vadd,all

smrtsize,1

vmesh,all

Grensebetingelser

local,11,1,-0.125,-0.100,-0.06,,,90

nset,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.155,-0.06,,,90

nset,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.210,-0.06,,,90

nset,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.265,-0.06,,,90

nset,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.320,-0.06,,,90

nset,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.375,-0.06,,,90

nset,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.430,-0.06,,,90

nset,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.485,-0.06,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.540,-0.06,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.595,-0.06,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.650,-0.06,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.705,-0.06,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.760,-0.06,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.815,-0.06,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.815,-0.12,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.760,-0.12,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.705,-0.12,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.650,-0.12,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.595,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.540,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.485,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.430,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.375,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.320,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.265,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.210,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.155,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.100,-0.12,,,90

nSel,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.100,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.155,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.210,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.265,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.320,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.375,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.430,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.485,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.540,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.595,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.650,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.705,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.760,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.815,-0.18,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.815,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.760,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.705,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.650,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.595,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.540,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.485,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.430,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.375,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.320,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.265,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.210,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.155,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,1,-0.125,-0.100,-0.24,,90

nselect,s,loc,x,0.01,0.0115

d,all,all

local,11,0,0,-1.115,0,,90

nselect,s,loc,y,0

f,all,fy,-3065

05.06.2016

Side: 3

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 28

Antall knutepunkt: 35

Analyse

Antall lastkombinasjoner: 21

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 93,0 mm (Segmentnr. 13)

Største N: -5671,66 kN (Segmentnr. 25)

Største V: -1424,71 kN (Segmentnr. 1)

Største M: 5016,89 kN·m (Segmentnr. 1)

Verste lastkombinasjonfor forskyvning: Brudd: $1,20 \cdot \langle kt \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,50 \cdot \text{Snølast}$ for N: Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$ for V: Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$ for M: Brudd: $1,35 \cdot \langle kt \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$ **Kapasitet**

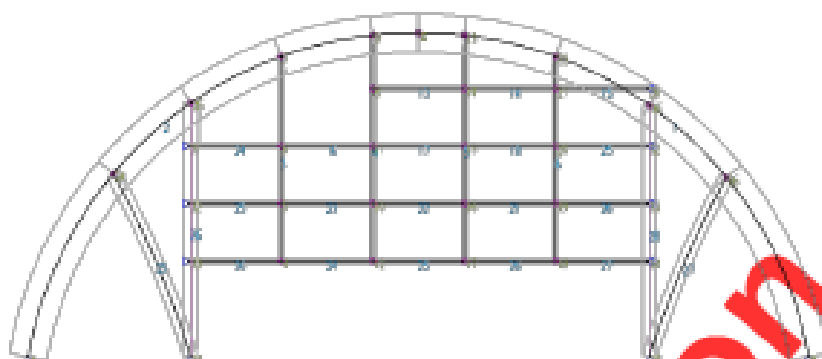
Største kapasitetsutnyttelse: 91,73 %

Info: EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen

1. KONSTRUKSJONSMODELLO OG LASTER

05.05.2018

Side 4



1.1. KNLUTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
A	0	0
4	13215	5000
5	13215	8000
6	13215	11000
7	13215	15681
8	18015	14000
9	18015	16788
10	18015	8000
11	18015	11000
12	18015	5000
C	20473	16900
13	22810	16787
14	22811	14000
15	22813	11000
16	22814	8000
17	22815	5000
18	27615	5000
19	27615	8000
20	27615	11000
21	27615	14000
22	27615	15680

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 5

26	32415	14000
B	40827	0
31	8415	11000
32	8415	8000
33	8415	5000
32	32415	11000
33	32415	8000
34	32415	5000
34	4454	9550
36	36529	9362
34	32500	0
34	8500	0
35	8529	13267
36	32504	13123

1.2. TVERRSNITTSDATA

Nr.	Navn	Parametre	
1	750*2000	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	1500000 2,1480e+011 5,0000e+011 7,0313e+010 362,56
2	750*750	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	562500 3,9023e+010 2,8367e+010 2,8367e+010 111,40
3	HE 220 B	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	9100 7,6800e+005 8,0900e+007 2,8400e+007 60,55
4	HUP 250x250x10.0	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	9490 1,4106e+008 9,0550e+007 9,0550e+007 32,84

1.3. MATERIALDATA

1	S355, Stål	Material: Stål
	Festhetsklasse: 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: 93,39 kN	
	Karakteristiske fasthetsparametre:	

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 8

$f_y =$	355,00 N/mm ² for godstykkelse \leq 40,0 mm
$f_y =$	335,00 N/mm ² for godstykkelse \leq 80,0 mm
$f_y =$	335,00 N/mm ² for godstykkelse $>$ 80,0 mm

2 GL30c, Limtre	Materiel: Limtre
Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 °C ⁻¹	Tyngdetetthet: 4,22 kN/m ³
Fasthetsklasse: GL30c	Lamelltykkelse: 45,0 mm
Total vekt: 474,00 kN	

Karakteristiske fasthetsparametre:

$f_{mk} =$	30,00 N/mm ²	$f_{vk} =$	3,50 N/mm ²
$f_{30k} =$	19,50 N/mm ²	$f_{s0k} =$	24,50 N/mm ²
$f_{190k} =$	0,50 N/mm ²	$f_{s90k} =$	2,50 N/mm ²

1.4. SEGMENTDATA

Seg. Nr.	Kn.pkt 1	Kn.pkt 2	Tvan 1	Tvan 2	Materiel	Type / Form	Rot. [°]
3	7	4	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Ret bjelke	
4	12	9	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Ret bjelke	
5	17	13	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Ret bjelke	
6	18	22	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Ret bjelke	
26	18	17	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
25	17	12	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
24	12	4	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
21	19	16	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
22	16	10	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
23	10	5	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
13	14	8	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
14	21	14	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
18	15	20	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
17	11	15	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
16	6	11	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
26	4	33	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
25	5	32	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
24	6	31	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
27	18	34	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
26	19	33	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
25	20	32	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
15	21	28	HE 220 B	HE 220 B	S355, Stål	Ret bjelke	
26	34	36	750*750	750*750	GL30c, Limtre	Stav	
27	36	34	750*750	750*750	GL30c, Limtre	Birk R = 50000 mm	
28	34	36	750*750	750*750	GL30c, Limtre	Stav	
25	34	34	750*750	750*750	GL30c, Limtre	Birk R = 50000 mm	

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 7

1	C	B	750*2000	750*2000	GL30c, Limtre	Sirk R = 20500 mm
2	A	C	750*2000	750*2000	GL30c, Limtre	Sirk R = 20500 mm

1.4.1. 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	C3	Z_g [mm]	Z_j [mm]
3	1,05	1,05	10681	10681	10681	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
4	1,05	1,05	11786	11786	11786	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
5	1,05	1,05	11787	11787	11787	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
6	1,05	1,05	10680	10680	10680	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
26	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
25	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
24	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
21	1,05	1,05	4801	4801	4801	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
22	1,05	1,05	4799	4799	4799	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
23	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
13	1,05	1,05	4798	4798	4798	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
14	1,05	1,05	4804	4804	4804	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
18	1,05	1,05	4802	4802	4802	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
17	1,05	1,05	4798	4798	4798	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
16	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
26	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
25	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
24	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
27	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
26	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
25	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
15	1,05	1,05	4800	4800	4800	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0

1.4.2. Segmentdata EN 1995

Seg. nr.	Mat.faktor Gamma_M	Klima-klasse	k_svs	L_ky [mm]	L_kz [mm]	L_eff [mm]	Stivhetsparametre [N/mm ²]
26	1,15	2	1,00	13267	13267	13267	E = 1,1304e+004 G = 5,6522e+002
27	1,15	2	1,00	10210	10210	10210	E = 1,1304e+004 G = 5,6522e+002
28	1,15	2	1,00	13123	13123	13123	E = 1,1304e+004 G = 5,6522e+002
25	1,15	2	1,00	10390	10390	10390	E = 1,1304e+004 G = 5,6522e+002
1	1,15	2	1,00	14000	0	0	E = 1,1304e+004 G = 5,6522e+002
2	1,15	2	1,00	14000	0	0	E = 1,1304e+004 G = 5,6522e+002

1.5. RANDBETINGELSER

Seg. Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frth.gr. X	Z	Rotr	X-vektor	Z-vektor
24	8415	11000	F	F		[0,00; -1,00]	[1,00; 0,00]
25	8415	8000	F	F		[0,00; -1,00]	[1,00; 0,00]
26	8415	5000	F	F		[0,00; -1,00]	[1,00; 0,00]

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 8

27	32415	5000	F	F	[0,00; 1,00]	[-1,00; 0,00]
28	32415	8000	F	F	[0,00; 1,00]	[-1,00; 0,00]
25	32415	11000	F	F	[0,00; 1,00]	[-1,00; 0,00]
15	32415	14000	F	F	[0,00; 1,00]	[-1,00; 0,00]
27	32500	0	F	F	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
25	8500	0	F	F	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
1	40827	0	F	F	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
2	0	0	F	F	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]

Forklaring til frihetsgrader: F = fastholdt, (blank) = fri
Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. LEDD

Kn.pkt Nr.	Frikoblede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Segmenter
4	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	24, 25
5	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	23, 25
6	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	18, 24
7	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	3
8	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	13
9	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	4
10	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	22, 23
11	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	16, 17
12	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	24, 25
C	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	1
13	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	1
14	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	13, 14
15	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	17, 18
16	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	21, 22
17	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	25, 26
18	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	26, 27
19	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	21
20	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	18
21	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	14, 15
22	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	6
34	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	25
36	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	27
35	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	26
38	RotY	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	28

1.7. LASTTILFELLER

1 Nyttelast

Lasttype: Annen variabel

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2018

Side: 9

Levetidighet	Kortidslast
1 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 18015 mm Z1 = 11000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 22813 mm Z2 = 11000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 17
2 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 22813 mm Z1 = 11000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 27615 mm Z2 = 11000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 18
3 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 27615 mm Z1 = 8000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 22814 mm Z2 = 8000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 21
4 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 22814 mm Z1 = 8000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 18015 mm Z2 = 8000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 22
5 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 18015 mm Z1 = 8000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 13215 mm Z2 = 8000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 23
6 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 13215 mm Z1 = 8000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 8415 mm Z2 = 8000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 25
7 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 13215 mm Z1 = 5000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 8415 mm Z2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 26
8 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 18015 mm Z1 = 5000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 13215 mm Z2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 24
9 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 22815 mm Z1 = 5000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 18015 mm Z2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 25
10 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 27615 mm Z1 = 5000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 22815 mm Z2 = 5000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 26

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 10

	11 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 27	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
	12 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 28	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm
	13 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 25	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
2 Egenlast	Lastype:	Permanent last	
	Laestvarighet:	Permanent	
	1 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 22811 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 18015 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 13	Z1 = 14000 mm Z2 = 14000 mm
	2 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 22811 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 14	Z1 = 14000 mm Z2 = 14000 mm
	3 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 13215 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 18015 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 18	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
	4 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 13215 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 8415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 24	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
	5 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 18015 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 22813 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 17	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
	6 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 22813 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 27815 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 18	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 11

7 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 22814 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 21	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm
8 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 22814 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 18015 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 22	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm
9 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 18015 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 13215 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 23	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm
10 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 13215 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 8415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 25	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm
11 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 13215 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 8415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 28	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
12 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 18015 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 13215 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 24	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
13 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 22815 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 18015 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 25	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
14 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 22815 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 26	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
15 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 27	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
16 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 27815 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 28	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 12

17 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 27615 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 25	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
18 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 27615 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 15	Z1 = 14000 mm Z2 = 14000 mm
3 Snelast		
Lasttype:	Snelast, Norge, Island, Finland, Sverige	
Lastvarighet:	Halvårslast	
1 Fordelt last	P1 = 66,72 kN/m X1 = 13215 mm P2 = 66,72 kN/m X2 = 18015 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 16	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
2 Fordelt last	P1 = 22,53 kN/m X1 = 22811 mm P2 = 22,53 kN/m X2 = 18015 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 18	Z1 = 14000 mm Z2 = 14000 mm
3 Fordelt last	P1 = 22,53 kN/m X1 = 27615 mm P2 = 22,53 kN/m X2 = 22811 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 14	Z1 = 14000 mm Z2 = 14000 mm
4 Fordelt last	P1 = 22,53 kN/m X1 = 27615 mm P2 = 22,53 kN/m X2 = 32415 mm Retning = [0; -1] Virker på segment: 15	Z1 = 14000 mm Z2 = 14000 mm

1.8. LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (1) Brudd $1,00 \cdot \langle \text{sd} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snelast}$
 Grensetilstand: Brudd
 Lasttilfeller: $1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snelast (Dominerende)}$
- (2) Brudd $1,35 \cdot \langle \text{sd} \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nytbelast}$
 Grensetilstand: Brudd

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2018

Side: 13

	Læstifeler:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast 1,50 * Nyttelast (Dominerende)
(3)	Brudd: 1,35 <td> + 1,35 Egenlast + 1,50 Nyttelast + 1,05 Snelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast 1,50 * Nyttelast (Dominerende) 1,05 * Snelast
(4)	Brudd: 1,00 <td> + 1,00 Egenlast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast
(5)	Brudd: 1,00 <td> + 1,35 Egenlast + 1,50 Nyttelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast 1,50 * Nyttelast (Dominerende)
(6)	Brudd: 1,20 <td> + 1,00 Egenlast + 1,50 Snelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,20 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,50 * Snelast (Dominerende)
(7)	Brudd: 1,20 <td> + 1,20 Egenlast + 1,50 Nyttelast + 1,50 Snelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,20 * <Konstruksjonens tyngde> 1,20 * Egenlast 1,50 * Nyttelast 1,50 * Snelast (Dominerende)
(8)	Brudd: 1,20 <td> + 1,00 Egenlast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,20 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 14

(9)	Brudd: 1,00- + 1,35 Egenlast + 1,50 Nyttelest + 1,05 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast 1,50 * Nyttelest (Dominerende) 1,05 * Snølast
(10)	Brudd: 1,35- + 1,00 Egenlast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast
(11)	Brudd: 1,20- + 1,20 Egenlast + 1,50 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,20 * <Konstruksjonens tyngde> 1,20 * Egenlast 1,50 * Snølast (Dominerende)
(12)	Brudd: 1,00- + 1,00 Egenlast + 1,50 Nyttelest	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,50 * Nyttelest (Dominerende)
(13)	Brudd: 1,00- + 1,20 Egenlast + 1,50 Nyttelest + 1,50 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,20 * Egenlast 1,50 * Nyttelest 1,50 * Snølast (Dominerende)
(14)	Brudd: 1,35- + 1,00 Egenlast + 1,05 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,05 * Snølast
(15)	Brudd: 1,00- + 1,20 Egenlast + 1,50 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 15

	Læstifeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,20 * Egenlast 1,50 * Snølast (Dominerende)
(16)	Brudd: 1,35 <id> + 1,00 Egenlast + 1,50 Nyttelast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeller:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,50 * Nyttelast (Dominerende)
(17)	Brudd: 1,35 <id> + 1,35 Egenlast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeller:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast
(18)	Brudd: 1,00 <id> + 1,00 Egenlast + 1,50 Nyttelast + 1,50 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,50 * Nyttelast 1,50 * Snølast (Dominerende)
(19)	Brudd: 1,20 <id> + 1,00 Egenlast + 1,50 Nyttelast + 1,50 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeller:	1,20 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,50 * Nyttelast 1,50 * Snølast (Dominerende)
(20)	Brudd: 1,00 <id> + 1,35 Egenlast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast
(21)	Brudd: 1,00 <id> + 1,00 Egenlast + 1,30 Snølast	
	Grensefallstand:	Brudd
	Læstifeller:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,30 * Snølast (Dominerende)

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 16

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærendeformasjoner: Ja

Inkluder formfeil: Nei

2. BEREGNINGER

2.1. KNUTEPUNKTSRESULTATER

2.1.1. Forskyvninger

Nr.	u [mm]	w [mm]	Y-vektor
A	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
4	0,0(4)	-17,2(4)	0,0(1) max
	0,0(3)	-34,8(3)	0,0(1) min
4	0,0(4)	-17,2(4)	0,0(1) max
	0,0(3)	-34,8(3)	0,0(1) min
5	0,0(3)	-16,9(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-34,3(3)	0,0(1) min
5	0,0(3)	-16,9(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-34,3(3)	0,0(1) min
6	0,1(7)	-16,3(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-33,2(3)	0,0(1) min
6	0,1(7)	-16,3(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-33,2(3)	0,0(1) min
7	-4,8(4)	-15,0(4)	0,0(1) max
	-9,3(3)	-30,5(3)	0,0(1) min
7	-4,8(4)	-15,0(4)	0,0(1) max
	-9,3(3)	-30,5(3)	0,0(1) min
8	0,7(7)	-35,8(4)	0,0(1) max
	0,2(4)	-72,5(3)	0,0(1) min
8	0,7(7)	-35,8(4)	0,0(1) max
	0,2(4)	-72,5(3)	0,0(1) min
9	-0,7(1)	-35,1(4)	0,0(1) max
	-1,7(2)	-70,9(3)	0,0(1) min
9	-0,7(1)	-35,1(4)	0,0(1) max
	-1,7(2)	-70,9(3)	0,0(1) min
10	0,0(2)	-36,9(4)	0,0(1) max
	0,0(6)	-74,8(3)	0,0(1) min
10	0,0(2)	-36,9(4)	0,0(1) max
	0,0(6)	-74,8(3)	0,0(1) min
11	0,1(2)	-36,5(4)	0,0(1) max
	-0,2(6)	-73,9(3)	0,0(1) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 17

11	0,1(2)	-36,5(4)	0,0(1) max
	-0,2(6)	-73,0(3)	0,0(1) min
12	0,0(4)	-37,1(4)	0,0(1) max
	0,0(7)	-75,2(3)	0,0(1) min
12	0,0(4)	-37,1(4)	0,0(1) max
	0,0(7)	-75,2(3)	0,0(1) min
C	-0,5(1)	-45,0(4)	0,0(1) max
	-1,4(2)	-90,4(3)	0,0(1) min
C	-0,5(1)	-45,0(4)	0,0(1) max
	-1,4(2)	-90,4(3)	0,0(1) min
13	-0,3(1)	-36,5(4)	0,0(1) max
	-1,2(2)	-72,7(3)	0,0(1) min
13	-0,3(1)	-36,5(4)	0,0(1) max
	-1,2(2)	-72,7(3)	0,0(1) min
14	0,5(3)	-37,5(4)	0,0(1) max
	0,2(4)	-74,5(3)	0,0(1) min
14	0,5(3)	-37,5(4)	0,0(1) max
	0,2(4)	-74,5(3)	0,0(1) min
15	0,2(2)	-38,2(4)	0,0(1) max
	0,0(1)	-75,9(3)	0,0(1) min
15	0,2(2)	-38,2(4)	0,0(1) max
	0,0(1)	-75,9(3)	0,0(1) min
16	0,2(3)	-38,7(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-76,8(3)	0,0(1) min
16	0,2(3)	-38,7(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-76,8(3)	0,0(1) min
17	0,0(3)	-38,9(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-77,2(3)	0,0(1) min
17	0,0(3)	-38,9(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-77,2(3)	0,0(1) min
18	0,0(2)	-19,3(4)	0,0(1) max
	0,0(1)	-37,5(3)	0,0(1) min
18	0,0(2)	-19,3(4)	0,0(1) max
	0,0(1)	-37,5(3)	0,0(1) min
19	0,1(3)	-19,0(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-37,0(3)	0,0(1) min
19	0,1(3)	-19,0(4)	0,0(1) max
	0,0(4)	-37,0(3)	0,0(1) min
20	0,1(2)	-18,5(4)	0,0(1) max
	0,0(1)	-36,0(3)	0,0(1) min
20	0,1(2)	-18,5(4)	0,0(1) max
	0,0(1)	-36,0(3)	0,0(1) min
21	0,4(7)	-17,7(4)	0,0(1) max
	0,1(4)	-34,6(3)	0,0(1) min
21	0,4(7)	-17,7(4)	0,0(1) max
	0,1(4)	-34,6(3)	0,0(1) min

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2018

Side: 18

22	6,6(7)	-17,2(4)	0,0(1) max
	3,1(4)	-33,5(3)	0,0(1) min
22	6,6(7)	-17,2(4)	0,0(1) max
	3,1(4)	-33,5(3)	0,0(1) min
26	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
B	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
31	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
32	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
33	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
32	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
33	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
34	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
34	-10,9(4)	1,1(3)	0,0(1) max
	-21,4(3)	0,6(4)	0,0(1) min
34	-10,9(4)	1,1(3)	0,0(1) max
	-21,4(3)	0,6(4)	0,0(1) min
36	20,3(3)	0,9(3)	0,0(1) max
	10,3(4)	0,5(4)	0,0(1) min
36	20,3(3)	0,9(3)	0,0(1) max
	10,3(4)	0,5(4)	0,0(1) min
34	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
34	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0,0(1)	0,0(1)	0,0(1) min
35	-11,2(4)	-0,4(4)	0,0(1) max
	-22,2(3)	-0,9(7)	0,0(1) min
35	-11,2(4)	-0,4(4)	0,0(1) max
	-22,2(3)	-0,9(7)	0,0(1) min
36	20,9(3)	-0,6(4)	0,0(1) max
	10,5(4)	-1,1(3)	0,0(1) min
36	20,9(3)	-0,6(4)	0,0(1) max
	10,5(4)	-1,1(3)	0,0(1) min

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

2.1.2. Residualreferer

A	2371,07(3)	5164,96(3)	0,00(9) max
---	------------	------------	-------------

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.06.2016

Side: 19

	1200,95(4)	2630,94(4)	0,00(12)	min
4	1,29(3)	-184,97(4)	0,00(7)	max
	0,62(4)	-362,39(3)	0,00(12)	min
4	-0,62(4)	362,39(3)	0,00(20)	max
	-1,29(3)	184,97(4)	0,00(21)	min
5	-3,95(4)	-188,90(4)	0,00(3)	max
	-8,09(3)	-368,01(3)	0,00(5)	min
5	8,09(3)	368,01(3)	0,00(16)	max
	3,95(4)	188,90(4)	0,00(11)	min
6	12,62(3)	-185,85(12)	0,00(5)	max
	5,66(4)	-489,99(11)	0,00(20)	min
6	-5,66(4)	489,99(11)	0,00(5)	max
	-12,62(3)	185,85(12)	0,00(20)	min
7	5,82(3)	-567,07(4)	0,00(8)	max
	2,33(4)	-1158,15(3)	0,00(5)	min
7	-2,33(4)	1158,15(3)	0,00(16)	max
	-5,82(3)	567,07(4)	0,00(8)	min
8	10,88(7)	-68,60(4)	0,00(3)	max
	4,31(4)	-151,05(7)	0,00(6)	min
8	-4,31(4)	151,05(7)	0,00(7)	max
	-10,88(7)	68,60(4)	0,00(12)	min
9	4,97(3)	-512,20(4)	0,00(17)	max
	2,02(4)	-1142,71(7)	0,00(20)	min
9	-2,02(4)	1142,71(7)	0,00(16)	max
	-4,97(3)	512,20(4)	0,00(15)	min
10	3,34(7)	-138,47(1)	0,00(15)	max
	0,88(4)	-271,06(2)	0,00(19)	min
10	-0,88(4)	271,06(2)	0,00(15)	max
	-3,34(7)	138,47(1)	0,00(18)	min
11	-3,03(4)	-142,24(4)	0,00(16)	max
	-8,69(7)	-477,59(7)	0,00(18)	min
11	8,69(7)	477,59(7)	0,00(19)	max
	3,03(4)	142,24(4)	0,00(15)	min
12	-0,14(4)	-146,14(1)	0,00(21)	max
	-0,66(7)	-384,87(2)	0,00(19)	min
12	0,66(7)	384,87(2)	0,00(10)	max
	0,14(4)	146,14(1)	0,00(2)	min
C	-1830,33(4)	2,57(1)	0,00(19)	max
	-3651,66(3)	-151,84(2)	0,00(15)	min
C	3651,66(3)	151,84(2)	0,00(14)	max
	1830,33(4)	-2,57(1)	0,00(5)	min
13	-1,70(4)	1271,01(3)	0,00(18)	max
	-3,68(3)	688,96(4)	0,00(1)	min
13	3,68(3)	-688,96(4)	0,00(16)	max
	1,70(4)	-1271,01(3)	0,00(3)	min
14	6,62(3)	-156,47(12)	0,00(8)	max

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 20

	3,02(4)	-367,64(11)	0,00(11)	min
14	-3,02(4)	367,64(11)	0,00(16)	max
	-8,62(3)	156,47(12)	0,00(1)	min
15	-1,92(4)	-138,44(1)	0,00(3)	max
	-4,62(7)	-337,89(2)	0,00(19)	min
15	4,62(7)	337,89(2)	0,00(16)	max
	1,92(4)	138,44(1)	0,00(2)	min
16	1,93(7)	-175,57(4)	0,00(20)	max
	0,63(4)	-333,16(3)	0,00(17)	min
18	-0,63(4)	333,16(3)	0,00(13)	max
	-1,93(7)	175,57(4)	0,00(4)	min
17	-0,04(4)	-147,03(1)	0,00(3)	max
	-0,20(11)	-280,59(2)	0,00(20)	min
17	0,20(11)	280,59(2)	0,00(3)	max
	0,04(4)	147,03(1)	0,00(21)	min
18	10,54(5)	-185,19(4)	0,00(6)	max
	4,15(6)	-351,92(3)	0,00(21)	min
18	-4,15(6)	351,92(3)	0,00(9)	max
	-10,54(5)	185,19(4)	0,00(21)	min
19	-19,99(4)	-66,46(4)	0,00(5)	max
	-81,96(3)	-126,73(3)	0,00(20)	min
19	81,96(3)	126,73(3)	0,00(8)	max
	19,99(4)	66,46(4)	0,00(4)	min
20	-20,52(4)	-66,47(4)	0,00(11)	max
	-91,43(7)	-130,29(3)	0,00(19)	min
20	91,43(7)	130,29(3)	0,00(13)	max
	20,52(4)	66,47(4)	0,00(21)	min
21	-34,74(4)	-182,87(4)	0,00(15)	max
	-71,61(3)	-405,44(7)	0,00(17)	min
21	71,61(3)	405,44(7)	0,00(6)	max
	34,74(4)	182,87(4)	0,00(14)	min
22	-17,71(4)	-685,44(4)	0,00(3)	max
	-38,31(3)	-1330,60(3)	0,00(17)	min
22	38,31(3)	1330,60(3)	0,00(18)	max
	17,71(4)	685,44(4)	0,00(10)	min
26	-27,41(4)	137,67(11)	0,00(13)	max
	-54,26(3)	60,66(12)	0,00(16)	min
B	-1187,49(4)	5195,46(3)	0,00(14)	max
	-2346,12(3)	2623,62(4)	0,00(3)	min
31	-19,81(4)	82,09(2)	0,00(17)	max
	-92,56(7)	36,85(1)	0,00(15)	min
32	-22,44(4)	115,82(2)	0,00(4)	max
	-85,59(3)	60,34(1)	0,00(19)	min
33	-16,81(4)	116,40(2)	0,00(13)	max
	-68,24(3)	60,69(1)	0,00(21)	min
32	96,26(7)	132,57(3)	0,00(16)	max

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 21

	20,73(4)	80,36(4)	0,00(5) min
33	102,90(3)	134,37(3)	0,00(8) max
	31,52(4)	70,25(4)	0,00(14) min
34	78,40(3)	117,23(2)	0,00(3) max
	22,55(4)	60,87(1)	0,00(2) min
34	1260,79(3)	-1481,99(4)	0,00(9) max
	624,76(4)	-2096,78(3)	0,00(4) min
34	-624,76(4)	2096,78(3)	0,00(20) max
	-1260,79(3)	1481,99(4)	0,00(3) min
36	-627,17(4)	-1465,04(4)	0,00(10) max
	-1272,12(3)	-2056,04(3)	0,00(2) min
36	1272,12(3)	2056,04(3)	0,00(6) max
	627,17(4)	1465,04(4)	0,00(13) min
34	-638,39(4)	-1424,57(4)	0,00(21) max
	-1810,05(3)	-2001,20(3)	0,00(9) min
34	836,30(9)	-1441,05(4)	0,00(5) max
	408,21(10)	-2041,83(3)	0,00(9) min
35	0,37(6)	431,97(7)	0,00(14) max
	0,21(3)	195,10(4)	0,00(15) min
35	450,86(7)	20,83(3)	0,00(3) max
	210,84(4)	15,02(1)	0,00(6) min
36	1,01(3)	516,91(3)	0,00(13) max
	0,34(4)	295,65(4)	0,00(11) min
36	537,93(3)	20,26(10)	0,00(1) max
	311,22(4)	13,64(9)	0,00(1) min

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

2.2. OPPLÈGGSKREFTER

Seg Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kN-m]
24	8415	11000	-20,28 (4)	81,51 (17)	0,00 (17) max
			-32,89 (7)	36,56 (18)	0,00 (15) min
25	8415	8000	-22,92 (4)	114,68 (2)	0,00 (4) max
			-87,37 (3)	59,99 (1)	0,00 (19) min
26	8415	5000	-17,31 (4)	115,50 (2)	0,00 (13) max
			-70,06 (3)	60,40 (1)	0,00 (21) min
27	32415	5000	80,40 (3)	116,09 (2)	0,00 (3) max
			23,08 (4)	60,54 (1)	0,00 (2) min
26	32415	8000	105,58 (3)	132,15 (3)	0,00 (6) max
			32,25 (4)	69,89 (4)	0,00 (14) min
25	32415	11000	98,51 (7)	130,70 (3)	0,00 (16) max
			21,43 (4)	69,13 (4)	0,00 (5) min
15	32415	14000	-26,89 (4)	138,34 (11)	0,00 (13) max
			-52,10 (3)	61,09 (12)	0,00 (16) min
27	32500	0	-320,73 (4)	-1428,56 (4)	0,00 (21) max

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2018

Side: 22

				-1776,49 (3)	-2916,42 (3)	0,00 (9) min
25	8500	0	801,36 (9)	-1444,79 (4)	0,00 (5) max	
				368,52 (10)	-2958,19 (3)	0,00 (9) min
1	40827	0	-1195,44 (4)	5181,22 (3)	0,00 (14) max	
				-2377,39 (3)	2620,00 (4)	0,00 (3) min
2	0	0	2403,60 (3)	5179,98 (3)	0,00 (9) max	
				1209,24 (4)	2627,14 (4)	0,00 (12) min

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

2.3. SEGMENTRESULTATER

Seg Nr.	Stift mm	My [kN-m]	N [kN]	Vz [kN]	u [mm]	w [mm]
3	0	0,00(16)	1159,04(3)	-1,57(4)	-4,8(4)	-15,0(4) max
	0	0,00(8)	566,98(4)	-2,84(3)	-0,3(3)	-30,5(3) min
	4681	-8,16(4)	1151,65(3)	-2,08(4)	0,1(7)	-16,3(4) max
	4681	-16,47(3)	378,19(4)	3,47(4)	0,0(4)	-33,2(3) min
	10681	0,00(12)	352,46(3)	-0,61(4)	0,0(4)	-17,2(4) max
	10681	0,00(7)	185,02(4)	-1,26(3)	0,0(3)	-34,8(3) min
4	0	0,00(19)	284,95(2)	-0,14(4)	0,0(4)	-37,1(4) max
	0	0,00(21)	146,19(1)	-0,64(7)	0,0(7)	-75,2(3) min
	6000	6,00(7)	986,65(7)	-2,25(4)	0,1(2)	-36,8(4) max
	9000	-11,39(3)	510,21(4)	1,92(4)	0,2(4)	-72,5(3) min
	11786	0,00(16)	1142,65(7)	3,79(3)	-3,7(1)	-35,1(4) max
	11786	0,00(15)	512,15(4)	1,74(4)	-1,7(2)	-70,9(3) min
5	0	0,00(3)	280,66(2)	0,97(7)	0,0(3)	-38,9(4) max
	0	0,00(20)	147,08(1)	0,13(4)	0,0(4)	-77,2(3) min
	9000	6,96(3)	960,24(2)	3,46(3)	0,5(3)	-37,5(4) max
	9000	3,44(4)	696,38(4)	-2,88(3)	0,2(4)	-74,5(3) min
	11787	0,00(1)	1270,94(3)	-1,18(4)	-0,3(1)	-36,5(4) max
	11787	0,00(18)	668,91(4)	-2,29(3)	-1,2(2)	-72,7(3) min
6	0	0,00(21)	352,00(3)	10,26(5)	0,0(2)	-19,3(4) max
	0	0,00(6)	185,24(4)	4,09(6)	0,0(1)	-37,5(3) min
	9000	56,20(3)	950,47(3)	34,86(3)	0,4(7)	-17,7(4) max
	3000	-54,44(5)	341,77(4)	12,18(6)	0,0(4)	-37,0(3) min
	10680	0,00(3)	1330,72(3)	-16,22(4)	6,6(7)	-17,2(4) max
	10680	0,00(4)	685,45(4)	-32,36(3)	3,1(4)	-33,5(3) min
28	0	161,74(3)	70,11(3)	-84,58(4)	0,0(2)	-19,3(4) max
	0	84,56(4)	17,59(4)	-160,85(3)	0,0(1)	-37,5(3) min
	480	88,15(3)	70,23(3)	-76,66(4)	0,0(2)	-21,4(4) max

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 23

	2640	-64,56(3)	17,24(4)	0,83(6)	0,0(4)	-65,7(3) min
	4800	76,84(5)	68,20(3)	125,06(2)	0,0(3)	-38,9(4) max
	4800	34,42(6)	17,10(4)	63,67(1)	0,0(4)	-77,2(3) min
25	0	76,84(5)	68,98(3)	-74,14(4)	0,0(3)	-38,9(4) max
	0	34,42(6)	17,54(4)	-141,08(3)	0,0(4)	-77,2(3) min
	2400	-53,52(4)	60,02(3)	9,09(2)	0,0(6)	-44,8(4) max
	2160	-102,05(3)	17,29(4)	-21,50(3)	0,0(4)	-80,4(3) min
	4800	84,69(5)	70,09(3)	143,71(2)	0,0(4)	-37,1(4) max
	4800	33,28(6)	17,59(4)	74,73(1)	0,0(7)	-75,2(3) min
24	0	84,69(5)	68,85(3)	-63,47(1)	0,0(4)	-37,1(4) max
	0	33,28(6)	17,25(4)	-128,04(2)	0,0(7)	-75,2(3) min
	240	54,53(5)	60,00(3)	-55,56(1)	0,0(4)	-36,5(4) max
	2160	-61,10(3)	17,42(4)	-8,31(5)	-0,1(3)	-62,8(3) min
	4800	164,56(3)	70,79(3)	160,63(3)	0,0(4)	-17,2(4) max
	4800	66,12(4)	17,75(4)	84,01(4)	0,0(3)	-34,8(3) min
21	0	0,00(8)	84,35(3)	-62,31(4)	0,1(3)	-19,0(4) max
	0	0,00(4)	20,64(4)	-117,55(3)	0,0(4)	-37,0(3) min
	1920	-68,59(4)	82,12(3)	-7,05(4)	0,3(3)	-35,4(4) max
	1920	-125,55(3)	20,03(4)	-13,32(3)	0,1(4)	-60,0(3) min
	4801	117,62(2)	81,80(3)	166,48(2)	0,2(3)	-36,7(4) max
	4801	57,20(1)	19,97(4)	66,90(1)	0,0(4)	-76,8(3) min
22	0	117,62(2)	80,87(3)	-79,90(4)	0,2(3)	-36,7(4) max
	0	57,20(1)	19,50(4)	-152,16(3)	0,0(4)	-76,8(3) min
	480	48,82(5)	80,96(3)	-71,59(4)	0,2(3)	-39,7(4) max
	2638	-89,02(3)	19,36(4)	-2,91(7)	0,0(4)	-66,3(3) min
	4799	73,86(5)	81,17(3)	132,89(2)	0,0(2)	-36,9(4) max
	4799	27,19(6)	19,60(4)	68,71(1)	0,0(6)	-74,8(3) min
23	0	73,86(5)	76,83(3)	-61,62(1)	0,0(2)	-36,9(4) max
	0	27,19(6)	18,33(4)	-123,03(2)	0,0(6)	-74,8(3) min
	4560	128,57(3)	78,97(3)	148,47(3)	0,0(3)	-17,9(4) max
	4560	67,33(4)	18,86(4)	77,66(4)	0,0(4)	-36,2(3) min
	4800	167,83(3)	78,83(3)	163,60(3)	0,0(3)	-16,9(4) max
	4800	87,88(4)	18,82(4)	85,58(4)	0,0(4)	-34,3(3) min
13	0	129,28(16)	12,75(7)	-83,31(12)	0,5(3)	-37,5(4) max
	0	39,68(16)	4,69(4)	-193,91(11)	0,2(4)	-74,5(3) min
	2638	-71,29(4)	10,88(7)	4,11(2)	0,6(7)	-46,1(4) max
	2638	-154,99(7)	4,31(4)	-18,18(16)	0,2(4)	-92,9(3) min
	4796	0,00(12)	13,02(7)	142,08(7)	0,7(7)	-35,8(4) max
	4796	0,00(7)	4,78(4)	64,62(4)	0,2(4)	-72,5(3) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2018

Side: 24

14	0	188,32(7)	18,58(3)	-82,25(4)	0,4(7)	-17,7(4) max
	0	83,91(4)	7,63(4)	-181,95(7)	0,1(4)	-34,6(3) min
	480	103,45(7)	18,74(3)	-74,33(4)	0,4(7)	-19,7(4) max
	2642	-60,02(7)	7,35(4)	-7,12(2)	0,1(4)	-61,5(3) min
	4804	129,28(15)	16,42(3)	156,13(11)	0,5(3)	-37,5(4) max
	4804	39,68(16)	7,12(4)	65,27(12)	0,2(4)	-74,5(3) min
18	0	121,50(2)	91,57(7)	-80,96(1)	0,2(2)	-38,2(4) max
	0	27,80(1)	20,50(4)	-167,96(2)	0,0(1)	-75,9(3) min
	2881	-68,57(4)	91,65(7)	17,72(7)	0,3(3)	-34,9(4) max
	2841	-132,60(3)	20,49(4)	-17,77(5)	0,0(1)	-71,7(3) min
	4802	0,00(13)	93,77(7)	120,95(3)	0,1(2)	-18,5(4) max
	4802	0,00(21)	21,17(4)	62,30(4)	0,0(1)	-36,0(3) min
17	0	163,51(13)	95,80(7)	-70,01(4)	0,1(2)	-36,5(4) max
	0	37,01(10)	22,68(4)	-150,08(3)	-0,2(6)	-73,9(3) min
	959	63,55(1)	96,29(7)	-48,30(4)	0,1(2)	-39,9(4) max
	2159	-90,67(2)	22,44(4)	-29,02(1)	-0,1(1)	-80,8(3) min
	4798	121,50(2)	96,19(7)	155,33(2)	0,2(2)	-38,2(4) max
	4798	27,80(1)	22,58(4)	49,92(1)	0,0(1)	-75,9(3) min
16	0	221,83(7)	111,37(7)	-84,24(12)	0,1(7)	-16,3(4) max
	0	88,74(4)	25,80(4)	-331,07 (11)	0,0(4)	-33,9(3) min
	4560	90,44(13)	106,62(7)	271,01(7)	0,1(2)	-35,9(4) max
	2880	-201,97 (11)	25,44(4)	8,95(10)	-0,2(11)	-81,2(7) min
	4800	163,51(13)	106,50(7)	304,64(7)	0,1(2)	-36,5(4) max
	4800	37,01(10)	25,31(4)	64,31(4)	-0,2(6)	-73,9(3) min
28	0	164,58(3)	67,46(3)	-93,02(4)	0,0(4)	-17,2(4) max
	0	88,12(4)	16,64(4)	-178,50(3)	0,0(3)	-34,8(3) min
	2880	-55,35(1)	68,27(3)	3,52(5)	0,0(4)	-13,5(4) max
	3120	-106,14(2)	16,67(4)	9,11(1)	-0,1(3)	-24,0(3) min
	4800	0,00(21)	70,66(3)	108,00(2)	0,0(1)	0,0(1) max
	4800	0,00(13)	17,31(4)	56,45(1)	0,0(1)	0,0(1) min
25	0	167,83(3)	84,81(3)	-93,38(4)	0,0(3)	-16,9(4) max
	0	87,88(4)	22,25(4)	-177,16(3)	0,0(4)	-34,3(3) min
	240	125,31(3)	85,15(3)	-85,45(4)	0,0(3)	-16,4(4) max
	2880	-105,51(2)	22,44(4)	0,83(6)	-0,1(3)	-25,8(3) min
	4800	0,00(19)	87,37(3)	107,19(2)	0,0(1)	0,0(1) max
	4800	0,00(4)	22,92(4)	56,04(1)	0,0(1)	0,0(1) min
24	0	221,83(7)	90,49(7)	-93,56(4)	0,1(7)	-16,3(4) max
	0	88,74(4)	19,62(4)	-143,63(3)	0,0(4)	-33,2(3) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016							Side: 25
	720	130,11(7)	91,64(7)	-69,78(12)	0,1(7)	-15,5(4) max	
	3600	-65,84(17)	19,97(4)	1,06(18)	0,0(17)	-13,9(2) min	
	4800	0,00(15)	92,89(7)	76,17(17)	0,0(1)	0,0(1) max	
	4800	0,00(17)	20,28(4)	32,61(18)	0,0(1)	0,0(1) min	
27	0	161,74(3)	77,69(3)	-92,68(4)	0,0(2)	-19,3(4) max	
	0	84,58(4)	22,35(4)	-175,86(3)	0,0(1)	-37,5(3) min	
	240	119,53(3)	78,02(3)	-84,75(4)	0,0(2)	-18,7(4) max	
	2400	-99,47(2)	22,51(4)	-38,10(3)	0,0(4)	-31,1(3) min	
	4800	0,00(3)	80,40(3)	108,59(2)	0,0(1)	0,0(1) max	
	4800	0,00(2)	23,08(4)	58,58(1)	0,0(1)	0,0(1) min	
28	0	88,09(5)	103,33(3)	-81,72(1)	0,1(3)	-19,0(4) max	
	0	32,82(6)	31,64(4)	-159,38(2)	0,0(4)	-37,0(3) min	
	2640	-74,30(4)	102,97(3)	8,06(7)	0,2(3)	-18,7(4) max	
	2640	-140,80(3)	31,50(4)	-10,46(5)	0,0(4)	-35,9(3) min	
	4800	0,00(6)	105,58(3)	124,65(3)	0,0(1)	0,0(1) max	
	4800	0,00(14)	32,25(4)	65,94(4)	0,0(1)	0,0(1) min	
25	0	93,52(5)	98,55(7)	-82,62(1)	0,1(2)	-18,5(4) max	
	0	37,67(6)	20,83(4)	-161,27(2)	0,0(1)	-38,0(3) min	
	2640	-72,59(4)	98,20(7)	-3,88(6)	0,2(3)	-18,1(4) max	
	2640	-137,51(3)	20,74(4)	2,06(4)	0,0(1)	-34,8(3) min	
	4800	0,00(16)	98,51(7)	123,20(3)	0,0(1)	0,0(1) max	
	4800	0,00(5)	21,43(4)	65,17(4)	0,0(1)	0,0(1) min	
15	0	188,32(7)	-27,57(4)	-92,64(4)	0,4(7)	-17,7(4) max	
	0	83,91(4)	-54,90(3)	-208,22(7)	0,1(4)	-34,6(3) min	
	3120	-58,05(12)	-27,35(4)	23,67(11)	0,3(7)	-12,7(4) max	
	3120	-128,74 (11)	-54,03(3)	9,57(12)	0,1(4)	-28,3(7) min	
	4800	0,00(13)	-26,83(4)	120,54(11)	0,0(1)	0,0(1) max	
	4800	0,00(16)	-62,10(3)	57,13(12)	0,0(1)	0,0(1) min	
26	0	0,00(1)	-0,21(3)	-210,84(4)	0,0(4)	0,0(4) max	
	0	0,00(1)	-0,37(6)	-450,86(7)	0,0(3)	0,0(7) min	
	13267	0,00(1)	-0,21(3)	-210,84(4)	-11,2(4)	-0,4(4) max	
	13267	0,00(1)	-0,37(6)	-450,86(7)	-22,2(3)	-0,9(7) min	
	13267	0,00(1)	-0,21(3)	-210,84(4)	-11,2(4)	-0,4(4) max	
	13267	0,00(1)	-0,37(6)	-450,86(7)	-22,2(3)	-0,9(7) min	
27	0	0,00(6)	3205,46(3)	-150,36(4)	20,3(3)	0,9(9) max	
	0	0,00(13)	1585,97(4)	-288,35(3)	10,3(4)	0,5(4) min	
	5105	-399,03(4)	3203,17(3)	14,87(3)	38,0(3)	-5,8(4) max	
	4084	-725,01(3)	1584,82(4)	-72,05(3)	20,1(4)	-10,8(3) min	
	10209	0,00(9)	3176,97(3)	284,81(3)	0,0(1)	0,0(1) max	

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 28

	10200	0,00(21)	1564,86(4)	140,15(4)	0,0(1)	0,0(1) min
28	0	0,00(1)	-0,34(4)	-311,22(4)	0,0(3)	0,0(4) max
	0	0,00(1)	-1,01(3)	-537,93(3)	0,0(4)	0,0(3) min
	13123	0,00(1)	-0,34(4)	-311,22(4)	20,9(3)	-0,6(4) max
	13123	0,00(1)	-1,01(3)	-537,93(3)	10,5(4)	-1,1(3) min
	13123	0,00(1)	-0,34(4)	-311,22(4)	20,9(3)	-0,6(4) max
	13123	0,00(1)	-1,01(3)	-537,93(3)	10,5(4)	-1,1(3) min
25	0	0,00(5)	3211,62(3)	-152,75(4)	0,0(1)	0,0(1) max
	0	0,00(8)	1578,81(4)	-291,70(3)	0,0(1)	0,0(1) min
	5195	-415,74(4)	3240,11(3)	14,32(3)	-21,3(4)	-6,2(4) max
	5195	-785,37(3)	1597,50(4)	7,56(4)	-40,7(3)	-11,7(3) min
	10390	0,00(3)	3240,69(3)	293,28(3)	-10,9(4)	1,1(9) max
	10390	0,00(20)	1600,34(4)	154,00(4)	-21,4(3)	0,6(4) min
1	0	0,01(6)	-1831,19 (4)	37,90(6)	-0,5(1)	-45,0(4) max
	0	-0,03(5)	-3652,86 (3)	-105,26(5)	-1,4(2)	-90,4(3) min
	12877	5016,89(3)	-2261,79 (4)	121,26(2)	20,9(3)	-0,6(4) max
	12877	2534,29(4)	-4464,40 (3)	30,52(1)	10,5(4)	-1,1(3) min
	28816	0,00(14)	-2796,43 (4)	-681,78(4)	0,0(1)	0,0(1) max
	28816	0,00(3)	-5533,64 (3)	-1361,16 (3)	0,0(1)	0,0(1) min
2	0	0,00(12)	-2806,20 (4)	1385,50(3)	0,0(1)	0,0(1) max
	0	0,00(9)	-5537,72 (3)	693,16(4)	0,0(1)	0,0(1) min
	16190	4903,43(3)	-2207,67 (4)	26,64(5)	-11,2(4)	-0,4(4) max
	16190	2411,39(4)	-4403,31 (3)	-53,55(6)	-22,2(3)	-0,9(7) min
	28815	0,06(2)	-1829,14 (4)	-32,47(1)	-0,5(1)	-45,0(4) max
	28815	0,01(1)	-3649,79 (3)	202,70(2)	-1,4(2)	-90,4(3) min

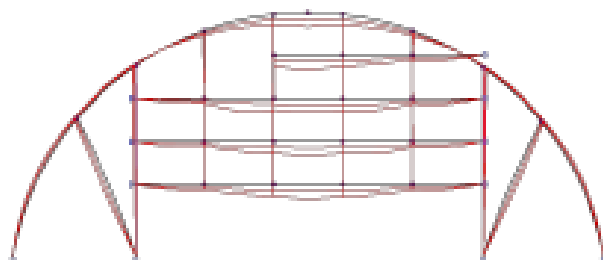
Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra

2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning

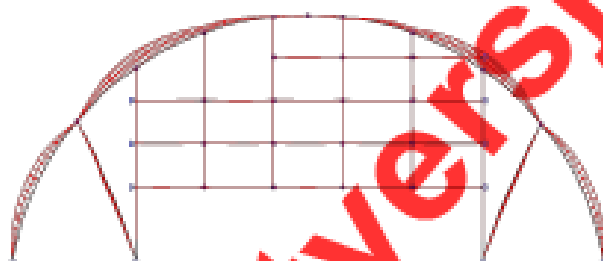
05.05.2018

Side: 27



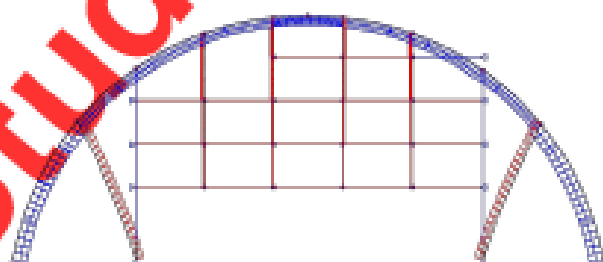
2.4.2. Moment

Største forskyvning: 93,0 mm



2.4.3. Aksialkraft

Største moment: 5016,89 kN-m



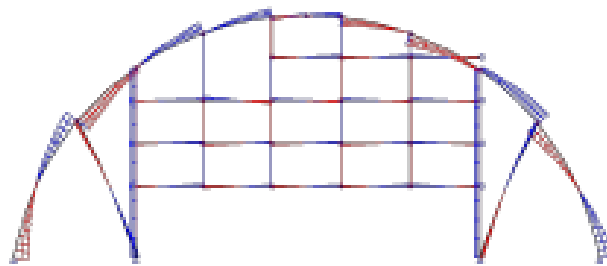
2.4.4. Skjærkraft

Største aksialkraft: -9671,56 kN

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Sider: 28



Største skjærkraft: 1424,71 kN

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1993 UTNYTTELSESGRAD

Seg. nr.	Snitt [mm]	Pltv	Plateb	Eltv	Elateb	Info
3	0	0,36(3)	0,00(16)	0,36(3)	0,00(16)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
1068	0,37(3)	0,01(3)	0,01(3)	0,37(3)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
2136	0,38(3)	0,02(3)	0,02(3)	0,39(3)	0,03(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
3204	0,39(3)	0,04(3)	0,04(3)	0,40(3)	0,04(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
4272	0,40(3)	0,05(3)	0,05(3)	0,42(3)	0,05(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
4681	0,40(3)	0,06(3)	0,06(3)	0,43(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
5341	0,26(3)	0,04(3)	0,04(3)	0,27(3)	0,05(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
6409	0,24(3)	0,02(3)	0,02(3)	0,24(3)	0,02(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
7477	0,23(3)	0,01(3)	0,01(3)	0,23(3)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
8545	0,12(3)	0,01(3)	0,01(3)	0,12(3)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
9613	0,11(3)	0,00(3)	0,00(3)	0,11(3)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
10681	0,11(3)	0,00(12)	0,00(12)	0,11(3)	0,00(12)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
4	0	0,09(2)	0,00(10)	0,09(2)	0,00(10)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
1179	0,09(3)	0,00(7)	0,00(7)	0,09(3)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
2357	0,09(3)	0,01(7)	0,01(7)	0,09(3)	0,01(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
3536	0,17(2)	0,00(11)	0,00(11)	0,17(2)	0,00(11)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
4715	0,18(3)	0,01(7)	0,01(7)	0,18(3)	0,01(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
5893	0,19(3)	0,02(7)	0,02(7)	0,19(3)	0,02(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
7072	0,31(7)	0,00(2)	0,00(2)	0,31(7)	0,00(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
8251	0,33(7)	0,02(3)	0,02(3)	0,34(7)	0,03(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
9000	0,39(7)	0,04(3)	0,04(3)	0,40(7)	0,05(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
9429	0,38(7)	0,03(3)	0,03(3)	0,39(7)	0,04(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
10608	0,37(7)	0,02(3)	0,02(3)	0,37(7)	0,02(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
11788	0,36(7)	0,00(15)	0,00(15)	0,36(7)	0,00(15)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
5	0	0,09(2)	0,00(20)	0,09(2)	0,00(20)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Sider: 29

	1179	0,09(3)	0,00(7)	0,09(3)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2357	0,09(3)	0,00(7)	0,09(3)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3538	0,19(3)	0,00(7)	0,19(3)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4715	0,20(3)	0,00(7)	0,20(3)	0,01(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	5893	0,20(3)	0,01(7)	0,20(3)	0,01(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	7072	0,30(2)	0,00(2)	0,30(2)	0,00(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	8251	0,31(2)	0,02(3)	0,32(2)	0,02(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	9000	0,41(3)	0,02(3)	0,42(3)	0,03(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	9429	0,41(3)	0,02(3)	0,42(3)	0,02(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	10608	0,40(3)	0,01(3)	0,41(3)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	11787	0,40(3)	0,00(18)	0,40(3)	0,00(18)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
6	0	0,11(3)	0,00(6)	0,11(3)	0,00(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1068	0,15(2)	0,04(5)	0,15(2)	0,04(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2138	0,19(2)	0,08(5)	0,20(2)	0,09(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3204	0,38(2)	0,16(5)	0,39(2)	0,19(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4372	0,24(2)	0,04(5)	0,24(2)	0,04(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	5340	0,29(2)	0,09(5)	0,31(2)	0,10(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	6408	0,38(2)	0,11(5)	0,42(2)	0,13(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	7476	0,31(3)	0,03(11)	0,32(3)	0,03(11)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	8544	0,40(3)	0,14(3)	0,48(3)	0,17(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	9000	0,58(3)	0,20(3)	0,64(3)	0,23(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	9812	0,51(3)	0,12(3)	0,58(3)	0,14(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	10680	0,41(3)	0,00(10)	0,42(3)	0,00(10)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
28	0	0,58(3)	0,67(3)	0,69(3)	0,73(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,31(3)	0,36(3)	0,49(3)	0,49(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	960	0,10(3)	0,10(3)	0,30(3)	0,12(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,08(2)	0,06(2)	0,22(3)	0,07(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,17(2)	0,17(2)	0,21(3)	0,19(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,22(3)	0,20(3)	0,27(3)	0,25(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2880	0,23(3)	0,23(3)	0,28(3)	0,26(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3360	0,18(3)	0,18(3)	0,23(3)	0,20(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3840	0,09(3)	0,09(3)	0,20(2)	0,10(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4320	0,07(5)	0,07(5)	0,28(2)	0,08(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,27(5)	0,32(5)	0,41(2)	0,35(5)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
25	0	0,27(5)	0,32(5)	0,44(2)	0,35(5)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,05(5)	0,05(5)	0,33(3)	0,05(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,14(3)	0,14(3)	0,27(3)	0,16(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,27(3)	0,27(3)	0,33(3)	0,30(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,35(3)	0,40(3)	0,41(3)	0,44(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2400	0,37(3)	0,43(3)	0,44(3)	0,47(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,34(3)	0,40(3)	0,41(3)	0,43(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,27(3)	0,27(3)	0,32(3)	0,30(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3840	0,14(3)	0,14(3)	0,27(3)	0,15(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016						Sider: 30
	4320	0,07(5)	0,07(5)	0,33(2)	0,08(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,30(5)	0,36(5)	0,48(2)	0,38(5)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
24	0	0,30(5)	0,36(5)	0,43(2)	0,38(5)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,10(5)	0,10(5)	0,29(2)	0,11(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,07(7)	0,07(7)	0,20(2)	0,08(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,17(3)	0,17(3)	0,21(3)	0,19(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,21(3)	0,21(3)	0,28(3)	0,24(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,21(3)	0,21(3)	0,28(3)	0,24(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2880	0,15(3)	0,15(3)	0,20(3)	0,17(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3360	0,04(3)	0,04(3)	0,22(3)	0,05(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3840	0,11(3)	0,11(3)	0,30(3)	0,13(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4320	0,33(3)	0,37(3)	0,47(3)	0,41(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4800	0,59(3)	0,68(3)	0,70(3)	0,74(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
21	0	0,00(1)	0,00(8)	0,33(3)	0,00(8)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,19(3)	0,19(3)	0,31(3)	0,21(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,33(3)	0,38(3)	0,39(3)	0,41(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1440	0,41(3)	0,48(3)	0,49(3)	0,52(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1920	0,45(3)	0,52(3)	0,53(3)	0,57(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2401	0,43(3)	0,50(3)	0,51(3)	0,55(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2881	0,37(3)	0,42(3)	0,44(3)	0,46(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3361	0,25(3)	0,25(3)	0,33(3)	0,28(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3841	0,08(3)	0,08(3)	0,32(2)	0,09(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4321	0,15(5)	0,15(5)	0,40(2)	0,17(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4801	0,42(2)	0,48(2)	0,58(2)	0,53(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
22	0	0,42(2)	0,48(2)	0,58(2)	0,53(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,17(5)	0,17(5)	0,38(2)	0,20(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,04(11)	0,04(11)	0,28(3)	0,04(11)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,18(3)	0,18(3)	0,28(3)	0,20(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,27(3)	0,31(3)	0,33(3)	0,34(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2399	0,33(3)	0,36(3)	0,38(3)	0,40(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2879	0,31(3)	0,35(3)	0,37(3)	0,39(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3359	0,25(3)	0,25(3)	0,31(3)	0,28(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3839	0,14(3)	0,14(3)	0,25(3)	0,15(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4319	0,05(5)	0,05(5)	0,31(2)	0,08(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4799	0,28(5)	0,28(5)	0,42(2)	0,30(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
23	0	0,28(5)	0,28(5)	0,40(2)	0,30(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	480	0,07(5)	0,07(5)	0,28(2)	0,07(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,10(7)	0,10(7)	0,20(3)	0,11(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,19(3)	0,19(3)	0,24(3)	0,22(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,23(3)	0,23(3)	0,29(3)	0,26(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,22(3)	0,22(3)	0,28(3)	0,25(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2880	0,18(3)	0,18(3)	0,22(3)	0,18(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 31

	3360	0,05(3)	0,05(3)	0,22(3)	0,05(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3840	0,12(3)	0,12(3)	0,31(3)	0,13(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4320	0,33(3)	0,38(3)	0,48(3)	0,42(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4800	0,60(3)	0,69(3)	0,72(3)	0,76(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
13	0	0,46(15)	0,53(15)	0,64(11)	0,58(15)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,15(15)	0,15(15)	0,46(11)	0,16(15)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,15(3)	0,15(3)	0,37(11)	0,16(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1439	0,33(7)	0,39(7)	0,49(7)	0,42(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1919	0,47(7)	0,54(7)	0,53(7)	0,59(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2398	0,54(7)	0,62(7)	0,61(7)	0,68(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2638	0,55(7)	0,64(7)	0,63(7)	0,70(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2878	0,55(7)	0,64(7)	0,63(7)	0,70(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3357	0,50(7)	0,58(7)	0,57(7)	0,64(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3837	0,40(7)	0,46(7)	0,49(7)	0,50(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4317	0,23(7)	0,23(7)	0,36(7)	0,26(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4796	0,00(1)	0,00(12)	0,39(7)	0,00(12)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
14	0	0,67(7)	0,77(7)	0,78(7)	0,84(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,37(7)	0,43(7)	0,52(7)	0,47(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	961	0,13(7)	0,13(7)	0,33(7)	0,15(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1441	0,04(7)	0,04(7)	0,23(7)	0,05(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1921	0,16(7)	0,16(7)	0,20(7)	0,18(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2402	0,21(7)	0,21(7)	0,24(7)	0,24(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2882	0,20(7)	0,20(7)	0,24(7)	0,23(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3363	0,14(3)	0,14(3)	0,19(7)	0,16(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3843	0,05(2)	0,05(2)	0,26(14)	0,05(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4323	0,21(15)	0,21(15)	0,37(14)	0,24(15)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4804	0,46(15)	0,53(15)	0,58(14)	0,58(15)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
18	0	0,43(2)	0,50(2)	0,59(2)	0,55(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,16(5)	0,16(5)	0,40(2)	0,18(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,15(7)	0,15(7)	0,32(2)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1441	0,36(7)	0,34(7)	0,36(3)	0,37(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1921	0,40(3)	0,47(3)	0,48(3)	0,51(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2401	0,46(3)	0,54(3)	0,55(3)	0,59(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2881	0,47(3)	0,55(3)	0,56(3)	0,60(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3362	0,47(3)	0,55(3)	0,56(3)	0,60(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3842	0,43(3)	0,50(3)	0,51(3)	0,55(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4322	0,34(3)	0,39(3)	0,41(3)	0,43(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4802	0,19(3)	0,19(3)	0,32(3)	0,22(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4802	0,00(1)	0,00(21)	0,34(3)	0,00(21)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
17	0	0,66(13)	0,67(13)	0,69(7)	0,74(13)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,37(15)	0,42(15)	0,47(7)	0,46(15)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	960	0,23(1)	0,23(1)	0,30(15)	0,26(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 32

	1439	0,26(2)	0,26(2)	0,32(2)	0,29(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1919	0,32(2)	0,36(2)	0,38(2)	0,40(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2399	0,32(2)	0,37(2)	0,38(2)	0,40(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2679	0,27(2)	0,27(2)	0,33(2)	0,30(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3358	0,17(2)	0,17(2)	0,26(2)	0,19(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	3838	0,03(11)	0,03(11)	0,28(2)	0,04(11)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4318	0,18(5)	0,18(5)	0,37(2)	0,20(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4798	0,43(2)	0,50(2)	0,58(2)	0,55(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
18	0	0,80(7)	0,91(7)	1,12(7)	1,00(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,27(3)	0,27(3)	0,77(11)	0,30(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,18(1)	0,18(1)	0,59(11)	0,21(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,48(11)	0,55(11)	0,60(11)	0,60(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1920	0,67(11)	0,78(11)	0,78(11)	0,85(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2400	0,78(11)	0,87(11)	0,88(11)	0,95(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,72(11)	0,83(11)	0,84(11)	0,91(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,57(11)	0,66(11)	0,67(11)	0,72(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3840	0,31(11)	0,38(11)	0,55(11)	0,39(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4320	0,09(13)	0,09(13)	0,70(7)	0,10(13)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,59(13)	0,67(13)	0,94(7)	0,74(13)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
28	0	0,59(3)	0,68(3)	0,72(3)	0,74(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,30(3)	0,35(3)	0,48(3)	0,38(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	960	0,06(3)	0,06(3)	0,34(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,13(2)	0,13(2)	0,27(3)	0,16(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,27(2)	0,27(2)	0,32(2)	0,30(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,35(2)	0,40(2)	0,41(2)	0,44(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,38(2)	0,44(2)	0,45(2)	0,48(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,36(2)	0,42(2)	0,43(2)	0,46(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3840	0,29(2)	0,34(2)	0,35(2)	0,37(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4320	0,17(2)	0,17(2)	0,28(3)	0,19(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,00(1)	0,00(13)	0,30(2)	0,00(13)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
25	0	0,50(3)	0,60(3)	0,74(3)	0,76(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,31(3)	0,36(3)	0,49(3)	0,39(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	960	0,07(3)	0,07(3)	0,34(3)	0,08(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,12(2)	0,12(2)	0,27(3)	0,14(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,26(2)	0,26(2)	0,31(2)	0,29(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,34(2)	0,40(2)	0,41(2)	0,43(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,38(2)	0,44(2)	0,45(3)	0,48(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,36(2)	0,42(2)	0,43(3)	0,45(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3840	0,29(2)	0,34(2)	0,35(3)	0,37(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4320	0,17(2)	0,17(2)	0,28(3)	0,19(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,00(1)	0,00(4)	0,30(2)	0,00(4)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
24	0	0,79(7)	0,92(7)	0,92(7)	1,00(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 33

	480	0,57(7)	0,65(7)	0,67(7)	0,72(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	960	0,37(7)	0,43(7)	0,46(7)	0,47(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1440	0,22(18)	0,22(18)	0,31(7)	0,25(18)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,18(17)	0,18(17)	0,22(2)	0,20(17)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,24(17)	0,24(17)	0,29(2)	0,27(17)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2880	0,27(17)	0,27(17)	0,32(2)	0,30(17)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3360	0,25(17)	0,25(17)	0,31(2)	0,29(17)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3840	0,21(17)	0,21(17)	0,25(2)	0,23(17)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4320	0,12(17)	0,12(17)	0,20(2)	0,14(17)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,00(1)	0,00(17)	0,21(2)	0,00(17)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
27	0	0,58(3)	0,67(3)	0,72(3)	0,73(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,29(3)	0,33(3)	0,48(3)	0,37(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	960	0,05(3)	0,05(3)	0,34(3)	0,06(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,14(2)	0,14(2)	0,27(2)	0,16(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,27(2)	0,32(2)	0,33(2)	0,35(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2400	0,36(2)	0,41(2)	0,42(2)	0,45(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,39(2)	0,45(2)	0,46(2)	0,49(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,37(2)	0,42(2)	0,43(3)	0,46(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3840	0,30(2)	0,34(2)	0,36(3)	0,37(2)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4320	0,17(2)	0,17(2)	0,28(3)	0,20(2)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,00(1)	0,00(3)	0,30(2)	0,00(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
28	0	0,31(5)	0,36(5)	0,50(2)	0,39(5)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,05(5)	0,05(5)	0,38(2)	0,05(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,18(3)	0,18(3)	0,33(3)	0,21(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,34(3)	0,39(3)	0,41(3)	0,42(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1920	0,44(3)	0,51(3)	0,53(3)	0,56(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2400	0,50(3)	0,57(3)	0,59(3)	0,63(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2640	0,50(3)	0,58(3)	0,60(3)	0,64(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,50(3)	0,58(3)	0,60(3)	0,63(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,45(3)	0,52(3)	0,54(3)	0,57(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3840	0,35(3)	0,41(3)	0,43(3)	0,44(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4320	0,20(3)	0,20(3)	0,33(3)	0,23(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,00(1)	0,00(6)	0,39(3)	0,00(6)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
25	0	0,38(5)	0,39(5)	0,51(2)	0,42(5)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,07(5)	0,07(5)	0,38(2)	0,08(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	960	0,18(3)	0,18(3)	0,32(3)	0,18(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,32(3)	0,37(3)	0,39(3)	0,40(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	1920	0,43(3)	0,49(3)	0,51(3)	0,54(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2400	0,48(3)	0,56(3)	0,57(3)	0,61(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2640	0,49(3)	0,57(3)	0,58(3)	0,62(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,49(3)	0,56(3)	0,58(3)	0,62(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,44(3)	0,51(3)	0,53(3)	0,56(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3840	0,35(3)	0,40(3)	0,42(3)	0,44(3)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.06.2016

Side: 34

	4320	0,20(3)	0,20(3)	0,33(3)	0,22(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,00(1)	0,00(5)	0,34(3)	0,00(5)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
15	0	0,67(7)	0,77(7)	0,82(7)	0,84(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	480	0,33(7)	0,38(7)	0,54(7)	0,41(7)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	960	0,05(3)	0,05(3)	0,40(7)	0,05(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1440	0,18(11)	0,18(11)	0,32(11)	0,20(11)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	1920	0,33(11)	0,39(11)	0,39(11)	0,42(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2400	0,43(11)	0,50(11)	0,50(11)	0,54(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	2880	0,47(11)	0,54(11)	0,54(11)	0,59(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3360	0,44(11)	0,51(11)	0,51(7)	0,56(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	3840	0,35(11)	0,41(11)	0,41(7)	0,45(11)	EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen
	4320	0,21(11)	0,21(11)	0,33(7)	0,23(11)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,00(1)	0,02(3)	0,36(11)	0,02(3)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)

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
26	13267	0,00(10)	0,55(11)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13) V _z
27	0	0,38(17)	0,37(17)	0,34(9)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1021	0,55(17)	0,31(17)	0,40(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2042	0,60(17)	0,23(17)	0,39(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3063	0,78(17)	0,15(17)	0,36(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4084	0,84(17)	0,07(17)	0,32(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	5105	0,86(17)	0,02(17)	0,27(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	6126	0,84(17)	0,08(17)	0,32(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	7147	0,78(17)	0,15(17)	0,36(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	8168	0,68(17)	0,23(17)	0,39(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	9189	0,56(17)	0,30(17)	0,40(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	10210	0,37(17)	0,36(17)	0,36(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
28	13123	0,00(3)	0,77(17)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13) V _z
29	0	0,37(17)	0,37(17)	0,37(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	1039	0,56(17)	0,31(17)	0,41(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	2078	0,70(17)	0,23(17)	0,40(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	3117	0,80(17)	0,15(17)	0,38(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	4156	0,86(17)	0,08(17)	0,33(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	5195	0,88(17)	0,02(17)	0,28(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	6234	0,86(17)	0,08(17)	0,33(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	7273	0,80(17)	0,15(17)	0,38(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	8312	0,70(17)	0,23(17)	0,40(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
	9351	0,56(17)	0,31(17)	0,41(17)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

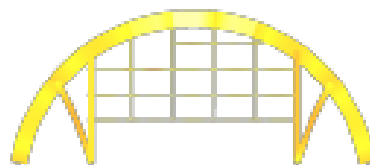
05.05.2016

Side: 35

		10390	0,38(17)	0,37(17)	0,37(20)	EN 1995-1-1 6.2.3 (6.17)
1	0					
		2882	0,13(17)	0,05(20)	0,05(20)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		2882	0,18(17)	0,35(17)	0,48(17)	EN 1995-1-1 6.4.3 (6.53)
		5763	0,24(7)	0,11(17)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		8645	0,39(3)	0,47(17)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
		11526	0,57(17)	0,18(17)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		14408	0,52(17)	0,31(17)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		17290	0,28(17)	0,58(17)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
		18127	0,18(17)	0,68(17)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
		18403	0,14(17)	0,68(17)	0,68(3)	EN 1995-1-1 6.4.3 (6.53)
		20171	0,38(17)	0,43(17)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
		23053	0,52(17)	0,10(3)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		25935	0,48(17)	0,30(17)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		28816	0,20(17)	0,63(17)	0,63(17)	EN 1995-1-1 6.4.3 (6.53)
2	0					
		2882	0,20(17)	0,64(17)	0,64(17)	EN 1995-1-1 6.4.3 (6.53)
		2882	0,47(17)	0,30(17)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		5763	0,53(17)	0,04(3)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		8645	0,40(17)	0,45(17)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
		10656	0,20(17)	0,64(17)	0,69(3)	EN 1995-1-1 6.4.3 (6.53)
		10657	0,15(17)	0,65(3)	0,69(3)	EN 1995-1-1 6.4.3 (6.53)
		11526	0,23(17)	0,58(3)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
		14408	0,48(17)	0,33(3)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		17289	0,58(17)	0,12(11)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		20171	0,44(17)	0,30(7)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		23052	0,30(17)	0,13(3)		EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)
		25934	0,17(17)	0,37(3)		EN 1995-1-1 6.1.7 (6.13); V_z
		28815	0,13(17)	0,10(17)	0,07(8)	EN 1995-1-1 6.3.2 (6.23)

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

3.3. KAPASITETSKART



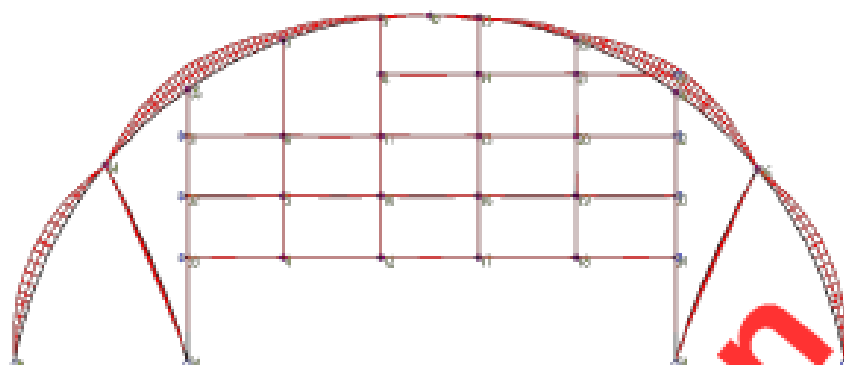
Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

Største kapasitetsutnyttelse: 91,73 % (EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen)

Studentversjon

05.06.2018

Side: 37



Studentversjon

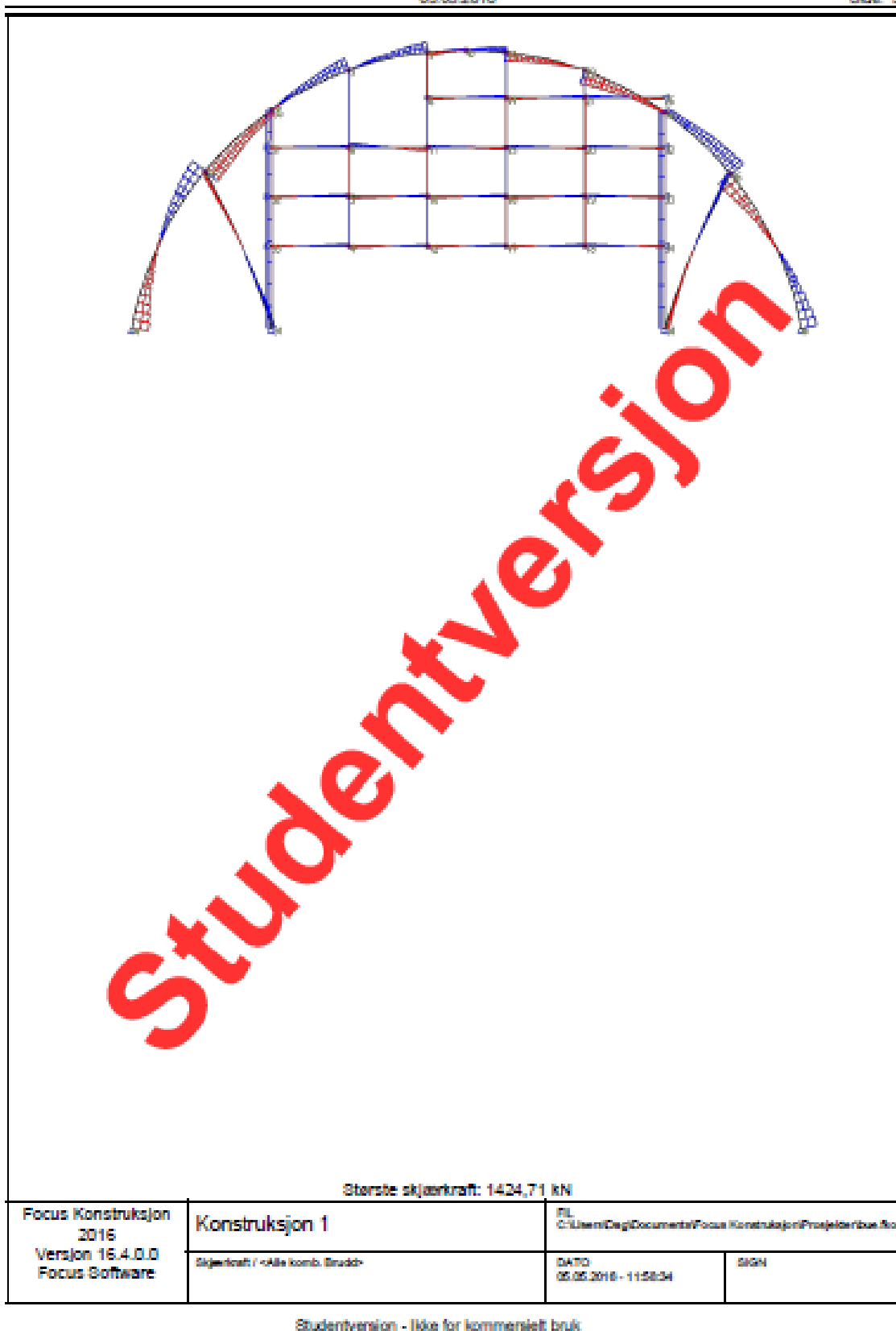
Største moment: 5016,89 kN-m

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	FIL C:\Users\Deg\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekter\bus_\kon	
	Moment / -Alle komb. Brudd-	DATO 05.06.2018 - 11:58:00	SIGN

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

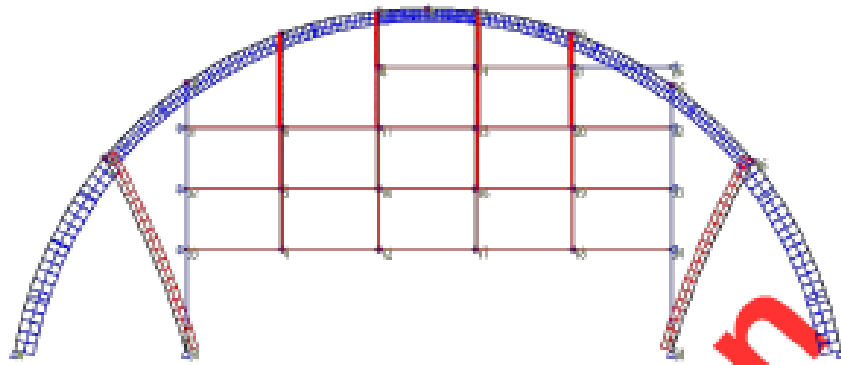
05.05.2018

Sider: 38



05.05.2016

Side: 39



Studentversjon

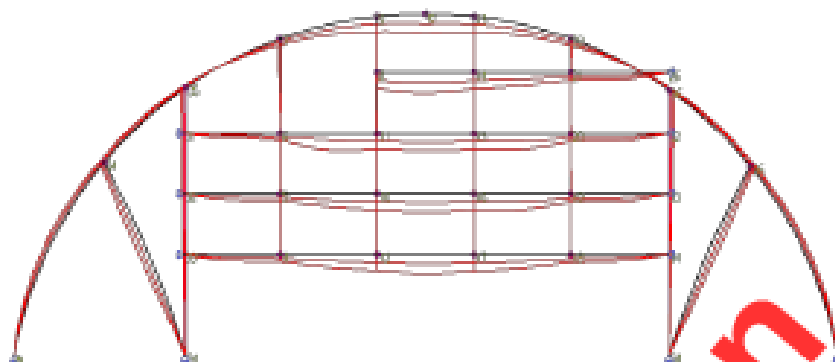
Største aksialkraft: -5671,56 kN

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	FIL C:\Users\Da\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekt\brute_bue.fem	
	Aksialkraft / <Alle komb. Brudd>	DATO 05.05.2016 - 11:58:09	SIGN

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

05.05.2018

Side: 40



Studentversjon

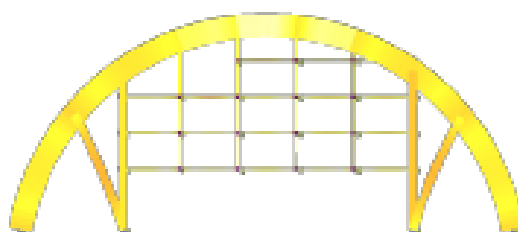
Største forskyvning: 93,0 mm

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	FIL C:\Users\Deg\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekt\busi.flon	
	Forskyvning / «Alle komb. Brudd»	DATO 05.05.2018 - 11:58:48	SIGN

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

05.05.2016

Side: 41



Studentversjon

Største kapasitetsutnyttelse: 91,73 % (EN 1993-1-1 6.3.2 Ligning (6.54) om y-aksen)

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	FL C:\Users\Dag\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekt\busi.flm	
	Kapasitetskart / -Alle komb. Brudd-	DATO 05.05.2016 - 11:58:59	SGN

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

15.05.2018

Side: 8

0. SAMMENDRAG**Modell**

Antall segmenter: 28

Antall knutepunkt: 35

Analyse

Antall lastkombinasjoner: 4

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 70,7 mm (Segmentnr. 13)

Største N: -4259,56 kN (Segmentnr. 25)

Største V: 1063,10 kN (Segmentnr. 2)

Største M: 3744,09 kN-m (Segmentnr. 1)

Versje lastkombinasjonfor forskyvning: Bruks: 1,00- $\langle kt \rangle$ + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast + 1,00-Smalastfor N: Bruks: 1,00- $\langle kt \rangle$ + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast + 1,00-Smalastfor V: Bruks: 1,00- $\langle kt \rangle$ + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast + 1,00-Smalastfor M: Bruks: 1,00- $\langle kt \rangle$ + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast + 1,00-Smalast**2. BEREGNINGER****2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER****2.1.1. Forskyvninger**

Nr.	u [mm]	w [mm]	Y-vektor
A	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
4	0,0(28)	-21,5(29)	0,0(28) max
	0,0(31)	-28,3(31)	0,0(28) min
4	0,0(28)	-21,5(29)	0,0(28) max
	0,0(31)	-28,3(31)	0,0(28) min
5	0,0(31)	-21,1(29)	0,0(28) max
	0,0(28)	-25,9(31)	0,0(28) min
5	0,0(31)	-21,1(29)	0,0(28) max
	0,0(28)	-25,9(31)	0,0(28) min
6	0,1(31)	-20,3(29)	0,0(28) max
	0,0(29)	-25,1(31)	0,0(28) min
6	0,1(31)	-20,3(29)	0,0(28) max
	0,0(29)	-25,1(31)	0,0(28) min
7	-5,6(28)	-18,7(29)	0,0(28) max
	-6,9(31)	-23,1(31)	0,0(28) min
7	-5,6(28)	-18,7(29)	0,0(28) max
	-6,9(31)	-23,1(31)	0,0(28) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

15.05.2016

Slide: 4

8	0,4(31)	-44,9(29)	0,0(28) max
	0,2(29)	-54,5(31)	0,0(28) min
8	0,4(31)	-44,9(29)	0,0(28) max
	0,2(29)	-54,5(31)	0,0(28) min
9	-0,8(28)	-43,9(29)	0,0(28) max
	-1,3(29)	-53,3(31)	0,0(28) min
9	-0,8(28)	-43,9(29)	0,0(28) max
	-1,3(29)	-53,3(31)	0,0(28) min
10	0,0(29)	-48,3(29)	0,0(28) max
	0,0(28)	-58,3(31)	0,0(28) min
10	0,0(29)	-48,3(29)	0,0(28) max
	0,0(28)	-58,3(31)	0,0(28) min
11	0,0(29)	-45,7(29)	0,0(28) max
	-0,1(28)	-55,7(31)	0,0(28) min
11	0,0(29)	-45,7(29)	0,0(28) max
	-0,1(28)	-55,7(31)	0,0(28) min
12	0,0(29)	-48,8(29)	0,0(28) max
	0,0(31)	-58,8(31)	0,0(28) min
12	0,0(29)	-48,8(29)	0,0(28) max
	0,0(31)	-58,8(31)	0,0(28) min
C	-0,6(28)	-58,2(28)	0,0(28) max
	-1,0(29)	-67,7(31)	0,0(28) min
C	-0,6(28)	-58,2(28)	0,0(28) max
	-1,0(29)	-67,7(31)	0,0(28) min
13	-0,4(28)	-45,0(28)	0,0(28) max
	-0,9(29)	-54,4(31)	0,0(28) min
13	-0,4(28)	-45,0(28)	0,0(28) max
	-0,9(29)	-54,4(31)	0,0(28) min
14	0,3(31)	-48,1(28)	0,0(28) max
	0,2(29)	-55,7(31)	0,0(28) min
14	0,3(31)	-48,1(28)	0,0(28) max
	0,2(29)	-55,7(31)	0,0(28) min
15	0,1(29)	-48,8(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-58,7(31)	0,0(28) min
15	0,1(29)	-48,8(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-58,7(31)	0,0(28) min
16	0,1(31)	-47,3(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-57,4(31)	0,0(28) min
16	0,1(31)	-47,3(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-57,4(31)	0,0(28) min
17	0,0(31)	-47,5(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-57,7(31)	0,0(28) min
17	0,0(31)	-47,5(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-57,7(31)	0,0(28) min
18	0,0(29)	-22,8(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-27,9(31)	0,0(28) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

15.05.2016

Slide: 5

18	0,0(29)	-22,8(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-27,9(31)	0,0(28) min
19	0,0(31)	-22,5(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-27,6(31)	0,0(28) min
19	0,0(31)	-22,5(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-27,6(31)	0,0(28) min
20	0,1(29)	-22,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-26,8(31)	0,0(28) min
20	0,1(29)	-22,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	-26,8(31)	0,0(28) min
21	0,2(31)	-21,2(28)	0,0(28) max
	0,2(29)	-25,8(31)	0,0(28) min
21	0,2(31)	-21,2(28)	0,0(28) max
	0,2(29)	-25,8(31)	0,0(28) min
22	5,0(31)	-20,6(28)	0,0(28) max
	3,8(29)	-25,0(31)	0,0(28) min
22	5,0(31)	-20,6(28)	0,0(28) max
	3,8(29)	-25,0(31)	0,0(28) min
26	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
B	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
31	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
32	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
33	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
32	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
33	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
34	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
34	-13,5(28)	0,9(31)	0,0(28) max
	-16,2(31)	0,8(28)	0,0(28) min
34	-13,5(28)	0,9(31)	0,0(28) max
	-16,2(31)	0,8(28)	0,0(28) min
36	15,3(31)	0,8(31)	0,0(28) max
	12,8(28)	0,6(28)	0,0(28) min
36	15,3(31)	0,8(31)	0,0(28) max
	12,8(28)	0,6(28)	0,0(28) min
34	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min
34	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) max
	0,0(28)	0,0(28)	0,0(28) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

15.05.2018

Side: 8

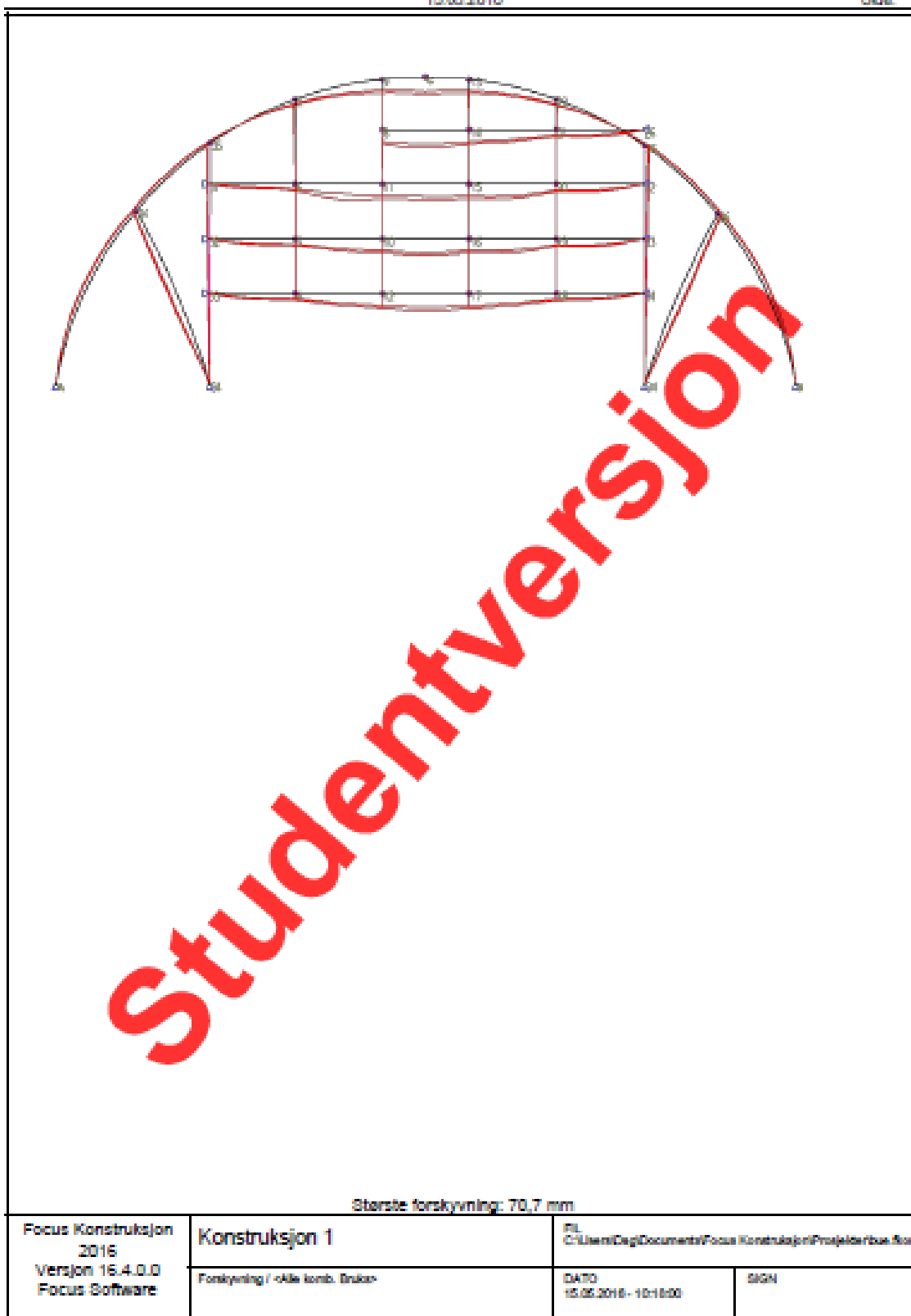
35	-13,9(28)	-0,5(29)	0,0(28) max
	-16,7(31)	-0,7(31)	0,0(28) min
35	-13,9(28)	-0,5(29)	0,0(28) max
	-16,7(31)	-0,7(31)	0,0(28) min
36	15,8(31)	-0,7(28)	0,0(28) max
	13,1(29)	-0,8(31)	0,0(28) min
36	15,8(31)	-0,7(28)	0,0(28) max
	13,1(29)	-0,8(31)	0,0(28) min

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

Studentversjon

15.05.2018

Side: 9



Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 3

0. SAMMENDRAG

Modell

Antall segmenter: 24

Antall knutepunkt: 23

Analyse

Antall lastkombinasjoner: 21

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 51,0 mm (Segmentnr. 17)

Største N: 3096,78 kN (Segmentnr. 12)

Største V: -742,34 kN (Segmentnr. 14)

Største M: 332,38 kN-m (Segmentnr. 18)

Verste lastkombinasjonfor forskyvning: Brudd: $1,35 \cdot \langle kb \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$ for N: Brudd: $1,35 \cdot \langle kb \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$ for V: Brudd: $1,35 \cdot \langle kb \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,05 \cdot \text{Snølast}$ for M: Brudd: $1,35 \cdot \langle kb \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast}$ **Kapasitet**

Største kapasitetsutnyttelse: 96,93 %

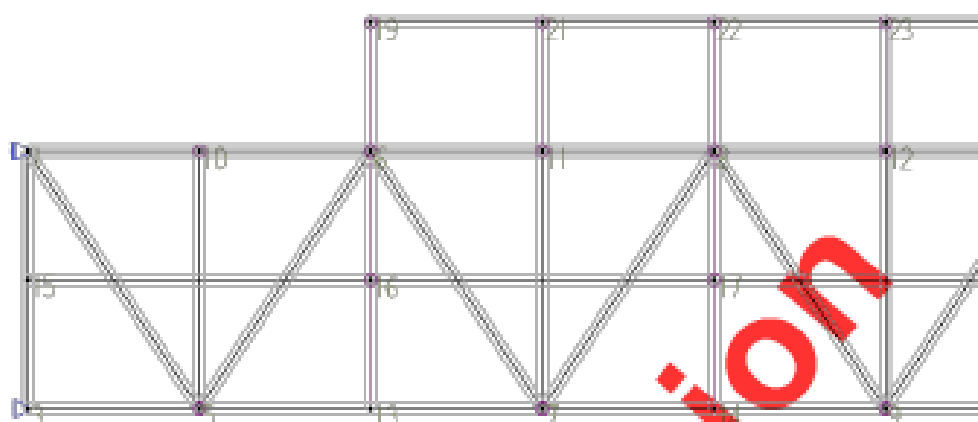
Info: EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft)

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER

Studentversjon

16.05.2016

Side: 4



1.1. KNUTEPUNKTSDATA

Nr.	X [mm]	Z [mm]
1	0	11000
2	24000	11000
3	4000	5000
4	8000	11000
5	12000	5000
6	16000	11000
7	20000	5000
8	0	5000
9	4000	5000
10	8000	11000
11	12000	11000
12	16000	11000
13	20000	11000
14	8000	5000
15	16000	5000
16	0	8000
17	8000	8000
18	16000	8000
19	24000	8000
20	8000	14000
21	24000	14000
22	12000	14000

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 5

22	16000	14000
23	20000	14000

1.2. TVERRSNITTSDATA

Nr.	Navn	Parametre	
1	HUP 250x250x10.0	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	9490 1,4105e+008 9,0550e+007 9,0550e+007 68,89
2	HUP 250x250x14.2	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	13200 1,9140e+008 1,2090e+008 1,2090e+008 6,10
3	EHP 250x6 - 200x30 - 352x15	A [mm ²] Ix [mm ⁴] Iy [mm ⁴] Iz [mm ⁴] Total vekt [kN]	13920 2,9585e+008 1,7664e+008 1,1156e+008 94,33

1.3. MATERIALDATA

1	S355, Stål	Material: Stål
Festhetsklasse: S355		
Varmefølecoeff: 1,20e-005 °C ⁻¹		Tyngdeetthet: 77,01 kN/m ³
E-modul: 2,1000e+005 N/mm ²		G-modul: 8,1000e+004 N/mm ²
Total vekt: 169,32 kN		
Karakteristiske festhetsparametre:		
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. p1	Kn. p2	Tvan 1	Tvan 2	Material	Type / Form	Rot [°]
1	1	2	EHP 250x6 - 200x30 - 352x15	EHP 250x6 - 200x30 - 352x15	S355, Stål	Retf bjelke	
2	3	4	EHP 250x6 - 200x30 - 352x15	EHP 250x6 - 200x30 - 352x15	S355, Stål	Retf bjelke	
3	3	1	HUP 250x250x14.2	HUP 250x250x14.2	S355, Stål	Retf bjelke	
4	1	5	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Retf bjelke	
5	5	10	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Retf bjelke	
6	5	6	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Retf bjelke	
7	6	7	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Retf bjelke	
8	7	11	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, Stål	Retf bjelke	

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 6

9	7	8	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Retf bjelke
10	8	9	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Retf bjelke
11	9	12	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Retf bjelke
12	9	2	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Retf bjelke
13	4	2	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Retf bjelke
14	6	13	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Stav
15	8	14	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Stav
16	15	16	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	S355, SMI	Retf bjelke
18	17	18	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	S355, SMI	Retf bjelke
19	19	20	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	S355, SMI	Retf bjelke
20	20	2	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Stav
21	19	6	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Stav
22	11	21	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Stav
23	8	22	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Stav
24	12	23	HUP 250x250x10.0	HUP 250x250x10.0	S355, SMI	Stav
17	16	17	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	EHP 250x8 - 200x30 - 352x15	S355, SMI	Retf bjelke

1.4.1. 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	C3	x _g [mm]	x _j [mm]
1	1,05	1,05	24000	24000	24000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
2	1,05	1,05	24000	24000	24000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
3	1,05	1,05	6000	6000	6000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
4	1,05	1,05	7211	7211	7211	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
5	1,05	1,05	6000	6000	6000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
6	1,05	1,05	7211	7211	7211	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
7	1,05	1,05	7211	7211	7211	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
8	1,05	1,05	6000	6000	6000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
9	1,05	1,05	7211	7211	7211	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
10	1,05	1,05	7211	7211	7211	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
11	1,05	1,05	6000	6000	6000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
12	1,05	1,05	7211	7211	7211	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
13	1,05	1,05	6000	6000	6000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
14	1,05	1,05	6000	6000	6000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
15	1,05	1,05	6000	6000	6000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
16	1,05	1,05	8000	8000	8000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
18	1,05	1,05	8000	8000	8000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
19	1,05	1,05	16000	16000	16000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
20	1,05	1,05	3000	3000	3000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
21	1,05	1,05	3000	3000	3000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
22	1,05	1,05	3000	3000	3000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
23	1,05	1,05	3000	3000	3000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
24	1,05	1,05	3000	3000	3000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0
17	1,05	1,05	8000	8000	8000	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0	0

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 7

1.5. RANDBETINGELSER

Seg. Nr.	X [mm]	Z [mm]	Frth.gr. X	Z	Rotf	X-vektor	Z-vektor
2	0	5000	F	F		[0,00; -1,00]	[1,00; 0,00]
2	24000	5000	F	F		[0,00; 1,00]	[-1,00; 0,00]
19	24000	14000	F			[-1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
1	0	11000	F			[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]
1	24000	11000	F	F		[0,00; 1,00]	[-1,00; 0,00]

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

Tall betyr foreskrevet forskyvning [mm]

1.6. LEDD

Kn.pkt. Nr.	Frilokkede frihetsgrader	X-vektor	Z-vektor	Seemomenter
2	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	12
2	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	13
5	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	4
5	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	5
5	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	6
6	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	6
6	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7
7	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	7
7	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8
7	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	9
8	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	9
8	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	10
9	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	10
9	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	11
9	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	12
4	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	13
10	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	5
11	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	8
12	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	11
16	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	16, 17
17	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	17, 18
19	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	19
21	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	19
22	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	19
23	Rotf	[1,00; 0,00]	[0,00; 1,00]	19

1.7. LASTTILFELLER

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

16.05.2018

Side: 8

1 Nyttelast

Lasttype:	Annen variabel	
Lastvarighet:	Korttidslast	
1 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 24000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 2	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
2 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 16000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 24000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 18	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm
3 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 8000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 18	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm
4 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 0 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 24000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 1	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
5 Fordelt last	P1 = 12,00 kN/m X1 = 8000 mm P2 = 12,00 kN/m X2 = 16000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 17	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm

2 Egenlast

Lasttype:	Permanent last	
Lastvarighet:	Permanent	
1 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 0 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 24000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 1	Z1 = 11000 mm Z2 = 11000 mm
2 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 0 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 24000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 2	Z1 = 5000 mm Z2 = 5000 mm
3 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m X1 = 0 mm P2 = 32,24 kN/m X2 = 8000 mm Retning = [0; -1] Vinker på segment: 18	Z1 = 8000 mm Z2 = 8000 mm

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

18.05.2016

Side: 9

4 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m	Z1 = 8000 mm
	X1 = 16000 mm	Z2 = 8000 mm
	P2 = 32,24 kN/m	X2 = 24000 mm
	Retning = [0; -1] Vinkel på segment: 18	
5 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m	Z1 = 14000 mm
	X1 = 8000 mm	Z2 = 14000 mm
	P2 = 32,24 kN/m	X2 = 24000 mm
	Retning = [0; -1] Vinkel på segment: 19	
6 Fordelt last	P1 = 32,24 kN/m	Z1 = 8000 mm
	X1 = 8000 mm	Z2 = 8000 mm
	P2 = 32,24 kN/m	X2 = 16000 mm
	Retning = [0; -1] Vinkel på segment: 17	
3 Snelast	Lasttype: Snelast: Norge, Island, Finland, Sverige	
	Levetid: Halvårslast	
1 Fordelt last	P1 = 22,53 kN/m	Z1 = 14000 mm
	X1 = 8000 mm	Z2 = 14000 mm
	P2 = 22,53 kN/m	X2 = 24000 mm
	Retning = [0; -1] Vinkel på segment: 19	

1.8. LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

- (1) Brudd: 1,35 \cdot $\langle\text{kt}> +$
1,35 Egenlast +
1,50 Nyttelast +
1,05 Snelast
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,35 * $\langle\text{Konstruksjonens tyngde}>$
1,35 * Egenlast
1,50 * Nyttelast (Dominerende)
1,05 * Snelast
- (2) Brudd: 1,00 \cdot $\langle\text{kt}> +$
1,00 Egenlast
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,00 * $\langle\text{Konstruksjonens tyngde}>$
1,00 * Egenlast
- (3) Brudd: 1,35 \cdot $\langle\text{kt}> +$
1,35 Egenlast +
1,50 Nyttelast
- Grensetilstand: Brudd
- Lasttilfeller: 1,35 * $\langle\text{Konstruksjonens tyngde}>$
1,35 * Egenlast
1,50 * Nyttelast (Dominerende)

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2018

Side 10

(4)	Brudd: $1,00 \cdot \langle \text{kt} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	$1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snelast (Dominerende)}$
(5)	Brudd: $1,00 \cdot \langle \text{kt} \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,05 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	$1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle + 1,35 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast (Dominerende)} + 1,05 \cdot \text{Snelast}$
(6)	Brudd: $1,35 \cdot \langle \text{kt} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	$1,35 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast}$
(7)	Brudd: $1,20 \cdot \langle \text{kt} \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,50 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	$1,20 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast} + 1,50 \cdot \text{Snelast (Dominerende)}$
(8)	Brudd: $1,00 \cdot \langle \text{kt} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	$1,00 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Nyttelast (Dominerende)}$
(9)	Brudd: $1,20 \cdot \langle \text{kt} \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	$1,20 \cdot \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle + 1,20 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snelast (Dominerende)}$
(10)	Brudd: $1,20 \cdot \langle \text{kt} \rangle + 1,00 \cdot \text{Egenlast} + 1,50 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2018

Side: 11

	Læstifeler:	1,20 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,50 * Snelast (Dominerende)
(11)	Brudd: 1,00-<td> + 1,35 Egenlast + 1,50 Nyttelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast 1,50 * Nyttelast (Dominerende)
(12)	Brudd: 1,35-<td> + 1,00 Egenlast + 1,50 Nyttelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,50 * Nyttelast (Dominerende)
(13)	Brudd: 1,00-<td> + 1,35 Egenlast + 1,05 Snelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast 1,05 * Snelast
(14)	Brudd: 1,35-<td> + 1,00 Egenlast + 1,05 Snelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,00 * Egenlast 1,05 * Snelast
(15)	Brudd: 1,00-<td> + 1,20 Egenlast + 1,50 Snelast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,00 * <Konstruksjonens tyngde> 1,20 * Egenlast 1,50 * Snelast (Dominerende)
(16)	Brudd: 1,35-<td> + 1,35 Egenlast	
	Grensetilstand:	Brudd
	Læstifeler:	1,35 * <Konstruksjonens tyngde> 1,35 * Egenlast

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 12

(17)	Brudd: $1,00 \cdot <td> +$ $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$ $1,50 \cdot \text{Nyttelast} +$ $1,05 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Lasttilfeller:	$1,00 \cdot <td>$ $1,00 \cdot \text{Egenlast}$ $1,50 \cdot \text{Nyttelast (Dominerende)}$ $1,05 \cdot \text{Snelast}$
(18)	Brudd: $1,35 \cdot <td> +$ $1,35 \cdot \text{Egenlast} +$ $1,05 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Lasttilfeller:	$1,35 \cdot <td>$ $1,35 \cdot \text{Egenlast}$ $1,05 \cdot \text{Snelast}$
(19)	Brudd: $1,00 \cdot <td> +$ $1,20 \cdot \text{Egenlast} +$ $1,50 \cdot \text{Nyttelast} +$ $1,50 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Lasttilfeller:	$1,00 \cdot <td>$ $1,20 \cdot \text{Egenlast}$ $1,50 \cdot \text{Nyttelast}$ $1,50 \cdot \text{Snelast (Dominerende)}$
(20)	Brudd: $1,20 \cdot <td> +$ $1,00 \cdot \text{Egenlast} +$ $1,50 \cdot \text{Nyttelast} +$ $1,50 \cdot \text{Snelast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Lasttilfeller:	$1,20 \cdot <td>$ $1,00 \cdot \text{Egenlast}$ $1,50 \cdot \text{Nyttelast}$ $1,50 \cdot \text{Snelast (Dominerende)}$
(21)	Brudd: $1,00 \cdot <td> +$ $1,35 \cdot \text{Egenlast}$	
	Grensetilstand:	Brudd
	Lasttilfeller:	$1,00 \cdot <td>$ $1,35 \cdot \text{Egenlast}$

1.9. ANALYSEINFORMASJON

Inkluder skjærdeformasjoner: Ja

Inkluder formfall: Nei

2. BREGNINGER

2.1. KNOTEPUNKTSRESULTATER

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

18.06.2016

Side: 13

2.1.1. Residualrefer

1	-977,04(2)	0,00(16)	0,76(1) max
	-1872,12(1)	0,00(5)	0,39(2) min
2	405,91(3)	109,39(1)	-0,48(2) max
	183,95(4)	57,42(2)	-0,92(1) min
2	1712,40(1)	2580,43(1)	0,00(14) max
	893,27(2)	1344,79(2)	0,00(18) min
2	48,85(1)	138,76(1)	0,00(15) max
	24,53(2)	70,22(2)	0,00(9) min
5	-1251,74(2)	243,52(3)	4,32(1) max
	-2387,03(1)	125,08(4)	2,27(2) min
5	1352,97(1)	-1065,50(2)	0,00(10) max
	711,28(2)	-2030,28(1)	0,00(5) min
5	0,10(1)	237,89(3)	0,00(17) max
	0,03(2)	125,10(4)	0,00(8) min
5	1033,96(1)	1550,61(1)	0,00(14) max
	540,44(2)	812,23(2)	0,00(13) min
6	1938,65(1)	261,43(1)	-1,23(2) max
	1018,72(2)	139,23(2)	-2,37(1) min
6	-540,44(2)	-808,96(2)	0,00(1) max
	-1033,96(1)	-1543,49(1)	0,00(18) min
6	-141,89(2)	421,49(7)	0,00(14) max
	-278,70(7)	215,55(2)	0,00(3) min
7	29,92(3)	274,54(3)	0,08(4) max
	-45,71(4)	144,12(4)	-0,05(5) min
7	278,70(7)	-210,28(2)	0,00(11) max
	141,89(2)	-415,17(7)	0,00(20) min
7	-0,01(4)	550,76(7)	0,00(1) max
	-0,04(1)	279,03(2)	0,00(21) min
7	-144,19(2)	-213,76(2)	0,00(14) max
	-274,77(1)	-408,08(1)	0,00(3) min
8	-473,24(2)	256,74(1)	2,53(1) max
	-944,79(7)	138,32(2)	1,33(2) min
8	274,77(1)	416,10(1)	0,00(6) max
	144,19(2)	219,03(2)	0,00(9) min
8	1125,10(1)	-878,64(2)	0,00(5) max
	588,42(2)	-1879,16(1)	0,00(1) min
9	2837,83(1)	305,28(1)	-2,68(2) max
	1481,78(2)	158,48(2)	-5,14(1) min
9	-588,42(2)	1688,27(1)	0,00(19) max
	-1125,10(1)	883,91(2)	0,00(2) min
9	-0,09(2)	581,77(1)	0,00(7) max
	-0,32(1)	297,15(2)	0,00(6) min

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 14

0	-893,27(2)	-1339,52(2)	0,00(15)	max
	-1712,40(1)	-2573,32(1)	0,00(1)	min
3	1604,66(1)	2583,36(1)	-1,43(2)	max
	844,86(2)	1362,24(2)	-2,72(1)	min
4	-1024,14(2)	92,81(3)	3,53(1)	max
	-1951,75(1)	50,20(4)	1,85(2)	min
4	-24,98(2)	115,01(1)	0,00(7)	max
	-46,97(1)	64,15(2)	0,00(16)	min
10	0,10(1)	231,97(3)	0,00(1)	max
	0,03(2)	120,71(4)	0,00(2)	min
10	-0,03(2)	-120,71(4)	0,00(2)	max
	-0,10(1)	-231,97(3)	0,00(8)	min
11	-143,28(8)	248,27(3)	0,00(1)	max
	-322,83(9)	125,34(4)	0,00(2)	min
11	0,04(1)	-274,64(2)	0,00(20)	max
	0,01(4)	-545,46(7)	0,00(11)	min
12	-145,95(8)	277,10(3)	0,00(4)	max
	-325,60(9)	142,33(4)	0,00(3)	min
12	0,32(1)	-292,76(2)	0,00(17)	max
	0,09(2)	-575,85(1)	0,00(6)	min
13	-127,74(2)	239,88(1)	0,00(1)	max
	-239,54(1)	127,83(2)	0,00(2)	min
14	-118,29(4)	221,51(3)	0,00(2)	max
	-221,76(3)	118,20(4)	0,00(1)	min
15	0,00(20)	0,00(20)	0,00(3)	max
	0,00(5)	0,00(2)	0,00(4)	min
16	-295,92(4)	3,04(1)	0,00(1)	max
	-503,07(3)	2,22(2)	0,00(1)	min
16	0,04(7)	500,11(3)	0,00(1)	max
	0,01(2)	263,73(4)	0,00(2)	min
17	-271,63(4)	2,77(5)	0,00(1)	max
	-515,62(3)	1,54(5)	0,00(1)	min
17	-0,10(2)	512,66(3)	0,00(2)	max
	-0,32(1)	269,44(4)	0,00(1)	min
18	0,00(5)	0,00(6)	0,00(4)	max
	0,00(16)	0,00(4)	0,00(3)	min
19	125,88(7)	1,48(1)	0,00(1)	max
	57,84(2)	1,10(2)	0,00(1)	min
19	-0,01(2)	124,56(7)	0,00(7)	max
	-0,04(7)	56,74(2)	0,00(2)	min
20	124,08(7)	124,24(7)	0,00(2)	max
	56,90(2)	56,94(2)	0,00(7)	min
21	322,81(9)	1,47(14)	0,00(1)	max
	143,25(8)	1,06(5)	0,00(1)	min
21	0,02(1)	321,49(9)	0,00(2)	max
	0,00(4)	142,15(8)	0,00(7)	min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

16.05.2018

Side: 15

22	291,09(7)	1,41(6)	0,00(1) max
	132,20(2)	0,85(19)	0,00(1) min
22	0,13(7)	289,78(7)	0,00(2) max
	0,03(2)	131,11(2)	0,00(7) min
23	325,95(9)	1,44(6)	0,00(1) max
	145,77(8)	0,96(19)	0,00(1) min
23	0,07(7)	324,03(9)	0,00(2) max
	0,02(2)	144,67(8)	0,00(1) min

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

2.2. OPPLAGSSKREFTER

Seg Nr.	X [mm]	Z [mm]	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kN-m]
2	0	5000	1599,24 (1)	2588,80 (1)	-1,43 (2) max
			843,39 (2)	1363,73 (2)	-2,72 (1) min
2	24000	5000	-1049,08 (2)	220,39 (1)	3,53 (1) max
			-1998,51 (1)	118,46 (2)	1,85 (2) min
19	24000	14000	125,02 (7)	124,24 (7)	0,00 (2) max
			57,11 (2)	58,94 (2)	0,00 (7) min
1	0	11000	-977,40 (2)	-0,99 (2)	0,76 (1) max
			-1873,37 (1)	-3,48 (1)	0,39 (2) min
1	24000	11000	2154,83 (1)	2819,87 (1)	-0,48 (2) max
			1125,84 (2)	1479,50 (2)	-0,02 (1) min

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

2.3. SEGMENTRESULTATER

Seg Nr.	Snitt mm	My [kN-m]	N [kN]	Vz [kN]	u [mm]	w [mm]
1	0	132,85(1)	419,80(1)	-72,21(2)	0,0(1)	-2,6(2) max
	0	69,03(2)	219,39(2)	-137,43(1)	0,0(2)	-5,0(1) min
	20000	84,12(3)	507,11(1)	122,38(3)	-0,4(2)	-8,8(2) max
	22400	-87,58(1)	283,54(2)	-2,55(1)	-0,2(1)	-10,7(1) min
	24000	-0,49(2)	507,87(1)	97,69(1)	0,0(2)	0,0(2) max
	24000	-0,94(1)	283,75(2)	51,02(2)	0,0(1)	0,0(1) min
2	0	139,35(1)	-791,66(2)	-73,24(2)	0,0(2)	0,0(2) max
	0	73,87(2)	-1504,08 (1)	-137,86(1)	0,0(1)	0,0(1) min
	20000	110,46(3)	-1024,24 (2)	-77,68(4)	2,7(1)	-7,9(2) max
	22400	-81,55(1)	-1951,75 (1)	3,13(2)	0,6(2)	-9,5(1) min
	24000	3,51(1)	-1023,97 (2)	99,25(1)	0,0(1)	0,0(2) max
	24000	1,84(2)	-1951,11 (1)	51,03(2)	0,0(2)	0,0(1) min

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2018

Side: 16

3	0	-72,45(2)	-1287,09 (2)	95,16(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0	-136,66(1)	-2444,54 (1)	51,73(2)	0,0(1)	0,0(1) min
	2850	148,06(1)	-1284,36 (2)	93,57(1)	0,2(5)	-1,3(2) max
	3000	-169,80(1)	-2186,54 (1)	50,41(2)	0,3(6)	-2,6(1) min
	6000	130,58(1)	-1146,72 (2)	97,17(1)	0,0(1)	-2,6(2) max
	6000	68,65(2)	-2182,40 (1)	51,80(2)	0,0(1)	-5,0(1) min
4	0	-0,14(6)	2445,55(1)	0,32(5)	0,0(1)	-2,6(2) max
	0	-3,62(5)	1285,37(2)	-1,40(6)	0,0(1)	-5,0(1) min
	3245	-2,17(4)	2443,18(1)	0,35(5)	-1,0(2)	-5,8(2) max
	361	-3,50(5)	1285,15(2)	-1,22(6)	-0,3(1)	-5,7(1) min
	7211	0,00(10)	2439,92(1)	1,45(6)	-1,1(2)	-8,9(2) max
	7211	0,00(5)	1281,20(2)	1,10(19)	-2,1(1)	-17,0(1) min
5	0	0,00(8)	-124,99(4)	0,00(2)	-1,1(2)	-8,9(2) max
	0	0,00(17)	-237,75(3)	0,00(1)	-2,1(1)	-17,0(1) min
	3000	0,00(2)	-122,80(4)	0,00(1)	-0,4(2)	-9,1(2) max
	2700	0,00(1)	-235,38(3)	0,00(1)	-0,9(1)	-17,8(1) min
	6000	0,00(2)	-120,82(4)	0,00(1)	0,6(1)	-9,3(2) max
	6000	0,00(8)	-232,12(3)	0,00(2)	0,3(2)	-17,7(1) min
6	0	0,00(13)	-975,48(2)	-1,84(2)	-1,1(2)	-8,9(2) max
	0	0,00(14)	-1863,57 (1)	-3,61(1)	-2,1(1)	-17,0(1) min
	3608	-3,65(2)	-973,29(2)	0,29(1)	1,3(1)	-12,2(2) max
	3245	-7,43(1)	-1861,21 (1)	-0,60(1)	0,5(8)	-22,8(1) min
	7211	0,00(1)	-971,32(2)	3,61(1)	1,1(1)	-14,3(2) max
	7211	0,00(18)	-1857,95 (1)	1,83(2)	0,6(2)	-27,3(1) min
7	0	0,00(3)	505,16(7)	-1,24(19)	1,1(1)	-14,3(2) max
	0	0,00(14)	257,04(2)	-1,76(6)	0,6(2)	-27,3(1) min
	2524	-2,10(19)	503,59(7)	-0,44(19)	0,3(5)	-15,1(2) max
	3668	-3,28(6)	255,53(2)	0,19(19)	-0,4(6)	-29,3(1) min
	7211	0,00(1)	500,17(7)	1,76(6)	0,3(3)	-15,7(2) max
	7211	0,00(20)	253,78(2)	1,24(19)	0,1(4)	-30,0(1) min
8	0	0,00(21)	-278,92(2)	0,00(3)	0,3(3)	-15,7(2) max
	0	0,00(1)	-550,63(7)	0,00(4)	0,1(4)	-30,0(1) min
	3000	0,00(3)	-278,73(2)	0,00(4)	0,1(1)	-16,1(2) max
	3000	0,00(4)	-547,99(7)	0,00(3)	0,0(2)	-30,8(1) min
	6000	0,00(20)	-274,75(2)	0,00(4)	0,0(4)	-16,5(2) max
	6000	0,00(11)	-545,63(7)	0,00(3)	-0,2(3)	-31,6(1) min

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

18.05.2018

Side: 17

9	0	0,00(3)	402,86(1)	-1,24(5)	0,3(3)	-15,7(2) max
	0	0,00(14)	257,95(2)	-1,76(6)	0,1(4)	-30,0(1) min
	3606	-2,31(5)	406,82(1)	0,00(6)	0,5(6)	-15,2(2) max
	3606	-3,27(6)	260,36(2)	0,19(5)	-0,1(5)	-28,7(1) min
	7211	0,00(6)	408,48(1)	1,76(6)	-0,7(2)	-14,0(2) max
	7211	0,00(9)	262,12(2)	1,24(5)	-1,3(1)	-26,8(1) min
	10	0	0,00(1)	-1057,58 (2)	-1,89(2)	-0,7(2)
	0	0,00(5)	-2021,38 (1)	-3,96(1)	-1,3(1)	-26,8(1) min
	4327	-3,82(2)	-1060,21 (2)	1,28(1)	-0,2(15)	-10,9(2) max
	3606	-8,31(1)	-2024,34 (1)	0,11(2)	-1,3(1)	-22,3(1) min
	7211	0,00(19)	-1061,74 (2)	3,96(1)	2,7(1)	-7,9(2) max
	7211	0,00(2)	-2027,00 (1)	1,89(2)	1,4(2)	-15,2(1) min
11	0	0,00(6)	-297,04(2)	0,00(1)	2,7(1)	-7,9(2) max
	0	0,00(7)	-581,62(1)	0,00(2)	1,4(2)	-15,2(1) min
	2700	0,00(1)	-296,29(2)	0,00(1)	1,2(1)	-8,3(2) max
	3300	0,00(2)	-578,36(1)	0,00(1)	0,4(2)	-16,2(1) min
	6000	0,00(17)	-292,87(2)	0,00(2)	-0,4(2)	-8,3(2) max
	6000	0,00(6)	-578,00(1)	0,00(1)	-0,7(1)	-17,0(1) min
	12	0	0,00(1)	3091,15(1)	-0,83(5)	2,7(1)
	0	0,00(15)	1610,16(2)	-1,36(6)	1,4(2)	-15,2(1) min
	3245	-1,38(5)	3093,52(1)	-0,10(5)	1,0(4)	-4,7(2) max
	3606	-2,41(6)	1612,35(2)	0,03(5)	1,1(2)	-7,9(1) min
	7211	0,00(14)	3096,78(1)	1,36(6)	0,0(1)	0,0(1) max
	7211	0,00(18)	1614,32(2)	0,83(5)	0,0(1)	0,0(1) min
13	0	0,00(7)	-84,04(2)	47,40(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	0	0,00(16)	-114,76(1)	25,11(2)	0,0(1)	0,0(1) min
	2250	106,10(1)	-82,89(2)	48,73(1)	3,8(1)	-0,1(2) max
	3000	-140,56(1)	67,99(2)	24,78(2)	0,1(3)	-0,2(1) min
	6000	-1,00(9)	138,86(1)	48,35(1)	0,0(1)	0,0(1) max
	6000	0,00(15)	70,21(2)	24,40(2)	0,0(1)	0,0(1) min
	14	0	0,00(1)	-0,04(2)	-394,26(2)	1,1(1)
	0	0,00(1)	-0,15(1)	-742,34(1)	0,6(2)	-27,3(1) min
	6000	0,00(1)	-0,03(2)	-127,77(2)	-0,5(2)	-15,1(2) max
	6000	0,00(1)	-0,11(1)	-239,65(1)	-0,9(1)	-28,7(1) min
	6000	0,00(1)	-0,03(2)	-127,77(2)	-0,5(2)	-15,1(2) max
	6000	0,00(1)	-0,11(1)	-239,65(1)	-0,9(1)	-28,7(1) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

18.05.2018

Side: 18

15	0	0,00(1)	0,41(1)	-389,89(4)	-0,7(2)	-14,0(2) max
	0	0,00(1)	0,12(2)	-737,30(3)	-1,3(1)	-28,8(1) min
	6000	0,00(1)	0,09(1)	-118,26(4)	1,5(1)	-14,7(2) max
	6000	0,00(1)	0,02(2)	-221,68(3)	0,8(2)	-28,2(1) min
	6000	0,00(1)	0,09(1)	-118,26(4)	1,5(1)	-14,7(2) max
	6000	0,00(1)	0,02(2)	-221,68(3)	0,8(2)	-28,2(1) min
16	0	331,56(1)	1,31(3)	-127,74(2)	0,7(5)	-1,4(2) max
	0	175,53(2)	-0,21(4)	-241,43(1)	0,3(6)	-2,6(1) min
	3600	-90,66(4)	-0,07(3)	-21,14(2)	0,5(5)	-19,2(2) max
	4400	-177,36(3)	-0,71(15)	18,02(4)	0,2(6)	-39,1(1) min
	8000	315,71(3)	-0,05(3)	237,72(3)	0,5(5)	-14,9(2) max
	8000	164,52(4)	-0,67(15)	124,62(4)	0,2(6)	-28,4(1) min
18	0	332,38(3)	0,37(3)	-128,74(4)	0,4(5)	-14,6(2) max
	0	170,89(4)	-0,54(4)	-246,10(3)	0,2(6)	-27,9(1) min
	7200	104,94(1)	2,38(3)	208,06(1)	0,2(15)	-4,6(2) max
	4000	-198,62(3)	-0,58(4)	3,40(2)	0,2(6)	-40,4(1) min
	8000	281,46(1)	2,23(3)	233,25(1)	0,2(15)	-0,1(2) max
	8000	148,56(2)	0,07(4)	123,32(2)	0,1(3)	-0,2(1) min
19	0	0,00(2)	0,67(7)	-53,41(2)	0,1(1)	-14,4(2) max
	0	0,00(7)	0,14(2)	-117,19(7)	0,0(2)	-27,4(1) min
	12000	101,58(9)	-0,12(2)	-73,29(8)	0,0(1)	-0,4(2) max
	1600	-104,88(7)	0,02(2)	-13,91(7)	0,0(2)	-33,7(1) min
	16000	0,00(2)	0,78(7)	115,55(7)	0,0(1)	-0,1(2) max
	16000	0,00(7)	0,17(2)	52,51(2)	0,0(7)	-0,2(7) min
20	0	0,00(1)	0,00(1)	124,24(7)	0,0(1)	-0,1(2) max
	0	0,00(1)	0,00(1)	56,94(2)	0,0(1)	-0,2(7) min
	3000	0,00(1)	0,00(1)	124,24(7)	0,0(1)	0,0(2) max
	3000	0,00(1)	0,00(1)	56,94(2)	0,0(1)	0,0(7) min
	3000	0,00(1)	0,00(1)	124,24(7)	0,0(1)	0,0(2) max
	3000	0,00(1)	0,00(1)	56,94(2)	0,0(1)	0,0(7) min
21	0	0,00(1)	-0,01(2)	125,88(7)	0,1(1)	-14,4(2) max
	0	0,00(1)	-0,04(7)	57,84(2)	0,0(2)	-27,4(1) min
	3000	0,00(1)	-0,01(2)	125,88(7)	1,1(1)	-14,3(2) max
	3000	0,00(1)	-0,04(7)	57,84(2)	0,6(2)	-27,3(1) min
	3000	0,00(1)	-0,01(2)	125,88(7)	1,1(1)	-14,3(2) max
	3000	0,00(1)	-0,04(7)	57,84(2)	0,6(2)	-27,3(1) min
22	0	0,00(1)	0,00(4)	-143,25(8)	0,0(4)	-16,5(2) max
	0	0,00(1)	-0,02(1)	-322,81(9)	-0,2(3)	-31,6(1) min
	3000	0,00(1)	0,00(4)	-143,25(8)	0,1(1)	-16,7(2) max
	3000	0,00(1)	-0,02(1)	-322,81(9)	0,0(2)	-32,1(1) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

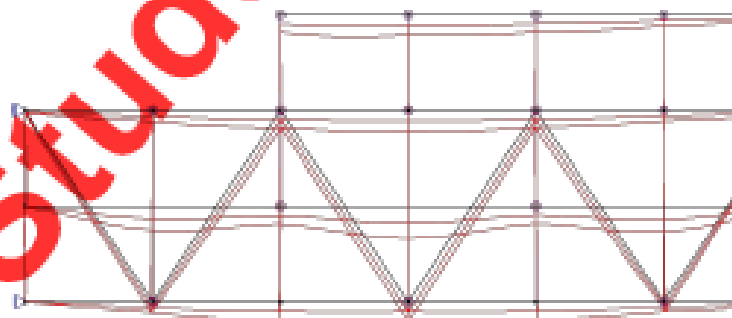
Side: 19

	3000	0,00(1)	0,00(4)	-143,25(8)	0,1(1)	-16,7(2) max
	3000	0,00(1)	-0,02(1)	-322,81(9)	0,0(2)	-32,1(1) min
23	0	0,00(1)	-0,03(2)	-132,20(2)	-0,7(2)	-14,0(2) max
	0	0,00(1)	-0,13(7)	-291,09(7)	-1,3(1)	-26,8(1) min
	3000	0,00(1)	-0,03(2)	-132,20(2)	0,1(1)	-14,2(2) max
	3000	0,00(1)	-0,13(7)	-291,09(7)	0,0(2)	-27,2(1) min
	3000	0,00(1)	-0,03(2)	-132,20(2)	0,1(1)	-14,2(2) max
	3000	0,00(1)	-0,13(7)	-291,09(7)	0,0(2)	-27,2(1) min
24	0	0,00(1)	-0,02(2)	-145,77(8)	-0,4(2)	-8,8(2) max
	0	0,00(1)	-0,07(7)	-325,35(9)	-0,7(1)	-17,0(1) min
	3000	0,00(1)	-0,02(2)	-145,77(8)	0,0(1)	-9,1(2) max
	3000	0,00(1)	-0,07(7)	-325,35(9)	0,0(2)	-17,4(1) min
	3000	0,00(1)	-0,02(2)	-145,77(8)	0,0(1)	-9,1(2) max
	3000	0,00(1)	-0,07(7)	-325,35(9)	0,0(2)	-17,4(1) min
17	0	315,71(3)	0,58(3)	-125,54(2)	0,5(5)	-14,9(2) max
	0	164,52(4)	-0,39(4)	-237,38(1)	0,2(6)	-28,4(1) min
	4000	-95,99(2)	-0,31(3)	14,68(3)	0,4(5)	-26,8(2) max
	4000	-181,68(1)	-0,73(15)	7,46(4)	0,2(6)	-51,0(1) min
	8000	332,38(3)	0,52(3)	241,37(3)	0,4(5)	-14,6(2) max
	8000	170,89(4)	-0,42(4)	127,38(4)	0,2(6)	-27,0(1) min

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

2.4. RESULTATER GRAFISK

2.4.1. Forskyvning



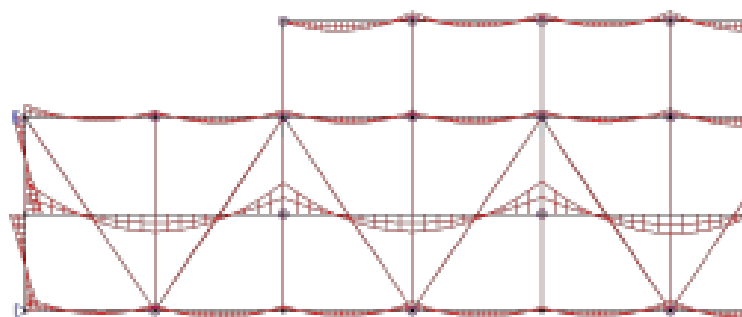
Største forskyvning: 51,0 mm

2.4.2. Moment

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

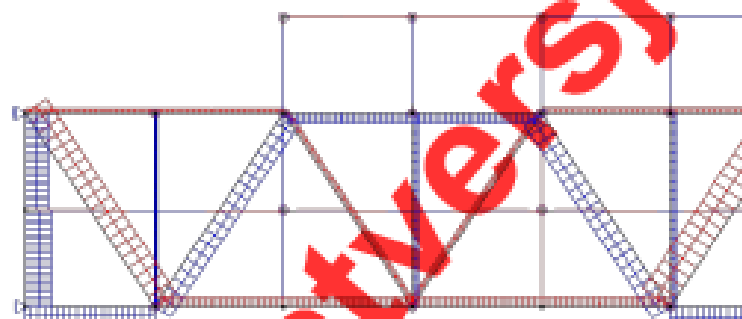
16.06.2018

Side: 20



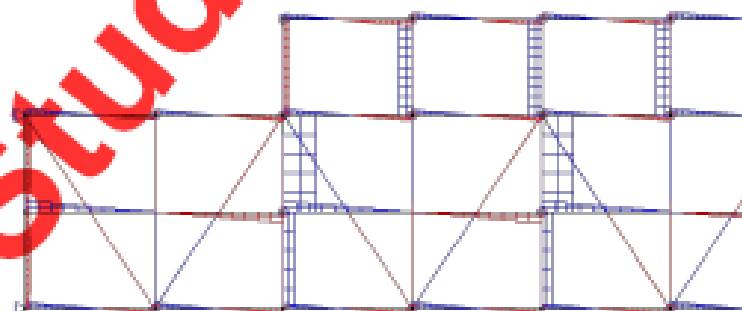
2.4.3. Aksialkraft

Største moment: 332,38 kN-m



2.4.4. Skjærkraft

Største aksialkraft: 3096,78 kN



Største skjærkraft: 742,34 kN

3. KAPASITETSKONTROLL

3.1. EN 1993 UTNYTTELSESGRAD

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

18.05.2016

Side: 21

Seg. nr.	Snitt [mm]	Pl/tv	Pl/stab	El/tv	El/stab	Info
1	0	0,33(1)	0,26(1)	0,63(1)	0,29(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,14(1)	0,06(3)	0,21(1)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,12(1)	0,09(1)	0,22(1)	0,09(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	7200	0,10(1)	0,01(3)	0,21(1)	0,02(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	9600			0,40(1)	0,30(1)	EN 1993-1-1 6.2.1 Elastisk spenningskontroll
	12000			0,48(3)	0,31(1)	EN 1993-1-1 6.2.1 Elastisk spenningskontroll
	14400			0,41(1)	0,31(1)	EN 1993-1-1 6.2.1 Elastisk spenningskontroll
	16800	0,12(1)	0,01(3)	0,23(1)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	19200	0,11(1)	0,01(9)	0,21(3)	0,01(9)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	20000	0,26(3)	0,16(3)	0,51(3)	0,18(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	21600	0,24(1)	0,14(1)	0,39(1)	0,16(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	22200	0,27(1)	0,17(1)	0,45(1)	0,19(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	24000	0,11(1)	0,00(1)	0,27(1)	0,00(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
2	0			0,88(1)	0,61(1)	EN 1993-1-1 6.2.1 Elastisk spenningskontroll
	2400			0,44(1)	0,38(1)	EN 1993-1-1 6.2.1 Elastisk spenningskontroll
	4800	0,23(1)	0,04(1)	0,31(1)	0,05(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	7200	0,24(1)	0,05(1)	0,31(1)	0,06(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	9600	0,28(1)	0,10(1)	0,40(1)	0,12(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	12000	0,35(1)	0,18(3)	0,57(1)	0,20(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	14400	0,30(1)	0,12(1)	0,43(1)	0,13(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	16800	0,24(1)	0,06(1)	0,32(1)	0,06(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	19200	0,21(1)	0,02(3)	0,30(1)	0,03(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	21600			0,68(1)	0,54(1)	EN 1993-1-1 6.2.1 Elastisk spenningskontroll
	24000			0,49(1)	0,49(1)	EN 1993-1-1 6.2.1 Elastisk spenningskontroll
3	0	0,82(1)	0,85(1)	0,97(1)	0,92(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	600	0,70(1)	0,72(1)	0,79(1)	0,76(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	1200	0,58(1)	0,59(1)	0,59(1)	0,59(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	1800	0,64(1)	0,65(1)	0,68(1)	0,67(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	2400	0,75(1)	0,78(1)	0,87(1)	0,83(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	3000	0,86(1)	0,91(1)	1,04(1)	0,98(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	3600	0,71(1)	0,75(1)	0,84(1)	0,80(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	4200	0,59(1)	0,61(1)	0,69(1)	0,63(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	4800	0,51(1)	0,51(1)	0,52(1)	0,51(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	5400	0,63(1)	0,65(1)	0,71(1)	0,68(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	6000	0,75(1)	0,79(1)	0,89(1)	0,85(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
4	0	0,77(1)	0,01(5)	0,77(1)	0,01(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	721	0,77(1)	0,01(5)	0,77(1)	0,01(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1082	0,77(1)	0,01(5)	0,78(1)	0,01(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1442	0,77(1)	0,01(1)	0,77(1)	0,01(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2163	0,77(1)	0,01(3)	0,77(1)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2524	0,77(1)	0,01(3)	0,77(1)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 22

	2884	0,77(1)	0,01(3)	0,77(1)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	3345	0,77(1)	0,01(3)	0,77(1)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	3606	0,77(1)	0,01(3)	0,77(1)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	4327	0,77(1)	0,01(3)	0,77(1)	0,01(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	5048	0,77(1)	0,01(12)	0,77(1)	0,01(12)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	5769	0,77(1)	0,01(6)	0,77(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	6490	0,76(1)	0,00(6)	0,76(1)	0,00(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	7211	0,76(1)	0,00(5)	0,76(1)	0,00(5)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
5	0	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	300	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	600	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	1200	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	1800	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	2400	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	3000	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.9 (Bøying og aksialkraft)
	3600	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	4200	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	4800	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	5400	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	6000	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
6	0	0,58(1)	0,58(1)	0,58(1)	0,58(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	721	0,59(1)	0,59(1)	0,59(1)	0,59(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	1442	0,59(1)	0,59(1)	0,60(1)	0,60(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	2163	0,60(1)	0,60(1)	0,61(1)	0,60(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	2884	0,60(1)	0,60(1)	0,61(1)	0,60(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	3606	0,60(1)	0,60(1)	0,61(1)	0,61(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	4327	0,60(1)	0,60(1)	0,61(1)	0,60(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	5048	0,60(1)	0,60(1)	0,60(1)	0,60(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	5769	0,59(1)	0,59(1)	0,60(1)	0,60(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	6490	0,59(1)	0,59(1)	0,59(1)	0,59(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	7211	0,58(1)	0,58(1)	0,58(1)	0,58(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
7	0	0,16(1)	0,00(3)	0,16(7)	0,00(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	721	0,16(1)	0,00(6)	0,16(1)	0,00(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	1442	0,16(1)	0,01(6)	0,17(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	2163	0,17(1)	0,01(6)	0,17(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	2884	0,17(1)	0,01(6)	0,17(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	3606	0,17(1)	0,01(6)	0,17(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	4327	0,17(1)	0,01(6)	0,17(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	5048	0,17(1)	0,01(6)	0,17(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	5769	0,16(1)	0,01(6)	0,16(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	6490	0,16(1)	0,00(6)	0,16(1)	0,00(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)
	7211	0,16(7)	0,00(1)	0,16(7)	0,00(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøying, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 23

8	0	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	300	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	600	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1200	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1800	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3000	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.9 (Beyning og aksialkraft)
	3600	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4200	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5400	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
6000	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	0,17(7)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)	
9	0	0,15(1)	0,00(8)	0,15(1)	0,00(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	721	0,16(1)	0,00(8)	0,16(1)	0,00(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1442	0,16(1)	0,01(8)	0,16(1)	0,01(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2163	0,16(1)	0,01(8)	0,16(1)	0,01(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2884	0,16(1)	0,01(8)	0,17(1)	0,01(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3606	0,17(1)	0,01(8)	0,17(1)	0,01(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4327	0,17(1)	0,01(8)	0,17(1)	0,01(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5048	0,16(1)	0,01(8)	0,17(1)	0,01(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5769	0,16(1)	0,01(8)	0,16(1)	0,01(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6490	0,16(1)	0,00(8)	0,16(1)	0,00(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	7211	0,16(1)	0,00(8)	0,16(1)	0,00(8)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
10	0	0,63(1)	0,63(1)	0,63(1)	0,63(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	721	0,64(1)	0,64(1)	0,64(1)	0,64(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	1442	0,64(1)	0,65(1)	0,65(1)	0,65(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	2163	0,65(1)	0,65(1)	0,65(1)	0,65(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	2884	0,65(1)	0,65(1)	0,66(1)	0,66(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	3606	0,65(1)	0,65(1)	0,66(1)	0,66(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	4327	0,65(1)	0,65(1)	0,66(1)	0,66(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	5048	0,65(1)	0,65(1)	0,66(1)	0,65(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	5769	0,64(1)	0,65(1)	0,65(1)	0,65(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	6490	0,64(1)	0,64(1)	0,64(1)	0,64(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	7211	0,63(1)	0,63(1)	0,63(1)	0,63(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
11	0	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (S.61)
	300	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	600	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1200	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1800	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3000	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.9 (Beyning og aksialkraft)
	3600	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4200	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

18.05.2016

Side: 24

	4800	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5400	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6000	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	0,18(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
12	0	0,96(1)	0,00(1)	0,96(1)	0,00(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	721	0,97(1)	0,00(6)	0,97(1)	0,00(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1442	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2163	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2884	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3606	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3968	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4327	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5048	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5769	0,97(1)	0,01(6)	0,97(1)	0,01(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6490	0,97(1)	0,00(6)	0,97(1)	0,00(6)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	7211	0,97(1)	0,00(18)	0,97(1)	0,00(18)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
13	0	0,04(1)	0,04(1)	0,07(1)	0,04(1)	EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)
	600	0,13(1)	0,13(1)	0,15(1)	0,15(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1200	0,23(1)	0,22(1)	0,27(1)	0,25(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1800	0,33(1)	0,31(1)	0,38(1)	0,36(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,43(1)	0,41(1)	0,50(1)	0,47(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3000	0,53(1)	0,49(1)	0,62(1)	0,58(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3600	0,43(1)	0,39(1)	0,50(1)	0,46(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4200	0,33(1)	0,29(1)	0,38(1)	0,34(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,24(1)	0,19(1)	0,27(1)	0,23(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5400	0,14(1)	0,10(1)	0,15(1)	0,11(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6000	0,04(1)	0,00(15)	0,07(1)	0,00(15)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
14	6000	0,00(1)	0,00(1)	0,89(1)	0,00(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
15	6000	0,00(1)	0,00(1)	0,89(3)	0,00(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
16	0	0,65(1)	0,65(1)	1,34(1)	0,73(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	600	0,29(1)	0,29(1)	0,69(1)	0,32(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1600	0,01(3)	0,01(9)	0,39(1)	0,02(9)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,15(3)	0,19(3)	0,41(3)	0,22(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3200	0,31(3)	0,31(3)	0,69(3)	0,35(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4000	0,36(3)	0,36(3)	0,73(3)	0,40(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,32(3)	0,32(3)	0,66(3)	0,36(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5600	0,20(3)	0,20(3)	0,43(3)	0,23(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6400	0,01(1)	0,01(1)	0,38(3)	0,01(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	7200	0,27(3)	0,27(3)	0,69(3)	0,30(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	8000	0,62(3)	0,62(3)	1,27(3)	0,69(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
18	0	0,65(3)	0,65(3)	1,34(3)	0,73(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

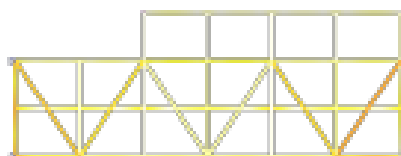
Side: 25

	800	0,29(3)	0,29(3)	0,69(3)	0,32(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1600	0,01(9)	0,01(9)	0,40(3)	0,01(9)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,21(1)	0,21(1)	0,45(1)	0,24(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3200	0,34(1)	0,34(1)	0,70(1)	0,38(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4000	0,39(3)	0,39(3)	0,80(3)	0,43(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,36(3)	0,36(3)	0,74(3)	0,40(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5600	0,25(3)	0,25(3)	0,52(3)	0,28(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6400	0,07(3)	0,07(3)	0,37(1)	0,07(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	7200	0,21(1)	0,21(1)	0,58(1)	0,23(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	8000	0,55(1)	0,55(1)	1,14(1)	0,62(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
19	0	0,00(7)	0,00(7)	0,30(7)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1600	0,21(7)	0,21(7)	0,42(7)	0,23(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3200	0,04(1)	0,04(1)	0,29(9)	0,05(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,02(3)	0,02(3)	0,23(9)	0,02(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6400	0,11(7)	0,11(7)	0,22(7)	0,12(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	8000	0,17(9)	0,17(9)	0,35(9)	0,19(9)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	9600	0,10(7)	0,10(7)	0,21(7)	0,11(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	11200	0,01(4)	0,01(4)	0,23(9)	0,01(4)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	12000	0,20(9)	0,20(9)	0,52(9)	0,22(9)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	12800	0,03(1)	0,03(1)	0,29(9)	0,03(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	14400	0,20(7)	0,20(7)	0,41(7)	0,22(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	16000	0,00(7)	0,00(7)	0,29(7)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
20	3000	0,13(7)	0,00(1)	0,15(7)	0,00(1)	EN 1993-1-1 6.2.6 i z-retningen
21	3000	0,00(7)	0,00(7)	0,19(7)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
22	3000	0,00(1)	0,00(1)	0,39(9)	0,00(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
23	3000	0,00(7)	0,00(7)	0,35(7)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
24	3000	0,00(7)	0,00(7)	0,39(9)	0,00(7)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
17	0	0,62(3)	0,62(3)	1,27(3)	0,69(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	800	0,27(3)	0,27(3)	0,65(3)	0,30(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	1600	0,01(9)	0,01(9)	0,38(1)	0,01(9)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	2400	0,20(1)	0,20(1)	0,43(1)	0,23(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	3200	0,32(1)	0,32(1)	0,65(1)	0,36(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4000	0,39(1)	0,39(1)	0,73(1)	0,40(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	4800	0,31(1)	0,31(1)	0,65(1)	0,35(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	5600	0,19(1)	0,19(1)	0,41(1)	0,21(1)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	6400	0,01(11)	0,01(11)	0,39(3)	0,01(11)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	7200	0,29(3)	0,29(3)	0,69(3)	0,33(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)
	8000	0,65(3)	0,65(3)	1,34(3)	0,73(3)	EN 1993-1-1 6.2.10 (Beyning, skjær og aksialkraft)

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

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

3.2. KAPASITETSKART

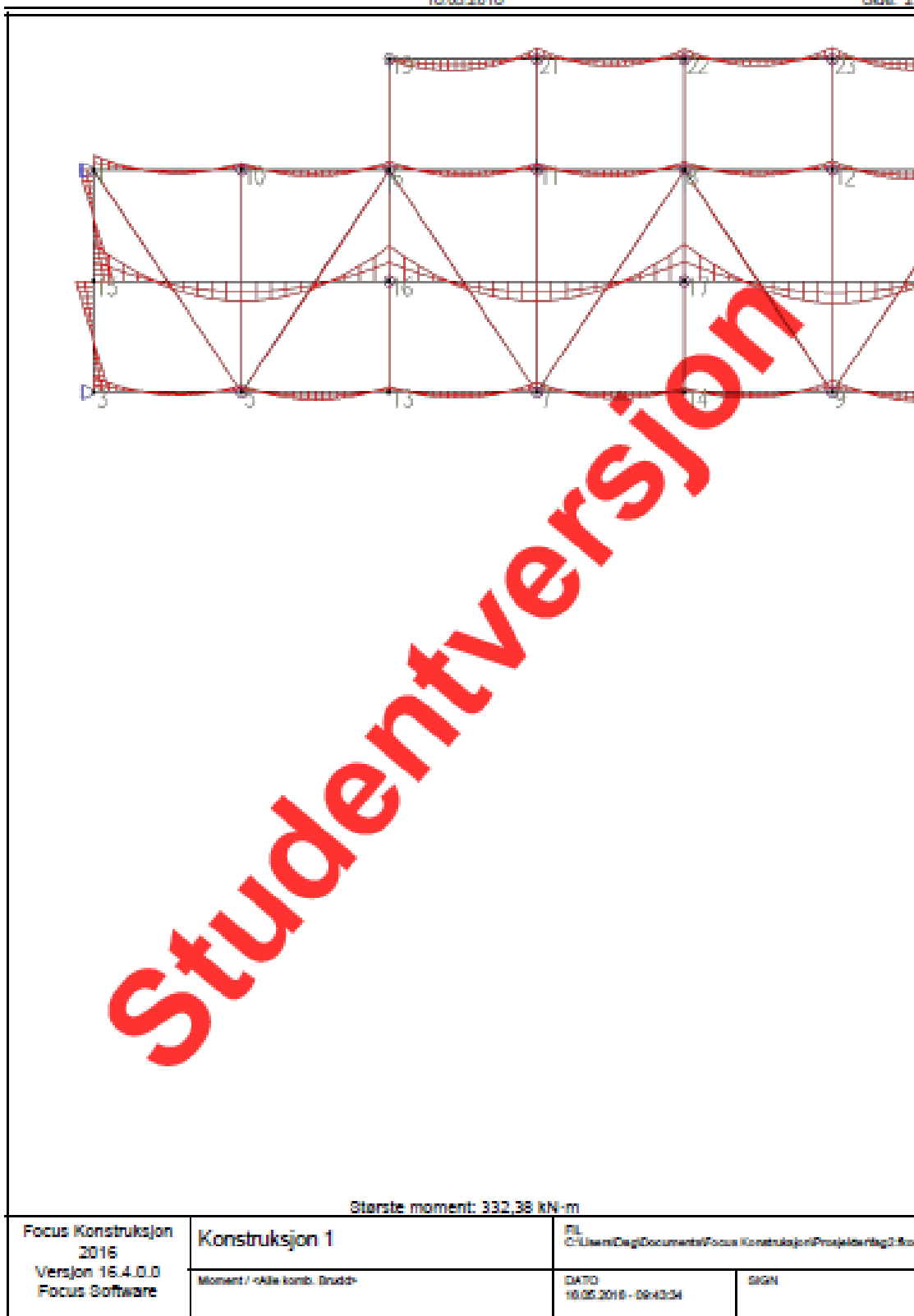


Største kapasitetsutnyttelse: 96,93 % (EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft))

Studentversjon

18.05.2018

Side: 27



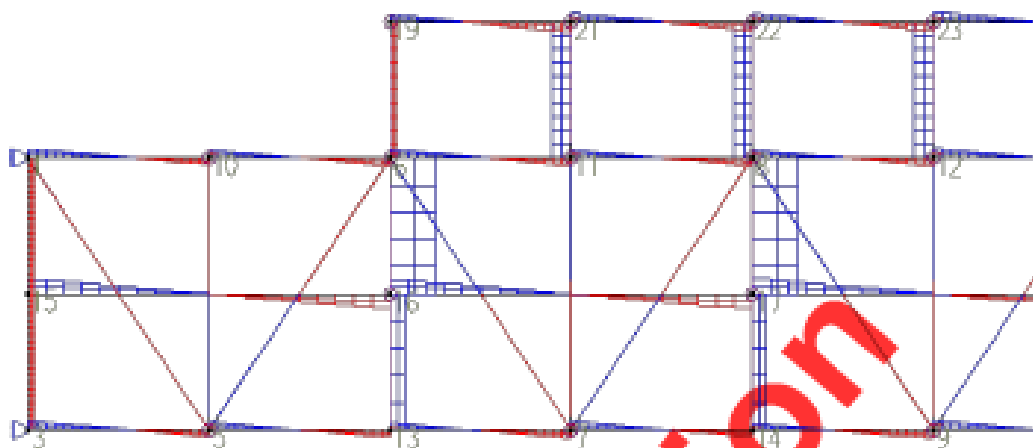
Største moment: 332,38 kN-m

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	FIL C:\Users\Deg\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekt\Bilag2.flw	
	Moment / <Alle komb. Brudd>	DATO 18.05.2018 - 09:43:04	SIGN

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 28



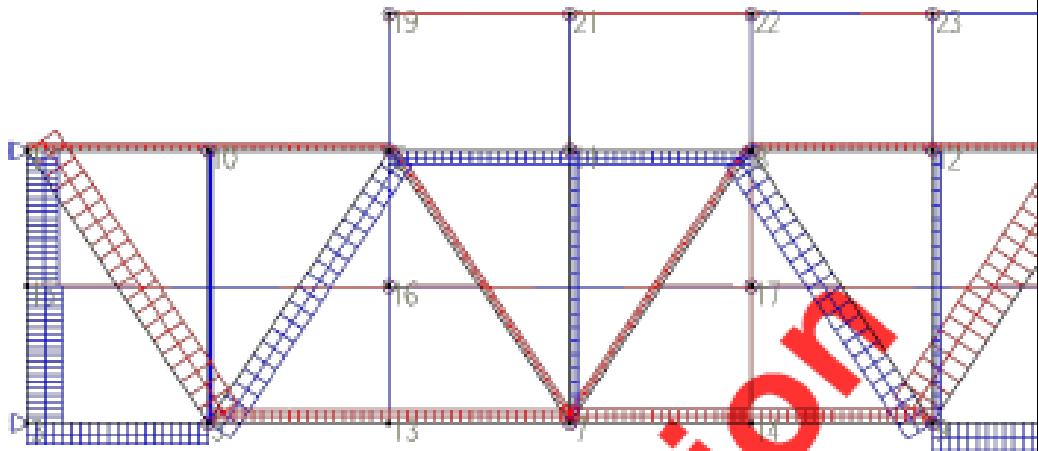
Største skjærkraft: 742.34 kN

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	PL C:\Users\Osg\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekt\tag2.flor	
	Skjærkraft: «Alle komb. Brudd»	DATO 16.05.2016 - 09:43:07	SIGN

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

16.05.2016

Side: 29



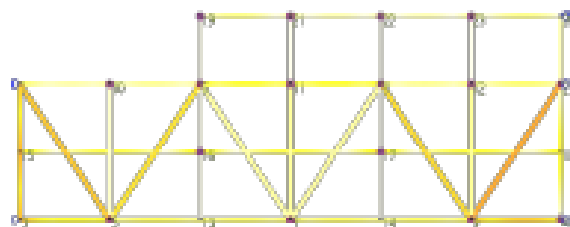
Største aksialkraft: 3096,78 kN

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	FIL C:\Users\Deg\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekter\tag2.flc	
	Aksialkraft / <Alle komb. Brudd>	DATO 16.05.2016 - 09:43:40	SIGN

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

16.05.2018

Side: 30



Studentversjon

Største kapasitetsutnyttelse: 96,93 % (EN 1993-1-1 6.2.10 (Bøyning, skjær og aksialkraft))

Focus Konstruksjon 2016 Versjon 16.4.0.0 Focus Software	Konstruksjon 1	Fil: C:\User\Dej\Documents\Focus Konstruksjon\Prosjekt\Breg2.fcp	
	Kapasitetkart (-Alle komb. Brudd-	DATO: 16.05.2018 - 09:43:48	SIGN

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

15.05.2018

Side: 3

0. SAMMENDRAG**Modell**

Antall segmenter: 24

Antall knutepunkt: 23

Analyse

Antall lastkombinasjoner: 4

Forskyvning / snittkrefter

Største forskyvning: 36,5 mm (Segmentnr. 17)

Største N: 2274,86 kN (Segmentnr. 12)

Største V: -534,59 kN (Segmentnr. 14)

Største M: 237,87 kN-m (Segmentnr. 18)

Verste lastkombinasjon

for forskyvning: Bruks: 1,00-<kt> + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast + 1,00-Snølast

for N: Bruks: 1,00-<kt> + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast + 1,00-Snølast

for V: Bruks: 1,00-<kt> + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast

for M: Bruks: 1,00-<kt> + 1,00-Egenlast + 1,00-Nyttelast

Kapasitet

Største kapasitetsutnyttelse: 84,91 %

Info: EN 1993-1-1 6.3.3 Ligning (6.61)

2. BEREGNINGER**2.1. KNUTEPUNKTSRESULTATER****2.1.1. Forskyvninger**

Nr.	u [mm]	w [mm]	r-vektor
1	0,0(27)	-1,0(28)	0,0(27) max
	0,0(27)	-2,5(28)	0,0(27) min
2	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
2	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
2	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
5	-1,3(28)	-8,0(28)	0,0(27) max
	-1,6(27)	-11,5(27)	0,0(27) min
5	-1,3(28)	-8,0(28)	0,0(27) max
	-1,6(27)	-11,5(27)	0,0(27) min
5	-1,3(28)	-8,0(28)	0,0(27) max
	-1,6(27)	-11,5(27)	0,0(27) min

Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk.

15.05.2016

Side: 4

5	-1,3(28)	-9,0(28)	0,0(27) max
	-1,6(27)	-11,5(27)	0,0(27) min
6	0,9(27)	-15,3(28)	0,0(27) max
	0,8(28)	-19,3(27)	0,0(27) min
6	0,9(27)	-15,3(28)	0,0(27) max
	0,8(28)	-19,3(27)	0,0(27) min
6	0,9(27)	-15,3(28)	0,0(27) max
	0,8(28)	-19,3(27)	0,0(27) min
7	0,1(30)	-17,4(28)	0,0(27) max
	0,1(28)	-21,6(27)	0,0(27) min
7	0,1(30)	-17,4(28)	0,0(27) max
	0,1(28)	-21,6(27)	0,0(27) min
7	0,1(30)	-17,4(28)	0,0(27) max
	0,1(28)	-21,6(27)	0,0(27) min
7	0,1(30)	-17,4(28)	0,0(27) max
	0,1(28)	-21,6(27)	0,0(27) min
8	-0,7(28)	-15,7(28)	0,0(27) max
	-0,9(27)	-19,5(27)	0,0(27) min
8	-0,7(28)	-15,7(28)	0,0(27) max
	-0,9(27)	-19,5(27)	0,0(27) min
8	-0,7(28)	-15,7(28)	0,0(27) max
	-0,9(27)	-19,5(27)	0,0(27) min
9	1,9(27)	-9,1(28)	0,0(27) max
	1,6(28)	-11,2(27)	0,0(27) min
9	1,9(27)	-9,1(28)	0,0(27) max
	1,6(28)	-11,2(27)	0,0(27) min
9	1,9(27)	-9,1(28)	0,0(27) max
	1,6(28)	-11,2(27)	0,0(27) min
9	1,9(27)	-9,1(28)	0,0(27) max
	1,6(28)	-11,2(27)	0,0(27) min
3	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
4	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
4	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
10	0,5(27)	-9,4(28)	0,0(27) max
	0,4(28)	-12,0(27)	0,0(27) min
10	0,5(27)	-9,4(28)	0,0(27) max
	0,4(28)	-12,0(27)	0,0(27) min
11	0,0(28)	-18,5(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-22,9(27)	0,0(27) min
11	0,0(28)	-18,5(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-22,9(27)	0,0(27) min
12	-0,3(28)	-10,2(28)	0,0(27) max
	-0,4(27)	-12,5(27)	0,0(27) min

Studentversjon - ikke for kommersielt bruk

15.05.2018

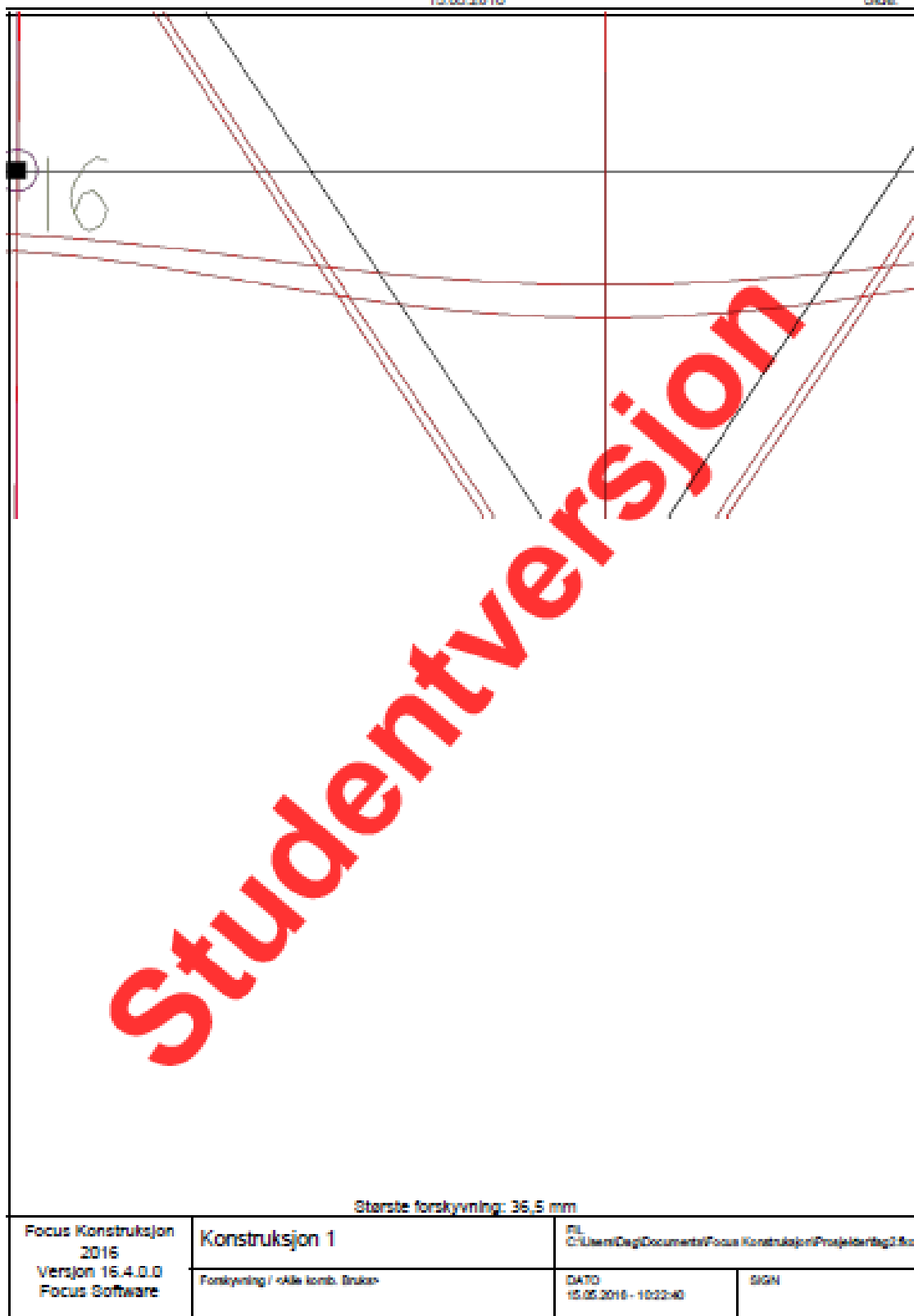
Side: 5

12	-0,3(28)	-10,2(28)	0,0(27) max
	-0,4(27)	-12,5(27)	0,0(27) min
13	-0,6(28)	-16,1(28)	0,0(27) max
	-0,8(27)	-20,3(27)	0,0(27) min
14	1,0(27)	-16,4(28)	0,0(27) max
	0,8(28)	-20,5(27)	0,0(27) min
15	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
16	0,0(28)	-15,9(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-20,1(27)	0,0(27) min
16	0,0(28)	-15,9(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-20,1(27)	0,0(27) min
17	0,0(27)	-16,3(28)	0,0(27) max
	0,0(28)	-20,3(27)	0,0(27) min
17	0,0(27)	-16,3(28)	0,0(27) max
	0,0(28)	-20,3(27)	0,0(27) min
18	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) max
	0,0(27)	0,0(27)	0,0(27) min
19	0,0(27)	-15,5(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-19,4(27)	0,0(27) min
19	0,0(27)	-15,5(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-19,4(27)	0,0(27) min
20	0,0(27)	-0,1(30)	0,0(27) max
	0,0(27)	-0,1(27)	0,0(27) min
21	0,0(27)	-18,9(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-23,2(27)	0,0(27) min
21	0,0(27)	-18,9(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-23,2(27)	0,0(27) min
22	0,0(27)	-16,0(28)	0,0(27) max
	0,0(28)	-16,8(27)	0,0(27) min
22	0,0(27)	-16,0(28)	0,0(27) max
	0,0(28)	-16,8(27)	0,0(27) min
23	0,0(27)	-10,6(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-12,9(27)	0,0(27) min
23	0,0(27)	-10,6(28)	0,0(27) max
	0,0(30)	-12,9(27)	0,0(27) min

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

15.05.2016

Side: 8



Studentversjon - Ikke for kommersielt bruk

Forutsetninger

Beregningene er basert på følgende standarder

Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

- NS-EN 1990:2002+NA:2008

Eurokode 1: Laster på konstruksjoner

- NS-EN 1991-1-3:2003+NA:2008 Allmenne laster- snølast
- NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009 Allmenne laster- Vindlast

Eurokode 3: prosjektering av stålkonstruksjoner

- NS-EN 1993-1-1:2005+NA:2008 Allmenne regler og regler for bygninger
- NS-EN 1993-1-8:2005+NA:2009 Knutepunkt og forbindelser

Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner

- NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 Allmenne regler og regler for bygninger

Byggforsk serien- egenlaster på fasader

Klassifisering

Bygget består av leiligheter og er i pålitelighetsklasse 2 iht. NS-EN 1990 tabell NA.A1

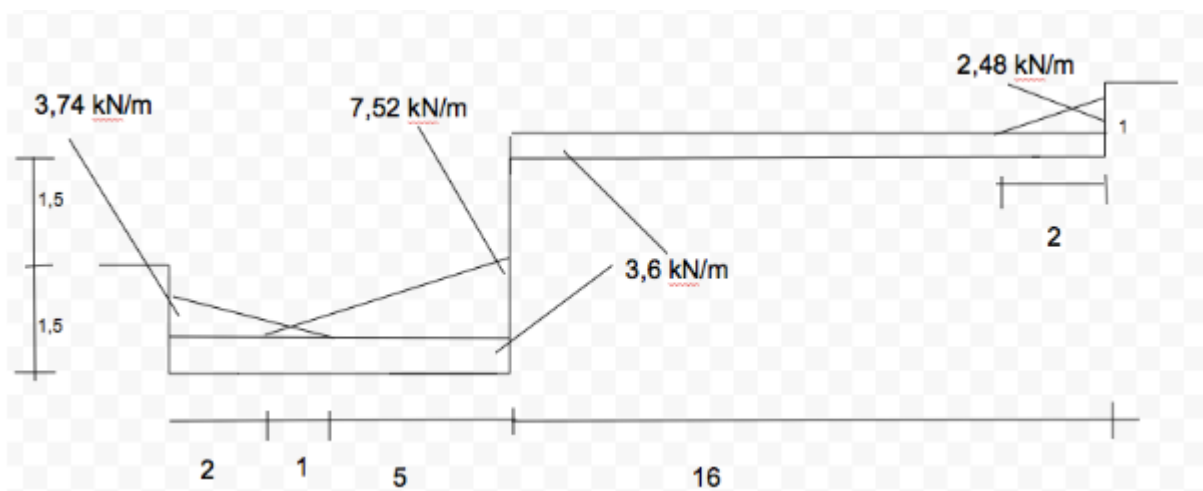
Generelle laster i Lillehammer kommune

- Snølast på mark: $4,5 \text{ kN/m}^2$
- Snølast på tak for bygningen $3,6 \text{ kN/m}^2$

Andre laster

- Nyttelast for gulv i leiligheter: 2 kN/m^2

Geometri og snølaster på tak



Snølast

- Sk,0: 4,5 kN/m² EC1-1-3 Tabell NA.4.1(901)
- Hg: 250 moh EC1-1-3 Tabell NA.4.1(901)
- Sk,max: 6,5 kN/m² EC1-1-3 Tabell NA.4.1(901)
- $S=\mu_1 * Sk \Rightarrow 0,8*4,5\text{kN/m}^2= 3,6 \text{ kN/m}^2$ EC1-1-3 5.2.(3) P c)
- Takvinkel=0°, $\mu_1 = 0,8$ EC1-1-3 Tabell 5.2

Egenlaster

- Hulldekke (HD320): 4kN/m²
- 50mm påstøp= 1.25 kN/m²
- Trinnlydsplate= 0.078 kN/m²
- Laminert parkett= 0.08 kN/m²
- Stålplater (0,6 mm) med isolasjon av 200 mm mineralull= 0.3 kN/m²
- Teglfasade1,84 kN/m²

Bruddlaster

Bruddlikning 6.10 A

$$q_{d,TAK} = 1,35 \times 0,7 + 1,2 \times 0,3 + 1,5 \times 3,6 = 11,16 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{d,PLAN\ 2,3} = 1,35 \times 5,7 + 1,35 \times 0,6 + 1,5 \times 2 \times 0,7 = 10,6 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{d,PLAN\ 1} = 1,35 \times 1,35 \times 4 + 1,35 \times 0,6 + 1,5 \times 2 \times 0,7 = 10,2 \text{ kN/m}^2$$
$$q_{d,vegg} = 1,35 \times 1 + 1,35 \times 17 \times 0,108 = 3,83 \text{ kN/m}^2$$

Brann

Risikoklasse 4

4 etg => Brannklasse 2

Bærende hovedsystem => R60

Sekundære bæringer => R60

Dimensjonering: Bue-søyle forbindelse

knutepunkt 22

Ned=- 1387kN knutepunkt 22

Normalkraft= -40,7KN

Materialdata:

Bolter M.8.8:

Fastheter: $F_{ub} = 800\text{N/mm}^2$ og $F_{yb} = 640\text{N/mm}^2$

Materialfaktor: 1,25

Stål:

Fastheter: $F_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$ og $F_{uk} = 510 \text{ N/mm}^2$

Dimensjoner: $B = 300 \text{ mm}$ $H = 10 \text{ mm}$ $t = 10 \text{ mm}$

Redusert kapasitet for bolter

EC2-1-8, 3.8 $L_j > 3 * 15 d_o \rightarrow L_j = 770 \text{ mm} > 15 * 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$

$$\text{Pkt.1 } \beta_{lj} = 1 - \frac{L_j - 15 * d}{200 * d} \rightarrow \beta_{lj} = 1 - \frac{770 - 15 * 20}{200 * 20} = 0,88$$

$$\text{Pkt.2 } F_{v,Rd} = \frac{\alpha v f_{ub} * A}{\gamma m_2} \rightarrow F_{v,Rd} = \frac{0,6 * 800 \text{ N/mm}^2 * 245 \text{ mm}^2}{1,25} * 10^{-3} = 94 \text{ kN pr bolt}$$

$$F_{v,Rd}^{\text{Redusert}} = \beta_{lj} * \frac{\alpha v f_{ub} * A}{\gamma m_2} = 0,88 * 94 \text{ kN} = 82,7 \text{ kN}$$

Bruker 3 * M8.8 $d = 20 \text{ mm} \rightarrow F_{v,Rd} = 25 * 82,7 \text{ kN} = 1012 \text{ kN} * 3 \text{ snitt} = 3036 \text{ kN}$

Hullkantkapasitet for S355

$$\text{EC2-1-8.3.5 (tabell 3.3)} \quad E1^{\text{MIN}} = 1,2 * d_o = 1,2 * 22 \text{ mm} = 39,6 \text{ mm}$$

$$\text{EC2-1-8.3.5 (tabell 3.3)} \quad E2^{\text{MIN}} = 1,2 * d_o = 1,2 * 22 \text{ mm} = 39,6 \text{ mm}$$

$$\text{EC2-1-8.3.5 (tabell 3.3)} \quad P1^{\text{MIN}} = 2,2 * d_o = 2,2 * 22 \text{ mm} = 48,4 \text{ mm}$$

$$\text{EC2-1-8.3.5 (tabell 3.3)} \quad P2^{\text{MIN}} = 2,4 * d_o = 2,4 * 24 \text{ mm} = 52,8 \text{ mm}$$

$$\text{EC2-1-8.3.6.1 (tabell 3.4)} \quad F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha b * f_u * d * t}{\gamma m_2}$$

EC2-1-8.3.6.1 (tabell 3.4):

Minst av:

$$\alpha_b = \frac{f_{ub}}{f_u} > 1 = \frac{800}{510} = 1,6 > 1$$

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3 * d_o} = \frac{100}{3 * 22} = 1,15$$

$$\alpha_d = \frac{p_1}{3 * d_o} - \frac{1}{4} = \frac{55}{3 * 22} - \frac{1}{4} = 0,58$$

$$k_1 = \min 2,8 * \frac{e_2}{d_o} - 1,7 = 2,8 * \frac{60}{22} - 1,7 = 5,9 ; 2,5$$

$$K_1 = 2,5$$

$$A_b = 0,58$$

$$F_{v,Rd} = \frac{K_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma m_2} = \frac{2,5 * 0,58 * \frac{510 \text{ N}}{\text{mm}^2} * 22 \text{ mm} * 10 \text{ mm}}{1,25} = 130 \text{ kN pr bolt. Pr snitt}$$

$$F_{v,Rd}^{\text{TOTAL}} = 130 \text{ kN} * 48 \text{ bolter} = 6240 \text{ kN}$$

Stål mot tre EC5-1-1.8.2.3

EC5-1-1 tabell 4.1

Krav til tykkelse på skive:

$$\text{Diameter skive} = 3,0 * d = 3 * 20 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

$$\text{Tykkelse skive} = 0,3 * d = 0,3 * 20 = 6\text{mm}$$

EC5-1-1.8.2.3

Platetykkelse:

$$0,5 * d < t^{\text{PLATE}} = 0,5 * 20\text{mm} = 10\text{mm} > 10\text{mm} \rightarrow \text{platen er definert som tynn.}$$

EC5-1-1.8.5.1.1

$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{uk} * d^{2,6} = 0,3 * 800\text{N/mm}^2 * 20^{2,6} \text{ mm} = 5,79 * 10^5 \text{ Nmm}$$

$$K_{90} \text{ (bartrevirke)} = 1,35 + 0,015 * d = 1,35 + 0,015 * 20\text{mm} = 1,65$$

$$F_{h,90,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k}{K_{90} * \sin^2 + \cos^2} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 390\text{kg/m}^3}{1,65 * \sin^2 90 + \cos^2 90} = 15,5\text{N/mm}^2$$

EC5-1-1.8.2.3

$$(a) 0,4 * f_{hk} * t_1 * d = 0,4 * \frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 250\text{mm} * 20\text{mm} = 31\text{kN}$$

$$(b) 1,15 * \sqrt{2 * M_{y,Rk} * f_{hk} * d} = 1,15 * \sqrt{2 * 5,79 * 10^5 \text{ Nmm} * \frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 20\text{mm}} =$$

$$21,7 \text{ kN}$$

$$\text{Min} = 21,7 \text{ KN}$$

$$(c) 15,5 * 250\text{mm} * 20\text{mm} = 77,5\text{kN}$$

$$(d) f_{hk} * t_1 * d \left(\sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{hk} * d * t_1^2}} - 1 \right)$$

$$= 15,5 * 250\text{mm} * 20\text{mm} \left(\sqrt{2 + \frac{4 * 5,79 * 10^5 \text{ Nmm}}{\frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 20 * 250^2}} - 1 \right) = 35\text{kN}$$

$$(e) 2,3 * \sqrt{M_{y,rk} * f_{hk} * d} = 2,3 * \sqrt{5,79 * 10^5 \text{ Nmm} * \frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 20} = 97\text{kN}$$

$$(f) f_{hk} * t_1 * d = \frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 250\text{mm} * 20\text{mm} = 77,5\text{kN}$$

$$(g) f_{hk} * t_1 * d \left(\sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{hk} * d * t_1^2}} - 1 \right)$$

$$= 15,5 * 250\text{mm} * 20\text{mm} \left(\sqrt{2 + \frac{4 * 5,79 * 10^5 \text{Nmm}}{\frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 20 * 250^2}} - 1 \right) = 35\text{kN}$$

$$(h) = (d)$$

$$(j) 0,5 * f_{h,2k} * t_2 * d = 0,5 * \frac{15,43\text{N}}{\text{mm}^2} * 110\text{mm} * 20\text{mm} = 17\text{kN}$$

$$(k) 1,15 * \sqrt{2 * M_{y,Rk} * f_{h,2k} * d} = 1,15 * \sqrt{2 * 5,79 * 10^5 \text{Nmm} * \frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 20\text{mm}} = 21,8\text{kN}$$

$$(l) 0,5 * h_{k} * t_2 * d = 0,5 * \frac{15,5\text{N}}{\text{mm}^2} * 110\text{mm} * 20\text{mm} = 17\text{kN}$$

$$(m) 2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * t_2 * d} = 2,3 * \sqrt{5,79 * 10^5 \text{Nmm} * 110\text{mm} * 20\text{mm}} = 65\text{kN}$$

$$F_{v,Rk}^{\text{MIN}} = 17\text{kN}$$

$$F_{v,Rd} = F_{v,Rk}^{\text{MIN}} * \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = 17\text{kN} * \frac{0,8}{1,15} = 11,8\text{kN} \quad K_{\text{mod}} = 0,8 \text{ halvårslast}$$

$F_{v,Rk}^{\text{Total}} = 11,8\text{kN} * 56\text{bolter} * 3\text{snitt} = 1982\text{kN} > 1387\text{kN} \rightarrow$ brudd i limtre er dimensjonerende

Kontroll strekkbrudd i slisseplaten

$$A_{\text{netto}} = A - A_{\text{SKRUEHULL}} = 10\text{mm} * 300\text{mm} - 4 * 11\text{mm}^2 * 10\text{mm} = 3000\text{mm}^2 - 440\text{mm}^2 = 2560\text{mm}^2$$

$$N_{t,u,Rd} = \frac{0,9 * A_{\text{net}} * f_u}{\gamma_m} = \frac{0,9 * 2560\text{mm}^2 * 510\text{N/mm}^2}{1,25} * 10^{-3} = 940\text{kN}$$

$$940\text{kN} * 3_{\text{plater}} = 2820\text{kN} > 1387\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$

$$N_{t,pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{3000\text{mm}^2 * 355\text{N/mm}^2}{1,05} * 10^{-3} = 1014\text{kN}$$

$$1014\text{kN} * 3_{\text{PLATER}} = 3042\text{kN} \gg 1387\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$

Kontroll utrivning av grunn materialet EC2-1-8.3.10

$$\sigma = \frac{1412000\text{N}}{10\text{mm} * 300\text{mm}} = 470\text{N/mm}^2 < \frac{355\text{N/mm}^2}{1,05} = 338\text{N/mm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} = \frac{f_u * A_{\text{nt}}}{\gamma_m} + \frac{f_y}{\gamma_{m0}} * A_{\text{nv}} = \frac{510\text{N/mm}^2 * 540\text{mm}^2}{1,25} + \frac{355}{1,05} * 19150\text{mm}^2 * 10^{-3} = 3958\text{kN}$$

plate.

$$A_{\text{nt}} = t * (2 * p_2 - 2 * d_o - 2 * \frac{d_o}{2}) = 10\text{mm} * (2 * 60\text{mm} - 2 * 22\text{mm} - 2 * \frac{22\text{mm}}{2}) = 540\text{mm}^2$$

$$A_{\text{nv}} = t * (55 * p_1 - 54 * d_o - 2 * \frac{d_o}{2} + e_1) = 10\text{mm} * (55 * 55\text{mm} - 54 * 22\text{mm} - 2 * 11\text{mm} + 100\text{mm})$$

$$= 19150\text{mm}^2$$

$$V_{\text{eff},1,Rd}^{\text{TOTAL}} = 3958 \text{ KN} * 3\text{plater} = 11875\text{kN} \gg 1387\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$

Sveis:

$$\text{Prøver } a = 4\text{mm}; L = 108\text{mm}, L_{\text{eff}} = 108\text{mm} - 2*4\text{mm} = 100\text{mm}; A_{\text{eff}} = 100\text{mm} * 4\text{mm} = 400\text{mm}^2$$

$$\text{Belastning per sveis (8 stk)} = \frac{1800\text{KN}}{3 \text{ slisseplater}} = 600\text{kN} \rightarrow \frac{600\text{kN}}{8\text{sveiser}} = 75\text{kN}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{5,85 * 10^3}{\sqrt{2} * 4 * 100} = 10,3\text{N/mm}^2$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{75 * 10^3}{4 * 100} = 187,5\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_j = \sqrt{\left(\frac{10,3\text{N}}{\text{mm}^2}\right)^2 + 3 * \left(\frac{187,5\text{N}}{\text{mm}^2}\right)^2 + \left(\frac{10,3\text{N}}{\text{mm}^2}\right)} = 325\text{N/mm}^2$$

$$\text{Total kapasitet: } 367 \text{ N/mm}^2 * 8\text{stk} = 2936 \text{ N/mm}^2$$

Konklusjon:

Platens geometri; Bredde = 300mm, høyde = 915mm, tykkelse=10mm, p2=60mm, p1=55mm, e1=100mm, e2=60mm. Det er 4 rader med 14 bolter på rekke.

Forbindelse i bue/trykkstag: knutepunkt nr: 36

Kontroll for trykk normalt på fiberretningen (BUE)

$$f_{c,90,k} = 2,5\text{N/mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = f_{c,90,k} * \frac{k_{mod}}{\gamma_m} = 2,5 * \frac{0,8}{1,15} = 1,74\text{N/mm}^2$$

Kontaktflatens lengde og bredde: l=750mm b=750

Tverrsnittets høyde: h=2000mm

Avstand til ende: a=10516mm

Avstand mellom opplegg: l1=5448mm

$$K_{c,90} = 1$$

Beregnet trykkspenning på effektivt område

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{\text{net},t}} = \frac{\sqrt{1345000^2\text{N} + 3126000^2\text{N}}}{750\text{mm} * 750\text{mm}} = 6\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c90} * f_{c,90,d} = 6\text{N/mm}^2 \leq 1,74\text{N/mm}^2$$

Splittingskapasitet limtrebjelken

$$\text{Resultant kraft på trykkstaget: } \sqrt{1345000^2\text{N} + 3126000^2\text{N}} * 10^{-3} = 3403\text{kN}$$

EC5-1-1.8.5.1.1

$$M_y, R_k = 0,3 * f_{uk} * d^{2,6} = 0,3 * 800\text{N/mm}^2 * 24^{2,6} \text{ mm} = 9,3 * 10^5 \text{ Nmm}$$

$$K_{90} \text{ (bartrevirke)} = 1,35 + 0,015 * d = 1,35 + 0,015 * 24 \text{ mm} = 1,71$$

$$f_{h,45,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k}{K_{90} * \sin^2 45 + \cos^2 45} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 24) * 390\text{kg/m}^3}{1,65 * \sin^2 45 + \cos^2 45} = 18,3\text{N/mm}^2$$

EC5-1-1.8.2.3

$$(a) 0,4 * f_{hk} * t_1 * d = 0,4 * \frac{18,3\text{N}}{\text{mm}^2} * 250\text{mm} * 24\text{mm} = 43,9\text{kN}$$

$$(b) 1,15 * \sqrt{2 * M_y, R_k * f_{hk} * d} = 1,15 * \sqrt{2 * 9,3 * 10^5 \text{Nmm} * 24\text{mm}} = 32\text{kN}$$

$$(c) 18,3 * 250\text{mm} * 24\text{mm} = 109\text{kN}$$

$$(d) f_{hk} * t_1 * d \left(\sqrt{2 + \frac{4 * M_y, R_k}{f_{hk} * d * t_1^2}} - 1 \right)$$

$$= 18,3\text{N/mm}^2 * 250\text{mm} * 24\text{mm} \left(\sqrt{2 + \frac{4 * 9,3 * 10^5 \text{Nmm}}{18,3\text{N/mm}^2 * 24 * 250^2}} - 1 \right) = 50,6\text{kN}$$

$$(e) 2,3 * \sqrt{M_y, r_k * f_{hk} * d} = 2,3 * \sqrt{9,3 * 10^5 \text{Nmm} * \frac{18,3\text{N}}{\text{mm}^2} * 24\text{mm}} = 46\text{kN}$$

$$(f) f_{hk} * t_1 * d = \frac{18,3\text{N}}{\text{mm}^2} * 250\text{mm} * 24\text{mm} = 109,8\text{kN}$$

$$(g) f_{hk} * t_1 * d \left(\sqrt{2 + \frac{4 * M_y, R_k}{f_{hk} * d * t_1^2}} - 1 \right)$$

$$= 18,3 * 250\text{mm} * 24\text{mm} \left(\sqrt{2 + \frac{4 * 9,3 * 10^5 \text{Nmm}}{18,3\text{N/mm}^2 * 24 * 250^2}} - 1 \right) = 50,6\text{kN}$$

$$(h) = (d)$$

$$(j) 0,5 * f_{h,2k} * t_2 * d = 0,5 * \frac{18,3\text{N}}{\text{mm}^2} * 110\text{mm} * 24\text{mm} = 24,1\text{kN}$$

$$(k) 1,15 * \sqrt{2 * M_y, R_k * f_{h,2k} * d} = 1,15 * \sqrt{2 * 9,3 * 10^5 \text{Nmm} * \frac{18,3\text{N}}{\text{mm}^2} * 24\text{mm}} = 32\text{kN}$$

$$(l) 0,5 * f_{hk} * t_2 * d = 0,5 * \frac{18,3\text{N}}{\text{mm}^2} * 110\text{mm} * 24\text{mm} = 24,1\text{kN}$$

$$(m) 2,3 * \sqrt{M_y, R_k * t_2 * d} = 2,3 * \sqrt{9,3 * 10^5 \text{Nmm} * 110\text{mm} * 24\text{mm}} = 113\text{kN}$$

$$F_{v,Rk}^{\text{MIN}} = 24,1\text{kN}$$

$$F_{v,Rd} = F_{v,Rk}^{\text{MIN}} * \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = 24,1 \text{ kN} * \frac{0,8}{1,15} = 16,8 \text{ kN} \quad K_{\text{mod}} = 0,8 \text{ halvårslast}$$

$$F_{v,Rk}^{\text{Total}} = 16,8 \text{ kN} * 72 \text{ bolter} * 3 \text{ snitt} = 3636 \text{ kN} > 3403 \text{ kN}$$

Kontroll strekkbrudd I slisseplaten

$$A_{\text{netto}} = A - A_{\text{SKRUEHULL}} = 10 \text{ mm} * 400 \text{ mm} - 4 * 13 \text{ mm} * 10 \text{ mm} = 3480 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,u,Rd} = \frac{0,9 * A_{\text{net}} * f_u}{\gamma_{m2}} = \frac{0,9 * 3480 \text{ mm}^2 * 510 \text{ N/mm}^2}{1,25} * 10^{-3} = 1277 \text{ kN}$$

$$1277 \text{ kN} * 3_{\text{plater}} = 3833 \text{ kN} > 3403 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

$$N_{t,pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{4000 \text{ mm}^2 * 355 \text{ N/mm}^2}{1,05} * 10^{-3} = 1352 \text{ kN}$$

$$1352 \text{ N} * 3_{\text{PLATER}} = 4057 \text{ kN} > 3403 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

Kontroll utrivning av grunnmaterialet

$$\sigma = \frac{1412000 \text{ N} * 3_{\text{plater}}}{10 \text{ mm} * 300 \text{ mm}} = 156 \text{ N/mm}^2 < \frac{355 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 338 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} = \frac{f_u * A_{\text{nt}}}{\gamma_{m2}} + \frac{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{m0}} * A_{\text{nv}} = \frac{510 \text{ N/mm}^2 * 540 \text{ mm}^2}{1,25} + \frac{\left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,05} * 19150 \text{ mm}^2 * 10^{-3} = 3958 \text{ kN pr plate.}$$

$$A_{\text{nt}} = t * (2 * p_2 - 2 * d_o - 2 * \frac{d_o}{2}) = 10 \text{ mm} * (2 * 60 \text{ mm} - 2 * 22 \text{ mm} - 2 * \frac{22 \text{ mm}}{2}) = 540 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{nv}} = t * (55 * p_1 - 54 * d_o - 2 * \frac{d_o}{2} + e_1) = 10 \text{ mm} * (55 * 55 \text{ mm} - 54 * 22 \text{ mm} - 2 * 11 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) = 19150 \text{ mm}^2$$

$$V_{\text{eff},1,Rd}^{\text{TOTAL}} = 3958 \text{ kN} * 3_{\text{plater}} = 11875 \text{ kN} \gg 1387 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

Konklusjon

$$\text{Restkapasitet; } 1 - \left(\frac{3403 \text{ kN}}{3636 \text{ kN}}\right) = 6\%$$

Forbindelsen må ta opp belastning fra både x og z retning, konservativ løsning er å bruke resultant kraften fra disse verdiene og la den virke 45 grader mens realiteten er 23 grader fra knutepunktets x akse. Slisseplatene blir 1135.

Platenes bredde økes med 50mm på hver side og avstanden mellom boltene blir 70mm på grunn av strekk påkjenningen kraften utgjør .

Forbindelse mellom HEB og HUP i bueløsningen

HEB 220 HUP 250*250*12,5 plater 10mm(t)*405mm(l)*153mm(h)

Antar at aksial kraften og normal kreftene fordeles på totalt 6 vertikale sveiser mellom HEB og platene .

Opptredende spenning pr sveis:

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{Ned}{\sqrt{2} \cdot a \cdot l_{eff}} = \frac{76 \cdot 10^3 N}{6 \cdot \sqrt{2} \cdot 6 mm \cdot 133 mm} = 11,2 N/mm^2$$

$$\sigma_{\parallel} = \tau_{\parallel} = \frac{Ned}{a \cdot l_{eff}} = \frac{433 \cdot 10^3 N}{6 \cdot 6 mm \cdot 133 mm} = 90 N/mm^2$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{11,2 N}{mm^2} + 3 \cdot \left(\frac{11,2 N}{mm^2} + 90 N/mm^2 \right)} = 157 N/mm^2$$

Total kapasitet for 6 sveiser

$$f_{w,Rd} = 6 \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m2} \cdot \beta} = 6 \cdot \frac{510 N/mm^2}{\sqrt{3} \cdot 1,25 \cdot 0,9} = 261 N/mm^2$$

Kapasitet for bolter

M8.8 24

EC2-1-8, 3.8 $L_j > 3 \cdot 15 d_o \rightarrow L_j = 270 mm < 15 \cdot 20 mm = 300 mm$

$$F_{v,Rd} = \frac{a \cdot v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{m2}} \rightarrow F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 800 N/mm^2 \cdot 353 mm^2}{1,25} \cdot 10^{-3} = 135 kN \text{ pr bolt}$$

Moment i boltegruppen

$$M_{ED} = 433 kN \cdot 0,405 m = 175 kNm$$

Polart treghetsmoment for boltegruppen:

$$I_{polar} = \sum r_i^2 = 4 \cdot 85 mm^2 + 4 \cdot 25 mm^2 = 31400 mm^2$$

Moment boltegruppen på grunn av skjær

$$M_{ed} = a \cdot V_{ed} = 0,280 m \cdot 144 kN = 40,3 kNm$$

Belastning pr bolt

$$F_{1z} = \frac{M_{ed}}{\sum r_i} \cdot x = \frac{40,32 \cdot 10^6 Nmm}{31400 mm^2} \cdot 85 mm = 109 kN$$

$$F_{1x} = \frac{M_{ed}}{\sum r_i} \cdot z = \frac{40,32 \cdot 10^6 Nmm}{31400 mm^2} \cdot 25 mm = 32,1 kN$$

Skjærkraft per bolt på grunn av skjær alene

$$F_{1,Vz} = \frac{144 kN}{4 \text{ bolter}} = 36 kN$$

Total belastning pr bolt

$$\sqrt{F_{1,z}^2 + F_{1,x}^2 + F_{1,Vz}^2} = \sqrt{32,1^2 kN + 109^2 kN + 36^2 kN} = 119,2 kN < 130 kN \rightarrow OK$$

Kontroll av plater

Hullkantkapasitet for S355

$$EC2-1-8.3.5 \text{ (tabell 3.3)} \quad E1^{MIN} = 1,2 \cdot d_o = 1,2 \cdot 26 mm = 31,2 mm$$

$$EC2-1-8.3.5 \text{ (tabell 3.3)} \quad E2^{MIN} = 1,2 \cdot d_o = 1,2 \cdot 26 mm = 31,2 mm$$

$$EC2-1-8.3.5 \text{ (tabell 3.3)} \quad P1^{MIN} = 2,2 \cdot d_o = 2,2 \cdot 26 mm = 57,2 mm$$

$$EC2-1-8.3.5 \text{ (tabell 3.3)} P2^{\text{MIN}} = 2,4 * do = 2,4 * 26\text{mm} = 62,4\text{mm}$$

$$EC2-1-8.3.6.1 \text{ (tabell 3.4)} F_{b,Rd} = \frac{k1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{m2}}$$

Minst av:

$$\alpha_b = \frac{f_{ub}}{f_u} > 1 = \frac{800}{510} = 1,6 > 1$$

$$\alpha_d = \frac{e1}{3 * do} = \frac{100}{3 * 22} = 1,15$$

$$\alpha_d = \frac{p1}{3 * do} - \frac{1}{4} = \frac{55}{3 * 22} - \frac{1}{4} = 0,58$$

$$k1 = \min 2,8 * \frac{e2}{do} - 1,7 = 2,8 * \frac{60}{22} - 1,7 = 5,9 ; 2,5$$

$$K1 = 2,5$$

$$Ab = 0,58$$

$$F_{v,Rd} = \frac{K1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{m2}} = \frac{2,5 * 0,58 * \frac{510\text{N}}{\text{mm}^2} * 24\text{mm} * 10\text{mm}}{1,25} = 137 \text{ KN pr bolt. Pr snitt}$$

$$F_{v,Rd}^{\text{TOTAL}} = 137\text{KN} * 4\text{bolter} = 548\text{KN/snitt}$$

Kapasitetskontroll skjær for plater

Bruttotverrsnitt:

$$A_{\text{netto}} = A - A_{\text{SKRUEHULL}} = 10\text{mm} * 153\text{mm} - 2 * 12\text{mm} * 10\text{mm} = 1530\text{mm} - 240\text{mm}^2 = 1290\text{mm}^2$$

$$N_{t,u,Rd} = \frac{0,9 * A_{\text{net}} * f_u}{\gamma_{m2}} = \frac{0,9 * 1290\text{mm}^2 * 510\text{N/mm}^2}{1,25} * 10^{-3} = 473\text{kN}$$

$$N_{t,pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{1530\text{mm}^2 * 355\text{N/mm}^2}{1,05} * 10^{-3} = 624\text{kN}$$

$$473\text{kN} > 433\text{kN}/3\text{plater} = 144\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$

Kontroll utrivning av grunn materialet EC2-1-8.3.10

EC2-1-8.3.10.2 (2) (3.9)

$$\sigma = \frac{144000\text{N}}{10\text{mm} * 153\text{mm}} = 94\text{N/mm}^2 < \frac{355\text{N/mm}^2}{1,05} = 338\text{N/mm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} = \frac{f_u * A_{nt}}{\gamma_{m2}} + \frac{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{m0}} * A_{nv} = \frac{510\text{N/mm}^2 * 1440\text{mm}^2}{1,25} + \frac{\left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,05} * 640\text{mm}^2 * 10^{-3} = 712\text{kN pr plate.}$$

$$A_{nt} = t * \left(p2 - 2 * \frac{do}{2}\right) = 10\text{mm} * \left(170\text{mm} - 2 * \frac{26\text{mm}}{2}\right) = 1440\text{mm}^2$$

$$A_{nv} = t * \left(p1 - 2 * \frac{do}{2} + e1\right) = 10\text{mm} * \left(50\text{mm} - 2 * \frac{26\text{mm}}{2} + 40\text{mm}\right) = 640\text{mm}^2 \\ = 19150\text{mm}^2$$

$$V_{\text{eff},1,Rd}^{\text{TOTAL}} = 2137 \text{ KN} \gg 433\text{kN} \rightarrow \text{OK}$$

Limtrekonstruksjon:**Limtre: Moelven, faktor pr.m³**

GWP: A1-A3=-6,63E+02, A4=1,19E+01, A5=7,11, C1=7,02E-03, C2=9,31, C3=7,84E+02
D=-3,38E+02, SUM=-188,67

$$-188,67 \text{ kg } CO_2 - Ekv \times 224,8 \text{ m}^3 = -42413 \text{ kg } CO_2 - Ekv$$

HE220B: Skanska, faktor pr.kg

GWP: A1-A3=1,45, A4=2,39E-02, A5=2,3E-03, C1=1,17E-03, C2=2,98E-03, D= -2,26E-01,
SUM=1,25

$$1,25 \text{ kg } CO_2 - Ekv \times 12357 \text{ kg} = 15446,25 \text{ kg } CO_2 - Ekv$$

HUP250x250x10,0: Skanska, faktor pr.kg

GWP: A1-A3=2,89, A4=2,39E-02, A5=2,3E-03, C1=1,17E-03, C2=2,98E-03, D= -1,36,
SUM=1,56

$$1,56 \text{ kg } CO_2 - Ekv \times 6702 \text{ kg} = 10455,1 \text{ kg } CO_2 - Ekv$$

Fagverkskonstruksjon:**HUP250x250x10,0: Skanska, faktor pr.kg**

GWP: A1-A3=2,89, A4=2,39E-02, A5=2,3E-03, C1=1,17E-03, C2=2,98E-03, D= -1,36,
SUM=1,56

$$1,56 \text{ kg } CO_2 - Ekv \times 14940 \text{ kg} = 23306,4 \text{ kg } CO_2 - Ekv$$

EHP250x6 - 200x30 - 352x15: Skanska, faktor pr.kg

GWP: A1-A3=2,9, A4=2,39E-02, A5=2,3E-03, C1=1,17E-03, C2=2,98E-03, D= -1,39,
SUM=1,54

$$1,54 \text{ kg } CO_2 - Ekv \times 19231 \text{ kg} = 29615,7 \text{ kg } CO_2 - Ekv$$

Grunnlag vinduskostnad

I følge våre oppmålinger og beregninger er det gjennomsnittlig 12,07 m² vindusareal per leilighet ved bueløsningen. Bueløsningen gir likt vindusareal til alle leilighetene. Plan 3 ved fagverksløsningen gir 14 m² mot 12 m² i plan 1 og 2. Dette er forenklet til gjennomsnittlig 13,37 m² per leilighet.

Bruker vindusareal fra bueløsningen i begge beregninger for best sammenligningsgrunnlag

Vi forsøker med 4 vinduer per leilighet

$$\frac{12,07 \text{ m}^2}{4} = 3,16 \text{ m}^2$$

I prislisten fra Natre er det nærmeste vi kommer 1988x1488 fastkarm

$$1,988 \text{ m} \times 1,488 \text{ m} = 2,96 \text{ m}^2$$

Totalt vindusareal i beregningen

$$2,96 \text{ m}^2 \times 4 = 11,84 \text{ m}^2$$

Pris per vindu tatt fra Natres prisliste 2016: 12 539 kr inkl. mva

FAGVERKSLØSNING

Antar at minimum halvparten av vinduene i plan 1 og 2 må tilpasses fagverkets form

Pris vinduer per leilighet plan 1 og 2

$$2 \times 12\,539 \text{ kr} + 2 \times 2 \times 12\,539 \text{ kr} = 75\,234 \text{ kr}$$

Pris vinduer per leilighet plan 3

$$4 \times 12\,539 \text{ kr} = 50\,156 \text{ kr}$$

Totalpris vinduer fagverk

$$6 \times 75\,234 \text{ kr} + 2 \times 50\,156 \text{ kr} = 551\,716 \text{ kr}$$

BUELØSNING

Ved denne løsningen trenger ingen av løsningene å tilpasses

Pris vinduer per leilighet

$$4 \times 12\,539 \text{ kr} = 50\,156 \text{ kr}$$

Totalpris vinduer bueløsning

$$8 \times 50\,156 \text{ kr} = 401\,248 \text{ kr}$$

3. mai 2016 kl. 23:23 skrev Thea Myhrer <theamyhrer@gmail.com>:

Hei igjen,

Det er litt vrient å uttale seg generelt om arkitektur ut fra de perspektivene jeg har sett. Jeg har også forhørt meg med noen tidligere medstudenter om casen deres som også synes det var litt vanskelig. Uansett, har prøvd å svare etter beste evne!

Tillegg til spørsmål 1 og 2 fra forrige gang: Sist sa jeg at jeg ville endret formatet på vinduene i alternativ 1 til rene rektangler, men følgende forslag er også mulig: For å fremheve konstruksjonen i større grad enn presentert kan man vurdere å eksponere den i fasaden. Da vil man få bedre forståelse av hvorfor vinduenes format følger fagverkets linjer. Et eksempel dere kan kikke på i denne sammenheng er Brannkvartalet i Nordre gate i Trondheim.

Det jeg først og fremst assosierer med bueløsningen deres er en bro. Det positive er at man tydelig kan se hvordan bærekonstruksjonen i bygningen fungerer, men konstruksjonen oppleves som noe feilplassert i en slik kontekst. Ideen om å bruke en limtrebue i en brokonstruksjon er god, men i dette tilfellet leses strukturen som to ulike ting: bro og bygning. For at disse skal kunne leses som en helhet, tror jeg at limtrebuen må integreres bedre i bygningskroppen. Dette kan for eksempel gjøres ved å la taket følge limtrebuen, slik at bygningsformen følger konstruksjonen. Jeg synes imidlertid det er vanskelig å skulle si noe om dette vil stå godt i sammenheng med det øvrige bygningsmiljøet.

Formmessig får bueløsningen meg til å tenke på Tøyenbadet i Oslo. Et vesentlig poeng med Tøyenbadets utforming er ønsket om en sterk hallfølelse inne - det er derfor bygningen har den formen den har. Som arkitekt må man altså overveie form, funksjon, konstruksjon, bruk og brukergruppe, og den endelige løsningen blir et kompromiss mellom alle disse.

Håper dette var til hjelp! Lykke til med innspurten!

Med vennlig hilsen
Thea Myhrer

29. april 2016 kl. 15.54 skrev Tor Kristoffer Klethagen <torkklethagen@gmail.com>:

Takk for gode svar!

Det har vært til god hjelp så langt.

Hvis du har tid og muligheten så hadde det vært fint om du kunne sett på bueløsningen og kommet med noen kommentarer til hva du synes om den, om den tilfører bygget noe, om idéen å bruke en limtrebue, hvorfor den ikke fungerer og om den kunne fungert i noen andre settinger.

mvh
Tor Kristoffer Klethagen
torkklethagen@gmail.com
tlf: 95 91 31 79

27. apr. 2016 kl. 23:46 skrev Thea Myhrer <theamyhrer@gmail.com>:

Hei igjen,

Her er mine kommentarer til spørsmålene deres:

1 og 2: Jeg ville gått for alternativ 1 på begge spørsmålene. Denne løsningen har et renere uttrykk, og etter min mening fremstår den som bedre integrert i de nære omgivelsene enn alternativ 2. Her ville jeg nok valgt å endre formatet på vinduene til rene rektangler, slik at de ikke følger fagverkets linjer og dermed gjør fasadeuttrykket strammere.

3: Jeg mener tilgang på dagslys og utsyn er svært viktig. Begge deler har stor betydning for menneskets helse og for arkitektur. Både dagslys, lysinnslipp og utsyn er sterke virkemidler i prosjekteringen av gode rom.

4: Ja, jeg ville helt klart valgt estetikk fremfor kostnad ved valg av løsning. Tror for øvrig dere vil få det samme svaret fra de aller fleste arkitekter.

6: Vanskelig spørsmål å svare på, det varierer fra prosjekt til prosjekt. Målet mitt er alltid å skape gode, funksjonelle rom og omgivelser som mennesker ønsker å være i. Jeg synes det er svært givende å ta del i slike skapende prosesser, og motiveres ofte av denne prosessen i seg selv. Andre ting som inspirerer meg er natur, musikk, lys, ulike stemninger og atmosfærer, samt referanseprosjekter og forbilder fra andre arkitekter.

Det er veldig hyggelig at dere ønsker å bruke meg som referanse, det står dere helt fritt til å gjøre. Håper kommentarene mine er til hjelp for dere. Bare send meg en mail om dere skulle ha flere spørsmål eller om noe er uklart.

Lykke til videre med oppgaven!

Med vennlig hilsen
Thea Myhrer