

BACHELOROPPGAVE:

**REINSVOLLHALLEN,
DEN BÆRENDE KONSTRUKSJONEN**

FORFATTERE: MILAD AHMADYAR
JENS HARALD SÆVERUD
JØRGEN KIRKEMO

DATO: 25.05.2009

Tittel:	Reinsvollhallen Konstruksjonsdelen	Nr. : 1 Dato : 25.06.09
Deltaker:	Jens Harald Sæverud Milad Ahmadyar Jørgen Kirkemo	
Veileder:	Harald B Fallsen	
Oppdragsgiver:	Plangruppa for Reinsvoll-hallen	
Kontaktperson:	George Preiss	
Stikkord (4 stk)	Takkonstruksjon, Limtre, Forbindelser, Betong	
Antall sider: 37	Antall bilag: 3	Tilgjengelighet (åpen/konfidensiell): Åpen
<p>Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:</p> <p>En oppgave gjennomført på oppdrag fra Plangruppa for Reinsvoll-hallen. Plangruppa har tidligere fått studenter til å designe sin flerbrukshall som skal etter planen reises på Reinsvoll i Vestre Toten Kommune. For å komme videre i prosessen trengte de noen til å dimensjonere den noe spesielle takkonstruksjonen. Det var ønskelig å ha deler av konstruksjonen i limtre.</p> <p>Beregningene som er utført er gjort etter Norsk Standard. Beregningene inneholder limtrefagverk, limtrebjelker, betongsøyler, bærende betongvegger og stålforbindelser.</p> <p>Etter gruppens beregninger skal bygget stå ved bruk av dimensjonene og løsningene som her legges frem.</p>		

Forord

Denne oppgaven er på veiene av Plangruppa for Reinsvollhallen. Vi har hatt møter med George Price som er formannen for Plangruppen, ellers har vi stort sett kommunisert med Paul Moore og Lene Vedal, som står for designet av flerbrukshallen.

Vi liker realismen i oppgaven. Det er spennende at dette er et prosjekt som har en viss mulighet for å bli realisert.

Dette er en oppgave vi har lært veldig mye av. Det har vært spennende å kunne sette sammen kunnskapen fra de forskjellige konstruksjonslærefagene. I en eksamens sammenheng har vi stort sett på enten stål, tre eller betong. I denne oppgaven har vi sett på alle tre, og hvordan de virker sammen.

I oppgaven har vi fokuser på å få til gode løsninger som vil se bra ut for bygget. Vi har tenkt på helheten av konstruksjonen og utformingen da vi har dimensjonert.

Vi vil sende en stor takk til vår veileder ved HiG, Harald B Fallsen, som har vært en viktig støttespiller for å få oss gjennom oppgaven.

25. mai 2009

Milad Ahmadyar

Jens Harald Sæverud

Jørgen Kirkemo

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	5
Organisering av rapport	5
Definisjon av oppgaven.....	5
Henvisning til tidligere arbeider	5
Målgruppe for prosjektet	5
Studentenes faglige bakgrunn	5
Valgte arbeidsformer	6
Ekskursjoner	6
Dimensjonering.....	6
Møtevirkosomhet	6
Illustrasjoner.....	6
Utgangspunktet	6
Reinsvollhallen.....	7
Taket.....	7
Bærende søyler og vegger.....	7
Lastfordeling.....	8
Nyttelaster.....	9
Snølast	9
Lett tak	9
Romdelere	9
Vindu og ramme	10
Installasjoner i taket.....	10
Dimensjonering av limtre.....	11
Brannkrav for all bærende konstruksjon.....	11
Bilder av den bærende konstruksjonen	12
Fagverk	13
Fagverk 1 og 5	14
Fagverk 2 og 4	15
Fagverk 3	16
Kommentar til alle fagverkene	17
Limtrebjelker	18
Bjelke 1: Bjelken fra midtsøyle til knutepunktet.....	19

Bjelke 2: fra byggets hjørne til knutepunktet	20
Bjelke 3: Fra betongvegg til toppen av fagverk	21
Avstiving	22
Dimensjonering av betongsøyler, vegger og fundamenter	23
Dimensjonering av søyle 1-5	24
Søyledimensjonering.....	24
Fundamentdimensjonering	24
Dimensjonering av søyle 6-8	25
Søyledimensjonering.....	25
Fundamentdimensjonering:	26
Vegg dimensjonering	27
Forbindelser	28
Forbindelser mellom avstivere og fagverket.....	28
Fremgangsmåte ved beregning:	29
Beregning.....	29
Knutepunktet mellom de tre bjelkene.....	31
Fastspenning av bjelke 1 i bjelke 3.....	32
Fastspenning av bjelke 2 i bjelke 1.....	33
Forbindelsene mellom betong og limtre.....	34
Stavdybler.....	36
Vindkonsept	37
Konklusjon	38
Kilder, litteraturliste og utstyr	39
Kilder/litteraturliste	39
Litteratur:.....	39
Personkontakt:.....	39
Nettsider.....	39
Utstyr.....	39
Vedlegg.....	40

Innledning

Organisering av rapport

Et naturlig sted å begynne for å dimensjonere en bærende konstruksjon er på toppen. Vi starter derfor rapporten med nyttelaster på taket, og beskriver hele prosessen til vi har plassert og dimensjonert alle betongfundamentene. Vi vil på denne måten vise hvordan vi har jobbet med oppgaven, samtidig som rapporten får en naturlig progresjon.

Definisjon av oppgaven

Vår oppgave var å dimensjonere og designe den bærende konstruksjonen for Reinsvollhallen. Reinsvollhallen er en flerbrukshall i Vestre Toten kommune.

Opgavens hovedpunkter blir da:

1. Skissere plassering av bjelker og søyler for å tilnærme arkitektens ønskede utforming
2. Beregne takets nyttelaster og egenlast for videre dimensjonering
3. Beregning av limtrekonstruksjoner (Fagverk, bjelker og avstiving av fagverkene)
4. Beregning av betongkonstruksjoner (Søler, bærende vegger og fundamenter)
5. Beregning av knutepunkter (Stål)
6. Beregning av avstiving for vind (Kun beskrevet et konsept)

Henvisning til tidligere arbeider

Reinsvollhallen er en flerbrukshall opprinnelig tegnet av Erik Morka og Eirik Hæreid i sin bachelor oppgave som Teknologidesign og Ledelse studenter ved Høgskolen i Gjøvik i 2008.

Tegningene er i ettertid endret av Lene Vedal og Paul Moore i samarbeid med Plangruppen for Reinsvoll-hallen. Denne forandringen av hallens utseende ble den endelige hallen vi har dimensjonert for.

Målgruppe for prosjektet

Rapportens hovedmålgruppe er Plangruppen for Reinsvoll-hallen. I tillegg er målgruppene våre med studenter og vår veileder, Harald Fallsen.

Studentenes faglige bakgrunn

Vi som har skrevet rapporten er alle studenter ved Høgskolen i Gjøvik. Vi er inne i sitt siste semester på byggingeniør linjen. Vi går alle linjen for konstruksjon, men har ut over dette lite erfaring med oppføring av liknende bygg.

Valgte arbeidsformer

Ekskursjoner

I prosjektets oppstartsfase reiste vi på ekskursjon til Hamar for å få inspirasjon og se på bygg med liknende løsninger. Hamar har både Vikingskipet og OL-Amfiet som er bygg med store spenn i limtre. I Hamar besøkte vi også det tekniske etatet for kommunen, der vi fikk se og kopiere tegninger og dimensjonering av de to aktuelle byggene.

Dimensjonering

Arbeidet med dette prosjektet har det i hovedsak vært dimensjonering av bjelker, fagverk, søyler, vegger og forbindelser. Litteraturstudier har da vært den mest nærliggende arbeidsmetoden. I litteraturstudier er det da i hovedsak bruk av Norske Standarder for konstruksjoner innen stål, tre og betong. Vi har studert selve standarden samt Harald Fallsens kompendier som omhandler de aktuelle delene av standardene. Vi har også brukt nettstedet byggforsk.no og limtreboka til Moelven limtrefabrikk.

Bjelker og fagverk har blitt dimensjonert ved hjelp av Focus 2D konstruksjon.

Møtevirksomhet

Vi var tidlig i februar på et møte med Harald Liven hos Moelven Limtre. Med han drøftet vi løsninger og konsepter for bygget. Han fortalte og viste oss mye nyttig om sammensetningen og dimensjoneringen av bygg på denne størrelsen.

Vi har også hatt en del møtevirksomhet med Paul Moore og Lene Vedal, som tegner hallen for Plangruppen for Reinsvoll-hallen. Dette har vært nyttig for begge grupper. De har fortalt oss hvordan de ønsker det skal se ut, og vi har igjen anbefalt dem hva vi tror er løsbart.

Telefoner og e-poster til forskjellige leverandører har også hjulpet oss mye.

Illustrasjoner

Denne oppgaven krever mye visuell tenking og vi mener det er til stor hjelp å kombinere tekst med illustrasjoner, vi har derfor brukt en vesentlig del av tiden vår til å lage alle illustrasjonene i teksten. Slik at alle som skal lese denne oppgaven lettest skal få seg et inntrykk av hva vi har gjort. AutoCAD er blitt anvendt til de fleste illustrasjonene. Av diverse småfigurer har vi illustrert disse ved hjelp av Paint. Focus 2D konstruksjon illustrerer lastfordelinger og diagrammer automatisk.

Utgangspunktet

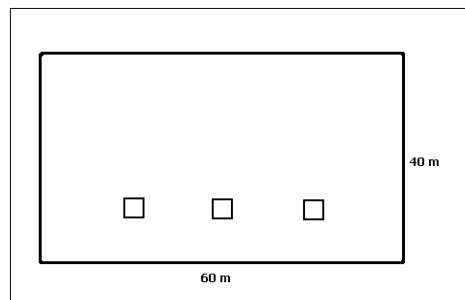
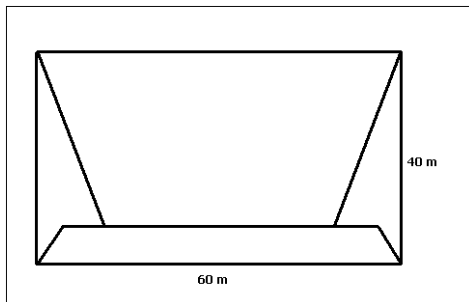
Vi fikk i utgangspunktet tegningene Erik Morka og Eirik Hæreid hadde tegnet. De ga oss et visst inntrykk av hvordan bygget ville se ut, og vi forberedte oss deretter. Vi fikk så de endelige tegningene presentert av Paul Moore og Lene Vedal i mars. Dette ble da vårt utgangspunkt for hva vi skal presentere i denne rapporten.

Reinsvollhallen

Bygget vi skal dimensjonere er en flerbrukshall. Den har da et minimums takhøydekrav på 7,3 meter til, og det er en fordel at man tenker godt gjennom hvor man plasserer søyler.

Taket

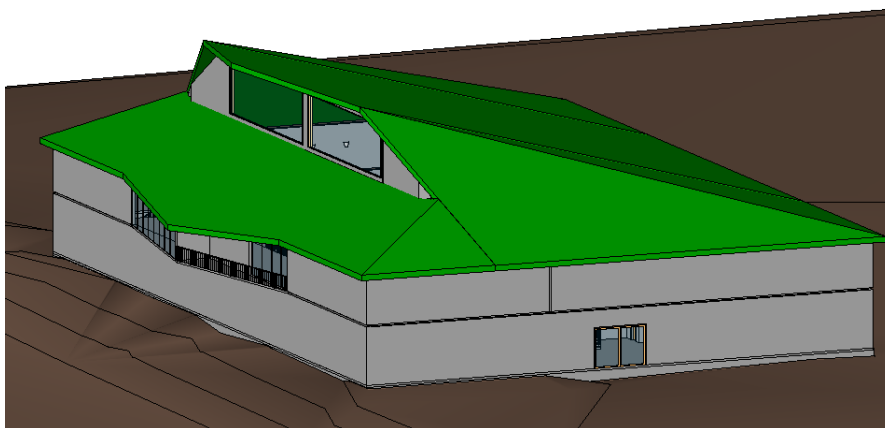
Taket skal være oppelt i fire flater. Disse skal overlappe hverandre som vist under til venstre. Takvinkelen på den fremre delen av taket skal være 24 grader og takvinkelen på den bakre delen skal være 15 grader.



Bærende søyler og vegger

Bygget er utformet slik at det er tre søyler plassert i byggets tribuneområde. Disse er plassert som vist over til høyre.

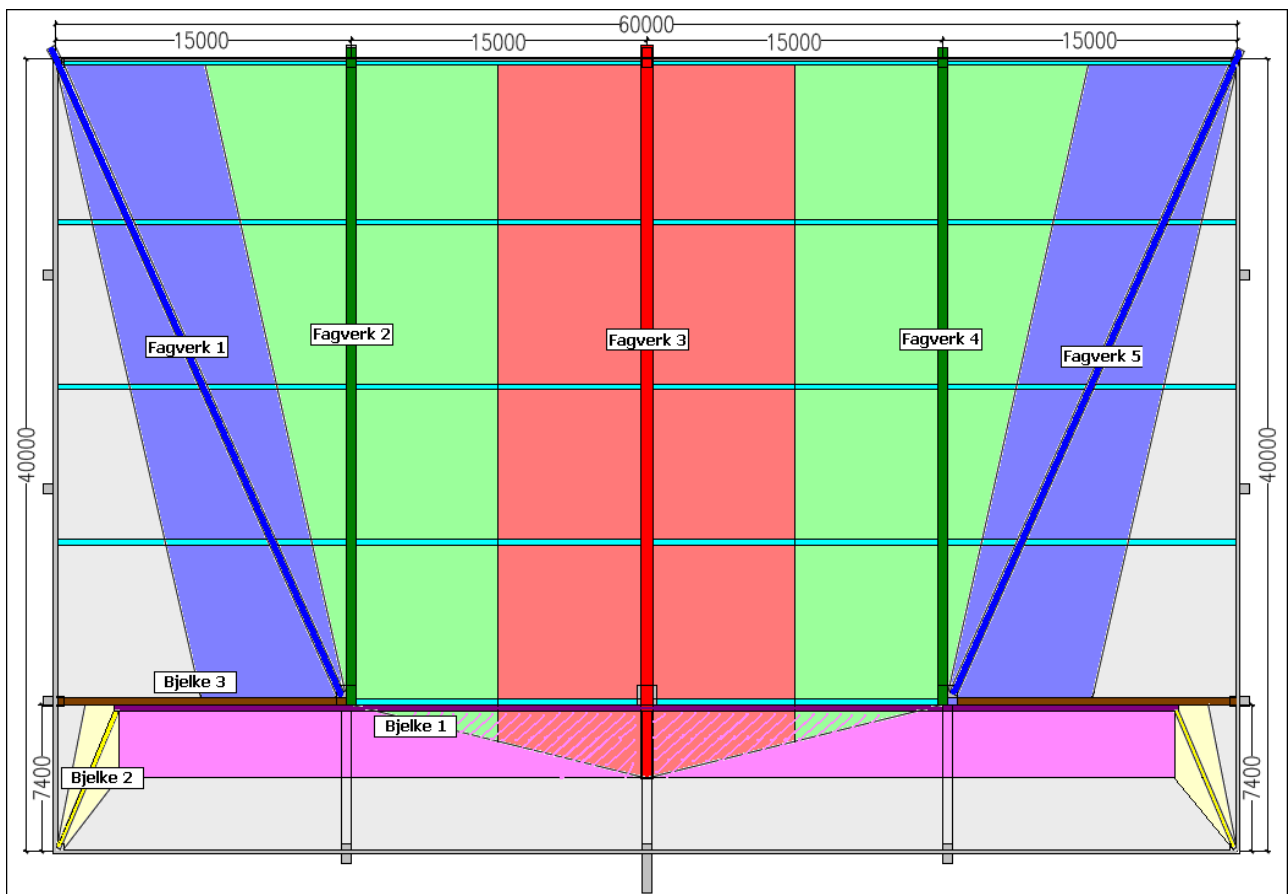
Utenom søylene kan vi kun støtte bjelkene våre på bærende betongvegger. Det vil være bærende betongvegger rundt hele bygget.



Over er det en tegning som Paul og Lene har laget av bygget, denne er tegnet i Revit.

Lastfordeling

Lastfordelingen er inndelt som vist under. På tegningen er også bjelkene og fagverkene nummerert. Denne tegningen blir referert tilbake til når de forskjellige fagverkene og bjelkene skal beregnes. Bjelkene og fagverkene er markert med de mørke fargene, de lyse fargene representerer lastfordelingen bjelken og fagverket skal ta.



Nyttelaster

For å kunne beregne den bærende konstruksjonen er det viktig å definere hva som skal bæres. I denne delen vil vi definere de forskjellige lastene som vil påvirke konstruksjonen vår.

Snølast

Reinsvollhallen skal bygges i Vestre Toten kommune. Dette er snølastområdet Vestre Toten. Snølastene vil da bli 4.5 m^2

Snølast for Reinsvollhallen: 4.5 kN/m²

Lett tak

Selve taket er ikke en del av oppgaven å dimensjonere. Dette har vi antatt er et lett tak. Vi har tatt kontakt med Lett-tak systemer AS. Av dem har vi fått informasjon om tyngder på deres lett tak. De hadde i midlertidig ikke muligheten til å levere den spennvidden vi ønsket på vårt lett tak. Derfor gjorde vi en antagelse om at vi fikk tak i et avstivet lett tak som spenner over 15 meter. Dette er center-center avstand mellom fagverkene våre. Dette taket antar vi også at er avstivet, og stiver av våre limtrebjelker så de ikke vipper.

I tillegg har vi sett på tyngder i byggedetaljblad 471.031 Egenlast for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler.

Ut i fra denne informasjonen har vi antatt en tyngde på lett taket til å være 1 kN/m^2 . Dette blir da en noe overdimensjonert last, men vi er da på den sikre siden.

Lett tak tyngde: 1kN/m²

Romdelere

På ønske fra Plangruppen for Reinsvollhallen skal det monteres romdelere i de to fagverksbjelkene som spenner over håndballbanen. Disse henges opp i fagverkene. Etter å ha kontaktet hallprodusenten Hallmaker fikk vi snakk med Anders Odden. Han informerte om at tilsvarende skillevegger pleier han å dimensjonere med mellom 700 til 900 gram per kvadratmeter. Han mente også at siden dette er en hall som skal brukes til vanelig gym-aktiviteter, holder det med en skilleveggtyngde på 700 gram per kvadrat.

Vi antar at skilleveggen blir fem meter høy. Resten av høyden vil bli hengt opp i lette tau.

$$700\text{g} * 5\text{m} = 3,5 \text{ kg}$$

$$3.5 \text{ kg} = 0.034\text{kN/m}$$

Dette blir en veldig liten last i den store sammenheng, og vi bruker en verdi på 0.5kN/m

Romdeler tyngde: 0,5 kN/m

Vindu og ramme

Det skal monteres store vinduer mellom søylene, på fremsiden av bygget. Disse blir som glassfasader å regne. Egenvekten for glass er uproblematisk å finne i byggedetaljbalder, men tykkelse på glass, antall glass, og tyngde på rammeverk er noe vi har lite erfaring med. Vi kontaktet derfor Jardar Norengen hos Sapa Building System. Han anbefalte oss et trippelglass med to 8mm glass og et 4mm glass.

Med en estimert vindustørrelse på 7m x 15m gjorde han et overslag på at vinduene med ramme vil ha en totalvekt på rundt 7500kg.

$$7500\text{kg} = 73.55 \text{ kN}$$

$$73.55\text{kN} / 15\text{m} = 4.9 \text{ kN/m}$$

Vi bruker da en nyttelast per løpemeter på 5kN for vinduene.

Vindu og ramme tyngden: 5kN/m

Installasjoner i taket

Det er tenkt å henge ventilasjonsanlegget i taket. Dette i tillegg til belysning og andre ting som skal festes i taket må tas høyde for. Derfor legger vi til en ekstra last som vi kaller installasjoner.

Installasjoner tyngde: 1kN/m²

Dimensjonering av limtre

Av estetiske grunner var det et ønske om å ha deler av konstruksjonen i limtre. Følgelig har alle bærende bjelker blitt dimensjonert i dette materialet.

I følge Moelven Limtre kan deres fabrikk kun produsere bjelker opp til 31,5 meter. Skal man ha bjelker som skal være lengre enn dette må de skjøtes.

For å få den ønskede utformingen av taket kreves det limtredrager som har spenn på over 31,5 meter. Vi konkluderte da med at å skjøte en limtrebjelke i den størrelsen ikke var hensiktsmessig. Derfor endte vi med limtre fagverk over de lengste spennene.

De resterende spennene har vi brukt limtrebjelker.

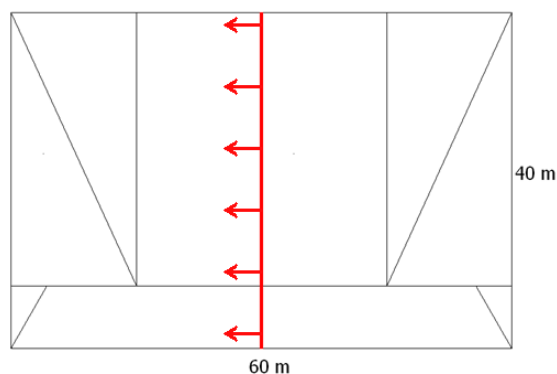
Dette gir til sammen fem fagverk, seks bjelker samt avstivningen av fagverkene i limtre.

Moelven Limte opererer nå med en lamelle høyde på 45mm, og alle bjelketykkelser vil bli dimensjonert etter dette. Bjelkebredder har vi regnet med 20mm intervaller.

Siden bygget er i symmetri vil det kun være nødvendig å dimensjonere bjelkene på den ene siden av symmetrilinjen for bygget, inkludert det fagverket som vil ligge på symmetrilinjen. Vi tar derfor for oss den venstre halvdel av bygget. Dette er illustrert under.

Hvordan bjelker, fagverk og avstivere er festet sammen, og festet til betongen vil vi komme tilbake til i delen om forbindelser.

Vi har brukt dimensjoneringsverktøyet Focus 2D for å dimensjonere fagverkene. Programmet er fra 2009, og tar hensyn til de nyeste utgavene av Norsk Standard.



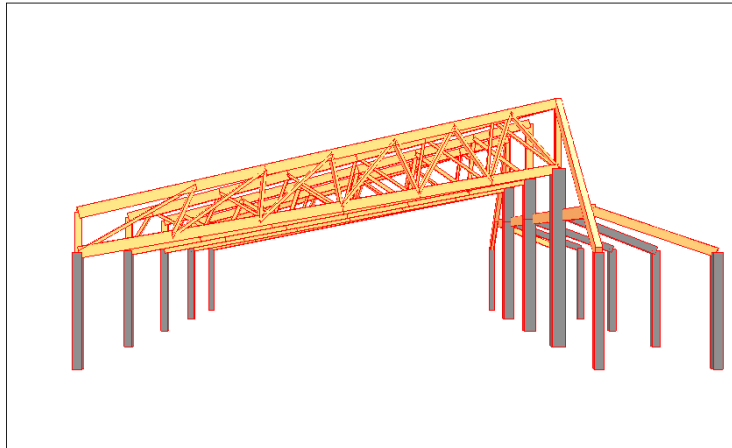
Brannkrav for all bærende konstruksjon

En idrettshall har risikoklasse 5. Risikoklasse 5 med 2 etasjer gjør at vi må beregne for brannklasse 2. Det vil si at bærende hovedsystem skal tåle R 60. Kilde NS 3470-1, § 7-22 og § 7-23.

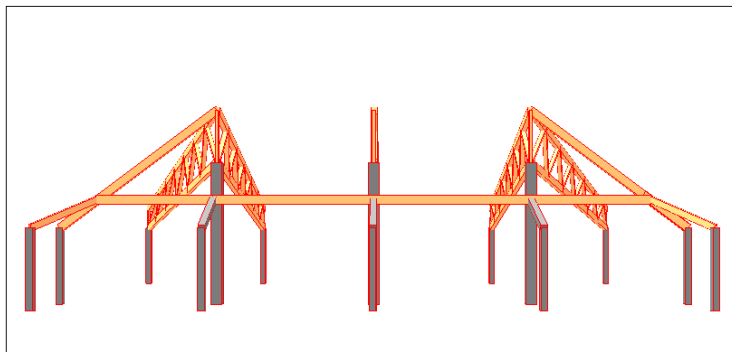
Bilder av den bærende konstruksjonen

Illustrasjonene som følger under er uten avstiverne mellom fagverkene og bærende vegger for å gjøre det lettere å se helheten til den bærende konstruksjonen.

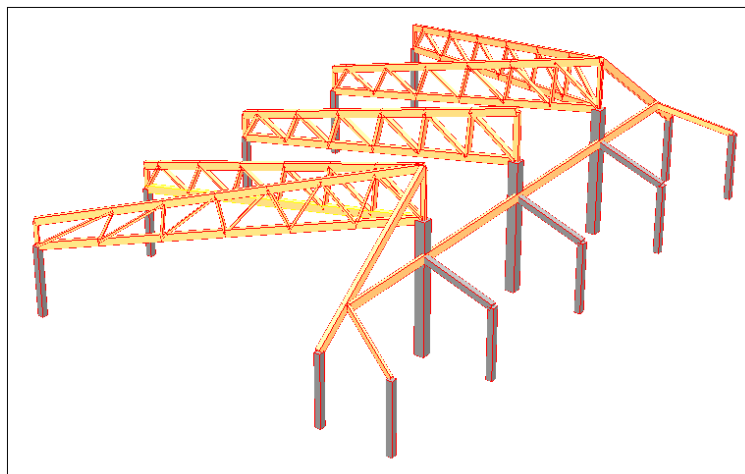
Profil tegning av den bærende konstruksjonen.



Fasadetegning av den bærende konstruksjonen



3D synspunkt av den bærende konstruksjonen.

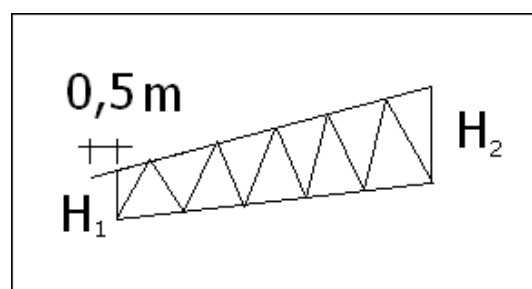


Fagverk

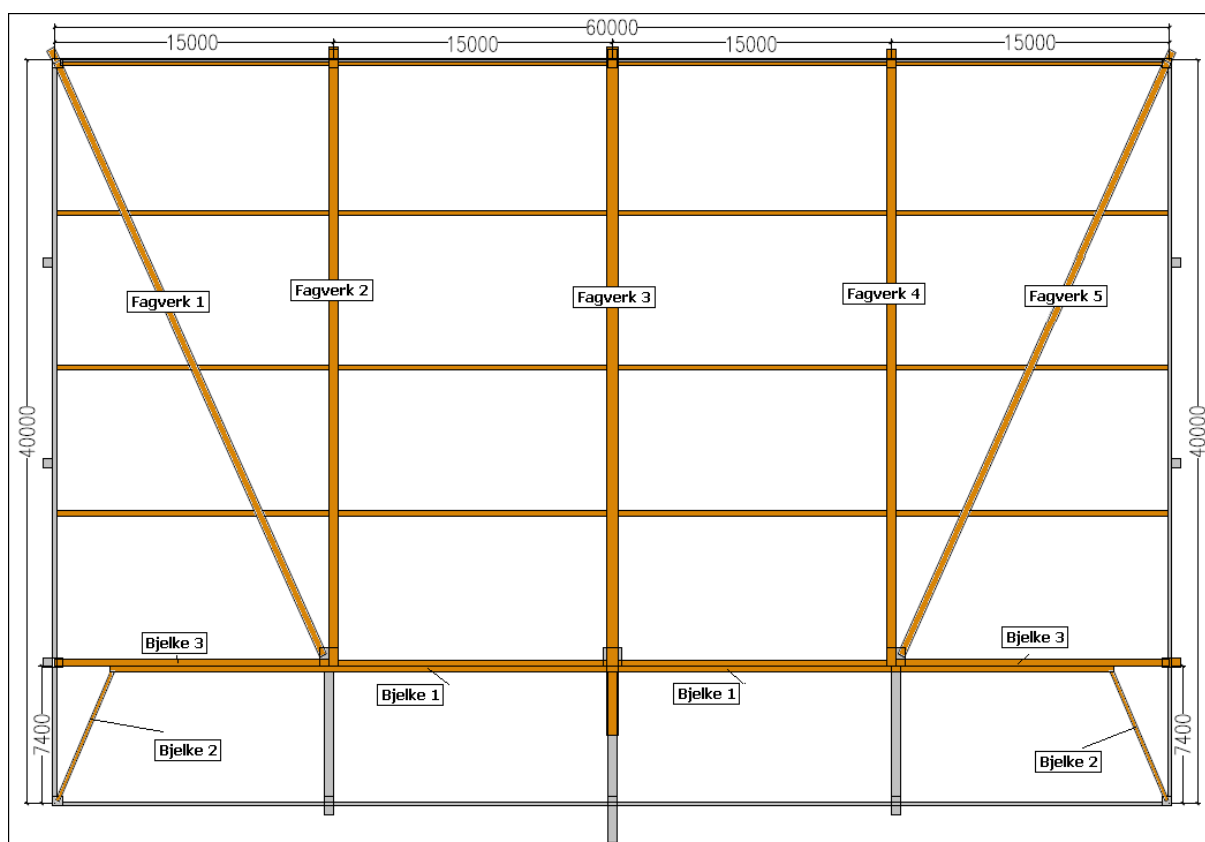
Da vi skulle begynne å dimensjonere den bærende konstruksjonen, valgte vi å rådføre oss med Harald Liven, han er en erfaren konstruktør fra Moelven Limtrefabrikk. Han fortalte oss blant annet at den største høyden Moelven Limtre hadde transportert for et fagverk var 5,5 meter. Dette var for byggingen av den nye hovedterminalen til Gardermoen flyplass. Høyder som overskrider dette vil bli dyre, både i frakt og for montering. Vi har derfor satt oss som en maksimumshøyde for våre fagverk på 5 meter.

Felles mål for alle fagverkene:

- $H_1 = 2,5$ meter, $H_2 = 5,0$ meter,
- Over og undergurt har en høyde på 720 mm på alle fagverkene.
- Takvinkelen skal være på 15 grader. Det vil si at overgurten skal vinkel med 15 grader.
- Overgurten skal ha en utkraging på 0,5 meter i bakerst i bygget.



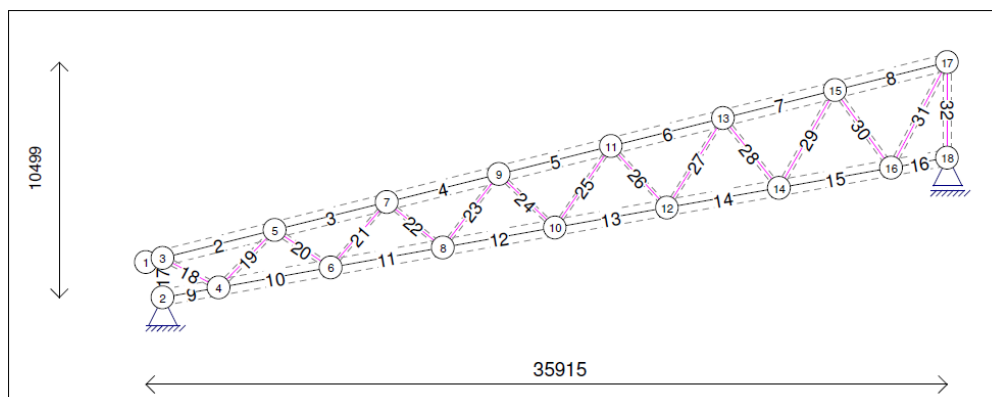
Plassering av de forskjellige fagverkene og bjelkene:



Alle fagverkene er plassert på betongsøyler og vil bli festet fast som vist senere i oppgaven.

Fagverk 1 og 5

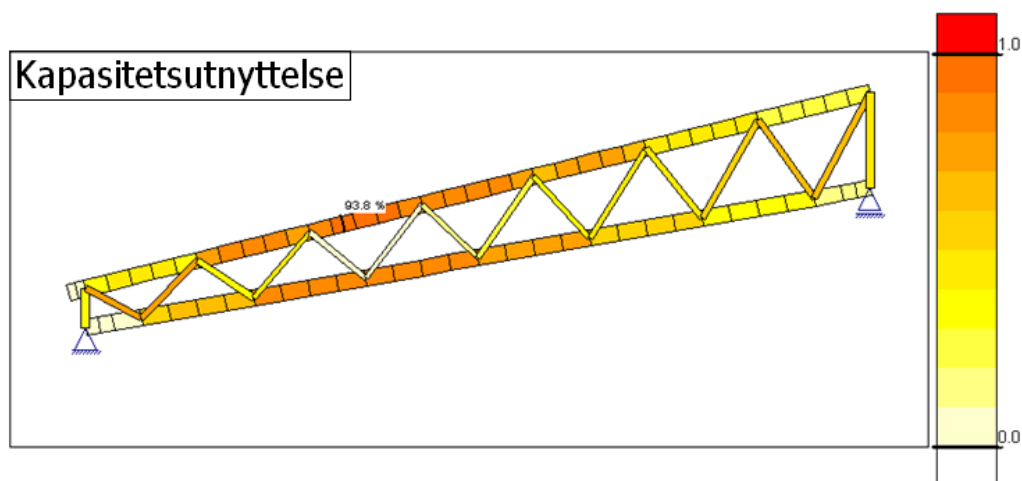
Fagverkene er vist på side 13. Lengden i vertikal retning er 35,2 meter, avstanden på fagverket er annerledes på figuren under pga den tar også med utkragingen, og den skal settes på en betongsøyle midt i bygget som er 6,2 meter høyere enn utgangspunkt. Under ser du fagverkets plassering sett fra siden.



Fagverkene skal ta en snølast, lett tak og Installasjoner.

Dette fagverket vil ta marginalt lite vindkrefter, disse er derfor ikke tatt med i beregningene

Resultatet blir da en fagverksbjelke som du ser under. De kritiske lastene vil komme i lasttilfelle der nyttelastene vil ha en sikkerhetsfaktor på 1,5 og egenvekten vil ha en sikkerhetsfaktor på 1,2. Som det er illustrert under utnyttes 93,8 % av kapasiteten. Den kritiske lasten vil være i segment nummer 4 på overgurtene.



Fagverket får dimensjonene:

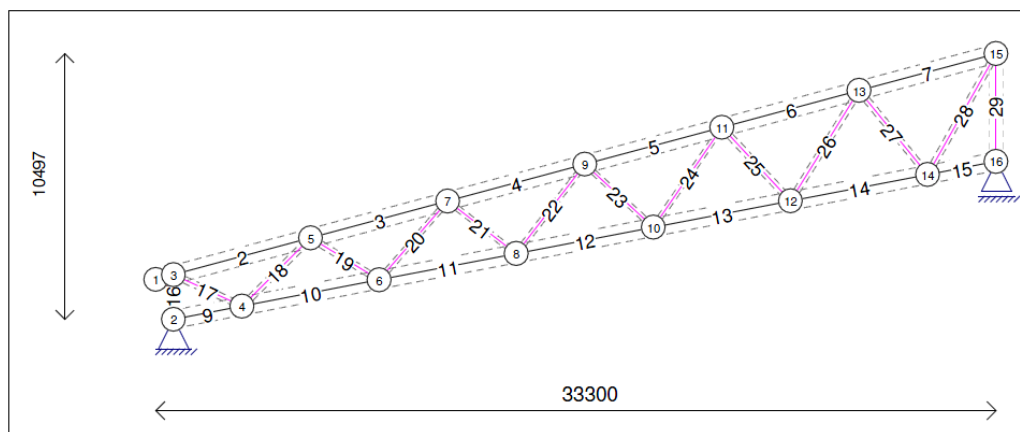
- Over- og undergurt er 400 mm x 720 mm
- Endestavene det vil si stav 17 og 32 er 400 mm x 360 mm
- Stav 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 er 400 mm x 270 mm
- Stav 21, 22, 23, 24 er 400 mm x 225 mm

Plassering av stavene ser du på illustrasjonen over.

[Utregningene er vist i vedlegg 1.1.1.1]

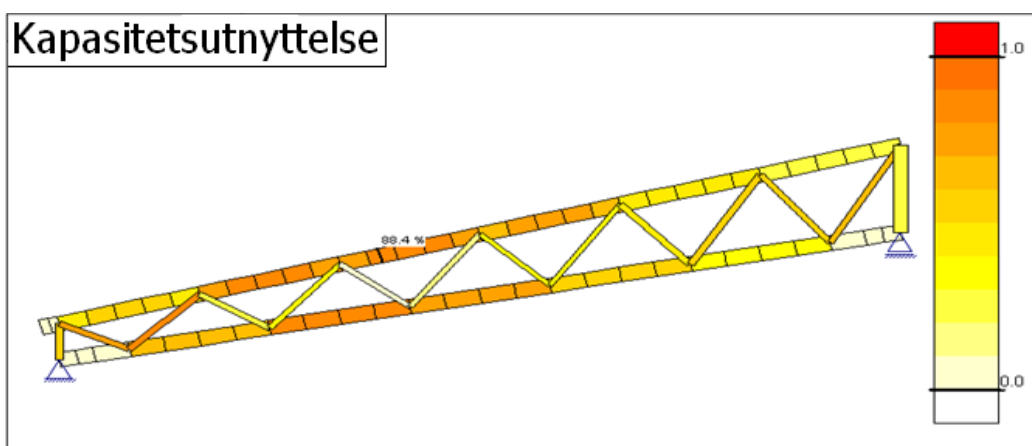
Fagverk 2 og 4

Fagverkens plasser er illustrert på side 13. Lengden i vertikal retning er 32,6 meter. Igjen viser illustrasjonen lengden med utkragingen. Den skal settes på en betongsøyle midt i bygget som er 6,2 meter høyere enn utgangspunkt. Under ser du fagverkets plassering sett fra siden.



Fagverket skal ta snølast, lett tak, installasjoner og romdeler. I tillegg to vindkrefter som virker vertikalt. Disse vil være på 70kN i punkt 2 og 21 kN i punkt 15 70 kN som virker vertikalt på punkt 2 og 21 kN som virker vertikalt på punkt 15. Samt en punktlast på 124,74kN (Som kommer av bjelke nummer 3 skal fast innspennes i overgurten på fagverket.) Denne punktlasten virker horisontalt på punkt 15 på illustrasjonen over.

Resultatet blir da en fagverksbjelke som du ser under. De kritiske lastene vil komme i lasttilfelle der nyttelastene vil ha en sikkerhetsfaktor på 1,5 og egenvekten vil ha en sikkerhetsfaktor på 1,2. Som vis under utnyttes 88,4 % av kapasiteten. Dette blir da i segment nummer 4 på overgurten.



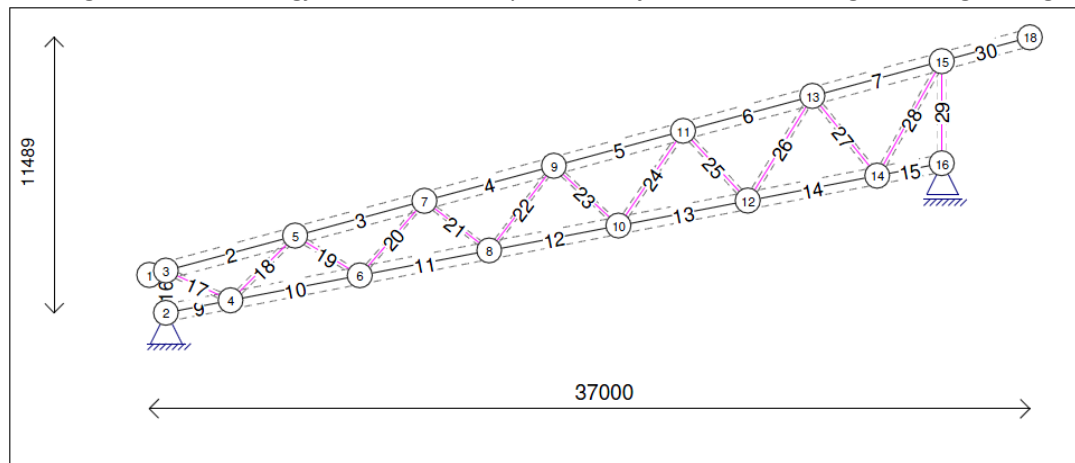
Fagverket får dimensjonene:

- Over- og undergurt er 450x720.
- Endestavene det vil si stav 16 og 29 er 450x360
- Stav 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 27, 28 er 450x270,
- Stav 20, 21, 22 er 450x225.

[Utregningene er vist i vedlegg 1.1.1.2]

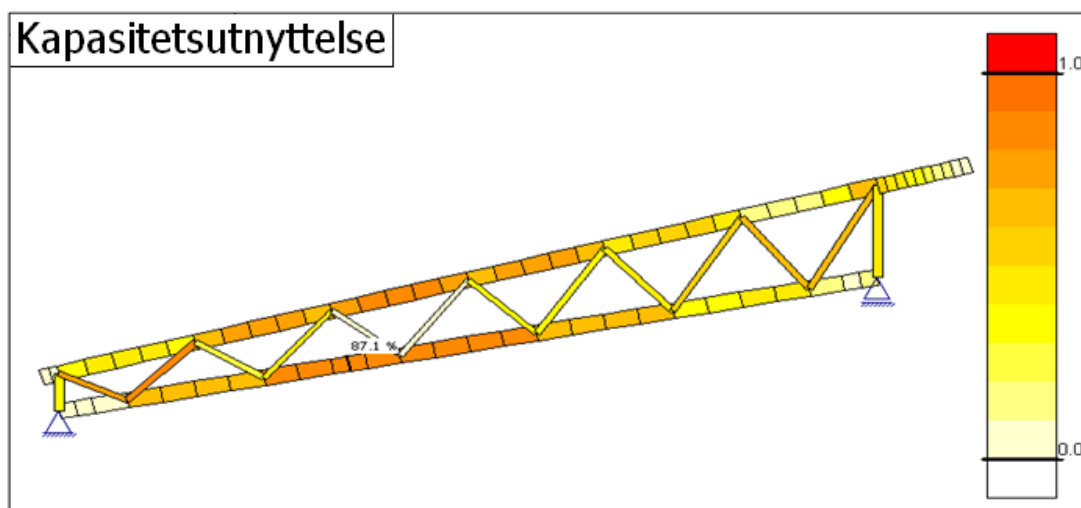
Fagverk 3

Fagverkets plassering er illustrert på side 13. Lengden i vertikal retning er 32,6 meter og den skal settes på en betongsøyle midt i bygget som er 6,2 meter høyere enn utgangspunkt. Under viser vi hvordan fagverket vil se ut, igjen er avstanden på illustrasjonen ment for fagverket og utkragerene.



Fagverket skal ta lastene: snølast $4,5 \text{ kN/m}^2$, lett tak 1 kN/m^2 , installasjoner 1 kN/m^2 , vindkrefter 70 kN som virker vertikalt på punkt 2 og 21 kN som virker vertikalt på punkt 15 og romdeler $0,5 \text{ kN/m}$

Resultatet blir da en fagverksbjelke som du ser under. De kritiske lastene vil komme i lasttilfelle der nyttelastene vil ha en sikkerhetsfaktor på 1,5 og egenvekten vil ha en sikkerhetsfaktor på 1,2. Som du ser utnyttes 87,1 % av kapasiteten. Dette blir da i segment 11 på undergurten.



Fagverket får dimensjonene:

- Over- og undergurt er 600×720 .
- Endestavene dvs. stav 16 og 29 er 600×360
- Stav 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 27, 28 er 600×270 ,
- Stav 20, 21, 22 er 600×225 .

[Utregningene er vist i vedlegg 1.1.1.3]

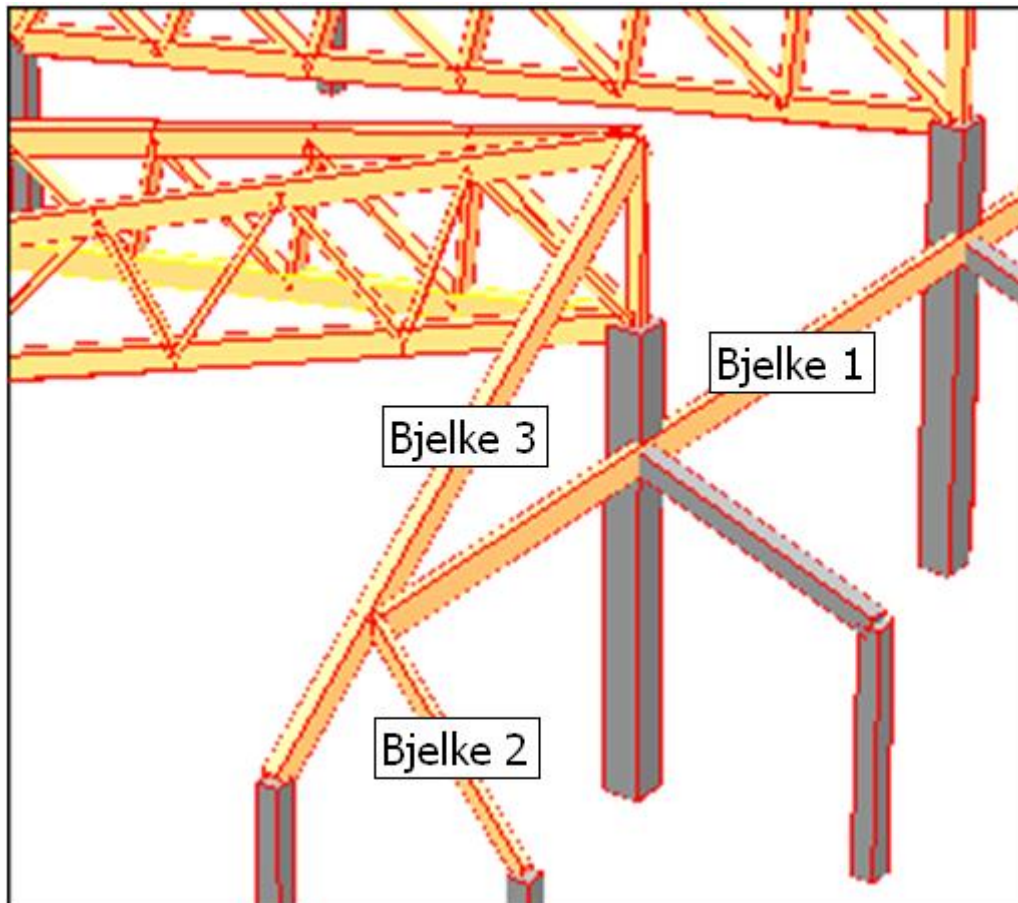
Kommentar til alle fagverkene

Det at vi har forskjellig dimensjoner på stavnene gjøres for å minske fagverkets totale vekt. Stavnene er fortsatt overdimensjonert som du kan se på kapasitetsutnyttelsen i illustrasjonene til fagverkene. Dette er gjort med tanke på at stavnene skal ha dybel forbindelser i seg.

Det er fagverk 3 som skal bære størst takflate og da blir hardest belastet. Det er ut ifra det fagverket høyden på over og undergurten for alle fagverkene har blitt bestemt. Dette har vi gjort for at det skal bli lettere å få en lik takhøyde over hele takflaten.

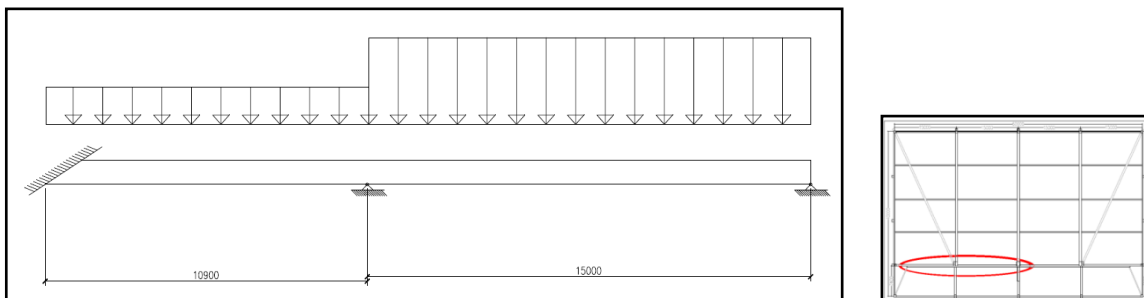
Limtrebjelker

De resterende spennene som skal bære taket, bruker vi limtrebjelker. Både spennene og lastene blir mindre i disse tilfellene. Det blir da tre bjelker. De tre bjelkene skal møtes i et knutepunkt. Dette knutepunktet blir viktig for å beholde den ønskede formen på bygget.



Over er det illustrert hvordan bjelkene møtes, og hvor de befinner seg i bygget.

Bjelke 1: Bjelken fra midtsøyle til knutepunktet



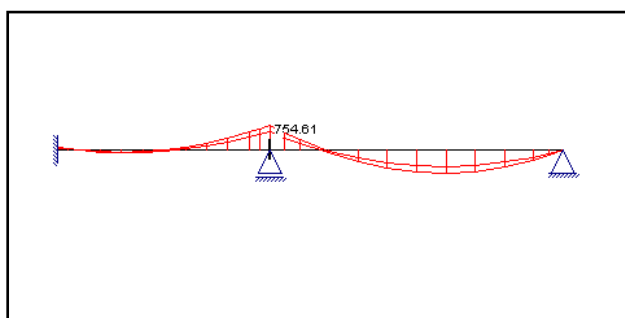
Bjelke 1 blir den lengste av trebjelkene. Den spenner 25,9 m og vil gå over to spenn. Bjelken er vannrett. Den høyre enden vil være fritt opplagt på en konsoll på utsiden av byggets midterste søyle. Videre vil den være fritt opplagt på en konsoll på sidesøylen også. Mellom disse to opplagene vil det være 15m center-center. Bjelken er kontinuerlig videre til den møter knutepunktet mellom de tre bjelkene. Her vil den være fast innspenning i bjelke 3. Avstanden mellom opplageret og innspenningen vil ha en center-center på 10,9m.

Bjelkens nyttelast vil være halvparten av taket som går ned til den bærende veggen foran på bygget. Dette beregnes for lett tak, snø, installasjoner og egenvekt. I tillegg vil spennet mellom de to søylene få en vindus last.

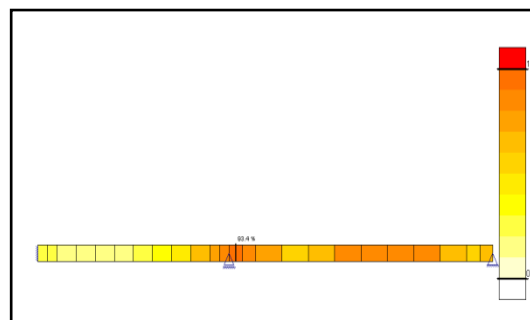
Taket er som tidligere forutsatt vippehindrende for bjelken, vippeberegninger for bjelken er derfor ikke utført.

Fordi bjelken skal holdes oppe på en konsoll på søylen ønsket vi å ha den relativt smal. Vi satte oss som et mål å ha en maksimumsbredde på 300 mm.

Moment ble i denne bjelken det verste forholdet å beregne for. Med en bjelkehøyde på 810mm klarte vi å møte alle krav. I henhold til Focus konstruksjon vil vi utnytte 93.4 % av bjelkens kapasitet for moment. De kritiske lastene vil komme i lasttilfellet der nyttelastene har en sikkerhetsfaktor på 1,5 og egenvekten har en sikkerhetsfaktor på 1,2.



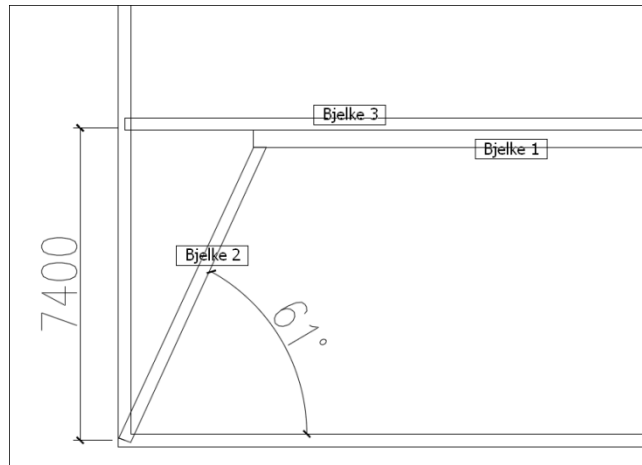
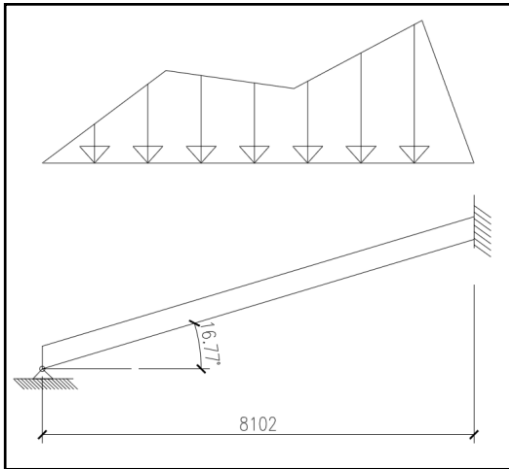
Momentdiagram, maksmoment: 754.61 kNm



Kapasitetutnyttelse 93.4 %

[Utregningene er vist i vedlegg 1.1.2.1]

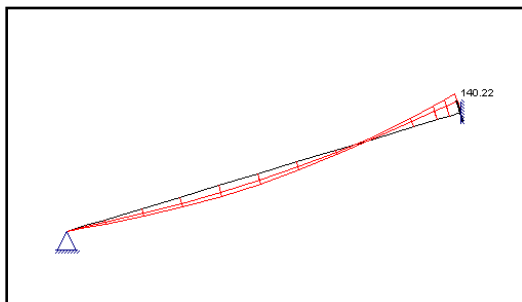
Bjelke 2: fra byggets hjørne til knutepunktet



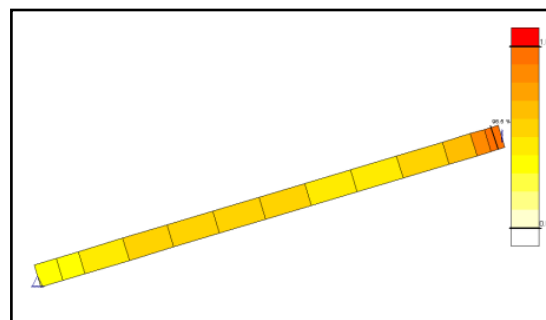
Bjelke 2 er den korteste av bjelkene vi skal beregne. Den vil ikke ha veldig mye last på seg, da den stort sett er omgitt av andre bærende bjelker og vegger. Den beveger seg skrått fra hjørnet av bygget opp til knutepunktet.

Bjelken vil ha en spennlengde på 8,42 m og vil skrå oppover med en vinkel på 16,77 grader. Bjelken vil treffe bjelke 1 med en vinkel på 61 grader.

Bjelken vil være fritt opplagt ved betongveggen, og vi regner den som fast innspent når den ender i knutepunktet. Dimensjoner på 200 mm x 405 mm medfører en kapasitetsutnyttelse i ved den fast innsente enden av bjelken for moment på 96.5 %.



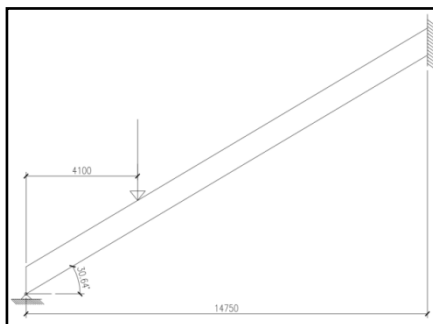
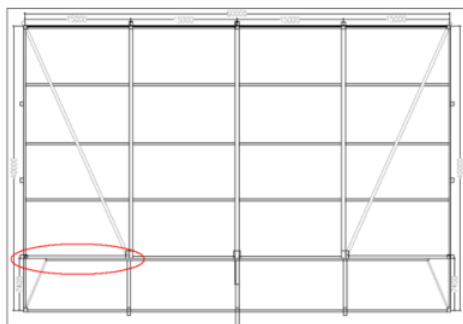
Momentdiagram, maksmoment : 140 kNm



Kapasitetsutnyttelse: 96.5%

[Utregningene er vist i vedlegg 1.1.2.2]

Bjelke 3: Fra betongvegg til toppen av fagverk



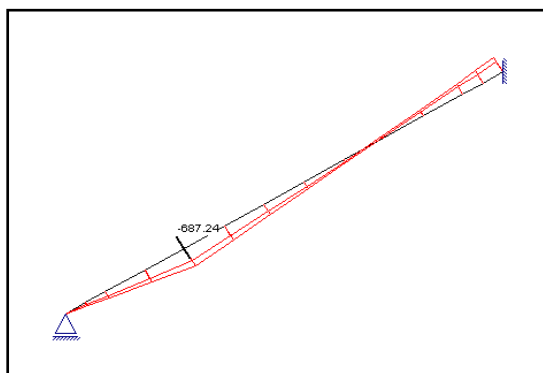
Bjelke 3 skiller seg fra de andre bjelkene fordi den kun har en punktlast på seg. Alle bjelkene og veggene rundt bjelken vil ta opp de jevnt fordelte lastene taket vil gi.

Bjelken holder oppe bjelke 1 og 2 i knutepunktet. De vil begge spennes inn på bjelken på siden, og dette vil skape en torsjonseffekt på bjelken. Denne effekten ser vi bort i fra ettersom vi tidligere har antatt at alle konstruksjonens bjelker blir avstivet mot vipping og liknende av lett taket. Knutepunkt detaljer vil vi komme tilbake til i avsnittet knutepunkter.

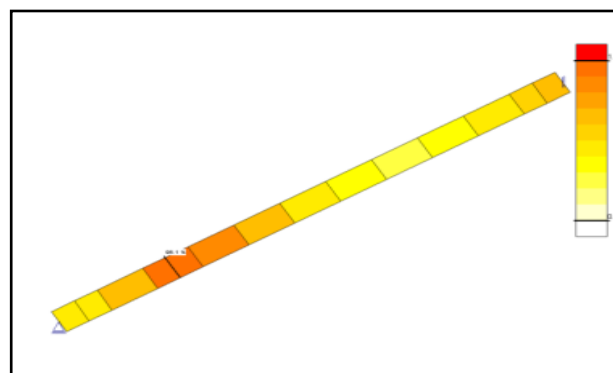
Bjelken vil ha et spenn på 17,14 m og vil ha en vinkel på 30,64 grader. Punktlasten vil forekomme 4,1 m inn på bjelken. Den vil være på 181kN. Bjelkens dimensjoner vil med en så stor punktlast bli bestemt ut i fra maks moment.

Det var ønskelig også i denne bjelken å ha en så tynn som mulig bjelke for å få den til å matche best mulig med størrelsen på avstivingene av fagverket. Dette var i utgangspunktet tenkt fordi disse bjelkene skulle møtes og bindes sammen. Nå er dette forandret, og denne bjelken skal kun monteres på den siste staven i fagverk 2.

Bjelken dimensjoneres derfor etter momentet, og er også laget relativt smal og høy. 350 mm x 855 mm blir de valgte målene, for å få en tilfredsstillende bjelke. Bjelken vil da utnytte 96.1% av sin maksimale kapasitet.



Momentdiagram, maks moment: 687.24kNm

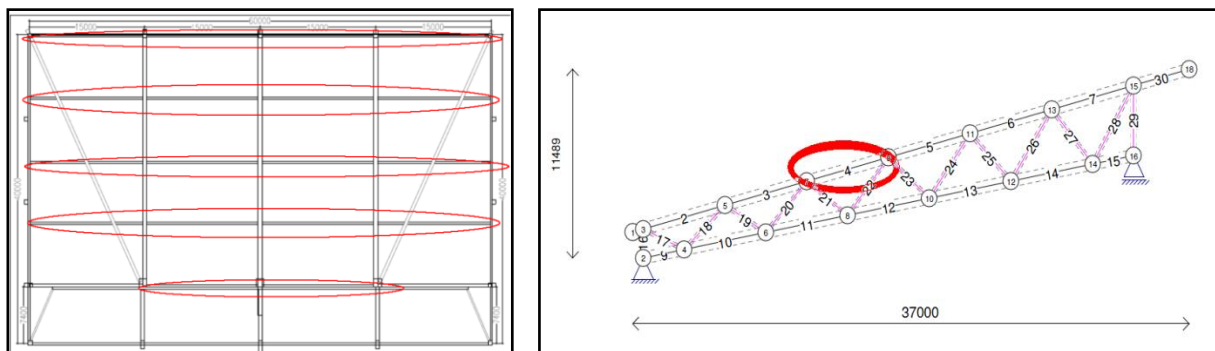


Kapasitetutnyttelse av bjelken: 96.1%

[Utrekningene er vist i vedlegg 1.1.2.3]

Avstiving

Fagverket skal avstives for utbøying. Dette skal skje i overgurtene da dette er trykkstaver. Det mest trykkbelastede staven i overgurtene vil bli dimensjonerende. Som vist på illustrasjonen under til høyre.



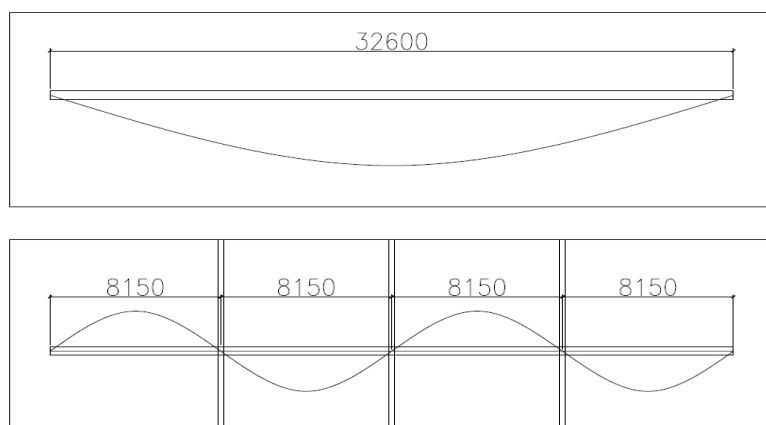
I vårt tilfelle vil da den dimensjonerende trykkraften bli 5453.98 kN. Denne finner vi i stag 4 i fagverket. Mellom knutepunkt 7 og 9.

Avstivingen er i hovedsak for å forhindre utbøying. Avstivingen vil forhindre dette ved å gjøre knekkleddene i utbøyingsretning mindre.

Vi har da kommet frem til at tre avstivinger vil holde. Dette vil redusere overgurtens knekkledd fra 32,6 m til 8,15 m.

I tillegg til de tre avstivningene vil vi også ha en i hver ende av fagverkene.

Avstivingenes dimensjoner ble opprinnelig valgt til 280 x 280 mm. Men avstivingsstagene vil spenne over 15 meter. Vi vil derfor få en kritisk nedbøying for avstiverne. Vi oppskalrer derfor avstiverne til 280 mm x 500 mm

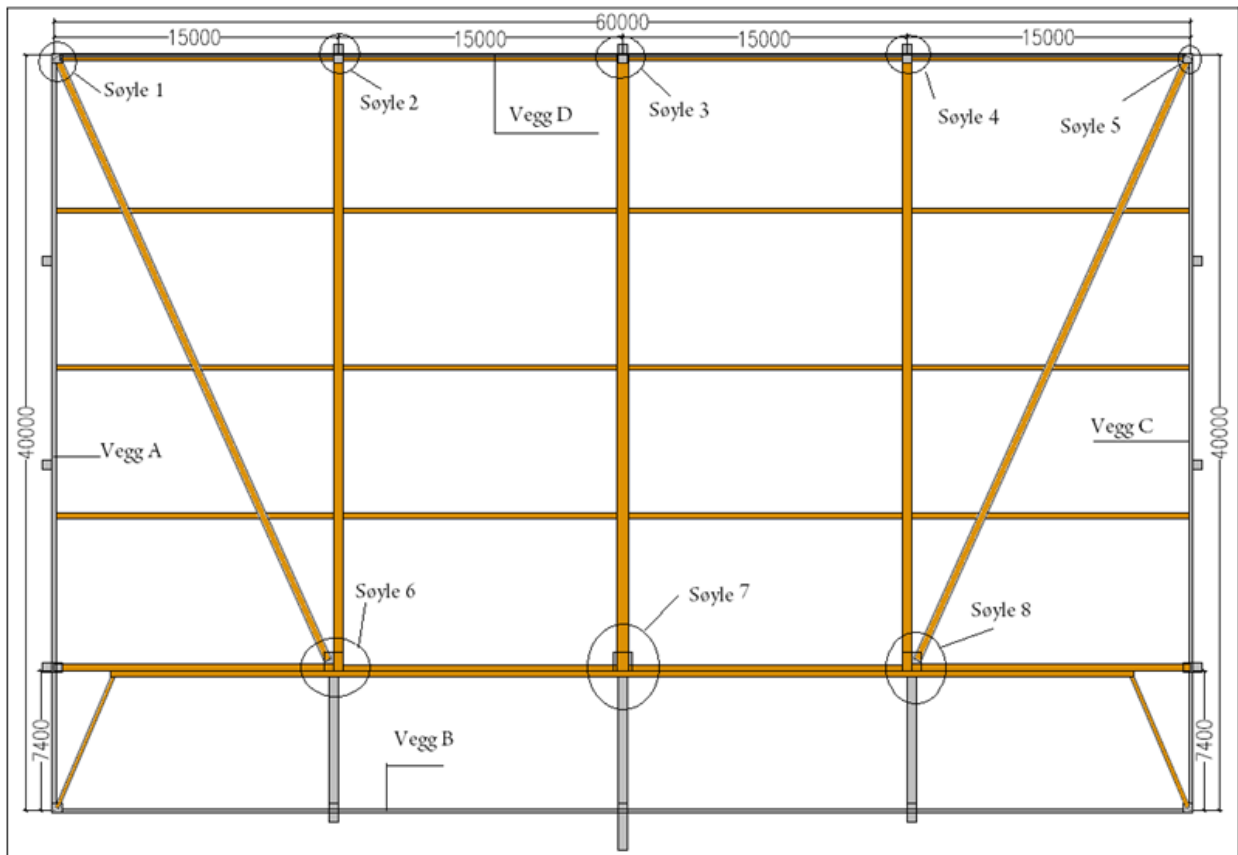


[Utrekningene er vist i vedlegg 1.1.3]

Dimensjonering av betongsøyler, vegger og fundamenter

For å få utformingen arkitekten ønsket på bygget skal det plasseres tre søyler i byggets tribuneområde. Dette er søyle 6, 7 og 8. Det er viktig at disse søylene er så små som mulig siden de kommer til å stå mellom tilskuerne og banen.

I tillegg må vi plassere søyler der fagverkene ender. Dette blir i vegg D som blir byggets bakvegg. Dette er søyle 1-5. I tillegg vil vegg A, B og C være bærende.

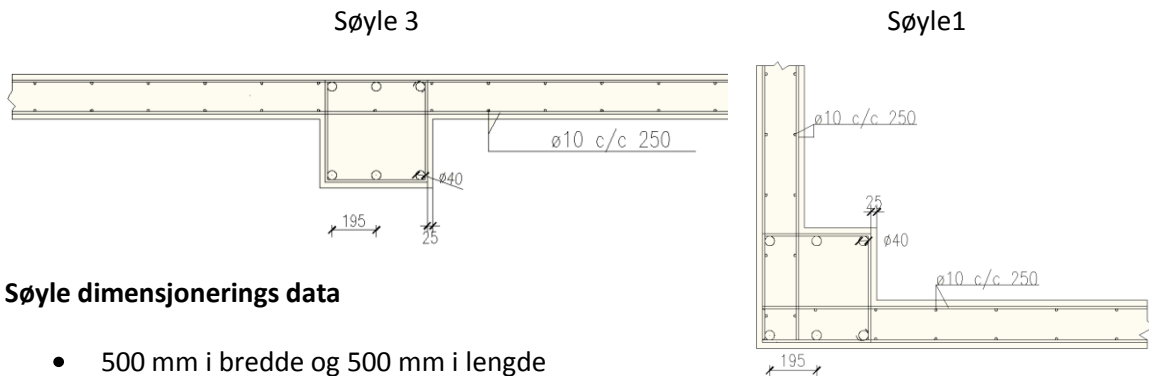


Over er det en oversikt over søylene vi har dimensjonert.

Dimensjonering av søyle 1-5

Søyledimensjonering

Søyle 1-5 blir plassert på innsiden av vegg D. Denne veggen vil bli dimensjonert for den av de fem søylene med størst kritisk last. Dette vil være søyle 3. Den blir da dimensjonerende. Søylene vil være beregnet som en flaggstang søyle, dette medfører at søylen vil få en knekk lengde som er dobbelt så lang som sin egen lengde. Søylene er 7,3 meter, og blir utsatt for en last på 1976kN. Søylene vil være 500 mm x 500 mm.



Søyle dimensjonerings data

- 500 mm i bredde og 500 mm i lengde
- Betongkvalitet B30
- Armering B500 C
- Overdekning 25mm
- Kryptallet 2,5

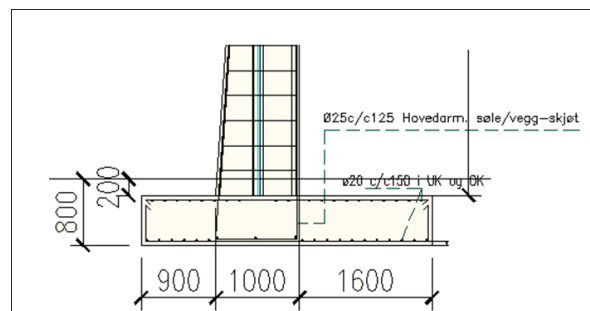
Bruk 6- Ø 40 ($A_s=7540$) Bøyler Ø10 c/c 300

Fundamentdimensjonering

For fundamentet vil fortsatt søyle 3 være dimensjonerende. Fordi søylen ligger inntil vegg D, vil søylefundamentet bli støpt sammen med veggens stripefundament, som vist på tegningen.

Fundament dimensjonerings data

- Søylen blir 3500 mm i lengde og 2800 mm i bredde.
- Betongkval B30
- Armeringskval B500 C
- Maks grunntrykk tillatt $\sigma=300$ kN/m²
- Overdekning = 50mm
- Eksponeringsklasse XC2
- Høyde 400mm



Bruk Ø20 c/c 125

[Utregningene er vist i vedlegg 1.2.1.2]

Dimensjonering av søyle 6-8

Søyledimensjonering

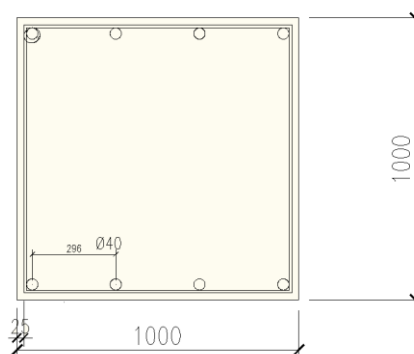
De tre søylene som er plassert midt i bygget vil vi også dimensjonere for den av dem med størst kritisk last. Søyle 6 og 8 vil være like, på grunn av byggets symmetri. Disse to vil også være de dimensjonerende.

Dette er flaggstang søyler, og vil også ha en kneklengde som er dobbel så lang som sin virkelige lengde. Dette fordi den ikke er spent fast i toppen. Søylene vil ha en høyde på 13 350 millimeter, og i verst tenkelige tilfelle vil den bli utsatt for en last på 3025kN. Søylene har i tillegg en konsoll som er plassert 11,65 meter opp på søylen. Søylene vil være 1000 mm x 1000 mm.

Søyle data

- 1000 mm x 1000 mm
- Betongkvalitet B30
- Armering B500 C
- Overdekning 25mm
- Kryptallet 2,5

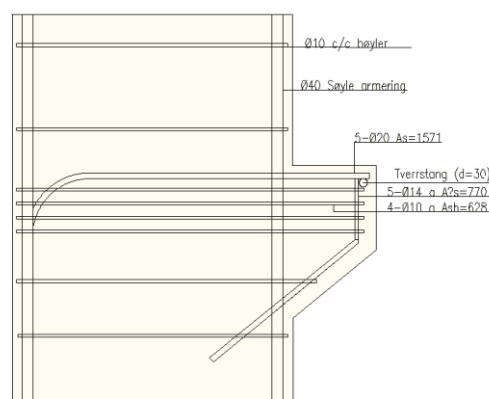
Bruk 8- Ø 40 ($A_s=10054$) Bøyler Ø10 c/c 300



Konsoll data

- Høyde 350 mm
- Lengde 300 mm
- Betongkvalitet B30
- Overdekning 25mm

Bruk hovedarmering $A_s= 2199\text{mm}^2$ 7 Ø20
Trykkarmering 7-Ø14
Bøylearmering 6- Ø10

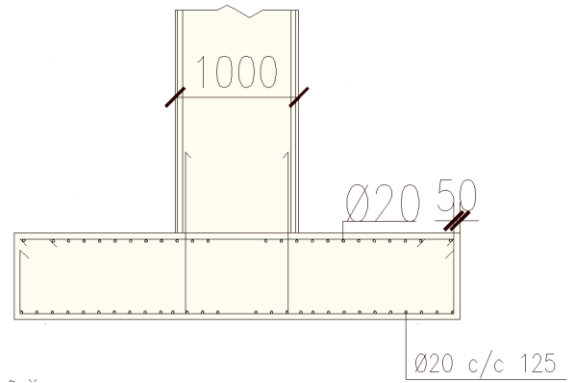


Fundamentdimensjonering:

Fundamentet vil også være dimensjonert for søylene 6 og 8.

Fundament data:

- 3600x3600
- Betongkvalitet: B30
- Armeringskval : B500C
- Overdekning: 50mm
- Eksponeringsklasse: XC2



Bruk høyde 700 Ø20 c/c 125
Bøyler Ø10 c/c 300

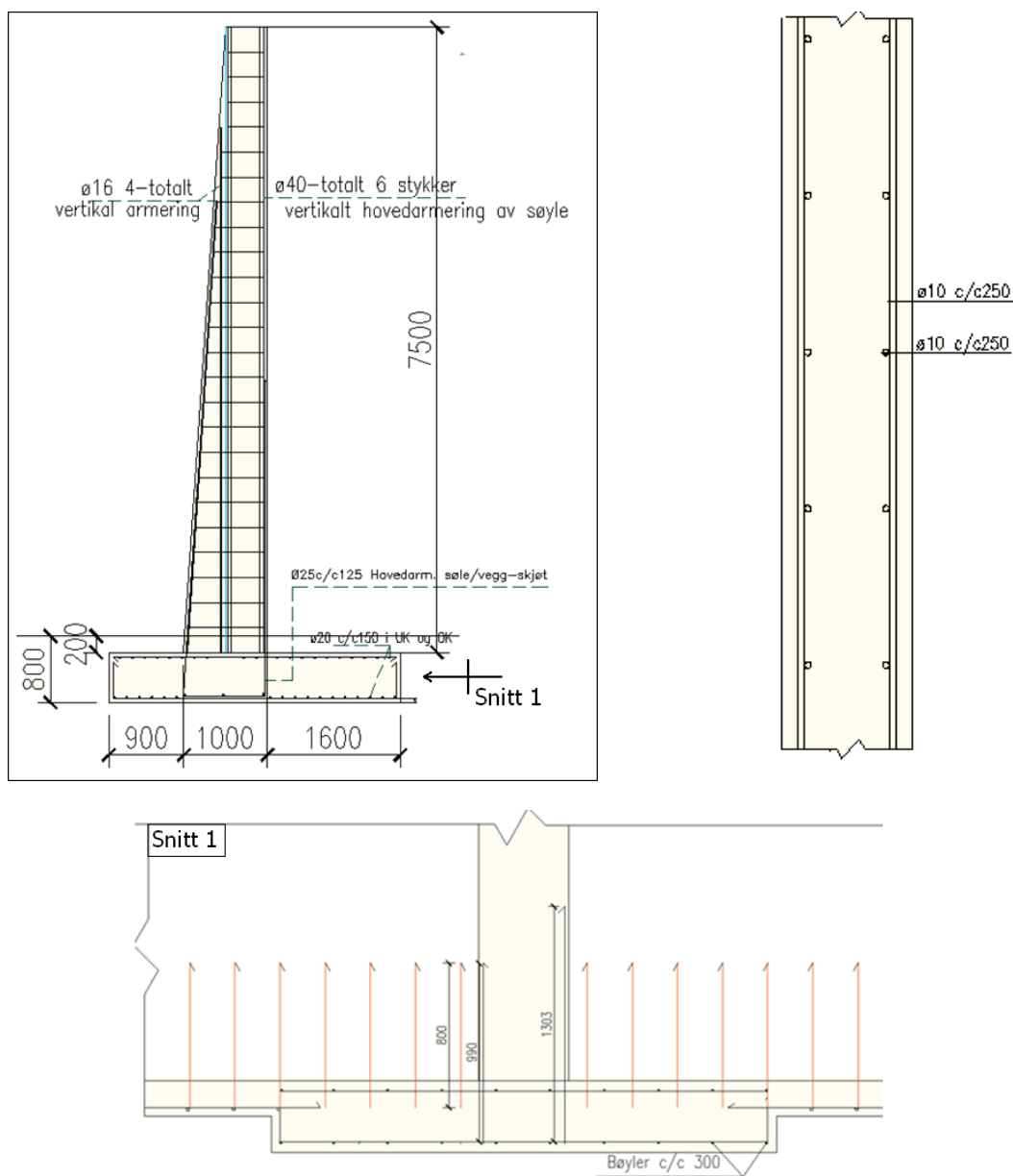
[Utregningene er vist i vedlegg 1.2.1.1]

Vegg dimensjonering

Vegg A, B og C er bærende vegger. Her velger vi å bruke den kritiske lasten på alle fire veggene. Selv om vegg D ikke er bærende. Vi har dimensjonert de fire veggene for lasten som vegg A og C blir utsatt for.

Veggene vil være like rundt hele bygget, til under høyre er en del av veggene illustrert. Høyden er 9,8 meter og bredden er 200 mm.

Veggene blir stabilisert av pilastere for å kunne ta imot horisontale laster, altså vindkrefter. Pilastrene vil ha en dimensjon i bunnen på 500 millimeter. Slik kan alle vindkrefter føres til betongen fundamentet, og betongen vil oppta disse.

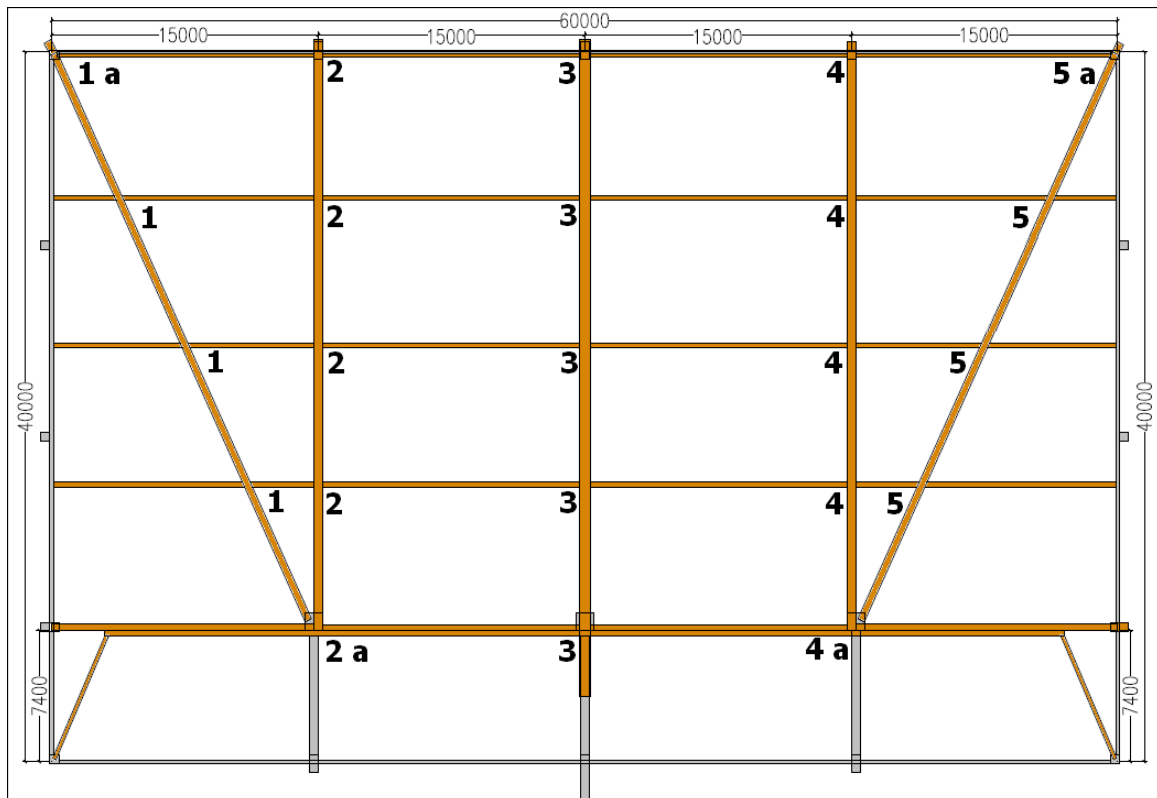


[Utrekningene er vist i vedlegg 1.2.2]

Forbindelser

Forbindelser mellom avstivere og fagverket

Knutepunktene vi har tatt for oss i dette avsnittet er merket på illustrasjonen. Alle knutepunktene som har samme nummer er av samme type. Forbindelsene vil hovedsakelig være mellom avstiverne og overgurten på fagverket. Forbindelse vil bestå av sveisete stålsko, disse stålskoen vil bli festet til treverket med bolter og shear-plates.



Felles for alle forbindelsene:

- 24 mm bolter
- 66 mm shear-plates
- Sveis har et a mål på 4mm
- Laskeplatene har en tykkelse på 5 mm

Fremgangsmåte ved beregning:

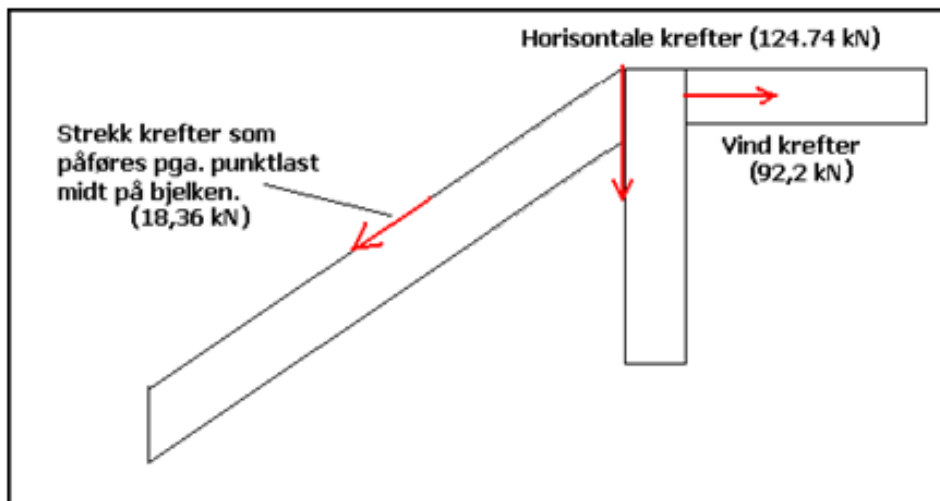
Siden vi har to krefter som råder, det er bare i knutepunktet 2 a og 4 a hvor det er en horisontalkraft som påføres på grunn av bjelke fra betongvegg til toppen av fagverk 2 og 4.

Vi dimensjonerte antall bolt-par for hver av kreftene og satte inn bolt-par der det var behov for dem. Utrekning av antall bolt-par er i vedlegget. Alle forbindelsene utenom 2 a og 4 a er dimensjonert likt. Under vil du se plasseringen av boltene, sveiser og laskeplatene.

Beregning

Da vi skulle starte med å regne på forbindelsene, var det hovedsakelig tre forskjellige krefter som vil angripe de forskjellige forbindelsene. Disse kreftene ser du illustrert under, dette er da i forbindelse 2 a.

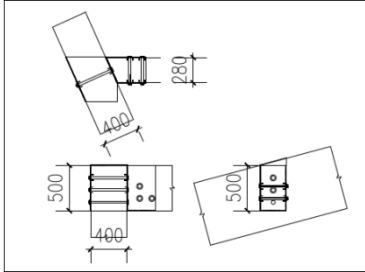
- Vertikal last, som påføres av punktlasten i Bjelken fra betongvegg til toppen av fagverket
- Vindkrefter.
- Strekkrefter som punktlasten påfører



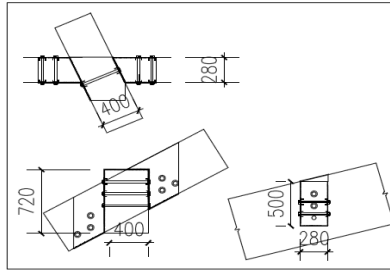
På denne siden er alle forbindelsene illustrert, større bilder av alle forbindelsene er vedlagt i vedlegget under punkt 2.2.

Forbindelsene:

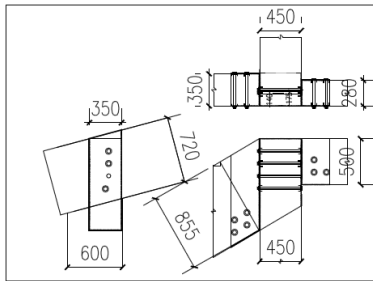
1 a



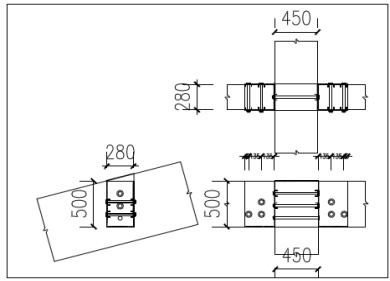
1



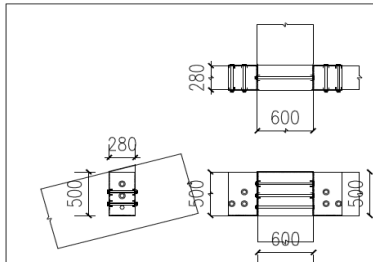
2 a



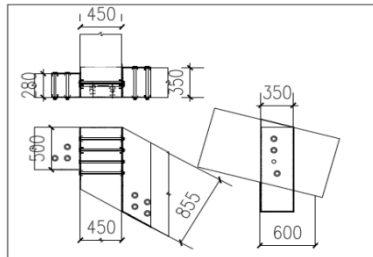
2



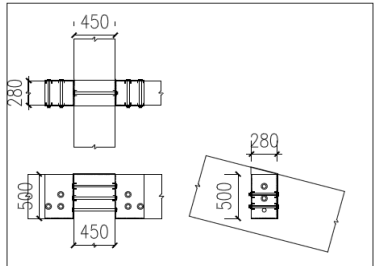
3



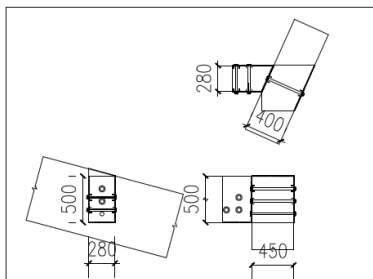
4a



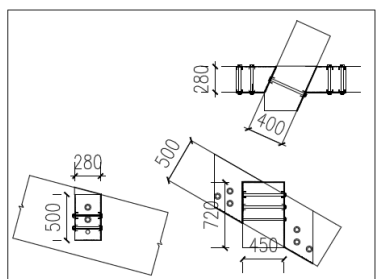
4



5 a

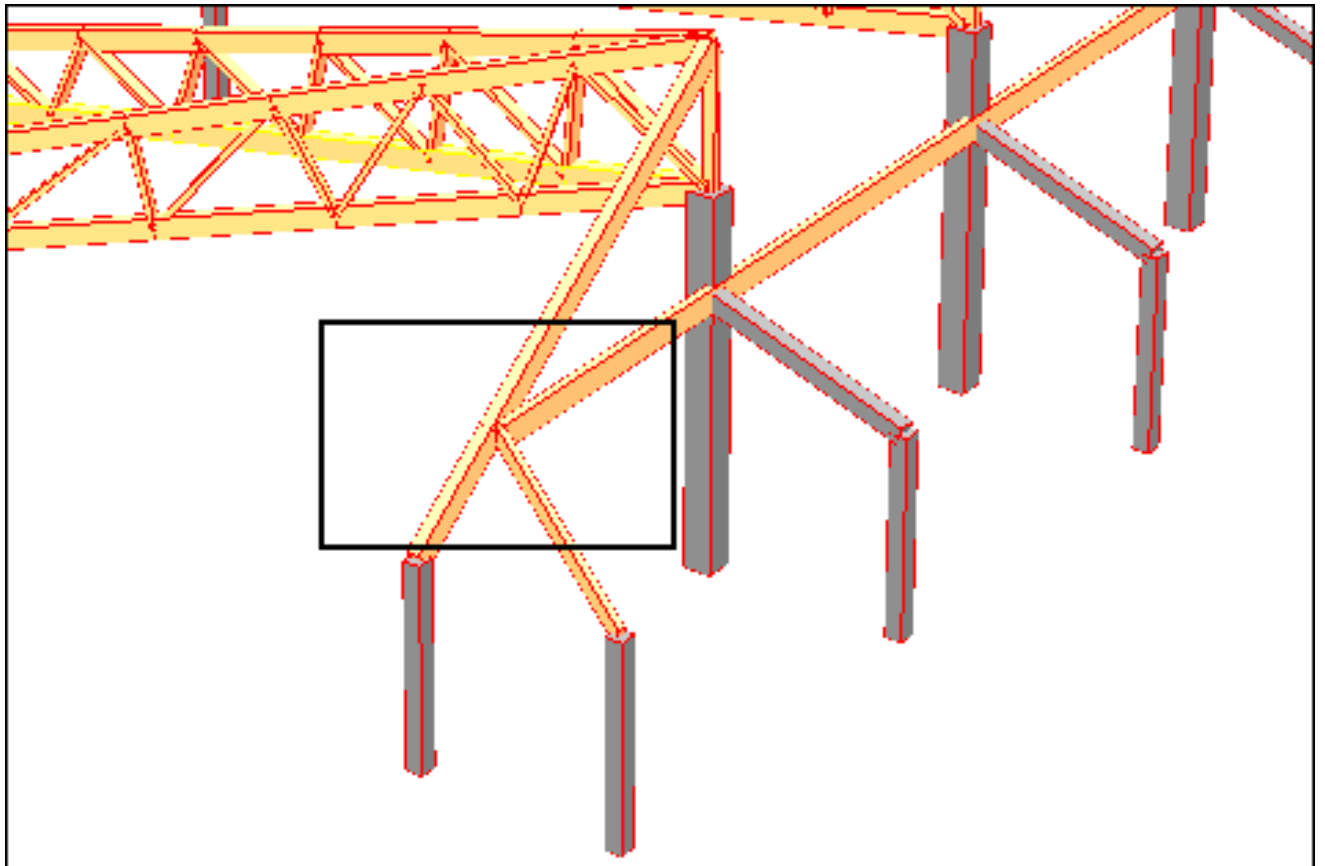


5



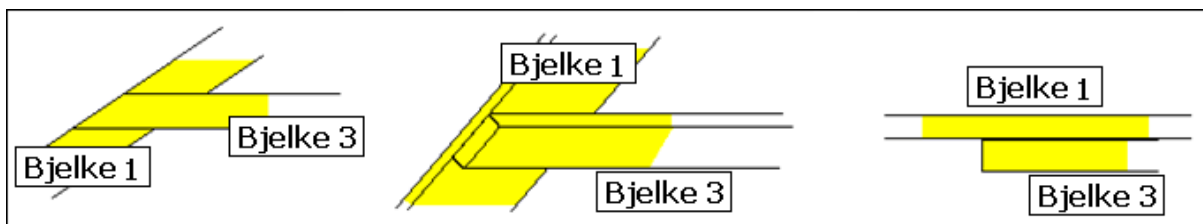
Knutepunktet mellom de tre bjelkene

Dette er knutepunktet der de tre limtrebjelkene møtes. De skal her knyttes sammen. I knutepunktet er bjelke 3 den bærende bjelken. Bjelke 1 og 2 skal være fast innspent i bjelke 3.



Illustrasjon av knutepunktet.

Fastspenning av bjelke 1 i bjelke 3



Bjelke 3 har en helling på 30,64 grader. Bjelke 1 er vannrett. Her velger vi å bolte de to bjelkene sammen. For å forsterke boltforbindelsen, bruker vi shear-plates. Shear-plates er i prinsippet det samme som en bulldog, og har som oppgave å spre kreftene bolten blir utsatt for til et større areal. Der det skal monteres shear-plate løsninger vil det freses ut plass til shear-plates. I motsetning til en bulldog hvor taggene på bulldogen presses inn i treverket.

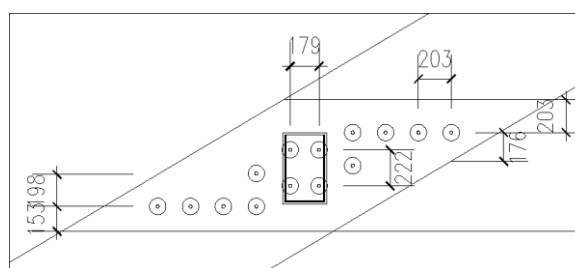
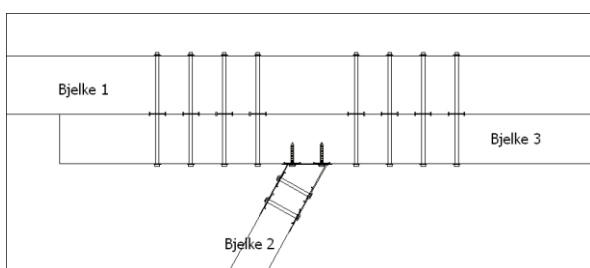
I henhold til norsk standard er det minimumsavstander mellom bolt/shear-plate forbindelsers center-center avstander, avstander til belastede og til ikke belastede sidekanter i treet. Det må også tas i betraktning at bjelke 2 også skal plasseres i dette knutepunktet når vi skal plassere bolt/shear-plate forbindelsene våre.

Kraften bolt/shear-plate forbindelsene må klare å motstå er opplagerkreftene fra både bjelke 1 og bjelke 2. Dette blir en samlet punktlast på 181.17 kN.

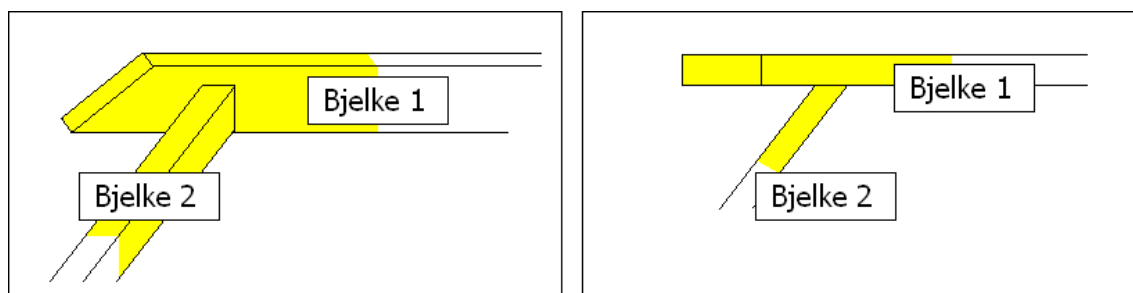
Dette fører til at det er behov for 8,24 av 4" shear-plates med 20mm bolter. Vi må derfor ha et minimum av ni bolter. Av estetiske årsaker velger vi da å bruke 10 forbindelser.

Avstand til belastet kant	205mm	Krav	2d	$205 > 2 * d$	OK
Avstand til ubelastet kant	153mm	Krav	1.5d	$153 > 1.5d$	OK
Avstand c/c mellom bolter	203mm	Krav	2d	$203 > 2d$	OK

Vi plasser da våre ti bolter med våre tilstrekkelige avstander slik:



Fastspenning av bjelke 2 i bjelke 1



Forbindelsen mellom disse to bjelkene løser vi ved først å feste bjelke 2 i en stålsko. Dette gjøres ved hjelp av bolt/shear-plate forbindelser. Så bolter vi fast stålskoen i bjelke 1 ved hjelp av franske treskruer med shear-plates.

Bjelken holdes fast i skoen av fire bolt/shear-plate forbindelser. Vi bruker 4" shear-plate og 20mm bolt. Da vil treet holde for skjær fra boltene.

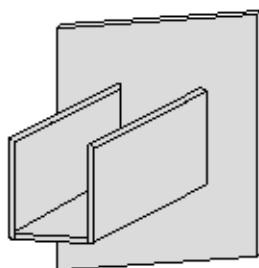
Vi bruker en laskeplatetykkelse på hele skoen på 5 mm.

Å sveise den u-formede delen av skoen på laskeplaten som videre skal boltes fast i bjelke 1, sveiser vi rundt hele utsiden av u-formen. Beregninger av dette krever at vi har en a-verdi for sveisen på 0.66mm. Vi bruker da en a-verdi på sveisen på 5mm.

For å nå feste hele skoen på bjelke 1 vil vi måtte bruke fire franske treskruer med shear-plate. Disse vil bli festet på innsiden av den u-profil delen av skoen. Disse skruene må ha en lengde på den gjengede delen av skruen på minst 128mm. Her vil vi ikke klare å møte kravet for minimumsavstander mellom bolt/shear-plate forbindelsene. Disse vil ha en center-center avstand på 179 mm. Fordi kravet til antall bolter er 3,35, og vi bruker 4 bolter regner vi med at forbindelsen allikevel holder.

Treskruene vil da være på innsiden av u-profilen av stålskoen. Boltene vil da være i veien for bjelke 2. Dette løser vi ved å frese ut plass til boltene i enden av bjelke 2 før montering.

Under er en grov skisse av en stålsko. Vår stålsko vil være noe liknende. Mer detaljerte tegninger av forbindelsen vil være i vedlegg 2.3 *illustrasjoner av knutepunktet mellom bjelkene*.

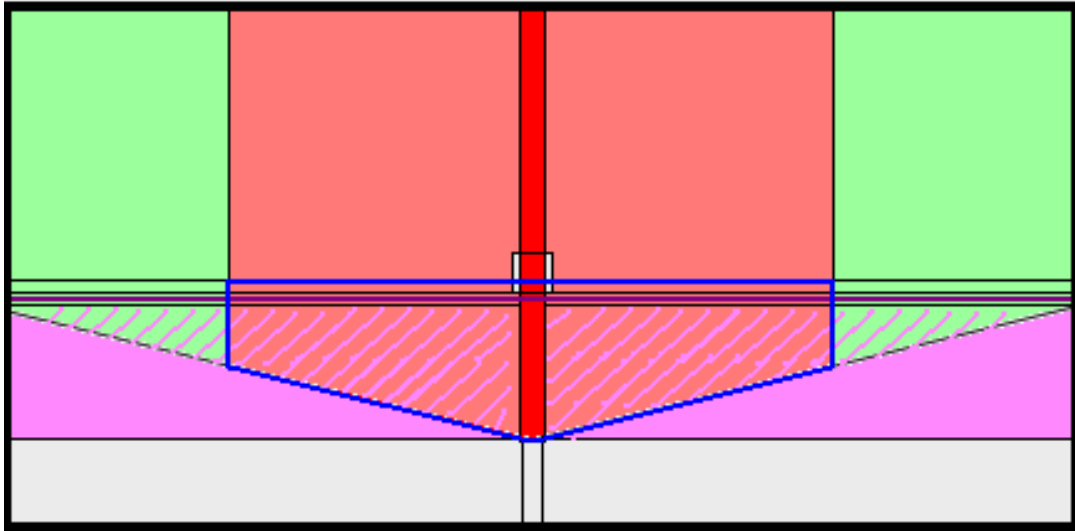


[Utregningene er vist i vedlegg 1.3.1.2]

Forbindelsene mellom betong og limtre

Vi tok kontakt med Moelven limtre for å forhøre oss om hvordan de hadde forbindelsene sine og vi fikk vite at det eneste man måtte tenke på var eventuell vindkrefter som kunne løfte opp taket og fagverket.

Eneste stedet hvor dette tilfellet vil ha en virkning er på endestaven til fagverk 3 i forbindelse nr 3.



Maksimal oppdriften vindkreftene får på utkrageren på taket er arealet av utkrageren som er 42.4 m^2 . Dette arealet er markert med blått på tegningen over.

Vindkreftene har en $q_f=11,27\text{kNm}$

$$H_1 = 1,85$$

$$H_2 = 1,85/3 = 0,62$$

$$q_f * H_1 = 11,27\text{kNm} * 1,85 \text{ m} = 20,85 \text{ kN}$$

$$q_f * H_2 = 11,27\text{kNm} * 0,62 \text{ m} = 7,00 \text{ kN}$$

Disse kreftene må regnes for per meter tak i x retning. Totale kreftene som så må motvirkes:

$$M_1 = 20,85 \text{ kN} * 15 \text{ m} = 312,75 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 7,00 \text{ kN} * 15/3 * 2 \text{ m} = 70 \text{ kNm}$$

Totale momentet som må motvirkes av forbindelsen er $M_1 + M_2 = 382,75 \text{ kNm}$. Dette momentet påføres i avstanden $H_1 + H_2 = 2,47\text{m}$ fra forbindelsen. Totale oppdriftkrefter blir da $= 382,75 \text{ kNm} * 2,47 \text{ m} = 945,4 \text{ kN}$

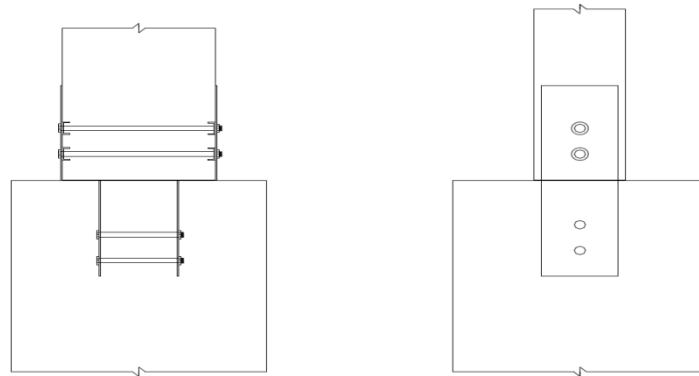
Minimums oppleggskreftene konstruksjonen påfører ved knutepunktet = $1488,67 \text{ kN}$

$$1488,67 \text{ kN} > 945,4 \text{ kN}$$

Det vil si at det ikke trengs å dimensjonere noen boltforbindelser for å motvirke oppdriften.

Denne vindkraften blir motvirket av egenvekten på fagverket og lett taket.

Vi vil allikevel feste fast to laskeplater som er 5 mm tykke med to bolt/shear-plates i fagverket, og i betongen blir det festet med to laskeplater med 5 mm tykke og to 24 mm bolter.



Under ser du et eksempel på ett feste, disse festene vil være like med varierende bjelker den skal holde og søyler den skal festes i.

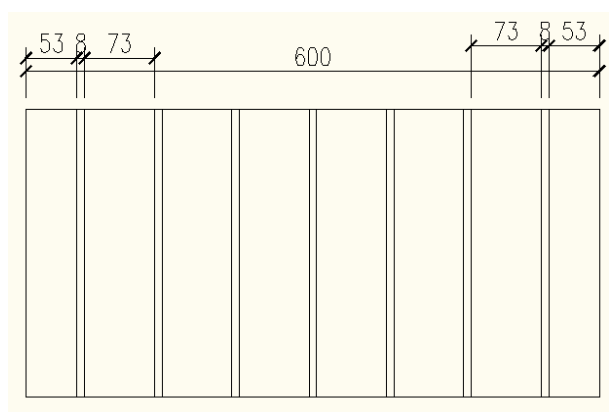
Under er det illustrert forbindelsen mellom betongen og limtreet i forbindelse 3. Center-center avstandene mellom bolt/shear-plate forbindelsene er 135 mm.

Stavdybler

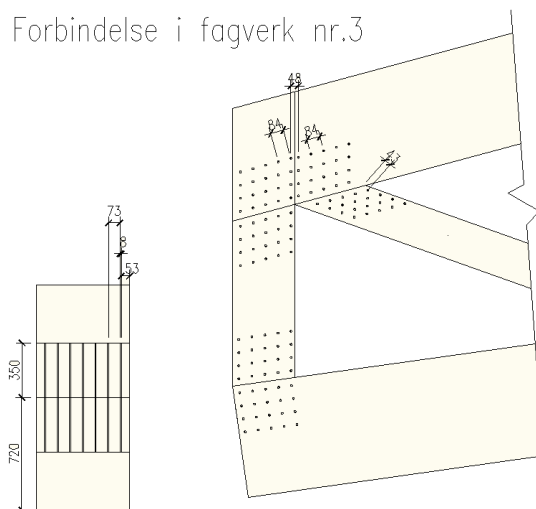
Stavdyblenes oppgave er å holde fagverket sammen. Disse vil forekomme i alle fagverkets knutepunkter. Vi vil beskrive dyblene i det fagverket med størst belastning. De resterende to fagverkene vil vi ha illustrasjoner og utregninger for i vedlegget.

Fagverk 3 har en dimensjon på 600mm x 720mm så bruker vi 7 innlissende stålplater i alle knutepunktene. Antall dybler som vises i tabellene under. Alle dyblene ble regnt ut ifra stavkraften N , som kan være både trykk eller strekk.

Avstand mellom slisseplatene er 73mm og har de har en tykkelse på 8 mm. De legges i på forhånd utfreste slisser i treverket.



Forbindelse i fagverk nr.3



Segment Stav nummer	Knutepunkt		N (kN)	Dybler			eller	
				antall	antallet*1,25	BRUK stykker		
16	2	3	-1628	-11,7	-14,6	15	20	
17	3	4	1923	13,8	17,3	18		
18	4	5	2010	14,5	18,1	19		
19	5	6	649	4,7	5,8	8		
20	6	7	-672	-4,8	-6,0	8		
21	7	8	-101	-0,7	-0,9	8		
22	8	9	209	1,5	1,9	8		
23	9	10	-650	-4,7	-5,8	8		
24	10	11	821	5,9	7,4	8		8
25	11	12	-1033	-7,4	-9,3	10		15
26	12	13	1299	9,3	11,7	12		
27	13	14	-1373	-9,9	-12,3	13		
28	14	15	1572	11,3	14,1	15		
29	15	16	-1567	-11,3	-14,1	15		

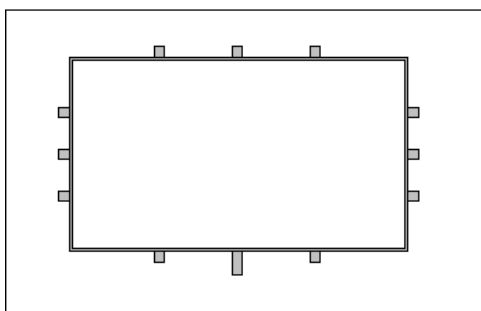
[Utregningene er vist i vedlegg 1.3.1.3]

Vindkonsept

For øyeblikket har vi ikke tilstrekkelig med arkitektgrunnlag til å gjøre noen konkrete beregninger for vindavstivning, men vi skal presentere et avstivningskonsept.

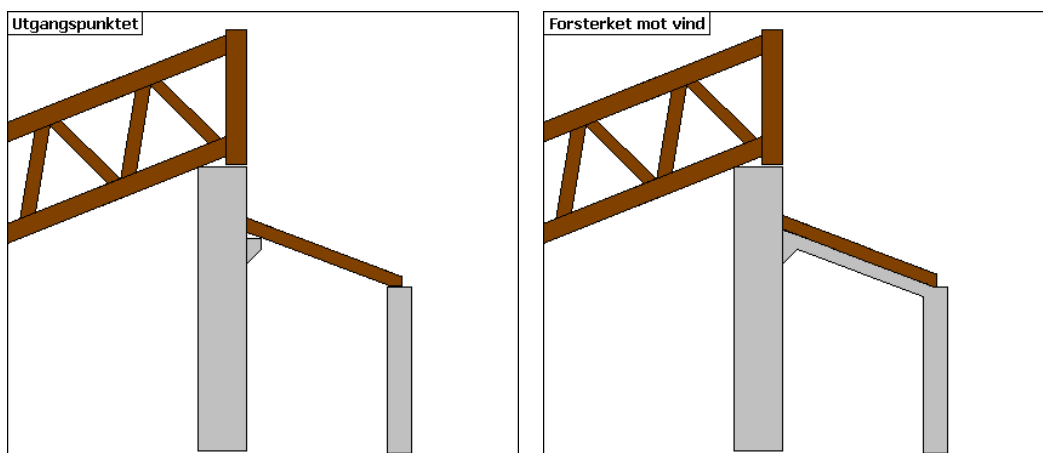
I hovedsak ønsker vi å overføre alle vindkrefter til betongveggene. Dette krever at vi forsterker veggene der vindkreftene skal tas ned, med pilastre i veggene.

Dette vil gjøre at veggene kan oppta vindkrefter som blir overført av avstivningsstag



Plassering av pilastere

Den virkelige utfordringen når det kommer til vind, er søylene plassert midt i bygget. Dette er ustabile flaggstangsøyler. Disse må derfor holdes på plass. Vi foreslår derfor å ha betongbjelker som går fra fremveggen av bygget til søylene. Dette er vist på illustrasjonene under



Å holde søylene fast når det kommer til vindlaster fra siden antar vi at limtrebjelkene vil holde søylene på plass, å overføre vindkreftene til veggene og pilastrene.

Resten av bygget er avstivet nok slik at bygget tåler vinden fra de andre retningene, og sender kreftene ned i pilastrene.

[Utregningene er vist i vedlegg 1.4]

Konklusjon

Når vi nå er ferdig med hovedprosjektet er vi godt fornøyde med resultatet. Det har vært en utfordrende og lærerik prosess. Bygget har en spesiell utforming som det har vært krevende å dimensjonere for. Store spenn og høye søyler har gitt oss problemer vi ikke har vært borti før. At byggets utseende også har blitt forandret underveis har vært ting vi har måttet leve med.

Vi har fått anvendt mye av kunnskapen vi har tilegnet oss gjennom vår tid på Høgskolen i Gjøvik, og samtidig lært mye nytt. Ettersom oppgaven stort sett har dreid seg rundt dimensjonering av konstruksjonen har dette vært en spennende oppgave for oss, som alle tre har valgt linjen for konstruksjon.

Samarbeidet har funket godt og vi har jobbet bra sammen, og hvis samarbeidet til tider ikke har gått knirkefritt har vi jobbet fordelt oppgaver og jobbet hver for oss.

Etter våre beregninger skal bygget kunne stå med de dimensjonene vi har presentert i denne oppgaven, og vi mener derfor vi besvarer vår problemstilling på en tilfredsstillende måte.

Kilder, litteraturliste og utstyr

Kilder/litteraturliste

Litteratur:

Kompendium i dimensjonering av trekonstruksjoner etter NS 3470-1

Kompendium i dimensjonering av stålkonstruksjoner etter NS 3472

Kompendium i dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NS 3473

Limtreboka

Mekaniske treforbindelsesmidler, teknisk småforskrift nr. 24, revidert utgave 1996

Personkontakt:

Harald Liven, Moelven Limtre, drøfting av konsepter og løsninger for bygget.

Anders Odden, Hallmaker, tyngder på skillevegger i sportshaller

Jardar Nordeng, Sapa Building Systems, diensjonering av vinduer.

Hilde Andersen, Hamar Kommune, beregninger og dokumenter fra Vikingskipet og hamar OL-Amfi.

Lett-tak systemer AS, overslag av tyngder på lett tak.

Nettsider

www.byggforsk.no

Utstyr

Focus Konstruksjon 2D

Focus Konstruskjon 3D

AutoCAD 2009

Mathtype

Adobe Acrobat

Microsoft Word

Paint

Vedleggsliste

Innhold

Dimensjonering	3
1.1 Limtre	5
1.1.1 Fagverk	5
1.1.1.1 Fagverk 1 og 5	5
1.1.1.2 Fagverk 2 og 4	23
1.1.1.3 Fagverk 3	39
1.1.2 Bjelker	55
1.1.2.1 Bjelke 1	55
1.1.2.2 Bjelke 2	63
1.1.2.3 Bjelke 3	73
1.1.3 Avstiving av fagverket	82
1.2 Betong	91
1.2.1 Betongsøyler	91
1.2.1.1 Dimensjonering av søyle 6 og 8	91
1.2.1.2 Dimensjonering av søyle 3	96
1.2.1 Dimensjonering av vegger og stripefundamenter	99
1.3 Stålf forbindelser	101
1.3.1 Knutepunkter mellom tre	101
1.3.1.1 Knutepunkter i forbindelse med fagverket	101
1.3.1.2 Knutepunktet mellom bjelkene	105
1.3.1.3 Stavdybler	110
1.4 Vindkrefter	113
Illustrasjoner	115
2.1 Illustrasjoner av betongløsninger	116
2.2 Illustrasjon av knutepunkter i forbindelse med fagverket	123
2.3 Illustrasjoner av Knutepunktet mellom bjelkene	128
2.4 Illustrasjon av Dybler i fagverk	133
Logg	135

Vedlegg 1: Dimensjonering

Prosjekt: Fagverk 1 og 5

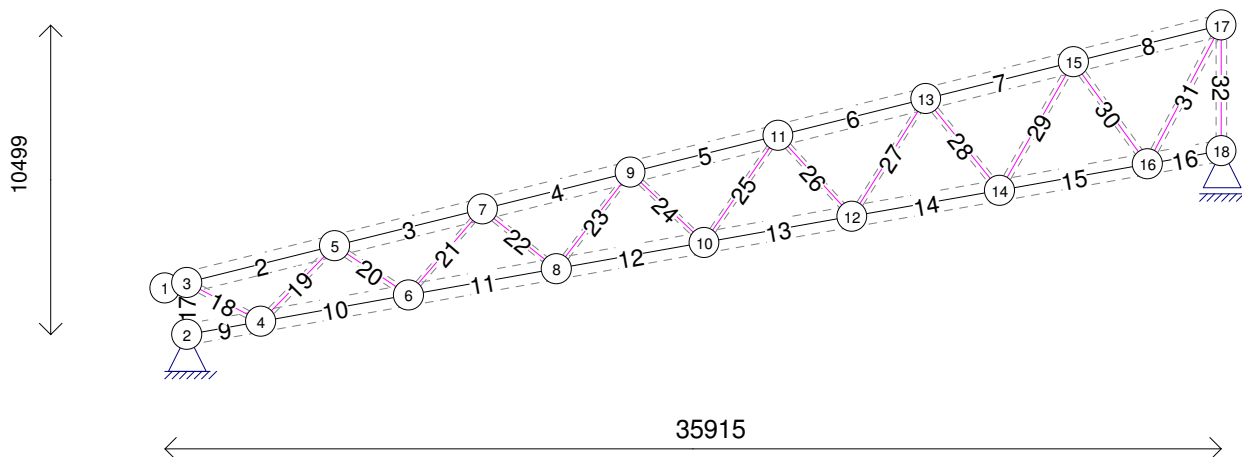
Beregning utført 23.05.2009 11:14:22

Focus 2D Konstruksjon
BEREGNING AV PLANE KONSTRUKSJONER

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	1
1.1	KNUTEPUNKTSDATA	1
1.2	TVERRSNITTSDATA	1
1.3	SEGMENTDATA	2
1.4	MATERIALTYPER	2
1.5	LASTTILFELLER	3
1.6	LASTKOMBINASJON	4
2.	STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori	4
2.1	KNUTEPUNKTSRESULTATER	4
2.2	SEGMENTRESULTATER - Alle snitt	5
2.3	Forskyvningsdiagram	10
2.4	Momentdiagram	10
2.5	Skjærkraftdiagram	11
2.6	Aksialkraftdiagram	11
3.	KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori	12
3.1	UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt	12
3.2	FORUTSETNINGER	14
3.3	Kapasitetskart	15

1. KONSTRUKSJONSMODELLO OG LASTER



1.1 KNUTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	-750	1577			
2	0	0	F	F	
3	0	1764			
4	2512	446			
5	5024	3011			
6	7536	1337			
7	10048	4259			
8	12560	2228			
9	15072	5507			
10	17584	3119			
11	20096	6755			
12	22608	4010			
13	25120	8003			
14	27632	4889			
15	30144	9251			
16	32656	5790			
17	35165	10499			
18	35165	6236		F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

1.2 TVERRSNITTSDATA

Nr	Navn	Parametre	
1	Limtre 400x720	A = 288000 mm ²	I = 1,24e+010 mm ⁴

1.2 TVERRSNITTSDATA fortsatt

Nr	Navn	Parametre	
		b = 400,0 mm	h = 720,0 mm
		Total vekt i konstruksjonen:	104,72 kN
2	Limtre 400x360	A = 144000 mm ²	I = 1,56e+009 mm ⁴
		b = 400,0 mm	h = 360,0 mm
		Total vekt i konstruksjonen:	4,34 kN
3	Limtre 400x270	A = 108000 mm ²	I = 6,56e+008 mm ⁴
		b = 400,0 mm	h = 270,0 mm
		Total vekt i konstruksjonen:	15,17 kN
4	Limtre 400x225	A = 90000 mm ²	I = 3,80e+008 mm ⁴
		b = 400,0 mm	h = 225,0 mm
		Total vekt i konstruksjonen:	12,39 kN

1.3 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	3	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
2	bj-rt	3	5	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
3	bj-rt	5	7	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
4	bj-rt	7	9	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
5	bj-rt	9	11	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
6	bj-rt	11	13	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
7	bj-rt	13	15	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
8	bj-rt	15	17	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
9	bj-rt	2	4	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
10	bj-rt	4	6	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
11	bj-rt	6	8	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
12	bj-rt	8	10	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
13	bj-rt	10	12	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
14	bj-rt	12	14	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
15	bj-rt	14	16	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
16	bj-rt	16	18	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 400x720	0,0	0,0
17	stav	2	3	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 400x360	0,0	0,0
18	stav	3	4	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 400x270	0,0	0,0
19	stav	4	5	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 400x270	0,0	0,0
20	stav	5	6	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 400x270	0,0	0,0
21	stav	6	7	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 400x225	0,0	0,0
22	stav	7	8	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 400x225	0,0	0,0
23	stav	8	9	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 400x225	0,0	0,0
24	stav	9	10	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 400x225	0,0	0,0
25	stav	10	11	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 400x225	0,0	0,0
26	stav	11	12	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 400x225	0,0	0,0
27	stav	12	13	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 400x225	0,0	0,0
28	stav	13	14	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 400x270	0,0	0,0
29	stav	14	15	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 400x270	0,0	0,0
30	stav	15	16	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 400x270	0,0	0,0
31	stav	16	17	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 400x270	0,0	0,0
32	stav	17	18	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 400x360	0,0	0,0

1.4 MATERIALTYPER

1	GL36c(L40), limtre		Material:	Limtre
	Kvalitet:	GL36c (L40)	Lamellykkelse:	33,3 mm
	Klimaklasse:	2	Tyngdetetthet:	5,0 kN/m ³

1.4 MATERIALTYPER fortsatt

Varmeutv.koeff.: 5,00e-006 C^-1
 Total vekt i konstruksjonen: 136,62 kN

Karakteristiske fasthetsparametre:

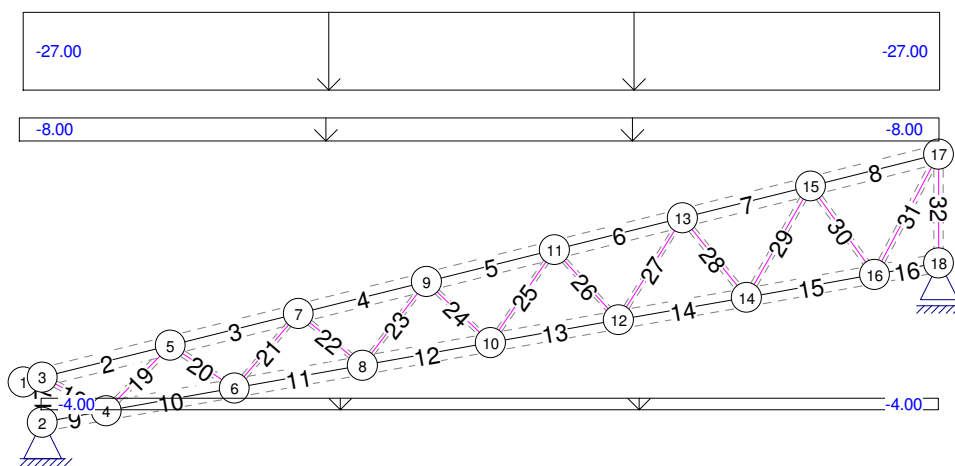
f-mk	36,00 N/mm^2	f-vk	3,00 N/mm^2
f-t0k	22,50 N/mm^2	f-c0k	29,00 N/mm^2
f-t90k	0,50 N/mm^2	f-c90k	6,30 N/mm^2

For lastkombinasjon 1, 2, 3, 4, 5, 6 (Bruddgrensetilstand, Lastvarighet: B):

E-modul deformasjon:	1,1760e+004 N/mm^2	G-modul deformasjon:	6,8000e+002 N/mm^2
E-modul stabilitet:	1,1900e+004 N/mm^2	G-modul stabilitet:	8,5000e+002 N/mm^2

Materialfaktor gamma m 1,25

1.5 LASTTILFELLER



- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---|--|--------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|------|-----------------------|------|-------|------|----|----|-----------------------|----|----|----|---|---|--|--|--|---|---|---|--|--|
| 1 | Lett tak | Varighetsklasse: P
1 Vertikal ford.last | <table border="0"> <tr> <td>p1 =</td> <td>-8,00</td> <td>p2 =</td> <td>-8,00</td> <td>[kN/m]</td> </tr> <tr> <td>x1 =</td> <td>-904</td> <td>x2 =</td> <td>35176</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Virker på segmentene:</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | p1 = | -8,00 | p2 = | -8,00 | [kN/m] | x1 = | -904 | x2 = | 35176 | [mm] | Virker på segmentene: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | |
| p1 = | -8,00 | p2 = | -8,00 | [kN/m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x1 = | -904 | x2 = | 35176 | [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Virker på segmentene: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Installasjoner | Varighetsklasse: P
1 Vertikal proj.last | <table border="0"> <tr> <td>p1 =</td> <td>-4,00</td> <td>p2 =</td> <td>-4,00</td> <td>[kN/m]</td> </tr> <tr> <td>x1 =</td> <td>-44</td> <td>x2 =</td> <td>35152</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td>Virker på segmentene:</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | p1 = | -4,00 | p2 = | -4,00 | [kN/m] | x1 = | -44 | x2 = | 35152 | [mm] | Virker på segmentene: | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | 14 | 15 | 16 | | | | | | | | | | |
| p1 = | -4,00 | p2 = | -4,00 | [kN/m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x1 = | -44 | x2 = | 35152 | [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Virker på segmentene: | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 14 | 15 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Snølast | Varighetsklasse: B
Lasttilfellet er generert av snølastveviseren med følgende data:
Karakteristisk snølast på mark: 4,5000 kN/m^2
Konstruksjonstype: Pulttak
Formfaktorer: my1 = 0.80 | <table border="0"> <tr> <td>1</td> <td>Vertikal proj.last</td> <td>p1 =</td> <td>-27,00</td> <td>p2 =</td> <td>-27,00</td> <td>[kN/m]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>x1 =</td> <td>-750</td> <td>x2 =</td> <td>35203</td> <td>[mm]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Virker på segmentene:</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | 1 | Vertikal proj.last | p1 = | -27,00 | p2 = | -27,00 | [kN/m] | | | x1 = | -750 | x2 = | 35203 | [mm] | | | Virker på segmentene: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | 6 | 7 | 8 | | |
| 1 | Vertikal proj.last | p1 = | -27,00 | p2 = | -27,00 | [kN/m] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | x1 = | -750 | x2 = | 35203 | [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Virker på segmentene: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 6 | 7 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1.6 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

$$1 \quad 1.05 * \text{Lett tak} + 1.05 * \text{Installasjoner} + 1.05 * \text{Snølast} + 1.35 * \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} & 1,05 (1.00) * \text{Lett tak} \\ & 1,05 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ & 1,05 (1.00) * \text{Snølast} \\ & 1,35 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$2 \quad 1.05 * \text{Lett tak} + 1.05 * \text{Installasjoner} + 1.05 * \text{Snølast} + 1.00 * \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} & 1,05 (1.00) * \text{Lett tak} \\ & 1,05 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ & 1,05 (1.00) * \text{Snølast} \\ & 1,00 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$3 \quad 1.50 * \text{Lett tak} + 1.50 * \text{Installasjoner} + 1.50 * \text{Snølast} + 1.20 * \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} & 1,50 (1.00) * \text{Lett tak} \\ & 1,50 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ & 1,50 (1.00) * \text{Snølast} \\ & 1,20 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$4 \quad 1.50 * \text{Lett tak} + 1.50 * \text{Installasjoner} + 1.50 * \text{Snølast} + 1.00 * \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} & 1,50 (1.00) * \text{Lett tak} \\ & 1,50 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ & 1,50 (1.00) * \text{Snølast} \\ & 1,00 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$5 \quad 0.90 * \text{Snølast} + 0.90 * \text{Lett tak} + 0.90 * \text{Installasjoner} + 1.00 * \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} & 0,90 (1.00) * \text{Lett tak} \\ & 0,90 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ & 0,90 (1.00) * \text{Snølast} \\ & 1,00 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$6 \quad 0.90 * \text{Snølast} + 0.90 * \text{Lett tak} + 0.90 * \text{Installasjoner} + 1.35 * \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} & 0,90 (1.00) * \text{Lett tak} \\ & 0,90 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ & 0,90 (1.00) * \text{Snølast} \\ & 1,35 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
1	12,7 (1)	7,4 (1)	0,647 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	12,7 (1)	7,4 (1)	0,647 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
2	0,0 (1)	0,0 (1)	0,594 (1)	0,00 (1)	1155,02 (3)	0,00 (1)	max
	0,0 (1)	0,0 (1)	0,594 (1)	0,00 (1)	711,67 (5)	0,00 (1)	min
3	14,8 (1)	-1,0 (1)	0,648 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	14,8 (1)	-1,0 (1)	0,648 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
4	4,6 (1)	-25,9 (1)	0,570 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	4,6 (1)	-25,9 (1)	0,570 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER fortsatt

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN-m]	
5	25,5 (1)	-51,0 (1)	0,475 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	25,5 (1)	-51,0 (1)	0,475 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
6	15,1 (1)	-69,0 (1)	0,399 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	15,1 (1)	-69,0 (1)	0,399 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
7	30,1 (1)	-84,5 (1)	0,258 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	30,1 (1)	-84,5 (1)	0,258 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
8	23,5 (1)	-93,3 (1)	0,170 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	23,5 (1)	-93,3 (1)	0,170 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
9	29,1 (1)	-98,0 (1)	0,031 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	29,1 (1)	-98,0 (1)	0,031 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
10	28,6 (1)	-97,6 (1)	-0,048 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	28,6 (1)	-97,6 (1)	-0,048 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
11	23,5 (1)	-92,7 (1)	-0,167 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	23,5 (1)	-92,7 (1)	-0,167 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
12	30,1 (1)	-84,4 (1)	-0,228 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	30,1 (1)	-84,4 (1)	-0,228 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
13	14,7 (1)	-71,8 (1)	-0,314 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	14,7 (1)	-71,8 (1)	-0,314 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
14	28,4 (1)	-58,0 (1)	-0,345 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	28,4 (1)	-58,0 (1)	-0,345 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
15	4,6 (1)	-40,4 (1)	-0,397 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	4,6 (1)	-40,4 (1)	-0,397 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
16	23,7 (1)	-22,8 (1)	-0,481 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	23,7 (1)	-22,8 (1)	-0,481 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
17	-5,7 (1)	-2,2 (1)	-0,509 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	-5,7 (1)	-2,2 (1)	-0,509 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
18	19,6 (1)	0,0 (1)	-0,525 (1)	0,00 (1)	1118,55 (3)	0,00 (1)	max
	19,6 (1)	0,0 (1)	-0,525 (1)	0,00 (1)	690,73 (5)	0,00 (1)	min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt

Segment Nr	Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN-m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]		
		1	2								
1	bj-rt	1	3	0	0,00 (1)	9,94 (3)	2,48 (3)	12,7 (1)	7,4 (1)	max	
					0,00 (3)	6,04 (5)	1,51 (5)	12,7 (1)	7,4 (1)	min	
					386	3,84 (3)	19,88 (3)	4,96 (3)	13,7 (1)	3,2 (1)	max
					2,33 (5)	12,08 (5)	3,01 (5)	13,7 (1)	3,2 (1)	min	
					773	15,37 (3)	29,83 (3)	7,44 (3)	14,8 (1)	-1,0 (1)	max
				9,34 (5)	18,12 (5)	4,52 (5)	14,8 (1)	-1,0 (1)	min		
2	bj-rt	3	5	0	15,37 (3)	-67,17 (5)	-789,58 (5)	14,8 (1)	-1,0 (1)	max	
					9,34 (5)	-110,19 (3)	-1280,57 (3)	14,8 (1)	-1,0 (1)	min	
					1035	-60,20 (5)	-50,98 (5)	-785,56 (5)	17,4 (1)	-12,9 (1)	max
					-98,71 (3)	-83,55 (3)	-1273,95 (3)	17,4 (1)	-12,9 (1)	min	
					2071	-96,22 (5)	-18,60 (5)	-777,53 (5)	19,8 (1)	-24,1 (1)	max
					-157,63 (3)	-30,26 (3)	-1260,73 (3)	19,8 (1)	-24,1 (1)	min	
					3106	-98,72 (5)	23,63 (3)	-769,49 (5)	22,0 (1)	-34,1 (1)	max
					-161,37 (3)	13,18 (3)	-1247,50 (3)	22,0 (1)	-34,1 (1)	min	
4141	-67,69 (5)	76,32 (3)	-761,45 (5)	23,9 (1)	-43,0 (1)	max					
				-109,94 (3)	46,16 (5)	-1234,27 (3)	23,9 (1)	-43,0 (1)	min		
				5176	-2,53 (4)	102,96 (3)	-757,44 (5)	25,5 (1)	-51,0 (1)	max	
					-4,57 (6)	62,35 (5)	-1227,66 (3)	25,5 (1)	-51,0 (1)	min	
3	bj-rt	5	7	0	-2,53 (4)	-67,94 (5)	-1748,48 (5)	25,5 (1)	-51,0 (1)	max	
					-4,57 (6)	-111,80 (3)	-2836,94 (3)	25,5 (1)	-51,0 (1)	min	

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt	M	V	N	u	w		
	1	2	[mm]	[kN·m]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]		
			1035	-73,49 (5)	-51,75 (5)	-1744,45 (5)	27,0 (1)	-60,0 (1)	max	
				-119,09 (3)	-85,16 (3)	-2830,32 (3)	27,0 (1)	-60,0 (1)	min	
			2071	-110,31 (5)	-19,38 (5)	-1736,41 (5)	28,2 (1)	-67,9 (1)	max	
				-179,67 (3)	-31,87 (3)	-2817,08 (3)	28,2 (1)	-67,9 (1)	min	
			3106	-113,61 (5)	22,44 (3)	-1728,37 (5)	29,2 (1)	-74,7 (1)	max	
				-185,08 (3)	11,98 (3)	-2803,84 (3)	29,2 (1)	-74,7 (1)	min	
			4141	-83,39 (5)	74,71 (3)	-1720,33 (5)	29,8 (1)	-80,1 (1)	max	
				-135,32 (3)	45,38 (5)	-2790,61 (3)	29,8 (1)	-80,1 (1)	min	
			5177	-19,65 (5)	101,35 (3)	-1716,30 (5)	30,1 (1)	-84,5 (1)	max	
				-30,39 (3)	61,57 (5)	-2783,99 (3)	30,1 (1)	-84,5 (1)	min	
4	bj-rt	7	9	0	-19,65 (5)	-63,20 (5)	-2085,34 (5)	30,1 (1)	-84,5 (1)	max
					-30,39 (3)	-104,04 (3)	-3383,50 (3)	30,1 (1)	-84,5 (1)	min
			1035	-85,08 (5)	-47,01 (5)	-2081,32 (5)	30,5 (1)	-89,6 (1)	max	
				-138,11 (3)	-77,40 (3)	-3376,88 (3)	30,5 (1)	-89,6 (1)	min	
			2071	-117,00 (5)	-14,15 (3)	-2073,27 (5)	30,6 (1)	-93,6 (1)	max	
				-190,66 (3)	-24,60 (3)	-3363,64 (3)	30,6 (1)	-93,6 (1)	min	
			3106	-115,39 (5)	29,18 (3)	-2065,23 (5)	30,4 (1)	-96,3 (1)	max	
				-188,04 (3)	17,74 (5)	-3350,41 (3)	30,4 (1)	-96,3 (1)	min	
			4141	-80,26 (5)	82,46 (3)	-2057,19 (5)	29,9 (1)	-97,6 (1)	max	
				-130,24 (3)	50,12 (5)	-3337,17 (3)	29,9 (1)	-97,6 (1)	min	
			5177	-11,61 (5)	109,11 (3)	-2053,17 (5)	29,1 (1)	-98,0 (1)	max	
				-17,28 (3)	66,31 (5)	-3330,55 (3)	29,1 (1)	-98,0 (1)	min	
5	bj-rt	9	11	0	-11,61 (5)	-62,12 (5)	-2017,18 (5)	29,1 (1)	-98,0 (1)	max
					-17,28 (3)	-102,29 (3)	-3272,63 (3)	29,1 (1)	-98,0 (1)	min
			1035	-75,92 (5)	-45,93 (5)	-2013,16 (5)	28,5 (1)	-99,1 (1)	max	
				-123,19 (3)	-75,65 (3)	-3266,01 (3)	28,5 (1)	-99,1 (1)	min	
			2071	-106,71 (5)	-12,73 (3)	-2005,12 (5)	27,6 (1)	-99,2 (1)	max	
				-173,92 (3)	-23,18 (3)	-3252,77 (3)	27,6 (1)	-99,2 (1)	min	
			3106	-103,98 (5)	30,93 (3)	-1997,08 (5)	26,5 (1)	-98,1 (1)	max	
				-169,49 (3)	18,83 (5)	-3239,53 (3)	26,5 (1)	-98,1 (1)	min	
			4141	-67,73 (5)	84,22 (3)	-1989,03 (5)	25,1 (1)	-95,8 (1)	max	
				-109,88 (3)	51,21 (5)	-3226,30 (3)	25,1 (1)	-95,8 (1)	min	
			5177	5,53 (4)	110,86 (3)	-1985,01 (5)	23,5 (1)	-92,7 (1)	max	
				0,94 (6)	67,39 (5)	-3219,68 (3)	23,5 (1)	-92,7 (1)	min	
6	bj-rt	11	13	0	5,53 (4)	-60,36 (5)	-1665,82 (5)	23,5 (1)	-92,7 (1)	max
					0,94 (6)	-99,45 (3)	-2702,19 (3)	23,5 (1)	-92,7 (1)	min
			1035	-60,44 (5)	-44,17 (5)	-1661,80 (5)	22,2 (1)	-90,3 (1)	max	
				-98,06 (3)	-72,80 (3)	-2695,57 (3)	22,2 (1)	-90,3 (1)	min	
			2071	-89,42 (5)	-10,43 (3)	-1653,76 (5)	20,7 (1)	-87,1 (1)	max	
				-145,85 (3)	-20,88 (3)	-2682,34 (3)	20,7 (1)	-87,1 (1)	min	
			3106	-84,86 (5)	33,77 (3)	-1645,72 (5)	18,9 (1)	-82,9 (1)	max	
				-138,47 (3)	20,58 (5)	-2669,10 (3)	18,9 (1)	-82,9 (1)	min	
			4141	-46,79 (5)	87,06 (3)	-1637,67 (5)	16,9 (1)	-77,7 (1)	max	
				-75,92 (3)	52,96 (5)	-2655,86 (3)	16,9 (1)	-77,7 (1)	min	
			5177	42,01 (4)	113,71 (3)	-1633,65 (5)	14,7 (1)	-71,8 (1)	max	
				24,45 (6)	69,15 (5)	-2649,24 (3)	14,7 (1)	-71,8 (1)	min	
7	bj-rt	13	15	0	42,01 (4)	-59,91 (5)	-1111,66 (5)	14,7 (1)	-71,8 (1)	max
					24,45 (6)	-98,65 (3)	-1802,84 (3)	14,7 (1)	-71,8 (1)	min
			1035	-37,22 (5)	-43,72 (5)	-1107,64 (5)	13,0 (1)	-66,8 (1)	max	
				-60,33 (3)	-72,01 (3)	-1796,22 (3)	13,0 (1)	-66,8 (1)	min	
			2071	-65,72 (5)	-9,80 (3)	-1099,59 (5)	11,2 (1)	-61,4 (1)	max	
				-107,30 (3)	-20,26 (3)	-1782,98 (3)	11,2 (1)	-61,4 (1)	min	
			3106	-60,70 (5)	34,57 (3)	-1091,55 (5)	9,2 (1)	-55,1 (1)	max	
				-99,09 (3)	21,04 (5)	-1769,74 (3)	9,2 (1)	-55,1 (1)	min	
			4141	-22,16 (5)	87,86 (3)	-1083,51 (5)	6,9 (1)	-48,0 (1)	max	
				-35,72 (3)	53,42 (5)	-1756,51 (3)	6,9 (1)	-48,0 (1)	min	

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
	1	2							
			5177	82,83 (3) 49,91 (5)	114,50 (3) 69,61 (5)	-1079,49 (5) -1749,89 (3)	4,6 (1) 4,6 (1)	-40,4 (1) -40,4 (1)	max min
8 bj-rt	15	17	0	82,83 (3) 49,91 (5)	-74,36 (5) -122,52 (3)	-386,73 (5) -627,03 (3)	4,6 (1) 4,6 (1)	-40,4 (1) -40,4 (1)	max min
			1035	-27,04 (5) -43,95 (3)	-58,18 (5) -95,89 (3)	-382,70 (5) -620,41 (3)	2,9 (1) 2,9 (1)	-34,2 (1) -34,2 (1)	max min
			2070	-70,50 (5) -115,62 (3)	-25,83 (5) -42,64 (3)	-374,66 (5) -607,17 (3)	1,1 (1) 1,1 (1)	-27,5 (1) -27,5 (1)	max min
			3104	-80,48 (5) -132,19 (3)	13,80 (3) 3,35 (3)	-366,62 (5) -593,94 (3)	-1,0 (1) -1,0 (1)	-20,0 (1) -20,0 (1)	max min
			4139	-56,98 (5) -93,65 (3)	63,87 (3) 38,89 (5)	-358,58 (5) -580,70 (3)	-3,2 (1) -3,2 (1)	-11,5 (1) -11,5 (1)	max min
			5174	0,00 (4) -0,00 (1)	90,50 (3) 55,07 (5)	-354,55 (5) -574,08 (3)	-5,7 (1) -5,7 (1)	-2,2 (1) -2,2 (1)	max min
9 bj-rt	2	4	0	0,00 (1) -0,00 (5)	-17,20 (5) -27,66 (3)	-3,05 (5) -4,91 (3)	0,0 (1) 0,0 (1)	0,0 (1) 0,0 (1)	max min
			638	-10,97 (5) -17,64 (3)	-15,63 (5) -25,26 (3)	-2,78 (5) -4,48 (3)	1,2 (1) 1,2 (1)	-6,6 (1) -6,6 (1)	max min
			1276	-19,94 (5) -32,22 (3)	-11,70 (6) -19,27 (3)	-2,08 (6) -3,42 (3)	2,3 (1) 2,3 (1)	-13,1 (1) -13,1 (1)	max min
			2551	-31,90 (5) -52,21 (3)	-9,34 (6) -15,69 (4)	-1,66 (6) -2,79 (4)	4,6 (1) 4,6 (1)	-25,9 (1) -25,9 (1)	max min
10 bj-rt	4	6	0	-31,90 (5) -52,21 (3)	-17,45 (5) -27,58 (3)	2229,42 (3) 1373,03 (5)	4,6 (1) 4,6 (1)	-25,9 (1) -25,9 (1)	max min
			1276	-54,16 (5) -87,38 (3)	-14,32 (5) -22,78 (3)	2230,27 (3) 1373,59 (5)	7,5 (1) 7,5 (1)	-38,2 (1) -38,2 (1)	max min
			2551	-68,44 (5) -110,33 (3)	-7,99 (6) -13,23 (3)	2231,97 (3) 1374,70 (5)	10,2 (1) 10,2 (1)	-49,6 (1) -49,6 (1)	max min
			3827	-74,73 (5) -121,04 (3)	-1,35 (6) -3,86 (4)	2233,67 (3) 1375,81 (5)	12,8 (1) 12,8 (1)	-59,9 (1) -59,9 (1)	max min
			5102	-73,03 (5) -119,51 (3)	2,10 (6) 0,76 (4)	2234,52 (3) 1376,36 (5)	15,1 (1) 15,1 (1)	-69,0 (1) -69,0 (1)	max min
11 bj-rt	6	8	0	-73,03 (5) -119,51 (3)	-10,00 (5) -15,35 (3)	3194,20 (3) 1967,80 (5)	15,1 (1) 15,1 (1)	-69,0 (1) -69,0 (1)	max min
			1276	-85,78 (5) -139,09 (3)	-6,87 (5) -10,55 (3)	3195,05 (3) 1968,36 (5)	17,6 (1) 17,6 (1)	-77,2 (1) -77,2 (1)	max min
			2551	-90,54 (5) -146,43 (3)	0,05 (3) -1,61 (3)	3196,75 (3) 1969,47 (5)	19,8 (1) 19,8 (1)	-84,0 (1) -84,0 (1)	max min
			3827	-87,32 (5) -141,54 (3)	8,63 (3) 5,66 (5)	3198,45 (3) 1970,58 (5)	21,8 (1) 21,8 (1)	-89,3 (1) -89,3 (1)	max min
			5102	-76,11 (5) -124,41 (3)	13,43 (3) 8,79 (5)	3199,30 (3) 1971,13 (5)	23,5 (1) 23,5 (1)	-93,3 (1) -93,3 (1)	max min
12 bj-rt	8	10	0	-76,11 (5) -124,41 (3)	-7,05 (5) -10,59 (3)	3373,44 (3) 2078,48 (5)	23,5 (1) 23,5 (1)	-93,3 (1) -93,3 (1)	max min
			1276	-85,11 (5) -137,92 (3)	-3,92 (5) -5,82 (3)	3374,29 (3) 2079,04 (5)	25,1 (1) 25,1 (1)	-96,4 (1) -96,4 (1)	max min
			2551	-86,12 (5) -139,19 (3)	3,90 (3) 2,21 (1)	3375,99 (3) 2080,15 (5)	26,5 (1) 26,5 (1)	-98,1 (1) -98,1 (1)	max min
			3827	-79,14 (5) -128,23 (3)	13,39 (3) 8,60 (5)	3377,69 (3) 2081,26 (5)	27,7 (1) 27,7 (1)	-98,5 (1) -98,5 (1)	max min
			5102	-64,17 (5) -105,04 (3)	18,18 (3) 11,73 (5)	3378,54 (3) 2081,82 (5)	28,6 (1) 28,6 (1)	-97,6 (1) -97,6 (1)	max min
13 bj-rt	10	12	0	-64,17 (5) -105,04 (3)	-6,30 (5) -9,36 (3)	3011,94 (3) 1855,99 (5)	28,6 (1) 28,6 (1)	-97,6 (1) -97,6 (1)	max min

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

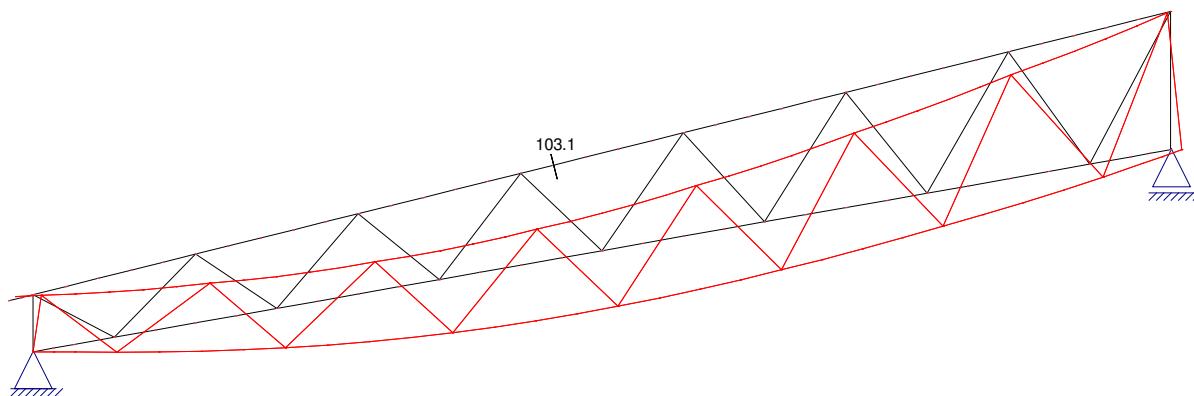
Segment Nr	Type	Knutepunkt 1	Knutepunkt 2	Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
				1276	-72,21 (5)	-2,98 (4)	3012,79 (3)	29,3 (1)	-96,0 (1)	max
					-116,98 (3)	-4,81 (3)	1856,54 (5)	29,3 (1)	-96,0 (1)	min
				2551	-72,27 (5)	5,08 (3)	3014,49 (3)	29,7 (1)	-93,3 (1)	max
					-116,69 (3)	2,98 (6)	1857,65 (5)	29,7 (1)	-93,3 (1)	min
				3827	-64,33 (5)	14,61 (3)	3016,19 (3)	30,0 (1)	-89,4 (1)	max
					-104,17 (3)	9,35 (5)	1858,77 (5)	30,0 (1)	-89,4 (1)	min
				5102	-48,41 (5)	19,41 (3)	3017,04 (3)	30,1 (1)	-84,4 (1)	max
					-79,42 (3)	12,48 (5)	1859,32 (5)	30,1 (1)	-84,4 (1)	min
14	bj-rt	12	14	0	-48,41 (5)	-3,43 (5)	2270,36 (3)	30,1 (1)	-84,4 (1)	max
					-79,42 (3)	-4,73 (3)	1399,22 (5)	30,1 (1)	-84,4 (1)	min
				1275	-52,78 (5)	0,75 (4)	2271,19 (3)	29,9 (1)	-79,0 (1)	max
					-85,44 (3)	-1,00 (3)	1399,77 (5)	29,9 (1)	-79,0 (1)	min
				2550	-49,17 (5)	9,70 (3)	2272,87 (3)	29,5 (1)	-72,8 (1)	max
					-79,23 (3)	5,91 (6)	1400,86 (5)	29,5 (1)	-72,8 (1)	min
				3825	-37,56 (5)	19,26 (3)	2274,55 (3)	29,0 (1)	-65,7 (1)	max
					-60,79 (3)	12,23 (5)	1401,96 (5)	29,0 (1)	-65,7 (1)	min
				5100	-17,86 (6)	24,06 (3)	2275,39 (3)	28,4 (1)	-58,0 (1)	max
					-30,19 (4)	15,36 (5)	1402,51 (5)	28,4 (1)	-58,0 (1)	min
15	bj-rt	14	16	0	-17,86 (6)	-17,93 (5)	1238,51 (3)	28,4 (1)	-58,0 (1)	max
					-30,19 (4)	-28,14 (3)	763,20 (5)	28,4 (1)	-58,0 (1)	min
				1276	-40,86 (5)	-14,81 (5)	1239,37 (3)	27,4 (1)	-50,4 (1)	max
					-66,04 (3)	-23,35 (3)	763,77 (5)	27,4 (1)	-50,4 (1)	min
				2552	-55,76 (5)	-8,55 (5)	1241,09 (3)	26,3 (1)	-42,2 (1)	max
					-89,71 (3)	-13,76 (3)	764,89 (5)	26,3 (1)	-42,2 (1)	min
				3828	-62,67 (5)	-1,99 (6)	1242,81 (3)	25,1 (1)	-33,0 (1)	max
					-101,16 (3)	-4,34 (3)	766,01 (5)	25,1 (1)	-33,0 (1)	min
				5104	-61,60 (5)	1,43 (6)	1243,67 (3)	23,7 (1)	-22,8 (1)	max
					-100,37 (3)	0,28 (4)	766,57 (5)	23,7 (1)	-22,8 (1)	min
16	bj-rt	16	18	0	-61,60 (5)	34,60 (3)	6,15 (3)	23,7 (1)	-22,8 (1)	max
					-100,37 (3)	21,05 (5)	3,74 (5)	23,7 (1)	-22,8 (1)	min
				1274	-34,78 (5)	38,19 (3)	6,79 (3)	21,7 (1)	-11,7 (1)	max
					-56,29 (3)	23,39 (5)	4,16 (5)	21,7 (1)	-11,7 (1)	min
				1911	-18,39 (5)	44,18 (3)	7,85 (3)	20,7 (1)	-5,9 (1)	max
					-29,67 (3)	27,30 (5)	4,85 (5)	20,7 (1)	-5,9 (1)	min
				2548	0,00 (4)	46,57 (3)	8,28 (3)	19,6 (1)	0,0 (1)	max
					0,00 (2)	28,86 (5)	5,13 (5)	19,6 (1)	0,0 (1)	min
17	stav	2	3				-691,98 (5)	14,8 (1)	-1,0 (1)	max
							-1123,73 (3)	14,8 (1)	-1,0 (1)	min
18	stav	3	4				1373,56 (3)	4,6 (1)	-25,9 (1)	max
							847,13 (5)	4,6 (1)	-25,9 (1)	min
19	stav	4	5				-864,44 (5)	25,5 (1)	-51,0 (1)	max
							-1405,87 (3)	25,5 (1)	-51,0 (1)	min
20	stav	5	6				632,49 (3)	15,1 (1)	-69,0 (1)	max
							391,20 (5)	15,1 (1)	-69,0 (1)	min
21	stav	6	7				-396,98 (5)	30,1 (1)	-84,5 (1)	max
							-646,56 (3)	30,1 (1)	-84,5 (1)	min
22	stav	7	8				142,51 (3)	23,5 (1)	-93,3 (1)	max
							89,09 (5)	23,5 (1)	-93,3 (1)	min
23	stav	8	9				-64,44 (5)	29,1 (1)	-98,0 (1)	max
							-106,62 (3)	29,1 (1)	-98,0 (1)	min

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr	Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
		1	2							
24	stav	9	10				-144,97 (5) -237,34 (3)	28,6 (1) 28,6 (1)	-97,6 (1) -97,6 (1)	max
										min
25	stav	10	11				323,96 (3) 200,80 (5)	23,5 (1) 23,5 (1)	-92,7 (1) -92,7 (1)	max
										min
26	stav	11	12				-335,41 (5) -546,26 (3)	30,1 (1) 30,1 (1)	-84,4 (1) -84,4 (1)	max
										min
27	stav	12	13				678,54 (3) 419,28 (5)	14,7 (1) 14,7 (1)	-71,8 (1) -71,8 (1)	max
										min
28	stav	13	14				-500,83 (5) -814,39 (3)	28,4 (1) 28,4 (1)	-58,0 (1) -58,0 (1)	max
										min
29	stav	14	15				1005,62 (3) 621,27 (5)	4,6 (1) 4,6 (1)	-40,4 (1) -40,4 (1)	max
										min
30	stav	15	16				-675,90 (5) -1098,19 (3)	23,7 (1) 23,7 (1)	-22,8 (1) -22,8 (1)	max
										min
31	stav	16	17				1231,23 (3) 759,99 (5)	-5,7 (1) -5,7 (1)	-2,2 (1) -2,2 (1)	max
										min
32	stav	17	18				-658,29 (5) -1066,98 (3)	19,6 (1) 19,6 (1)	0,0 (1) 0,0 (1)	max
										min

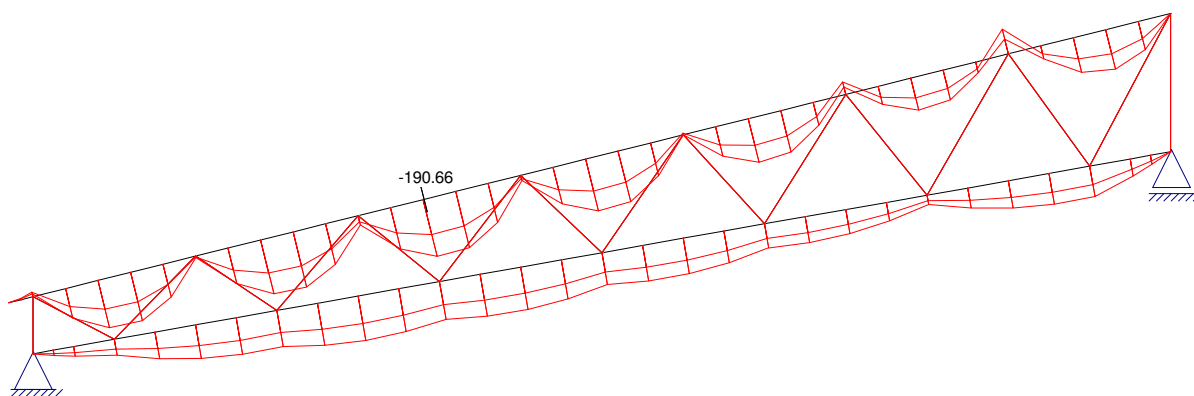
Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.3 Forskyvningsdiagram



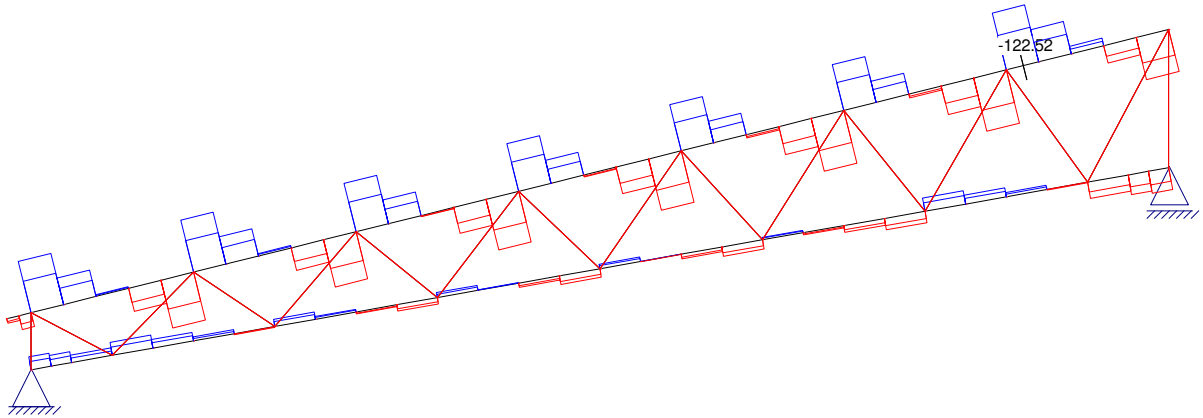
Største forskyvning: 103.1 mm (Bruksgrensetilstand)

2.4 Momentdiagram



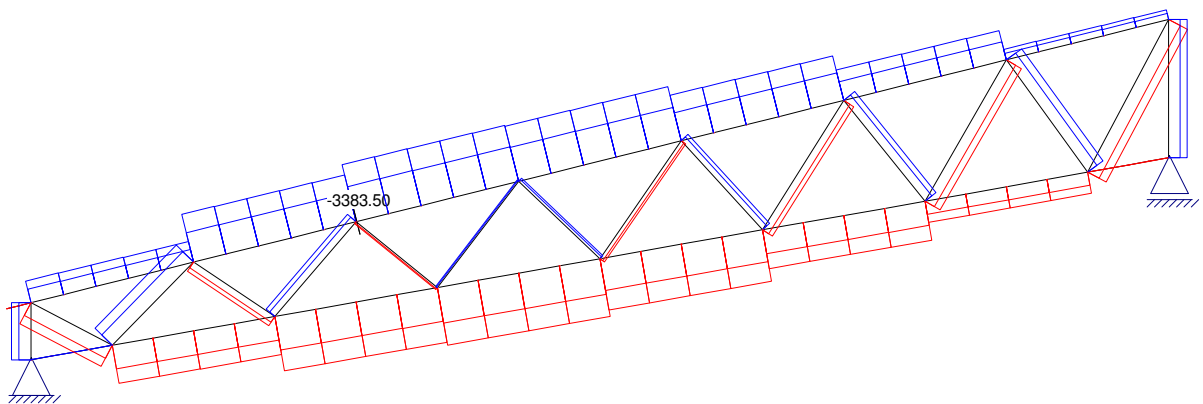
Største moment: -190.66 kN-m

2.5 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: -122.52 kN

2.6 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: -3383.50 kN

3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt

Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.
						Kombi	Skjær	Tv.str.	
1	bj-rt	1	0	4,96	3,84	19,88	0,01	0,07	3
		386	4,96	3,84	19,88	0,01	0,07	3	
		3	773	7,44	15,37	29,83	0,02	0,07	3
2	bj-rt	3	0	-1280,57	15,37	-110,19	0,27	0,27	3
		1035	-1273,95	-98,71	-83,55	0,37	0,27	3	
		2071	-1260,73	-157,63	-30,26	0,44	0,14	3	
		3106	-1247,50	-161,37	23,03	0,44	0,12	3	
		4141	-1234,27	-109,94	76,32	0,38	0,25	3	
		5	5176	-1227,66	-3,34	102,96	0,24	0,25	3
3	bj-rt	5	0	-2836,94	-3,34	-111,80	0,56	0,27	3
		1035	-2830,32	-119,09	-85,16	0,72	0,27	3	
		2071	-2817,08	-179,67	-31,87	0,80	0,14	3	
		3106	-2803,84	-185,08	21,42	0,81	0,12	3	
		4141	-2790,61	-135,32	74,71	0,73	0,24	3	
		7	5177	-2783,99	-30,39	101,35	0,59	0,24	3
4	bj-rt	7	0	-3383,50	-30,39	-104,04	0,71	0,25	3
		1035	-3376,88	-138,11	-77,40	0,86	0,25	3	
		2071	-3363,64	-190,66	-24,11	0,94	0,12	3	
		3106	-3350,41	-188,04	29,18	0,93	0,13	3	
		4141	-3337,17	-130,24	82,46	0,84	0,26	3	
		9	5177	-3330,55	-17,28	109,11	0,68	0,26	3
5	bj-rt	9	0	-3272,63	-17,28	-102,29	0,66	0,25	3
		1035	-3266,01	-123,19	-75,65	0,82	0,25	3	
		2071	-3252,77	-173,92	-22,36	0,89	0,12	3	
		3106	-3239,53	-169,49	30,93	0,88	0,14	3	
		4141	-3226,30	-109,88	84,22	0,79	0,27	3	
		11	5177	-3219,68	4,90	110,86	0,64	0,27	3
6	bj-rt	11	0	-2702,19	4,90	-99,45	0,54	0,24	3
		1035	-2695,57	-98,06	-72,80	0,66	0,24	3	
		2071	-2682,34	-145,85	-19,51	0,73	0,11	3	
		3106	-2669,10	-138,47	33,77	0,71	0,15	3	
		4141	-2655,86	-75,92	87,06	0,62	0,27	3	
		13	5177	-2649,24	41,81	113,71	0,58	0,27	3
7	bj-rt	13	0	-1802,84	41,81	-98,65	0,41	0,24	3
		1035	-1796,22	-60,33	-72,01	0,43	0,24	3	
		2071	-1782,98	-107,30	-18,72	0,49	0,11	3	
		3106	-1769,74	-99,09	34,57	0,47	0,15	3	
		4141	-1756,51	-35,72	87,86	0,39	0,28	3	
		15	5177	-1749,89	82,83	114,50	0,45	0,28	3
8	bj-rt	15	0	-627,03	82,83	-122,52	0,22	0,30	3
		1035	-620,41	-43,95	-95,89	0,17	0,30	3	
		2070	-607,17	-115,62	-42,64	0,25	0,17	3	
		3104	-593,94	-132,19	10,62	0,27	0,09	3	
		4139	-580,70	-93,65	63,87	0,22	0,22	3	
		17	5174	-574,08	0,00	90,50	0,11	0,22	3
9	bj-rt	2	0	-4,91	0,00	-27,66	0,00	0,07	3

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr	Type	Kn.pkt	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.
							Kombi	Skjær	Tv.str.	
			638	-4,48	-17,64	-25,26	0,02	0,07		3
			1276	-3,42	-32,00	-19,27	0,04	0,06		3
		4	2551	-2,78	-52,21	-15,67	0,06	0,04		3
10	bj-rt	4	0	2229,42	-52,21	-27,58	0,54	0,07		3
			1276	2230,27	-87,38	-22,78	0,58	0,07		3
			2551	2231,97	-110,33	-13,19	0,60	0,04		3
			3827	2233,67	-121,04	-3,60	0,61	0,02		3
		6	5102	2234,52	-119,51	1,19	0,61	0,01		3
11	bj-rt	6	0	3194,20	-119,51	-15,35	0,82	0,04		3
			1276	3195,05	-139,09	-10,55	0,84	0,04		3
			2551	3196,75	-146,43	-0,96	0,85	0,01		3
			3827	3198,45	-141,54	8,63	0,84	0,03		3
		8	5102	3199,30	-124,41	13,43	0,82	0,03		3
12	bj-rt	8	0	3373,44	-124,41	-10,59	0,86	0,03		3
			1276	3374,29	-137,92	-5,79	0,88	0,03		3
			2551	3375,99	-139,19	3,80	0,88	0,02		3
			3827	3377,69	-128,23	13,39	0,87	0,04		3
		10	5102	3378,54	-105,04	18,18	0,84	0,04		3
13	bj-rt	10	0	3011,94	-105,04	-9,36	0,76	0,02		3
			1276	3012,79	-116,98	-4,57	0,78	0,02		3
			2551	3014,49	-116,69	5,02	0,78	0,02		3
			3827	3016,19	-104,17	14,61	0,76	0,05		3
		12	5102	3017,04	-79,42	19,41	0,74	0,05		3
14	bj-rt	12	0	2270,36	-79,42	-4,73	0,58	0,01		3
			1275	2271,19	-85,44	0,07	0,58	0,01		3
			2550	2272,87	-79,23	9,67	0,58	0,03		3
			3825	2274,55	-60,79	19,26	0,56	0,06		3
		14	5100	2275,39	-30,12	24,06	0,52	0,06		3
15	bj-rt	14	0	1238,51	-30,12	-28,14	0,30	0,07		3
			1276	1239,37	-66,04	-23,35	0,34	0,07		3
			2552	1241,09	-89,71	-13,76	0,37	0,04		3
			3828	1242,81	-101,16	-4,17	0,38	0,02		3
		16	5104	1243,67	-100,37	0,62	0,38	0,00		3
16	bj-rt	16	0	6,15	-100,37	34,60	0,11	0,08		3
			1274	6,79	-56,29	38,19	0,06	0,10		3
			1911	7,85	-29,67	44,18	0,03	0,11		3
		18	2548	8,28	0,00	46,57	0,00	0,11		3
17	stav			-1123,73	0,00	0,00	0,37			3
18	stav			1373,56	0,00	0,00	0,72			3
19	stav			-1405,87	0,00	0,00	0,74			3
20	stav			632,49	0,00	0,00	0,33			3
21	stav			-646,56	0,00	0,00	0,49			3
22	stav			142,51	0,00	0,00	0,09			3
23	stav			-106,62	0,00	0,00	0,09			3
24	stav			-237,34	0,00	-0,00	0,16			3

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt fortsatt

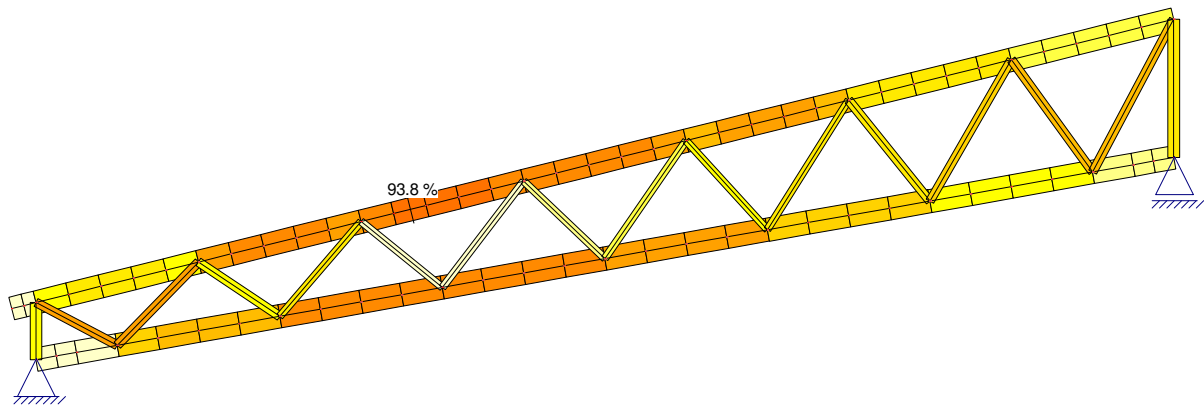
Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.
						Kombi	Skjær	Tv.str.	
25	stav		323,96	0,00	0,00	0,20			3
26	stav		-546,26	0,00	0,00	0,40			3
27	stav		678,54	0,00	0,00	0,42			3
28	stav		-814,39	0,00	0,00	0,46			3
29	stav		1005,62	0,00	0,00	0,53			3
30	stav		-1098,19	0,00	0,00	0,65			3
31	stav		1231,23	0,00	0,00	0,65			3
32	stav		-1066,98	0,00	0,00	0,40			3

Kapasitetskontrollen er utført etter NS 3470, utgave 5 (1999)

3.2 FORUTSETNINGER

Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
2	5176	5176	5176	5176	
3	5177	5177	5177	5177	
4	5177	5177	5177	5177	
5	5177	5177	5177	5177	
6	5177	5177	5177	5177	
7	5177	5177	5177	5177	
8	5174	5174	5174	5174	
9	2551	2551	2551	2551	
10	5102	5102	5102	5102	
11	5102	5102	5102	5102	
12	5102	5102	5102	5102	
13	5102	5102	5102	5102	
14	5100	5100	5100	5100	
15	5104	5104	5104	5104	
16	2548	2548	2548	2548	
17	1764	1764	1764		
18	2837	2837	2837		
19	3590	3590	3590		
20	3019	3019	3019		
21	3853	3853	3853		
22	3230	3230	3230		
23	4131	4131	4131		
24	3466	3466	3466		
25	4419	4419	4419		
26	3721	3721	3721		
27	4717	4717	4717		
28	4001	4001	4001		
29	5034	5034	5034		
30	4277	4277	4277		
31	5336	5336	5336		
32	4263	4263	4263		



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 93.8 %

Prosjekt: Fagverkene 2 og 4

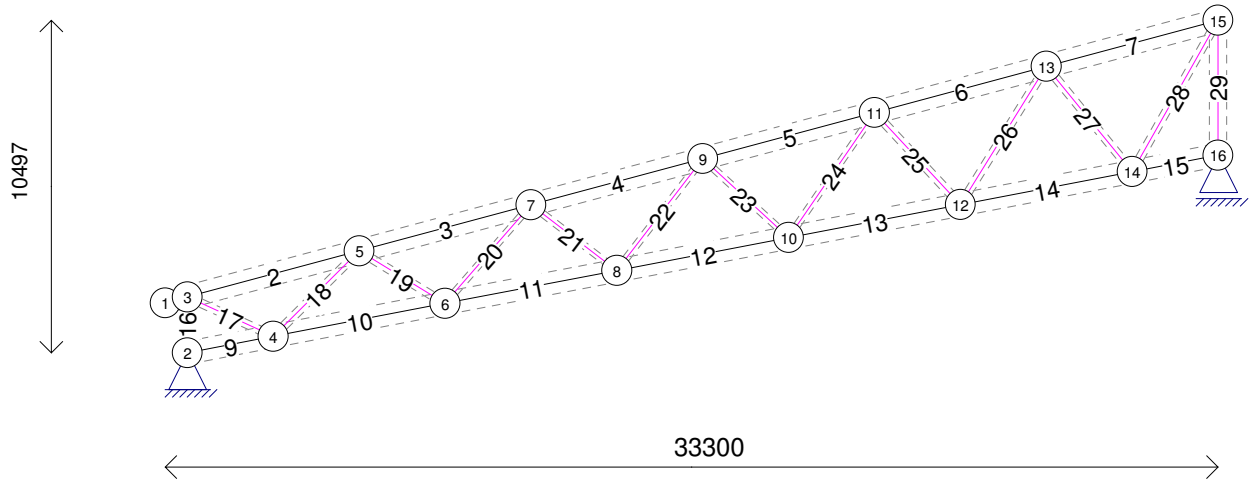
Beregning utført 23.05.2009 11:16:35

Focus 2D Konstruksjon
BEREGNING AV PLANE KONSTRUKSJONER

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	1
1.1	KNUTEPUNKTSDATA	1
1.2	TVERRSNITTSDATA	1
1.3	SEGMENTDATA	2
1.4	MATERIALTYPER	2
1.5	LASTTILFELLER	3
1.6	LASTKOMBINASJON	4
2.	STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori	4
2.1	KNUTEPUNKTSRESULTATER	4
2.2	SEGMENTRESULTATER - Alle snitt	5
2.3	Forskyvningsdiagram	9
2.4	Momentdiagram	10
2.5	Skjærkraftdiagram	10
2.6	Aksialkraftdiagram	11
3.	KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori	11
3.1	UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt	11
3.2	FORUTSETNINGER	13
3.3	Kapasitetskart	14

1. KONSTRUKSJONSMODEL OG LASTER



1.1 KNUTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	-700	1575			
2	0	0	F	F	
3	0	1762			
4	2717	520			
5	5434	3218			
6	8151	1560			
7	10868	4674			
8	13585	2599			
9	16302	6130			
10	19019	3639			
11	21736	7586			
12	24453	4679			
13	27170	9042			
14	29887	5718			
15	32600	10497			
16	32600	6237		F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

1.2 TVERRSNITSDATA

Nr	Navn	Parametre	
1	Limtre 450x720	A = 324000 mm ² b = 450,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	I = 1,40e+010 mm ⁴ h = 720,0 mm 109,62 kN

1.2 TVERRSNITTSDATA fortsatt

Nr	Navn	Parametre	
2	Limtre 450x270	A = 121500 mm ² b = 450,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	I = 7,38e+008 mm ⁴ h = 270,0 mm 18,63 kN
3	Limtre 450x225	A = 101250 mm ² b = 450,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	I = 4,27e+008 mm ⁴ h = 225,0 mm 10,37 kN
4	Limtre 450x540	A = 243000 mm ² b = 450,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	I = 5,90e+009 mm ⁴ h = 540,0 mm 5,18 kN

1.3 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	3	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
2	bj-rt	3	5	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
3	bj-rt	5	7	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
4	bj-rt	7	9	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
5	bj-rt	9	11	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
6	bj-rt	11	13	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
7	bj-rt	13	15	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
9	bj-rt	2	4	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
10	bj-rt	4	6	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
11	bj-rt	6	8	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
12	bj-rt	8	10	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
13	bj-rt	10	12	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
14	bj-rt	12	14	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
15	bj-rt	14	16	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 450x720	0,0	0,0
16	stav	2	3	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
17	stav	3	4	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
18	stav	4	5	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
19	stav	5	6	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
20	stav	6	7	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 450x225	0,0	0,0
21	stav	7	8	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 450x225	0,0	0,0
22	stav	8	9	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 450x225	0,0	0,0
23	stav	9	10	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 450x225	0,0	0,0
24	stav	10	11	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 450x225	0,0	0,0
25	stav	11	12	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
26	stav	12	13	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
27	stav	13	14	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
28	stav	14	15	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 450x270	0,0	0,0
29	stav	16	15	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 450x540	0,0	0,0

1.4 MATERIALTYPER

1	GL36c(L40), limtre	Material:	Limtre
	Kvalitet:	GL36c (L40)	33,3 mm
	Klimaklasse:	2	5,0 kN/m ³
	Varmeutv.koeff.:	5,00e-006 C ⁻¹	
	Total vekt i konstruksjonen:	143,80 kN	
	Karakteristiske fasthetsparametre:		
	f-mk	36,00 N/mm ²	f-vk 3,00 N/mm ²
	f-t0k	22,50 N/mm ²	f-c0k 29,00 N/mm ²

1.4 MATERIALTYPER fortsatt

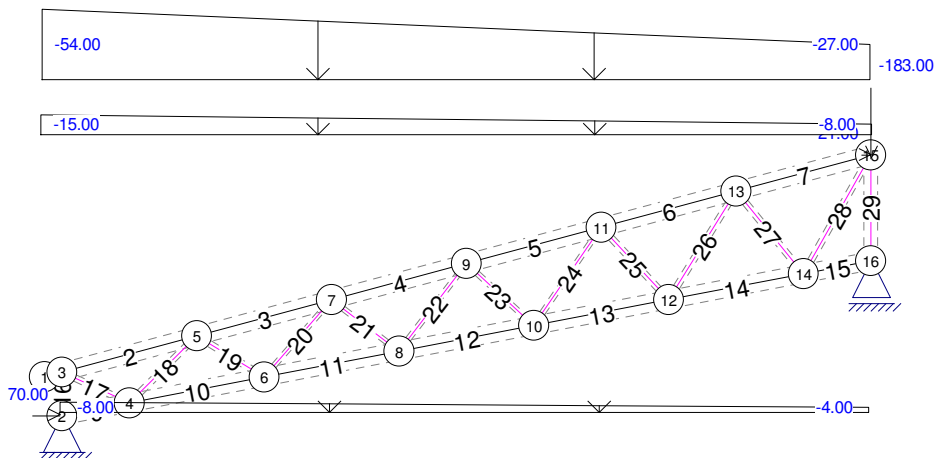
f-t90k 0,50 N/mm² f-c90k 6,30 N/mm²

For lastkombinasjon 1, 2, 3, 4, 5 (Bruddgrensetilstand, Lastvarighet: I):

E-modul deformasjon: 1,1760e+004 N/mm² G-modul deformasjon: 6,8000e+002 N/mm²
 E-modul stabilitet: 1,1900e+004 N/mm² G-modul stabilitet: 8,5000e+002 N/mm²

Materialfaktor gamma m 1,25

1.5 LASTTILFELLER



1	Vind	Varighetsklasse: I	1	Konsentrert x-kraft	70,00 kN	på segm.	9	s =	0 mm
			2	Konsentrert x-kraft	21,00 kN	på segm.	7	s =	10487 mm
2	Punktlast	Varighetsklasse: P	1	Konsentrert z-kraft	-183,00 kN	på segm.	7	s =	32600 mm
3	Vent, lys, romdeler	Varighetsklasse: P	1	Vertikal ford.last	p1 = -8,00 p2 = -4,00 [kN/m] x1 = -77 x2 = 32520 [mm]	Virker på segmentene:	9 10 11 12 13 14 15		
4	Lett tak	Varighetsklasse: P	1	Vertikal ford.last	p1 = -15,00 p2 = -8,00 [kN/m] x1 = -844 x2 = 32637 [mm]	Virker på segmentene:	1 2 3 4 5 6 7		
5	Snølast	Varighetsklasse: B	Lasttilfellet er generert av snølastveiviseren med følgende data: Karakteristisk snølast på mark: 4,5000 kN/m ² Konstruksjonstype: Pulttak Formfaktorer: my1 = 0.80						
1	Vertikal proj.last	p1 = -54,00 p2 = -27,00 [kN/m] x1 = -800 x2 = 32570 [mm]	Virker på segmentene:	1 2 3 4 5 6 7					

1.6 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

1 $1.05 \cdot \text{Vind} + 1.05 \cdot \text{Punktlast} + 1.05 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.05 \cdot \text{Lett tak} + 1.05 \cdot \text{Snølast} + 1.35 \cdot \langle \text{kt} \rangle$ (Bruddgrensetilstand)

1,05 (1.00) * Vind
 1,05 (1.00) * Punktlast
 1,05 (1.00) * Vent, lys, romdeler
 1,05 (1.00) * Lett tak
 1,05 (1.00) * Snølast
 1,35 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

2 $1.05 \cdot \text{Vind} + 1.05 \cdot \text{Punktlast} + 1.05 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.05 \cdot \text{Lett tak} + 1.05 \cdot \text{Snølast} + 1.00 \cdot \langle \text{kt} \rangle$ (Bruddgrensetilstand)

1,05 (1.00) * Vind
 1,05 (1.00) * Punktlast
 1,05 (1.00) * Vent, lys, romdeler
 1,05 (1.00) * Lett tak
 1,05 (1.00) * Snølast
 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

3 $1.50 \cdot \text{Vind} + 1.50 \cdot \text{Punktlast} + 1.50 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.50 \cdot \text{Lett tak} + 1.50 \cdot \text{Snølast} + 1.20 \cdot \langle \text{kt} \rangle$ (Bruddgrensetilstand)

1,50 (1.00) * Vind
 1,50 (1.00) * Punktlast
 1,50 (1.00) * Vent, lys, romdeler
 1,50 (1.00) * Lett tak
 1,50 (1.00) * Snølast
 1,20 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

4 $1.50 \cdot \text{Vind} + 1.50 \cdot \text{Punktlast} + 1.50 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.50 \cdot \text{Lett tak} + 1.50 \cdot \text{Snølast} + 1.00 \cdot \langle \text{kt} \rangle$ (Bruddgrensetilstand)

1,50 (1.00) * Vind
 1,50 (1.00) * Punktlast
 1,50 (1.00) * Vent, lys, romdeler
 1,50 (1.00) * Lett tak
 1,50 (1.00) * Snølast
 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

5 $0.90 \cdot \text{Snølast} + 0.90 \cdot \text{Vind} + 0.90 \cdot \text{Punktlast} + 0.90 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 0.90 \cdot \text{Lett tak} + 1.00 \cdot \langle \text{kt} \rangle$ (Bruddgrensetilstand)

0,90 (1.00) * Snølast
 0,90 (1.00) * Vind
 0,90 (1.00) * Punktlast
 0,90 (1.00) * Vent, lys, romdeler
 0,90 (1.00) * Lett tak
 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
1	13,1 (1)	7,6 (1)	0,771 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	13,1 (1)	7,6 (1)	0,771 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
2	0,0 (1)	0,0 (1)	0,665 (1)	-81,90 (5)	1718,88 (3)	0,00 (1)	max

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER fortsatt

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
3	0,0 (1)	0,0 (1)	0,665 (1)	-136,50 (4)	1050,69 (5)	0,00 (1)	min
	15,6 (1)	-1,7 (1)	0,773 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
4	15,6 (1)	-1,7 (1)	0,773 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	6,0 (1)	-31,2 (1)	0,625 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
5	6,0 (1)	-31,2 (1)	0,625 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	29,0 (1)	-60,6 (1)	0,467 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
6	29,0 (1)	-60,6 (1)	0,467 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	19,2 (1)	-79,0 (1)	0,370 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
7	19,2 (1)	-79,0 (1)	0,370 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	32,6 (1)	-93,1 (1)	0,177 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
8	32,6 (1)	-93,1 (1)	0,177 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	28,2 (1)	-98,4 (1)	0,068 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
9	28,2 (1)	-98,4 (1)	0,068 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	28,4 (1)	-97,6 (1)	-0,102 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
10	28,4 (1)	-97,6 (1)	-0,102 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	31,9 (1)	-91,4 (1)	-0,183 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
11	31,9 (1)	-91,4 (1)	-0,183 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	18,8 (1)	-78,9 (1)	-0,303 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
12	18,8 (1)	-78,9 (1)	-0,303 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	30,6 (1)	-64,6 (1)	-0,342 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
13	30,6 (1)	-64,6 (1)	-0,342 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	6,7 (1)	-45,1 (1)	-0,410 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
14	6,7 (1)	-45,1 (1)	-0,410 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	25,2 (1)	-25,5 (1)	-0,499 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
15	25,2 (1)	-25,5 (1)	-0,499 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	-5,9 (1)	-2,1 (1)	-0,540 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
16	-5,9 (1)	-2,1 (1)	-0,540 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
	20,3 (1)	0,0 (1)	-0,545 (1)	0,00 (1)	1640,87 (3)	0,00 (1)	max
	20,3 (1)	0,0 (1)	-0,545 (1)	0,00 (1)	1005,42 (5)	0,00 (1)	min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt

Segment Nr	Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]		
		1	2								
1	bj-rt	1	3	0	0,00 (2)	17,90 (3)	4,78 (3)	13,1 (1)	7,6 (1)	max	
					-0,00 (3)	10,82 (5)	2,89 (5)	13,1 (1)	7,6 (1)	min	
					362	6,48 (3)	35,75 (3)	9,55 (3)	14,4 (1)	2,9 (1)	max
						3,92 (5)	21,61 (5)	5,77 (5)	14,4 (1)	2,9 (1)	min
					725	25,90 (3)	53,60 (3)	14,32 (3)	15,6 (1)	-1,7 (1)	max
				15,66 (5)	32,40 (5)	8,66 (5)	15,6 (1)	-1,7 (1)	min		
2	bj-rt	3	5	0	25,90 (3)	-125,29 (5)	-1193,97 (5)	15,6 (1)	-1,7 (1)	max	
					15,66 (5)	-206,83 (3)	-1950,99 (3)	15,6 (1)	-1,7 (1)	min	
					1125	-125,31 (5)	-92,48 (5)	-1185,18 (5)	19,3 (1)	-17,3 (1)	max
						-206,81 (3)	-152,57 (3)	-1936,45 (3)	19,3 (1)	-17,3 (1)	min
					2250	-192,45 (5)	-25,52 (4)	-1167,74 (5)	22,5 (1)	-31,3 (1)	max
						-317,41 (3)	-46,71 (3)	-1907,60 (3)	22,5 (1)	-31,3 (1)	min
					3375	-186,95 (5)	61,07 (3)	-1150,58 (5)	25,2 (1)	-43,0 (1)	max
						-307,87 (3)	36,64 (5)	-1879,23 (3)	25,2 (1)	-43,0 (1)	min
3	bj-rt	5	7	0	64,48 (4)	-123,58 (5)	-2454,07 (5)	29,0 (1)	-60,6 (1)	max	

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt	M	V	N	u	w	
	1	2	[mm]	[kN·m]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	
				37,22 (5)	-204,30 (3)	-4009,53 (3)	29,0 (1)	-60,6 (1)	min
			1125	-101,83 (5)	-93,41 (5)	-2445,99 (5)	30,6 (1)	-70,6 (1)	max
				-166,11 (3)	-154,42 (3)	-3996,17 (3)	30,6 (1)	-70,6 (1)	min
			2250	-172,97 (5)	-33,59 (5)	-2429,96 (5)	31,9 (1)	-79,2 (1)	max
				-283,73 (3)	-55,53 (3)	-3969,67 (3)	31,9 (1)	-79,2 (1)	min
			3375	-177,40 (5)	42,89 (3)	-2414,21 (5)	32,7 (1)	-85,7 (1)	max
				-291,08 (3)	23,89 (3)	-3943,65 (3)	32,7 (1)	-85,7 (1)	min
			4501	-116,30 (5)	136,97 (3)	-2398,75 (5)	32,9 (1)	-90,2 (1)	max
				-190,13 (3)	82,90 (5)	-3918,09 (3)	32,9 (1)	-90,2 (1)	min
			5626	17,95 (4)	184,21 (3)	-2391,08 (5)	32,6 (1)	-93,1 (1)	max
				9,14 (5)	111,49 (5)	-3905,43 (3)	32,6 (1)	-93,1 (1)	min
4	bj-rt	7	9	0	17,95 (4)	-105,85 (5)	-2650,24 (5)	32,6 (1)	-93,1 (1) max
					9,14 (5)	-174,87 (3)	-4327,10 (3)	32,6 (1)	-93,1 (1) min
				1125	-109,95 (5)	-78,31 (5)	-2642,86 (5)	32,7 (1)	-97,4 (1) max
					-179,61 (3)	-129,37 (3)	-4314,91 (3)	32,7 (1)	-97,4 (1) min
				2250	-167,07 (5)	-22,71 (3)	-2628,24 (5)	32,4 (1)	-100,2 (1) max
					-273,99 (3)	-40,31 (3)	-4290,76 (3)	32,4 (1)	-100,2 (1) min
				3375	-163,40 (5)	49,08 (3)	-2613,90 (5)	31,5 (1)	-101,1 (1) max
					-267,98 (3)	29,75 (5)	-4267,09 (3)	31,5 (1)	-101,1 (1) min
				4501	-100,12 (5)	135,68 (3)	-2599,85 (5)	30,1 (1)	-100,0 (1) max
					-163,54 (3)	82,20 (5)	-4243,89 (3)	30,1 (1)	-100,0 (1) min
				5626	37,93 (4)	178,54 (3)	-2592,89 (5)	28,4 (1)	-97,6 (1) max
					21,59 (5)	108,17 (5)	-4232,40 (3)	28,4 (1)	-97,6 (1) min
5	bj-rt	9	11	0	37,93 (4)	-93,61 (5)	-2247,25 (5)	28,4 (1)	-97,6 (1) max
					21,59 (5)	-154,56 (3)	-3666,05 (3)	28,4 (1)	-97,6 (1) min
				1125	-83,74 (5)	-68,70 (5)	-2240,58 (5)	27,2 (1)	-96,6 (1) max
					-136,56 (3)	-113,46 (3)	-3655,04 (3)	27,2 (1)	-96,6 (1) min
				2250	-133,02 (5)	-17,85 (3)	-2227,37 (5)	25,7 (1)	-94,4 (1) max
					-217,97 (3)	-33,69 (3)	-3633,25 (3)	25,7 (1)	-94,4 (1) min
				3375	-127,42 (5)	47,45 (3)	-2214,45 (5)	23,7 (1)	-90,6 (1) max
					-208,86 (3)	28,83 (5)	-3611,93 (3)	23,7 (1)	-90,6 (1) min
				4501	-68,15 (5)	125,27 (3)	-2201,80 (5)	21,4 (1)	-85,2 (1) max
					-111,20 (3)	76,01 (5)	-3591,07 (3)	21,4 (1)	-85,2 (1) min
				5626	73,17 (4)	163,74 (3)	-2195,55 (5)	18,8 (1)	-78,9 (1) max
					43,63 (5)	99,34 (5)	-3580,77 (3)	18,8 (1)	-78,9 (1) min
6	bj-rt	11	13	0	73,17 (4)	-82,42 (5)	-1491,70 (5)	18,8 (1)	-78,9 (1) max
					43,63 (5)	-135,91 (3)	-2430,90 (3)	18,8 (1)	-78,9 (1) min
				1125	-49,11 (5)	-60,14 (5)	-1485,73 (5)	16,9 (1)	-74,0 (1) max
					-79,88 (3)	-99,19 (3)	-2421,06 (3)	16,9 (1)	-74,0 (1) min
				2250	-91,71 (5)	-14,33 (3)	-1473,94 (5)	14,7 (1)	-68,3 (1) max
					-150,17 (3)	-28,42 (3)	-2401,62 (3)	14,7 (1)	-68,3 (1) min
				3375	-85,37 (5)	44,17 (3)	-1462,42 (5)	12,3 (1)	-61,5 (1) max
					-139,82 (3)	26,86 (5)	-2382,65 (3)	12,3 (1)	-61,5 (1) min
				4501	-31,27 (5)	113,21 (3)	-1451,19 (5)	9,5 (1)	-53,6 (1) max
					-50,79 (3)	68,78 (5)	-2364,15 (3)	9,5 (1)	-53,6 (1) min
				5626	114,94 (3)	147,30 (3)	-1445,64 (5)	6,7 (1)	-45,1 (1) max
					69,41 (5)	89,48 (5)	-2355,02 (3)	6,7 (1)	-45,1 (1) min
7	bj-rt	13	15	0	114,94 (3)	-88,76 (5)	-499,85 (5)	6,7 (1)	-45,1 (1) max
					69,41 (5)	-146,17 (3)	-813,21 (3)	6,7 (1)	-45,1 (1) min
				1124	-30,39 (5)	-69,13 (5)	-494,59 (5)	4,6 (1)	-38,2 (1) max
					-49,39 (3)	-113,86 (3)	-804,55 (3)	4,6 (1)	-38,2 (1) min
				2249	-86,05 (5)	-30,40 (5)	-484,21 (5)	2,4 (1)	-30,8 (1) max
					-141,08 (3)	-50,12 (3)	-787,47 (3)	2,4 (1)	-30,8 (1) min
				3373	-98,75 (5)	15,56 (3)	-474,12 (5)	-0,1 (1)	-22,3 (1) max
					-162,10 (3)	3,58 (3)	-770,86 (3)	-0,1 (1)	-22,3 (1) min
				4497	-69,67 (5)	72,09 (3)	-464,30 (5)	-2,8 (1)	-12,6 (1) max

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
	1	2							
			5622	-114,42 (3) 0,00 (3) -0,00 (1)	43,91 (5) 101,77 (3) 61,97 (5)	-754,73 (3) -459,46 (5) -746,77 (3)	-2,8 (1) -5,9 (1) -5,9 (1)	-12,6 (1) -2,1 (1) -2,1 (1)	min max min
9 bj-rt	2	4	0	0,00 (1) -0,00 (2)	-27,48 (5) -44,67 (3)	23,62 (4) 13,98 (5)	0,0 (1) 0,0 (1)	0,0 (1) 0,0 (1)	max min
			692	-19,01 (5) -30,89 (3)	-24,51 (5) -39,98 (3)	24,49 (4) 14,55 (5)	1,5 (1) 1,5 (1)	-8,0 (1) -8,0 (1)	max min
			1383	-33,91 (5) -55,30 (3)	-17,15 (5) -28,39 (3)	26,67 (3) 15,96 (5)	3,0 (1) 3,0 (1)	-15,9 (1) -15,9 (1)	max min
			2766	-51,56 (5) -84,93 (3)	-12,76 (5) -21,48 (4)	27,97 (3) 16,80 (5)	6,0 (1) 6,0 (1)	-31,2 (1) -31,2 (1)	max min
10 bj-rt	4	6	0	-51,56 (5) -84,93 (3)	-26,37 (5) -42,23 (3)	3342,69 (3) 2043,45 (5)	6,0 (1) 6,0 (1)	-31,2 (1) -31,2 (1)	max min
			1383	-88,03 (5) -143,34 (3)	-20,69 (5) -33,28 (3)	3344,40 (3) 2044,54 (5)	9,8 (1) 9,8 (1)	-45,6 (1) -45,6 (1)	max min
			2766	-108,79 (5) -176,99 (3)	-9,43 (5) -15,62 (3)	3347,80 (3) 2046,69 (5)	13,3 (1) 13,3 (1)	-58,6 (1) -58,6 (1)	max min
			4149	-114,12 (5) -186,35 (3)	3,30 (3) 0,09 (4)	3351,13 (3) 2048,81 (5)	16,4 (1) 16,4 (1)	-69,7 (1) -69,7 (1)	max min
			5533	-104,30 (5) -171,88 (3)	10,46 (3) 7,10 (5)	3352,77 (3) 2049,85 (5)	19,2 (1) 19,2 (1)	-79,0 (1) -79,0 (1)	max min
11 bj-rt	6	8	0	-104,30 (5) -171,88 (3)	-13,39 (5) -20,78 (3)	4340,81 (3) 2656,20 (5)	19,2 (1) 19,2 (1)	-79,0 (1) -79,0 (1)	max min
			1383	-122,81 (5) -200,62 (3)	-8,11 (5) -12,51 (3)	4342,39 (3) 2657,21 (5)	22,0 (1) 22,0 (1)	-86,9 (1) -86,9 (1)	max min
			2766	-126,75 (5) -206,48 (3)	4,56 (3) 1,63 (3)	4345,52 (3) 2659,21 (5)	24,5 (1) 24,5 (1)	-92,7 (1) -92,7 (1)	max min
			4149	-116,38 (5) -189,93 (3)	19,90 (3) 12,57 (5)	4348,59 (3) 2661,16 (5)	26,5 (1) 26,5 (1)	-96,5 (1) -96,5 (1)	max min
			5532	-91,99 (5) -151,43 (3)	27,84 (3) 17,63 (5)	4350,10 (3) 2662,13 (5)	28,2 (1) 28,2 (1)	-98,4 (1) -98,4 (1)	max min
12 bj-rt	8	10	0	-91,99 (5) -151,43 (3)	-9,83 (5) -14,97 (3)	4093,48 (3) 2506,85 (5)	28,2 (1) 28,2 (1)	-98,4 (1) -98,4 (1)	max min
			1383	-105,58 (5) -172,14 (3)	-4,72 (4) -7,62 (3)	4094,94 (3) 2507,78 (5)	29,6 (1) 29,6 (1)	-99,2 (1) -99,2 (1)	max min
			2766	-105,72 (5) -171,84 (3)	7,72 (3) 4,58 (1)	4097,81 (3) 2509,62 (5)	30,7 (1) 30,7 (1)	-98,3 (1) -98,3 (1)	max min
			4149	-92,68 (5) -151,00 (3)	22,32 (3) 14,09 (5)	4100,62 (3) 2511,42 (5)	31,4 (1) 31,4 (1)	-95,6 (1) -95,6 (1)	max min
			5533	-66,75 (5) -110,10 (3)	29,57 (3) 18,75 (5)	4102,01 (3) 2512,31 (5)	31,9 (1) 31,9 (1)	-91,4 (1) -91,4 (1)	max min
13 bj-rt	10	12	0	-66,75 (5) -110,10 (3)	-5,77 (5) -8,33 (3)	3111,34 (3) 1907,02 (5)	31,9 (1) 31,9 (1)	-91,4 (1) -91,4 (1)	max min
			1383	-74,73 (5) -121,63 (3)	-0,08 (4) -2,59 (3)	3112,66 (3) 1907,87 (5)	31,9 (1) 31,9 (1)	-86,4 (1) -86,4 (1)	max min
			2766	-70,37 (5) -114,03 (3)	12,29 (3) 7,50 (5)	3115,28 (3) 1909,56 (5)	31,7 (1) 31,7 (1)	-80,2 (1) -80,2 (1)	max min
			4149	-53,98 (5) -87,77 (3)	25,56 (3) 16,11 (5)	3117,83 (3) 1911,21 (5)	31,2 (1) 31,2 (1)	-72,9 (1) -72,9 (1)	max min
			5533	-25,81 (5) -43,46 (4)	32,13 (3) 20,36 (5)	3119,08 (3) 1912,02 (5)	30,6 (1) 30,6 (1)	-64,6 (1) -64,6 (1)	max min
14 bj-rt	12	14	0	-25,81 (5) -43,46 (4)	-18,98 (5) -29,73 (3)	1676,47 (3) 1028,29 (5)	30,6 (1) 30,6 (1)	-64,6 (1) -64,6 (1)	max min
			1383	-52,06 (5)	-14,93 (5)	1677,66 (3)	29,5 (1)	-56,4 (1)	max

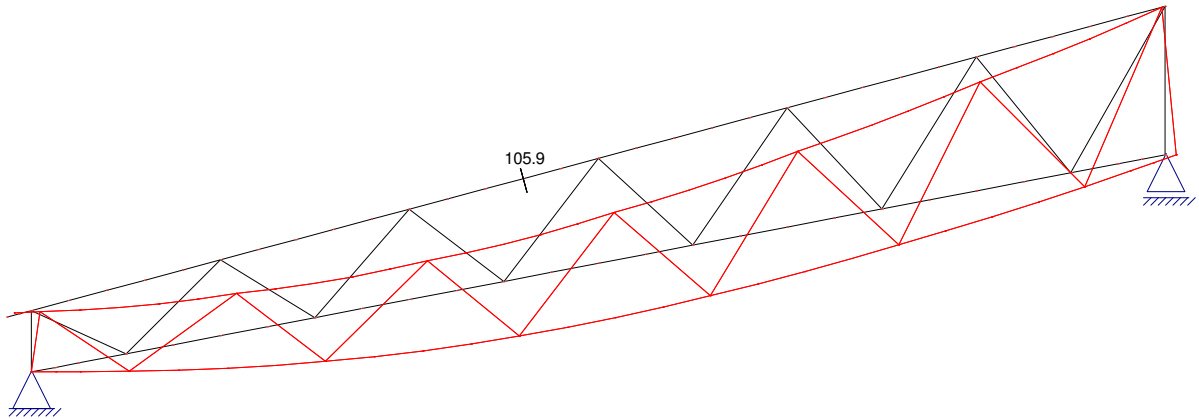
2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
	1	2							
				-84,45 (3)	-23,50 (3)	1029,06 (5)	29,5 (1)	-56,4 (1)	min
			2766	-67,11 (5)	-6,93 (5)	1680,01 (3)	28,3 (1)	-47,2 (1)	max
				-108,33 (3)	-11,23 (3)	1030,59 (5)	28,3 (1)	-47,2 (1)	min
			4149	-71,23 (5)	1,84 (3)	1682,30 (3)	26,9 (1)	-37,0 (1)	max
				-115,43 (3)	-0,25 (4)	1032,08 (5)	26,9 (1)	-37,0 (1)	min
			5532	-64,73 (5)	6,66 (3)	1683,43 (3)	25,2 (1)	-25,5 (1)	max
				-106,22 (3)	4,71 (5)	1032,82 (5)	25,2 (1)	-25,5 (1)	min
15	bj-rt	14	16	0	-64,73 (5)	32,90 (3)	6,29 (3)	25,2 (1)	-25,5 (1) max
					-106,22 (3)	19,79 (5)	3,79 (5)	25,2 (1)	-25,5 (1) min
			1381		-37,39 (5)	37,09 (3)	7,10 (3)	22,8 (1)	-13,1 (1) max
					-60,79 (3)	22,54 (5)	4,31 (5)	22,8 (1)	-13,1 (1) min
			2072		-19,93 (5)	44,01 (3)	8,42 (3)	21,6 (1)	-6,6 (1) max
					-32,28 (3)	27,08 (5)	5,18 (5)	21,6 (1)	-6,6 (1) min
			2762		0,00 (4)	46,75 (3)	8,94 (3)	20,3 (1)	0,0 (1) max
					-0,00 (1)	28,87 (5)	5,52 (5)	20,3 (1)	0,0 (1) min
16	stav	2	3			-1022,76 (5)	15,6 (1)	-1,7 (1)	max
						-1673,99 (3)	15,6 (1)	-1,7 (1)	min
17	stav	3	4			2013,22 (3)	6,0 (1)	-31,2 (1)	max
						1232,41 (5)	6,0 (1)	-31,2 (1)	min
18	stav	4	5			-1229,20 (5)	29,0 (1)	-60,6 (1)	max
						-2013,23 (3)	29,0 (1)	-60,6 (1)	min
19	stav	5	6			656,62 (3)	19,2 (1)	-79,0 (1)	max
						404,62 (5)	19,2 (1)	-79,0 (1)	min
20	stav	6	7			-386,47 (5)	32,6 (1)	-93,1 (1)	max
						-632,66 (3)	32,6 (1)	-93,1 (1)	min
21	stav	7	8			-75,51 (5)	28,2 (1)	-98,4 (1)	max
						-128,64 (4)	28,2 (1)	-98,4 (1)	min
22	stav	8	9			233,80 (3)	28,4 (1)	-97,6 (1)	max
						143,38 (5)	28,4 (1)	-97,6 (1)	min
23	stav	9	10			-405,17 (5)	31,9 (1)	-91,4 (1)	max
						-665,70 (3)	31,9 (1)	-91,4 (1)	min
24	stav	10	11			838,07 (3)	18,8 (1)	-78,9 (1)	max
						513,65 (5)	18,8 (1)	-78,9 (1)	min
25	stav	11	12			-638,03 (5)	30,6 (1)	-64,6 (1)	max
						-1044,25 (3)	30,6 (1)	-64,6 (1)	min
26	stav	12	13			1309,41 (3)	6,7 (1)	-45,1 (1)	max
						803,77 (5)	6,7 (1)	-45,1 (1)	min
27	stav	13	14			-845,06 (5)	25,2 (1)	-25,5 (1)	max
						-1379,52 (3)	25,2 (1)	-25,5 (1)	min
28	stav	14	15			1578,26 (3)	-5,9 (1)	-2,1 (1)	max
						969,74 (5)	-5,9 (1)	-2,1 (1)	min
29	stav	16	15			-971,63 (5)	-5,9 (1)	-2,1 (1)	max
						-1587,41 (3)	-5,9 (1)	-2,1 (1)	min

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

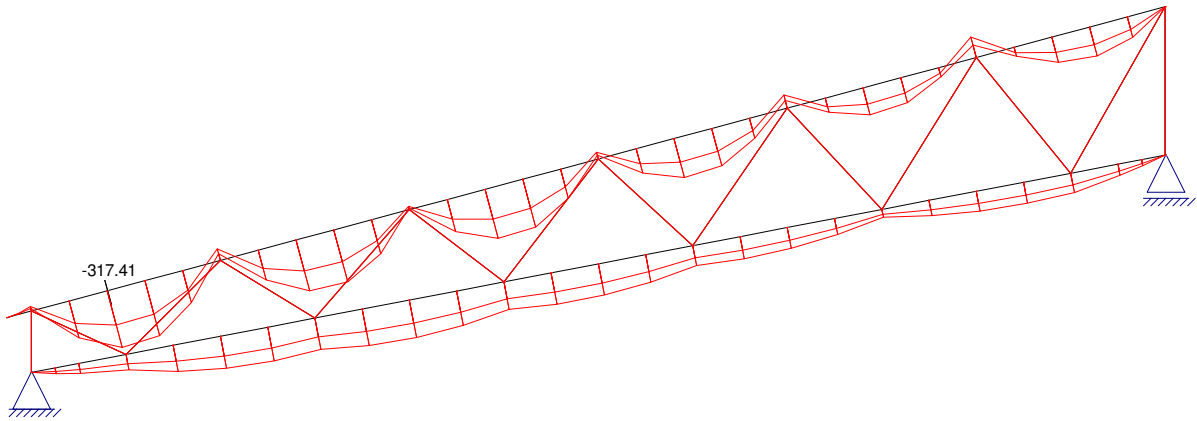
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.3 Forskyvningsdiagram



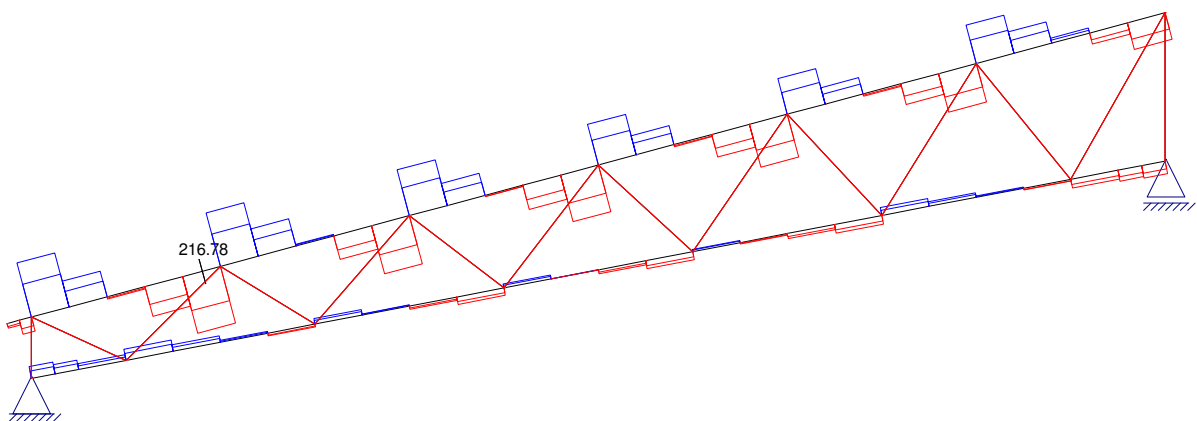
Største forskyvning: 105.9 mm (Bruksgrensetilstand)

2.4 Momentdiagram



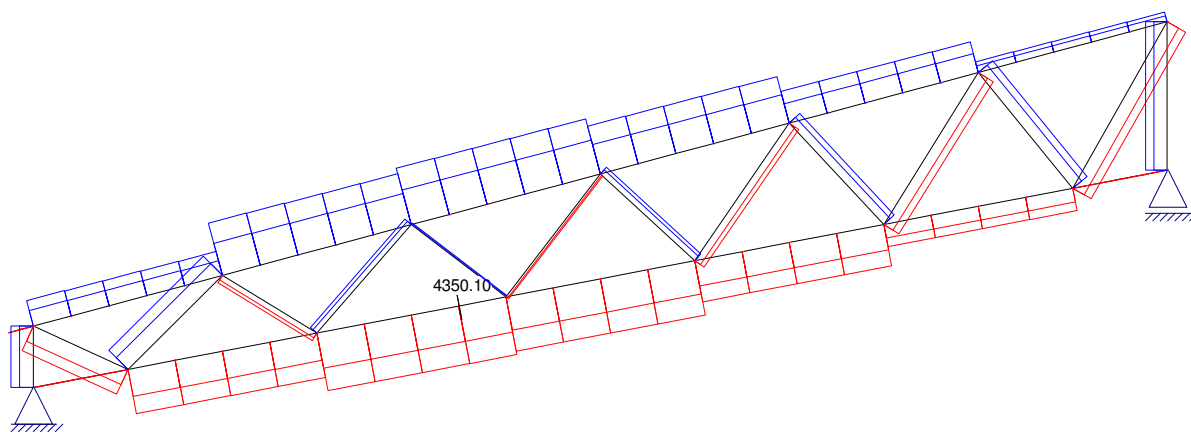
Største moment: -317.41 kN·m

2.5 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: 216.78 kN

2.6 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: 4350.10 kN

3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt

Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapabilitetsutnyttelse			Lastkomb.
						Kombi	Skjær	Tv.str.	
1	bj-rt	1	0	9,55	6,48	35,75	0,01	0,09	3
			362	9,55	6,48	35,75	0,01	0,09	3
		3	725	14,32	25,90	53,60	0,02	0,09	3
2	bj-rt	3	0	-1950,99	25,90	-206,83	0,30	0,36	3
			1125	-1936,45	-206,81	-152,57	0,46	0,36	3
			2250	-1907,60	-317,41	-44,91	0,55	0,17	3
			3375	-1879,23	-307,87	60,99	0,54	0,20	3
			4501	-1851,32	-180,16	165,14	0,42	0,38	3
5	5626	-1837,49	63,75	216,78	0,31	0,38	3		
3	bj-rt	5	0	-4009,53	63,75	-204,30	0,63	0,36	3
			1125	-3996,17	-166,11	-154,42	0,73	0,36	3
			2250	-3969,67	-283,73	-55,53	0,84	0,18	3
			3375	-3943,65	-291,08	41,59	0,85	0,16	3
			4501	-3918,09	-190,13	136,97	0,74	0,32	3
7	5626	-3905,43	17,13	184,21	0,56	0,32	3		
4	bj-rt	7	0	-4327,10	17,13	-174,87	0,62	0,31	3
			1125	-4314,91	-179,61	-129,37	0,79	0,31	3
			2250	-4290,76	-273,99	-39,27	0,88	0,15	3
			3375	-4267,09	-267,98	49,08	0,87	0,16	3

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr	Type	Kn.pkt	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.
							Kombi	Skjær	Tv.str.	
			4501	-4243,89	-163,54	135,68	0,76	0,31		3
		9	5626	-4232,40	37,34	178,54	0,63	0,31		3
5	bj-rt	9	0	-3666,05	37,34	-154,56	0,55	0,27		3
			1125	-3655,04	-136,56	-113,46	0,65	0,27		3
			2250	-3633,25	-217,97	-32,13	0,73	0,13		3
			3375	-3611,93	-208,86	47,45	0,71	0,15		3
			4501	-3591,07	-111,20	125,27	0,61	0,29		3
		11	5626	-3580,77	73,03	163,74	0,57	0,29		3
6	bj-rt	11	0	-2430,90	73,03	-135,91	0,41	0,24		3
			1125	-2421,06	-79,88	-99,19	0,41	0,24		3
			2250	-2401,62	-150,17	-26,63	0,48	0,11		3
			3375	-2382,65	-139,82	44,17	0,46	0,14		3
			4501	-2364,15	-50,79	113,21	0,38	0,26		3
		13	5626	-2355,02	114,94	147,30	0,44	0,26		3
7	bj-rt	13	0	-813,21	114,94	-146,17	0,21	0,26		3
			1124	-804,55	-49,39	-113,86	0,16	0,26		3
			2249	-787,47	-141,08	-50,12	0,23	0,14		3
			3373	-770,86	-162,10	11,86	0,25	0,07		3
			4497	-754,73	-114,42	72,09	0,20	0,18		3
		15	5622	-746,77	0,00	101,77	0,10	0,18		3
9	bj-rt	2	0	23,52	0,00	-44,67	0,00	0,08		3
			692	24,42	-30,89	-39,98	0,03	0,08		3
			1383	26,64	-55,04	-28,39	0,05	0,06		3
		4	2766	27,97	-84,93	-21,42	0,07	0,04		3
10	bj-rt	4	0	3342,69	-84,93	-42,23	0,59	0,07		3
			1383	3344,40	-143,34	-33,28	0,64	0,07		3
			2766	3347,80	-176,99	-15,55	0,67	0,04		3
			4149	3351,13	-186,35	1,85	0,67	0,02		3
		6	5533	3352,77	-171,88	10,46	0,66	0,02		3
11	bj-rt	6	0	4340,81	-171,88	-20,78	0,82	0,04		3
			1383	4342,39	-200,62	-12,51	0,84	0,04		3
			2766	4345,52	-206,48	3,87	0,85	0,02		3
			4149	4348,59	-189,93	19,90	0,83	0,05		3
		8	5532	4350,10	-151,43	27,84	0,80	0,05		3
12	bj-rt	8	0	4093,48	-151,43	-14,97	0,76	0,03		3
			1383	4094,94	-172,14	-7,38	0,78	0,03		3
			2766	4097,81	-171,84	7,64	0,78	0,03		3
			4149	4100,62	-151,00	22,32	0,76	0,05		3
		10	5533	4102,01	-110,10	29,57	0,73	0,05		3
13	bj-rt	10	0	3111,34	-110,10	-8,33	0,57	0,01		3
			1383	3112,66	-121,63	-1,42	0,58	0,01		3
			2766	3115,28	-114,03	12,24	0,58	0,03		3
			4149	3117,83	-87,77	25,56	0,56	0,06		3
		12	5533	3119,08	-43,33	32,13	0,52	0,06		3
14	bj-rt	12	0	1676,47	-43,33	-29,73	0,30	0,05		3
			1383	1677,66	-84,45	-23,50	0,33	0,05		3
			2766	1680,01	-108,33	-11,20	0,35	0,03		3
			4149	1682,30	-115,43	0,76	0,36	0,01		3
		14	5532	1683,43	-106,22	6,66	0,35	0,01		3
15	bj-rt	14	0	6,29	-106,22	32,90	0,09	0,06		3

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.
						Kombi	Skjær	Tv.str.	
		1381	7,10	-60,79	37,09	0,05	0,07		3
		2072	8,42	-32,28	44,01	0,03	0,08		3
	16	2762	8,94	-0,00	46,75	0,00	0,08		3
16	stav		-1673,99	0,00	0,00	0,54			3
17	stav		2013,22	0,00	0,00	0,77			3
18	stav		-2013,23	0,00	0,00	0,80			3
19	stav		656,62	0,00	0,00	0,25			3
20	stav		-632,66	0,00	0,00	0,37			3
21	stav		-128,64	0,00	0,00	0,06			4
22	stav		233,80	0,00	0,00	0,11			3
23	stav		-665,70	0,00	0,00	0,35			3
24	stav		838,07	0,00	0,00	0,38			3
25	stav		-1044,25	0,00	0,00	0,42			3
26	stav		1309,41	0,00	0,00	0,50			3
27	stav		-1379,52	0,00	0,00	0,59			3
28	stav		1578,26	0,00	0,00	0,61			3
29	stav		-1587,41	0,00	0,00	0,27			3

Kapasitetskontrollen er utført etter NS 3470, utgave 5 (1999)

3.2 FORUTSETNINGER

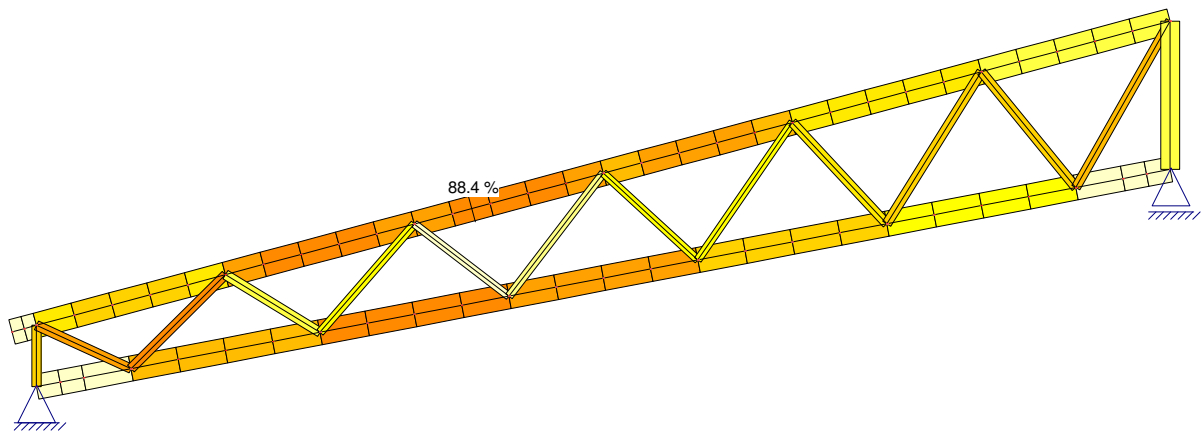
Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Kneklengde i planet [mm]	Kneklengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
1	725	725	725	725	
2	5626	5626	5626	5626	
3	5626	5626	5626	5626	
4	5626	5626	5626	5626	
5	5626	5626	5626	5626	
6	5626	5626	5626	5626	
7	5622	5622	5622	5622	
9	2766	2766	2766	2766	
10	5533	5533	5533	5533	
11	5532	5532	5532	5532	
12	5533	5533	5533	5533	
13	5533	5533	5533	5533	
14	5532	5532	5532	5532	
15	2762	2762	2762	2762	
16	1762	1762	1762		
17	2987	2987	2987		
18	3829	3829	3829		
19	3183	3183	3183		

3.2 FORUTSETNINGER fortsatt

Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
20	4133	4133	4133		
21	3419	3419	3419		
22	4455	4455	4455		
23	3686	3686	3686		
24	4792	4792	4792		
25	3979	3979	3979		
26	5140	5140	5140		
27	4293	4293	4293		
28	5495	5495	5495		
29	4260	4260	4260		



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 88.4 %

Prosjekt: Fagverk nr 3

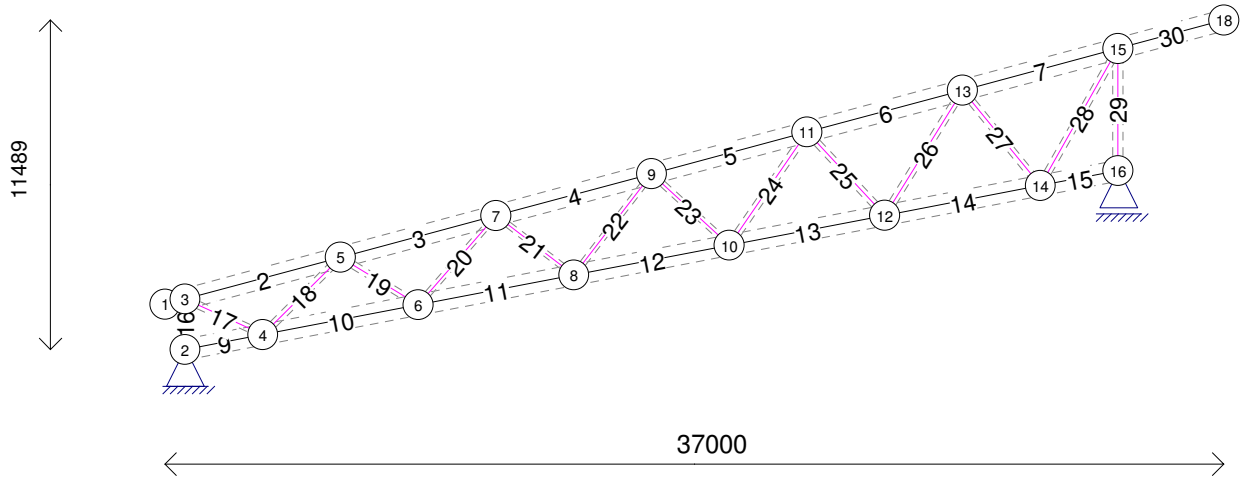
Beregning utført 23.05.2009 11:15:37

Focus 2D Konstruksjon
BEREGNING AV PLANE KONSTRUKSJONER

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	1
1.1	KNUTEPUNKTSDATA	1
1.2	TVERRSNITTSDATA	1
1.3	SEGMENTDATA	2
1.4	MATERIALTYPER	2
1.5	LASTTILFELLER	3
1.6	LASTKOMBINASJON	4
2.	STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori	4
2.1	KNUTEPUNKTSRESULTATER	4
2.2	SEGMENTRESULTATER - Alle snitt	5
2.3	Forskyvningsdiagram	9
2.4	Momentdiagram	10
2.5	Skjærkraftdiagram	10
2.6	Aksialkraftdiagram	11
3.	KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori	11
3.1	UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt	11
3.2	FORUTSETNINGER	13
3.3	Kapasitetskart	14

1. KONSTRUKSJONSMODELLO OG LASTER



1.1 KNUTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	-700	1575			
2	0	0	F	F	
3	0	1762			
4	2717	520			
5	5434	3218			
6	8151	1560			
7	10868	4674			
8	13585	2599			
9	16302	6130			
10	19019	3639			
11	21736	7586			
12	24453	4679			
13	27170	9042			
14	29887	5718			
15	32600	10497			
16	32600	6237		F	
18	36300	11489			

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

1.2 TVERRSNITTSDATA

Nr	Navn	Parametre		
1	Limtre 600x720	A =	432000 mm ²	I = 1,87e+010 mm ⁴
		b =	600,0 mm	h = 720,0 mm

1.2 TVERRSNITTSDATA fortsatt

Nr	Navn	Parametre	
		Total vekt i konstruksjonen:	154,43 kN
2	Limtre 600x360	A = 216000 mm ² b = 600,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	l = 2,33e+009 mm ⁴ h = 360,0 mm 6,50 kN
3	Limtre 600x270	A = 162000 mm ² b = 600,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	l = 9,84e+008 mm ⁴ h = 270,0 mm 27,30 kN
4	Limtre 600x225	A = 135000 mm ² b = 600,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	l = 5,70e+008 mm ⁴ h = 225,0 mm 10,59 kN

1.3 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	3	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
2	bj-rt	3	5	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
3	bj-rt	5	7	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
4	bj-rt	7	9	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
5	bj-rt	9	11	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
6	bj-rt	11	13	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
7	bj-rt	13	15	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
9	bj-rt	2	4	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
10	bj-rt	4	6	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
11	bj-rt	6	8	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
12	bj-rt	8	10	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
13	bj-rt	10	12	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
14	bj-rt	12	14	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
15	bj-rt	14	16	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0
16	stav	2	3	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 600x360	0,0	0,0
17	stav	3	4	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
18	stav	4	5	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
19	stav	5	6	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
20	stav	6	7	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 600x225	0,0	0,0
21	stav	7	8	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 600x225	0,0	0,0
22	stav	8	9	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 600x225	0,0	0,0
23	stav	9	10	1	GL36c(L40), limtre	4	Limtre 600x225	0,0	0,0
24	stav	10	11	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
25	stav	11	12	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
26	stav	12	13	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
27	stav	13	14	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
28	stav	14	15	1	GL36c(L40), limtre	3	Limtre 600x270	0,0	0,0
29	stav	16	15	1	GL36c(L40), limtre	2	Limtre 600x360	0,0	0,0
30	bj-rt	15	18	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 600x720	0,0	0,0

1.4 MATERIALTYPER

1	GL36c(L40), limtre		Material:	Limtre
	Kvalitet:	GL36c (L40)	Lamelltykkelse:	33,3 mm
	Klimaklasse:	2	Tyngdetetthet:	5,0 kN/m ³
	Varmeutv.koeff.:	5,00e-006 C ⁻¹		
	Total vekt i konstruksjonen:	198,82 kN		

Karakteristiske fasthetsparametre:

1.4 MATERIALTYPER fortsatt

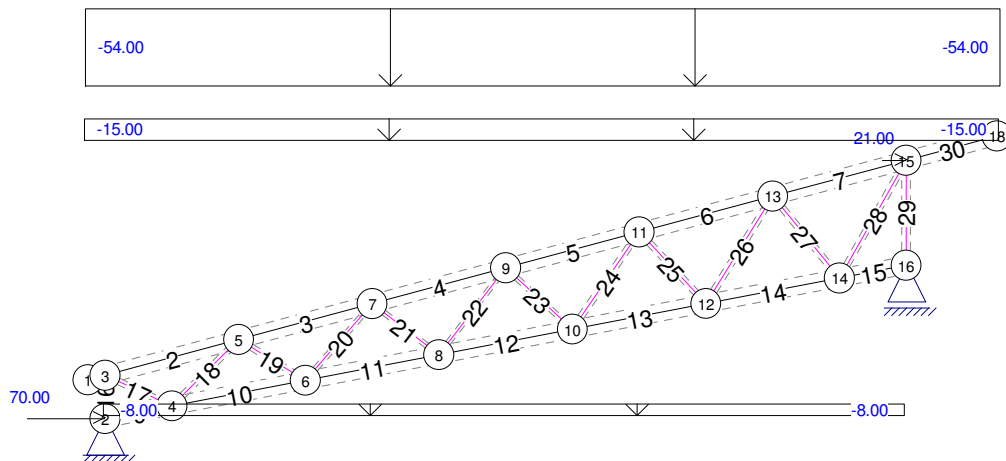
f-mk	36,00 N/mm ²	f-vk	3,00 N/mm ²
f-t0k	22,50 N/mm ²	f-c0k	29,00 N/mm ²
f-t90k	0,50 N/mm ²	f-c90k	6,30 N/mm ²

For lastkombinasjon 1, 2, 3, 4, 5, 6 (Bruddgrensetilstand, Lastvarighet: C):

E-modul deformasjon:	1,1760e+004 N/mm ²	G-modul deformasjon:	6,8000e+002 N/mm ²
E-modul stabilitet:	1,1900e+004 N/mm ²	G-modul stabilitet:	8,5000e+002 N/mm ²

Materialfaktor gamma m 1,25

1.5 LASTTILFELLER



1	Vind	Varighetsklasse: C	1	Konsentrert x-kraft	21,00 kN	på segm.	7	s = 10497 mm
			2	Konsentrert x-kraft	70,00 kN	på segm.	16	s = 0 mm
2	Vent, lys, romdeler	Varighetsklasse: P	1	Vertikal ford.last	p1 = -8,00 p2 = -8,00 [kN/m]	x1 = -77 x2 = 32520 [mm]	Virker på segmentene: 11 12 13 14 15	
			3	Lett tak	Varighetsklasse: P	1	Vertikal ford.last	p1 = -15,00 p2 = -15,00 [kN/m]
4	Snølast	Varighetsklasse: B	Lasttilfellet er generert av snølastveiviseren med følgende data: Karakteristisk snølast på mark: 4,5000 kN/m ² Konstruksjonstype: Pulttak Formfaktorer: my1 = 0.80					
			1	Vertikal proj.last	p1 = -54,00 p2 = -54,00 [kN/m]	x1 = -800 x2 = 36420 [mm]	Virker på segmentene: 1 2 3 4 5 6 7 30	

1.6 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

$$1 \quad 1.05 \cdot \text{Vind} + 1.05 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.05 \cdot \text{Lett tak} + 1.05 \cdot \text{Snølast} + 1.35 \cdot \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &1,05 (1.00) * \text{Vind} \\ &1,05 (1.00) * \text{Vent, lys, romdeler} \\ &1,05 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,05 (1.00) * \text{Snølast} \\ &1,35 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$2 \quad 1.05 \cdot \text{Vind} + 1.05 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.05 \cdot \text{Lett tak} + 1.05 \cdot \text{Snølast} + 1.00 \cdot \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &1,05 (1.00) * \text{Vind} \\ &1,05 (1.00) * \text{Vent, lys, romdeler} \\ &1,05 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,05 (1.00) * \text{Snølast} \\ &1,00 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$3 \quad 1.50 \cdot \text{Vind} + 1.50 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.50 \cdot \text{Lett tak} + 1.50 \cdot \text{Snølast} + 1.20 \cdot \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &1,50 (1.00) * \text{Vind} \\ &1,50 (1.00) * \text{Vent, lys, romdeler} \\ &1,50 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,50 (1.00) * \text{Snølast} \\ &1,20 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$4 \quad 1.50 \cdot \text{Vind} + 1.50 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 1.50 \cdot \text{Lett tak} + 1.50 \cdot \text{Snølast} + 1.00 \cdot \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &1,50 (1.00) * \text{Vind} \\ &1,50 (1.00) * \text{Vent, lys, romdeler} \\ &1,50 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,50 (1.00) * \text{Snølast} \\ &1,00 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$5 \quad 0.90 \cdot \text{Snølast} + 0.90 \cdot \text{Vind} + 0.90 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 0.90 \cdot \text{Lett tak} + 1.00 \cdot \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &0,90 (1.00) * \text{Snølast} \\ &0,90 (1.00) * \text{Vind} \\ &0,90 (1.00) * \text{Vent, lys, romdeler} \\ &0,90 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,00 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$6 \quad 0.90 \cdot \text{Snølast} + 0.90 \cdot \text{Vind} + 0.90 \cdot \text{Vent, lys, romdeler} + 0.90 \cdot \text{Lett tak} + 1.35 \cdot \langle \text{kt} \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &0,90 (1.00) * \text{Snølast} \\ &0,90 (1.00) * \text{Vind} \\ &0,90 (1.00) * \text{Vent, lys, romdeler} \\ &0,90 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,35 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
1	12,1 (1)	7,3 (1)	0,694 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	12,1 (1)	7,3 (1)	0,694 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER fortsatt

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
2	0,0 (1)	0,0 (1)	0,597 (1)	-81,90 (6)	1964,69 (3)	0,00 (1)	max
	0,0 (1)	0,0 (1)	0,597 (1)	-136,50 (4)	1204,70 (5)	0,00 (1)	min
3	14,4 (1)	-1,1 (1)	0,695 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	14,4 (1)	-1,1 (1)	0,695 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
4	5,4 (1)	-28,1 (1)	0,565 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	5,4 (1)	-28,1 (1)	0,565 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
5	26,8 (1)	-55,5 (1)	0,447 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	26,8 (1)	-55,5 (1)	0,447 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
6	17,6 (1)	-73,0 (1)	0,367 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	17,6 (1)	-73,0 (1)	0,367 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
7	30,7 (1)	-87,1 (1)	0,185 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	30,7 (1)	-87,1 (1)	0,185 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
8	26,4 (1)	-92,9 (1)	0,079 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	26,4 (1)	-92,9 (1)	0,079 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
9	27,2 (1)	-93,0 (1)	-0,077 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	27,2 (1)	-93,0 (1)	-0,077 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
10	30,2 (1)	-87,6 (1)	-0,158 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	30,2 (1)	-87,6 (1)	-0,158 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
11	18,3 (1)	-76,9 (1)	-0,268 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	18,3 (1)	-76,9 (1)	-0,268 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
12	29,3 (1)	-63,3 (1)	-0,317 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	29,3 (1)	-63,3 (1)	-0,317 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
13	6,6 (1)	-44,5 (1)	-0,442 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	6,6 (1)	-44,5 (1)	-0,442 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
14	24,2 (1)	-25,7 (1)	-0,497 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	24,2 (1)	-25,7 (1)	-0,497 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
15	-5,4 (1)	-3,2 (1)	-0,265 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	-5,4 (1)	-3,2 (1)	-0,265 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
16	19,2 (1)	0,0 (1)	-0,552 (1)	0,00 (1)	2431,48 (3)	0,00 (1)	max
	19,2 (1)	0,0 (1)	-0,552 (1)	0,00 (1)	1488,67 (5)	0,00 (1)	min
18	-6,9 (1)	2,2 (1)	-0,071 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
	-6,9 (1)	2,2 (1)	-0,071 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt

Segment Nr	Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]		
		1	2								
1	bj-rt	1	3	0	0,00 (3)	18,09 (3)	4,83 (3)	12,1 (1)	7,3 (1)	max	
					0,00 (1)	10,96 (5)	2,93 (5)	12,1 (1)	7,3 (1)	min	
					362	6,55 (3)	36,17 (3)	9,66 (3)	13,3 (1)	3,1 (1)	max
						3,97 (5)	21,91 (5)	5,85 (5)	13,3 (1)	3,1 (1)	min
					725	26,21 (3)	54,26 (3)	14,49 (3)	14,4 (1)	-1,1 (1)	max
		15,88 (5)	32,87 (5)	8,78 (5)	14,4 (1)	-1,1 (1)	min				
2	bj-rt	3	5	0	26,21 (3)	-132,92 (5)	-1407,38 (5)	14,4 (1)	-1,1 (1)	max	
					15,88 (5)	-218,89 (3)	-2293,73 (3)	14,4 (1)	-1,1 (1)	min	
					1125	-133,68 (5)	-98,90 (5)	-1398,27 (5)	17,7 (1)	-15,0 (1)	max
						-220,08 (3)	-162,74 (3)	-2278,69 (3)	17,7 (1)	-15,0 (1)	min
					2250	-206,68 (5)	-29,49 (4)	-1380,04 (5)	20,6 (1)	-27,7 (1)	max
						-340,01 (3)	-51,89 (3)	-2248,60 (3)	20,6 (1)	-27,7 (1)	min
					3375	-203,13 (5)	61,95 (3)	-1361,81 (5)	23,1 (1)	-38,6 (1)	max
						-333,59 (3)	37,01 (6)	-2218,51 (3)	23,1 (1)	-38,6 (1)	min
	4501	-123,03 (5)	174,16 (3)	-1343,58 (5)	25,1 (1)	-47,6 (1)	max				
		-200,81 (3)	105,21 (5)	-2188,42 (3)	25,1 (1)	-47,6 (1)	min				
		5626	59,29 (4)	230,31 (3)	-1334,46 (5)	26,8 (1)	-55,5 (1)	max			

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
	1	2							
				31,92 (6)	139,23 (5)	-2173,37 (3)	26,8 (1)	-55,5 (1)	min
3	bj-rt	5	7	0	59,29 (4)	-140,74 (5)	-3004,03 (5)	26,8 (1)	-55,5 (1) max
					31,92 (6)	-232,33 (3)	-4899,65 (3)	26,8 (1)	-55,5 (1) min
				1125	-124,73 (5)	-106,72 (5)	-2994,92 (5)	28,4 (1)	-64,9 (1) max
					-203,09 (3)	-176,18 (3)	-4884,61 (3)	28,4 (1)	-64,9 (1) min
				2250	-206,53 (5)	-38,69 (5)	-2976,69 (5)	29,7 (1)	-73,1 (1) max
					-338,14 (3)	-63,88 (3)	-4854,52 (3)	29,7 (1)	-73,1 (1) min
				3375	-211,78 (5)	49,95 (3)	-2958,46 (5)	30,5 (1)	-79,5 (1) max
					-346,84 (3)	27,82 (3)	-4824,43 (3)	30,5 (1)	-79,5 (1) min
				4501	-140,48 (5)	160,72 (3)	-2940,23 (5)	30,8 (1)	-84,0 (1) max
					-229,19 (3)	97,39 (5)	-4794,34 (3)	30,8 (1)	-84,0 (1) min
				5626	15,91 (4)	216,87 (3)	-2931,11 (5)	30,7 (1)	-87,1 (1) max
					5,47 (6)	131,41 (5)	-4779,29 (3)	30,7 (1)	-87,1 (1) min
4	bj-rt	7	9	0	15,91 (4)	-131,27 (5)	-3373,86 (5)	30,7 (1)	-87,1 (1) max
					5,47 (6)	-216,75 (3)	-5503,65 (3)	30,7 (1)	-87,1 (1) min
				1125	-140,33 (5)	-97,25 (5)	-3364,74 (5)	30,9 (1)	-91,5 (1) max
					-229,06 (3)	-160,60 (3)	-5488,61 (3)	30,9 (1)	-91,5 (1) min
				2250	-211,47 (5)	-27,69 (3)	-3346,51 (5)	30,6 (1)	-94,5 (1) max
					-346,58 (3)	-49,82 (3)	-5458,52 (3)	30,6 (1)	-94,5 (1) min
				3375	-206,07 (5)	64,00 (3)	-3328,28 (5)	29,9 (1)	-95,6 (1) max
					-337,75 (3)	38,82 (5)	-5428,43 (3)	29,9 (1)	-95,6 (1) min
				4501	-124,11 (5)	176,30 (3)	-3310,05 (5)	28,7 (1)	-94,9 (1) max
					-202,57 (3)	106,86 (5)	-5398,33 (3)	28,7 (1)	-94,9 (1) min
				5626	59,68 (4)	232,45 (3)	-3300,94 (5)	27,2 (1)	-93,0 (1) max
					33,17 (6)	140,88 (5)	-5383,29 (3)	27,2 (1)	-93,0 (1) min
5	bj-rt	9	11	0	59,68 (4)	-128,18 (5)	-2950,90 (5)	27,2 (1)	-93,0 (1) max
					33,17 (6)	-211,66 (3)	-4812,89 (3)	27,2 (1)	-93,0 (1) min
				1125	-109,82 (5)	-94,16 (5)	-2941,79 (5)	26,1 (1)	-92,5 (1) max
					-179,17 (3)	-155,51 (3)	-4797,85 (3)	26,1 (1)	-92,5 (1) min
				2250	-177,48 (5)	-23,60 (3)	-2923,56 (5)	24,7 (1)	-90,8 (1) max
					-290,96 (3)	-45,73 (3)	-4767,76 (3)	24,7 (1)	-90,8 (1) min
				3375	-168,59 (5)	69,10 (3)	-2905,33 (5)	22,9 (1)	-87,5 (1) max
					-276,39 (3)	41,92 (5)	-4737,67 (3)	22,9 (1)	-87,5 (1) min
				4501	-83,15 (5)	181,40 (3)	-2887,10 (5)	20,8 (1)	-82,6 (1) max
					-135,47 (3)	109,96 (5)	-4707,58 (3)	20,8 (1)	-82,6 (1) min
				5626	131,98 (4)	237,55 (3)	-2877,98 (5)	18,3 (1)	-76,9 (1) max
					78,54 (6)	143,98 (5)	-4692,53 (3)	18,3 (1)	-76,9 (1) min
6	bj-rt	11	13	0	131,98 (4)	-141,09 (5)	-1990,49 (5)	18,3 (1)	-76,9 (1) max
					78,54 (6)	-233,00 (3)	-3244,99 (3)	18,3 (1)	-76,9 (1) min
				1125	-79,90 (5)	-107,07 (5)	-1981,37 (5)	16,6 (1)	-72,8 (1) max
					-130,35 (3)	-176,85 (3)	-3229,95 (3)	16,6 (1)	-72,8 (1) min
				2250	-162,10 (5)	-39,02 (6)	-1963,14 (5)	14,7 (1)	-67,9 (1) max
					-266,15 (3)	-64,55 (3)	-3199,86 (3)	14,7 (1)	-67,9 (1) min
				3375	-167,74 (5)	49,46 (3)	-1944,91 (5)	12,3 (1)	-61,4 (1) max
					-275,59 (3)	27,31 (4)	-3169,76 (3)	12,3 (1)	-61,4 (1) min
				4501	-96,83 (5)	160,06 (3)	-1926,68 (5)	9,6 (1)	-53,4 (1) max
					-158,68 (3)	97,04 (5)	-3139,67 (3)	9,6 (1)	-53,4 (1) min
				5626	84,67 (4)	216,21 (3)	-1917,56 (5)	6,6 (1)	-44,5 (1) max
					50,48 (6)	131,06 (5)	-3124,63 (3)	6,6 (1)	-44,5 (1) min
7	bj-rt	13	15	0	84,67 (4)	-66,06 (5)	-648,12 (5)	6,6 (1)	-44,5 (1) max
					50,48 (6)	-109,22 (3)	-1054,99 (3)	6,6 (1)	-44,5 (1) min
				1124	-23,64 (5)	-31,53 (3)	-639,01 (5)	4,3 (1)	-36,6 (1) max
					-38,22 (3)	-53,65 (3)	-1039,96 (3)	4,3 (1)	-36,6 (1) min
				2249	-21,48 (5)	59,10 (3)	-620,79 (5)	1,8 (1)	-28,2 (1) max
					-34,85 (3)	35,92 (5)	-1009,89 (3)	1,8 (1)	-28,2 (1) min

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt	M	V	N	u	w	
	1	2	[mm]	[kN·m]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	
			3373	94,69 (3)	171,32 (3)	-602,57 (5)	-0,7 (1)	-19,4 (1)	max
				57,12 (5)	103,91 (5)	-979,82 (3)	-0,7 (1)	-19,4 (1)	min
			4497	350,39 (3)	283,54 (3)	-584,35 (5)	-3,2 (1)	-10,7 (1)	max
				212,16 (5)	171,89 (5)	-949,75 (3)	-3,2 (1)	-10,7 (1)	min
			5622	732,27 (3)	339,65 (3)	-575,25 (5)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	max
				443,65 (5)	205,89 (5)	-934,72 (3)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	min
9	bj-rt	2	4	0	0,00 (3)	-25,08 (5)	24,46 (4)	0,0 (1)	0,0 (1) max
					-0,00 (1)	-40,36 (3)	14,24 (6)	0,0 (1)	0,0 (1) min
			692	-17,34 (5)	-24,34 (5)	24,60 (4)	1,4 (1)	-7,2 (1)	max
				-27,91 (3)	-39,48 (3)	14,43 (6)	1,4 (1)	-7,2 (1)	min
			1383	-33,67 (5)	-22,40 (6)	24,97 (3)	2,7 (1)	-14,3 (1)	max
				-54,61 (3)	-37,34 (3)	14,88 (6)	2,7 (1)	-14,3 (1)	min
			2766	-63,28 (5)	-21,20 (6)	25,19 (3)	5,4 (1)	-28,1 (1)	max
				-104,35 (3)	-36,08 (4)	15,15 (5)	5,4 (1)	-28,1 (1)	min
10	bj-rt	4	6	0	-63,28 (5)	-17,17 (5)	4007,16 (3)	5,4 (1)	-28,1 (1) max
				-104,35 (3)	-26,29 (3)	2454,61 (5)	5,4 (1)	-28,1 (1)	min
			1383	-87,03 (5)	-15,71 (5)	4007,50 (3)	8,8 (1)	-41,1 (1)	max
				-140,72 (3)	-24,53 (3)	2454,89 (5)	8,8 (1)	-41,1 (1)	min
			2766	-106,72 (5)	-12,62 (6)	4008,17 (3)	12,0 (1)	-53,0 (1)	max
				-172,21 (3)	-21,10 (3)	2455,45 (5)	12,0 (1)	-53,0 (1)	min
			4149	-122,36 (5)	-9,02 (6)	4008,85 (3)	14,9 (1)	-63,7 (1)	max
				-198,84 (3)	-17,96 (4)	2456,02 (5)	14,9 (1)	-63,7 (1)	min
			5533	-133,94 (5)	-7,03 (6)	4009,18 (3)	17,6 (1)	-73,0 (1)	max
				-220,60 (3)	-16,49 (4)	2456,30 (5)	17,6 (1)	-73,0 (1)	min
11	bj-rt	6	8	0	-133,94 (5)	-15,87 (5)	5410,63 (3)	17,6 (1)	-73,0 (1) max
				-220,60 (3)	-24,42 (3)	3315,06 (5)	17,6 (1)	-73,0 (1)	min
			1383	-155,89 (5)	-9,52 (5)	5412,52 (3)	20,3 (1)	-80,8 (1)	max
				-254,37 (3)	-14,51 (3)	3316,27 (5)	20,3 (1)	-80,8 (1)	min
			2766	-160,26 (5)	6,03 (3)	5416,31 (3)	22,7 (1)	-86,8 (1)	max
				-260,73 (3)	2,48 (3)	3318,70 (5)	22,7 (1)	-86,8 (1)	min
			4149	-147,04 (5)	25,14 (3)	5420,11 (3)	24,7 (1)	-90,7 (1)	max
				-239,68 (3)	15,92 (5)	3321,13 (5)	24,7 (1)	-90,7 (1)	min
			5532	-116,23 (5)	35,05 (3)	5422,00 (3)	26,4 (1)	-92,9 (1)	max
				-191,20 (3)	22,27 (5)	3322,35 (5)	26,4 (1)	-92,9 (1)	min
12	bj-rt	8	10	0	-116,23 (5)	-13,21 (5)	5287,42 (3)	26,4 (1)	-92,9 (1) max
				-191,20 (3)	-20,17 (3)	3239,84 (5)	26,4 (1)	-92,9 (1)	min
			1383	-134,50 (5)	-6,68 (4)	5289,32 (3)	27,8 (1)	-94,0 (1)	max
				-219,11 (3)	-10,51 (3)	3241,05 (5)	27,8 (1)	-94,0 (1)	min
			2766	-135,19 (5)	9,66 (3)	5293,11 (3)	28,9 (1)	-93,4 (1)	max
				-219,59 (3)	5,69 (6)	3243,49 (5)	28,9 (1)	-93,4 (1)	min
			4149	-118,28 (5)	29,38 (3)	5296,91 (3)	29,7 (1)	-91,2 (1)	max
				-192,66 (3)	18,58 (5)	3245,92 (5)	29,7 (1)	-91,2 (1)	min
			5533	-83,79 (5)	39,30 (3)	5298,81 (3)	30,2 (1)	-87,6 (1)	max
				-138,30 (3)	24,94 (5)	3247,14 (5)	30,2 (1)	-87,6 (1)	min
13	bj-rt	10	12	0	-83,79 (5)	-10,35 (5)	4131,11 (3)	30,2 (1)	-87,6 (1) max
				-138,30 (3)	-15,50 (3)	2531,82 (5)	30,2 (1)	-87,6 (1)	min
			1383	-98,10 (5)	-2,93 (4)	4133,01 (3)	30,3 (1)	-83,3 (1)	max
				-159,75 (3)	-6,71 (3)	2533,04 (5)	30,3 (1)	-83,3 (1)	min
			2766	-94,83 (5)	14,31 (3)	4136,80 (3)	30,2 (1)	-77,7 (1)	max
				-153,77 (3)	8,58 (6)	2535,47 (5)	30,2 (1)	-77,7 (1)	min
			4149	-73,97 (5)	34,06 (3)	4140,60 (3)	29,8 (1)	-71,0 (1)	max
				-120,37 (3)	21,44 (5)	2537,90 (5)	29,8 (1)	-71,0 (1)	min
			5533	-35,25 (6)	43,97 (3)	4142,49 (3)	29,3 (1)	-63,3 (1)	max
				-59,71 (4)	27,80 (5)	2539,12 (5)	29,3 (1)	-63,3 (1)	min

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

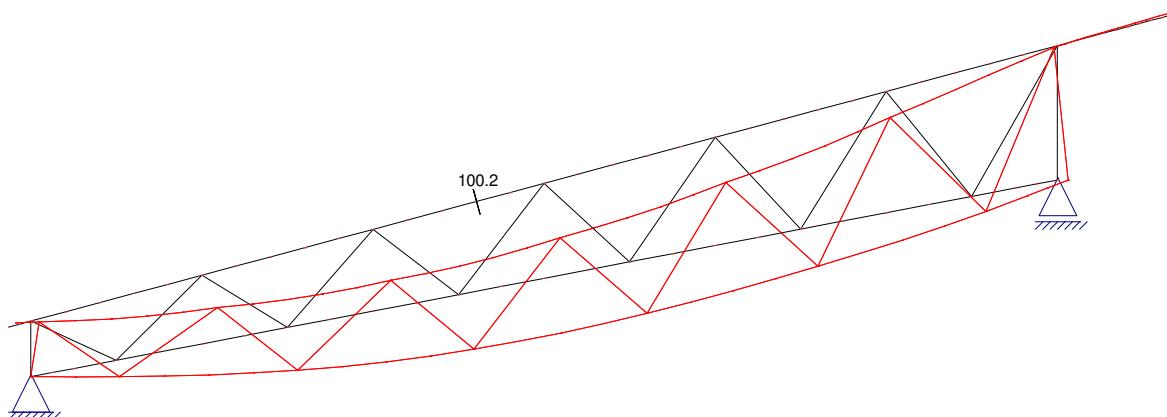
Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
	1	2							
14 bj-rt	12	14	0	-35,25 (6)	-31,28 (5)	2199,05 (3)	29,3 (1)	-63,3 (1)	max
				-59,71 (4)	-49,53 (3)	1348,29 (5)	29,3 (1)	-63,3 (1)	min
			1383	-78,79 (5)	-24,93 (5)	2200,95 (3)	28,4 (1)	-55,7 (1)	max
				-128,06 (3)	-39,62 (3)	1349,50 (5)	28,4 (1)	-55,7 (1)	min
			2766	-104,47 (5)	-12,16 (6)	2204,74 (3)	27,2 (1)	-47,1 (1)	max
				-169,15 (3)	-19,82 (3)	1351,93 (5)	27,2 (1)	-47,1 (1)	min
			4149	-112,56 (5)	2,09 (3)	2208,53 (3)	25,8 (1)	-37,1 (1)	max
				-182,82 (3)	-1,54 (4)	1354,36 (5)	25,8 (1)	-37,1 (1)	min
			5532	-103,07 (5)	9,94 (3)	2210,42 (3)	24,2 (1)	-25,7 (1)	max
				-169,07 (3)	6,86 (5)	1355,58 (5)	24,2 (1)	-25,7 (1)	min
15 bj-rt	14	16	0	-103,07 (5)	51,31 (3)	9,82 (3)	24,2 (1)	-25,7 (1)	max
				-169,07 (3)	30,97 (5)	5,92 (5)	24,2 (1)	-25,7 (1)	min
			1381	-60,30 (5)	58,74 (3)	11,24 (3)	21,8 (1)	-13,3 (1)	max
				-98,21 (3)	35,73 (5)	6,83 (5)	21,8 (1)	-13,3 (1)	min
			2072	-32,34 (5)	71,11 (3)	13,60 (3)	20,5 (1)	-6,7 (1)	max
				-52,52 (3)	43,66 (5)	8,35 (5)	20,5 (1)	-6,7 (1)	min
			2762	0,00 (4)	76,06 (3)	14,55 (3)	19,2 (1)	0,0 (1)	max
				-0,00 (6)	46,84 (5)	8,96 (5)	19,2 (1)	0,0 (1)	min
16 stav	2	3			-1181,09 (5)	14,4 (1)	-1,1 (1)	max	
					-1927,58 (3)	14,4 (1)	-1,1 (1)	min	
17 stav	3	4			2373,80 (3)	5,4 (1)	-28,1 (1)	max	
					1456,91 (5)	5,4 (1)	-28,1 (1)	min	
18 stav	4	5			-1508,15 (5)	26,8 (1)	-55,5 (1)	max	
					-2466,58 (3)	26,8 (1)	-55,5 (1)	min	
19 stav	5	6			894,32 (3)	17,6 (1)	-73,0 (1)	max	
					550,68 (5)	17,6 (1)	-73,0 (1)	min	
20 stav	6	7			-570,24 (5)	30,7 (1)	-87,1 (1)	max	
					-935,24 (3)	30,7 (1)	-87,1 (1)	min	
21 stav	7	8			-17,23 (6)	26,4 (1)	-92,9 (1)	max	
					-35,60 (4)	26,4 (1)	-92,9 (1)	min	
22 stav	8	9			155,07 (3)	27,2 (1)	-93,0 (1)	max	
					97,18 (5)	27,2 (1)	-93,0 (1)	min	
23 stav	9	10			-472,78 (5)	30,2 (1)	-87,6 (1)	max	
					-775,11 (3)	30,2 (1)	-87,6 (1)	min	
24 stav	10	11			996,87 (3)	18,3 (1)	-76,9 (1)	max	
					612,77 (5)	18,3 (1)	-76,9 (1)	min	
25 stav	11	12			-854,66 (5)	29,3 (1)	-63,3 (1)	max	
					-1398,24 (3)	29,3 (1)	-63,3 (1)	min	
26 stav	12	13			1771,41 (3)	6,6 (1)	-44,5 (1)	max	
					1087,51 (5)	6,6 (1)	-44,5 (1)	min	
27 stav	13	14			-1109,77 (5)	24,2 (1)	-25,7 (1)	max	
					-1812,30 (3)	24,2 (1)	-25,7 (1)	min	
28 stav	14	15			2070,69 (3)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	max	
					1271,72 (5)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	min	
29 stav	16	15			-1435,45 (5)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	max	

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt 1	Knutepunkt 2	Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
						-2346,24 (3)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	min
30 bj-rt	15	18	0	732,27 (3)	-220,05 (5)	-59,00 (5)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	max
				443,65 (5)	-363,20 (3)	-97,38 (3)	-5,4 (1)	-3,2 (1)	min
			383	593,14 (3)	-208,47 (5)	-55,89 (5)	-5,7 (1)	-2,1 (1)	max
				359,35 (5)	-344,09 (3)	-92,25 (3)	-5,7 (1)	-2,1 (1)	min
			766	468,65 (3)	-185,30 (5)	-49,68 (5)	-6,0 (1)	-1,3 (1)	max
				283,93 (5)	-305,85 (3)	-82,00 (3)	-6,0 (1)	-1,3 (1)	min
			1149	358,81 (3)	-162,14 (5)	-43,47 (5)	-6,1 (1)	-0,6 (1)	max
				217,39 (5)	-267,62 (3)	-71,75 (3)	-6,1 (1)	-0,6 (1)	min
			1532	263,62 (3)	-138,98 (5)	-37,26 (5)	-6,3 (1)	-0,1 (1)	max
				159,71 (5)	-229,39 (3)	-61,50 (3)	-6,3 (1)	-0,1 (1)	min
			1915	183,07 (3)	-115,81 (5)	-31,05 (5)	-6,4 (1)	0,3 (1)	max
				110,91 (5)	-191,16 (3)	-51,25 (3)	-6,4 (1)	0,3 (1)	min
			2298	117,16 (3)	-92,65 (5)	-24,84 (5)	-6,5 (1)	0,7 (1)	max
				70,98 (5)	-152,93 (3)	-41,00 (3)	-6,5 (1)	0,7 (1)	min
			2681	65,90 (3)	-69,49 (5)	-18,63 (5)	-6,6 (1)	1,0 (1)	max
				39,93 (5)	-114,70 (3)	-30,75 (3)	-6,6 (1)	1,0 (1)	min
			3065	29,29 (3)	-46,33 (5)	-12,42 (5)	-6,7 (1)	1,4 (1)	max
				17,75 (5)	-76,46 (3)	-20,50 (3)	-6,7 (1)	1,4 (1)	min
			3448	7,32 (3)	-23,16 (5)	-6,21 (5)	-6,8 (1)	1,8 (1)	max
				4,44 (5)	-38,23 (3)	-10,25 (3)	-6,8 (1)	1,8 (1)	min
			3831	-0,00 (2)	-11,58 (5)	-3,11 (5)	-6,9 (1)	2,2 (1)	max
				-0,00 (3)	-19,12 (3)	-5,13 (3)	-6,9 (1)	2,2 (1)	min

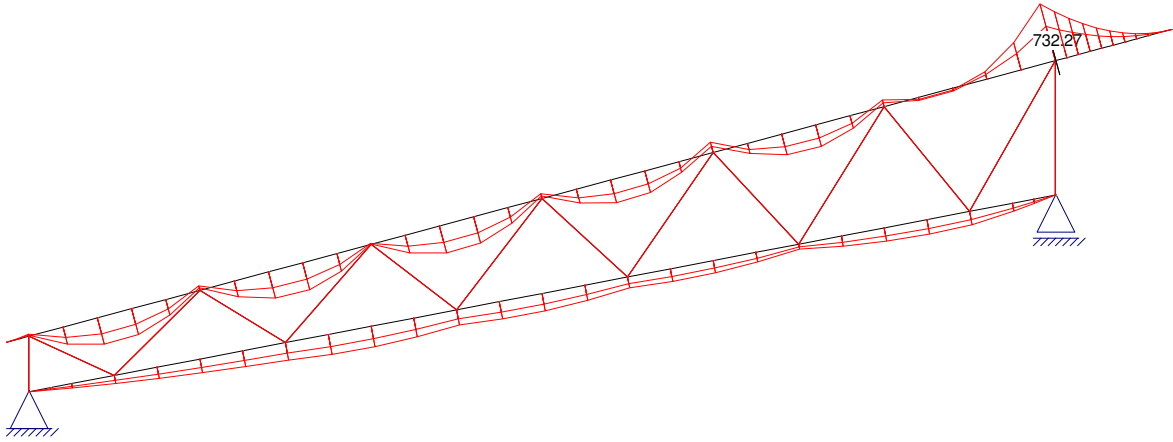
Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.3 Forskyvningsdiagram



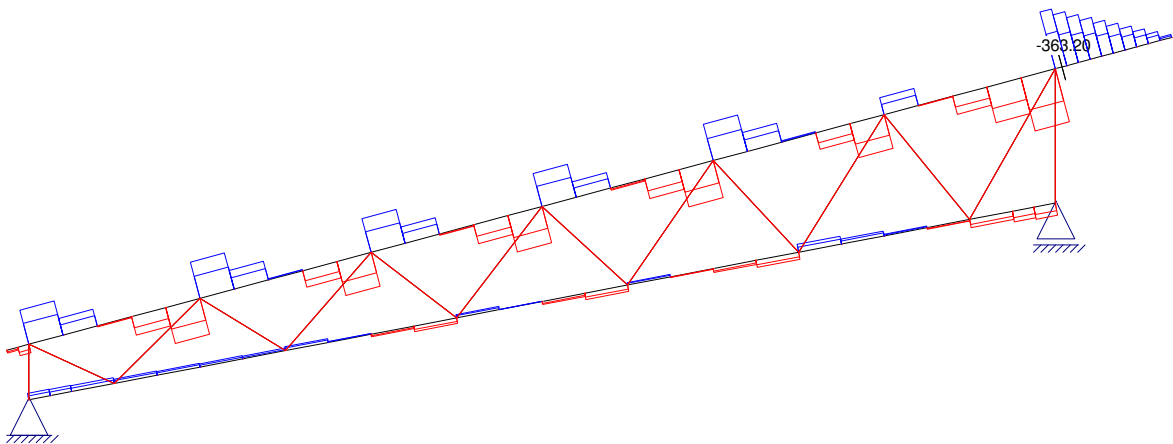
Største forskyvning: 100.2 mm (Bruksgrensetilstand)

2.4 Momentdiagram



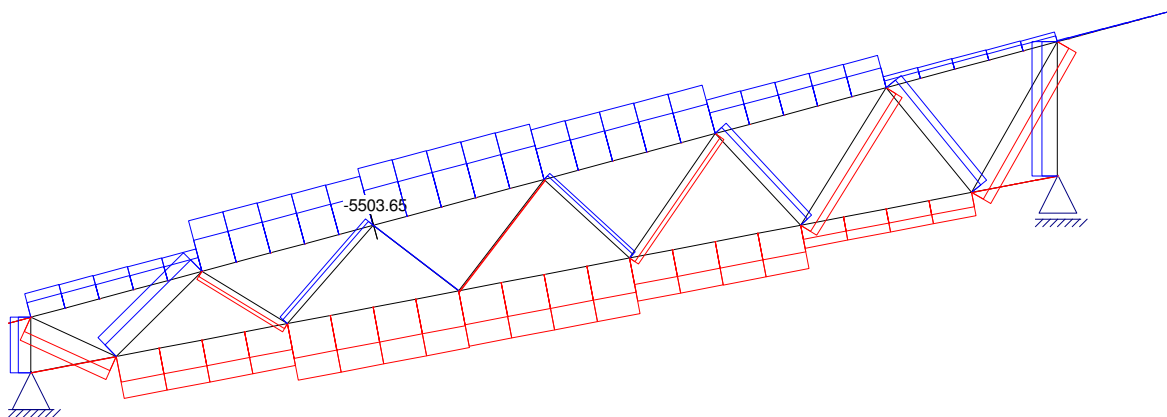
Største moment: 732.27 kN·m

2.5 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: -363.20 kN

2.6 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: -5503.65 kN

3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt

Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapacitetsutnyttelse			Lastkomb.
						Kombi	Skjær	Tv.str.	
1	bj-rt	1	0	9,66	6,55	36,17	0,01	0,08	3
		362	9,66	6,55	36,17	0,01	0,08	3	
		3	725	14,49	26,21	54,26	0,02	0,08	3
2	bj-rt	3	0	-2293,73	26,21	-218,89	0,26	0,32	3
		1125	-2278,69	-220,08	-162,74	0,40	0,32	3	
		2250	-2248,60	-340,01	-50,44	0,48	0,15	3	
		3375	-2218,51	-333,59	61,86	0,47	0,17	3	
		4501	-2188,42	-200,81	174,16	0,38	0,33	3	
5	5626	-2173,37	58,32	230,31	0,27	0,33	3		
3	bj-rt	5	0	-4899,65	58,32	-232,33	0,56	0,34	3
		1125	-4884,61	-203,09	-176,18	0,67	0,34	3	
		2250	-4854,52	-338,14	-63,88	0,77	0,17	3	
		3375	-4824,43	-346,84	48,42	0,78	0,15	3	
		4501	-4794,34	-229,19	160,72	0,68	0,31	3	
7	5626	-4779,29	14,82	216,87	0,52	0,31	3		
4	bj-rt	7	0	-5503,65	14,82	-216,75	0,60	0,31	3
		1125	-5488,61	-229,06	-160,60	0,76	0,31	3	
		2250	-5458,52	-346,58	-48,30	0,85	0,15	3	
		3375	-5428,43	-337,75	64,00	0,84	0,17	3	

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr	Type	Kn.pkt	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.
							Kombi	Skjær	Tv.str.	
			4501	-5398,33	-202,57	176,30	0,73	0,34		3
		9	5626	-5383,29	58,97	232,45	0,62	0,34		3
5	bj-rt	9	0	-4812,89	58,97	-211,66	0,56	0,31		3
			1125	-4797,85	-179,17	-155,51	0,65	0,31		3
			2250	-4767,76	-290,96	-43,20	0,73	0,14		3
			3375	-4737,67	-276,39	69,10	0,71	0,18		3
			4501	-4707,58	-135,47	181,40	0,60	0,34		3
		11	5626	-4692,53	131,80	237,55	0,60	0,34		3
6	bj-rt	11	0	-3244,99	131,80	-233,00	0,44	0,34		3
			1125	-3229,95	-130,35	-176,85	0,44	0,34		3
			2250	-3199,86	-266,15	-64,54	0,53	0,17		3
			3375	-3169,76	-275,59	47,76	0,54	0,15		3
			4501	-3139,67	-158,68	160,06	0,45	0,31		3
		13	5626	-3124,63	84,59	216,21	0,39	0,31		3
7	bj-rt	13	0	-1054,99	84,59	-109,22	0,17	0,16		3
			1124	-1039,96	-38,22	-53,11	0,14	0,16		3
			2249	-1009,89	-34,85	59,10	0,13	0,17		3
			3373	-979,82	94,69	171,32	0,17	0,33		3
			4497	-949,75	350,39	283,54	0,34	0,49		3
		15	5622	-934,72	732,27	339,65	0,60	0,49		3
9	bj-rt	2	0	24,35	0,00	-40,36	0,00	0,06		3
			692	24,52	-27,91	-39,48	0,02	0,06		3
			1383	24,92	-54,29	-37,34	0,04	0,06		3
		4	2766	25,19	-104,35	-35,96	0,07	0,05		3
10	bj-rt	4	0	4007,16	-104,35	-26,29	0,59	0,04		3
			1383	4007,50	-140,72	-24,53	0,61	0,04		3
			2766	4008,17	-172,21	-21,01	0,63	0,03		3
			4149	4008,85	-198,84	-17,49	0,65	0,03		3
		6	5533	4009,18	-220,60	-15,73	0,66	0,02		3
11	bj-rt	6	0	5410,63	-220,60	-24,42	0,84	0,04		3
			1383	5412,52	-254,37	-14,51	0,87	0,04		3
			2766	5416,31	-260,73	5,31	0,87	0,02		3
			4149	5420,11	-239,68	25,14	0,86	0,05		3
		8	5532	5422,00	-191,20	35,05	0,83	0,05		3
12	bj-rt	8	0	5287,42	-191,20	-20,17	0,81	0,03		3
			1383	5289,32	-219,11	-10,26	0,83	0,03		3
			2766	5293,11	-219,59	9,56	0,83	0,03		3
			4149	5296,91	-192,66	29,38	0,81	0,06		3
		10	5533	5298,81	-138,30	39,30	0,77	0,06		3
13	bj-rt	10	0	4131,11	-138,30	-15,50	0,62	0,02		3
			1383	4133,01	-159,75	-5,59	0,64	0,02		3
			2766	4136,80	-153,77	14,23	0,64	0,03		3
			4149	4140,60	-120,37	34,06	0,61	0,06		3
		12	5533	4142,49	-59,56	43,97	0,57	0,06		3
14	bj-rt	12	0	2199,05	-59,56	-49,53	0,32	0,07		3
			1383	2200,95	-128,06	-39,62	0,37	0,07		3
			2766	2204,74	-169,15	-19,80	0,40	0,04		3
			4149	2208,53	-182,82	0,03	0,41	0,01		3
		14	5532	2210,42	-169,07	9,94	0,40	0,01		3
15	bj-rt	14	0	9,82	-169,07	51,31	0,11	0,07		3

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr	Type	Kn.pkt	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.
							Kombi	Skjær	Tv.str.	
			1381	11,24	-98,21	58,74	0,07	0,10		3
			2072	13,60	-52,52	71,11	0,04	0,11		3
		16	2762	14,55	-0,00	76,06	0,00	0,11		3
16	stav			-1927,58	0,00	0,00	0,38			3
17	stav			2373,80	0,00	0,00	0,75			3
18	stav			-2466,58	0,00	0,00	0,81			3
19	stav			894,32	0,00	0,00	0,28			3
20	stav			-935,24	0,00	0,00	0,45			3
21	stav			-35,60	0,00	0,00	0,01			4
22	stav			155,07	0,00	0,00	0,06			3
23	stav			-775,11	0,00	0,00	0,34			3
24	stav			996,87	0,00	0,00	0,32			3
25	stav			-1398,24	0,00	0,00	0,47			3
26	stav			1771,41	0,00	0,00	0,56			3
27	stav			-1812,30	0,00	0,00	0,64			3
28	stav			2070,69	0,00	0,00	0,66			3
29	stav			-2346,24	0,00	0,00	0,53			3
30	bj-rt	15	0	-97,38	732,27	-363,20	0,50	0,53		3
			383	-92,25	593,14	-344,09	0,41	0,53		3
			766	-82,00	468,65	-305,85	0,32	0,47		3
			1149	-71,75	358,81	-267,62	0,25	0,41		3
			1532	-61,50	263,62	-229,39	0,18	0,36		3
			1915	-51,25	183,07	-191,16	0,13	0,30		3
			2298	-41,00	117,16	-152,93	0,08	0,25		3
			2681	-30,75	65,90	-114,70	0,05	0,19		3
			3065	-20,50	29,29	-76,46	0,02	0,14		3
			3448	-10,25	7,32	-38,23	0,01	0,08		3
		18	3831	-5,13	-0,00	-19,12	0,00	0,03		3

Kapasitetskontrollen er utført etter NS 3470, utgave 5 (1999)

3.2 FORUTSETNINGER

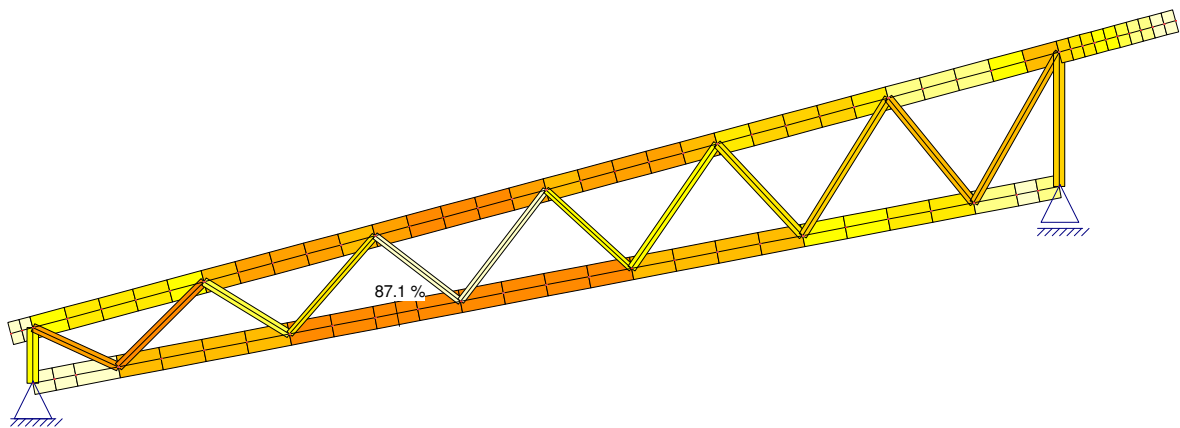
Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
1	725	725	725	725	
2	5626	5626	5626	5626	
3	5626	5626	5626	5626	
4	5626	5626	5626	5626	
5	5626	5626	5626	5626	
6	5626	5626	5626	5626	

3.2 FORUTSETNINGER fortsatt

Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
7	5622	5622	5622	5622	
9	2766	2766	2766	2766	
10	5533	5533	5533	5533	
11	5532	5532	5532	5532	
12	5533	5533	5533	5533	
13	5533	5533	5533	5533	
14	5532	5532	5532	5532	
15	2762	2762	2762	2762	
16	1762	1762	1762	1762	
17	2987	2987	2987	2987	
18	3829	3829	3829	3829	
19	3183	3183	3183	3183	
20	4133	4133	4133	4133	
21	3419	3419	3419	3419	
22	4455	4455	4455	4455	
23	3686	3686	3686	3686	
24	4792	4792	4792	4792	
25	3979	3979	3979	3979	
26	5140	5140	5140	5140	
27	4293	4293	4293	4293	
28	5495	5495	5495	5495	
29	4260	4260	4260	4260	
30	3831	3831	3831	3831	



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 87.1 %

Prosjekt: Bjelke 1

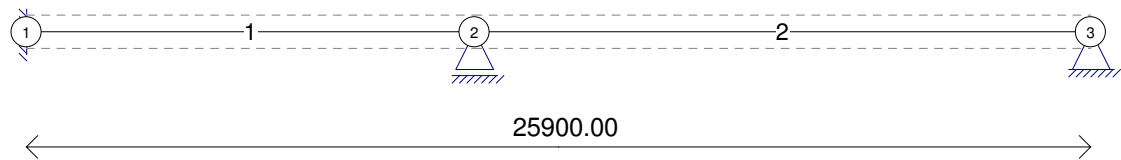
Beregning utført 23.05.2009 11:23:27

Focus 2D Konstruksjon
BEREGNING AV PLANE KONSTRUKSJONER

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	1
1.1	KNUTEPUNKTSDATA	1
1.2	TVERRSNITTSDATA	1
1.3	SEGMENTDATA	1
1.4	MATERIALTYPER	1
1.5	LASTTILFELLER	2
1.6	LASTKOMBINASJON	2
2.	STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori	3
2.1	KNUTEPUNKTSRESULTATER	3
2.2	SEGMENTRESULTATER - Alle snitt	3
2.3	Forskyvningsdiagram	4
2.4	Momentdiagram	4
2.5	Skjærkraftdiagram	5
2.6	Aksialkraftdiagram	5
3.	KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori	5
3.1	UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt	5
3.2	FORUTSETNINGER	6
3.3	Kapasitetskart	6

1. KONSTRUKSJONSMODELLOG LASTER



1.1 KNUTEPOINTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0,00	0,00	F	F	F
2	10900,00	0,00		F	
3	25900,00	-0,00	F	F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

1.2 TVERRSNITTSDATA

Nr	Navn	Parametre	
1	Limtre 300x810	A = 243000,00 mm ² b = 300,00 mm Total vekt i konstruksjonen:	I = 1,33e+010 mm ⁴ h = 810,00 mm 31,47 kN

1.3 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 300x810	0,00	0,00
2	bj-rt	2	3	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 300x810	0,00	0,00

1.4 MATERIALTYPER

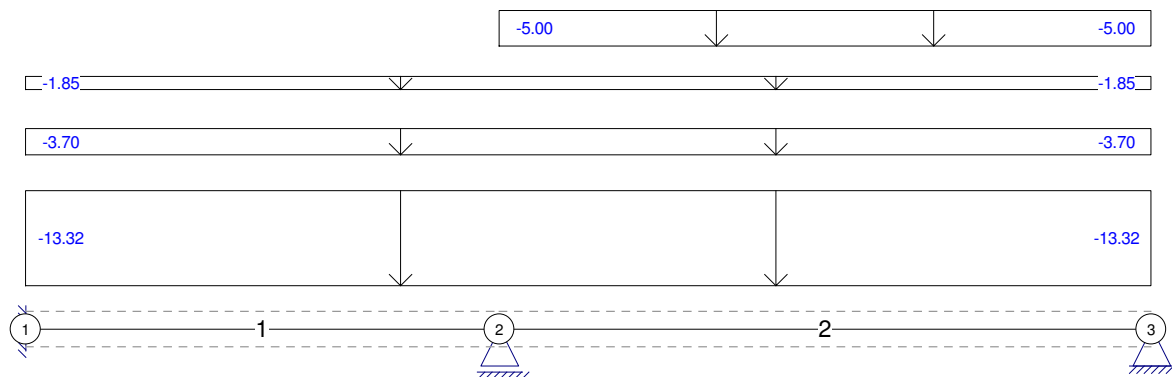
1	GL36c(L40), limtre			Material:	Limtre
	Kvalitet:	GL36c (L40)		Lamellykkelse:	33,30 mm
	Klimaklasse:	2		Tyngdetetthet:	5,00 kN/m ³
	Varmeutv.koeff.:	5,00e-006 C ⁻¹			
	Total vekt i konstruksjonen:	31,47 kN			
Karakteristiske fasthetsparametre:					
	f-mk	36,00 N/mm ²		f-vk	3,00 N/mm ²
	f-t0k	22,50 N/mm ²		f-c0k	29,00 N/mm ²
	f-t90k	0,50 N/mm ²		f-c90k	6,30 N/mm ²

For lastkombinasjon 1, 2, 3, 4 (Bruddgrensetilstand, Lastvarighet: B):

E-modul deformasjon:	1,18e+004 N/mm ²	G-modul deformasjon:	6,80e+002 N/mm ²
E-modul stabilitet:	1,19e+004 N/mm ²	G-modul stabilitet:	8,50e+002 N/mm ²

Materialfaktor gamma m 1,25

1.5 LASTTILFELLER



1	Installasjoner	Varighetsklasse: P 1 Vertikal ford.last	p1 = -1,85	p2 = -1,85	[kN/m]
			x1 = 0,00	x2 = 25900,00	[mm]
			Virker på segmentene: 1 2		
2	Vindu	Varighetsklasse: P 1 Vertikal ford.last	p1 = -5,00	p2 = -5,00	[kN/m]
			x1 = 10900,00	x2 = 25900,00	[mm]
			Virker på segmentene: 2		
3	Lett tak	Varighetsklasse: P 1 Vertikal ford.last	p1 = -3,70	p2 = -3,70	[kN/m]
			x1 = 0,00	x2 = 25900,00	[mm]
			Virker på segmentene: 1 2		
4	Snø	Varighetsklasse: B 1 Vertikal ford.last	p1 = -13,32	p2 = -13,32	[kN/m]
			x1 = 0,00	x2 = 25900,00	[mm]
			Virker på segmentene: 1 2		

1.6 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

$$1 \quad 1.05 * \text{Installasjoner} + 1.05 * \text{Lett tak} + 1.05 * \text{Snø} + 1.05 * \text{Vindu} + 1.35 * \langle kt \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &1,05 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ &1,05 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,05 (1.00) * \text{Snø} \\ &1,05 (1.00) * \text{Vindu} \\ &1,35 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$2 \quad 1.05 * \text{Installasjoner} + 1.05 * \text{Vindu} + 1.05 * \text{Lett tak} + 1.05 * \text{Snø} + 1.00 * \langle kt \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

$$\begin{aligned} &1,05 (1.00) * \text{Installasjoner} \\ &1,05 (1.00) * \text{Vindu} \\ &1,05 (1.00) * \text{Lett tak} \\ &1,05 (1.00) * \text{Snø} \\ &1,00 (1.00) * \langle \text{Konstruksjonens tyngde} \rangle \end{aligned}$$

$$3 \quad 1.50 * \text{Installasjoner} + 1.50 * \text{Lett tak} + 1.50 * \text{Snø} + 1.50 * \text{Vindu} + 1.20 * \langle kt \rangle \quad (\text{Bruddgrensetilstand})$$

1,50 (1.00) * Installasjoner
 1,50 (1.00) * Lett tak
 1,50 (1.00) * Snø
 1,50 (1.00) * Vindu
 1,20 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

4 1.50*Installasjoner + 1.50*Vindu + 1.50*Lett tak + 1.50*Snø + 1.00*<kt> (Bruddgrensetilstand)

1,50 (1.00) * Installasjoner
 1,50 (1.00) * Vindu
 1,50 (1.00) * Lett tak
 1,50 (1.00) * Snø
 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
1	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	100,34 (3)	-57,11 (2)	max
	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	71,01 (2)	-80,28 (3)	min
2	0,00 (1)	0,00 (1)	0,45 (1)	0,00 (1)	553,85 (3)	0,00 (1)	max
	0,00 (1)	0,00 (1)	0,45 (1)	0,00 (1)	390,78 (2)	0,00 (1)	min
3	0,00 (1)	0,00 (1)	-1,08 (1)	0,00 (1)	229,17 (3)	0,00 (1)	max
	0,00 (1)	0,00 (1)	-1,08 (1)	0,00 (1)	161,60 (2)	0,00 (1)	min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
 Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt

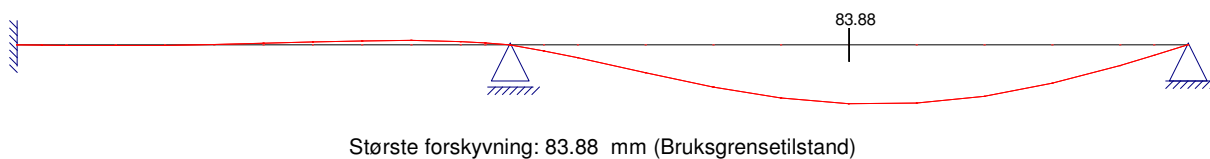
Segment Nr	Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]		
		1	2								
1	bj-rt	1	2	0,00	80,28 (3)	-65,28 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	max	
					57,11 (2)	-92,23 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	min	
					30,01 (3)	-59,55 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,32 (1)	max	
					21,53 (2)	-84,12 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,32 (1)	min	
					1090,00	-7,38 (1)	-45,22 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,61 (1)	max
					-11,66 (4)	-63,85 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,61 (1)	min	
					2180,00	-47,72 (2)	-25,17 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,90 (1)	max
					-67,75 (3)	-35,46 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,90 (1)	min	
					3270,00	-62,67 (2)	-0,23 (4)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,54 (1)	max
					-88,72 (3)	-5,04 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	-0,54 (1)	min	
					4360,00	-52,62 (2)	29,44 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,54 (1)	max
					-74,33 (3)	20,64 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,54 (1)	min	
					5450,00	-17,59 (2)	61,87 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	2,24 (1)	max
					-24,57 (3)	43,60 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	2,24 (1)	min	
					6540,00	60,54 (3)	94,31 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	4,20 (1)	max
					42,42 (2)	66,52 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	4,20 (1)	min	
7630,00	181,01 (3)	126,75 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	5,85 (1)	max					
127,41 (2)	89,44 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	5,85 (1)	min						
8720,00	336,85 (3)	159,19 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	6,41 (1)	max					
237,39 (2)	112,36 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	6,41 (1)	min						
9810,00	528,05 (3)	187,58 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	4,87 (1)	max					
372,36 (2)	132,42 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	4,87 (1)	min						
10355,00	636,91 (3)	207,85 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	2,94 (1)	max					
449,21 (2)	146,74 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	2,94 (1)	min						

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

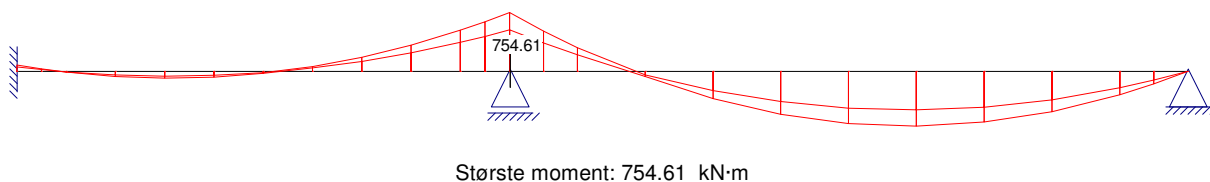
Segment Nr	Type	Knutepunkt 1	Knutepunkt 2	Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
				10900,00	754,61 (3) 532,31 (2)	215,96 (3) 152,47 (2)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	max min
2	bj-rt	2	3	0,00	754,61 (3) 532,31 (2)	-222,72 (2) -315,81 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	max min
				750,00	517,76 (3) 365,26 (2)	-212,87 (2) -301,83 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-8,39 (1) -8,39 (1)	max min
				1500,00	301,86 (3) 213,00 (2)	-188,23 (2) -266,90 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-18,27 (1) -18,27 (1)	max min
				3000,00	-47,17 (2) -67,05 (3)	-153,74 (2) -217,99 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-39,86 (1) -39,86 (1)	max min
				4500,00	-248,22 (2) -352,11 (3)	-114,32 (2) -162,10 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-60,21 (1) -60,21 (1)	max min
				6000,00	-390,14 (2) -553,33 (3)	-74,90 (2) -106,20 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-75,72 (1) -75,72 (1)	max min
				7500,00	-472,93 (2) -670,72 (3)	-35,49 (2) -50,31 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-83,88 (1) -83,88 (1)	max min
				9000,00	-496,60 (2) -704,26 (3)	8,88 (3) 0,64 (3)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-83,23 (1) -83,23 (1)	max min
				10500,00	-461,14 (2) -653,96 (3)	61,48 (3) 43,35 (2)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-73,36 (1) -73,36 (1)	max min
				12000,00	-366,55 (2) -519,81 (3)	117,38 (3) 82,77 (2)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-54,90 (1) -54,90 (1)	max min
				13500,00	-212,84 (2) -301,83 (3)	166,28 (3) 117,26 (2)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-29,54 (1) -29,54 (1)	max min
				14250,00	-113,81 (2) -161,39 (3)	201,22 (3) 141,89 (2)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	-15,09 (1) -15,09 (1)	max min
				15000,00	0,00 (4) 0,00 (2)	215,19 (3) 151,75 (2)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	0,00 (1) 0,00 (1)	max min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

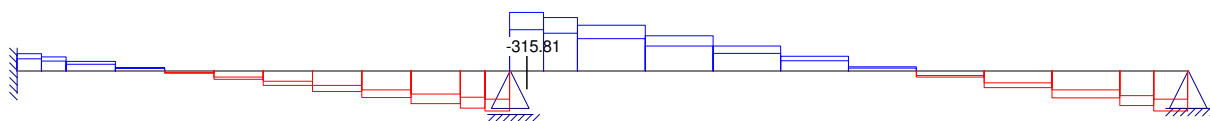
2.3 Forskyvningsdiagram



2.4 Momentdiagram



2.5 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: -315.81 kN

2.6 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: 0.00 kN

3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt

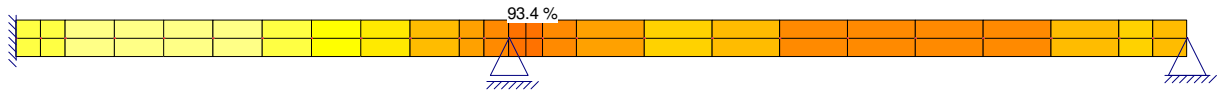
Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapabilitetsutnyttelse			Lastkomb.
						Kombi	Skjær	Tv.str.	
1	bj-rt	1	0,00	0,00	80,28	-92,23	0,09	0,26	3
		545,00	0,00	30,01	-84,12	0,04	0,26	3	
		1090,00	0,00	-11,42	-63,85	0,01	0,22	3	
		2180,00	0,00	-67,75	-35,46	0,08	0,15	3	
		3270,00	0,00	-88,72	-3,02	0,10	0,05	3	
		4360,00	0,00	-73,96	29,44	0,09	0,13	3	
		5450,00	0,00	-24,57	61,87	0,03	0,22	3	
		6540,00	0,00	60,54	94,31	0,07	0,32	3	
		7630,00	0,00	181,01	126,75	0,21	0,41	3	
		8720,00	0,00	336,85	159,19	0,40	0,50	3	
		9810,00	0,00	528,05	187,58	0,62	0,57	3	
		10355,00	0,00	636,91	207,85	0,75	0,62	3	
		2	10900,00	0,00	754,61	215,96	0,89	0,62	3
		2	bj-rt	2	0,00	0,00	754,61	-315,81	0,93
750,00	0,00			517,76	-301,83	0,64	0,90	3	
1500,00	0,00			301,86	-266,90	0,37	0,82	3	
3000,00	0,00			-67,05	-217,99	0,08	0,70	3	
4500,00	0,00			-352,11	-162,10	0,44	0,54	3	
6000,00	0,00			-553,33	-106,20	0,68	0,38	3	
7500,00	0,00			-670,72	-50,31	0,83	0,22	3	
9000,00	0,00			-704,26	5,59	0,87	0,10	3	
10500,00	0,00			-653,96	61,48	0,81	0,26	3	
12000,00	0,00			-519,81	117,38	0,64	0,42	3	
13500,00	0,00			-301,83	166,28	0,37	0,54	3	
14250,00	0,00			-161,39	201,22	0,20	0,61	3	
3	15000,00			0,00	0,00	215,19	0,00	0,61	3

Kapabilitetskontrollen er utført etter NS 3470, utgave 5 (1999)

3.2 FORUTSETNINGER

Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
1	10900,00	10900,00	10900,00	10900,00	
2	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 93.4 %

Prosjekt: Bjelke 2

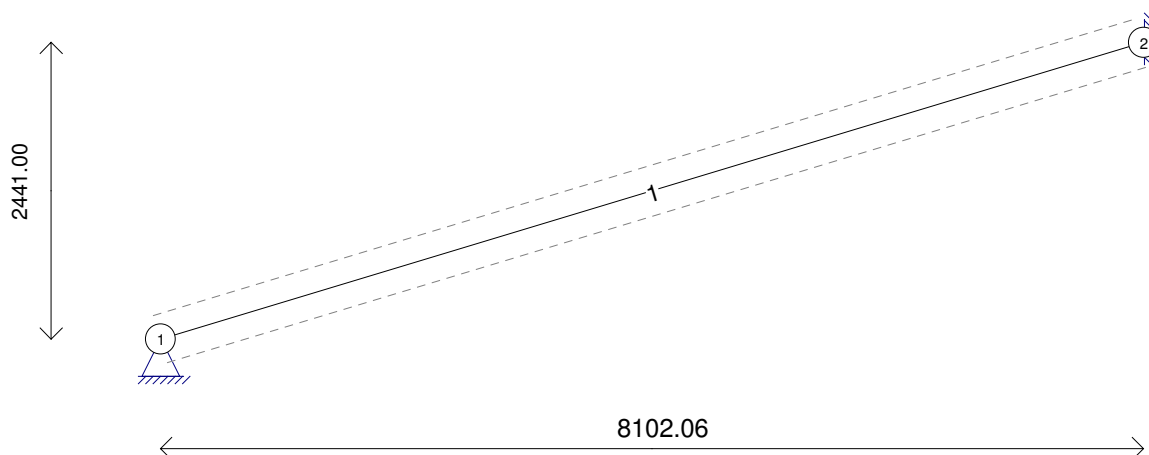
Beregning utført 23.05.2009 11:38:13

Focus 2D Konstruksjon
BEREGNING AV PLANE KONSTRUKSJONER

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	1
1.1	KNUTEPUNKTSDATA	1
1.2	TVERRSNITTSDATA	1
1.3	SEGMENTDATA	1
1.4	MATERIALTYPER	1
1.5	LASTTILFELLER	2
1.6	LASTKOMBINASJON	3
2.	STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori	4
2.1	KNUTEPUNKTSRESULTATER	4
2.2	SEGMENTRESULTATER - Alle snitt	4
2.3	Forskyvningsdiagram	5
2.4	Momentdiagram	6
2.5	Skjærkraftdiagram	6
2.6	Aksialkraftdiagram	6
3.	KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori	7
3.1	UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt	7
3.2	FORUTSETNINGER	7
3.3	Kapasitetskart	7

1. KONSTRUKSJONSMODELLO OG LASTER



1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0,00	0,00	F	F	
2	8102,06	2441,00	F	F	F

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

1.2 TVERRSNITTSDATA

Nr	Navn	Parametre	
1	Limtre 200x405	A = 81000,00 mm ² b = 200,00 mm Total vekt i konstruksjonen: 3,43 kN	I = 1,11e+009 mm ⁴ h = 405,00 mm

1.3 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 200x405	0,00	0,00

1.4 MATERIALTYPER

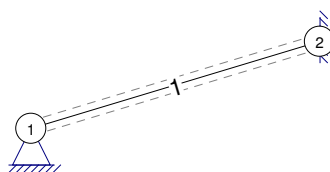
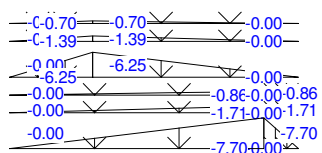
1	GL36c(L40), limtre			Material:	Limtre
	Kvalitet:	GL36c (L40)		Lamelltykkelse:	33,30 mm
	Klimaklasse:	2		Tyngdetetthet:	5,00 kN/m ³
	Varmeutv.koeff.:	5,00e-006 C ⁻¹			
	Total vekt i konstruksjonen:	3,43 kN			
Karakteristiske fasthetsparametre:					
	f-mk	36,00 N/mm ²	f-vk		3,00 N/mm ²
	f-t0k	22,50 N/mm ²	f-c0k		29,00 N/mm ²
	f-t90k	0,50 N/mm ²	f-c90k		6,30 N/mm ²

For lastkombinasjon 1, 2, 3, 4, 5, 6 (Bruddgrensetilstand, Lastvarighet: B):

1.4 MATERIALTYPER fortsatt

E-modul deformasjon:	1,18e+004 N/mm ²	G-modul deformasjon:	6,80e+002 N/mm ²
E-modul stabilitet:	1,19e+004 N/mm ²	G-modul stabilitet:	8,50e+002 N/mm ²
Materialfaktor gamma m	1,25		

1.5 LASTTILFELLER



1	Snølast 2	Varighetsklasse: B	1	Vertikal ford.last	p1 = -0,00	p2 = -6,25	[kN/m]	
					x1 = 0,00	x2 = 2320,00	[mm]	
				Virker på segmentene:	1			
			2	Vertikal ford.last	p1 = -6,25	p2 = -0,00	[kN/m]	
					x1 = 2320,00	x2 = 8102,06	[mm]	
				Virker på segmentene:	1			
2	Installasjoner 2	Varighetsklasse: P	1	Vertikal ford.last	p1 = -0,70	p2 = -0,00	[kN/m]	
					x1 = 2320,00	x2 = 8102,06	[mm]	
				Virker på segmentene:	1			
3	Lett tak 2	Varighetsklasse: P	1	Vertikal ford.last	p1 = -0,00	p2 = -1,39	[kN/m]	
					x1 = -0,00	x2 = 2320,00	[mm]	
					Virker på segmentene:	1		
			2	Vertikal ford.last	p1 = -1,39	p2 = -0,00	[kN/m]	
					x1 = 2320,00	x2 = 8102,06	[mm]	
					Virker på segmentene:	1		
4	Installasjoner 1	Varighetsklasse: P	1	Vertikal ford.last	p1 = -0,00	p2 = -0,86	[kN/m]	
					x1 = 0,00	x2 = 7126,00	[mm]	
					Virker på segmentene:	1		
			2	Vertikal ford.last	p1 = -0,86	p2 = -0,00	[kN/m]	
					x1 = 7126,00	x2 = 8102,06	[mm]	
					Virker på segmentene:	1		

1.5 LASTTILFELLER fortsatt

		Virker på segmentene:	1
5	Lett tak 1	Varighetsklasse: P	
		1 Vertikal ford.last	p1 = -0,00 p2 = -1,71 [kN/m] x1 = 0,00 x2 = 7126,00 [mm] Virker på segmentene: 1
	2 Vertikal ford.last	p1 = -1,71 p2 = -0,00 [kN/m] x1 = 7126,00 x2 = 8102,06 [mm] Virker på segmentene: 1	
	6	Snølast 1	Varighetsklasse: B
1 Vertikal ford.last	p1 = -7,70 p2 = -0,00 [kN/m] x1 = 7125,00 x2 = 8102,06 [mm] Virker på segmentene: 1		
2 Vertikal ford.last	p1 = -0,00 p2 = -7,70 [kN/m] x1 = 0,00 x2 = 7126,00 [mm] Virker på segmentene: 1		

1.6 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

- 1 1.05*Snølast 2 + 1.05*Installasjoner 2 + 1.05*Lett tak 2 + 1.05*Installasjoner 1 + 1.05*Lett tak 1 + 1.05*Snølast 1 + 1.35* \langle kt \rangle (Bruddgrensetilstand)

1,05 (1.00) * Snølast 2
1,05 (1.00) * Installasjoner 2
1,05 (1.00) * Lett tak 2
1,05 (1.00) * Installasjoner 1
1,05 (1.00) * Lett tak 1
1,05 (1.00) * Snølast 1
1,35 (1.00) * \langle Konstruksjonens tyngde \rangle

- 2 1.05*Snølast 2 + 1.05*Installasjoner 2 + 1.05*Lett tak 2 + 1.05*Installasjoner 1 + 1.05*Lett tak 1 + 1.05*Snølast 1 + 1.00* \langle kt \rangle (Bruddgrensetilstand)

1,05 (1.00) * Snølast 2
1,05 (1.00) * Installasjoner 2
1,05 (1.00) * Lett tak 2
1,05 (1.00) * Installasjoner 1
1,05 (1.00) * Lett tak 1
1,05 (1.00) * Snølast 1
1,00 (1.00) * \langle Konstruksjonens tyngde \rangle

- 3 1.50*Snølast 2 + 1.50*Installasjoner 2 + 1.50*Lett tak 2 + 1.50*Installasjoner 1 + 1.50*Lett tak 1 + 1.50*Snølast 1 + 1.20* \langle kt \rangle (Bruddgrensetilstand)

1,50 (1.00) * Snølast 2
1,50 (1.00) * Installasjoner 2
1,50 (1.00) * Lett tak 2
1,50 (1.00) * Installasjoner 1
1,50 (1.00) * Lett tak 1
1,50 (1.00) * Snølast 1
1,20 (1.00) * \langle Konstruksjonens tyngde \rangle

- 4 1.50*Snølast 2 + 1.50*Installasjoner 2 + 1.50*Lett tak 2 + 1.50*Installasjoner 1 + 1.50*Lett tak 1 + 1.50*Snølast 1 + 1.00* \langle kt \rangle (Bruddgrensetilstand)

1,50 (1.00) * Snølast 2
1,50 (1.00) * Installasjoner 2

1,50 (1.00) * Lett tak 2
 1,50 (1.00) * Installasjoner 1
 1,50 (1.00) * Lett tak 1
 1,50 (1.00) * Snølast 1
 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

5 0.90*Installasjoner 1 + 0.90*Snølast 2 + 0.90*Installasjoner 2 + 0.90*Lett tak 2 + 0.90*Lett tak 1 + 0.90*Snølast 1 + 1.00*<kt> (Bruddgrensetilstand)

0,90 (1.00) * Installasjoner 1
 0,90 (1.00) * Snølast 2
 0,90 (1.00) * Installasjoner 2
 0,90 (1.00) * Lett tak 2
 0,90 (1.00) * Lett tak 1
 0,90 (1.00) * Snølast 1
 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

6 0.90*Installasjoner 1 + 0.90*Snølast 2 + 0.90*Installasjoner 2 + 0.90*Lett tak 2 + 0.90*Lett tak 1 + 0.90*Snølast 1 + 1.35*<kt> (Bruddgrensetilstand)

0,90 (1.00) * Installasjoner 1
 0,90 (1.00) * Snølast 2
 0,90 (1.00) * Installasjoner 2
 0,90 (1.00) * Lett tak 2
 0,90 (1.00) * Lett tak 1
 0,90 (1.00) * Snølast 1
 1,35 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
1	0,00 (1)	0,00 (1)	0,69 (1)	4,78 (3)	40,24 (3)	0,00 (1)	max
	0,00 (1)	0,00 (1)	0,69 (1)	2,90 (5)	24,51 (5)	0,00 (1)	min
2	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	-2,90 (5)	80,83 (3)	140,22 (3)	max
	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	-4,78 (3)	49,08 (5)	85,09 (5)	min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
 Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt

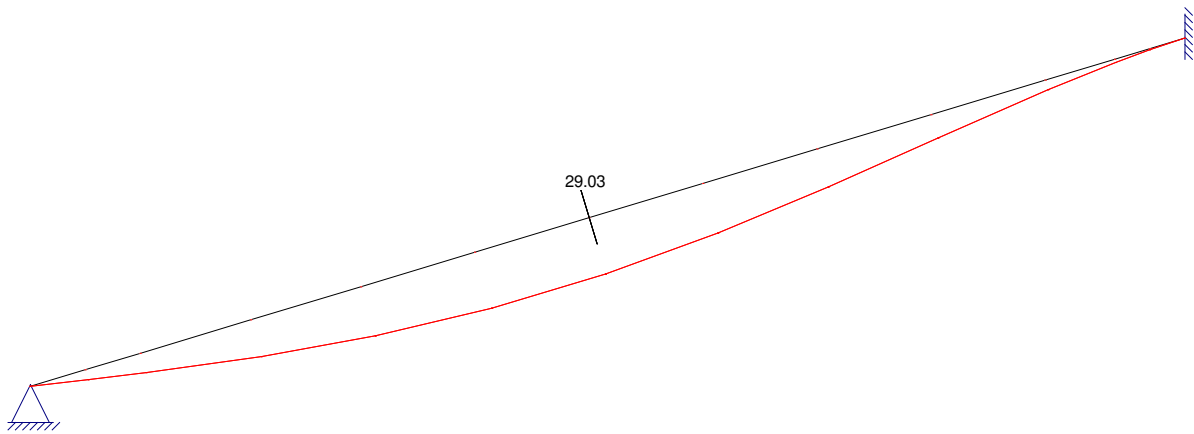
Segment Nr Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
	1	2							
1 bj-rt	1	2	0,00	0,00 (4)	-22,56 (5)	-9,83 (5)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
				0,00 (1)	-37,05 (3)	-16,16 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	min
			403,83	-9,11 (5)	-22,22 (5)	-9,73 (5)	1,47 (1)	-4,89 (1)	max
				-14,96 (3)	-36,54 (3)	-16,00 (3)	1,47 (1)	-4,89 (1)	min
			807,67	-17,95 (5)	-20,50 (5)	-9,21 (5)	2,89 (1)	-9,64 (1)	max
				-29,51 (3)	-33,76 (3)	-15,16 (3)	2,89 (1)	-9,64 (1)	min
			1615,34	-33,39 (5)	-16,25 (5)	-7,93 (5)	5,43 (1)	-18,10 (1)	max
				-54,95 (3)	-26,80 (3)	-13,07 (3)	5,43 (1)	-18,10 (1)	min
			2423,01	-44,20 (5)	-9,42 (5)	-5,87 (5)	7,31 (1)	-24,36 (1)	max
				-72,79 (3)	-15,57 (3)	-9,68 (3)	7,31 (1)	-24,36 (1)	min
	3259,40	-48,77 (5)	-0,04 (3)	-3,36 (5)	8,34 (1)	-27,80 (1)	max		
		-80,36 (3)	-2,88 (3)	-5,54 (3)	8,34 (1)	-27,80 (1)	min		

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

Segment Nr Type	Knutepunkt 1 2	Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
		4095,79	-46,03 (5)	12,59 (3)	-0,53 (3)	8,34 (1)	-27,81 (1)	max
			-75,86 (3)	7,65 (5)	-1,39 (3)	8,34 (1)	-27,81 (1)	min
		4932,18	-35,97 (5)	27,01 (3)	3,15 (3)	7,37 (1)	-24,58 (1)	max
			-59,30 (3)	16,40 (5)	1,91 (5)	7,37 (1)	-24,58 (1)	min
		5768,57	-18,60 (5)	41,43 (3)	7,49 (3)	5,63 (1)	-18,80 (1)	max
			-30,68 (3)	25,14 (5)	4,54 (5)	5,63 (1)	-18,80 (1)	min
		6604,96	10,01 (3)	55,85 (3)	11,83 (3)	3,48 (1)	-11,64 (1)	max
			6,08 (5)	33,88 (5)	7,18 (5)	3,48 (1)	-11,64 (1)	min
		7441,35	62,75 (3)	68,33 (3)	15,59 (3)	1,42 (1)	-4,77 (1)	max
			38,07 (5)	41,45 (5)	9,46 (5)	1,42 (1)	-4,77 (1)	min
		7951,57	100,30 (3)	75,69 (3)	17,81 (3)	0,49 (1)	-1,64 (1)	max
			60,85 (5)	45,93 (5)	10,81 (5)	0,49 (1)	-1,64 (1)	min
		8206,68	120,14 (3)	78,25 (3)	18,58 (3)	0,17 (1)	-0,59 (1)	max
			72,90 (5)	47,49 (5)	11,28 (5)	0,17 (1)	-0,59 (1)	min
		8461,79	140,22 (3)	78,71 (3)	18,72 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	max
			85,09 (5)	47,78 (5)	11,37 (5)	0,00 (1)	0,00 (1)	min

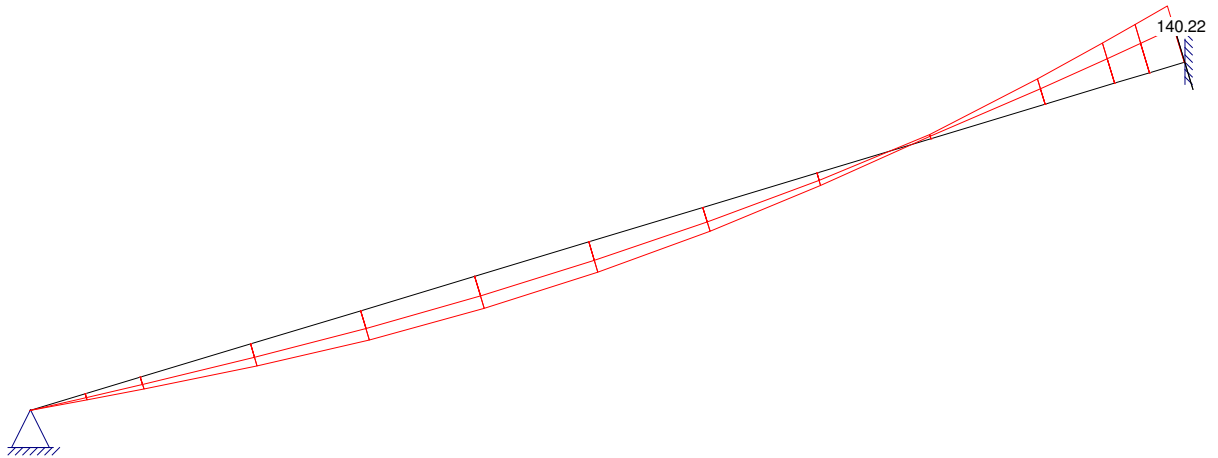
Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.3 Forskyvningsdiagram



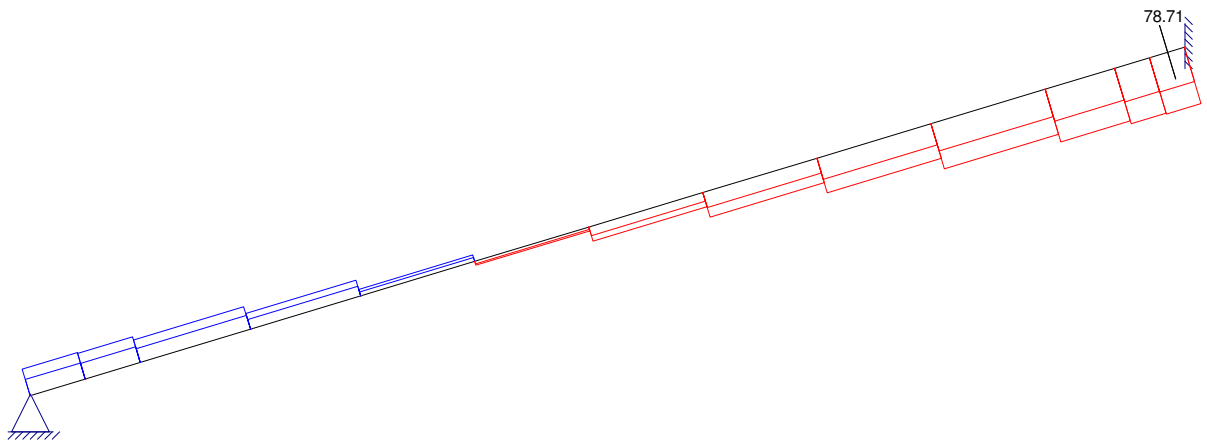
Største forskyvning: 29.03 mm (Bruksgrensetilstand)

2.4 Momentdiagram



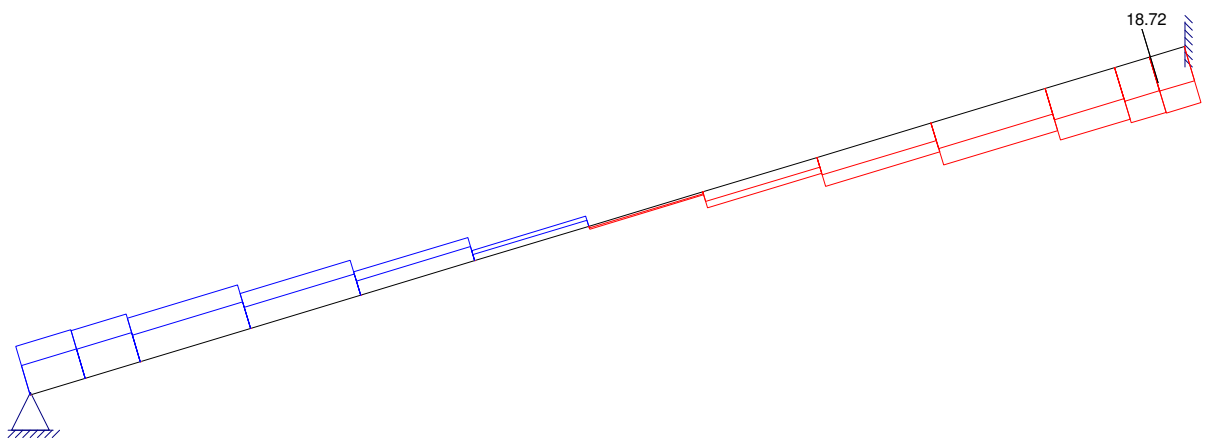
Største moment: 140.22 kN·m

2.5 Skjærkraftdiagram



Største skjærkraft: 78.71 kN

2.6 Aksialkraftdiagram



Største aksialkraft: 18.72 kN

3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt

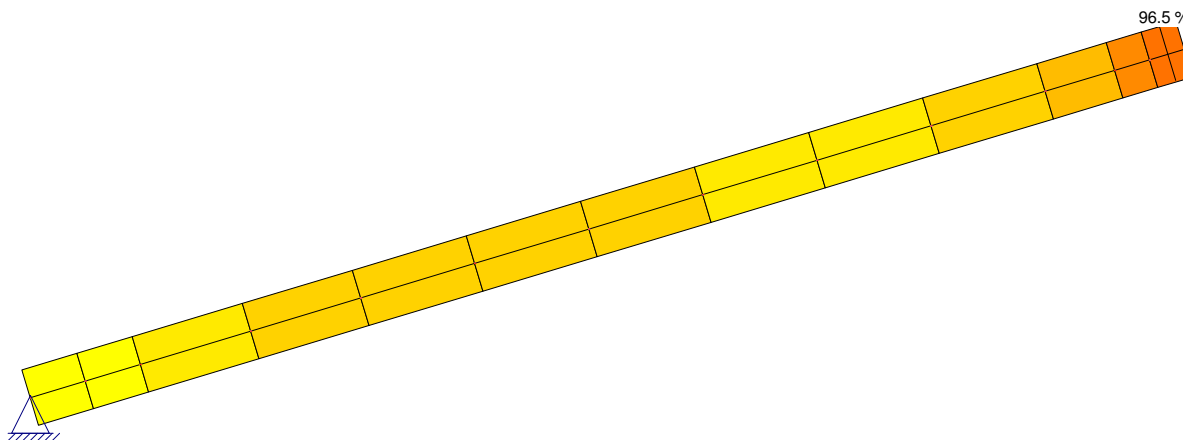
Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.	
						Kombi	Skjær	Tv.str.		
1	bj-rt	1	0,00	-16,16	0,00	-37,05	0,06	0,32		3
		403,83	-16,00	-14,96	-36,54	0,16	0,32		3	
		807,67	-15,16	-29,51	-33,76	0,26	0,31		3	
		1615,34	-13,07	-54,95	-26,80	0,43	0,27		3	
		2423,01	-9,68	-72,79	-15,57	0,54	0,19		3	
		3259,40	-5,54	-80,36	-1,83	0,57	0,08		3	
		4095,79	-1,20	-75,86	12,59	0,53	0,17		3	
		4932,18	3,15	-59,30	27,01	0,41	0,29		3	
		5768,57	7,49	-30,68	41,43	0,22	0,42		3	
		6604,96	11,83	10,01	55,85	0,08	0,54		3	
		7441,35	15,59	62,75	68,33	0,44	0,63		3	
		7951,57	17,81	100,30	75,69	0,69	0,67		3	
		8206,68	18,58	120,14	78,25	0,83	0,67		3	
		2	8461,79	18,72	140,22	78,71	0,97	0,67		3

Kapasitetskontrollen er utført etter NS 3470, utgave 5 (1999)

3.2 FORUTSETNINGER

Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
1	8461,79	8461,79	8461,79	8461,79	



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 96.5 %

Prosjekt: Bjelke 3

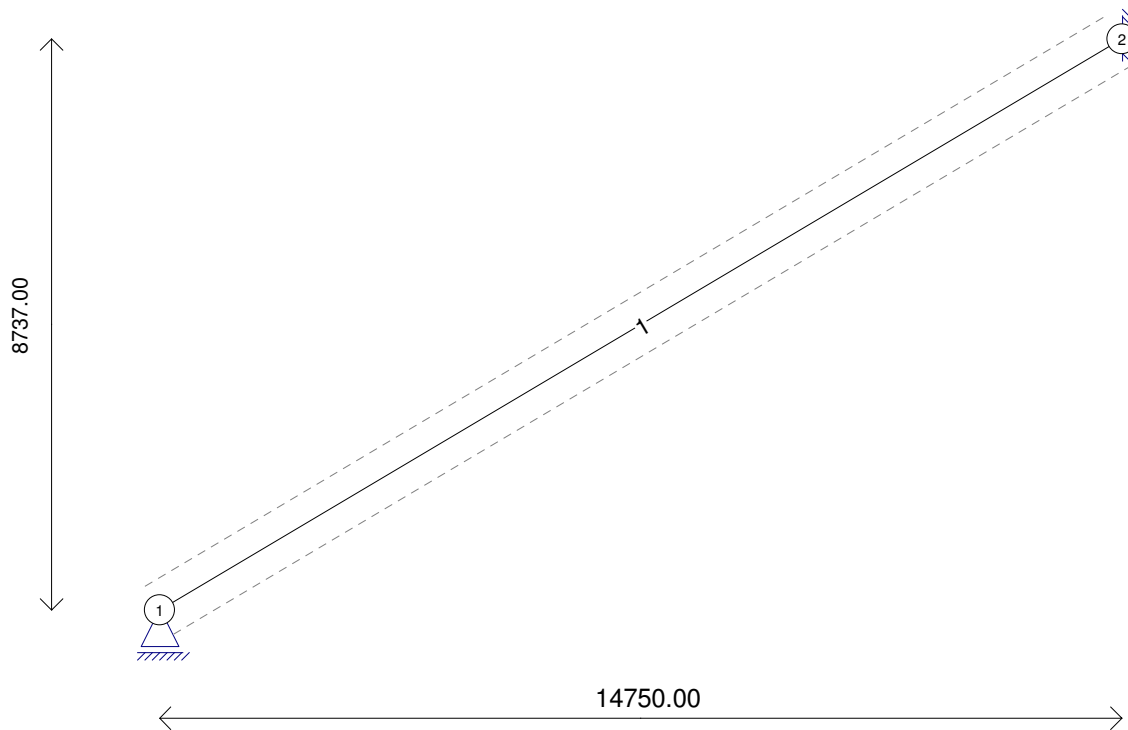
Beregning utført 23.05.2009 11:37:48

Focus 2D Konstruksjon
BEREGNING AV PLANE KONSTRUKSJONER

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	1
1.1	KNUTEPUNKTSDATA	1
1.2	TVERRSNITTSDATA	1
1.3	SEGMENTDATA	1
1.4	MATERIALTYPER	1
1.5	LASTTILFELLER	2
1.6	LASTKOMBINASJON	2
2.	STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori	3
2.1	KNUTEPUNKTSRESULTATER	3
2.2	SEGMENTRESULTATER - Alle snitt	3
2.3	Forskyvningsdiagram	4
2.4	Momentdiagram	4
2.5	Skjærkraftdiagram	5
2.6	Aksialkraftdiagram	5
3.	KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori	6
3.1	UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt	6
3.2	FORUTSETNINGER	6
3.3	Kapasitetskart	7

1. KONSTRUKSJONSMODELLO OG LASTER



1.1 KNOTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0,00	0,00		F	
2	14750,00	8737,00	F	F	F

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

1.2 TVERRSNITTSDATA

Nr	Navn	Parametre	
1	Limtre 350x855	A = 299250,00 mm ² b = 350,00 mm Total vekt i konstruksjonen:	l = 1,82e+010 mm ⁴ h = 855,00 mm 25,65 kN

1.3 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 350x855	0,00	0,00

1.4 MATERIALTYPER

1

1.4 MATERIALTYPER fortsatt

Kvalitet:	GL36c (L40)	Material:	Limtre
Klimaklasse:	2	Lamelltykkelse:	33,30 mm
Varmeutv.koeff.:	5,00e-006 C ⁻¹	Tyngdetetthet:	5,00 kN/m ³
Total vekt i konstruksjonen:	25,65 kN		

Karakteristiske fasthetsparametre:

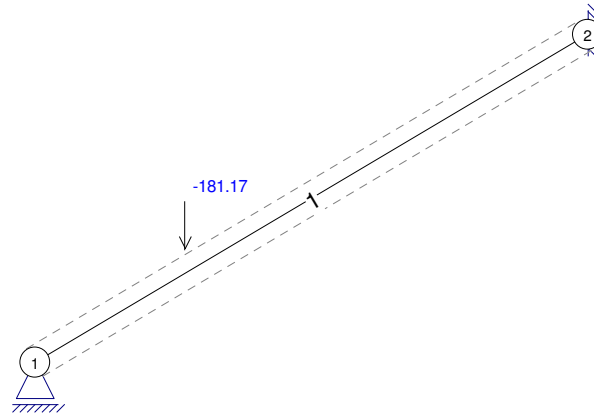
f-mk	36,00 N/mm ²	f-vk	3,00 N/mm ²
f-t0k	22,50 N/mm ²	f-c0k	29,00 N/mm ²
f-t90k	0,50 N/mm ²	f-c90k	6,30 N/mm ²

For lastkombinasjon 1, 2, 3, 4 (Bruddgrensetilstand, Lastvarighet: P):

E-modul deformasjon:	1,18e+004 N/mm ²	G-modul deformasjon:	6,80e+002 N/mm ²
E-modul stabilitet:	1,19e+004 N/mm ²	G-modul stabilitet:	8,50e+002 N/mm ²

Materialfaktor gamma m 1,25

1.5 LASTTILFELLER



4	Bjelkekruss	Varighetsklasse: P				
		1	Konsentrert z-kraft	-181,17 kN	på segm.	1 s =4000,00 mm

1.6 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

- 1.05*Bjelkekruss + 1.35*<kt> (Bruddgrensetilstand)
 - 1,05 (1.00) * Bjelkekruss
 - 1,35 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>
2. 1.05*Bjelkekruss + 1.00*<kt> (Bruddgrensetilstand)
 - 1,05 (1.00) * Bjelkekruss
 - 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>
3. 1.50*Bjelkekruss + 1.20*<kt> (Bruddgrensetilstand)
 - 1,50 (1.00) * Bjelkekruss
 - 1,20 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

4 1.50*Bjelkekruss + 1.00*<kt> (Bruddgrensetilstand)

1,50 (1.00) * Bjelkekruss
 1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
1	-0,12 (1)	0,00 (1)	0,78 (1)	0,00 (1)	175,98 (3)	0,00 (1)	max
	-0,12 (1)	0,00 (1)	0,78 (1)	0,00 (1)	124,74 (2)	0,00 (1)	min
2	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	126,55 (3)	552,63 (3)	max
	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	91,14 (2)	394,26 (2)	min

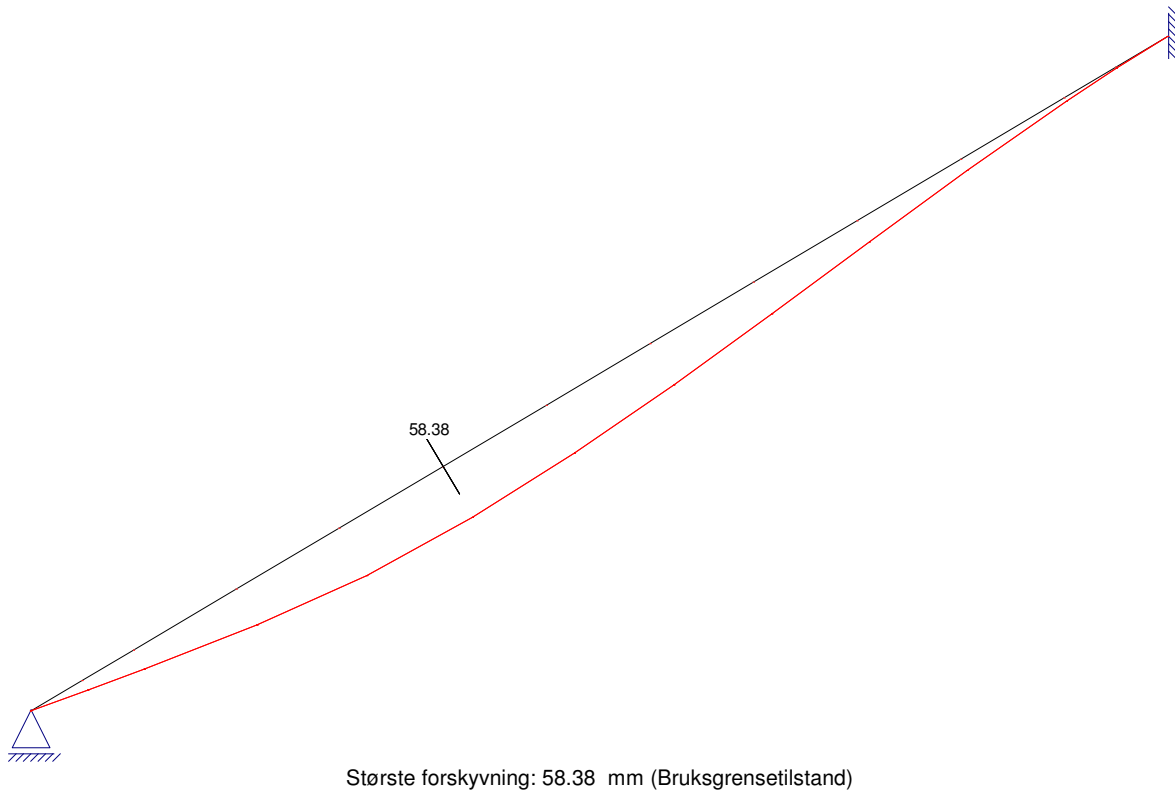
Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
 Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt

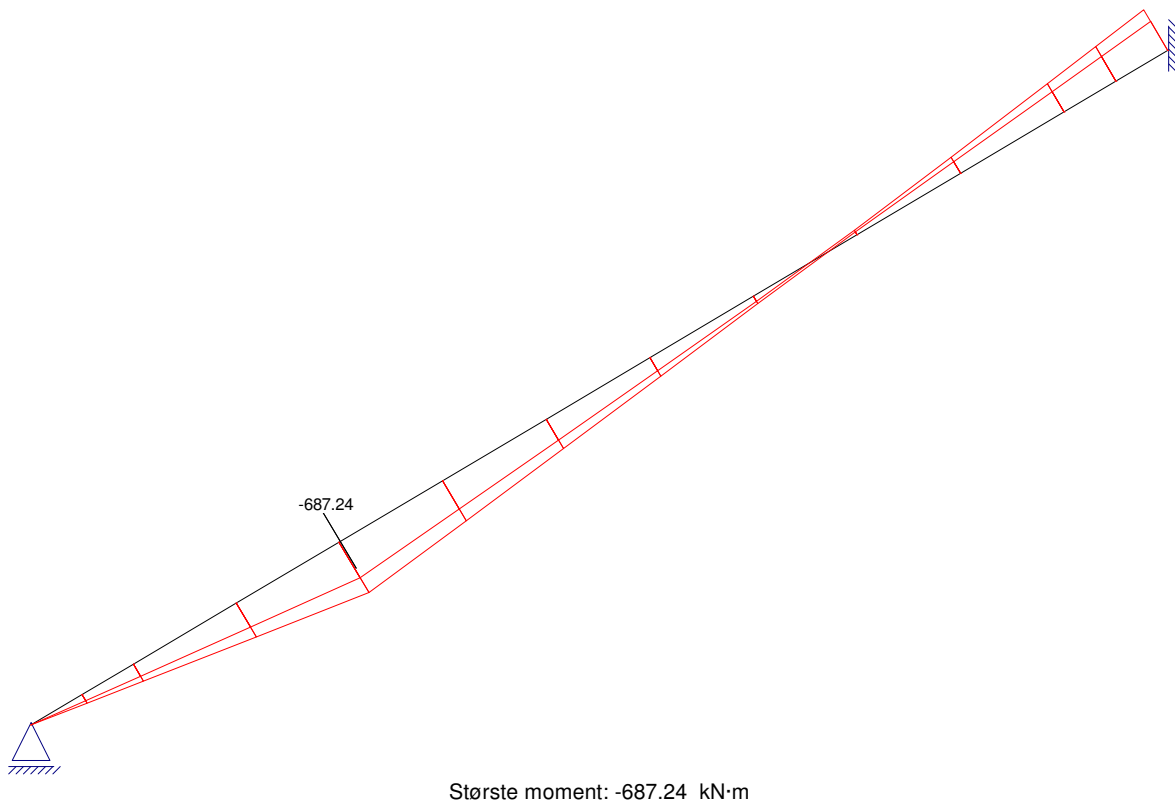
Segment Nr	Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]	
		1	2							
1	bj-rt	1	2	0,00	0,00 (1)	-106,82 (2)	-63,28 (2)	-0,12 (1)	0,00 (1)	max
					-0,00 (4)	-150,81 (3)	-89,33 (3)	-0,12 (1)	0,00 (1)	min
				774,84	-82,77 (2)	-106,32 (2)	-62,98 (2)	5,55 (1)	-9,62 (1)	max
					-116,86 (3)	-150,22 (3)	-88,98 (3)	5,55 (1)	-9,62 (1)	min
				1549,69	-164,77 (2)	-105,08 (2)	-62,24 (2)	11,04 (1)	-18,92 (1)	max
					-232,79 (3)	-148,72 (3)	-88,09 (3)	11,04 (1)	-18,92 (1)	min
				3099,38	-326,45 (2)	-103,33 (2)	-61,21 (2)	20,77 (1)	-35,42 (1)	max
					-461,87 (3)	-146,63 (3)	-86,85 (3)	20,77 (1)	-35,42 (1)	min
				4649,07	-485,04 (2)	-5,64 (4)	-3,34 (4)	27,65 (1)	-47,12 (1)	max
					-687,24 (3)	-41,28 (3)	-24,45 (3)	27,65 (1)	-47,12 (1)	min
				6210,87	-386,11 (2)	92,13 (3)	54,57 (3)	29,58 (1)	-50,33 (1)	max
					-545,44 (3)	64,11 (1)	37,97 (1)	29,58 (1)	-50,33 (1)	min
				7772,66	-284,05 (2)	94,41 (3)	55,92 (3)	28,10 (1)	-47,78 (1)	max
					-399,88 (3)	66,35 (2)	39,30 (2)	28,10 (1)	-47,78 (1)	min
				9334,46	-178,85 (2)	96,82 (3)	57,35 (3)	24,12 (1)	-41,01 (1)	max
					-250,55 (3)	68,36 (2)	40,50 (2)	24,12 (1)	-41,01 (1)	min
				10896,26	-70,51 (2)	99,23 (3)	58,78 (3)	18,56 (1)	-31,57 (1)	max
					-97,45 (3)	70,38 (2)	41,69 (2)	18,56 (1)	-31,57 (1)	min
				12458,05	60,20 (4)	101,65 (3)	60,21 (3)	12,37 (1)	-21,07 (1)	max
					39,61 (1)	72,39 (2)	42,88 (2)	12,37 (1)	-21,07 (1)	min
14019,85	220,06 (3)	104,06 (3)	61,64 (3)	6,54 (1)	-11,17 (1)	max				
	155,59 (2)	74,40 (2)	44,07 (2)	6,54 (1)	-11,17 (1)	min				
15581,65	384,46 (3)	106,17 (3)	62,89 (3)	2,08 (1)	-3,56 (1)	max				
	273,36 (2)	76,16 (2)	45,11 (2)	2,08 (1)	-3,56 (1)	min				
16362,55	468,08 (3)	107,68 (3)	63,78 (3)	0,67 (1)	-1,17 (1)	max				
	333,42 (2)	77,41 (2)	45,85 (2)	0,67 (1)	-1,17 (1)	min				
17143,44	552,63 (3)	108,28 (3)	64,14 (3)	0,00 (1)	0,00 (1)	max				
	394,26 (2)	77,91 (2)	46,15 (2)	0,00 (1)	0,00 (1)	min				

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
 Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

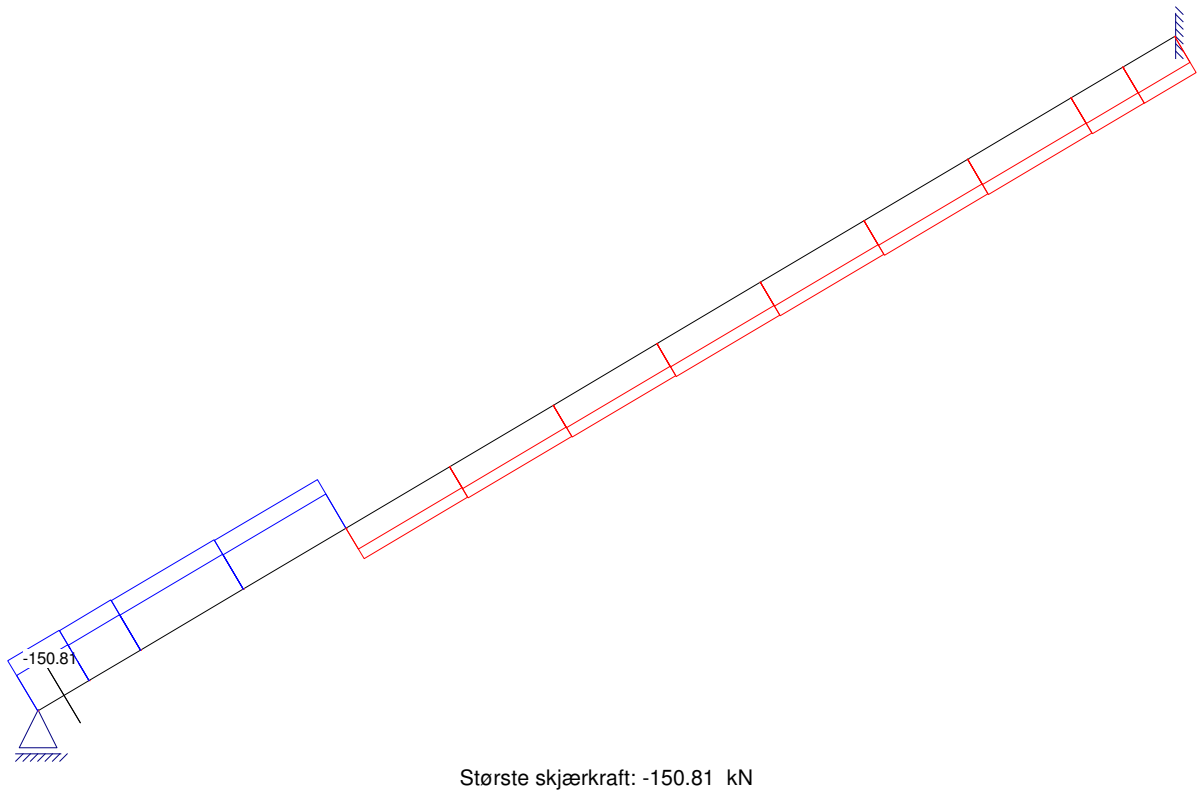
2.3 Forskyvningsdiagram



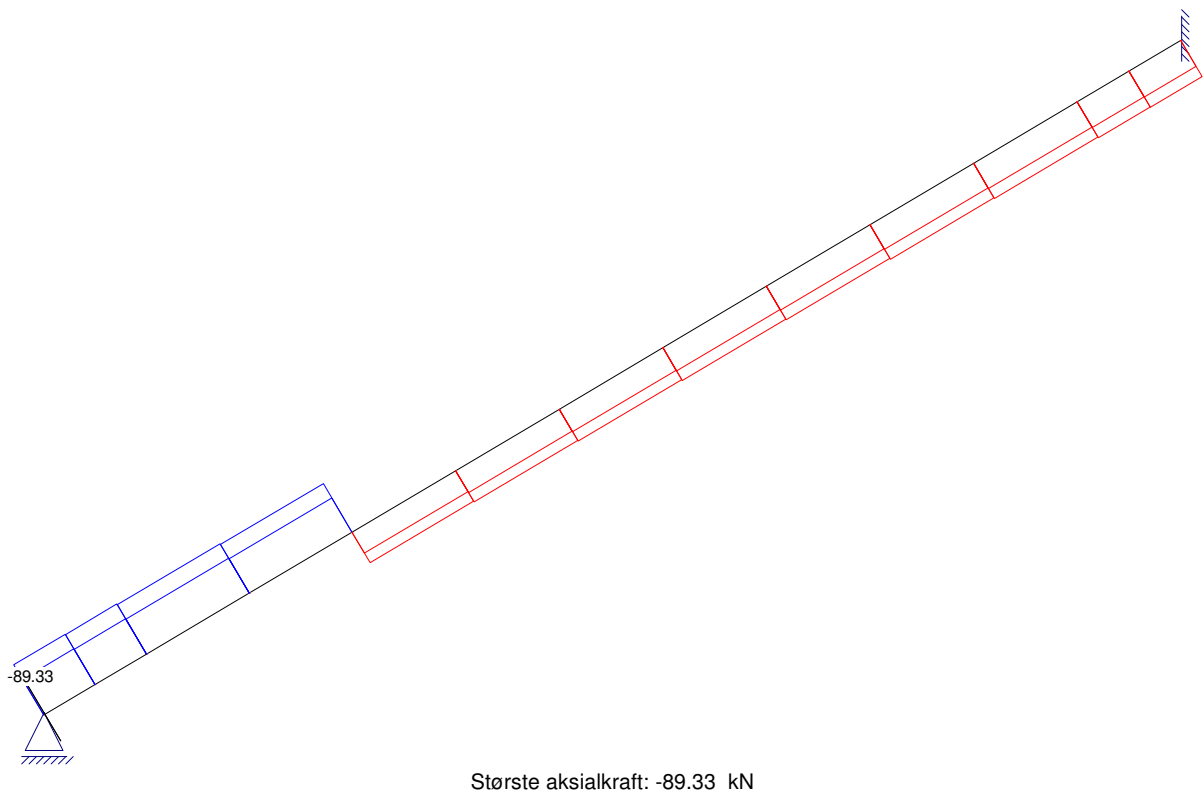
2.4 Momentdiagram



2.5 Skjærkraftdiagram



2.6 Aksialkraftdiagram



3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt

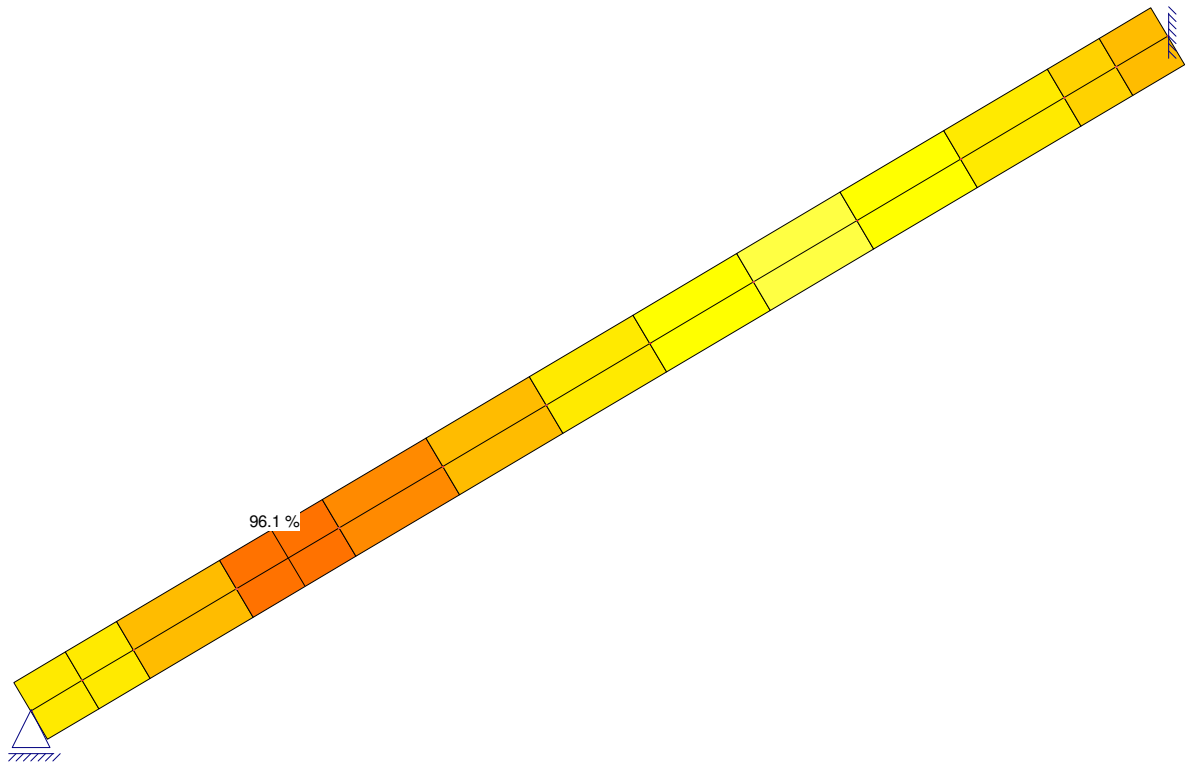
Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapasitetsutnyttelse			Lastkomb.	
						Kombi	Skjær	Tv.str.		
1	bj-rt	1	0,00	-89,33	0,00	-150,81	0,14	0,45		3
		774,84	-88,98	-116,86	-150,22	0,28	0,45		3	
		1549,69	-88,09	-232,79	-148,72	0,42	0,45		3	
		3099,38	-86,85	-461,87	-146,63	0,69	0,44		3	
		4649,07	-16,18	-687,24	-27,32	0,96	0,43		3	
		6210,87	54,49	-545,44	92,00	0,65	0,28		3	
		7772,66	55,92	-399,88	94,41	0,48	0,29		3	
		9334,46	57,35	-250,55	96,82	0,31	0,29		3	
		10896,26	58,78	-97,45	99,23	0,13	0,30		3	
		12458,05	60,21	59,42	101,65	0,09	0,31		3	
		14019,85	61,64	220,06	104,06	0,27	0,31		3	
		15581,65	62,89	384,46	106,17	0,46	0,32		3	
		16362,55	63,78	468,08	107,68	0,56	0,32		3	
		2	17143,44	64,14	552,63	108,28	0,66	0,32		3

Kapasitetskontrollen er utført etter NS 3470, utgave 5 (1999)

3.2 FORUTSETNINGER

Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
1	17143,44	17143,44	17143,44	17143,44	



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 96.1 %

1.1.3 Avstiving av fagverket

Avstiving for fagverk

$$N_f = 5453,98kN$$

$$f_{c0d} = f_{c0k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_m} = 18,56$$

$$l_{fagverk} = 32600mm$$

Kapasitet uavstivet

$$\lambda = \frac{l_{fagverk}}{0,289 \cdot b} = 188$$

$$\Rightarrow k_\lambda = 0,11$$

$$N_{kap} = k_\lambda \cdot f_{c0d} \cdot b \cdot h = 881,97kN$$

$$N_{kap} \leq N_f$$

\Rightarrow Utbøyingen blir for stor, prøv med avstiving

Kapasitet med en avstiver

$$\lambda = \frac{l_{fagverk}}{0,289 \cdot b} = 94$$

$$\Rightarrow k_\lambda = 0,35$$

$$N_{kap} = k_\lambda \cdot f_{c0d} \cdot b \cdot h = 2806kN$$

$$N_{kap} \leq N_f$$

\Rightarrow Utbøyingen blir for stor, prøv med to avstivinger

Kapasitet med to avstivere

$$\lambda = \frac{l_{fagverk}}{0,289 \cdot b} = 64$$

$$\Rightarrow k_\lambda = 0,61$$

$$N_{kap} = k_\lambda \cdot f_{c0d} \cdot b \cdot h = 4891kN$$

$$N_{kap} \leq N_f$$

\Rightarrow Utbøyingen blir for stor, prøv med tre avstivinger

Kapasitet med tre avstivere

$$\lambda = \frac{l_{\text{fagverk}}}{0,289 \cdot b} = 47$$

$$\Rightarrow k_{\lambda} = 0,79$$

$$N_{\text{kap}} = k_{\lambda} \cdot f_{c0d} \cdot b \cdot h = 6334 \text{ kN}$$

$$N_{\text{kap}} \geq N_f$$

⇒ OK, bruk tre avstivinger.

Minimumsareal for avstivingen

$$l_{\text{avstiving}} = 15000 \text{ mm}$$

$$f_f = \frac{N_f}{40} = 136 \text{ kN}$$

$$A_{\text{min}} = \frac{f_f}{0,4 \cdot f_{c0d}} = 18366 \text{ mm}^2$$

Prøver 260 x 260 mm, med et areal på 67600 mm²

$$b = 260 \text{ mm}$$

$$h = 260 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_{\text{avstiving}}}{0,289 \cdot 260} = 370,7$$

$$\Rightarrow k_{\lambda} = 0,09$$

$$N_{\text{kap}} = k_{\lambda} \cdot b \cdot h \cdot f_{c0d} = 113 \text{ kN}$$

$$N_{\text{kap}} \leq f_f$$

⇒ Større areal er nødvendig

Prøver 280 x 280 mm, med et areal på 78400 mm²

$$b = 280 \text{ mm}$$

$$h = 280 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_{\text{avstiving}}}{0,289 \cdot 280} = 185,37$$

$$\Rightarrow k_{\lambda} = 0,10$$

$$N_{\text{kap}} = k_{\lambda} \cdot b \cdot h \cdot f_{c0d} = 145 \text{ kN}$$

$$N_{\text{kap}} \geq f_f$$

⇒ bruk minst 280mm x 280mm GL36c per avstivning

Prosjekt: Avstivningsbjelker

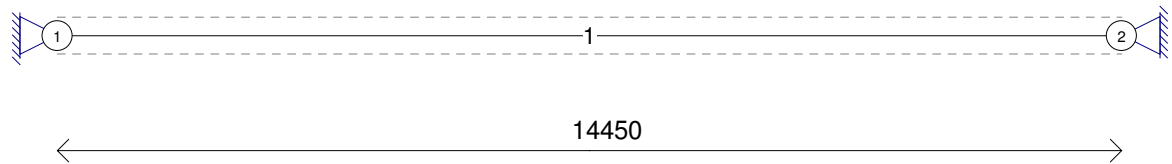
Beregning utført 23.05.2009 11:16:06

Focus 2D Konstruksjon
BEREGNING AV PLANE KONSTRUKSJONER

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER	1
1.1	KNUTEPUNKTSDATA	1
1.2	TVERRSNITTSDATA	1
1.3	SEGMENTDATA	1
1.4	MATERIALTYPER	1
1.5	LASTTILFELLER	1
1.6	LASTKOMBINASJON	2
2.	STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori	2
2.1	KNUTEPUNKTSRESULTATER	2
2.2	SEGMENTRESULTATER - Alle snitt	2
2.3	Forskyvningsdiagram	3
2.4	Momentdiagram	3
2.5	Skjærkraftdiagram	3
2.6	Aksialkraftdiagram	3
3.	KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori	4
3.1	UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt	4
3.2	FORUTSETNINGER	4
3.3	Kapasitetskart	4

1. KONSTRUKSJONSMODELL OG LASTER



1.1 KNUTEPUNKTSDATA

Nr	Koordinater [mm]		Randbetingelser		
	x	z	x	z	rot
1	0	0	F	F	
2	14450	0	F	F	

F = fastholdt/foreskrevet D = diskontinuerlig

1.2 TVERRSNITTSDATA

Nr	Navn	Parametre	
1	Limtre 280x500	A = 140000 mm ² b = 280,0 mm Total vekt i konstruksjonen:	I = 2,92e+009 mm ⁴ h = 500,0 mm 10,12 kN

1.3 SEGMENTDATA

Nr	Type	Knutepunkt		Material		Tverrsnitt		Oppleggsbr. [mm]	
		1	2	Nr	Navn	Nr	Navn	1	2
1	bj-rt	1	2	1	GL36c(L40), limtre	1	Limtre 280x500	0,0	0,0

1.4 MATERIALTYPER

1	GL36c(L40), limtre			Material:	Limtre
	Kvalitet:	GL36c (L40)		Lamelltykkelse:	33,3 mm
	Klimaklasse:	2		Tyngdetetthet:	5,0 kN/m ³
	Varmeutv.koeff.:	5,00e-006 C ⁻¹			
	Total vekt i konstruksjonen:	10,12 kN			

Karakteristiske fasthetsparametre:

f-mk	36,00 N/mm ²	f-vk	3,00 N/mm ²
f-t0k	22,50 N/mm ²	f-c0k	29,00 N/mm ²
f-t90k	0,50 N/mm ²	f-c90k	6,30 N/mm ²

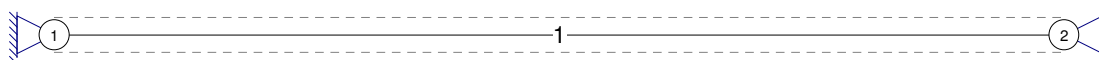
For lastkombinasjon 1, 2, 3 (Bruddgrensetilstand, Lastvarighet: P):

E-modul deformasjon:	1,1760e+004 N/mm ²	G-modul deformasjon:	6,8000e+002 N/mm ²
E-modul stabilitet:	1,1900e+004 N/mm ²	G-modul stabilitet:	8,5000e+002 N/mm ²

Materialfaktor gamma m 1,25

1.5 LASTTILFELLER

1.5 LASTTILFELLER fortsatt



1.6 LASTKOMBINASJON

Beregning utført for alle lastkombinasjoner bestående av:

1 1.35* <kt> (Bruddgrensetilstand)

1,35 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

2 1.00* <kt> (Bruddgrensetilstand)

1,00 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

3 1.20* <kt> (Bruddgrensetilstand)

1,20 (1.00) * <Konstruksjonens tyngde>

Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden, med angitte lastfaktorer i parentes.

2. STATISKE BEREGNINGER basert på lineær teori

2.1 KNOTEPUNKTSRESULTATER

Knutepunkt nr	Forskyvninger			Residualkrefter/(Oppleggskrefter)			
	u [mm]	w [mm]	rot [deg]	Rx [kN]	Rz [kN]	M [kN·m]	
1	0,0 (1)	0,0 (1)	0,210 (1)	0,00 (1)	6,83 (1)	0,00 (1)	max
	0,0 (1)	0,0 (1)	0,210 (1)	0,00 (1)	5,06 (2)	0,00 (1)	min
2	0,0 (1)	0,0 (1)	-0,210 (1)	0,00 (1)	6,83 (1)	0,00 (1)	max
	0,0 (1)	0,0 (1)	-0,210 (1)	0,00 (1)	5,06 (2)	0,00 (1)	min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra. Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt

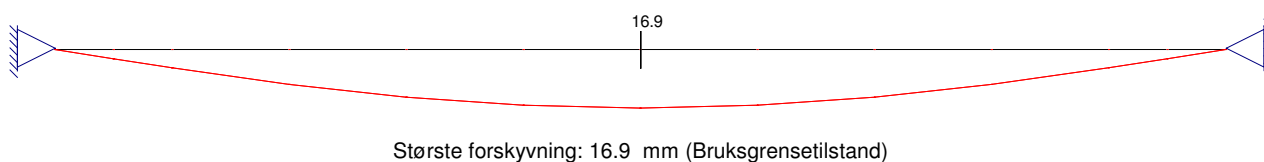
Segment Nr	Type	Knutepunkt		Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]			
		1	2									
1	bj-rt	1	2	0	0,00 (3)	-4,80 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	0,0 (1)	max		
					-0,00 (2)	-6,49 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	0,0 (1)	min		
						723	-3,47 (2)	-4,55 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-2,7 (1)	max
							-4,69 (1)	-6,14 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-2,7 (1)	min
						1445	-6,58 (2)	-3,92 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-5,3 (1)	max
							-8,88 (1)	-5,29 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-5,3 (1)	min
						2890	-11,69 (2)	-3,03 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-10,0 (1)	max
							-15,79 (1)	-4,10 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-10,0 (1)	min
						4335	-15,35 (2)	-2,02 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-13,7 (1)	max
							-20,72 (1)	-2,73 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-13,7 (1)	min
						5780	-17,54 (2)	-1,01 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-16,1 (1)	max
							-23,68 (1)	-1,37 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-16,1 (1)	min

2.2 SEGMENTRESULTATER - Alle snitt fortsatt

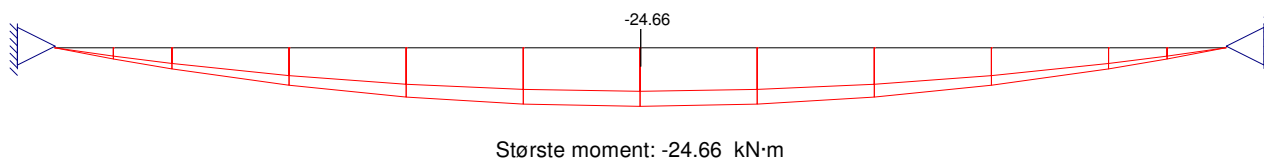
Segment Nr	Type	Knutepunkt 1	Knutepunkt 2	Snitt [mm]	M [kN·m]	V [kN]	N [kN]	u [mm]	w [mm]
				7225	-18,27 (2)	0,09 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-16,9 (1) max
					-24,66 (1)	-0,09 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-16,9 (1) min
				8670	-17,54 (2)	1,37 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-16,1 (1) max
					-23,68 (1)	1,01 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-16,1 (1) min
				10115	-15,35 (2)	2,73 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-13,7 (1) max
					-20,72 (1)	2,02 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-13,7 (1) min
				11560	-11,69 (2)	4,10 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-10,0 (1) max
					-15,79 (1)	3,03 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-10,0 (1) min
				13005	-6,58 (2)	5,29 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-5,3 (1) max
					-8,88 (1)	3,92 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-5,3 (1) min
				13728	-3,47 (2)	6,14 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	-2,7 (1) max
					-4,69 (1)	4,55 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	-2,7 (1) min
				14450	0,00 (2)	6,49 (1)	0,00 (1)	0,0 (1)	0,0 (1) max
					0,00 (1)	4,80 (2)	0,00 (1)	0,0 (1)	0,0 (1) min

Tall i parentes er nummer på lastkombinasjonen som tilhørende verdi er hentet fra.
Forskyvninger er beregnet i bruksgrensetilstanden.

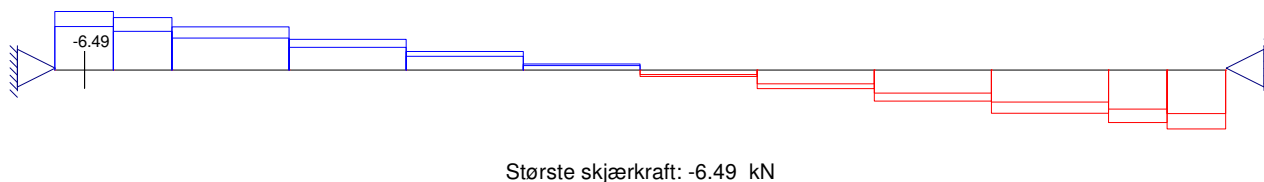
2.3 Forskyvningsdiagram



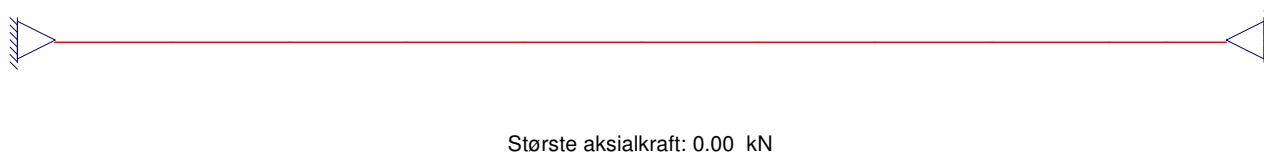
2.4 Momentdiagram



2.5 Skjærkraftdiagram



2.6 Aksialkraftdiagram



3. KAPASITETSKONTROLL basert på lineær teori

3.1 UTNYTTELSESGRAD FOR TRESEGMENTER - Alle snitt

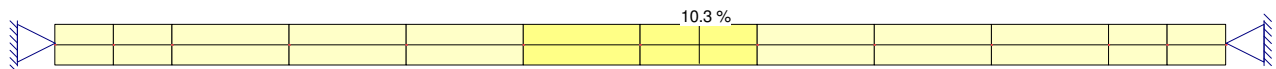
Segment Nr	Kn.pkt Type	Snitt [mm]	N [kN]	M [kN·m]	V [kN]	Kapacitetsutnyttelse			Lastkomb.	
						Kombi	Skjær	Tv.str.		
1	bj-rt	1	0	0,00	0,00	-6,49	0,00	0,04		1
		723	0,00	-4,69	-6,14	0,02	0,04		1	
		1445	0,00	-8,88	-5,29	0,04	0,04		1	
		2890	0,00	-15,79	-4,10	0,07	0,03		1	
		4335	0,00	-20,72	-2,73	0,09	0,02		1	
		5780	0,00	-23,68	-1,37	0,10	0,01		1	
		7225	0,00	-24,66	0,00	0,10	0,00		1	
		8670	0,00	-23,68	1,37	0,10	0,01		1	
		10115	0,00	-20,72	2,73	0,09	0,02		1	
		11560	0,00	-15,79	4,10	0,07	0,03		1	
		13005	0,00	-8,88	5,29	0,04	0,04		1	
		13728	0,00	-4,69	6,14	0,02	0,04		1	
		2	14450	0,00	0,00	6,49	0,00	0,04		1

Kapasitetskontrollen er utført etter NS 3470, utgave 5 (1999)

3.2 FORUTSETNINGER

Lastfordelingsfaktor = 1.00 (for tresegmenter)

Segment Nr	Lengde [mm]	Knekk lengde i planet [mm]	Knekk lengde ut av planet [mm]	Vippelengde (lef) [mm]	Vippedata (NS3472)
1	14450	14450	14450	14450	



Maksimal kapasitetsutnyttelse: 10.3 %

1.2 Betong

1.2.1 Betongsøyler

1.2.1.1 Dimensjonering av søyle 6 og 8

HovedSøyle

$$n_f = \frac{N_f}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{3356,8 \cdot 10^3}{17 \cdot 1000^2} = 0,1975$$

$$M_0 = 583,8 \cdot 0,55 + \frac{37 \cdot 11,65 \cdot 1,8}{13,53} = 378,5 \text{ kNm}$$

$$e_0 = \frac{M}{N_f} = \frac{378,5}{3356,8} = \underline{113 \text{ mm}}$$

$$L_e = 2 \cdot 1353 = 27060 \text{ mm} \quad d = 1000 - (25 + 12 + 32) = 935$$

$$e_a = (20 \text{ mm}, \frac{h}{30}, \frac{L_e}{300} = 90,2)$$

$$a_e = \frac{L_e^2 \cdot 0,00055}{935} = \underline{430,7 \text{ mm}}$$

$$\text{Slankhet} : \lambda = \frac{L_e}{0,289 \cdot h} = \frac{27060}{0,289 \cdot 1000} = 93,6$$

$$w_t = \frac{f_{sd} \cdot \sum A_s}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{400 \cdot 12868}{17 \cdot 1000^2} = 0,303$$

$$\lambda^{maks} = 80 \cdot \sqrt{1 + 4w_t} = 118,9 > 93,6 \quad O.K.$$

$$a_l = e_{1L} \frac{0,8 \cdot \phi}{\frac{N_E}{NL} - 1 - 0,4\phi} \quad e_{1l} = \frac{378,5}{NL} + 90,2 = 90,73$$

$$NL = EL \cdot 1,0 + NL \cdot \psi_2 = 510,5 \cdot 1 + 1080 \cdot 0,2 = 726,5 \text{ KN}$$

$$N_E = \frac{1}{L_e} (156068 I_c + 1973921 I_s)$$

$$NE = 24785,8$$

$$a_l = 5,65$$

$$a_t = e_0 + e_a + a_e + a_l$$

$$a_t = 113 + 90,2 + 630,7 + 5,65 = \underline{839,6}$$

$$n_f = 0,197$$

$$m_f = 0,197 \cdot \frac{839,6}{1000} = 0,165$$

$$\frac{h'}{h} = 0,9 \quad w = 0,1$$

$$A_s = w \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{sd}} = 0,1 \cdot 1000^2 \cdot \frac{17}{400} = 4250 \quad \Sigma A_s = 8500 \text{ mm}^2$$

$$\boxed{\text{Bruk } 8\phi 40 \quad \Sigma A_s = 10053}$$

Bøyler

$$\boxed{\text{Bruk } \phi 10 \text{ c / c } 300}$$

$$\frac{N_f}{B^2} + 24 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \leq 300$$

$$\frac{3356}{B^2} + 24 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \leq 300$$

$$B = 3,5177$$

$$\boxed{\text{Bruk fund } 3,6 \times 3,6}$$

$$\text{Utstikkende fundamentdel : } \frac{1}{2} \cdot (3,6 - 1) = 1,3 \text{ m}$$

$$\text{Høyde : } \frac{1,3}{3} = 0,433$$

Prøv høyde på 700mm pga skjær

$$d_{\text{snitt}} = 700 - (50 + 1,25 \cdot 20) = 625$$

$$\sigma_{nf} = \frac{N_f}{A} = \frac{3356}{3,6^2} = 259 \text{ KN}$$

$$M_f = \sigma_{nf} \cdot \frac{a^2}{2} = 259 \cdot 1,3^2 \cdot 0,5 = \underline{219 \text{ KNm}}$$

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{219 \cdot 10^6}{17 \cdot 1000 \cdot 625^2} = 0,033$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d} = \frac{219 \cdot 10^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,033) \cdot 625} = 894 \text{ mm}^2$$

Prøver med $h=700$ mm og armering $\varnothing 20$ c/c 250 $A_s = 1257 \text{ mm}^2$

$$A_s^{\text{min}} = 812 < A_s \quad \text{O.K.}$$

Kontroll for skjær

$$s + 2d = 1000 + 2 \cdot 625 = 2250$$

$$b_0 = (s + 2d) \cdot 4 = 9000 \text{ mm}$$

$$A_{\text{netto}} = B^2 - (s + 2d)^2 = 3,6^2 - 2,25^2 = 7,897 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \cdot A_{\text{netto}} = 259 \cdot 7,897 = \underline{2045 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{kap}} = V_{cd} = 0,3(f_{td} \cdot b_0 \cdot d_{\text{snitt}} + 71,43 \cdot A_s) \cdot k_v$$

$$V_{\text{kap}} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 9000 \cdot 625 + 71,43 \cdot 1257 \cdot 9) \cdot (1,5 - 0,625) = \underline{2323,607 \text{ kN}}$$

$V_{\text{kap}} > V_f$ O.K.

Kontroll av rissvidder

$$M^{bruk} = \frac{M_f}{1,3} \cdot \frac{4}{3} = 224,6 \text{ kNm}, \quad \phi 20 \text{ c/c } 250 \text{ } A_s = 1257 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{rk} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs})$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [c + 0,597 \cdot \frac{s_b \cdot e}{\phi} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot e}{h - \alpha \cdot d})]$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [50 + 0,597 \cdot \frac{250 \cdot 75}{20} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot 75}{700 - 0,4 \cdot 625})] = 892 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{224,6 \cdot 10^6}{1257 \cdot 625} = 0,001715322 \text{ mm/mm}$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000402 \text{ mm/mm}$$

$$\varepsilon_{cs} = -0,00030 \text{ mm/mm}$$

$$w_k = 1,76 \quad \text{N.G. må øke armering for å redusere spenning}$$

$$\text{prøv } \phi 20 \text{ c/c } 125 \text{ } A_s = 2513$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [50 + 0,597 \cdot \frac{125 \cdot 75}{20} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot 75}{700 - 0,4 \cdot 625})] = 436,5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,000858$$

$$w_k = 0,488$$

$$w_{k1} = 0,488 \cdot \frac{35}{50} = 0,3416 < 0,4 \text{ O.K.}$$

bruk høyde 700 $\phi 20$ c/c 125 3,6x3,6

Stabilitet beregning av søylene 1 til 5:

Verste tilfellet (vindlast)

Vindlast= 77kN

$$M_{velt} = 77kN \cdot 7,5m = 578kNm$$

egenlastet til søyler

$$N_1 = 0,5 \cdot 25 \cdot 7,3 = 91,25kN$$

egenlastet til støttemur

$$N_2 = \frac{0,5 \cdot 7,3 \cdot 25}{2} = 45,6kN$$

egenlastettilfundament

$$N_3 = 3,5 \cdot 0,4 \cdot 25 = 35kN$$

Vent, lys, romdeler = 74,67

Lett tak= 260,85

Konstruksjonens tyngde= 92,67

$$N_4 = 74,67 + 260,85 + 92,67 = 428.19$$

$$M_{stab} = 91,25 \cdot 1,65 + 45,6 \cdot 1,15 + 35 \cdot 1,75 + 428,19 \cdot 1,4 = 863,7kNm$$

$\frac{M_{stab}}{M_{velt}} = \frac{863,7}{578} = 1,49 > 1 \quad O.K.$

støttesøyler er stabilt og tar imot vindlastet.

1.2.1.2 Dimensjonering av søyle 3

Søyle nr.3

$$n_f = \frac{N_f}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{1976 \cdot 10^3}{17 \cdot 500^2} = 0,465$$

$$M = 35 \cdot 7,3 = 255,8 \text{ kNm}$$

$$e_0 = \frac{M}{N_f} = \frac{255,8}{1976} = \underline{129 \text{ mm}}$$

$$L_e = 2 \cdot 7300 = 14600 \text{ mm} \quad d = 500 - (25 + 12 + 32) = 431$$

$$e_a = (20 \text{ mm}, \frac{h}{30}, \frac{L_e}{300} = 48,6)$$

$$a_e = \frac{L_e^2 \cdot 0,00055}{431} = \underline{272 \text{ mm}}$$

$$\text{Slankhet : } \lambda = \frac{L_e}{0,289 \cdot h} = \frac{14600}{0,289 \cdot 500} = 101,1$$

$$w_t = \frac{f_{sd} \cdot \sum A_s}{f_{cd} \cdot A_c} = \frac{400 \cdot 6434}{17 \cdot 500^2} = 0,61$$

$$\lambda^{\text{maks}} = 80 \cdot \sqrt{1 + 4w_t} = 148,37 > 101,1$$

$$a_l = e_{1L} \frac{0,8 \cdot \phi}{\frac{N_E}{NL} - 1 - 0,4\phi} \quad e_{1L} = \frac{0}{NL} + 48,6 = 48,6$$

$$NL = EL \cdot 1,0 + NL \cdot \psi_2 = 448 \cdot 1 + 880,2 \cdot 0,2 = 624,04$$

$$N_E = \frac{1}{L_e^2} (156068 I_c + I_s)$$

$$NE = 6196,6$$

$$a_l = \underline{12,3}$$

$$a_t = e_0 + e_a + a_e + a_l$$

$$a_t = 129 + 48,6 + 272 + 12,3 = \underline{461,9}$$

$$n_f = 0,465$$

$$m_f = 0,465 \cdot \frac{424,6}{500} = 0,43$$

$$\frac{h'}{h} = 0,8 \quad w = 0,42$$

$$A_s = w \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{sd}} = 0,42 \cdot 500^2 \cdot \frac{17}{400} = 3825$$

$$\boxed{\text{Bruk } 6\phi 40 \quad \sum A_s = 7540}$$

Bøyler

$$\boxed{\text{Bruk } \phi 10 \text{ c / c } 300}$$

$$\frac{N_f}{B^2} + 24 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \leq 300$$

$$\frac{2033}{B^2} + 24 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \leq 300$$

$$B = 2,7$$

Bruk fund 2,8x2,8

$$\text{Utstikkende fundamentdel} : \frac{1}{2} \cdot (2,8 - 0,8) = 1m$$

$$\text{Høyde} : \frac{1}{3} = 0,33$$

Prøv høyde på 400 mm pga skjær

$$d_{\text{snitt}} = 400 - (50 + 1,25 \cdot 20) = 325$$

$$\sigma_{nf} = \frac{N_f}{A} = \frac{2033}{2,8^2} = 259,3 \text{ KN}$$

$$M_f = \sigma_{nf} \cdot \frac{a^2}{2} = 259,3 \cdot 1^2 \cdot 0,5 = \underline{129,65 \text{ KNm}}$$

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{129,65 \cdot 10^6}{17 \cdot 1000 \cdot 325^2} = 0,0722$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d} = \frac{129,65 \cdot 10^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,0722) \cdot 325} = 1042 \text{ mm}^2$$

Prøver med h=400 mm og armering $\varnothing 20$ c/c 250 $A_s = 1257 \text{ mm}^2$

$$A_s^{\text{min}} = 812 < A_s \quad \text{O.K.}$$

Kontroll for skjær

$$s + 2d = 500 + 2 \cdot 325 = 1150$$

$$b_0 = (s + 2d) \cdot 4 = 4600 \text{ mm}$$

$$A_{\text{netto}} = B^2 - (s + 2d)^2 = 2,8^2 - 1,15^2 = 6,517 \text{ m}^2$$

$$V_f = \sigma_{nf} \cdot A_{\text{netto}} = 129,65 \cdot 6,517 = \underline{818,8 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{kap}} = V_{cd} = 0,3(f_{td} \cdot b_0 \cdot d_{\text{snitt}} + 71,43 \cdot A_s) \cdot k_v$$

$$V_{\text{kap}} = 0,3 \cdot (1,43 \cdot 4600 \cdot 325 + 71,43 \cdot 1257 \cdot 4,6) \cdot (1,5 - 0,325) = \underline{899,18 \text{ kN}}$$

$V_{\text{kap}} > V_f$ O.K.

Kontroll av rissvidder

$$M^{bruk} = \frac{M_f}{1,3} \cdot \frac{4}{3} = 133 \text{ kNm}, \quad \phi 20 \text{ c/c } 250 \text{ A}_s = 1257 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{rk} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs})$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [c + 0,597 \cdot \frac{s_b \cdot e}{\phi} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot e}{h - \alpha \cdot d})]$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [50 + 0,597 \cdot \frac{250 \cdot 75}{20} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot 75}{400 - 0,4 \cdot 325})] = 457,6 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{133 \cdot 10^6}{1257 \cdot 325} = 0,0019533 \text{ mm/m}$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000402 \text{ mm/mm}$$

$$\varepsilon_{cs} = -0,00030 \text{ mm/mm}$$

$w_k = 1,01$ N.G. må øke armering for å redusere spenning

prøv $\phi 20 \text{ c/c } 125 \text{ A}_s = 2513$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [50 + 0,597 \cdot \frac{125 \cdot 75}{20} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot 75}{400 - 0,4 \cdot 325})] = 395,5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,000977$$

$$w_k = 0,488$$

$$w_{k1} = 0,488 \cdot \frac{35}{50} = 0,3416 < 0,4 \text{ O.K.}$$

bruk høyde 400 $\phi 20 \text{ c/c } 125$ 2,8x2,8
--

1.2 Dimensjonering av vegger og stripefundamenter

Vegger

$$A_s = 0,6 \cdot A_c \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}}$$

$$A_s^{\min} = 0,6 \cdot 1000 \cdot 200 \cdot \frac{2,65}{500} = 635$$

$$A_s' = 650 / 2 = 325 \text{ mm}$$

Bruk $\phi 10$ c / c 250 i horisontal

Dim av stripefundament

$$EL : 4,5 \cdot 1,5 \cdot \frac{1}{\cos 15} \cdot 7,5 = 13,97$$

$$Sn\phi : 4,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 7,5 = 40,5$$

$$EV_{vegg} : 0,2 \cdot 9,8 \cdot 25 \cdot 1,2 = 58,8$$

$$q_f = 13,97 + 40,5 + 58,8 = 113,3 \text{ kN / m}$$

$$\frac{q_f}{B} + 24 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \leq 300$$

$$\frac{113,3}{B} + 23,1 \leq 300$$

$$B = 0,4$$

Bruk $B = 0,6$

$$\sigma_{nf} = \frac{q_f}{B} = \frac{113,3}{0,6} = 188,8 \text{ KN}$$

$$M_f = \sigma_{nf} \cdot \frac{a^2}{2} = 188,8 \cdot 0,2^2 \cdot 0,5 = \underline{3,8KNm}$$

$$\boxed{h \approx 200}$$

$$d = 200 - (500 - 10) = 140mm$$

$$m = \frac{M_f}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{3,8 \cdot 10^6}{17 \cdot 1000 \cdot 140^2} = 0,114$$

$$A_s = \frac{M_f}{f_{sd} \cdot (1 - 0,6m) \cdot d} = \frac{3,8 \cdot 10^6}{400 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,114) \cdot 140} = 68,3$$

NB! Minimums-armering

$$A_s = 2 \cdot 0,25 \cdot k_w \cdot A_c \cdot \frac{f_{tk}}{f_{sk}} = 0,5 \cdot (1,5 - 0,14) \cdot 1000 \cdot 200 \cdot \frac{2,65}{500} = 720,8mm^2$$

$$\boxed{\text{prøver } \varnothing 16 \text{ c} \setminus \text{c } 250 \text{ } A_s = 804mm^2}$$

kontroll av skjær

$$V_f = \sigma_{nf} (a - d) = 188,8 \cdot (0,2 - 0,14) = 11,33KN$$

$$V_{kap} = 0,3(f_{td} \cdot b \cdot d + 71,43 \cdot A_s)k_v$$

$$V_{kap} = 0,3(1,28 \cdot 1000 \cdot 140 + 71,43 \cdot 804) \cdot (1,5 - 0,14) = 75,6KN$$

$$\underline{V_{kap} > V_f \quad O.K.}$$

kontroll av rissvidder

$$w_k = s_{rk} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} - \varepsilon_{cs})$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [c + 0,597 \cdot \frac{s_b \cdot e}{\phi} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot e}{h - \alpha \cdot d})]$$

$$s_{rk} = 1,7 \cdot [50 + 0,597 \cdot \frac{200 \cdot 60}{14} \cdot (1 - \frac{1,25 \cdot 60}{200 - 0,4 \cdot 140})] = 501,8mm$$

$$\varepsilon_{sm} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{M_{bruk}}{A_s \cdot d} = 0,6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{3 \cdot 10^6}{770 \cdot 140} = 0,000166976mm/mm$$

$$\varepsilon_{cm} = 0,0000402mm/mm$$

$$\varepsilon_{cs} = -0,00030mm/mm$$

$$\underline{w_k = 0,215 \leq 0,4 \quad O.K.}$$

1.3 Stålforbindelser

1.3.1 Knutepunkter mellom tre

1.3.1.1 Knutepunkter i forbindelse med fagverket

Beregning av bolter

Beregning av antall bolter som må til i hvert tilfelle av de forskjellige kreftene. Ideen bak det her er at det puttes inn antall bolter etter fra hvilken av kreftene som angriper. Det blir nok overdimensjonert en del slik, men vi tenkte at det ikke gjorde så mye om boltforbindelsene var overdimensjonert. Det vil ikke være noen store ekstrakostnader for byggherren.

Alle forbindelsene er regnet som fastholdt.

Konstanter:

Bolter $\varnothing 24$, $A_s = 353\text{mm}^2$, M8 bolt, $f_y = 240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$, Shear plates = $\varnothing 66$,

Shear plate kapasitet = 10,9kN

FIGUR

Dimensjonering for strekk kreftene:

Antall bolter

$K_v = 1$, med fiberretning.

$$R_k(103) = 13 \cdot 1 \cdot 350 \cdot 24 = 109,2\text{kN}$$

$$R_k(105) = 46 \cdot 24^2 \cdot \sqrt{1} \cdot \sqrt{\frac{240}{240}} = 26,496\text{kN}, \text{ Dimensjonerende kraft}$$

$$R_k \text{ pr bolt/shear plate sett} = (26,5\text{kN} + 10,9\text{kN}) \cdot 2 = 74,8\text{kN}$$

$$R_d \text{ pr bolt/shear plate sett} = 74,8 \cdot \frac{0,8}{1,25} = 47,87$$

$$n = \frac{92,2\text{kN}}{47,87\text{kN}} = 2 \text{ bolt/shear plate sett.}$$

Bruk 2 $\varnothing 24$ bolt og 4 $\varnothing 66$ shear plates for strekk kreftene som blir påført av bjelken som festes i fagverket

Dimensjonering for horisontale krefter:

$$\alpha = 30, \quad k_v = 0,32 + 10 \cdot d^{-1,5} = 0,405, \quad k_v = \frac{k_{90}}{k_{90} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha} = 0,73$$

$$R_k(103) = 13 \cdot 0,73 \cdot 350 \cdot 24 = 79,72 \text{ kN}$$

$$R_k(105) = 46 \cdot 24^2 \cdot \sqrt{0,73} \cdot \sqrt{\frac{240}{240}} = 22,64 \text{ kN}, \quad \text{Dimensjonerende kraft}$$

$$R_k \text{ pr bolt/shear plate sett} = (22,64 \text{ kN} + 10,9 \text{ kN}) \cdot 2 = 67,0 \text{ kN}$$

$$R_d \text{ pr bolt/shear plate sett} = 67,0 \cdot \frac{0,8}{1,25} = 42,88$$

$$n = \frac{124,74 \text{ kN}}{42,88 \text{ kN}} = 3 \text{ bolt/shearplates sett}$$

Bruk 3 Ø 24 bolt og 6 Ø 66 shear plates for horisontale kreftene i forbindelse 2 a og 4 a

Dimensjonering for vind strekk krefter

$K_v = 1$, med fiberretning.

$$R_k(103) = 13 \cdot 1 \cdot 350 \cdot 24 = 109,2 \text{ kN}$$

$$R_k(105) = 46 \cdot 24^2 \cdot \sqrt{1} \cdot \sqrt{\frac{240}{240}} = 26,496 \text{ kN}, \quad \text{Dimensjonerende kraft}$$

$$R_k \text{ pr bolt/shear plate sett} = (26,5 \text{ kN} + 10,9 \text{ kN}) \cdot 2 = 74,8 \text{ kN}$$

$$R_d \text{ pr bolt/shear plate sett} = 74,8 \cdot \frac{0,8}{1,25} = 47,87$$

$$n = \frac{18,36 \text{ kN}}{47,87 \text{ kN}} = 1 \text{ bolt/shear plate sett.}$$

Bruk 1 Ø 24 bolt og 2 Ø 66 shear plates for vind kreftene

Det er to forskjellige tilfeller hvor kreftene angriper, Tilfelle 1 er i 2 a og 4 a, hvor en bjelke skal festes til overgurten i fagverket og deler av ende-staven.

Her angriper horisontalkreftene + vindkreftene, da trengs det 4 bolter for å holde forbindelsen på plass

De andre tilfellene angriper vindkreftene og strekk kreftene bjelken som skal festes til fagverket påfører bygget. Så her trengs det 3 bolter.

Kontroll at materialet holder:

Sjekk av laskeplatene

Verste tilfellet er i forbindelse 2 a og 4 a, dvs disse holder for kontrollsjekk av alle forbindelsene.

Konstanter:

$$S\ 235, \quad f_{ub} = 800 \frac{N}{mm^2}, \quad f_u = 360 \frac{N}{mm^2}$$

Boltavskjæring:

$$f_{vd} = 0,48 \cdot f_{ub} = 384 \frac{N}{mm^2}, \quad \text{Vi har 10 avskjærende-snitt.}$$

$$A_s^{\min} \geq \frac{N_f}{10 \cdot f_{vd}} = \frac{\sqrt{124,74^2 + 18,36^2}}{10 \cdot f_{vd}} = 32,8 mm^2$$

Boltene holder for avskjæring, bruk Ø24 bolter.

Hullkantrykk:

$$f_{bd} = c \cdot \alpha \cdot 2 \cdot f_u, \quad \text{Her er } c=1,0$$

$$e_1 = 135, e_2 = 135, p_1 = 135, p_2 = 135$$

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u} \text{ eller } 1\right), \quad \alpha = 1$$

$$f_{bd} = 1 \cdot 2 \cdot 360 = 720 \frac{N}{mm^2}$$

$$\text{Hullkant-kapasitet} = F_{bd} = f_{bd} \cdot d \cdot t \cdot 2 = 720 \cdot 24 \cdot 5 \cdot 2 = 172,8 kN \geq 126,08 kN \text{ O.K.}$$

Bruk 5-Ø24mm M8 Bolter

Kontroll av grunnmaterialet:

$$A = 855 \cdot 5 = 4275 mm^2, \quad A_n = A - 24 \cdot 10 = 4035 mm^2$$

$$N_f \leq f_s \cdot A = 213,6 \cdot 4275 = 913,1 kN \geq 126,08 kN \text{ OK!}$$

$$N_f \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} A_n = 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} \cdot 4035 mm^2 = 1046 kN \geq 126,08 kN, \text{ OK!}$$

$$N_f \leq f_d \cdot A_n = 213,6 \cdot 4035 = 862 kN \geq 126,08 kN \text{ OK!}$$

Utskjæringene vil ha minimal effekt på bæreevnen til overgurten i Fagverket. Da arealet knapt minker med 0,4 %

Sveis

Først ville vi finne det verste tilfellet, dvs. der sveisen har minst areal og kommer til å få mest juling.

Figur av



Det vi gjorde er og ta $kN \frac{kN}{sveis_{areal}} = \frac{N}{mm}$, som vil si antall krefter sveisen må ta pr mm.

$$\text{Tilfelle 1.} = \frac{126,08kN}{2060mm} = 61,1 \frac{N}{mm}$$

$$\text{Tilfelle 2.} = \frac{110,56kN}{1280mm} = 86,37 \frac{N}{mm}$$

Tilfelle nr 2 er dimensjonerende, dvs. holder sveisen i tilfelle 2 holder den i tilfelle 1.

$$a_{sveis} = 1280mm$$

$$e' = 1280 = 2 \cdot 500 \cdot 280 \Rightarrow e' = 218,75mm$$

$$M_T = P \cdot e' = \sqrt{92,2^2 + 18,36^2} \cdot 0,218m = 21kNm$$

$$I_x = \frac{2}{12} \cdot a \cdot 500^3 + 1 \cdot 280 \cdot 218,75^2 = 34140053 \cdot a$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot a \cdot 280^3 + 2 \cdot 500 \cdot 140^2 = 21429333 \cdot a$$

$$I_y = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 40308306 \cdot a$$

$$\tau_y = \frac{110000 \cdot 31 \cdot 140}{40308306 \cdot a} = 11,9 \Rightarrow a \cdot \tau_y = 11,9 \frac{N}{mm}$$

$$\tau_x = \frac{110000 \cdot 31 \cdot 281}{40308306 \cdot a} + \frac{110000}{1280 \cdot a} = 110 \Rightarrow a \cdot \tau_x = 110 \frac{N}{mm}$$

$$a \cdot f_{\max} = \sqrt{110^2 + 11,9^2} = 111 \frac{N}{mm}$$

$$a \cdot f_{vd} \geq 111 \frac{N}{mm} \Rightarrow a_{\min} = \frac{111 \frac{N}{mm}}{207,8 \frac{N}{mm}} = 0,53mm$$

Så forbindelsen som fester forbindelsen til overgurt,

Her er det verste tilfellet i 2 a og 4 a, der trengs det 4 bolter. Alle andre forbindelse trenger bare 3 bolter. Hvordan denne plasseringen har blitt gjort er illustrert i oppgaven boltene plasseres er illustrert i oppgaven

1.3.1.2 knutepunktet mellom bjelkene

Konstanter:

Alle bolter er M8.8 Ø20

Alle Shear-plates er 4 inch, altså 102.3mm i diameter.

Stålkvalitet S235

Illustrasjoner av sveisens tyngdepunkt, og lastens angrepspunkt i forhold til sveisen vil være i illustrasjons vedlegg.

Minimum antall bolt/shear-plate forbindelser for å holde sammen bjelke 1 og 2

$$t_1 = 350mm$$

$$t_2 = 300mm$$

$$\alpha_1 = 59,36^\circ$$

$$\alpha_2 = 90^\circ$$

$$N_f = 181,17kN$$

$$k_{90} = 0,32 + 10d^{-1,5} = 0,4381$$

$$k_{v1} = \frac{k_{90}}{k_{90} \cos^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_1} = 0,5066$$

$$k_{v2} = \frac{k_{90}}{k_{90} \cos^2 \alpha_2 + \sin^2 \alpha_2} = 0,4318$$

$$R_{k1} = 5 \cdot (k_{v1} \cdot t_1 + k_{v2} \cdot t_2) \cdot d = 30685N$$

$$R_{k3} = 25 \cdot k_{v1} \cdot t_1 \cdot d = 88655N$$

$$R_{k4} = 21 \cdot d^2 + 5 \cdot k_{v1} \cdot t_1 \cdot d = 25169N$$

$$R_{k5} = 46 \cdot d^2 \left(\sqrt{\frac{2 \cdot k_{v1} \cdot k_{v2}}{k_{v1} + k_{v2}}} \right) = 12565N \leftarrow \text{vinner}$$

$$\boxed{R_k = 12565N}$$

$$R_{\text{Shear-plate}} = 21800N$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{Shear-plate}} + R_k = 34363N$$

$$R_d = R_{\text{total}} \cdot \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = 21992N$$

$$\boxed{\left(\frac{N_f}{R_d} \right) = 8,24}$$

\Rightarrow Trenger minimum 9 bolt/shear-plate forbindelser

Minimum antall treskruer med shear-plate for å fastholde sko

$$\alpha = 90^\circ$$

$$N_f = 81,84$$

$$d = 20$$

$$k_{90} = 0,32 + 10d^{-1,5} = 0,4381$$

$$k_v = k_{90} = 0,4381$$

$$R_{k5} = 52,5 \cdot d^2 \left(\sqrt{\frac{2 \cdot k_v}{1 + k_v}} \right) = 16308N$$

$$\boxed{R_k = 16308N}$$

$$R_{\text{Shear-plate}} = 21800N$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{Shear-plate}} + R_k = 38100N$$

$$R_d = R_{\text{total}} \cdot \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = 24400N$$

$$\boxed{\left(\frac{N_f}{R_d} \right) = 3,35}$$

\Rightarrow Vi trenger minst fire skruer

Minimum antall bolt/shear-plate forbindelser for fesring av bjelke 2 til sko

$$t = 200\text{mm}$$

$$\alpha = 73^\circ$$

$$k_{90} = 0,32 + 10d^{-1,5} = 0,4381$$

$$k_v = \frac{k_{90}}{k_{90} \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = 0,4539$$

$$R_{k3} = 13 \cdot k_v \cdot t \cdot d = 23602$$

$$R_{k5} = 46 \cdot d^2 \cdot (\sqrt{k_v}) \left(\sqrt{\frac{f_y}{240}} \right) = 12091 \leftarrow \text{vinner}$$

$$\boxed{R_k = 12091}$$

$$R_{\text{Shear-plate}} = 21800$$

$$R_{\text{total}} = 2 \cdot R_{\text{Shear-plate}} + R_k = 55690$$

$$R_d = R_{\text{total}} \cdot \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_m} = 35641$$

$$\boxed{\left(\frac{N_f}{R_d} \right) = 2,30}$$

\Rightarrow Vi trenger minst tre bolt/shear-plate forbindelser

Minimum a for sveis

Antar

$$t = 5\text{mm}$$

$a = \text{sveisstørrelse}$

$$e'(220\text{mm} + (2 \cdot 415\text{mm})) = 2 \cdot 415\text{mm} \cdot 415\text{mm} \cdot 0,5$$

$$\Rightarrow e' = 164\text{mm}$$

$$b = 210$$

$$h = 415$$

$$N_f = 81,84\text{kN}$$

$$f_{vd} = 207,8\text{kNm}$$

$$I_p = I_x + I_y$$

$$I_x = 2 \left(\frac{1}{12} \cdot a \cdot h^3 \right) + \left(a \cdot b \cdot \left(\frac{h}{2} - e' \right)^2 \right) = 12,239a \cdot 10^6$$

$$I_y = \left(\frac{1}{12} \cdot a \cdot b^3 \right) + \left(a \cdot h \cdot \left(\frac{b}{2} \right)^2 \right) = 10,130a \cdot 10^6$$

$$I_p = 23,285a \cdot 10^6$$

$$M = (0,05\text{m} + 0,15\text{m}) \cdot (81,84\text{kN}) = 16,63\text{kNm}$$

$$\tau_y = \frac{M}{I_p} \cdot x_{\max} = \frac{77,32}{a}$$

$$\tau_x = \frac{M}{I_p} \cdot y_{\max} + \frac{P}{A_{\text{sveis}}} = \frac{113,79}{a}$$

$$f_{\max} = \sqrt{77,32^2 + 113,79^2}$$

$$\Rightarrow a \cdot f_{vd} \geq \sqrt{77,32^2 + 113,79^2}$$

$$\Rightarrow a = 0,66\text{mm}$$

Bruk minst a=0,66 mm for sveis, mao minst 3mm sveis

Dimensjonering for hullkanttrykk

Her vil platen det er festet treskruer i være mest kritisk, og da dimensjonerende

$$F_{bd} = c \cdot \alpha \cdot 2 f_u \cdot d \cdot t$$

$$d = 20$$

$$d_0 = 22$$

$$t = 5$$

$$f_u = 720$$

$$e_1 = 100$$

$$p_1 = 200$$

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, 1\right)$$

$$\Rightarrow \alpha = 1$$

$$e_2 \geq 1,5d_0$$

$$p_2 \geq 3d_0$$

$$\Rightarrow c = 1$$

$$F_{bd} = c \cdot \alpha \cdot 2 \cdot f_u \cdot d \cdot t = 144 \text{ kN}$$

$$F_{bd} \geq N_f$$

\Rightarrow Stålet tåler hullkanttrykket

Tykkelse på laskeplate

$$N_f = 81,84 \text{ kN}$$

$$f_y = 235$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$t = \text{sveistykkelse}$$

$$\tau_{\max} = 1,1 \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{\text{net}}}$$

$$\tau_d = \frac{f_y}{\gamma_{M2} \cdot 2} = 108,54$$

$$A_{\text{net}} = (405 - 2 \cdot 20) \cdot t$$

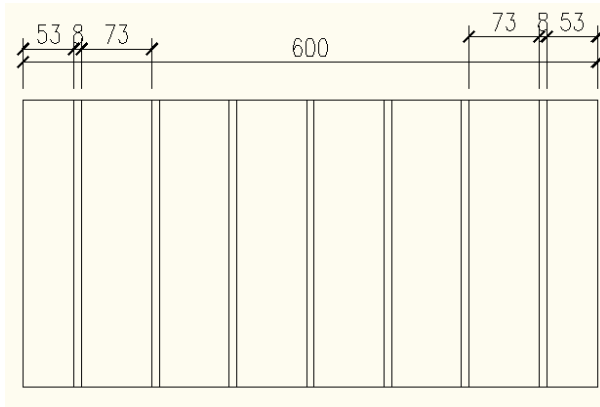
$$V_d = \frac{N_f}{4} = 20,46 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow t = \frac{1,1 \cdot 3 \cdot \left(\frac{81,84 \cdot 10^6}{4}\right)}{2 \cdot 108,54 \cdot 384} = 0,81$$

\Rightarrow Vi trenger en minimumstykkelser på lasteplatene på 0,81 mm

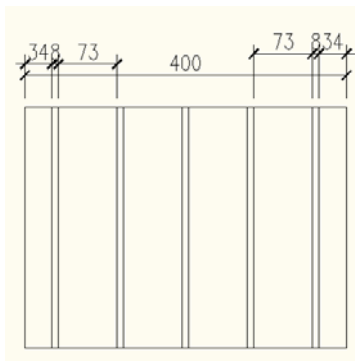
1.3.1.3 Stavdybler

Fagverk 3



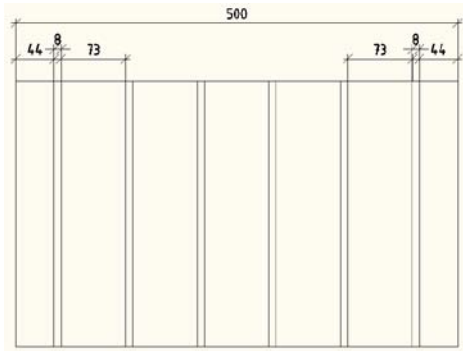
Segment Stav nummer	Knutepunkt		N (kN)	Dybler			eller	
				antall	antallet*1,25	BRUK stykker		
16	2	3	-1628	-11,7	-14,6	15	20	
17	3	4	1923	13,8	17,3	18		
18	4	5	2010	14,5	18,1	19		
19	5	6	649	4,7	5,8	8		
20	6	7	-672	-4,8	-6,0	8		
21	7	8	-101	-0,7	-0,9	8		
22	8	9	209	1,5	1,9	8		
23	9	10	-650	-4,7	-5,8	8		
24	10	11	821	5,9	7,4	8		8
25	11	12	-1033	-7,4	-9,3	10		
26	12	13	1299	9,3	11,7	12		
27	13	14	-1373	-9,9	-12,3	13		
28	14	15	1572	11,3	14,1	15		
29	15	16	-1567	-11,3	-14,1	15		15

Fagverk nummer 3 og 5



Segment	Knutepunkt		N (kN)	Dybler			eller
	Stav nummer			antall	antallet*1,25	BRUK stykker	
16	2	3	-1929	-11,7	-14,6	15	19
17	3	4	2376	14,4	18,0	18	
18	4	5	-2465	-14,9	-18,7	19	
19	5	6	893	5,4	6,8	7	8
20	6	7	-936	-5,7	-7,1	8	
21	7	8	-35	-0,2	-0,3	8	
22	8	9	155	0,9	1,2	8	
23	9	10	-777	-4,7	-5,9	8	
24	10	11	997	6,0	7,6	8	18
25	11	12	1398	8,5	10,6	11	
26	12	13	1768	10,7	13,4	14	
27	13	14	1810	11,0	13,7	14	
28	14	15	2075	12,6	15,7	16	
29	15	16	2349	14,2	17,8	18	

Fagverk nummer 2 og 4



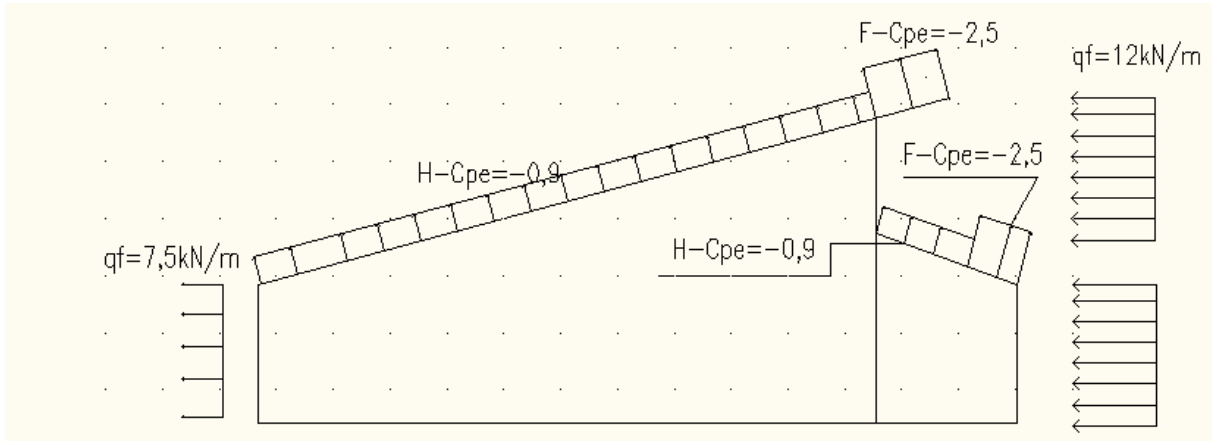
Segment Stav nummer	Knutepunkt		N (kN)	Dybler			eller
				antall	antallet*1,25	BRUK stykker	
16	2	3	-1628	-11,7	-14,6	15	20
17	3	4	1923	13,8	17,3	18	
18	4	5	2010	14,5	18,1	19	
19	5	6	649	4,7	5,8	8	
20	6	7	-672	-4,8	-6,0	8	8
21	7	8	-101	-0,7	-0,9	8	
22	8	9	209	1,5	1,9	8	
23	9	10	-650	-4,7	-5,8	8	
24	10	11	821	5,9	7,4	8	
25	11	12	-1033	-7,4	-9,3	10	
26	12	13	1299	9,3	11,7	12	
27	13	14	-1373	-9,9	-12,3	13	
28	14	15	1572	11,3	14,1	15	15
29	15	16	-1567	-11,3	-14,1	15	

1.4 Vindberegning

Karakterisk vindkasthastighetstrykk (q_{kast}) på Reinsvoll tilsvarer 668N/m^2 , det ble beregnet ut ifra V_{reff} på 22m/s . Bygget er plassert i en sammenhengende småhusbebyggelse (terrengkategori 3).

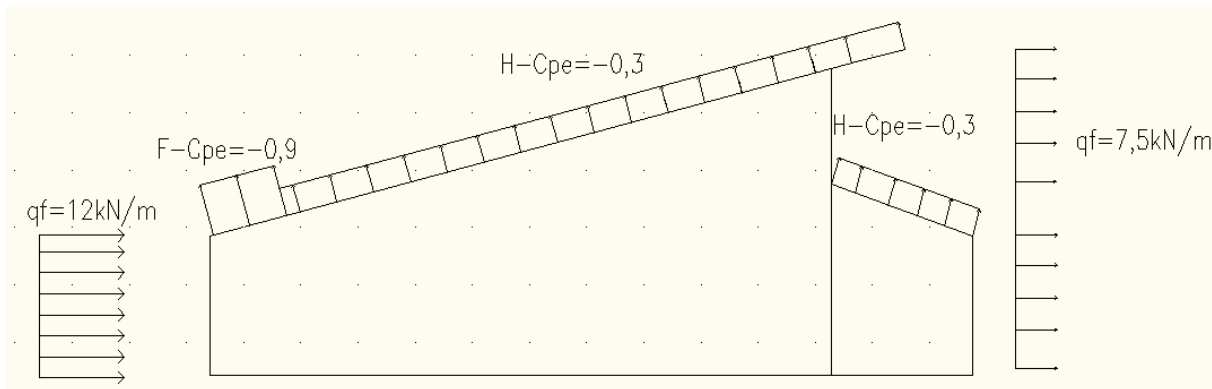
For utregning av vindlast bruker vi NS 3491- 4 og NS 3490 som oppgir lastfaktorer og lastkombinasjoner. Vi tok utregning ut ifra at vi har to pulttak her og så vi bort ifra knekking på taket.

Her ser vi at vinden treffer bygningen fra $\Phi 180$ gradet. Vi delte taket i soner som vises på bilder under.



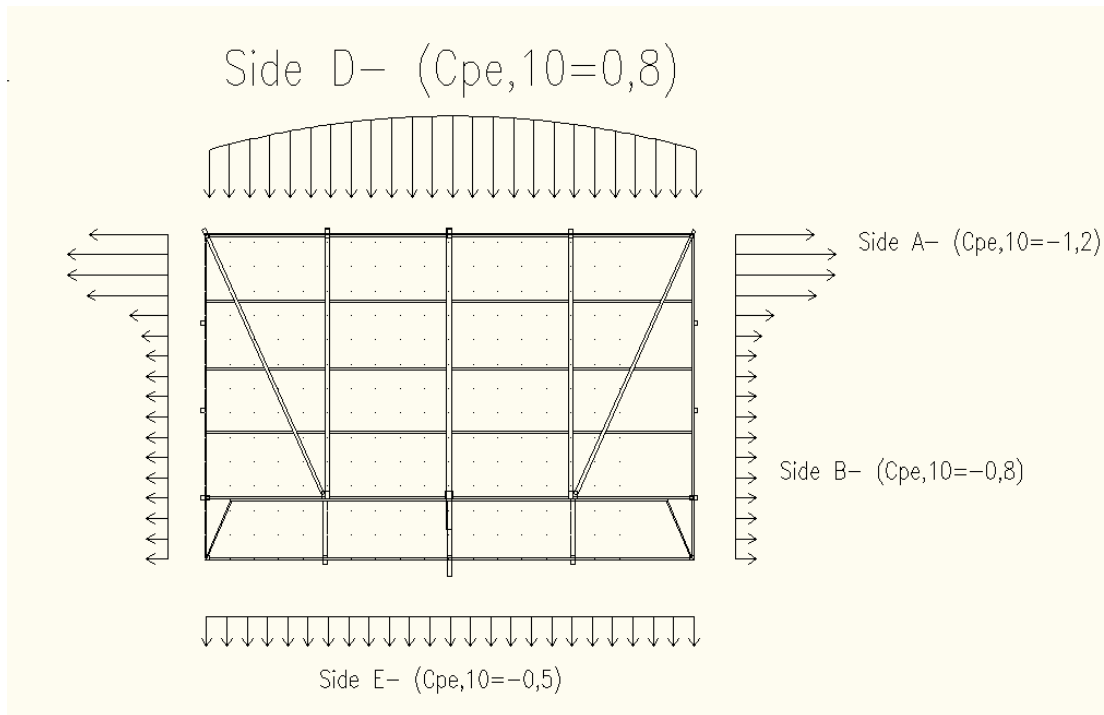
Vind fra $\Phi 0$ gradet

Siden taket har en vinkel på 15 gradet kan hende i tilfellet trykket forandre seg mellom positive og negative verdier men her har vi sett bort i fra det.



Her tok vi for oss at vinden blåser fra langside av bygget, som det vises på bildet det oppstå i alle de andre tre vegger jevnt trykk. På de to veggene som ligger parallelt med vindretningen, blir et variabelt sug som er størst på den fremre delen av vegger.

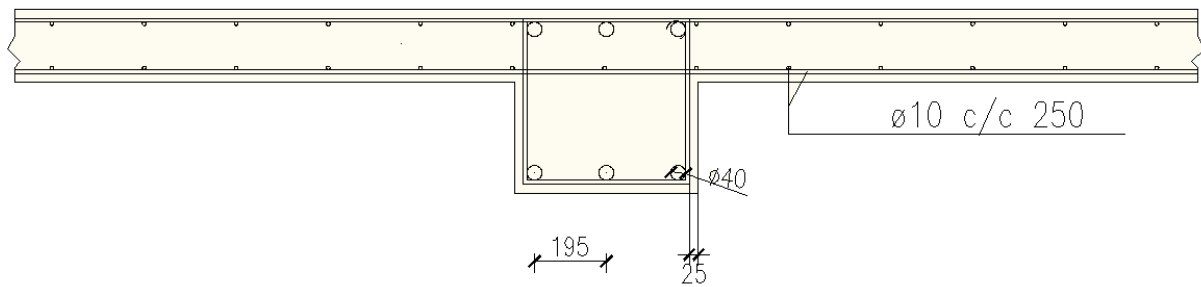
Avstanden A er $(e/5)$ der $e = b$ (bredde av bygget).



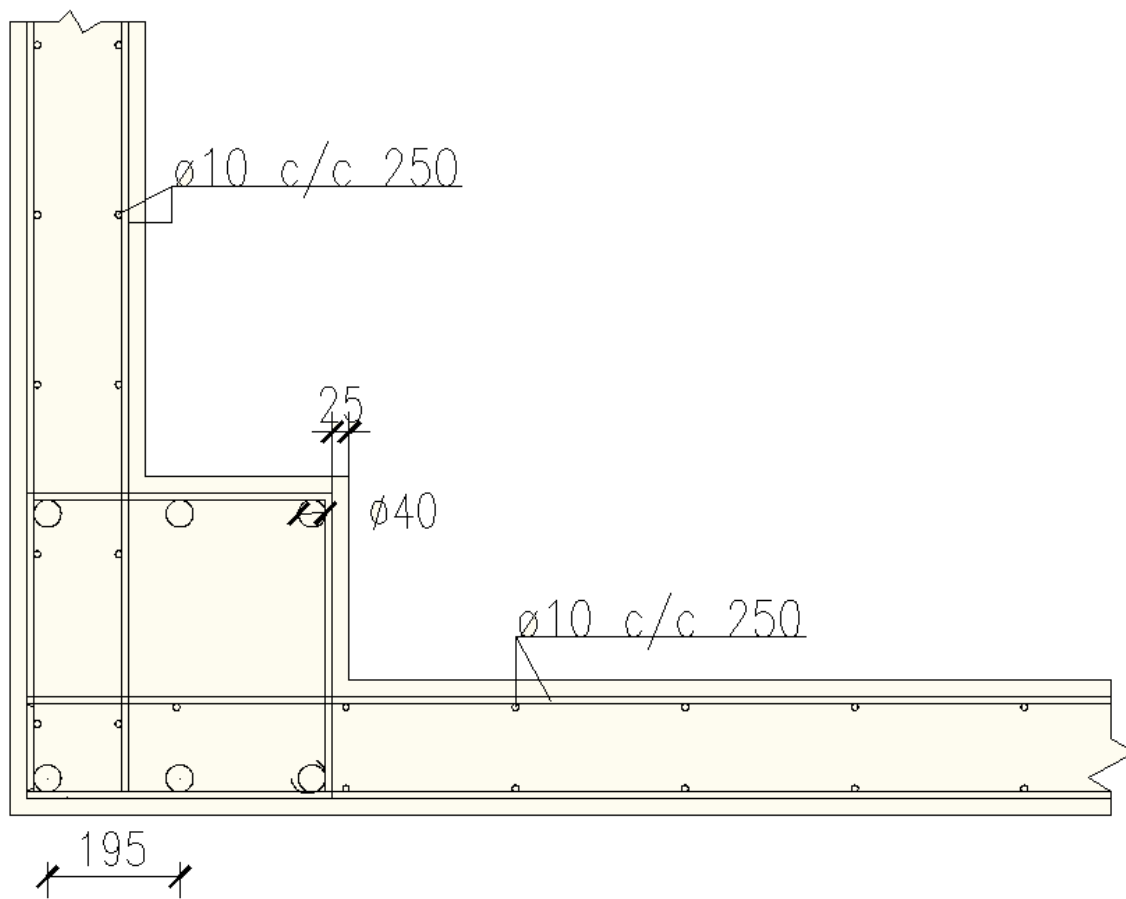
Vedlegg 2: Illustrasjoner

Søyle nr.3 og vegg

Armering

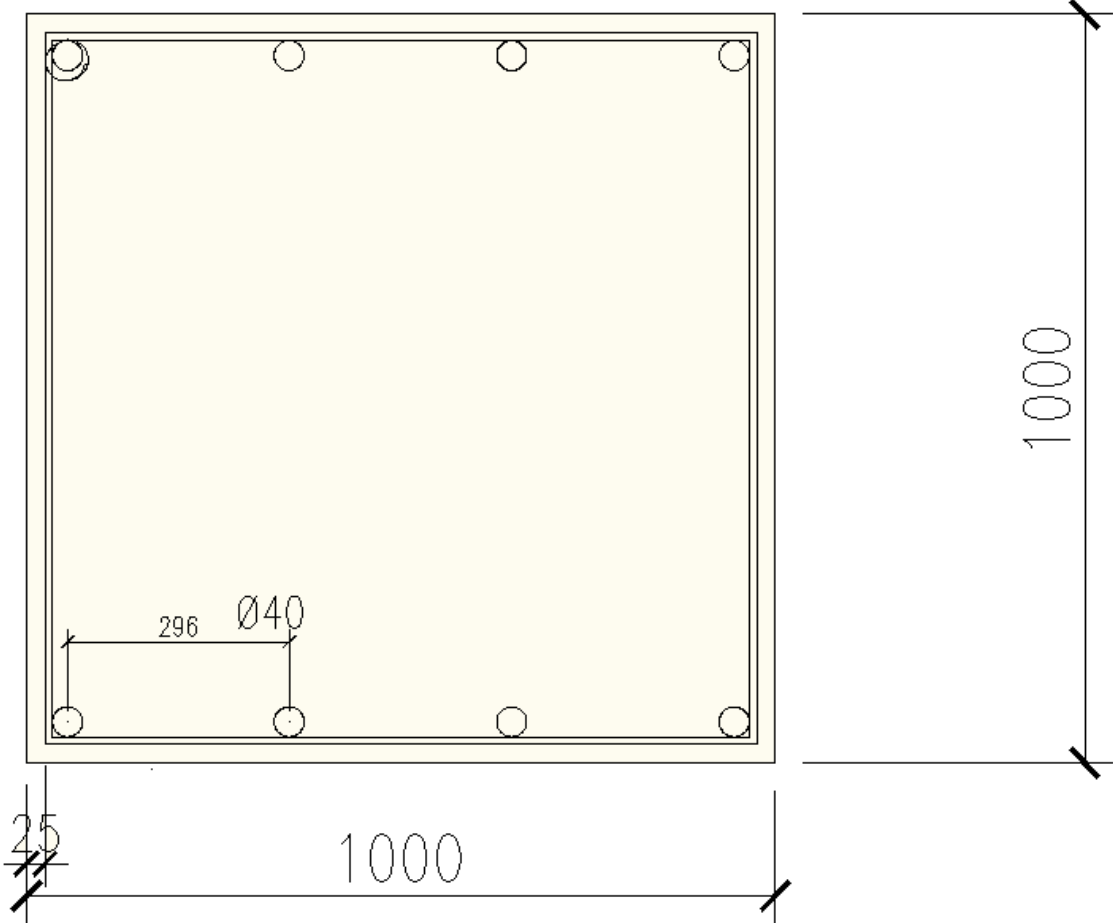


Søyle nr.1 og vegg

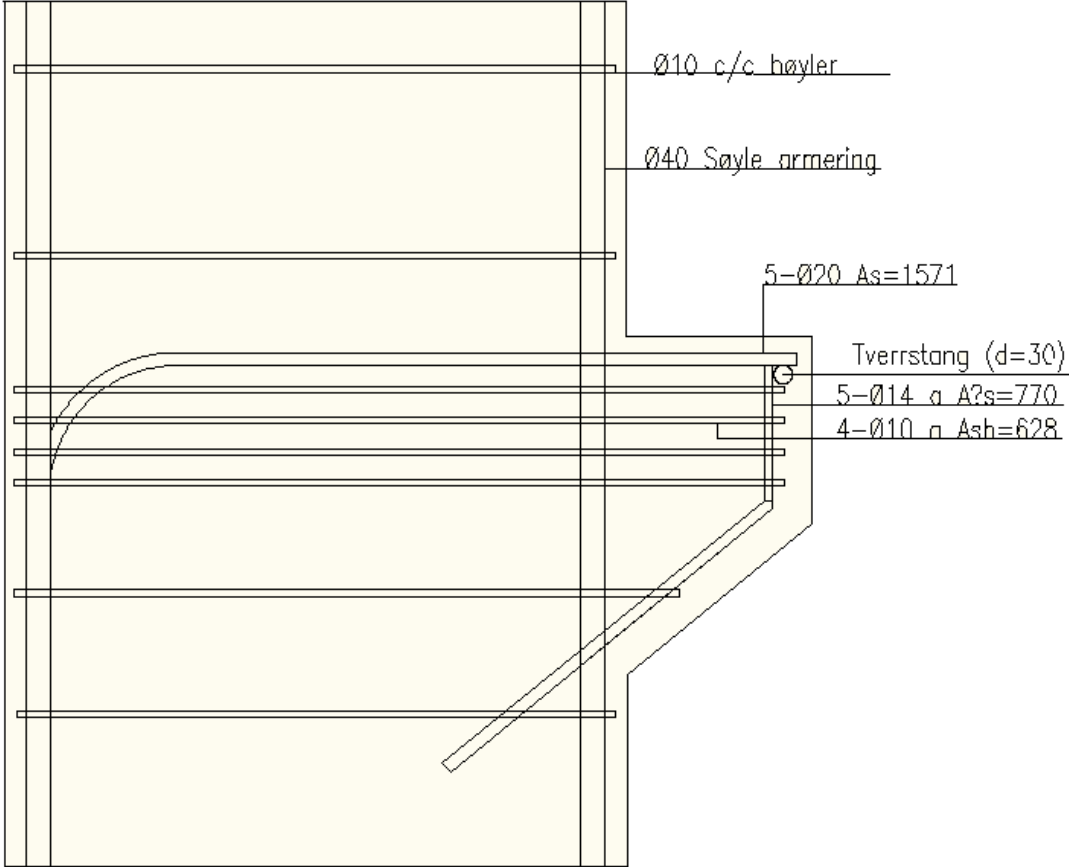


Søyle nr. 6, 7 og 8

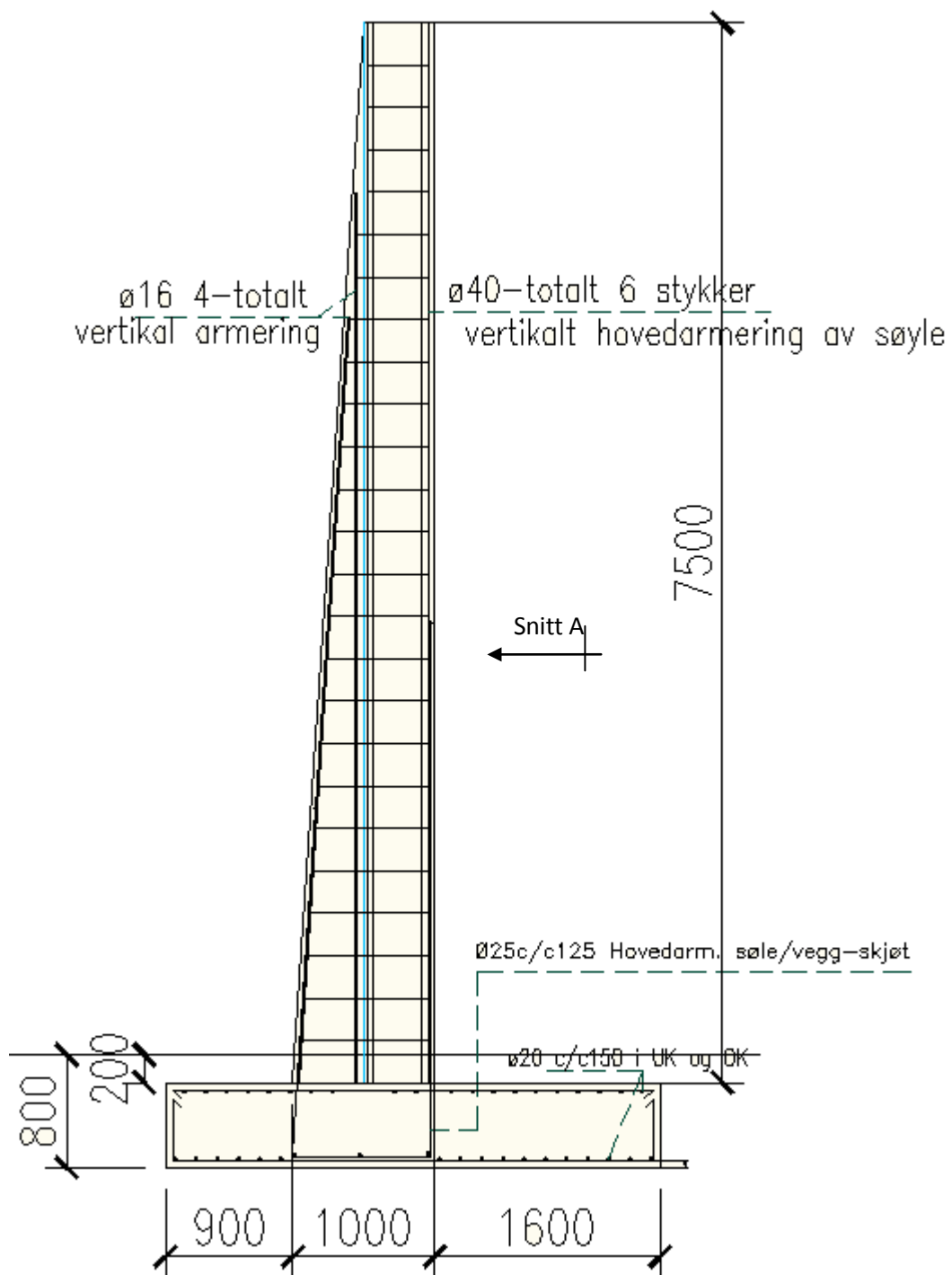
Armering



Konsoller (søyler 6,7 og 8)

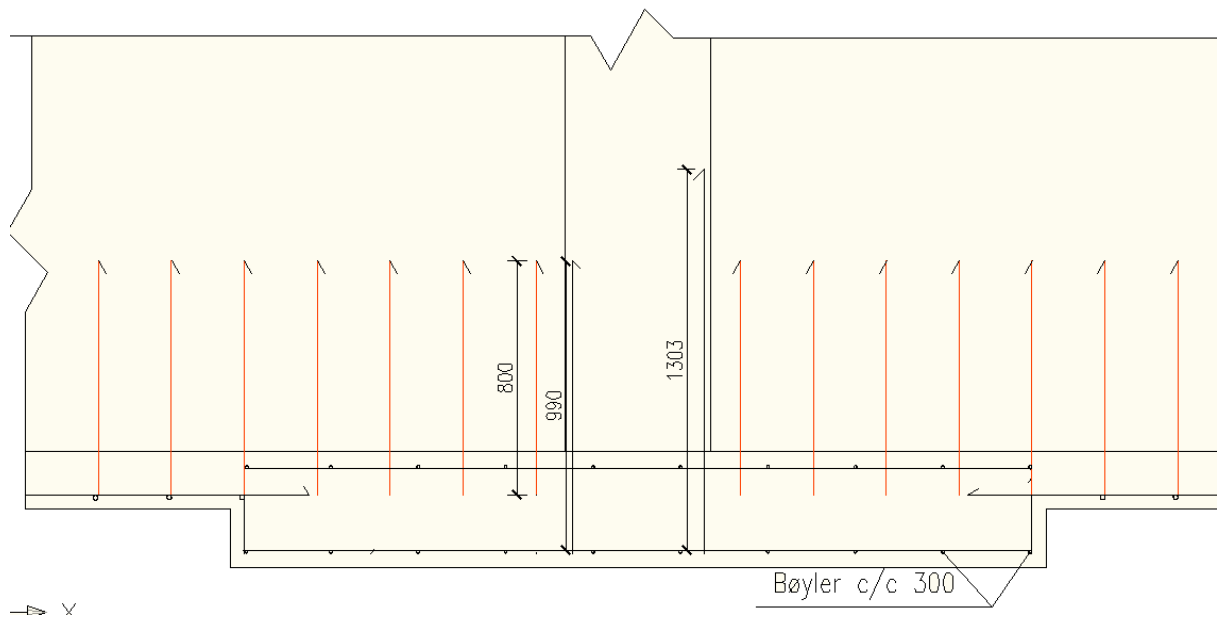


Støttesøyle, søyle og fundamentet

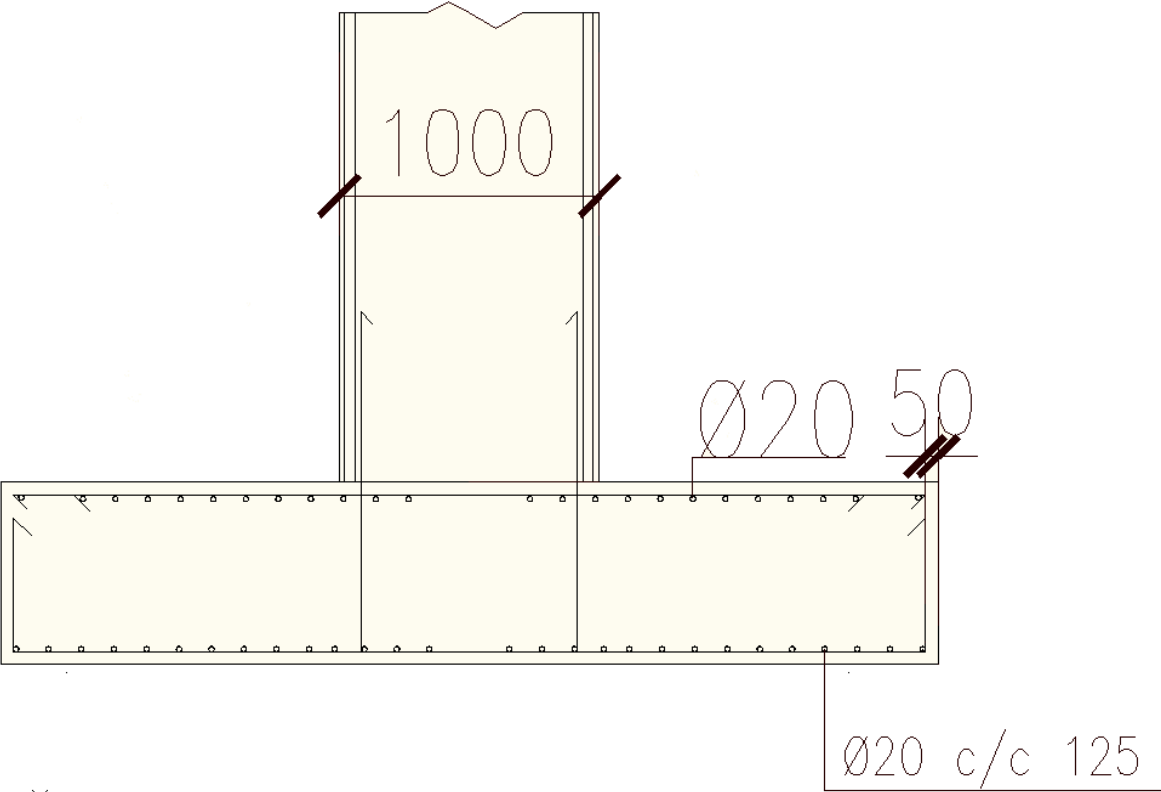


Snitt A

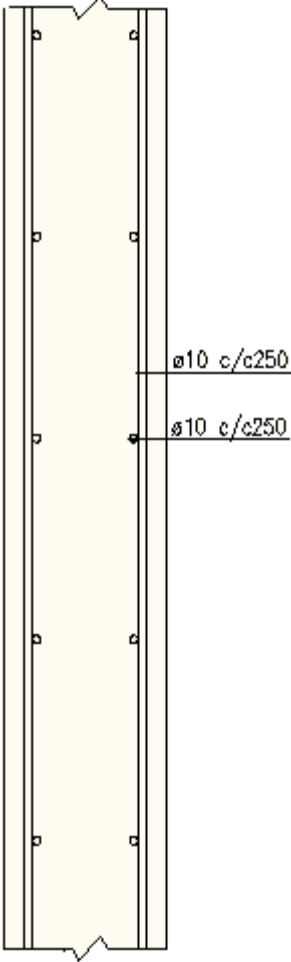
Bøyer og kobling av stripefundament med søyle fundame



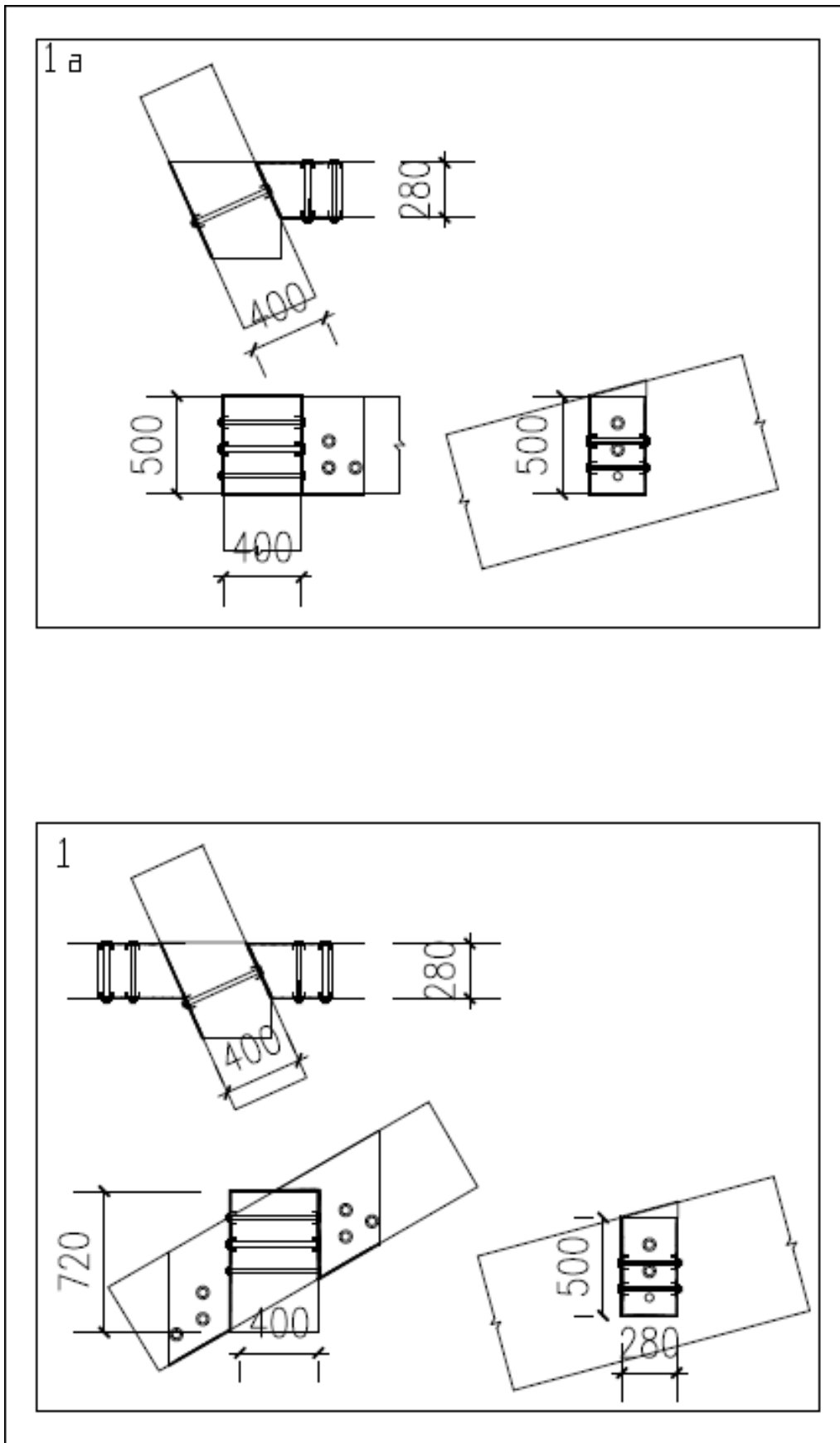
Fundament armering av søyler 6, 7 og 8

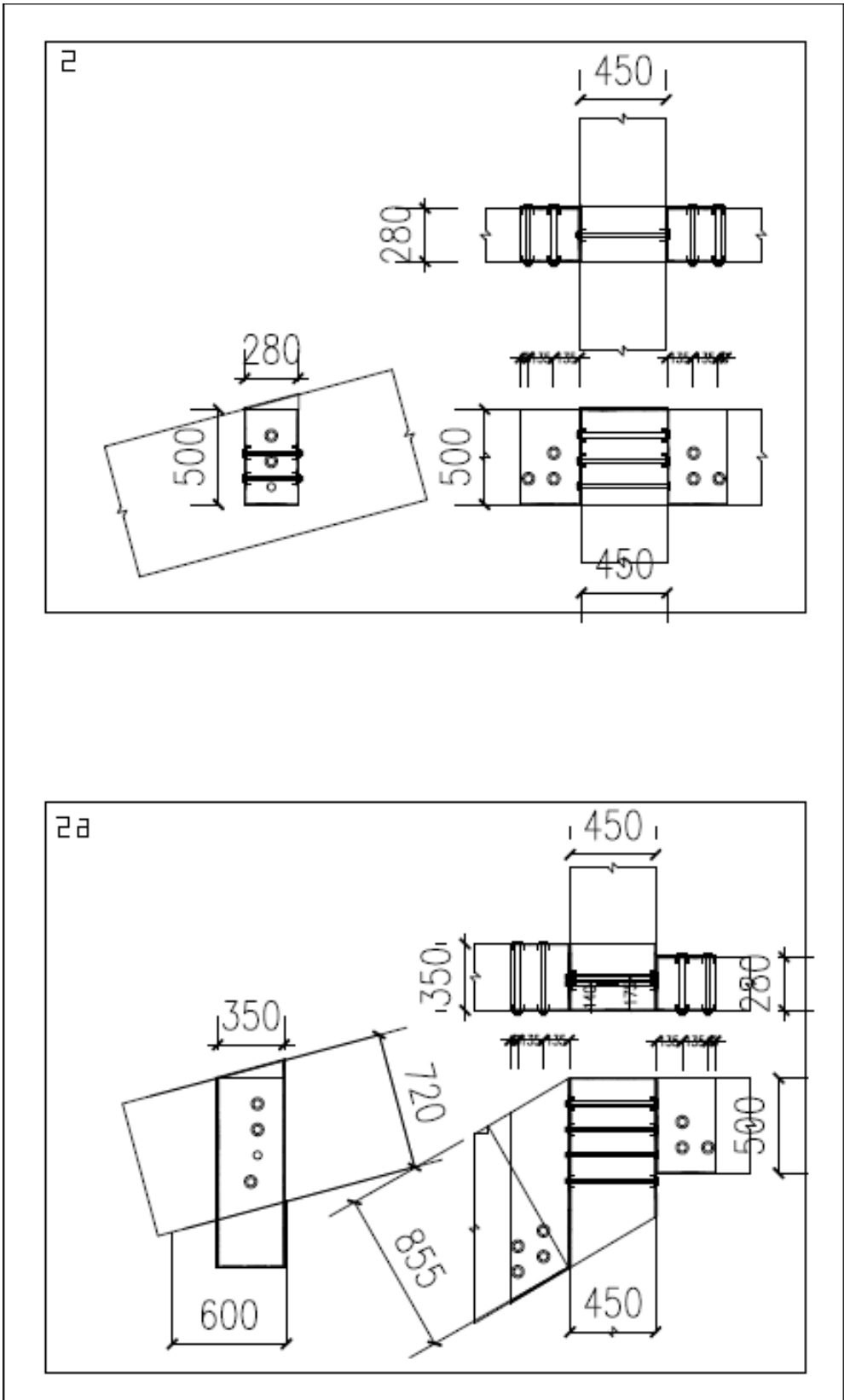


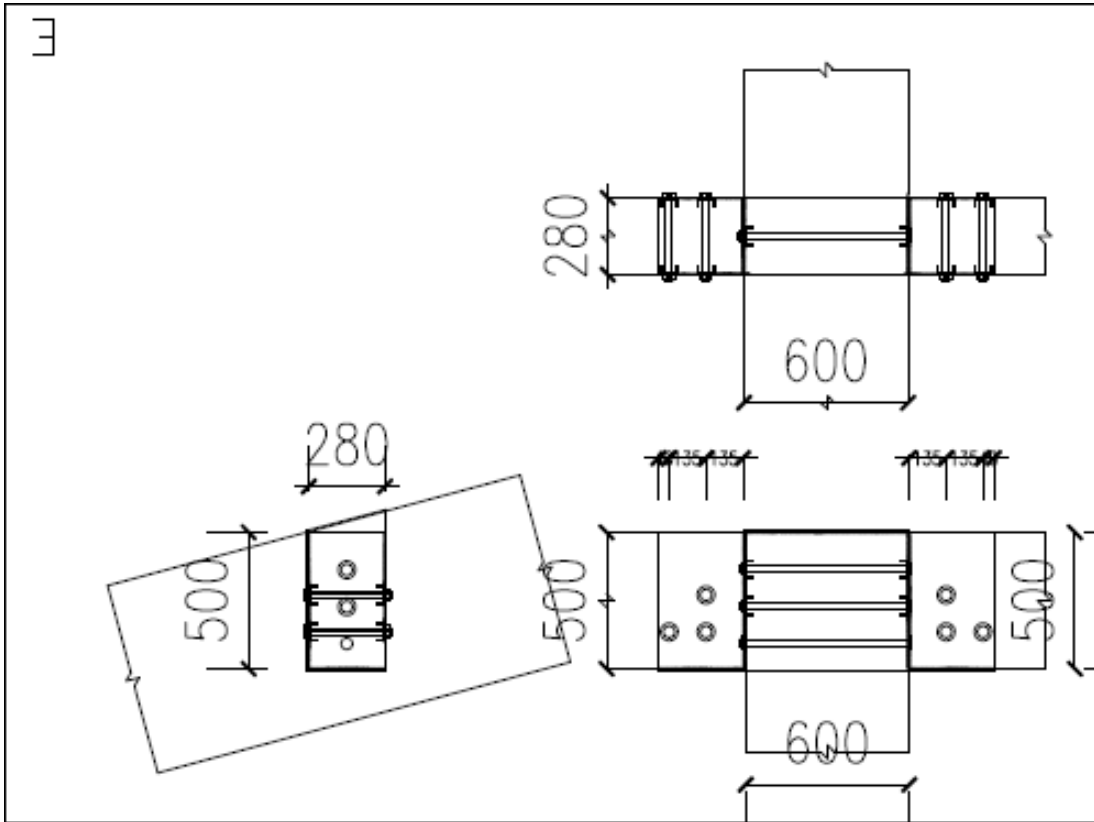
Veggarmering

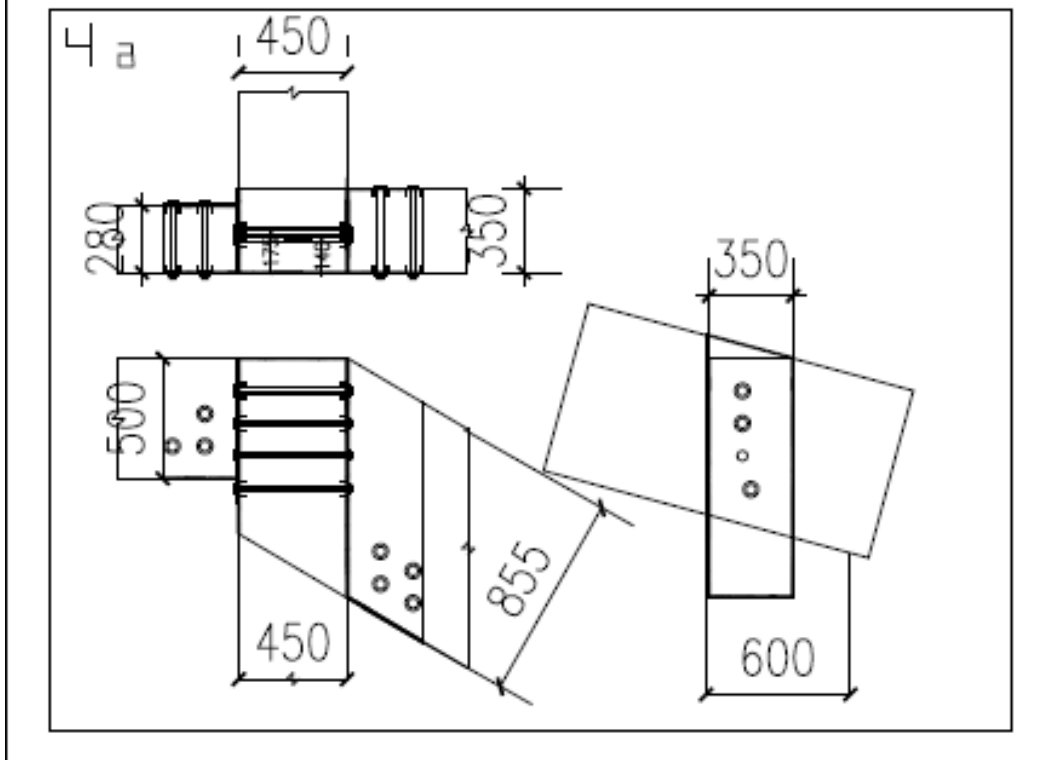
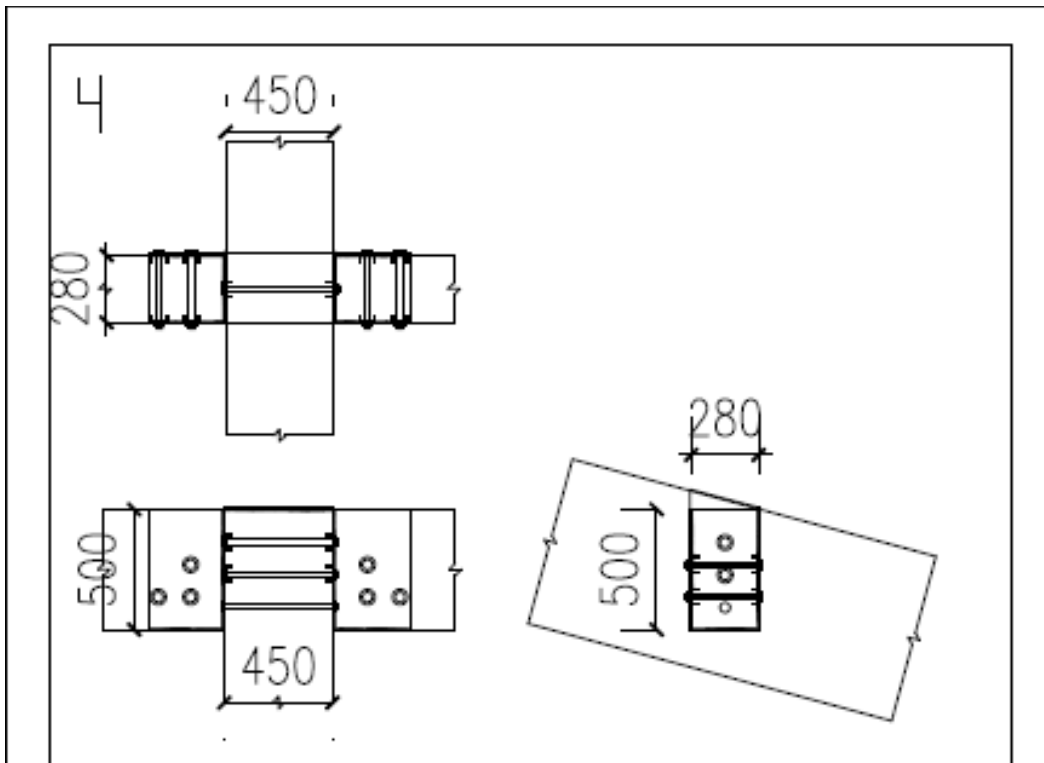


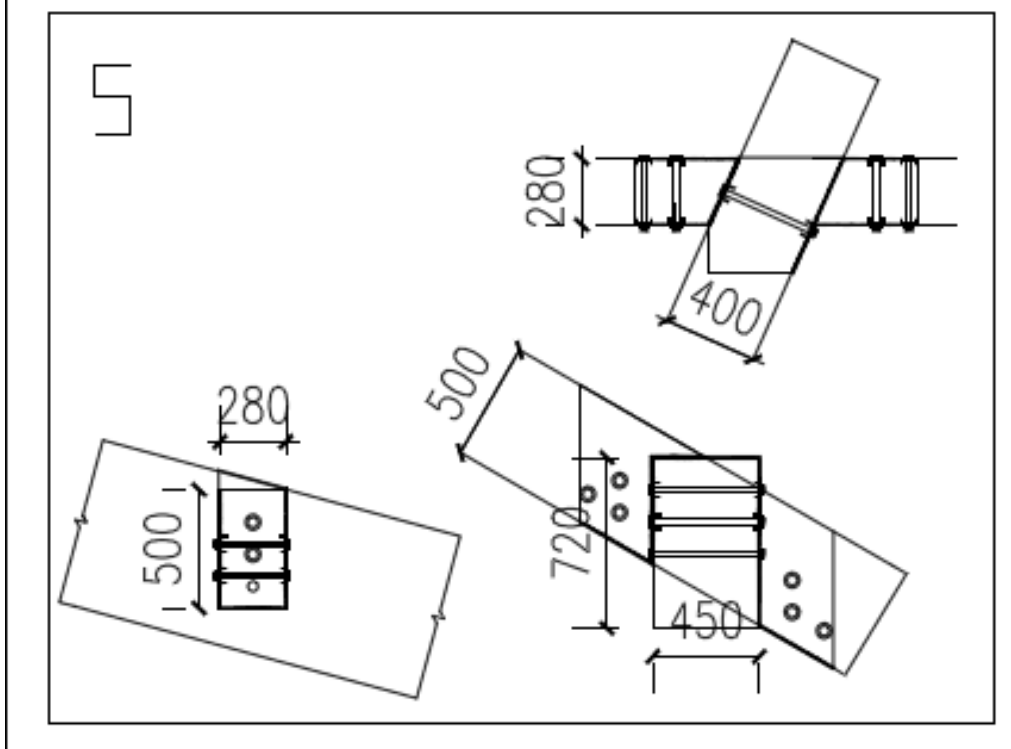
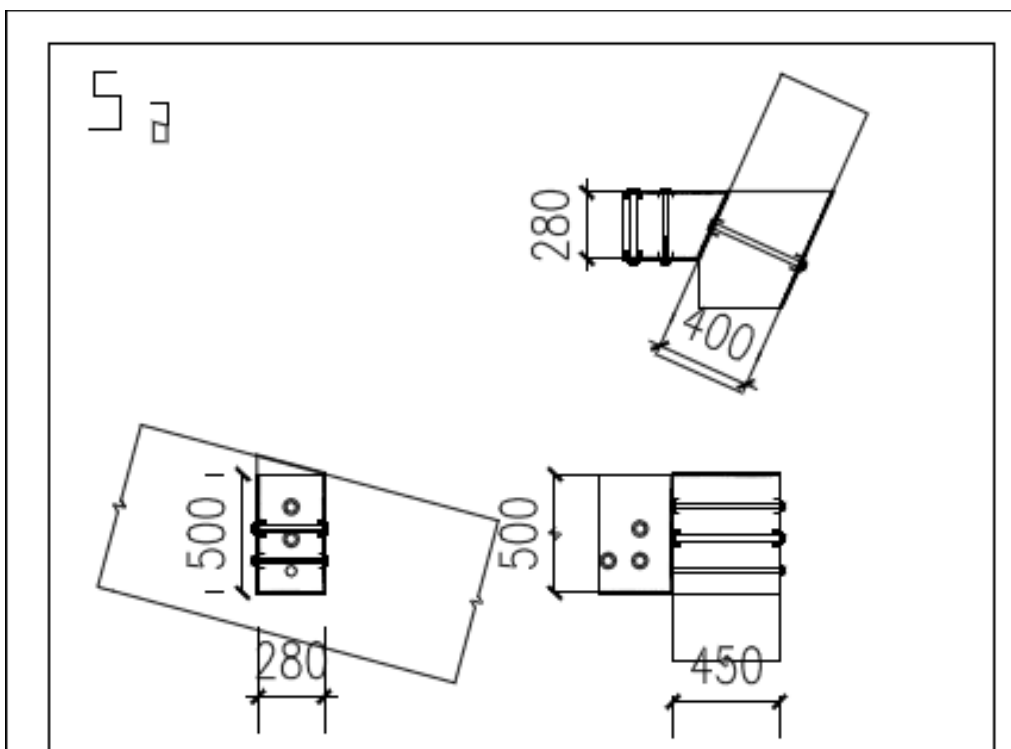
Vedlegg 2.2

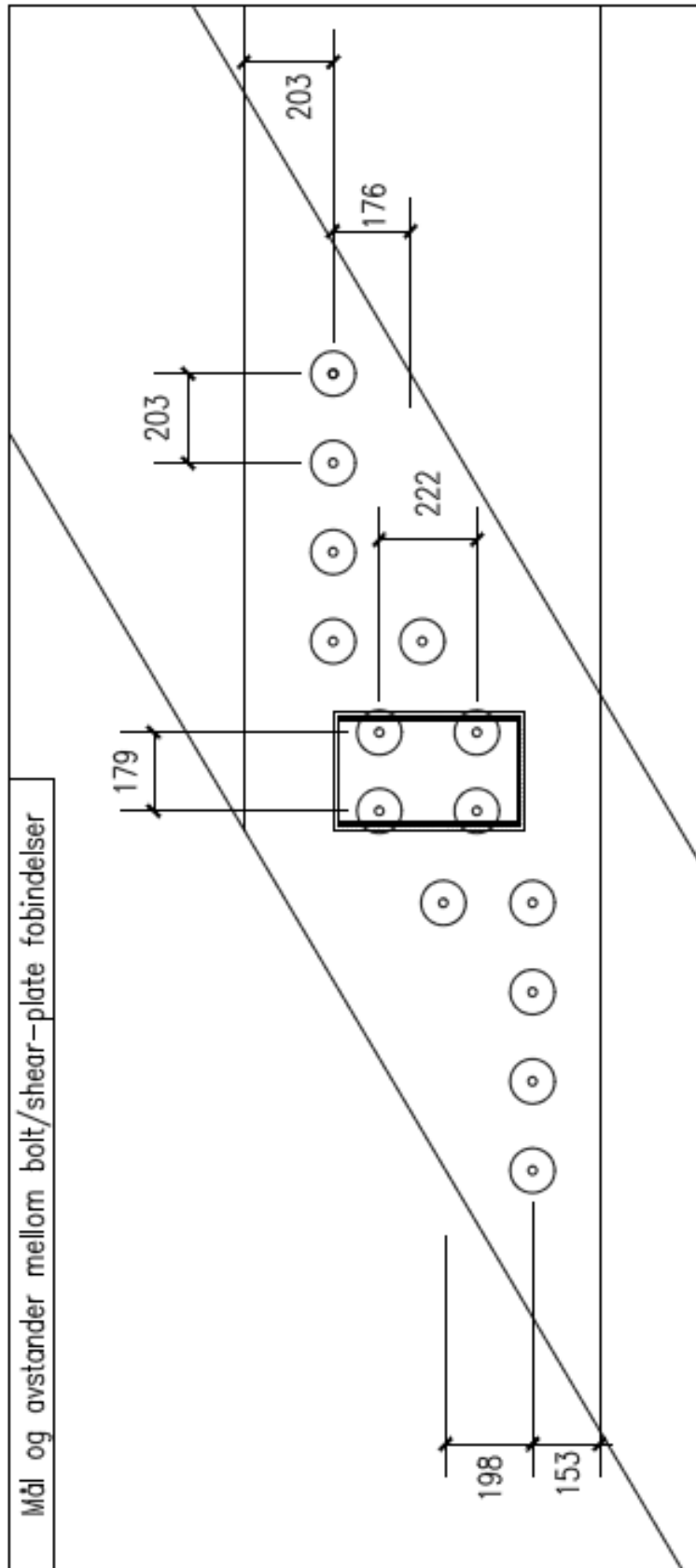


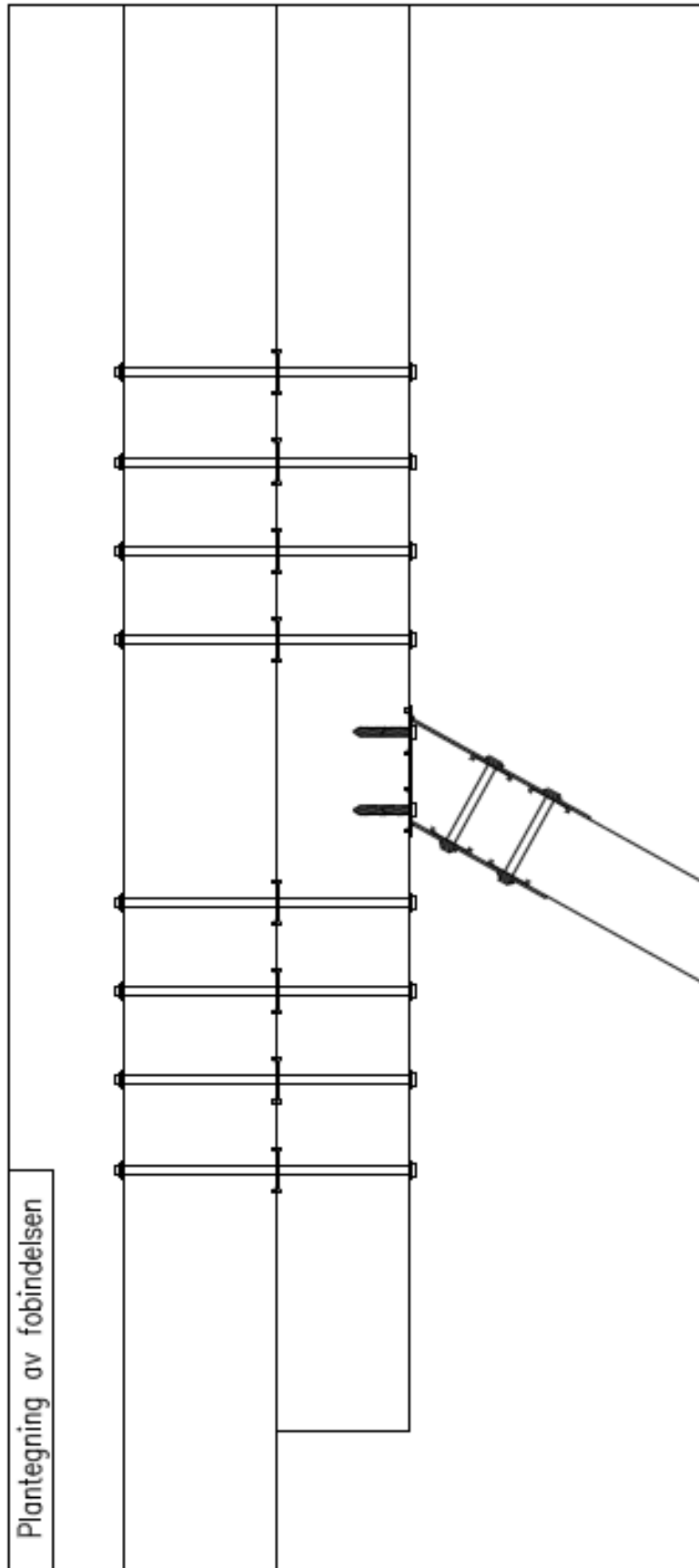




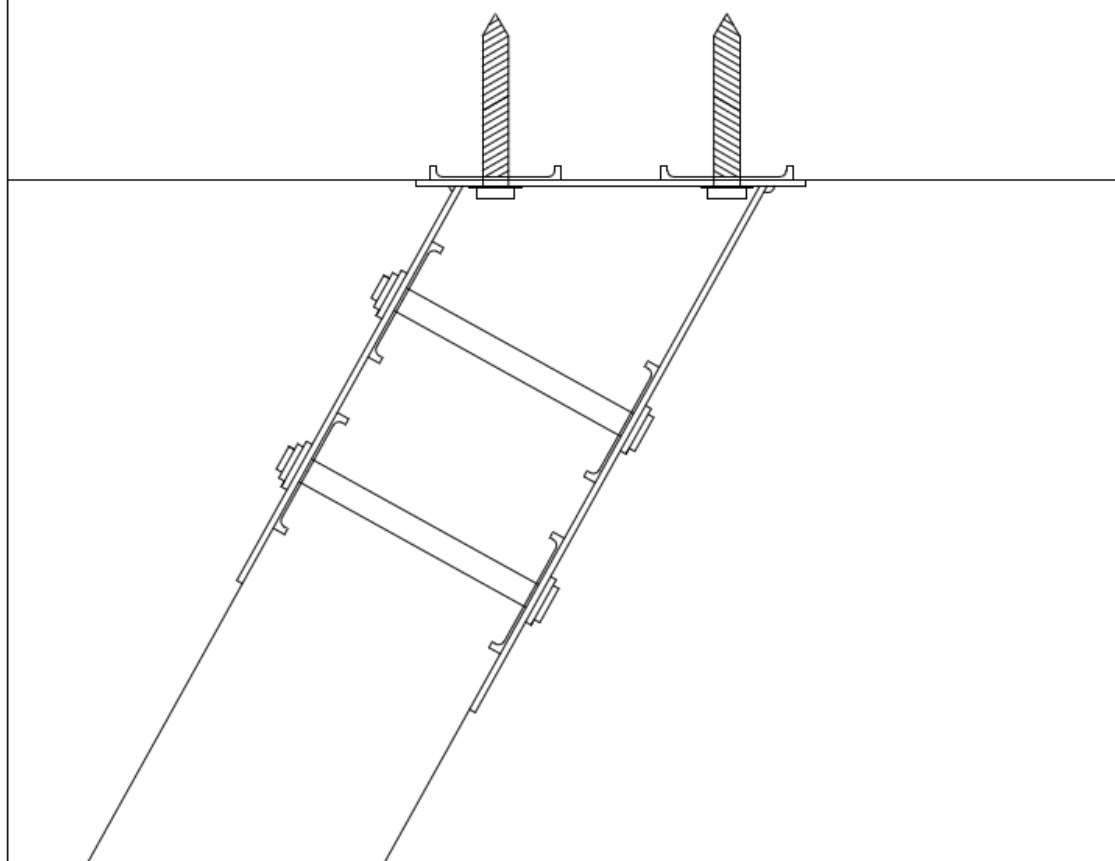


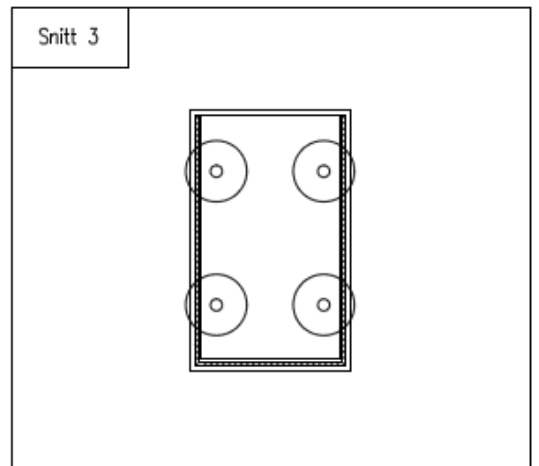
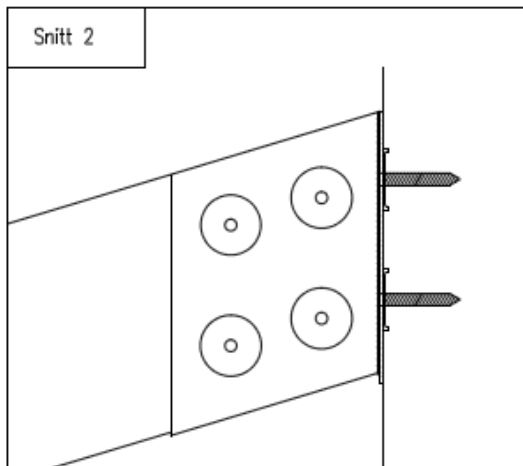
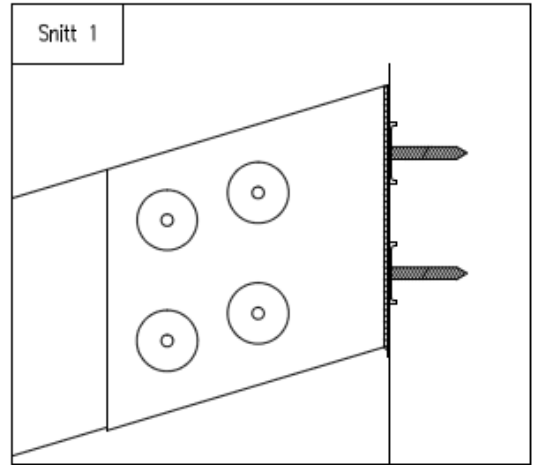
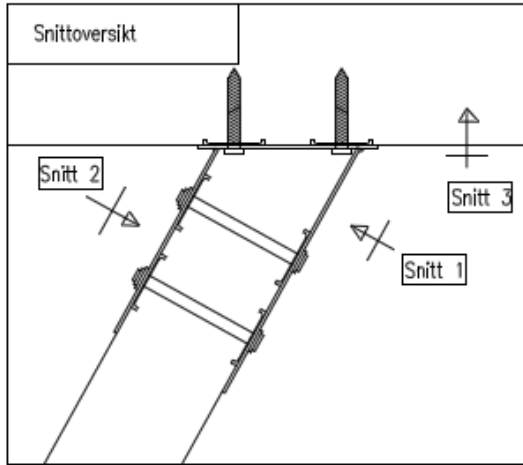




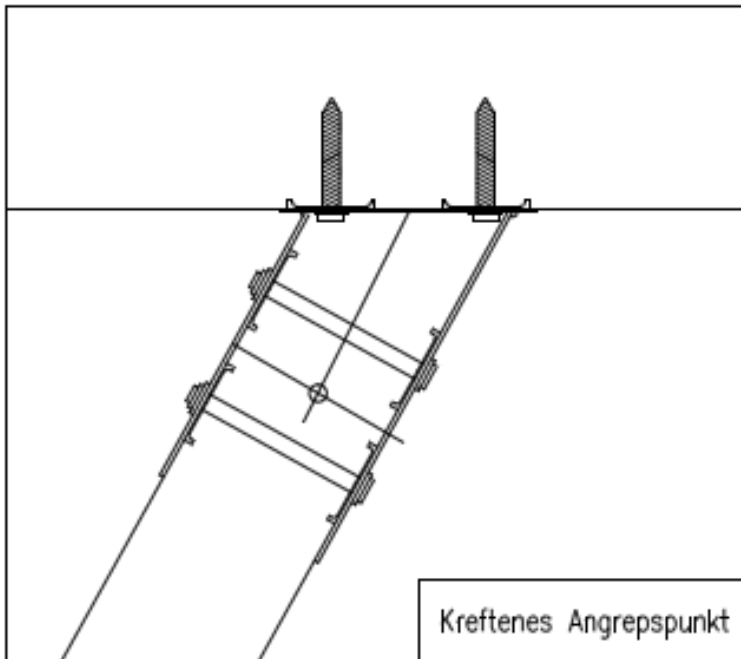
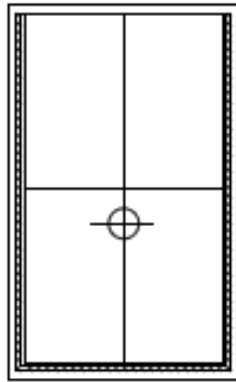


Plantegning av skoen og hvordan den er festet



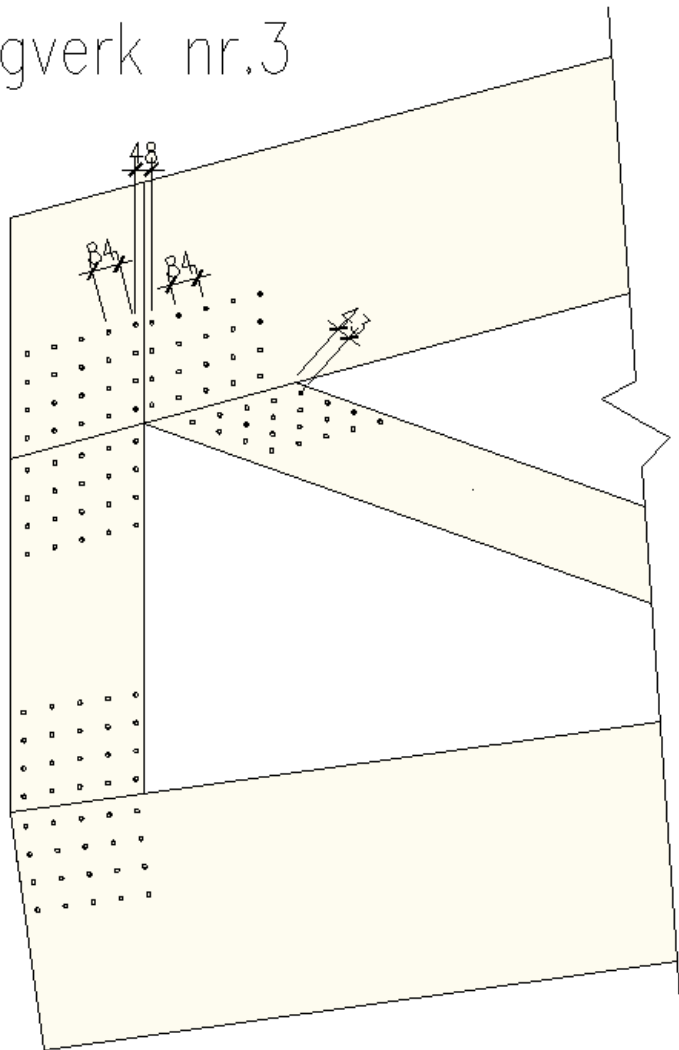
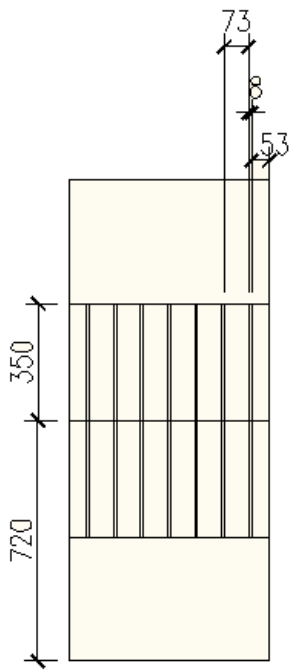


Sveisens tyngdepunkt



Kreftenes Angrepspunkt

Forbindelse i fagverk nr.3



Logg

Logg

Her er vår loggbok for vårt hovedprosjekt. Vi har valgt å skrive logg de dagene vi har hatt høydepunkter i oppgaven. Siden vi kom til å jobbe jevnt hver dag. Da vi fikk oppgaven i januar hadde vi veldig mye andre fag på skolen. Så da inndelte vi jobbingen med hovedoppgaven til 2 dager i uken. I denne perioden brukte vi tiden godt til å forberede oss så mye som mulig til å være klar til å begynne å dimensjonere hele bygget fra og med 2. april. Vi er veldig fornøyd med arbeidsprosessen vår og vi har fungert bra som en gruppe

24 januar

Vi hadde vårt første møte med Harald Fallsen og fikk utdelt hovedoppgaven til Erik Morka og Eirik Hæreid.

30 januar

Vi hadde forbredt oss ferdig til et møte med Harald Liven i Moelven limtrefabrikk

3 februar

Hadde vi ekskursjon til Moelven Limtrefabrikk, her fikk vi masse nyttig informasjon og veiledning av Harald Liven.

15 februar

Vi hadde en ny ekskursjon til Hamar og så på Ol-Amfiet og Vikingskipet. Det var veldig lærerikt å se og tenke over hvordan slike store bygg har blitt satt sammen.

3 mars

Vi fikk ferdig hovedberegningene av lastene som taket skulle ha.

23 mars

Møte med Lene og Paul for første gang, hvor vi fikk det endelige designet av bygget. Etter møtet var gruppen vår ganske frustrert på grunn av at de hadde gjort store forandringer på byggets utseende.

26 mars

Hadde vi et nytt møte med Paul og Lene og vi hadde fått litt tid til å bearbeide uttrykkene vi fikk av det nye designet. Her diskuterte vi løsninger og hvordan søylene skulle bli plassert og materialvalg.

2 april

Denne dagen var vi ferdig med alle de andre fagene vi hadde på skolen. Vi hadde på forhånd bestemt oss for at dette var dagen hvor vi startet med konstruksjonsdelen, vi hadde på forhånd samlet all info om tak tyngder, standarder vi måtte bruke og lignende. Fra denne dagen har det vært kontinuerlig jobbing hver skoledag fra kl 9 til 16. Vi har hatt mange møter med Harald Fallsen for veiledning underveis. Disse møtene har vi ikke tatt med i loggboken, siden det i gjennomsnitt var 2 møter om dagen.

4 mai

Siste møte med Paul og Lene, under dette møte informerte vi de om de endelige dimensjonene på de forskjellige bærende elementene. Slik at de kunne få dette inn i sine tegninger.

20 mai

Vi startet da og sette sammen rapporten vår og vi var på forhånd ferdig med alt av beregninger.

24 mai

Dagen før vi skulle levere inn til kopisentralen og dette var dagen vi hadde satt til å være absolutte siste finpuss på oppgaven.