

Ruben William Skogli
Daria Dubovik

Breivikeidet bru, Tromsø Breivikeidet bridge, Tromsøe

Bacheloroppgave i ingeniørfag, bygg

Veileder: Arne Mathias Selberg

Mai 2020

Rapporten er ÅPEN

Problemdefinering/prosjektbeskrivelse og resultatmål

Prosjektet består av en eksisterende bro i Tromsø kommune som er i svært dårlig tilstand. Det første vi gjorde var å vurdere hva som vil være mer lønnsomt: å renovere eksisterende bro eller å bygge en ny. For å konkludere noe måtte vi vurdere den eksisterende broen. Vi vurderte kapasiteten til det eksisterende tredekket samt stålbjelkene, kombinasjoner av laster som broen må holde, fundamenttype, materialet til fundament, grunnforhold, stabilisering av skråninger ved elven samt design og plassering av broen.

Da vi tok oppgaven, var vi tre studenter og alle temaene hadde god mulighet for å bli dekt grundig, da det var en som trådte av skjønnte vi at det ble en tyngre oppgave å bære. Derfor er målet å dimensjonere en erstatning til dagens ustabile løsning som oppfyller kravene etter N-400 samt Eurocode og har forbedret stabilitet i opplagre. I tillegg er målet å begrunne hvorfor det er ugunstig å oppgradere den eksisterende bruene, men heller bygge en ny.

Stikkord fra prosjektet:

Bruksklasse

Stål

Betong

Trebjelke

Kvikkleire

Landkar

Forord

Takk til Familien Skogli for å ha lagt til rette for husly og kontor under pandemien.

Takk til Arne M. Selberg for å ha lagt til rette for en spennende og utfordrende oppgave.

Takk til Bjørn Hellebust for å ha henvist oss til gode kontakter i Norconsult og vert villig til å være ekstern veileder.

Takk til Christofer Klevsjø – Sivilingeniør geoteknikk ved Norconsult

Nils Petter Botten – Avdelingsleder samferdsel ved Norconsult

Takk til Per O. Yttervoll for veiledning i statikk.

Takk til Thomas Uhlving for veiledning i geoteknikk.

Takk til Kristina Jacobsen – Vegforvalter i Tromsø kommune, for dokumentasjon og historisk innsikt.

Takk til Bjørn Sandvold - Kalkylesjef i Hercules, for informasjon om pelefundamentering av betong.

Ellers takker vi gode forelesere ved institutt for Bygg og Miljøteknikk for god undervisning over flere år, slik at denne oppgaven kunne gjennomføres.

Sammendrag

Det finnes mange skogsbilveger i Norge som benyttes til diverse formål, mange av disse ble bygget på 50-60 tallet hvor det fantes andre krav til laster, dokumentasjon og prosjektering. Ettersom mange av disse står i dag er det som regel nok å kontrollere om bruene innehar tilstrekkelig bæreevne etter dagens standard, og eventuelt legge inn forsterkninger der dette er nødvendig for å sikre at dagens krav til sikkerhet er ivaretatt.

Breivikeidet bru befinner seg i Tromsø kommune der et skogbruk benytter seg av bruene på daglig basis, bruene er også eneste adkomstmulighet til skogbruket. I løpet av levetiden til brua har landkarene gitt etter som følge av erosjon og normal bruk, landkarene får støtte fra stål-peler med sveisede opplegg av ukjent opprinnelse og med ukjent kapasitet. Opprinnelige landkar er prosjektert av trevirke på kvikk leire, området er vurdert av Norges geologiske undersøkelse til å være av risikoklasse 4 av 5, konsekvensklasse 2 av 3 og av høy faregradklasse.

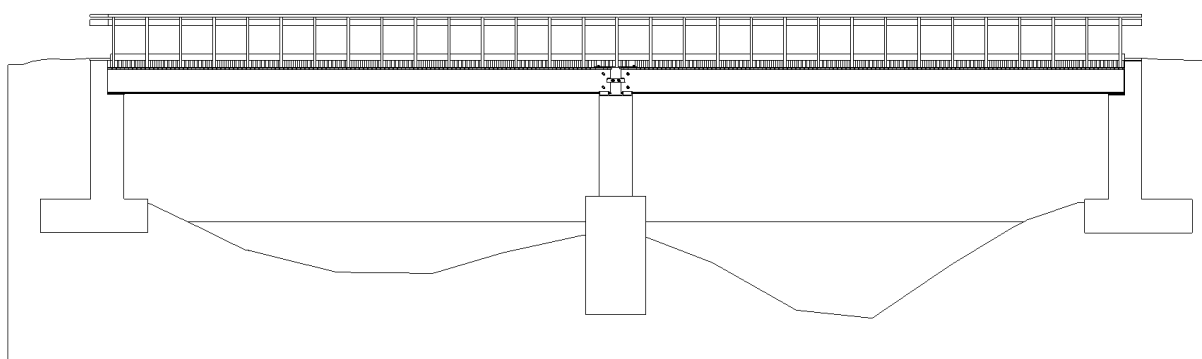
Etter en uavhengig inspeksjon i 2019 viser det seg at stålbelegkene har god restlevetid, mens dekket av trevirke er opprømt samt at landkarene er i dårlig befatning. Den samme rapporten konkluderer med at vedlikehold er nytteløst, men at man heller burde totalrenovere for å kunne klassifisere den etter dagens regelverk i det hele tatt.

I denne oppgaven beregnes bruens lastekapasitet, med utskiftet dekke og nye forsterkede opplagre klassifiseres den også etter bruksklasse systemet. Systemet gis også en forklaring igjennom oppgaven.

I tillegg sees det på en løsning for å overføre aksialkreftene gjennom opplageret i sentrum, uten at dette gjør systemet statisk ubestemt. Dette er den beste løsningen for å redusere påkjenningen fra aksialkrefter i det ene opplageret, dersom geotekniske undersøkelser skulle vise seg å gi bedre forhold for bæring på den ene siden av elven enn den andre.

Ansvarsfraskrivelse: De geotekniske dataene ble estimert grunnet mangel på rapporter i nærområdet, det er høyst anbefalt å foreta en geoteknisk analyse for så å re-evaluere grunnens bæreegenskaper og sammenlikne med anslagene foretatt i oppgaven.

Konklusjon: Bruen kan fint klassifiseres for bruksklasse 8 med betongfundamenter, de eksisterende stålbelegkene kan gjenbrukes dersom ønskelig.



Abstract

There exist plenty of forest roads in Norway today, these roads are used to transport different kinds of goods, mainly timber for construction and fuel. Many of these roads were built in the 50's and 60's where the criteria for documentation and construction design were different than today's standards. Because many of these are still standing it is often enough to perform a control to confirm that the bridge is capable of handling modern loads, and in some cases reinforce certain areas necessary to bring it up to date with the current criteria.

Breivikeidet bridge is located in the municipality of Tromsø where one local forestry is using the bridge daily, as it is the only access road to the area. From the time the bridge were built the foundation has given out due to erosion in the ground combined with normal use. The foundation is supported by steel piles of unknown load capacity with a welded beam across. The original foundation is made based on wood in quick clay, and the area is rated to be of risk class 4 out of 5 with a consequence class 2 out of three with high grade of danger by the Norwegian geological survey institute.

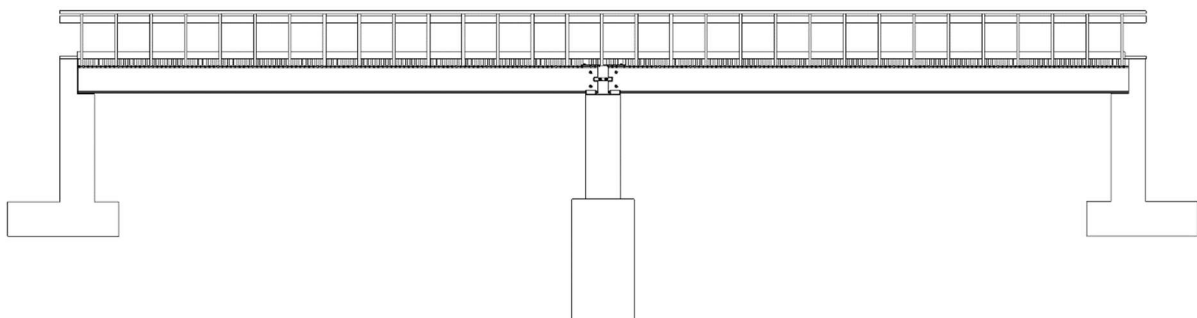
An independent inspection in 2019 showed that the steel beams is of good shape and has a long service life left, the wooden decking is rotten and the foundation is in severely bad condition however. The same report concludes that maintenance is of no use, a new bridge should rather be built in its place if it shall have a chance of reaching today's standards.

In this thesis the bridge's load capacity is calculated with replaced decking and new reinforced supports. It is also classified with respect to the Norwegian load class system that is used to inform drivers of the road's ability to handle loads. This system is also explained in depth throughout the paper.

Additionally, a solution for transferring axial loads through the central support is designed as to make the system statically determined. This is deemed necessary as to reduce the axial load to one of the supports on the end and might be the best solution should one of the river's sides show better load bearing capabilities than the other.

Disclaimer: The geotechnical data was estimated due to lack of detailed reports, it is highly recommended to reevaluate the ground's load bearing capabilities and compare to the estimates that were made in the thesis.

Conclusion: The bridge can handle loads at class 8 with new concrete supports, and the existing steel beams can be reused if preferred.



Innhold

Forord	iii
Sammendrag	v
Abstract	vii
Innhold	viii
Figurliste	x
Tabeller	xi
Forkortelser/symboler i tekst.....	xi
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling	1
2 Grunnlag	2
3 Opprinnelig utforming og dagens situasjon.....	3
3.1 Akse A	4
3.2 Akse B	5
3.3 Dekke og rekkverk	5
3.4 Hovedbærere av stål	6
3.5 Geoteknikk.....	6
4 Lastdimensjonering.....	10
4.1 Egenvekt.....	10
4.2 Vindlast	10
4.3 Trafikklast	10
4.4 Termisk påvirkning.....	11
4.5 Lastkombinasjoner	11
5 Betong	12
5.1 Forutsetninger	12
5.2 Jordtrykkdimensjonering	13
5.3 Dypfundamentering	13
5.4 Direkte fundamentering	15
5.4.1 Utforming.....	15
5.4.2 Generelle armerings- og betong regler	17
5.4.3 Dimensjonering av akse A	18
5.4.4 Dimensjonering av akse B	20
5.4.5 Dimensjonering av akse C	21
6 Bruklassifisering	24
6.1 Beregningsgrunnlag.....	24
6.2 Beregning av stålbjelker.....	27

6.2.1	Forutsetninger for beregninger.....	27
6.2.2	Resultater	28
6.2.2.1	Kjøretøylast.....	28
6.2.2.2	Vogntoglast.....	29
7	Brudekke	31
7.1	Forutsetninger	31
7.2	Konklusjon tredekke	33
8	Momentritt ledd mellom stålbjelker	34
8.1	Forutsetninger	34
	Referanser.....	37
	Vedlegg.....	40

Figurliste

Figur 1: Lokasjon av bruene i Tromsø kommune (Kartdata hentet fra NGU.no)	2
Figur 2: Utsnitt av dagens brusituasjon.	3
Figur 3: Snitt A, avvik illustrert.	4
Figur 4: Opplager i akse A. Foto med tillatelse fra Arne M. Selberg (Juli 2019)	4
Figur 5: Pilar i akse B. Foto med tillatelse fra Tromsø Kommune og Multiconsult (2012) .	5
Figur 6: Snitt av akse B.....	5
Figur 7: Dekke og rekkverk av trevirke. Foto med tillatelse fra Arne M. Selberg (2019)..	5
Figur 8: Slitelag 2019. Foto med tillatelse fra Arne M. Selberg	6
Figur 9: Slitelag 2012. Foto med tillatelse fra Tromsø kommune.....	6
Figur 10: Kvikkleireskredd ved Lyngseidet 3.september 2010 [18]	7
Figur 11: Skilt foran bruene, Hentet fra rapport av Multiconsult	7
Figur 12: Påvist kvikkleire i området, bruene ligger i området kalt 1808 minne. [23].....	8
Figur 13: Installasjonsmønster for kalksemetpeler Hentet fra [45].....	9
Figur 14: Fylling inntil bruene Hentet fra Håndbok N200	12
Figur 15: Tillat totalsetning ved ulike fartsgrenser Hentet fra Håndbok N200.	13
Figur 16: Utforming av landkar og skråning Hentet fra nett [9]	15
Figur 17: Utforming av landkar og skråning Hentet fra nett [9]	15
Figur 18: Utforming av landkar og skråning Hentet fra nett [9]	15
Figur 19: Elementer i grunnen og underbygning Hentet fra Håndbok V440	16
Figur 20: Ulike typer av støtteutforming Hentet fra nett [10]	16
Figur 21: Armering av T-formatet rigel Hentet fra [11]	17
Figur 22: Overgang mellom plate og vegg [12]	19
Figur 23: Eksempel på armering ved frie kanter i plater Hentet fra nett [47].....	19
Figur 24: Dimensjoner til vegg	20
Figur 25: Tverrsnitts dimensjoner til søyle	20
Figur 26: Dimensjoner til pylon [14]	21
Figur 27: Forankringsmetoder Hentet fra EC2 [36]	22
Figur 28: Eksempel på utbøyd armering Hentet fra nett [46]	22
Figur 29: Dimensjonerende lastkombinasjoner etter bruksklasser(Figur 3.2-1 Hb R412)25	
Figur 30: Bredden av lastfelt (Figur 3.2-2 Hb R412).....	26
Figur 31: Aksesystem og bruens nye statiske oppbygning.	27
Figur 32: Lasttilfelle kjøretøylast, verst plassering for moment.	28
Figur 33: Lasttilfelle kjøretøylast, verst plassering for skjær.	29
Figur 34: Lasttilfelle vogntoglast, verst plassering for moment.	29
Figur 35: Lasttilfelle vogntoglast, verst plassering for skjær.....	30
Figur 36: NS-EN 1991-2 punkt 4.3.6: Lastens spredningsvinkel for slitelag er 45°	31
Figur 37: Snitt av bru og lastpåvirkning i ugunstigste stilling.	32
Figur 38: Direkte motkraft.....	32
Figur 39: Midtre forbinder.....	43
Figur 40: Forbinder som skal sveises mot steg.	34
Figur 41: 3D Visning av forbindelse.	35
Figur 42: Glidelager av PTFE (teflon), forsenkning for å unngå smuss i lageret. [48]	35
Figur 43: Tenkt momentfri kobling i A, kun konsept ikke beregnet.....	36

Tabeller

Tabell 1: Utdrag fra dimensjonerende verdier for laster etter Tabell NA. A2.4 (B)	26
Tabell 2: Sammenlikning av lastfaktorer.....	26
Tabell 3: Utdrag fra dimensjonerende verdier for laster etter Tabell NA. A2.6.....	27
Tabell 4: Egenvekt av konstruksjon, se beregning i vedlegg B.....	28
Tabell 5: Laster fra kjøretøylast, opptredende moment og utnyttelse per bjelke.	28
Tabell 6: Laster fra kjøretøylast, opptredende skjær og utnyttelse per bjelke.	29
Tabell 7: Laster fra vogntoglast, opptredende moment og utnyttelse per bjelke.	29
Tabell 8: Laster fra vogntoglast, opptredende skjær og utnyttelse per bjelke.	30
Tabell 9: Største nedbøyning i de ulike lasttilfellene.....	30
Tabell 10: Dimensjoneringstabell for bruksklasse 8, kvalitet C24.	33
Tabell 11: Koblingsmål.....	34

Forkortelser/symboler i tekst

NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
NGU	Norges geologiske undersøkelse
NGI	Norges geotekniske institutt
Iht.	I henhold til
pga	På grunn av
G	Permanent last
Q	Variierende last
Ø	Stangdiameter
L	Lengde (mm/m)
h_F	Høyde fundament
$C_{max/min}$	Overdekning av betong
$L_{b,eq}$	Ekvivalent forankringslengde
σ_{gd}	Dimensjonerende grunntrykk
$\Delta T_{M.heat}$	Lineært varierende temperaturdifferanse [33]
$\Delta T_{N.exp}$	Største temperaturekspansjonsintervall for jevnt fordelt brutempanel [33]
α	Lineær utvidelseskoeffisient
ω_M	Faktor for termisk lastberegning [33]
Q_{ik}/Q_k	Aksiallast

1 Innledning

Siden 1200 tallet har skogbruket utgjort et viktig næringsgrunnlag for Norge, ubehandlet rundtømmer ble eksportert til bl.a. Tyskland, Nederland, Storbritannia samt Frankrike. Under Norges økonomiske vekstperiode som begynte på 1500 tallet ble trelast Norges viktigste eksportnæring, i dag utgjør hele 22% av Norges areal produktivt skogsareale.

Bruen som dimensjoneres i denne oppgaven inngår som en del av et skogbruk i Troms kommune, bruene er eneste adkomstmulighet til bruket og ble antakeligvis anlagt et sted mellom 50-70 tallet. Tegninger antas å ha gått tapt etter en brann på ordførerkontoret i 1963, flyfoto og alle tenkelige arkiver er undersøkt uten hell. Bruen krysser storelva med en undergravd pilar i senter, og danner to spenn på 15m som gir en total lengde på 30m. Grunnen for en fullstendig overhaling er at de opprinnelige opplagrene i trevirke har fått setninger og glidd ut, bærebjelkene er forsøkt støttet opp av stålpeler i ettertid, men disse har fått en skjevstilling samt mangler dokumentasjon på bæreevne.

Da de originale opplagrene har fått setningsskader, og støttebæringen er skjevstilt gir det grunnlag for å anta at området bruene står i er bestående av kvikkleire. Dette bekreftes av flere troverdige kilder, områdekart av NGU viser dette, tidligere arbeider i området har boret 32m ned i grunnen kun for å oppdage vannårer under trykk, ingen fjell. Lokalbefolkningen som ofte er ute på fiske eller jakt, kan bekrefte lokale utglidninger og endringer i terrenget på årlig basis. Jordeieren som benytter bruene kan bekrefte utvasking av elvebredden nedstrøms som følge av erosjon og peling som har endret strømningsretningen til en viss grad.

I dag er bruene skiltet for en maksimal totallast 5 tonn på grunn av høy usikkerhet i bæreevne fra pelefundamenteringen, skjevstilling og generell råteskade. En bru som skal motstå store laster fra tømmer og gi samfunnet gode fornybare materialer til både bygg og brensel burde kunne klassifiseres til å oppta høyere last enn en gjennomsnittlig bil.

1.1 Problemstilling

Denne oppgaven har som mål å besvare følgende problemstilling:

Vil bruens eksisterende bæring med fornyede landkar gi en tilstrekkelig bruksklasse etter formålet, hvilke utfordringer må det da tas hensyn til?

For å besvare problemstillingen vil følgende områder bli gjennomgått:

- Fundamentering
 - o Hvordan overføre kreftene tryggest mulig til grunnen
- Stålbæring
 - o Mulighet for gjenbruk
 - o Løsning for translasjon av krefter til landkar
- Bæredekke av trevirke
 - o Bæreevne
 - o Translasjon av krefter til bærebjelker

2 Grunnlag

Historisk informasjon rundt eksisterende byggverk og konstruksjoner finnes som oftest i arkiver hos kommunen eller fylket, men etter å ha spurt rundt i de fleste kanaler dukket det ikke opp noen dokumentasjon på tidligere arbeider som er utført, ei heller noe om forsterkningsarbeidet som antakelig er satt opp i ettertid.

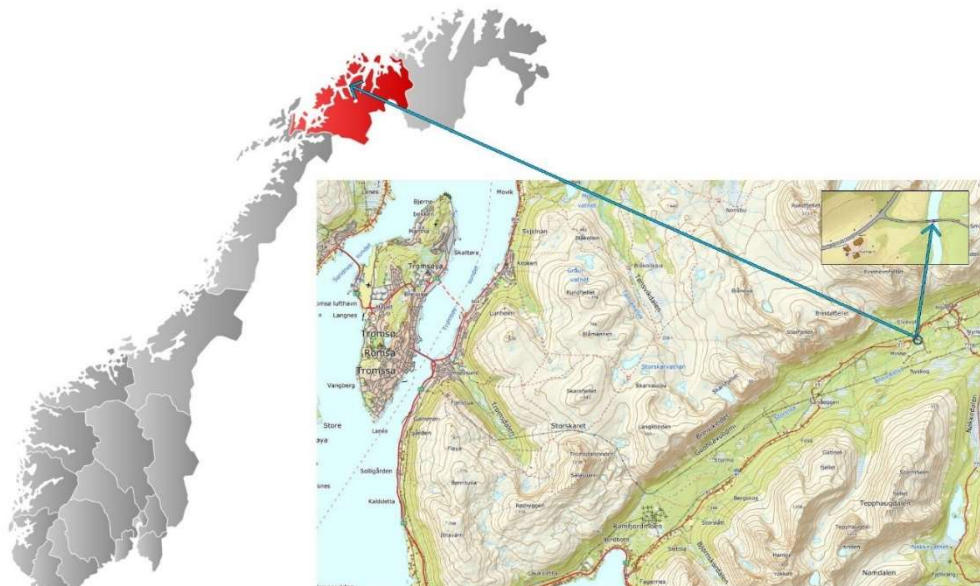
Dermed er hovedgrunnlaget for prosjekteringen følgende:

- En uavhengig rapport utført av Arne Mathias Selberg sommeren 2019 på oppdrag fra Tromsø kommune.
- En rapport utført av Multiconsult i 2011.
- Geotekniske rapporter som finnes på nett, utført av NGI og Norconsult.
- Muntlig informasjon fra Yngve Egnenes som driver skogbruk i området.
- Muntlig informasjon fra Kristina Jakobsen som jobber som veg forvalter i Tromsø kommune
- Kartdata på NGU.no som viser kvikkleiresoner og høydedata, utdrag av kart vises nedenfor.

Geoteknisk dokumentasjon viser at bruene er i et sterkt kvikkleireutsatt område som har gjort det utfordrende for andre aktører å sette opp konstruksjoner tidligere. Det finnes andre bru-prosjekter i området, lenger sør langs samme vegen har vegvesenet forsøkt å sette opp en ny bru i 2010 til ingen nytte. Det endte med at et prosjekt som skulle koste 17 millioner endte opp med å avbrytes. [7]

Rapportene viser dagens situasjon med råte i bæredekket samt utglidning av landkar og skjevstilling i konstruksjonen som følge av dette, dog er bærebjelkene av akseptabel kvalitet og kan gjenbrukes dersom forholdene tilsier dette.

Kartdata viser oversikt over kvikkleireforekomster på nordvestsiden av elven, men det mangler oversikt/data på sørøst. Det er sannsynlig at det kun er foretatt gode undersøkelser på Nordvestlig side da hovedvegen går her, samt at prosjektet i 2010 krevde gode undersøkelser. Det er grunn til å anta at de samme forekomstene av kvikk leire finnes på andre siden av elven da lokalbefolkningen vitner om dette.

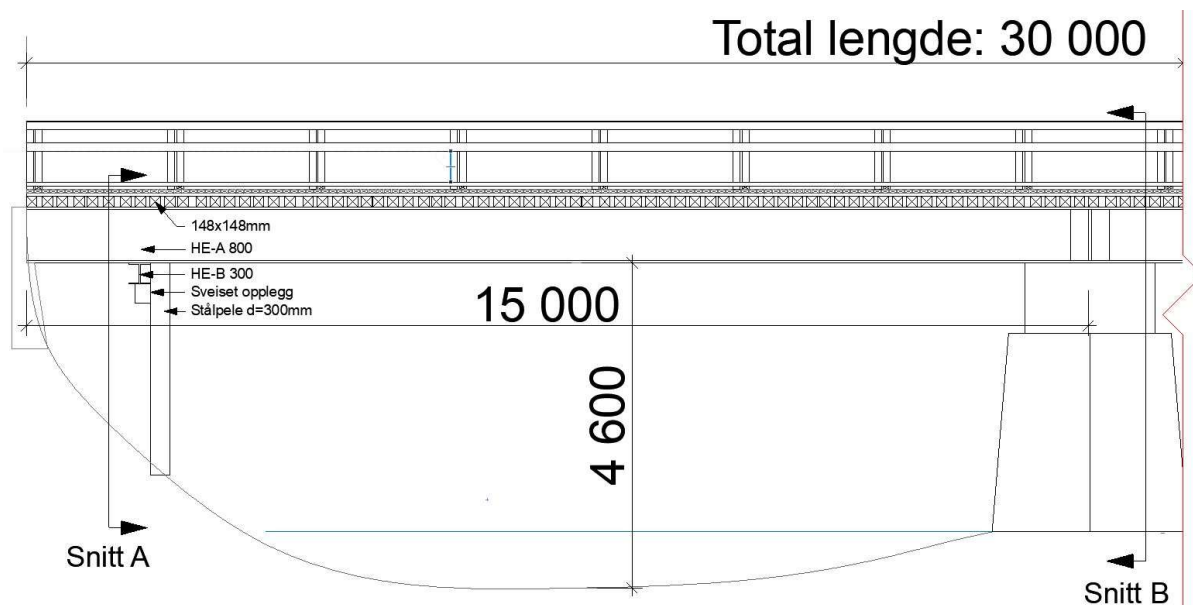


Figur 1: Lokasjon av bruene i Tromsø kommune (Kartdata hentet fra NGU.no)

3 Opprinnelig utforming og dagens situasjon

Med utgangspunkt i tilgjengelig data slik som bilder og tegninger utarbeidet av Arne Mathias Selberg samt Multiconsult, kan det bygges opp en viss forståelse av dagens situasjon. Bilder fra rapportene er vedlagt med tillatelse fra Arne Mathias Selberg og

Tromsø kommune, kommunen eier rapporten utarbeidet av Multiconsult. Tegningene nedenfor viser dagens situasjon, de originale landkarene er ikke tatt med på tegningen da de er vurdert til å ikke ha noen innvirkning på bæreegenskapene til bruene. Det antas at målinger av dimensjoner er utført så nøyaktig som mulig.

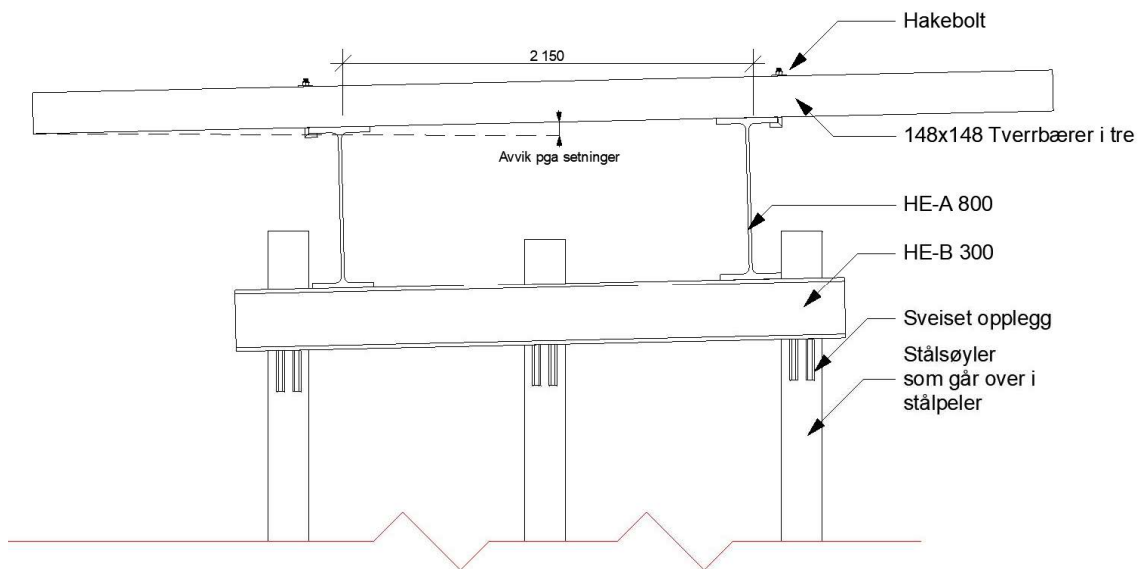


Figur 2: Utsnitt av dagens brusituasjon.

Tegningene viser en identisk oppbygging i akse C, dermed er et utdrag av halve bruene, akse A og B, representert på figuren over, slik at man tydeligere ser dagens løsning. Bruene er bygget opp med to HE-A 800 opplagt direkte på en HE-B 300 som er sveiset over fire stål peler i akse A. I akse B finnes det et betongfundament som er støpt på stenblokker direkte på kvikkleire, dette vises i figur 5.

Ettersom området hovedsakelig består av uforutsigbar og eroderende grunnmasser har opplegget i akse A fått en betydelig skjevstilling. Det er også usikkert hvorvidt stålørspelene synker gradvis ned i massene, hvorvidt disse er lukkede eller åpne samt hvor dypt disse er hamret ned i grunnen er uvisst.

3.1 Akse A



Figur 3: Snitt A, avvik illustrert.

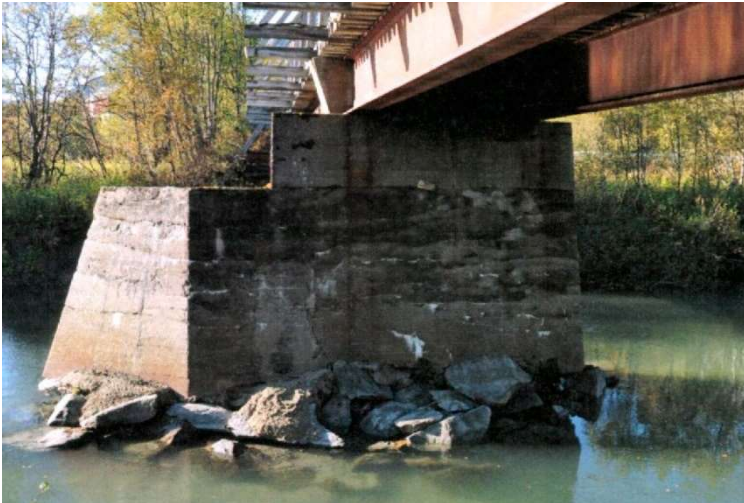


Figur 4: Opplager i akse A. Foto med tillatelse fra Arne M. Selberg (Juli 2019)

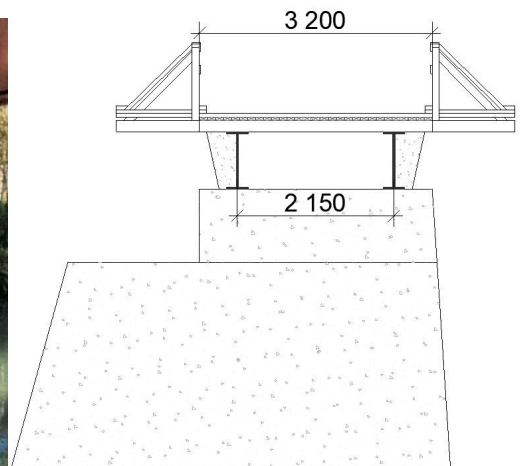
Det er heldigvis redundans i form av flere peleer, Geoteknikk og fundamenteringslære 2 tabell 7.6 sier at svevende peleer i kvikk leire behøver en beregnet avstand på $4d$ dersom de går mindre enn 12m ned i grunnen. Dersom vi antar en diameter på 200mm behøves en avstand på 800mm, noe som tilsynelatende er oppfylt. Det kan antas, dersom pelene har en avstand på $>1000\text{mm}$, at pelene kan gå mellom 12-24m ned i grunnen, dersom utførende har benyttet samme beregningsgrunnlag. Se vedlegg K-M for peleberegning.

Akse C har tilsvarende oppbygging med mindre skjevstilling, dermed vises ikke denne.

3.2 Akse B



Figur 5: Pilar i akse B. Foto med tillatelse fra Tromsø Kommune og Multiconsult (2012)



Snitt B

Figur 6: Snitt av akse B

Pilaren i akse B er undergravd på grunn av vannføringen i elva, den er oppført av plass støpt betong som man kan se av lagdelt horisontalt riss føring. Den antas å være fundamentert på stenblokker som er direkte lagt på kvikk leire, det er også kommet et riss vertikalt på motsatt side av øyensynlig 10mm bredde. Stålbjelkene er lagt direkte mot betongen og antas å være grunn for rusten som kommer frem på overflaten av betongpilaren. Den vurderes til å være kritisk skadet av rapporten fremlagt av Tromsø kommune, og har redusert bæreevne som kan påvirke konstruksjonen vesentlig på sikt.

3.3 Dekke og rekkverk

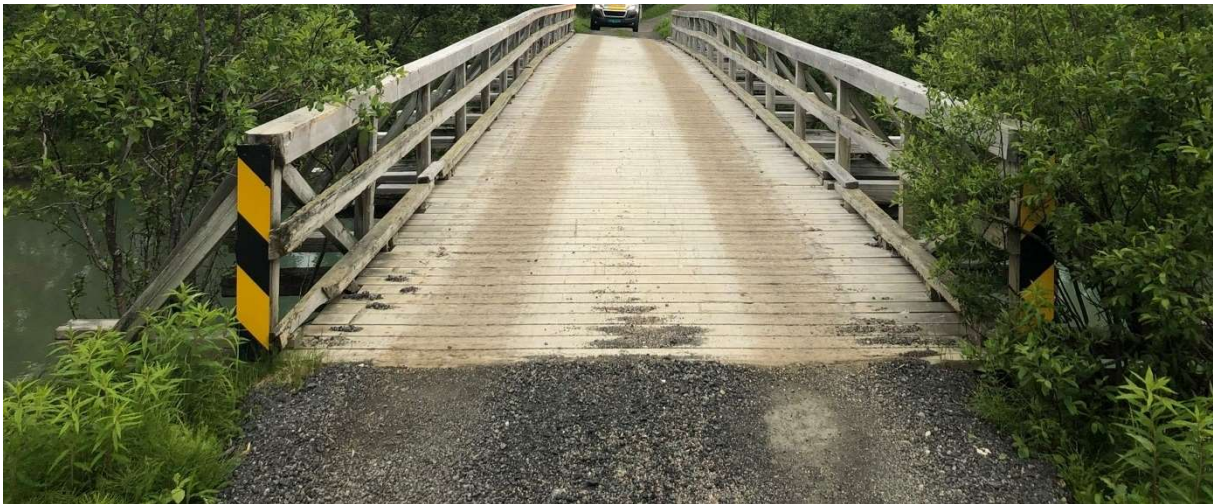
Brudekke er laget av trevirke og er modent for utskiftning, det er tilsynelatende utført en oppgradering av slitedekke en gang de siste 10 årene basert på sammenlikning av billedlig dokumentasjon i de to rapportene. Dette er gjort ved å legge plank på tvers av det gamle slitedekket og medfører sannsynligvis en falsk trygghet, da bjelkene under er sterkt preget av råte.



Figur 7: Dekke og rekkverk av trevirke. Foto med tillatelse fra Arne M. Selberg (2019)



Figur 9: Slitelag 2012. Foto med tillatelse fra Tromsø kommune



Figur 8: Slitelag 2019. Foto med tillatelse fra Arne M. Selberg

Som man ser er det betydelige skader på bruene, det er utført en rekke tiltak i etterkant av oppføringen som i beste fall forlenger lidelsen og koster mer over tid. I verste fall kan det forekomme en ulykke dersom grunnen omrøres, eller at råteansamlingen i trevirket blir så kritisk at trevirkets bæreegenskaper ikke tåler lett påkjenning.

3.4 Hovedbærere av stål

Hoved bjelkene bærer preg av overfladisk rustansamling, i begge rapportene beskrives disse som brukbare dersom de rust behandles. Det antas samtidig at disse er av dimensjon HE-A 800 med utgangspunkt i tegninger utført av BruKon, fra beregninger vises det at disse motstår bruksklasse 10 med 98% utnyttelse dersom de fastholdes mot vipping hver 3 meter. Bruksklassesystemet er forklart i kapittel 6 og beregningene er utført i vedlegg B.

3.5 Geoteknikk

Ifølge alle rapporter og kart som ble funnet, befinner bruene seg i et kvikkleireområde. Kvikkleire er finkornete masser, som opptrer under den marine grense (havnivået) og lå tidligere under isen siste istid. På denne tiden var Norge dekket av et lag med ca. 3000 meter is på det meste (ca. 20 000 år siden). Når isen begynte å smelte ble leirpartikler ført med smeltevannet og avsatt (sedimentert) i det som den gang var strandsonen i det salte havvannet. Med saltet fra sjøvannet fikk leira en intern gitterstruktur i det marine miljøet. Etter hvert som isen smeltet, hevet landskapet seg på grunn av at vekten av

isen ble borte. Deler av leira som før lå under havnivå, har etter hvert steget over havnivå. Etter at landområdene hevet seg etter siste istid, har saltet i denne leira blitt vasket ut av ferskt grunnvann i løpet av mange år. Saltet sørger for de elektrostatiske bindingene mellom leirpartiklene og når det er vasket bort, blir leiras styrkeegenskaper endret.



Figur 10: Kvikkleireskred ved Lyngseidet 3.september 2010 Hentet fra NGU nettside [18]

Kvikkleire er uproblematisk så lenge den ligger uforstyrret i grunnen. Dersom kvikkleira utsettes for belastning over sitt styrkenivå, eller om røres av naturlige eller menneskelig påvirkning, kan leirmassene plutselig bli til en flytende suppe i sitt eget porevann. Kvikkleireskred kan utvikles hurtig der den faste kvikkleira omdanner seg til flytende masse. Det kan skje på grunn av overbelastning eller graving, og kan utløses av naturen selv, for eksempel ved elveerosjon. Et kvikkleireskred kan utvikle seg på ulike måter avhengig av terreng, kvikkleiras beliggenhet i bakken, og relasjon til andre avsetninger eller fjellgrunnen. De flytende massene kan også ha ødeleggende virkning utenfor selve skredområdet, for eksempel ved oppdemming av bekker/elver. Mindre kvikkleireskred forekommer stort sett hvert år i Norge, mens større kvikkleireskred ikke skjer like ofte.

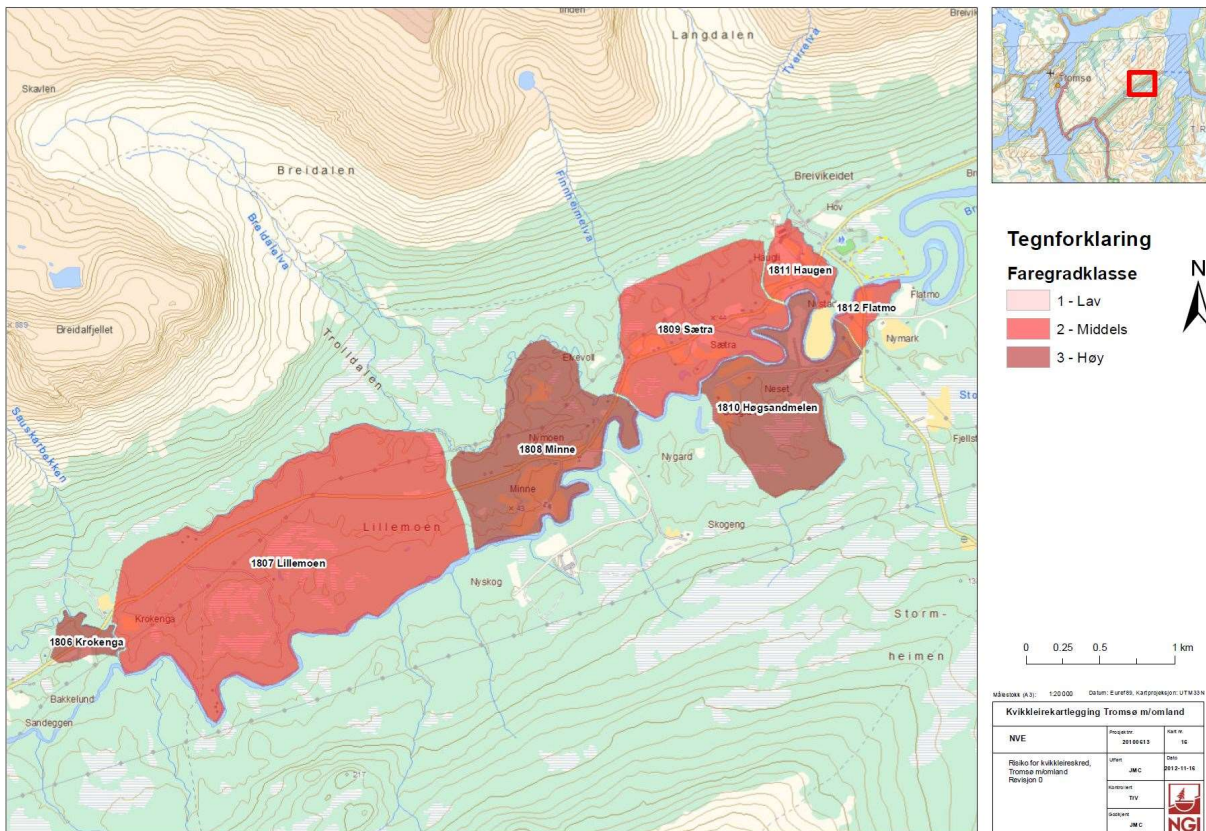


Figur 11: Skilt foran brua, Hentet fra rapport av Multiconsult med tillatelse fra Tromsø Kommune

Det siste store kvikkleireskredet har skjedd i Rissa i 1978 og ble filmet mens det pågikk.

Det er oppsiktsvekkende at det foran brua finnes et skilt for å informere alle, at vegetasjonen ved elven ikke burde forstyrres pga at det er kvikkleire under bakken. Dette ettersom røtter i vegetasjonen bidrar til å holde leira stabil, og bidrar til at skråningsstabiliteten holdes stabil.

Uansett av det som skal gjøres: renovering av eksisterende bro eller bygging av en ny bro – må kvikkleiren først stabiliseres for å unngå kvikkleireskred, spesielt i områder der undersøkelser viser at det er stor fare for dette. Man kan se på figur 12 at det i store deler av området er påvist kvikkleire av høy faregrad.



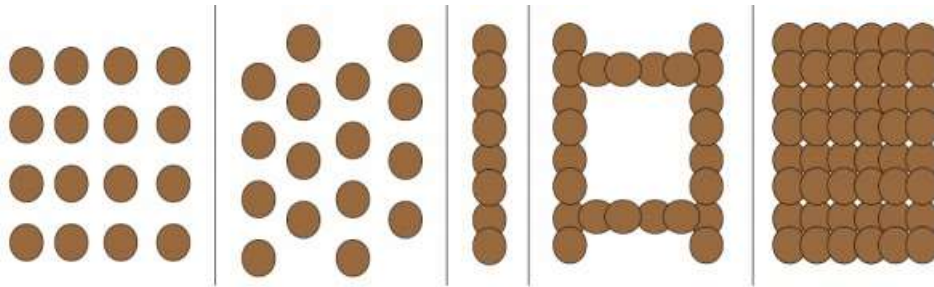
Figur 12: Påvist kvikkleire i området, bruene ligger i området kalt 1808 minne. [23]

Det finnes to metoder for å stabilisere kvikkleire: overflatestabilisering og dypstabilisering. Overflatestabilisering utføres ved liten dybde – kalk freses ned i ca. 20 cm dybde. Dypstabilisering utføres ved hjelp av «kalkpæler». Bruksområder for kalksementpeler er:

- Økning av bæreevne, til bruk under fyllinger og anleggsveger
- Setningsreduksjon under fyllinger eller setningsutjevningstiltak under tilløpsfyllinger mot bruer fundamentert på fast grunn
- Forsterkning av fundamenter i ledningsgrøfter
- Forbedring av stabiliteten av skjæringer, naturlige skrånninger og utgravninger. [43]

Installasjon av kalksementpeler utføres ved at en visp blir ført ned til ønsket dybde. Når vispen føres ned, er det med forholdsvis langsom rotasjon, men når vispen er ført ned til ønsket dybde, vil rotasjonshastigheten økes samtidig som bindemiddel pumpes ut ved hjelp av trykkluft. Trykket kan variere fra 3 til 15 bar. Det er viktig ikke å bruke høyere trykk enn det er nødvendig, fordi dette kan påvirke poretrykksoppbygningen for omkringliggende materiale. Poretrykksoppbygningen kan vedvare flere måneder som det er kjent fra tidligere prosjekter [44].

Det finnes mange forskjellige installasjonsmønstre til de forskjellige bruksområdene.



Figur 13 Installasjonsmønster for kalksemetpeler Hentet fra [45]

Enkle og doble ribber brukes ofte til forbedring av skråningsstabilitet. For avstivning av byggegropen kan det brukes enkle eller doble ribber og blokkmønster. Imidlertid handler denne oppgaven om konstruksjonsanalyse og ikke om geotekniske forhold, stabilisering av skråninger og undergrunn, men det var nødvendig å se litt på geoteknikk for å forstå at undergrunnen har skapt de største problemene til den eksisterende bru. Av alle disse grunner har vi bestemt at hvis det satses på en god, solid og langvarig løsning, må en ny bru prosjekteres med landkar i betong, som skal fungere trygt og godt som bærende konstruksjoner, etter at stabilisering av skråninger og hele området mot kvikkleireskred har funnet sted.

4 Lastdimensjonering

Grunnen til at det ble bestemt i den øvrige delen å prosjektere en ny bru må forskjellige laster og deres kombinasjoner ble beregnet for å komme i gang med dimensjonering av fundament. For det første ble egenvekt av konstruksjonen (tredekke og stålbjelker) dimensjonert etter det ble trafikklast, vindlast, temperaturpåvirkning beregnet etter NS-EN.

Ifølge pkt. NA. A2.1(1) NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 dimensjonerende brukstid for bruer settes likt 100 år dersom annet ikke er angitt for det enkelte prosjekt.

NS-EN 1990 i NA. A2.2.2(4) og (6) stiller kravene at det er ikke nødvendig å beregne lastkombinasjon: snølast og trafikklast; vindlast og temperaturlast belastning bør dimensjoneres samtidig.

Det finnes tre basis situasjoner for dimensjonering lastkombinasjoner:

A: Global likevekt av konstruksjonen (EQU);

B: Brudd i konstruksjonen eller i konstruksjonselementer (STR) - mest vanlig kombinasjon;

C: Brudd i fundament/grunn (GEO). I dette kapittelet skal de to første situasjonene bli dimensjonert.

4.1 Egenvekt

Egenvekten ble beregnet ved å benytte antatte dimensjoner på lastdekket samt dimensjon på stålbjelke, deretter ble volumet av stål og trevirke multiplisert med oppgitte massetettheter for så å finne egenvekt per meter spenn. Dekket av trevirke er noe endret for å imøtekomme krav til skjærstyrke i ettertid, men dette ansees i all hovedsak som neglisjerbare endringer i forhold til andre laster. Dimensjonering ble utført i vedlegg B.

4.2 Vindlast

Vindlast er beregnet etter Eurokode 1 - Laster på konstruksjoner - Del 1-4 Allmenne laster – Vindlaster. Her ble overflatearealet av siden av bruene beregnet fra topp lastebil til bunn stålbjelker, for så å fordele den jevnt fordelte lasten på hver sin stålbjelke. Det er dermed antatt at dekket overfører vindlasten jevnt nedover i konstruksjonen og fordeles likt mellom alle elementer nedover. Det er av erfaring sterke vindlaster på Tromsøya, men ettersom det er høyere vegetasjon og at det er en kurvet elv blir vindlasten på 27m/s og terrengkategori bestemt som kategori II. (Se vedlegg B).

4.3 Trafikklast

Trafikklast ble dimensjonert etter NS-EN 1991-2:2003 (E). Det ble bestemt å bruke «Load Model 1 (LM1)» for dimensjonering, fordi den oppfatter alle/nesten alle påvirkninger av trafikk (pkt.4.3.1).

Ifølge pkt. 4.3.2 LM1 inneholder to systemer: to aksial konsentrert laster – $\alpha_Q \cdot Q_k$

og jevnt fordelt last som er har vekt per kvadrat meter av nasjonal veg på – $\alpha_Q \cdot q_k$

Ved beregninger fikk vi at aksial last – Q_{ik} er lik 300 kN og q_{totalt} er 162 kN/m. I tillegg til det ved hjelp av disse verdiene fikk vi bremsekraft på 449 kN, som vi avrundet i alle beregningene våre til 450 kN. Alle beregninger vises i vedlegg C.

4.4 Termisk påvirkning

I Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-2: Allmenne laster - Laster på konstruksjoner ved brann NS-EN 1991-1-2:2002+NA:2008 fordeles termisk påvirkning avhengig av brotype. Det finnes tre typer:

Type 1 – Stålbri: stålbjelkene med kassetverrsnitt; stålfagverksdrager eller stålplatebærer;

Type 2 – Samvirkebru;

Type 3 – Betongbru: platebru, betongbjelke, betongbjelke med kasse tverrsnitt.

Med samvirkebruer forstås bruer som er utført i to ulike byggematerialer som virker sammen med hensikt å ivareta den påvirkning som konstruksjonen blir utsatt for. Som regel består ei samvirkebru av en stålkasse med et armert betongdekke på toppen [17].

Av disse grunnene antar vi at vi har bro av type 1.

I vedlegg F vises beregninger og referanser til NS-EN 1991-1-5: 2003+NA:2008, som ble brukt. Som den ugunstigste verdien av temperaturdifferanser ble fått:

$$\omega_M \cdot T_{M.heat} + T_{N.exp} = 53.5^{\circ}\text{C}$$

4.5 Lastkombinasjoner

Forskjellige last kombinasjoner ble beregnet ifølge NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 for EQU og STR, som vises i vedlegg A. Disse ble benyttet til videre lastberegning.

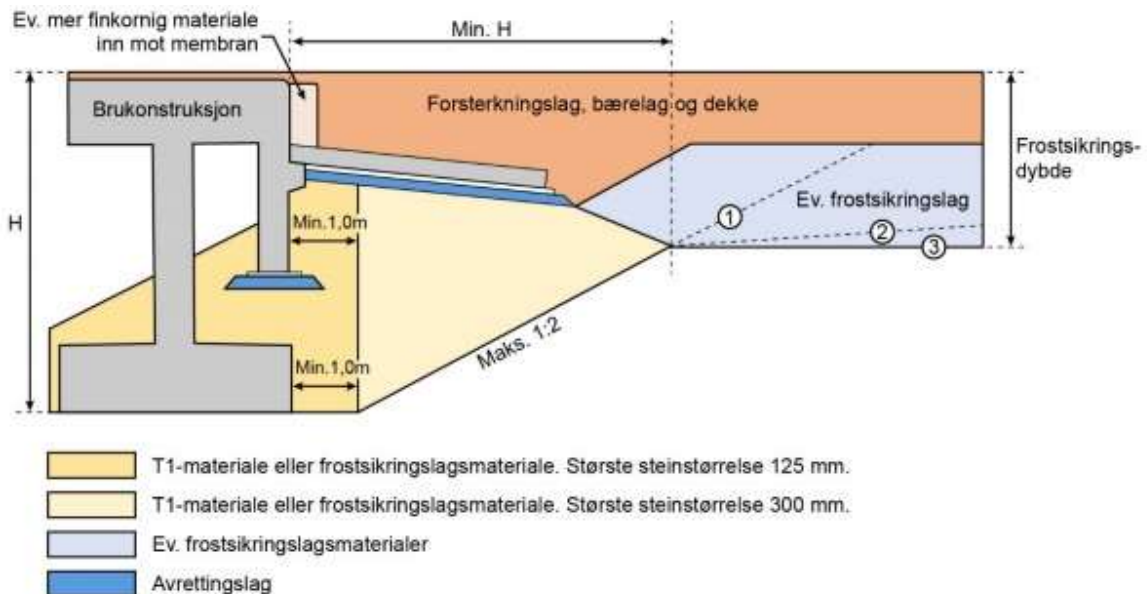
5 Betong

5.1 Forutsetninger

For å starte dimensjonering av landkarene måtte vi være ferdig med dimensjonering av laster som oppstår i bruene, og som fundamentet må overføre til grunnen. Når beregningene av lastkombinasjoner og fastsettelse av brukklasse var bestemt ble beregningene sjekket i Robot Autodesk for hver enkelt brukklasse i henhold til statens vegvesens håndbøker for å finne påkjenningene på fundamentet. Når kreftene var bestemt bestod fundamenteringsdimensjoneringen hovedsakelig av innsamling av geoteknisk informasjon om området, beregning av jordtrykk og å finne en fornuftig form på landkaret som passet til alle kjente laster. Dermed søkte vi i utgangspunktet igjen til statens vegvesenet sine håndbøker for inspirasjon, for å foreslå en fornuftig høyde på landkaret begynte vi med vegens oppbygging mot landkar.

For å dimensjonere vegens overbygning måtte det først bestemmes veg klassen på vegen som leder til bruene. Ifølge Statens vegvesens Håndbok N100 finnes det to typer av lokale veger – L1 (lokale veger) og L2 (øvrige lokale veger). Lokale veger kan ha fartsgrense 60 eller 80 km/t og bør ha en ÅDT < 1500 [1]. Mens L2 har som krav at ÅDT må være mindre enn 300, som er mer relevant for en privat veg [2]. Begge klassene dimensjoneres til typekjøretøy L.

Ifølge 11.1.2 og 11.1.4. Håndbok N400 skal alle fundamentering og tilbake fylling inntil fundamenter eller andre konstruksjonselementer være av frostsikker utførelse, og det skal dimensjoneres for en frostmengde minst tilsvarende 100-års returperiode med hensyn til håndbok N200, tilsvarende for drenering.



Figur 14: Fylling inntil bruer Hentet fra Håndbok N200

For å bestemme trafikkgruppe kan vi bruke ligning 511.1 fra Håndbok N200, på grunn av mangel på informasjon om ÅDT, antall tunge kjøretøy etc., antar vi at det er trafikkgruppe A (tabell. 511.1) [4].

Kvikklire er en meget telefarlig jordart (T4) og det tilfredsstillende bæreevnegruppe 6 (tabell 512.1 Håndbok N200, s. 141). Ut fra det kan vi bestemme tykkelse av veglagene.

Maksimal tykkelse av overbygning er avhengig av ÅDT og overbygningstype: stiv (betong/belegningsstein i bærelag og/eller dekke) eller fleksible (bituminøse materialer i dekke og bærelag) og varierer mellom 1,8 og 2,4 m (tabell 520.1 Håndbok N200, s. 147). Minimumstykkelse på nederste lag mot undergrunnen er 110 cm til T4 (tabell 521.2 Håndbok N200, s. 149). I vårt tilfelle burde det brukes lettklinker eller skumglass, som øvre isolasjonslag over et nedre frostsikringslag av sand, grus, knust berg med hensyn på bløt undergrunn. For å bestemme tykkelsen av lettklinkerlaget ut fra figur 522.1 (s. 149 Håndbok N200) må vi finne frostmengde i området. Ifølge vedlegg V1.2. Håndbok N200 er F_{100} lik 24 000 og årsmiddeltemperatur er 2,8 til Tromsø kommune. Ut fra figur 522.1 får vi en liten verdi på tykkelsen, derfor skal vi ta minst tykkelsen på isolasjonslaget av lettklinker og skumglass som må være minst 20 cm.

Som hovedregel kan vi bruke det som står på side 148 Håndbok N200 at tykkelsen på frostsikringslaget skal settes til differansen mellom total overbygningstykkelse og summen av tykkelsene på dekke, bærelag og forsterkningslag. På grunn av at vi har en privat veg, bør vi ikke forvente at den skal være bygges med bituminøst dekke. Det vil si at det kan benyttes belegningsstein, gatestein hvis det er veg med skiltet hastighet 50 km/t eller lavere. Og dersom vi summerer tykkelsene på dekke, bærelag og forsterkningslag fra tabellene 542.1 og 543.1 (s. 158-160) får vi 145 cm totalt (bruker de største tallene). Da kan frostsikringslag være på 95 cm (2.4 m – 1.45 m), som er veldig nær til 110 cm som er kravet til tykkelsen på det nederste laget.

Av den geometriske utformingen av vegens overbygning kan vi anta at høyden på landkaret må være minst på 4-5 m, som passer overens med eksisterende høyde av elvens skråningshøyde.

5.2 Jordtrykkdimensjonering

Dimensjonering av jordtrykk ble gjort med tankegangen at totalsetninger er innen tillatte grenser ifølge tabell 206.1 Håndbok N200:

Dimensjonerende fartsgrense (km/t)	Tillatt totalsetning (cm)
≤ 40	50
50 – 80	45
90 - 110	40

Figur 15: Tillatt totalsetning ved ulike fartsgrenser Hentet fra Håndbok N200.

Ifølge figur 259.1 skal den største delen av fylling mot landkar være på 125 mm T1-materiale. Det kan være pukk, kult, grus, knust grus, knust berg. Det ble valgt grus og det er blitt dimensjonert aktivt jordtrykk mot landkar etter Geoteknikk 1, 2 [5]. Gjennomføring av beregningen kan ses i vedlegg G. Til slutt fikk vi at aktivt jordtrykk er på 128 kN/m og har en arm på 1.6 m fra bunn landkar dersom vi antar en vannstand på 2m fra bunnen av landkaret med en plate på 1m høyde.

5.3 Dypfundamentering

Dypfundamentering brukes ved store konstruksjoner eller lite bæredyktig jordart i de øvre lagene. Ved hjelp av pæler overføres lastene til dypere og mer bæredyktig jordart,

for eksempel til fjell. Peler finnes av to typer: svevepæler, som overfører krefter som friksjonskrefter mellom pæl og jord i hele lengde av pæl, dvs. at den svever i løs masse av leire eller sand uten fjelkontakt; og spissbærende pæler overfører krefter gjennom pælen via spissen og ned til fast jordlag.

Med kreftene som vi fikk på grunn av ytre lastene og egenvekt av konstruksjonsdelene samt dårlig grunnforhold, var det åpenbart at direkte fundamentering er ugunstig på grunn av stor utbredelse og dimensjoner. Av disse grunnene ble det bestemt at det er behov for dypfundamentering, som vil gi en rimelig stabilitet og størrelse på gravebehov. På grunn av at det mangler geotekniske rapporter i nærområdet og nærmeste undersøkelse av dybde til fjell eller fast jordart er kan det ikke benyttes spissbærende pæler. Friksjonspæler (svevepæler) kan benyttes i bløt leire og det ble dimensjonert etter beste evne, med kvalifiserte gjettinger av verdier for kvikkleire. Dette for å komme så nære faktiske egenskaper og dimensjoner som finnes og behøves for mindre endringsbehov i ettertid. Dermed ble det foretatt en dimensjonering av pelegrupper etter α -analyse (Vedlegg M).

I dimensjoneringene ble det antatt at det måtte benyttes sirkulære betong pæler med diameter på 40 cm og med lengde 25m, eller tilsvarende overflateareal for kvadratiske peler. Det ble oppdaget i en rapport utført av Sintef og Multiconsult (s.31) [6] at udrenert skjærfasthet i kvikkleiren er målt til mellom 18 og 54 kN/m². Derfor ble det antatt at udrenert skjærstyrke i vårt tilfelle er på 18 kN/m², dvs. det verste tilfellet ettersom bruene ligger i et område betegnet med risikoklasse 4 (av 5) og konsekvensklasse 2 (av 3).

Slik fikk vi at lasten som virker på pælegruppen bør ikke være større enn 366,2 kN. Etter det har vi sjekket bæreevne for en pæl i brudd- og bruksgrensetilstand. Vi fikk at bruddlasten er lik 697,6 kN og brukslast er lik 221,1 kN.

Men alt det som vi har gjort gav ikke svaret på praktiske spørsmålene: hvor mange pæler vi trenger, hvordan bør skrå pælene plasseres eller hvor stor vinkel bør de ha. Vi sjekket bøkene som finnes i nasjonalbiblioteket, der vi funnet Peleveiledningen 2005, som inneholde mer praktisk informasjon, men uansett hadde ingen eksempel på beregninger av peleantall.

I denne situasjonen har vi prøvd å finne løsningen hos utenlandske kollegene. Vi funnet en russisk bok «Baser og fundamenter» E.V. Kosterin [19], som inneholder beregningsmetoder for å dimensjonere peleantall langs bruens akse, på tvers av bruens akse osv. Vi har prøvd å beregne antall av peler som er nødvendig for å holde vertikale kreftene (vi fikk at tre peler er nok), men det var ingen forslag til vinkelstørrelse med hensyn på jordart. Vi skal ikke vise beregningene våre ifølge denne boka fordi vi kom ikke til fullstendig svar og det har mer vitenskapelig interesse enn praktisk.

I dette tidspunktet var vi fortvilet. Det siste håpet var at vi kan få veiledning fra Norconsult. Vi har avtalt en samtale med Christofer Klevsjø fra geoteknisk avdeling i Norconsult. I brevet til ham har vi kort forklart om prosjektet, utfordringer som vi møtet og stilte fire spørsmål. Referat av møtesamtale med Christofer Klevsjø er vedlegg Q.

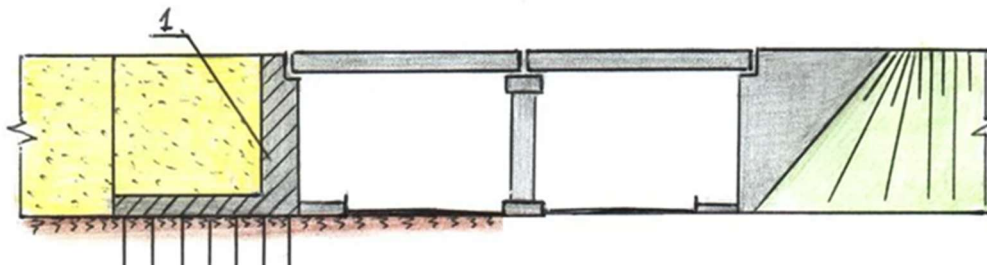
Det viktigste som vi fikk fra samtalen, at beregninger av pelegrupper gjøres ved hjelp av spesielle programmer, pga vanskelighetsgrad og masse detaljer. Det finnes ikke stor praksis med dypfundamenteringsmetode i kvikkleireområder, friksjonspeler brukes, men ikke så ofte. Med andre ord frarådet han å bruke pelefundamentering og foreslo å dimensjonere et vanlig kassefundament. Slik kom vi til direktefundamenteringsmetode.

5.4 Direkte fundamentering

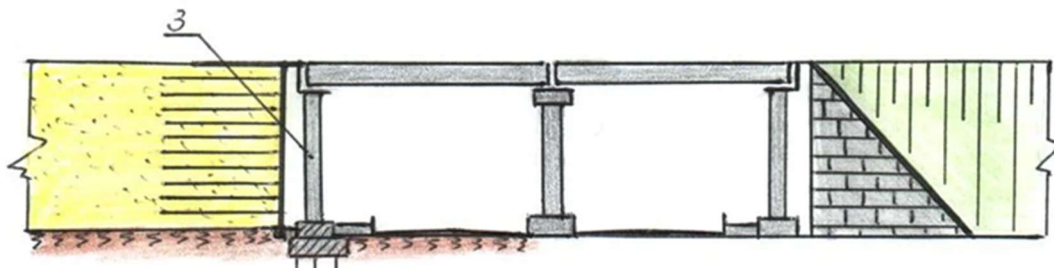
5.4.1 Utforming

For det første bør det bestemmes betegnelse på bru aksene. Akse A er endeopplegg som har horisontalkraft påvirkning fra trafikklast. Akse B er støtte i midten. Akse C er endeopplegg på motstående side. I akse A virker: skjærkraft på 345 kN (hver stålbejelke gir 172,58 kN), horisontalkraft fra trafikklast på 450 kN og jordtrykk på 128 kN/m. Akse B har påkjenning av skjærkraft på 600 kN, vindlast på 200 kN og påvirkning fra vann. Akse C må holde påvirkning av skjærkraft som er lik 345 kN og jordtrykk på 128 kN/m.

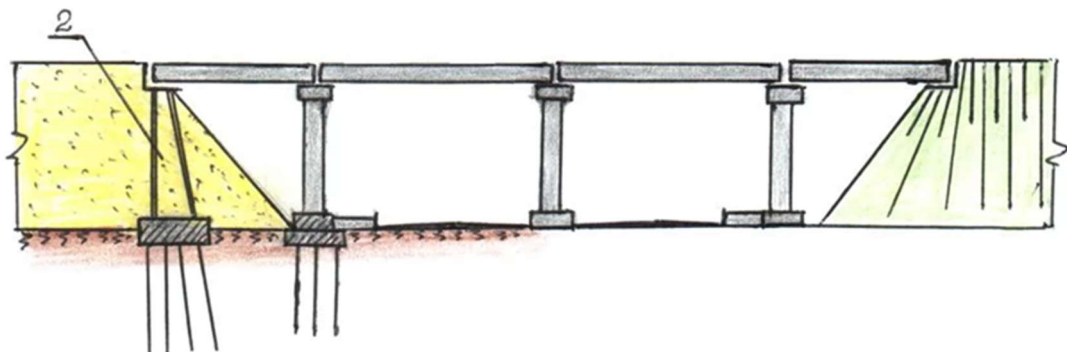
For det andre må det vurderes utforming av bruaksene. Landkarene eller også endeopplegg er endestøtten for en brobane mot jord. Her kobles vegoverbygningen og brubanen sammen. Landkarene må dimensjoneres for: jordtrykk, terrengelast, trafikklast, vertikale og horisontale krefter fra overbygningen. Landkarene og skråninger ved dem kan se ut på forskjellige måter:



Figur 16: Utforming av landkar og skråning Hentet fra nett [9]

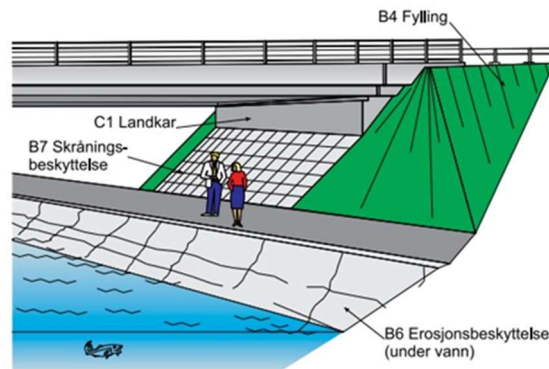


Figur 17: Utforming av landkar og skråning Hentet fra nett [9]



Figur 18: Utforming av landkar og skråning Hentet fra nett [9]

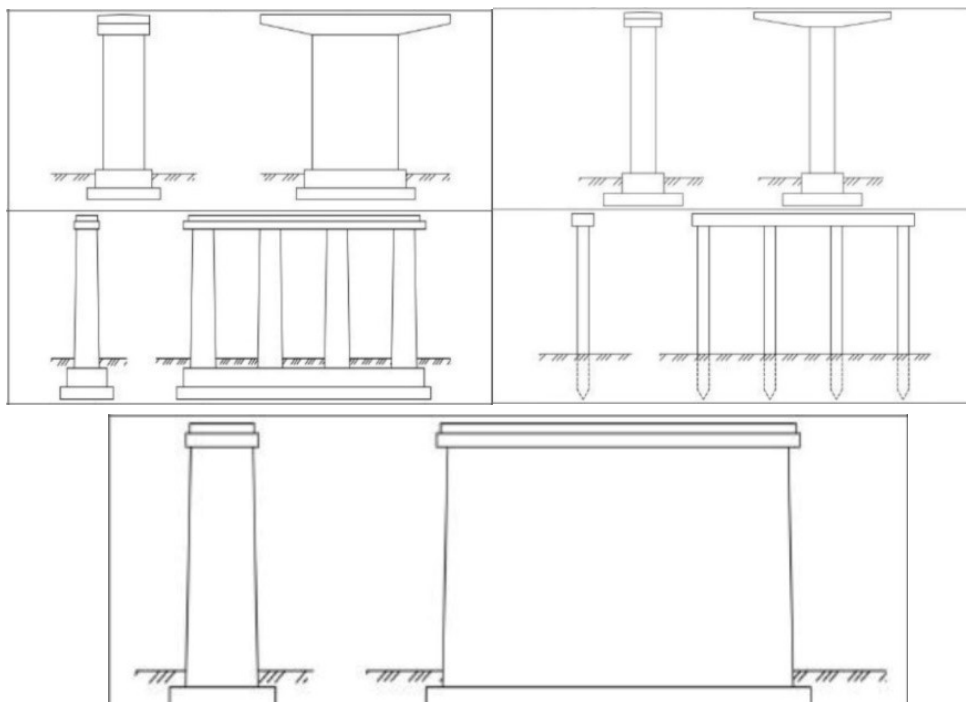
Med andre ord må det velges om landkar skal virke bare som bærendekonstruksjon og stedet hvor vegoverbygning sammensettes med brobane og se ut som det vises på figur 5.5.1-1 i Håndbok V440 [8] eller det skal også funke som støttemur til skråning.



Figur 19: Elementer i grunnen og underbygning Hentet fra Håndbok V440

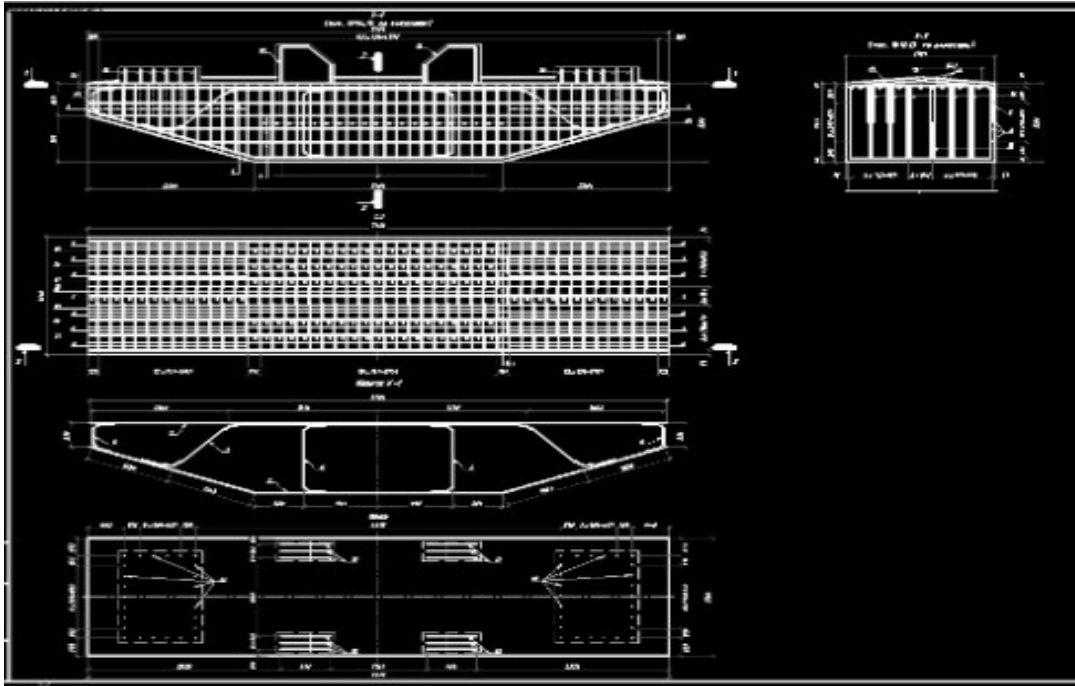
Ved samtalen med bonden som bruker bruene hver dag, fikk vi og vite at en elvekanten vaskes ut. Vi startet å tenke på dette problemet og spurte eksterneveilederen vår om tips for å løse det. I svaret fikk vi at det er et selvstendig fag og spesialisering, som for eksempel dimensjonering av beskyttet skråning på bildet fra Hb V440. Internveileder har også spurt oss å passe på at det er masse geotekniske utfordringer i bruprosjektering og huske at denne oppgave tilhører konstruksjonsretningen, derfor bør vi ikke gå svært mye inne geotekniske problemer (dimensjonering av skråningsstabilitet osv.). I denne sammenhengen ble det bestemt å velge den enkleste løsningen, som kan beregnes, dvs betonglandkar av vanlig rektangel form, som samtidig skal fungere som bærende konstruksjon og støttemur.

Det finnes mange forskjellige løsninger til utforming av støtte i midten [10].



Figur 20: Ulike typer av støtteutforming Hentet fra nett [10]

Ved vurdering av mulighetene som finnes, tidsbegrensning og vanskelighetsgrad ble det bestemt å dimensjonere støtte i midten i formen av en solid søyle og å unngå dimensjonering av søyle med t-formet rigel, spesielt etter at vi har funnet eksempel på utforming av armeringen innen den [11].



Figur 21: Armering av T-formet rigel Hentet fra [11]

5.4.2 Generelle armerings- og betong regler

Med hensyn på vegbygging ble nødvendig høyden på landkaret bestemt tidligere. Landkaret vårt ser ut som en sammensatt konstruksjon av plate og skive. Også kan det anses som bankett fundament med svært tykk og høy vegg. For å starte dimensjonering av betongfundament bør det velges fasthetsklasse til betong etter at spesielle regler for betongkonstruksjoner til bruer blir sjekket.

Ifølge NA.3.1.2 NS-EN 1992-2:2005+NA:2010 for normalbetong settes høyeste fasthetsklasse, C_{max} , lik B65 svarende C65/80 og laveste fasthetsklasse, C_{min} , settes lik B30 svarende til C30/37[6].

Minste kravet til armerings betongoverdekning til kontaktflaten settes i NA.4.4.1.2 NS-EN 1992-2:2005+NA:2010 og skal imidlertid ikke velges mindre enn 10 mm. Ved støp mot magerbetong skal overdekningen minst tilfredsstillende kravene for XD1 og bestemmelsene i NS-EN 1992-1-1:2004 punkt 4.4.1.2(9) og tabell NA.4.2. gjelder også i forhold til bruer.

Generelt sett alle bruer skal prosjekteres for 100-års dimensjonerende brukstid – 1.1.6.1 Håndbok N400[7]. På grunn av at betongkonstruksjonene våre står mot elven og noen står rett i elven – finnes det en stor sjanse at de skal få lang kontakt med vann. I denne sammenhengen må reglene fra punkt 7.2.2 Hb N400 brukes - reduksjonsfaktor på 0,8 for betong og 0,9 for armering skal brukes ved beregning av dimensjonerende fasthet. Med tankegang på vann kan det brukes AUV-betong/ Normal undervannsbetong (7.3.1. Hb N400). Det finnes ikke noen grunner for å anta at SV-Kjemisk eller SV-Lavvarme bør brukes i tilfellet vårt.

For å bestemme c_{nom} ble innholdet av NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2018 og Håndbok N400 sjekket. For dimensjonering skal kravene fra (tabell 7.2 Hb N400) brukes til minste overdekning. På grunn av at hovedsakelig representerer landkar en fundament som kan ha en stor og lang vannpåvirkning, skal det tas 100 mm som $c_{min,dur}$ i alle beregningene våre både til fundamentplate og skive. Vi mangler informasjon om flomvannstand og derfor antar vi at det er bedre å sette $c_{min,dur}$ lik 100 mm til skive også.

Håndbok N400 stiller kravene til størrelse og senteravstand av armering i landkar. Ifølge pkt. 7.8.5 armering skal ha diameter ≥ 16 mm og sentralavstand i begge retninger skal være ≤ 200 mm i underkant og overkant fundament og ≤ 300 mm i alle sideflater.

5.4.3 Dimensjonering av akse A

Vi startet dimensjonering av fundament med antagelse at betong skive som har dimensjoner: lengde på 3 m (langs bruakse), høyde på 4 m og bredde 1 m - kan holde kreftene som virker på bruene. Høyde av platen bør settes minst til 550 mm og vi kan prøve forskjellige fasthetsklasser av betong for få kombinasjon som skal holde alle kreftene og moment. Beregning vises i vedlegg H.

Størrelsen av fundament er avhengig av dimensjonerende grunntrykk. Ifølge Betongkonstruksjoner dimensjonerende grunntrykk i bruddgrensetilstand for bløt leire, sterk leirblandet sand er lik 20-100 kN/m². Fordi vi mangler geoteknisk rapport har vi ingen praktisk verdi av grunntrykk, derfor ble det beregnet 3 situasjoner: den verste - med σ_{gd} lik 20 kN/m²; den beste - 100 kN/m² og middels - σ_{gd} lik 60 kN/m².

I den første situasjonen ($\sigma_{gd} = 20$ kN/m²) får vi effektiv bredde av fundament på 11,7 m og totalbredde på 15,187 m, dimensjonerende moment på 781 kNm. Med $\sigma_{gd} = 100$ kN/m² får vi effektiv bredde på 2,34 m, totalbredde på 5,827 m og momentet på 864,107 kNm. I den tredje situasjonen når $\sigma_{gd} = 60$ kN/m² får vi effektiv bredde på 3,9 m, totalbredde på 7,387 m og momentet 731,272 kNm. Dvs at uavhengig av dimensjonerende grunntrykk valgte parameterne til konstruksjon og betong gir tilstrekkelig momentkapasitet og skjærkapasitetene. For jobben videre ble verdi på 100 kN/m² for σ_{gd} valgt.

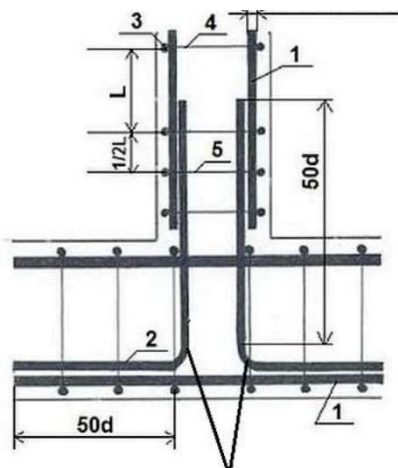
I fundamentplate i x-retning skal det brukes armering med størrelse $\varnothing 32$ mm og sentralavstand på 120 mm, i y-retningen - $\varnothing 16$ med sentralavstand 130 mm. Ved beregningene fikk vi at det finnes ikke dimensjoneringsbehov til skjærarmering. I tillegg til det bør vi forsterke fri endene av plate med u-formet kroker, som skal ha det samme størrelsen som lengdearmeringen i denne retningen ($\varnothing 32$ og $\varnothing 16$). Lengden av kantarmoringen er lik $2 \cdot h_F$ ifølge punkt 9.3.1.4 EC2 og det er $2 \cdot 550$ mm. Alle tverrsnittsdeler skal være dobbeltarmert i begge retninger (punkt 7.8.1 Håndbok N400), derfor dupliserer vi lengdearmeringen (i bunnen) i øvre delen av fundamentplate.

Etter at vi sjekket med beregningene at parameterne som vi antok til fundaments størrelse virker, kan vi bruke dem til dimensjonering av skive. De ytre kreftene som virker på skive representeres med egenvekt av stålbjelker, tredekke og kjøretøylast, vi ser bort fra vindlast på grunn av konstruksjons geometri og ikke så stor høyde. Med konservativ tankegang anser vi at skives egenvekt fordeles jevnt gjennom helle konstruksjonen, og derfor kan jevnt fordelt last plasseres på øvre rand av skive. Dvs at vi har skive som tåler påvirkning vertikalt bare oppover.

Ifølge beregninger finnes det behov til 215 mm² horisontalarmering per meter. Mens under reglene om minste kravet til horisontalarmering får vi at arealet til den minste

horisontalarmering er lik 2280 mm^2 per meter, som skal settes på hver side av skive. Til horisontalarmeringen skal det brukes $\varnothing 20$ mm med senteravstand på 130 mm. Grunnen til fravær av beregningsmessig behov til vertikalarmering er at det finnes ikke jevnt fordelt last på nedre kant av skive, som skal gi til oss strekkraft i vertikalretning. I dette tilfellet bruker vi det minste kravet til vertikal armering fra punkt 9.6.2 EC2, som gir at arealet skal være lik 2000 mm^2 . Og i tilfeller når minste armerings areal er bestemmende, skal det legges halvparten av arealet på hver side, dvs. 1000 mm^2 på hver side av $\varnothing 16$ med senteravstand på 180 mm. Tverrarmeringen skal gjennomføres av $\varnothing 10$ med senteravstand på 150 mm.

Overgangen mellom plate og skive skal armeres på denne måten [12]:



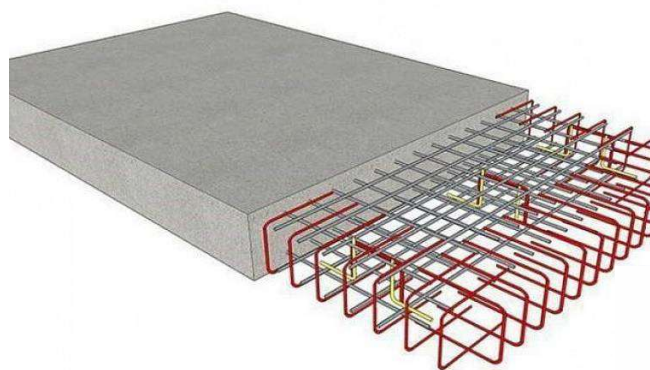
Hvor:

- 1- er horisontal/vertikal armering;
- 2 - omfangsområdet;
- 3 - vertikal armering;
- 4 - tverrarmering;
- 5 - ekstra tverrarmering.

Figur 22: Overgang mellom plate og vegg [12]

På grunn av at lengdearmeringen i x-retningen i fundament utføres av steg med diameter på 32 mm, skal $50*d$ være lik 1600 mm. Tverrarmeringen i veggen har senteravstand på 150 mm (L), da $1/2 * L$ er 75 mm.

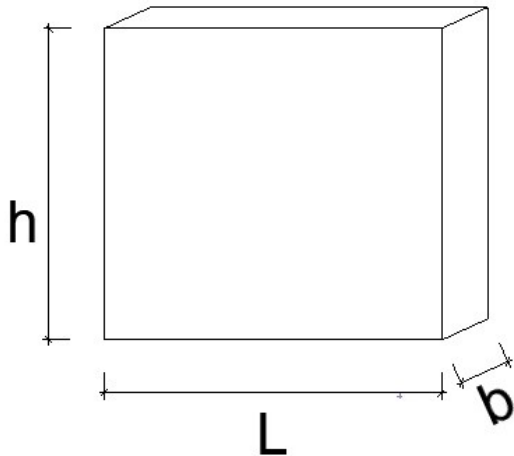
I tillegg til det må endene av plate på alle sider ha tverrarmeringen som ifølge 9.3.1.4(1) [36] skal ha lengde på $2*h(\text{plate})$, dvs $2*450 \text{ mm}=900 \text{ mm}$ med senteravstand på 300 mm (maksimalt).



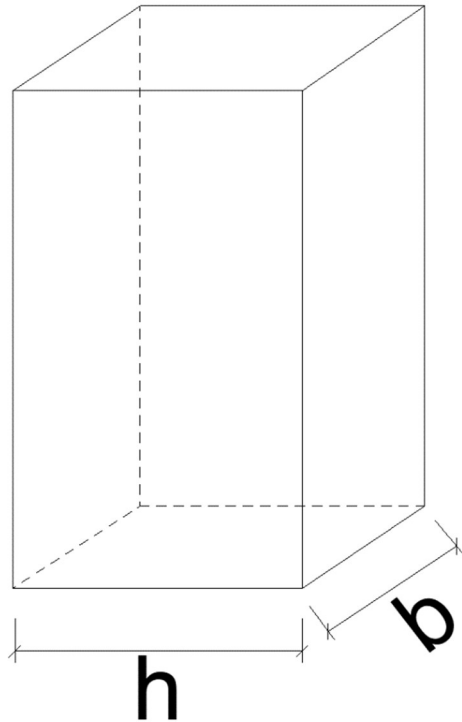
Figur 23: Eksempel på armering ved frie kanter i plater Hentet fra [47]

5.4.4 Dimensjonering av akse B

Ved dimensjonering av de vertikale delene av de bærende konstruksjonene ble det merket noe interessant. Ifølge punkt 9.5.1(1) EC2 skal konstruksjon betraktes som søyle hvis største tverrsnitts dimensjon h er ikke større enn 4 ganger minste tverrsnitts dimensjon b .



Figur 24: Dimensjoner til vegg



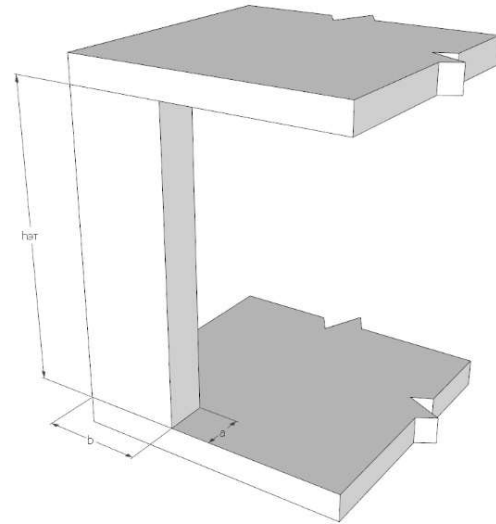
Figur 25: Tverrsnitts dimensjoner til søyle

I henhold til punkt 9.6.1(1) armerte betongveggen er en konstruksjon med et forhold mellom lengde og tykkelse på 4 eller mer, der det er tatt hensyn til armeringen i dimensjoneringen.

Dvs at konstruksjonen i midten kan anses som søyle med tverrsnitts dimensjonene $h=2300$ mm, $b=1000$ mm i henhold til 9.5.1(1) EC2 og kan ikke anses som vegg, pga at legde er lik 2300 mm og tykkelse er 1000 mm (9.6.1(1)).

I russisk praksis finnes et spesielt begrep til rektangel søyle som er lengre i plan – pylon. Ifølge russisk versjon til EC skal konstruksjon betraktes som pylon hvis $b/a < 4$ og $h/b > 4$ [13]. bildet [14].

I denne teoretiske sammenhengen er det litt vanskelig å si på hvilken måte konstruksjoner må betraktes med hensyn på navnet og beregning av armeringsmengde, fordi de ikke tilfredsstiller alle kravene for å betrakte dem som pyloner, er ikke vegger, men kan anses som søyler. Videre ble det bestemt at det i akse A og akse C finnes vegger, og i akse B finnes en svært lang søyle av betong med kvalitet B45.



Figur 26: Dimensjoner til pylon [14]

Vi antar at søylen ikke er i kontakt med vann, har bredde på 1000 mm, tverrsnitt høyde på 2300 mm og høyde/lengde på 3m. Dimensjonerings beregninger ble gjennomført i vedlegg I.

Først ble aksialkraftkapasiteten til søylen sjekket. Den var mye større enn aksialpåvirkningen. Fra kravene i EC ble nødvendig minste armering dimensjonert til 23000 mm². Mens søylen påkjennes av vindkraft på tvers av bruene, dvs. At kapasitet til søylen må sjekkes mot kombinasjon av aksialkraft og moment. I tillegg til det ble det bestemt å endre løsningen i midten og ha to søyler med vanligere størrelse.

I denne sammenhengen må søylene dimensjoneres med hensyn på kapasitet for kombinasjon av moment og aksialkraft ved bruk av M-N diagram. Ifølge dimensjoneringsmetodene som er vist i «Betongkonstruksjoner» av Svein Ivar Sørensen søylene skal armeres på to sider og bruk av M-N diagram må gjøres i forhold til forskjellige brudd kriterier.

Det ble antatt at en søyle av B30 med dimensjoner på 500x1000 mm og høyde på 3m er ikke i kontakt med vann.

Etter at aksialkapasiteten til søylen ble sjekket og lengdearmeringen ble dimensjonert etter kravet til minste lengdearmeringen ifølge NA.9.5.2(2) EC2, ble det bestemt å sjekke søylens kapasitet for kombinasjon av aksialkraft og bøyemoment ved hjelp av M-N diagram.

Først ble M-N diagrammet konstruert for situasjon når vi har bøyemoment om y-akse, hvis kraft virker i x-retning og i balansepunkt. Etter det har vi brukt praktisk dimensjonering for kombinasjon av aksialkraft om bøyemoment for å finne armeringsmengde til vår situasjon. Arealet er 5700 mm² totalt, 2850 mm² på hver side, som kan nås med 6ø25. I tillegg til det må søylen ha skjærbøyler – ø16 s 200 mm.

Det ble bestemt å dimensjonere usymmetrisk og uarmert fundament. Ved beregningene som er vist i vedlegg I ble moment- og skjærtrykkkapasiteten sjekket til fundamentet med høyde på 3,5 m og bredde i y-retning på 3.6 m og 1,9 m i x-retning.

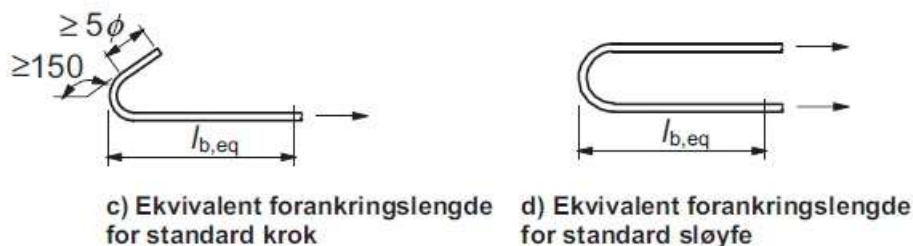
5.4.5 Dimensjonering av akse C

Landkar i akse C har den samme påkjenningen fra skjærkraft som i A akse, men på grunn av utformingen av bruene påvirkes dette landkaret bare av jordtrykk i horisontalretning og ikke bremsekraft. Av denne grunnen blir momentet sammenlignet

med akse A er ganske lite – 205 kNm. Det tas den samme størrelsen på landkar i akse C, som i akse A. Derimot ble det antatt at kvaliteten på betongen kan reduseres til minste tillate – B30 for å få tilfredsstillende momentkapasitet. I tillegg til det ble høyde på fundament redusert til 420 mm. Med disse endringene er momentkapasitet lik 359.414 kNm, når dimensjonerende moment er 127 kNm.

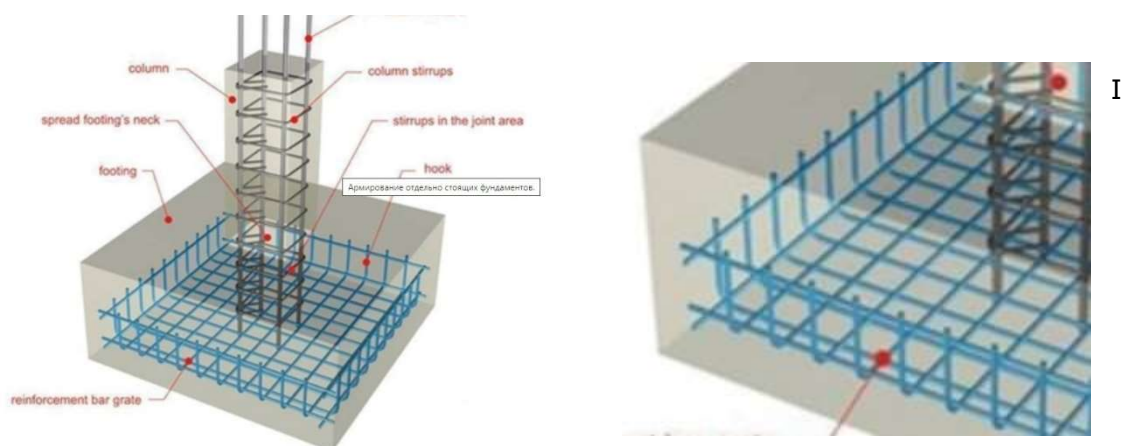
Grunnen til liten momentverdi ble arealet på armering i både x- og y-retninger redusert, derfor ble en mindre diameter ($\phi 16$) brukt til steget. Ifølge beregninger skal det i x-retning armeres med $6\phi 16$ s150 mm per 1 meter. I y-retningen fikk vi et svært lavt antall av stenger, som gav senteravstand på 500 mm, maksimale tillatte avstand ifølge Håndbok N400 er 200 mm. Av denne grunnen ble kravet til senteravstand tatt som utgangspunkt til antall av stenger. Med $5\phi 16$ per meter i y-retning er senteravstand lik 200 mm.

Alle krav til kapasitet av skjærstrekk og skjærtrykk er oppfylt. Ved sjekking av forankringslengde ble det merket at det finnes ikke nødvendig avstand og derfor må stenger bøyes. I EC finnes det forskjellige løsninger i punkt 8.4.1(2), vi antar at løsningene c) og d) passer bedre i tilfellet vårt:



Figur 27: Forankringsmetoder Hentet fra EC2 [36]

Ved beregningene ble $L_{b,eq}$ dimensjonert til 160 mm, det brukes $\phi 16$ i armering, dvs $5 \cdot \phi 16$ skal være lik 80 mm. Mot den bøyde delen må legges et stag i alle endene, som er vist i figur 28.



Figur 28: Eksempel på utbøyd armering Hentet fra [46]

tillegg må endene av platen på alle sider ha tverrarmring som ifølge 9.3.1.4(1) EC2 skal ha lengde på $2 \cdot h(\text{plate})$, dvs $2 \cdot 420 \text{ mm} = 840 \text{ mm}$ med senteravstand på 300 mm (maksimalt).

Armerings mengde, dimensjoner av stag og senteravstand er lik med tilsvarende dimensjoner som i akse A. I området hvor vegg sammensettes med fundament (fig 28) skal 50*d være lik 50*16mm – 800mm. Tverrarmeringen i veggen har senteravstand på 150 mm (L), da $1/2 * L$ er 75 mm.

Dimensjoneringen finnes i vedlegg J.

6 Bruklassifisering

Veger og bruer klassifiseres vanligvis etter dimensjonerende bruksklasse, slik at en transportør har oversikt over hvilke laster eller kjøretøy som kan ferdes på den aktuelle vegen.

Måten bruene klassifiseres etter bruksklassene på, er å beregne for forskjellige aksellaster og jevnt fordelte laster angitt i HB R412, der bruksklassen angis etter den høyeste mulige lastkombinasjonen det svakeste leddet i konstruksjonen har kapasitet til. Ettersom det finnes lite grunnlag til å beregne eksisterende konstruksjon beregnes bruksklassen etter ny konstruksjon.

6.1 Beregningsgrunnlag



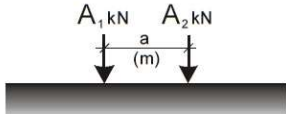
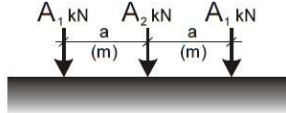
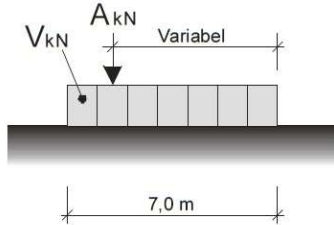
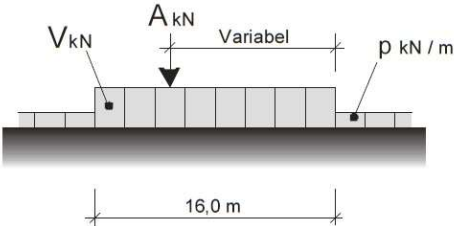
Statens vegvesen håndbok R412 (2014) gir grunnlaget for klassifisering av bruer, de definerte størrelsene regnes som minimumskrav for bruens kapasitet.

Endringer som er gjort i forhold til tidligere temahefter er som følger:

- Snølast skal bare medtas der deler av brua ikke kan regnes med er ryddet for snø. (Ettersom gjeldende bru innehar ett kjørefelt, antas det at det enten ligger snø på bruene eller at bruene er i bruk.).
- Det regnes med en standard last for slitelag på $3 \frac{kN}{m^2}$ der dokumentasjon på virkelig slitelag mangler. (Det er detaljberegnet egenvekten av både dekke, rekkverk samt lastbærende stålbjelker. Se vedlegg B).
- Kontroll for brukslast utføres kun med dynamisk tillegg. Kontroll for brukslast uten dynamisk tillegg og større eksentrisitet utgår.
- Nedre grense for bru med to lastfelt endres fra $F = 5,25$ m til $F = 5,60$ m avhengig av utforming av føringskanter og rekkverk.
- Spenningskontrollmetoden utgår, dvs. at brukklassifisering skal utføres etter det samme regelverk som ved dimensjonering av nye bruer.
- Lastfaktor for egenlast er endret fra 1,2 til 1,15.
- Lastfaktor for brukslast er endret til 1,4 både for ett og to lastfelt. Det er gitt egne lastfaktorer for spesialtransporter, mobilkraner og engangstransporter.

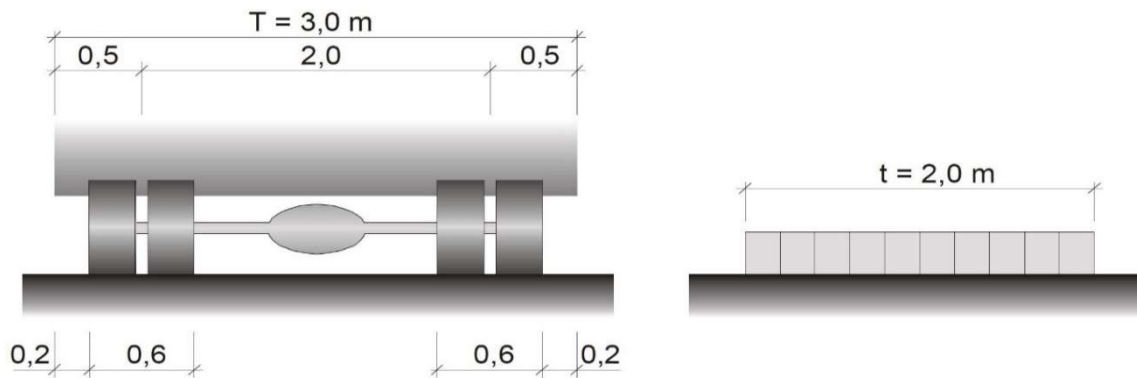
Følgende bruksklasser benyttes:

- Bruksklasse 6 (Bk6) (Laveste klassifisering etter dagens standard)
- Bruksklasse 8 (Bk8)
- Bruksklasse T8 (BkT8) (En variant av Bk8. Den har samme maksimale aksellast som Bk8, men totalvektene er høyere.)
- Bruksklasse 10 (Bk10) Høyeste klassifisering etter dagens standard)

Lasttype	Lastkonfigurasjon (*) H_{kN}	Bruksklasser				
		Bk10	BkT8	Bk8	Bk6	
Hjullast		H	80	56	56	42
Aksellast		A	160	112	112	84
Boggilast		A ₁	65	40	40	30
		A ₂	160	112	112	84
		a	1,3	1,2	1,2	1,2
Trippelboggilast	 Aksellastenes rekkefølge er vilkårlig	A ₁	70	60	50	40
		A ₂	140	84	84	56
		a	1,3	1,2	1,2	1,2
Kjøretøylast	 Aksellasten plasseres i ugunstigste stilling	A	40	32	32	24
		V	300	280	220	180
Vogntoglast	 Aksellasten plasseres i ugunstigste stilling	A	40	32	32	24
		V	500	400	320	280
		p	6	6	6	6

Figur 29: Dimensjonerende lastkombinasjoner etter bruksklasser (Figur 3.2-1 Hb R412)

Beskriver hvordan bruksklassenes vertikale laster skal plasseres på bruene i ugunstigste stilling i tverretning innenfor den tilgjengelige føringsavstanden (tilgjengelig kjørebredde). Bredder for tunge kjøretøy er 3,0 m med en bredde mellom dekkene på 2,0 m. Se figur 13 for ytterligere forklaring.



Figur 30: Bredden av lastfelt (Figur 3.2-2 Hb R412)

Hjullastens anleggsflate er definert som et rektangel med 200mm og 600mm i hhv kjøreretning og tverretningen.

Grensetilstander som kontrolleres:

- Bruddgrensetilstand
 - Bøyemoment
 - Skjærkraft
- Bruksgrensetilstand
 - Nedbøyning

Lastgruppe kombinasjon	Permanente laster (egenlast G)	Dominerende variabel last (trafikklast Q)
(Ligning 6.10 a)	$\gamma_{(G,j,sup)} \cdot G_{(k,j,sup)} =>$ $1.35 \cdot G_{(k,j,sup)}$	$\gamma_{(Q,1)} \cdot \Psi_{(0,1)} \cdot Q_{(k,1)} =>$ $1.35 \cdot 0.7 \cdot Q_{(k,1)} = 0.945 \cdot Q_{(k,1)}$
(Ligning 6.10 b)	$\xi \cdot \gamma_{(G,j,sup)} \cdot G_{(k,j,sup)} =>$ $0.89 \cdot 1.35 \cdot Q_{(k,1)} = 1.2 \cdot Q_{(k,1)}$	$\gamma_{(Q,i)} \cdot Q_{(k,1)} =>$ $1.35 \cdot Q_{(k,1)}$

Tabell 1: Utdrag fra dimensjonerende verdier for laster etter Tabell NA. A2.4 (B) i NS-EN 1990:2002/A1:2005/NA:2016

Kombinasjon a vil gi høyere utslag for tunge konstruksjoner, mens for lette vil b gi dimensjonerende utslag. Hva som gir størst utslag vises i tabell 2 for Bk8 (vogntoglast) utregnet i Robot per bjelke.

	V_{max} (kN)	M_{max} (kNm)
Ligning 6.10 a	114.35	457.15
Ligning 6.10 b	143.97	580.38
$1.15 \cdot G, 1.4 \cdot Q$ etter R412	146.79	592.45

Tabell 2: Sammenlikning av lastfaktorer.

Det viser seg at lastfaktorene fra håndboka størst utslag, for å være konservative samt stemme overens med brukklassifiseringen til vegvesenet best mulig benyttes lastfaktorer 1.15 og 1.4 for hhv egenlast og variable laster i bruddgrensetilstanden iht. Hb R412.

For bruksgrensetilstanden benyttes tabell 3

Lastgruppe kombinasjon	Permanente laster	Variable laster
Ofte forekommende	$1.0 \cdot G_{(k,j,sup)}$	$\Psi_{(1,1)} \cdot Q_{(k,1)} =>$ $0.7 \cdot Q_{(k,1)}$

Tabell 3: Utdrag fra dimensjonerende verdier for laster etter Tabell NA. A2.6 i NS-EN 1990:2002/A1:2005/NA:2016

6.2 Beregning av stålbejler

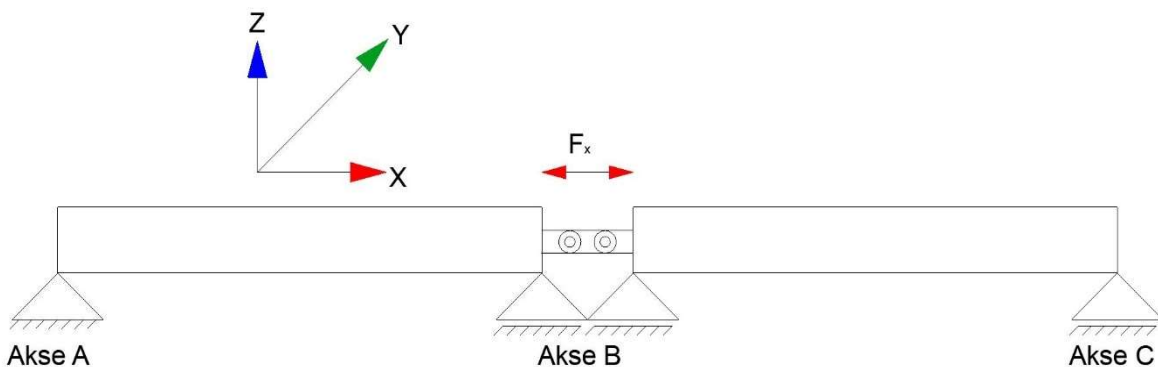
Beregningene ble utført ved hjelp av Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019, heretter kalt «Robot». Beregningene ble samtidig kontrollert ved håndberegning i programmet Mathcad Prime 3.1 heretter kalt «Mathcad».

Av figur 12 bestemmes bredden totalvekten skal fordeles på, dermed fordeles denne på respektiv utstrekning for lastkombinasjonen med en bredde på 3m. Dette gjøres også for egenvekten av konstruksjonen, punktlaster for moment og skjærkraftberegning i bejlkene blir plassert direkte på bejlkene i respektive avstander i ugunstigste posisjon for hhv moment og skjærkraftberegning.

Egenvekten til konstruksjonen blir beregnet i vedlegg B. Egenlasten ble lagt til som flate last med en vekt på $2.92 \frac{kN}{m^2}$ i Robot og kalkulert sammen med aktuelle laster angitt i figur 11.

6.2.1 Forutsetninger for beregninger

- Avstand c-c stålbejler følger av figur 12 slik at c-c er 2.0m
- Stålbejler innehar 100% kapasitet etter teoretisk beregning, korrosjonens inngrep i stålet er neglisjerbart.
- Snølast ignoreres etter pkt 5.4.2 HB N400 som sier at bruer uten overbygg ikke skal beregnes for tillegg av snø, dermed utelates snølast.
- Bærende dekke og slitelag fordeler alle krefter fra trafikklast likt over begge bejlkene, det samme gjelder for punktlaster langs bruens lengde.
- Total høyde av bru er fra nedre flens bejelke til topp kjøretøy ved vindpåkjenning.
- Bejlkene fastholdes mot vipping ved opplagrene.
- Konstruksjonen er leddet, slik at moment om Y akse ikke overføres som vist på figur 13.
- Standard for vindlast benytter et annet aksesystem enn som vist i figur 13, med Y akse langs bruens, andre beregninger kan bytte på X og Y. Det vil da være spesifisert i det aktuelle vedlegget. Ellers vil det hovedsakelig være aksesystem som vist i figur 31.



Figur 31: Aksesystem og bruens nye statiske oppbygning.

Ettersom den opprinnelige statiske oppbygningen er uklar, samt at det er usikkert hvilke grunnforhold som finnes på den udokumenterte siden av elven. Blir det valgt et statisk system der lastene fra kjøretøy i positiv og negativ X-retning opptas i ett av landkarene, fremfor andre mulige løsninger. Grunnen til dette er at det da vil være gunstigere å oppta de horisontale lastene i opplageret på elvebredden med best grunnstabilitet. Leddforbindelsen i akse B vises og beregnes etter eurokode i vedlegg E.

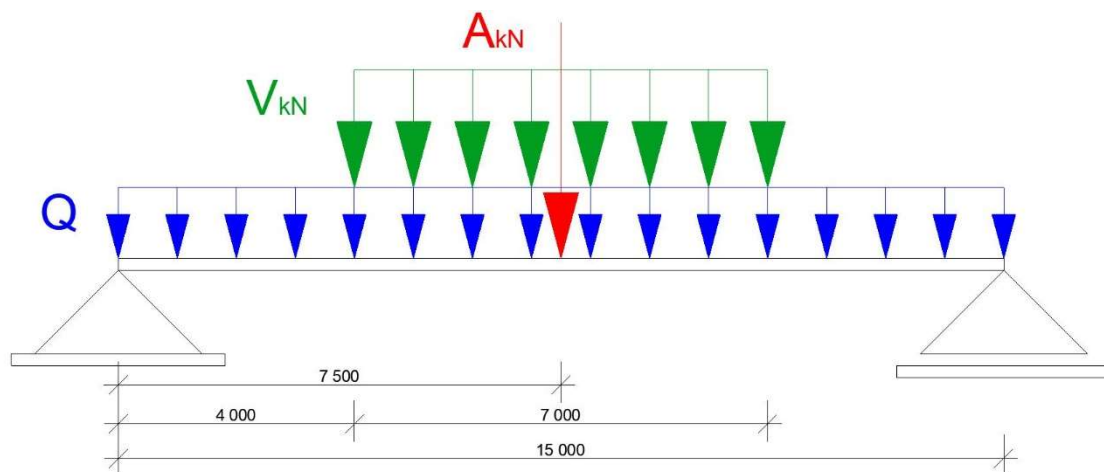
Ettersom grunnforholdene tilsynelatende virker å være svært ustabile blir moment og skjærkraftberegningene kalkulert for alle lastklasser og lastkombinasjoner med kjøretøylast og vogntoglast. Dette ettersom fundamentene er beregnet til å oppta laster etter bruksklasse 8 for å unngå stor utstrekning og ytterligere omrøring i leiren enn nødvendig, dersom det er behov for å dimensjonere etter høyere bruksklasse burde geotekniske undersøkelser være på plass og fundamenteringen beregnes hos egnede bedrifter som har tilgang på større dataverktøy og erfaringer. Beregning av trippelboggi er utført og vises i vedlegg B, disse resultatene gav ingen interessante resultater og var heller ikke av dimensjonerende viktighet dermed utelukkes de her.

6.2.2 Resultater

6.2.2.1 Kjøretøylast

Materiale	Jevnt fordelt (q $\frac{kN}{m}$)	Flate last (Q $\frac{kN}{m^2}$)	Multiplisert med lastfaktor $Q \cdot 1.15$
Stål	4.393	1.464	1.684
Tre	3.247	1.082	1.245
Total flate last egenvekt (Q) ved bruddlast:			2.929 $\frac{kN}{m^2}$

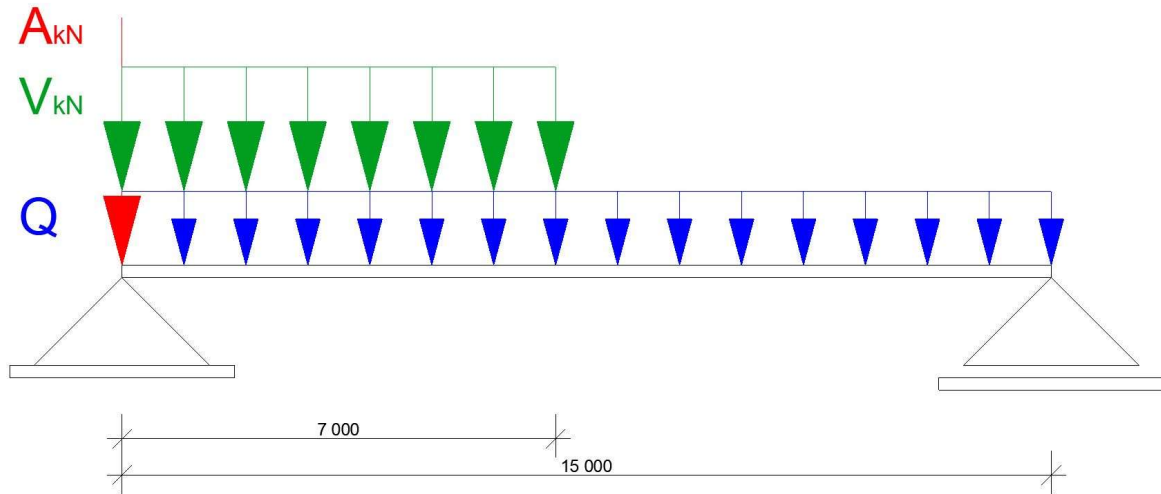
Tabell 4: Egenvekt av konstruksjon, se beregning i vedlegg B



Figur 32: Lasttilfelle kjøretøylast, verst plassering for moment.

Bruksklasse	V(kN)	V_{xy} ($\frac{kN}{m^2}$)	Aksel (A)	Hjul (H)	M_{Ed} (kNm)	$M_{y.Pl.Rd}$ (kNm)	Utnyttelse (%)
6	252	12	33.6	16.8	544.45	2941.41	18.509
8	308	14.67	44.8	22.4	644.87		21.923
T8	392	18.67	44.8	22.4	764.41		25.987
10	420	20	56	28	825.12		28.051

Tabell 5: Laster fra kjøretøylast, opptredende moment og utnyttelse per bjelke.

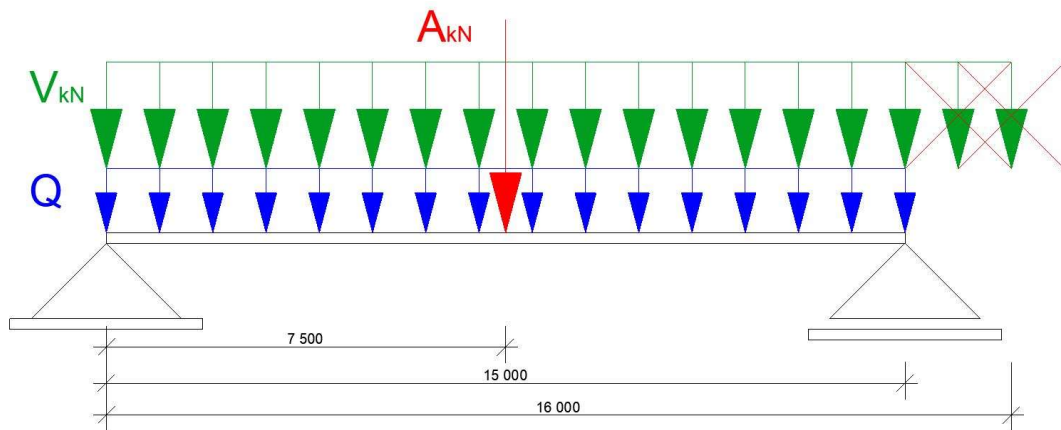


Figur 33: Lasttilfelle kjøretøylast, verst plassering for skjær.

Bruksklasse	V(kN)	$V_{xy}(\frac{kN}{m^2})$	Aksel (A)	Hjul (H)	$V_{z.Ed}(kN)$	$V_{z.c.Rd}(kN)$	Utnyttelse (%)
6	252	12	33.6	16.8	146.01	2709.37	5.389
8	308	14.67	44.8	22.4	172.98		6.384
T8	392	18.67	44.8	22.4	205.15		7.571
10	420	20	56	28	221.43		8.172

Tabell 6: Laster fra kjøretøylast, opptredende skjær og utnyttelse per bjelke.

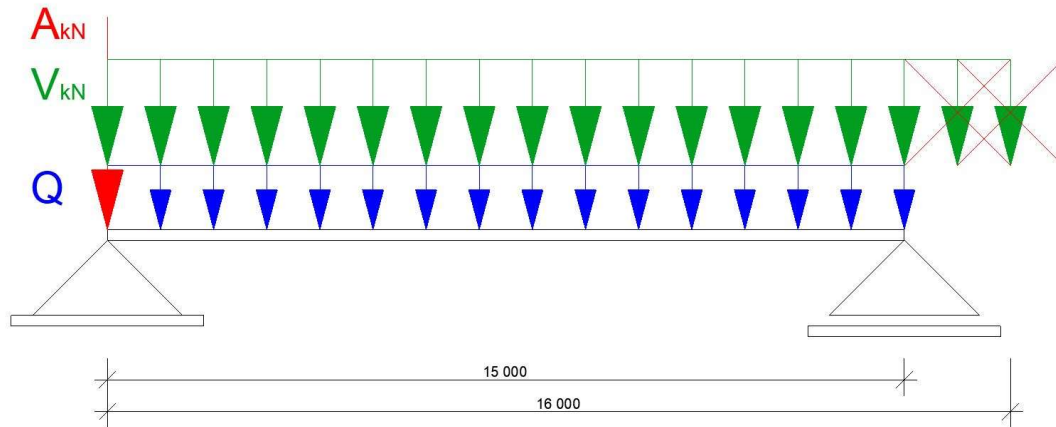
6.2.2.2 Vogntoglast



Figur 34: Lasttilfelle vogntoglast, verst plassering for moment.

Bruksklasse	V(kN)	$V_{xy}(\frac{kN}{m^2})$	Aksel (A)	Hjul (H)	$M_{Ed}(kNm)$	$M_{y.Pl.Rd}(kNm)$	Utnyttelse (%)
6	392	8.16	33.6	16.8	530.56	2941.41	18.037
8	448	9.34	44.8	22.4	600.59		20.418
T8	560	11.67	44.8	22.4	699.22		23.771
10	700	14.58	56	28	843.07		28.662

Tabell 7: Laster fra vogntoglast, opptredende moment og utnyttelse per bjelke.



Figur 35: Lasttilfelle vogntoglast, verst plassering for skjær

Bruksklasse	V(kN)	$V_{xy}(\frac{kN}{m^2})$	Aksel (A)	Hjul (H)	$V_{z.Ed}(kN)$	$V_{z.c.Rd}(kN)$	Utnyttelse (%)
6	392	8.16	33.6	16.8	141.31	2941.41	4.804
8	448	9.34	44.8	22.4	159.96		5.438
T8	560	11.67	44.8	22.4	186.23		6.331
10	700	14.58	56	28	224.54		7.633

Tabell 8: Laster fra vogntoglast, opptredende skjær og utnyttelse per bjelke.

Bruksklasse	Nedbøyning kjøretøylast (mm)	Nedbøyning vogntoglast (mm)	Tillatt nedbøyning	Utnyttelse (%)
6	19	19	$\frac{L}{350} = \frac{15000 \text{ mm}}{350}$	44.33
8	22	21		51.32
T8	26	25	$U_{max}=42.86 \text{ mm}$	60.66
10	28	30		69.99

Tabell 9: Største nedbøyning i de ulike lasttilfellene.

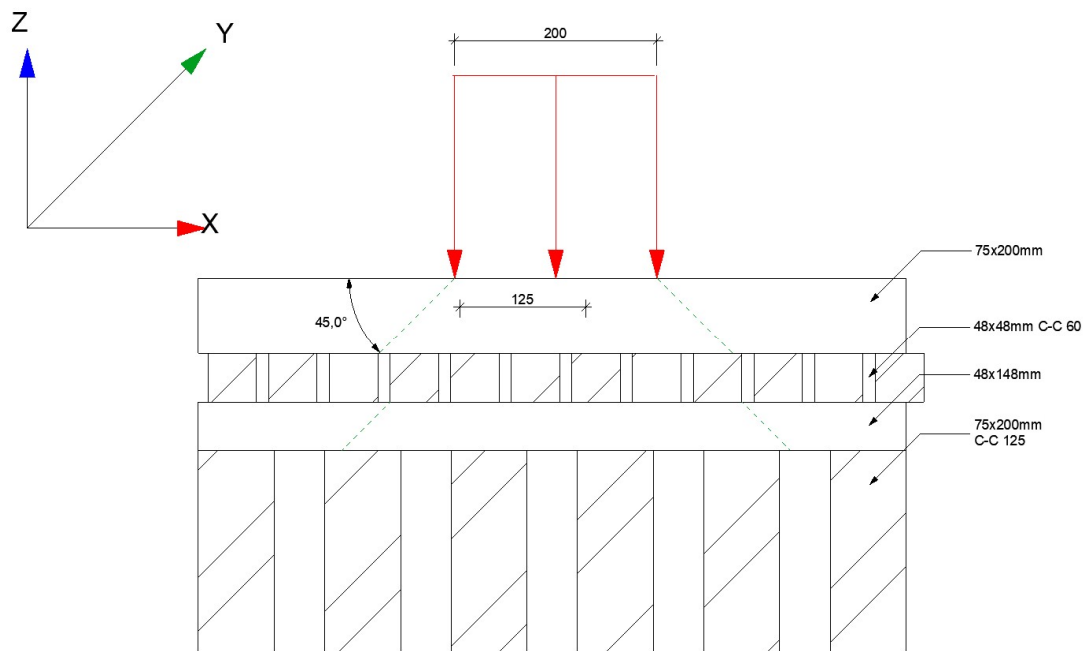
Som det vises vil det dimensjonerende tilfellet for bruksklasse 8 være for kjøretøylast, mens for bruksklasse 10 vil det være vogntoglast som gir de største utslagene for moment, skjær og nedbøyning. Dette kommer av at bruspennene går over 15m, og vogntoglasten får ikke gjort full uttelling for de lavere bruksklassene da denne skal fordeles på 16m. Aksellasten i begge lasttilfellene er den samme, men der totalvekten fordeles på arealet vil en meter av vogntoglasten enten belaste det andre bruspennet eller vegbanen. Dermed vil ikke dette lasttilfellet få full uttelling før totalvekten gjør et hopp fra klasse T8 til 10, bjelkenes kapasitet mot vipping og vindlast beregnes derfor etter største lastpåkjenning allikevel om opplagrene dimensjoneres etter bruksklasse 8. Bruen klassifiseres etter svakeste ledd, men det blir bevist at bjelkene tåler påkjenning lik bruksklasse 10.

7 Brudekke

7.1 Forutsetninger

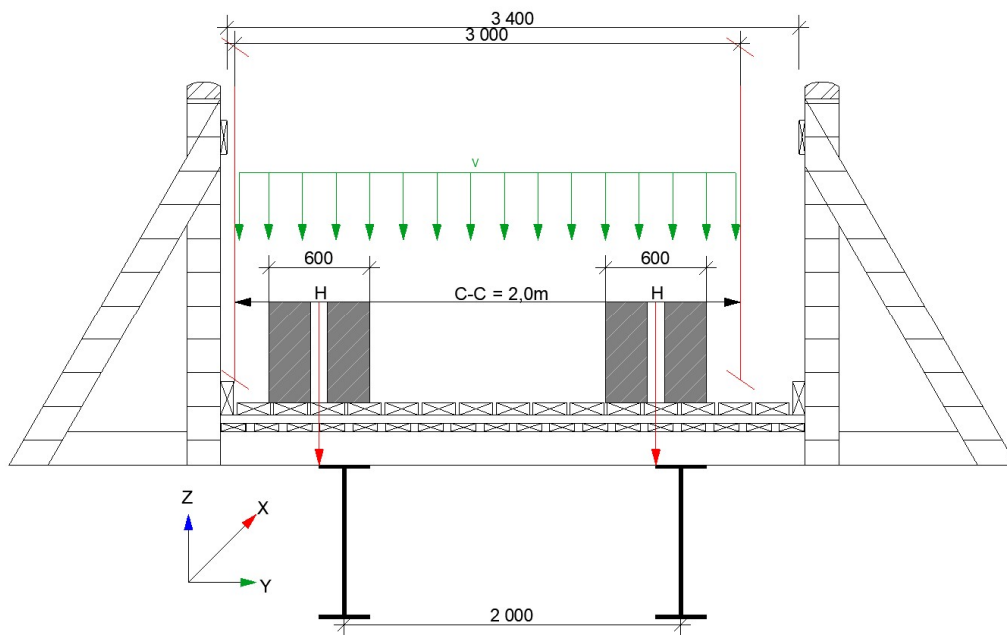
- Hjullasten utbreddes i 45 grader på slitelaget
- Hjullasten har en bredde på 600mm
- Lastvarighet settes til korttidslast, da bruene ikke inngår i en hovedveg.
- Motkraften fra HE-A 800 er tilsvarende hjullasten
- Bredden på brua er 3400mm, som gir rom for +/- 200mm maksimalt avvik fra sentrum i y-retning for de tyngste kjøretøyene.
- Vipping motvirkes av slitelaget samt fastholding mot øvre flens HE-A 800 ved hakebolter som skrues inn fra underkant bjelker i alle bjelker.

Lasttilfellene det beregnes for er aksellast, vogntoglast og kjøretøyslast. Ettersom opplagrene er dimensjonert for Bk 8, og vegen i all hovedsak er privat, vil også kjørebane bli dimensjonert etter samme lastklasse.



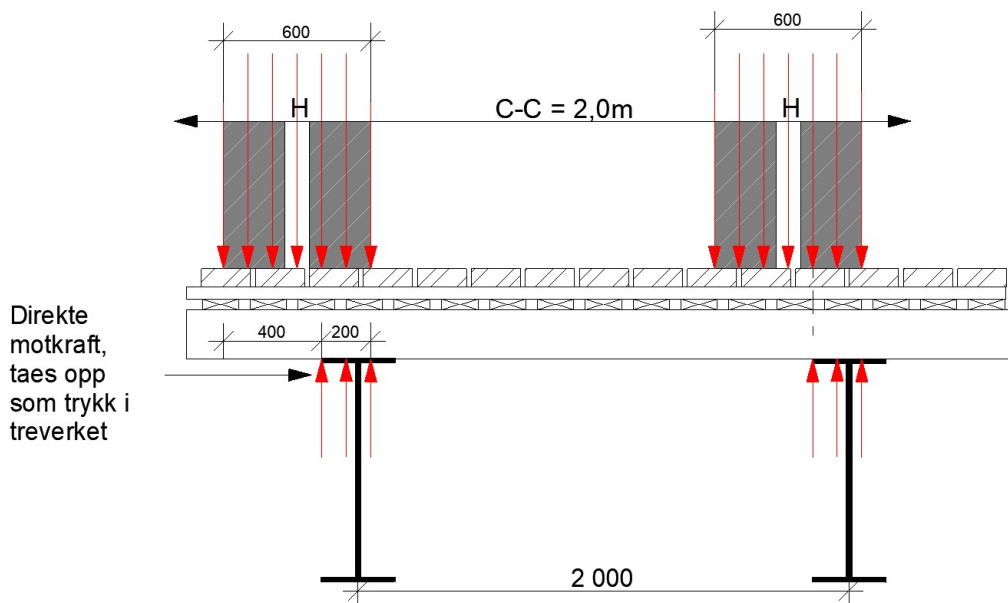
Figur 36: NS-EN 1991-2 punkt 4.3.6: Lastens spredningsvinkel for slitelag er 45°.

Ettersom lastens spredningsvinkel fra hjulets påvirkning er 45°, fordeles denne over 4 bjelker i verste tilfelle som vist i figur 35. Det er på forhånd bestemt at bredden på de nederste bjelkene skal være 75mm, høyden er ikke bestemt. Tykkelsen på slitelag er satt til 48mm.



Figur 37: Snitt av bru og lastpåvirkning i ugunstigste stilling.

Det beregnes etter en brubredde på 3.4m. Når kjøretøyet kjører midtstilt, vil lastene fra hjulet få en direkte motkraft fra stålbejken. Dersom kjøretøyet svinger 200mm vekk fra sentrum vil kun 200mm av hjullasten bli direkte motvirket, og 400mm vil opptas som skjær og bøyekraft som illustrert i figuren nedenfor. Det kan antas at slik som i figur 36 vil lasten også fordeles utover i 45° y-retning, dette kunne være interessant å undersøke.



Figur 38: Direkte motkraft

Hjullasten divideres med 0.6 og tverrsnitts bredden settes til 200mm, lasten fra kjøretøy multipliseres med 1.4 og settes som korttidslast (mindre enn en uke), egenvekten med 1.15. Følgende krefter finnes i Robot, og kontrolleres deretter for hånd i vedlegg D.

Lastkombinasjon S (sentrert) O (Offset)	Hjul (kN/m)	V kN/m	Q kN/m	M_{Ed} (kNm)	V_{Ed} (kN)	Høyde Bjelke (mm)	Utnyttelse (%)
Aksellast, S	130.67	0	1.03	4,67	20.63	198	38.4
Aksellast, O	130.67	0	1,03	18,55	52,99	198	91.6
Kjøretøylast, S	46.67	20,02	1.03	7,17	25.05	200	46.6
Kjøretøylast, O	46.67	20,02	1.03	13.9	30.4	200	56.6
Vogntoglast, S	46.67	14,59	1,03	5,70	20.43	200	38.4
Vogntoglast, O	46.67	14,59	1,03	11.86	27.41	200	39.9

Tabell 10: Dimensjoneringstabell for bruksklasse 8, kvalitet C24.

Det antas at nyere regler for dimensjonering av lastdekke gjør at det dekket man kan se i figur 7, ikke ville blitt godkjent etter dagens regelverk. Som regel vil eldre bjelkebruer bli godkjent med oppgradert dekke, som tåler kravene til dagens regelverk. Ettersom høyden er mye større enn bredden på 198x73mm vil det være fare for at bremselasten vil medføre instabilitet i hele brudekket samt at med en høyde på over $2 \cdot b$ gir sterk fare for vipping. Ved å Legge inn 50mm trebiter mellom bjelkene, oppå stålbjelkene kan man forhindre dette. Hver bjelke skal også festes med hakebolter til stålbjelkene for å forhindre vipping og sikre lastoverføring i x og y-retning (se vedlegg 5).

HB R412 side 16: 'Bruksklassens fysiske bredde regnes å være 2,6m. Dette krever et fritt rom på 0,2m utenfor kjøretøyet i lastfeltet.' Dersom antagelsen fra figur 30, om at kjøretøyet er 3m bredt er feil og den egentlig er 2,6m vil beregningene fremdeles gjelde. Brubredden vil da måtte bli satt til 3m, det spørres om dette er gunstig etter formålet som i all hovedsak er å bære tømmerlast på henger etter traktor.

7.2 Konklusjon tredekke

Tredekket kan utføres med bjelker på 198x73 c-c 125mm fasthetskklasse C27 dersom disse fastholdes mot vipping, og oppbyggingen av dekket gjør at lasten fordeles over 4 bjelker. Det er gitt at bruene har en kjørebredde på 3,4m og tunge kjøretøy regnes med en bredde på 3m. Dersom dette er feil antagelse, og tunge kjøretøy burde bli definert med en bredde på 2,6m, må kjørebredden prosjekteres på 3m. Da vil bruene bli klassifisert som Bkl 8 etter SVV Hb R412, som er gyldig etter svakeste ledd.

8 Momentritt ledd mellom stålbjelker

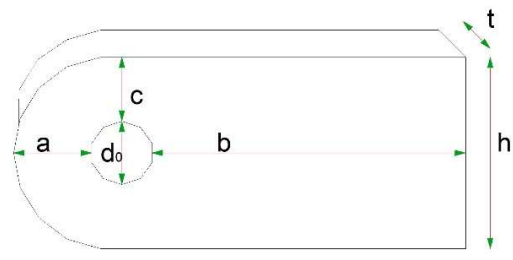
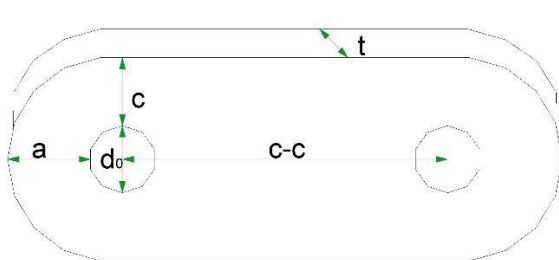
Ettersom området i stor grad består av kvikk leire, og dokumentasjonen på hver side av elven er uklar er det beregnet en løsning for å oppta de horisontale kreftene i bruene på grunn av bremselasten. Det kan nemlig være at den ene siden av elven har større grunnstabilitet, og at det da kan være gunstig å oppta disse kreftene her heller enn å la hvert landkar oppta hver sin bjelkes horisontale last.

For å gjøre dette er det beregnet en kobling som ikke overfører noe moment om Y, slik at det i akse B og C kun er vertikale krefter fra egenvekten og trafikklast, samt horisontale krefter fra vindlasten som må overføres til grunnen. I akse A vil krefter i X, Y og Z retning måtte bli overført til grunnen, etter all sannsynlighet vil en av elvebreddens sider ha større stabilitet enn den andre. Uavhengig av dette vil det være gunstigere å utføre omfattende grunnstabilisering på den ene siden av elven enn begge.

Da steget på en HE-A 800 har en tykkelse på 15mm er platene angitt til å være 14mm for å gi en klaring mellom disse, i tillegg er det behov for redundans i koblingen samt at det må være mulig å komme til disse for inspeksjon og vedlikehold. Koblingen har i svakeste ledd en utnyttelse på 85%. Det er også tatt høyde for en skjevfordeling på 25% dersom lasten fra bremskraften er ujevn slik som ved abs, eller at bremskraften til det høyre hjulet skulle være svakere enn for det venstre og motsatt.

8.1 Forutsetninger

- Stålet må være rustbehandlet og gi godt feste for sveis.
- A-målet skal være 5mm eller høyere
- Bolt kan ikke skiftes ut, da må den være større enn 48mm se utregning.
- Lengden på sveisen må gå bak, over og under koblingen mot bjelkens steg.
- Koblingen må dekkas med fett for å forhindre korrosjon
- Boltene skal ikke strammes mot koblingen, men to muttere skal strammes mot hverandre for å forhindre at bolten glir ut.
- Det skal være tre midtre forbindere per kobling som vist i figur 38 for å unngå skjev belastning i bolteforbindelsen

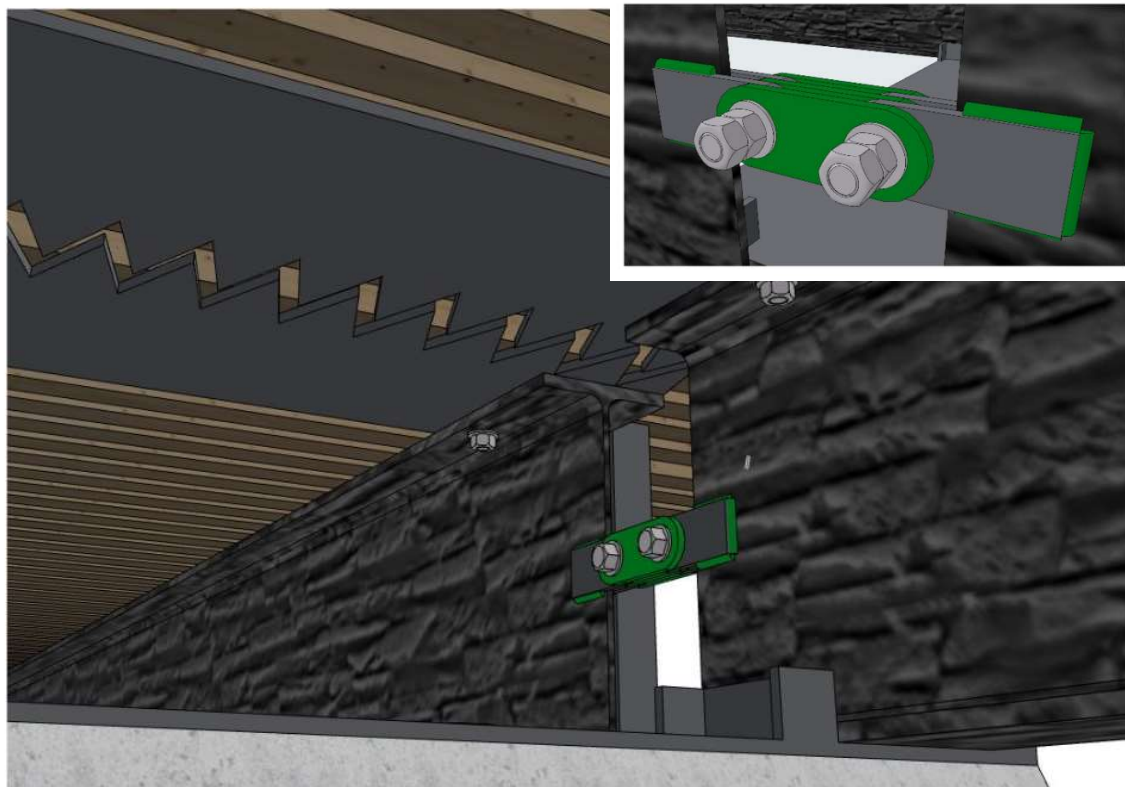


Figur 39: Midtre forbinde

Figur 40: Forbinde som skal sveises mot steg.

Mål på kobling				
a-mål	5mm		d_0	33mm
Horisontal sveis	100mm		c	40mm
Vertikal sveis	100mm		a	40mm
h	113mm		t	14mm
b	165mm		c-c	160mm

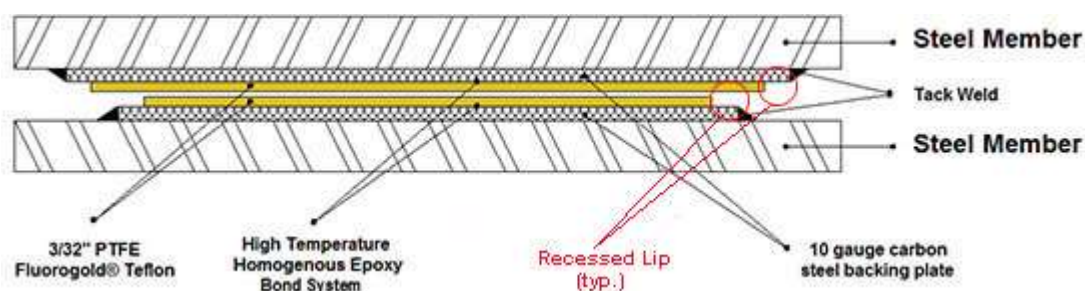
Tabell 11: Koblingsmål



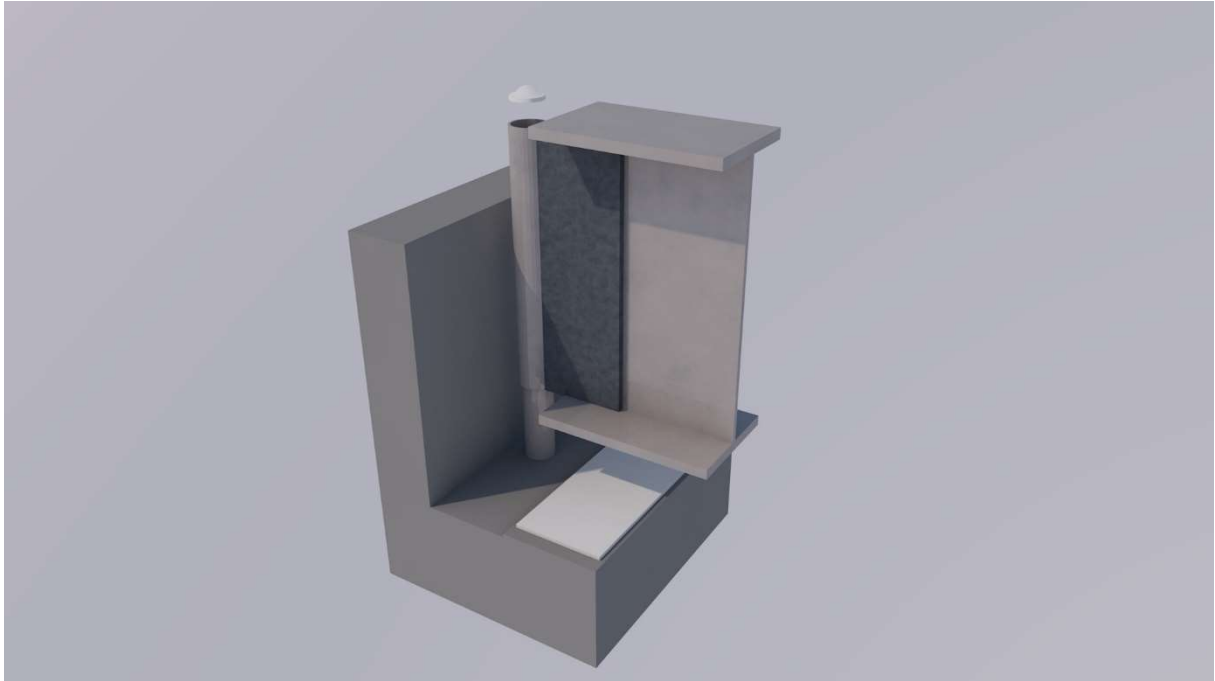
Figur 41: 3D Visning av forbindelse, grønn linje viser sveis og midtre forbinder. Her vises samtidig stålfugen mellom forbinderen.

På figur 41 vises opplager B, her er det tenkt at stålbjelkene skal hvile på glidelager bestående av PFTE også kalt teflon. I tillegg til opplagrene i Y-retning og stålfugen må bjelkene fastholdes mot vipping, derfor er det hensiktsmessig å benytte betong sammen med boltede strekkstag igjennom steget mellom boltene til stålfugen og leddet. I tillegg til dette, skal bjelken fastholdes hver 3 meter med kryss stag i øvre flenser.

Opplageret i A må ha et momentfritt ledd, dette kan utføres ved å dimensjonere en kobling som kan rotere om Z akse. Koblingen sveises til bjelken og bjelken hviler på et glidelager av PFTE.



Figur 42: Glidelager av PFTE (teflon), forsenkning for å unngå smuss i lageret. [48]



Figur 43: Tenkt momentfri kobling i A, kun konsept ikke beregnet.

Referanser

1. Statens vegvesen, *Håndbok N100: Veg- og gateutforming*. 2019. s. 48.
2. Statens vegvesen, *Håndbok N100: Veg- og gateutforming*. 2019. s. 49.
3. Statens vegvesen, *Håndbok N400: Bruprosjektering*. 2019. s. 115.
4. Statens vegvesen, *Håndbok N200: Vegbygging*. 2018. s. 139-141.
5. Geoteknikk og fundamenteringslære 1, 2, Olav R.Aarhaug.
6. Statens vegvesen, *Håndbok R412: Bruklassifisering*. 2014.
7. Statens vegvesen, *Håndbok N400: Bruprosjektering*. 2019. s. 27.
8. Statens vegvesen, *Håndbok V440: Bruregistrering*. 2014. s. 49.
9. Fagartikkel: Landkar og betongfundamentering, tilgjengelig fra: https://zen.yandex.ru/media/id/5ad9cc67dcaf8e4e4683d0a6/proektirovanie-armogruntovyh-sistem-ustoev-s-razdelnymi-funkciiami-avtodorojnyh-mostov-5ad9ccd7830905d5fef40696?fbclid=IwAR2RjN_pWyx0VZK4T97fY9cXZRRujCdUwUzi6jH0mthgnHyZnVBtsv01xw4 (Hentet 18.04.2020)
10. Dokument: Betongfundamentering, tilgjengelig fra: https://www.kgasu.ru/upload/iblock/163/Methodichka-Opornye-chasti-i-deformatsionnye-shvy-Zinnurov-T.A..pdf?fbclid=IwAR2JclOBEwgHoovDfTv8h1L2lxG8GFhILbwY6IKJsdWE8oU_J3DUcbCIJnY (Hentet 06.05.2020)
11. Illustrasjon: Armering av rigel, tilgjengelig fra: <http://alldrawings.ru/spisok-kategorij/item/armirovanie-rigelya-t-obraznoj-opory> (Hentet 06.05.2020)
12. Vitenskapelig artikkel: Armering av betongfundamenter, tilgjengelig fra: https://baniwood.ru/lentochnyj-fundament-svoimi-rukami.html?fbclid=IwAR0_CdHc3G-tmjUpjvZkZCdea-zUF_1XD764zj4yhnMvwBHWVp_KIS8Mwc (Hentet 28.03.2020)
13. Vitenskapelig artikkel: Betongfundament og søyler, tilgjengelig fra: http://www.gostrf.com/normadata/1/4293841/4293841932.pdf?fbclid=IwAR394kmPuK9Y58ru1mIsdg3_Xa9xQIQTayWVl1B-JMc3kWsZwu5_3DodvsI (Hentet 01.05.2020)
14. Figur: Ответ на этот вопрос есть в пункте, tilgjengelig fra: http://konstruktor.spb.ru/zhelezobeton/pilon-ili-kolonna/?fbclid=IwAR1caeN1B7utAIEMkEhdVti8CPYn7iSUSatP1BeU-TqC2_zJ5z_58AXLF7c (Hentet 07.05.2020)
15. Rapport: Detektering av kvikkleire fra ulike sonderingsmetoder. 2012. s. 31. http://publikasjoner.nve.no/rapport/2012/rapport2012_46.pdf (Hentet 28.03.2020)
16. Artikkel: Statens vegvesen trosset alle advarsler, tilgjengelig fra: https://www.nordlys.no/nyheter/statens-vegvesen-trosset-alle-advarsler-sa-sank-brua-i-leire-og-kvikksand/s/1-79-7447487?fbclid=IwAR1eNLNgi2EyQxqhByHy6ZzrYsC9KiiwQrmaOtsAyBiBWdxLHPya_OoCuCM (Hentet 05.05.2020)
17. Nettside: Generellt om bruer, tilgjengelig fra: <https://www.jernbanekompetanse.no/wiki/Bruer/Generelt> (Hentet 12.05.2020)

18. Fagartikkel: Kvikkleire og kvikkleireskred Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/emne/kvikkleire-og-kvikkleireskred> (Hentet 17.05.2020)
19. Kosterin, E. V. (1990) *Basis and foundations*. Tilgjengelig fra: <http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD284.pdf?fbclid=IwAR2fwnQjxyrGqzPxZXtgp6xupqmLAt6PENowUEXsit8wDvzZI5ZFQGqKOHk> (Hentet: 24.03.2020).
20. Masteroppgave: Balasubramaniam, N. Vurdering av alternative forsterkninger av kolmlia bru, tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/221390> (Hentet den 04.05.2020)
21. Masteroppgave: Esam, S. Beregninger for samvirkebruer, tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/237517> (Hentet den 03.03.2020)
22. Johnsrud, T-E. Inspeksjon av bruer på landbruksveger, Tilgjengelig fra: https://www.skogkurs.no/userfiles/files/skogsveier/Inspeksjon_brue.pdf (Hentet den 08.04.2020)
23. NVE (2012) *Kvikkleirekartlegging - Tromsø m/omland Risiko for kvikkleireskred*. Tilgjengelig fra: <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201601148/2141613> (Hentet: 7 April 2020).
24. Pelekomite, D. N. (2005) *Peleveiledningen*. Tilgjengelig fra: https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2014101606062 (Hentet: 19.April.2020)
25. Fredheim, L., Kaasen, D., Normann, D. Rapport av Breivikeidet bru, Norconsult. Tilgjengelig ved forespørsel fra Jakobsen, K. Ved Tromsø kommune.
26. Irgens, F. (2006) *Fasthets Lære*. 7. utg. Fagbokforlaget. ISBN: 978-82-519-2137-4
27. Larsen, P. K., Clausen, A. H. og Aalberg, A. (2017) *Stålkonstruksjoner - Profiler og formler*. Publisert i Trondheim. Fagbokforlaget. IS.BN: 978-82-519-1837-4
28. Sørensen, S. I. (2013) *Betong konstruksjoner - Beregning og dimensjonering etter Eurocode 2*. 2. utg. Publisert i Trondheim. Fagbokforlaget. IS.BN: 978-82-321-0297-6
29. Malahova, A. N. (2018) *Reinforced concrete constructions*. Publisert i Moscow state building university. IS.BN: 978-5-7264-1827-8
30. Eurokode - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+NA:2008, Standard Norge.
31. Eurokode 1 - Laster på konstruksjoner - Del 1-3 Allmenne laster - Snølaster. NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018, Standard Norge.
32. Eurokode 1 - Laster på konstruksjoner - Del 1-4 Allmenne laster - Vindlaster. NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009, Standard Norge.
33. Eurokode 1 - Laster på konstruksjoner - Del 1-5 Allmenne laster - Termiske påvirkninger. NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008, Standard Norge.
34. Eurokode 1 - Laster på konstruksjoner - Del 1-7 Allmenne laster - Ulykkeslaster. NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008, Standard Norge.
35. Eurokode 1 - Laster på konstruksjoner - Del 2 Trafikklast på bruer. NS-EN 1991-2:2003+NA:2010, Standard Norge.
36. Eurokode 2 - Prosjektering av betongkonstruksjoner - Del 1-1 Allmenne regler og regler for bygninger. NS-EN 1991-2:2003+NA:2010
37. Eurokode 2 Prosjektering av betongkonstruksjoner - Del 2: Bruer. NS-EN 1992-2:2005+NA:2010

38. Eurokode 3 – Prosjektering av stålkonstruksjoner – Del 1-1 Allmenne regler og regler for bygninger. NS-EN 1992-1-1:2005+A1:2014+NA:2015
39. Eurokode 3 – Prosjektering av stålkonstruksjoner – Del 2: Bruer. NS-EN 1992-1-2:2006+NA:2009
40. Eurokode 3 – Prosjektering av stålkonstruksjoner Del 1-8: Knutepunkter og forbindelser. NS-EN 1993-1-8:2005+NA:2009
41. Eurokode 5 – Prosjektering av trekonstruksjoner Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010
42. NS-EN 338:2016 Konstruksjonstrevirke Fasthetsklasser
43. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. (2008). Håndbok 274 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Oslo: Statens Vegvesen Vegdirektoratet.
44. Norges Geotekniske Institutt. (2011). Høringsutgave, Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler. Oslo: Norges Geotekniske Institutt
45. Egeland Sanda, A. (2011). Masteroppgave i geoteknikk, Kalk-sementstabilisering av kryssområdet ved E39 Knutset-Høgset. Trondheim: Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport.
46. Illustrasjon: Søylearmering, tilgjengelig fra: https://favorit-tk.ru/posts/203-armirovanie-otdelno-stoyashchih-fundamentov.html?fbclid=IwAR3g84dQn82QZ2omNG4hKj6ZoNRkLXVX4rGV3ie3qgxD0WwA_vK1A0vCwz0 (Hentet 21.05.2020)
47. Illustrasjon: Platearmering, tilgjengelig fra: https://m-strana.ru/articles/armirovanie-plitnogo-fundamenta/?fbclid=IwAR10URSJnHBsaX6s_h3x3v9lalqYDWqF8RUJudiNU0aoKqkg9F0bixqPCf48 (Hentet 21.05.2020)
48. Illustrasjon: Teflon glidelager <https://www.thesteelsupplyco.com/blog/bid/97579/Teflon-Slide-Bearings> (Hentet 23.05.2020)

Vedlegg

Vedlegg 1 – Plakat

Vedlegg 2 – Artikkel

Vedlegg 3 – Snitt X1

Vedlegg 4 – Snitt akse B

Vedlegg 5 – 3D akse B

Vedlegg 6 – Symbolliste til vedlegg

Vedlegg A – Lastkombinasjoner

Vedlegg B – Krefter på bru og i bjelker

Vedlegg C – Trafikklast

Vedlegg D – Tredekke

Vedlegg E – Stålkobling

Vedlegg F – Termisk påvirkning

Vedlegg G – Dimensjonering av aktivt jordtrykk

Vedlegg H - Dimensjonering av akse A

Vedlegg I - Dimensjonering av akse B

Vedlegg J – Dimensjonering av akse C

Vedlegg K – Peleberegning etter Hb 016

Vedlegg L – Geoteknikk og laster på peler

Vedlegg M – Dimensjonering av pelegruppe

Vedlegg N – Laster stålbjelker

Vedlegg O – Lastkombinasjoner stålbjelker

Vedlegg P – Robot resultater stålbjelker

Vedlegg Q – Telefonreferat

Vedlegg R - Timelister

Breivikeidet bru, Tromsø Breivikeidet bridge, Tromsøe

Prosjektnr 2020-23 Ruben Skogli, Daria Dubovik
Intern veileder: Arne M. Selberg. Ekstern kontakt: Norconsult



Da den eksisterende bæringen er godt i gang med å synke i grunnen, og dekket av trevirke er modent for utskiftning blir det presentert en løsning for å skifte ut bæring og kjørebane. Ettersom stålbjelkene har gjenbrukskapasitet, har den eksisterende dimensjonen blitt beregnet etter mulige kraftpåkjenninger og er godkjent for den øverste bruksklassen tilgjengelig etter dagens regelverk.

Grunnforholdene er bekreftet bestående av kvikk leire, allikevel finnes det ingen nøyaktige geotekniske undersøkelser i nærområdet. Noe som fører til et utfordrende dimensjoneringsgrunnlag, det er dermed etter beste evne foretatt kvalifisert gjetting med grunnlag hentet fra grunnundersøkelser andre steder i kommunen.

Da det er usikkerhet om hvorvidt grunnforholdene kan variere på hver side av elven, er det også prosjektert og beregnet en kobling som gjør at ett av landkarene fritas fra å overføre bremselaster til grunnen.



Brevikeidet Bru – Hvordan bygge rimelig-solid?

Historisk sett er det ingen som vet hvem som har ansvaret for en enkel bjelkebru på privat veg i Tromsø kommune, tegningene har gått tapt, sannsynligvis under en brann på ordførerkontoret i gamle Ullsfjord kommune. Ullsfjord ble sammenføyd med Tromsøysund (nå Tromsø) kommune i 1963. Under etterkrigstiden var Norsk økonomi stort sett basert på eksport av tømmer, og det samme tømmeret ble også benyttet til å bygge opp landet. Sett i lys av at bruene krysser Storelva, og at grunneieren i dag driver et skogbruk, er det grunnlag for å anta at bruene ble oppført rundt 1945-1950 for å høste skog. For så å la tømmeret drive langs elven mot Sandbukta, der det ble hentet av skip eller trekkbåter som fraktet tømmeret til Tromsø eller andre deler av landet.

Ettersom bruene bærer preg av profesjonalitet, og staten historisk sett har hatt interesse av å drive skogbruk for å drifte og bygge opp landet etter krigens dager er det høyst sannsynlig at kommunen har hatt interesse av å føre opp en bru, spesielt når transport av tømmer på veg ble rimeligere enn den tradisjonelle metoden som var å frakte langs elven.

I dag blir den benyttet av en privatperson, som fortsetter å drive skogbruk på tomten. Bruen er i særdeles dårlig forfatning da kvikkleire har fått den opprinnelige bæringen til å svikte fullstendig, bruene er støttet opp i ettertid, men det finnes ikke dokumentasjon på denne utførelsen heller. Det påstås i Norge at man i prinsipp kan bo der man vil, og sysselsette seg med det man måtte ønske, dermed kan man ikke kreve at beboerne skal flytte på seg heller. Grunneieren drifter et skogsbruk som tilfører økonomien og landet verdifullt byggemateriale, samtidig som han betaler sin del til felleskassa for goder vi alle kan nyte godt av. Eierskapet kan godt diskuteres så busta fyker, men faktum er at dersom bruene neglisjeres noe lengre vil fellesskapet tape både inntekter, ressurser og til en viss grad troen på at vi alle blir ivaretatt når det trengs.



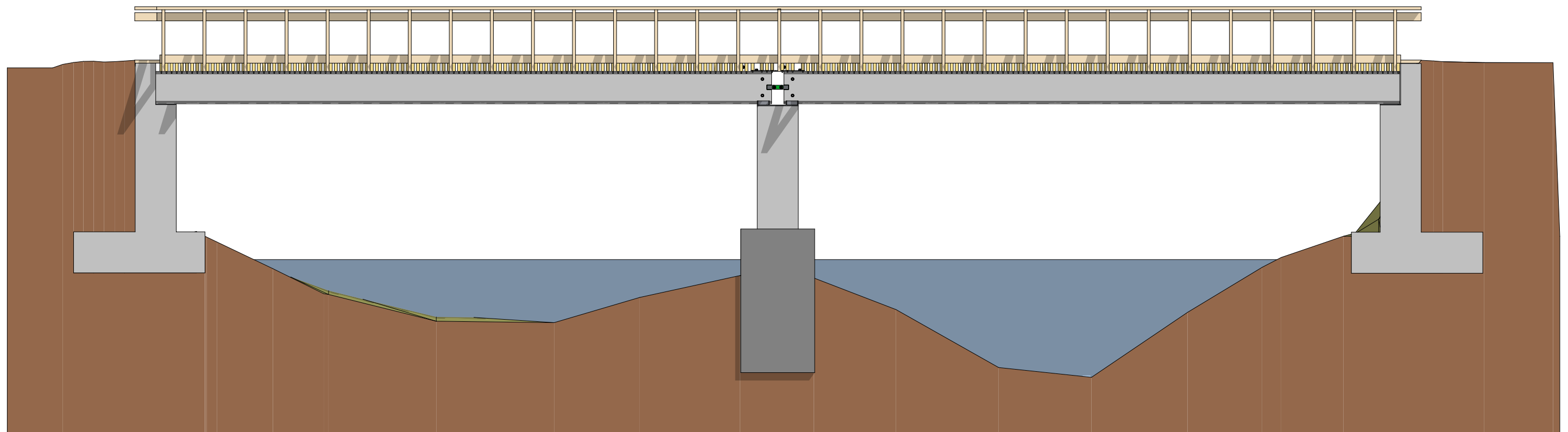
Da det er blitt gjennomført en konstruksjonsanalyse basert på tilgjengelige data i form av en bachelor oppgave, er bruene dimensjonert kostnadsfritt etter gjeldende regler, det eneste som gjenstår er grunnundersøkelser og uavhengig kontroll av beregningene. Det er satset på gode, solide og langvarige løsninger for de bærende elementene av konstruksjonen. Der elementene i betong er prosjektert for å ha 100 års levetid, dermed kan øvrige deler skiftes ved behov. Det er benyttet tredekke fremfor betong, som er en rimelig løsning, men behøver tilsyn med jevnt mellomrom og krever utskiftning hvert 10år. Stålbjolkene blir gjenbrukt, noe som igjen senker kostnader, mens dagens fundamenter og landkar behøver en fullstendig gjenoppbygging for å sikre gode bæreegenskaper i kvikkleire.

Kvikkleiren i området er hovedutfordringen som må undersøkes nærmere, den er årsaken til dagens stabilitetsproblemer. En løsning for å sikre skråningsstabilitet samt leiren i nærliggende område må gjennomføres i forkant for å unngå skred. En grundig geoteknisk analyse av stedet koster en slant, men er uvurderlig, og kan forhindre en gjentakelse av den forrige brukonstruksjonen som bokstavelig talt sank i grunnen grunnet manglende grunnundersøkelser og som førte til en økt kostnad på 2000%.



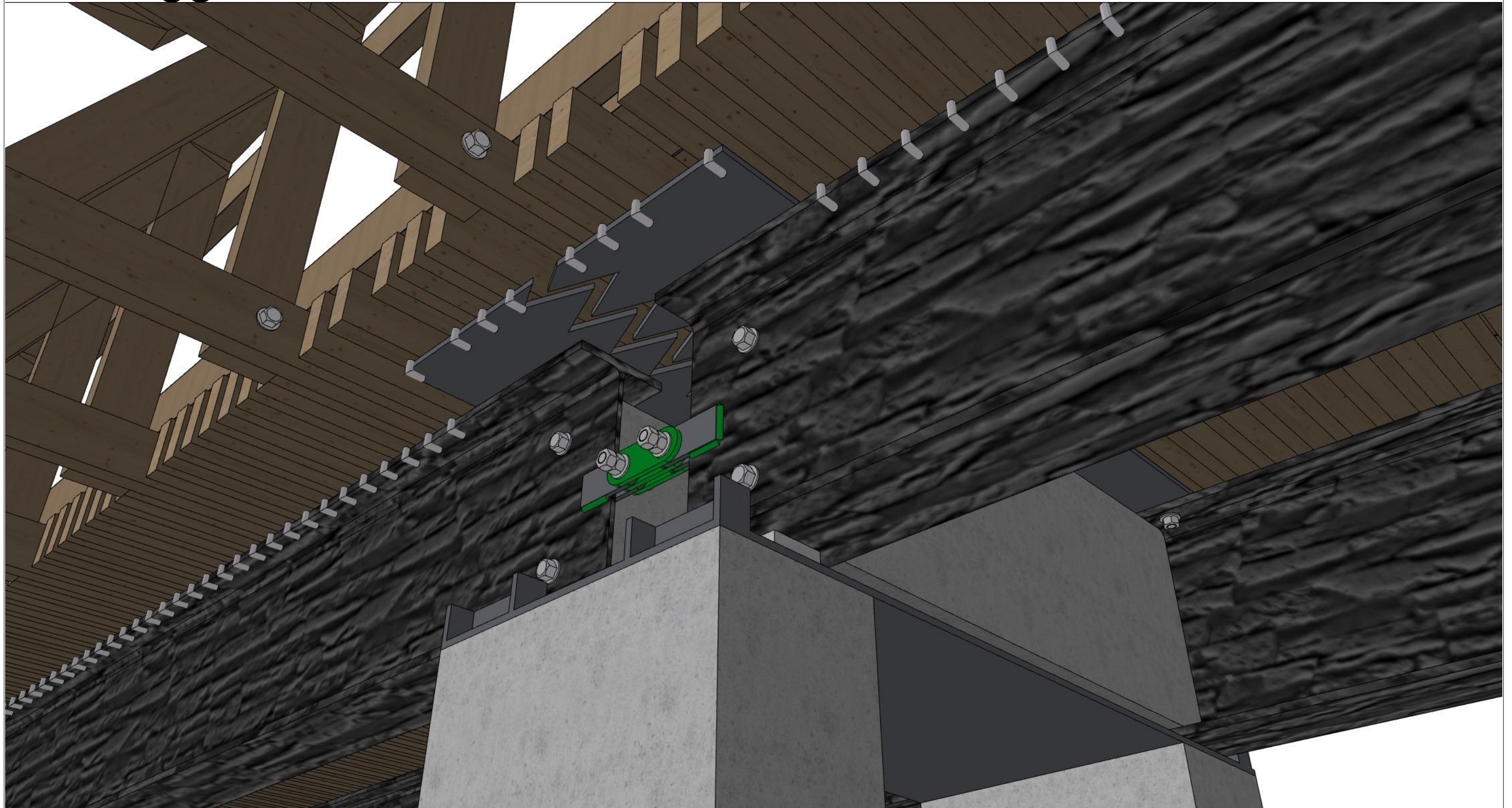
Bygging av solide konstruksjoner koster penger, men er en investering for framtiden. Gode, smarte løsninger som varer lenge og ivaretar hensyn til sikkerhet og levetid har tilsynelatende en høy pris, men vil kreve mindre ressurser igjennom livsløpet, og med det ha en lavere total kostnad.

Vedlegg 3



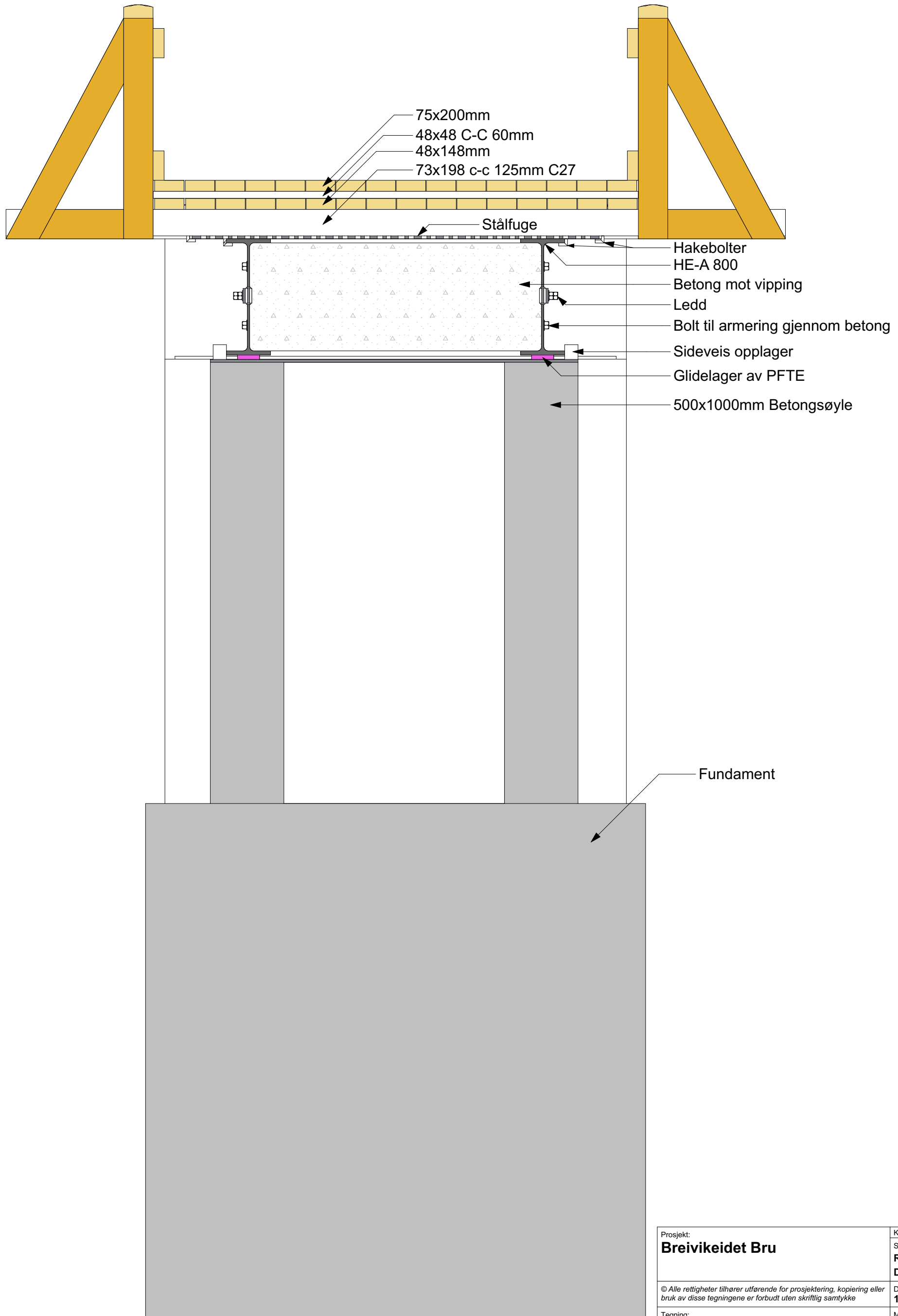
Prosjekt: Breivikeidet Bru	Kontroll prosjekt: Sign.: RWS DD	Kontroll:
© Alle rettigheter tilhører utførende for prosjektering, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke		Dato: 26.05.2020
Tegning: Snitt X1	Målestokk: INGEN	Rev.:
Tegningsnr.: S02		01

Vedlegg 4



Prosjekt: Breivikeidet Bru	Kontroll prosjekt: Sign.: RWS DD
© Alle rettigheter tilhører utførende for prosjektering, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke	Dato: 26.05.2020
Tegning: 3D Senter	Målestokk: INGEN
Tegningsnr.: 3D02	Rev.: 01

Vedlegg Í



Prosjekt: Breivikeidet Bru		Kontroll prosjekt:	
Sign.: RWS		Kontroll:	
Dato: 18.05.2020		Målestokk: 1:25	
Tegning: Snitt akse B		Tegningsnr.: S02	Rev.: 01

© Alle rettigheter tilhører utførende for prosjektering, kopiering eller bruk av disse tegningene er forbudt uten skriftlig samtykke

Vedlegg 6 - Symbolliste/Forkortelser

Vedlegg A - Lastkombinasjoner

γ_G	- partialfaktor for permanente påvirkninger, som også tar hensyn til usikkerhet i lastmodellen og variasjon i dimensjonene
γ_Q	- partialfaktor for variable påvirkninger, som også tar hensyn til usikkerhet i lastmodellen og variasjon i dimensjonene
$\gamma_{Q,i}$	- partialfaktor for variabel påvirkning i
ψ_0	- faktor for kombinasjonsverdi for en variabel påvirkning
$\gamma_{G,j,sup}$	- partialfaktor for permanente påvirkning j ved beregning av øvre dimensjonerende verdier
ξ	- reduksjonsfaktor

de andre spesielle verdiene hentes i faglig vedlegg for vind-, trafikklast osv

Vedlegg B - Krefter på bru og bjelker

A	Areal
b	Bredde
C_W	Tverrsnittsmotstand for hvelvning
F	Kraft
h	Høyde stålbjelke total
I_y	Andre arealmoment om Y-akse
I_z	Andre arealmoment om Z-akse
I_T	Torsjonstregghetsmoment
l_r	Lengde radius
L	Lengde
M_{Ed}	Opptredende moment
M_{Rd}	Dimensjonerende momentkapasitet
n	Antall
r	Radius feste (sveis) steg mot flens
t_w	Tykkelse steg
t_f	Tykkelse flens
V_{Ed}	Opptredende skjærspenning

V_{Rd}	Dimensjonerende skjærkapasitet
V	Volum
γ_G	Lastfaktor permanent last
γ_Q	Lastfaktor forbigående last
$A_{ref.x}$	Referanseareal x-retning
C_{dir}	Retningsfaktor
C_0	Terrangformfaktor
C_{season}	Årstidsfaktor
C_{prob}	Sannsynlighetsfaktor
C_r	Ruhetsfaktor
C_e	Eksponeringsfaktor
C	Vindlastfaktor
F_W	Vindkraft (resultant)
h_b	Høyde til bru
h_{kj}	Høyde kjøretøy
h_{rv}	Høyde rekkverk
I_v	Turbulensintensiteten
K	Parameter som er avhengig av variasjonskoeffisienten for ekstremverdifordelingen
k_r	Terrangruhettsfaktoren
q_p	Topphastighetstrykk
q_b	midlere basisvindhastighet
V_b	Basisvindhastighet
$V_{b,0}$	Referansevindhastighet
V_m	Stedsvindhastighet
x -retning	Horisontal retning vinkelrett på bruspennet
y -retning	Horisontal retning langs bruspennet (Aksesystem for vindlastberegninger differensierer fra andre beregninger)
z_0	Ruhetslengde
z	Høyde over terreng
$z_{0,ll}$	Ruhetslengde for terrengkategori 2
ρ	Densitet for materialet det jobbes med (stål eller vind)
σ_v	Standardavvik for vindhastighet

q_{1k}	Magnitude of the characteristic vertical distributed load (Load Model 1) on notional lane number i ($n = 1, 2\dots$) of a road bridge
α_{Q1}	Adjustment factors of some load models on lanes n
α_{q1}	Adjustment factors of some load models on lanes n
w_1	Width of a notional lane for a road bridge
Q_k	Characteristic value of a concentrated force or a variable action (e.g. characteristic value of a vertical loading on a non-public footpath)
N_{cr}	Ideell knekklast for bøyning om aktuell akse
C_m	Modifikasjonsfaktor for å ta hensyn til et lineært momentforløp
C_{my}	Ekvivalent momentfaktor
k_{yy}	Interaksjonsfaktor
k_{zz}	Interaksjonsfaktor
k_{zy}	Interaksjonsfaktor
k_{yz}	Interaksjonsfaktor
λ_y	Relativ slankhet for torsjonsknekking eller bøyetorsjonsknekking om y-akse
λ_z	Relativ slankhet for torsjonsknekking eller bøyetorsjonsknekking om z-akse
$\lambda_{LT.0}$	Platelengde i kurvene for vipping for valsede og sveiste tverrsnitt
λ_{LT}	Relativ slankhet for vipping
χ_{LT}	Reduksjonsfaktor for vipping
ψ_0	- faktor for kombinasjonsverdi for en variabel påvirkning
$\gamma_{G,j.sup}$	- partialfaktor for permanente påvirkning j ved beregning av øvre dimensjonerende verdier
ξ	- reduksjonsfaktor

Vedlegg C - Trafikklast

Q_{ik}	- magnitude of the characteristic axle load (Load Model 1) on national lane number i ($i=1, 2\dots$) of a road bridge
α_{Qi}	- adjustment factors of some load models on lanes i
α_{qi}	- adjustment factors of some load models on lanes i
q_{ik}	- magnitude of the characteristic vertical distributed load (Load Model 1) on national lane number i of a road bridge
L	- lengde
l	- width of a national lane for a road bridge
w_1	- magnitude of the characteristic longitudinal forces (braking and acceleration forces) on a road bridge
Q_{lk}	

Vedlegg D - Tredekke

Symboler benyttet i vedlegget:

V	Flatelast og Volum
ρ	Massetetthet
γ_{tre}	Massetetthet multiplisert med gravitasjonskonstant
γ_G	Lastfaktor permanent last
γ_Q	Lastfaktor forbigående last
γ_m	partialfaktor for materialegenskaper, som også tar hensyn til modellusikkerheter og geometriske avvik
g	Gravitasjonskonstanten (9.81 m/s ²)
A	Aksellast
H	Hjullast
q	Jevnt fordelt last
V_{Ed}	Opptredende skjærkraft
M_{Ed}	Opptredende moment
$f_{c.90.k}$	karakteristisk trykkfasthet vinkelrett på fiberretningen
$f_{m.k}$	karakteristisk bøyefasthet
$f_{m.d}$	Dimensjonerende bøyefasthet
$f_{v.d}$	Den dimensjonerende skjærfastheten under de faktiske forhold
$f_{v.k}$	Den karakteristiske skjærfastheten for tredelen
$f_{c.90.d}$	dimensjonerende trykkfasthet i en vinkel 90 på fiberretningen
$\sigma_{c.90.d}$	dimensjonerende trykkspenning i en vinkel 90 på fiberretningen

k_{cr}	oppsprekningsfaktor til bruk for å bestemme skjærmotstand
τ_d	Skjærkapasitet
k_{mod}	fasthetsfaktor som tar hensyn til virkningen av lastvarigheten og fuktinnholdet.
σ_{myd}	Bøyemoment
k_h	høydefaktor
A_{eff}	Effektiv kontaktflate under trykk vinkelrett på fiberretningen

Vedlegg E - Stålkobling

γ_{m0}	Kapasitet av tverrsnittene mot omfattende flyting inklusive lokal knekking
γ_{m1}	Knekkingskapasitet ved påvisning av staven
γ_{m2}	Tverrsnittskapasitet mot strekkbrudd
$\gamma_{m6.ser}$	Kapasitet av bolter i bruksgrensetilstanden
f_y	Flytespenning
f_u	Strekkfasthet
β_w	Korrelasjonsfaktor
E	Elastisitetsmodul stål
r	Radius feste (sveis) steg mot flens
h	Høyde stålbjelke total
b	Bredde stålbjelke total
s	Tykkelse steg
l_r	Lengde radius
a	A-mål sveis
t	Tykkelse konstruksjonsdel
L_W	Sveisens lengde
σ	Spenningskomponent i sveisesnitt (N = normal, P = parallell)
τ	Skjærspenningskomponent i sveisesnitt
F	Aksialkraft
$F_{V.Ed}$	Opptredende skjær i sveis pga aksialkraft
$F_{V.Rd}$	Skjærkapasitet for elementet
d_0	Diameter bolt
A	Areal

Vedlegg F - Termisk påvirkning

T_0	- initialtemperatur på det aktuelle tidspunktet konstruksjonsdelen blir fastholdt
$T_{e.min}$	- laveste jevnt fordelte brutemperaturandel
$T_{e.max}$	- høyeste jevnt fordelte brutemperaturandel
$\Delta T_{N.con}$	- største temperaturkontraksjonsintervall for jevnt fordelt brutemperaturandel ($T_0 \geq T_{e.min}$)
$\Delta T_{N.exp}$	- største temperaturkontraksjonsintervall for jevnt fordelt brutemperaturandel ($T_{e.max} \geq T_0$)
ω_N	- reduksjonsfaktor for jevnt fordelt temperaturandel i kombinasjon med temperaturdifferanse
ω_M	- reduksjonsfaktor for temperaturdifferanse i kombinasjon med jevnt fordelt temperaturandel
$\Delta T_{M.heat}$	- lineært varierende temperaturdifferanse (ved oppvarming ovenfra)
$\Delta T_{M.cool}$	- lineært varierende temperaturdifferanse (ved avkjøling ovenfra)

Vedlegg G - Dimensjonering av aktivt jordtrykk

γ	- dimensjonerende tyngdetetthet
ρ	- densitet
φ	- inde friksjonsvinkel
σ_Z	- jordspenninger i z-retning
H	- høyde/dybde
q	- jevnt fordelt last
γ_f	- lastkoeffisient
σ_A	- aktivt jordtrykk
K_A	- aktiv jordtrykkskoeffisient
a	- atraksjon
γ_m	- materialkoeffisient
F	- resultantkraft av jordtrykk
Z	- arm

Vedlegg H og J

a	- høyde av skive
b	- lengde av skive
c	- bredde av skive
V	- Volum
σ_{gd}	- imensjonerende grunntrykk
N_{ed}	- dimensjonere verdi for aksialkraft
q_{ed}	- jevnt fordelt grunntrykk
M	- moment
b_0	- effektiv fundamentbredde
e	- eksentrisitet
b	- bredde av fundament
b_x	- bredde av fundament i x-retning
b_y	- bredde av fundament i y-retning
a_1	- avstand fra ytrekant av fundamentflens til vegg
c_{nom}	- nominell overdekning
f_{ck}	- betongens karakteristiske sylindertykkfasthet etter 28 døgn
f_{cd}	- dimensjonerende betongfasthet
h_f	- høyde til fundament
d	- effektiv tykkelse av tverrsnitt
M_{ed}	- dimensjonerende moment
M_{Rd}	- momentkapasitet
z	- tverrsnittets indre momentarm
f_{yd}	- armeringens dimensjonerende flytegrense
A_s	- tverrsnittsareal av armering
n	- antal av armerings stenger
s	- senteravstand
A_{tverr}	- tverrsnittsareal av tverrarmering
θ	- vinkel
α	- vinkel
V_{ed}	- dimensjonerende verdi for skjærkraft
$C_{Rd.c}$	- faktor til dimensjonering av skjærkraft
γ_c	- materialfaktor for betong
k_2	- faktor
ρ_l	- armeringsforhold for lengdearmering
A_{sl}	- tverrsnittsarealet av strekkarmering
$V_{Rd.c}$	- dimensjonerende kapasitet skjærkraft for en konstruksjonsdel uten skjærarmering
$V_{Rd.s}$	- dimensjonerende verdi av skjærkraften som kan opptas av skjærarmeringen ved flytning
A_{sw}	- tverrsnittsareal av skjærarmering
ρ_w	- armeringsforhold for skjærarmering
$V_{Rd.max}$	- dimensjonerende verdi av større skjærkraft som konstruksjonen kan bære, begrenset av kapasiteten for trykkbrudd
L_{AB}	- lengde av snitt mellom A og B
x	- lengden av snitt fra fundamentkanten hvor strekkraften bør forankres

R	- resultant av grunntrykket innen lengde x
z_e	- den ytre momenten, avstand mellom R og $N_{Ed,AB}$
z_i	- den indre momenten, avstand mellom armeringen og den horisontale betongtrykkresultanten
F_s	- strekkraften, som skal forankres
σ_s	- armeringsspenning
α_{ct}	- koeffisient
$f_{ctk,0.05}$	- betongens karakteristiske aksialtrekkfasthet
f_{ctd}	- dimensjonerende strekkfasthet
f_{bd}	- dimensjonerende heftfasthet
L_{bd}	- dimensjonerende forankringslengde
$L_{bd,rqd}$	- nødvendig kraftinnføringslengde
$L_{b,min}$	- minste forankringslengde
$L_{b,eq}$	- ekvivalent forankringslengde
γ_c	- tyngdetetthet til betong
f_{ctm}	- middelerverdi av betongens aksialtrekkfasthet
f_{yk}	- armeringens karakteristiske flytegrense
γ_s	- partialfaktor for armeringsstål
α_{cc}	- faktor
R	- opplagerreaksjon
T_3	- trykkstav
S_1	- strekkstav 1
A_{sh}	- horisontalt armeringstverrsnitt
A_{sv}	- vertikalt armeringstverrsnitt
A_c	- tverrsnittsareal av betong
$A_{s,vmin}$	- areal av minste vertikalarmering
$A_{s,vmax}$	- areal av største vertikalarmering
$A_{s,hmin}$	- areal av minste horisontalarmering
k_1	- faktor
k_2	- faktor
k_3	- faktor
$\sigma_{Rd,max}$	- den største spenningen som kan tillates på knutepunktets grenseflater
ν'	- fasthetsreduksjonsfaktor for betong

Vedlegg I

h_s	- tverrsnittshøyde av søyle
b_s	- tverrsnittsbredde av søyle
h_z	- høyde av søyle
V_s	- volum av søyle
γ_c	- tyngdetetthet til betong
N_{ed}	- dimensjonere verdi for aksialkraft
Q_k	- karakteristisk aksialkraft pga betongsegenvekt
Q_d	- dimensjonerende aksialkraft pga betongsegenvekt
R_{Ved}	- resulterende verdi av skjærkraft
N_{Rd}	- aksialkraftkapasitet
A_c	- tverrsnittsareal av betong
f_{ck}	- betongens karakteristiske sylindetrykkfasthet etter 28 døgn
f_{cd}	- dimensjonerende betongfasthet
f_{yd}	- armeringens dimensjonerende flytegrense
$A_{s,min}$	- areal av minste lengdearmering
n	- antal av armerings stenger
a_h	- fri avstand mellom stenger
k_1	- faktor
k_2	- faktor
d_g	- den største tilslagsstørrelsen
c_{nom}	- nominell overdekning
γ_c	- materialfaktor for betong
γ_s	- partialfaktor for armeringsstål
α_{cc}	- faktor
ε_{c2}	- tøyningen idet maksimalspenningen nås
ε_c	- trykktøyning i betong
ε_{cu2}	- tøyningsgrensen i bruddtilstanden
ε_{ud}	- dimensjonerende tøyning i armering eller spennstål ved største last
ε_{yd}	- dimensjonerende tøyning i armering
E_s	- dimensjonerende verdi for armeringsstålets elastisitetsmodul
σ_{sd}	- dimensjonerende armeringsspenning
T_c	- trykkraften i betong
$S_{1,2}$	- strekkraften i stålarmeringen
N	- aksialkraft
h'	- vertikalavstand mellom strekk og trykk armering
d	- effektiv tykkelse av tverrsnitt
e_0	- minsteeksentrisitet
M	- moment
M_{ed}	- dimensjonerende moment
A_s	- areal av armering
$s_{cl,tmax}$	- sentralavstand av tverrarmering langs søylen
σ_{gd}	- dimensjonerende grunntrykk

q_{ed}	- jevnt fordelt grunntrykk
b_0	- effektiv fundamentbredde
e	- eksentrisitet
b	- bredde av fundament
b_x	- bredde av fundament i x-retning
b_y	- bredde av fundament i y-retning
a	- avstand fra ytrekant av fundamentflens til vegg
$f_{ctd.pl}$	- dimensjonerende strekkfastheten for uarmert betong
$\alpha_{ct.pl}$	- faktor
$f_{ctk.0.05}$	- betongens karakteristiske aksialtrekkfasthet
γ_c	- materialfaktor for betong
h_F	- høyde til fundament
M_{Rd}	- momentkapasitet
σ_u	- strekkspenningen i underkant
θ	- vinkel
α	- vinkel
V_{ed}	- dimensjonerende verdi for skjærkraft
ν	- fasthetsreduksjonsfaktor for betong
$V_{Rd.max}$	- dimensjonerende verdi av større skjærkraft som konstruksjonen kan bære, begrenset av kapasiteten for trykkbrudd

Vedlegg M - Dimensjonering av pelegruppe

$\tan\varphi$	Friksjonskoeffisient
φ	Indre friksjonsvinkel i massen
N_q	Bæreevnefaktor
p'	Midlere vertikalt overlagrinstrykk ved pelespiss
s_{up}	Midlere uomrørt skjærstyrke langs peleskaft
s_{um}	Midlere uomrørt skjærstyrke ved pelespiss
γ_w	Massetetthet vann
γ_d	Massetetthet leire
Q	Last på pelegruppe
γ_m	Materialkoeffisient
L	Lengde pele/pelegruppe
d	Diameter pele(r)
A_s	Peleskaftets overflateareal (friksjonsareal)
A_p	Areal pelespiss
σ_z	Midlere effektive vertikalspenning langs peleskaftet
ρ	Densitet (g/cm ³)
Q_s	Skaftfriksjonskraft
σ_{vm}	Netto spissmotstand
Q_{pn}	Netto spisskapasitet
Q_u	Dimensjonerende bruddlast
r	Ruhetstall
a	midlere attraksjon for samme område

Vedlegg A - Lastkombinasjoner

Noen beregninger fra andre laster, som skal brukes i dimensjonering videre

$$B := 3200 \text{ mm} \quad L := 15 \cdot \text{m} \quad S_{k0} := 6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$
$$q_s := S_{k0} \cdot B = 19.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$
$$m_{hea} := 224 \text{ kg} \quad q_b := \frac{2 \cdot m_{hea} \cdot g}{\text{m}} \quad q_b = 4.393 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$
$$\rho_{tre} := 420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{Voldekke} := 0.9475 \frac{\text{m}^3}{\text{m}}$$
$$q_{dekke} := \text{Voldekke} \cdot \rho_{tre} \cdot g = 3.903 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vindlast: $V_{b,0} := 27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$b := 5500 \text{ mm} \quad h_b := 2000 \text{ mm} \quad h_{kj} := 4200 \text{ mm} \quad h_{rv} := 900 \text{ mm}$$

$$d_{tot} := h_b + h_{kj} - h_{rv} = 5.3 \text{ m} \quad \frac{b}{d_{tot}} = 1.038$$

$$A_{ref,x} := d_{tot} \cdot L = 79.5 \text{ m}^2$$

$$C_{fx,0} := 2.2 \quad (\text{NA}) \quad \rho := 1.25$$
$$C_{dir} := 1.0 \quad C_{season} := 1.0 \quad C_0 := 1.0 \quad k_i := 1.0$$

$$(4.1) \quad V_b := C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$K := 0.2 \quad n := 0.5$$

$$(4.2) \quad C_{prob} := \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1 - \rho))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^n$$
$$\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad V_b^2 = 729 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$z_0 := 0.05 \text{ m} \quad z := 1.0 \text{ m}$$
$$z_{0,ll} := 0.05 \text{ m}$$

$$(4.5) \quad k_r := 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ll}} \right)^{0.07} \quad (4.4) \quad C_r := k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$(4.6) \quad \sigma_v := k_r \cdot V_b \cdot k_i$$

$$(4.3) \quad V_m := C_r \cdot C_0 \cdot V_b$$

$$(4.7) \quad I_v := \frac{\sigma_v}{V_m}$$

$$(4.8) \quad q_p := (1 + 7 \cdot I_v) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2$$

$$(4.9) \quad C_e := \frac{q_p}{q_b} \quad C := C_e \cdot C_{fx.0}$$

$$(4.10) \quad q_{b2} := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2$$
$$C = 0.247 \frac{1}{m} \quad A_{ref.x} = 79.5 \text{ m}^2$$

$$(8.2) \quad F_W := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref.x} = 8.934 \frac{kN}{m}$$

Egenvekt

$$g_s := q_b = 4.393 \frac{kN}{m} \quad (\text{Stål}) \quad g_t := q_{dekke} = 3.903 \frac{kN}{m} \quad (\text{Tre})$$

$$g_{total} := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$$

Termisk påvirkning

$$T_0 := 10 \text{ C} \quad T_{e.min} := -25 \text{ C} + 8 \text{ C} = -17 \text{ C} \quad T_{e.max} := 34 \text{ C} + 16 \text{ C}$$

$$T_{e.min} = -17 \text{ C} \quad T_{e.max} = 50 \text{ C}$$

$$\Delta T_{N.con} := T_0 - T_{e.min} \quad \Delta T_{N.con} = 27 \text{ C}$$

$$\Delta T_{N.exp} := T_{e.max} - T_0 \quad \Delta T_{N.exp} = 40 \text{ C}$$

$$\omega_N := 0.35 \quad \omega_M := 0.75 \quad \Delta T_{M.heat} := 18 \text{ C} \quad \Delta T_{M.cool} := 13 \text{ C}$$

$$\Delta T_{M.heat} + \omega_N \cdot \Delta T_{N.exp} = 32 \text{ C}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M.heat} + \Delta T_{N.exp} = 53.5 \text{ C} \quad \leftarrow \text{Ugunstigst}$$

$$\Delta T_{M.cool} + \omega_N \cdot \Delta T_{N.con} = 22.45 \text{ C}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M.cool} + \Delta T_{N.con} = 36.75 \text{ C}$$

Dimensjonering først Global likevekt av konstruksjonen (EQU)

Tar lastkombinasjon: egenvekt, trafikklast og vindlast

Se tabell NA.A2.4(A) og (B) i NS-EN 1990:2002/A1:2005/NA:2016.
For å se γ_Q og γ_G

Vindlast:

$$(8.2) \quad F_W := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref.x} = 8.934 \frac{kN}{m}$$

Egenvekt:

$$g_s := q_b = 4.393 \frac{kN}{m} \text{ (Stål)}$$

$$g_t := q_{dekke} = 3.903 \frac{kN}{m} \text{ (Tre)}$$

$$g_{total} := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$$

Trafikklast:

$$\alpha_{Q1} := 1.0 \quad \alpha_{q1} := 0.6 \quad Q_{1k} := 300 \text{ kN} \quad q_{1k} := 9 \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{1tot} := (\alpha_{q1}) \cdot q_{1k} \cdot L = 81 \frac{kN}{m} \quad q_{1tot} := 0.6 \cdot 9 \frac{kN}{m^2} \cdot 30 \text{ m} = 162 \frac{kN}{m}$$

Bremselast:

$$Q_{ik} := 449.1 \cdot kN$$

$$q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{kN}{m} \quad q_{ik} := \frac{449.1 \cdot kN}{30} = 14.97 \frac{kN}{m}$$

Ugunstig

$$\text{Permanetlast: } g_{total} := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$$

Dominerende variabel last (vindlast)

$$\gamma_{Q,1} := 1.6 \quad F_W := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref.x} = 8.934 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{kN}{m} \quad Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.6 = 14.294 \frac{kN}{m}$$

Øvrige variable laster (trafikklast)

$$\psi_0 := 0.7 \quad Q_{1k} := 300 \text{ kN} \quad \gamma_{Q,1} := 1.5 \quad q_{1k} := 9 \frac{kN}{m^2} \quad \alpha_{q1} := 0.6$$

$$QBoggilast := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q,1} = 630 \text{ kN} \quad QBoggilast := 2 \cdot 300 \text{ kN} \cdot 0.7 \cdot 1.5 = 630 \text{ kN}$$

$$Q_{boggilast_m} := \frac{QBoggilast}{L} = 42 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 5.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.6 \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 5.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Q_{jevnt_f_l_m} := 5.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1 \text{ m} = 5.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \text{ kN} \quad q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q,1} = 31.437 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := 14.97 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 0.7 \cdot 1.5 = 15.719 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

$$Totalt1 := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} = 85.979 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Tar trafikklast som dominerende og vindlast som øvrig variabel

$$\gamma_{Q,1} := 1.5 \text{ vindlast} \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 9.38 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{vind} := 8.934 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 9.381 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.35 \text{ trafikklast}$$

$$QBoggilast := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \gamma_{Q,1} = 810 \text{ kN} \quad Q_{boggilast_m} := \frac{QBoggilast}{L} = 54 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$QBoggilast := 2 \cdot 300 \text{ kN} \cdot 1.35 = 810 \text{ kN}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} = 7.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.6 \cdot 1.35 = 7.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad Q_{jevnt_f_l_m} := 7.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1 \text{ m} = 7.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \text{ kN} \quad q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \gamma_{Q,1} = 40.419 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Totalt2 := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} = 119.386 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$119.386 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > 85.979 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Tar lastkombinasjon: egenvekt, snølast og vindlast

Ugunstig

$$\text{Permanetlast: } g_{total} := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$$

Dominerende vareibabel last (snø)

$$q_s := S_{k0} \cdot B = 19.2 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{Q,1} := 1.5$$

$$Q_{snø} := q_s \cdot \gamma_{Q,1} = 28.8 \frac{kN}{m} \quad Q_{snø} := 19.2 \frac{kN}{m} \cdot 1.5 = 28.8 \frac{kN}{m}$$

Øvrig vareibl last - vindlast $\psi_0 Q_1$

$$\psi_0 := 0.7 \quad \gamma_{Q,1} := 1.5 \quad F_W := 8.934 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 9.381 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Totalt1} := g_{total} + Q_{vind} + Q_{snø} = 46.477 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Totalt1} := 8.295 \frac{kN}{m} + 28.8 \frac{kN}{m} + 9.381 \frac{kN}{m} = 46.476 \frac{kN}{m}$$

Dominerende last-vind, øvrig variabel - snø

$\gamma_{Q,1} := 1.6$ vind

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{kN}{m} \quad Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.6 = 14.294 \frac{kN}{m}$$

$\gamma_{Q,1} := 1.5$ snø $\psi_0 := 0.7$

$$Q_{snø} := q_s \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 20.16 \frac{kN}{m} \quad Q_{snø} := 19.2 \frac{kN}{m} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 20.16 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Totalt2} := g_{total} + Q_{vind} + Q_{snø} = 42.75 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Totalt2} := 8.295 \frac{kN}{m} + 14.294 \frac{kN}{m} + 20.16 \frac{kN}{m} = 42.749 \frac{kN}{m}$$

$$46.476 \frac{kN}{m} > 42.749 \frac{kN}{m}$$

Tar lastkombinasjon: egenvekt, vindlast og temperatur belastning

$$P = EA \varepsilon_m = -EA \varepsilon_t = -EA \alpha \Delta T, \quad A - \text{arealet av bjelkens tverrsnittet}$$

$$\alpha_{steel} := 1.2 \cdot 10^{-5}$$

$$\alpha_{tre} := 2.4 \cdot 10^{-5} \quad \text{limtre vinkelrett på fiberretningen}$$

$$E_{limtre} := 11000 \frac{N}{mm^2} \quad \text{E og A for limtre må dobbel sjekkes dvs at vi har ikke bestemt dimensjoner av trebjelkene} \quad GL24c$$

$$A_{limtre} := (115) \text{ mm} \cdot 115 \text{ (mm)} + 115 \text{ mm} \cdot 90 \text{ mm} = 0.024 \text{ m}^2$$

$$E_{steel} := 2.1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \quad A_{steel} := 28.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\Delta T := \omega_M \cdot \Delta T_{M.heat} + \Delta T_{N.exp} = 53.5 \text{ C}$$

$$P_{steel} := \alpha_{steel} \cdot E_{steel} \cdot A_{steel} \cdot \Delta T = (3.856 \cdot 10^3) \text{ C} \cdot \text{kN}$$

$$P_{steel} := (1.2 \cdot 10^{-5}) \cdot 2.1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \cdot 28.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \cdot 53.5 \text{ C} = (3.856 \cdot 10^3) \text{ C} \cdot \text{kN}$$

$$P_{steel} := 3856 \cdot \text{kN}$$

$$P_{trykk_{steel}} := -(P_{steel}) = -3.856 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$P_{tre} := \alpha_{tre} \cdot E_{limtre} \cdot A_{limtre} \cdot \Delta T = 332.973 \text{ C} \cdot \text{kN} \quad P_{tre} := 333 \cdot \text{kN}$$

$$P_{trykk_{tre}} := -(P_{tre}) = -333 \text{ kN}$$

$$P_{tot} := P_{trykk_{steel}} + P_{trykk_{tre}} = -4.189 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$P_{tot} := (-3.856 \cdot 10^3) \text{ (kN)} + -332.973 \text{ (kN)} = -4.189 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$P_{totm} := \frac{P_{tot}}{L} = -279.265 \frac{kN}{m}$$

Temperatur - dominerende last

$$\gamma_{Q,1} := 1.2$$

$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} = -335.118 \frac{kN}{m}$$

Vind - øvrig variabel last

$$\gamma_{Q,2} := 1.5 \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,2} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{kN}{m} \quad Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 9.381 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt1 := Q_{temp} + Q_{vind} + g_{total} = -317.441 \frac{kN}{m}$$

Vind er dominerende og temperatur er øvrig variabel last

$$\gamma_{Q,1} := 1.6 \quad \text{vind}$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{kN}{m} \quad Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.6 = 14.294 \frac{kN}{m}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.5 \quad \text{temperatur} \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = -293.228 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt2 := Q_{temp} + Q_{vind} + g_{total} = -270.638 \frac{kN}{m}$$

$$-317.441 \frac{kN}{m} > -270.638 \frac{kN}{m}$$

Tar lastkombinasjon: egenvekt, vindlast og temperatur belastning og traffiklast

Trafikklast er dominerende variabel last

$$\text{Permanetlast: } g_{total} := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.35 \quad \text{traffikklast}$$

$$Q_{Boggilast} := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \gamma_{Q,1} = 810 \text{ kN} \quad Q_{boggilast_m} := \frac{Q_{Boggilast}}{L} = 54 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} = 7.29 \frac{kN}{m^2} \quad Q_{jevnt_f_l_m} := 7.29 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} = 7.29 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \text{ kN} \quad q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \gamma_{Q,1} = 40.419 \frac{kN}{m}$$

Vind- og temperaturlast er øvrige variable laster

$$\gamma_{Q,1} := 1.5 \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = -293.228 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt1 := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} + Q_{temp} = -173.842 \frac{kN}{m}$$

Temperatur er dominerende variabel last

$$\gamma_{Q,1} := 1.2$$

$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} = -335.118 \frac{kN}{m} \quad g_{total} := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$$

Vind- og trafikklaster er dominerende variable laster

$$\gamma_{Q,1} := 1.5$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{Boggilast} := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q,1} = 630 \text{ kN} \quad Q_{boggilast_m} := \frac{Q_{Boggilast}}{L} = 42 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 5.67 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{jevnt_pr_m} := Q_{jevnt_fordelt_last} \cdot 1 \text{ m} = 5.67 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q,1} = 31.437 \frac{kN}{m} \quad q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt2 := g_{total} + Q_{temp} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_pr_m} + Q_{horisontale_krefter} = -238.334 \frac{kN}{m}$$

Vind er dominerende variabel last

$$\gamma_{Q,1} := 1.6$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{kN}{m}$$

Temperatur- og trafikklaster er dominerende variable laster $\gamma_{Q,1} := 1.5$

$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = -293.228 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt3 := g_{total} + Q_{temp} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_pr_m} + Q_{horisontale_krefter} = -191.531 \frac{kN}{m}$$

$$-238.334 \frac{kN}{m} > -191.531 \frac{kN}{m} > -173.842 \frac{kN}{m}$$

Brudd i konstruksjonen eller i konstruksjonselementer (STR) - mest vanlig kombinasjon

Ifølge Tabell NA.A.2.4(B) NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016

ligning 6.10a $\gamma_{G,j.sup} := 1.35$

ligning 6.10b $\gamma_{G,j.sup} := 1.35 \quad \xi := 0.89$ for egenvekt

Tar lastkombinasjon: egenvekt, trafikklast og vindlast

ligning 6.10a Ugunstig

Egenvekt: $g := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$

Permanetlast: $g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} = 11.2 \frac{kN}{m}$

Vindlast er dominerende variabel last

$$F_W := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref.x} = 8.934 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{Q,1} := 1.6 \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 10.006 \frac{kN}{m} \quad Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.6 \cdot 0.7 = 10.006 \frac{kN}{m}$$

Trafikklast er øvrig variabel last

$$\psi_0 := 0.7 \quad Q_{1k} := 300 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{Q,1} := 1.5 \quad q_{1k} := 9 \frac{kN}{m^2} \quad \alpha_{q1} := 0.6$$

$$QBoggilast := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q,1} = 630 \frac{kN}{m} \quad Q_{boggilast_m} := \frac{QBoggilast}{L} = 42 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 5.67 \frac{kN}{m^2} \quad Q_{jevnt_f_l_m} := 5.67 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} = 5.67 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \frac{kN}{m} \quad q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q,1} = 31.437 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt1a := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} = 100.313 \frac{kN}{m}$$

ligning 6.10b $\xi := 0.89 \quad \gamma_{G,j.sup} := 1.35$

Egenvekt: $g := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$

Permanetlast: $g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{kN}{m}$

Vindlast er dominerende variabel last $\gamma_{Q,1} := 1.6$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt1b := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} = 103.368 \frac{kN}{m}$$

Trafikklast som dominerende og vindlast som øvrig variabel

$$\gamma_{Q,1} := 1.5 \quad \text{vindlast} \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 9.38 \frac{kN}{m}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.35 \text{ trafikklast}$$

$$QBoggilast := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 567 \text{ kN} \quad Q_{boggilast_m} := \frac{QBoggilast}{L} = 37.8 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 5.103 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{jevnt_f_l_m} := 5.103 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} = 5.103 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \text{ kN} \quad q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 28.293 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt2a := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} = 90.544 \frac{kN}{m}$$

$$\text{lign 6.10a:} \quad 100.313 \frac{kN}{m} > 90.544 \frac{kN}{m}$$

$$\text{lign 6.10b:} \quad 121.057 \frac{kN}{m} > 103.368 \frac{kN}{m}$$

$$\text{etter ligning 6.10b} \quad \gamma_{G,j.sup} := 1.35 \quad \xi := 0.89$$

$$\text{Egenvekt: } g := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m} \quad \text{Permanetlast: } g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{kN}{m}$$

Trafikklast er dominerende variabel last

$$\gamma_{Q,1} := 1.35$$

$$QBoggilast := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \gamma_{Q,1} = 810 \text{ kN} \quad Q_{boggilast_m} := \frac{QBoggilast}{L} = 54 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} = 7.29 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{jevnt_f_l_m} := 7.29 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} = 7.29 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \gamma_{Q,1} = 40.419 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt2b := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} = 121.057 \frac{kN}{m}$$

Tar lastkombinasjon: egenvekt, snølast og vindlast

ligning 6.10a $\gamma_{G,j.sup} := 1.35$ Ugunstig

Permanetlast: $g := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$ $g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} = 11.2 \frac{kN}{m}$

Dominerende variabel last (snø)

$$q_s := S_{k0} \cdot B = 19.2 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{Q,1} := 1.5 \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{snø} := q_s \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 20.16 \frac{kN}{m} \quad Q_{snø} := 19.2 \frac{kN}{m} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 20.16 \frac{kN}{m}$$

Øvrig variabel last - vindlast

$$\psi_0 := 0.7 \quad \gamma_{Q,1} := 1.5 \quad \psi_0 Q_1 \quad F_W := 8.934 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{kN}{m} \quad Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 9.381 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt1a := g_{total} + Q_{vind} + Q_{snø} = 40.74 \frac{kN}{m}$$

ligning 6.10b $\gamma_{G,j.sup} := 1.35$ $\xi := 0.89$ $g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{kN}{m}$

Dominerende variabel last (snø)

$$Q_{snø} := q_s \cdot \gamma_{Q,1} = 28.8 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt1b := g_{total} + Q_{vind} + Q_{snø} = 48.148 \frac{kN}{m}$$

Dominerende last-vind, øvrig variabel - snø

ligning 6.10a $\gamma_{G,j.sup} := 1.35$ Ugunstig

$$g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} = 11.2 \frac{kN}{m} \quad \gamma_{Q,1} := 1.6 \quad \text{vind} \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 10.006 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{vind} := 8.934 \frac{kN}{m} \cdot 1.6 \cdot 0.7 = 10.006 \frac{kN}{m}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.5 \quad sn\emptyset \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{sn\emptyset} := q_s \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 20.16 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{sn\emptyset} := 19.2 \frac{kN}{m} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 20.16 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt2a := g_{total} + Q_{vind} + Q_{sn\emptyset} = 41.366 \frac{kN}{m}$$

$$\text{ligning 6.10a} \quad 41.366 \frac{kN}{m} > 40.739 \frac{kN}{m}$$

$$\text{ligning 6.10b} \quad 48.147 \frac{kN}{m} > 44.422 \frac{kN}{m}$$

$$\text{ligning 6.10b} \quad \gamma_{G,j.sup} := 1.35 \quad \xi := 0.89$$

$$g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{kN}{m}$$

Dominerende last-vind, øvrig variabel - snø $\gamma_{Q,1} := 1.6$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt2b := g_{total} + Q_{vind} + Q_{sn\emptyset} = 44.422 \frac{kN}{m}$$

Tar lastkombinasjon: egenvekt, vindlast og temperatur belastning

$$\alpha_{steel} := 1.2 \cdot 10^{-5} \quad \alpha_{tre} := 2.4 \cdot 10^{-5} \quad \text{limtre vinkelrett på fiberretningen}$$

$$E_{limtre} := 11000 \frac{N}{mm^2} \quad \text{E og A for limtre må dobbel sjekkes dvs at vi har GL24c ikke bestemt dimensjoner av trebjelkene}$$

$$A_{limtre} := (115) \text{ mm} \cdot 115 \text{ (mm)} + 115 \text{ mm} \cdot 90 \text{ mm} = (2.358 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$E_{steel} := 2.1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \quad A_{steel} := 28.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\Delta T := \omega_M \cdot \Delta T_{M.heat} + \Delta T_{N.exp} = 53.5 \text{ C}$$

$$P_{steel} := \alpha_{steel} \cdot E_{steel} \cdot A_{steel} \cdot \Delta T = (3.856 \cdot 10^6) \frac{kg \cdot m \cdot A}{s} \quad P_{steel} := 3856 \cdot kN$$

$$P_{trykk_{steel}} := -(P_{steel}) = -3.856 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$P_{tre} := \alpha_{tre} \cdot E_{limtre} \cdot A_{limtre} \cdot \Delta T = 332.973 \text{ C} \cdot \text{kN} \quad P_{tre} := 333 \cdot \text{kN}$$

$$P_{trykk_{tre}} := -(P_{tre}) = -333 \text{ kN} \quad L := 15 \cdot \text{m}$$

$$P_{tot} := P_{trykk_{steel}} + P_{trykk_{tre}} = -4.189 \cdot 10^3 \text{ kN}$$

$$P_{totm} := \frac{P_{tot}}{L} = -279.267 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ligning 6.10a $\gamma_{G,j.sup} := 1.35$ Ugunstig

Permanetlast: $g := g_s + g_t = 8.296 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} = 11.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Temperatur - dominerende last

$$\psi_0 := 0.7 \quad \gamma_{Q,1} := 1.2$$

$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = -234.584 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vind-øvrig variabel

$$\psi_0 := 0.7 \quad \gamma_{Q,2} := 1.5$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,2} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad Q_{vind} := 8.934 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 9.381 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Totalt1a := Q_{temp} + Q_{vind} + g_{total} = -214.004 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ligning 6.10b $\gamma_{G,j.sup} := 1.35$ $\xi := 0.89$

$$g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.2$$
$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} = -335.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Totalt1b := Q_{temp} + Q_{vind} + g_{total} = -315.772 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vind-dominerende og temperatur-øvrig variabel

ligning 6.10a $\gamma_{G,j.sup} := 1.35$ Ugunstig

$$\text{Permanetlast: } g := g_s + g_t = 8.296 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} = 11.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{Q,2} := 1.5 \text{ temperatur} \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,2} \cdot \psi_0 = -293.23 \frac{1}{C} \cdot C \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.6 \text{ vind} \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{vind1} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 10.006 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Totalt2a} := Q_{temp} + Q_{vind1} + g_{total} = -272.024 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{likning 6.10a} \quad -315.772 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > 234.584 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{likning 6.10b} \quad -315.772 \frac{\text{kN}}{\text{m}} > -268.968 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{likning 6.10b} \quad \gamma_{G,j.sup} := 1.35 \quad \xi := 0.89$$

$$g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{vind1} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\text{Totalt2b} := Q_{temp} + Q_{vind1} + g_{total} = -268.968 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Tar lastkombinasjon: egenvekt, vindlast og temperatur belastning og traffiklast

traffiklast er dominerende variabel last

$$\text{likning 6.10a} \quad \gamma_{G,j.sup} := 1.35 \quad \text{Ugunstig}$$

$$\text{Permanetlast: } g := g_s + g_t = 8.296 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} = 11.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.35 \text{ traffiklast} \quad \psi_0 := 0.7$$

$$QBoggilast := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 567 \text{ kN}$$

$$Q_{boggilast_m} := \frac{QBoggilast}{L} = 37.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{\text{jevnt_fordelt_last}} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 5.103 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{\text{jevnt_f_l_m}} := 5.103 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1 \text{ m} = 5.103 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \text{ kN}$$

$$q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{\text{horisontale_krefter}} := q_{ik} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 28.293 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vind- og temperaturlast er øvrige variable laster

$$\gamma_{Q,1} := 1.5$$

$$P_{\text{totm}} := \frac{P_{\text{tot}}}{L} = -279.267 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_t := P_{\text{totm}} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = -293.23 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{\text{vind}} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Totalt1a} := g_{\text{total}} + Q_{\text{vind}} + Q_{\text{boggilast_m}} + Q_{\text{jevnt_f_l_m}} + Q_{\text{horisontale_krefter}} + Q_t = -201.453 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

ligning 6.10b $\gamma_{G,j.\text{sup}} := 1.35 \quad \xi := 0.89$

$$g_{\text{total}} := g \cdot \gamma_{G,j.\text{sup}} \cdot \xi = 9.968 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{Q,1} := 1.35 \text{ trafikklast}$$

$$QB_{\text{boggilast}} := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \gamma_{Q,1} = 810 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{boggilast_m}} := \frac{QB_{\text{boggilast}}}{L} = 54 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{\text{jevnt_fordelt_last}} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q,1} = 7.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{jevnt_f_l_m}} := 7.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1 \text{ m} = 7.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{\text{horisontale_krefter}} := q_{ik} \cdot \gamma_{Q,1} = 40.419 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Totalt1b := g_{total} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_f_l_m} + Q_{horisontale_krefter} + Q_t = -172.173 \frac{kN}{m}$$

Temperatur er dominerende variabel last

ligning 6.10a $\gamma_{G.j.sup} := 1.35$ Ugunstig

Permanetlast: $g := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$ $g_{total} := g \cdot \gamma_{G.j.sup} = 11.2 \frac{kN}{m}$

$\gamma_{Q.1} := 1.2$ $\psi_0 := 0.7$

$Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q.1} \cdot \psi_0 = -234.584 \frac{kN}{m}$

Vind- og trafikklaster er øvrige variable laster

$\gamma_{Q.1} := 1.5$ $\psi_0 := 0.7$

$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q.1} \cdot \psi_0 = 9.381 \frac{kN}{m}$

$Q_{Boggilast} := 2 \cdot Q_{1k} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q.1} = 630 \frac{kN}{m}$ $Q_{boggilast_m} := \frac{Q_{Boggilast}}{L} = 42 \frac{kN}{m}$

$Q_{jevnt_fordelt_last} := q_{1k} \cdot \alpha_{q1} \cdot \gamma_{Q.1} \cdot \psi_0 = 5.67 \frac{kN}{m^2}$

$Q_{jevnt_pr_m} := Q_{jevnt_fordelt_last} \cdot 1 \text{ m} = 5.67 \frac{kN}{m}$

$Q_{horisontale_krefter} := q_{ik} \cdot \psi_0 \cdot \gamma_{Q.1} = 31.437 \frac{kN}{m}$ $q_{ik} := \frac{Q_{ik}}{L} = 29.94 \frac{kN}{m}$

$Totalt2a := g_{total} + Q_{temp} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_pr_m} + Q_{horisontale_krefter} = -134.897 \frac{kN}{m}$

ligning 6.10b $\gamma_{G.j.sup} := 1.35$ $\xi := 0.89$ $\gamma_{Q.1} := 1.2$

$g_{total} := g \cdot \gamma_{G.j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{kN}{m}$ $Q_{temp} := P_{totm} \cdot \gamma_{Q.1} = -335.12 \frac{kN}{m}$

$Totalt2b := g_{total} + Q_{temp} + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_pr_m} + Q_{horisontale_krefter} = -236.665 \frac{kN}{m}$

Vind er dominerende variabel last

ligning 6.10a $\gamma_{G.j.sup} := 1.35$ Ugunstig

Permanetlast: $g := g_s + g_t = 8.296 \frac{kN}{m}$ $g_{total} := g \cdot \gamma_{G.j.sup} = 11.2 \frac{kN}{m}$

$$\gamma_{Q,1} := 1.6 \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = 10.006 \frac{kN}{m}$$

Temperatur- og trafikklast er øvrige variable laster

$$\gamma_{Q,1} := 1.5 \quad \psi_0 := 0.7$$

$$Q_t := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = -293.23 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt3a := g_{total} + Q_t + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_pr_m} + Q_{horisontale_krefter} = -192.917 \frac{kN}{m}$$

$$\text{likning 6.10b} \quad \gamma_{G,j.sup} := 1.35 \quad \xi := 0.89 \quad \gamma_{Q,1} := 1.6$$

$$g_{total} := g \cdot \gamma_{G,j.sup} \cdot \xi = 9.968 \frac{kN}{m}$$

$$Q_{vind} := F_W \cdot \gamma_{Q,1} = 14.294 \frac{kN}{m}$$

$$Q_t := P_{totm} \cdot \gamma_{Q,1} \cdot \psi_0 = -312.779 \frac{kN}{m}$$

$$Totalt3b := g_{total} + Q_t + Q_{vind} + Q_{boggilast_m} + Q_{jevnt_pr_m} + Q_{horisontale_krefter} = -209.41 \frac{kN}{m}$$

$$\text{likning 6.10a} \quad -201.453 \frac{kN}{m} > -192.917 \frac{kN}{m} > -134.897 \frac{kN}{m}$$

$$\text{likning 6.10b} \quad -236.665 \frac{kN}{m} > -209.41 \frac{kN}{m} > -172.173 \frac{kN}{m}$$

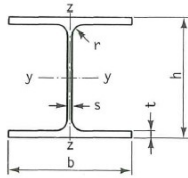
Håndbok N400 gir tillatt deformasjon:

3.6.1 Deformasjoner

Deformasjon av brukonstruksjonens brubane skal ikke for noen lastplassering ha større nedbøyning enn $L/350$, hvor L = lengden av det betraktede spenn. Med nedbøyning forstås her også negativ nedbøyning (oppbøyning). Deformasjon eller rotasjon fra ugunstigste skjevbelastning skal inkluderes. Kontrollen utføres med karakteristisk trafikklast alene.

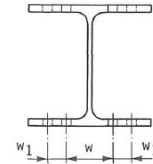
$$\delta := \frac{15}{350} m = 0.043 m \quad \delta \leq 0.043 m$$

Vedlegg B - Krefter på bru og i bjelker



Dimensjoner etter NS-EN 10 034
Materiale etter NS-EN 10 025

Betegnelse f.eks.: Bjelke NS-EN 10 034 HE 360 A
Stål NS-EN 10 025



HE-A	Dimensjoner (mål i mm)					Masse kg/m	A ·10 ⁻³ mm ²	y - y			z - z			I _T ·10 ⁻³ mm ⁴	S _y ·10 ⁻³ mm ³	C _w ·10 ⁻⁹ mm ⁶	Hullavstand / hulldiam. (i mm)		
	h	b	s	t	r			I·10 ⁻⁶ mm ⁴	W·10 ⁻³ mm ³	i mm	I·10 ⁻⁶ mm ⁴	W·10 ⁻³ mm ³	i mm				w	w ₁	d
	100	96	100	5	8			12	16,7	2,12	3,49	72,8	40,6				1,34	26,8	25,1
120	114	120	5	8	12	19,9	2,53	6,06	106	48,9	2,31	38,5	30,2	60,2	59,7	6,472	66	-	17
140	133	140	5,5	8,5	12	24,7	3,14	10,3	155	57,3	3,89	55,6	35,2	81,6	86,7	15,06	76	-	21
160	152	160	6	9	15	30,4	3,88	16,7	220	65,7	6,16	76,9	39,8	123	123	31,41	86	-	23
180	171	180	6	9,5	15	35,5	4,53	25,1	294	74,5	9,25	103	45,2	149	162	60,21	100	-	25
200	190	200	6,5	10	18	42,3	5,38	36,9	389	82,8	13,4	134	49,8	211	215	108,0	110	-	25
220	210	220	7	11	18	50,5	6,43	54,1	515	91,7	19,5	178	55,1	286	284	193,3	120	-	25
240	230	240	7,5	12	21	60,3	7,68	77,6	675	101	27,7	231	60,0	417	372	328,5	94	35	25
260	250	260	7,5	12,5	24	68,2	8,68	104,5	836	110	36,7	282	65,0	526	460	516,4	100	40	25
280	270	280	8	13	24	76,4	9,73	136,7	1010	119	47,6	340	70,0	624	556	785,4	110	45	25
300	290	300	8,5	14	27	88,3	11,2	182,6	1260	127	63,1	421	74,9	856	692	1200	120	45	28
320	310	300	9	15,5	27	97,6	12,4	229,3	1480	136	69,9	466	74,9	1080	814	1512	120	45	28
340	330	300	9,5	16,5	27	105	13,3	276,9	1680	144	74,4	496	74,6	1280	925	1824	120	45	28
360	350	300	10	17,5	27	112	14,3	330,9	1890	152	78,9	526	74,3	1490	1040	2177	120	45	28
400	390	300	11	19	27	125	15,9	450,7	2310	168	85,6	571	73,4	1900	1280	2942	120	45	28
450	440	300	11,5	21	27	140	17,8	637,2	2900	189	94,7	631	72,9	2450	1610	4148	120	45	28
500	490	300	12	23	27	155	19,8	869,7	3550	210	103,7	691	72,4	3100	1970	5643	120	45	28
550	540	300	12,5	24	27	166	21,2	1119	4150	230	108,2	721	71,5	3530	2310	7189	120	45	28
600	590	300	13	25	27	178	22,6	1412	4790	250	112,7	751	70,5	3990	2680	8978	120	45	28
650	640	300	13,5	26	27	190	24,2	1752	5470	269	117,2	782	69,7	4500	3070	11027	120	45	28
700	690	300	14,5	27	27	204	26,0	2153	6240	288	121,8	812	68,4	5150	3520	13352	120	45	28
800	790	300	15	28	30	224	28,6	3034	7680	326	126,4	843	66,5	5990	4350	18290	130	40	28
900	890	300	16	30	30	252	32,0	4221	9480	363	135,5	903	65,0	7390	5410	24962	130	40	28
1000	990	300	16,5	31	30	272	34,7	5538	11190	400	140,0	934	63,5	8250	6410	32074	130	40	28

$$\begin{aligned}
 A &:= 28.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 & C_w &:= 18290 \cdot 10^9 \text{ mm}^6 & I_T &:= 5990 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \\
 L &:= 15000 \text{ mm} & h &:= 790 \text{ mm} & b &:= 300 \text{ mm} & t_w &:= 15 \text{ mm} & t_f &:= 28 \text{ mm} \\
 r &:= 30 \text{ mm} & m_B &:= 224 \frac{\text{kg}}{\text{m}} & S_y &:= 4350 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 & I_z &:= 126.4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
 \gamma_{M0} &:= 1.05 & f_y &:= 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} & f_d &:= \frac{f_y}{\gamma_{M0}} & I_y &:= 3034 \cdot 10^6 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Lastfaktorer brudd: $\gamma_G := 1.15$ Permanent $\gamma_Q := 1.40$ Variable

Egenvekt bjelke ser man fra blåtabellen, valgt HE-A 800 veier 224 kg/m.

$$\begin{aligned}
 q_{Bjelke} &:= m_B \cdot g \cdot \gamma_G = 2.526 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 M_{Bjelke.Ed} &:= \frac{q_{Bjelke} \cdot L^2}{8} = 71.049 \text{ kN} \cdot \text{m} & q_{Bjelke} \cdot 2 &= 5.052 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\
 V_{Bjelke.Ed} &:= \frac{q_{Bjelke} \cdot L}{2} = 18.946 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Skjær og moment pga dekke:

Beregnet manuelt

$$b_1 := 75 \text{ mm} \quad h_1 := 200 \text{ mm} \quad l_1 := \frac{5.5 \text{ m} \cdot 2 + 3.3 \text{ m} \cdot 6}{8} = 3.85 \text{ m} \quad \text{Antall} := \frac{8}{\text{m}}$$

$$V_1 := b_1 \cdot h_1 \cdot l_1 \cdot \text{Antall} = 0.462 \frac{\text{m}^3}{\text{m}}$$

Langsgående:

$$b_3 := 150 \text{ mm} \quad h_3 := 75 \text{ mm} \quad l_3 := 1000 \text{ mm} \quad \text{Antall}_3 := \frac{3300 \text{ mm}}{\text{m}}$$

$$V_3 := b_3 \cdot h_3 \cdot l_3 \cdot \text{Antall}_3 = 0.248 \frac{\text{m}^3}{\text{m}}$$

Rekkverk: 850mm høy, 45 grader avstiver:

$$\text{Avstiver} := \left((850 \text{ mm})^2 + (850 \text{ mm})^2 \right)^{0.5} = 1.202 \text{ m}$$

$$b_4 := 98 \text{ mm} \quad h_4 := 98 \text{ mm} \quad l_4 := 850 \text{ mm} + \text{Avstiver} = 2.052 \text{ m} \quad \text{Antall}_4 := \frac{4}{\text{m}}$$

$$V_4 := b_4 \cdot h_4 \cdot l_4 \cdot \text{Antall}_4 = 0.079 \frac{\text{m}^3}{\text{m}}$$

$$\text{Voldekke} := V_1 + V_3 + V_4 = 0.788 \frac{\text{m}^3}{\text{m}} \quad \rho_{\text{tre}} := 420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$q_{\text{dekke}} := \text{Voldekke} \cdot \rho_{\text{tre}} \cdot g \cdot \gamma_G = 3.734 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{b.\text{Dekke.Ed}} := \left(\frac{q_{\text{dekke}} \cdot L^2}{8} \right) \cdot \frac{1}{2} = 52.51 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{A.\text{dekke.Ed}} := \frac{q_{\text{dekke}} \cdot L}{2} \cdot \frac{1}{2} = 14.003 \text{ kN}$$

$$p_{z.\text{dekke}} := \frac{q_{\text{dekke}} + 2 \cdot q_{\text{Bjelke}}}{3 \text{ m}} = 2.929 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \frac{2 \cdot q_{\text{Bjelke}}}{3} = 1.684 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Fordeler egenvekten slik at det kalkuleres per bjelke og får totalt moment og skjær fra dekke per bjelke:

$$M_{\text{Ed.perm}} := M_{b.\text{Dekke.Ed}} + M_{\text{Bjelke.Ed}} = 123.559 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

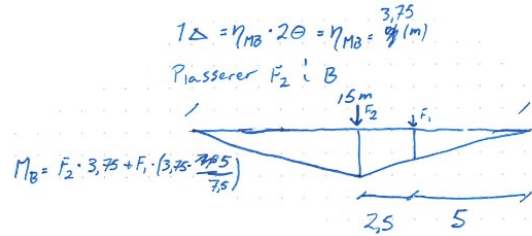
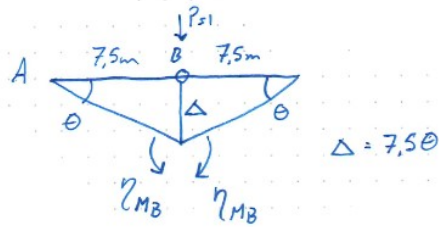
$$V_{A.\text{Ed.Perm}} := V_{A.\text{dekke.Ed}} + V_{\text{Bjelke.Ed}} = 32.949 \text{ kN}$$

Kjøretøy på bru: Sjekker for Bkl 8

Boggilast - Bruddlast

Deler på to bjelker: $n := 2$

$$F_1 := \gamma_Q \frac{112}{n} \cdot \text{kN} \quad F_2 := \gamma_Q \cdot \frac{40}{n} \text{ kN} \quad X_2 := 1200 \text{ mm} \quad \theta := 1 \quad \Delta := 7500 \cdot \theta \cdot \text{mm}$$



$$\Gamma := 0 \text{ m}$$

$$\eta_{MB} := \frac{\Delta}{2} = 3.75 \text{ m}$$

$$A := \text{if} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m} \quad B := \text{if} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 6.3 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} + \Gamma \right) \end{array} \right. \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 + \Gamma \right) \end{array} \right.$$

$$\text{Test} := \text{if} (A - B) \geq X_2 = 1.2 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} A - B \\ \text{else} \\ \text{return} \frac{L}{2} - A + \frac{L}{2} - B \end{array} \right.$$

$$M_B := F_1 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{A}{\left(\frac{L}{2}\right)} + F_2 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{B}{\left(\frac{L}{2}\right)} + M_{Ed.perm} = 505.759 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_A := \frac{F_1 \cdot (L) + F_2 \cdot (L - X_2)}{L} + V_{A.Ed.Perm} = 137.109 \text{ kN}$$

Trippelboggi - Bruddlast

Deler på to bjelker: $n := 2$

$$F_1 := \gamma_Q \frac{84}{n} \cdot \text{kN} \quad F_2 := \gamma_Q \cdot \frac{50}{n} \text{ kN} \quad X_2 := 1200 \text{ mm} \quad \theta := 1 \quad \Delta := 7500 \cdot \theta \cdot \text{mm}$$

$$\eta_{MB} := \frac{\Delta}{2} = 3.75 \text{ m} \quad \Gamma := 0 \text{ m}$$

$$A := \text{if} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m} \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} + \Gamma \right) \end{array} \right.$$

$$B := \text{if} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 6.3 \text{ m} \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 + \Gamma \right) \end{array} \right.$$

$$\text{Test} := \text{if} (A - B) \geq X_2 = 1.2 \text{ m} \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return} A - B \\ \text{else} \\ \text{return} \frac{L}{2} - A + \frac{L}{2} - B \end{array} \right.$$

$$M_{B1} := F_1 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{A}{\left(\frac{L}{2}\right)} + 2 F_2 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{B}{\left(\frac{L}{2}\right)} + M_{Ed.perm} = 564.559 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Beregner maks skjær ved å flytte lasten nærmere opplageret:

$$V_{A1} := \frac{F_2 \cdot L + F_1 \cdot (L - X_2) + F_2 \cdot (L - 2 \cdot X_2)}{L} + V_{A.Ed.Perm} = 151.445 \text{ kN}$$



Laster og moment per bjelke fra Robot ovenfor og skjærdiagram under, maks moment blir 564.23kNm og maks skjær blir 151.29kN etter beregninger i Robot.



Kjøretøylast - Bruddlast

Deler på to bjelker: $n := 2$

$$F_1 := \gamma_Q \frac{32}{n} \cdot \text{kN} = 22.4 \text{ kN} \quad F_2 := \gamma_Q \cdot \frac{0}{n} \text{ kN} \quad X_2 := 0 \text{ mm} \quad \theta := 1 \quad \Delta := 7500 \cdot \theta \cdot \text{mm}$$

$$\eta_{MB} := \frac{\Delta}{2} = 3.75 \text{ m} \quad \Gamma := 0 \text{ m}$$

$$A := \text{if} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m} \quad B := \text{if} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} + \Gamma \right) \end{array} \right. \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 + \Gamma \right) \end{array} \right.$$

$$M_{B1} := F_1 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{A}{\left(\frac{L}{2} \right)} + 2 F_2 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{B}{\left(\frac{L}{2} \right)} = 84 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Test} := \text{if} \left(A - B \geq X_2 \right) = 0 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} A - B \\ \text{else} \\ \text{return} \frac{L}{2} - A + \frac{L}{2} - B \end{array} \right.$$

Ugunstigste stilling i senter

$$c := 7000 \text{ mm} \quad b := \frac{L - c}{2} \quad a := b = 4 \text{ m}$$

$$q := \left(\gamma_Q \cdot 220 \frac{\text{kN}}{\text{c}} \right) \cdot \frac{1}{2} = 22 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{ok}$$

$$A := \frac{q \cdot c \cdot (2 \cdot b + c)}{2 \cdot L} = 77 \text{ kN} \quad \text{ok}$$

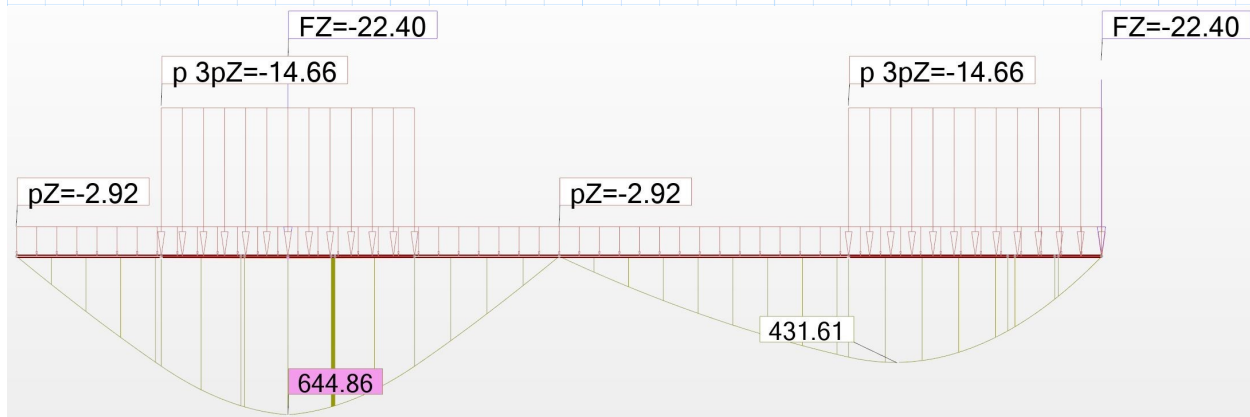
Lasten virker midt på bjelken med en utstrekning på 7m

$$M := \frac{A^2}{2 \cdot q} + A \cdot a = 442.75 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad x := a + \frac{A}{q} = 7.5 \text{ m}$$

Totalt moment midt i bjelken:

$$M_{B1} := M_{B1} + M + M_{Ed.perm} = 650.309 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dette stemmer omtrentlig overens med resultater fra Robot. Det blir noen forskjellige verdier, men disse ansees som neglisjerbare.



Skjærkraft kjøretøylast Bk8:

$$V_{A1} := \frac{F_1 \cdot (L)}{L} = 22.4 \text{ kN}$$

$$V_{A2} := \frac{q \cdot c}{L} \cdot \left(L - \frac{c}{2} \right) = 118.067 \text{ kN}$$

$$V_{A.Ed.Perm} = 32.949 \text{ kN}$$

$$V := V_{A1} + V_{A2} + V_{A.Ed.Perm} = 173.416 \text{ kN}$$

Som man ser av diagrammene både på forrige side og nedenfor stemmer både skjær og moment godt nok overens med robot sin utregning. Total skjærkraft ved opplager kommer i situasjon med kjøretøylast ved opplager som er 2 ganger skjærkraft opptredende i bjelken.

Total kraft på opplager: $V \cdot 2 = 346.831 \text{ kN}$



Vognlast - Bruddlast BK 8

Deler på to bjelker: $n := 2$

$$F_1 := \gamma_Q \frac{32}{n} \cdot \text{kN} = 22.4 \text{ kN} \quad F_2 := \gamma_Q \cdot \frac{0}{n} \text{ kN} \quad X_2 := 0 \text{ mm} \quad \theta := 1 \quad \Delta := 7500 \cdot \theta \cdot \text{mm}$$

$$\eta_{MB} := \frac{\Delta}{2} = 3.75 \text{ m} \quad A := \text{if} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m} \quad B := \text{if} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m}$$

$$\Gamma := 0 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} + \Gamma \right) \end{array} \right\|$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 + \Gamma \right) \end{array} \right\|$$

$$M_{B1} := F_1 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{A}{\left(\frac{L}{2} \right)} + 2 F_2 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{B}{\left(\frac{L}{2} \right)} = 84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Test} := \text{if} \left(A - B \geq X_2 \right) = 0 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} A - B \\ \text{else} \\ \text{return} \frac{L}{2} - A + \frac{L}{2} - B \end{array} \right\|$$

Ugunstigste stilling i senter

$$c := 16 \text{ m} \quad b := \frac{L - c}{2} \quad a := b = -0.5 \text{ m}$$

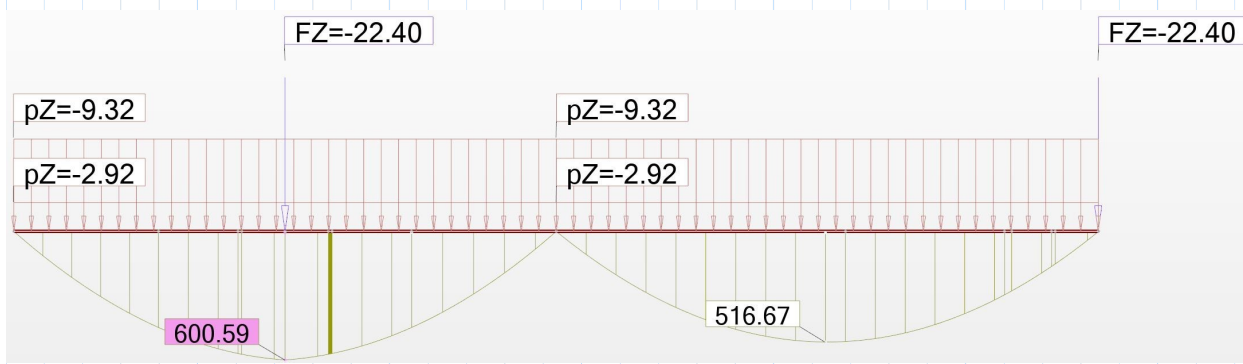
$$q := \left(\gamma_Q \cdot 320 \frac{\text{kN}}{16 \text{ m}} \right) \cdot \frac{1}{2} = 14 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad M := \frac{q \cdot L^2}{8}$$

Lasten virker midt på bjelken med en utstrekning på 16m dermed spenner denne over hele bjelken.

Totalt moment midt i bjelken:

$$M_{B1} := M_{B1} + M + M_{Ed.perm} = 601.309 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dette stemmer ganske nøyaktig overens med verdier beregnet i Robot.



Skjærkraft vogntoglast Bk8:

$$V_{A1} := \frac{F_1 \cdot (L)}{L} = 22.4 \text{ kN}$$

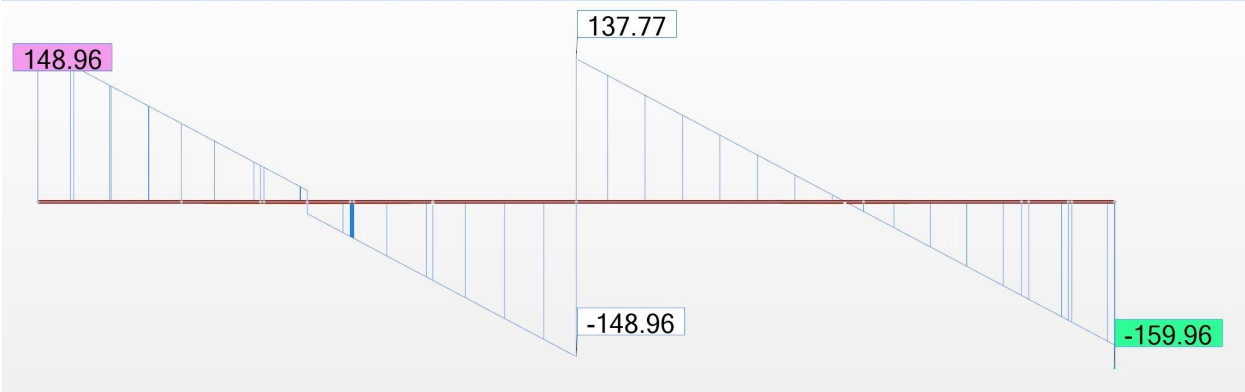
$$V_{A2} := \frac{q \cdot c}{L} \cdot \left(L - \frac{c}{2} \right) = 104.533 \text{ kN}$$

$$V_{A.Ed.Perm} = 32.949 \text{ kN}$$

$$V := V_{A1} + V_{A2} + V_{A.Ed.Perm} = 159.882 \text{ kN}$$

Det viser seg at den dimensjonerende verdien for både skjær og moment bestemmes fra kjøretøylast, dette kommer antageligvis av at utstrekningen på den jevnt fordelte lasten er lengre enn spennet for vogntoglast (16m) enn for kjøretøylast (7m).

Total kraft på opplager: $V \cdot 2 = 319.765 \text{ kN}$



Kjøretøylast - Bruddlast BK 10

Deler på to bjelker: $n := 2$

$$F_1 := \gamma_Q \frac{40}{n} \cdot \text{kN} = 28 \text{ kN} \quad F_2 := \gamma_Q \cdot \frac{0}{n} \text{ kN} \quad X_2 := 0 \text{ mm} \quad \theta := 1 \quad \Delta := 7500 \cdot \theta \cdot \text{mm}$$

$$\eta_{MB} := \frac{\Delta}{2} = 3.75 \text{ m} \quad \Gamma := 0 \text{ m}$$

$$A := \text{if} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m} \quad B := \text{if} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} & \left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} + \Gamma \right) \end{array} \right. & \left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 + \Gamma \right) \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$M_{B1} := F_1 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{A}{\left(\frac{L}{2} \right)} + 2 F_2 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{B}{\left(\frac{L}{2} \right)} = 105 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Test} := \text{if} \left((A - B) \geq X_2 \right) = 0 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} A - B \\ \text{else} \\ \text{return} \frac{L}{2} - A + \frac{L}{2} - B \end{array} \right.$$

Ugunstigste stilling i senter

$$c := 7000 \text{ mm} \quad b := \frac{L - c}{2} \quad a := b = 4 \text{ m}$$

$$q := \left(\gamma_Q \cdot 300 \frac{\text{kN}}{\text{c}} \right) \cdot \frac{1}{2} = 30 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{ok}$$

$$A := \frac{q \cdot c \cdot (2 \cdot b + c)}{2 \cdot L} = 105 \text{ kN} \quad \text{ok}$$

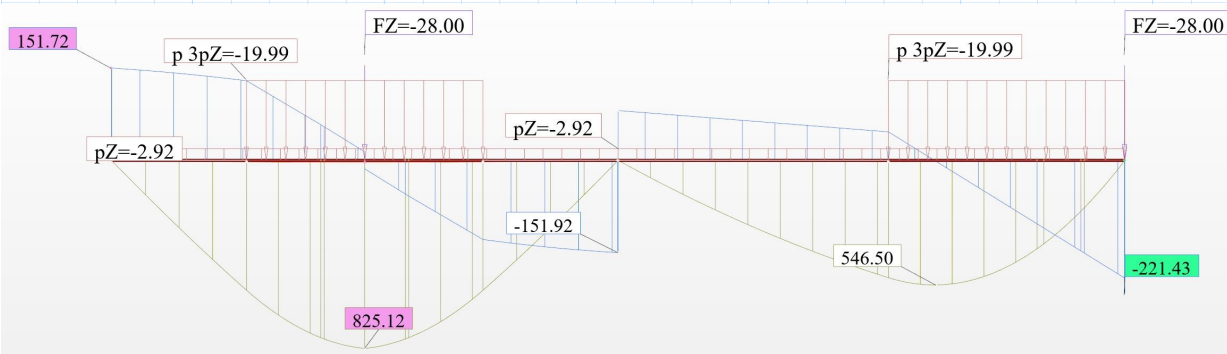
Lasten virker midt på bjelken med en utstrekning på 7m

$$M := \frac{A^2}{2 \cdot q} + A \cdot a = 603.75 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad x := a + \frac{A}{q} = 7.5 \text{ m}$$

Totalt moment midt i bjelken:

$$M_{B1} := M_{B1} + M + M_{Ed,perm} = 832.309 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dette stemmer omtrentlig overens med resultater fra Robot. Det blir noen forskjellige verdier, men disse ansees som neglisjerbare.



Skjærkraft kjøretøylast Bk10:

$$V_{A1} := \frac{F_1 \cdot (L)}{L} = 28 \text{ kN}$$

$$V_{A2} := \frac{q \cdot c}{L} \cdot \left(L - \frac{c}{2} \right) = 161 \text{ kN}$$

$$V_{A.Ed.Perm} = 32.949 \text{ kN}$$

$$V := V_{A1} + V_{A2} + V_{A.Ed.Perm} = 221.949 \text{ kN}$$

Som man ser av diagrammene på forrige side at både skjær og moment stemmer godt nok overens med robot sin utregning. Total skjærkraft ved opplager kommer i situasjon med kjøretøylast ved opplager som er 2 ganger skjærkraft opptredende i bjelken.

Total kraft på opplager: $V \cdot 2 = 443.898 \text{ kN}$

Vogntoglast - Bruddlast Bk 10

Deler på to bjelker: $n := 2$

$$F_1 := \gamma_Q \frac{40}{n} \cdot \text{kN} = 28 \text{ kN} \quad F_2 := \gamma_Q \cdot \frac{0}{n} \text{ kN} \quad X_2 := 0 \text{ mm} \quad \theta := 1 \quad \Delta := 7500 \cdot \theta \cdot \text{mm}$$

$$\eta_{MB} := \frac{\Delta}{2} = 3.75 \text{ m} \quad A := \text{if} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m} \quad B := \text{if} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \leq \frac{L}{2} \right) = 7.5 \text{ m}$$

$$\Gamma := 0 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} + \Gamma \right) \end{array} \right\| \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 - \Gamma \right) \\ \text{else} \\ \text{return} \left(\frac{L}{2} - X_2 + \Gamma \right) \end{array} \right\|$$

$$M_{B1} := F_1 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{A}{\left(\frac{L}{2} \right)} + 2 F_2 \cdot \eta_{MB} \cdot \frac{B}{\left(\frac{L}{2} \right)} = 105 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Test} := \text{if} \left(A - B \geq X_2 \right) = 0 \text{ m}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} A - B \\ \text{else} \\ \text{return} \frac{L}{2} - A + \frac{L}{2} - B \end{array} \right\|$$

Ugunstigste stilling i senter

$$c := 16 \text{ m} \quad b := \frac{L - c}{2} \quad a := b = -0.5 \text{ m}$$

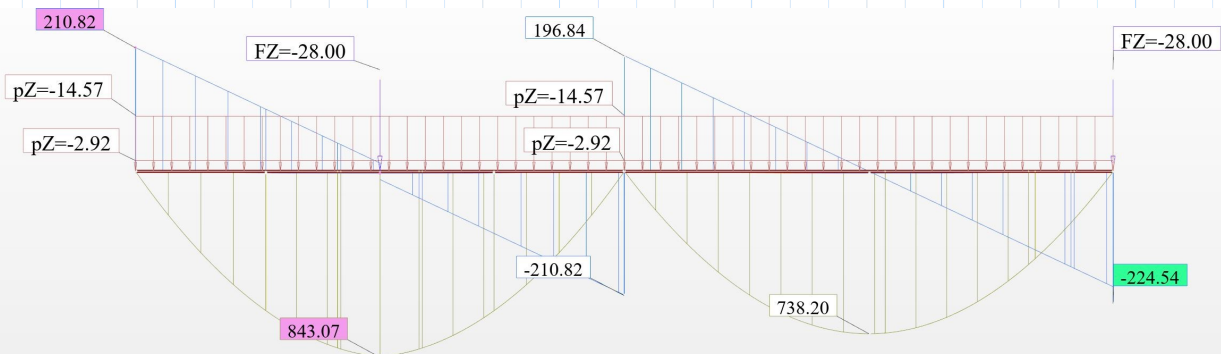
$$q := \left(\gamma_Q \cdot 500 \frac{\text{kN}}{16 \text{ m}} \right) \cdot \frac{1}{2} = 21.875 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad M := \frac{q \cdot L^2}{8}$$

Lasten virker midt på bjelken med en utstrekning på 16m dermed spenner denne over hele bjelken.

Totalt moment midt i bjelken:

$$M_{B1} := M_{B1} + M + M_{Ed.perm} = 843.793 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dette stemmer ganske nøyaktig overens med verdier beregnet i Robot og blir dimensjonerende da den er høyere enn kjøretøylast både ved manuelle og programmerte beregninger.



Skjærkraft vogntoglast Bk8:

$$V_{A1} := \frac{F_1 \cdot (L)}{L} = 28 \text{ kN}$$

$$V_{A2} := \frac{q \cdot c}{L} \cdot \left(L - \frac{c}{2} \right) = 163.333 \text{ kN}$$

$$V_{A.Ed.Perm} = 32.949 \text{ kN}$$

$$V := V_{A1} + V_{A2} + V_{A.Ed.Perm} = 224.282 \text{ kN}$$

Det viser seg at den dimensjonerende verdien for både skjær og moment bestemmes fra kjøretøylast, dette kommer antageligvis av at utstrekningen på den jevnt fordelte lasten er lengre enn spennet for vogntoglast (16m) enn for kjøretøylast (7m).

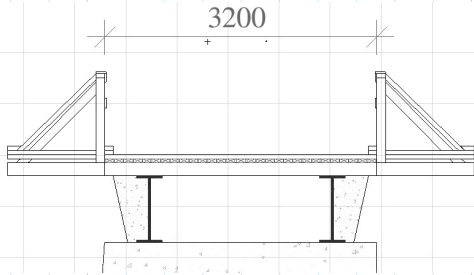
Total kraft på opplager: $V \cdot 2 = 448.565 \text{ kN}$

Snølast, OBS! skal ignoreres pga ingen overbygg!

Etter tabell NA.4.1 (901) -
Karakteristisk snølast på
mark for kommuner og
svalbard i NS-En 1991-1-3

$$\text{finnes } S_{k0} := 6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

for Tromsø kommune



Etter å ha snakket med
Arnold Leif Hauan vet vi at
det blir brøytet regelmessig
på brua, dermed kan man se
bort ifra snølast. Det blir
beregnet alikevel ettersom
det kan forekomme at det
ikke brøytes en vilkårlig
vinter.

Kjørebredden endret til 3.3m

$$B := 3300 \text{ mm} \quad L = 15000 \text{ mm}$$

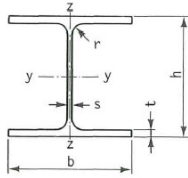
$$S_{k0} := 6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_s := S_{k0} \cdot B = 19.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{B.sne} := \frac{q_s \cdot L^2}{8} = 556.875 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

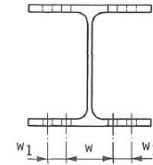
$$V_{A.sne} := \frac{q_s \cdot L}{2} = 148.5 \text{ kN}$$

Sløyfes da det ikke skal beregnes snølast for
bruer uten overbygning etter pkt 5.4.2 HB N400



Dimensjoner etter NS-EN 10 034
Materiale etter NS-EN 10 025

Betegnelse f.eks.: Bjelke NS-EN 10 034 HE 360 A
Stål NS-EN 10 025

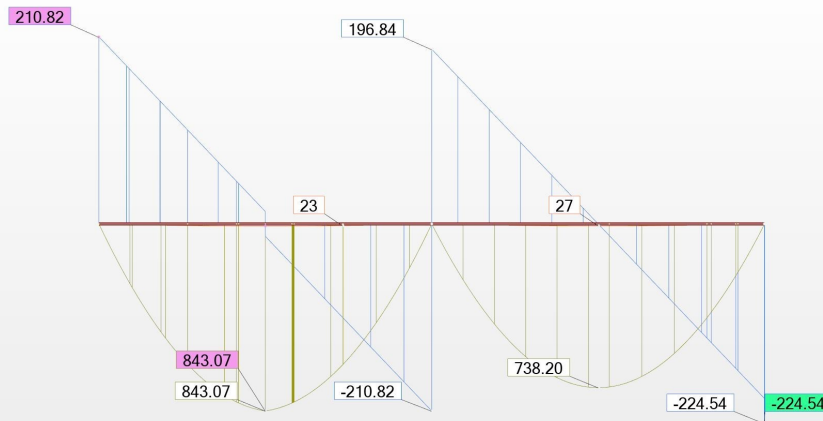


HE-A	Dimensjoner (mål i mm)					Masse kg/m	A ·10 ⁻³ mm ²	y - y			z - z			I _T ·10 ⁻³ mm ⁴	S _y ·10 ⁻³ mm ³	C _w ·10 ⁻⁹ mm ⁶	Hullavstand / hulldiam. (i mm)		
	h	b	s	t	r			I·10 ⁻⁶ mm ⁴	W·10 ⁻³ mm ³	i	I·10 ⁻⁶ mm ⁴	W·10 ⁻³ mm ³	i				w	w ₁	d
	100	96	100	5	8			12	16,7	2,12	3,49	72,8	40,6				1,34	26,8	25,1
120	114	120	5	8	12	19,9	2,53	6,06	106	48,9	2,31	38,5	30,2	60,2	59,7	6,472	66	-	17
140	133	140	5,5	8,5	12	24,7	3,14	10,3	155	57,3	3,89	55,6	35,2	81,6	86,7	15,06	76	-	21
160	152	160	6	9	15	30,4	3,88	16,7	220	65,7	6,16	76,9	39,8	123	123	31,41	86	-	23
180	171	180	6	9,5	15	35,5	4,53	25,1	294	74,5	9,25	103	45,2	149	162	60,21	100	-	25
200	190	200	6,5	10	18	42,3	5,38	36,9	389	82,8	13,4	134	49,8	211	215	108,0	110	-	25
220	210	220	7	11	18	50,5	6,43	54,1	515	91,7	19,5	178	55,1	286	284	193,3	120	-	25
240	230	240	7,5	12	21	60,3	7,68	77,6	675	101	27,7	231	60,0	417	372	328,5	94	35	25
260	250	260	7,5	12,5	24	68,2	8,68	104,5	836	110	36,7	282	65,0	526	460	516,4	100	40	25
280	270	280	8	13	24	76,4	9,73	136,7	1010	119	47,6	340	70,0	624	556	785,4	110	45	25
300	290	300	8,5	14	27	88,3	11,2	182,6	1260	127	63,1	421	74,9	856	692	1200	120	45	28
320	310	300	9	15,5	27	97,6	12,4	229,3	1480	136	69,9	466	74,9	1080	814	1512	120	45	28
340	330	300	9,5	16,5	27	105	13,3	276,9	1680	144	74,4	496	74,6	1280	925	1824	120	45	28
360	350	300	10	17,5	27	112	14,3	330,9	1890	152	78,9	526	74,3	1490	1040	2177	120	45	28
400	390	300	11	19	27	125	15,9	450,7	2310	168	85,6	571	73,4	1900	1280	2942	120	45	28
450	440	300	11,5	21	27	140	17,8	637,2	2900	189	94,7	631	72,9	2450	1610	4148	120	45	28
500	490	300	12	23	27	155	19,8	869,7	3550	210	103,7	691	72,4	3100	1970	5643	120	45	28
550	540	300	12,5	24	27	166	21,2	1119	4150	230	108,2	721	71,5	3530	2310	7189	120	45	28
600	590	300	13	25	27	178	22,6	1412	4790	250	112,7	751	70,5	3990	2680	8978	120	45	28
650	640	300	13,5	26	27	190	24,2	1752	5470	269	117,2	782	69,7	4500	3070	11027	120	45	28
700	690	300	14,5	27	27	204	26,0	2153	6240	288	121,8	812	68,4	5150	3520	13352	120	45	28
800	790	300	15	28	30	224	28,6	3034	7680	326	126,4	843	66,5	5990	4350	18290	130	40	28
900	890	300	16	30	30	252	32,0	4221	9480	363	135,5	903	65,0	7390	5410	24962	130	40	28
1000	990	300	16,5	31	30	272	34,7	5538	11190	400	140,0	934	63,5	8250	6410	32074	130	40	28

$A := 28.6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$ $C_w := 18290 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$ $I_T := 5990 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$
 $L := 15000 \text{ mm}$ $h := 790 \text{ mm}$ $b := 300 \text{ mm}$ $t_w := 15 \text{ mm}$ $t_f := 28 \text{ mm}$
 $r := 30 \text{ mm}$ $m_B := 224 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ $S_y := 4350 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ $I_z := 126.4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
 Lastfaktorer brudd: $\gamma_G := 1.15$ Permanent $\gamma_Q := 1.40$ Variable

Vogtoglester for Bk10 blir dimensjonerende, setter disse som opptredende.
Lastene hentes direkte ut fra Robot da Robot viser tilfredsstillende enighet med manuelle beregninger.

$V_{z.Ed} := 224.54 \text{ kN}$ $M_{y.Ed} := 843.07 \text{ kN} \cdot \text{m}$



Moment og skjær etter laster Bk10 Vogtoglest

Tverrsnittsklasse etter tabell 5.1 NS 93-1-1
(VEd og My,Ed definert for kjøretøylast i bruddlasttilfelle)

$$f_y := 355 \frac{N}{mm^2} \quad f_d := \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad c := \frac{b}{2} - r = 120 \text{ mm} \quad b = 300 \text{ mm}$$

$$t_f = 28 \text{ mm}$$

$$\varepsilon := \sqrt[2]{\frac{235 \frac{N}{mm^2}}{f_y}} = 0.814$$

Sjekker Tverrsnittsklasse

$$\begin{aligned} &\text{if } \frac{c}{t_f} \leq 9 \cdot \varepsilon && = 1 \\ &\quad \parallel \text{return 1} \\ &\text{else if } \frac{c}{t_f} \leq 10 \cdot \varepsilon \\ &\quad \parallel \text{return 2} \\ &\text{else if } \frac{c}{t_f} \leq 14 \cdot \varepsilon \\ &\quad \parallel \text{return 3} \end{aligned}$$

Dim Moment etter Tvkl 1:

$$W_{pl} := 2 \cdot S_y$$

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

$$(6.13) \quad M_{c.Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 2941.429 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{if } \frac{M_{y.Ed}}{2 \cdot M_{c.Rd}} \leq 1 \quad = \text{"OK"}$$

$$(6.12) \quad \frac{M_{y.Ed}}{2 \cdot M_{c.Rd}} = 0.143$$

Har to bjelker,
deler derfor
med 2

$$\begin{aligned} &\quad \parallel \text{return "OK"} \\ &\text{else} \\ &\quad \parallel \text{return "IKKE OK"} \end{aligned}$$

Bjolkene er overdimensjonerte etter denne beregningen og spennet, man kan godt gå ned på dimensjon dersom videre beregninger viser liknende resultater.

Dim Skjær etter Tvkl 1:

$$\eta := 1 \quad h_w := h - 2 t_w - 2 r = 700 \text{ mm}$$

$$A_V := \text{if } A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f > \eta \cdot h_w \cdot t_w \mid = 13900 \text{ mm}^2$$

$$\quad \parallel \text{return } A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

$$\quad \text{else}$$

$$\quad \parallel \text{return } \eta \cdot h_w \cdot t_w$$

$$(6.18) \quad V_{Pl.Rd} := \frac{A_V \cdot \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 2713.271 \text{ kN}$$

$$V_{c.Rd} := V_{Pl.Rd}$$

$$(6.17) \quad \frac{V_{z.Ed}}{V_{c.Rd}} = 0.083$$

$$\text{if } \frac{V_{z.Ed}}{V_{c.Rd}} \geq \frac{1}{2} \quad \mid = \text{"Alt ok!"}$$

$$\quad \parallel \text{return "Beregn red mom kapasitet"}$$

$$\quad \text{else}$$

$$\quad \parallel \text{return "Alt ok!"}$$

Vippekapasitet

Vipping med knekkurve if $\frac{h}{b} \leq 2$ = "b" **for sveiste I profiler**

\parallel return "a"

else if $\frac{h}{b} > 2$

\parallel return "b"

$$v := 0.3 \quad \text{Pkt 3.2.6 NS 93-1-1}$$

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

$$I_w := C_w$$

$$W_y := 2 \cdot S_y$$

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 80769.231 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha_{LT} := 0.34 \quad \text{Tabell 6.3 NS 93-1-1}$$

$$\lambda_{LT,0} := 0.4$$

$$\beta := 0.75$$

$$M_{cr.0} := \left(\frac{\pi}{L} \right)^2 \cdot E \cdot I_z \cdot \left(\frac{I_w}{I_z} + \left(\frac{L}{\pi} \right)^2 \cdot \frac{G \cdot I_T}{E \cdot I_z} \right)^{0.5} = 871.488 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Kritisk vippemoment}$$

$$\lambda_{LT} := \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr.0}}} = 1.883 \quad \text{6.56 NS 93-1-1}$$

$$\Phi_{LT} := \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - \lambda_{LT.0}) + \beta \cdot \lambda_{LT}^2 \right)$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{\Phi_{LT} + (\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \lambda_{LT}^2)^{0.5}} = 0.296 \quad \text{(6.56) NS 93-1-1}$$

$$\chi_{LT} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \chi_{LT} \leq \frac{1}{\lambda_{LT}^2} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return } \chi_{LT} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return } \frac{1}{\lambda_{LT}^2} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\| = 0.282 \quad \text{(6.57) NS 93-1-1}$$

$$A_{trykk} := b \cdot t_f + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot t_w \cdot (h - 2 \cdot t_f) \right) = (1.024 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$I_{f.z} := \frac{1}{12} \cdot t_f \cdot b^3 + \frac{1}{12} \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot h \right) \cdot t_w^3 = (6.304 \cdot 10^7) \text{ mm}^4$$

$$i_{f.z} := \left(\frac{I_{f.z}}{A_{trykk}} \right)^{0.5}$$

$$\lambda_{c0} := \lambda_{LT.0} + 0.1 \quad \lambda_1 := \pi \cdot \left(\frac{E}{f_y} \right)^{0.5}$$

$$k_c := 0.94$$

$$L_c := \frac{\lambda_{c0} \cdot M_{c.Rd} \cdot i_{f.z} \cdot \lambda_1}{k_c \cdot \left(\frac{1}{2} M_{y.Ed} \right)} = 22.257 \text{ m}$$

Opptredende moment er beregnet for hele bruene, denne fordeles på to stålbejler dermed halveres denne her. Knekk lengden er 1.63 ganger spennlengden for moment om x-akse, den dimensjonerende kommer fra vind last sammen med 25% bremselast iht HB R412 som gir et simultant moment om z-akse. Knekk kapasiteten beregnes dermed etter NS-EN 1991-1 (6.3.3.(4)) likning (6.61) og (6.62)

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

$$M_{y.Ed} = 843.07 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$(6.55) \text{ NS 93-1-1 } M_{b.Rd} := \chi_{LT} \cdot W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 829.989 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

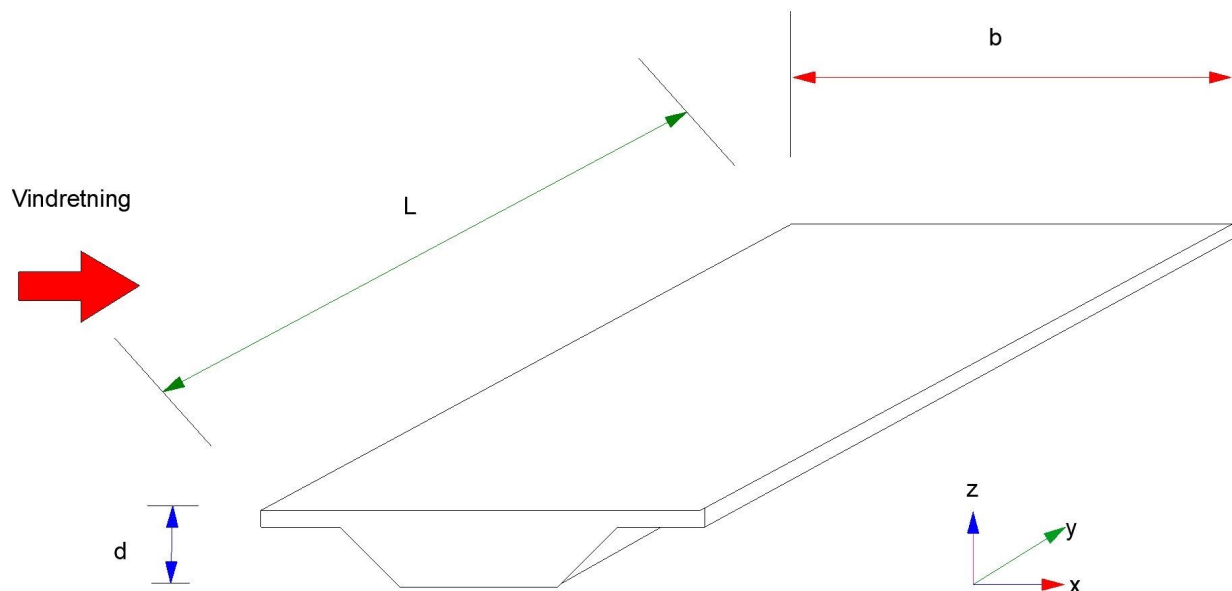
$$\text{Knekkingskapasitet etter 6.3.2.1 NS 93-1: } \frac{M_{y.Ed}}{M_{b.Rd}} = 1.016$$

Skal være mindre enn 1 IKKE OK!

Ettersom knekkingskapasiteten blir dimensjonerende velges det å legge inn minst en avstivning i senter av spennet. Robot viser at kombinasjonen av moment om både x og z gir en instabilitet som kan løses ved å avstive mot vipping minst hver 7.5m. Dette kommer av at det i Robot er beregnet for Bk10 med en vindlastpåkjenning og punktlast i x-retning som beregnet videre i vedlegget.

NS-EN 1991-1-4 Laster på konstruksjoner - Del 1-4 Vindlaster

Kapittel 8 gjelder kun for bruer med fast dybde som består av ett brudekke med ett eller flere spenn.



Figur: Retninger for vindpåvirkninger på bruer, tegnet fra NS-EN 1991-1-4 (Opprinnelig figur 8.2). Sidelast for vind blir beregnet med aksesystem som vist ovenfor, dette gir moment om Z akse for vindpåkjenning.

Referansehastighet for Tromsø kommune er hentet fra referansetabell NA.4(901.1) - Referansevindhastighet $V_{b,0}$ for kommunene.

$$V_{b,0} := 27 \frac{m}{s}$$

Ettersom vi har en 1-feltsbru beregnes $C_{fx,0}$ vha figur 8.3 i NS-EN 1991-1-4. Høyden beregnes fra bunn stålbjelke til topp lastebil.

Brutype a1, b2. b2 med lastebil

$$b := 5000 \text{ mm}$$

$$h_b := 2000 \text{ mm}$$

$$h_{kj} := 4200 \text{ mm}$$

$$h_{rv} := 900 \text{ mm}$$

$$d_{tot} := h_b + h_{kj} - h_{rv} = 5.3 \text{ m} \quad b = 5 \text{ m}$$

$$\frac{b}{d_{tot}} = 0.943 \quad A_{ref,x} := d_{tot} \cdot L = 79.5 \text{ m}^2$$

$$C_{fx,0} := 2.2 \quad \text{Hentet fra diagram}$$

(Se formel 4.10 MERKNAD 2) Luftens densitet: $\rho := 1.25$

Etter stedskart samt tabell 4.1 i NS-EN 1991-1-4 antas terrengkategori II. Kategori II beskrives som område med lav vegetasjon som gress og spredte hindringer (trær, bygninger med avstand minst 20 ganger deres høyde)

$$z_0 := 0.05 \text{ m} \quad z := 1.0 \text{ m} \quad z_{0,ll} := 0.05 \text{ m}$$

Tabell NA.4(901.5) angir årstidsfaktor C season:

$$C_{season} := 1.0$$

Tabell NA.4(901.4) angir retningsfaktoren:

$$C_{dir} := 1.0 \quad C_0 := 1.0$$

$$k_i := 1.0$$

$$(4.1) \quad V_b := C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$$

$$K := 0.2 \quad n := 0.5 \quad (\text{MERKNAD 5 under kapittel 5.2})$$

$$(4.2) \quad C_{prob} := \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1 - \rho))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^n \quad \rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$(4.5) \quad k_r := 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ll}} \right)^{0.07}$$

$$(4.4) \quad C_r := k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$$

$$(4.3) \quad V_m := C_r \cdot C_0 \cdot V_b$$

$$(4.6) \quad \sigma_v := k_r \cdot V_b \cdot k_i$$

$$(4.7) \quad I_v := \frac{\sigma_v}{V_m}$$

$$(4.8) \quad q_p := (1 + 7 \cdot I_v) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2 = 492.53 \text{ Pa}$$

$$(4.10) \quad q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 = 455.625 \text{ Pa}$$

$$(4.9) \quad C_e := \frac{q_p}{q_b}$$

$$C := C_e \cdot C_{fx,0}$$

$$C = 2.378 \quad A_{ref.x} = 79.5 \text{ m}^2 \quad V_b^2 = 729 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Resultankraften fra vinden blir dermed:

$$(8.2) \quad F_W := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref.x} = 86.143 \text{ kN}$$

For å se på påkjenningene til stålbjelkene fordeles kraften på et spenn på 15m samt 2 bjelker:

$$q_{w.Ed.bjelke} := \frac{F_W}{L} \cdot \frac{1}{2} = 2.871 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

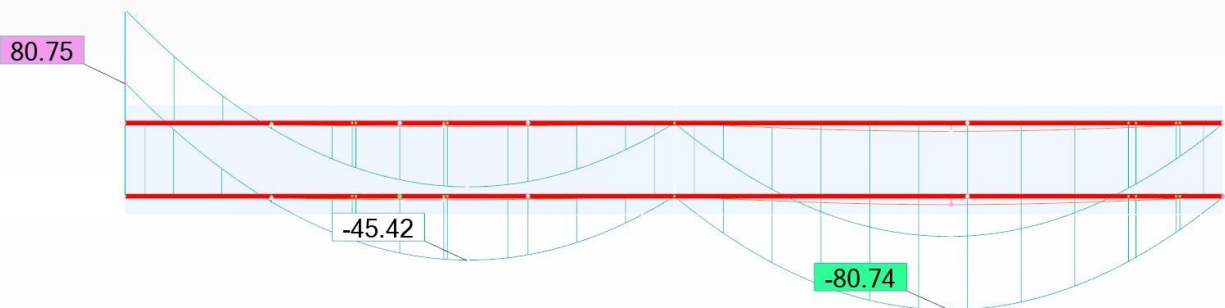
Ved fritt opplagt i x retning får vi følgende momentfordeling, dette vises også på høyre side av figuren nedenfor.

$$M_{z.Ed.bjelke.maks} := \frac{q_{w.Ed.bjelke} \cdot (15 \text{ m})^2}{8} = 80.759 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Ved fastholding av moment om Z ved opplager A får vi en momentfordeling:

$$M_{z.Ed.fast.A} := \frac{9 \cdot q_{w.Ed.bjelke} \cdot L^2}{128} = 45.427 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Ed.fast.maks} := \frac{q_{w.Ed.bjelke} \cdot L^2}{8} = 80.759 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



Bremselast normalt på bruens lengde

For å finne dimensjonerende bremselast benytter vi NS-EN 1991-2:2003 (E) abs. 4.3.1

$$\begin{aligned} \alpha_{Q1} &:= 1.0 & Q_{1k} &:= 300 \text{ kN} & L_{bru} &:= 30 \cdot \text{m} \\ \alpha_{q1} &:= 0.6 & q_{1k} &:= 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & w_1 &:= 5.5 \cdot \text{m} \\ q_{1tot} &:= (\alpha_{q1}) \cdot q_{1k} \cdot L_{bru} = 162 \frac{\text{kN}}{\text{m}} & q_{1k} \cdot \alpha_{q1} &= 5.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

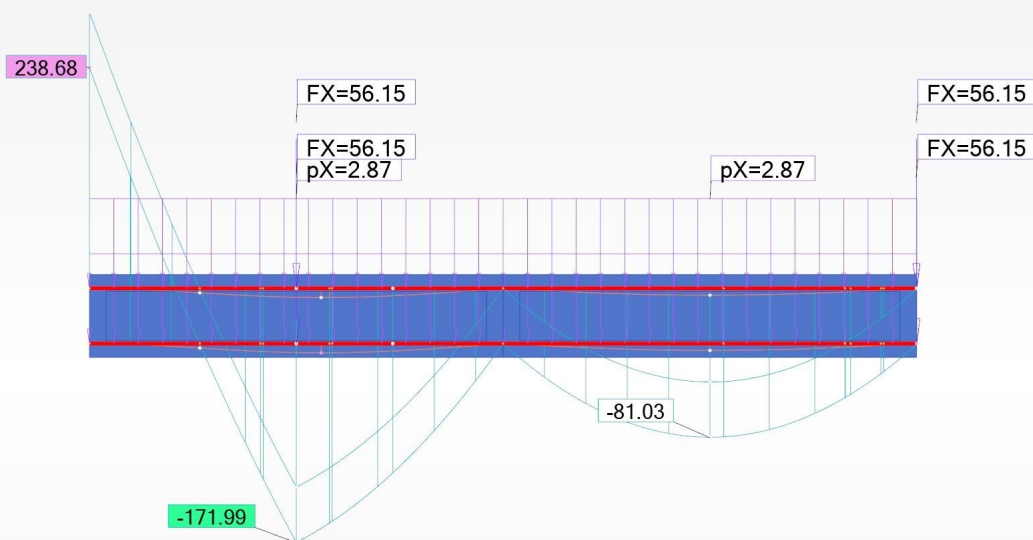
$$(4.6) \quad Q_{ik} := 0.6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L_{bru}$$

$$Q_{ik} = 449.1 \text{ kN}$$

$$F_{x.brem.s.bjelke} := \frac{0.25 \cdot Q_{ik}}{2} = 56.138 \text{ kN}$$

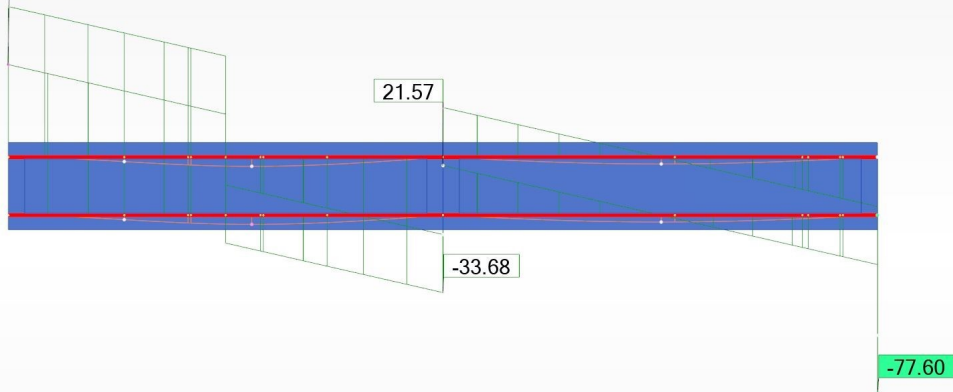
Sidelast beskrives i HB R412: 'Virkningen av skjev eller usymmetrisk bremsing av kjøretøy, sidestøt o.l., beregnes på grunnlag av en vilkårlig plassert horisontallast S=25% av bremselasten ovenfor. Den opptrer samtidig med bremselasten og den tilhørende vertikallast.'

Bremselasten for Bk10 er definert som 300kN, men den er beregnet ihht NS til 450kN. Sistnevnte benyttes i beregningene i Robot.



Som vist av beregningene i Robot er det ugunstig å holde fast opplageret i A mot moment dersom det skal motstå bremsekraft på 56kN midt på spennet.

65.48



Skjærkraften blir ikke spesielt høy, denne er det enkelt nok å dimensjonere for. Grunnen til den høye skjærkraften i akse C er at punktlast fra bremselast står her.

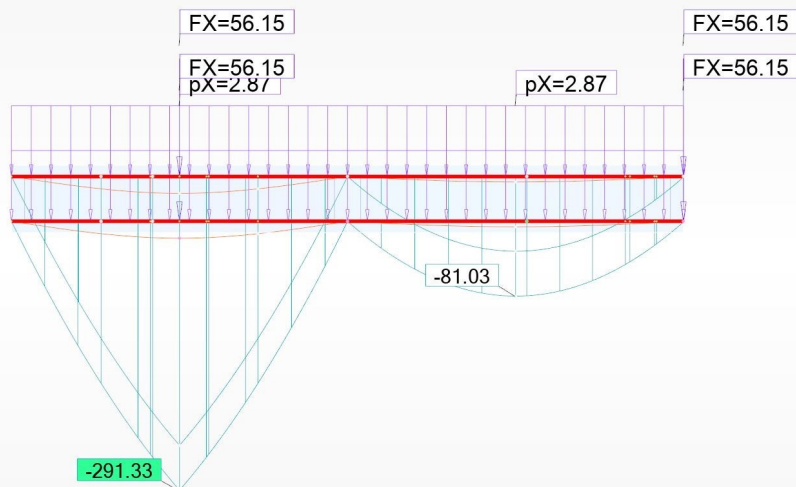
Dersom det er mulig å oppheve momentet i opplageret om Z akse på grunn av vind samt 25% bremselast vil dette være det gunstigste. Dette vises nedenfor.

$$V_{x.Ed} := \frac{q_{w.Ed.bjelke} \cdot L}{2} + F_{x.brems.bjelke} = 77.673 \text{ kN} \quad V_{x.Ed} := \frac{q_{w.Ed.bjelke} \cdot L}{2} = 21.536 \text{ kN}$$

$$M_{z.brems.bjelke} := \frac{F_{x.brems.bjelke} \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^2}{L} = 210.516 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.vind.bjelke} := \frac{q_{w.Ed.bjelke} \cdot (15 \text{ m})^2}{8} = 80.759 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z.Ed} := M_{z.vind.bjelke} + M_{z.brems.bjelke} = 291.275 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



Vippekapasitet med moment om Y og Z

I NS-EN 1993-1-1 punkt 6.3.3(4) står det at «Staver som utsettes for kombinert bøyning og aksialkraft bør oppfylle sølgende:»

$$(6.61) \quad \frac{N_{Ed}}{\left(\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}\right)} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$(6.62) \quad \frac{N_{Ed}}{\left(\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}\right)} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

For verst tenkelige mulige tilfelle av laster bruene kan få i et øyeblikk av sin livslengde har vi følgende scenario:

En stormfull dag blåser det 27m/s sørlig bris, samtidig bremses en sjåfør av et vogntog med angitte laster etter Bk 10 (vogntoglast) opp midt på et av bruspenne med en kraft på 25% i samme retning som vindpåkjenningen, fordi sjåføren får en laks på 25kg inn i førerhuset, da den stakkars fisken i et forsøk på å utføre lett akrobatikk ved å hoppe over bruene ikke så vogntoget komme.

Det beregnes fremdeles per bjelke, og aksialkraften antas å fordeles jevnt utover bæredekket slik at den ikke påvirker i ett og samme punkt.

$$N_{Ed} := \frac{Q_{ik}}{2} = 224.55 \text{ kN}$$

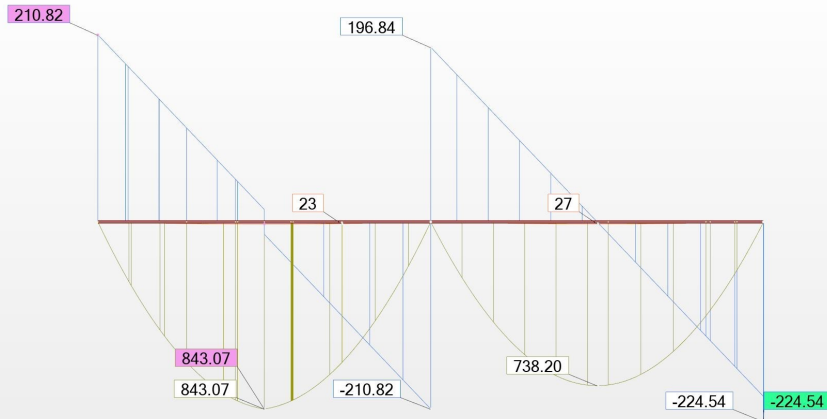
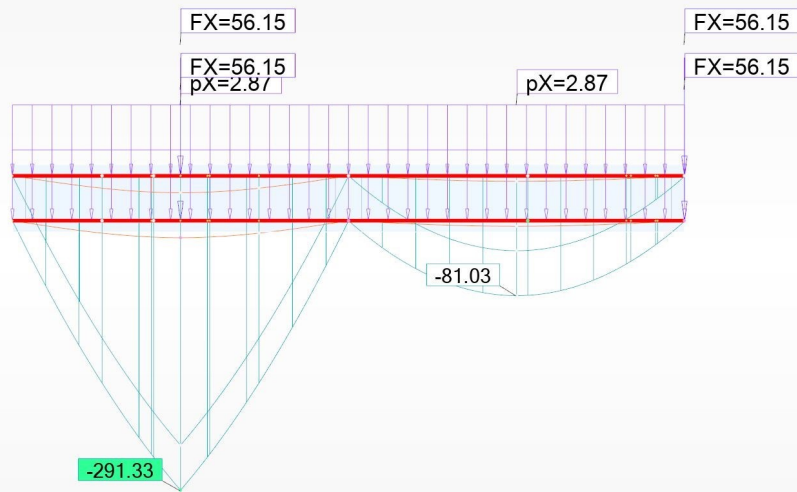
$$F_{x.Ed} := 0.25 \cdot N_{Ed} = 56.138 \text{ kN}$$

$$M_{z.Ed} = 291.275 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{x.Ed} = 21.536 \text{ kN}$$

$$M_{y.Ed} = 843.07 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z.Ed} = 224.54 \text{ kN}$$



Har kombinasjon av punktlast og jevnt fordelt last, interpolerer.

$$M_{y.Fz} := \frac{28 \text{ kN} \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^2}{L} = 105 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{y.q} := \frac{15.625 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L^2}{8} = 439.453 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$P_1 := \frac{M_{y.Fz}}{M_{y.q}} = 0.239 \quad \alpha_h := 0 \quad C_{my} := 0.95 \cdot (1 - P_1) + 0.90 \cdot P_1 = 0.938$$

$$M_{z.Fx} := \frac{F_{x.Ed} \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^2}{L} = 210.516 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z.q} := \frac{2.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot L^2}{8} = 80.719 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$P_2 := \frac{M_{z.q}}{M_{z.Fx}} = 0.383 \quad \alpha_h := 0 \quad C_{mz} := 0.95 \cdot P_2 + 0.90 \cdot (1 - P_2) = 0.919$$

$l_{kz} := 15 \text{ m}$ Her bestemmes kneklengdene

$l_{ky} := 15 \text{ m}$

$$N_{cr.y} := \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_y}{l_{ky}^2} = 27948.088 \text{ kN}$$

$$N_{cr.z} := \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_z}{l_{kz}^2} = 1164.35 \text{ kN}$$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$i_z := \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$(6.52) \lambda_y := \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr.y}}} = 0.603$$

$$\lambda_z := \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr.z}}} = 2.953$$

Knekkurve a for y-y og b for z-z ($h/b := 2.63 > 1.2$ $tf = 28 < 40$)

$$\chi_y := 0.89$$

$$\chi_z := 0.1$$

$$N_{Rk} := \chi_y \cdot f_d \cdot A = 8605.876 \text{ kN}$$

Benytter tabell B.1 i tillegg B i NS-EN 1993-1-1

$$k_{yy} := C_{my} \cdot \left(1 + (\lambda_y - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0.95 \quad \lambda_y \leq 1 \quad k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy}$$

$$k_{zz} := C_{mz} \cdot \left(1 + (2 \cdot \lambda_z - 0.6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) = 2.255 \quad \lambda_z \leq 1 \quad k_{yz} := 0.6 \cdot k_{zz}$$

Da vi har tverrsnittsklasse 1 blir

$$\Delta M_{y.Ed} := 0 \quad \Delta M_{z.Ed} := 0$$

$$W_{y.pl} := 7680 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{z.pl} := 843 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$M_{y.pl.Rd} := f_d \cdot W_{y.pl}$$

$$M_{z.pl.Rd} := f_d \cdot W_{y.pl}$$

$$M_{y.Rk} := M_{y.pl.Rd}$$

$$M_{z.Rk} := M_{z.pl.Rd}$$

$$k_{yy} \cdot \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 1.307$$

$$k_{zy} \cdot \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.954$$

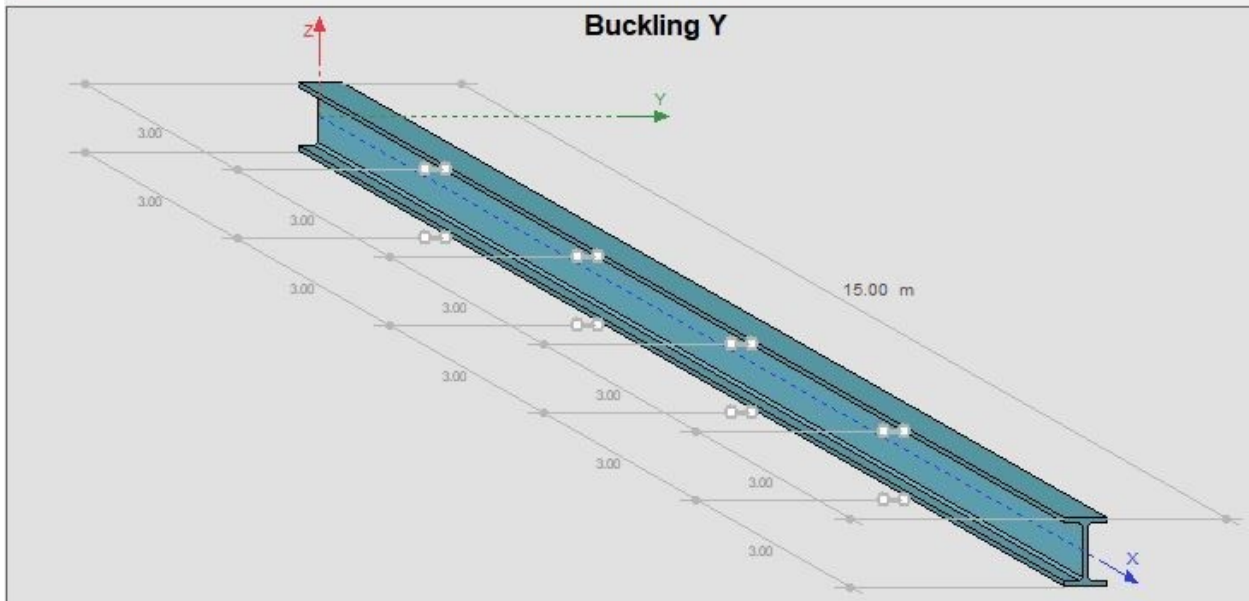
Robot antar: $\chi_{LT} := 0.25$

$$k_{yy} \cdot \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 1.454$$


$$k_{zy} \cdot \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 1.043$$

Robot finner noe høyere verdier enn jeg, programmet kalkulerer også med tilleggsmomentene $\Delta M_{y.Ed}$ og $\Delta M_{z.Ed}$ og får likning 6.61 og 6.62 til å bli 1.87 for alle samlede laster. Dersom jeg motvirker vipping i senter av spennet ved å fastholde øvre flens går denne ned til 1.28 og dersom jeg fastholder hver 5 meter gir Robot 1.09 som svar, bjelken er da utnyttet 109%. Dersom bjelkene fastholdes mot vipping hver 3 meter vil utnyttelsen være 97% for dette ytterst sjeldne forekommende fenomenet. Det anbefales derfor sikring mot vipping hver 3 meter dersom bruksklasse 10 skal være oppfylt.

Internal bracings



RESULTS - Code - NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014



 HEA 800

Bar: 1 Simple bar_1
 Point / Coordinate: 1 / x = 0.50 L = 7.50 m
 Load case: 109 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+3*1.02+2*1.0

Section OK

OK

Simplified results Detailed results

FORCES

$M_{y,Ed} = 843.07 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,Ed} = -291.12 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{y,Ed} = -28.05 \text{ kN}$
$M_{y,pl,Rd} = 2941.41 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 443.68 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 3199.90 \text{ kN}$
$M_{y,c,Rd} = 2941.41 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 443.68 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{z,Ed} = -14.00 \text{ kN}$
		$V_{z,T,Rd} = 2550.68 \text{ kN}$
$M_b,Rd = 2678.74 \text{ kN}^*\text{m}$		$T_{t,Ed} = 11.08 \text{ kN}^*\text{m}$
		Class of section = 1

LATERAL BUCKLING

 $z = 1.00$	$M_{cr} = 8562.85 \text{ kN}^*\text{m}$	Curve,LT - c	$X_{LT} = 0.89$
 $L_{cr,upp} = 3.00 \text{ m}$	$\text{Lam}_{LT} = 0.60$	$f_{l,LT} = 0.68$	$X_{LT,mod} = 0.91$

BUCKLING y



BUCKLING z



SECTION CHECK

$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.74 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $\text{Tau}_{,ty,Ed}/(f_y/(\text{sqrt}(3)*g_{M0})) = 0.27 < 1.00$ (6.2.6)

MEMBER STABILITY CHECK

$M_{y,Ed}/(X_{LT}*M_{y,Rk}/g_{M1}) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.97 < 1.00$ (6.3.3.(4))

Change

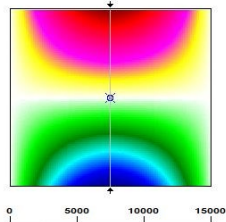
Forces

Detailed

Calc. Note

Parameters

Help



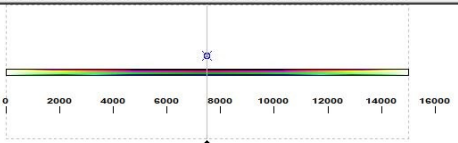
NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014 - Member Verification (ULS) 1

Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case
1 Simple bar_1	HEA 800	S355	890.52	225.56	0.97	109 Vogntoglast Bk

Calc. Note Close Help

Ratio Analysis Map

Calculation points: Division: n = 3, Extremes: none, Additional: none



RESULTS - Code - NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014

HEA 800

Bar: 1 Simple bar_1

Point / Coordinate: 1 / x = 0.50 L = 7.50 m

Load case: 109 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+3*1.02+2*1.0

Simplified results Detailed results

FORCES

$M_{y,Ed} = 843.07 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,Ed} = -291.12 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{y,Ed} = -28.05 \text{ kN}$
$M_{y,pl,Rd} = 2941.41 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 443.68 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 3199.90 \text{ kN}$
$M_{y,c,Rd} = 2941.41 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 443.68 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{z,Ed} = -14.00 \text{ kN}$
		$V_{z,T,Rd} = 2550.68 \text{ kN}$
$M_{b,Rd} = 2678.74 \text{ kN}^*\text{m}$		$T_{t,Ed} = 11.08 \text{ kN}^*\text{m}$
		Class of section = 1

LATERAL BUCKLING

$z = 1.00$ $M_{cr} = 8562.85 \text{ kN}^*\text{m}$ Curve,LT - c $X_{LT} = 0.89$

$L_{cr,upp} = 3.00 \text{ m}$ $\lambda_{m,LT} = 0.60$ $f_{t,LT} = 0.68$ $X_{LT,mod} = 0.91$

BUCKLING y

BUCKLING z

SECTION CHECK

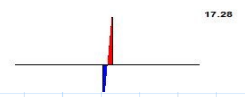
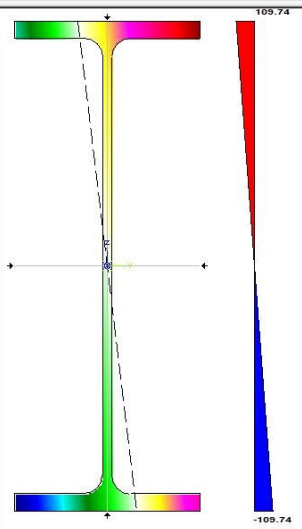
$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 < 1.00 = 0.74 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))

$\tau_{u,ty,Ed}/(\sigma_{tr}(3)^*gM0) = 0.27 < 1.00$ (6.2.6)

MEMBER STABILITY CHECK

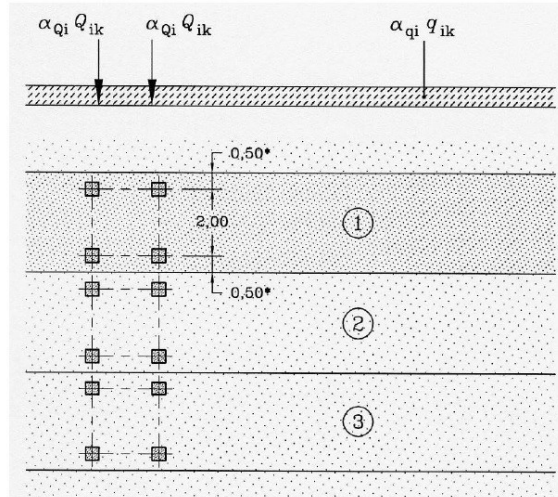
$M_{y,Ed}/(X_{LT}*M_{y,Rk}/gM1) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.97 < 1.00$ (6.3.3.(4))

OK Change Forces Detailed Calc. Note Parameters Help



Vedlegg C - Trafikklast

The details of Load Model 1 are illustrated in Figure 4.2a.



$$\alpha_{Q_1} := 1.0$$

$$Q_{1k} := 300 \text{ kN}$$

$$\alpha_{q_1} := 0.6$$

$$q_{1k} := 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$L := 30 \cdot \text{m}$$

$$w_1 := 5.5 \cdot \text{m}$$

Verdiene ble tatt fra
NA.4.3.2(3)

Lastsituasjon for LM1

$$q_{1k} \cdot \alpha_{q_1} = 5.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{1tot} := (\alpha_{q_1}) \cdot q_{1k} \cdot L = 162 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Horisontalkrefter ifølge pkt. 4.4.1 NS-EN 1991-2:2003 (E) bør tilfredstille kravene:

$$(4.6) \quad Q_{lk} := 0.6 \cdot \alpha_{Q_1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot \alpha_{q_1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$Q_{lk} = 449.1 \text{ kN}$$

$$q_{ik} := \frac{Q_{lk}}{L} = 14.97 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

if $180 \text{ kN} \cdot \alpha_{Q_1} \leq Q_{lk} \wedge Q_{1k} \leq 900 \text{ kN}$ = "OK"

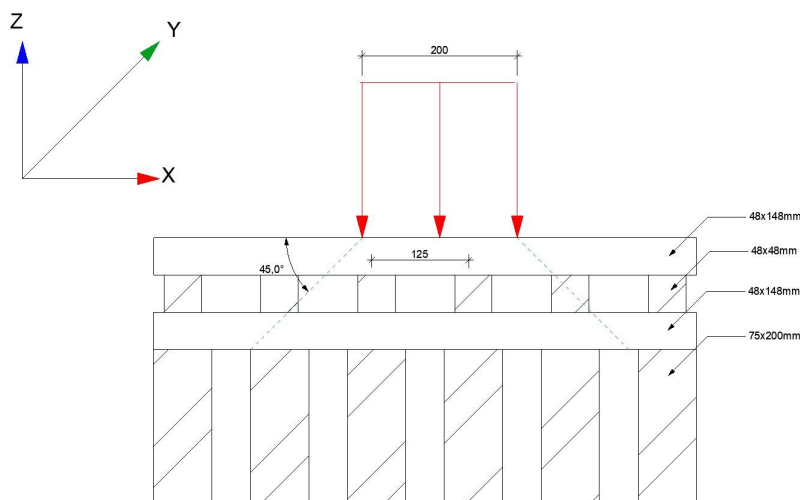
|| return "OK"

else

|| return "IKKE OK"

Vedlegg D - Tredekke

Etter tabell 5.2 i NS-EN 1995-2, er den konsentrerte lastens spredningsvinkel β for slitelag '(i samsvar med NS-EN 1991-2 punkt 4.3.6)' $\beta = 45^\circ$ $\beta := 45 \text{ deg}$

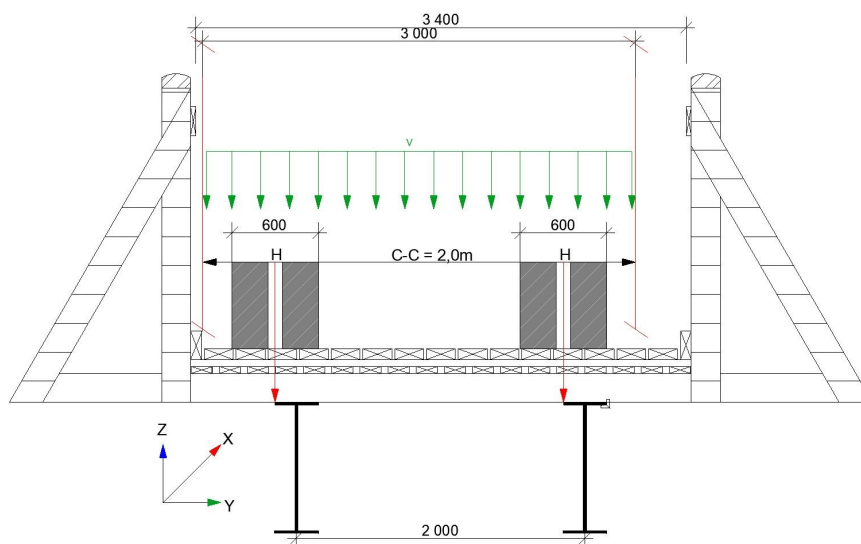


Figur 1: Lastspredning.

Dette vil si, det kan antas at lasten utbredes over 4 bjelker
Hjullast er definert i hb R412 med 0,2m i kjøreretning og 0,6m i tverretning.
Figur nedenfor viser dette visuelt.

HB R412 side 16: 'Bruksklassens fysiske bredde regnes å være 2,6m. Dette krever et fritt rom på 0,2m utenfor kjøretøyet i lastfeltet.'

Bruen har bredde på 3,4m som er større enn kravet.



Figur 2: Verste lastplassering

Lastverdier:

$$V_{Vogntog.bk10} := 500 \text{ kN} \cdot \frac{1}{16 \text{ m} \cdot 3} = 10.417 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$A_{vogntog.bk10} := 40 \text{ kN}$$

$$H_{vogntog.bk10} := \frac{A_{vogntog.bk10}}{2} = 20 \text{ kN} \quad \frac{H_{vogntog.bk10}}{0.6 \text{ m}} = 33.333 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{kjoretøy.bk10} := 300 \text{ kN} \cdot \frac{1}{7 \text{ m} \cdot 3} = 14.286 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$A_{kjoretøy.bk10} := 40 \text{ kN}$$

$$H_{kjoretøy.bk10} := \frac{A_{kjoretøy.bk10}}{2} = 20 \text{ kN} \quad \frac{H_{kjoretøy.bk10}}{0.6 \text{ m}} = 33.333 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Aksellast.bk10} := \frac{160 \text{ kN}}{2} = 80 \text{ kN} \quad \frac{H_{Aksellast.bk10}}{0.6 \text{ m}} = 133.333 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Aksellast.bk8} := \frac{112 \text{ kN}}{2} = 56 \text{ kN} \quad \frac{H_{Aksellast.bk8}}{0.6 \text{ m}} = 93.333 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

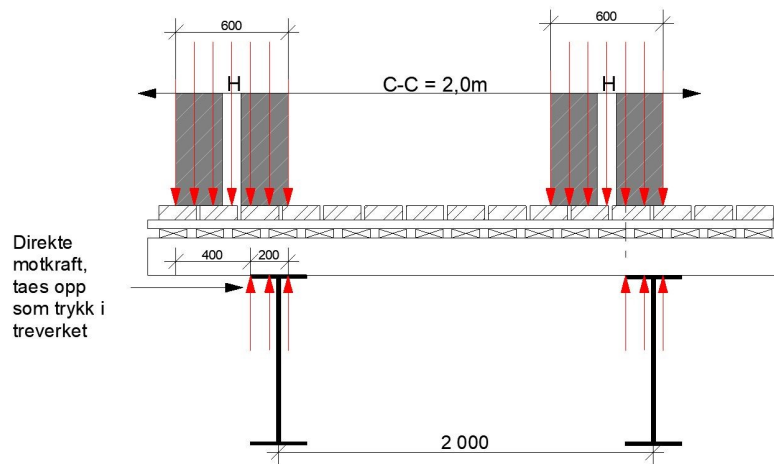
$$\frac{H_{Aksellast.bk8}}{0.6 \text{ m}} \cdot 1.4 = 130.667 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{tverrbjelker} := 75 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm} \cdot 3300 \text{ mm} \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{125 \text{ mm}} = 0.396 \text{ m}^3$$

$$V_{slitelag} := 75 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 15 = 0.225 \text{ m}^3$$

$$\rho_{tre} := 420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \gamma_{tre} := \rho_{tre} \cdot g \quad \gamma_G := 1.15$$

$$q_{dekke} := \frac{(V_{tverrbjelker} + V_{slitelag}) \cdot \gamma_{tre} \cdot \gamma_G}{3.3 \text{ m}} \cdot 1.15 = 1.025 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

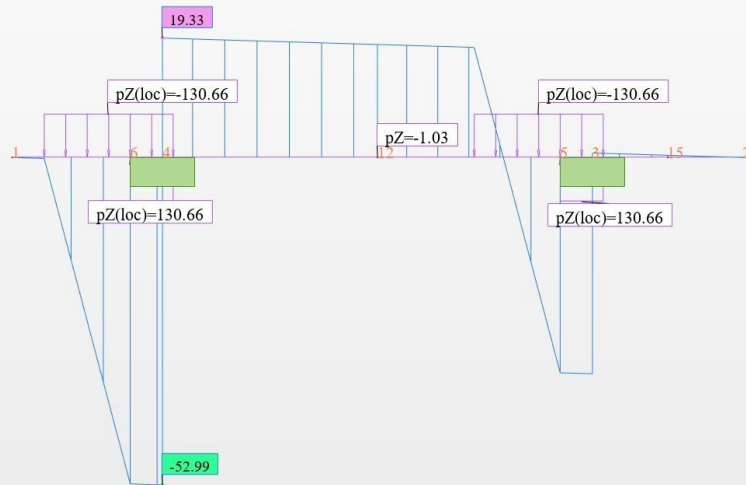


Figur: Lastberegningmetode

Det beregnes etter en brubredde på 3.4m, kjøretøy på 3m. Når kjøretøyet kjører midtstilt, vil lastene fra hjulet få en direkte motkraft fra stålbjelken. Dersom kjøretøyet svinger 200mm vekk fra sentrum vil kun 200mm av hjullasten bli direkte motvirket, og 400mm vil opptas som skjær og bøyekraft som illustrert i figuren. På side 8 vises en dimensjonering når bredden krympes til 3.3m, da vil kravet til høyde på bjelkene reduseres noe.

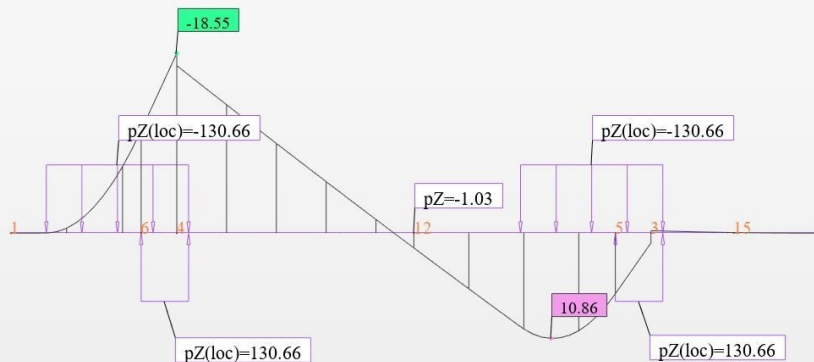
Ettersom det ikke er noe samvirke i bjelkene divideres de dimensjonerende lastene på 4 for så å dimensjonere per bjelke.

Finner at aksellast blir dimensjonerende i Robot, diagrammet ser som følger ut:



Figur: Skjær ved aksellast, bredde 3.4m

$$V_{Ed} := \frac{52.99 \text{ kN}}{4} = 13.248 \text{ kN}$$



Figur: Moment aksellast, bredde 3.4m

$$M_{Ed} := \frac{18.55 \text{ kN} \cdot \text{m}}{4} = 4.638 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Finner skjær og momentkapasitet:

$k_{cr} := 0.67$ For limtre og konstruksjonstrevirke.
 l står for limtre Kvalitet: C24
 b står for bartrevirke

Ettersom det er kvikkleire i området og råte på eksisterende bærelag vesentlig har redusert kapasiteten settes klimaklasse som 3. Etter tabell 3.1 NS-EN 1995-1-1 er k_{mod} for permanent last 0.5, Langtids last 0.55, mellom langtids last 0.65, korttid 0.7 og øyeblikk 0.9 for konstruksjonstrevirke og limtre.

Korttid defineres som mindre enn en uke, permanent over 10 år.
 Med k_{mod} som 0.65 får vi en utnyttelse på 98.7%

$$k_{mod} := 0.7 \quad \gamma_{m.b} := 1.25 \quad \gamma_{m.l} := 1.15$$

$$\text{NS-EN 338:2016} \quad b := 73 \text{ mm} \quad h := 198 \text{ mm} \quad b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 48.91 \text{ mm}$$

$$f_{m.k} := 24 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.k} := 4 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c.90.k} := 2.5 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$E := 11 \frac{kN}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_{m.b}} = 12.714 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_{m.b}} = 2.24 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = 2.052 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = 0.916$$

$$\sigma_{myd} := \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = (9.723 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$h := \left(\frac{6 M_{Ed}}{b \cdot f_{m.d}} \right)^{0.5} = 0.173 \text{ m}$$

$$k_h := \text{if} \left(\left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} \leq 1.3 \right) = 0.946$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{150 \text{ mm}}{h} \right)^{0.2} \\ \text{else} \\ \text{return} 1.3 \end{array} \right.$$

= "OK for" $h = 198 \text{ mm}$

$\left\| \begin{array}{l} \text{return "OK for"} \\ \text{else} \\ \text{return "IKKE OK"} \end{array} \right.$

Ser at skjærspenning fra hjullasten blir dimensjonerende, Robot regner kun med den negative skjærspenningen mens det her blir beregnet summen av positiv og negativ skjærspenning som gir en beregnet høyde på 300mm.

Dette er kun for å oppta maksimal hjullast for Bkl 8/Bkl T8, vipping av bjelkene må også beregnes for. Det finnes nok bedre metoder for lastdekke enn dette for nyere krav.

Kontroll mot knusing:

$$k_{c.90} := 1.25 \quad (\text{NS-EN 1995-1-1 6.1.5(3)})$$

$$A_{eff} := b \cdot 300 \text{ mm}$$

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_{m.b}}$$

$$A_z := \frac{V_{Ed}}{4}$$

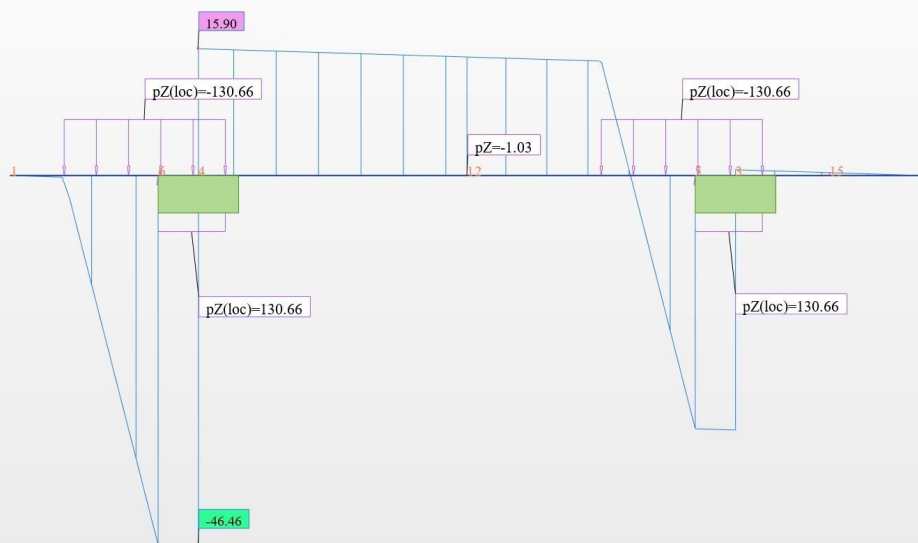
$$\sigma_{c.90.d} := \frac{A_z}{A_{eff}} = 0.151 \frac{N}{mm^2}$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 0.086$$

Mindre enn 1, kravet mot knusing er oppfylt.
Utnyttelsen er på 8.6%

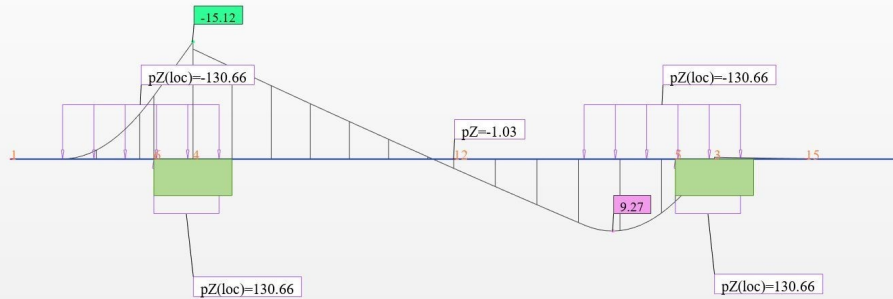
Konklusjonen er at med 198x73 c-c 125 Fasthetsklasse C27 med fastholding mot vipping vil dekket være oppfylt for Bkl 8. Grunnen til C27 er ettersom Robot godkjenner kun med denne fasthetsklassen, se siste side i vedlegget. Dersom man sprer lasten ved å bygge opp dekkelaget. Beregninger i bruddgrensetilstand for resterende kombinasjoner beregnes videre.

Lastfaktorer benyttet for hjullast: 1.4 egevekt: 1.15.



Skjær ved 50mm flytting mot høyre pga redusert bredde til 3.3m

$$V_{Ed} := \frac{46.46 \text{ kN}}{4}$$



Moment ved 50mm flytting mot høyre pga redusert bredde til 3.3m

$$M_{Ed} := \frac{15.12}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NS-EN 338:2016

$$k_{mod} := 0.65 \quad \gamma_{m,b} := 1.25 \quad \gamma_{m,l} := 1.15$$

NS-EN 338:2016

$$b := 73 \text{ mm} \quad h := 198 \text{ mm} \quad b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 48.91 \text{ mm}$$

$$f_{m,k} := 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v,k} := 4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c,90,k} := 2.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 11 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m,d} := k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_{m,b}} = 11.806 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_{m,b}} = (2.08 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$k_h := \text{if} \left(\left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} \leq 1.3 \right) = 0.946$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{150 \text{ mm}}{h} \right)^{0.2} \\ \text{else} \\ \text{return} 1.3 \end{array} \right.$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = (1.799 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.865$$

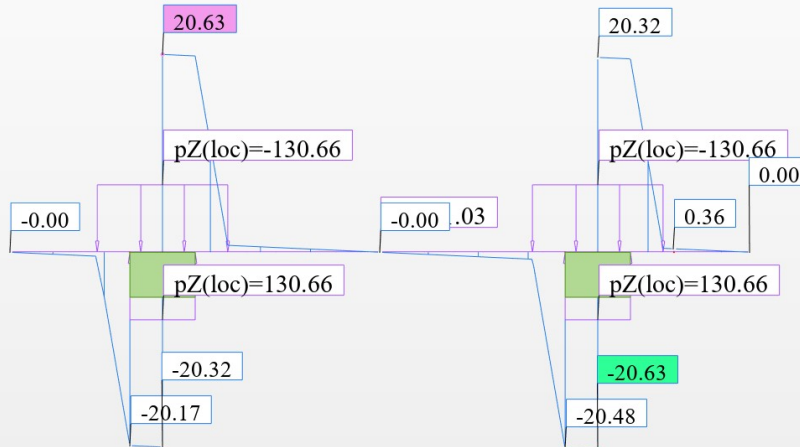
$$\sigma_{myd} := \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = (7.925 \cdot 10^6) \text{ Pa} \quad \text{if} \frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \quad = \text{“OK for” } h = 198 \text{ mm}$$

$$\left\| \text{return “OK for”} \right.$$

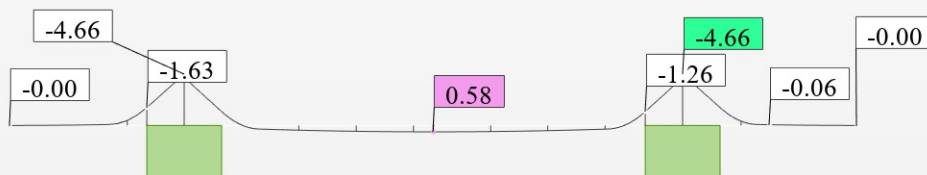
$$h := \left(\frac{6 M_{Ed}}{b \cdot f_{m,d}} \right)^{0.5} = 0.162 \text{ m}$$

$$\left\| \text{return “IKKE OK”} \right.$$

Sentrert Aksellast:



Skjær



Moment

$$V_{Ed} := \frac{20.63}{4} \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := \frac{4.35}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NS-EN 338:2016

$$b := 73 \text{ mm} \quad h := 198 \text{ mm} \quad b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 48.91 \text{ mm}$$

$$f_{m.k} := 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.k} := 4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c.90.k} := 2.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 11 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_{m.b}} = 11.806 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_{m.b}} = (2.08 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$k_h := \text{if} \left(\left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} \leq 1.3 \right) = 0.946$$

$$\text{return} \left(\frac{150 \text{ mm}}{h} \right)^{0.2}$$

$$\text{else} \text{return} 1.3$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = (7.989 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.384$$

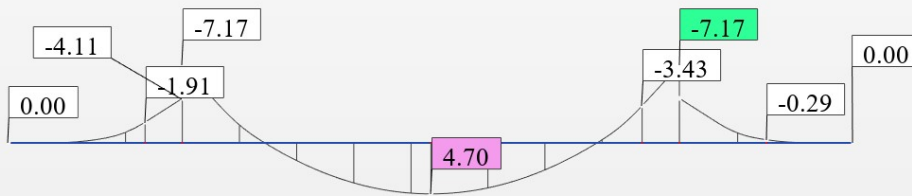
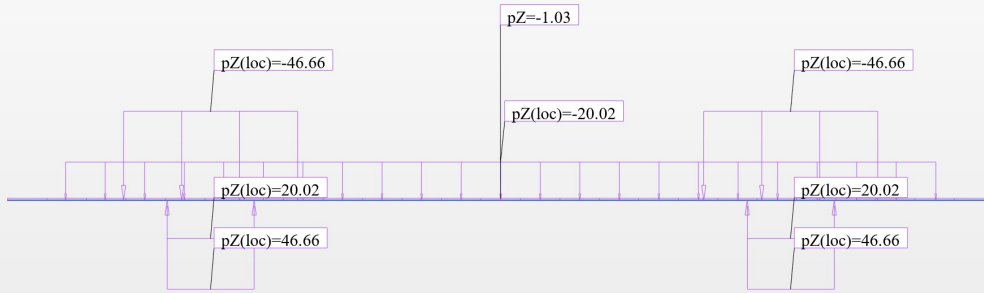
$$\sigma_{myd} := \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = (2.28 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$h := \left(\frac{6 M_{Ed}}{b \cdot f_{m,d}} \right)^{0.5} = 0.087 \text{ m}$$

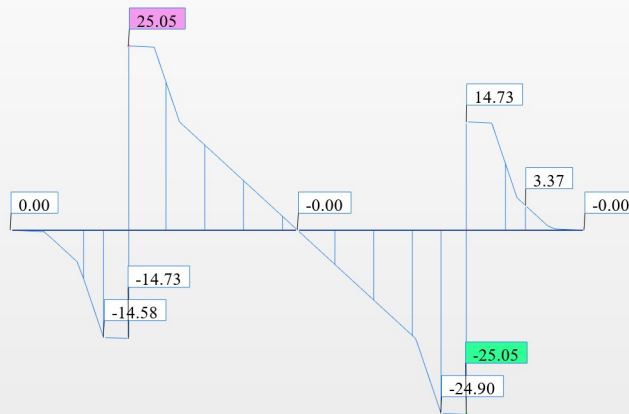
if $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$
|| return "OK for"
else
|| return "IKKE OK"

= "OK for" $h = 198 \text{ mm}$

Sentrert Kjøretøylast:



Moment



Skjær

$$V_{Ed} := \frac{25.05}{4} \text{ kN} \quad M_{Ed} := \frac{7.17}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{NS-EN 338:2016} \quad b := 73 \text{ mm} \quad h := 198 \text{ mm} \quad b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 48.91 \text{ mm}$$

$$f_{m.k} := 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.k} := 4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c.90.k} := 2.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 11 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_{m.b}} = 11.806 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_{m.b}} = (2.08 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$k_h := \text{if} \left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} \leq 1.3 \quad = 0.946$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return} \left(\frac{150 \text{ mm}}{h} \right)^{0.2} \\ \text{else} \\ \text{return} 1.3 \end{array} \right.$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = (9.7 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = 0.466$$

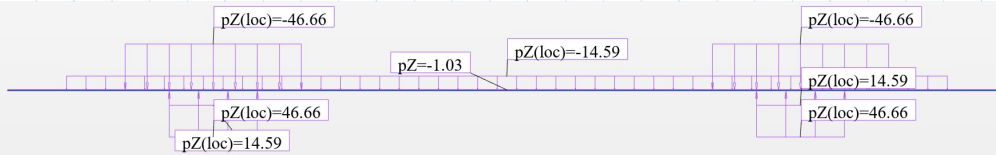
$$\sigma_{myd} := \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = (3.758 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$h := \left(\frac{6 M_{Ed}}{b \cdot f_{m.d}} \right)^{0.5} = 0.112 \text{ m}$$

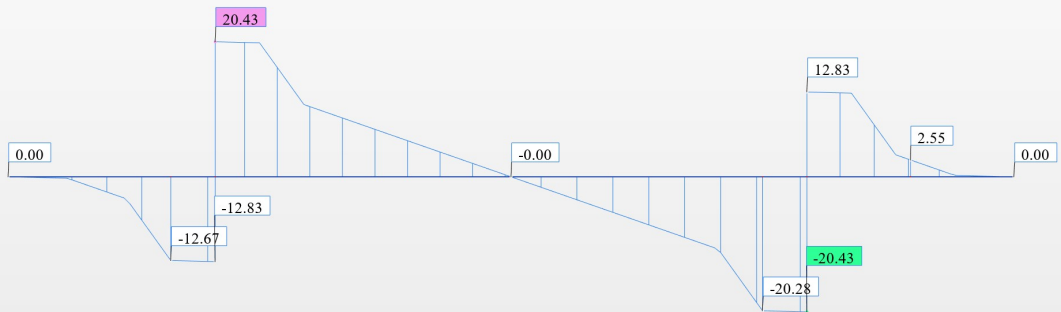
$$\text{if} \frac{\tau_d}{f_{v.d}} \leq 1 \quad = \text{"OK for"} \quad h = 198 \text{ mm}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{return "OK for"} \\ \text{else} \\ \text{return "IKKE OK"} \end{array} \right.$$

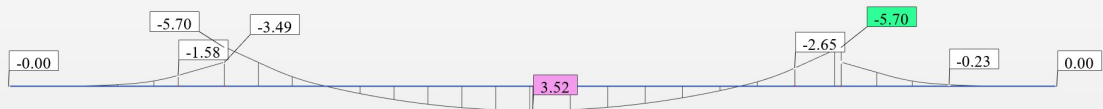
Sentrert vogntoglast:



Laster



Skjær



Moment

$$V_{Ed} := \frac{20.43}{4} \text{ kN} \quad M_{Ed} := \frac{5.7}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \frac{20.63}{4} \text{ kN} \quad M_{Ed} := \frac{4.35}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NS-EN 338:2016

$$b := 73 \text{ mm} \quad h := 198 \text{ mm} \quad b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 48.91 \text{ mm}$$

$$f_{m.k} := 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.k} := 4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c.90.k} := 2.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 11 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_{m.b}} = 11.806 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_h := \text{if} \left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} \leq 1.3 \quad = 0.946$$

$$\parallel \text{return} \left(\frac{150 \text{ mm}}{h} \right)^{0.2}$$

$$\parallel \text{else} \parallel \text{return } 1.3$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_{m.b}} = (2.08 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = (7.989 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = 0.384$$

$$\sigma_{myd} := \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = (2.28 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$h := \left(\frac{6 M_{Ed}}{b \cdot f_{m.d}} \right)^{0.5} = 0.087 \text{ m}$$

$$\text{if } \frac{\tau_d}{f_{v.d}} \leq 1$$

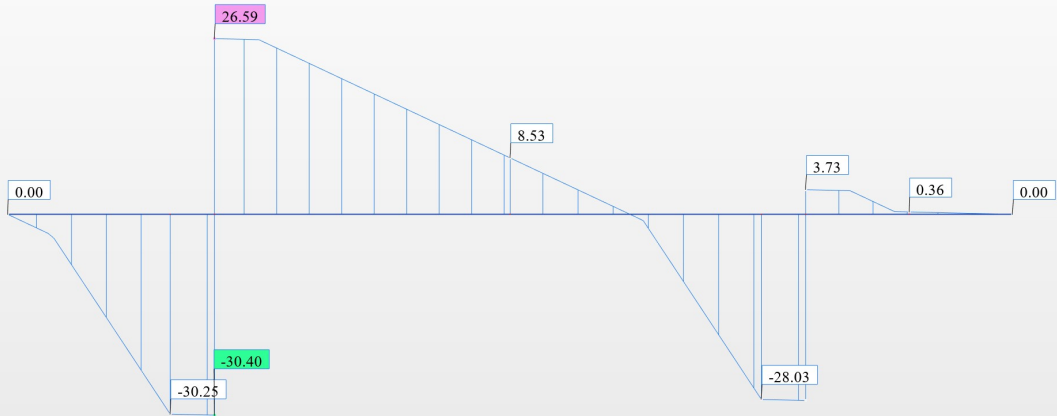
$$\parallel \text{return "OK for"}$$

$$\text{else}$$

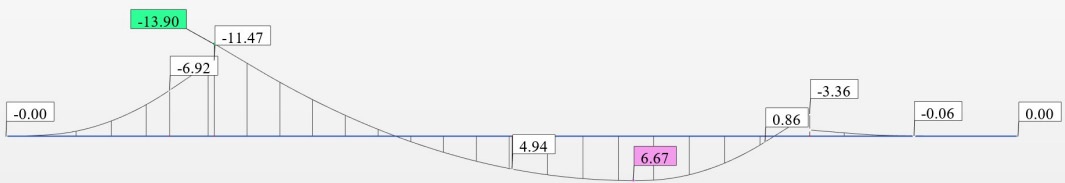
$$\parallel \text{return "IKKE OK"}$$

= "OK for" $h = 198 \text{ mm}$

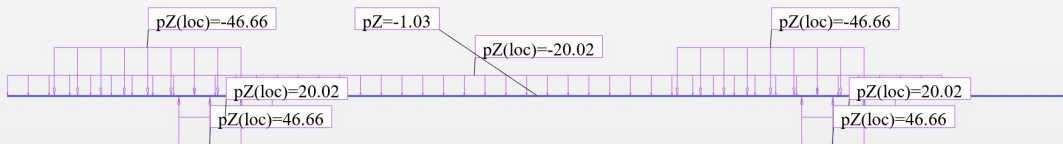
Kjøretøvløst offset:



Skjær



Moment



Lasttilfelle

$$V_{Ed} := \frac{30.4}{4} \text{ kN}$$

$$M_{Ed} := \frac{13.9}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NS-EN 338:2016

$b := 73 \text{ mm}$ $h := 198 \text{ mm}$ $b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 48.91 \text{ mm}$

$$f_{m.k} := 24 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.k} := 4 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c.90.k} := 2.5 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$E := 11 \frac{kN}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_{m.b}} = 11.806 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_{m.b}} = (2.08 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = (1.177 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = 0.566$$

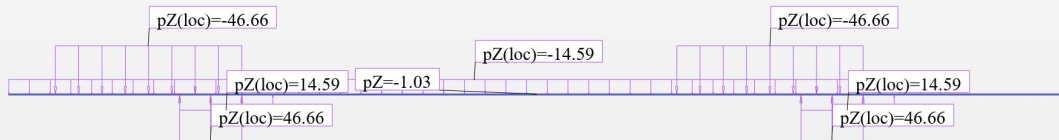
$$\sigma_{myd} := \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = (7.285 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$h := \left(\frac{6 M_{Ed}}{b \cdot f_{m.d}} \right)^{0.5} = 0.156 \text{ m}$$

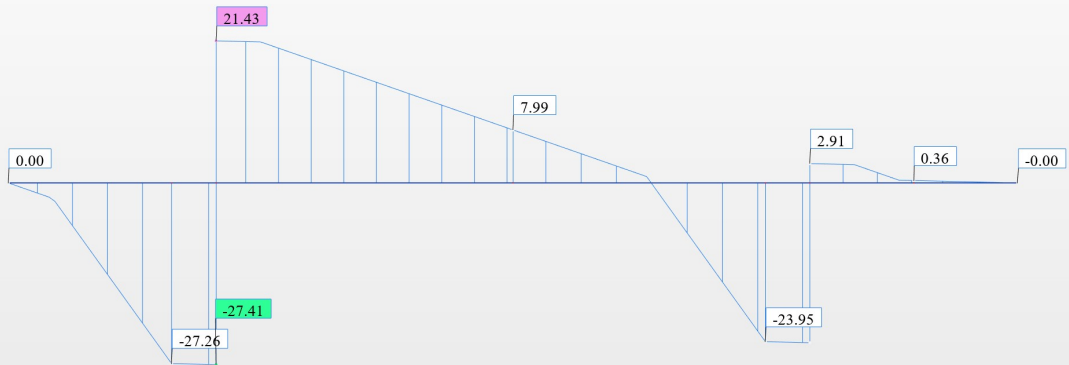
$$k_h := \begin{cases} \left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} \leq 1.3 & = 0.946 \\ \text{return} \left(\frac{150 \text{ mm}}{h} \right)^{0.2} \\ \text{else} \\ \text{return} 1.3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{if } \frac{\tau_d}{f_{v.d}} \leq 1 & = \text{"OK for"} \quad h = 198 \text{ mm} \\ \text{return "OK for"} \\ \text{else} \\ \text{return "IKKE OK"} \end{cases}$$

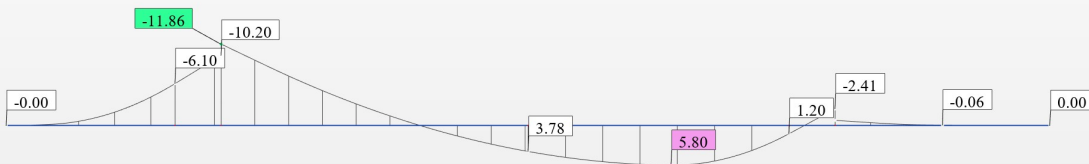
Voantolast offset



Krefter



Skjær



Moment

$$V_{Ed} := \frac{21.43}{4} \text{ kN} \quad M_{Ed} := \frac{11.86}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NS-EN 338:2016

$$b := 73 \text{ mm} \quad h := 198 \text{ mm} \quad b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 48.91 \text{ mm}$$

$$f_{m.k} := 24 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.k} := 4 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c.90.k} := 2.5 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$E := 11 \frac{kN}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_{m.b}} = 11.806 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_{m.b}} = (2.08 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$k_h := \begin{cases} \left(\frac{150}{h} \right)^{0.2} \leq 1.3 & = 0.946 \\ \text{return} \left(\frac{150 \text{ mm}}{h} \right)^{0.2} \\ \text{else} \\ \text{return } 1.3 \end{cases}$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = (8.298 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = 0.399$$

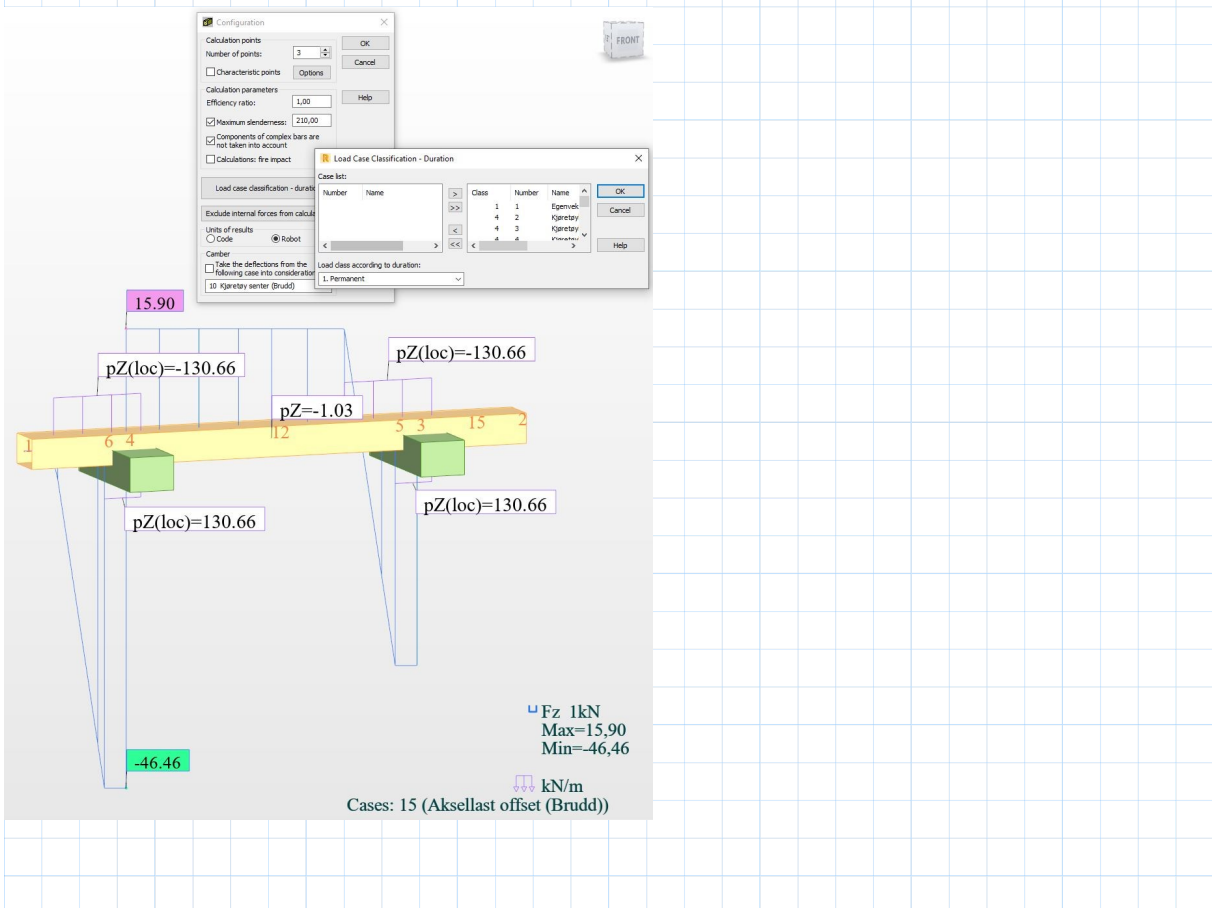
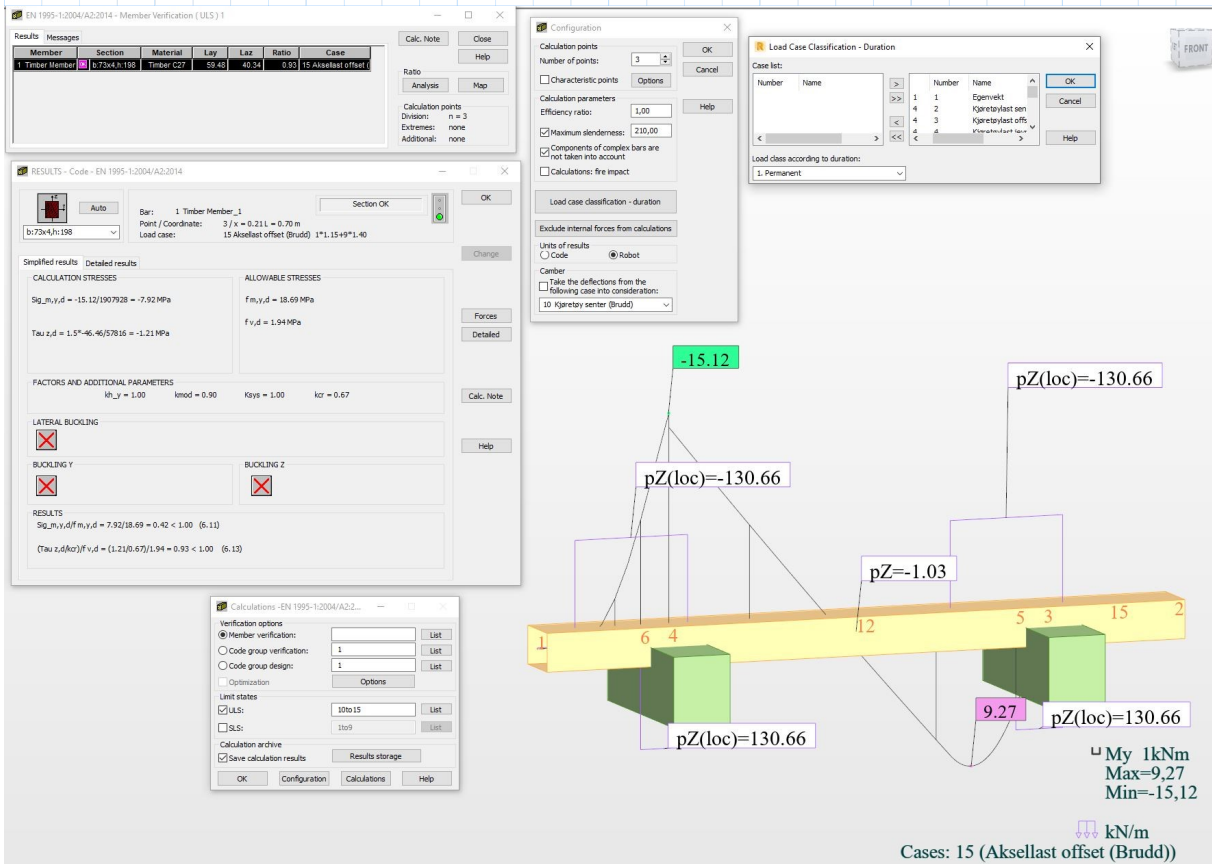
$$\sigma_{myd} := \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = (6.216 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$h := \left(\frac{6 M_{Ed}}{b \cdot f_{m.d}} \right)^{0.5} = 0.144 \text{ m}$$

$$\begin{cases} \text{if } \frac{\tau_d}{f_{v.d}} \leq 1 & = \text{"OK for"} h = 198 \text{ mm} \\ \text{return "OK for"} \\ \text{else} \\ \text{return "IKKE OK"} \end{cases}$$

Alle OK

I resultatet fra Robot kommer det frem at $b=73 \times 4$, $h=198$ C24 ikke holder, Robot regner med en $f_{v.k}=2.5$ som den har hentet ut fra NS-EN 338. Jeg finner at $f_{v.k}=4$ i den samme standarden og ser at Robot benytter $f_{c.90.k}$ som $f_{v.k}$. Dermed setter jeg C27 som fasthetsklasse i Robot. Da er $f_{v.k}=2.7$ og robot godkjenner tverrsnittet. Da beregner Robot samvirke mellom $4 \times (73 \times 198)$, mens i oppgaven er det samvirke i det øvre dekket også. Det er også rimelig å anta at spredningen av lasten ikke bare skjer i Y-retning men også i X-retning. Det aksepteres derfor c27 som fasthetsklasse.



Vedlegg E - Stålkobling

Stål S355

NS-EN 1993-1-1

Tabell 3.1

NS-EN 1993-1-2

Stålkonstruksjoner,
tabeller og formler

$$f_u := 510 \frac{N}{mm^2}$$

$$\gamma_{m0} := 1.00$$

$$\gamma_{m1} := 1.10$$

$$\beta_w := 0.9$$

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

$$\gamma_{m2} := 1.25$$

$$\gamma_{m6.ser} := 1.00$$

$$a := 3 \text{ mm}$$

$$F := \frac{449.1}{2} \text{ kN}$$

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

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 80769.231 \frac{N}{mm^2}$$

HE-A 800:

$$r := 30 \text{ mm}$$

$$h := 790 \text{ mm}$$

$$l_r := \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{4}$$

$$t := 28 \text{ mm}$$

$$s := 15 \text{ mm}$$

$$b := 300 \text{ mm}$$

$$h_{steg} := h - 2 \cdot r - 2 \cdot t = 674 \text{ mm}$$

$$l_{radius} := l_r$$

$$l_{flens} := \frac{b - s - 2 \cdot r}{2} = 112.5 \text{ mm}$$

Antar kun sveis på innside flens samt steg mot stålplate.

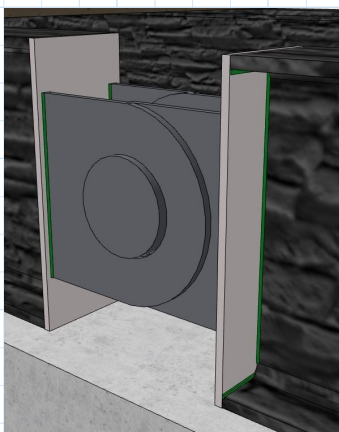
$$L_W := h_{steg} \cdot 2 + l_{flens} \cdot 4 = 1.798 \text{ m}$$

$$\sigma_N := \frac{F}{L_W \cdot a} \cdot \cos(45 \text{ deg}) = (2.944 \cdot 10^7) \text{ Pa}$$

$$\sigma_P := 0 \text{ Pa}$$

$$\sqrt{(\sigma_N)^2 + 3 \cdot (\sigma_P^2 + \sigma_N^2)} = (5.887 \cdot 10^7) \text{ Pa} \quad \frac{f_u}{\gamma_{m2} \cdot \beta_w} = (4.533 \cdot 10^8) \text{ Pa}$$

$$F = 224.55 \text{ kN} \quad \leq \leq \frac{f_u \cdot L_W \cdot a}{2 \cdot \cos(45 \text{ deg}) \cdot \gamma_{m2} \cdot \beta_w} = 1729.074 \text{ kN}$$



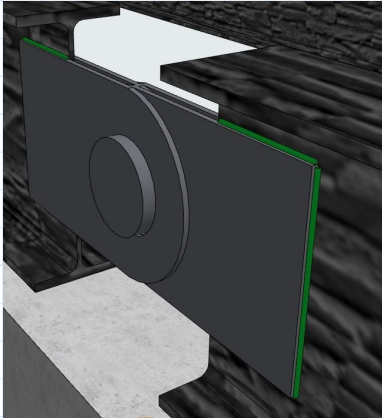
Figur 1: Konsept Nr 1.

Beregnet kapasitet sveis plate
mot bjelke. med a=3mm

a := 5 mm gir:

$$\frac{f_u \cdot L_W \cdot a}{2 \cdot \cos(45 \text{ deg}) \cdot \gamma_{m2} \cdot \beta_w} = 2881.79 \text{ kN}$$

Etter å ha sett på løsningen ovenfor ser vi at det blir mange usikkerhetsfaktorer og lite sveisemuligheter (Kun rygg av forbinder mot plate) dermed beregnes heller denne type forbindelse. Merk at tykkelsen på steget er 15mm, derfor er 1mm klaring best for montering derav 14mm stålplater.



Figur 2 Visuell fremstilling av langsgående sveis Konsept 2:

Etter tabell 3.9 - Geometriske krav til bolteleddforbindelser Type A:

$$F_{V.Ed} := \frac{449.1 \text{ kN}}{2} \cdot 1.25 = 280.688 \text{ kN}$$

To bjelker opptar bremskraft, regner en potensiell skjevfordeling på 25%

$$t := 2 \cdot 14 \text{ mm} \quad \text{Tykkelse steg (2 steg)}$$

$$d_0 := 33 \text{ mm} \quad \text{Diameter bolt M33}$$

Fasthetsklasse bolt tabell 3.3
NS 93-1-2: Fasthetsklasse 8.8

$$d_{0.test} := 48 \text{ mm}$$

$$f_{yb} := 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Boltens strekkfasthet: $f_{up} := f_{ub}$

$$\text{Boltens areal: } A := \pi \cdot \left(\frac{d_0}{2}\right)^2 \quad A_{test} := \pi \cdot \left(\frac{d_{0.test}}{2}\right)^2$$

Boltens avskjæringskapasitet:

$$F_{V.Rd} := \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{up}}{\gamma_{m2}} = 328.435 \text{ kN} \quad \geq \quad F_{V.Ed} = 280.688 \text{ kN}$$

$$F_{V.Rd.test} := \frac{0.6 \cdot A_{test} \cdot f_{up}}{\gamma_{m2}} = 694.87 \text{ kN}$$

Kapasitet hullkanttrykk mellom platen og bolten:

$$F_{b.Rd} := \frac{1.5 \cdot t \cdot d_0 \cdot f_y}{(\gamma_{m0})} = 492.03 \text{ kN} \quad \geq \quad F_{V.Ed} = 280.688 \text{ kN}$$

Dersom bolten skal kunne skiftes ut må d_0 være større enn $d_{0.test} := 48 \text{ mm}$

$$F_{b.Rd.ser} := \frac{0.6 \cdot t \cdot d_{0.test} \cdot f_y}{(\gamma_{m6.ser})} = 286.272 \text{ kN} \quad \geq \quad F_{V.Ed} = 280.688 \text{ kN}$$

Selve bolten får ingen momentpåkjenning, men dersom den skal kunne være utskiftningsdyktig med oppgitte laster må diameteren være større enn 48mm. Dette kan utføres ved å ha Ø50mm gjenget kamstål, ulempen er at dette ruster. Fordelen er at den kan skiftes ut ved behov.

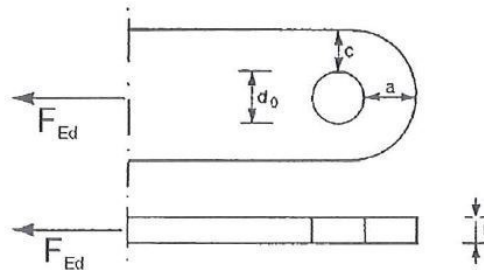
Plater:

Tabell 3.9 NS-93-1-8

$$a := \frac{F_{V.Ed} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = 36.119 \text{ mm}$$

$$c := \frac{F_{V.Ed} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = 25.119 \text{ mm}$$

$$h := 2 \cdot c + d_0 = 83.238 \text{ mm}$$



Figur 3: Dimensjonering av plate

$$a_{test} := \frac{F_{V.Ed} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_{0.test}}{3} = 46.119 \text{ mm}$$

$$c_{test} := \frac{F_{V.Ed} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_{0.test}}{3} = 30.119 \text{ mm}$$

$$h_{test} := 2 \cdot c_{test} + d_{0.test} = 108.238 \text{ mm}$$

4.1 NS 93-1-8:

Opptredende kraft:

$$F := F_{V.Ed} = 280.688 \text{ kN}$$

A-mål på sveis:

$$a := 5 \text{ mm}$$

Lengde sveis normalt med aksialkraft:

$$L_{S,N} := 2 \cdot 100 \text{ mm}$$

Lengde sveis parallelt med aksialkraft:

$$L_{S,II} := 4 \cdot 100 \text{ mm}$$

Tabell 6.2 i Stålkonstruksjoner profiler og formler finnes formlene for beregning av dimensjonerende krefter i sveis. Merk at 'N' er normal sveis (\perp) med kraften, og 'II' angir den parallelle sveisen (II) med kraften.

$$(NS-EN 93-1-1 (4.1)) \quad \left(\sigma_N^2 + 3 \cdot (\tau_N^2 + \tau_{II}^2) \right)^{0.5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} \quad \text{og} \quad \sigma_N \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{m2}}$$

$$\text{Tabell 6.2:} \quad \tau_N := \frac{F}{\sqrt{2} \cdot L_{S,N} \cdot a} \quad \text{og} \quad \sigma_N := \tau_N$$

$$\beta := 0 \text{ deg} \quad \tau_{II} := \frac{F}{L_{S,II} \cdot a} \cos(\beta)$$

$$\left(\sigma_N^2 + 3 \cdot (\tau_N^2 + \tau_{II}^2) \right)^{0.5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}}$$

Omskrevet med 'N'=0 får at sveis over og under platene mot steget har en kapasitet på:

$$F_{V.Rd.S} := \frac{f_u \cdot L_{S,ll} \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m2} \cdot \beta_w} \cdot 0.75 = 392.598 \text{ kN} \text{ Reduksjonsfaktor på 25\% for usikkerhet i lastfordeling.}$$

$$F_{V.Ed} = 280.688 \text{ kN} \quad \text{Det er større kapasitet enn oppredende spenning.}$$

Med et rotmål $a = 5 \text{ mm}$, sveiset over og under plater på begge sider av steget, med total sveiselengde $L_{S,ll} = 400 \text{ mm}$ kan koblingen ta $F_{V.Rd.S} = 392.598 \text{ kN}$ aksialkraft.

Kapasiteten til bolten er også opprettholdt, forbindelsen er beregnet til å være kraftigere enn største beregnede oppredende aksialkraft. Denne koblingen er designet for å ikke overføre hverken moment eller skjær.

Boltens avskjæringskapasitet: $F_{V.Ed} := \frac{449.1}{2} \text{ kN}$

$$F_{V.Rd.B} := \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{up}}{\gamma_{m2}} = 328.435 \text{ kN} \quad \geq \quad F_{V.Ed} = 224.55 \text{ kN}$$

Kapasitet hullkantrykk:

$$F_{b.Rd} := \frac{1.5 \cdot t \cdot d_0 \cdot f_y}{(\gamma_{m0})} = 492.03 \text{ kN} \quad \geq \quad F_{V.Ed} = 224.55 \text{ kN}$$

Kapasitet sveis:

$$F_{V.Rd.S} := \frac{f_u \cdot L_{S,ll} \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m2} \cdot \beta_w} \cdot 0.75 = 392.598 \text{ kN} \quad \geq \quad F_{V.Ed} = 224.55 \text{ kN}$$

$$L_{S,ll} = 400 \text{ mm} \quad \text{Sveiset 100mm over og under platene}$$

$$d_0 = 33 \text{ mm} \quad \text{Boltens diameter}$$

Platenes krav til dimensjoner:

Tabell 3.9 NS-93-1-8

$$a := \frac{F_{V.Ed} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = 33.295 \text{ mm}$$

$$c := \frac{F_{V.Ed} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = 22.295 \text{ mm}$$

$$h := 2 \cdot c + d_0 = 77.591 \text{ mm}$$

Dersom vi får en 50mm differanse i høyden, hva da?

Det er 160mm senter til senter i boltekonstruksjonen, med 50mm vertikalt har vi en vinkel på:

$$\beta := \text{asin}\left(\frac{50}{160}\right) = 18.21 \text{ deg}$$

Opptredende skjærspenning i bolten vil være den samme, det vil også platens kapasitet og skjøten vil fremdeles ikke overføre moment til bolten. Men hva med sveis?

$$F := 3000 \text{ kN} \quad \cos(\beta) = 0.95$$

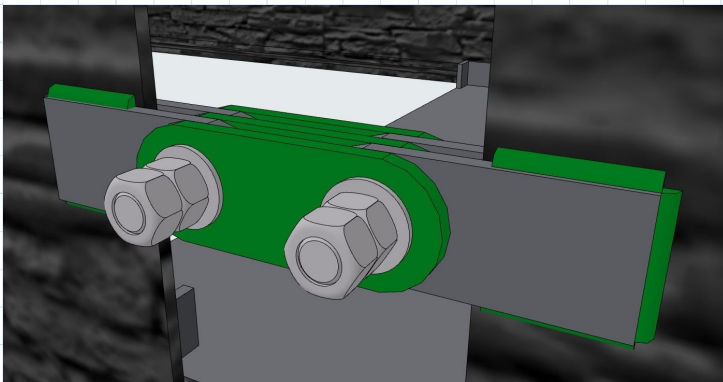
Tabell 6.2: $\tau_N := \frac{F}{\sqrt{2} \cdot L_{S,N} \cdot a} \cdot \sin(\beta) = (9.955 \cdot 10^7) \text{ Pa}$ og $\sigma_N := \tau_N$

$$\tau_{ll} := \frac{F}{L_{S,ll} \cdot a} \cos(\beta) = (2.14 \cdot 10^8) \text{ Pa}$$

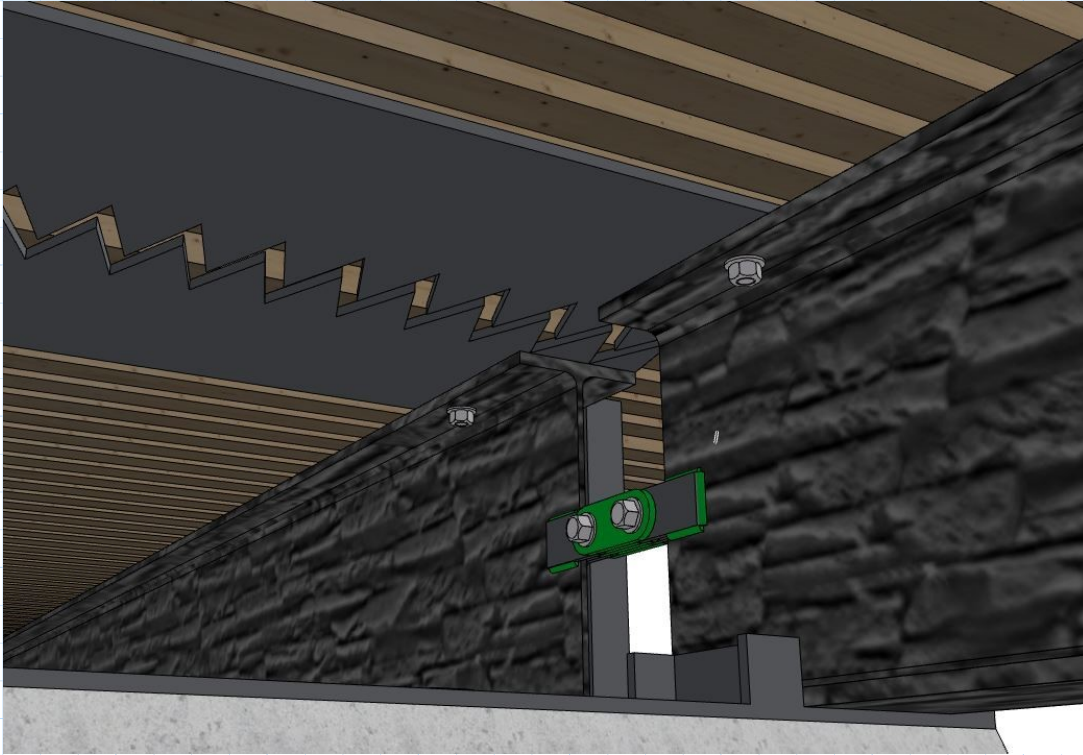
$$\left(\sigma_N^2 + 3 \cdot (\tau_N^2 + \tau_{ll}^2)\right)^{0.5} = (4.207 \cdot 10^8) \text{ Pa} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}} = (4.533 \cdot 10^8) \text{ Pa}$$

```
if  $\left(\sigma_N^2 + 3 \cdot (\tau_N^2 + \tau_{ll}^2)\right)^{0.5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}}$  = "Kapasitet i sveis OK for:"  $F = 3000 \text{ kN}$   
    || return "Kapasitet i sveis OK for:"  $\beta = 18.21 \text{ deg}$   
else  
    || return "Kapasitet i sveis IKKE OK for"
```

Sveisen vil kunne motstå vertikale forskyvninger pga setninger og liknende godt.



Figur 4 Visuell fremstilling av endelig skjøt:



Figur 5: Visuell fremstilling av overgangen med stålfuge og fastholding mot sideveis utglidning.

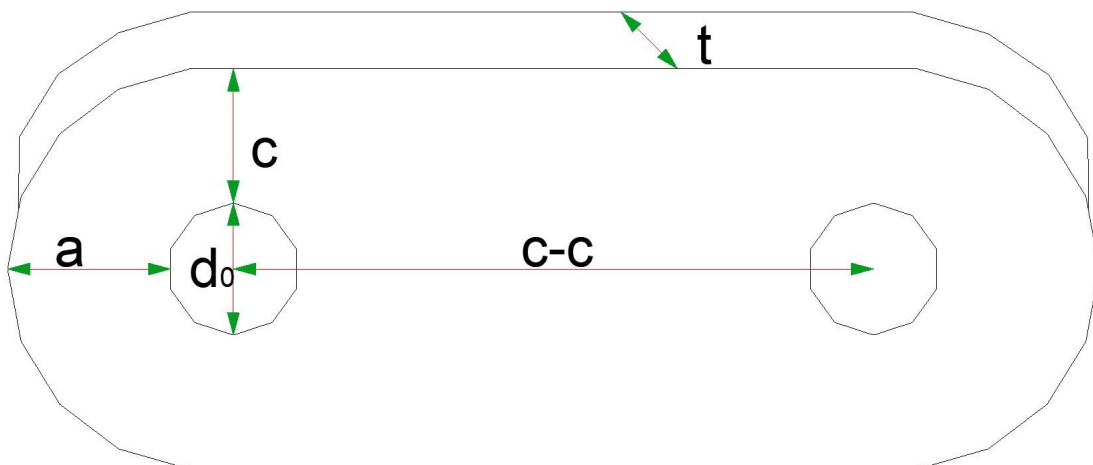
$$d_0 = 33 \text{ mm}$$

$$c = 22.295 \text{ mm}$$

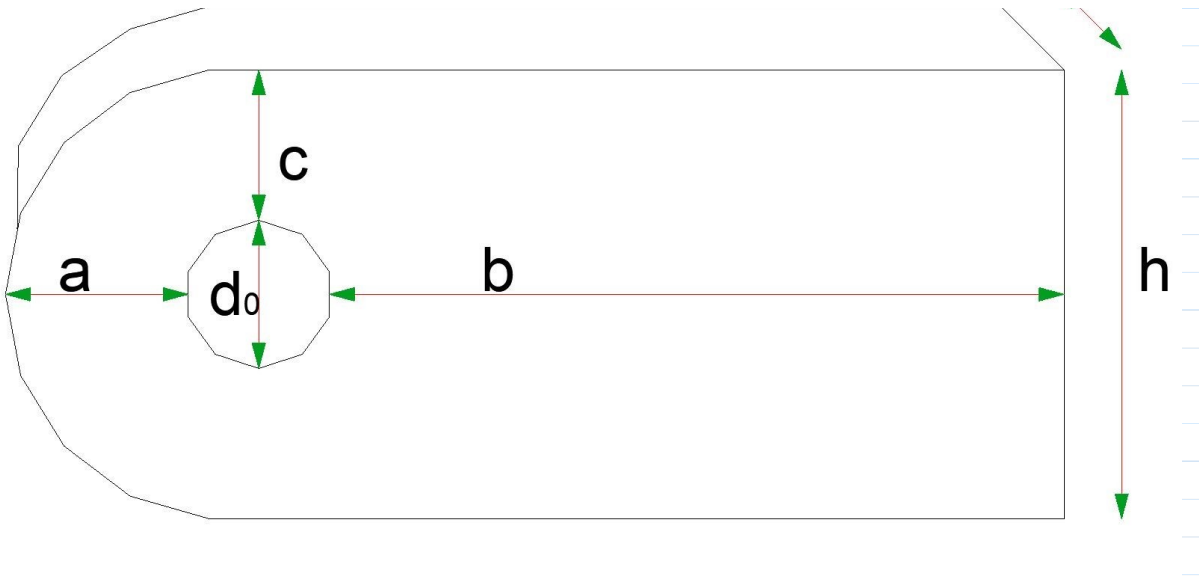
Mål på forbindelse: $a = 33.295 \text{ mm}$

$$\frac{t}{2} = 14 \text{ mm}$$

Bestemmer $a=40\text{mm}$, $c=40\text{mm}$, $c-c=160\text{mm}$, $t=14\text{mm}$, $d_0=33 \text{ mm}$,



Figur 6: Det behøves 6 skiver av denne typen for forbindelsen.



Figur 7: Behøver 4 av denne typen til forbindelsen, denne skal sveises til steget.

Bestemmer
 $a=40\text{mm}$,
 $c=40\text{mm}$,
 $c-c=160\text{mm}$,
 $t=14\text{mm}$, $d_0=33\text{ mm}$, $h=113\text{mm}$, $b=165\text{mm}$

Sveis lengde horisontal: 100mm
Sveis lengde vertikal: 100mm
a-mål = 5mm

Boltens dimensjoner:

Engineers Bolt 3D #1396 Selected: 1 Editable: 1

PREVIEW AND POSITIONING

498

Home Story:
3. 2. Etasje (Current)

to Project Zero

4198

241 x 70

Relative
270,000°










BOLT #1364 - SETTINGS

Custom Settings...

Bolt

Bolt
 Components
 Options
 Hole

Dimensions

			
33	145	70	50
			
30	70	5	30
			
0,000°			

cadimage.com

FLOOR PLAN AND SECTION

FLOOR PLAN DISPLAY

Show on Stories Home Story Only

SYMBOL

<input checked="" type="checkbox"/>	Override Object's Line Ty...	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Override Object's Pens	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Symbol Lines	Solid Line
<input type="checkbox"/>	Symbol Line Pen	0.05 mm 241

MODEL

Override Surfaces:
GENERAL

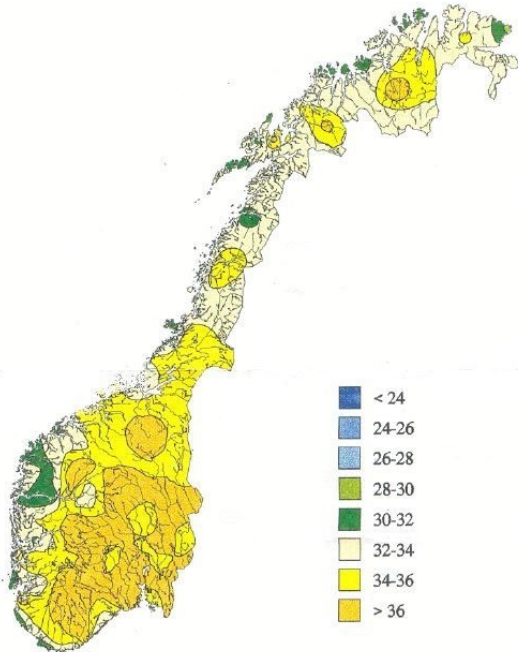
CLASSIFICATION AND PROPERTIES

Vedlegg F - Termisk påvirkning

Ifølge NA.6.1.2 NS-EN 1991-1-1-5: 2003+NA:2008 for stålbruer kan både den vertikale lineært varierende temperaturandelen gitt i 6.1.4.1 (metode 1) og den vertikale ikke-lineært varierende temperaturdelen gitt i 6.1.4.2 (metode 2) benyttes. Vi skal bruke metode 1.

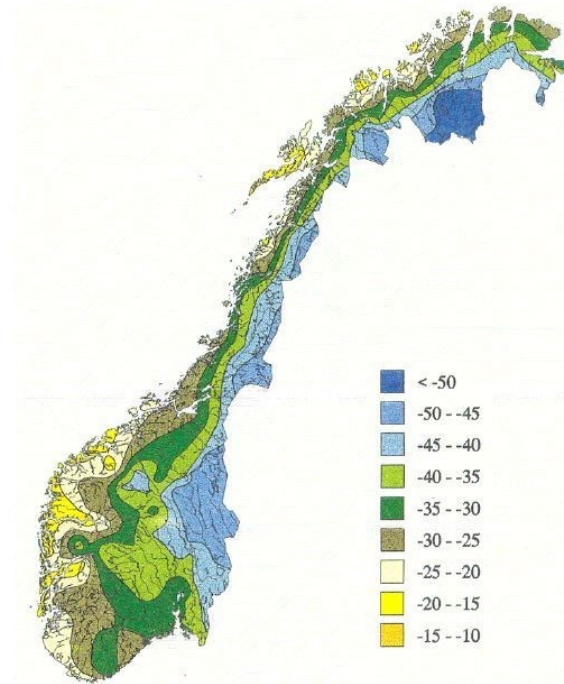
Nasjonalt tillegg NA

Nasjonalt tillegg NA



Figur NA.A1 – Isotermkart for maksimumstemperatur i skyggen ved havnivå med en returperiode på 50 år

max



Figur NA.A2 – Isotermkart for minimumstemperatur i skyggen ved havnivå med en returperiode på 50 år

min

Fra figurene ovenfra avleser at Tmax i Tromsø kan variere mellom 32-34 varmegrader. Tmin varierer mellom 20-25 kuldegrader.

Etter henting av informasjon og verdier fra tabellene: NA.B.1, NA.6.1 og NA.6.2 og bruk av pkt. 6.1.5 og 6.1.3.3:

I tillegg A A.1(3) Verdien av T_0 kan angis i det nasjonale tillegget. Hvis det ikke foreligger noen informasjon, kan den settes lik $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_0 := 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ Avleser verdiene fra figur NA.6.1

$$T_{e.min} := -25\text{ }^{\circ}\text{C} + 8\text{ }^{\circ}\text{C} = -17\text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{og}$$

$$T_{e.max} := 34\text{ }^{\circ}\text{C} + 16\text{ }^{\circ}\text{C} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e.min} = -17\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e.max} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$(6.1) \quad \Delta T_{N.con} := T_0 - T_{e.min} \quad \Delta T_{N.con} = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$(6.2) \quad \Delta T_{N.exp} := T_{e.max} - T_0 \quad \Delta T_{N.exp} = 40 \text{ C}$$

$$\omega_N := 0.35 \quad \omega_M := 0.75 \quad \Delta T_{M.heat} := 18 \text{ C} \quad \Delta T_{M.cool} := 13 \text{ C} \quad (\text{pkt.6.1.5})$$

$$(6.3) \quad \Delta T_{M.heat} + \omega_N \cdot \Delta T_{N.exp} = 32 \text{ C}$$

$$\Delta T_{M.cool} + \omega_N \cdot \Delta T_{N.con} = 22.45 \text{ C}$$

$$(6.4) \quad \omega_M \cdot \Delta T_{M.heat} + \Delta T_{N.exp} = 53.5 \text{ C} \quad \leftarrow \text{Ugunstigst}$$

$$\omega_M \cdot \Delta T_{M.cool} + \Delta T_{N.con} = 36.75 \text{ C}$$

Temperatur påvirkning har stor betydning til stål konstruksjoner.

Hvis ΔT (event fordelt oppvarming) ikke er stor vil deformasjonen være $\varepsilon_{tot} = 0$, på grunn av at bevegelsen i bjelkes endene finnes ikke. Temperatur ekspansjon kompenseres med like, men mot rettede trykkrafter P, som oppstår i opplagrene. Som resultat oppstår spenningen σ i bjelken med størrelse $E\varepsilon_m$.



Reaksjon i opplagrene er lik $P = EA\varepsilon_m = -EA\varepsilon_t = -EA\alpha\Delta T$,

hvor A - arealet av bjelkens tverrsnittet.

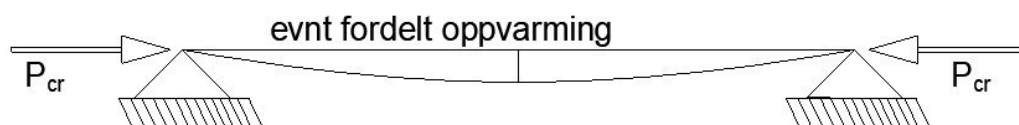
Hvis temperaturen øker og oppvarming fortsetter, da kan oppstå to forskjellige muligheter (avhengig av bjelkens slankhet).

Hvis bjelken er tykk eller har lav slankhet oppnår bjelken flytegrense ved temperatur belastning og deformeres plastisk uten nedbøyning.

ΔT_y - temperaturet ved flytegrense σ_y

$$\Delta T_y := \frac{\sigma_y}{E \cdot A}$$

Hvis bjelken er lang og har høy slankhet skjer elastisk utbøyning før flytegrensen nås.



Kritisk last:

$$P_{cr} := \frac{(\pi^2 E \cdot I)}{I^2} \quad EA \alpha \Delta T = \frac{(\pi^2 E \cdot I)}{I^2}$$

$$\Delta T_{cr} := \left(\frac{\pi^2}{\alpha} \right) \cdot \left(\frac{I}{I} \right)^2 \quad \text{eller} \quad \Delta T_{cr} := \frac{\pi^2}{(\alpha \cdot \lambda^2)}$$

λ - slankhets koeffisient

α - termisk deformasjonen i tre er størst vinkelrett på viberetning, for stål $1,2 \cdot 10^{-5}$

Forskjellen med termiske deformasjoner i fiberretningen er ca i 7-10 ganger, s 247 Limtreboka 2015.

$$\Delta l = \Delta MC \cdot \alpha \cdot l$$

hvor

Δl = dimensjonsendring, i mm

ΔMC = forandring i fuktinnhold ("moisture content"), i prosent

α = utvidelseskoeffisient

l = opprinnelig lengde, i mm.

Typiske verdier for vanlig konstruksjonsvirke er

$\alpha = 0.0001$ langsetter fiberretningen, og

$\alpha = 0.002$ tvers på fiberretningen.

Et typisk eksempel er vist i figur 14-3.

I delen, hvor forskjellige lastkombinasjonene blir dimensjonert skal det vises at termisk påvirkning i statisk system, som vist ovenfor er veldig store, av denne grunnen må vi unngå dannelse av spenninger i bjelker å grunn av trykkraft, som skal oppstå pga termiske påvirkninger.

Vedlegg G - Dimensjonering av aktivt jordtrykk mot landkar for $a\varphi$ analyse.

$$\gamma_{grus} := 19 \frac{kN}{m^3} \quad \varphi_{grus} := 38 \text{ deg} \quad \text{Verdi for massetetthet hentet fra Håndbok 016 side 2-34}$$

$$\gamma_{pukk} := 19 \frac{kN}{m^3} \quad \varphi_{pukk} := 42 \text{ deg}$$

$$\gamma_{leire} := 19 \frac{kN}{m^3} \quad \varphi_{leire} := 20 \text{ deg}$$

$$\rho_{grus} := 1.9 \cdot \frac{g}{cm^3} \quad \text{Dimensjonering av aktivt jordtrykk mot landkar for } a\varphi\text{-analyse}$$

Antar at lastebil står på grunnen før landkar

$$\sigma_{Z0} := \gamma_{grus} \cdot H1 + q_1 \cdot \gamma_{f_{terrenglast}}$$

$$H1 := 0 \text{ m} \quad q_1 := 20.3 \frac{kN}{m^2} \quad \gamma_{f_{terrenglast}} := 1.6 \quad \gamma_{f_{jordtrykk}} := 1.0$$

$$\sigma_{Z0} := \gamma_{grus} \cdot H1 + q_1 \cdot \gamma_{f_{terrenglast}} = 32.48 \frac{kN}{m^2}$$

Vi skal sjekke to tilfeller av jordrykk: 1.tilfellet når høyde GV er lik 1 m og 2.tilfellet når høyde av GV er lik 0 m

1. Tilfellet: $H4 := 4 \text{ m}$

Regner kun på veggen av fundamentet. (4m høyde)

$$\sigma_{Z4} := \gamma_{grus} \cdot H4 + q_1 \cdot \gamma_{f_{terrenglast}} = 108.48 \frac{kN}{m^2}$$

2. Tilfellet:

$$\sigma_{Z4gv} := \sigma_{Z4} - 1 \text{ m} \cdot 10 \frac{kN}{m^3} = 98.48 \frac{kN}{m^2}$$

$$(5.50 \text{ G2}) \quad \sigma_A := K_A \cdot \sigma_Z + a \cdot (K_A - 1)$$

$$(5.38 \text{ G2}) \quad K_A := \frac{1 - \sin(\varphi_{grus})}{1 + \sin(\varphi_{grus})} \quad K_A = 0.238 \quad \text{ved brudd}$$

$$(5.39 \text{ G2}) \quad K_A := \frac{1 - \sin(\rho)}{1 + \sin(\rho)} \quad K_A = 0.368 \quad \text{ved likevekt}$$

$$(4.25 \text{ G1}) \quad \gamma_m := 1.6 \quad \text{Tabell 4.4 (G1) Alvorlig skadekonsekvens ved brudd i kontaktkant kvikkeleire, s. 236}$$

$$tg\rho := \frac{\tan(\varphi_{grus})}{\gamma_m} = 0.488 \quad \rho := \text{atan}(tg\rho) = 26.026 \text{ deg}$$

$$\tan(\varphi_{grus}) = 0.781$$

$$a := 0 \quad \text{Attraksjonen er 0 etter tabell 2.9.5.1 HB 016}$$

$$(5.50 \text{ G2}) \quad \sigma_A := K_A \cdot \sigma_Z + a \cdot (K_A - 1)$$

$$K_{A.brudd} := 0.238$$

$$K_{A.likevekt} := 0.368$$

Likevekt

$$\sigma_{A0} := K_{A.likevekt} \cdot \sigma_{Z0} = 11.953 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{A4} := K_{A.likevekt} \cdot \sigma_{Z4} + \sigma_{A0} = 51.873 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{A4gv} := K_{A.likevekt} \cdot \sigma_{Z4gv} + \sigma_{A0} = 48.193 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F_{A1} := \frac{\sigma_{A0} + \sigma_{A4}}{2} \cdot 4 \text{ m} = 127.652 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad GV := 1 \text{ m}$$

$$F_{A2} := \frac{\sigma_{A0} + \sigma_{A4gv}}{2} \cdot 4 \text{ m} = 120.292 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad GV := 0 \text{ m}$$

Resultanthøyden til FA regnes vha moment om bunnen av veggen:

$$Z_1 := \frac{\sigma_{A0} \cdot 4 \cdot \frac{4}{2} + (\sigma_{A4} - \sigma_{A0}) \cdot \frac{4}{2} \cdot \frac{4}{3}}{F_{A1}} = 1.583 \frac{1}{\text{m}}$$

$$Z_2 := \frac{\sigma_{A0} \cdot 4 \cdot \frac{4}{2} + (\sigma_{A4gv} - \sigma_{A0}) \cdot \frac{4}{2} \cdot \frac{4}{3}}{F_{A2}} = 1.598 \frac{1}{\text{m}}$$

$$F_{A1} \cdot Z_1 = 202.076 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad F_{A2} \cdot Z_2 = 192.263 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vedlegg H Dimensjonering av fundament akse A

Vi antar at vi har betong skive på 3 m lengde, 4 m høyde, 1 m bredde

$$a := 4 \text{ m} \quad b := 3 \text{ m} \quad c := 1 \text{ m}$$

Volum av skive:

$$V := a \cdot b \cdot c = 12 \text{ m}^3 \quad V_{\text{per_meter}} := a \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 4 \text{ m}^3$$

Tyngdetetthet armert betong skal minimum settes lik 25kN/m³ etter pkt 7.3.2 HB N400

$$\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_{\text{fra_egenvekt}} := V \cdot \gamma_c = 300 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{fra_egenvekt_per_meter}} := V_{\text{per_meter}} \cdot \gamma_c = 100 \text{ kN}$$

$$q_{\text{gd_per_m}} := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.2 = 120 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Dvs. at fundamentet vårt må overføre 341, 14 kN (avrunder til 345 kN) av skjærkraft, 450 kN av horisontalkraft og 128 kN resultatkraft fra jordtrykk med arm på 1,6 m.

Da totalt skjærkraft per meter skal være lik:

$$V_{\text{total}} := q_{\text{gd_per_m}} + \frac{345 \text{ kN}}{3 \text{ m}} = 235 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Horisontalkraft pga trafikklaster er:

$$P_{\text{h_per_meter}} := \frac{450 \cdot \text{kN}}{3 \text{ m}} = 150 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momentene pga horisontalkraftene er:

$$M1 := 150 \text{ kN} \cdot 4 \text{ m} = 600 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M2 := 128 \text{ kN} \cdot 1.6 \text{ m} = 204.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

I det værste tilfellet skal begge horisontale kreftene virke i samme retningen og det skal gi det største momentet

$$\Sigma M := M1 + M2 = 804.8 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{per } 1 \text{ m}$$

s.438 Betongboka inneholder informasjon at tillat σ_{gd} - dimensjonerende grunntrykk i brudgrensetilstanden for bløt leire er 20 -100 kN/m²

$$\sigma_{\text{gd}} := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{\text{ed}} \leq \sigma_{\text{gd}} \quad N_{\text{ed}} := V_{\text{total}} = 235 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{ed}} := \frac{N_{\text{ed}}}{b} \quad M_{\text{ed,max}} := \Sigma M$$

$$b_0 := \frac{N_{\text{ed}}}{\sigma_{\text{gd}}} = 2.35 \text{ m} \quad e := \frac{M_{\text{ed,max}}}{N_{\text{ed}}} = 3.425 \text{ m}^2 \quad e1 := e \cdot 1 \frac{1}{\text{m}} = 3.425 \text{ m}$$

$$b := b_0 + e1 = 5.775 \text{ m}$$

$$b_x := b = 5.775 \text{ m} \quad b_y := b_0 = 2.35 \text{ m}$$

$$a1 := \frac{b_0}{2} + e1 - 0.5 \text{ m} = 4.1 \text{ m}$$

1 m bredde av vegg men 1/2 av vegg er 0.5 m

Vi antar at vi skal støpe betong mot berg og det vil gi oss ifølge 4.4.1.1 EC2 Del 1-1

$$c_{nom} := 100 \cdot \text{mm} + 10 \cdot \text{mm} = 0.11 \text{ m}$$

Vi velger B45, B500NC, diameter på armering 32 mm og at vi har betong i XC2 klasse (tabell 4.1 EC2 Del 1-1)

$$f_{ck} := 45 \text{ MPa} \quad h_f := 550 \cdot \text{mm} \quad d := h_f - c_{nom} = 0.44 \text{ m}$$

$$f_{cd} := \frac{0.85 \cdot f_{ck}}{1.5} \cdot 0.8 = 20.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{hvor 0.8 er en reduksjonsfaktor til betong i vann ifølge 7.2.2 HB N400}$$

Snitt 1. Momentkapasitet

$$q_{ed} := \sigma_{gd}$$

$$M_{ed1} := \frac{q_{ed} \cdot (a1)^2}{2} \text{ m} = 840.369 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$b_{vegg} := 1000 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b_{vegg} \cdot d^2 = 1086.096 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momentkapasitet er avhengig av betongfasthet og d-verdi. Hvis vi velger B45 - får vi for lav momentkapasitet, velger B50 - får Mrd lik 948 kNm, hvis vi øker fundamentshøyde til 550 mm får vi Mrd lik 1086 kNm. Vi velger økning av høyde

$$M_{Rd} \geq M_{ed1} \quad \text{OK}$$

$$z := \left(1 - 0.17 \cdot \frac{M_{ed1}}{M_{Rd}} \right) \cdot d = 0.382 \text{ m}$$

Nødvendig armering

$$f_{yd} := 434 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.9 = 390.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_s := \frac{M_{ed1}}{z \cdot f_{yd}} = 5630.336 \text{ mm}^2 \quad n := 8$$

$$\phi_s := \left(\frac{A_s}{\pi \cdot n} \right)^{0.5} \cdot 2 = 29.935 \text{ mm} \text{ tar } \phi 32 \text{ mm} \quad A_{1stg_arm_32} := 804.25 \text{ mm}^2$$

$$s := 1000 \frac{\text{mm}}{n} = 125 \text{ mm} \quad \text{Trenger } 9\phi 32/\text{m}, s=120\text{mm}$$

$$A_{s1} := \frac{1000}{120} \cdot 804.25 \text{ mm}^2 = 6702.083 \text{ mm}^2 \text{ per } 1 \text{ m}$$

Tverrarming

$$A_{tverr} := 0.2 \cdot A_{s1} = 1340.417 \text{ mm}^2 \quad \text{ifølge 9.3.1.1. EC tverrarming er 20\% av hovedarming}$$

tar minst $\phi 16\text{mm}$

$$A_{\phi 16} := \pi \cdot 8^2 = 201.062 \quad A_{\phi 16} := 201.062 \cdot \text{mm}^2$$

$$n := \frac{A_{tverr}}{A_{\phi 16}} = 6.667 \quad n := 7$$

$$s := 1000 \frac{\text{mm}}{n} = 142.857 \text{ mm}$$

Velger $\phi 16\text{mm}$ s130 mm

$$A_{tverr} := \frac{1000}{130} \cdot A_{\phi 16} = 1546.631 \text{ mm}^2$$

Snitt 2 Skjærkraft Skjærstrekk

$$\theta := 21.8 \text{ deg} \quad \alpha := 45 \text{ deg}$$

$$\cot\theta := \frac{1}{\tan(\theta)} = 2.5 \quad \cot\alpha := \frac{1}{\tan(\alpha)} = 1$$

$$V_{ed} := \sigma_{gd} \cdot (a1 - d) = 365.968 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$k_2 := 0.18 \quad \gamma_c := 1.5$$

$$\text{NA 6.2.2: } C_{Rd.c} := \frac{k_2}{\gamma_c} \text{ m} = 0.12 \text{ m} \quad d := h_f - c_{nom} = 0.44 \text{ m}$$

$$V_{Rd.c} := C_{Rd.c} \cdot k \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} b_{vegg} \cdot d$$

$$k \text{ er lik } 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \quad k := 1.67 \quad 1.67 \leq 2.0 \text{ OK} \quad A_{sl} := A_{s1}$$

$$\rho_t := \frac{A_{sl}}{b_{vegg} \cdot d} = 0.015 \quad 0.015 \leq 0.02 \quad OK \quad k := 1.67$$

$$V_{Rd.c} := 773.485 \frac{kN}{m} \quad V_{Rd.c} \geq V_{ed} \quad OK$$

Dvs. at det finnes ikke beregningsmessig behov for skjærarmering EC 2 6.2.1 (4) hvor påvisning av skjærkraftkapasitet gir at det ikke er nødvendig med skjærarmering burde likevel legges inn en minste skjærarmering etter 9.2.2. Den minste skjærarmeringen kan utelates i konstruksjonsdeler som f.eks. plater (massive dekker, ribbe dekker eller hulldekker) der omfordeling av laster i tverretning er mulig. Den minste skjærarmeringen kan ikke utelates i tilfellet vårt, pga at vi har ikke valig plate eller dekke, vi har fundament som fra statisk synspunkt kan anses som to utkrager. Bjelker må alltid ha minst skjærarmering. Derimot fårstår vi at det er en svært kontroversiell påstand at vi må sette minste skjærarmeringen pga at fundament er på en måte en kombinasjon av to utkrager. Men uansett vi må skjærarmere overgangen mellom plate og veggen og området i nærheten av overgangen. I tillegg til det kan vertikal skjærarmering anses som støtte til øvre armeringsnett, som skal hjelpe ved støping av betong og en mulighet for å unngå situasjonen av nedbøyning/fall av øvre nett mot nedre armeringsnett, spesielt i tilfelle når totalbredde på fundament er 15m. Dette spørsmålet kan og må diskuteres med hensyn på teoretiske og praktiske sammenhengene for å gi en rett og eksakt løsning. Vi har beregnet skjærarmering ifølge to metoder for å vise forskjell i resultater. Men hvis vi skal se veldig konservativt og påstå at vi armerer plate, da som hoved regel for armering av plater - det er aldri nødvendig å ha minste skjærarmering i plater.

$$V_{Rd.s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \sin(\alpha) \quad V_{Rd.s} \geq V_{ed}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{V_{ed}}{z \cdot f_{yd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \sin(\alpha)} \quad P := \frac{A_{sw}}{s}$$

$$P := \frac{371.718 \cdot 10^3}{0.9 \cdot 440 \cdot 390.6 \cdot (2.5 + 1) \cdot 0.707} = 0.971$$

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq 0.971 \frac{mm^2}{m}$$

Velger skjærarmering $\varnothing 20$ s 300

$$s \leq \frac{A_{sw}}{0.971} \leq \frac{314}{0.971} \leq 323.38$$

Den minste skjærarmering

$$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} \quad \sin \alpha := 1 \quad \alpha := 90^\circ$$

$$f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2} \quad f_{ck} := 45 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad b_w := 1000 \cdot mm$$

ifølge NA. 9.2.2(6)

$$\rho_w := \frac{(0.1 \cdot \sqrt{f_{ck}})}{f_{yk}} \cdot b_w \quad \rho_w := 1.34 \cdot \frac{mm^2}{mm}$$

Velger $\phi 16mm$

$$A_{\phi 16} := 201.062 \cdot mm^2$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = 1.34 \cdot \frac{mm^2}{mm} \quad \frac{201.062}{s} = 1.34 \quad s := 150 \cdot mm$$

Dvs skjærarmring $\phi 16$ s150

Skjærtrykk dim skjærkraft for snitt 1

$$V_{ed} := \sigma_{gd} \cdot a_1 = 409.968 \frac{1}{m} \cdot kN$$

Skjærtrykkkapasitet $\nu := 0.6 \quad \cot\theta^2 = 6.251$

$$V_{Rd,max} := \nu \cdot f_{cd} \cdot 0.9 \cdot d \cdot \frac{\cot\theta + \cot\alpha}{1 + \cot\theta^2} = 2339.782 \frac{kN}{m}$$

Skjærtrykkkapasitet er mye mer større enn Skjærkraft OK!

Forankring av hovedarmering

$$a := 4.157 \text{ m} \quad e := 3.487 \text{ m} \quad L_{AB} := a + e = 7.644 \text{ m} \quad \sigma_{gd} := 100 \frac{kN}{m}$$

$$h_f := 550 \text{ mm} \quad x_{min} := \frac{h_f}{2} \quad x := x_{min} \quad R := \sigma_{gd} \cdot x$$

$$R := \sigma_{gd} \cdot x = 27.5 \text{ kN} \quad x = 275 \text{ mm}$$

$$z_e := L_{AB} - \frac{x}{2} = 7.507 \text{ m}$$

$$z_i := 0.9 \cdot d = 396 \text{ mm}$$

Armeringskraft i snitt x fra kant:

$$F_s := \frac{R \cdot z_e}{z_i} = 521.285 \text{ kN} \quad A_{s1} := \frac{1000}{120} \cdot 804.25 \text{ mm}^2 = 6702.083 \text{ mm}^2$$

Armeringsspenning

$$\sigma_s := \frac{F_s}{A_{s1}} = 77.78 \frac{N}{mm^2} \quad \alpha_{ct} := 0.85 \quad f_{ctk,0.05} := 2.7 \text{ MPa} \quad \gamma_c := 1.5$$

dim heftefasthet:

$$f_{ctd} := \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk.0.05}}{\gamma_c} = 1.53 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{bd} := 2.25 \cdot f_{ctd} = 3.443 \frac{N}{mm^2}$$

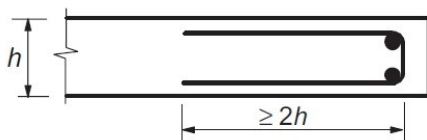
$$L_{bd} := \boxed{L_{bd.rqd}}$$

Nødvendig forankringslengde i snitt x fra kant er

$$L_{bd.rqd} := \frac{0.25 \cdot \boxed{\phi_{32}} \cdot \sigma_s}{f_{bd}} \quad L_{bd.rqd} := \frac{0.25 \cdot 32 \text{ mm} \cdot \sigma_s}{f_{bd}} = 180.751 \text{ mm}$$

$$L_{bd.rqd} \leq x \quad OK$$

I tillegg til det må vi huske på 9.3.1.4 (1) EC: langs en fri (ikke opplagret) kant bør plater normalt ha lengde- og tverrarmring, som vist på figur 9.8



Figur 9.8 – Kantarmering i plater

Så hvis høyde er lik 450 mm, da lengde på tverrarmeringen er lik $2 \cdot 450 = 900$ mm. Senteravstand til slike kroker må være maks på 300 mm.

Dimensjonering av betongskive

$$h_{skive} := 4 \text{ m} \quad l_{skive} := 3 \text{ m} \quad b_{skive} := 1 \text{ m}$$

$$V_{per_bjelke} := 170.57 \frac{kN}{m} \quad q := 113.7 \frac{kN}{m} \quad q_{avrundet} := 114 \frac{kN}{m}$$

$$\gamma_c := 25 \frac{kN}{m^3}$$

Tyngdetetthet armert betong skal minimum settes lik 25 kN/m^3 etter pkt 7.3.2 HB N400

I tillegg til de ytterste lastene må vi beregne jevn fordelt last som vi har pga egenvekt til betongen

$$V_{betong} := h_{skive} \cdot b_{skive} \cdot l_{skive} = 12 \text{ m}^3$$

$$F_{betong} := V_{betong} \cdot \gamma_c = 300 \text{ kN}$$

$$F_{betong.d} := F_{betong} \cdot 1.2 = 360 \text{ kN}$$

Hvis vi ser på det konservativt, da antar vi at egenvekten fra betongen fordeles jevnt gjennom helle konstruksjonen og det gir til oss mulighet å plassere jevn fordelt last på toppen av skive

Hvis vi antar at kraft som vi fikk fra betongegenvekt er resultantkraft fra jevn fordelt last, får vi at q er lik 100 kN/m

$$q_{betong} := 100 \frac{kN}{m}$$

$$q_{totalt} := q_{avrundet} + q_{betong} = 214 \frac{kN}{m}$$

Betong: dimensjonerer etter en levetid på 100 år etter pkt 7.2.3 hb N400, velger klasse B45

$$f_{ck} := 45 \text{ MPa} \quad f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa} \quad f_{yk} := 500 \text{ MPa} \quad \gamma_s := 1.15$$

$$\alpha_{cc} := 0.85 \quad \gamma_c := 1.5$$

$$f_{cd} := \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} \cdot 0.8 = 20.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot 0.9 = 391.304 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Antar opplager på 200mm

$$b_{opplager} := 200 \text{ mm} \quad L_{uk.skive} := l_{skive} - 2 b_{opplager} = 2.6 \text{ m}$$

$$L := \frac{L_{uk.skive}}{4} = 650 \text{ mm}$$

Etter tabell 7.2 HB N400 kan vi anta at $c_{min.dur} := 60 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$ kan variere.

$$h_{skive} > l_{skive} \quad z := 0.62 \cdot h_{skive} = 2.48 \text{ m}$$

$$mot := 2480 \text{ mm} \quad hos := L$$

$$\varphi := \text{atan} \left(\frac{mot}{hos} \right) = 75.313 \text{ deg}$$

$$q1 := \frac{q_{total} \cdot l_{skive}}{2} = 321 \text{ kN}$$

$$q1 = q2 = R \quad R := 321 \cdot \text{kN}$$

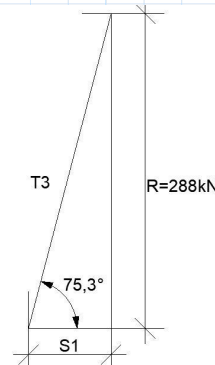
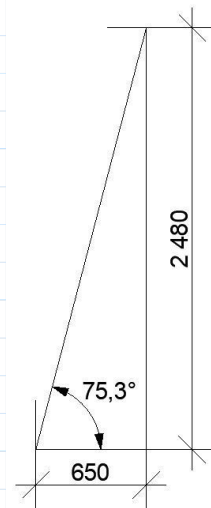
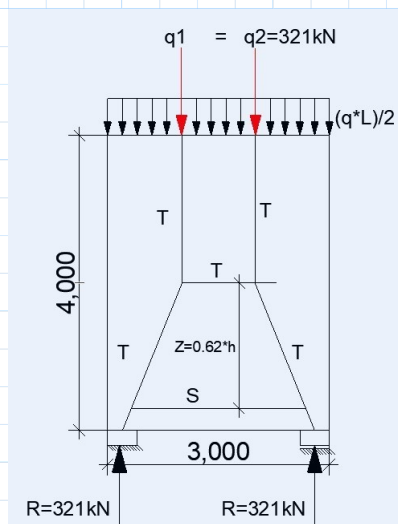
$$\sin \varphi := \frac{R}{T_3} \quad \sin(75.313^\circ) = 0.967$$

$$T_3 := \frac{R}{\sin(75.313^\circ)} = 331.843 \text{ kN}$$

$$s_1 := T_3 \cdot \cos(\varphi) = 84.133 \text{ kN}$$

Ingen last på undersiden gir $S_2 = 0$

$$s_2 := 0 \text{ kN}$$



Nødvendig armering horisontalt

$$A_{sh} := \frac{s_1}{f_{yd}} = 215.007 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv} := \frac{2 \cdot s_2}{f_{yd}} = 0 \text{ m}^2$$

$$A_c := b_{skive} \cdot 1 \text{ m}$$

NA.9.6.3 EC gir at minste armeringsareal på hver side i dobbeltarmerte vegger, $A_{s,hmin}$, settes lik den største av 25% av vertikalarmeringen på samme side eller for yttervegger:

$$\frac{0.3 \cdot A_c \cdot f_{ctm}}{f_{yk}}$$

NA.9.6.2 EC setter minste armeringsareal $A_{s,vmin}$ lik $0.002 \cdot A_c$

$A_{s,vmax}$ settes lik $0.04 \cdot A_c$

$$A_c := 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2 \quad A_{s,vmin} := 0.002 \cdot A_c = 2000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,vmax} := 0.04 \cdot A_c = 40000 \text{ mm}^2$$

Da minste vertikalarmering er lik 2000 mm^2 og det gir:

$$A_{s,hmin} := 0.25 \cdot A_{s,vmin} = 500 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,hmin} := \frac{0.3 \cdot A_c \cdot f_{ctm}}{f_{yk}} = 2280 \text{ mm}^2 \quad \text{velger den største verdien}$$

hvis vi tar $30\emptyset 20\text{mm}$

$$A_{\emptyset 20} := \pi \cdot 10^2 = 314.159 \quad s := \frac{4000}{30} = 133.333$$

$$\frac{30 \cdot A_{\emptyset 20}}{4} = 2356.194 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad \text{Velger senteravstand } 130\text{mm}$$

Nødvendig armering vertikalt

EC 9.6.2

$$A_{sv,min} := 0.002 \cdot A_c = 2000 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv,max} := 0.04 \cdot A_c = 40000 \text{ mm}^2$$

$$\frac{22 A_{\emptyset 20}}{3} = 2303.835 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

ifølge 9.6.2(2) der minste armeringsareal er bestemmende, legges halvparten av arealet på hver side

$$A_{s.vmin_halvparten} := \frac{A_{sv.min}}{2} = 1000 \text{ mm}^2 \quad \text{velger minst tillat } \phi 16$$

$$A_{\phi 16} := \pi \cdot 8^2 = 201.062 \quad s := \frac{3000}{16} = 187.5$$

$$\frac{16 \cdot A_{\phi 16}}{3} = 1072.33 \quad \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad \text{Velger } \phi 16 \text{ s } 180\text{mm}$$

Spenninger i knutepunkt

EC 6.5.4

$$k_1 := 1.0 \quad k_2 := 0.85 \quad k_3 := 0.75$$

$$(NA.6.5(2)N) \quad \nu' := \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) = 0.82$$

$\sigma_{Rd.max}$ er avhengig av om det legges inn en forankring av strekkstav eller ikke.

a) Under trykk uten forankring av strekkstaver i knutepunkter vil

$$\sigma_{Rd.max} := k_1 \cdot \nu' \cdot f_{cd} = 16.728 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

b) for knutepunkter med trykk-strekk med forankring av strekkstaver i en retning vil.

$$\sigma_{Rd.max} := k_2 \cdot \nu' \cdot f_{cd} = 14.219 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

c) knutepunkt med trykk-strekk med forankring av strekkstaver i mer enn en retning vil

$$\sigma_{Rd.max} := k_3 \cdot \nu' \cdot f_{cd} = 12.546 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\varphi = 75.313 \text{ deg}$$

$$t_1 := \cos(\varphi) \cdot 400 = 101.413$$

$$t_2 := \sin(\varphi) \cdot 200 = 193.465$$

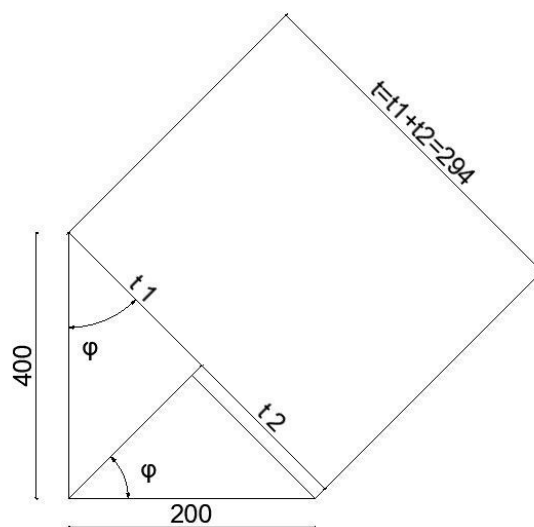
$$t := t_1 + t_2 = 294.879$$

$$\frac{T_3}{t \cdot b} \leq \sigma_{Rd.max}$$

$$T_3 = 331.843 \text{ kN}$$

$$t := 294.879 \cdot \text{mm}$$

$$b := 1000 \cdot \text{mm}$$



$$\frac{T_3}{t \cdot b} = 1.125 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

9.5.3 Tverrarmeringens diameter (bøyer, kroker eller spiralarmering) bør ikke være mindre enn 6 mm eller en fjedredel av største diameter av stengene i lengderetningen, avhengig av hvilken verdi som er størst.

$$A_{\phi 10} := \pi \cdot 5^2 = 78.54$$

Velger $n=6$ (med hensyn på innholdet av punkt 9.6.4 (2) EC) og da

$$s := \frac{1000}{6} = 166.667$$

velger $\phi 10s150$

$$A_{s_tverr} := \frac{1000}{150} \cdot 78.54 \cdot \text{mm}^2 = 523.6 \text{ mm}^2 \quad \text{per meter}$$

Ifølge 7.8.1 Håndbok N400 det kan gjøres unntak fra regel at armering med diameter mindre enn 12mm skal ikke benyttes. Diameter 10mm kan benyttes for tverrarmering beregnet etter NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008, punkt 9.5.3(6) og 9.6.4 i tilfeller der armeringen som skal fastholdes ikke er beregningsmessig utnyttet i trykk.

punkt 7.8.6 Håndbok N400 sier at vertikal- og horisontalarmering skal ha senteravstand ≤ 200 mm, derfor reglene fra punkt 9.5.3(3) og NA.9.5.3(3) skal ikke brukes fordi de gir større verdi av senteravstand.

Vedlegg I dimensjonering av støtte i akse B

Hvert par av stålbjelker gir skjærkraft på 300 kN, til summen - 600 kN. I tillegg til det antar vi at det finnes vindbelastning i midten med resultantkraftpåk 200 kN i y-retning. Vi antar at dybden i midten av elve er 2 m. Tar betong B45 og armering B500NC.

Antar at vi har en veldig lang søyle med slike dimensjonene:

$$h_s := 2300 \cdot \text{mm} \quad b_s := 1000 \cdot \text{mm} \quad h_z := 3000 \cdot \text{mm}$$

$$V_s := h_s \cdot b_s \cdot h_z = 6.9 \text{ m}^3$$

Tyngdetetthet armert betong skal minimum settes lik 25kN/m³ etter pkt 7.3.2 HB N400

$$\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_k := V_s \cdot \gamma_c = 172.5 \text{ kN}$$

$$Q_d := Q_k \cdot 1.2 = 207 \text{ kN}$$

$$R_{Ved} := 600 \cdot \text{kN}$$

$$N_{ed} := R_{Ved} + Q_d = 807 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} := f_{cd} \cdot (A_c - A'_s) - A_s + f_{yd} \cdot A'_s > N_{ed}$$

$$f_{ck} := 45 \text{ MPa} \quad f_{cd} := \frac{0.85 \cdot f_{ck}}{1.5} = 25.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yd} := 434 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ifølge NA.9.5.2(2) bestemmes minste lengdearmering

$A_{s.min}$ av uttrykket

$$A_{s.min} := \frac{0.2 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \leq \frac{0.5 N_{ed}}{f_{yd}} \quad \text{men ikke mindre enn} \quad 0.01 \cdot A_c$$

$$A_c := h_s \cdot b_s = 2.3 \text{ m}^2$$

$$N_{ed} := 807 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{0.2 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = (2.703 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$\frac{0.5 N_{ed}}{f_{yd}} = 929.724 \text{ mm}^2$$

$$(2.703 \cdot 10^4) \text{ mm}^2 \geq 929.724 \text{ mm}^2$$

$$0.01 \cdot A_c = (2.3 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$\text{Derfor velger } A_{s.min} \text{ lik } A_{s.min} := 2.703 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

$$f_{yd} := 434 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$N_{Rd} := f_{cd} \cdot (A_c - A_{s.min}) + (f_{yd} \cdot A_{s.min}) = (6.969 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$N_{Rd} > N_{ed} \quad \text{OK}$$

Lengdearmoring i søyle plasseres på to motstående sider.

$$\frac{A_{s.min}}{2} = (1.352 \cdot 10^4) \text{ mm}^2 \quad A_{\phi 32} := \pi \cdot 16^2 = 804.248 \quad A_{\phi 32} := 804.248 \cdot \text{mm}^2$$

$$n := \frac{A_{s.min}}{A_{\phi 32}} = 16.805 \quad n := 17 \quad \text{Dvs, at vi må plassere 17 stenger på en side}$$

Ifølge EC2, 8.2(2) fri avstand (horisontalt og vertikalt) mellom parallelle enkeltstenger eller horisontale lag av parallelle stenger bør ikke være mindre enn den største verdien av (kaller fri avstand a_h):

$$k_1 := 2 \quad \phi 32 := 32 \cdot \text{mm} \quad d_g := 16 \cdot \text{mm} \quad k_2 := 5 \cdot \text{mm}$$

$$k_1 \cdot \phi 32 = 64 \text{ mm}$$

dvs fri avstand må være ikke mindre enn 64 mm

$$d_g + k_2 = 21 \text{ mm}$$

$$20 \cdot \text{mm}$$

$$c_{nom} := 45 \cdot \text{mm} \quad \text{Detaljert forklare av valg til overdekning stør ned}$$

Sjekker side på 1 m, ser bort fra bøylearmoring:

$$a_h := b_s - 2 \cdot c_{nom} - 17 \cdot \phi 32 = 366 \text{ mm} \quad \text{det er fri avstand som finnes på 1 m bredde av søyle}$$

$$\frac{a_h}{64 \cdot \text{mm}} = 5.719 \quad \text{dvs, at fri avstand er nok for å plassere med 64 mm avstand bare 5 stenger}$$

Sjekker side på 2.3 m:

$$a_h := h_s - 2 \cdot c_{nom} - 17 \cdot \phi 32 = (1.666 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$\frac{a_h}{64 \cdot \text{mm}} = 26.031 \quad \text{dvs at på den største siden av søyle finnes det nok plass for alle 17 stenger}$$

Men det finnes påvirkning fra vind, dvs at søylen må dimensjoneres med hensyn på kapasitet for kombinasjon av moment og aksialkraft med bruk av M-N diagram. Og vi vurderer at det bør dimensjoneres to søyler med mindre tverrsnitt, for å redusere overdimensjonering.

Dimensjonering av to søyler

Velger å ha to søyler med $b=500$ mm, høyde= 1000 mm og lengde= 3000 mm. Vher søyle påkjennes av skjærkraft på 300 kN og kraft fra vindlast på 200 kN.

$$b_s := 500 \cdot \text{mm} \quad h_s := 1000 \cdot \text{mm} \quad h_z := 3000 \cdot \text{mm}$$

$$V_{per_par_søyle} := 300 \text{ kN}$$

I tillegg til må vi beregne jevn fordelt last som vi har pga egenvekt til betongen.
Tyngdetetthet armert betong skal minimum settes lik 25 kN/m^3 etter pkt 7.3.2 HB N400.

$$\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$V_{søyle} := h_s \cdot b_s \cdot h_z = 1.5 \text{ m}^3 \quad Q_{k_søyle} := V_{søyle} \cdot \gamma_c = 37.5 \text{ kN}$$

$$Q_{d_søyle} := Q_{k_søyle} \cdot 1.2 = 45 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} := Q_{d_søyle} + V_{per_par_søyle} = 345 \text{ kN}$$

Velger Betong B30, Armering B500C. Tar i utgangspunkt at søylene er ikke i kontakt med vann, dvs vi bruker ikke ekstra reduksjonsfaktor fra punkt 7.2.2 Håndbok N400.

$$f_{ck} := 30 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_c := 1.5 \quad f_{yk} := 500 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_s := 1.15 \quad \alpha_{cc} := 0.85$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_c := h_s \cdot b_s = (5 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

Aksialkraftkapasitet

$$N_{Rd} := f_{cd} \cdot (A_c - A'_s) + f_{yd} \cdot A'_s \geq N_{Ed}$$

$$25.5 \cdot ((5 \cdot 10^5) - A'_s) + 434 \cdot A'_s \geq 345 \cdot 10^3$$

Men ifølge NA.9.5.2(2) EC2 en minimum lengdearmering som skal være symmetrisk i tverrsnittet (dvs minst en stang i hvert hjørne), som den største av:

$$A_{s,min} := \frac{0.2 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \leq \frac{0.5 N_{Ed}}{f_{yd}} \quad \text{men ikke mindre enn} \quad 0.01 \cdot A_c$$

$$\frac{0.2 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = (3.91 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \frac{0.5 N_{Ed}}{f_{yd}} = 928.05 \text{ mm}^2$$

$$0.01 \cdot A_c = (5 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \text{dvs at vi tar} \quad A_{s,min} := 5 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \quad A'_s := A_{s,min}$$

$$N_{Rd} := f_{cd} \cdot (A_c - A'_s) + f_{yd} \cdot A'_s \geq N_{Ed}$$

$$N_{Rd} := f_{cd} \cdot (A_c - A'_s) + f_{yd} \cdot A'_s = (1.059 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$N_{Rd} > N_{Ed} \quad \text{OK}$$

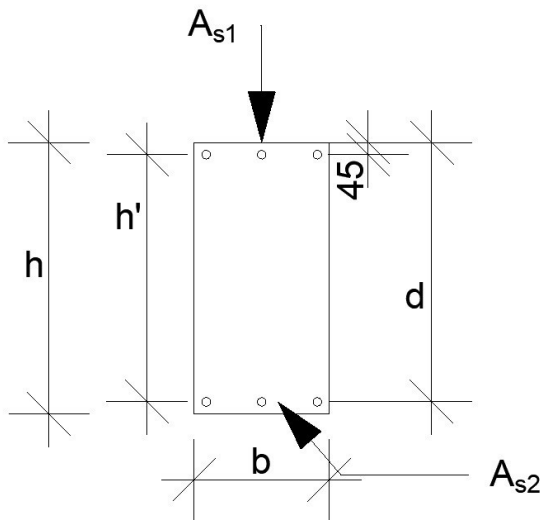
Tabell 7.2 Håndbok N400

$$c_{min,dur} := 35 \cdot mm$$

$$\Delta c_{dev} := 10 \cdot mm$$

$$c_{nom} := c_{min,dur} + \Delta c_{dev} = 45 \cdot mm$$

Pga at søyler påkjennes av en kombinasjon av bøyemoment og aksialkraft må kapasiteten til denne kombinasjonen sjekkes.



EC2 angir i 6.1(6) at aksialkapasiteten skal ikke regnes større enn den verdi som svarer til en gjennomsnittlig trykktøyning lik

ϵ_{c2} 3.1.7(1) - tøyningen idet maksimalspenningen nås

ϵ_c - trykktøyning i betong

ϵ_{cu2} 3.1.7(1) - tøyningsgrensen i bruddtilstanden

ϵ_{ud} - dimensjonerende tøyning i armering eller spennstål ved største last

Det finnes tre bruddkriterier:

A - brudd i armering når $\epsilon_s := \epsilon_{ud}$

B - trykkbrudd i betong når $\epsilon_c := \epsilon_{cu2}$

C - trykkbrudd i betong når $\epsilon_c := \epsilon_{c2}$

ved rent trykk

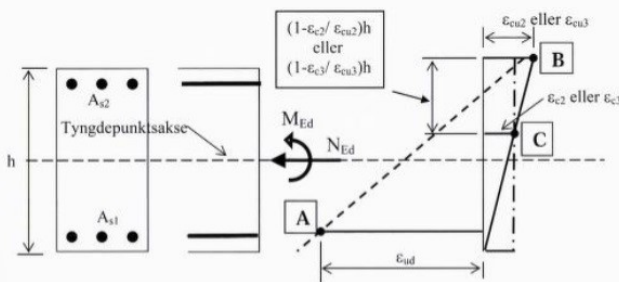


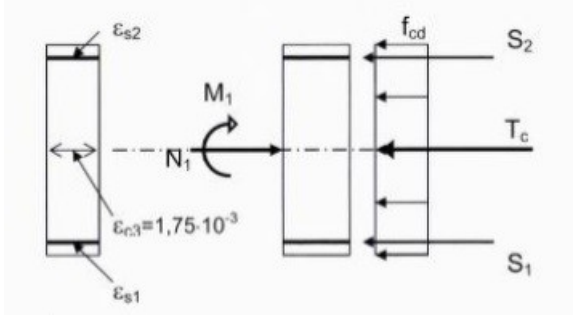
Fig. 4.28 Tøyningstilstander ved brudd for kombinert moment og aksialkraft

Vi skal sjekke forskjellige tøyningstilstander for å konstruere M-N diagram

Ifølge 3.1.7(2) EC2 ϵ_{c3} og ϵ_{cu3} vises som absolut verdier

1. Ren trykk

Bruddkriterium C $\varepsilon_c := \varepsilon_{c3}$ $\varepsilon_{c3} := 1.75 \cdot 10^{-3}$ $E_s := 200 \cdot \text{GPa}$



$$\varepsilon_{yd} := \frac{f_{yd}}{E_s} = 0.002$$

$\varepsilon_{yd} \geq \varepsilon_{c3}$ armeringen flyter ikke

$$T_c := f_{cd} \cdot b_s \cdot h_s = (8.5 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$\sigma_{sd} := E_s \cdot \varepsilon_{c3} = 350 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_{s1} := 3 \cdot (\pi \cdot 16^2) \cdot \text{mm}^2 = (2.413 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$S_1 := \sigma_{sd} \cdot A_{s1} = (8.445 \cdot 10^5) \text{ N} \quad S_2 := S_1$$

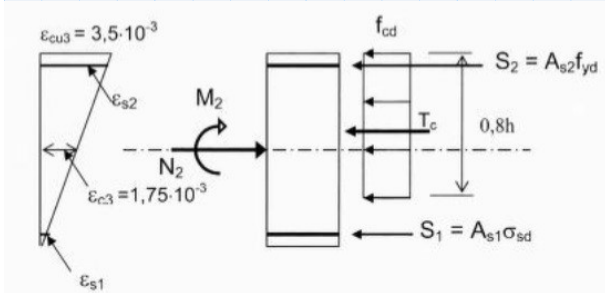
Aksial likevekt: $N_1 := S_2 + S_1 + T_c = (1.019 \cdot 10^4) \text{ kN}$

Momentlikevekt: $M_1 := 0$

2. Trykk i betong

Bruddkriterium B og C samtidig

$$\varepsilon_{cu3} := 3.5 \cdot 10^{-3} \quad h' := 0.91 \cdot h_s$$



$$\varepsilon_{s1} := \frac{c_{nom} \cdot 2 \cdot \varepsilon_{cu3}}{h_s} = 3.15 \cdot 10^{-4}$$

$\varepsilon_{s1} \leq \varepsilon_{yd}$ flytning finnes ikke

$$\sigma_{sd} := E_s \cdot \varepsilon_{s1} = 63 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$T_c := f_{cd} \cdot b_s \cdot h' = (7.735 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_1 := \sigma_{sd} \cdot A_{s1} = (1.52 \cdot 10^5) \text{ N}$$

$$S_2 := f_{yd} \cdot A_{s1} = (1.049 \cdot 10^6) \text{ N}$$

Aksial likevekt: $N_2 := S_2 + S_1 + T_c = (8.936 \cdot 10^3) \text{ kN}$

Momentlikevekt: $M_2 := T_c \cdot (0.5 \cdot h_s - 0.4 \cdot h_s) + S_2 \cdot \frac{h'}{2} - S_1 \cdot \frac{h'}{2} = (1.182 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$

Bildene ble hentet fra Betongkonstruksjoner av Svein Ivar Sørensen. I eksemplene fra boka $h' = 0.8 \cdot h$, mens i tilfellet vårt $h' = 0.91 \cdot h$, av denne grunnen verdien i bildene og i beregningene er ikke lik.

3. Trykkbrudd i betong samtidig med flytning i armering

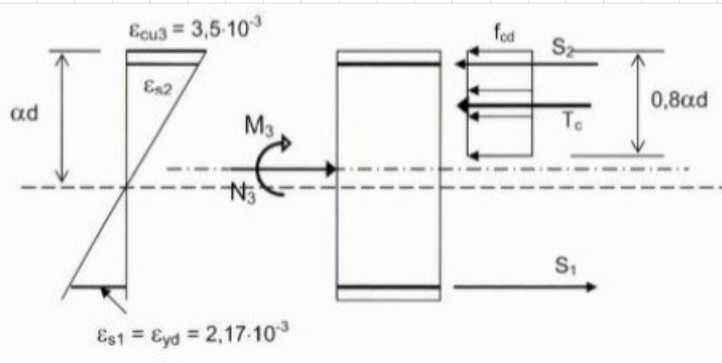
Bruddkriterium B $\epsilon_c := \epsilon_{cu3}$ $\epsilon_s := \epsilon_{yd}$ $h' := 0.91 \cdot h_s$ $d := 955 \cdot \text{mm}$

$$\alpha_b := \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}} = 0.617 \quad \alpha_b \cdot d = 0.589 \text{ m} \quad - \text{Trykksonehøyde}$$

Tøyning i trykkarmering:

$$\epsilon_{s2} := \frac{\alpha_b \cdot d - 2 \cdot c_{nom}}{\alpha_b \cdot d} \cdot \epsilon_{cu3} = 0.003$$

$$\epsilon_{s2} \geq \epsilon_{yd} \quad \text{armering flyter}$$



$$T_c := f_{cd} \cdot b_s \cdot 0.91 \cdot \alpha_b \cdot d = (4.557 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_2 := f_{yd} \cdot A_{s1} = (1.049 \cdot 10^6) \text{ N} \quad S_2 := S_1$$

Aksial likevekt: $N_3 := S_2 - S_1 + T_c = (4.557 \cdot 10^3) \text{ kN}$

Momentlikevekt om tyngdepunktsaksen:

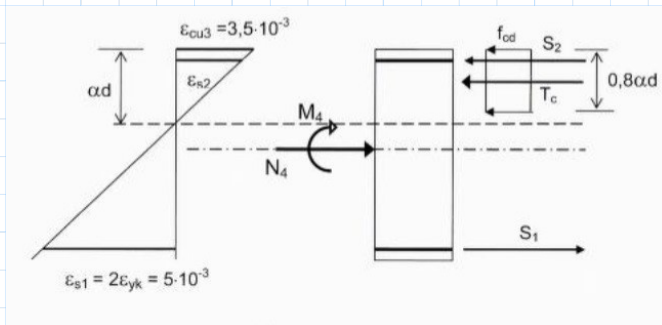
$$M_3 := T_c \cdot (0.5 \cdot h_s - 0.4 \cdot \alpha_b \cdot d) + S_1 \cdot h' = (1.343 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4. Trykkbrudd i betong og dobbel flytetøyning i strekkarmering

Bruddkriterium B $\epsilon_c := \epsilon_{cu3}$ $\epsilon_{s1} := 2 \cdot \epsilon_{yk}$ $2 \cdot \epsilon_{yk}$ er lik 0.005 - vanlig praksis i Norge

$$\epsilon_{s1} := 0.005 \quad \alpha_b := \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + 2 \cdot \epsilon_{yk}} \quad d := 955 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha_b := \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{s1}} = 0.412 \quad \alpha_b \cdot d = 0.393 \text{ m} \quad - \text{Trykksonehøyde}$$



Tøyning i trykkarmering:

$$\varepsilon_{s2} := \frac{\alpha_b \cdot d - 2 \cdot c_{nom}}{\alpha_b \cdot d} \cdot \varepsilon_{cu3} = 0.003$$

$$\varepsilon_{s2} \geq \varepsilon_{yd} \quad \text{armering flyter}$$

$$T_c := f_{cd} \cdot b_s \cdot 0.91 \cdot \alpha_b \cdot d = (3.042 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$S_2 := f_{yd} \cdot A_{s1} = (1.049 \cdot 10^6) \text{ N} \quad S_2 := S_1$$

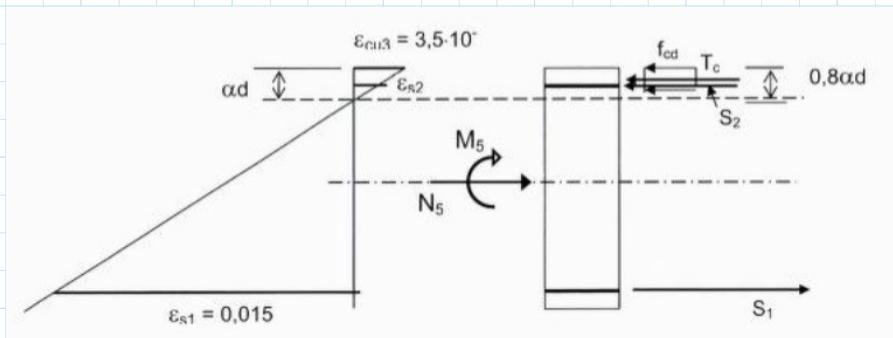
$$\text{Aksial likevekt: } N_4 := S_2 - S_1 + T_c = (3.042 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Momentlikevekt om tyngdepunksaksen:

$$M_4 := T_c \cdot (0.5 \cdot h_s - 0.4 \cdot \alpha_b \cdot d) + S_1 \cdot h' = (1.181 \cdot 10^3) \text{ kN} \cdot \text{m}$$

5. Trykkbrudd i betong og dobbel flytetøyning i strekkarmering

$$\text{Bruddkriterium B} \quad \varepsilon_c := \varepsilon_{cu3} \quad \varepsilon_{s1} := 0.015$$



$$\alpha_b := \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{s1}} = 0.189 \quad \alpha_b \cdot d = 0.181 \text{ m} \quad \text{- Trykksonehøyde}$$

Trykkarmeringstøyning:

$$\varepsilon_{s2} := \frac{\alpha_b \cdot d - 2 \cdot c_{nom}}{\alpha_b \cdot d} \cdot \varepsilon_{cu3} = 0.002 \quad \varepsilon_{s2} \leq \varepsilon_{yd} \quad \text{flytter ikke}$$

$$\sigma_{sd} := E_s \cdot \varepsilon_{s2} = 351.309 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad T_c := f_{cd} \cdot b_s \cdot 0.91 \cdot \alpha_b \cdot d = (1.398 \cdot 10^6) \text{ N}$$

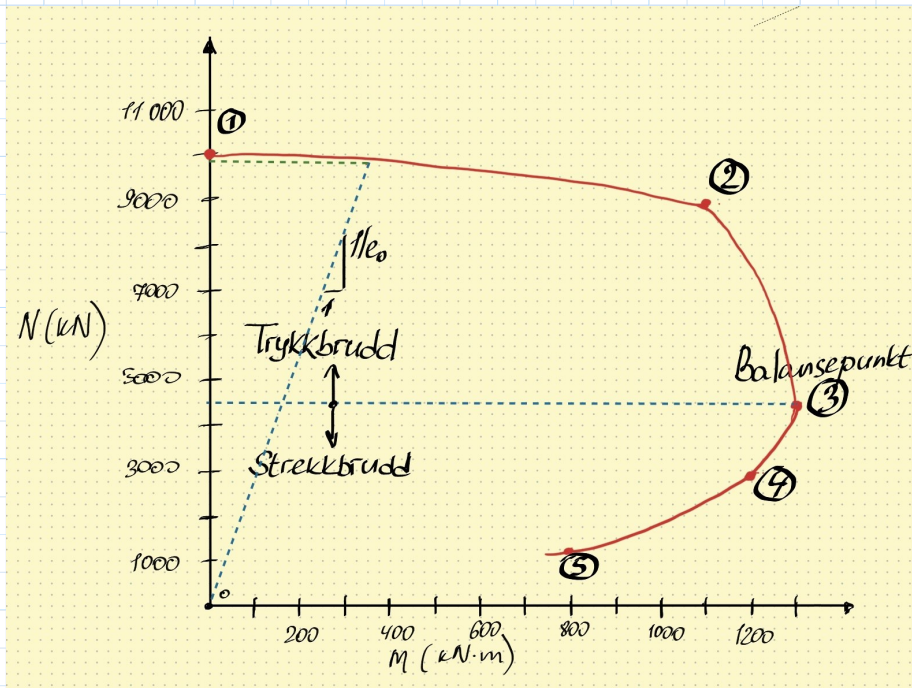
$$S_1 := f_{yd} \cdot A_{s1} = (1.049 \cdot 10^6) \text{ N} \quad S_2 := \sigma_{sd} \cdot A_{s1} = (8.476 \cdot 10^5) \text{ N}$$

$$\text{Aksial likevekt: } N_5 := S_2 - S_1 + T_c = (1.196 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

Momentlikevekt om tyngdepunksaksen:

$$M_5 := T_c \cdot (c_{nom} - 0.4 \cdot \alpha_b \cdot d) + S_1 \cdot \frac{h'}{2} + S_2 \cdot \frac{h'}{2} = 824.859 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Konstruerer M-N diagram



Punkt for tøyningstilstand 3 kalles "**balanspunkt**", dette punktet representerer trykkbrudd i betong ved trykkrand samtidig med at armeringen på strekksiden begynner å flytte. For denne tøyningstilstanden har tversnittet den største momentkapasiteten.

Punktet 1 i diagrammet representerer kapasiteten for sentrisk aksialtrykk. Mens EC2, 6.1(4) begrenser denne kapasiteten ved å forlange at det regnes med en minsteeksentrisitet, e_0 , gitt som

$$e_0 := \max \frac{h}{30} \quad \text{eller} \quad 20 \cdot \text{mm}$$

$$e_0 := \frac{h_s}{30} = 0.033 \text{ m} \quad \text{tar den for å finne} \quad M_0 := N_1 \cdot e_0 = 339.631 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kravet om minsteeksentrisitet betyr at den maksimale bæreevnen for søyletvernsnittet blir $N=9800 \text{ kN}$ istedet for $N_1 = 10\,000 \text{ kN}$ dersom lasten var ideelt sentrisk plassert.

Dvs at valgte søyles dimensjoner og dimensjonert armering har god nok kapasitet sammenlignet med påkjenning.

For praktisk dimensjonering brukes M-N diagrammene fra Appendix A fra BS-EN 1992 1-1, 2004 for $h'=0,5 \cdot h - 0,9 \cdot h$. I tilfellet vårt har vi $h'=0,9 \cdot h$.

Hvis vi antar at vi har kraft, som virker på 900 kN i x-retning med arm på 3m og aksialkraft på 2500 kN, da får vi:

$$N_{Ed1} := 2500 \cdot \text{kN}$$

$$M_{Ed1y} := 2700 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

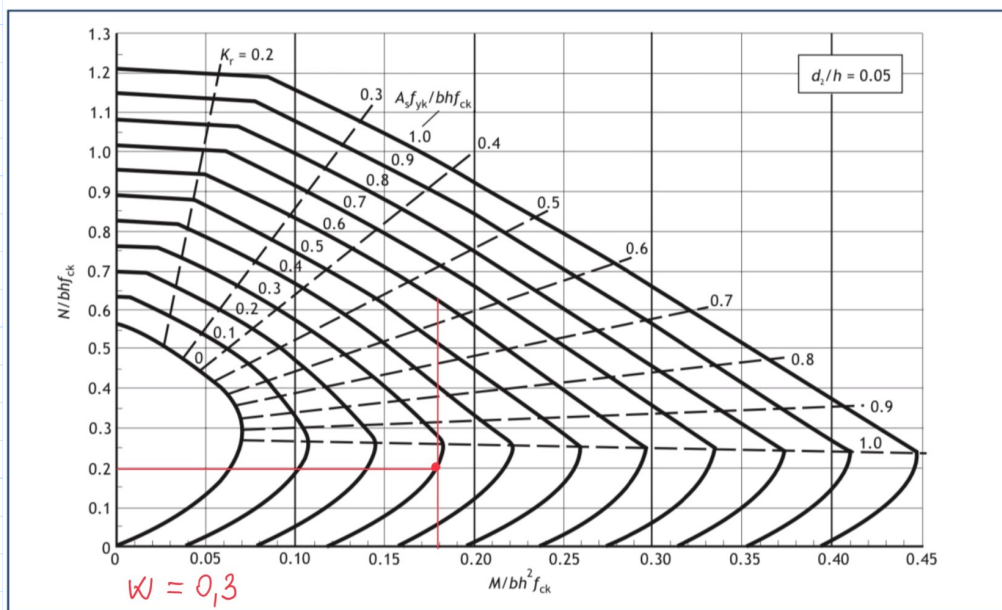
$$n := \frac{N_{Ed1}}{f_{ck} \cdot b_s \cdot h_s} = 0.167$$

$$m_{11} := \frac{M_{Ed1y}}{f_{ck} \cdot b_s \cdot h_s^2} = 0.18$$

Fra M-N diagram for $d_2/h=0.05$ avleser $w=0.3$

$$w := 0.3$$

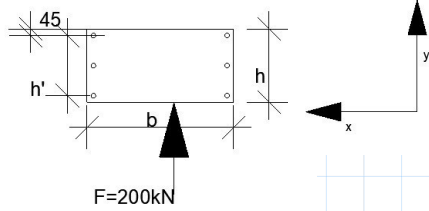
Figure 9a
Column design chart for rectangular columns $d_2/h = 0.05$



$$A_s := \frac{b_s \cdot h_s \cdot f_{ck}}{f_{yk}} \cdot w = (9 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Søylor kan bli påkjent om to aksene og må holde to momenter samtidig: M_x og M_y .

I tilfellet vårt har vi M_x eller kraft i y-retning. Bildet med plassering av armering ble tatt fra øvrige eksempel.



Dvs:

$$b_s := 1000 \cdot \text{mm} \quad h_s := 500 \cdot \text{mm} \quad h' := 410 \cdot \text{mm}$$

$$F := 200 \cdot \text{kN}$$

$$M_x := F \cdot h_z = 600 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_{Ed} = 345 \text{ kN}$$

Vi skal ikke konstruere M-N diagram på nytt. Istedet for skal praktisk dimensjonering for kombinert moment og aksialkraft brukes.

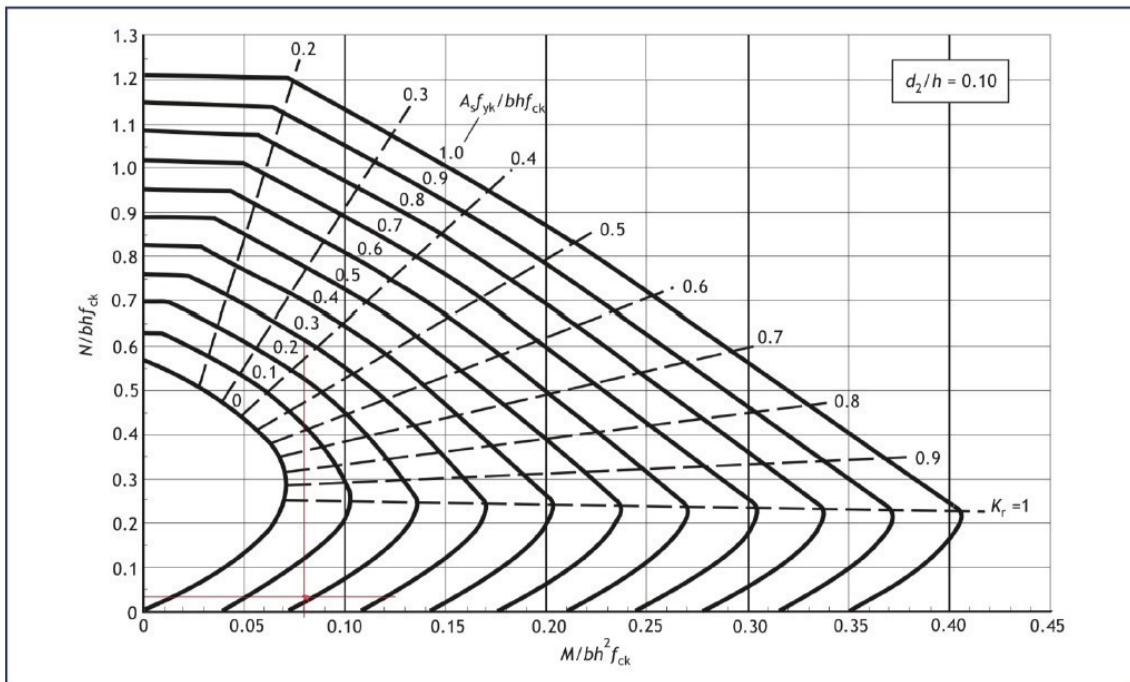
$$d_2 := c_{nom} \quad \frac{d_2}{h_s} = 0.09 \quad \text{avrunder til} \quad 0.1$$

Avleser at $w := 0.19$

$$n := \frac{N_{Ed}}{f_{ck} \cdot b_s \cdot h_s} = 0.023$$

$$m_1 := \frac{M_x}{f_{ck} \cdot b_s \cdot h_s^2} = 0.08 \quad A_s := \frac{b_s \cdot h_s \cdot f_{ck}}{f_{yk}} \cdot w = (5.7 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

m-n diagram



$$A_s = (5.7 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \frac{A_s}{2} = (2.85 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad A := \frac{A_s}{2} \quad A_{s1} := A \quad A_{s2} := A$$

$$A_{s1} := A_{s2} \quad A_{\phi 25} := \pi \cdot 12.5^2 = 490.874 \quad A_{\phi 25} := 490.874 \cdot \text{mm}^2$$

$$\frac{A_{s1}}{A_{\phi 25}} = 5.806 \quad n := 6 \quad 6 \cdot A_{\phi 25} = 2.945 \cdot 10^3$$

Ifølge EC2, 8.2(2) fri avstand (horisontalt og vertikalt) mellom parallelle enkeltstenger eller horisontale lag av parallelle stenger bør ikke være mindre enn den største verdien av (kaller fri avstand a_h):

$$k_1 := 2 \quad \phi 25 := 25 \cdot \text{mm} \quad d_g := 16 \cdot \text{mm} \quad k_2 := 5 \cdot \text{mm}$$

$$k_1 \cdot \phi 25 = 50 \text{ mm}$$

dvs fri avstand må være ikke mindre enn 64 mm

$$d_g + k_2 = 21 \text{ mm}$$

$$20 \cdot \text{mm}$$

$$c_{nom} := 45 \cdot \text{mm} \quad \text{Detaljert forklare av valg til overdekning stør ned}$$

Sjekker side på 1 m, ser bort fra bøylearmring:

$$a_h := b_s - 2 \cdot c_{nom} - 6 \cdot \phi 25 = 760 \text{ mm} \quad \text{det er fri avstand som finnes på 1 m bredde av søyle}$$

$$\frac{a_h}{50 \cdot \text{mm}} = 15.2 \quad \text{dvs, at fri avstand er nok for å plassere med 55 mm avstand 6 stenger}$$

I tillegg til det må bøylearmring settes. Pkt. 9.5.3 EC2:

$$s_{cl.tmax} := \min \quad 20 \cdot \phi_{min} \quad \text{eller} \quad h_{min} \quad \text{eller} \quad 400 \cdot \text{mm}$$

hvor ϕ_{min} er diameter av minste lengdearmring, h_{min} er minste tverrsnittsdimensjon.

$$20 \cdot 25 \cdot \text{mm} = 500 \text{ mm} \quad h_{min} := 500 \cdot \text{mm} \quad \text{tar den minste verdien - 400 mm.}$$

Men ifølge pkt.7.8.6 Hb N400 skal vertikal- og horisontalarmering i søyler $s \leq 200 \cdot \text{mm}$.
Og horisontalarmering skal ha diameter $\phi \geq 16 \cdot \text{mm}$, derfor tar vi $\phi = 16$

Dimensjonering av fundament

s.438 Betongboka inneholder informasjon at tillat σ_{gd} - dimensjonerende grunntrykk i brudgrensetilstanden for bløt leire er 20 -100 kN/m²

$$\sigma_{gd} := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{ed} \leq \sigma_{gd} \quad N_{Ed} = 345 \text{ kN} \quad \sigma_{gd} := 100 \text{ kN} \quad M_{ed.max} := M_x$$

For symmetrisk fundament: $m := 1 \cdot m$

$$b := \sqrt{\frac{N_{Ed}}{\sigma_{gd}}} = 1.857 \quad e := \frac{M_x}{N_{Ed}} = 1.739 \text{ m} \quad b_0 := 1.857 \cdot m \quad 2 \cdot e = 3.478 \text{ m}$$

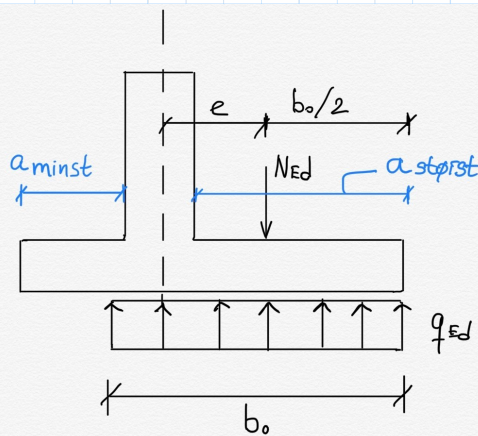
$$b_x := b_0 + 2 \cdot e = 5.335 \text{ m} \quad b_y := b_0 = 1.857 \text{ m}$$

I tilfellet vårt b_x plasseres i y-retningen og b_y i x-retningen

For usymmetrisk fundament:

$$b_y := b_0 = 1.857 \text{ m} \quad b_x := b_0 + \frac{M_x}{N_{Ed}} = 3.596 \text{ m} \quad b_{s\ddot{o}yleMy} := 500 \cdot \text{mm}$$

$$a_{st\ddot{o}rst} := \frac{b_0}{2} + \left(e - \frac{b_{s\ddot{o}yleMy}}{2} \right) = 2.418 \text{ m} \quad a_{minst} := b_x - a_{st\ddot{o}rst} - b_{s\ddot{o}yleMy} = 0.679 \text{ m}$$



Avstanden mellom senter av stålbelegene er 2 m, hvis vi antar at det også må være 2 m senteravstand mellom søylene. Dvs med tanke på geometri, moment påkjenning og fordeling må den korteste fundamentflensen plasseres mot en fri avstand (mot elve), mens den lengste må plasseres mot bru/ en annen søyle. Ifølge matematikk kan vi avrunde 2.418 til 2, dvs at vi har nok plass til den lengste flensen (antar at reduksjon på 400 mm skal ikke skape svært store og farlige konsekvenser). Dvs at vi skal ha et kontinuerlig betongfundament for begge to søylene.

Fundamentet kan være armert eller uarmert. I pkt. 12.9.3 (1) EC2 kan fundamenter dimensjoneres og utføres i uarmert betong forutsatt at:

$$\frac{0.85 \cdot h_F}{a} \geq \sqrt{\frac{3 \cdot \sigma_{gd}}{f_{ctd.pl}}}$$

$$\alpha_{ct.pl} := 0.8 \quad f_{ctk.0.05} := 2 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ctd.pl} := \alpha_{ct.pl} \cdot \frac{f_{ctk.0.05}}{\gamma_c} = (1.067 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{EC 2 12.3.3(2)}$$

$$\frac{h_F}{a} \geq \frac{1}{0.85} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \sigma_{gd}}{f_{ctd.pl}}} \quad \frac{1}{0.85} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \sigma_{gd}}{f_{ctd.pl}}} = 0.624 \text{ m}$$

$$h_F \geq 0.624 \text{ m} \cdot a_{st\ddot{o}rst} \quad 0.624 \text{ m} \cdot a_{st\ddot{o}rst} = 1.509 \text{ m}^2$$

$$h_F \geq 1.509 \cdot \text{m} \quad \text{avrunder til 2 m}$$

Forenkelt forholdet:

$$\frac{h_F}{a} \geq 2 \quad h_F \geq 4.836 \cdot m \quad \text{avrunder til } 5 \text{ m}$$

Men hensyn på dybden og høyden av søyler, som skal ikke være i kontakt med vann, velger vi h_F lik 3,5 m.

Sjekker momentkapasitet

$$h_F := 3.5 \cdot m$$

$$M_{Rd} := \frac{h_F^2}{6} \cdot f_{ctd.pl} \quad L := b_0 = 1.857 \text{ m} \quad w_u := \frac{L \cdot h_F^2}{6} \quad f_{ctd.pl} := \frac{M_{Rd}}{w_u}$$

$$\sigma_u := \frac{M_{Rd}}{w_u} \quad \text{hvor } \sigma_u \text{ er strekkspenningen i underkant}$$

$$f_{ctd.pl} := (1.067 \cdot 10^6) \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad h_{f2} := h_F^2 \quad h_{f2} := 12.25 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} := \frac{h_{f2}}{6} \cdot f_{ctd.pl} = (2.178 \cdot 10^6) \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$\sigma_{gd} := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{ed} \leq \sigma_{gd} \quad q_{ed} := \sigma_{gd} \quad a_{størst}^2 = 5.845 \text{ m}^2$$

$$M_{Ed} := \frac{q_{ed} \cdot a_{størst}^2}{2} \quad a2 := a_{størst}^2 \quad a2 := 5.845 \text{ m}^2 \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} := \frac{q_{ed} \cdot a2}{2} = 292.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \quad \text{OK}$$

Dimensjonerende skjærkraft

$$V_{Ed} := q_{ed} \cdot \frac{b_y + b_s}{2} \cdot a_{størst} = 345.359 \text{ kN}$$

$$\theta := 21.8 \text{ deg}$$

$$\alpha := 45 \text{ deg}$$

Skjærtrykkapasitet

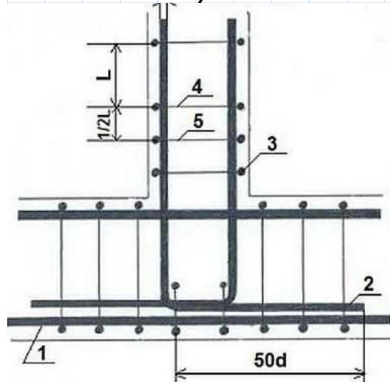
$$\nu := 0.6 \quad \cot\theta^2 = 6.251$$

$$\cot\theta := \frac{1}{\tan(\theta)} = 2.5 \quad \cot\alpha := \frac{1}{\tan(\alpha)} = 1$$

$$V_{Rd,max} := \nu \cdot f_{cd} \cdot 0.9 \cdot d \cdot \frac{\cot\theta + \cot\alpha}{1 + \cot\theta^2} = 4231.992 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Skjærtrykkapasitet er mye mer større enn Skjærkraft OK!

Armeringen i søyler må forankres i fundamentet. Vi foreslår å bruke litt annerledes metode til akse B (med tankegang på utforming av fundament):



$$d := 32 \cdot \text{mm} \quad d \cdot 50 = 1.6 \text{ m}$$

Antageligvis må halvparten av $d \cdot 50$ være inne fundamentet i tillegg til den horisontale delen. Det må huskes ved utstøping av betong.

I tillegg til det bør det legges armeringsnett i øvredelen av betongfundamentet for å få en bedre og stabil overgang mellom søylene og fundament.

Vedlegg J Dimensjonering av landkar i akse C

Dimensjonering av fundament

Vi antar at vi har betong skive på 3 m lengde, 4 m høyde, 1 m bredde

$$a := 4 \text{ m} \quad b := 3 \text{ m} \quad c := 1 \text{ m}$$

Volum av skive:

$$V := a \cdot b \cdot c = 12 \text{ m}^3 \quad V_{\text{per_meter}} := a \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 4 \text{ m}^3$$

Tyngdetetthet armert betong skal minimum settes lik 25kN/m³ etter pkt 7.3.2 HB N400

$$\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Q_{\text{fra_egenvekt}} := V \cdot \gamma_c = 300 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{fra_egenvekt_per_meter}} := V_{\text{per_meter}} \cdot \gamma_c = 100 \text{ kN}$$

$$g_{d_per_m} := 100 \text{ kN} \cdot 1.2 \cdot \frac{1}{1 \cdot \text{m}} = 120 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Dvs. at fundamentet vårt må overføre 341, 14 kN (avrunder til 345 kN) av skjærkraft og 128 kN resultatkraft fra jordtrykk med arm på 1,6 m.

Da totalt skjærkraft per meter skal være lik:

$$V_{\text{total}} := g_{d_per_m} + \frac{345}{3} \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 235 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{kN}$$

Moment pga jordtrykk:

$$M := 128 \text{ kN} \cdot 1.6 \text{ m} = 204.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

s.438 Betongboka inneholder informasjon at tillat σ_{gd} - dimensjonerende grunntrykk i brudgrensetilstanden for bløt leire er 20 -100 kN/m²

$$\sigma_{gd} := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{ed} \leq \sigma_{gd} \quad N_{ed} := V_{\text{total}} = 235 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{ed} := \frac{N_{ed}}{b} \quad M_{ed,max} := M$$

$$b_0 := \frac{N_{ed}}{\sigma_{gd}} = 2.35 \text{ m} \quad e := \frac{M_{ed,max}}{N_{ed}} = 0.871 \text{ m}^2 \quad e1 := e \cdot 1 \frac{1}{\text{m}} = 0.871 \text{ m}$$

$$b := b_0 + e1 = 3.221 \text{ m}$$

$$b_x := b = 3.221 \text{ m} \quad b_y := b_0 = 2.35 \text{ m}$$

$$a1 := \frac{b_0}{2} + e1 - 0.5 \text{ m} = 1.546 \text{ m}$$

1 m bredde av vegg men 1/2 av veggen er 0.5 m

Vi antar at vi skal støpe betong mot berg og det vil gi oss ifølge 4.4.1.1 EC2
Del 1-1

$$c_{nom} := 100 \cdot \text{mm} + 10 \cdot \text{mm} = 0.11 \text{ m}$$

Vi velger B30, B500NC, antar at betong i XC2 klasse (tabell 4.1 EC2 Del 1-1)

$$f_{ck} := 30 \text{ MPa} \quad h_f := 420 \cdot \text{mm} \quad d := h_f - c_{nom} = 0.31 \text{ m}$$

$$f_{cd} := \frac{0.85 \cdot f_{ck}}{1.5} \cdot 0.8 = 13.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{hvor } 0.8 \text{ er en reduksjonsfaktor til betong i vann ifølge 7.2.2 HB N400}$$

$$\text{Snitt1} \quad q_{ed} := \sigma_{gd}$$

$$M_{ed1} := \frac{q_{ed} \cdot (a1)^2}{2} \text{ m} = 119.581 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

Momentkapasitet

$$b_{vegg} := 1000 \cdot \text{mm}$$

$$M_{Rd} := 0.275 \cdot f_{cd} \cdot b_{vegg} \cdot d^2 = 359.414 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momentkapasitet er avhengig av betongfasthet og d-verdi. Hvis vi velger B45 - får vi for lav momentkapasitet, velger B50 - får Mrd lik 948 kNm, hvis vi øker fundamentshøyde til 550 mm får vi Mrd lik 1086 kNm. Vi velger økning av høyde

$$M_{Rd} \geq M_{ed1} \quad \text{OK}$$

$$z := \left(1 - 0.17 \cdot \frac{M_{ed1}}{M_{Rd}} \right) \cdot d = 0.292 \text{ m}$$

Nødvendig armering i x-retning

$$f_{yd} := 434 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.9 = 390.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_s := \frac{M_{ed1}}{z \cdot f_{yd}} = (1.047 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \text{tar } \varnothing 16 \text{ mm} \quad A_{1stag_arm_16} := 201.062 \text{ mm}^2$$

$$n := \frac{A_s}{A_{1stag_arm_16}} = 5.206 \quad n := 6$$

$$s := 1000 \frac{\text{mm}}{n} = 166.667 \text{ mm} \quad \text{Trenger } 6\varnothing 16 \text{ per } 1\text{m}, s=150\text{mm}$$

$$A_{s1} := \frac{1000}{150} \cdot 201.062 \text{ mm}^2 = (1.34 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \text{per } 1 \text{ m}$$

Tverrarming:

$$A_{tverr} := 0.2 \cdot A_{s1} = 268.083 \text{ mm}^2$$

tar minst tillat $\phi 16$ mm

ifølge 9.3.1.1. EC tverrarming er 20% av hovedarming

$$A_{\phi 16} := \pi \cdot 8^2 = 201.062 \quad A_{\phi 16} := 201.062 \cdot \text{mm}^2$$

$$n := \frac{A_{tverr}}{A_{\phi 16}} = 1.333$$

$$n := 5$$

Ifølge kravene av Hb N400 største tillat senteravstand er på 200 mm, av denne grunnen må antallet av armeringssteger i y-retning økes

$$s := 1000 \frac{\text{mm}}{n} = 0.2 \text{ m}$$

Velger $\phi 16$ mm s200 mm

$$A_{tverr} := \frac{1000}{200} \cdot A_{\phi 16} = (1.005 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \text{per 1 m}$$

Snitt 2 Skjærkraft Skjærstrekk

$$\theta := 21.8 \text{ deg}$$

$$\alpha := 45 \text{ deg}$$

$$\cot \theta := \frac{1}{\tan(\theta)} = 2.5 \quad \cot \alpha := \frac{1}{\tan(\alpha)} = 1$$

$$V_{ed} := \sigma_{gd} \cdot (a1 - d) = 123.649 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$k_2 := 0.18$$

$$\gamma_c := 1.5$$

$$\text{NA 6.2.2: } C_{Rd.c} := \frac{k_2}{\gamma_c} \text{ m} = 0.12 \text{ m} \quad d := h_f - c_{nom} = 0.31 \text{ m}$$

$$V_{Rd.c} := C_{Rd.c} \cdot k \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} b_{vegg} \cdot d$$

$$k \text{ er lik } 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \quad k := 1.67 \quad 1.67 \leq 2.0 \text{ OK} \quad A_{sl} := A_{s1}$$

$$\rho_l := \frac{A_{sl}}{b_{vegg} \cdot d} = 0.004 \quad 0.015 \leq 0.02 \quad \text{OK} \quad k := 1.67$$

$$V_{Rd.c} := 773.485 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$V_{Rd.c} \geq V_{ed}$$

dvs. at det finnes ikke beregningsmessig behov for skjærarmering
 EC 2 6.2.1 (4) hvor påvisning av skjærkraftkapasitet gir at det ikke er nødvendig med skjærarmering burde likevel legges inn en minste skjærarmering etter 9.2.2. Den minste skjærarmeringen kan utelates i konstruksjonsdeler som f.eks. plater (massive dekker, ribbe dekker eller hulldekker) der omfordeling av laster i tverretning er mulig. Den minste skjærarmeringen kan ikke utelates i tilfellet vårt, pga at vi har ikke valig plate eller dekke, vi har fundament som fra statisk synspunkt kan anses som to utkrager. Bjelker må alltid ha minst skjærarmering. Derimot fårstår vi at det er en svært kontroversiell påstand at vi må sette minste skjærarmeringen pga at fundament er på en måte en kombinasjon av to utkrager. Men uansett vi må skjærarmere overgangen mellom plate og veggen og området i nærheten av overgangen. I tillegg til det kan vertikal skjærarmering anses som støtte til øvre armeringsnett, som skal hjelpe ved støping av betong og en mulighet for å unngå situasjonen av nedbøyning/fall av øvre nett mot nedre armeringsnett, spesielt i tilfelle når totalbredde på fundament er 15m. Dette spørsmålet kan og må diskuteres med hensyn på teoretiske og praktiske sammenhengene for å gi en rett og eksakt løsning. Vi har beregnet skjærarmering ifølge to metoder for å vise forskjell i resultater. Men hvis vi skal se veldig konservativt og påstå at vi armerer plate, da som hoved regel for armering av plater - det er aldri nødvendig å ha minste skjærarmering i plater.

$$V_{Rd,s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \sin(\alpha) \quad V_{Rd,s} \geq V_{ed}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{V_{ed}}{z \cdot f_{yd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \sin(\alpha)} \quad P := \frac{A_{sw}}{s}$$

$$P := \frac{128.415 \cdot 10^3}{0.9 \cdot 310 \cdot 390.6 \cdot (2.5 + 1) \cdot 0.707} = 0.476$$

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq 0.476 \frac{mm^2}{m}$$

$$s \leq \frac{A_{sw}}{0.476} \leq \frac{201.062}{0.476} \leq 422 \quad \text{Velger skjærarmering } \varnothing 16 \text{ s } 300, \text{ men}$$

Den minste skjærarmering

$$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} \quad \sin \alpha := 1 \quad \alpha := 90^\circ$$

ifølge NA. 9.2.2(6) $f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2} \quad f_{ck} := 30 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad b_w := 1000 \cdot mm$

$$\rho_w := \frac{(0.1 \cdot \sqrt{f_{ck}})}{f_{yk}} \cdot b_w \quad \rho_w := 1.095 \cdot \frac{mm^2}{mm}$$

Velger $\varnothing 16mm$

$$A_{\varnothing 16} := 201.062 \cdot mm^2$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = 1.095 \cdot \frac{mm^2}{mm} \quad \frac{201.062}{s} = 1.095 \quad s := 183 \cdot mm$$

Velger skjærarmering $\phi 16$ s180

Skjærtrykk dim skjærkraft for snitt 1

$$V_{ed} := \sigma_{gd} \cdot a1 = 154.649 \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$\text{Skjærtrykkkapasitet} \quad \nu := 0.6 \quad \cot\theta^2 = 6.251$$

$$V_{Rd,max} := \nu \cdot f_{cd} \cdot 0.9 \cdot d \cdot \frac{\cot\theta + \cot\alpha}{1 + \cot\theta^2} = 1098.988 \frac{kN}{m}$$

Skjærtrykkkapasitet er mye mer større enn Skjærkraft OK!

Forankring av hovedarmering

$$a := 1.594 \text{ m} \quad e := 0.919 \text{ m} \quad L_{AB} := a + e = 2.513 \text{ m} \quad \sigma_{gd} := 100 \frac{kN}{m}$$

$$h_f := 420 \text{ mm} \quad x_{min} := \frac{h_f}{2} \quad x := x_{min} \quad R := \sigma_{gd} \cdot x$$

$$R := \sigma_{gd} \cdot x = 21 \text{ kN} \quad x = 210 \text{ mm}$$

$$z_e := L_{AB} - \frac{x}{2} = 2.408 \text{ m}$$

$$z_i := 0.9 \cdot d = 279 \text{ mm}$$

Armeringskraft i snitt x fra kant:

$$F_s := \frac{R \cdot z_e}{z_i} = 181.247 \text{ kN} \quad A_{s1} := \frac{1000}{150} \cdot 201.062 \text{ mm}^2 = (1.34 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Armeringsspenning

$$\sigma_s := \frac{F_s}{A_{s1}} = 135.217 \frac{N}{mm^2} \quad \alpha_{ct} := 0.85 \quad f_{ctk,0.05} := 2.0 \text{ MPa} \quad \gamma_c := 1.5$$

$$f_{ctd} := \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 1.133 \frac{N}{mm^2}$$

dim heftefasthet:

$$f_{bd} := 2.25 \cdot f_{ctd} = 2.55 \frac{N}{mm^2}$$

$$L_{bd} := L_{bd,rqd}$$

Nødvendig forankringslengde i snitt x fra kant er

$$L_{bd.rqd} := \frac{0.25 \cdot \phi_{16} \cdot \sigma_s}{f_{bd}} \quad L_{bd.rqd} := \frac{0.25 \cdot 16 \text{ mm} \cdot \sigma_s}{f_{bd}} = 212.106 \text{ mm}$$

$L_{bd.rqd} \geq x$ ikke OK, armeringen må bøyes

Punkt 8.4.1(2) EC2 foreslår forskjellige forankringsmetoder. Vi skal velge mellom c) og d), mens vi trenger å finne $L_{b.eq}$

$L_{bd} := \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot L_{bd.rqd} \geq L_{b.min}$ 8.4.4(1) EC2, verdiene til alle α kan hentes fra tabell 8.2 i EC2

$L_{bd} := 0.7 \cdot 0.7 \cdot 0.7 \cdot L_{bd.rqd} \geq L_{b.min}$ $\phi := 16 \cdot \text{mm}$

Produktet $\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0.7$

$L_{b.min}$ for forankringer i strekk er max av

$0.3 \cdot L_{bd.rqd} = 63.632 \text{ mm}$ eller $10 \cdot \phi = 160 \text{ mm}$ eller $100 \cdot \text{mm}$

$L_{b.min} := 160 \cdot \text{mm}$ dvs at vi må ta $L_{bq} := 160 \cdot \text{mm}$

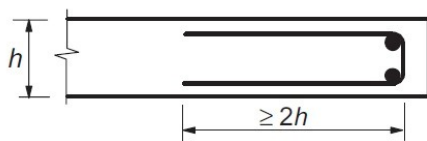
$L_{bq} := 0.7 \cdot 0.7 \cdot 0.7 \cdot L_{bd.rqd} = 72.752 \text{ mm}$

Ifølge 8.4.4(2) som et forenklet alternativ til 8.4.4(1) kan forankringslengden i strekk for former vist på figur 8.1 settes lik en ekvivalent forankringslengde $L_{b.eq}$

som kan antas å være $\alpha_1 \cdot L_{b.rqd}$ for former vist på figur 8.1b til 8.1d

$\alpha_1 := 0.7$ $\alpha_1 \cdot L_{bd.rqd} = 148.474 \text{ mm}$ Vi kan godt velge $L_{b.eq} := 160 \cdot \text{mm}$

I tillegg til det må vi huske på 9.3.1.4 (1) EC: langs en fri (ikke opplagret) kant bør plater normalt ha lengde- og tverrarmering, som vist på figur 9.8



Figur 9.8 – Kantarmering i plater

Så hvis høyde er lik 420 mm, da lengde på tverrarmeringen er lik $2 \cdot 420 = 840 \text{ mm}$. Senteravstand til slike kroker må være maks på 300 mm.

Dimensjonering av skive

$h_{skive} := 4 \text{ m}$ $l_{skive} := 3 \text{ m}$ $b_{skive} := 1 \text{ m}$

$V_{per_bjelke} := 170.57 \text{ kN}$ $q := 113.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ $q_{avrundet} := 114 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Tyngdetetthet armert betong skal minimum settes lik 25kN/m³ etter pkt 7.3.2 HB N400

I tillegg til de ytterste lastene må vi beregne jevn fordelt last som vi har pga egenvekt til betongen

$$V_{\text{betong}} := h_{\text{skive}} \cdot b_{\text{skive}} \cdot l_{\text{skive}} = 12 \text{ m}^3$$

$$F_{\text{betong}} := V_{\text{betong}} \cdot \gamma_c = 300 \text{ kN}$$

$$F_{\text{betong,d}} := F_{\text{betong}} \cdot 1.2 = 360 \text{ kN}$$

Hvis vi ser på det konservativt, da antar vi at egenvekten fra betongen fordeles jevnt gjennom helle konstruksjonen og det gir til oss mulighet å plassere jevn fordelt last på toppen av skive

Hvis vi antar at kraft som vi fikk fra betongegenvekt er resultantkraft fra jevn fordelt last, får vi at q er lik 100 kN/m

$$q_{\text{betong}} := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{totalt}} := q_{\text{avrundet}} + q_{\text{betong}} = 214 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Betong: dimensjonerer etter en levetid på 100 år etter pkt 7.2.3 hb N400, velger klasse B30

$$f_{ck} := 30 \text{ MPa} \quad f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa} \quad f_{yk} := 500 \text{ MPa} \quad \gamma_s := 1.15$$

$$\alpha_{cc} := 0.85 \quad \gamma_c := 1.5$$

$$f_{cd} := \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} \cdot 0.8 = 13.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot 0.9 = 391.304 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Antar opplager på 200mm

$$b_{\text{opplager}} := 200 \text{ mm} \quad L_{\text{uk.skive}} := l_{\text{skive}} - 2 b_{\text{opplager}} = 2.6 \text{ m}$$

$$L := \frac{L_{\text{uk.skive}}}{4} = 650 \text{ mm}$$

Etter tabell 7.2 HB N400 kan vi anta at

$$c_{\text{min.dur}} := 60 \text{ mm} - 100 \text{ mm} \quad \text{kan variere.}$$

$$h_{\text{skive}} > l_{\text{skive}} \quad z := 0.62 \cdot h_{\text{skive}} = 2.48 \text{ m}$$

$$m_{ot} := 2480 \text{ mm} \quad h_{os} := L$$

$$\varphi := \text{atan}\left(\frac{\text{mot}}{\text{hos}}\right) = 75.313 \text{ deg}$$

$$q_1 := \frac{q_{\text{totalt}} \cdot l_{\text{skive}}}{2} = 321 \text{ kN}$$

$$q_1 = q_2 = R \quad R := 321 \cdot \text{kN}$$

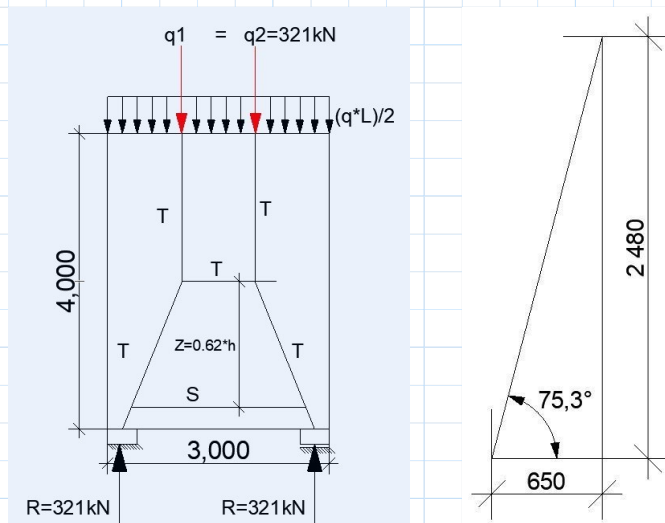
$$\sin \varphi := \frac{R}{T_3} \quad \sin(75.313^\circ) = 0.967$$

$$T_3 := \frac{R}{\sin(75.313^\circ)} = 331.843 \text{ kN}$$

$$S_1 := T_3 \cdot \cos(\varphi) = 84.133 \text{ kN}$$

Ingen last på undersiden gir $S_2 = 0$

$$S_2 := 0 \text{ kN}$$

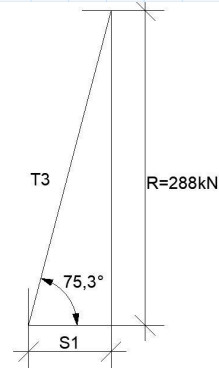


Nødvendig armering horisontalt

$$A_{sh} := \frac{S_1}{f_{yd}} = 215.007 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv} := \frac{2 \cdot S_2}{f_{yd}} = 0 \text{ m}^2$$

$$A_c := b_{\text{skive}} \cdot 1 \text{ m}$$



NA.9.6.3 EC gir at minste armeringsareal på hver side i dobbeltarmerte vegger, $A_{s,hmin}$, settes lik den største av 25% av vertikalarmeringen på samme side eller for yttervegger:

$$\frac{0.3 \cdot A_c \cdot f_{ctm}}{f_{yk}}$$

NA.9.6.2 EC setter minste armeringsareal $A_{s,vmin}$ lik $0.002 \cdot A_c$

$A_{s,vmax}$ settes lik $0.04 \cdot A_c$

$$A_c := 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2 \quad A_{s,vmin} := 0.002 \cdot A_c = (2 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$A_{s,vmax} := 0.04 \cdot A_c = (4 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

Da minste vertikalarmering er lik 2000 mm^2 og det gir:

$$A_{s.hmin} := 0.25 \cdot A_{s.vmin} = 500 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.hmin} := \frac{0.3 \cdot A_c \cdot f_{ctm}}{f_{yk}} = (1.74 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \text{velger den største verdien}$$

hvis vi tar 23Ø20mm

$$A_{\phi 20} := \pi \cdot 10^2 = 314.159 \quad s := \frac{4000}{23} = 173.913$$

$$\frac{23 \cdot A_{\phi 20}}{4} = 1.806 \cdot 10^3 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad \text{Velger senteravstand 170mm}$$

Nødvendig armering vertikalt

EC 9.6.2

$$A_{sv.min} := 0.002 \cdot A_c = 2000 \text{ mm}^2$$

$$A_{sv.max} := 0.04 \cdot A_c = (4 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$\frac{22 A_{\phi 20}}{3} = 2.304 \cdot 10^3 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

ifølge 9.6.2(2) der minste armeringsareal er bestemmende, legges halvparten av arealet på hver side

$$A_{s.vmin_halvparten} := \frac{A_{sv.min}}{2} = (1 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \quad \text{velger minst tillat } \phi 16$$

$$A_{\phi 16} := \pi \cdot 8^2 = 201.062 \quad s := \frac{3000}{16} = 187.5$$

$$\frac{16 \cdot A_{\phi 16}}{3} = 1.072 \cdot 10^3 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad \text{Velger } \phi 16 \text{ s } 180\text{mm}$$

Spenninger i knutepunkt

EC 6.5.4

$$k_1 := 1.0 \quad k_2 := 0.85 \quad k_3 := 0.75$$

$$(NA.6.5(2)N) \quad \nu' := \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) = 0.88$$

$\sigma_{Rd.max}$ er avhengig av om det legges inn en forankring av strekkstav eller ikke.

a) Under trykk uten forankring av strekkstaver i knutepunkter vil

$$\sigma_{Rd.max} := k_1 \cdot \nu' \cdot f_{cd} = 11.968 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

b) for knutepunkter med trykk-strekk med forankring av strekkstaver i en retning vil.

$$\sigma_{Rd,max} := k_2 \cdot \nu' \cdot f_{cd} = 10.173 \frac{N}{mm^2}$$

c) knutepunkt med trykk-strekk med forankring av strekkstaver i mer enn en retning vil

$$\sigma_{Rd,max} := k_3 \cdot \nu' \cdot f_{cd} = 8.976 \frac{N}{mm^2}$$

$$\varphi = 75.313 \text{ deg}$$

$$t_1 := \cos(\varphi) \cdot 400 = 101.413$$

$$t_2 := \sin(\varphi) \cdot 200 = 193.465$$

$$t := t_1 + t_2 = 294.879$$

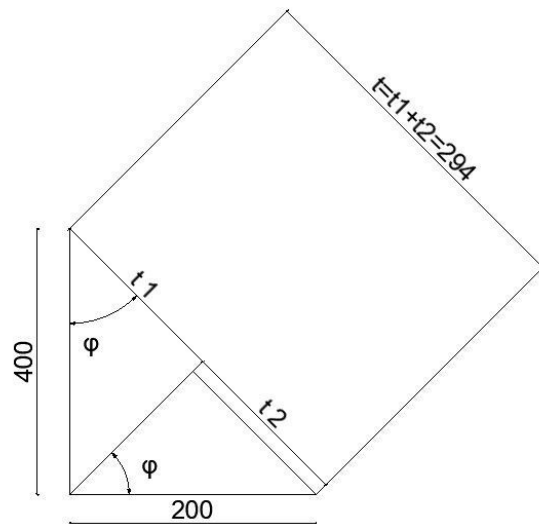
$$\frac{T_3}{t \cdot b} \leq \sigma_{Rd,max}$$

$$T_3 = 331.843 \text{ kN}$$

$$t := 294.879 \cdot mm$$

$$b := 1000 \cdot mm$$

$$\frac{T_3}{t \cdot b} = 1.125 \frac{N}{mm^2}$$



9.5.3 Tverrarmingens diameter (bøyler, kroker eller spiralarmering) bør ikke være mindre enn 6 mm eller en fjedredel av største diameter av stengene i lengderetningen, avhengig av hvilken verdi som er størst.

$$A_{\phi 10} := \pi \cdot 5^2 = 78.54$$

Velger $n=6$ (med hensyn på innholdet av punkt 9.6.4 (2) EC) og da

$$s := \frac{1000}{6} = 166.667$$

velger $\phi 10s150$

$$A_{s_tverr} := \frac{1000}{150} \cdot 78.54 \cdot mm^2 = 523.6 \text{ mm}^2 \text{ per meter}$$

Ifølge 7.8.1 Håndbok N400 det kan gjøres unntak fra regel at armering med diameter mindre enn 12mm skal ikke benyttes. Diameter 10mm kan benyttes for tverrarming beregnet etter NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008, punkt 9.5.3(6) og 9.6.4 i tilfeller der armeringen som skal fastholdes ikke er beregningsmessig utnyttet i trykk.

punkt 7.8.6 Håndbok N400 sier at vertikal- og horisontalarmering skal ha senteravstand ≤ 200 mm, derfor reglene fra punkt 9.5.3(3) og NA.9.5.3(3) skal ikke brukes fordi de gir større verdi av senteravstand.

Vedlegg K Peleberegning etter Hb016

Peleberegning etter Hb016 kap 11

(Antar rammet pel, $n=3$ - antall peler som prøves)

Burde bore ettersom
vibrasjoner kan få leiren til å
rase ut.

$$\gamma_b := 1.1 \quad \gamma_s := 1.1 \quad \gamma_t := 1.1 \quad \gamma_{s;t} := 1.2$$

$$\xi_1 := 1.2 \quad \xi_2 := 1.05 \quad \xi_3 := 1.45 \quad \xi_4 := 1.33$$

$$\gamma_p := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Massetetthet armert betong (pel)}$$

$$\gamma_v := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Massetetthet vann}$$

$$L := 24 \text{ m} \quad \text{Lengde pele}$$

$$d := 300 \text{ mm} \quad \text{Diameter pele}$$

$$A_s := \pi \cdot d \cdot L = 22.619 \text{ m}^2 \quad \text{Areal overflate sirkulær pel}$$

$$A_b := \frac{A_s \cdot m}{L} = 0.942 \text{ m}^2 \quad \text{Areal pelespiss}$$

$$\beta := 0.3 \quad \text{Sidefriksjonsfaktor finnes ved fig 4.2a P-V 2005}$$

$$\sigma'_{v;0} := 40 \text{ kPa} \quad \text{Midlere vertikal in-situ effektivspenning langs pelen}$$

$$\tau_{s;k} := \beta \cdot \sigma'_{v;0} = 12 \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \text{kN} \quad \text{Karakteristisk sidefriksjon}$$

$$R_{s;k} := \tau_{s;k} \cdot A_s = (2.714 \cdot 10^5) \text{ N} \quad \text{Kraft som opptas ved friksjon}$$

$$N_q := 5 \quad \text{Bæreevnefaktor finnes ved fig 4.2b P-V 2005}$$

$$\sigma'_{v;0b} := 1 \text{ kPa} \quad \text{Vertikal in-situ effektivspenning ved pelespiss}$$

$$q_{b;k} := N_q \cdot \sigma'_{v;0b} \quad \text{Kar bæreevne ved pelespiss}$$

$$R_{b;k} := q_{b;k} \cdot A_b = (4.712 \cdot 10^3) \text{ N} \quad \text{Karakteristisk bæreevne ved pelespiss}$$

$$R_{c;k} := R_{s;k} + R_{b;k} = 276.146 \text{ kN} \quad \text{4-1 Peleveiledningen 2005}$$

$$c_u := 18 \text{ kPa} \quad \text{Su kvikkleire}$$

$$\frac{c_u}{\sigma'_{v;0}} = 0.45$$

$$d := 280 \text{ mm} \quad L := 24 \text{ m} \quad \gamma := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad z_0 := 0 \quad z := \frac{L}{m}$$

$$\alpha := 0.85 \quad b := 200 \text{ mm} \quad t := 200 \text{ mm}$$

Trykkbelastning:

$$A_b := \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 0.062 \text{ m}^2 \quad \text{Areal pelespiss}$$

$$A_{s;s} := \pi \cdot d \cdot L = 21.112 \text{ m}^2 \quad \text{Areal overflate sirkulær pel}$$

$$A_{s;k} := (2 \cdot b + 2 \cdot t) \cdot L = 19.2 \text{ m}^2 \quad \text{Areal overflate kvadratisk pel}$$

$$c_{u;k} := (10 + 2 \cdot z) \text{ kPa} \quad \text{Kar udrenert skjærfasthet ved pelespiss}$$

$$\tau_{su;cal} := \alpha \cdot c_{u;k} \quad \text{Beregnet udrenert sidefriksjon i en gitt dybde.}$$

Sirkulær pel:

$$R_{c;cal;s} := \frac{A_{s;s}}{z} \cdot \alpha \cdot \int_{z_0}^z (10 + 2 \cdot z) \text{ kPa} dz + 9 \cdot A_b \cdot (10 + 2 \cdot z) \text{ kPa} = 642.265 \text{ kN}$$

$$R_{c;d} := \frac{1}{\gamma_t} \cdot \frac{R_{c;cal;s}}{\xi_3} = 402.674 \text{ kN}$$

Kvadratisk pel:

$$R_{c;cal;k} := \frac{A_{s;k}}{z} \cdot \alpha \cdot \int_{z_0}^z (10 + 2 \cdot z) \text{ kPa} dz + 9 \cdot A_b \cdot (10 + 2 \cdot z) \text{ kPa} = 587.022 \text{ kN}$$

$$R_{k;c;d} := \frac{1}{\gamma_t} \cdot \frac{R_{c;cal;k}}{\xi_3} = 368.039 \text{ kN}$$

$$W_p' := A_b \cdot z \cdot (\gamma_p - \gamma_v) \quad \text{Pælens effektive tyngde}$$

$$\gamma_{G.inf} := 1 \text{ m} \quad \text{Se tabell NA.A.3 i NS-EN 1997-1 for utregning, lagt til m for å få svar i kN}$$

Strekkbelastning:

Sirkulær pel:

$$R_{s;s;cal} := \frac{A_{s;s}}{z} \cdot \int_{z_0}^z \alpha \cdot (10 + 2 \cdot z) \text{ kPa} dz = 610.122 \text{ kN}$$

$$R_{s;t;d} := \frac{R_{s;s;cal}}{\gamma_{s;t} \cdot \xi_3} + \frac{\gamma_{G.inf} \cdot W_p'}{\gamma_{s;t}} = 369.118 \text{ kN}$$

Kvadratisk pel:

$$R_{s;s;cal} := \frac{A_{s;k}}{z} \cdot \int_{z_0}^z \alpha \cdot (10 + 2 \cdot z) \text{ kPa} dz = 554.88 \text{ kN}$$

$$R_{k;t;d} := \frac{R_{s;s;cal}}{\gamma_{s;t} \cdot \xi_3} + \frac{\gamma_{G.inf} \cdot W_p'}{\gamma_{s;t}} = 337.369 \text{ kN}$$

$$\text{Senteravstand} := \begin{cases} \text{if } z < 12 & = 1.4 \text{ m} \\ \quad \parallel 4 \cdot d & z = 24 \\ \text{else if } z \leq 24 & \\ \quad \parallel 5 \cdot d & \\ \text{else} & \\ \quad \parallel 6 \cdot d & \end{cases}$$

Figur 11.26 Hb016 og tabell 11.1 i Pelevedledningen 2005 gir grunnlag for beregning av minste senteravstand mellom peler i leire.

For å oppta skjærkreftene burde pelene skrånstilles i en vinkel α og β slik at både de horisontale kreftene og de vertikale kan opptas via trykk og strekkrefter på pelene.

Vi må også finne ut om hvorvidt det holder med 2 peler, eller om vi må utvide fundamentet til 4.2m for å opprettholde senteravstand på 1.4m

$$F_b := 449.1 \text{ kN}$$

$$F_{bm} := \frac{F_b}{3 \text{ m}} = 149.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$b_f := 3$$

$$F_j := 135.304 \text{ kN} \cdot b_f = 405.912 \text{ kN}$$

$$F_{jm} := \frac{F_j}{b_f \cdot \text{m}} = 135.304 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_x := F_b + F_j = 855.012 \text{ kN}$$

Ønsker at skjærkreftene fordeles optimalt mtp utnyttelse av begge sider.
Finner derfor kreftene de dekomponerte skråpelene må oppta:

$$\Delta_{diff} := \left(1 - \left(\frac{R_{s;t;d}}{R_{c;d}} \right) \right) = 0.083$$

$$\text{Trykk} := \frac{F_x}{2} \cdot (1 + \Delta_{diff}) = 463.132 \text{ kN}$$

$$\text{Strekk} := \frac{F_x}{2} \cdot (1 - \Delta_{diff}) = 391.881 \text{ kN}$$

$$\text{Trykk} + \text{Strekk} = 855.012 \text{ kN}$$

Burde utnytte trykkpelen minst da denne får størst vertikal påkjenning pga momentet. Denne står under bruene.

Vi antar tre peler på hver utkrager.

$$\frac{\text{Strekk}}{3} = 130.627 \text{ kN}$$

$$\frac{\text{Trykk}}{3} = 154.377 \text{ kN}$$

$$R_{c;d} = 402.674 \text{ kN}$$

$$R_{s;t;d} = 369.118 \text{ kN}$$

For å oppta trykket iht dokument 2 behøves en vinkel på:

$$\alpha_1 := \text{asin} \left(\frac{298.555 \text{ kN}}{R_{c;d}} \right) = 47.853 \text{ deg}$$

Dermed kan den samme pelen oppta en skjærkraft på:

$$\cos(\alpha_1) \cdot R_{c;d} = 270.206 \text{ kN}$$

Vi runder opp og lar pelen oppta 300kN i vertikalt trykk:

$$\alpha_1 := \text{asin} \left(\frac{350 \text{ kN}}{R_{c;d}} \right) = 60.365 \text{ deg}$$

Dermed kan den samme pelen oppta en skjærkraft på:

$$a := \cos(\alpha_1) \cdot R_{c;d} = 199.113 \text{ kN}$$

Dette gir en restkapasitet på

$$b := \frac{\text{Trykk} + \text{Strekk}}{3} - a = 85.891 \text{ kN}$$

Som gir et behov for strekkapasitet på motsatt side:

$$c := a \cos\left(\frac{b}{R_{s;t;d}}\right) = 76.544 \text{ deg}$$

Denne trenger å ha en kapasitet på 288kN i vertikal kapasitet.
Som gir et behov for en vinkel på minimum:

$$d := a \sin\left(\frac{288 \text{ kN}}{R_{c;d}}\right) = 45.661 \text{ deg}$$

$$e := \frac{c + d}{2} = 61.103 \text{ deg}$$

$$\cos(e) \cdot R_{c;d} = 194.588 \text{ kN} \quad \text{Horizontal Trykkapasitet for 61 grader}$$

$$\sin(e) \cdot R_{c;d} = 352.536 \text{ kN} \quad \text{Vertikal Trykkapasitet for 61 grader}$$

$$\cos(e) \cdot R_{s;t;d} = 178.372 \text{ kN} \quad \text{Horizontal Strekkapasitet for 61 grader}$$

$$\sin(e) \cdot R_{s;t;d} = 323.158 \text{ kN} \quad \text{Vertikal Strekkapasitet for 61 grader}$$

$$\cos(\alpha_1) \cdot R_{c;d} = 199.113 \text{ kN} \quad \text{Horizontal Trykkapasitet for 60 grader}$$

$$\sin(\alpha_1) \cdot R_{c;d} = 350 \text{ kN} \quad \text{Vertikal Trykkapasitet for 60 grader}$$

Trenger nå å beregne riktig kapasitet for peler i kvikkleire og total kapasitet pelegruppe!

Vedlegg L - Geoteknikk og laster på peler

G1 og G2 refererer til geoteknikk og fundamenteringslære 1 og 2 av Olav R.Aarhaug med følgende ISBN:

Geoteknikk og fundamenteringslære 1: 978-82-562-8493-9

Geoteknikk og fundamenteringslære 2: 978-82-562-1292-4

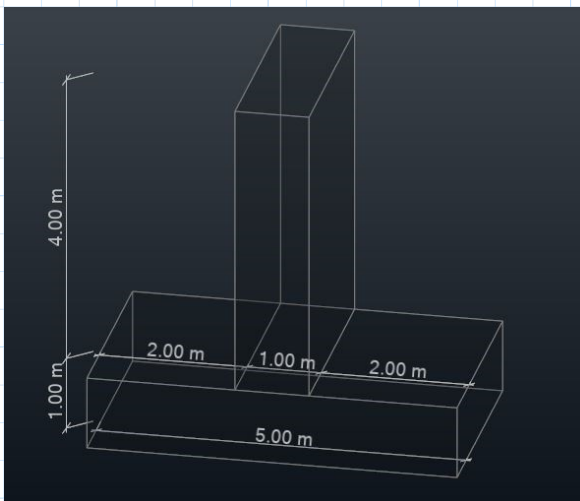
Fundamentet er i utgangspunktet 5m høyt med bredde på 5m, spørsmålet er om jordtrykket skal utnyttets ytterligere ved å utvide fundamentets bredde eller om pæler er tilstrekkelig/gunstigere.

$$F_b := 449.1 \text{ kN} \quad \text{Bremskraft (se beregningsdokument 'lastkombinasjoner')}$$

$$F_{bm} := \frac{F_b}{3 \text{ m}} = 149.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Bremskraft/meter fundament}$$

$$F_v := 275 \text{ kN} \quad \text{Skjærkraft (Se 'lastkombinasjoner' for utregning)}$$

$$F_{vm} := \frac{F_v}{3 \text{ m}} = 91.667 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Skjærkraft/meter fundament}$$



Figur 1: Tenkt fundament

Dimensjonering av jordtrykk: Etter G1 og G2:

Det antas at drenering sørger for tørr grunn ved fundamentet, og det finnes ingen vann til bunn av frostsikringslaget.

Tykkelse på forsterkningslag bærelag og dekke regnes til 1.36m, det antas at frostsikringslag og veg-overbygning møtes i midten av frostsikringslag (Figur 259.1 HB N200). - $110/2=55\text{cm}$ som gir $1.36+0.55=1.91\text{m}$ total tykkelse på veg overbygning.

Resten av underlaget består da av masser med største steinstørrelse 125mm (T1 - materiale S.62 N200)

Ved en dimensjonerende fartsgrense under 40km/t er maks tillatt setning 50cm

Ved en dimensjonerende fartsgrense under 50-80km/t er maks tillatt setning 45cm

$$\gamma_{grus} := 19 \frac{kN}{m^3} \quad \varphi_{grus} := 38 \text{ deg} \quad \text{Verdi for massetetthet hentet fra Hb 016 side 2-34}$$

$$\gamma_{pukk} := 19 \frac{kN}{m^3} \quad \varphi_{pukk} := 42 \text{ deg}$$

$$\gamma_{leire} := 19 \frac{kN}{m^3} \quad \varphi_{leire} := 20 \text{ deg}$$

$$\rho_{grus} := 1.9 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_m := 1.6 \quad \text{Tabell 4.4 (G1) Alvorlig skadekonsekvens ved brudd i kontaktkant kvikkleire}$$

$$(4.25 \text{ G1}) \quad tg\rho := \frac{\tan(\varphi_{grus})}{\gamma_m} = 0.488$$

$$\rho := \text{atan}(tg\rho) = 26.026 \text{ deg}$$

$$(5.39 \text{ G2}) \quad K_A := \frac{1 - \sin(\rho)}{1 + \sin(\rho)} = 0.39$$

$$a := 0 \quad \text{Attraksjonen er 0 etter tabell 2.9.5.1 HB 016}$$

$$\text{Bruddgrensetilstand:} \quad \frac{1}{\gamma_m} = 0.625$$

$$\text{Bruksgrensetilstand:} \quad f := 0.75 \quad r := 0.75$$

$$\gamma_{fterrenglast} := 1.6 \quad \gamma_{fjordtrykk} := 1.0$$

$$\rho_1 := 1.9 \frac{kg \cdot 10^{-3}}{cm^3} \quad H1 := 0 \text{ m} \quad q_1 := 20.3 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Antar lastebil står på vegen ved opplageret/fundamentet.}$$

$$\sigma_{Z0} := \gamma_{grus} \cdot H1 + q_1 \cdot \gamma_{fterrenglast} = 32.48 \frac{kN}{m^2}$$

$$H4 := 4 \text{ m}$$

$$\sigma_{Z4} := \gamma_{grus} \cdot H4 + q_1 \cdot \gamma_{fterrenglast} = 108.48 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Regner kun på veggen av fundamentet. (4m høyde)}$$

Grunnvann 1m fra bunn fundament:

$$\sigma_{Z4gv} := \sigma_{Z4} - 1 \text{ m} \cdot 10 \frac{kN}{m^3} = 98.48 \frac{kN}{m^2}$$

Kalkulerer jordtrykkets bidrag til moment om opplageret:

$$(5.50 \text{ G2}) \quad \sigma_A := K_A \cdot \sigma_Z + a \cdot (K_A - 1)$$

$$\sigma_{A0} := K_A \cdot \sigma_{Z0} = 12.669 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{A4} := K_A \cdot \sigma_{Z4} + \sigma_{A0} = 54.983 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{A4gv} := K_A \cdot \sigma_{Z4gv} + \sigma_{A0} = 51.082 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Resultantkraft fra jordtrykk på veggen:

$$F_{A1} := \frac{\sigma_{A0} + \sigma_{A4}}{2} \cdot 4 \text{ m} = 135.304 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Tørr grunn}$$

$$F_{A2} := \frac{\sigma_{A0} + \sigma_{A4gv}}{2} \cdot 4 \text{ m} = 127.503 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Grunnvann 1m fra bunn}$$

Resultanthøyden til FA regnes vha moment om bunnen av veggen:

$$Z_1 := \frac{\sigma_{A0} \cdot 4 \text{ m} \cdot \frac{4 \text{ m}}{2} + (\sigma_{A4} - \sigma_{A0}) \cdot \frac{4 \text{ m}}{2} \cdot \frac{4 \text{ m}}{3}}{F_{A1}} = 1.583 \text{ m}$$

$$Z_2 := \frac{\sigma_{A0} \cdot 4 \text{ m} \cdot \frac{4 \text{ m}}{2} + (\sigma_{A4gv} - \sigma_{A0}) \cdot \frac{4 \text{ m}}{2} \cdot \frac{4 \text{ m}}{3}}{F_{A2}} = 1.598 \text{ m}$$

Momenter som resultat av resultanthøyde og kraft om bunn vegg:

$$F_{A1} \cdot Z_1 = 214.19 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \quad F_{A2} \cdot Z_2 = 203.789 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

La kraften fra brems virke på toppen av fundamentet. Da er avstanden i Z 5m med 1m tykkelse på elementene.

$$h_v := 4000 \text{ mm} \quad t_v := 1000 \text{ mm}$$

$$h_p := 1000 \text{ mm} \quad b_p := 2500 \text{ mm} \quad \text{Bredde bunnplate fundament fra massesenter ved 5m total bredde.}$$

$$M_{b1} := -F_{bm} \cdot (h_v + h_p) = -748.5 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \quad \text{Moment om massesenter per meter av jordtrykk og bremskraft.}$$

$$M_{b2} := F_{bm} \cdot (h_v + h_p) = 748.5 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \quad \text{Bremskraft for x(+/-)}$$

Benytter FA1 for momentet om opplageret da denne gir størst moment.

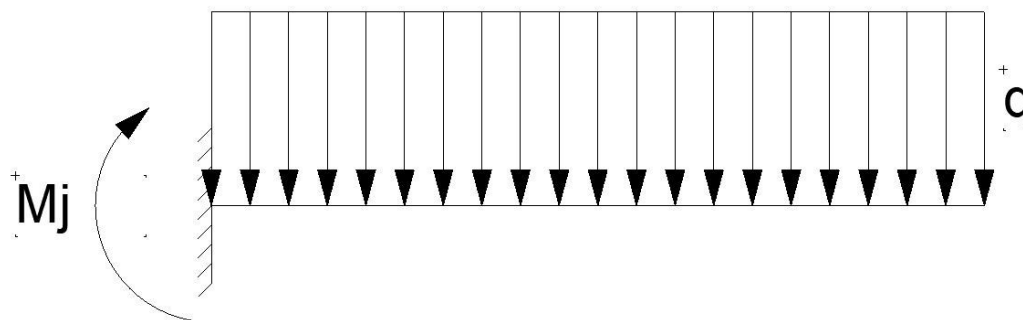
$$M_j := -F_{A1} \cdot (Z_1 + h_p) = -349.495 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Jordtrykk per meter:

$$\gamma_{grus} = 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$q_{grus} := \gamma_{grus} \cdot h_v = 76 \frac{1}{\text{m}} \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{Agrus} := q_{grus} \cdot 2 \text{ m} \cdot 1.5 \text{ m} = 228 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \quad \text{Terrenglast på fundamentet gir positivt moment om origo.}$$



Figur 2 Tenkt utkrager

Kalkulerer opptredende moment om opplageret med jordlast, jordtrykk samt bremskraft inkludert.

$$M_{b1} + M_j + M_{Agrus} = -869.995 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \quad M_{b2} + M_j + M_{Agrus} = 627.005 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Fundamentet må tåle et moment på 870kNm/m samt en skjærkraft på 150kN/m i x-retning. Utkragerene må oppta en skjærkraft på 192kN/m pga laster fra vegg og brulaster.

Kraft høyre pga jordlast, regner om 'A':

$$F_{hj} := \frac{q_{grus} \cdot 2 \text{ m} \cdot 4 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 121.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kraft venstre pga jordlast:

$$F_{vj} := q_{grus} \cdot 2 \text{ m} - F_{hj} = 30.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kraft som må opptas av pæler pga moment, deles på lengden av bunnplate for å finne opprettede trykkrefter ytterst på bunnplate:

Negativ bremsekraft:
$$F_{p\alpha l1} := \frac{M_{b1} + M_j + M_{Agrus}}{b_p} = -347.998 \frac{kN}{m}$$

Positiv bremsekraft:
$$F_{p\alpha l2} := \frac{M_{b2} + M_j + M_{Agrus}}{b_p} = 250.802 \frac{kN}{m}$$

Kun jordtrykk:
$$F_{p\alpha l3} := \frac{M_j + M_{Agrus}}{b_p} = -48.598 \frac{kN}{m}$$

Kraft pga egenvekt av fundament per meter vegg:

$$\gamma_{betong} := 25 \frac{kN}{m^3} \quad A_{betong} := (1 \cdot 5 + 1 \cdot 4) m^2$$

$$G_{fundament} := \gamma_{betong} \cdot A_{betong} = 225 \frac{kN}{m}$$

Positiv momentretning med klokka, negativ resultankraft gir trykket pelen må motstå per meter fundament inn i papiret.

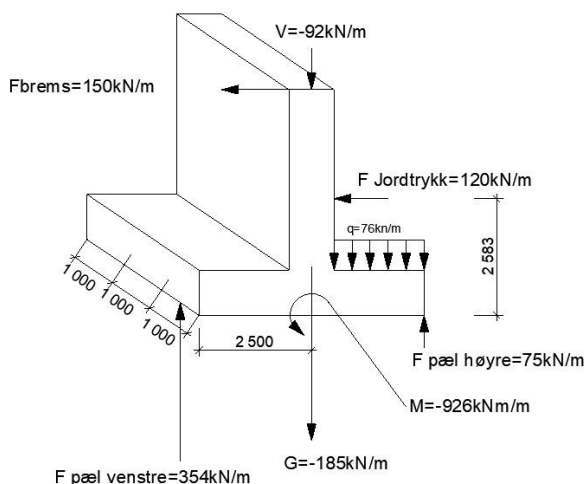
Beregner først for negativ bremsekraft sett i forhold til aksesystem:

Regner for pæler venstre side.

$$\frac{F_{p\alpha l1}}{2} + \frac{-F_{vm}}{3} + \frac{-G_{fundament}}{3} - \frac{F_{vj}}{2} = -294.755 \frac{kN}{m}$$

Regner for pæler høyre side.

$$\frac{-F_{p\alpha l1}}{2} + \frac{-F_{vm}}{2} + \frac{-G_{fundament}}{2} - \frac{F_{hj}}{1} = -105.934 \frac{kN}{m}$$



Figur 3: Krefter på fundament ved negativ bremsekraft

Skjærkraften som må opptas er 354kN/m (jordtrykk+bremsekraft) denne kan bli dimensjonerende, mulig vi må oppta denne ved å ha ekstra pæler eller å benytte friksjon mellom underlag og fundament samtidig som peler.

Kalkulerer oppredende trykk for peler ved positiv bremskraft:

Regner for pæler venstre side:

$$\frac{F_{pæl2}}{2} + \frac{-F_{vm}}{3} + \frac{-G_{fundament}}{3} - \frac{F_{vj}}{2} = 4.645 \frac{kN}{m}$$

Regner for pæler høyre side:

$$\frac{-F_{pæl2}}{2} + \frac{-F_{vm}}{3} + \frac{-G_{fundament}}{3} - \frac{F_{hj}}{2} = -291.757 \frac{kN}{m}$$

Regner uten moment av bremskraft, kun kjøretøy på bru:

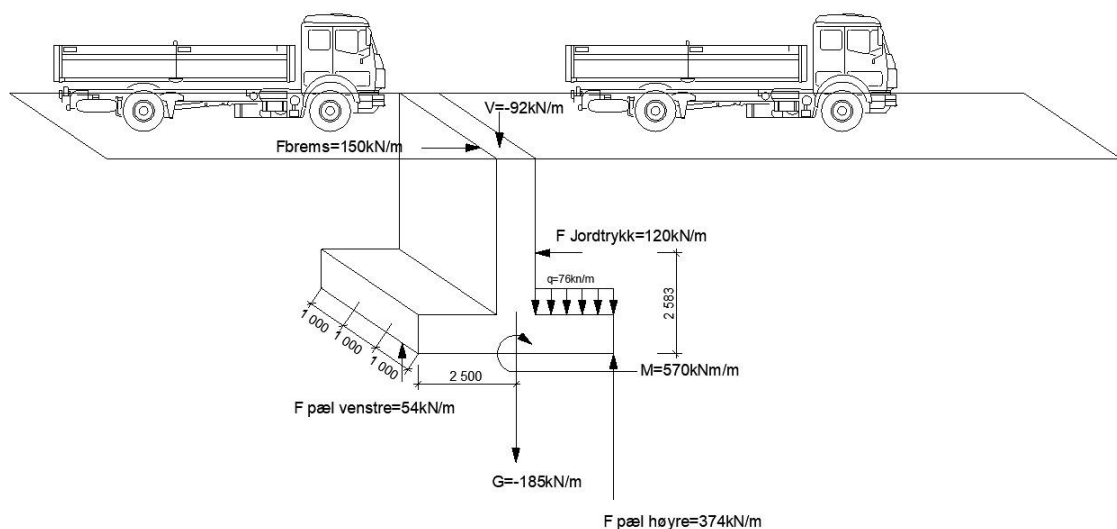
Regner for pæler venstre side:

$$\frac{F_{pæl3}}{2} + \frac{-F_{vm}}{3} + \frac{-G_{fundament}}{3} - \frac{F_{vj}}{2} = -145.055 \frac{kN}{m}$$

Regner for pæler høyre side:

$$\frac{F_{pæl3}}{2} + \frac{-F_{vm}}{3} + \frac{-G_{fundament}}{3} - \frac{F_{hj}}{2} = -190.655 \frac{kN}{m}$$

Overraskende gir en oppbremsing i positiv x-retning samtidig som et kjøretøy står på vegen det verste lasttilfellet, dette gir ytterligere jordtrykk som dermed gir den største oppredende kraften på peler per meter. Denne oppstår på høyre side sett ift diagrammet nedenfor altså mot vegen. Antagelsene var at største kraft kom ved jordtrykk mot vegg med moment i samme retning som sett i figur 3, dette var altså feil antagelse.



Vedlegg M Dimensjonering av pælegruppe

På side 256 Geoteknikk 2 står formelen for kontroll på last som bør virke på pælegruppe

$$Q \leq \frac{1}{\gamma_m} \cdot (s_{um} \cdot A_s + 9 \cdot s_{up} \cdot A_p)$$

Vi antar at

$$s_{um} := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad d := 40 \text{ cm} \quad \gamma_m := 1.6$$

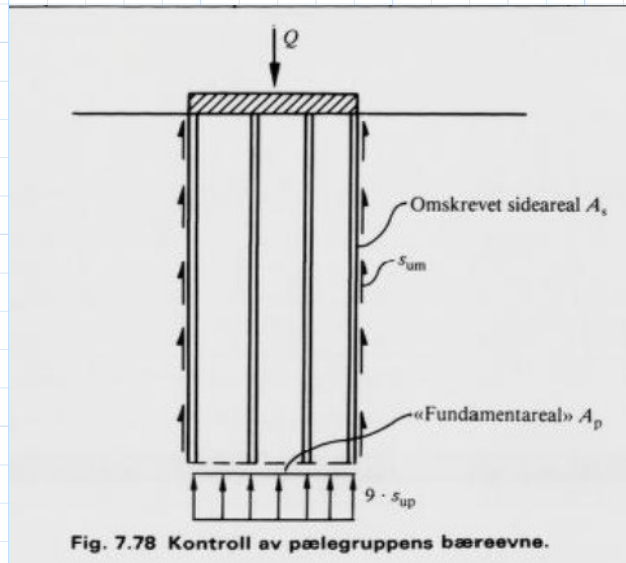
$$s_{up} := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad L := 25 \text{ m}$$

$$A_s := \pi \cdot d \cdot L = 31.416 \text{ m}^2$$

$$A_p := \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = 0.126 \text{ m}^2$$

$$\frac{1}{\gamma_m} \cdot (s_{um} \cdot A_s + 9 \cdot s_{up} \cdot A_p) = 366.153 \text{ kN}$$

$$Q \leq 366.153 \text{ kN}$$



Ved langtidsbetraktning, dvs. a ϕ -analyse, er bæreevnen for pælegruppen oftest større en summen av enkeltpælenes bæreevne (s. 255 i Geoteknikk 2). Vi skal sjekke bæreevne av en pæle.

$$\varphi := 20^\circ \quad \tan \varphi := 0.36 \quad a := 0 - 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \gamma_d := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad L := 20 \text{ m} \quad d := 0.28 \text{ m}$$

$$\gamma_w := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \text{Verdi for vinkelstørrelse og atraksjon hentet fra Hb 016 side 2-34}$$

Midlere vertikalt overlagsstrykk midt på pæle

$$\sigma'_z := \bar{\gamma}' \cdot \frac{L}{2} \quad \sigma'_z := (\gamma_d - \gamma_w) \cdot \frac{L}{2} = 90 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Midlere vertikalt overlagingstrykk ved pælespisser

$$p' := \bar{\gamma}' \cdot L \quad p' := (\gamma_d - \gamma_w) \cdot L = 180 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Bruddlast

$$\gamma_m := 1 \quad \text{dvs.} \quad \text{tg} \rho := \frac{\tan \varphi}{\gamma_m} = 0.36 \quad \text{s.245 Geoteknikk 2}$$

Skaffriksjonskraft

$$Q_s := \bar{\tau}_s \cdot A_s \quad \text{dvs.} \quad Q_s := S_A \cdot (\bar{\sigma}'_z + a) \cdot A_s$$

avleser fra fig. 7.71 i side 246 Geoteknikk 2 at ved

$$\gamma_m := 1.0 \quad \text{og} \quad |r| \quad \text{lik} \quad 0.9$$

$$S_A := 0.22 \quad a := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \sigma'_z := 90 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

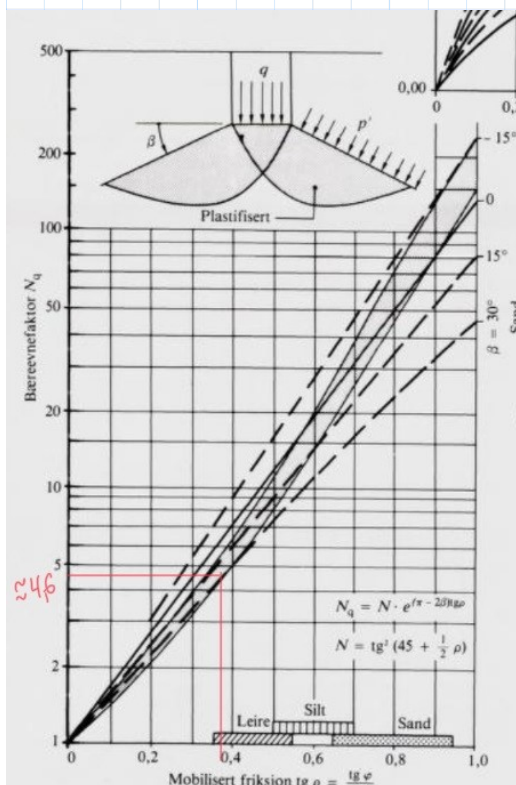
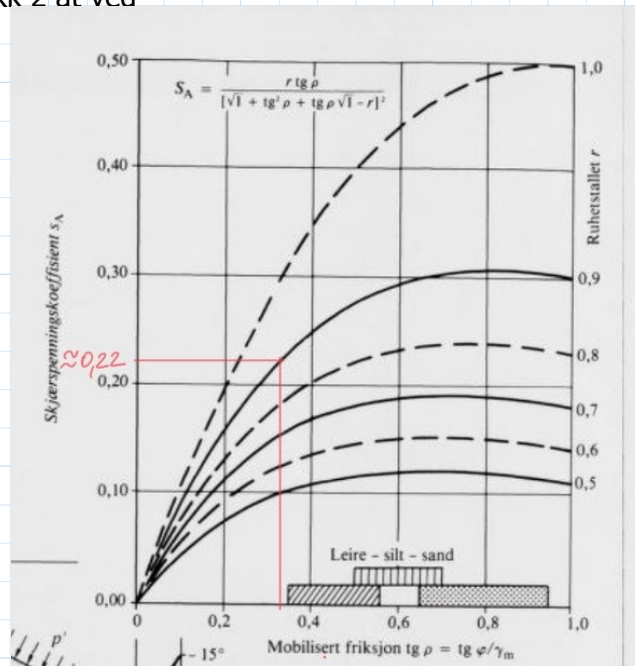
$$\tau_{s,\text{midl}} := S_A \cdot (\sigma'_z + a) = 20.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Q_s := \tau_{s,\text{midl}} \cdot A_s = 656.593 \text{ kN}$$

Netto spiskapasitet (7.98)

$$Q_{pn} := \sigma'_{vn} \cdot A_p$$

$$Q_{pn} := (N_q - 1) \cdot (p' + a) \cdot A_p$$



fra fig 7.71 avleser at $N_q := 4.6$

$$p' := 180 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad a := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_p := \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = 0.062 \text{ m}^2$$

$$Q_{pn} := (N_q - 1) \cdot (p' + a) \cdot A_p = 41.009 \text{ kN}$$

Dimensjonerende bruddlast

$$Q_u := Q_s + Q_{pn} = 697.602 \text{ kN}$$

Brukslast

$$\gamma_m := 1.6 \quad \tan\varphi := 0.36$$

$$\operatorname{tg}\rho := \frac{\tan\varphi}{\gamma_m} = 0.225 \quad \text{dvs.} \quad S_A := 0.12 \quad |r| \quad \text{er} \quad \text{lik} \quad 0.75$$

$$N_q := 2.8$$

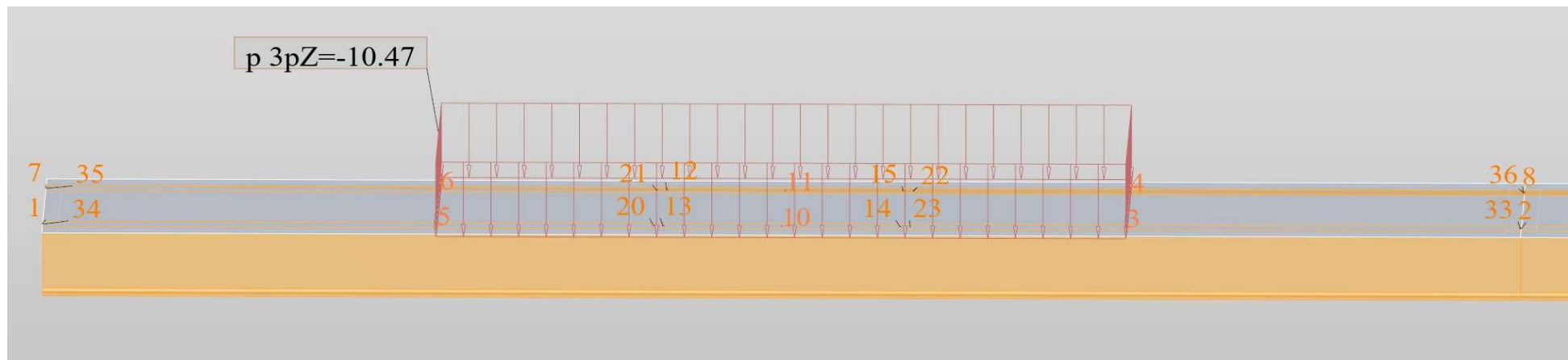
$$Q_s := S_A \cdot (\sigma'_z + a) \cdot \pi \cdot d \cdot L = 200.559 \text{ kN}$$

$$Q_{pn} := (N_q - 1) \cdot (p' + a) \cdot A_p = 20.505 \text{ kN}$$

$$Q := Q_s + Q_{pn} = 221.064 \text{ kN}$$

Forklaring til vedlegget: Her vises alle enkeltlaster som er benyttet i programmet Robot.
 En node last er en punktlast plassert i en node som er definert i aksesystemet i Robot se bilde.
 En (FE) uniform lasttype er en flatelast som går over hele flaten. En flate er definert oppå bjelkene, deretter er det definert en last per kvadratmeter.
 En (FE) planar on contour er en flatelast som er definert til å gå over en viss lengde, for kjøretøylast for eksempel er denne definert til å gå 3x7 meter. Denne er manuelt definert i programmet
 En uniform last er en jevnt fordelt last på en bjelke, for vind er denne definert å fordeles som sidelast på bjelke 1 5 12 13. Det finnes kun 4 bjelker, de er ikke nummerert i stigende rekkefølge.

Lasttilfelle	Lasttype	Plassering	PX=0,0	PY=0,0	PZ=-2,54	global	not project.	absolute	MEMO:									
1:Egenvekt	(FE) uniform	8 9	PX=0,0	PY=0,0	PZ=-2,54	global	not project.	absolute	MEMO:									
2:WIND	uniform load	1 5 12 13	PX=2,87	PY=0,0	PZ=0,0	global	not project.	absolute	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	DY=0,0	DZ=0,0	MEMO:				
3:0.25 bremselast med vind	nodal force	10 11 18 19	FX=55,00	FY=0,0	FZ=0,0	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
4:25 bremselast mot vindret	nodal force	10 11 18 19	FX=-55,00	FY=0,0	FZ=0,0	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
10:Trippelboggi Bk6	nodal force	10 11 16 29	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-28,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
10:Trippelboggi Bk6	nodal force	12to15 17 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-20,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
11:Trippelboggi Bk8	nodal force	10 11 16 29	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-42,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
11:Trippelboggi Bk8	nodal force	12to15 17to19 28	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-25,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
12:Trippelboggi BkT8	nodal force	10 11 16 29	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-42,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
12:Trippelboggi BkT8	nodal force	12to15 17to19 28	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-30,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
13:Trippelboggi Bk10	nodal force	10 11 31 32	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-70,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
13:Trippelboggi Bk10	nodal force	18to24 30	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-35,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
20:Kjøretøylast Bk6	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-12,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
21:Kjøretøylast jevnt Bk6	(FE) planar on contour	9	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-8,57	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
21:Kjøretøylast jevnt Bk6	(FE) planar on contour	8	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-8,57	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
22:Kjøretøylast Bk8	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-16,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
23:Kjøretøylast jevnt Bk8	(FE) planar on contour	9	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-10,47	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
23:Kjøretøylast jevnt Bk8	(FE) planar on contour	8	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-10,47	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
24:Kjøretøylast BkT8	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-16,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
25:Kjøretøylast jevnt BkT8	(FE) planar on contour	9	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-13,33	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
25:Kjøretøylast jevnt BkT8	(FE) planar on contour	8	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-13,33	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
26:Kjøretøylast Bk10	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-20,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
27:Kjøretøylast jevnt Bk10	(FE) planar on contour	9	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-14,28	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
27:Kjøretøylast jevnt Bk10	(FE) planar on contour	8	PX1=0,0	PY1=0,0	PZ1=-14,28	PX2=0,0	PY2=0,0	PZ2=0,0	PX3=0,0	PY3=0,0	PZ3=0,0	N1X=0,0	N1Y=0,0	N1Z=0,0	global	not project.	Manual selection	N/A
30:Vogntoglast Bk6	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-12,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
31:Vogntoglast jevnt Bk6	(FE) uniform	8 9	PX=0,0	PY=0,0	PZ=-5,83	global	not project.	absolute	MEMO:									
32:Vogntoglast Bk8	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-16,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
33:Vogntoglast jevnt Bk8	(FE) uniform	8 9	PX=0,0	PY=0,0	PZ=-6,67	global	not project.	absolute	MEMO:									
34:Vogntoglast BkT8	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-16,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
35:Vogntoglast jevnt BkT8	(FE) uniform	8 9	PX=0,0	PY=0,0	PZ=-8,33	global	not project.	absolute	MEMO:									
36:Vogntoglast Bk10	nodal force	10 11 18 19	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-20,00	CX=0,0	CY=0,0	CZ=0,0	AL=0,0	BE=0,0	GA=0,0	MEMO:						
37:Vogntoglast jevnt Bk10	(FE) uniform	8 9	PX=0,0	PY=0,0	PZ=-10,41	global	not project.	absolute	MEMO:									



Node:	Avstand fra origo (m)	Forklaring
1	15	(for opplager)
34	14.99	(for skjærberegning)
5	11	Ytterpunkt lasttilfelle kjøretøylast
20	8	Ulik aksellengde T8 - 10 trippelboggi
13	8,70	Ulik aksellengde T8 - 10 trippelboggi
10	7,5	Senter av bjelken
14	6,30	Ulik aksellengde T8 - 10 trippelboggi
23	6,20	Ulik aksellengde T8 - 10 trippelboggi
3	4	Ytterpunkt lasttilfelle kjøretøylast
33	0,01	(for skjærberegning)
2	0	(for opplager)

Kombinasjoner av lastene sammen med lastkoeffisient

Nummer	Lastkombinasjon	Lasttilfelle	Lastkoeffisient	Lasttilfelle	Lastkoeff	Lasttilfelle	Lastkoeffisient	Lasttilfelle	Lastkoeffisient	Lasttilfelle	Lastkoeffisient
72	Trippelboggi Bk6 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	10:Trippelboggi Bk6	1,4						
75	Kjøretøylast Bk6 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	20:Kjøretøylast Bk6	1,4	21:Kjøretøylast jevnt Bk6	1,4				
74	Vogntoglast Bk6 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	30:Vogntoglast Bk6	1,4	31:Vogntoglast jevnt Bk6	1,4				
75	Trippelboggi Bk8 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	11:Trippelboggi Bk8	1,4						
76	Kjøretøylast Bk8 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	22:Kjøretøylast Bk8	1,4	23:Kjøretøylast jevnt Bk8	1,4				
77	Vogntoglast Bk8 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	32:Vogntoglast Bk8	1,4	33:Vogntoglast jevnt Bk8	1,4				
78	Trippelboggi BkT8 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	12:Trippelboggi BkT8	1,4						
79	Kjøretøylast BkT8 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	24:Kjøretøylast BkT8	1,4	25:Kjøretøylast jevnt BkT8	1,4				
80	Vogntoglast BkT8 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	34:Vogntoglast BkT8	1,4	35:Vogntoglast jevnt BkT8	1,4				
81	Trippelboggi Bk10 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	13:Trippelboggi Bk10	1,4						
82	Kjøretøylast Bk10 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	26:Kjøretøylast Bk10	1,4	27:Kjøretøylast jevnt Bk10	1,4				
83	Vogntoglast Bk10 (Brudd)	1:Egenvekt	1,15	36:Vogntoglast Bk10	1,4	37:Vogntoglast jevnt Bk10	1,4				
84											
85	Trippelboggi Bk6 (Bruks)	1:Egenvekt	1	10:Trippelboggi Bk6	0,7						
86	Kjøretøylast Bk6 (Bruks)	1:Egenvekt	1	20:Kjøretøylast Bk6	0,7	21:Kjøretøylast jevnt Bk6	0,7				
87	Vogntoglast Bk6 (Bruks)	1:Egenvekt	1	30:Vogntoglast Bk6	0,7	31:Vogntoglast jevnt Bk6	0,7				
88	Trippelboggi Bk8 (Bruks)	1:Egenvekt	1	11:Trippelboggi Bk8	0,7						
89	Kjøretøylast Bk8 (Bruks)	1:Egenvekt	1	22:Kjøretøylast Bk8	0,7	23:Kjøretøylast jevnt Bk8	0,7				
90	Vogntoglast Bk8 (Bruks)	1:Egenvekt	1	32:Vogntoglast Bk8	0,7	33:Vogntoglast jevnt Bk8	0,7				
91	Trippelboggi BkT8 (Bruks)	1:Egenvekt	1	12:Trippelboggi BkT8	0,7						
92	Kjøretøylast BkT8 (Bruks)	1:Egenvekt	1	24:Kjøretøylast BkT8	0,7	25:Kjøretøylast jevnt BkT8	0,7				
93	Vogntoglast BkT8 (Bruks)	1:Egenvekt	1	34:Vogntoglast BkT8	0,7	35:Vogntoglast jevnt BkT8	0,7				
94	Trippelboggi Bk10 (Bruks)	1:Egenvekt	1	13:Trippelboggi Bk10	0,7						
95	Kjøretøylast Bk10 (Bruks)	1:Egenvekt	1	26:Kjøretøylast Bk10	0,7	27:Kjøretøylast jevnt Bk10	0,7				
96	Vogntoglast Bk10 (Bruks)	1:Egenvekt	1	36:Vogntoglast Bk10	0,7	37:Vogntoglast jevnt Bk10	0,7				
97											
98	Trippelboggi Bk6 (W+)	1:Egenvekt	1,15	10:Trippelboggi Bk6	1,4			2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
99	Kjøretøylast Bk6 (W+)	1:Egenvekt	1,15	20:Kjøretøylast Bk6	1,4	21:Kjøretøylast jevnt Bk6	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
100	Vogntoglast Bk6 (W+)	1:Egenvekt	1,15	30:Vogntoglast Bk6	1,4	31:Vogntoglast jevnt Bk6	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
101	Trippelboggi Bk8 (W+)	1:Egenvekt	1,15	11:Trippelboggi Bk8	1,4			2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
102	Kjøretøylast Bk8 (W+)	1:Egenvekt	1,15	22:Kjøretøylast Bk8	1,4	23:Kjøretøylast jevnt Bk8	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
103	Vogntoglast Bk8 (W+)	1:Egenvekt	1,15	32:Vogntoglast Bk8	1,4	33:Vogntoglast jevnt Bk8	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
104	Trippelboggi BkT8 (W+)	1:Egenvekt	1,15	12:Trippelboggi BkT8	1,4			2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
105	Kjøretøylast BkT8 (W+)	1:Egenvekt	1,15	24:Kjøretøylast BkT8	1,4	25:Kjøretøylast jevnt BkT8	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
106	Vogntoglast BkT8 (W+)	1:Egenvekt	1,15	34:Vogntoglast BkT8	1,4	35:Vogntoglast jevnt BkT8	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
107	Trippelboggi Bk10 (W+)	1:Egenvekt	1,15	13:Trippelboggi Bk10	1,4			2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
108	Kjøretøylast Bk10 (W+)	1:Egenvekt	1,15	26:Kjøretøylast Bk10	1,4	27:Kjøretøylast jevnt Bk10	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
109	Vogntoglast Bk10 (W+)	1:Egenvekt	1,15	36:Vogntoglast Bk10	1,4	37:Vogntoglast jevnt Bk10	1,4	2:WIND	1	3:0.25 bremselast med vindretning	1,02
110											
111	Trippelboggi Bk6 (W-)	1:Egenvekt	1	10:Trippelboggi Bk6	0,7			2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
112	Kjøretøylast Bk6 (W-)	1:Egenvekt	1	20:Kjøretøylast Bk6	0,7	21:Kjøretøylast jevnt Bk6	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
113	Vogntoglast Bk6 (W-)	1:Egenvekt	1	30:Vogntoglast Bk6	0,7	31:Vogntoglast jevnt Bk6	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
114	Trippelboggi Bk8 (W-)	1:Egenvekt	1	11:Trippelboggi Bk8	0,7			2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
115	Kjøretøylast Bk8 (W-)	1:Egenvekt	1	22:Kjøretøylast Bk8	0,7	23:Kjøretøylast jevnt Bk8	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
116	Vogntoglast Bk8 (W-)	1:Egenvekt	1	32:Vogntoglast Bk8	0,7	33:Vogntoglast jevnt Bk8	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
117	Trippelboggi BkT8 (W-)	1:Egenvekt	1	12:Trippelboggi BkT8	0,7			2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
118	Kjøretøylast BkT8 (W-)	1:Egenvekt	1	24:Kjøretøylast BkT8	0,7	25:Kjøretøylast jevnt BkT8	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
119	Vogntoglast BkT8 (W-)	1:Egenvekt	1	34:Vogntoglast BkT8	0,7	35:Vogntoglast jevnt BkT8	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
120	Trippelboggi Bk10 (W-)	1:Egenvekt	1	13:Trippelboggi Bk10	0,7			2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
121	Kjøretøylast Bk10 (W-)	1:Egenvekt	1	26:Kjøretøylast Bk10	0,7	27:Kjøretøylast jevnt Bk10	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02
122	Vogntoglast Bk10 (W-)	1:Egenvekt	1	36:Vogntoglast Bk10	0,7	37:Vogntoglast jevnt Bk10	0,7	2:WIND	1	4:0.25 bremselast mot vindretning	1,02

Lastkoeffisient satt til 1,02 slik at punktlasten kunne settes til 55. Last skal være 56.13 kN

Vedlegg O

Referat av telefonmøte med Christofer Klevsjø – Norconsult, Geoteknisk avdeling

Før samtalen har vi sendt et brev med forklarelsen av prosjektet, hva vi ønsker å gjøre og hvilke forholdet finnes i området med beregningene våre av pelekapasitet. I tillegg til det har vi stilt fire spørsmål til Christofer Klevsjø:

1. Hvordan kan vi bestemme antallet av peler som skal til for å oppta de vertikale kreftene. Hvordan bør vi plassere dem? Langs bruens akse eller på tvers?
2. Hvordan kan vi bestemme antallet av skråpæler som må til for å ta opp momentet?
3. I pæleveiledning fant vi tabell 11.1 med krav til avstand mellom vertikale pælene, finnes det noen slike krav for skråpælene? Til avstanden mellom dem, til vertikal pel? Finnes det noen krav med hensyn på jordart til vinkelen av skrå pel?
4. Hvor kan vi finne krav til minste avstand fra ytterkant av pæl til ytterkant av fundament for forskjellige dimensjoner?

Vi fikk en positiv tilbakemelding fra Christofer Klevsjø, han understreket at beregningene og jobben i sin helhet er gode og det han må merke.

Hovedsakelig fraråder han å bruke dypfundamentering i det hele tatt. Han sa at det er helt normalt at vi fikk så lav kapasitet til pælegruppa, det er normalt til svevendepæler i kvikkleire. Vi burde ikke pele skrått i kvikkleire pga jordras og utglidning som kan føre til andre laster enn beregnet og dermed knekke pælene. Også sa Christofer om jordskjelv, at skråpælene skal være for stive og skal knekke ved jordskjelv uansett. Dette gjør at konstruksjonen blir ustabil og har en mindre motstand mot ulykke, dessuten innehar Norconsult egne beregningsprogrammer som gjør jobben lettere. Det er mulig å kalkulere pelegrupper ved manuelle beregninger, men dette er en stor jobb og er en helt egen profesjon.

En annen usikkerhetsfaktor som det ikke finnes grunnlag for å beregne er stabiliteten til massene under anleggsfasen, dersom en stor pelerigg skal stå ved elvebredden og slå ned peler i ustabile masser som gjør den samme massen ytterligere ustabil utgjør en stor risiko. Dersom dette skal utføres trygt, kan det medføre større kostnader i forbindelse med forhåndsstabilisering av området på forhånd før riggen kommer til anleggsområdet.

Grunneieren adkomstvegen leder til hentyder til en utgravning av masser på grunn av elveforløpet, det er grunnlag for å beregne skråningsstabilitet i området og eventuelt erosjonssikre rundt bruene mot elveforløpets utgravning. Dersom elven graver seg for dypt inn i siden kan områdestabiliteten endres, og en dominoeffekt i kvikkleiren kan medføre at større deler av massene glir ut i elven. Dette kom etter en stabilisering av bruene der stål peler ble satt opp for å forhindre ytterligere utglidning av opplagerne.

NGU sitt kvikkleirekart viser ikke at det finnes kvikkleire på andre siden av bruene, men dette kan komme av at det ikke er foretatt noen grunnundersøkelser i dette området og ikke er definert per dags dato.

Etter en samtale med Christofer Klevsjø – Norconsult, der de på et annet prosjekt boret 80m uten å finne fjell, boret de 5m til der de fant fast grunn er det grunnlag for å anta at dersom man borer dypt nok vil man treffe noen solide masser av et eller annet slag. Dette omgår allikevel ikke utfordringene med å få på plass en bore/slagrigg som endrer poretrykkssituasjonen i området og kan medføre

instabilitet samt en langt dyrere oppgradering enn om man støper et større platefundament som kan bære lastene på arealet av leiren enn å bore seg langt ned.

Et større kassefundament vil anslagsvis gi et rimeligere byggeprosjekt enn et mindre fundament som gir behov for solide peler i grunnen.

Områdestabiliteten burde utbedres, og kan beregnes ved å se på skråningsvinkel til landbredde for å se på stabiliteten til massen som finnes der i dag, etter disse beregningene kan man beregne setninger pga tilleggslaster som kommer av å legge et større fundament. Det burde også legges lettere og drenerende masser over fundamentet slik at poretrykket i omkringliggende leire forblir uendret.

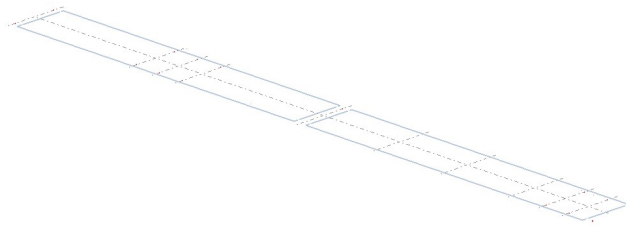
Med andre ord, fikk vi ingen eksakt svar på stilte spørsmålene, pga at det var åpenbart fra det første minuttet at det er ikke lønnsomt å bruke dypfundamentering i denne situasjonen. I tillegg til det mangler vi kunnskapene for å gi en eksakt løsning med eksakt antall av peler, plassering av dem, vinkler osv.

TITLE PAGE

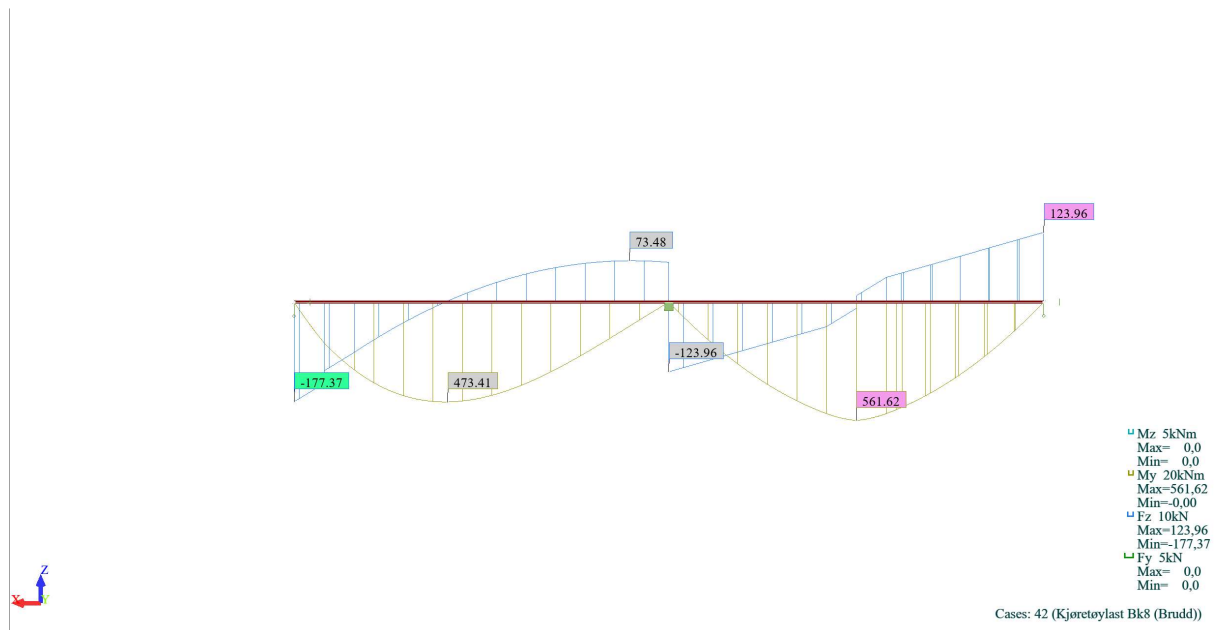
Project: 3d lastebil klasser 13.05.2020

Author :

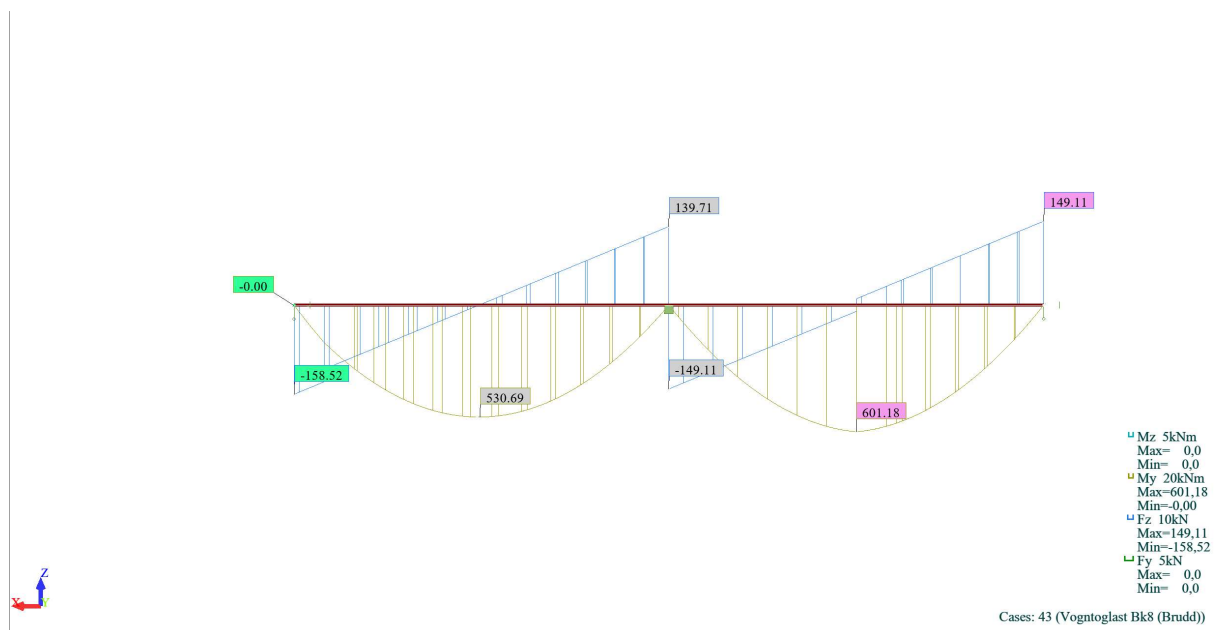
Structure View



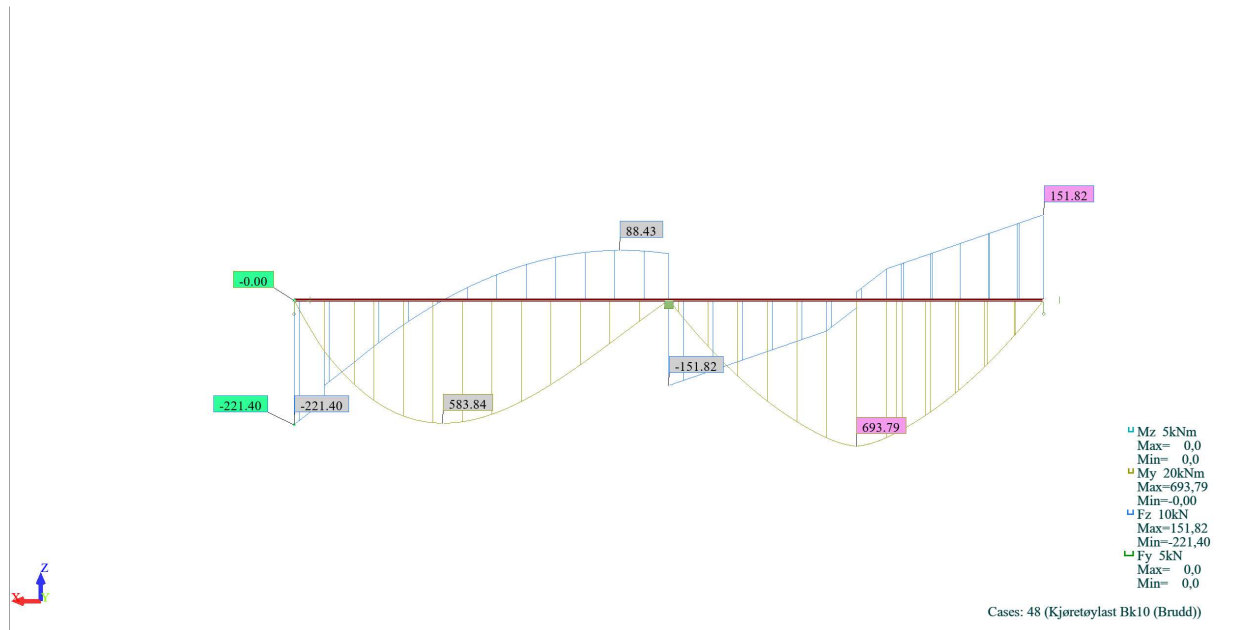
Cases: 42 (Kjøretøylast Bk8 (Brudd))



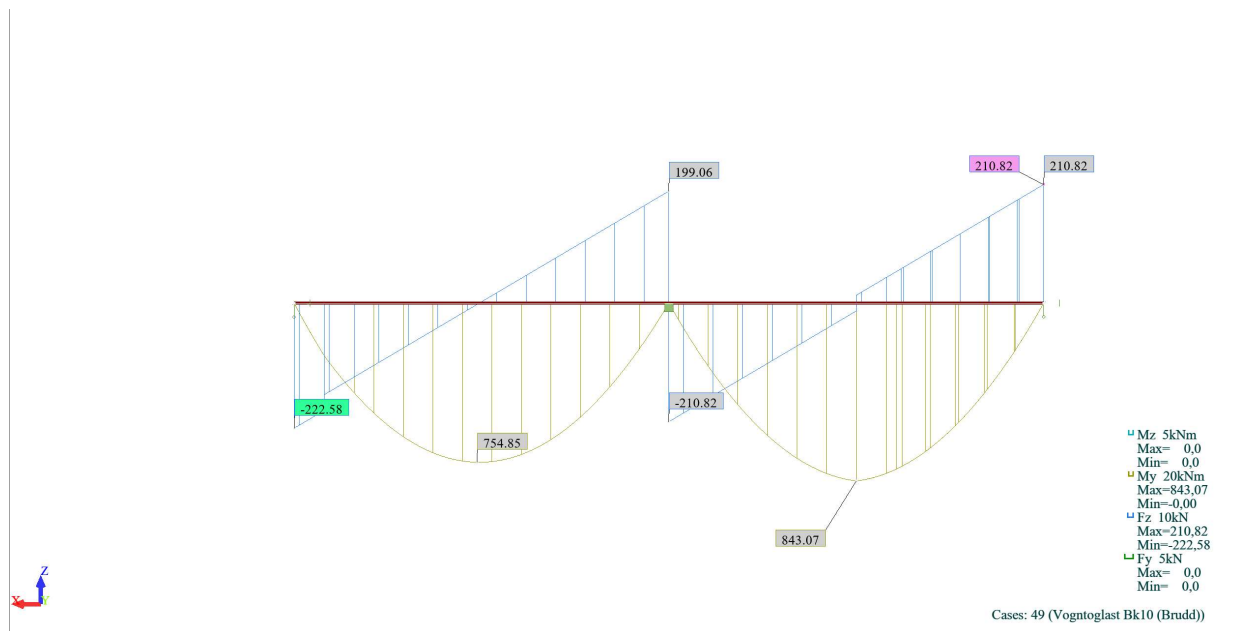
Cases: 43 (Vogntoglast Bk8 (Brudd))



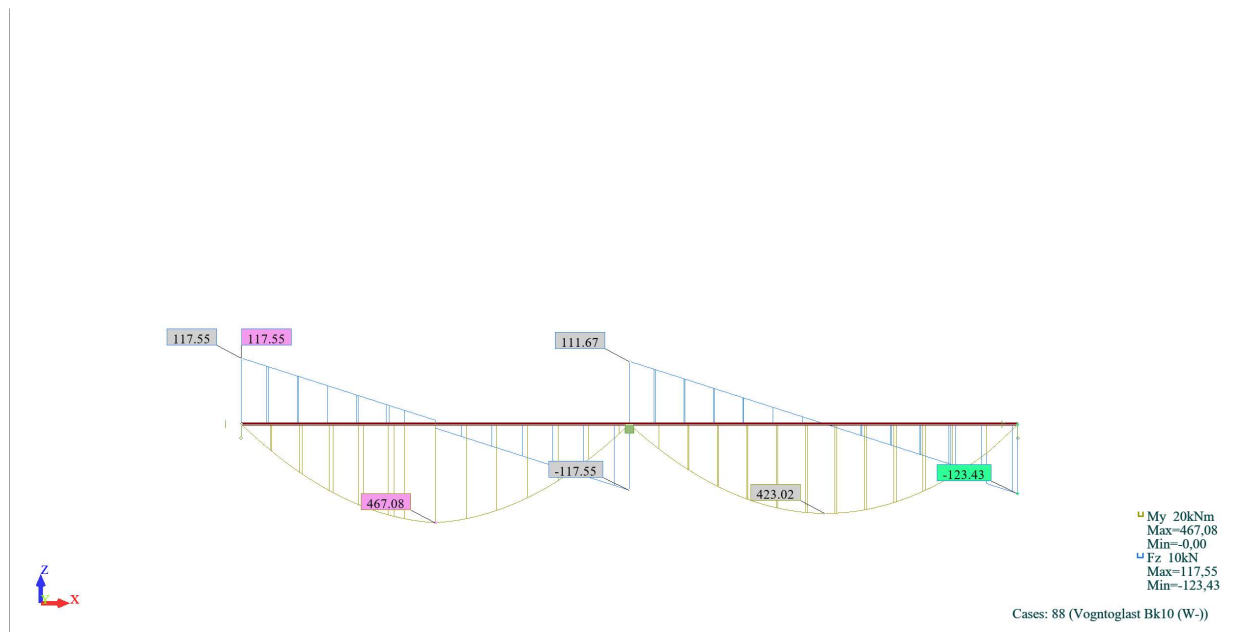
Cases: 48 (Kjøretøylast Bk10 (Brudd))



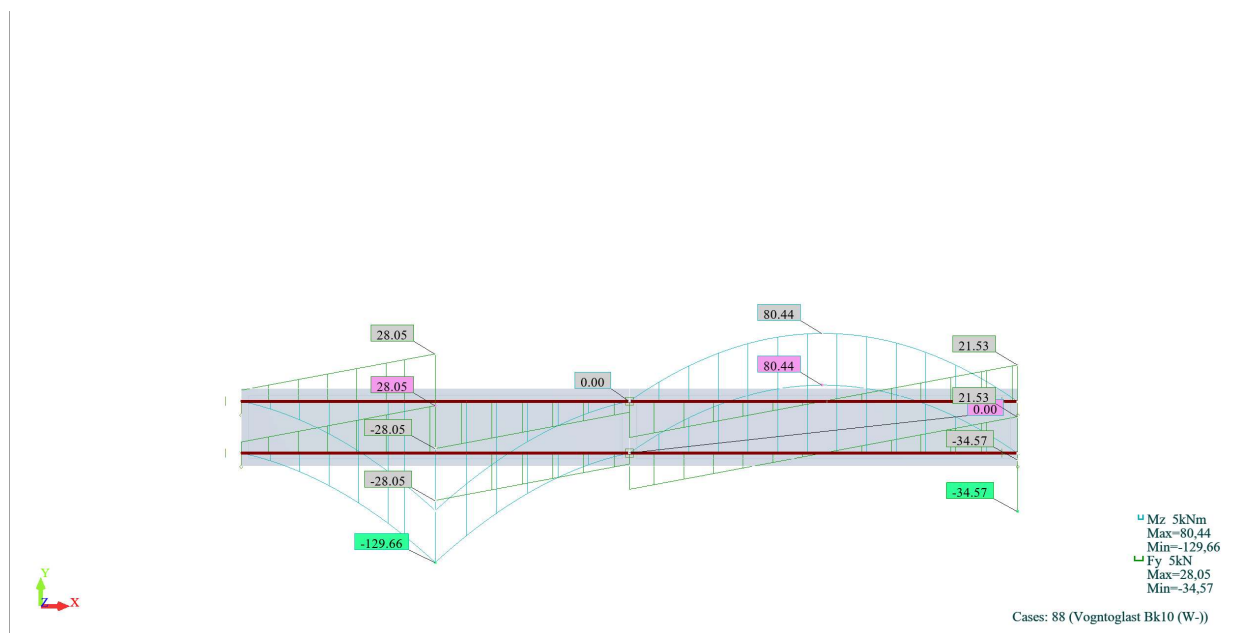
Cases: 49 (Vogntoglast Bk10 (Brudd))



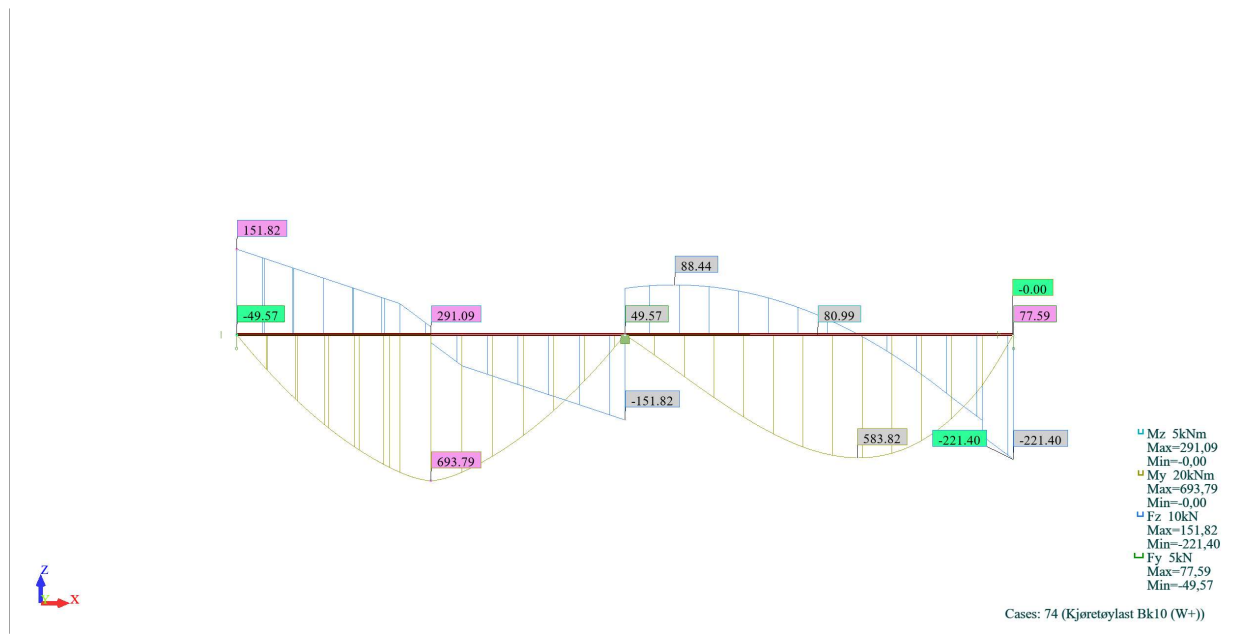
Cases: 88 (Vogntoglast Bk10 (W-))



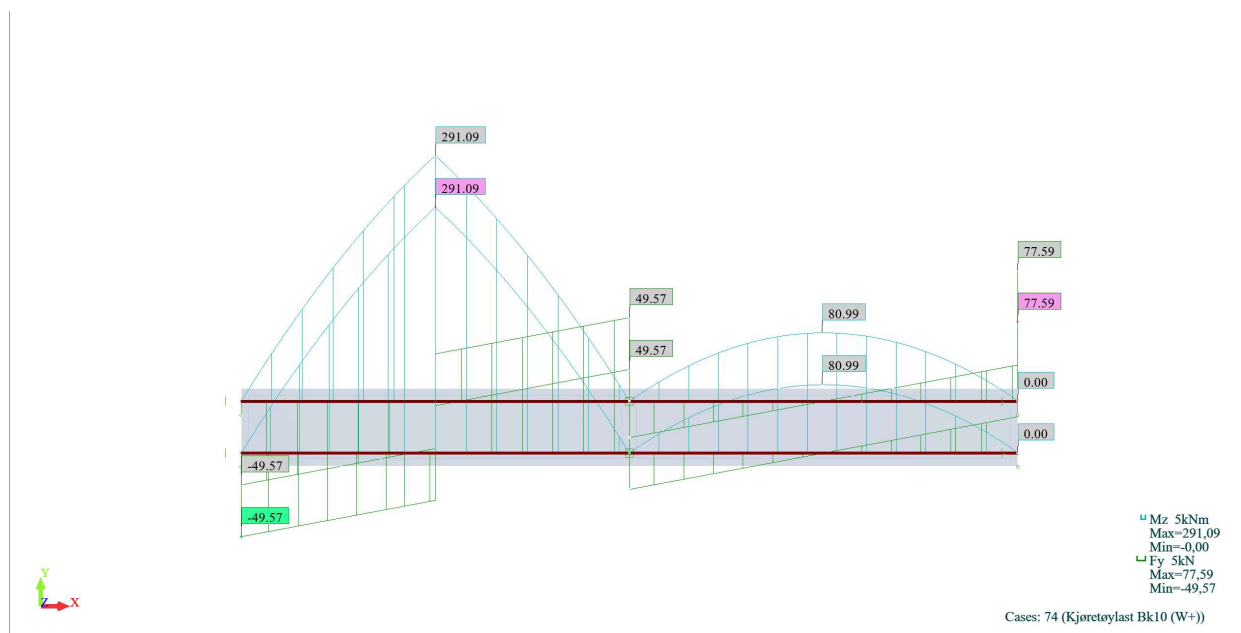
Cases: 88 (Vogntoglast Bk10 (W-)) YX



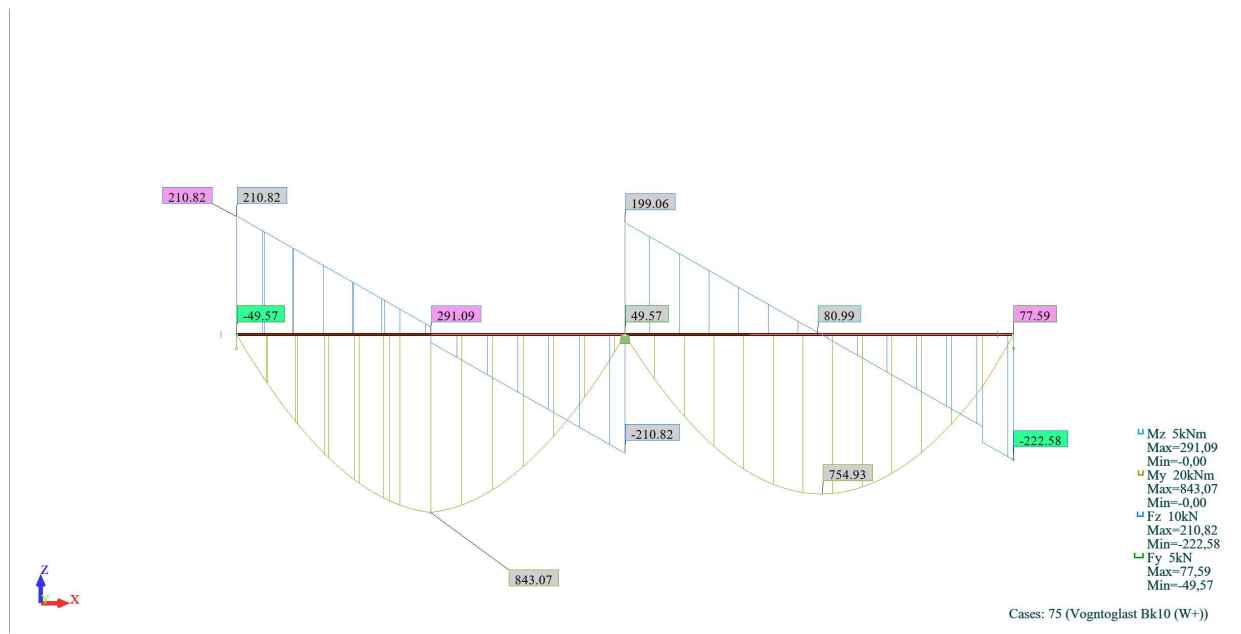
Cases: 74 (Kjøretøylast Bk10 (W+))



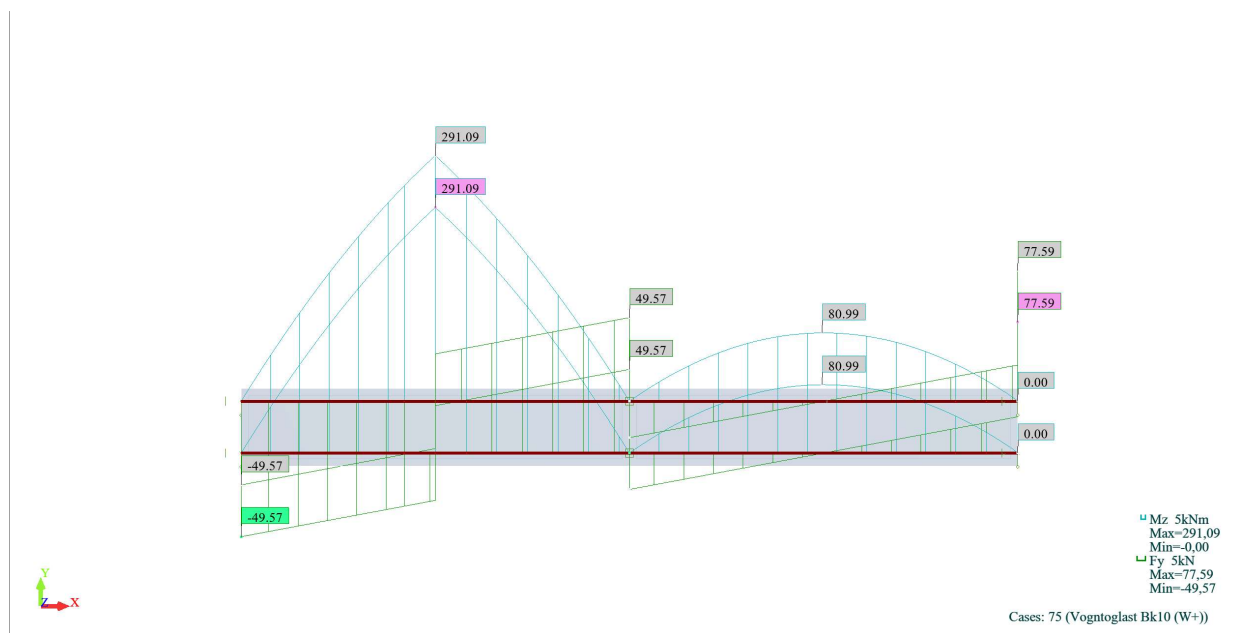
Cases: 74 (Kjøretøylast Bk10 (W+)) YX



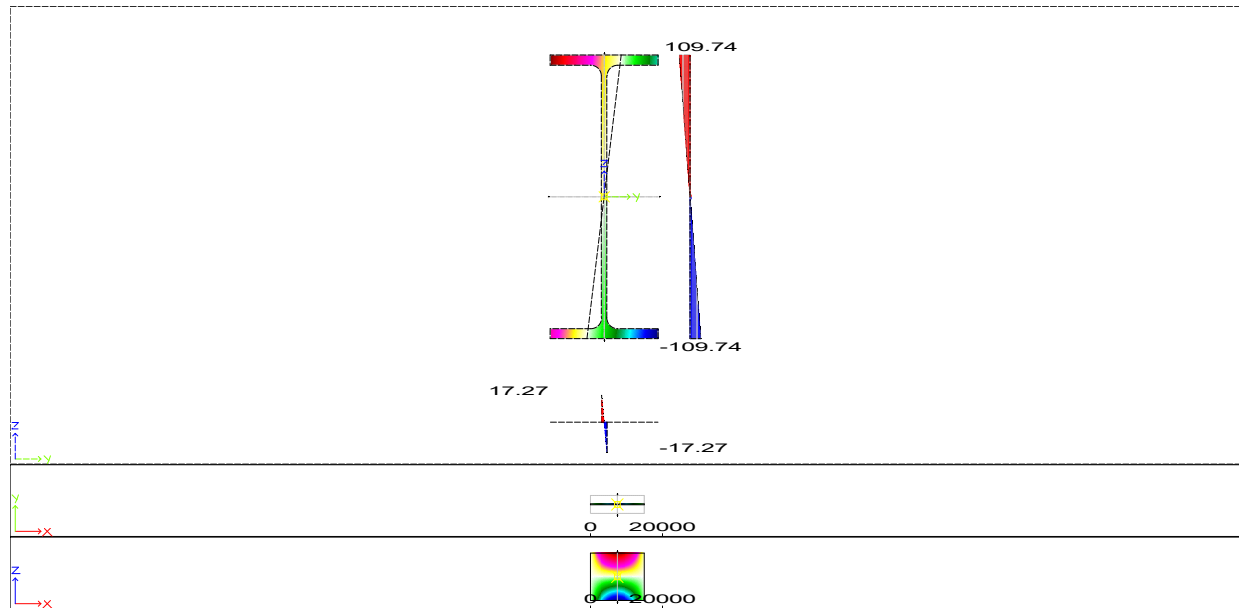
Cases: 75 (Vogntoglast Bk10 (W+))



Cases: 75 (Vogntoglast Bk10 (W+)) YX



Stress Analysis 75



Data - Nodes

Node	X (m)	Y (m)	Z (m)	Support code	Support
1	-15,00	-1,00	0,0	fxxxx	Support_3
2	0,0	-1,00	0,0	xxxxx	Support_2
3	15,00	-1,00	0,0	xxxxf	Support_1
4	-15,00	1,00	0,0	fxxxx	Support_3
5	0,0	1,00	0,0	xxxxx	Support_2
6	15,00	1,00	0,0	xxxxf	Support_1
7	14,99	-1,00	0,0		
8	14,99	1,00	0,0		
9	-7,50	-1,00	0,0		
10	-7,50	1,00	0,0		
11	13,80	-1,00	0,0		
12	13,80	1,00	0,0		
13	12,60	1,00	0,0		
14	12,60	-1,00	0,0		
15	-6,30	1,00	0,0		
16	-6,30	-1,00	0,0		
17	-8,70	-1,00	0,0		
18	-8,70	1,00	0,0		
19	-14,99	-1,00	0,0		
20	-14,99	1,00	0,0		
21	-0,01	-1,00	0,0		
22	0,01	-1,00	0,0		
23	0,01	1,00	0,0		
24	-0,01	1,00	0,0		

Data - Bars

Bar	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Deg)	Type
1	1	2	HEA 800	S355	15,00	0,0	HEA 800
2	2	3	HEA 800	S355	15,00	0,0	HEA 800
3	4	5	HEA 800	S355	15,00	0,0	HEA 800
4	5	6	HEA 800	S355	15,00	0,0	HEA 800

Data - Sections

Section name	Bar list	AX (mm2)	AY (mm2)	AZ (mm2)	IX (mm4)	IY (mm4)	IZ (mm4)
HEA 800	1to4	28580	16377	11853	5990000	3034430000	126387000

Data - Materials

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	S355	210000,00	80800,00	0,3	0,00	77,01	355,00

Data - Supports

	Support name	List of nodes	List of edges	List of objects
	Support_1	3 6		
	Support_2	2 5		
	Support_3	1 4		

	Support conditions
	UX UY UZ RX
	UX UY UZ RX RY RZ
	UY UZ RX

Loads - Cases

Case	Label	Case name	Nature
1	DL1	Egenvekt	Structural
2	DL11	WIND	wind
3	AL3	0.25 Bremselast med vindretning	accidental
4	AL4	0.25 Bremselast mot vindretning	accidental
10	LL10	Trippelboggi Bk6	Category A
11	LL11	Trippelboggi Bk8	Category A
12	LL12	Trippelboggi BkT8	Category A
13	LL13	Trippelboggi Bk10	Category A

Case	Label	Case name	Nature
20	LL20	Kjøretøylast Bk6	Category A
21	LL21	Kjøretøylast jevnt Bk6	Category A
22	LL22	Kjøretøylast Bk8	Category A
23	LL23	Kjøretøylast jevnt Bk8	Category A
24	LL24	Kjøretøylast BkT8	Category A
25	LL25	Kjøretøylast jevnt BkT8	Category A
26	LL26	Kjøretøylast Bk10	Category A
27	LL27	Kjøretøylast jevnt Bk10	Category A
30	LL30	Vogntoglast Bk6	Category A
31	LL31	Vogntoglast jevnt Bk6	Category A
32	LL32	Vogntoglast Bk8	Category A
33	LL33	Vogntoglast jevnt Bk8	Category A
34	LL34	Vogntoglast BkT8	Category A
35	LL35	Vogntoglast jevnt BkT8	Category A
36	LL36	Vogntoglast Bk10	Category A
37	LL37	Vogntoglast jevnt Bk10	Category A
38	1	Trippelboggi Bk6 (Brudd)	Structural
39		Kjøretøylast Bk6 (Brudd)	Structural
40		Vogntoglast Bk6 (Brudd)	Structural
41		Trippelboggi Bk8 (Brudd)	Structural
42		Kjøretøylast Bk8 (Brudd)	Structural
43		Vogntoglast Bk8 (Brudd)	Structural
44		Trippelboggi BkT8 (Brudd)	Structural
45		Kjøretøylast BkT8 (Brudd)	Structural
46		Vogntoglast BkT8 (Brudd)	Structural
47		Trippelboggi Bk10 (Brudd)	Structural
48		Kjøretøylast Bk10 (Brudd)	Structural
49		Vogntoglast Bk10 (Brudd)	Structural
50			Structural
51		Trippelboggi Bk6 (Bruks)	Structural
52		Kjøretøylast Bk6 (Bruks)	Structural
53		Vogntoglast Bk6 (Bruks)	Structural
54		Trippelboggi Bk8 (Bruks)	Structural
55		Kjøretøylast Bk8 (Bruks)	Structural
56		Vogntoglast Bk8 (Bruks)	Structural
57		Trippelboggi BkT8 (Bruks)	Structural
58		Kjøretøylast BkT8 (Bruks)	Structural
59		Vogntoglast BkT8 (Bruks)	Structural
60		Trippelboggi Bk10 (Bruks)	Structural
61		Kjøretøylast Bk10 (Bruks)	Structural
62		Vogntoglast Bk10 (Bruks)	Structural
63			Structural
64		Trippelboggi Bk6 (W+)	Structural
65		Kjøretøylast Bk6 (W+)	Structural
66		Vogntoglast Bk6 (W+)	Structural
67		Trippelboggi Bk8 (W+)	Structural
68		Kjøretøylast Bk8 (W+)	Structural
69		Vogntoglast Bk8 (W+)	Structural
70		Trippelboggi BkT8 (W+)	Structural
71		Kjøretøylast BkT8 (W+)	Structural
72		Vogntoglast BkT8 (W+)	Structural
73		Trippelboggi Bk10 (W+)	Structural

Case	Label	Case name	Nature
74		Kjøretøylast Bk10 (W+)	Structural
75		Vogntoglast Bk10 (W+)	Structural
76			Structural
77		Trippelboggi Bk6 (W-)	Structural
78		Kjøretøylast Bk6 (W-)	Structural
79		Vogntoglast Bk6 (W-)	Structural
80		Trippelboggi Bk8 (W-)	Structural
81		Kjøretøylast Bk8 (W-)	Structural
82		Vogntoglast Bk8 (W-)	Structural
83		Trippelboggi BkT8 (W-)	Structural
84		Kjøretøylast BkT8 (W-)	Structural
85		Vogntoglast BkT8 (W-)	Structural
86		Trippelboggi Bk10 (W-)	Structural
87		Kjøretøylast Bk10 (W-)	Structural
88		Vogntoglast Bk10 (W-)	Structural

Case	Analysis type
1	Static - Linear
2	Static - Linear
3	Static - Linear
4	Static - Linear
10	Static - Linear
11	Static - Linear
12	Static - Linear
13	Static - Linear
20	Static - Linear
21	Static - Linear
22	Static - Linear
23	Static - Linear
24	Static - Linear
25	Static - Linear
26	Static - Linear
27	Static - Linear
30	Static - Linear
31	Static - Linear
32	Static - Linear
33	Static - Linear
34	Static - Linear
35	Static - Linear
36	Static - Linear
37	Static - Linear
38	Linear Combination
39	Linear Combination
40	Linear Combination
41	Linear Combination
42	Linear Combination
43	Linear Combination
44	Linear Combination
45	Linear Combination
46	Linear Combination
47	Linear Combination

Case	Analysis type
48	Linear Combination
49	Linear Combination
50	Linear Combination
51	Linear Combination
52	Linear Combination
53	Linear Combination
54	Linear Combination
55	Linear Combination
56	Linear Combination
57	Linear Combination
58	Linear Combination
59	Linear Combination
60	Linear Combination
61	Linear Combination
62	Linear Combination
63	Linear Combination
64	Linear Combination
65	Linear Combination
66	Linear Combination
67	Linear Combination
68	Linear Combination
69	Linear Combination
70	Linear Combination
71	Linear Combination
72	Linear Combination
73	Linear Combination
74	Linear Combination
75	Linear Combination
76	Linear Combination
77	Linear Combination
78	Linear Combination
79	Linear Combination
80	Linear Combination
81	Linear Combination
82	Linear Combination
83	Linear Combination
84	Linear Combination
85	Linear Combination
86	Linear Combination
87	Linear Combination
88	Linear Combination

Loads - Values

	Case	Load type	List	Load values
	1	(FE) uniform	5 6	PZ=-2,54(kN/m ²)
	2	uniform load	1to4	PY=2,87(kN/m)
	3	nodal force	7 8	FY=55,00(kN)
	3	nodal force	9 10	FY=55,00(kN)
	4	nodal force	7to10	FY=-55,00(kN)

Case	Load type	List	Load values
10	nodal force	9 10	FZ=-28,00(kN)
10	nodal force	11 12	FZ=-28,00(kN)
10	nodal force	7 8 13to18	FZ=-20,00(kN)
11	nodal force	7 8 13to18	FZ=-25,00(kN)
11	nodal force	9to12	FZ=-42,00(kN)
12	nodal force	7 8 13to18	FZ=-30,00(kN)
12	nodal force	9to12	FZ=-42,00(kN)
13	nodal force	7 8 13to18	FZ=-35,00(kN)
13	nodal force	9to12	FZ=-70,00(kN)
20	nodal force	9to12	FZ=-12,00(kN)
21	(FE) planar on contour	5	PZ1=-8,57(kN/m2) P1(-11, -1.5, 0) P2(-4, -1.5, 0) P3(-4, 1.5, 0)
21	(FE) planar on contour	6	PZ1=-8,57(kN/m2) P1(15, 1.5, 0) P2(15, -1.5, 0) P3(8, -1.5, 0)
22	nodal force	9to12	FZ=-16,00(kN)
23	(FE) planar on contour	5	PZ1=-10,87(kN/m2) P1(-11, -1.5, 0) P2(-4, -1.5, 0) P3(-4, 1.5, 0)
23	(FE) planar on contour	6	PZ1=-10,87(kN/m2) P1(15, 1.5, 0) P2(15, -1.5, 0) P3(8, -1.5, 0)
24	nodal force	9to12	FZ=-16,00(kN)
25	(FE) planar on contour	6	PZ1=-13,33(kN/m2) P1(15, -1.5, 0) P2(15, 1.5, 0) P3(8, 1.5, 0)
25	(FE) planar on contour	5	PZ1=-13,33(kN/m2) P1(-11, -1.5, 0) P2(-11, 1.5, 0) P3(-4, 1.5, 0)
26	nodal force	9to12	FZ=-20,00(kN)
27	(FE) planar on contour	6	PZ1=-14,28(kN/m2) P1(15, -1.5, 0) P2(15, 1.5, 0) P3(8, 1.5, 0)
27	(FE) planar on contour	5	PZ1=-14,28(kN/m2) P1(-11, -1.5, 0) P2(-11, 1.5, 0) P3(-4, 1.5, 0)
30	nodal force	9to12	FZ=-12,00(kN)
31	(FE) uniform	5 6	PZ=-5,83(kN/m2)
32	nodal force	9to12	FZ=-16,00(kN)
33	(FE) uniform	5 6	PZ=-6,67(kN/m2)
34	nodal force	9to12	FZ=-16,00(kN)
35	(FE) uniform	5 6	PZ=-8,33(kN/m2)
36	nodal force	9to12	FZ=-20,00(kN)
37	(FE) uniform	5 6	PZ=-10,41(kN/m2)

Combinations

- Cases: 38to88

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature
38 (C)	Trippelboggi Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
39 (C)	Kjøretøylast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
40 (C)	Vogntoglast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
41 (C)	Trippelboggi Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
42 (C)	Kjøretøylast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
43 (C)	Vogntoglast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
44 (C)	Trippelboggi BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
45 (C)	Kjøretøylast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
46 (C)	Vogntoglast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
47 (C)	Trippelboggi Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
48 (C)	Kjøretøylast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
49 (C)	Vogntoglast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
50 (C)		Linear Combinati	ULS	Structural
51 (C)	Trippelboggi Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
52 (C)	Kjøretøylast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
53 (C)	Vogntoglast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
54 (C)	Trippelboggi Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature
55 (C)	Kjøretøylast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
56 (C)	Vogntoglast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
57 (C)	Trippelboggi BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
58 (C)	Kjøretøylast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
59 (C)	Vogntoglast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
60 (C)	Trippelboggi Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
61 (C)	Kjøretøylast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
62 (C)	Vogntoglast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
63 (C)		Linear Combinati	ULS	Structural
64 (C)	Trippelboggi Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
65 (C)	Kjøretøylast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
66 (C)	Vogntoglast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
67 (C)	Trippelboggi Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
68 (C)	Kjøretøylast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
69 (C)	Vogntoglast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
70 (C)	Trippelboggi BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
71 (C)	Kjøretøylast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
72 (C)	Vogntoglast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
73 (C)	Trippelboggi Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
74 (C)	Kjøretøylast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
75 (C)	Vogntoglast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
76 (C)		Linear Combinati	ULS	Structural
77 (C)	Trippelboggi Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
78 (C)	Kjøretøylast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
79 (C)	Vogntoglast Bk6	Linear Combinati	ULS	Structural
80 (C)	Trippelboggi Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
81 (C)	Kjøretøylast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
82 (C)	Vogntoglast Bk8	Linear Combinati	ULS	Structural
83 (C)	Trippelboggi BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
84 (C)	Kjøretøylast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
85 (C)	Vogntoglast BkT	Linear Combinati	ULS	Structural
86 (C)	Trippelboggi Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
87 (C)	Kjøretøylast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural
88 (C)	Vogntoglast Bk1	Linear Combinati	ULS	Structural

Combinations	Definition
38 (C)	$1*1.15+10*1.40$
39 (C)	$1*1.15+(20+21)*1.40$
40 (C)	$1*1.15+(30+31)*1.40$
41 (C)	$1*1.15+11*1.40$
42 (C)	$1*1.15+(22+23)*1.40$
43 (C)	$1*1.15+(32+33)*1.40$
44 (C)	$1*1.15+12*1.40$
45 (C)	$1*1.15+(24+25)*1.40$
46 (C)	$1*1.15+(34+35)*1.40$
47 (C)	$1*1.15+13*1.40$
48 (C)	$1*1.15+(26+27)*1.40$
49 (C)	$1*1.15+(36+37)*1.40$
50 (C)	
51 (C)	$1*1.00+10*0.70$
52 (C)	$1*1.00+(20+21)*0.70$

Combinations	Definition
53 (C)	1*1.00+(30+31)*0.70
54 (C)	1*1.00+11*0.70
55 (C)	1*1.00+(22+23)*0.70
56 (C)	1*1.00+(32+33)*0.70
57 (C)	1*1.00+12*0.70
58 (C)	1*1.00+(24+25)*0.70
59 (C)	1*1.00+(34+35)*0.70
60 (C)	1*1.00+13*0.70
61 (C)	1*1.00+(26+27)*0.70
62 (C)	1*1.00+(36+37)*0.70
63 (C)	
64 (C)	1*1.15+10*1.40+2*1.00+3*1.02
65 (C)	1*1.15+(20+21)*1.40+2*1.00+3*1.02
66 (C)	1*1.15+(30+31)*1.40+2*1.00+3*1.02
67 (C)	1*1.15+11*1.40+2*1.00+3*1.02
68 (C)	1*1.15+(22+23)*1.40+2*1.00+3*1.02
69 (C)	1*1.15+(32+33)*1.40+2*1.00+3*1.02
70 (C)	1*1.15+12*1.40+2*1.00+3*1.02
71 (C)	1*1.15+(24+25)*1.40+2*1.00+3*1.02
72 (C)	1*1.15+(34+35)*1.40+2*1.00+3*1.02
73 (C)	1*1.15+13*1.40+2*1.00+3*1.02
74 (C)	1*1.15+(26+27)*1.40+2*1.00+3*1.02
75 (C)	1*1.15+(36+37)*1.40+2*1.00+3*1.02
76 (C)	
77 (C)	(1+2)*1.00+10*0.70+4*1.02
78 (C)	(1+2)*1.00+(20+21)*0.70+4*1.02
79 (C)	(1+2)*1.00+(30+31)*0.70+4*1.02
80 (C)	(1+2)*1.00+11*0.70+4*1.02
81 (C)	(1+2)*1.00+(22+23)*0.70+4*1.02
82 (C)	(1+2)*1.00+(32+33)*0.70+4*1.02
83 (C)	(1+2)*1.00+12*0.70+4*1.02
84 (C)	(1+2)*1.00+(24+25)*0.70+4*1.02
85 (C)	(1+2)*1.00+(34+35)*0.70+4*1.02
86 (C)	(1+2)*1.00+13*0.70+4*1.02
87 (C)	(1+2)*1.00+(26+27)*0.70+4*1.02
88 (C)	(1+2)*1.00+(36+37)*0.70+4*1.02

Reactions - Values

in the coordinate system: global - Cases: 1to4 10to13 20to27 30to88

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 1	0,0	0,0	28,57	0,0	-0,00	0,0
1/ 2	0,0	-21,53	0,0	-8,50	0,0	0,00
1/ 3	0,0	-27,50	0,0	-0,00	0,0	-0,00
1/ 4	0,0	27,50	0,0	0,00	0,0	0,00
1/ 10	0,0	0,0	34,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 11	0,0	0,0	46,00	0,0	0,0	0,0
1/ 12	0,0	0,0	51,00	0,0	0,00	0,0
1/ 13	0,0	0,0	70,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 20	0,0	0,0	6,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 21	0,0	0,0	44,99	0,0	-0,00	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 22	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 23	0,0	0,0	57,07	0,0	-0,00	0,0
1/ 24	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 25	0,0	0,0	69,98	0,0	-0,00	0,0
1/ 26	0,0	0,0	10,00	0,0	0,0	0,0
1/ 27	0,0	0,0	74,97	0,0	0,0	0,0
1/ 30	0,0	0,0	6,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 31	0,0	0,0	65,59	0,0	-0,00	0,0
1/ 32	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 33	0,0	0,0	75,04	0,0	0,00	0,0
1/ 34	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
1/ 35	0,0	0,0	93,71	0,0	-0,00	0,0
1/ 36	0,0	0,0	10,00	0,0	0,0	0,0
1/ 37	0,0	0,0	117,11	0,0	0,00	0,0
1/ 38 (C)	0,0	0,0	80,46	0,0	-0,00	0,0
1/ 39 (C)	0,0	0,0	104,25	0,0	-0,00	0,0
1/ 40 (C)	0,0	0,0	133,08	0,0	-0,00	0,0
1/ 41 (C)	0,0	0,0	97,26	0,0	-0,00	0,0
1/ 42 (C)	0,0	0,0	123,96	0,0	-0,00	0,0
1/ 43 (C)	0,0	0,0	149,11	0,0	0,00	0,0
1/ 44 (C)	0,0	0,0	104,26	0,0	0,00	0,0
1/ 45 (C)	0,0	0,0	142,04	0,0	-0,00	0,0
1/ 46 (C)	0,0	0,0	175,26	0,0	-0,00	0,0
1/ 47 (C)	0,0	0,0	130,86	0,0	-0,00	0,0
1/ 48 (C)	0,0	0,0	151,82	0,0	-0,00	0,0
1/ 49 (C)	0,0	0,0	210,82	0,0	0,00	0,0
1/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1/ 51 (C)	0,0	0,0	52,37	0,0	-0,00	0,0
1/ 52 (C)	0,0	0,0	64,27	0,0	-0,00	0,0
1/ 53 (C)	0,0	0,0	78,69	0,0	-0,00	0,0
1/ 54 (C)	0,0	0,0	60,77	0,0	-0,00	0,0
1/ 55 (C)	0,0	0,0	74,12	0,0	-0,00	0,0
1/ 56 (C)	0,0	0,0	86,70	0,0	0,00	0,0
1/ 57 (C)	0,0	0,0	64,27	0,0	0,00	0,0
1/ 58 (C)	0,0	0,0	83,16	0,0	-0,00	0,0
1/ 59 (C)	0,0	0,0	99,77	0,0	-0,00	0,0
1/ 60 (C)	0,0	0,0	77,57	0,0	-0,00	0,0
1/ 61 (C)	0,0	0,0	88,05	0,0	-0,00	0,0
1/ 62 (C)	0,0	0,0	117,55	0,0	0,00	0,0
1/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1/ 64 (C)	0,0	-49,58	80,46	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 65 (C)	0,0	-49,58	104,25	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 66 (C)	0,0	-49,58	133,08	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 67 (C)	0,0	-49,58	97,26	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 68 (C)	0,0	-49,58	123,96	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 69 (C)	0,0	-49,58	149,11	-8,50	0,00	-0,00
1/ 70 (C)	0,0	-49,58	104,26	-8,50	0,00	-0,00
1/ 71 (C)	0,0	-49,58	142,04	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 72 (C)	0,0	-49,58	175,26	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 73 (C)	0,0	-49,58	130,86	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 74 (C)	0,0	-49,58	151,82	-8,50	-0,00	-0,00
1/ 75 (C)	0,0	-49,58	210,82	-8,50	0,00	-0,00

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1/ 77 (C)	0,0	6,53	52,37	-8,50	-0,00	0,00
1/ 78 (C)	0,0	6,53	64,27	-8,50	-0,00	0,00
1/ 79 (C)	0,0	6,53	78,69	-8,50	-0,00	0,00
1/ 80 (C)	0,0	6,53	60,77	-8,50	-0,00	0,00
1/ 81 (C)	0,0	6,53	74,12	-8,50	-0,00	0,00
1/ 82 (C)	0,0	6,53	86,70	-8,50	0,00	0,00
1/ 83 (C)	0,0	6,53	64,27	-8,50	0,00	0,00
1/ 84 (C)	0,0	6,53	83,16	-8,50	-0,00	0,00
1/ 85 (C)	0,0	6,53	99,77	-8,50	-0,00	0,00
1/ 86 (C)	0,0	6,53	77,57	-8,50	-0,00	0,00
1/ 87 (C)	0,0	6,53	88,05	-8,50	-0,00	0,00
1/ 88 (C)	0,0	6,53	117,55	-8,50	0,00	0,00
2/ 1	0,0	0,0	57,15	0,0	0,0	0,0
2/ 2	0,0	-43,05	0,0	-17,00	0,0	0,0
2/ 3	0,0	-27,54	0,0	0,00	0,0	0,0
2/ 4	0,0	27,54	0,0	-0,00	0,0	0,0
2/ 10	0,0	0,0	39,45	0,0	0,0	0,0
2/ 11	0,0	0,0	53,38	0,0	0,0	0,0
2/ 12	0,0	0,0	59,18	0,0	0,0	0,0
2/ 13	0,0	0,0	81,22	0,0	0,0	0,0
2/ 20	0,0	0,0	6,96	0,0	0,0	0,0
2/ 21	0,0	0,0	65,19	0,0	0,0	0,0
2/ 22	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
2/ 23	0,0	0,0	82,69	0,0	0,0	0,0
2/ 24	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
2/ 25	0,0	0,0	101,40	0,0	0,0	0,0
2/ 26	0,0	0,0	11,60	0,0	0,0	0,0
2/ 27	0,0	0,0	108,63	0,0	0,0	0,0
2/ 30	0,0	0,0	6,96	0,0	0,0	0,0
2/ 31	0,0	0,0	131,17	0,0	0,0	0,0
2/ 32	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
2/ 33	0,0	0,0	150,08	0,0	0,0	0,0
2/ 34	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
2/ 35	0,0	0,0	187,42	0,0	0,0	0,0
2/ 36	0,0	0,0	11,60	0,0	0,0	0,0
2/ 37	0,0	0,0	234,22	0,0	0,0	0,0
2/ 38 (C)	0,0	0,0	120,96	0,0	0,0	0,0
2/ 39 (C)	0,0	0,0	166,74	0,0	0,0	0,0
2/ 40 (C)	0,0	0,0	259,11	0,0	0,0	0,0
2/ 41 (C)	0,0	0,0	140,45	0,0	0,0	0,0
2/ 42 (C)	0,0	0,0	194,48	0,0	0,0	0,0
2/ 43 (C)	0,0	0,0	288,82	0,0	0,0	0,0
2/ 44 (C)	0,0	0,0	148,57	0,0	0,0	0,0
2/ 45 (C)	0,0	0,0	220,68	0,0	0,0	0,0
2/ 46 (C)	0,0	0,0	341,11	0,0	0,0	0,0
2/ 47 (C)	0,0	0,0	179,44	0,0	0,0	0,0
2/ 48 (C)	0,0	0,0	234,05	0,0	0,0	0,0
2/ 49 (C)	0,0	0,0	409,88	0,0	0,0	0,0
2/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2/ 51 (C)	0,0	0,0	84,77	0,0	0,0	0,0
2/ 52 (C)	0,0	0,0	107,66	0,0	0,0	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
2/ 53 (C)	0,0	0,0	153,84	0,0	0,0	0,0
2/ 54 (C)	0,0	0,0	94,51	0,0	0,0	0,0
2/ 55 (C)	0,0	0,0	121,53	0,0	0,0	0,0
2/ 56 (C)	0,0	0,0	168,70	0,0	0,0	0,0
2/ 57 (C)	0,0	0,0	98,58	0,0	0,0	0,0
2/ 58 (C)	0,0	0,0	134,63	0,0	0,0	0,0
2/ 59 (C)	0,0	0,0	194,84	0,0	0,0	0,0
2/ 60 (C)	0,0	0,0	114,01	0,0	0,0	0,0
2/ 61 (C)	0,0	0,0	141,31	0,0	0,0	0,0
2/ 62 (C)	0,0	0,0	229,23	0,0	0,0	0,0
2/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2/ 64 (C)	0,0	-71,14	120,96	-17,00	0,0	0,0
2/ 65 (C)	0,0	-71,14	166,74	-17,00	0,0	0,0
2/ 66 (C)	0,0	-71,14	259,11	-17,00	0,0	0,0
2/ 67 (C)	0,0	-71,14	140,45	-17,00	0,0	0,0
2/ 68 (C)	0,0	-71,14	194,48	-17,00	0,0	0,0
2/ 69 (C)	0,0	-71,14	288,82	-17,00	0,0	0,0
2/ 70 (C)	0,0	-71,14	148,57	-17,00	0,0	0,0
2/ 71 (C)	0,0	-71,14	220,68	-17,00	0,0	0,0
2/ 72 (C)	0,0	-71,14	341,11	-17,00	0,0	0,0
2/ 73 (C)	0,0	-71,14	179,44	-17,00	0,0	0,0
2/ 74 (C)	0,0	-71,14	234,05	-17,00	0,0	0,0
2/ 75 (C)	0,0	-71,14	409,88	-17,00	0,0	0,0
2/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2/ 77 (C)	0,0	-14,96	84,77	-17,00	0,0	0,0
2/ 78 (C)	0,0	-14,96	107,66	-17,00	0,0	0,0
2/ 79 (C)	0,0	-14,96	153,84	-17,00	0,0	0,0
2/ 80 (C)	0,0	-14,96	94,51	-17,00	0,0	0,0
2/ 81 (C)	0,0	-14,96	121,53	-17,00	0,0	0,0
2/ 82 (C)	0,0	-14,96	168,70	-17,00	0,0	0,0
2/ 83 (C)	0,0	-14,96	98,58	-17,00	0,0	0,0
2/ 84 (C)	0,0	-14,96	134,63	-17,00	0,0	0,0
2/ 85 (C)	0,0	-14,96	194,84	-17,00	0,0	0,0
2/ 86 (C)	0,0	-14,96	114,01	-17,00	0,0	0,0
2/ 87 (C)	0,0	-14,96	141,31	-17,00	0,0	0,0
2/ 88 (C)	0,0	-14,96	229,23	-17,00	0,0	0,0
3/ 1	0,0	0,0	28,57	0,0	0,00	0,0
3/ 2	0,0	-21,53	0,0	-8,50	0,0	0,00
3/ 3	0,0	-54,96	0,0	-0,00	0,0	-0,00
3/ 4	0,0	54,96	0,0	0,00	0,0	0,00
3/ 10	0,0	0,0	62,55	0,0	0,00	0,0
3/ 11	0,0	0,0	84,62	0,0	0,00	0,0
3/ 12	0,0	0,0	93,82	0,0	0,00	0,0
3/ 13	0,0	0,0	128,78	0,0	0,00	0,0
3/ 20	0,0	0,0	11,04	0,0	0,00	0,0
3/ 21	0,0	0,0	69,78	0,0	0,00	0,0
3/ 22	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
3/ 23	0,0	0,0	88,51	0,0	0,00	0,0
3/ 24	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
3/ 25	0,0	0,0	108,54	0,0	0,00	0,0
3/ 26	0,0	0,0	18,40	0,0	0,00	0,0
3/ 27	0,0	0,0	116,28	0,0	0,00	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
3/ 30	0,0	0,0	11,04	0,0	0,00	0,0
3/ 31	0,0	0,0	65,59	0,0	0,00	0,0
3/ 32	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
3/ 33	0,0	0,0	75,04	0,0	0,00	0,0
3/ 34	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
3/ 35	0,0	0,0	93,71	0,0	0,00	0,0
3/ 36	0,0	0,0	18,40	0,0	0,00	0,0
3/ 37	0,0	0,0	117,11	0,0	0,00	0,0
3/ 38 (C)	0,0	0,0	120,43	0,0	0,00	0,0
3/ 39 (C)	0,0	0,0	146,01	0,0	0,00	0,0
3/ 40 (C)	0,0	0,0	140,14	0,0	0,00	0,0
3/ 41 (C)	0,0	0,0	151,33	0,0	0,00	0,0
3/ 42 (C)	0,0	0,0	177,39	0,0	0,00	0,0
3/ 43 (C)	0,0	0,0	158,52	0,0	0,00	0,0
3/ 44 (C)	0,0	0,0	164,21	0,0	0,00	0,0
3/ 45 (C)	0,0	0,0	205,43	0,0	0,00	0,0
3/ 46 (C)	0,0	0,0	184,67	0,0	0,00	0,0
3/ 47 (C)	0,0	0,0	213,15	0,0	0,00	0,0
3/ 48 (C)	0,0	0,0	221,41	0,0	0,00	0,0
3/ 49 (C)	0,0	0,0	222,58	0,0	0,00	0,0
3/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3/ 51 (C)	0,0	0,0	72,36	0,0	0,00	0,0
3/ 52 (C)	0,0	0,0	85,15	0,0	0,00	0,0
3/ 53 (C)	0,0	0,0	82,21	0,0	0,00	0,0
3/ 54 (C)	0,0	0,0	87,81	0,0	0,00	0,0
3/ 55 (C)	0,0	0,0	100,84	0,0	0,00	0,0
3/ 56 (C)	0,0	0,0	91,41	0,0	0,00	0,0
3/ 57 (C)	0,0	0,0	94,25	0,0	0,00	0,0
3/ 58 (C)	0,0	0,0	114,86	0,0	0,00	0,0
3/ 59 (C)	0,0	0,0	104,48	0,0	0,00	0,0
3/ 60 (C)	0,0	0,0	118,72	0,0	0,00	0,0
3/ 61 (C)	0,0	0,0	122,85	0,0	0,00	0,0
3/ 62 (C)	0,0	0,0	123,43	0,0	0,00	0,0
3/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3/ 64 (C)	0,0	-77,59	120,43	-8,50	0,00	0,00
3/ 65 (C)	0,0	-77,59	146,01	-8,50	0,00	0,00
3/ 66 (C)	0,0	-77,59	140,14	-8,50	0,00	0,00
3/ 67 (C)	0,0	-77,59	151,33	-8,50	0,00	0,00
3/ 68 (C)	0,0	-77,59	177,39	-8,50	0,00	0,00
3/ 69 (C)	0,0	-77,59	158,52	-8,50	0,00	0,00
3/ 70 (C)	0,0	-77,59	164,21	-8,50	0,00	0,00
3/ 71 (C)	0,0	-77,59	205,43	-8,50	0,00	0,00
3/ 72 (C)	0,0	-77,59	184,67	-8,50	0,00	0,00
3/ 73 (C)	0,0	-77,59	213,15	-8,50	0,00	0,00
3/ 74 (C)	0,0	-77,59	221,41	-8,50	0,00	0,00
3/ 75 (C)	0,0	-77,59	222,58	-8,50	0,00	0,00
3/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3/ 77 (C)	0,0	34,54	72,36	-8,50	0,00	0,00
3/ 78 (C)	0,0	34,54	85,15	-8,50	0,00	0,00
3/ 79 (C)	0,0	34,54	82,21	-8,50	0,00	0,00
3/ 80 (C)	0,0	34,54	87,81	-8,50	0,00	0,00
3/ 81 (C)	0,0	34,54	100,84	-8,50	0,00	0,00

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
3/ 82 (C)	0,0	34,54	91,41	-8,50	0,00	0,00
3/ 83 (C)	0,0	34,54	94,25	-8,50	0,00	0,00
3/ 84 (C)	0,0	34,54	114,86	-8,50	0,00	0,00
3/ 85 (C)	0,0	34,54	104,48	-8,50	0,00	0,00
3/ 86 (C)	0,0	34,54	118,72	-8,50	0,00	0,00
3/ 87 (C)	0,0	34,54	122,85	-8,50	0,00	0,00
3/ 88 (C)	0,0	34,54	123,43	-8,50	0,00	0,00
4/ 1	0,0	0,0	28,57	0,0	-0,00	0,0
4/ 2	0,0	-21,53	0,0	-8,50	0,0	0,00
4/ 3	0,0	-27,50	0,0	-0,00	0,0	-0,00
4/ 4	0,0	27,50	0,0	0,00	0,0	0,00
4/ 10	0,0	0,0	34,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 11	0,0	0,0	46,00	0,0	0,0	0,0
4/ 12	0,0	0,0	51,00	0,0	0,00	0,0
4/ 13	0,0	0,0	70,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 20	0,0	0,0	6,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 21	0,0	0,0	44,99	0,0	0,00	0,0
4/ 22	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 23	0,0	0,0	57,07	0,0	0,0	0,0
4/ 24	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 25	0,0	0,0	69,98	0,0	-0,00	0,0
4/ 26	0,0	0,0	10,00	0,0	0,0	0,0
4/ 27	0,0	0,0	74,97	0,0	-0,00	0,0
4/ 30	0,0	0,0	6,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 31	0,0	0,0	65,59	0,0	0,00	0,0
4/ 32	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 33	0,0	0,0	75,04	0,0	-0,00	0,0
4/ 34	0,0	0,0	8,00	0,0	-0,00	0,0
4/ 35	0,0	0,0	93,71	0,0	-0,00	0,0
4/ 36	0,0	0,0	10,00	0,0	0,0	0,0
4/ 37	0,0	0,0	117,11	0,0	-0,00	0,0
4/ 38 (C)	0,0	0,0	80,46	0,0	-0,00	0,0
4/ 39 (C)	0,0	0,0	104,25	0,0	0,00	0,0
4/ 40 (C)	0,0	0,0	133,08	0,0	-0,00	0,0
4/ 41 (C)	0,0	0,0	97,26	0,0	-0,00	0,0
4/ 42 (C)	0,0	0,0	123,96	0,0	-0,00	0,0
4/ 43 (C)	0,0	0,0	149,11	0,0	-0,00	0,0
4/ 44 (C)	0,0	0,0	104,26	0,0	0,00	0,0
4/ 45 (C)	0,0	0,0	142,04	0,0	-0,00	0,0
4/ 46 (C)	0,0	0,0	175,26	0,0	-0,00	0,0
4/ 47 (C)	0,0	0,0	130,86	0,0	-0,00	0,0
4/ 48 (C)	0,0	0,0	151,82	0,0	-0,00	0,0
4/ 49 (C)	0,0	0,0	210,82	0,0	-0,00	0,0
4/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4/ 51 (C)	0,0	0,0	52,37	0,0	-0,00	0,0
4/ 52 (C)	0,0	0,0	64,27	0,0	0,00	0,0
4/ 53 (C)	0,0	0,0	78,69	0,0	-0,00	0,0
4/ 54 (C)	0,0	0,0	60,77	0,0	-0,00	0,0
4/ 55 (C)	0,0	0,0	74,12	0,0	-0,00	0,0
4/ 56 (C)	0,0	0,0	86,70	0,0	-0,00	0,0
4/ 57 (C)	0,0	0,0	64,27	0,0	0,00	0,0
4/ 58 (C)	0,0	0,0	83,16	0,0	-0,00	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
4/ 59 (C)	0,0	0,0	99,77	0,0	-0,00	0,0
4/ 60 (C)	0,0	0,0	77,57	0,0	-0,00	0,0
4/ 61 (C)	0,0	0,0	88,05	0,0	-0,00	0,0
4/ 62 (C)	0,0	0,0	117,55	0,0	-0,00	0,0
4/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4/ 64 (C)	0,0	-49,58	80,46	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 65 (C)	0,0	-49,58	104,25	-8,50	0,00	-0,00
4/ 66 (C)	0,0	-49,58	133,08	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 67 (C)	0,0	-49,58	97,26	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 68 (C)	0,0	-49,58	123,96	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 69 (C)	0,0	-49,58	149,11	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 70 (C)	0,0	-49,58	104,26	-8,50	0,00	-0,00
4/ 71 (C)	0,0	-49,58	142,04	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 72 (C)	0,0	-49,58	175,26	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 73 (C)	0,0	-49,58	130,86	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 74 (C)	0,0	-49,58	151,82	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 75 (C)	0,0	-49,58	210,82	-8,50	-0,00	-0,00
4/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4/ 77 (C)	0,0	6,53	52,37	-8,50	-0,00	0,00
4/ 78 (C)	0,0	6,53	64,27	-8,50	0,00	0,00
4/ 79 (C)	0,0	6,53	78,69	-8,50	-0,00	0,00
4/ 80 (C)	0,0	6,53	60,77	-8,50	-0,00	0,00
4/ 81 (C)	0,0	6,53	74,12	-8,50	-0,00	0,00
4/ 82 (C)	0,0	6,53	86,70	-8,50	-0,00	0,00
4/ 83 (C)	0,0	6,53	64,27	-8,50	0,00	0,00
4/ 84 (C)	0,0	6,53	83,16	-8,50	-0,00	0,00
4/ 85 (C)	0,0	6,53	99,77	-8,50	-0,00	0,00
4/ 86 (C)	0,0	6,53	77,57	-8,50	-0,00	0,00
4/ 87 (C)	0,0	6,53	88,05	-8,50	-0,00	0,00
4/ 88 (C)	0,0	6,53	117,55	-8,50	-0,00	0,00
5/ 1	0,0	0,0	57,15	0,0	0,0	0,0
5/ 2	0,0	-43,05	0,0	-17,00	0,0	0,0
5/ 3	0,0	-27,54	0,0	0,00	0,0	0,0
5/ 4	0,0	27,54	0,0	-0,00	0,0	0,0
5/ 10	0,0	0,0	39,45	0,0	0,0	0,0
5/ 11	0,0	0,0	53,38	0,0	0,0	0,0
5/ 12	0,0	0,0	59,18	0,0	0,0	0,0
5/ 13	0,0	0,0	81,22	0,0	0,0	0,0
5/ 20	0,0	0,0	6,96	0,0	0,0	0,0
5/ 21	0,0	0,0	65,19	0,0	0,0	0,0
5/ 22	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
5/ 23	0,0	0,0	82,69	0,0	0,0	0,0
5/ 24	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
5/ 25	0,0	0,0	101,40	0,0	0,0	0,0
5/ 26	0,0	0,0	11,60	0,0	0,0	0,0
5/ 27	0,0	0,0	108,63	0,0	0,0	0,0
5/ 30	0,0	0,0	6,96	0,0	0,0	0,0
5/ 31	0,0	0,0	131,18	0,0	0,0	0,0
5/ 32	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
5/ 33	0,0	0,0	150,07	0,0	0,0	0,0
5/ 34	0,0	0,0	9,28	0,0	0,0	0,0
5/ 35	0,0	0,0	187,43	0,0	0,0	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
5/ 36	0,0	0,0	11,60	0,0	0,0	0,0
5/ 37	0,0	0,0	234,22	0,0	0,0	0,0
5/ 38 (C)	0,0	0,0	120,96	0,0	0,0	0,0
5/ 39 (C)	0,0	0,0	166,74	0,0	0,0	0,0
5/ 40 (C)	0,0	0,0	259,11	0,0	0,0	0,0
5/ 41 (C)	0,0	0,0	140,45	0,0	0,0	0,0
5/ 42 (C)	0,0	0,0	194,48	0,0	0,0	0,0
5/ 43 (C)	0,0	0,0	288,82	0,0	0,0	0,0
5/ 44 (C)	0,0	0,0	148,57	0,0	0,0	0,0
5/ 45 (C)	0,0	0,0	220,68	0,0	0,0	0,0
5/ 46 (C)	0,0	0,0	341,11	0,0	0,0	0,0
5/ 47 (C)	0,0	0,0	179,44	0,0	0,0	0,0
5/ 48 (C)	0,0	0,0	234,05	0,0	0,0	0,0
5/ 49 (C)	0,0	0,0	409,88	0,0	0,0	0,0
5/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5/ 51 (C)	0,0	0,0	84,77	0,0	0,0	0,0
5/ 52 (C)	0,0	0,0	107,66	0,0	0,0	0,0
5/ 53 (C)	0,0	0,0	153,84	0,0	0,0	0,0
5/ 54 (C)	0,0	0,0	94,51	0,0	0,0	0,0
5/ 55 (C)	0,0	0,0	121,53	0,0	0,0	0,0
5/ 56 (C)	0,0	0,0	168,70	0,0	0,0	0,0
5/ 57 (C)	0,0	0,0	98,58	0,0	0,0	0,0
5/ 58 (C)	0,0	0,0	134,63	0,0	0,0	0,0
5/ 59 (C)	0,0	0,0	194,84	0,0	0,0	0,0
5/ 60 (C)	0,0	0,0	114,01	0,0	0,0	0,0
5/ 61 (C)	0,0	0,0	141,31	0,0	0,0	0,0
5/ 62 (C)	0,0	0,0	229,23	0,0	0,0	0,0
5/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5/ 64 (C)	0,0	-71,14	120,96	-17,00	0,0	0,0
5/ 65 (C)	0,0	-71,14	166,74	-17,00	0,0	0,0
5/ 66 (C)	0,0	-71,14	259,11	-17,00	0,0	0,0
5/ 67 (C)	0,0	-71,14	140,45	-17,00	0,0	0,0
5/ 68 (C)	0,0	-71,14	194,48	-17,00	0,0	0,0
5/ 69 (C)	0,0	-71,14	288,82	-17,00	0,0	0,0
5/ 70 (C)	0,0	-71,14	148,57	-17,00	0,0	0,0
5/ 71 (C)	0,0	-71,14	220,68	-17,00	0,0	0,0
5/ 72 (C)	0,0	-71,14	341,11	-17,00	0,0	0,0
5/ 73 (C)	0,0	-71,14	179,44	-17,00	0,0	0,0
5/ 74 (C)	0,0	-71,14	234,05	-17,00	0,0	0,0
5/ 75 (C)	0,0	-71,14	409,88	-17,00	0,0	0,0
5/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5/ 77 (C)	0,0	-14,96	84,77	-17,00	0,0	0,0
5/ 78 (C)	0,0	-14,96	107,66	-17,00	0,0	0,0
5/ 79 (C)	0,0	-14,96	153,84	-17,00	0,0	0,0
5/ 80 (C)	0,0	-14,96	94,51	-17,00	0,0	0,0
5/ 81 (C)	0,0	-14,96	121,53	-17,00	0,0	0,0
5/ 82 (C)	0,0	-14,96	168,70	-17,00	0,0	0,0
5/ 83 (C)	0,0	-14,96	98,58	-17,00	0,0	0,0
5/ 84 (C)	0,0	-14,96	134,63	-17,00	0,0	0,0
5/ 85 (C)	0,0	-14,96	194,84	-17,00	0,0	0,0
5/ 86 (C)	0,0	-14,96	114,01	-17,00	0,0	0,0
5/ 87 (C)	0,0	-14,96	141,31	-17,00	0,0	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
5/ 88 (C)	0,0	-14,96	229,23	-17,00	0,0	0,0
6/ 1	0,0	0,0	28,57	0,0	0,00	0,0
6/ 2	0,0	-21,53	0,0	-8,50	0,0	0,00
6/ 3	0,0	-54,96	0,0	-0,00	0,0	-0,00
6/ 4	0,0	54,96	0,0	0,00	0,0	0,00
6/ 10	0,0	0,0	62,55	0,0	0,00	0,0
6/ 11	0,0	0,0	84,62	0,0	0,00	0,0
6/ 12	0,0	0,0	93,82	0,0	0,00	0,0
6/ 13	0,0	0,0	128,78	0,0	0,00	0,0
6/ 20	0,0	0,0	11,04	0,0	0,00	0,0
6/ 21	0,0	0,0	69,78	0,0	0,00	0,0
6/ 22	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
6/ 23	0,0	0,0	88,51	0,0	0,00	0,0
6/ 24	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
6/ 25	0,0	0,0	108,54	0,0	0,00	0,0
6/ 26	0,0	0,0	18,40	0,0	0,00	0,0
6/ 27	0,0	0,0	116,28	0,0	0,00	0,0
6/ 30	0,0	0,0	11,04	0,0	0,00	0,0
6/ 31	0,0	0,0	65,59	0,0	0,00	0,0
6/ 32	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
6/ 33	0,0	0,0	75,04	0,0	0,00	0,0
6/ 34	0,0	0,0	14,72	0,0	0,00	0,0
6/ 35	0,0	0,0	93,71	0,0	0,00	0,0
6/ 36	0,0	0,0	18,40	0,0	0,00	0,0
6/ 37	0,0	0,0	117,11	0,0	0,00	0,0
6/ 38 (C)	0,0	0,0	120,43	0,0	0,00	0,0
6/ 39 (C)	0,0	0,0	146,01	0,0	0,00	0,0
6/ 40 (C)	0,0	0,0	140,14	0,0	0,00	0,0
6/ 41 (C)	0,0	0,0	151,33	0,0	0,00	0,0
6/ 42 (C)	0,0	0,0	177,39	0,0	0,00	0,0
6/ 43 (C)	0,0	0,0	158,52	0,0	0,00	0,0
6/ 44 (C)	0,0	0,0	164,21	0,0	0,00	0,0
6/ 45 (C)	0,0	0,0	205,43	0,0	0,00	0,0
6/ 46 (C)	0,0	0,0	184,67	0,0	0,00	0,0
6/ 47 (C)	0,0	0,0	213,15	0,0	0,00	0,0
6/ 48 (C)	0,0	0,0	221,41	0,0	0,00	0,0
6/ 49 (C)	0,0	0,0	222,58	0,0	0,00	0,0
6/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6/ 51 (C)	0,0	0,0	72,36	0,0	0,00	0,0
6/ 52 (C)	0,0	0,0	85,15	0,0	0,00	0,0
6/ 53 (C)	0,0	0,0	82,21	0,0	0,00	0,0
6/ 54 (C)	0,0	0,0	87,81	0,0	0,00	0,0
6/ 55 (C)	0,0	0,0	100,84	0,0	0,00	0,0
6/ 56 (C)	0,0	0,0	91,41	0,0	0,00	0,0
6/ 57 (C)	0,0	0,0	94,25	0,0	0,00	0,0
6/ 58 (C)	0,0	0,0	114,86	0,0	0,00	0,0
6/ 59 (C)	0,0	0,0	104,48	0,0	0,00	0,0
6/ 60 (C)	0,0	0,0	118,72	0,0	0,00	0,0
6/ 61 (C)	0,0	0,0	122,85	0,0	0,00	0,0
6/ 62 (C)	0,0	0,0	123,43	0,0	0,00	0,0
6/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6/ 64 (C)	0,0	-77,59	120,43	-8,50	0,00	0,00

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
6/ 65 (C)	0,0	-77,59	146,01	-8,50	0,00	0,00
6/ 66 (C)	0,0	-77,59	140,14	-8,50	0,00	0,00
6/ 67 (C)	0,0	-77,59	151,33	-8,50	0,00	0,00
6/ 68 (C)	0,0	-77,59	177,39	-8,50	0,00	0,00
6/ 69 (C)	0,0	-77,59	158,52	-8,50	0,00	0,00
6/ 70 (C)	0,0	-77,59	164,21	-8,50	0,00	0,00
6/ 71 (C)	0,0	-77,59	205,43	-8,50	0,00	0,00
6/ 72 (C)	0,0	-77,59	184,67	-8,50	0,00	0,00
6/ 73 (C)	0,0	-77,59	213,15	-8,50	0,00	0,00
6/ 74 (C)	0,0	-77,59	221,41	-8,50	0,00	0,00
6/ 75 (C)	0,0	-77,59	222,58	-8,50	0,00	0,00
6/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6/ 77 (C)	0,0	34,54	72,36	-8,50	0,00	0,00
6/ 78 (C)	0,0	34,54	85,15	-8,50	0,00	0,00
6/ 79 (C)	0,0	34,54	82,21	-8,50	0,00	0,00
6/ 80 (C)	0,0	34,54	87,81	-8,50	0,00	0,00
6/ 81 (C)	0,0	34,54	100,84	-8,50	0,00	0,00
6/ 82 (C)	0,0	34,54	91,41	-8,50	0,00	0,00
6/ 83 (C)	0,0	34,54	94,25	-8,50	0,00	0,00
6/ 84 (C)	0,0	34,54	114,86	-8,50	0,00	0,00
6/ 85 (C)	0,0	34,54	104,48	-8,50	0,00	0,00
6/ 86 (C)	0,0	34,54	118,72	-8,50	0,00	0,00
6/ 87 (C)	0,0	34,54	122,85	-8,50	0,00	0,00
6/ 88 (C)	0,0	34,54	123,43	-8,50	0,00	0,00
Case 1 Egenvekt						
Sum of val.	0,0	0,0	228,60	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	228,60	0,00	0,00	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-228,60	0,00	-0,00	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	1,87267e-10	9,99997e-01				
Case 2 WIND						
Sum of val.	0,0	-172,20	0,0	-68,02	0,0	0,00
Sum of reac.	0,0	-172,20	0,0	-68,02	0,0	-0,00
Sum of forc.	0,0	172,20	0,0	68,02	0,0	-0,00
Check val.	0,0	-0,00	0,0	0,00	0,0	-0,00
Precision	2,12766e-10	1,13263e-17				
Case 3 0.25 Bremselast med vindretning						
Sum of val.	0,0	-220,00	0,0	-0,00	0,0	-0,00
Sum of reac.	0,0	-220,00	0,0	-0,00	0,0	-823,90
Sum of forc.	0,0	220,00	0,0	0,0	0,0	823,90
Check val.	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0	0,00
Precision	1,00074e+00	3,80985e-20				
Case 4 0.25 Bremselast mot vindretning						
Sum of val.	0,0	220,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Sum of reac.	0,0	220,00	0,0	0,00	0,0	823,90
Sum of forc.	0,0	-220,00	0,0	0,0	0,0	-823,90
Check val.	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	-0,00
Precision	1,00074e+00	3,80985e-20				

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Case 10	Trippelboggi Bk6					
Sum of val.	0,0	0,0	272,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	272,00	0,0	-856,40	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-272,00	0,0	856,40	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	2,44359e-10	5,68434e-20				
Case 11	Trippelboggi Bk8					
Sum of val.	0,0	0,0	368,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	368,00	0,0	-1158,70	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-368,00	0,0	1158,70	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	1,80715e-10	6,93679e-20				
Case 12	Trippelboggi BkT8					
Sum of val.	0,0	0,0	408,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	408,00	0,0	-1284,60	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-408,00	0,0	1284,60	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	1,63039e-10	3,17459e-20				
Case 13	Trippelboggi Bk10					
Sum of val.	0,0	0,0	560,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	560,00	0,0	-1763,30	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-560,00	0,0	1763,30	0,0
Check val.	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
Precision	1,18802e-10	1,87209e-21				
Case 20	Kjøretøylast Bk6					
Sum of val.	0,0	0,0	48,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	48,00	0,0	-151,20	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-48,00	0,0	151,20	0,0
Check val.	0,0	0,0	0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	2,00807e-11	9,86865e-23				
Case 21	Kjøretøylast jevnt Bk6					
Sum of val.	0,0	0,0	359,94	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	359,94	-0,00	-743,73	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-359,94	0,00	743,73	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	3,95338e-10	4,25710e-19				
Case 22	Kjøretøylast Bk8					
Sum of val.	0,0	0,0	64,00	0,0	-0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	64,00	0,0	-201,60	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-64,00	0,0	201,60	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	2,38793e-10	8,01581e-20				
Case 23	Kjøretøylast jevnt Bk8					
Sum of val.	0,0	0,0	456,54	0,0	0,00	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Sum of reac.	0,0	0,0	456,54	-0,00	-943,33	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-456,54	0,00	943,33	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	0,0
Precision	3,83033e-10	2,46761e-20				
Case 24	Kjøretøylast BkT8					
Sum of val.	0,0	0,0	64,00	0,0	-0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	64,00	0,0	-201,60	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-64,00	0,0	201,60	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	2,38793e-10	8,01581e-20				
Case 25	Kjøretøylast jevnt BkT8					
Sum of val.	0,0	0,0	559,86	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	559,86	-0,00	-1156,82	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-559,86	0,00	1156,82	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	3,42840e-10	9,28877e-19				
Case 26	Kjøretøylast Bk10					
Sum of val.	0,0	0,0	80,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	80,00	0,0	-252,00	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-80,00	0,0	252,00	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	0,00	0,0
Precision	9,55799e-11	5,15584e-20				
Case 27	Kjøretøylast jevnt Bk10					
Sum of val.	0,0	0,0	599,76	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	599,76	-0,00	-1239,26	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-599,76	0,00	1239,26	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	3,79565e-10	3,93798e-20				
Case 30	Vogntoglast Bk6					
Sum of val.	0,0	0,0	48,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	48,00	0,0	-151,20	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-48,00	0,0	151,20	0,0
Check val.	0,0	0,0	0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	2,00807e-11	9,86865e-23				
Case 31	Vogntoglast jevnt Bk6					
Sum of val.	0,0	0,0	524,70	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	524,70	0,00	0,0	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-524,70	0,00	0,00	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	2,79425e-10	1,00000e+00				
Case 32	Vogntoglast Bk8					
Sum of val.	0,0	0,0	64,00	0,0	-0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	64,00	0,0	-201,60	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-64,00	0,0	201,60	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Precision	2,38793e-10	8,01581e-20				
Case 33	Vogntoglast jevnt Bk8					
Sum of val.	0,0	0,0	600,30	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	600,30	0,00	0,0	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-600,30	0,00	0,00	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	1,63068e-10	1,00001e+00				
Case 34	Vogntoglast BkT8					
Sum of val.	0,0	0,0	64,00	0,0	-0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	64,00	0,0	-201,60	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-64,00	0,0	201,60	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	-0,00	0,0
Precision	2,38793e-10	8,01581e-20				
Case 35	Vogntoglast jevnt BkT8					
Sum of val.	0,0	0,0	749,70	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	749,70	0,00	0,00	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-749,70	0,00	0,00	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	1,95775e-10	1,00000e+00				
Case 36	Vogntoglast Bk10					
Sum of val.	0,0	0,0	80,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	80,00	0,0	-252,00	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-80,00	0,0	252,00	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,0	0,00	0,0
Precision	9,55799e-11	5,15584e-20				
Case 37	Vogntoglast jevnt Bk10					
Sum of val.	0,0	0,0	936,90	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	936,90	-0,00	0,00	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-936,90	0,00	0,00	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	5,24936e-11	1,00000e+00				
Case 38 (C)	Trippelboggi Bk6 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	643,69	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	643,69	0,00	-1198,96	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-643,69	0,00	1198,96	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	-0,00	0,0
Precision	5,57459e-10	1,15000e+00				
Case 39 (C)	Kjøretøylast Bk6 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	834,01	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	834,01	-0,00	-1252,90	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-834,01	0,00	1252,90	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	7,96943e-10	1,15000e+00				
Case 40 (C)	Vogntoglast Bk6 (Brudd)					

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Sum of val.	0,0	0,0	1064,67	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	1064,67	0,00	-211,68	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-1064,67	0,00	211,68	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	6,34665e-10	2,55000e+00				
Case 41 (C)	Trippelboggi Bk8 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	778,09	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	778,09	0,00	-1622,18	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-778,09	0,00	1622,18	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	-0,00	0,0
Precision	4,68358e-10	1,15000e+00				
Case 42 (C)	Kjøretøylast Bk8 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	991,65	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	991,65	-0,00	-1602,90	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-991,65	0,00	1602,90	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	0,0
Precision	1,08591e-09	1,15000e+00				
Case 43 (C)	Vogntoglast Bk8 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	1192,91	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	1192,91	0,00	-282,24	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-1192,91	0,00	282,24	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	7,77961e-10	2,55001e+00				
Case 44 (C)	Trippelboggi BkT8 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	834,09	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	834,09	0,00	-1798,44	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-834,09	0,00	1798,44	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	-0,00	0,0
Precision	4,43612e-10	1,15000e+00				
Case 45 (C)	Kjøretøylast BkT8 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	1136,29	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	1136,29	-0,00	-1901,78	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-1136,29	0,00	1901,78	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	1,02964e-09	1,15000e+00				
Case 46 (C)	Vogntoglast BkT8 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	1402,07	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	1402,07	0,00	-282,24	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-1402,07	0,00	282,24	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	8,23752e-10	2,55000e+00				
Case 47 (C)	Trippelboggi Bk10 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	1046,89	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	1046,89	0,00	-2468,62	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-1046,89	0,00	2468,62	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	3,81680e-10	1,15000e+00				
Case 48 (C)	Kjøretøylast Bk10 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	1214,55	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	1214,55	-0,00	-2087,77	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-1214,55	0,00	2087,77	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	8,80560e-10	1,15000e+00				
Case 49 (C)	Vogntoglast Bk10 (Brudd)					
Sum of val.	0,0	0,0	1686,55	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	1686,55	-0,00	-352,80	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-1686,55	0,00	352,80	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	4,22660e-10	2,55000e+00				
Case 50 (C)						
Sum of val.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum of reac.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sum of forc.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Check val.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Precision	N/A	N/A				
Case 51 (C)	Trippelboggi Bk6 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	419,00	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	419,00	0,00	-599,48	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-419,00	0,00	599,48	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	-0,00	0,0
Precision	3,58318e-10	9,99997e-01				
Case 52 (C)	Kjøretøylast Bk6 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	514,16	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	514,16	-0,00	-626,45	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-514,16	0,00	626,45	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	4,78060e-10	9,99997e-01				
Case 53 (C)	Vogntoglast Bk6 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	629,49	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	629,49	0,00	-105,84	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-629,49	0,00	105,84	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	3,96921e-10	1,70000e+00				
Case 54 (C)	Trippelboggi Bk8 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	486,20	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	486,20	0,00	-811,09	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-486,20	0,00	811,09	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	-0,00	0,0
Precision	3,13767e-10	9,99997e-01				

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Case 55 (C)	Kjøretøylast Bk8 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	592,98	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	592,98	-0,00	-801,45	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-592,98	0,00	801,45	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	0,0
Precision	6,22545e-10	9,99997e-01				
Case 56 (C)	Vogntoglast Bk8 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	693,61	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	693,61	0,00	-141,12	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-693,61	0,00	141,12	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	4,68569e-10	1,70000e+00				
Case 57 (C)	Trippelboggi BkT8 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	514,20	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	514,20	0,00	-899,22	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-514,20	0,00	899,22	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	-0,00	0,0
Precision	3,01394e-10	9,99997e-01				
Case 58 (C)	Kjøretøylast BkT8 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	665,30	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	665,30	-0,00	-950,89	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-665,30	0,00	950,89	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	5,94409e-10	9,99997e-01				
Case 59 (C)	Vogntoglast BkT8 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	798,19	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	798,19	0,00	-141,12	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-798,19	0,00	141,12	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	4,91464e-10	1,70000e+00				
Case 60 (C)	Trippelboggi Bk10 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	620,60	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	620,60	0,00	-1234,31	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-620,60	0,00	1234,31	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	0,00	0,00	0,0
Precision	2,70428e-10	9,99997e-01				
Case 61 (C)	Kjøretøylast Bk10 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	704,43	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	704,43	-0,00	-1043,88	0,0
Sum of forc.	0,0	0,0	-704,43	0,00	1043,88	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	5,19868e-10	9,99997e-01				
Case 62 (C)	Vogntoglast Bk10 (Bruks)					
Sum of val.	0,0	0,0	940,43	0,0	0,00	0,0
Sum of reac.	0,0	0,0	940,43	-0,00	-176,40	0,0

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Sum of forc.	0,0	0,0	-940,43	0,00	176,40	0,0
Check val.	0,0	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,0
Precision	2,90918e-10	1,70000e+00				
Case 63 (C)						
Sum of val.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum of reac.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sum of forc.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Check val.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Precision	N/A	N/A				
Case 64 (C) Trippelboggi Bk6 (W+)						
Sum of val.	0,0	-396,60	643,69	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	643,69	-68,02	-1198,96	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-643,69	68,02	1198,96	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 65 (C) Kjøretøylast Bk6 (W+)						
Sum of val.	0,0	-396,60	834,01	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	834,01	-68,02	-1252,90	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-834,01	68,02	1252,90	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 66 (C) Vogntoglast Bk6 (W+)						
Sum of val.	0,0	-396,60	1064,67	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	1064,67	-68,02	-211,68	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-1064,67	68,02	211,68	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	2,55000e+00				
Case 67 (C) Trippelboggi Bk8 (W+)						
Sum of val.	0,0	-396,60	778,09	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	778,09	-68,02	-1622,18	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-778,09	68,02	1622,18	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 68 (C) Kjøretøylast Bk8 (W+)						
Sum of val.	0,0	-396,60	991,65	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	991,65	-68,02	-1602,90	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-991,65	68,02	1602,90	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 69 (C) Vogntoglast Bk8 (W+)						
Sum of val.	0,0	-396,60	1192,91	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	1192,91	-68,02	-282,24	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-1192,91	68,02	282,24	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	2,55001e+00				

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Case 70 (C)	Trippelboggi BkT8 (W+)					
Sum of val.	0,0	-396,60	834,09	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	834,09	-68,02	-1798,44	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-834,09	68,02	1798,44	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 71 (C)	Kjøretøylast BkT8 (W+)					
Sum of val.	0,0	-396,60	1136,29	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	1136,29	-68,02	-1901,78	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-1136,29	68,02	1901,78	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 72 (C)	Vogntoglast BkT8 (W+)					
Sum of val.	0,0	-396,60	1402,07	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	1402,07	-68,02	-282,24	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-1402,07	68,02	282,24	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	2,55000e+00				
Case 73 (C)	Trippelboggi Bk10 (W+)					
Sum of val.	0,0	-396,60	1046,89	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	1046,89	-68,02	-2468,62	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-1046,89	68,02	2468,62	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 74 (C)	Kjøretøylast Bk10 (W+)					
Sum of val.	0,0	-396,60	1214,55	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	1214,55	-68,02	-2087,77	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-1214,55	68,02	2087,77	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,15000e+00				
Case 75 (C)	Vogntoglast Bk10 (W+)					
Sum of val.	0,0	-396,60	1686,55	-68,02	0,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	-396,60	1686,55	-68,02	-352,80	-840,38
Sum of forc.	0,0	396,60	-1686,55	68,02	352,80	840,38
Check val.	0,0	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	2,55000e+00				
Case 76 (C)						
Sum of val.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sum of reac.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sum of forc.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Check val.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Precision	N/A	N/A				
Case 77 (C)	Trippelboggi Bk6 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	419,00	-68,02	0,00	0,00

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Sum of reac.	0,0	52,20	419,00	-68,02	-599,48	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-419,00	68,02	599,48	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 78 (C)	Kjøretøylast Bk6 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	514,16	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	514,16	-68,02	-626,45	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-514,16	68,02	626,45	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 79 (C)	Vogntoglast Bk6 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	629,49	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	629,49	-68,02	-105,84	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-629,49	68,02	105,84	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,70000e+00				
Case 80 (C)	Trippelboggi Bk8 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	486,20	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	486,20	-68,02	-811,09	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-486,20	68,02	811,09	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 81 (C)	Kjøretøylast Bk8 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	592,98	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	592,98	-68,02	-801,45	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-592,98	68,02	801,45	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 82 (C)	Vogntoglast Bk8 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	693,61	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	693,61	-68,02	-141,12	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-693,61	68,02	141,12	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,70000e+00				
Case 83 (C)	Trippelboggi BkT8 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	514,20	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	514,20	-68,02	-899,22	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-514,20	68,02	899,22	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 84 (C)	Kjøretøylast BkT8 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	665,30	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	665,30	-68,02	-950,89	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-665,30	68,02	950,89	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 85 (C)	Vogntoglast BKT8 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	798,19	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	798,19	-68,02	-141,12	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-798,19	68,02	141,12	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,70000e+00				
Case 86 (C)	Trippelboggi Bk10 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	620,60	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	620,60	-68,02	-1234,31	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-620,60	68,02	1234,31	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 87 (C)	Kjøretøylast Bk10 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	704,43	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	704,43	-68,02	-1043,88	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-704,43	68,02	1043,88	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	9,99997e-01				
Case 88 (C)	Vogntoglast Bk10 (W-)					
Sum of val.	0,0	52,20	940,43	-68,02	0,00	0,00
Sum of reac.	0,0	52,20	940,43	-68,02	-176,40	840,38
Sum of forc.	0,0	-52,20	-940,43	68,02	176,40	-840,38
Check val.	0,0	0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	1,02076e+00	1,70000e+00				

Reactions ULS: global extremes

in the coordinate system: global - Cases: 1to4 10to13 20to27 30to88

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
MAX	0,0	54,96	409,88	0,00	0,00	0,00
Node	1	3	5	3	3	1
Case	1	4	49 (C)	4	49 (C)	77 (C)
MIN	0,0	-77,59	0,0	-17,00	-0,00	-0,00
Node	1	3	1	2	1	1
Case	1	64 (C)	2	77 (C)	42 (C)	3

Displacements - Values

- Cases: 1to4 10to13 20to27 30to88

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
1/ 1	0	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
1/ 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,015
1/ 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,029
1/ 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,029
1/ 10	1	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0
1/ 11	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 12	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 13	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 20	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 21	1	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0
1/ 22	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 23	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 24	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 25	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 26	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 27	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 30	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 31	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 32	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 33	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 34	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 35	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 36	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
1/ 37	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 38 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 39 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 40 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
1/ 41 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
1/ 42 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
1/ 43 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
1/ 44 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
1/ 45 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
1/ 46 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
1/ 47 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
1/ 48 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
1/ 49 (C)	3	0,0	0,0	0,0	0,006	0,0
1/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1/ 51 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 52 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 53 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 54 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 55 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 56 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 57 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
1/ 58 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 59 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 60 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 61 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
1/ 62 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
1/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1/ 64 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,045
1/ 65 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,045
1/ 66 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
1/ 67 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045
1/ 68 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045
1/ 69 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
1/ 70 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045
1/ 71 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
1/ 72 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
1/ 73 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
1/ 74 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
1/ 75 (C)	3	0,0	0,0	0,0	0,006	0,045
1/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1/ 77 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
1/ 78 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
1/ 79 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
1/ 80 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
1/ 81 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
1/ 82 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
1/ 83 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
1/ 84 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
1/ 85 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
1/ 86 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
1/ 87 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
1/ 88 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	-0,015
2/ 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 38 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 39 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 40 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 41 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 42 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 43 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
2/ 44 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 45 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 46 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 47 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 48 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 49 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2/ 51 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 52 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 53 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 54 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 55 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 56 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 57 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 58 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 59 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 60 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 61 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 62 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2/ 64 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 65 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 66 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 67 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 68 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 69 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 70 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 71 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 72 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 73 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 74 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 75 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2/ 77 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 78 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 79 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 80 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 81 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 82 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 83 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 84 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 85 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 86 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 87 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2/ 88 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3/ 1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
3/ 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,015
3/ 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000
3/ 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
3/ 10	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
3/ 11	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
3/ 12	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
3/ 13	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
3/ 20	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 21	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 22	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 23	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 24	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 25	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 26	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 27	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 30	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 31	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 32	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 33	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 34	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 35	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 36	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
3/ 37	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 38 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 39 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 40 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	0,0
3/ 41 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 42 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	0,0
3/ 43 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	0,0
3/ 44 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 45 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	0,0
3/ 46 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	0,0
3/ 47 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 48 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	0,0
3/ 49 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,006	0,0
3/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3/ 51 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
3/ 52 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 53 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 54 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
3/ 55 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 56 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 57 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
3/ 58 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 59 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 60 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
3/ 61 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 62 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
3/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3/ 64 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 65 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
3/ 66 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	-0,015
3/ 67 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 68 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	-0,015
3/ 69 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	-0,015
3/ 70 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 71 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	-0,015
3/ 72 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	-0,015

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
3/ 73 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 74 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	-0,015
3/ 75 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,006	-0,015
3/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3/ 77 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	-0,015
3/ 78 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 79 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 80 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	-0,015
3/ 81 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 82 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 83 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	-0,015
3/ 84 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
3/ 85 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
3/ 86 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
3/ 87 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
3/ 88 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
4/ 1	0	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0
4/ 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,015
4/ 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,029
4/ 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,029
4/ 10	1	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0
4/ 11	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 12	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 13	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 20	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 21	1	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0
4/ 22	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 23	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 24	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 25	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 26	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 27	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 30	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 31	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 32	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 33	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 34	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 35	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 36	0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0
4/ 37	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 38 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 39 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 40 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
4/ 41 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
4/ 42 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
4/ 43 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
4/ 44 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
4/ 45 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
4/ 46 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
4/ 47 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
4/ 48 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0
4/ 49 (C)	3	0,0	0,0	0,0	0,006	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
4/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4/ 51 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 52 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 53 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 54 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 55 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 56 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 57 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
4/ 58 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 59 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 60 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 61 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,0
4/ 62 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
4/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4/ 64 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,045
4/ 65 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	0,045
4/ 66 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045
4/ 67 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045
4/ 68 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045
4/ 69 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
4/ 70 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,004	0,045
4/ 71 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
4/ 72 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
4/ 73 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
4/ 74 (C)	2	0,0	0,0	0,0	0,005	0,045
4/ 75 (C)	3	0,0	0,0	0,0	0,006	0,045
4/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4/ 77 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
4/ 78 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
4/ 79 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
4/ 80 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
4/ 81 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
4/ 82 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
4/ 83 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,002	-0,015
4/ 84 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
4/ 85 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
4/ 86 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
4/ 87 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,003	-0,015
4/ 88 (C)	1	0,0	0,0	0,0	0,004	-0,015
5/ 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
5/ 25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 38 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 39 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 40 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 41 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 42 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 43 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 44 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 45 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 46 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 47 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 48 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 49 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5/ 51 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 52 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 53 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 54 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 55 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 56 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 57 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 58 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 59 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 60 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 61 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 62 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5/ 64 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 65 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 66 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 67 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 68 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 69 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 70 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 71 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 72 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 73 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 74 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 75 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5/ 77 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 78 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
5/ 79 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 80 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 81 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 82 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 83 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 84 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 85 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 86 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 87 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5/ 88 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6/ 1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,015
6/ 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000
6/ 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
6/ 10	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 11	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 12	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 13	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 20	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 21	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 22	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 23	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 24	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 25	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 26	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 27	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 30	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 31	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 32	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 33	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 34	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 35	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 36	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,000	0,0
6/ 37	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 38 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 39 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 40 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	0,0
6/ 41 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 42 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	0,0
6/ 43 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	0,0
6/ 44 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 45 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	0,0
6/ 46 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	0,0
6/ 47 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 48 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	0,0
6/ 49 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,006	0,0
6/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6/ 51 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 52 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 53 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 54 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 55 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
6/ 56 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 57 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	0,0
6/ 58 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 59 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 60 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	0,0
6/ 61 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 62 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	0,0
6/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6/ 64 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 65 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
6/ 66 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	-0,015
6/ 67 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 68 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	-0,015
6/ 69 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,004	-0,015
6/ 70 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 71 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	-0,015
6/ 72 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	-0,015
6/ 73 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 74 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,005	-0,015
6/ 75 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,006	-0,015
6/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6/ 77 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	-0,015
6/ 78 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 79 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 80 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	-0,015
6/ 81 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 82 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 83 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,001	-0,015
6/ 84 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
6/ 85 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
6/ 86 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,002	-0,015
6/ 87 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
6/ 88 (C)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,003	-0,015
7/ 1	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
7/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,015
7/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,000
7/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,000
7/ 10	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
7/ 11	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
7/ 12	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
7/ 13	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
7/ 20	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
7/ 21	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
7/ 22	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
7/ 23	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
7/ 24	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
7/ 25	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
7/ 26	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
7/ 27	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
7/ 30	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
7/ 31	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
7/ 32	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
71 33	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 34	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
71 35	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
71 36	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
71 37	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
71 38 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 39 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
71 40 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
71 41 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 42 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
71 43 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
71 44 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 45 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
71 46 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
71 47 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 48 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
71 49 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,006	0,0
71 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
71 51 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
71 52 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 53 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 54 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
71 55 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 56 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 57 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
71 58 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
71 59 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
71 60 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
71 61 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
71 62 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
71 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
71 64 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
71 65 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,003	-0,015
71 66 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,004	-0,015
71 67 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
71 68 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,004	-0,015
71 69 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,004	-0,015
71 70 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
71 71 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,005	-0,015
71 72 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,005	-0,015
71 73 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
71 74 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,005	-0,015
71 75 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,006	-0,015
71 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
71 77 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,001	-0,015
71 78 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
71 79 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
71 80 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,001	-0,015
71 81 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
71 82 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
71 83 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,001	-0,015
71 84 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
7/ 85 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015
7/ 86 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
7/ 87 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015
7/ 88 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015
8/ 1	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,015
8/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,000
8/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,000
8/ 10	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 11	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 12	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 13	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 20	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 21	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 22	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 23	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 24	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 25	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 26	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 27	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
8/ 30	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 31	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 32	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 33	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 34	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 35	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
8/ 36	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
8/ 37	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
8/ 38 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 39 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
8/ 40 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
8/ 41 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 42 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
8/ 43 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
8/ 44 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 45 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
8/ 46 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
8/ 47 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 48 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
8/ 49 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,006	0,0
8/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8/ 51 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 52 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 53 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 54 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 55 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 56 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 57 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
8/ 58 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
8/ 59 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
8/ 60 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
8/ 61 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
8/ 62 (C)	0	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
8/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8/ 64 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
8/ 65 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,003	-0,015
8/ 66 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,004	-0,015
8/ 67 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
8/ 68 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,004	-0,015
8/ 69 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,004	-0,015
8/ 70 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
8/ 71 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,005	-0,015
8/ 72 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,005	-0,015
8/ 73 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,002	-0,015
8/ 74 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,005	-0,015
8/ 75 (C)	0	0	-0	-0,000	-0,006	-0,015
8/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8/ 77 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,001	-0,015
8/ 78 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
8/ 79 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
8/ 80 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,001	-0,015
8/ 81 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
8/ 82 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
8/ 83 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,001	-0,015
8/ 84 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015
8/ 85 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015
8/ 86 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,002	-0,015
8/ 87 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015
8/ 88 (C)	0	-0	-0	0,000	-0,003	-0,015
9/ 1	0	0,0	-4	0,0	0,000	0,0
9/ 2	0,0	71	0,0	-0,000	0,0	-0,000
9/ 3	0,0	212	0,0	-0,168	0,0	-0,000
9/ 4	0,0	-212	0,0	0,168	0,0	0,000
9/ 10	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
9/ 11	0	0,0	-10	0,0	0,000	0,0
9/ 12	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
9/ 13	0	0,0	-15	0,0	0,000	0,0
9/ 20	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
9/ 21	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
9/ 22	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
9/ 23	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
9/ 24	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
9/ 25	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
9/ 26	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
9/ 27	0	0,0	-12	0,0	0,000	0,0
9/ 30	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
9/ 31	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
9/ 32	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
9/ 33	0	0,0	-10	0,0	0,000	0,0
9/ 34	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
9/ 35	0	0,0	-13	0,0	0,000	0,0
9/ 36	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
9/ 37	0	0,0	-16	0,0	0,000	0,0
9/ 38 (C)	0	0,0	-15	0,0	0,000	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
9/ 39 (C)	0	0,0	-16	0,0	0,000	0,0
9/ 40 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,000	0,0
9/ 41 (C)	0	0,0	-18	0,0	0,000	0,0
9/ 42 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,000	0,0
9/ 43 (C)	0	0,0	-21	0,0	0,000	0,0
9/ 44 (C)	0	0,0	-20	0,0	0,000	0,0
9/ 45 (C)	0	0,0	-22	0,0	0,000	0,0
9/ 46 (C)	0	0,0	-25	0,0	0,000	0,0
9/ 47 (C)	0	0,0	-26	0,0	0,000	0,0
9/ 48 (C)	0	0,0	-24	0,0	0,000	0,0
9/ 49 (C)	0	0,0	-30	0,0	0,000	0,0
9/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9/ 51 (C)	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
9/ 52 (C)	0	0,0	-10	0,0	0,000	0,0
9/ 53 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
9/ 54 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
9/ 55 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
9/ 56 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,000	0,0
9/ 57 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,000	0,0
9/ 58 (C)	0	0,0	-13	0,0	0,000	0,0
9/ 59 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,000	0,0
9/ 60 (C)	0	0,0	-15	0,0	0,000	0,0
9/ 61 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,000	0,0
9/ 62 (C)	0	0,0	-17	0,0	0,000	0,0
9/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9/ 64 (C)	0	288	-15	-0,172	0,000	-0,000
9/ 65 (C)	0	288	-16	-0,172	0,000	-0,000
9/ 66 (C)	0	288	-19	-0,172	0,000	-0,000
9/ 67 (C)	0	288	-18	-0,172	0,000	-0,000
9/ 68 (C)	0	288	-19	-0,172	0,000	-0,000
9/ 69 (C)	0	288	-21	-0,172	0,000	-0,000
9/ 70 (C)	0	288	-20	-0,172	0,000	-0,000
9/ 71 (C)	0	288	-22	-0,172	0,000	-0,000
9/ 72 (C)	0	288	-25	-0,172	0,000	-0,000
9/ 73 (C)	0	288	-26	-0,172	0,000	-0,000
9/ 74 (C)	0	288	-24	-0,172	0,000	-0,000
9/ 75 (C)	0	288	-30	-0,172	0,000	-0,000
9/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9/ 77 (C)	0	-145	-9	0,172	0,000	0,000
9/ 78 (C)	0	-145	-10	0,172	0,000	0,000
9/ 79 (C)	0	-145	-11	0,172	0,000	0,000
9/ 80 (C)	0	-145	-11	0,172	0,000	0,000
9/ 81 (C)	0	-145	-11	0,172	0,000	0,000
9/ 82 (C)	0	-145	-12	0,172	0,000	0,000
9/ 83 (C)	0	-145	-12	0,172	0,000	0,000
9/ 84 (C)	0	-145	-13	0,172	0,000	0,000
9/ 85 (C)	0	-145	-14	0,172	0,000	0,000
9/ 86 (C)	0	-145	-15	0,172	0,000	0,000
9/ 87 (C)	0	-145	-14	0,172	0,000	0,000
9/ 88 (C)	0	-145	-17	0,172	0,000	0,000
10/ 1	0	0,0	-4	0,0	0,000	0,0
10/ 2	0,0	71	0,0	-0,000	0,0	-0,000

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
10/ 3	0,0	212	0,0	-0,168	0,0	-0,000
10/ 4	0,0	-212	0,0	0,168	0,0	0,000
10/ 10	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
10/ 11	0	0,0	-10	0,0	0,000	0,0
10/ 12	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
10/ 13	0	0,0	-15	0,0	0,000	0,0
10/ 20	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
10/ 21	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
10/ 22	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
10/ 23	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
10/ 24	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
10/ 25	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
10/ 26	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
10/ 27	0	0,0	-12	0,0	0,000	0,0
10/ 30	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
10/ 31	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
10/ 32	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
10/ 33	0	0,0	-10	0,0	0,000	0,0
10/ 34	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
10/ 35	0	0,0	-13	0,0	0,000	0,0
10/ 36	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
10/ 37	0	0,0	-16	0,0	0,000	0,0
10/ 38 (C)	0	0,0	-15	0,0	0,000	0,0
10/ 39 (C)	0	0,0	-16	0,0	0,000	0,0
10/ 40 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,000	0,0
10/ 41 (C)	0	0,0	-18	0,0	0,000	0,0
10/ 42 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,000	0,0
10/ 43 (C)	0	0,0	-21	0,0	0,000	0,0
10/ 44 (C)	0	0,0	-20	0,0	0,000	0,0
10/ 45 (C)	0	0,0	-22	0,0	0,000	0,0
10/ 46 (C)	0	0,0	-25	0,0	0,000	0,0
10/ 47 (C)	0	0,0	-26	0,0	0,000	0,0
10/ 48 (C)	0	0,0	-24	0,0	0,000	0,0
10/ 49 (C)	0	0,0	-30	0,0	0,000	0,0
10/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10/ 51 (C)	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
10/ 52 (C)	0	0,0	-10	0,0	0,000	0,0
10/ 53 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
10/ 54 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
10/ 55 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,000	0,0
10/ 56 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,000	0,0
10/ 57 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,000	0,0
10/ 58 (C)	0	0,0	-13	0,0	0,000	0,0
10/ 59 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,000	0,0
10/ 60 (C)	0	0,0	-15	0,0	0,000	0,0
10/ 61 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,000	0,0
10/ 62 (C)	0	0,0	-17	0,0	0,000	0,0
10/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10/ 64 (C)	0	288	-15	-0,172	0,000	-0,000
10/ 65 (C)	0	288	-16	-0,172	0,000	-0,000
10/ 66 (C)	0	288	-19	-0,172	0,000	-0,000
10/ 67 (C)	0	288	-18	-0,172	0,000	-0,000

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
10/ 68 (C)	0	288	-19	-0,172	0,000	-0,000
10/ 69 (C)	0	288	-21	-0,172	0,000	-0,000
10/ 70 (C)	0	288	-20	-0,172	0,000	-0,000
10/ 71 (C)	0	288	-22	-0,172	0,000	-0,000
10/ 72 (C)	0	288	-25	-0,172	0,000	-0,000
10/ 73 (C)	0	288	-26	-0,172	0,000	-0,000
10/ 74 (C)	0	288	-24	-0,172	0,000	-0,000
10/ 75 (C)	0	288	-30	-0,172	0,000	-0,000
10/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10/ 77 (C)	0	-145	-9	0,172	0,000	0,000
10/ 78 (C)	0	-145	-10	0,172	0,000	0,000
10/ 79 (C)	0	-145	-11	0,172	0,000	0,000
10/ 80 (C)	0	-145	-11	0,172	0,000	0,000
10/ 81 (C)	0	-145	-11	0,172	0,000	0,000
10/ 82 (C)	0	-145	-12	0,172	0,000	0,000
10/ 83 (C)	0	-145	-12	0,172	0,000	0,000
10/ 84 (C)	0	-145	-13	0,172	0,000	0,000
10/ 85 (C)	0	-145	-14	0,172	0,000	0,000
10/ 86 (C)	0	-145	-15	0,172	0,000	0,000
10/ 87 (C)	0	-145	-14	0,172	0,000	0,000
10/ 88 (C)	0	-145	-17	0,172	0,000	0,000
11/ 1	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
11/ 2	0,0	18	0,0	-0,000	0,0	-0,015
11/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,000
11/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,000
11/ 10	0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
11/ 11	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
11/ 12	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
11/ 13	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
11/ 20	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 21	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
11/ 22	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 23	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
11/ 24	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 25	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 26	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 27	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 30	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 31	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
11/ 32	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 33	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 34	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 35	0	0,0	-3	0,0	-0,003	0,0
11/ 36	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
11/ 37	0	0,0	-4	0,0	-0,003	0,0
11/ 38 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
11/ 39 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,003	0,0
11/ 40 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
11/ 41 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
11/ 42 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
11/ 43 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
11/ 44 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
11/ 45 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
11/ 46 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,005	0,0
11/ 47 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 48 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,005	0,0
11/ 49 (C)	0	0,0	-7	0,0	-0,006	0,0
11/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11/ 51 (C)	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
11/ 52 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
11/ 53 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 54 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
11/ 55 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 56 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 57 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
11/ 58 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
11/ 59 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,003	0,0
11/ 60 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
11/ 61 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,003	0,0
11/ 62 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,003	0,0
11/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11/ 64 (C)	0	18	-2	-0,000	-0,002	-0,015
11/ 65 (C)	0	18	-4	-0,000	-0,003	-0,015
11/ 66 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
11/ 67 (C)	0	18	-2	-0,000	-0,002	-0,015
11/ 68 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
11/ 69 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
11/ 70 (C)	0	18	-2	-0,000	-0,002	-0,015
11/ 71 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
11/ 72 (C)	0	18	-6	-0,000	-0,005	-0,015
11/ 73 (C)	0	18	-3	-0,000	-0,002	-0,015
11/ 74 (C)	0	18	-6	-0,000	-0,005	-0,015
11/ 75 (C)	0	18	-7	-0,000	-0,006	-0,015
11/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11/ 77 (C)	0	18	-1	0,000	-0,001	-0,015
11/ 78 (C)	0	18	-2	0,000	-0,002	-0,015
11/ 79 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
11/ 80 (C)	0	18	-2	0,000	-0,001	-0,015
11/ 81 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
11/ 82 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
11/ 83 (C)	0	18	-2	0,000	-0,001	-0,015
11/ 84 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
11/ 85 (C)	0	18	-3	0,000	-0,003	-0,015
11/ 86 (C)	0	18	-2	0,000	-0,002	-0,015
11/ 87 (C)	0	18	-3	0,000	-0,003	-0,015
11/ 88 (C)	0	18	-4	0,000	-0,003	-0,015
12/ 1	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
12/ 2	0,0	18	0,0	-0,000	0,0	-0,015
12/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,000
12/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,000
12/ 10	0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
12/ 11	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
12/ 12	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
12/ 13	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
12/ 20	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 21	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
12/ 22	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 23	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
12/ 24	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 25	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 26	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 27	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 30	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 31	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
12/ 32	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 33	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 34	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 35	0	0,0	-3	0,0	-0,003	0,0
12/ 36	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
12/ 37	0	0,0	-4	0,0	-0,003	0,0
12/ 38 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
12/ 39 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,003	0,0
12/ 40 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
12/ 41 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
12/ 42 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
12/ 43 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
12/ 44 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
12/ 45 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,004	0,0
12/ 46 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,005	0,0
12/ 47 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 48 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,005	0,0
12/ 49 (C)	0	0,0	-7	0,0	-0,006	0,0
12/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
12/ 51 (C)	0	0,0	-1	0,0	-0,001	0,0
12/ 52 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
12/ 53 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 54 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
12/ 55 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 56 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 57 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
12/ 58 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,002	0,0
12/ 59 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,003	0,0
12/ 60 (C)	0	0,0	-2	0,0	-0,002	0,0
12/ 61 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,003	0,0
12/ 62 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,003	0,0
12/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
12/ 64 (C)	0	18	-2	-0,000	-0,002	-0,015
12/ 65 (C)	0	18	-4	-0,000	-0,003	-0,015
12/ 66 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
12/ 67 (C)	0	18	-2	-0,000	-0,002	-0,015
12/ 68 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
12/ 69 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
12/ 70 (C)	0	18	-2	-0,000	-0,002	-0,015
12/ 71 (C)	0	18	-5	-0,000	-0,004	-0,015
12/ 72 (C)	0	18	-6	-0,000	-0,005	-0,015
12/ 73 (C)	0	18	-3	-0,000	-0,002	-0,015

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
12/ 74 (C)	0	18	-6	-0,000	-0,005	-0,015
12/ 75 (C)	0	18	-7	-0,000	-0,006	-0,015
12/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
12/ 77 (C)	0	18	-1	0,000	-0,001	-0,015
12/ 78 (C)	0	18	-2	0,000	-0,002	-0,015
12/ 79 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
12/ 80 (C)	0	18	-2	0,000	-0,001	-0,015
12/ 81 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
12/ 82 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
12/ 83 (C)	0	18	-2	0,000	-0,001	-0,015
12/ 84 (C)	0	18	-3	0,000	-0,002	-0,015
12/ 85 (C)	0	18	-3	0,000	-0,003	-0,015
12/ 86 (C)	0	18	-2	0,000	-0,002	-0,015
12/ 87 (C)	0	18	-3	0,000	-0,003	-0,015
12/ 88 (C)	0	18	-4	0,000	-0,003	-0,015
13/ 1	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
13/ 2	0,0	35	0,0	-0,000	0,0	-0,013
13/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,000
13/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,000
13/ 10	0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
13/ 11	0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
13/ 12	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
13/ 13	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
13/ 20	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 21	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
13/ 22	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 23	0	0,0	-4	0,0	-0,002	0,0
13/ 24	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 25	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
13/ 26	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 27	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
13/ 30	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 31	0	0,0	-4	0,0	-0,002	0,0
13/ 32	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 33	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
13/ 34	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 35	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
13/ 36	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
13/ 37	0	0,0	-8	0,0	-0,003	0,0
13/ 38 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,001	0,0
13/ 39 (C)	0	0,0	-7	0,0	-0,003	0,0
13/ 40 (C)	0	0,0	-9	0,0	-0,003	0,0
13/ 41 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,002	0,0
13/ 42 (C)	0	0,0	-9	0,0	-0,003	0,0
13/ 43 (C)	0	0,0	-10	0,0	-0,004	0,0
13/ 44 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
13/ 45 (C)	0	0,0	-10	0,0	-0,004	0,0
13/ 46 (C)	0	0,0	-11	0,0	-0,004	0,0
13/ 47 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
13/ 48 (C)	0	0,0	-11	0,0	-0,004	0,0
13/ 49 (C)	0	0,0	-14	0,0	-0,005	0,0
13/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
13/ 51 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
13/ 52 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
13/ 53 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
13/ 54 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
13/ 55 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
13/ 56 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
13/ 57 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
13/ 58 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
13/ 59 (C)	0	0,0	-7	0,0	-0,002	0,0
13/ 60 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,001	0,0
13/ 61 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
13/ 62 (C)	0	0,0	-8	0,0	-0,003	0,0
13/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13/ 64 (C)	0	35	-4	-0,000	-0,001	-0,013
13/ 65 (C)	0	35	-7	-0,000	-0,003	-0,013
13/ 66 (C)	0	35	-9	-0,000	-0,003	-0,013
13/ 67 (C)	0	35	-4	-0,000	-0,002	-0,013
13/ 68 (C)	0	35	-9	-0,000	-0,003	-0,013
13/ 69 (C)	0	35	-10	-0,000	-0,004	-0,013
13/ 70 (C)	0	35	-5	-0,000	-0,002	-0,013
13/ 71 (C)	0	35	-10	-0,000	-0,004	-0,013
13/ 72 (C)	0	35	-11	-0,000	-0,004	-0,013
13/ 73 (C)	0	35	-5	-0,000	-0,002	-0,013
13/ 74 (C)	0	35	-11	-0,000	-0,004	-0,013
13/ 75 (C)	0	35	-14	-0,000	-0,005	-0,013
13/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13/ 77 (C)	0	34	-3	0,000	-0,001	-0,013
13/ 78 (C)	0	34	-5	0,000	-0,002	-0,013
13/ 79 (C)	0	34	-5	0,000	-0,002	-0,013
13/ 80 (C)	0	34	-3	0,000	-0,001	-0,013
13/ 81 (C)	0	34	-5	0,000	-0,002	-0,013
13/ 82 (C)	0	34	-6	0,000	-0,002	-0,013
13/ 83 (C)	0	34	-3	0,000	-0,001	-0,013
13/ 84 (C)	0	34	-6	0,000	-0,002	-0,013
13/ 85 (C)	0	34	-7	0,000	-0,002	-0,013
13/ 86 (C)	0	34	-4	0,000	-0,001	-0,013
13/ 87 (C)	0	34	-6	0,000	-0,002	-0,013
13/ 88 (C)	0	34	-8	0,000	-0,003	-0,013
14/ 1	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
14/ 2	0,0	35	0,0	-0,000	0,0	-0,013
14/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,000
14/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,000
14/ 10	0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
14/ 11	0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
14/ 12	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
14/ 13	0	0,0	-2	0,0	-0,001	0,0
14/ 20	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 21	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
14/ 22	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 23	0	0,0	-4	0,0	-0,002	0,0
14/ 24	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 25	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
14/ 26	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 27	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
14/ 30	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 31	0	0,0	-4	0,0	-0,002	0,0
14/ 32	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 33	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
14/ 34	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 35	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
14/ 36	0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
14/ 37	0	0,0	-8	0,0	-0,003	0,0
14/ 38 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,001	0,0
14/ 39 (C)	0	0,0	-7	0,0	-0,003	0,0
14/ 40 (C)	0	0,0	-9	0,0	-0,003	0,0
14/ 41 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,002	0,0
14/ 42 (C)	0	0,0	-9	0,0	-0,003	0,0
14/ 43 (C)	0	0,0	-10	0,0	-0,004	0,0
14/ 44 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
14/ 45 (C)	0	0,0	-10	0,0	-0,004	0,0
14/ 46 (C)	0	0,0	-11	0,0	-0,004	0,0
14/ 47 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
14/ 48 (C)	0	0,0	-11	0,0	-0,004	0,0
14/ 49 (C)	0	0,0	-14	0,0	-0,005	0,0
14/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14/ 51 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
14/ 52 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
14/ 53 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
14/ 54 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
14/ 55 (C)	0	0,0	-5	0,0	-0,002	0,0
14/ 56 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
14/ 57 (C)	0	0,0	-3	0,0	-0,001	0,0
14/ 58 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
14/ 59 (C)	0	0,0	-7	0,0	-0,002	0,0
14/ 60 (C)	0	0,0	-4	0,0	-0,001	0,0
14/ 61 (C)	0	0,0	-6	0,0	-0,002	0,0
14/ 62 (C)	0	0,0	-8	0,0	-0,003	0,0
14/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14/ 64 (C)	0	35	-4	-0,000	-0,001	-0,013
14/ 65 (C)	0	35	-7	-0,000	-0,003	-0,013
14/ 66 (C)	0	35	-9	-0,000	-0,003	-0,013
14/ 67 (C)	0	35	-4	-0,000	-0,002	-0,013
14/ 68 (C)	0	35	-9	-0,000	-0,003	-0,013
14/ 69 (C)	0	35	-10	-0,000	-0,004	-0,013
14/ 70 (C)	0	35	-5	-0,000	-0,002	-0,013
14/ 71 (C)	0	35	-10	-0,000	-0,004	-0,013
14/ 72 (C)	0	35	-11	-0,000	-0,004	-0,013
14/ 73 (C)	0	35	-5	-0,000	-0,002	-0,013
14/ 74 (C)	0	35	-11	-0,000	-0,004	-0,013
14/ 75 (C)	0	35	-14	-0,000	-0,005	-0,013
14/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14/ 77 (C)	0	34	-3	0,000	-0,001	-0,013
14/ 78 (C)	0	34	-5	0,000	-0,002	-0,013
14/ 79 (C)	0	34	-5	0,000	-0,002	-0,013

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
14/ 80 (C)	0	34	-3	0,000	-0,001	-0,013
14/ 81 (C)	0	34	-5	0,000	-0,002	-0,013
14/ 82 (C)	0	34	-6	0,000	-0,002	-0,013
14/ 83 (C)	0	34	-3	0,000	-0,001	-0,013
14/ 84 (C)	0	34	-6	0,000	-0,002	-0,013
14/ 85 (C)	0	34	-7	0,000	-0,002	-0,013
14/ 86 (C)	0	34	-4	0,000	-0,001	-0,013
14/ 87 (C)	0	34	-6	0,000	-0,002	-0,013
14/ 88 (C)	0	34	-8	0,000	-0,003	-0,013
15/ 1	-0	0,0	-4	0,0	-0,000	0,0
15/ 2	0,0	69	0,0	-0,000	0,0	-0,004
15/ 3	0,0	196	0,0	-0,141	0,0	-0,009
15/ 4	0,0	-196	0,0	0,141	0,0	0,009
15/ 10	-0	0,0	-7	0,0	-0,000	0,0
15/ 11	-0	0,0	-10	0,0	-0,001	0,0
15/ 12	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
15/ 13	-0	0,0	-15	0,0	-0,001	0,0
15/ 20	-0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
15/ 21	-0	0,0	-7	0,0	-0,000	0,0
15/ 22	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
15/ 23	-0	0,0	-9	0,0	-0,000	0,0
15/ 24	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
15/ 25	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
15/ 26	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
15/ 27	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
15/ 30	-0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
15/ 31	-0	0,0	-9	0,0	-0,000	0,0
15/ 32	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
15/ 33	-0	0,0	-10	0,0	-0,001	0,0
15/ 34	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
15/ 35	-0	0,0	-13	0,0	-0,001	0,0
15/ 36	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
15/ 37	-0	0,0	-16	0,0	-0,001	0,0
15/ 38 (C)	-0	0,0	-14	0,0	-0,001	0,0
15/ 39 (C)	-0	0,0	-16	0,0	-0,001	0,0
15/ 40 (C)	-0	0,0	-18	0,0	-0,001	0,0
15/ 41 (C)	-0	0,0	-18	0,0	-0,001	0,0
15/ 42 (C)	-0	0,0	-19	0,0	-0,001	0,0
15/ 43 (C)	-0	0,0	-21	0,0	-0,001	0,0
15/ 44 (C)	-0	0,0	-19	0,0	-0,001	0,0
15/ 45 (C)	-0	0,0	-22	0,0	-0,001	0,0
15/ 46 (C)	-1	0,0	-24	0,0	-0,001	0,0
15/ 47 (C)	-1	0,0	-25	0,0	-0,001	0,0
15/ 48 (C)	-1	0,0	-23	0,0	-0,001	0,0
15/ 49 (C)	-1	0,0	-29	0,0	-0,002	0,0
15/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15/ 51 (C)	-0	0,0	-9	0,0	-0,000	0,0
15/ 52 (C)	-0	0,0	-9	0,0	-0,001	0,0
15/ 53 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
15/ 54 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
15/ 55 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
15/ 56 (C)	-0	0,0	-12	0,0	-0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
15/ 57 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
15/ 58 (C)	-0	0,0	-12	0,0	-0,001	0,0
15/ 59 (C)	-0	0,0	-14	0,0	-0,001	0,0
15/ 60 (C)	-0	0,0	-14	0,0	-0,001	0,0
15/ 61 (C)	-0	0,0	-13	0,0	-0,001	0,0
15/ 62 (C)	-0	0,0	-16	0,0	-0,001	0,0
15/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15/ 64 (C)	-0	269	-14	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 65 (C)	-0	269	-16	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 66 (C)	-0	269	-18	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 67 (C)	-0	269	-18	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 68 (C)	-0	269	-19	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 69 (C)	-0	269	-21	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 70 (C)	-0	269	-19	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 71 (C)	-0	269	-22	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 72 (C)	-1	269	-24	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 73 (C)	-1	269	-25	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 74 (C)	-1	269	-23	-0,144	-0,001	-0,012
15/ 75 (C)	-1	269	-29	-0,144	-0,002	-0,012
15/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15/ 77 (C)	-0	-131	-9	0,144	-0,000	0,005
15/ 78 (C)	-0	-131	-9	0,144	-0,001	0,005
15/ 79 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
15/ 80 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
15/ 81 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
15/ 82 (C)	-0	-131	-12	0,144	-0,001	0,005
15/ 83 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
15/ 84 (C)	-0	-131	-12	0,144	-0,001	0,005
15/ 85 (C)	-0	-131	-14	0,144	-0,001	0,005
15/ 86 (C)	-0	-131	-14	0,144	-0,001	0,005
15/ 87 (C)	-0	-131	-13	0,144	-0,001	0,005
15/ 88 (C)	-0	-131	-16	0,144	-0,001	0,005
16/ 1	-0	0,0	-4	0,0	-0,000	0,0
16/ 2	0,0	69	0,0	-0,000	0,0	-0,004
16/ 3	0,0	196	0,0	-0,141	0,0	-0,009
16/ 4	0,0	-196	0,0	0,141	0,0	0,009
16/ 10	-0	0,0	-7	0,0	-0,000	0,0
16/ 11	-0	0,0	-10	0,0	-0,001	0,0
16/ 12	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
16/ 13	-0	0,0	-15	0,0	-0,001	0,0
16/ 20	-0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
16/ 21	-0	0,0	-7	0,0	-0,000	0,0
16/ 22	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
16/ 23	-0	0,0	-9	0,0	-0,000	0,0
16/ 24	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
16/ 25	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
16/ 26	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
16/ 27	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
16/ 30	-0	0,0	-1	0,0	-0,000	0,0
16/ 31	-0	0,0	-9	0,0	-0,000	0,0
16/ 32	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
16/ 33	-0	0,0	-10	0,0	-0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
16/ 34	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
16/ 35	-0	0,0	-13	0,0	-0,001	0,0
16/ 36	-0	0,0	-2	0,0	-0,000	0,0
16/ 37	-0	0,0	-16	0,0	-0,001	0,0
16/ 38 (C)	-0	0,0	-14	0,0	-0,001	0,0
16/ 39 (C)	-0	0,0	-16	0,0	-0,001	0,0
16/ 40 (C)	-0	0,0	-18	0,0	-0,001	0,0
16/ 41 (C)	-0	0,0	-18	0,0	-0,001	0,0
16/ 42 (C)	-0	0,0	-19	0,0	-0,001	0,0
16/ 43 (C)	-0	0,0	-21	0,0	-0,001	0,0
16/ 44 (C)	-0	0,0	-19	0,0	-0,001	0,0
16/ 45 (C)	-0	0,0	-22	0,0	-0,001	0,0
16/ 46 (C)	-1	0,0	-24	0,0	-0,001	0,0
16/ 47 (C)	-1	0,0	-25	0,0	-0,001	0,0
16/ 48 (C)	-1	0,0	-23	0,0	-0,001	0,0
16/ 49 (C)	-1	0,0	-29	0,0	-0,002	0,0
16/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
16/ 51 (C)	-0	0,0	-9	0,0	-0,000	0,0
16/ 52 (C)	-0	0,0	-9	0,0	-0,001	0,0
16/ 53 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
16/ 54 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
16/ 55 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
16/ 56 (C)	-0	0,0	-12	0,0	-0,001	0,0
16/ 57 (C)	-0	0,0	-11	0,0	-0,001	0,0
16/ 58 (C)	-0	0,0	-12	0,0	-0,001	0,0
16/ 59 (C)	-0	0,0	-14	0,0	-0,001	0,0
16/ 60 (C)	-0	0,0	-14	0,0	-0,001	0,0
16/ 61 (C)	-0	0,0	-13	0,0	-0,001	0,0
16/ 62 (C)	-0	0,0	-16	0,0	-0,001	0,0
16/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
16/ 64 (C)	-0	269	-14	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 65 (C)	-0	269	-16	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 66 (C)	-0	269	-18	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 67 (C)	-0	269	-18	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 68 (C)	-0	269	-19	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 69 (C)	-0	269	-21	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 70 (C)	-0	269	-19	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 71 (C)	-0	269	-22	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 72 (C)	-1	269	-24	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 73 (C)	-1	269	-25	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 74 (C)	-1	269	-23	-0,144	-0,001	-0,012
16/ 75 (C)	-1	269	-29	-0,144	-0,002	-0,012
16/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
16/ 77 (C)	-0	-131	-9	0,144	-0,000	0,005
16/ 78 (C)	-0	-131	-9	0,144	-0,001	0,005
16/ 79 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
16/ 80 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
16/ 81 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
16/ 82 (C)	-0	-131	-12	0,144	-0,001	0,005
16/ 83 (C)	-0	-131	-11	0,144	-0,001	0,005
16/ 84 (C)	-0	-131	-12	0,144	-0,001	0,005
16/ 85 (C)	-0	-131	-14	0,144	-0,001	0,005

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
16/ 86 (C)	-0	-131	-14	0,144	-0,001	0,005
16/ 87 (C)	-0	-131	-13	0,144	-0,001	0,005
16/ 88 (C)	-0	-131	-16	0,144	-0,001	0,005
17/ 1	0	0,0	-4	0,0	0,000	0,0
17/ 2	0,0	69	0,0	-0,000	0,0	0,004
17/ 3	0,0	196	0,0	-0,141	0,0	0,009
17/ 4	0,0	-196	0,0	0,141	0,0	-0,009
17/ 10	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
17/ 11	0	0,0	-10	0,0	0,001	0,0
17/ 12	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
17/ 13	0	0,0	-15	0,0	0,001	0,0
17/ 20	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
17/ 21	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
17/ 22	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
17/ 23	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
17/ 24	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
17/ 25	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
17/ 26	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
17/ 27	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
17/ 30	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
17/ 31	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
17/ 32	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
17/ 33	0	0,0	-10	0,0	0,001	0,0
17/ 34	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
17/ 35	0	0,0	-13	0,0	0,001	0,0
17/ 36	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
17/ 37	0	0,0	-16	0,0	0,001	0,0
17/ 38 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,001	0,0
17/ 39 (C)	0	0,0	-16	0,0	0,001	0,0
17/ 40 (C)	0	0,0	-18	0,0	0,001	0,0
17/ 41 (C)	0	0,0	-18	0,0	0,001	0,0
17/ 42 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,001	0,0
17/ 43 (C)	0	0,0	-21	0,0	0,001	0,0
17/ 44 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,001	0,0
17/ 45 (C)	0	0,0	-22	0,0	0,001	0,0
17/ 46 (C)	1	0,0	-24	0,0	0,001	0,0
17/ 47 (C)	1	0,0	-25	0,0	0,001	0,0
17/ 48 (C)	1	0,0	-23	0,0	0,001	0,0
17/ 49 (C)	1	0,0	-29	0,0	0,002	0,0
17/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
17/ 51 (C)	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
17/ 52 (C)	0	0,0	-9	0,0	0,001	0,0
17/ 53 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
17/ 54 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
17/ 55 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
17/ 56 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,001	0,0
17/ 57 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
17/ 58 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,001	0,0
17/ 59 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,001	0,0
17/ 60 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,001	0,0
17/ 61 (C)	0	0,0	-13	0,0	0,001	0,0
17/ 62 (C)	0	0,0	-16	0,0	0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
17/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
17/ 64 (C)	0	269	-14	-0,144	0,001	0,012
17/ 65 (C)	0	269	-16	-0,144	0,001	0,012
17/ 66 (C)	0	269	-18	-0,144	0,001	0,012
17/ 67 (C)	0	269	-18	-0,144	0,001	0,012
17/ 68 (C)	0	269	-19	-0,144	0,001	0,012
17/ 69 (C)	0	269	-21	-0,144	0,001	0,012
17/ 70 (C)	0	269	-19	-0,144	0,001	0,012
17/ 71 (C)	0	269	-22	-0,144	0,001	0,012
17/ 72 (C)	1	269	-24	-0,144	0,001	0,012
17/ 73 (C)	1	269	-25	-0,144	0,001	0,012
17/ 74 (C)	1	269	-23	-0,144	0,001	0,012
17/ 75 (C)	1	269	-29	-0,144	0,002	0,012
17/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
17/ 77 (C)	0	-131	-9	0,144	0,000	-0,005
17/ 78 (C)	0	-131	-9	0,144	0,001	-0,005
17/ 79 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
17/ 80 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
17/ 81 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
17/ 82 (C)	0	-131	-12	0,144	0,001	-0,005
17/ 83 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
17/ 84 (C)	0	-131	-12	0,144	0,001	-0,005
17/ 85 (C)	0	-131	-14	0,144	0,001	-0,005
17/ 86 (C)	0	-131	-14	0,144	0,001	-0,005
17/ 87 (C)	0	-131	-13	0,144	0,001	-0,005
17/ 88 (C)	0	-131	-16	0,144	0,001	-0,005
18/ 1	0	0,0	-4	0,0	0,000	0,0
18/ 2	0,0	69	0,0	-0,000	0,0	0,004
18/ 3	0,0	196	0,0	-0,141	0,0	0,009
18/ 4	0,0	-196	0,0	0,141	0,0	-0,009
18/ 10	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
18/ 11	0	0,0	-10	0,0	0,001	0,0
18/ 12	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
18/ 13	0	0,0	-15	0,0	0,001	0,0
18/ 20	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
18/ 21	0	0,0	-7	0,0	0,000	0,0
18/ 22	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
18/ 23	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
18/ 24	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
18/ 25	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
18/ 26	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
18/ 27	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
18/ 30	0	0,0	-1	0,0	0,000	0,0
18/ 31	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
18/ 32	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
18/ 33	0	0,0	-10	0,0	0,001	0,0
18/ 34	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
18/ 35	0	0,0	-13	0,0	0,001	0,0
18/ 36	0	0,0	-2	0,0	0,000	0,0
18/ 37	0	0,0	-16	0,0	0,001	0,0
18/ 38 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,001	0,0
18/ 39 (C)	0	0,0	-16	0,0	0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
18/ 40 (C)	0	0,0	-18	0,0	0,001	0,0
18/ 41 (C)	0	0,0	-18	0,0	0,001	0,0
18/ 42 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,001	0,0
18/ 43 (C)	0	0,0	-21	0,0	0,001	0,0
18/ 44 (C)	0	0,0	-19	0,0	0,001	0,0
18/ 45 (C)	0	0,0	-22	0,0	0,001	0,0
18/ 46 (C)	1	0,0	-24	0,0	0,001	0,0
18/ 47 (C)	1	0,0	-25	0,0	0,001	0,0
18/ 48 (C)	1	0,0	-23	0,0	0,001	0,0
18/ 49 (C)	1	0,0	-29	0,0	0,002	0,0
18/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18/ 51 (C)	0	0,0	-9	0,0	0,000	0,0
18/ 52 (C)	0	0,0	-9	0,0	0,001	0,0
18/ 53 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
18/ 54 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
18/ 55 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
18/ 56 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,001	0,0
18/ 57 (C)	0	0,0	-11	0,0	0,001	0,0
18/ 58 (C)	0	0,0	-12	0,0	0,001	0,0
18/ 59 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,001	0,0
18/ 60 (C)	0	0,0	-14	0,0	0,001	0,0
18/ 61 (C)	0	0,0	-13	0,0	0,001	0,0
18/ 62 (C)	0	0,0	-16	0,0	0,001	0,0
18/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18/ 64 (C)	0	269	-14	-0,144	0,001	0,012
18/ 65 (C)	0	269	-16	-0,144	0,001	0,012
18/ 66 (C)	0	269	-18	-0,144	0,001	0,012
18/ 67 (C)	0	269	-18	-0,144	0,001	0,012
18/ 68 (C)	0	269	-19	-0,144	0,001	0,012
18/ 69 (C)	0	269	-21	-0,144	0,001	0,012
18/ 70 (C)	0	269	-19	-0,144	0,001	0,012
18/ 71 (C)	0	269	-22	-0,144	0,001	0,012
18/ 72 (C)	1	269	-24	-0,144	0,001	0,012
18/ 73 (C)	1	269	-25	-0,144	0,001	0,012
18/ 74 (C)	1	269	-23	-0,144	0,001	0,012
18/ 75 (C)	1	269	-29	-0,144	0,002	0,012
18/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18/ 77 (C)	0	-131	-9	0,144	0,000	-0,005
18/ 78 (C)	0	-131	-9	0,144	0,001	-0,005
18/ 79 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
18/ 80 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
18/ 81 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
18/ 82 (C)	0	-131	-12	0,144	0,001	-0,005
18/ 83 (C)	0	-131	-11	0,144	0,001	-0,005
18/ 84 (C)	0	-131	-12	0,144	0,001	-0,005
18/ 85 (C)	0	-131	-14	0,144	0,001	-0,005
18/ 86 (C)	0	-131	-14	0,144	0,001	-0,005
18/ 87 (C)	0	-131	-13	0,144	0,001	-0,005
18/ 88 (C)	0	-131	-16	0,144	0,001	-0,005
19/ 1	0	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
19/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,015
19/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,029

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
19/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	-0,029
19/ 10	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
19/ 11	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 12	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 13	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 20	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 21	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
19/ 22	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 23	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 24	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 25	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 26	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 27	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 30	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 31	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 32	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 33	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 34	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 35	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 36	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
19/ 37	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 38 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 39 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 40 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
19/ 41 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
19/ 42 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
19/ 43 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
19/ 44 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
19/ 45 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
19/ 46 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
19/ 47 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
19/ 48 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
19/ 49 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,006	0,0
19/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19/ 51 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 52 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 53 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 54 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 55 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 56 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 57 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
19/ 58 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 59 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 60 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 61 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
19/ 62 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
19/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19/ 64 (C)	1	1	-0	-0,000	0,003	0,045
19/ 65 (C)	1	1	-0	-0,000	0,003	0,045
19/ 66 (C)	2	1	-0	-0,000	0,004	0,045
19/ 67 (C)	1	1	-0	-0,000	0,004	0,045
19/ 68 (C)	2	1	-0	-0,000	0,004	0,045

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
19/ 69 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
19/ 70 (C)	2	1	-0	-0,000	0,004	0,045
19/ 71 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
19/ 72 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
19/ 73 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
19/ 74 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
19/ 75 (C)	3	1	-0	-0,000	0,006	0,045
19/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19/ 77 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
19/ 78 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
19/ 79 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
19/ 80 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
19/ 81 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
19/ 82 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
19/ 83 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
19/ 84 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
19/ 85 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
19/ 86 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
19/ 87 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
19/ 88 (C)	1	-0	-0	0,000	0,004	-0,015
20/ 1	0	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
20/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,015
20/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,029
20/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	-0,029
20/ 10	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
20/ 11	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 12	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 13	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 20	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 21	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
20/ 22	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 23	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 24	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 25	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 26	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 27	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 30	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 31	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 32	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 33	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 34	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 35	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 36	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
20/ 37	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 38 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 39 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 40 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
20/ 41 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
20/ 42 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
20/ 43 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
20/ 44 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
20/ 45 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
20/ 46 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
20/ 47 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
20/ 48 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
20/ 49 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,006	0,0
20/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20/ 51 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 52 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 53 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 54 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 55 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 56 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 57 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
20/ 58 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 59 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 60 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 61 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
20/ 62 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
20/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20/ 64 (C)	1	1	-0	-0,000	0,003	0,045
20/ 65 (C)	1	1	-0	-0,000	0,003	0,045
20/ 66 (C)	2	1	-0	-0,000	0,004	0,045
20/ 67 (C)	1	1	-0	-0,000	0,004	0,045
20/ 68 (C)	2	1	-0	-0,000	0,004	0,045
20/ 69 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
20/ 70 (C)	2	1	-0	-0,000	0,004	0,045
20/ 71 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
20/ 72 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
20/ 73 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
20/ 74 (C)	2	1	-0	-0,000	0,005	0,045
20/ 75 (C)	3	1	-0	-0,000	0,006	0,045
20/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20/ 77 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
20/ 78 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
20/ 79 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
20/ 80 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
20/ 81 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
20/ 82 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
20/ 83 (C)	1	-0	-0	0,000	0,002	-0,015
20/ 84 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
20/ 85 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
20/ 86 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
20/ 87 (C)	1	-0	-0	0,000	0,003	-0,015
20/ 88 (C)	1	-0	-0	0,000	0,004	-0,015
21/ 1	-0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
21/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,015
21/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,029
21/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,029
21/ 10	-1	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
21/ 11	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 12	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 13	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 20	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
21/ 21	-1	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
21/ 22	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
21/ 23	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 24	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
21/ 25	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 26	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
21/ 27	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 30	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
21/ 31	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 32	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
21/ 33	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 34	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
21/ 35	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 36	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
21/ 37	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 38 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 39 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 40 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
21/ 41 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
21/ 42 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
21/ 43 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
21/ 44 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
21/ 45 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
21/ 46 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
21/ 47 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
21/ 48 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
21/ 49 (C)	-3	0,0	-0	0,0	-0,006	0,0
21/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
21/ 51 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 52 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 53 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 54 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 55 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 56 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 57 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
21/ 58 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 59 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 60 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 61 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
21/ 62 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
21/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
21/ 64 (C)	-1	1	-0	-0,000	-0,003	-0,045
21/ 65 (C)	-1	1	-0	-0,000	-0,003	-0,045
21/ 66 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
21/ 67 (C)	-1	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
21/ 68 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
21/ 69 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
21/ 70 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
21/ 71 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
21/ 72 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
21/ 73 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
21/ 74 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
21/ 75 (C)	-3	1	-0	-0,000	-0,006	-0,045
21/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
21/ 77 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
21/ 78 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
21/ 79 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
21/ 80 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
21/ 81 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
21/ 82 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
21/ 83 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
21/ 84 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
21/ 85 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
21/ 86 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
21/ 87 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
21/ 88 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,004	0,015
22/ 1	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
22/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,015
22/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,000
22/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	-0,000
22/ 10	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 11	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 12	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 13	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
22/ 20	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 21	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
22/ 22	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 23	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 24	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 25	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 26	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 27	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 30	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 31	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 32	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 33	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 34	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 35	2	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
22/ 36	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
22/ 37	3	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
22/ 38 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
22/ 39 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
22/ 40 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
22/ 41 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 42 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
22/ 43 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
22/ 44 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 45 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
22/ 46 (C)	4	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
22/ 47 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 48 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
22/ 49 (C)	5	0,0	-0	0,0	0,006	0,0
22/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
22/ 51 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
22/ 52 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 53 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 54 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
22/ 55 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 56 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 57 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
22/ 58 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 59 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
22/ 60 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
22/ 61 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
22/ 62 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
22/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
22/ 64 (C)	1	0	-0	-0,000	0,001	0,015
22/ 65 (C)	2	0	-0	-0,000	0,003	0,015
22/ 66 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
22/ 67 (C)	1	0	-0	-0,000	0,002	0,015
22/ 68 (C)	3	0	-0	-0,000	0,003	0,015
22/ 69 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
22/ 70 (C)	1	0	-0	-0,000	0,002	0,015
22/ 71 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
22/ 72 (C)	4	0	-0	-0,000	0,005	0,015
22/ 73 (C)	2	0	-0	-0,000	0,002	0,015
22/ 74 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
22/ 75 (C)	5	0	-0	-0,000	0,006	0,015
22/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
22/ 77 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015
22/ 78 (C)	1	0	-0	0,000	0,002	0,015
22/ 79 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
22/ 80 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015
22/ 81 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
22/ 82 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
22/ 83 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015
22/ 84 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
22/ 85 (C)	2	0	-0	0,000	0,003	0,015
22/ 86 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015
22/ 87 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
22/ 88 (C)	3	0	-0	0,000	0,003	0,015
23/ 1	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,015
23/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	0,000
23/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	-0,000
23/ 10	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 11	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 12	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 13	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 20	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 21	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 22	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 23	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 24	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 25	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 26	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
23/ 27	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 30	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 31	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 32	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 33	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 34	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 35	2	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
23/ 36	0	0,0	-0	0,0	0,000	0,0
23/ 37	3	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
23/ 38 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 39 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
23/ 40 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
23/ 41 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 42 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
23/ 43 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
23/ 44 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 45 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
23/ 46 (C)	4	0,0	-0	0,0	0,005	0,0
23/ 47 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 48 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,004	0,0
23/ 49 (C)	5	0,0	-0	0,0	0,006	0,0
23/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23/ 51 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 52 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 53 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 54 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 55 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 56 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 57 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 58 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 59 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
23/ 60 (C)	1	0,0	-0	0,0	0,001	0,0
23/ 61 (C)	2	0,0	-0	0,0	0,002	0,0
23/ 62 (C)	3	0,0	-0	0,0	0,003	0,0
23/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23/ 64 (C)	1	0	-0	-0,000	0,001	0,015
23/ 65 (C)	2	0	-0	-0,000	0,003	0,015
23/ 66 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
23/ 67 (C)	1	0	-0	-0,000	0,002	0,015
23/ 68 (C)	3	0	-0	-0,000	0,003	0,015
23/ 69 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
23/ 70 (C)	1	0	-0	-0,000	0,002	0,015
23/ 71 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
23/ 72 (C)	4	0	-0	-0,000	0,005	0,015
23/ 73 (C)	2	0	-0	-0,000	0,002	0,015
23/ 74 (C)	3	0	-0	-0,000	0,004	0,015
23/ 75 (C)	5	0	-0	-0,000	0,006	0,015
23/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23/ 77 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015
23/ 78 (C)	1	0	-0	0,000	0,002	0,015
23/ 79 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
23/ 80 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
23/ 81 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
23/ 82 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
23/ 83 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015
23/ 84 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
23/ 85 (C)	2	0	-0	0,000	0,003	0,015
23/ 86 (C)	1	0	-0	0,000	0,001	0,015
23/ 87 (C)	2	0	-0	0,000	0,002	0,015
23/ 88 (C)	3	0	-0	0,000	0,003	0,015
24/ 1	-0	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
24/ 2	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,015
24/ 3	0,0	0	0,0	-0,000	0,0	-0,029
24/ 4	0,0	-0	0,0	0,000	0,0	0,029
24/ 10	-1	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
24/ 11	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 12	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 13	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 20	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 21	-1	0,0	-0	0,0	-0,001	0,0
24/ 22	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 23	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 24	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 25	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 26	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 27	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 30	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 31	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 32	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 33	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 34	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 35	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 36	-0	0,0	-0	0,0	-0,000	0,0
24/ 37	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 38 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 39 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 40 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
24/ 41 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
24/ 42 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
24/ 43 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
24/ 44 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
24/ 45 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
24/ 46 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
24/ 47 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
24/ 48 (C)	-2	0,0	-0	0,0	-0,005	0,0
24/ 49 (C)	-3	0,0	-0	0,0	-0,006	0,0
24/ 50 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
24/ 51 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 52 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 53 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 54 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 55 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0
24/ 56 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 57 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,002	0,0

Node/Case	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
24/ 58 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 59 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 60 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 61 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,003	0,0
24/ 62 (C)	-1	0,0	-0	0,0	-0,004	0,0
24/ 63 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
24/ 64 (C)	-1	1	-0	-0,000	-0,003	-0,045
24/ 65 (C)	-1	1	-0	-0,000	-0,003	-0,045
24/ 66 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
24/ 67 (C)	-1	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
24/ 68 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
24/ 69 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
24/ 70 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,004	-0,045
24/ 71 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
24/ 72 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
24/ 73 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
24/ 74 (C)	-2	1	-0	-0,000	-0,005	-0,045
24/ 75 (C)	-3	1	-0	-0,000	-0,006	-0,045
24/ 76 (C)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
24/ 77 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
24/ 78 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
24/ 79 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
24/ 80 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
24/ 81 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
24/ 82 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
24/ 83 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,002	0,015
24/ 84 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
24/ 85 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
24/ 86 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
24/ 87 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,003	0,015
24/ 88 (C)	-1	-0	-0	0,000	-0,004	0,015

Displacements SLS: global extremes

- Cases: 1to4 10to13 20to27 30to37

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	3	212	0,0	0,168	0,003	0,029
Node	22	9	1	9	1	1
Case	37	3	1	4	37	3
MIN	-1	-212	-16	-0,168	-0,003	-0,029
Node	21	9	9	9	3	1
Case	37	4	37	3	37	4

Forces - Envelope

- Cases: 1to4 10to13 20to27 30to88

Bar/Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
1/ 1/ 1	0,0>>	0,0	28,57	0,0	-0,00
1/ 1/ 1	0,0<<	0,0	28,57	0,0	-0,00
1/ 2/ 64 (C)	0,0	49,57>>	-80,46	-11,08	0,00
1/ 1/ 64 (C)	0,0	-49,58<<	80,46	11,08	-0,00
1/ 1/ 49 (C)	0,0	0,0	210,82>>	0,0	0,00
1/ 2/ 49 (C)	0,0	0,0	-210,82<<	0,0	0,00
1/ 1/ 64 (C)	0,0	-49,58	80,46	11,08>>	-0,00
1/ 1/ 77 (C)	0,0	6,53	52,37	-11,08<<	-0,00
1/ 2/ 42 (C)	0,0	0,0	-123,96	0,0	0,00>>
1/ 1/ 42 (C)	0,0	0,0	123,96	0,0	-0,00<<
1/ 1/ 77 (C)	0,0	6,53	52,37	-11,08	-0,00
1/ 1/ 3	0,0	-27,50	0,0	10,86	0,0
2/ 2/ 1	0,0>>	0,0	28,57	0,0	0,0
2/ 2/ 1	0,0<<	0,0	28,57	0,0	0,0
2/ 3/ 64 (C)	0,0	77,59>>	-120,43	-22,14	-0,00
2/ 3/ 4	0,0	-54,96<<	0,0	21,71	0,0
2/ 2/ 49 (C)	0,0	0,0	199,06>>	0,0	0,0
2/ 3/ 49 (C)	0,0	0,0	-222,58<<	0,0	-0,00
2/ 3/ 77 (C)	0,0	-34,54	-72,36	22,14>>	-0,00
2/ 3/ 64 (C)	0,0	77,59	-120,43	-22,14<<	-0,00
2/ 2/ 1	0,0	0,0	28,57	0,0	0,0>>
2/ 3/ 49 (C)	0,0	0,0	-222,58	0,0	-0,00<<
2/ 3/ 3	0,0	54,96	0,0	-21,71	0,0
2/ 3/ 77 (C)	0,0	-34,54	-72,36	22,14	-0,00
3/ 4/ 1	0,0>>	0,0	28,57	0,0	-0,00
3/ 4/ 1	0,0<<	0,0	28,57	0,0	-0,00
3/ 5/ 64 (C)	0,0	49,57>>	-80,46	-11,08	0,00
3/ 4/ 64 (C)	0,0	-49,58<<	80,46	11,08	-0,00
3/ 4/ 49 (C)	0,0	0,0	210,82>>	0,0	-0,00
3/ 5/ 49 (C)	0,0	0,0	-210,82<<	0,0	0,00
3/ 4/ 64 (C)	0,0	-49,58	80,46	11,08>>	-0,00
3/ 4/ 77 (C)	0,0	6,53	52,37	-11,08<<	-0,00
3/ 4/ 44 (C)	0,0	0,0	104,26	0,0	0,00>>
3/ 4/ 43 (C)	0,0	0,0	149,11	0,0	-0,00<<
3/ 4/ 77 (C)	0,0	6,53	52,37	-11,08	-0,00
3/ 4/ 3	0,0	-27,50	0,0	10,86	0,0
4/ 5/ 1	0,0>>	0,0	28,57	0,0	0,0
4/ 5/ 1	0,0<<	0,0	28,57	0,0	0,0
4/ 6/ 64 (C)	0,0	77,59>>	-120,43	-22,14	-0,00
4/ 6/ 4	0,0	-54,96<<	0,0	21,71	0,0
4/ 5/ 49 (C)	0,0	0,0	199,06>>	0,0	0,0
4/ 6/ 49 (C)	0,0	0,0	-222,58<<	0,0	-0,00
4/ 6/ 77 (C)	0,0	-34,54	-72,36	22,14>>	-0,00
4/ 6/ 64 (C)	0,0	77,59	-120,43	-22,14<<	-0,00
4/ 5/ 1	0,0	0,0	28,57	0,0	0,0>>
4/ 6/ 46 (C)	0,0	0,0	-184,67	0,0	-0,00<<
4/ 6/ 3	0,0	54,96	0,0	-21,71	0,0
4/ 6/ 77 (C)	0,0	-34,54	-72,36	22,14	-0,00

Bar/Node/Case	MZ (kNm)
1/ 1/ 1	0,0
1/ 1/ 1	0,0
1/ 2/ 64 (C)	0,00
1/ 1/ 64 (C)	-0,00
1/ 1/ 49 (C)	0,0
1/ 2/ 49 (C)	0,0
1/ 1/ 64 (C)	-0,00
1/ 1/ 77 (C)	0,00
1/ 2/ 42 (C)	0,0
1/ 1/ 42 (C)	0,0
1/ 1/ 77 (C)	0,00>>
1/ 1/ 3	-0,00<<
2/ 2/ 1	0,0
2/ 2/ 1	0,0
2/ 3/ 64 (C)	-0,00
2/ 3/ 4	-0,00
2/ 2/ 49 (C)	0,0
2/ 3/ 49 (C)	0,0
2/ 3/ 77 (C)	-0,00
2/ 3/ 64 (C)	-0,00
2/ 2/ 1	0,0
2/ 3/ 49 (C)	0,0
2/ 3/ 3	0,00>>
2/ 3/ 77 (C)	-0,00<<
3/ 4/ 1	0,0
3/ 4/ 1	0,0
3/ 5/ 64 (C)	0,00
3/ 4/ 64 (C)	-0,00
3/ 4/ 49 (C)	0,0
3/ 5/ 49 (C)	0,0
3/ 4/ 64 (C)	-0,00
3/ 4/ 77 (C)	0,00
3/ 4/ 44 (C)	0,0
3/ 4/ 43 (C)	0,0
3/ 4/ 77 (C)	0,00>>
3/ 4/ 3	-0,00<<
4/ 5/ 1	0,0
4/ 5/ 1	0,0
4/ 6/ 64 (C)	-0,00
4/ 6/ 4	-0,00
4/ 5/ 49 (C)	0,0
4/ 6/ 49 (C)	0,0
4/ 6/ 77 (C)	-0,00
4/ 6/ 64 (C)	-0,00
4/ 5/ 1	0,0
4/ 6/ 46 (C)	0,0
4/ 6/ 3	0,00>>
4/ 6/ 77 (C)	-0,00<<

Member Forces ULS: envelope

- Cases: 1to4 10to13 20to27 30to88

Bar	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
1 / MAX	0,0	49,57	210,82	11,08	0,00
Node	1	2	1	1	2
Case	1	64 (C)	49 (C)	64 (C)	42 (C)
1 / MIN	0,0	-49,58	-210,82	-11,08	-0,00
Node	1	1	2	1	1
Case	1	64 (C)	49 (C)	77 (C)	42 (C)
2 / MAX	0,0	77,59	199,06	22,14	0,0
Node	2	3	2	3	2
Case	1	64 (C)	49 (C)	77 (C)	1
2 / MIN	0,0	-54,96	-222,58	-22,14	-0,00
Node	2	3	3	3	3
Case	1	4	49 (C)	64 (C)	49 (C)
3 / MAX	0,0	49,57	210,82	11,08	0,00
Node	4	5	4	4	4
Case	1	64 (C)	49 (C)	64 (C)	44 (C)
3 / MIN	0,0	-49,58	-210,82	-11,08	-0,00
Node	4	4	5	4	4
Case	1	64 (C)	49 (C)	77 (C)	43 (C)
4 / MAX	0,0	77,59	199,06	22,14	0,0
Node	5	6	5	6	5
Case	1	64 (C)	49 (C)	77 (C)	1
4 / MIN	0,0	-54,96	-222,58	-22,14	-0,00
Node	5	6	6	6	6
Case	1	4	49 (C)	64 (C)	46 (C)

Bar	MZ (kNm)
1 / MAX	0,00
Node	1
Case	77 (C)
1 / MIN	-0,00
Node	1
Case	3
2 / MAX	0,00
Node	3
Case	3
2 / MIN	-0,00
Node	3
Case	77 (C)
3 / MAX	0,00
Node	4
Case	77 (C)
3 / MIN	-0,00
Node	4
Case	3
4 / MAX	0,00
Node	6
Case	3
4 / MIN	-0,00

Bar	MZ (kNm)
Node	6
Case	77 (C)

Stresses - Global extremes

- Cases: 1to4 10to13 20to27 30to88

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)
MAX	0,00	0,0	0,00	0,00	0,0
Bar	1	1	2	1	1
Node	1	1	3	1	1
Case	81 (C)	11	49 (C)	77 (C)	2
MIN	0,0	-0,00	0,0	0,0	-0,00
Bar	1	1	1	1	2
Node	1	1	1	1	3
Case	11	81 (C)	2	1	49 (C)

	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)
MAX	0,0	0,0
Bar	1	1
Node	1	1
Case	1	1
MIN	-0,00	0,0
Bar	1	1
Node	1	1
Case	77 (C)	1

Members - Definition

Member	Name	Components	Code group	Section	Type	Ly (m)
1	HEA 800_1	1	1	HEA 800	HEA 800	225,00
2	Bar_2	2	1	HEA 800	HEA 800	225,00
3	HEA 800_3	3	1	HEA 800	HEA 800	225,00
4	HEA 800_4	4	1	HEA 800	HEA 800	225,00

Member	Lz (m)
1	15,00
2	15,00
3	15,00
4	15,00

Code groups - Definition

Code group	Name	Components
1	1	1to4

Steel Member Verification

STEEL DESIGN

CODE: *NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:

MEMBER: 1 HEA 800_1

POINT: 3

COORDINATE: x = 0.50 L = 7.50 m

LOADS:

Governing Load Case: 75 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+2*1.00+3*1.02

MATERIAL:

S355 (S355) $f_y = 355.00$ MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 800

h=790 mm	gM0=1.05	gM1=1.05	
b=300 mm	Ay=18470 mm ²	Az=13880 mm ²	Ax=28580 mm ²
tw=15 mm	Iy=3034430000 mm ⁴	Iz=126387000 mm ⁴	Ix=5990000 mm ⁴
tf=28 mm	Wply=8699950 mm ³	Wplz=1312280 mm ³	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

My,Ed = 843.07 kN*m	Mz,Ed = 291.09 kN*m	Vy,Ed = -28.05 kN
My,pl,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,pl,Rd = 443.68 kN*m	Vy,T,Rd = 3199.90 kN
My,c,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,c,Rd = 443.68 kN*m	Vz,Ed = 14.00 kN
		Vz,T,Rd = 2550.68 kN
Mb,Rd = 2678.74 kN*m		Tt,Ed = 11.08 kN*m
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 8562.85 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.89
Lcr,upp=3.00 m	Lam_LT = 0.60	fi,LT = 0.68	XLT,mod = 0.91

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^1 = 0.74 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.27 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Global stability check of member:

$$M_{y,Ed}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Section OK !!!

STEEL DESIGN

CODE: *NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

ANALYSIS TYPE: *Member Verification*

CODE GROUP:

MEMBER: 2 Bar_2
14.99 m

POINT: 1

COORDINATE: x = 1.00 L =

LOADS:

Governing Load Case: 75 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+2*1.00+3*1.02

MATERIAL:

S355 (S355) $f_y = 355.00$ MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 800

h=790 mm	gM0=1.05	gM1=1.05	
b=300 mm	Ay=18470 mm ²	Az=13880 mm ²	Ax=28580 mm ²
tw=15 mm	Iy=3034430000 mm ⁴	Iz=126387000 mm ⁴	Ix=5990000 mm ⁴
tf=28 mm	Wply=8699950 mm ³	Wplz=1312280 mm ³	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

My,Ed = 2.22 kN*m	Mz,Ed = 0.78 kN*m	Vy,Ed = 77.56 kN
My,pl,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,pl,Rd = 443.68 kN*m	Vy,T,Rd = 2735.68 kN
My,c,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,c,Rd = 443.68 kN*m	Vz,Ed = -222.32 kN
		Vz,T,Rd = 2381.67 kN
Mb,Rd = 2678.74 kN*m		Tt,Ed = -22.14 kN*m
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 8562.85 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.89
Lcr,upp=3.00 m	Lam_LT = 0.60	fi,LT = 0.68	XLT,mod = 0.91

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.09 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{t,y,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) * gM0) = 0.53 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{t,z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) * gM0) = 0.28 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Global stability check of member:

$$M_{y,Ed}/(XLT * M_{y,Rk}/gM1) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.00 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Section OK !!!

STEEL DESIGN

CODE: *NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: *Member Verification*

CODE GROUP:

MEMBER: 3 HEA 800_3
m

POINT: 3

COORDINATE: x = 0.50 L = 7.50

LOADS:

Governing Load Case: 75 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+2*1.00+3*1.02

MATERIAL:

S355 (S355) fy = 355.00 MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 800

h=790 mm	gM0=1.05	gM1=1.05	
b=300 mm	Ay=18470 mm ²	Az=13880 mm ²	Ax=28580 mm ²
tw=15 mm	Iy=3034430000 mm ⁴	Iz=126387000 mm ⁴	Ix=5990000 mm ⁴
tf=28 mm	Wply=8699950 mm ³	Wplz=1312280 mm ³	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

My,Ed = 843.07 kN*m	Mz,Ed = 291.09 kN*m	Vy,Ed = -28.05 kN
My,pl,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,pl,Rd = 443.68 kN*m	Vy,T,Rd = 3199.90 kN
My,c,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,c,Rd = 443.68 kN*m	Vz,Ed = 14.00 kN
		Vz,T,Rd = 2550.68 kN
Mb,Rd = 2678.74 kN*m		Tt,Ed = 11.08 kN*m
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 8562.85 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.89
Lcr,upp=3.00 m	Lam_LT = 0.60	fi,LT = 0.68	XLT,mod = 0.91

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.74 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{t,y,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.27 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{t,z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Global stability check of member:

$$M_{y,Ed}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Section OK !!!

STEEL DESIGN

CODE: *NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:

MEMBER: 4 HEA 800_4
14.99 m

POINT: 1

COORDINATE: x = 1.00 L =

LOADS:

Governing Load Case: 75 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+2*1.00+3*1.02

MATERIAL:

S355 (S355) fy = 355.00 MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 800

h=790 mm	gM0=1.05	gM1=1.05	
b=300 mm	Ay=18470 mm ²	Az=13880 mm ²	Ax=28580 mm ²
tw=15 mm	Iy=3034430000 mm ⁴	Iz=126387000 mm ⁴	Ix=5990000 mm ⁴
tf=28 mm	Wply=8699950 mm ³	Wplz=1312280 mm ³	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

My,Ed = 2.22 kN*m	Mz,Ed = 0.78 kN*m	Vy,Ed = 77.56 kN
My,pl,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,pl,Rd = 443.68 kN*m	Vy,T,Rd = 2735.68 kN
My,c,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,c,Rd = 443.68 kN*m	Vz,Ed = -222.32 kN
		Vz,T,Rd = 2381.67 kN
Mb,Rd = 2678.74 kN*m		Tt,Ed = -22.14 kN*m
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 8562.85 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.89
Lcr,upp=3.00 m	Lam_LT = 0.60	fi,LT = 0.68	XLT,mod = 0.91

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.09 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{t,y,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.53 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{t,z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.28 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Global stability check of member:

$$M_{y,Ed}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Section OK !!!

Steel Code Group Verification

STEEL DESIGN

CODE: NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.
ANALYSIS TYPE: Code Group Verification

CODE GROUP: 1 1

MEMBER: 3 HEA 800_3

POINT: 3

COORDINATE: x = 0.50 L = 7.50 m

LOADS:

Governing Load Case: 75 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+2*1.00+3*1.02

MATERIAL:

S355 (S355) $f_y = 355.00$ MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 800

h=790 mm	gM0=1.05	gM1=1.05	
b=300 mm	Ay=18470 mm ²	Az=13880 mm ²	Ax=28580 mm ²
tw=15 mm	Iy=3034430000 mm ⁴	Iz=126387000 mm ⁴	Ix=5990000 mm ⁴
tf=28 mm	Wply=8699950 mm ³	Wplz=1312280 mm ³	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

My,Ed = 843.07 kN*m	Mz,Ed = 291.09 kN*m	Vy,Ed = -28.05 kN
My,pl,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,pl,Rd = 443.68 kN*m	Vy,T,Rd = 3199.90 kN
My,c,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,c,Rd = 443.68 kN*m	Vz,Ed = 14.00 kN
		Vz,T,Rd = 2550.68 kN
Mb,Rd = 2678.74 kN*m		Tt,Ed = 11.08 kN*m
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 8562.85 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.89
Lcr,upp=3.00 m	Lam_LT = 0.60	fi,LT = 0.68	XLT,mod = 0.91

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.74 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{y,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.27 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Global stability check of member:

$$M_{y,Ed}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Section OK !!!

Steel Code Group Design

STEEL DESIGN

CODE: NS-EN 1993-1:2005/NA:2008/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.
ANALYSIS TYPE: Code Group Design

CODE GROUP: 1 1

MEMBER: 3 HEA 800_3

POINT: 3

COORDINATE: x = 0.50 L = 7.50 m

LOADS:

Governing Load Case: 75 Vogntoglast Bk10 (W+) 1*1.15+(36+37)*1.40+2*1.00+3*1.02

MATERIAL:

S355 (S355) $f_y = 355.00$ MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 800

h=790 mm	gM0=1.05	gM1=1.05	
b=300 mm	Ay=18470 mm ²	Az=13880 mm ²	Ax=28580 mm ²
tw=15 mm	Iy=3034430000 mm ⁴	Iz=126387000 mm ⁴	Ix=5990000 mm ⁴
tf=28 mm	Wply=8699950 mm ³	Wplz=1312280 mm ³	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

My,Ed = 843.07 kN*m	Mz,Ed = 291.09 kN*m	Vy,Ed = -28.05 kN
My,pl,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,pl,Rd = 443.68 kN*m	Vy,T,Rd = 3199.90 kN
My,c,Rd = 2941.41 kN*m	Mz,c,Rd = 443.68 kN*m	Vz,Ed = 14.00 kN
		Vz,T,Rd = 2550.68 kN
Mb,Rd = 2678.74 kN*m		Tt,Ed = 11.08 kN*m
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 8562.85 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.89
Lcr,upp=3.00 m	Lam_LT = 0.60	fi,LT = 0.68	XLT,mod = 0.91

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.74 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{y,Ed}/(\tau_{y,Rd}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.27 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

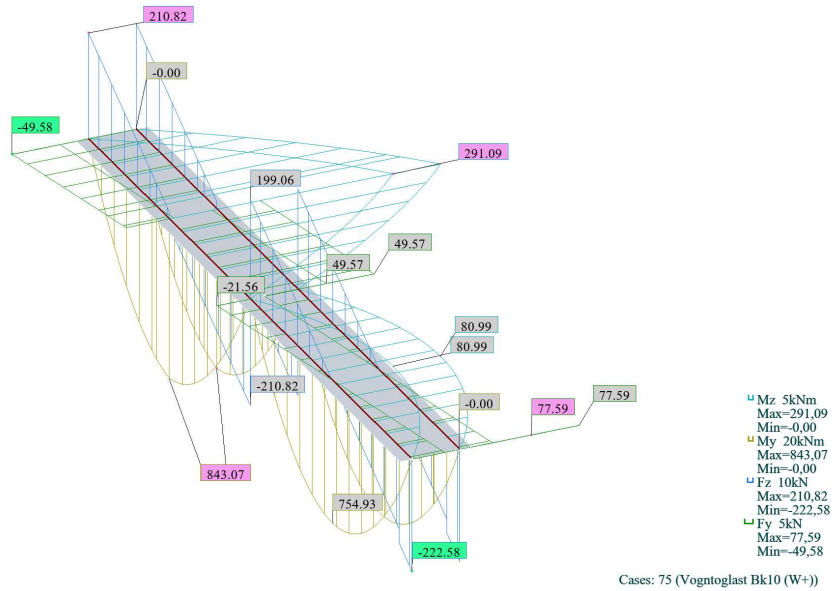
$$\tau_{z,Ed}/(\tau_{z,Rd}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Global stability check of member:

$$M_{y,Ed}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Section OK !!!

Alt ok



Daria Doobovik

Dato	Beskrivelse	Klokkeslett
29.10.2019	Arbeid med mail til eksterne	10-16
31.10.2019	Finne eksterne og sende ut mail	11-17
05.11.2019	Mailkorrespondanse med potensielle eksterne	12-15
03.12.2019	Telefonmøte med kontakt i Entreprenør	14-15
04.12.2019	Oppretter kontakt med nåværende ekstern veileder	14-16
05.12.2019	Telefonmøte med intern veileder	13-14
06.12.2019	Møte med intern veileder for å avklare oppgave	14-16
09.12.2019	Telefonmøte med ekstern veileder	09-10
13.12.2019	Mailkorrespondanse med intern veileder	09-11
10.01.2020	Mailkorrespondanse med intern veileder	10-14
23.01.2020	Møte med gruppen for å avklare arbeid med forprosjekt	15-19
30.01.2020	Gantt diagram til forprosjekt	12-18
29.01.2020	Avtaledokument mellom ekstern veileder og gruppe	15-18
03.02.2020	Forprosjekt	13-17
04.02.2020	Arbeid med forprosjekt	12-17
06.02.2020	Ferdigstilling forprosjekt	16-18
07.02.2020	Oppfølging av signatur fra ekstern over mail og telefon	15-16
09.02.2020	Jobb med NGU nettsida, letting etter geotekniske rapporter, lesing av rapporter	10-18
10.02.2020	Arbeid med geoteknikk bøkene 1,2	14-18
11.02.2020	Letting etter og arbeid med kilder om kalkpæler	11-15
12.02.2020	Lesing bøker om dypfundamentering	10-15
13.02.2020	Arbeid med NS-EN Trafikkklaster, beregninger i mathcad	10-16
17.02.2020	Arbeid med NS-EN Termisk påvirkning, beregninger	10-17
18.02.2020	Arbeid med NS-EN 1990 prosjektering av konstruksjoner	14-19
19.02.2020	Lesing av russiske bøkene om historie, typer, utførelse og utvikling av bruer	10-19
20.02.2020	Diskusjon i gruppa om utført arbeid, plannlegging av jobb videre	14-18
21.02.2020	Beregning av lastkombinasjoner etter NS-EN 1990	11-17
23.02.2020	Ferdig med beregning av global likevekt	15-20
Sum timer første side:		115

Daria Doobovik

Dato	Beskrivelse	Klokkeslett
24.02.2020	Beregning av STR (brudd i konstruksjon eller i element)	10-19
25.02.2020	Beregning av STR (brudd i konstruksjon eller i element)	15-20
26.02.2020	Beregning av STR (brudd i konstruksjon eller i element)	11-18
27.02.2020	Kontroll av beregninger av STR og global likevekt	10-15
02.03.2020	Skriving geoteknisk del i oppgaven	10-16
05.03.2020	Forberedelse til beregninger av jordtrykk	10-16
06.03.2020	Beregning av jordtrykk	10-14
09.03.2020	Gruppemøte, diskusjon, skriving av brevet til veileder	09-14
10.03.2020	Dimensjonering av enkel pæl	10-17
11.03.2020	Møte med interne veiledere, konfigurere programmer	10-21
14.03.2020	Dimensjonering av vegoverbygning mot landkar	12-21
17.03.2020	Dimensjonering av jordtrykk til vegg av forskjellig ruhet	11-18
23.03.2020	Dimensjonering av pælegrupa	10-18
25.03.2020	Lesing standarder og bøker om pælefundamentering	11-19
31.03.2020	Prøvedimensjonering av betong fundament	12-19
01.04.2020	Skypemøte av deltaker, diskusjon, plannlegging av arbeid	12-15
03.04.2020	Arbeid med timeliste	12-17
06.04.2020	Overførelse av alle tidligere beregninger i mathcad	12-19
08.04.2020	Overførelse av alle tidligere beregninger i mathcad	11-19
09.04.2020	Studering av en russisk boka om fundamentering	11-19
10.04.2020	Prøve dimensjonering av antall pæler i gruppa	11-20
11.04.2020	Gruppemøte, diskusjon, skriving av brev til eksterne	12-15
14.04.2020	Beareiding av brevet fra herculesfundamentering	12-15
15.04.2020	Forberedelse til møte med geoteknisk avdeling, Norconsult	11-16
16.04.2020	Telefonmøte med Christofer Klevsjø	12-14
16.04.2020	Diskusjon av samtale med Christofer Klevsjø	14-15
16.04.2020	Skriving av møterefertat og brevet til internveileder om avvik	15-17
17.04.2020	Dimensjonering av armering i plate til landkar	12-19
20.04.2020	Skriving om fundamentering til oppgaven	11-18
21.04.2020	Skrivin av brevet til internveileder	12-13
Sum timer andre side:		174

Daria Doobovik

Dato	Beskrivelse	Klokkeslett
21.04.2020	Studering av alle kildene for å finne en dimensjonert løsning for overgang mellom vegg og plate	13-19
22.04.2020	Dimensjonering av skive og armering til den	12-19
23.04.2020	Telefonmøte med internveileder	10-10.30
23.04.2020	Skriving teoretisk delen om landkar	11-18
24.04.2020	Dimensjonering av landkar i akse C	11-18
26.04.2020	Gruppemøte, diskusjon, plannlegging	11-13
27.04.2020	Arbeid med Robot for å sjekke alle lastene til akse B	14-19
28.04.2020	Dimensjonering av akse B som veggfundament	11-18
29.04.2020	Dimensjonering av akse B som en søyle	11-16
30.04.2020	Dimensjonering av akse B som 2 søyler	11-19
04.05.2020	Rydding av alle beregninger i mathcad	10-18
05.05.2020	Studering informasjon om pylon: begrep, forholdet, metoder av armering	10-16
06.06.2020	Skriving om landkarene til oppgaven	10-17
07.05.2020	Gruppemøte, diskusjon, plannlegging	11-13
11.05.2020	Arbeid med timeliste	10-13
11.05.2020	Arbeid med kilderliste, kontroll av beregninger	15-20
12.05.2020	Skriving om laster til oppgaven	11-16
13.05.2020	Tilpassing av figurer, figurliste til oppgave	11-13
14.05.2020	Arbeid med presentasjon av oppgaven	11-19
15.05.2020	Arbeid med beregninger av stålkonstruksjoner i Robot	11-20
16.05.2020	Arbeid med beregninger av trekonstruksjoner i Robot	12-20
18.05.2020	Ferdiggjøring av presentasjon, repetisjon	12-19
19.05.2020	Framføring av bacheloroppgave	10-13
20.05.2020	Kontroll av beregninger til oppgaven, tekst av kapitlene	12-20
22.05.2020	Skriver i dokumentet	12-24
23.05.2020	Utforming av artikkel og plakat, lumion	16-02
24.05.2020	Symboliste manuelle beregninger	21-24
25.05.2020	Justering av mathcad dokument	16-24
26.05.2020	Ferdigstiller og leverer	14-24
Sum timer tredje side:		179,5
Sum totalt:		468,5

Ruben Skogli

Dato	Beskrivelse	Klokkeslett
29.10.2019	Arbeid med mail til eksterne	10-16
31.10.2019	Finne eksterne og sende ut mail	11-17
05.11.2019	Mailkorrespondanse med potensielle eksterne	12-15
03.12.2019	Telefonmøte med kontakt i Entreprenør	14-15
04.12.2019	Oppretter kontakt med nåværende ekstern veileder	14-16
05.12.2019	Telefonmøte med intern veileder	13-14
06.12.2019	Møte med intern veileder for å avklare oppgave	14-16
09.12.2019	Telefonmøte med ekstern veileder	09-10
13.12.2019	Mailkorrespondanse med intern veileder	09-11
10.01.2020	Mailkorrespondanse med intern veileder	10-14
23.01.2020	Møte med gruppen for å avklare arbeid med forprosjekt	15-19
30.01.2020	Gantt diagram til forprosjekt	12-18
29.01.2020	Avtaledokument mellom ekstern veileder og gruppe	15-18
03.02.2020	Forprosjekt	13-17
04.02.2020	Arbeid med forprosjekt	12-17
06.02.2020	Ferdigstilling forprosjekt	16-18
07.02.2020	Oppfølging av signatur fra ekstern over mail og telefon	15-16
09.02.2020	Forberedelser, lesing av rapporter, få oversikt	11-18
10.02.2020	Arbeid med pelefundamentering, hente dokumentasjon	14-19
11.02.2020	Research	10-15
20.02.2020	Møte med gruppenmedlemmer for å avklare arbeid	14-18
21.02.2020	Influenza	0
05.03.2020	influenza avtar	0
06.03.2020	Beregning av jordtrykk mot fundament, kommer i gang	10-14
09.03.2020	Gruppemøte, finne vegen fremover, skrive mail	09-14
10.03.2020	Beregning av peler og finne aktuelle laster	11-15
11.03.2020	Møte med interne veiledere, konfigurere programmer	10-21
16.03.2020	Sette opp hjemmekontor	10-16
17.03.2020	Finner aktuelle laster på bru, tegner 2-D i Robot	12-18
18.03.2020	Testing av lastkombinasjoner og plassering av kjøretøy på bru	10-16+18-21
19.03.2020	Finner at det er gunstig å ha aksialkraft i ett opplager	13-18
23.03.2020	Telefonmøte om peler, forsøke egen beregning (forståelse)	12-19
Sum timer første side:		107

Ruben Skogli

Dato	Beskrivelse	Klokkeslett
25.03.2020	Visualiserer kobling og første utkast av ledd i akse B	12-21
26.03.2020	Finner notater i stål og leser NS-EN 1993-1-8	11-20
27.03.2020	Første beregning av konsept i mathcad	10-18
01.04.2020	Skypemøte	12-15
06.04.2020	Reviderer konseptet, legger inn skisse i Archicad	10-17
07.04.2020	Geoteknikk, telefon til IThomas Ulving, finne laster	10-22
08.04.2020	Beregning av laster på peler fra moment om landkar	10-18
09.04.2020	Påbegynner rapport og dokument, skriver utkast sammendrag	11-19
10.04.2020	Rapport, leser av resultater i robot, lager lastdiagram	12-20
11.04.2020	Dobbeltsjekker robot i mathcad, feilsøker	13-23
14.04.2020	Feilsøker mer, finner feil, robot mangler node i rett pkt	12-21
15.04.2020	Beregner alle laster i Mathcad, stoler ikke enda på Robot	13-22
16.04.2020	Robot er rett, fotsetter med stålkobling og detaljer	13-20
16.04.2020	Telefonmøte med Christofer Klevsjø	12-14
16.04.2020	Diskusjon av samtale med Christofer Klevsjø	14-15
17.04.2020	Tegner bru detaljert i Archicad, legger inn stålfuge etc	12-18 20-24
20.04.2020	Presenterer resultater i rapport, henter ut tegninger ACAD	14-21
21.04.2020	Fullfører stålkobling, den tåler det den skal.	12-19
22.04.2020	Jobber med dokument, legger inn kilder og rydder	14-21
23.04.2020	Jobb med dokument, tegner mer i ACAD	12-19
23.04.2020	Lager flere tegninger i Acad, ser over beregninger	13-18
24.04.2020	Jobber med områdekart i NGU, finner prøveborringer	12-18
25.04.2020	Finner dokumentasjon om bjelkebruer, leser tidl oppgaver	13-18
27.04.2020	Undersøker mer om området, finner ingen tegninger	12-19
28.04.2020	Skriver i rapport	14-19
29.04.2020	Jobber med å systematisere resultater, legger inn stål	12-18
30.04.2020	Forsøker å ta kontakt med vegvesenet, Tromsø kommune	12-18
04.05.2020	Opprettet kontakt med kristina jacobsen, utforme mail	13-16
05.05.2020	Lokalisere bru på kart, kontakt med Kristina Jacobsen	12-15
05.05.2020	Skrijving i dokument, legge inn mer dokumentasjon	12-20
07.05.2020	Dokumentasjon om nåværende tilstand i dokument	13-19
09.05.2020	Forståelse av utbredelse av laster etter HB R412	10-21
Sum timer andre side:		219

