

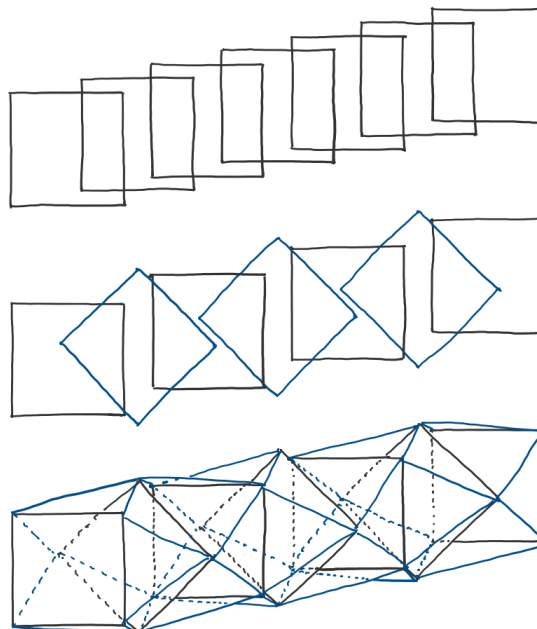
Haldis Sandøy Nærum

Konseptuell konstruksjonsdesign av gangbro med seilløp

Masteroppgave i Konstruksjonsteknikk

Veileder: Nils Erik Anders Rønnquist

Juni 2020



Haldis Sandøy Nærum

Konseptuell konstruksjonsdesign av gangbro med seilløp

Masteroppgave i Konstruksjonsteknikk
Veileder: Nils Erik Anders Rønnquist
Juni 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for konstruksjonsteknikk





MASTEROPPGAVE 2020

FAGOMRÅDE: Konseptuell konstruksjonsdesign	DATO: 10.06.20	ANTALL SIDER: 76 (+ 32 sider vedlegg)
--	----------------	--

TITTEL:

Konseptuell konstruksjonsdesign av gangbro med seilløp

Conceptual structural design of bascule pedestrian bridge

UTFØRT AV:

Haldis Sandøy Nærum



SAMMENDRAG:

Studiet denne rapporten omhandler ble initiert av ønsket om å gjennomføre et konseptutviklingsstudie av en fotgjengerbro, muligheten til å undersøke innovative og bærekraftige løsninger samt å levere et innslag til konferansen *Footbridge 2020* i september 2020 i Madrid. Rapporten diskuterer valg av kontekst, bakgrunn og problemstilling, den videre prosessen ved å utvikle to hovedkonsepter og bakgrunn for valg av disse samt design og analyse av et hoveddesign for den ene fotgjengerbroen. Bakgrunns- og utviklings- arbeidet ble utført i samarbeid med en annen student som i sin rapport analyserer og designer det andre av de to valgte konseptene, som diskuterer strekk som bæreprinsipp. Denne rapporten fokuserer på funksjon og design sett i sammenheng, og utvikler et konsept for design basert på den tekniske løsningen som ble utviklet for broens mulighet til å åpne og lukke seg.

Broer har lang historie for å spille en sentral rolle i arkitekturen i lokalområdet, og også i arkitektur- og konstruksjons-historien. Fotgjengerbroer utsettes ikke for betydelig nyttebelastning, og kan enten løse utfordringen med kryssing av en passasje svært enkelt, eller utnytte den lave belastningen til å videreutvikle erfaringer innenfor brodesign. Konferanser som *Footbridge* tilrettelegger og oppfordrer til å utfordre sistnevnte, og fostrer frem nye konseptuelle konstruksjonsdesign for fotgjengerbroer hvert år, selv om de fleste aldri bygges.

Denne rapporten har med utgangspunkt i påmelding til *Footbridge 2020* strebet å utvikle et annerledes konsept, og analysere dette med forskjellige forutsetninger for å gi konseptet et utgangspunkt for videre design og dimensjonering av en gangbro. Konstruksjonen er en fleraksjell fagverkskonstruksjon som utfordrer etablerte løsninger for åpning med å foreslå noe nytt og mekanisk. Den konseptuelle utviklingsfasen studerer trender innenfor broarkitektur og åpningsbroer, og utvikler et konsept for design som ikke ser ut til å være benyttet tidligere. Designet analyseres fra et konstruksjonsperspektiv og diskuteres og vurderes i forhold til optimalisering, bruk og bestandighet.

Mens studiet foregikk herjet det samtidig en pandemi i verden som tvang *Footbridge 2020* til å utsette konferansen, noe som førte til at innsending av artikkel til konferansen uteble.

FAGLÆRER: Nils Anders Rønquist

VEILEDER(E): Nils Erik Ander Rønquist, Marcin Luczkowski, Steinar Hillersøy Dyvik

UTFØRT VED: Institutt for konstruksjonsteknikk, NTNU

Forord

Denne masteroppgaven ble skrevet våren 2020 ved Institutt for Konstruksjonsteknikk ved Norges Tekniske- og Naturvitenskapelige Universitet, og inngår i en mastergrad i Bygg- og Miljøteknikk. Rapporten omhandler et arbeid utført over 20 uker, fra januar 2020 til juni 2020. Arbeidet er et uavhengig studie av en ingeniørs tilnærming til å utvikle et konseptuelt konstruksjonsdesign for en gangbro. Det har engasjert faglig kunnskap og ferdigheter innenfor prosjektering som er tilegnet gjennom hele mastergraden, og har tillatt bruk av kreativitet og interesse for arkitektur for brokonstruksjoner.

Jeg vil takke min veileder, Nils Erik Anders Rønnquist for veiledning og støtte underveis i arbeidet, Phd kandidat ved institutt for konstruksjonsteknikk, Marcin Luczkowski, for veiledning og bistand med de digitale konstruksjonstekniske analysene og Phd kandidat ved institutt for Arkitektur, Steinar Hillersøy Dyvik, for bistand med konseptstudiet og digital modellering. De to sistnevnte spesielt for innledende kurs i digitale hjelpemidler og tilgjengelighet tross høyt press på egne avklaringer. Jeg vil også takke min medstudent, Sone August K. Nøkland for givende og godt samarbeid i den kreative utviklingsfasen.

Under vårsemesteret 2020 var verden preget av en Pandemi, som førte til isolasjon og hjemmekontor store deler av semesteret. Tross dette vi hatt et fruktbart samarbeid og tilstrebet å tilrettelegge dette studiet til å kunne gjennomføres etter mål og ambisjoner. Den spesielle tiden har lagt igjen enkelte effekter i denne rapporten, som kreative løsninger for fotostudio og alternativ bruk av digitale hjelpemidler. En annerledes tilværelse krever innsats og løsningsorientering, og veileder, Phd- kandidater, NTNU og Institutt for Konstruksjonsteknikk har gjort mye for å støtte og legge til rette for progresjonen i dette arbeidet.

Til slutt vil jeg takke foreldrene mine, Ketil Nærum og Anne- Beth Sandøy for bistand med verktøy til modellbygging, tilgang til litteratur etter skolens nedstengning og tilrettelegging for alternativt hjemmekontor. Sammen med brødrene mine, Even Sandøy Nærum som har hjulpet med oppsett og skrive tekniske utfordringer, og Gaute Sandøy Nærum som har hjulpet meg med å bygge modell har de bidratt med motivasjon, sparring og korrekturlesning og vært verdifulle kollegaer.

Trondheim, juni 2020

Haldis Sandøy Nærum

Sammendrag

Studiet denne rapporten omhandler ble initiert av ønsket om å gjennomføre et konseptutviklingsstudie av en fotgjengerbro, muligheten til å undersøke innovative og bærekraftige løsninger samt å levere et innslag til konferansen *Footbridge 2020* i september 2020 i Madrid. Rapporten diskuterer valg av kontekst, bakgrunn og problemstilling, den videre prosessen ved å utvikle to hovedkonsepter og bakgrunn for valg av disse samt design og analyse av et hoveddesign for den ene fotgjengerbroen. Bakgrunns- og utviklings- arbeidet ble utført i samarbeid med en annen student som i sin rapport analyserer og designer det andre av de to valgte konseptene, som diskuterer strekk som bæreprinsipp. Denne rapporten fokuserer på funksjon og design sett i sammenheng, og utvikler et konsept for design basert på den tekniske løsningen som ble utviklet for broens mulighet til å åpne og lukke seg.

Broer har lang historie for å spille en sentral rolle i arkitekturen i lokalområdet, og også i arkitektur- og konstruksjons- historien. Fotgjengerbroer utsettes ikke for betydelig nyttebelastning, og kan enten løse utfordringen med krysning av en passasje svært enkelt, eller utnytte den lave belastningen til å videreutvikle erfaringer innenfor brodesign. Konferanser som *Footbridge* tilrettelegger og oppfordrer til å utfordre sistnevnte, og fostrer frem nye konseptuelle konstruksjonsdesign for fotgjengerbroer hvert år, selv om de fleste aldri bygges.

Denne rapporten har med utgangspunkt i påmelding til *Footbridge 2020* strebet å utvikle et annerledes konsept, og analysere dette med forskjellige forutsetninger for å gi konseptet et utgangspunkt for videre design og dimensjonering av en gangbro. Konstruksjonen er en fleraksiell fagverkskonstruksjon som utfordrer etablerte løsninger for åpning med å foreslå noe nytt og mekanisk. Den konseptuelle utviklingsfasen studerer trender innenfor broarkitektur og åpningsbroer, og utvikler et konsept for design som ikke ser ut til å være benyttet tidligere. Designet analyseres fra et konstruksjonsperspektiv og diskuteres og vurderes i forhold til optimalisering, bruk og bestandighet.

Mens studiet foregikk herjet det samtidig en pandemi i verden som tvang *Footbridge 2020* til å utsette konferansen, noe som førte til at innsending av artikkel til konferansen uteble.

Abstract

The study in this report was initiated by the desire to conduct a conceptual structural design of a pedestrian bridge, the opportunity to explore innovative and sustainable solutions, and to deliver a feature for the conference *Footbridge 2020* in September 2020 in Madrid. The report discuss the choice of context, background and problem, the further process of developing two main concepts and backgrounds for choosing these, as well as designing and analyzing a main concept for design of one pedestrian bridge. The background and development work was carried out in collaboration with another student, who in his report analyzes and designs the second of the two chosen concepts, which discusses stretch membrane as a structural principle. This report focuses on function and design in context, and develops a concept for design based on the technical solution that was developed for the bridge's mechanism to open and close.

Bridges have a long history of playing a central role in the architecture of the local area, and also in the history of architecture and construction. Pedestrian bridges are not subjected to significant utility loads, and can either solve the challenge of crossing a passage very easily, or utilize the low load to further develop bridge design. Conferences like *Footbridge* organize and encourage to challenge the latter, and foster new conceptual structural designs for pedestrian bridges each year, although most are never built.

This report, based on registration for *Footbridge 2020*, has endeavored to develop a rare concept, and analyze this with different conditions to give the concept a starting point for further design and dimensioning of a footbridge. The design is a multi-axial timber structure that challenges established solutions for opening by proposing something new and mechanical. Trends for bridge architecture and bascule bridges was studied, and further a concept for for a bridge was developed that does not appear to have been used previously. The design is analyzed from a design perspective and discussed and evaluated in terms of optimization, use and durability.

While the study was going on, there was also a pandemic in the world that forced *Footbridge 2020* to postpone the conference, leading to the failure to submit an article to the conference.

Innhold

Forord	iii
Sammendrag	iv
Abstract	v
Innhold	viii
Tabeller	ix
Figurer	xii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	1
1.3 Målsetning	2
1.4 Disposisjon	2
2 Teori og metode	5
2.1 Bruk av digitale verktøy	6
2.1.1 Rhinoceros 3D	6
2.1.2 Grasshopper	6
2.1.3 Robot Structural Analysis	6
2.2 Arbeidsflyt for et endelig design	7
3 Analyser og konsepter	9
3.1 Kontekst	9
3.1.1 Bakgrunn, behov og miljø	9
3.1.2 Inngang og beliggenhet	11
3.2 Studie av eksisterende broer med åpningsmekanismer	12
3.2.1 Klaffebroer	12
3.2.2 Roterende dekke	14
3.2.3 Rullebro	14
3.2.4 Alternative åpningsmekanismer og videre utforming	15

3.2.5	Konseptideer med fokus på åpningsmekanisme	17
3.3	Studie av bærestrukturer	20
3.3.1	Bæresystemer ved langt spenn	20
3.3.2	Buer	23
3.3.3	Tynne skall og nett	24
3.3.4	Underliggende bæring	26
3.3.5	Dekkeprofiler	27
3.3.6	Oppsummering og valg for design	28
3.4	Designutvikling	32
3.4.1	Rotasjon av broelementer og roterende åpning	33
4	Presentasjon og konstruksjonsanalyse av brodesign	35
4.1	Detaljer for design	35
4.1.1	Detaljer i design	37
4.1.2	Åpningsmekanismen	39
4.2	Informasjon i analysen	45
4.2.1	Bakgrunn for digital modell	45
4.2.2	Valg av analysemodell	46
4.2.3	Bakgrunn for analysemodell	47
4.3	Laster: tilfeller og kombinasjoner	49
4.3.1	Laster som oppstår	49
4.3.2	Kombinasjoner	53
4.4	Resultater	56
4.4.1	Deforasjoner	56
4.4.2	Egenfrekvens	57
4.4.3	Knekningsanalyse	58
4.4.4	Utnyttelse av staver	59
5	Diskusjon og oppsummering	67
5.1	Oppsummering	67
5.1.1	Evaluering av analysene	67
5.1.2	Evaluering av utviklet konsept	68
5.2	Anbefalinger	68
5.2.1	Evaluering av studiet	71
5.3	Forslag til videre arbeid	72
	Bibliography	73
A	Beregninger og notater for åpningsvidde	I
B	Detaljerte Resultater	III
B.1	Knekkoeffisienter	III
B.2	Lastkombinasjoner	IX
B.3	Resultater, Utnyttelse Analyse 4	X

Tabeller

3.1	Tabell over alternativer for åpning	19
3.2	En oversikt over de forskjellige konstruksjonsprinsippene	29
4.1	Analyse i Robot Structural analysis: Materialer og verdier	48
4.2	Laster	52
4.3	Lastkombinasjoner	54
4.4	Kritisk lastkoeffisienter	59
4.5	De høyeste utnyttelsene etter analyse 1	59
4.6	De høyeste utnyttelsene etter analyse 2	61
4.7	De høyeste utnyttelsene etter analyse 3	62
4.8	De høyeste utnyttelsene etter analyse 4	64
B.1	Konverteringstabell for lasttilfeller	IX

Figurer

3.1	Plassering av ny fastlandsforbindelse; Tønsberg-Nøtterøy vest. Perspektivtegner: (Dyrvik Arkitekter, 2019)	10
3.2	Kaldnes før, og nå	10
3.3	Broens beliggenhet er markert i rødt. Kartbakgrunn er hentet fra norgeskart.no	11
3.4	Jernbanebrua på Skansen	12
3.5	Pirbrua i Trondheim	13
3.6	Svingbrua på Skansen	14
3.7	Verftsbrua mellom Brattøra og Solsiden i Trondheim sentrum	15
3.8	Heatherwicks rolling bridge lukket, under åpning og åpen for båttrafikk (Michler, 2011)	15
3.9	Rotherhithe bridge under åpning. (EWPMarketing, 2015)	16
3.10	Gateshead Millennium Bridge (Davies, 2009)	17
3.11	Skisse av ideer til åpning	18
3.12	Ypsilon- brua i Drammen. (Arkitektnytt, 2008)	20
3.13	Skisse av designalternativer med langt spenn	21
3.14	Skisse av konsept med lengre spenn mot vest og mange pilarer over kanalen.	22
3.15	Skisse av designalternativer med parametriske buestrukturer	23
3.16	Skisse av designalternativer med skallkonstruksjoner som bæring	24
3.17	Skisse av designalternativer med skall som bæring, også med to påstigningsbaner fra Kaldnes	25
3.18	Skisse av nett som bæring, sett fra siden øverst, og sett ovenfra nederst.	25
3.19	Skisse av designalternativer med underliggende bæring, her i form av mange peler og et lengre spenn der broen skal åpnes.	26
3.20	Skisse av designalternativer med underliggende bæring, her i form av profiler støttet opp av fundamenter.	27
3.21	Skisse av idé om skallkonstruksjon i brobanen.	27
3.22	Skisse av idé om bro med dekke i strekk på tvers.	28
3.23	Skisse av idé om overbygd bro.	28
3.24	Konsept: overbygd bro med åpning ved utheving, sammenfolding eller skru.	31

3.25	Mulige tekniske åpningsmekanismer for en innrammet bro	32
3.26	Skisser fra designprosessen	33
4.1	Skisse som viser konsept for design.	36
4.2	Skisse som viser ideen bak broens understøtting.	36
4.3	Skisse som viser et forslag til hvordan glidelageret i broens ende kan løses. Det avsperrede forskyvningsrommet forsikrer at det ikke forekommer for store forskyvninger når broen er i åpen posisjon.	37
4.4	Skisse som viser brobanens plassering i profilene.	38
4.5	Grov skisse som viser første utkast til åpningsssituasjon med glidelager fra siden.	39
4.6	Grov skisse som viser åpningsssituasjon uten glidelager fra siden. Skissen illustrerer den endelige løsningen for analyse.	40
4.7	Grov skisse som viser stavenes rolle ved åpning av broen med fargekoder.	40
4.8	Skisser av kvadratens rotasjon ved åpning av broen.	41
4.9	Skisser av utkast for dekkets sammentrekning ved åpning av broen.	42
4.10	Fotografi av den fysiske modellen som representerer broen lukket.	43
4.11	Fotografier av en fysisk modell av broens åpningsdel lukket og under åpning.	44
4.12	Fotografi av de fysiske modellene tatt ovenfra.	44
4.13	Plot av fullstendig modell av broens design.	45
4.14	Statisk system med sammenhengende oppspent bjelke.	46
4.15	Statisk system med to utkragere.	47
4.16	Skjermdump av modell av broen med opplagere i Robot.	49
4.17	Skjermdump av modell av broen i Robot. Koordinatsystem i nedre venstre hjørne.	49
4.18	En bjelke med tre opplagere utsatt for en jevnt fordelt last.	52
4.19	Spektrum for vindlast over frekvensplanet (Van der Hoven, 1957).	55
4.20	Skjermdump av deformasjoner av hele konstruksjonen etter de fire analysene. Deformasjonene er vist i samme størrelsesorden, som er overdrevet for å fremheve mønsteret.	56
4.21	Plot av konstruksjonens egenfrekvens etter alle de fire analysene. Resultat i nedre høyre hjørne.	57
4.22	Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den første analysen.	60
4.23	Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den andre analysen.	61
4.24	Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den tredje analysen.	63
4.25	Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den fjerde analysen.	65
5.1	Skisse av alternativ plassering av broens plassering. Her, med fire skråstilte piler for hvert rette profil, markert i rødt.	69
5.2	Modell med avstivninger i dekket, markert i blått.	70
5.3	Modell med avstivninger i pilarene, markert i blått.	70
5.4	Detalj fotografi av fundamenter i farled under Pirbrua i Trondheim.	71
A.1	Beregninger og notater for åpningsvidde	II

Kapittel 1

Introduksjon

For å bestemme oppgavens problemstilling ble det nødvendig å gi broen en kontekst med tilhørende betingelser. Dette kapittelet presenterer den valgte konteksten, samt utfordringene og kravene som stilles til en fotgjengerbro i en slik kontekst. Målet med en kontekst ble å bestemme en geografisk plassering av broen slik at informasjon om størrelser, behov og motivasjon kunne tas i betraktning ved utvikling av konsept for design. Ved å dekke et reelt behov for en fotgjengerbro vil det også være mulig å inkludere aspekter ved design som broens uttrykk i bybildet, og hvilke muligheter det gir ved videre byutvikling.

1.1 Bakgrunn

Statens Vegvesen og Vestfold fylkeskommune har innstilt en fotgjengerbro mellom Tønsberg og Kaldnes vest, Nøtterøy. En fotgjengerbro med denne beliggenheten skal dekke en omtrent 300 meter lang krysning over sjø med 5-12 meters dybde. Broen skal kunne åpnes for båttrafikk, og ha en bredde på minimum 6 meter (Statens Vegvesen and Norconsult, 2019).

I innstillingen er det motivasjon for et utpreget design, slik at det endelige resultatet tar stor plass i bybildet og i fremtiden kan bidra i byens identitet.

I innstillingen til *Footbridge 2020* ble brodekke i tre, strekkmembraner, bærekraftighet og broens åpningsmekanisme nevnt som elementer i det kommende bidraget, og disse løftene sammen med rammebetingelsene i innstillingen fra Statens Vegvesen og Vestfold fylkeskommune la grunnlaget for denne oppgavens problemstilling og forskerspørsmål.

1.2 Problemstilling

Brokonseptet som utvikles i denne rapporten skal oppfylle innstillingen fra Statens Vegvesen og Vestfold fylkeskommune angående dimensjoner og funksjon. Den skal tilstrebe

å møte enkelte av premissene i innstillingen til *Footbridge 2020*, men ikke prioritere disse over funksjon og design. Ved en 300 meter lang krysning med mulighet for åpning vil det være nødvendig å inkludere flere prinsipper for kraftoverføring gjennom konstruksjonen. Med åpningen av broen som hovedutfordring skal resten av broens design bygge opp under muligheten for åpning. Oppgavens problemstilling er altså å utvikle et konsept for et design av en fotgjengerbro som estetisk binder sammen broens statiske og mekaniske deler.

1.3 Målsetning

Det skal utvikles et konsept for en gangbro og gjennomføres en konseptanalyse av dette fra et konstruksjonsteknisk ståsted. Utover arbeidet i denne rapporten vil det fortsatt gjenstå grundige analyser før gangbroen kan bygges, og denne rapporten skal ha overordnet utvikling og verifisering av konsept som hovedfokus. Detaljering av knutepunkt, vurdering av grunnforhold og kostnadsestimater er ikke inkludert.

Overordnede målsetninger for broens konsept:

- Broen skal kunne åpnes for båttrafikk, og dette skal ikke avsløres eller fravike det helhetlige uttrykket når broen er lukket.
- Broens design skal være gjennomført, stilrent og innovativt.
- Bruk av tre i bærende komponenter er ønskelig.
- Broens lengde åpner for å dele broen i flere sekvenser. I utgangspunktet var dette ikke ønskelig med hensyn til design, men med hensyn til lastfordeling og føring av krefter kan denne muligheten benyttes. Dette er ikke utelukket i designutviklingen.

1.4 Disposisjon

I tillegg til innledning består denne rapporten av fire kapitler:

Kapittel 2, *Teori og metode* presenterer teknisk bakgrunn for konseptutviklingen, kontekst, relevant teori bak materialvalg samt metode for videre utvikling av konsept, design og analyse.

Kapittel 3, *Analysen og konsepter* beskriver konseptutviklingsprosessen som fant sted i tidlig fase, samt hvilke vurderingskriterier som foreligger for designanalysen og relevant informasjon knyttet til valgt design.

Kapittel 4, *Presentasjon og konstruksjonsanalyse av brodesign* presenterer det valgte konseptet; en slank profilbro, med en teknisk åpningsfunksjon som ikke avsløres når broen ikke er åpen. Kapitlet inkluderer resultater fra den konstruksjonstekniske analysen som

foreligger, og presenterer verdier og detaljer som er brukt i analysen.

Kapittel 5, *diskusjon og oppsummering* oppsummerer hele studiet med diskusjoner, evalueringer og anbefalinger. I tillegg peker kapittel 5 på forslag til videre studier og analyser av både statisk del av broen og broens åpningsmekanisme, som må utføres for videre utvikling og verifisering av brokonseptet.

Kapittel 2

Teori og metode

Dette kapittelet vil introdusere metode brukt for å utvikle konsept for design, samt introdusere laster og lasttilfeller som vil forekomme på en fotgjengerbro med beliggenhet i Tønsberg.

I følge Professor Knut Samsset (Samsset, 2008) fokuserer en konseptanalyse på prosjektets *taktiske-* og *strategiske* ytelse. Taktisk ytelse representeres ved prosjektledelsens evne til å gjennomføre prosjektet innen rammene for kostnad, tid og kvalitet. Prosjektets strategiske ytelse omhandler den overordnede styringen; prosjektets levedyktighet og relevans over tid. Et vellykket prosjekt må i følge Samsset skåre høyt på både den taktiske ytelsen; å gjøre ting på den riktige måten og om ikke aller viktigst den strategiske ytelsen; å gjøre det riktige. Samsset mener det derfor er et paradoks at mediene oftest legger seg mest opp i tid og kostnadsrammene, fremfor å peke på de ofte større utfordringene knyttet til relevans og bestandighet. Konseptanalysen skissert ovenfor inngår ikke i denne oppgaven da dette er en hovedoppgave for institutt for konstruksjonsteknikk. Denne oppgaven etterprøver ikke Bypakken sin innstilling om ny gangbro over den 300m lange kanalen, vest for sentrum, men vil fokusere på det konstruksjonstekniske aspektet ved utviklingen av et konsept for en gangbro utover arbeidet som allerede er gjennomført av Statens vegvesen og Vestfold fylkeskommune.

Konseptanalysen i denne oppgaven vil vektlegge konstruksjonens evne til å bli:

- Konstruksjonsmessig begrunnet
- En innovativ teknisk løsning
- En arkitektonisk helhet i tråd med omgivelsene

2.1 Bruk av digitale verktøy

2.1.1 Rhinoceros 3D

Rhinoceros 3D er et visualiseringsverktøy som brukes til å visualisere modeller i 2D og 3D som er utviklet i et av de tilhørende programvarene som tilbys. I denne analysen er tilleggsprogrammet Grasshopper benyttet.

2.1.2 Grasshopper

Grasshopper er et modelleringsverktøy integrert i Rhinoseros 3D. Modelleringen utføres ved sammenkoblinger av relevante kommandofunksjoner som til sammen utgjør en grafisk modell. Denne form for modellering tillater en geometri som er basert på generelle kommandoer fremfor å manuelt tegne komponent for komponent. I dette studiet ble det utviklet en modell som bestod av svært mange knutepunkt og staver i en gjentakende geometri, og manuell modellering ville ikke bare vært tidkrevende, men også risikabelt i forhold til feil. Et modelleringsverktøy som sorterer noder og staver som er like, og som tillater kommandoer som gjelder for alle ønskede lister av informasjon reduserer risikoen for menneskelige feil, og sorterer informasjonen ryddig til videre bruk.

Konseptet for brodesignet ble utviklet analogt, og ideen ble etterprøvd digitalt i Grasshopper og Rhinoseros 3D. Grasshopper blir brukt som hovedverktøy utover analoge skisser og former til å utvikle en modell med detaljert geometri etter broens kriterier. Ved hjelp av disse digitale verktøyene ble endelig design etablert og grunnlag for modell til analyse opprettet, ved å lagre informasjon om modellens koordinater og elementer som videre skulle brukes til å etablere en modell for analyser i det digitale analyseprogrammet.

2.1.3 Robot Structural Analysis

Rapportens analyser ble hovedsakelig gjennomført i analyseprogrammet Robot Structural Analysis. Informasjon om koordinater og elementer fra modellen som ble utviklet i Grasshopper ble lagret, og implementert i en tilsvarende modell i Robot Structural Analysis. Her blir også informasjon om forbindelser, materialer og tverrsnitt inkludert og optimalisert etter konstruksjonens oppførsel i analysene.

Statisk analyse

Robot Structural Analysis baserer analyser i oppgaven hovedsakelig på Eurokode 5 (Standard Norge, 2010).

Modale analysemetoder

Den modale analysen baserer seg på *egenverdi*problemet, definert i ligning 2.1:

$$\frac{K}{M} = \omega_k^2 \quad (2.1)$$

Der:

- ω_k^2 er egenverdien, og ω_k er egenfrekvensen.
- K er stivhetsmatrisen til konstruksjonen.
- M er massematrisen til konstruksjonen.

Programmet henter selv informasjon om konstruksjonens stivhet (K) og masse (M) til å utføre beregningene basert på materialene og geometrien som benyttes. Det er egenfrekvensen (ω_k) som leveres som resultat.

Knekningsanalyse

Robot Structural Analysis baserer knekningsanalysen på egenverdiproblemet, presentert ovenfor. I en knekningsanalyse angis det manuelt et antall knekningsmoder, og programmet bestemmer koeffisienter for kritisk last. Resultatet for kritisk knekklast som kommer ut av analysen henviser til Eulerlast, beskrevet i ligning 2.2

$$P_k = \pi^2 \frac{EI}{L^2} \quad (2.2)$$

Der:

- P_k er kritisk knekklast som programmet gir som resultat etter knekningsanalysen.
- E er materialets elastisitetsmodul.
- I er 2. arealmoment til stavens tverrsnitt.
- L er stavens lengde.

Robot Structural Analysis angir risikoen for knekning som en kritisk lastkoeffisient som lasten i staven må ganges med for å oppnå knekning:

$$\frac{P_k}{P} = \textit{kritisk lastkoeffisient} \quad (2.3)$$

Knekning er kun et problem dersom brøken i ligning 2.3 er mindre enn 1, altså hvis lasten staven utsettes for er større enn stavens kritisk knekklast.

2.2 Arbeidsflyt for et endelig design

I første fase av studiet ble kontekst for en fotgjengerbro etablert, og utfordringer til denne identifisert. Overordnede målsetninger ble bestemt deretter, og med kontekst og overordnede målsetninger etablert begynte idemyldringen og konseptstudiet. Til inspirasjon

ble det studert konsepter for broer både lokalt i Trondheim, og via litteratur, nettsider og innslag til tidligere brokonferanser. Ut fra dette ble det skissert opp muligheter for åpningsmekanismer, muligheter for bæreprinsipper, og forskjellige sammensetninger av disse.

Neste fase ble valg av konsept for design. Det valgte konseptet utfordrer åpningsmekanismens rolle i broens design, og prioriterer teknologien bak en innovativ åpning som hovedretning for broens helhetlige arkitektoniske uttrykk. Denne rapporten omhandler dette konseptets videre designutvikling og analyse, men konseptet ble ikke sendt inn til konferansen *Foot-bridge 2020* i Madrid.

Arbeidet med å gå fra konsept til design ble gjennomført både analogt og digitalt. Med åpningsmekanisme som hovedprioritet for broens endelige design ble det eksperimentert med former og figurer og tilsvarende mekaniske funksjoner ble undersøkt for å bestemme form og mønster i bærekomponentene. For broens statiske design ble mønster forsøkt ferdigutviklet analogt, mens form og geometri ble utviklet digitalt. Til slutt ble det bygget en fysisk modell som viser mekanismen ved åpning og lukking av broen.

Den digitale modellen ble benyttet til å utføre en overordnet konstruksjonsteknisk analyse av konseptet gjennom 4 analyser med forskjellige sammensetninger av material- og tverrsnittsverdier for konstruksjonen. Resultatene fra analysene ble diskutert og inkludert i en helhetsvurdering av konseptet. Dette ble utgangspunkt for anbefaling i forhold til videre arbeid.

Kapittel 3

Analyser og konsepter

3.1 Kontekst

3.1.1 Bakgrunn, behov og miljø

Vestfold fylkeskommune offentliggjorde i september 2019 en ny *Interkommunal kommunedelplan for gang- sykkel og kollektivtransport*, herved kalt *Bypakken*, med den hensikt å bygge et helhetlig transportsystem som er miljøvennlig, robust og effektivt for Tønsberg og Nøtterøy (Statens Vegvesen and Norconsult, 2019). Bypakken er et samarbeidsprosjekt mellom Vestfold fylkeskommune, Tønsberg og Færder kommune, med Statens vegvesen og Norconsult som faglig instans. En arbeidsgruppe innstilte en ny bruforbindelse mellom Kaldnes vest og Tollbodbygga (sentrum vest i Tønsberg). Dette er det fremste punktet i intensjonsavtalen om ny fastlandsforbindelse som skal styrke transport på vestsiden av Nøtterøy og vest for sentrum hvor det foreligger vekstpotensial. Den øverste broen i figur 3.1 er en illustrasjon av plasseringen av en ny fastlandsforbindelse. Figuren viser også et utkast til fremtidig boligutvikling for Kaldnes vest hvor det i dag befinner seg et industriområde.



Figur 3.1: Plassering av ny fastlandsforbindelse; Tønsberg-Nøtterøy vest. Perspektivtegner: (Dyrvik Arkitekter, 2019)

Dagens syklister og fotgjengere bruker Kanalbroen (1957) ved kanalens ytre halvdel og Kaldnesbroen (2005), plassert midt i kanalen til krysning av kanalen. Bypakkens arbeidsgruppe ønsker et tilbud for gående og syklende langs begge ender av kanalen, som knytter broene sammen med attraktive sjønære områder og flere muligheter for bynær rekreasjon (Statens Vegvesen and Norconsult, 2019). Kaldnes har de siste 20-årene vært i betydelig endring, fra en over hundre år lang industriepoke frem til 2003; da dagens leilighetsbebyggelse startet (Kirsebom, 2003). Figur 3.2 illustrerer skiftet fra Kaldnes Mekaniske Verksted (1899-1994) til Selvaag sine nye og fremtidige leilighetsblokker på Kaldnes Vest.



(a) Gamle Kaldnes (Kirsebom, 2010)

(b) Boligutviklingen på Kaldnes (Selvaag, 2020)

Figur 3.2: Kaldnes før, og nå

Det politiske miljøet i Vestfold ønsker å gå videre med ideen om en ny gangbroforbindelse mellom Kaldnes vest og Tønsberg brygge. Bypakkens hovedrapport innstiller ny gangbro vest for sentrum som deres foretrukne alternativ ved å argumentere for den samfunnsøkonomiske verdiskapningen for både bysiden og Kaldnes.

3.1.2 Inngang og beliggenhet

Broens østlige inngang er midt i Tønsberg sentrum, og mulighetene for flere innganger på denne siden, eller å plassere denne lenger nord, vil være begrenset. Etter planene beskrevet i Bypakken fremkommer det som mest hensiktsmessig å plassere broens østlige inngangsparti rett sør for brygga i Tønsberg, se figur 3.3. Ved broens vestlige inngang er mulighetene større, og alternativer med flere inngangsramper på denne siden har vært en sentral del av konseptutviklingsprosessen. Ideen baserer seg på en naturlig bevegelse ut over elven fra alle deler av Kaldnes. Tilnærmet alle designforslag og skisser gjennom konseptutviklingsfasen kan tilpasses både én og to innganger fra vest, men et utgangspunkt med to innganger inspirerte flere av ideene til bæresystem som presenteres i neste avsnitt.



(a) En inngang i vest

(b) To innganger i vest

Figur 3.3: Broens beliggenhet er markert i rødt. Kartbakgrunn er hentet fra norgeskart.no

Både med en og to innganger til broen i vest vil det være mulig å utvikle et konsept som har en brobane som ikke er horisontalt rett, eksempelvis med en tilsvarende bue som Gateshead Millennium Bridge, vist i figur 3.10. En tidligere masteroppgave ved Institutt for konstruksjonsteknikk, (Lind and Hagestande, 2017) handler om design og analyse av en bro som har flere prinsipper som også finnes i Gateshead Millennium Bridge, og utdyper utfordringene knyttet til disse, blandt annet dekkets horisontale utsving og den skrått oppstøttende buen. Erfaringene fra denne rapporten er tatt i betraktning gjennom hele designfasen, sett i sammenheng med at fotgjengere og syklistere streber etter å ta raskeste vei. En svingende bru vil oppleves av brukere som ineffektiv, samtidig som den er omfattende å prosjektere. Et dekke med sving er likevel ikke helt utelukket gjennom designprosessen, spesielt når det kommer til flere innganger, men utfordringene det vil føre med seg er tatt i betraktning.

Plassering av broens åpning for seilingsbredde vil foregå i området der vannet er mørkest på figur 3.3, da dette representerer kanalens område for ferdsel. Ved plassering i midten av det mørkeste området vil åpning i størst grad treffe traseen etter den nærmeste broens åpning slik at trafikk som krysser begge broene kan seile forbi begge med rett kurs.

3.2 Studie av eksisterende broer med åpningsmekanismer

Designprosessen startet med et omfattende kreativt arbeid som skulle resultere i 1-3 konsepter for videre analyser. Til inspirasjon i denne prosessen ble det sett på lokale bruer i Trondheimsområdet, designforslag til konferansen *Footbridge 2017* i Berlin samt tegninger, bilder og former som var å finne på Google og Pinterest. De overordnede utfordringene som skulle møtes var broens lengde, at broen skal kunne åpnes, tilpasning til behov og bruk samt estetisk fremtoning i bybildet. Disse utfordringene ble i første omgang sett på isolert, før de senere ble satt sammen til helhetlige konseptforslag for design.

Bare i Trondheim finnes det et mangfold av åpningsmekanismer for broer; og spesielt tre løsninger er ytterligere studert og brukes som grunnlag til inspirasjon i dette studiet. Utover de lokale bruene i Trondheim sentrum ble det hentet inspirasjon fra andre kilder, disse er også presentert i dette avsnittet.

3.2.1 Klaffebroer

En vanlig åpningsfunksjon er at en eller to utkragende deler av broen vippes opp ved hjelp av en motvekt. Jernbanebroen på Skansen i Trondheim har et teknisk design der teknikken bak åpningsfunksjonen har lagt føring for hele broens utforming. Figur 3.4 viser broen lukket i 3.4a og åpen i 3.4b.



(a) Lukket

(b) Åpen for båttrafikk

Figur 3.4: Jernbanebrua på Skansen

Teknologien bak denne løsningen baserer seg på et lodd som motvekt til vekten av den utkragende broen. Ved initiering av åpning hjelpes broen forbi likevekt til en situasjon der kraften fra loddet er større enn kraften fra vekten av broens utkragende del, og tyngdekraften vil utføre resten av bevegelsen.

En annen klaffebro i Trondheim er Pirbrua, vist i figur 3.5. Denne broen har firefelts- bilvei i tillegg til gang- og sykkelvei, og åpnes sjelden for båttrafikk. Dette er dels grunnet behovet for trafikk over brua, og dels grunnet det sjeldne behovet for passering for store båter.

Pirbrua består av flere sekvenser; klaffen, som er en bevegelig del som kan åpnes og statiske tilhørende deler på begge sider av klaffen som er understøttet av piler. Bæresystemet i de to delene av broen er forskjellige, noe som også kommer frem i arkitekturen.



(a) Lukket

(b) Åpen for båttrafikk, Foto: (Trondheim havn, 2009)

Figur 3.5: Pirbrua i Trondheim

Klaffebruer har ingen begrenset seilingshøyde da de åpner helt opp i høyden. De to nevnte eksemplene er massive konstruksjoner som skal holde enten to spor med jernbane eller fire felt med bilvei og kravene til statikk er deretter. Jernbanebrua på Skansen har vesentlig bredere seilingsbredde enn Pirbrua, og dermed også en større utkraget ved initiering av åpning. Konstruksjonen bak motvekten er svært synlig og står for arkitekturen i konstruksjonene. Ved begge broene er det muligheten for åpning som preger broens design.

3.2.2 Roterende dekke

Ideen om en bro som roterer horisontalt kom fra ønsket om en lang, lav og slank brokonstruksjon. Dersom et konsept som baserer seg på å bygge i høyden ble uønsket, kunne en dobbelt utragende del som er selvbærende med mulighet for horisontal rotering løse åpningsutfordringen. En slik åpningsmekanisme finnes allerede i Trondheim, på Svingbroen på Skansen, se figur 3.6.



Figur 3.6: Svingbrua på Skansen

Konteksten rundt Svingbroen på Skansen har flere fellestrekk med konteksten til en ny bro mellom Tønsberg og Nøtterøy; den er lang med mulighet til kontinuerlig understøtte, det er behov for passering av småbåter, fritidsbåter og seilbåter og den bidrar til arkitekturen i byen. broen beveger seg i flere retninger, noe som gjør den lenger enn nødvendig, men gjør rotasjonsmekanismen mulig og aktuell. Estetisk er det interessant med en slik åpningsfunksjon, som ikke fremstår som den vanligste måten å åpne en bro for båttrafikk. Gjennom studie av broen kom det frem at broen stadig trenger vedlikehold og reparasjon. Ifølge Adressa var broen stengt for gang- og sykkeltrafikk store deler av sommeren 2019 grunnet en ødelagt løftesyndler (Husby, 2019). Svingbroen på Skansen var Norges første svingbro som ble bygget på 50 år (Vegdirektoratet, 2014), så det finnes lite erfaring i Norge med svingbruer utover denne. Et konsept med rotasjon som åpningsprinsipp vil måtte undersøke grundigere problemer med en slik åpning, og hvordan lange perioder med stengt bro kan unngås.

3.2.3 Rullebro

En annen bro i Trondheim som også har flere fellestrekk med broen som skal designes i dette studiet er Verftsbrua som går mellom sentrum og Solsiden, se figur 3.7. Den er også lang, er understøttet kontinuerlig og bidrar til arkitekturen i byen, i tillegg til at den må åpnes for båttrafikk. Åpningsmekanismen i denne broen er også horisontal, med et dekke som skyves inn i broen ved åpning, en mekanisme som kjennetegner rullebroer. Når broen er lukket er det tilnærmet usynlig at den kan åpnes utover at broens bue ikke er kontinuerlig.

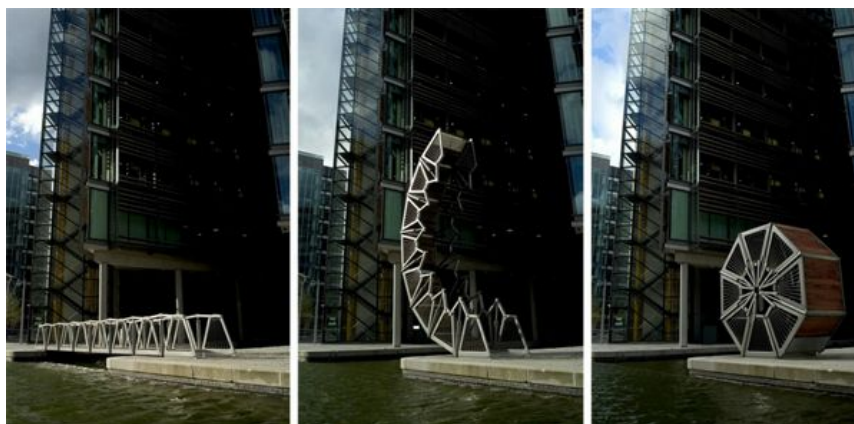


Figur 3.7: Verftsbrua mellom Brattøra og Solsiden i Trondheim sentrum

Mekanismen virker forholdsvis enkel; det er ingen deler som skal løftes opp og konstruksjonen har ingen voldsomme motvektslodd. Utkrageren som skyves inn tar liten plass ved full åpning, og seilingshøyde er ikke begrenset.

3.2.4 Alternative åpningsmekanismer og videre utforming

En bro kan tilpasse åpningsmekanisme etter design, eller tilpasse design etter åpningsmekanisme. Verftsbrua har tilpasset åpningsmekanismen etter design ved å tilstrebe å gjøre den usynlig. I kontrast har Jernbanebroen på Skansen et utpreget design som holder mekanismen for åpning i fokus. Gjennom konseptutviklingen ble det eksperimentert videre med åpningsmekanismer som er innovative og som kan legge videre føringer for design. Utover klaffebroer, roterende brodekke og rullebroer ble det undersøkt noen flere løsninger for åpning som spiller en viktig rolle i broens design, og nedenfor følger en rekke figurer som er brukt til inspirasjon.



Figur 3.8: Heatherwicks rolling bridge lukket, under åpning og åpen for båttrafikk (Michler, 2011)

Heatherwicks rolling bridge er et eksempel som ble studert, se figur 3.8. Små utvidelsessylindere i broens rekkverk bidrar til broens sammenrulling. Den har en monumentisk fremtoning sammenrullet, samt et enkelt design utrullet. Det som er spesielt med denne broen er at både åpen og lukket posisjon kan oppleves som broens utgangsposisjon. Løsningen er innovativ og interessant, er den eneste av sitt slag og det er enkelheten i statikken som gjør broen spennende. Det korte spennet, samt fundament på begge sider av broen gjør de konstruksjonsmessige utfordringene gjennomførbare uten pilarer eller massive bæreelementer og samme prinsipp kan være mer utfordrende å utføre på lengre broer som bare skal åpne en liten del.



Figur 3.9: Rotherhithe bridge under åpning. (EWPMarketing, 2015)

Thames boomerang bridge, Eller Rotherhithe bridge, har to massive profiler som er formet som bomeranger, og broen åpnes ved at disse vippes. Det er en variant av klaffebro, og også i dette eksempelet er det broens åpningsmekanisme som definerer designet. broen er vist i figur 3.9 som viser den under åpning. Skråstag som bærende elementer er benyttet og tillater langt spenn og stor seilingsbredde. Som alle broene nevnt til nå kan også denne åpne helt slik at seilingshøyde ikke er begrenset.

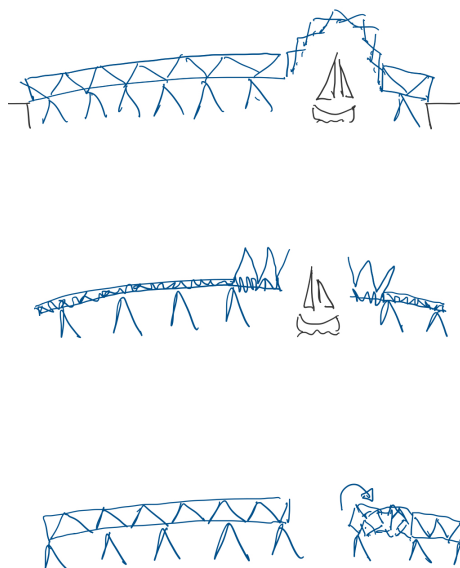


Figur 3.10: Gateshead Millennium Bridge (Davies, 2009)

Figur 3.10 viser Gateshead Millennium Bridge, som er verdens første bro som åpnes ved å vippe sidelengs (Rambøll). Den buede brobanen er hengt opp og balansert av en skråstilt bærebue. Broen tippes slik at den utsvingte brobanen løftes opp, og bærebuen vipper nedover og sammen etablerer de to elementene en større seilingshøyde. Dette er en måte å åpne kombinerte buekonstruksjoner på, da disse i utgangspunktet er avhengige av kontinuerlige aksialkrefter i brobanen som ikke avsluttes ved åpning av broen. Likevel er seilingshøyde begrenset, og det stilles krav til utsving og størrelse på broen for optimal seilingshøyde ved full åpning. Ved slike utfordringer kan det være heldig å lage føringer for passasje i vannet, slik at fartøy ledes til å seile under der broen er høyest. Dette kan bidra til å beskytte konstruksjonen mot kollisjon fra fartøy. Det er svært synlig i figur 3.10 hvordan dette er løst, men det blir benyttet i flere av de øvrige åpningsbroene undersøkt i dette studiet.

3.2.5 Konseptideer med fokus på åpningsmekanisme

Basert på studiet av åpningsmekanismer som ble presentert i forrige avsnitt ble det eksperimentert med konsepter som prioriterer mekanismen bak åpning av broen. Prinsippet der broens arkitektoniske, strukturelle og funksjonelle elementer bidrar til bevegelse ved åpning, slik som i Heatherwicks Rolling Bridge, ble utforsket ytterligere. Prinsippet med rulling vil bli for likt Heatherwicks, men kan en bro utvide seg, trekke seg sammen eller brettes? Med utgangspunkt i et tilsvarende overbygd design som i Jernbanebrua på Skansen ble det eksperimentert med bevegende elementer, og figur 3.11 viser flere enkle skisser av hvordan et enkelt utgangspunkt kan åpnes på flere måter.



Figur 3.11: Skisse av ideer til åpning

Ideene skissert i figur 3.11 vil kreve bevegelse i mange ledd av broprofilen ved åpning. Den øverste bryter ikke opp brobanen, og kan videreføre aksialkrefter selv ved åpning. Disse vil derimot endre seg ved åpning og lukking og en kontinuerlig brobane som hever seg vil også ha en begrensning i seilingshøyde, slik som Gateshead Millennium Bridge. De to andre ideene vil kutte brobanen, og ikke kunne overføre aksialkrefter, men vil ved åpning ha store utkragende deler å bære på.

Skisse nummer to kan sammenlignes litt med Heatherwicks rolling bridge, med en brobane som deles opp i ledd som foldes sammen. Ved en slik åpning vil mekanismene i Heatherwicks studeres og brukes som inspirasjon til bruk av elementer i rekkverk som sylindere som initierer bevegelsen. En slik bevegelse kan også lene seg på en skinne eller en form for glidelager slik at de sammenfoldete brodelene ikke krager ut når broen er fullt åpnet. Det samme gjelder for den tredje skissen, som illustrerer en sammentrekning ved rotasjon av broleddene. Her vil det være elementer i bæreprøflet som utløser bevegelsen ved å trekke seg sammen eller utvide seg.

Alle tre ideene vil kreve en utredning av hvordan brobanen skal håndteres, altså om dekket også skal ha tilsvarende ledd som overbygningen og foldes sammen, eller om åpningsprinsippet i utgangspunktet skal være tilsvarende som rullebro, men at forskyvningen av dekket initieres av bevegelse i overbygningen.

Tabell 3.1 viser en oppsummering av de ovennevnte åpningsmekanismene og overordnede fordeler og ulemper med hver.

Tabell 3.1: Tabell over alternativer for åpning

Kategori	Vurdering	Skisse
Klaffebro	Tillater ubegrenset seilingshøyde og krever bevegelse i få elementer. Sammenhengende seilingsbredde blir tilnærmet like stor som lengden på utkragende brodeler. Prinsippet er effektivt ved passering av store båter med behov for stor seilingsbredde og -høyde. Det finnes mye erfaring med bruk av prinsippet, og disse er gode.	
Roterende dekke	Tillater ubegrenset seilingshøyde og krever bevegelse i få elementer. Sammenhengende seilingsbredde blir betydelig mindre enn lengden på utkragende brodeler. Det er bygd minst én bro med bruk av prinsippet, og for Svingbrua på Skansen var prinsippet problematisk i drift. Prinsippet er effektivt ved passering av seilbåter i kanaler eller områder med lav fart; der det er behov for liten seilingsbredde og stor seilingshøyde. Kan være interessant med ytterligere studier og varianter av prinsippet.	
Rullebro	Tillater ubegrenset seilingshøyde, men krever bevegelse over stort areal. Åpningen er diskret, og sammenhengende seilingsbredde blir tilnærmet like stor som lengden på utkragende brodeler. Kan brukes ved slanke og lettvektskonstruksjoner, og det er bygd minst én bro med bruk av prinsippet.	
Oppheving	Seilingshøyde er begrenset, og prinsippet krever bevegelse i mange ledd. Åpningen håndterer aksialkrefter i konstruksjonen både i åpen og lukket posisjon, og prinsippet inkluderer ingen utkragere.	
Folding av dekke	Tillater ubegrenset seilingshøyde, men krever bevegelse i mange ledd. Det finnes noe erfaring på bruk av prinsippet, eller alternativer til bruk av prinsippet. Tillater mindre seilingsbredde enn bevegelig del av broen.	
Åpning ved skru	Tillater ubegrenset seilingshøyde, men krever bevegelse i mange ledd. Tillater mindre seilingsbredde enn bevegelig del av broen. Det finnes lite erfaring på bruk av prinsippet, og det har ikke forekommet i eksisterende broer vurdert gjennom dette studiet.	

3.3 Studie av bærestrukturer

Når det kommer til konsept for broens design ble det eksperimentert med forskjellige prinsipper for bæring. Inspirasjon fra alternative åpningsmekanismer fra forrige avsnitt er brukt både til nye konseptideer, og som utgangspunkt for konsept. Idéen om to innganger i vest er også tatt med videre, og nedenfor følger en del skisser og ideer som har kommet frem gjennom designprosessen. Valg av åpningsmekanisme i sammenheng med design er på mange av skissene tilfeldig og ingen mål eller utregninger er presisert. Kun enkel statikk er tatt i betraktning på dette stadiet. De forskjellige konseptforslagene er forsøkt sortert etter kilde til inspirasjon, og det er gjort en grov formening om fordeler og ulemper ved de forskjellige ideene.

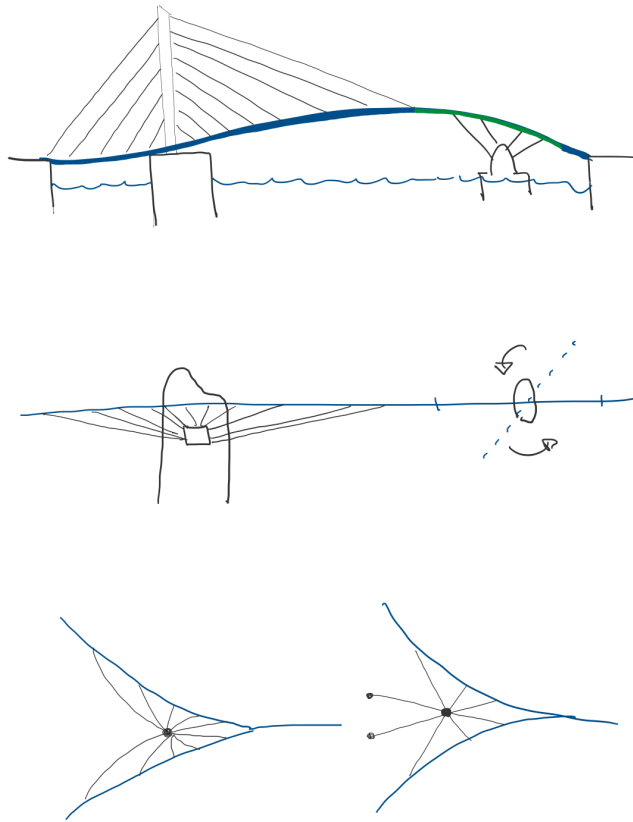
3.3.1 Bæresystemer ved langt spenn

broen som skal utvikles er svært lang, noe som gir plass til lange spenn. Broer med frem-tredende bæring i høyden tar mye plass i bybildet og er flotte og majestetiske hvis de blir bra. En idé er at både bæring og åpning løses med aksialstag; altså lage en variant av en skråstagbru, med en vippeåpning som åpnes enten ved strekkstag som trekker seg sammen, eller trykkstaver som utvider seg. Åpningen her kan også løses med rotasjon av en del av dekket.

Figur 3.13 viser skisser av varianter av skråstag både med en og to inngangsramper ved Kaldnes. Spesielt ideen med to inngangsramper har likhetstrekk med Ypsilon- broen som ble åpnet i Drammen i 2008, se figur 3.12, en fotgjengerbro som har fått en monumentisk plass i bybildet i Drammen. Ypsilonbrua har et lengste spenn er på 90 meter, og broen kan ikke åpnes for båttrafikk (Arkitektnytt, 2008).

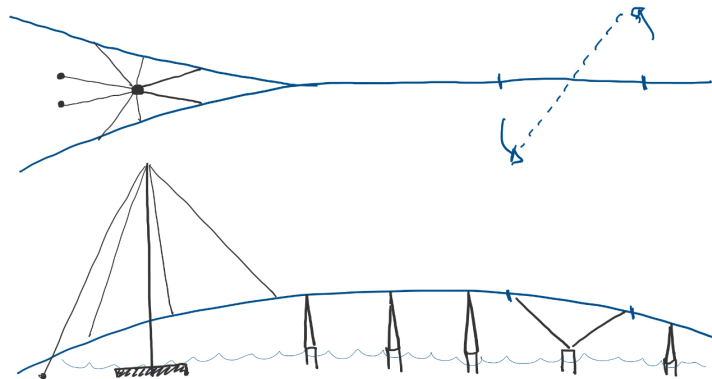


Figur 3.12: Ypsilon- brua i Drammen. (Arkitektnytt, 2008)



Figur 3.13: Skisse av designalternativer med langt spenn

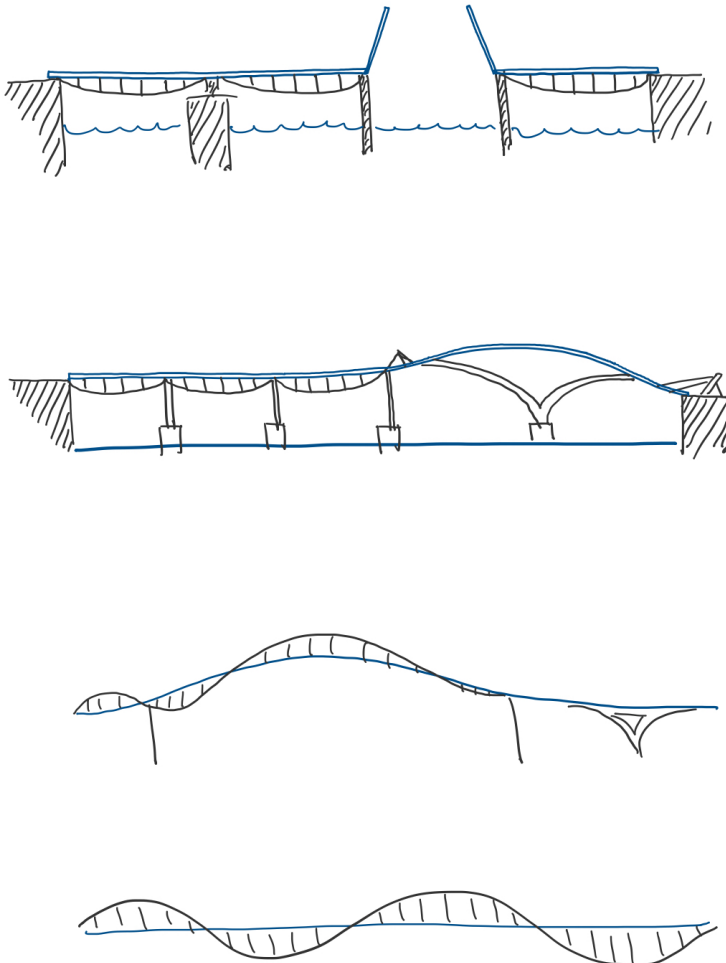
Utfordringen med et slikt design i denne konteksten er det lange spennets relevans, da kanalen er grunn nok til å understøtte broens lengde med mange pilarer. Spennet som kommer frem i skissene blir på over 100 meter dersom det ikke settes inn flere pilarer, og ved spenn helt ut til broens åpningsdel vil det forekomme store utkragere, både som kan åpnes og fra broens statiske ubevegelige del. En bro med langt spenn som strekker seg utover hele lengden som er nødvendig mellom Tønsberg og Nøtterøy vil måtte deles opp i flere spenn og flere sekvenser, en for hvert spenn og en for åpningsdel. Selv om lange spenn og skråstagbæring ikke ble tatt med videre ble ideen om at broens Y-del bæres vertikalt ved hjelp av én søyle, slik nederste skisse i figur 3.13 viser tatt med videre. Dette ble en del av flere eksperimenter med mange pilarer i kanalen, mens de to inngangsløpene har lange spenn, se figur 3.14. Denne er slank, enkel, spennende og er heller ikke for lik Ypsilon i Drammen.



Figur 3.14: Skisse av konsept med lengre spenn mot vest og mange pilarer over kanalen.

3.3.2 Buer

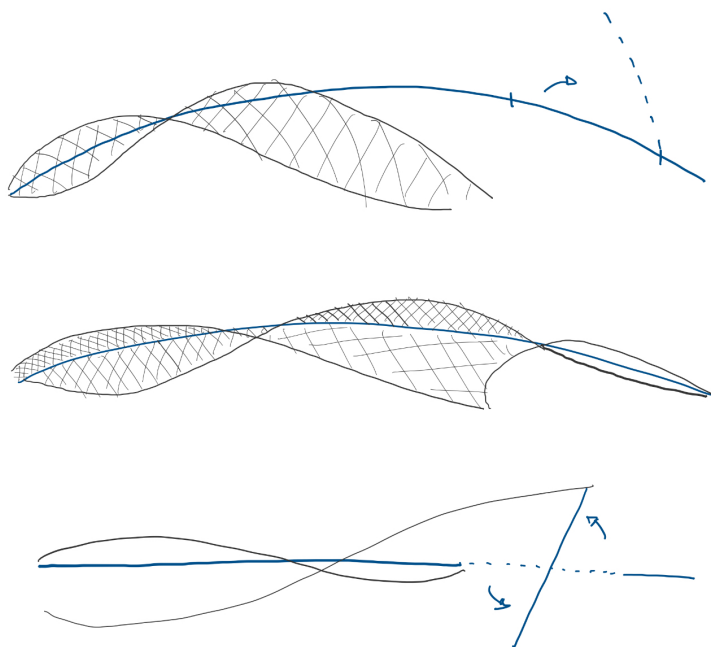
Et annet bærekonsept som ble utforsket er buer. Ved en buekonstruksjon kreves det håndtering av aksialkrefter i brodekket, og åpningsmekanismen ble raskt en utfordring. Likevel ble det eksperimentert litt med forskjellige former som både stopper før broens åpningsdel og inkluderer den, og figur 3.15 viser skissene som inkluderer buer som bæreprinsipp. Grunnet utfordringene knyttet til broens lengde og åpningsdel ble det ikke arbeidet videre med buer.



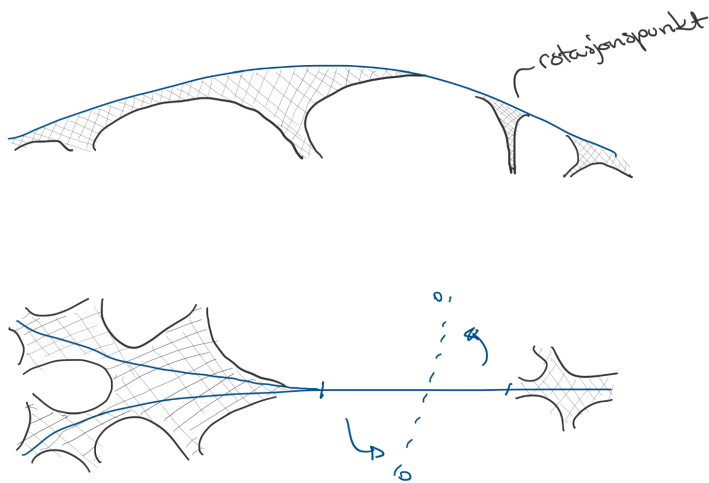
Figur 3.15: Skisse av designalternativer med parametriske buestrukturer

3.3.3 Tynne skall og nett

Det finnes mange tidligere masteroppgaver innenfor konseptuell konstruksjonsdesign som handler om konstruksjoner av tynne skall, og disse studiene inspirerte til å se på tynne skall som bærende form for en fotgjengerbro. Utfordringen med tynne skall som bæring er åpningsdelen, hvordan skallet skal fundamenteres i vannet og lastens virkning på brobanen. Skallkonstruksjoner fungerer dårlig under punkt- og linjelaster, men spørsmålet om en skallbro er mulig består likevel. Historisk har prinsippet med membrankrefter som oppstår i skall blitt brukt i brokonstruksjoner i lang tid, da det er dette prinsippet som fungerer i de gamle buebroene av steinblokker i trykk. Når det gjelder tynne skall var det mangel på eksempler på hvordan dette har blitt gjort tidligere, utover arkitekt- tegninger og -skisser som dukket opp gjennom søk på internett. Figur 3.16 og 3.17 viser skisser av ideer for hvordan en fotgjengerbro kan utføres med bærende skall, både med ett og to inngangsløp mot Kaldnes og med roterende dekke eller vipning som åpningsmekanisme. Figurene inneholder kun skisser, hvorav den nederste skissen på hver figur er en illustrasjon av hvordan det kan utformes sett ovenfra, og de øvrige skissene er sett fra siden.

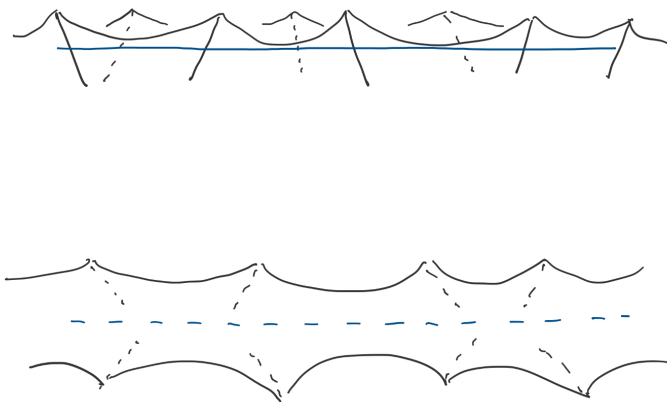


Figur 3.16: Skisse av designalternativer med skallkonstruksjoner som bæring



Figur 3.17: Skisse av designalternativer med skall som bæring, også med to påstigningsbaner fra Kaldnes

Dersom tynne skall kan vurderes som bru, kan også skallets motsetning, nettet, vurderes. I stedet for at aksialkreftene (membrankreftene) som oppstår er trykkrefter som holder konstruksjonen oppe, vil det oppstå strekkrefter som holdes oppe langs sidekantene. Figur 3.18 viser en skisse av et nett som bæring for en fotgjengerbro, både ovenfra og fra siden. Et nett som bærestruktur for en fotgjengerbro vil oppføre seg tilnærmet som en hengekøye, og kan stives av ved oppstramning.

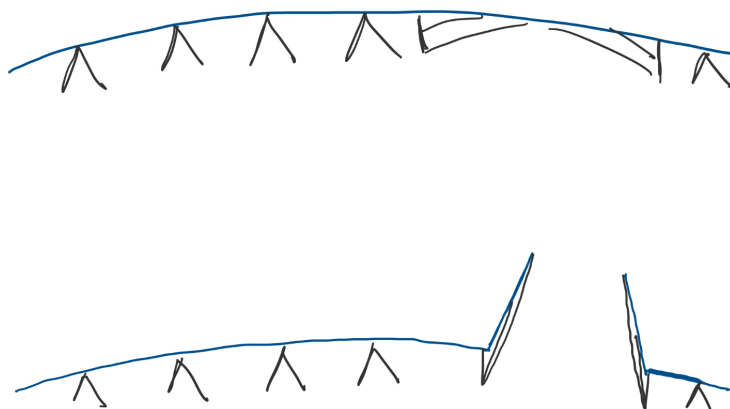


Figur 3.18: Skisse av nett som bæring, sett fra siden øverst, og sett ovenfra nederst.

Både konstruksjoner med nett og skall har mye aksialkrefter og utfordringer med slike konstruksjoner blir å håndtere disse aksialkreftene ved broens åpningsdel. Aksialmembranen må stoppe før åpningsdelen, slik at det ikke overføres noen krefter hit, og et sammenhengende design for åpningsdelen og resten av broen var dermed utfordrende. Det ble undersøkt om det er mulig å sette to broer inntil hverandre, en som kan rotere, brettes sammen eller vippes opp og en som er den faste delen av broen. En annen utfordring er naturlige bevegelser i materialene med hensyn til temperatur og forskyvninger. Aksialmembraner med aksialkrefter i flere retninger kan ikke legges opp med glidelagere, og systemet blir derfor ikke statisk bestemt.

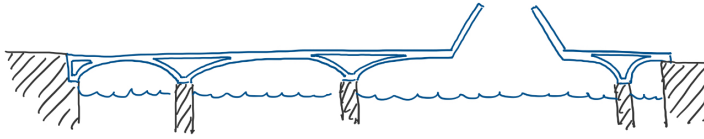
3.3.4 Underliggende bæring

Gitt den lange avstanden mellom Kaldnes og Tønsberg brygge, samt den grunne kanalen blir det nødvendig å vurdere å støtte opp broen med mange opplagere, og fra dette utgangspunktet ble det utviklet ideer til konsepter der hele broen kan bæres underfra. Mange opplagere kan tillate en slankere konstruksjon av selve dekkeprofilen, og fokusere broens helhetlige design etter dekkeprofil eller åpningsmekanisme. Figur 3.19 viser skisser av en ide om en helt enkel bro som åpnes ved å løfte opp en utkragende del av dekke på hver side av åpningen. Sett bort fra åpningsmekanismen er denne skissen en forenkling av verftsbrua i Trondheim med de skråstilte pilarene og den slanke brobanen.



Figur 3.19: Skisse av designalternativer med underliggende bæring, her i form av mange peler og et lengre spenn der broen skal åpnes.

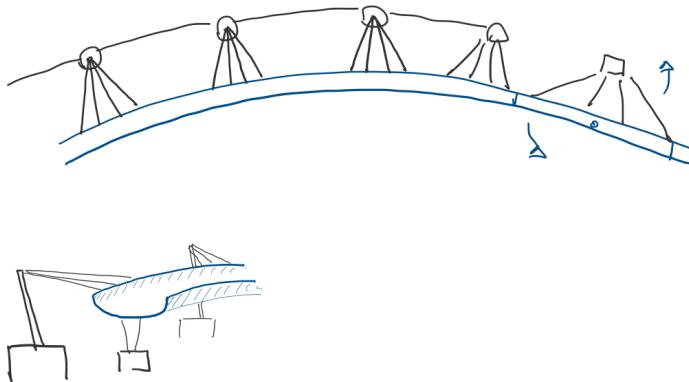
Figur 3.20 viser en flatere og kraftigere bro med lengre spenn. Åpningsmekanismen er ikke presisert på denne skissen, det er hulprofilen ved opplagerne som er i fokus. Denne har mange likhetstrekk med Pirbrua i Trondheim, men motvekten til flappene er mindre synlige.



Figur 3.20: Skisse av designalternativer med underliggende bæring, her i form av profiler støttet opp av fundamenter.

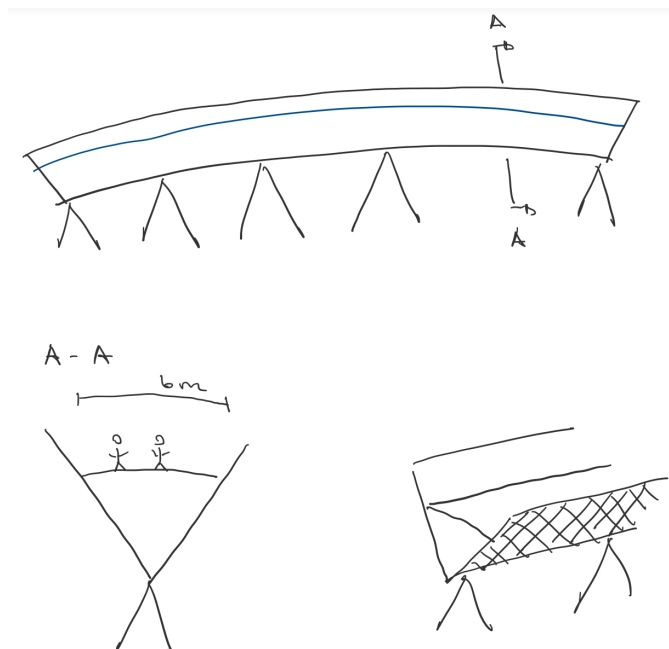
3.3.5 Dekkeprofiler

Et alternativt konsept for fotgjengerbroen er å ta vare på muligheten til å gi broen mange opplagere, og bære broen med selve dekket eller brobanen. Figur 3.21 viser en idé som er litt inspirert av Gateshead Millennium Bridge, og litt av idéen om å bruke skall. Konseptet er en skallkonstruksjon for selve brobanen, en horisontal sving på dekket og at broen holdes tilbake fra siden med strekkabler. Åpningsmekanismen er roterende dekke, som roteres ved at strekksylindere trekker dekket til seg. Skallets sidekanter fungerer som rekkeverk og broen støttes underfra i tillegg til kablene fra siden. Statikken i dette konseptet ble svært utfordrende, og kan bli et interessant studie.



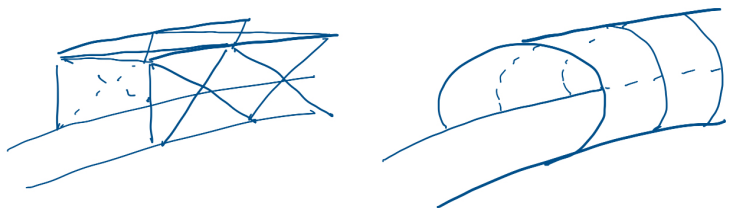
Figur 3.21: Skisse av idé om skallkonstruksjon i brobanen.

En annen idé om forsterket brobane er idéen om at brobanen kan ta strekkrefter som oppstår på tvers. At aksialkrefter langs broens lengde ikke kan overføres via broens åpningsdel blir ikke et problem i et slikt konsept, og de to skråstilte sidekantene vil sammen med brodekket danne en stiv trekant. Figur 3.22 viser en veldig enkel skisse av et slikt profil sett fra siden, et snitt og en skisse sett skrått ovenfra.



Figur 3.22: Skisse av idé om bro med dekke i strekk på tvers.

Hovedideen med profilbasert bro er en overbyggd bro som trafikken kan bevege seg gjennom. Jernbanebrua på Skansen har en slik overbygging, og idéene til innovative åpningsmekanismer som ble presentert i avsnitt 3.2 baserer seg på et slikt profil. broen kan støttes opp med mange pilarer langs lengden, og deles inn i ledd for videre eksperimentering med mekanisme for åpning. Et firkantet og et rundt hulprofil er grovt skissert i figur 3.23.

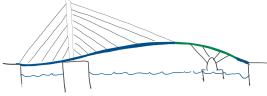

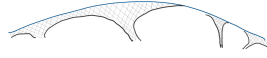
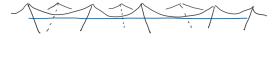


Figur 3.23: Skisse av idé om overbyggd bro.

3.3.6 Oppsummering og valg for design

Tabell 3.2 viser en oversikt over alle ideer som er nevnt, samt noen enkle fordeler og ulemper med hvert konsept.

Tabell 3.2: En oversikt over de forskjellige konstruksjonsprinsippene

Tittel	Konstruksjonsmessige utfordringer	Skisse
Lange spenn	Lange spenn er mest naturlig å benytte der det er nødvendig, det er det ikke i dette tilfellet, utover delen av broen som skal åpnes. Det er mange muligheter for å etablere et helhetlig design både for broens åpningsdel og statiske del ved bruk av skråstag og aksialelementer til bæring, og det finnes mange broer både for fotgjengere og større trafikk som benytter seg av prinsippet.	
Understøttet	Det er mye å foreta seg med understøtting som bæreprinsipp, og mulig å inkludere broens åpningsdel i designet, spesielt som klaffebro, rullebro eller med roterende dekke. Konseptet tilrettelegger for eksperimentering med materialer og pilarkonstruksjoner, og det finnes mange eksempler på broer med lignende konsepter.	
Skall	Tynne skall er interessant og utfordrende som bæreprinsipp for en fotgjengerbro, og det finnes få eksempler der dette er gjort før. Støtte av skallet i vannet kan bli en utfordring, og det samme gjelder broens åpningsmekanisme som må løses individuelt. Den mest sannsynlig og overkommelige åpningsmekanismen til et slikt design vil være roterende dekke. Den største utfordringen med skallkonstruksjon som bæreprinsipp blir håndtering av punkt- og linjelaster, deformasjoner i konstruksjonen og parametrisk utforming av design.	
Nett	Nett er i enda større grad enn skall utfordrende som bæreprinsipp for en fotgjengerbro. Det finnes tilnærmet ingen eksempler der prinsipper tidligere er brukt på en bro, og noen få eksempler der prinsippet er benyttet i andre konstruksjonstyper. Også for nett må åpningsdel isoleres fra resten av systemet, og roterende dekke kan tillate at designet henger sammen. Håndtering av punkt- og linjelaster, deformasjoner og parametrisk design er sentrale utfordringer.	

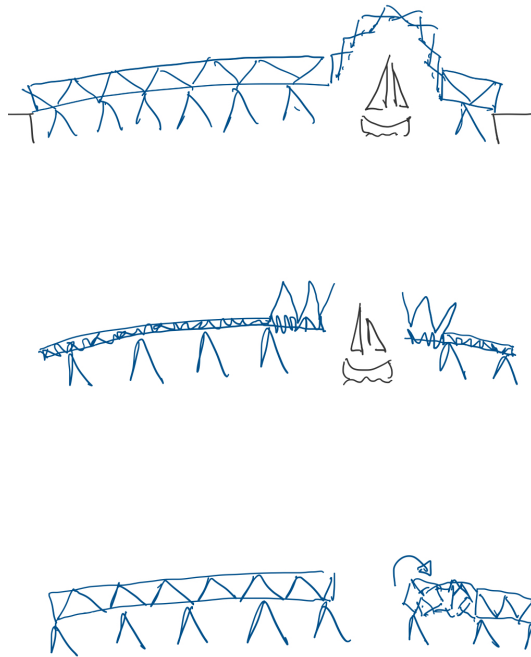
En utfordring med en bro som kan åpnes er at aksialkrefter ikke kan overføres via dekket gjennom delen som skal åpnes, med mindre det benyttes en åpningsmekanisme som ikke bryter opp brodekket. Eksempler på dette er Gateshead Millennium Bridge eller ved en oppheving av brobanen skissert i figur 3.11 og inkludert i tabell 3.1. Disse bryter ikke opp kraftføring i brobanen, men de tillater kun begrenset seilingshøyde da brobanen aldri åpnes helt opp. Ved alle andre alternativer for åpning som er vurdert i dette studiet må alle aksialkrefter stoppe før åpningsdelene og i mange av designforslagene blir fast del og åpningsdel båret i to uavhengige systemer. Utgangspunktet for design ble i mange av skissene initiert med en ide om en åpningsmekanisme som er innovativ og mekanisk og videre ble det skissert et design som tilpasses åpningsideen. Etter hvert som kreativiteten var igang ble designkonsept foreslått først og åpning tilpasset design.

Kriterier for konseptvalg baserer seg på målsetningene presentert i kapittel 1, og oppsummeres nedenfor:

- Konseptet skal være utfordrende, både estetisk, men også konstruksjonsmessig.
- Motivasjon for dette studiet er å undersøke prinsipper og konsepter det finnes lite eller ingen erfaring med i tidligere studier og eksisterende broer.
- Design og funksjon skal henge sammen; altså åpningsmekanismen skal berike fremfor å forstyrre broens design.

Fra studiet av prinsipper for åpning er det åpning ved skru, oppheving av dekke og sammenfolding av dekke som utfyller målsetningene og de ovennevnte motivasjonene i dette studiet i størst grad da de er konstruksjonsmessig utfordrende, og det finnes lite erfaring på tidligere bruk av prinsippene. Fra studiet av konsepter for statisk design er det bruk av tynne skall og nett som utfyller de samme kriteriene best, nett i størst grad. Utifra dette ble det valgt to konsepter til videre design og analyse;

- Det ene konseptet prioriterer bæreprinsipp som utgangspunkt for design, og vil analysere og designe et konsept med strekkmembran som hovedutfordring. Dette konseptet ble videreutviklet i en annen masteroppgave og vil ikke utdypes ytterligere i denne rapporten.
- Det andre konseptet prioriterer åpningsmekanismen som utgangspunkt for design, og design av broen tilpasses optimalt design ved åpningsdelen. Dette skal løses med et overbygd profil som bro som kan åpnes ved sammenfolding, skru eller utheving av profilets ledd, gjengitt i figur 3.24. Denne rapporten skal gå i dybden på dette konseptet, og de neste kapitlene skal skissere og modellere alternativene, samt utforme et design som skal analyseres og evalueres.



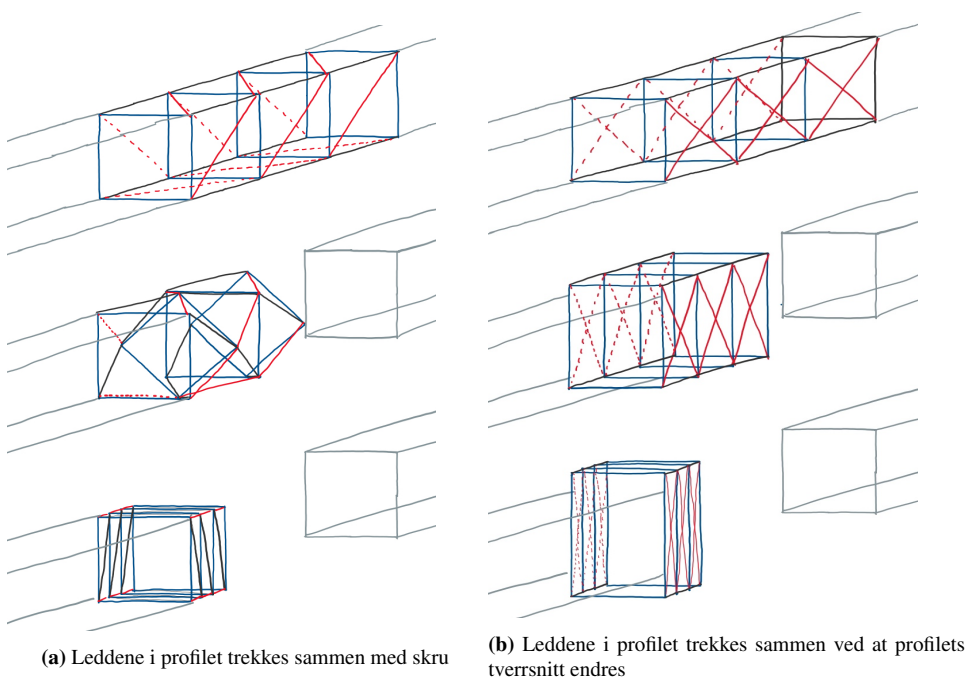
Figur 3.24: Konsept: overbygd bro med åpning ved utheving, sammenfolding eller skru.

Med Tønsberg og gamle Kaldnes sin historie som industriområde kan et mekanisk design på broen være med på å underbygge lokalområdets identitet. De andre broene over kanalen er forholdsvis nøytrale, og denne tredje broen, med en robust og grov fremtoning kan inkludere historien i infrastrukturen i den nye byutviklingen. Kaldnes er under stadig modernisering, og de gamle industriområdene er planlagt å bli fullstendig erstattet av nye leilighetskomplekser. En underliggende estetisk målsetning i videre utvikling av konseptet for en ny gangbro mellom Kaldnes og Tønsberg blir derfor å hente tilbake det industrielle med lokalmiljøet, og binde sammen områdets fortid med områdets fremtid med ny teknologi i et industrielt uttrykk. En teknisk mekanisme for åpning av broen, og et gjennomgående, innrammet og overbygd profil vil møte denne målsetningen. Likevel er ikke en slik målsetning fri for utfordringer. Samtlige av ideene for åpningsmekanismer som er skissert i figur 3.24 har bevegelse i mange deler ved åpning av broen. Dette gir økt risiko for driftsutfordringer, krever tilsyn og vedlikehold og kan i værste fall gå utover bruk av broen dersom stadig vedlikehold og renovering er nødvendig. Som diskutert i forbindelse med Svingbrua på Skansen; en åpningsmekanisme er ikke god dersom den ikke fungerer i drift.

Dette studiet skal likevel undersøke konseptet, og helhetsvurderingen vil inkludere både estetisk utforming og bekymringer i forhold til bestandighet og bruk utover de konstruksjonstekniske vurderingene.

3.4 Designutvikling

Med åpningsmekanismen som utgangspunkt for design ble det nødvendig å utvikle et plausibelt konsept som tilpasser seg en mekanisme for åpning som er teknisk, gjennomførbar og innovativ. Verftsbroen i Trondheim har en åpningsmekanisme som fremstår effektiv, og som samtidig tillater en teknisk tilnærming til et design med åpning som utgangspunkt. Inspirert av Verftsbroens rullefunksjon av dekket, og konseptet bak Heatherwick Rolling Bridge, der broens design og bærestruktur bidrar til en innovativ åpning, ble retning for denne fotgjengerbroens konsept etablert; et overbygd profil som trafikken beveger seg gjennom, i fagverk eller tilsvarende elementutforming som ved bevegelse også åpner broen.



Figur 3.25: Mulige tekniske åpningsmekanismer for en innrammet bro

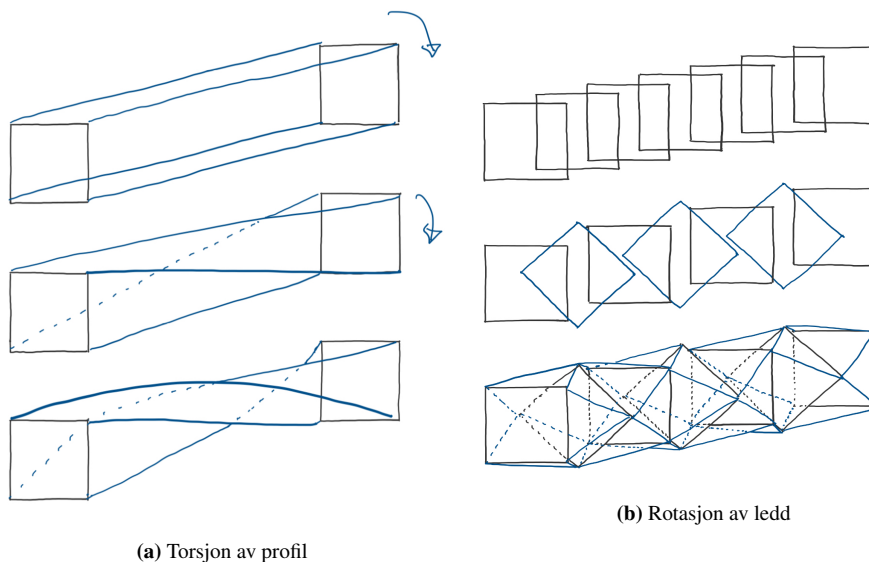
Figur 3.25a illustrerer en idé til åpningsmekanisme der leddene i profilet roteres, og dermed bidrar til at profilet trekkes seg sammen. Brodekket skyves inn i broens statiske del, tilsvarende funksjon som Verftsbrua i Trondheim. Figuren viser med farger et forslag til hvordan elementene roteres, trekkes sammen eller beveges og legger seg i en ny struktur ved full åpning. Tilsvarende til en slik åpningsmekanisme kan resten av broens design tilpasses for et helhetlig uttrykk. Figur 3.25b illustrerer en åpningsmekanisme der leddene i profilet trekkes seg sammen ved at enkelte vertikale elementer utvider seg og elementenes knutepunkt er leddet. I dette konseptet kan veibanen enten skyves inn under dekket til en statisk del av broen, eller foldes sammen i takt med broen. Et slikt konsept vil kreve mange ledd og bevegelse i mange deler av broens åpningsdel, og et grundigere studie av

knutepunktene vil være nødvendig. Også ved en slik mekanisme for åpning vil profilet i resten av broen bestemmes for å stå i stil til designet som kreves for å åpne broen.

Målet er å utvikle et profil som er plausibelt både arkitektonisk og teknisk i forhold til åpning. I arbeidet med å vurdere profil er det brukt det digitale modelleringsprogrammet Grasshopper, håndtegning samt utbygging av fysiske prototyper med staver og knutepunkt.

3.4.1 Rotasjon av broelementer og roterende åpning

En utfordring med roterende åpningsfunksjon er knutepunktene som forbinder stavelementene. En rotasjonsteknikk som beskrevet ovenfor vil kreve rotasjonsfrihet i alle tre retninger dersom stavelementene ikke skal utsettes for torsjon ved åpning og lukking av broen. Gjennom konseptutviklingen ble det eksperimentert med former og geometri for å utvikle et endelig optimalt profil. Figur 3.26 viser arbeidstegningene av et firkantet profil som skrues, enten som torsjon i selve profilet, vist i figur 3.26a, eller ved rotasjon av ledd i broen som forbindes deretter, vist i figur 3.26b.



Figur 3.26: Skisser fra designprosessen

Ved torsjon av profilet oppstår det buer i bjelkene som i utgangsfiguren ligger horisontalt, markert i blått i figuren, og her oppstod ideen om å bruke de roterte buene i profilet mot hverandre slik at de jobber sammen om å holde broen oppe. Buenes trang til å rette seg ut skaper motvirkende krefter som også holder broen stabil.

Ved rotasjon av elementene vil broen fremdeles være bygd opp av aksialstaver, og ved å

benytte trekanter gjennom hele profilet kan det undersøkes hvor slank en slik bro kan bli. I figur 3.26b kommer det frem skisser som eksperimenterer med faste former. Med det kvadratiske tverrsnittet som utgangspunkt ble profilet delt opp i ledd som igjen ble eksperimentert med. I dette tilfellet er annet hvert ledd rotert 45 grader, og sammenkoblet med staver mellom alle knutepunkt. En bro med et slikt design vil være symmetrisk om begge senterakser og være en komplisert oppbygning av enkle geometriske former.

Rotasjon av broelementene er interessant, og kan utføres på flere måter. Med ønsket om et design som er utviklet etter mekanismen for åpning faller torsjonsideen bort, grunnet mangel på interessante og samtidig oppnåelige muligheter for broens åpning. Igjen står ideen om leddbasert rotasjon, og muligheten for å bruke annen hver stav mellom leddene som sylindere til å utløse en bevegelse som åpner og lukker broen.

Kapittel 4

Presentasjon og konstruksjonsanalyse av brodesign

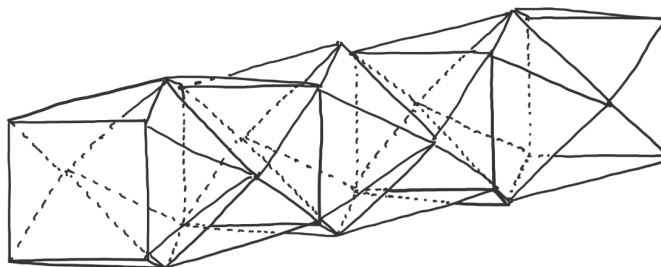
Dette kapittelet presenterer broens endelige design, mekanisme for åpning og konstruksjonsanalyse av fullstendig bro.

4.1 Detaljer for design

I introduksjonen til rapporten, kapittel 1 ble følgende rammer for broen etablert:

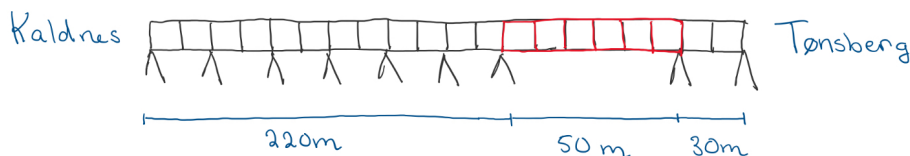
- Dekkets bruksvidde = 6 m
- Broens totale lengde = 300 m

Utover dette ble det nødvendig å bestemme rammer for innvendig minstehøyde, etablere et mål for broens lengste spenn og bestemme en høyde over vannet. Da informasjon om bryggens høyde uteble ble høyde over vannet gitt en uriktig verdi til bruk i analysen, og høyden på 10 meter mellom pilarenes kontakt med fundamenter og underkant av de rette rektanglene (profil 1 i figur 4.4) ble benyttet. For å oppnå en seilingsbredde på minst 47 meter, må broens spenn være minimum tilsvarende. Som en forenkling benyttes et spenn på 50 meter i analysen. Innvendig minstehøyde ble vurdert isolert sett etter resultatet for dimensjonen som fremkommer etter geometrien til en konstruksjon som oppfyller kravene nevnt ovenfor. Endelig design ble utviklet etter ideen bak konseptet med roterte ledd i en overbygd fagverkskonstruksjon, skissert i figur 4.1. Designet kan understøttes på pilarer langs hele broens lengde bortsett fra delene av broen som beveger seg ved åpning.



Figur 4.1: Skisse som viser konsept for design.

For å møte disse kravene, men gjengi en oversiktlig og forenklet modell er det vurdert at broen ved start ved Kaldnes har en ca 220 meter lang understøttet del, etterfulgt av et spenn på ca 50 meter etterfulgt av en 30 meter lang understøttet del igjen mot Tønsberg. Figur 4.2 viser en grov skisse av denne strukturen, med bevegelig del av broen markert i rødt.

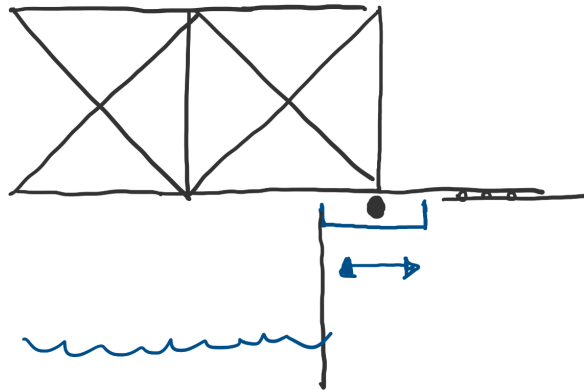


Figur 4.2: Skisse som viser ideen bak broens understøtting.

I alle skissene gjennom konseptstudiet er det benyttet skrå pilarer tilsvarende pilarene illustrert i figur 4.2. Disse er dels inspirert av Verftsbrua i Trondheim, og representerer en enkel, men samtidig estetisk interessant oppbygning som er slank. Skråstilte pilarer vil videreføres som løsning for understøtting av dette konseptet gjennom analysene, men er ikke en kritisk del av konseptet og understøtting kan løses på flere måter. Pilarene vil være like lange langs hele broens lengde, og er forutsatt forankret på fundamentene i kanalen. Pilarene er da antatt å være plassert så høyt over vannoverflaten at de ikke vil være utsatt for støt fra kolliderende båter og konstant vannmiljø. Fundamentene er ikke dimensjonert eller presisert i denne rapporten, og alle modeller og analyser som er utført har vurdert en konstruksjon der underkantene av pilarene støttes på et plant og fast underlag.

Konstruksjonsmessig kan broen anses som en lang bjelke opplagt på pilarer. Ved analyser defineres den som fritt opplagt i enden mot Kaldnes. I tillegg vil broen støttes opp av

pilarene som er låst mot forskyvning i alle retninger i bakken, samt ingen ytterligere forskyvningslås av selve bjelken, altså broprofilet. Dette vil i noen grad gjelde i praksis også; broen er fastholdt mot forskyvning i broens lengderetning ved den ene inngangen, og har mulighet for å gli frem og tilbake ved den andre inngangen. Dette tillater deformasjoner i konstruksjonen som følge av temperaturforandringer, men sørger fortsatt for at broen håndterer krefter i lengderetningen. Dette gjelder kun når broen er sammenkoblet i midten av spennet, slik at spennet fungerer som en kontinuerlig bjelke. Under åpning vil denne sammenkoblingen opphøre, og spennet vil bestå av to uavhengige utkragere, og den delen av broen som ikke er fastholdt mot forskyvninger i lengderetningen blir sårbar mot dette under åpning. Dette er et generelt problem for all broer som skal åpnes, og i dette tilfellet vil ikke detaljene rundt dette presiseres, men et forskyvningsrom som tillater bevegelse som følge av temperaturforandringer i lukket posisjon, men som har en ytre begrensning mot forskyvninger begge veier under åpning vil benyttes. Figur 4.3 illustrerer grov idé til hvordan dette kan utføres.

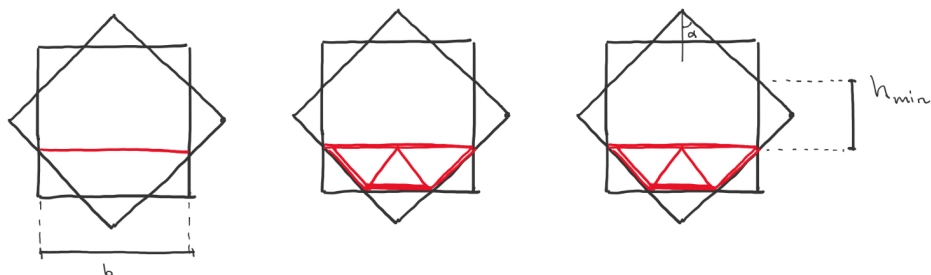


Figur 4.3: Skisse som viser et forslag til hvordan glidelageret i broens ende kan løses. Det avsperrede forskyvningsrommet forsikrer at det ikke forekommer for store forskyvninger når broen er i åpen posisjon.

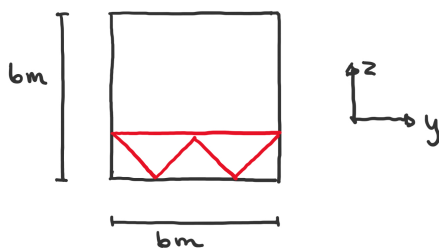
4.1.1 Detaljer i design

Konseptet forutsetter ikke at dekket skal bidra med stivhet, og er utviklet til å håndtere og understøtte opp dekket i hvert ledd. Kvadratene profilet tar utgangspunkt i vil ha mål på 6 x 6 meter, for å tilfresstille kravet til gangbredde på 6 m. Dette er en forenkling og ved ytterligere detaljering må bredden av kvadratet utvides noe siden både stavdimensjonene og broekkverk spiser av gangbredden. Figur 4.4 viser et snitt av broprofilet sett i broens lengderetning, og beskriver brodekkets plassering. Selve brodekket samt design av rekkverk spesifiseres ikke i denne rapporten. I utgangspunktet er det et dekke av tre som fremstår som hovedløsning. En fordel med et dekke av tre er at det har lav egenvekt og er dermed håndterbart i forbindelse med sammenfolding eller rulling av dekket ved åpning

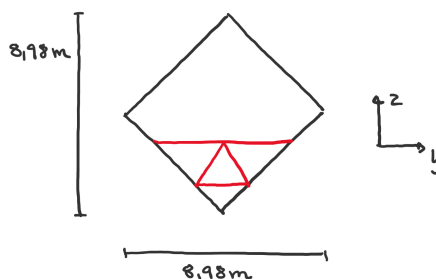
av broen. Videre vil denne rapporten ikke beskrive dekket eller rekkverket utover hvordan det håndteres ved åpning og lukking av broen. Rapporten vil likevel henviser til *brobanen* som det konstruktive underlaget som bærer dekket, markert i rødt i figur 4.4.



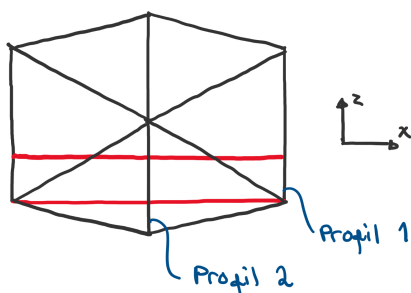
(a) Brobanens plassering i zy- planet.



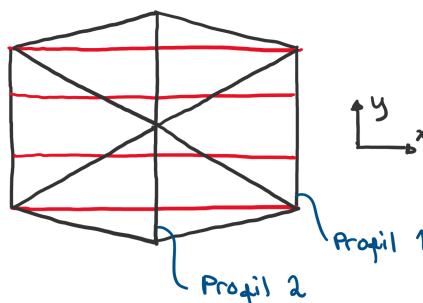
(b) Profil 1: de rette kvadratene



(c) Profil 2: de roterte kvadratene



(d) Sett fra siden



(e) Sett ovenfra

Figur 4.4: Skisse som viser brobanens plassering i profilene.

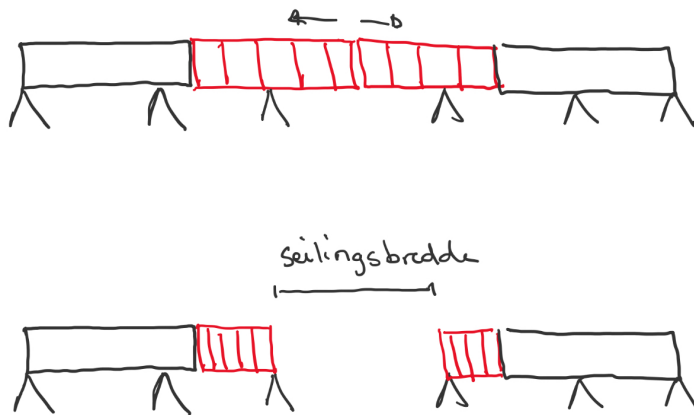
Brobanen burde bidra i bæringen av broen og jobbe sammen med resten av geometrien. For å opprettholde broens krav til bredde uten å gjøre profilene større enn nødvendig er det gunstig å plassere brobanen i krysningspunktet mellom de stående og de roterte kvadratene. Ved å plassere brobanen her vil den også bidra til å låse det nedre hjørnet i de

roterte kvadratene ved å danne en trekant. De resterende sidekantene i planet brukes som utgangspunkt for en fagverkskonstruksjon som låser de to nedre hjørnene i de stående kvadratene også. Figur 4.4 viser utviklingen av prinsippet bak brobanens bidrag steg for steg og hvordan brobanen bidrar til å danne trekanter som stiver av hjørnene i kvadratene.

For å validere broens indre minstehøyde h_{min} ble det benyttet enkel håndregning og Pytagoras med utgangspunkt i formlike trekanter. Dette ga $h_{min} \approx 2,485 \text{ m}$, som er tilstrekkelig både for fotgjengere, syklistar og de fleste servicekjøretøy. Det samme gjelder avstanden mellom leddene. Med staver på ca 6 meter blir avstanden mellom leddene ca 5 meter, og disse målene er benyttet i både den fysiske og den digitale modellen. Se vedlegg A for håndberegninger.

4.1.2 Åpningsmekanismen

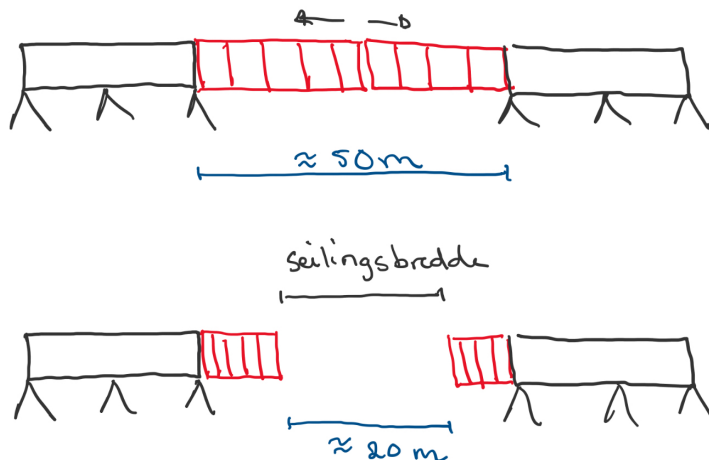
Figur 4.5 illustrerer det første utkastet for broens åpning. I figuren er broens statiske deler svarte, mens broens bevegelige deler er røde. Seilingsbredden skal oppnås ved at to bevegelige deler trekker seg sammen over et glidelager på pilarene og åpner en passasje på minst 47 meter. Ved å trekke broen sammen fra begge sider halveres lengde på broen som utkrages under åpningsbevegelsen. Når broen er lukket og tar laster vil den forbindes på midten slik at bæreprinsippet er et lengre spenn i stedet for to utkrager.



Figur 4.5: Grov skisse som viser første utkast til åpningssituasjon med glidelager fra siden.

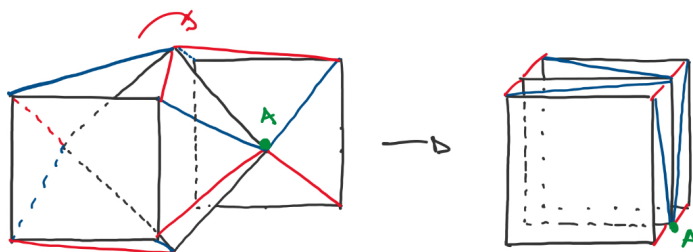
Videre i prosessen ble det etablert at glidelagere for en åpningsbevegelse som inkluderer rotasjon er svært omfattende, og for videre analyser i dette studiet ble det fokusert på geometrien og konstruksjonen som allerede er etablert, og vurdert at kun leddene i broens spenn skulle bidra i bevegelsen til åpning, noe som tillater kun en seilingsbredde på ca 20 meter ved et spenn på ca 50 meter. Likevel vil broen analyseres med geometrien som er angitt og et spenn på 50 meter, slik at konseptet og spennet gjennomgår en grov analyse til videre vurdering. Figur 4.6 viser andre utkast for åpning av broen, uten glidelager. Her

stopper de statiske delene til broen (markert i svart) hvilende på hver sin pilar, mens de utkragende delene trekker seg sammen og vil fremdeles krage ut ved full åpning.



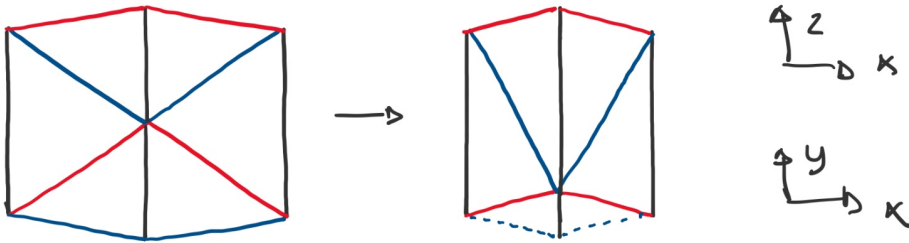
Figur 4.6: Grov skisse som viser åpningssituasjon uten glidelager fra siden. Skissen illustrerer den endelige løsningen for analyse.

I figur 4.7 er stavene som har tilsvarende roller ved åpning av broen sortert etter farger. De røde stavene trekker seg sammen, og initierer rotasjon av de allerede roterte leddene. Gjennom denne bevegelsen; der de røde stavene forminskes og de roterte kvadratene roteres ytterligere vil broen trekke seg sammen, de røde stavene plassere seg tilnærmet horisontalt og de blå stavene plassere seg tilnærmet vertikalt. Hjørnene i kvadratene er stive, mens stavene har en leddet forbindelse til kvadratene, slik at bevegelse er mulig. Hvor mye lengden av broens åpningsdel trekker seg sammen avhenger av hvor mye lengden på de røde stavene reduseres, og det er disse målene som er utgangspunkt for stavenes lengde og dermed leddenes avstand.

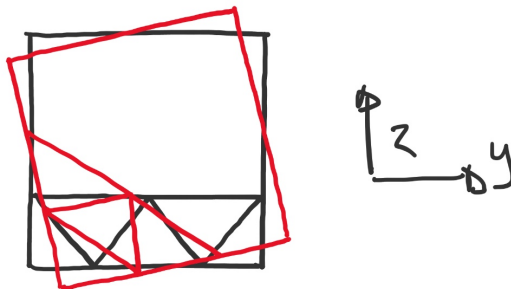


Figur 4.7: Grov skisse som viser stavenes rolle ved åpning av broen med fargekoder.

Hvor stor åpning broen kan få avhenger av hvor mye sylindrene kan reduseres i størrelse. Hvis de reduseres til halv lengde vil broens seilingsbredde være ca $\frac{2}{5}$ av total lengde av de bevegelige delene. Hvis broens sylindere kan reduseres til en tredjedel av opprinnelig lengde vil seilingsbredde bli omtrent $\frac{3}{5}$ av de bevegelige delenes totale lengde. Figur 4.8 viser profilenes plassering i forhold til hverandre ved en åpningsvidde tilsvarende at sylindrene reduseres til halve lengden.



(a) Reduksjon av sylindere sett ovenfra og fra siden (dette er likt). De røde stavene er sylindere, de blå er de resterende stavene og kvadratene er svarte.

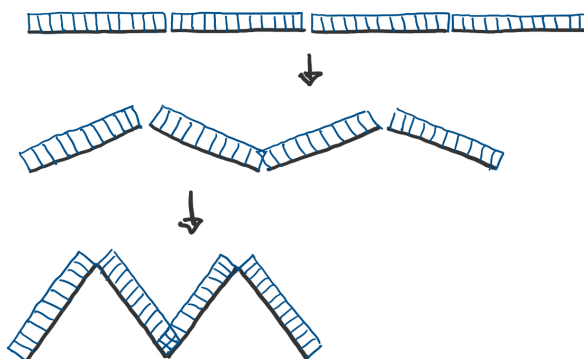


(b) Ferdigsammentrukket del sett forfra. Profil 1 er svart og er ikke rotert, profil 2 er rødt og er rotert til fullt åpen bro.

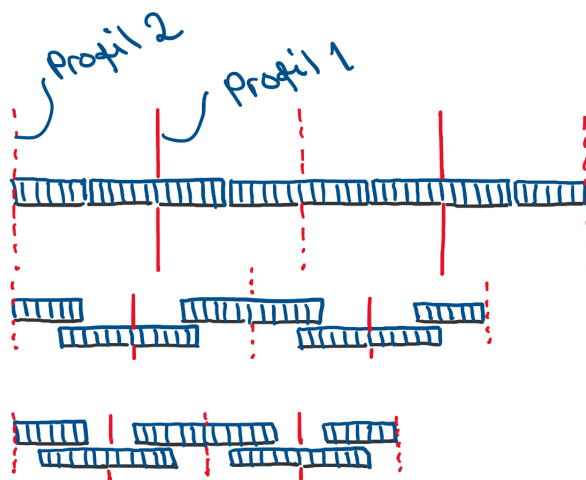
Figur 4.8: Skisser av kvadratenes rotasjon ved åpning av broen.

Dekket i utkragerdelen kan håndteres på flere måter. Ideer til disse løsningene er presentert i denne analysen, men ikke beregnet eller etterprøvd. For å opprettholde broens stabilitet i lukket posisjon er det første prioritet å bevare fagverket i brobanen i kvadratene. Ved rotasjon under åpning vil disse fagverkene i de roterte kvadratene følge rotasjonsbevegelsen og brodekket er dermed ikke lenger plant samtidig som det tar for mye plass i x- retning. Det er plass til at brobanen kan rotere, men den må også trekke seg sammen i en naturlig bevegelse. Et alternativ til løsning av dekkets sammenrekning blir å dele dekket opp i en del mellom hvert ledd i konstruksjonen som er leddet forbundet. Når de roterte kvadratene roteres ytterligere under åpning vil fagverket i brobanen følge rotasjonsbevegelsen og presse leddet i dekket som ligger i kvadratet oppover. Når dette leddet presses oppover vil

leddet foldes utover, og leddene mellom dekket beliggende i de rette kvadratene vil foldes innover. Rekkverket vil også være delt i leddene, og i leddene som utheves vil rekkverket splittes opp, samtidig som rekkverket legges dobbelt i leddene som foldes innover. Figur 4.9a viser en enkel skisse som beskriver prinsippet. En utfordring med denne løsningen er at det ikke er plass inni profilet til å håndtere brobanen såpass enkelt som beskrevet ovenfor. Brobanen må deles opp i flere ledd enn profilet er delt opp i, og kan enten trekkes sammen som illustrert i figur 4.9a, eller løftes opp enkelte steder som illustrert i figur 4.9b. Eventuelt kan også kvadratene økes til å være større enn 6x6 meter.



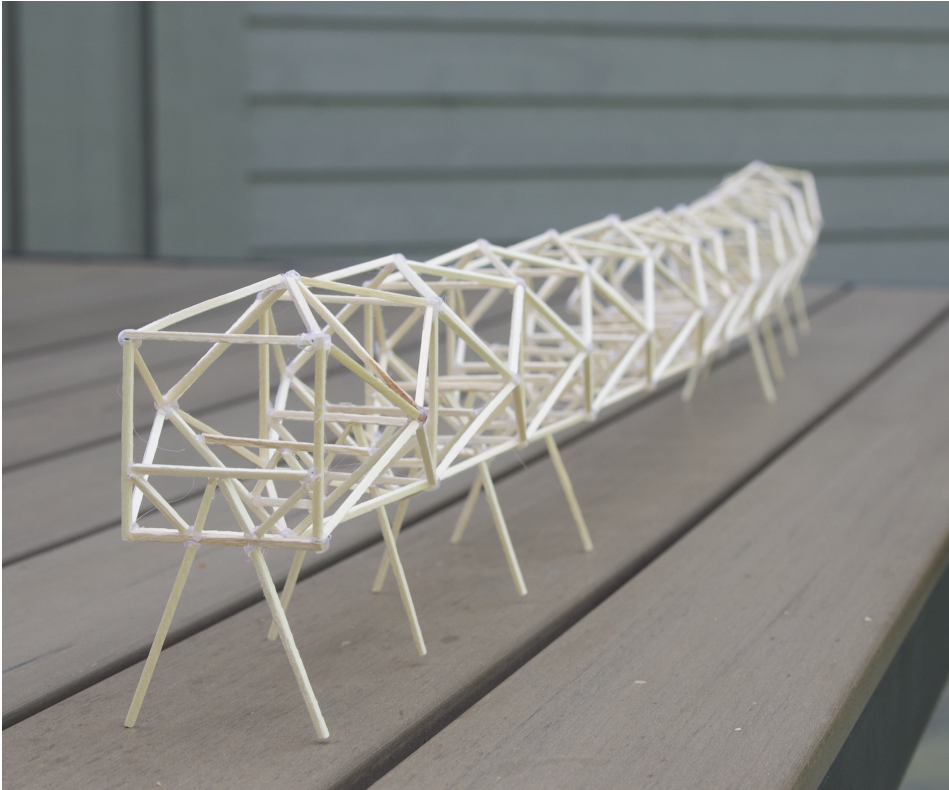
(a) Dekket foldes sammen



(b) Dekkets ledd justeres i forhold til hverandre

Figur 4.9: Skisser av utkast for dekkets sammentrekning ved åpning av broen.

Fysisk modell



Figur 4.10: Fotografi av den fysiske modellen som representerer broen lukket.

Det ble bygget en fysisk modell av åpningsmekanismen til broen som analyseres i denne rapporten. Full lengde av broen ble ikke bygget, da fokuset er på bevegelsen ved åpning. Modellen er bygget av tre og lim, og det er bygd to varianter; en som skal representere broen i lukket tilstand og en som skal representere broen under åpning. I modellen av broen under åpning er komponentene som egentlig skal være sylindere erstattet med staver med lengde på $\frac{3}{4}$ av lengde i lukket posisjon. Fotografier av modellene presenteres i figur 4.11, som viser modellen lukket i 4.11a og under åpning i 4.11b. Figur 4.12 viser broen helt lukket og under åpning ovenfra.

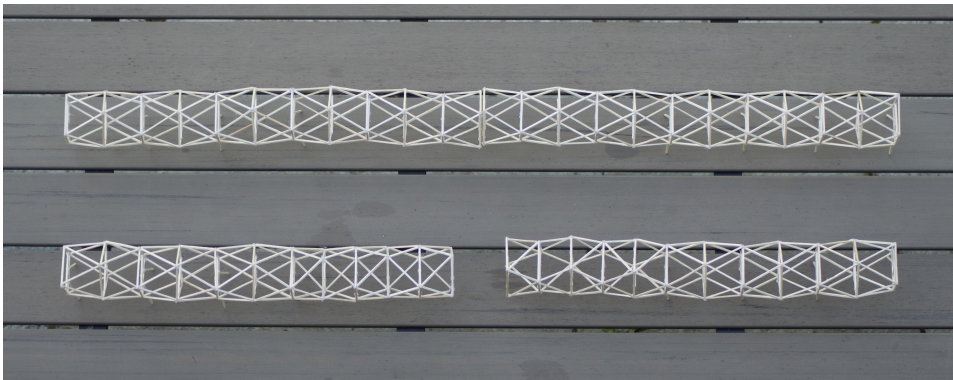


(a) Lukket



(b) Under åpning

Figur 4.11: Fotografier av en fysisk modell av broens åpningsdel lukket og under åpning.



Figur 4.12: Fotografi av de fysiske modellene tatt ovenfra.

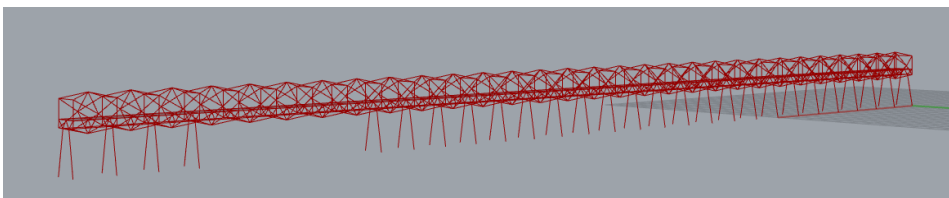
Noen merknader ved den fysiske modellen:

- Broens mål er ikke nøyaktige. I denne modellen er alle staver i rektanglene og mellom rektanglene like lange. Det gjør avstanden mellom leddene litt forskjellig fra den digitale analysemodellen som presenteres nedenfor.
- Modellen er kun en illustrasjon over hvordan designet ser ut i praksis, og en presentasjon av bevegelsen under åpning i flere steg. Komponentene representerer ikke materialer eller tverrsnittstørrelser.

4.2 Informasjon i analysen

4.2.1 Bakgrunn for digital modell

I tillegg til den fysiske modellen presentert i forrige avsnitt ble det også utviklet to digitale modeller; en i modelleringsprogrammet Grasshopper og en i analyseprogrammet Robot Structural Analysis. Modellen ble først utviklet i Grasshopper, og informasjon fra denne modellen ble utgangspunkt for Robotmodellen, dermed er de to digitale modellene helt like. Figur 4.13 viser den fullstendige Grasshoppermodellen som ble utviklet. Broen har ingen utsving, og har lik avstand mellom alle piler sett bort fra broens hovedspenn på 50 meter.



Figur 4.13: Plot av fullstendig modell av broens design.

I figur 4.13 er:

- x = broens lengderetning
- y = horisontal akse i broens tverretning
- z = vertikal akse

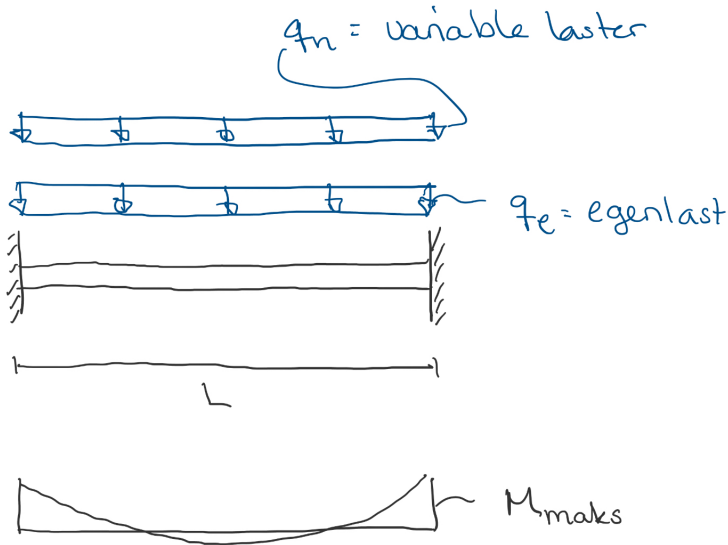
Prinsipper for modellens oppbygning:

- Modellens totale lengde: 300 meter
- Kvadratens dimensjoner: 6 x 6 meter
- Modellens lengste spenn: 50 meter. Her blir broens åpning plassert.
- Avstand mellom hvert broprofil: 5 meter
- Lengde mellom bro Pilarpar: 10 meter
- Modellens høyde: 10 meter fra underkant av piler til underkant av broens stående rektangler.
- Pilarenes øvre plassering er i de nedre langsgående bjelkene i brobanen, og nedre plassering er symmetrisk under broen med 6 meters avstand mellom fotpunktene i y- retning.

4.2.2 Valg av analysemodell

For en bro som skal åpnes, vil det være 2 hovedtilfeller av statisk system som antas å være dimensjonerende:

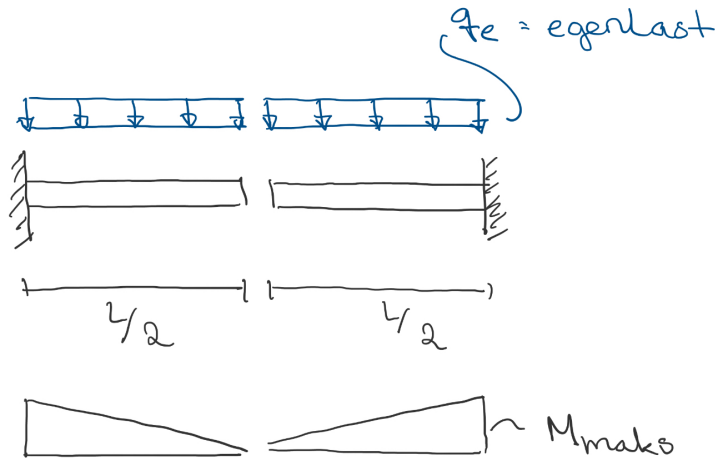
- Broen i lukket posisjon. I dette systemet vil de to utragende åpningsdelene være sammenkoblet, slik at broen har et langt spenn på 50 m. Dette systemet skal ta alle lastkombinasjoner, og er skissert i figur 4.14.



Figur 4.14: Statisk system med sammenhengende oppspent bjelke.

$$M_{maks} = (\Sigma q_i) \frac{L^2}{12} \quad (4.1)$$

- Broen i en åpningssituasjon. I dette systemet er de to utkragende delene uavhengige, og vil ikke håndtere laster utover egenlast. Det er antatt at broen derfor ikke vil åpnes under sterke snø- og vindsituasjoner. Systemet er skissert i figur 4.15.



Figur 4.15: Statisk system med to utkragere.

$$M_{maks} = q_e \frac{(L/2)^2}{2} = q_e \frac{L^2}{8} \quad (4.2)$$

For $(\sum q_i) < \frac{3}{2}q_e$ gir utkragersystemet størst moment, men i øvrige tilfeller vil systemet med en sammenhengende oppspennet bjelke bli den dimensjonerende situasjonen. I neste kapittel følger informasjon om konstruksjonens egenlast og variable laster påført i analysene, og denne informasjonen set i sammenheng viser at i de dimensjonerende tilfellene med variable laster vil $(\sum q_i) > \frac{3}{2}q_e$ i alle analysene. Det er dermed i denne rapporten prioritert analyser med systemet med en sammenhengende oppspennet bjelke, og analyser av åpningssituasjonen uteble.

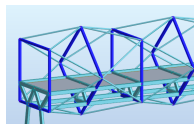
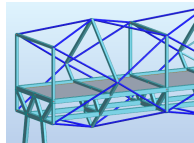
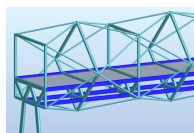
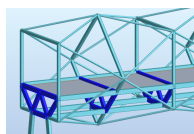
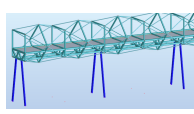
4.2.3 Bakgrunn for analysemodell

Informasjon om koordinater for knutepunktene i den digitale modellen utviklet i Grasshopper ble hentet ut, lagret og benyttet som utgangspunkt for utvikling av analysemodell i analyseprogrammet Robot structural analysis. Denne analysen fokuserer på broens konseptuelle design, og vil diskutere resultater med hensyn til dette. For å kunne gjennomføre en analyse må bygningsdelene ha verdier i forhold til materialer og tverrsnitt, selv om disse ikke er fokus for analysen, vil de bidra til å gi et større spekter av resultater for konstruksjonens respons etter lastene som inntreffer. Overordnet er det ønskelig å bygge store deler

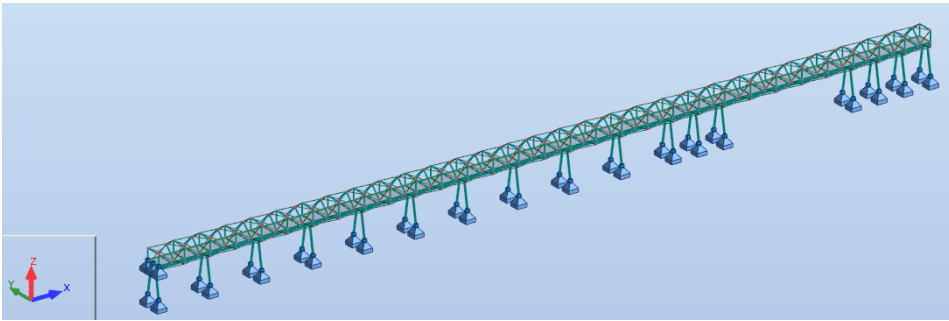
KAPITTEL 4. PRESENTASJON OG KONSTRUKSJONSANALYSE AV BRODESIGN

av broen i tre, samt bruke stål i delene som endrer størrelse ved åpning og lukking; stavene som kobler leddene sammen. I analysen er disse av sylindriske hulprofiler i stål, bjelkene og fagverket i brobanen i limtre og kvadratene i rammen varierer bruk av limtre og massivt tre utover i analysene. I pilarene brukes massivt tre, og detaljert informasjon om materialer og tverrsnitt i hver analyse er oppført i tabell 4.1. Utover dette er type massivt tre, limtre og stål tilfeldig valgt, og det samme gjelder alternativene til tverrsnittstørrelser.

Tabell 4.1: Analyse i Robot Structural analysis: Materialer og verdier

Del	Analyse 1	Analyse 2	Analyse 3	Analyse 4	Illustrasjon
A	Limtre: GL22 200x200 mm	Massivt tre: C14 200x200 mm	Massivt tre: C14 200x200 mm	GL22 300x300 mm	
B	S355 KR 152,4x4,5 mm	S355 KR 152,4x4,5 mm	S355 KR 193,7x25 mm	S355 KR 193,7x25 mm	
C	Limtre: GL22 350x200 mm	Limtre: GL22 350x200 mm	Limtre: GL22 350x200 mm	Limtre: GL22 350x200 mm	
D	Limtre: GL22 350x200 mm	Limtre: GL22 350x200 mm	Limtre: GL22 350x200 mm	Limtre: GL22 350x200 mm	
E	Massivt tre: C18 200x200 mm	Massivt tre: C18 400x400 mm	Massivt tre C18: 400x400 mm	Massivt tre C18: 400x400 mm	

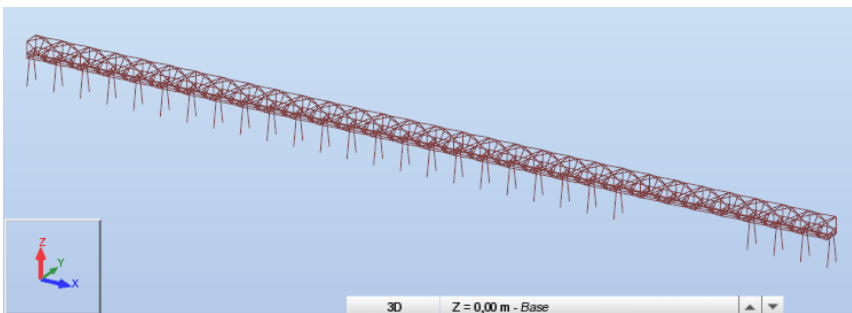
I analysemodellen er alle knutepunkter helt bevegelige med unntak av pilarenes knutepunkt mot bakken og brobanen ved broens laveste plassering langs x-aksen som er festet mot forskyvning i alle retninger, se figur 4.16. Analysene ble utført med færre pilarer enn presentert i den fysiske og den grafiske modellen. Figur 4.16 viser også plassering og antall pilarer som ble benyttet. Dette skulle tillate et bredere innblikk i konstruksjonens reaksjoner med mange pilarer, færre pilarer og ved spenn.



Figur 4.16: Skjermdump av modell av broen med opplagere i Robot.

4.3 Laster: tilfeller og kombinasjoner

En fotgjengerbro mellom Tønsberg og Nøtterøy skal dimensjoneres for fotgjengere, syklist, brøyte- og vedlikeholdskjøretøy, snølast, vindlaster og relevante kombinasjoner og tilfeller av disse. I tillegg til dette vil det opptre egenlast som avhenger av broens endelige design og er implementert i det digitale analyseverktøyet som benyttes. Resterende laster som benyttes i analysen, samt tilfeller og kombinasjoner av alle disse og egenlast satt i sammenheng er manuelt inkludert i analyseprogrammet, og presenteres i dette avsnittet. Nyttelast, snølast, egenlast og virkning av vind i z- retning vil virke i samme retning vertikalt, i negativ z- retning, virkning av vind i z- retning kan virke både i positiv og negativ z- retning, mens vindkraft og horisontale virkninger av nyttelast vil virke horisontalt i x- og y- retning, se figur 4.17 for koordinatsystem.



Figur 4.17: Skjermdump av modell av broen i Robot. Koordinatsystem i nedre venstre hjørne.

4.3.1 Laster som oppstår

Nyttelast

Nyttelast omhandler last fra syklist, fotgjengere og vedlikeholdskjøretøy, og verdier for nyttelast er bestemt etter NS-EN 1991-2:2003 (Norge, 1991):

- Gang- og sykkeltrafikk skal vurderes som en jevnt fordelt last, (5.3.2.1):

$$q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$$

- Servicekjøretøy skal vurderes som to punktlaster med en konstant avstand på 3 m, (5.3.2.3, og 5.6.3):

$$Q_{serv} = Q_{sv1} + Q_{sv2}, \text{ der } Q_{sv1} = 80 \text{ kN og } Q_{sv2} = 40 \text{ kN}$$

- Det skal hensyntas horisontale krefter som oppstår som følge av trafikk, (5.4):

$$Q_{flk} = \text{maks}(0, 1 * q_{fk}, 0, 6 * Q_{serv})$$

- Enten trafikk eller nyttelast vil oppstå samtidig (5.5, tabell 5.1). Aktuelle nyttelasttilfeller vil dermed være:

$$q_{fk} \text{ (vertikalt) og } Q_{flk} = 0, 1 * q_{fk} \text{ (horisontalt)}$$

$$Q_{serv} \text{ (vertikalt) og } Q_{flk} = 0, 6 * Q_{serv} \text{ (horisontalt)}$$

I denne analysen er servicekjøretøy innført med en avstand på 5 meter mellom de to punktlastene, plassert i hvert sitt knutepunkt. Det er ført opp to tilfeller med servicekjøretøy; ett med lasten plassert midt på broens lengste spenn, og ett der last er plassert midt på broen.

Snølast

Ved bestemmelse av snølast kategoriseres brodekket som flatt tak uten beliggenhet i nærhet til andre bygninger. Området kategoriseres som vindutsatt, og verdier for snølast er bestemt etter NS-EN 1991-1-3:2003 (Norge, 2008a). I følge punkt 5.2(3) skal snølast for vedvarende/forbigående situasjoner bestemmes med ligning 4.3

$$S = \mu_i * C_e * C_t * s_k \quad (4.3)$$

- $\mu_i = \mu_1 \geq 0, 8$, $\mu_2 = 0, 8$ og $\mu_3 = 0, 8$. Takvinkel $\alpha = 0^\circ$ (5.3.1(3), tabell 5.2)
- $C_e = 0, 8$, vindutsatt topografi (5.2(7), tabell 5.1)
- $C_t = 1, 0$, da det antas liten eller ingen varmegjennomgang fra broen (5.2(8))
- $s_k = 4.75 \text{ kN/m}^2$, karakteristisk snølast sørøst i Norge (Tillegg C (3), figur C10)

Vindlast

Verdier for vindlast bestemmes etter NS-EN 1991-1-4:2005 (Norge, 2009). I følge punkt 5.3(2) skal vindkraft bestemmes direkte fra formel 4.4:

$$F_w = c_s c_d c_f q_p(z_e) A_{ref} \quad (4.4)$$

Med de generelle verdiene:

- Dynamisk beregnes forenkles. Dermed settes $c_s c_d$ lik 1,0 (8.2(1)). For broens pilaer vil verdien også bli 1,0 (6.2(1)).
- $q_p(z) = c_e(z) * q_b$ 4.5(1), der:
 - $q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2$ 4.5(1)
 - $c_e(z) = 1,7$ 4.5(1), med terrengkategori III og $z = 10$ meters høyde over terreng.
 - Anbefalt verdi: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
 - Tønsberg og Nøtterøy er likt $= v_b = 24 \text{ m/s}$ N.A 4.2, Tabell NA.4(901.1)

Vindkraft på brodekket i x- retning

- I x- retning vil $c_{f,x}$ være lik $1,3 * 1,03 * \alpha$, der α er brodekkets helningsgrad (8.3.1).
- $A_{ref,x} = L * d_{tot}$, der d_{tot} er høyden på dekkets konstruksjonsdeler, og L er broens lengde.

Vindpåvirkning på brodekket i z- retning

- I z- retning vil $c_{f,z}$ være lik $\pm 0,9$ (8.3.3(1)).
- $A_{ref,z} = bL$, der b er brodekkets bredde, og L er broens lengde. (8.3.3(2))

Vindpåvirkning på brodekket i y- retning

For fagverksbruer vil vindpåvirkning på brodekket i y- retning være 50 % av vindkreftene på dekket i x- retning, gitt i punkt 8.3.4(1).

Vindpåvirkning på broens pilarer

For broens pilarer gjelder verdier for vindpåvirkning på konstruksjonsdeler med rektangulære tverrsnitt:

$$c_f = c_{f,0} * \psi_r * \psi_\lambda \quad (4.5)$$

- $c_{f,0} = 2,1$ (7.6(1), figur 7.23, $d/b = 1$)
- $\psi_r = 1,0$ (7.6(1), figur 7.24, tilnærmet skarpe hjørner)
- $\psi_\lambda = 1,0$, (7.13(2), tabell 7,16 og figur 7,36. Verdien er tilnærmet 1,0 og er konservativt rundet opp).

Oppsummering

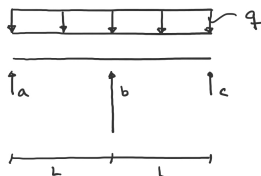
Verdier for lastene presentert ovenfor er regnet ut og oppført i tabell 4.2.

Tabell 4.2: Laster

Last	Beskrivelse	Type	Verdi	Retning
1	Broens totale egenvekt	Egenlast	-	z- retning
2	Trafikk	Nyttelast	$5 kN/m^2$	z- retning
3	Horisontal effekt av trafikk	Nyttelast	$0,5 kN/m^2$	y- retning
4	Servicekjøretøy	Nyttelast	$120 kN$	z- retning
5	Horisontal effekt av servicekjøretøy	Nyttelast	$72 kN$	y- retning
6	Snø	Snølast	$3,04 kN/m^2$	z- retning
7	Vind i broens tverretning	Vindlast	$0,8 kN/m^2$	y- retning
8	Vind i broens lengderetning	Vindlast	$0,4 kN/m^2$	y- retning
9	Vind i z-retning	Vindlast	$0,55 kN/m^2$	z- retning
10	Vindlast på pilarer	Vindlast	$1,3 kN/m^2$	x- retning

Lastene er omgjort fra jevnt fordelte laster til punktlaster for hver node som belastes og påført modellen i dette formatet, og i denne omgjøringen er det gjort noen forenklinger:

- I broens lengderetning er lastene fordelt likt på alle nodene. Med 5 meter mellom hvert ledd i konstruksjonen blir det for lastene på brodekket samlet 5 meter med last i hver node. Med 10 meter mellom pilarene blir det samlet 10 meter med last på hver pilar.
- For lastene som virker vertikalt på brodekket er statikken presentert nedenfor og i figur 4.18 benyttet til å fordele virkningen i yz- planet. Denne lastfordelingen er også brukt på horisontal virkning av nyttelaster.



Figur 4.18: En bjelke med tre opplagere utsatt for en jevnt fordelt last.

Der:

$$a = c = 0,375 qL$$

$$b = 1,25 qL$$

- Vind i x- retning er samlet i brobanens midtnode.
- A_{ref} er forenklet til $L * 0,5 m$ der L er lengden av broen eller høyden av pilarene, og 0,5 representerer et overslag av elementets tykkelse. Det er kun plassert laster på

brodekket og pilarene, og overslaget i bredde skal inkludere resten av elementene. Dette kvalifiserer ikke som en fullstendig analyse av vindpåvirkning.

- Det er kun inkludert vindpåvirkning fra én side for hver av de tre retningene inkludert.
- Det er ikke hensyntatt at vindpåvirkning i flere retninger kan oppstå samtidig.

4.3.2 Kombinasjoner

Til sammensetning av kombinasjoner av laster er ligning 6.10 i NS-EN 1990:2002 (Norge, 2008b) benyttet:

$$\gamma_{k,J} * G_{k,J} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

Der:

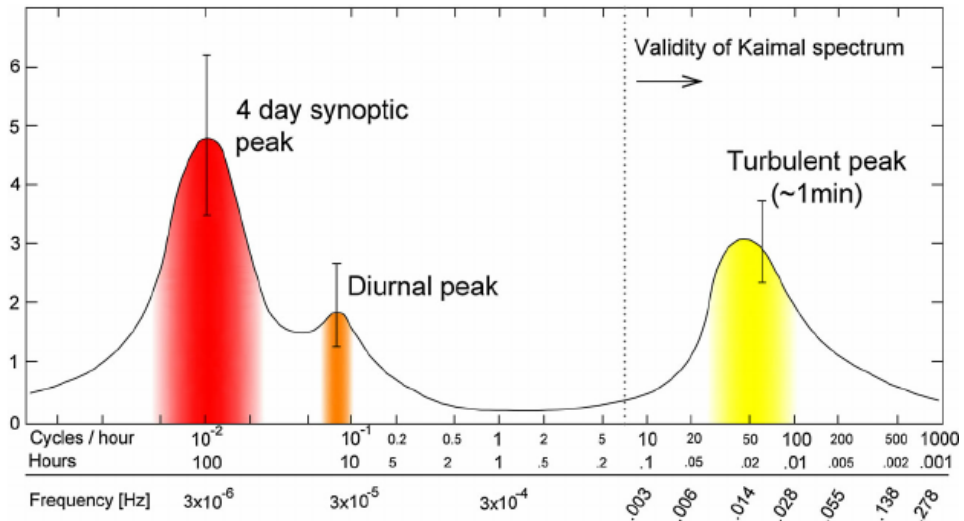
- $\gamma_{k,J} * G_{k,J}$ representerer egenlast. I denne analysen er det brukt $\gamma_{k,J} = 1,0$ som lastfaktor for egenlast.
- $\gamma_{Q,1} * Q_{k,1}$ representerer dominerende variabel last med lastfaktor.
- $\sum \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$ representerer øvrige variable laster.

Det vil oppstå svært mange mulige kombinasjoner av lastene presentert ovenfor. Det er gjort en utvelgelse av et fåtall bruddgrensekombinasjoner som vurderes som dekkende for å kontrollere valgte konstruksjonselementer. Konservativt er disse benyttet også for bruksgrense nedbøyningsberegninger. Kombinasjonene er presentert i tabell 4.3. Det er lagt vekt på vertikale laster som snø og nyttelast som dominerende variable laster i kombinasjonene der det oppstår mer enn én variabel last samtidig. I disse kombinasjonene er det også lagt vekt på situasjonen med servicekjøretøy som er mest kritisk; plassering av kjøretøy i midten av broens lengste spenn. Verdier for $\gamma_{Q,1}$, $\gamma_{Q,i}$ og $\psi_{Q,i}$ er hentet fra tabellene NA.A2.2 og NA.A2.4(B) i NS-EN 1990:2002.

Tabell 4.3: Lastkombinasjoner

Nr.	Fast	Dominerende variabel last	$\gamma_{Q,1}$	Andre variable laster	$\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i}$
1	Egenlast	-	-	-	-
2	Egenlast	Snølast	1,5	-	-
3	Egenlast	Trafikklast	1,35	-	-
4	Egenlast	Servicekjøretøy midt i broens lengste spenn	1,35	-	-
5	Egenlast	Servicekjøretøy midt på broen	1,35	-	-
6	Egenlast	Vind i y-retning	1,6	-	-
7	Egenlast	Vind i x-retning	1,6	-	-
8	Egenlast	Vind i z- retning	1,6	-	-
9	Egenlast	Snølast	1,5	Vind i y- retning	1,6 * 0,7
10	Egenlast	Snølast	1,5	Vind i x- retning	1,6 * 0,7
11	Egenlast	Snølast	1,5	Vind i z- retning	1,6 * 0,7
12	Egenlast	Trafikklast	1,35	Vind i y- retning	1,6 * 0,7
13	Egenlast	Trafikklast	1,35	Vind i x- retning	1,6 * 0,7
14	Egenlast	Trafikklast	1,35	Vind i z- retning	1,6 * 0,7
15	Egenlast	Servicekjøretøy midt i broens lengste spenn	1,35	Vind i y- retning	1,6 * 0,7
16	Egenlast	Servicekjøretøy midt i broens lengste spenn	1,35	Vind i x- retning	1,6 * 0,7
17	Egenlast	Servicekjøretøy midt i broens lengste spenn	1,35	Vind i z- retning	1,6 * 0,7

Utover lastkombinasjonene presentert i tabell 4.3 vil det også være muligheter for at det kan oppstå dynamiske laster eller ulykkeslaster som støt fra fartøy. Ifølge NS-EN 1991-2 vil dynamisk last fra fotgjengertrafikk utløse en frekvens på 1-3 Hz, og denne blir sett i sammenheng med konstruksjonens egenfrekvens.



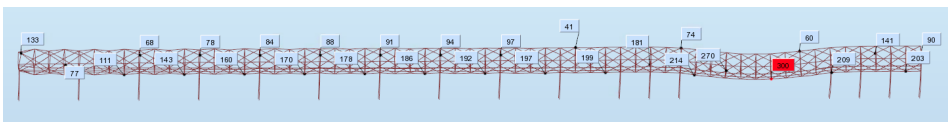
Figur 4.19: Spektrum for vindlast over frekvensplanet (Van der Hoven, 1957).

Figur 4.19 viser et typisk spektrum for densiteten til vindlast over frekvensbåndet. Slik vist av figuren opptrer de mest dramatiske lastene ved svært lave frekvenser (størrelsesorden 4 dager). Man ser imidlertid at vindlast også oppstår med kortere svingninger slik vist av turbulensintervallet. En rask sjekk av strukturens egenfrekvens vil bli foretatt for å anbefale viktigheten av videre dynamiske studier mot vindlast. Dynamiske virkninger fra vindlast er neglisjert i analysearbeidet i denne rapporten, og det er også ulykkesituasjoner som kollisjon fra fartøy eller brann.

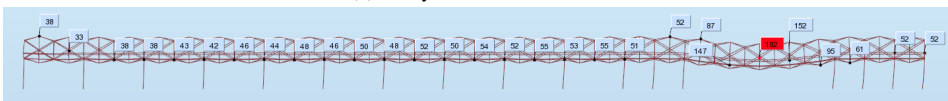
4.4 Resultater

4.4.1 Deformasjoner

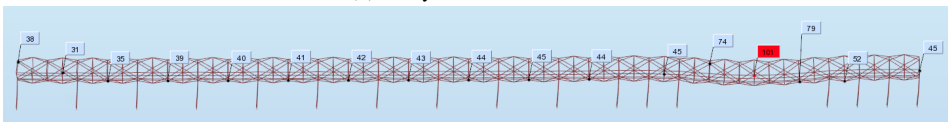
Figurene i 4.20 viser deformasjonene i konstruksjonen etter største belastning etter alle de fire analysene. Analysene som er utført er i bruddgrensetilstand, noe som er svært konservativt sett i forhold til konstruksjonens deformasjoner. Det var lastkombinasjon 12 som utløste de største deformasjonene i samtlige analyser.



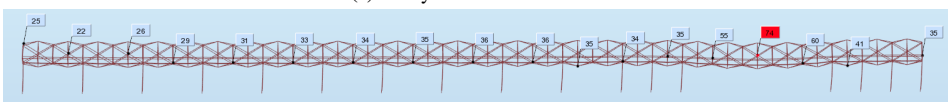
(a) Analyse 1, maks: 300 mm.



(b) Analyse 2, maks: 182 mm.



(c) Analyse 3, maks: 101 mm.



(d) Analyse 4, maks: 74 mm

Figur 4.20: Skjermdump av deformasjoner av hele konstruksjonen etter de fire analysene. Deformasjonene er vist i samme størrelsesorden, som er overdrevet for å fremheve mønsteret.

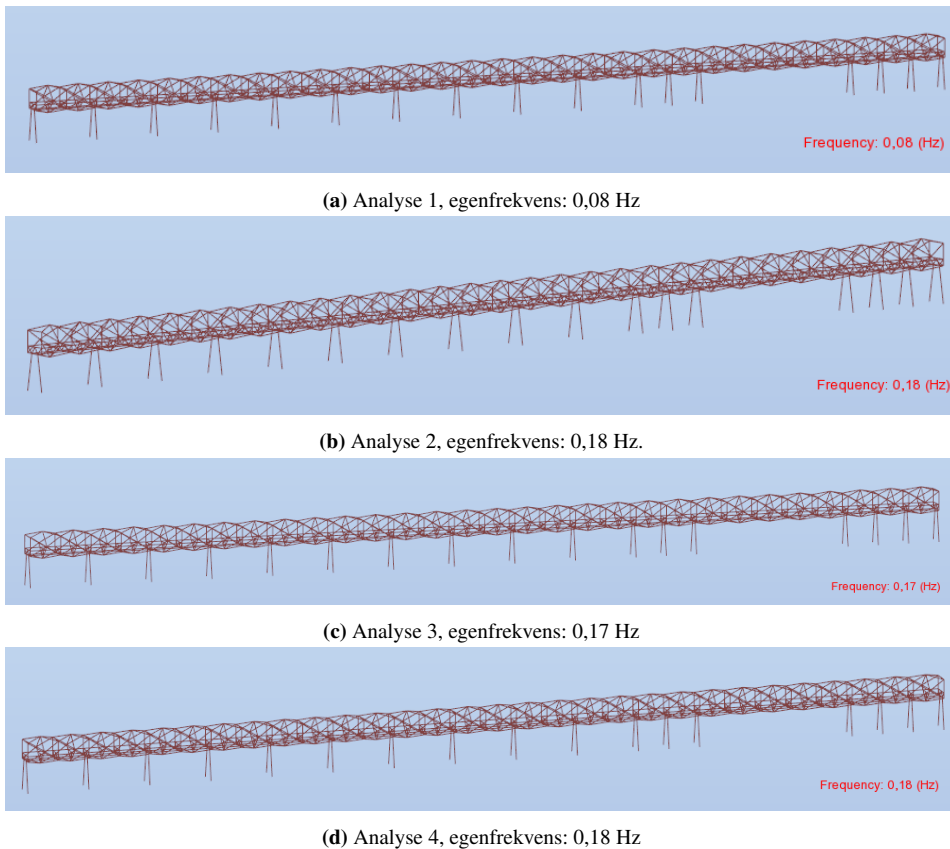
Selv om det hjelper godt med sterkere bygningsdeler, foregår det fremdeles store deformasjoner i konstruksjonen. Konstruksjonen har størst deformasjoner ved tilfellene der maksimal vindlast i y-retning oppstår samtidig som maksimal gang- og sykkeltrafikk. Utslagene etter kombinasjon 13 og 14 var også svært store, og som forventet var lastkombinasjonene med to variable laster mest utslagsgivende. Tilfellene med last fra servicekjøretøy plassert midt i broens lengste spenn var ikke like kritiske, og konseptet viser dermed å håndtere punktlast godt.

Etter NS-EN 1995-1-1:2004/NA:2010 tabell NA.7.2 (Standard Norge, 2010) er en veiledende grenseverdi for deformasjoner at en nedbøyning på $\frac{L}{300}$ er akseptabelt. Det betyr at i et spenn på 50 meter blir dette $\frac{50000}{300} = 167 \text{ mm}$, noe som tilsier at de maksimale deformasjonene i analyse 3 og 4 er akseptable. I de øvrige delene av broen, der spennet mellom pilarene er 20 meter blir dette $\frac{20000}{300} = 67 \text{ mm}$, som er akseptabelt i analyse 2, 3 og 4. Re-

sultatene viser ikke kun dekkets nedbøyning men deformasjoner i alle retninger. Flere av de største deformasjonene er forskyvninger av noder som ligger høyere enn broens dekke. Nedbøyning kan også motvirkes ved å bygge inn en overhøyde for permanente laster, slik at nedbøyningen etter kun egenlast er 0. Det må også tas hensyn til langtidnedbøyning forårsaket av trestavens kryp.

4.4.2 Egenfrekvens

Figurene i 4.21 Viser egenfrekvensene i konstruksjonen etter alle de fire analysene.



Figur 4.21: Plot av konstruksjonens egenfrekvens etter alle de fire analysene. Resultat i nedre høyre hjørne.

Etter NS-EN 1991-2 5.7(2) (Norge, 1991) vil fotgjengertrafikk utløse en frekvens på 1-3 Hz i vertikal retning og 0,5 - 1,5 i horisontal retning. En egenfrekvens på 0,1 - 0,2 Hz vil havne utenfor frekvensbåndet til dynamisk last fra fotgjengertrafikk. Dynamisk last fra fotgjengertrafikk kan derfor anslås å være neglisjerbart.

Eigenfrekvensen for broen i analyse 2-4 har beveget seg mot høyere frekvens i forhold til den første analysen. Fra figur 4.19 kommer det dette bør bidra til å styrke strukturens evne til å motstå dynamisk vindlast. Vi ser fortsatt at noe last vil komme rundt konstruksjonens egenfrekvens, og dette må tas hensyn til i videre analyser.

Fra kapittel 2 er egenfrekvens lik $\sqrt{\frac{K}{M}}$, som betyr at egenfrekvensen avhenger av konstruksjonens stivhet og masse. Valget om å variere verdien til komponentene i kvadratene i konstruksjonens hovedramme utover i de fire analysene handlet om å se hvilken innvirkning det vil ha på egenfrekvensen i de forskjellige analysene. Disse komponentene består i analyse 1 og 4 av limtre, og av massivt tre i analyse 2 og 3. Det er mange andre forandringer som er utført på konstruksjonen utover disse, men det fremkommer at konstruksjonen i den første analysen hadde vesentlig lavere egenfrekvens enn konstruksjonene i de øvrige analysene.

Det er økningen av veggtykkelsen i stålrørene i stavene som utgjør den største masseendringen. Med kun endring i masse skulle det vært en tydelig endring også i egenfrekvensen mellom analyse 2 og 3, noe det ikke er. Det fremkommer dermed at endringen av profilene øker konstruksjonens stivhet tilsvarende masseøkningen. Et profil med tynnere vegg kunne bidratt til ytterligere økt stivhet og lavere masse, noe ville gitt høyere egenfrekvens. Forskjellene mellom massen til konstruksjonene i analyse 1 og 2 er ikke like betydelige, men egenfrekvensen endret seg mye. Den viktigste forskjellen mellom de to konstruksjonene er pilarene. I den første analysen er de 200 x 200 mm i tverrsnitt, og den andre analysen har de samme materialverdi, men tverrsnitt på 400 x 400 mm. Da pilarene utgjør en veldig liten del av den totale konstruksjonen påvirker ikke den drastiske tverrsnittsendringen konstruksjonens masse betydelig, men har stor innvirkning på stivheten, noe som øker konstruksjonens egenfrekvens.

Ved videre detaljering av broen må det foretas dynamisk analyse som omhandler åpning og lukking av broen der åpning- og lukkehastighet inkluderes sammen med vindlaster.

4.4.3 Knekningsanalyse

Knekningsanalysen ble for alle de fire analysene utført med metoden *Subspace iteration* med 20 moder, en toleranse på 0,0001 og med 40 iterasjoner. Tabell 4.4 viser den minste kritisk lastkoeffisient for hver analyse gjennomført etter nevnte kriterier, samt hvilken lastkombinasjon som tilhører verdien. Den 1. moden ga den laveste kritiske lastkoeffisienten for hver lastkombinasjon. Fullstendige resultater etter knekningsanalysen kan finnes i vedlegg B.1.

Tabell 4.4: Kritisk lastkoeffisienter

Analyse Nr.	Kritisk lastkoeffisient	Lastkombinasjon etter tabell 4.3
1	-	-
2	2,47	14
3	2,95	14
4	3,38	14

I kapittel 2 beskrives kritisk lastkoeffisient som forholdet mellom lasten staven utsettes for og stavens kritiske knekklast. Knekning i konstruksjonen er kun et problem dersom dette forholdet er <1 . I de tre analysene som ga resultater er kritisk lastkoeffisient >1 , og knekning ser dermed ikke ut til å være et problem i noen av de tre analysene som gav resultater. Det utestår resultater fra den første analysen da programmet ikke håndterte analysen. En rimelig antagelse er at dette skyldes at knekningproblemet i konstruksjonen er av en størrelsesorden utenfor programmets kapasitet.

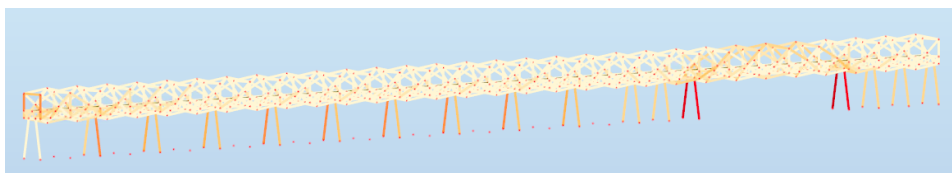
4.4.4 Utnyttelse av staver

De 12 mest utsatte stavene i de fire analysene er presentert henholdsvis i tabell 4.5, 4.6, 4.7 og 4.8. Figurene 4.22, 4.23, 4.24 og 4.25 viser de utsatte stavene i sammenheng med hele systemet for hver analyse. For fullstendig oversikt over alle stavenes utnyttelsesgrad i analyse 4, se vedlegg B.3.

Analyse 1

Tabell 4.5: De høyeste utnyttelsene etter analyse 1

Konstruksjonsdel etter tabell 4.1	Utnyttelsesgrad	Lastkombinasjon etter tabell 4.3
E	8,02	12
E	7,67	12
E	6,94	12
E	6,47	12
E	3,97	12
A	3,94	6
A	3,83	6
E	3,67	12
E	3,60	12
E	3,60	12
E	3,59	12
E	3,58	12

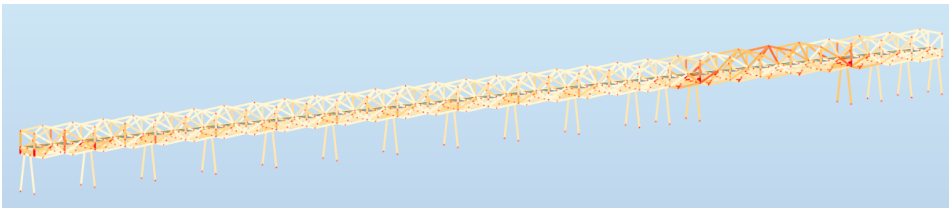


Figur 4.22: Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den første analysen.

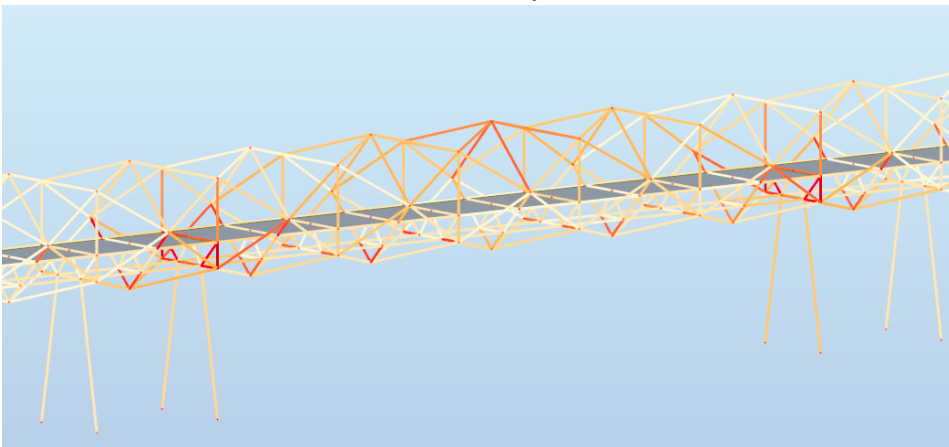
Analyse 2

Tabell 4.6: De høyeste utnyttelsene etter analyse 2

Konstruksjonsdel etter tabell 4.1	Utnyttelsesgrad	Lastkombinasjon etter tabell 4.3
A	3,77	14
A	3,76	14
A	3,47	14
A	3,47	14
A	3,24	13
A	3,24	12
A	3,12	12
A	3,05	12
A	2,92	13
A	2,84	13
A	2,76	12
A	2,73	12



(a) Hele konstruksjonen



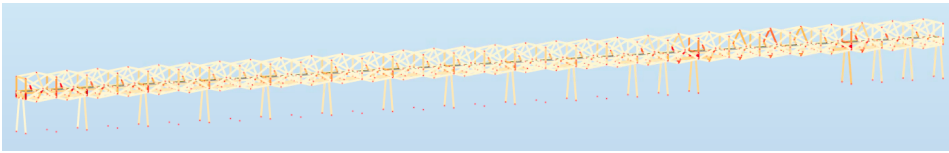
(b) Detaljer ved broens spenn

Figur 4.23: Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den andre analysen.

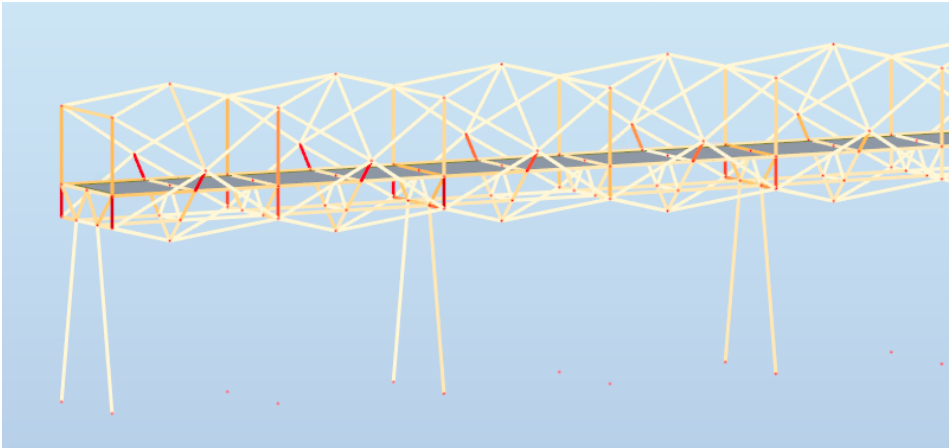
Analyse 3

Tabell 4.7: De høyeste utnyttelsene etter analyse 3

Konstruksjonsdel etter tabell 4.1	Utnyttelsesgrad	Lastkombinasjon etter tabell 4.3
A	4,17	12
A	3,94	12
A	3,84	13
A	3,84	12
A	3,72	14
A	3,71	14
A	3,44	13
A	3,34	13
A	3,31	14
A	3,30	14
A	3,26	14
A	3,26	14



(a) Hele konstruksjonen



(b) Detaljer ved broens spenn



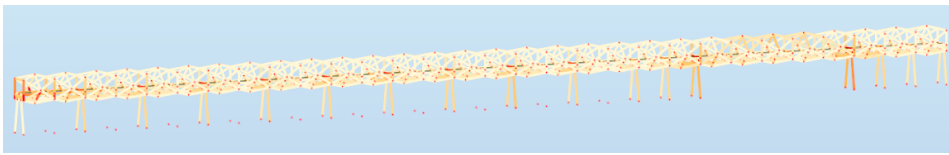
(c) Detaljer ved broens festepunkt

Figur 4.24: Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den tredje analysen.

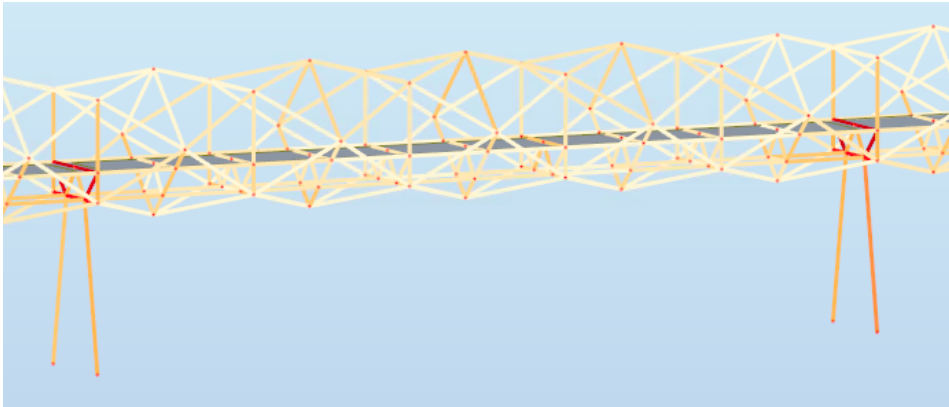
Analyse 4

Tabell 4.8: De høyeste utnyttelsene etter analyse 4

Konstruksjonsdel etter tabell 4.1	Utnyttelsesgrad	Lastkombinasjon etter tabell 4.3
D	2,34	14
D	2,33	14
D	2,32	12
D	2,29	12
D	2,27	14
D	2,26	14
D	2,19	14
D	2,17	14
A	1,99	12
D	1,98	12
A	1,92	14
D	1,91	12



(a) Hele konstruksjonen



(b) Detaljer ved broens spenn



(c) Detaljer ved broens festepunkt

Figur 4.25: Plot av stavenes utnyttelsesgrad i den fjerde analysen.

Oppsummering av utnyttelsesanalysene

Gjennomgående i alle analysene er det lastkombinasjonene 12, 13 og 14 som gir den største belastningen. Ved alle analysene er svært mange staver overbelastet, og det er flere utover de 12 som er inkludert i tabellene. I analyse 1 er omtrent ingen komponenter akseptabelt belastet. Det er den voldsomme overbelastningen av pilarene som påvirker fagene i figuren. Ved å øke dimensjonen på pilarene viser de neste analysene at pilaren er pilarene mindre utsatt, og det er stavene i kvadratene i rammen som har de største utnyttelsesgradene. I den siste analysen er også kvadratene ytterligere forsterket, og det kommer frem at også stavene i fagverket er overbelastet. De forsterkede stålprofilene som er i konstruksjonene i analyse 3 og 4 er ikke optimalt utnyttet og samtlige staver har en utnyttelsesgrad mye mindre enn 1 i begge analysene. Sett på utnyttelsesgrad isolert sett kan disse erstattes med svakere profiler, men endringen gjorde en vesentlig forskjell for deformasjonene i konstruksjonen, noe som må tas med i betraktningen.

I samtlige av de fire analysene kommer det frem at stavene i fagverket under brobanen og i kvadratene ved inngangen til broens spenn og ved broens festepunkt er de mest belastede stavene. Det burde vurderes om det er tilstrekkelig å forsterke kun disse, eller om tilsvarende komponenter gjennom hele broen skal være like i sluttresultatet. Pilarenes plassering er ikke nødvendigvis optimal, og den viktigste årsaken til at stavene i fagverket under brobanen i profilene ved inngangen til broens spenn har så stor utnyttelsesgrad. Videre analyser av utnyttelsesgrad burde vurdere pilarenes plassering, og fordelingen av kreftene i de forskjellige komponentene deretter.

Kapittel 5

Diskusjon og oppsummering

Dette kapittelet vil ferdigstille studiet, oppsummere erfaringene og resultatene, og diskutere konseptets og studiets relevans. Avslutningsvis vil det konkluderes, og presenteres anbefalinger til fremtidig arbeid.

5.1 Oppsummering

5.1.1 Evaluering av analysene

I forhold til knekning og egenfrekvens er konstruksjonene i analyse 2, 3 og 4 tilstrekkelige, mens ingen av konstruksjonene er tilstrekkelige i forhold til utnyttelse av staver. Som utgangspunkt for detaljdimensjonering anbefales det å ta utgangspunkt i konstruksjonen i analyse 2. Denne konstruksjonen har ikke knekningsproblemer, og den svært konservative nedbøyningsanalysen var nesten tilstrekkelig i forhold til kravet. Når det kommer til utnyttelse av staver så er konstruksjonen langt fra tilstrekkelig, men det er ikke nødvendigvis forsterkningene som er gjort i forhold til analyse 3 og 4 som gir de beste resultatene. Stålprofilene har lav utnyttelsesgrad i forhold til øvrige komponenter, og det er ikke disse som har størst behov for forsterkning. De kvadratiske profilene i rammen trenger sterkere tverrsnitt, og denne endringen burde analyseres i forbindelse med alternativ plassering av pilarene.

I konstruksjonene i analysene ble det benyttet staver med lengde på 6 meter i profilene, noe som betyr at dekkets innvendige bruksvidde ikke tilfredsstiller kravene til 6 meter etter at tverrsnittstykker og rekkverk kommer med. Ytterligere økning av tykkelsen til disse profilene må sees i sammenheng med dette kravet. Hele profilets størrelse må øke, noe som også endrer avstandene mellom leddene dersom forholdene i denne analysen skal benyttes.

5.1.2 Evaluering av utviklet konsept

Overordnet fremstår konseptet som konstruksjonsmessig fungerende, og håndterer både et lengre spenn og mer hyppige understøttinger. Etter analysene gjennomført i denne rapporten er det rimelig å konkludere med at konseptet fungerer, men det må optimaliseres i forhold til materialvalg og størrelse på komponentene. Dette kan gjøres på flere forskjellige måter, her nevnt tre:

- **Alternativ 1:** Konstruksjonen kan dimensjoneres slik at den er sterk nok i de understøttede delene, og ytterligere forsterkes kun overbelastede elementer, altså de tyngst belastede stavnene ved inngangen til spennet. Dette vil gi den slankeste varianten av konstruksjonen, og dermed også gunstigste i forhold til pris. Dersom broen består av både understøttet del og et, eller flere større spenn vil konstruksjonen fremstå litt forskjellig i de forskjellige delene.
- **Alternativ 2:** Hele konstruksjonen kan dimensjoneres tilpasset broens mest utsatte del, slik at leddene forblir like uavhengig av om de er plassert i en underbygd del, eller ved inngangen til en større spenn. Dette vil føre til at konstruksjonen er overdimensjonert i enkelte deler, og dermed vil koste mer enn alternativ 1. Estetisk vil broen fremstå kontinuerlig.
- **Alternativ 3:** Konstruksjonen kan forsterkes kun i alle bevegelige ledd, eller over hele broens spenn. Dette alternativet er et kompromiss mellom de to alternativene ovenfor, og sikrer at broen er like sterk gjennom hele åpningsbevegelsen. Estetisk vil broen bestå av to deler; en slank og en kraftigere.

Alternativ 2 vil være enkelt å moderere etter verifisering av et av de andre to alternativene, dersom budsjett tillater det. Dersom broen skal inneholde en åpningsdel, samt dimensjoneres optimalt økonomisk vil alternativ 3 være mest gunstig, da broen ved åpning vil bevege seg i såpass mange ledd. Dermed vil den være avhengig av at alle disse leddene håndterer alle plasseringer gjennom bevegelsen, men dersom det er en kombinert bro slik som eksempelet i denne analysen kan de statiske delene dimensjoneres slankere. For en estetisk komplett kombinert bro vil det fremstå mest kontinuerlig med alternativ 1.

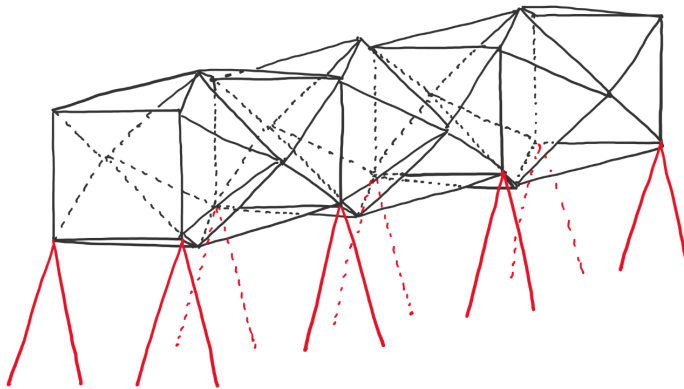
5.2 Anbefalinger

Konseptet er i denne analysen kun grovt analysert. Da konteksten som er benyttet krever en kombinert bro, altså en lang bro som består av understøttede deler, spenn og åpningsdel har rapporten gitt et innblikk i bruk av konseptet for alle disse tre typene. Det er en utfordrende åpningsmekanisme ved krav til svært store seilingsbredder, slik som i denne konteksten, og den vil fungere bedre ved kortere seilingsbredder, eller ved mulighet for å dele seilingsbredden opp i flere deler. Konseptet er svært anvendelig der det er muligheter for mange pilarer, men kan også benyttes ved store spenn. Etter resultatene for stavnens utnyttelse kommer det frem at valgene som er foretatt for designet ikke nødvendigvis er konstruksjonsmessig optimale, og nedenfor følger noen designmessige alternativer:

- Det kan være hensiktsmessig å plassere pilarene i hjørnene til de rette kvadratene,

se figur 5.1. På denne måten vil kreftene overføres direkte fra konstruksjonens hovedramme og videre ned i pilarene, og fagverket under brobanen vil ikke være like kritisk. Med denne løsningen vil også kreftene bevege seg forbi færre bygningsdeler og knutepunkter på vei ned i bakken. Det burde fremdeles vurderes å benytte skråstilte pilarer, slik at horisontale krefter tas opp som aksiallast i pilarene. I figur 5.1 er det skissert et alternativ med to pilarer i hvert knutepunkt, og antall pilarer, skråstilling og plassering må sees i sammenheng med mulighetene for støping av fundamenter til pilarenes fotende.

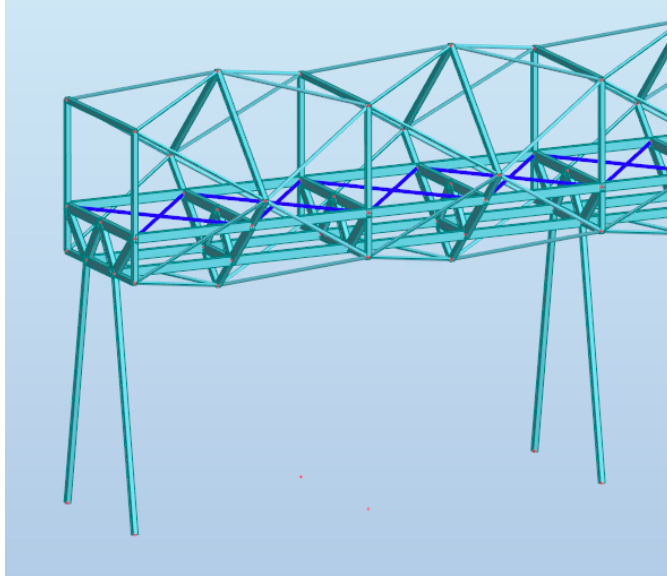
Plasseringen av pilarene i designforslaget i denne analysen kommer fra tanken om å forbinde pilarene med konstruksjonen gjennom glidelagere, som muliggjør at forbindelsen kan gli langs de nedre bjelkene i banekonstruksjonen. Løsningen med glidelager ble likevel ikke valgt (se kapittel 4, noe som også førte til redusert seilingsbredde. Stål eller betong kan også vurderes som materiale i pilarene, dette er særlig aktuelt på hver side av seilingsløpet. Siden dette er det lengste spennet vil disse pilarene bli mest belastet.



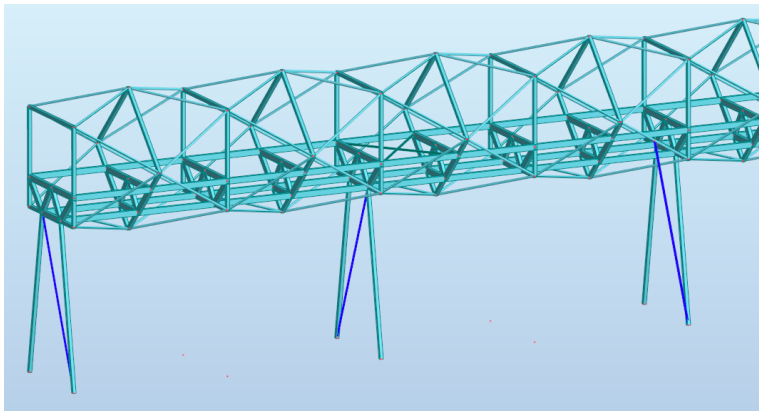
Figur 5.1: Skisse av alternativ plassering av broens plassering. Her, med fire skråstilte pilarer for hvert rette profil, markert i rødt.

- Konstruksjonen er ikke optimal for å håndtere horisontale krefter, da lastkombinasjonene med horisontale vindkrefter gav de største deformasjonene og mange av de mest belastede staverne i alle analysene. En pilarløsning tilsvarende den beskrevet ovenfor vil gjøre konstruksjonen mer mottagelig for horisontal belastning. Da profilet er likt i alle retninger med unntak av fagverket under brobanen er det rimelig å anta at fagverket deltar i stor grad i håndtering av vertikale krefter, dette kommer også frem i tabellen over utnyttelse av staver for analyse 4, se tabell 4.8. En tilsvarende avstivning for horisontal belastning vil gå drastisk utover det gangbredden og det estetiske uttrykket til broen, men staver som krysser i brobanen i horison-

talplanet (se figur 5.2 eller et brodekke som kan ta aksialkrefter i begge retninger vil kunne gjøre en usynlig og stabiliserende jobb mot vind- og friksjonslaster. Ved prosjektering av konseptet vil det være nødvendig å konstruere en hensiktsmessig bane, og vurdere hvilket bidrag den kan gjøre. Ytterligere avstivning i pilarene vil også hjelpe med å håndtere de horisontale kreftene, dette alternativet er vist i figur 5.3.



Figur 5.2: Modell med avstivninger i dekket, markert i blått.



Figur 5.3: Modell med avstivninger i pilarene, markert i blått.

- Både for beskyttelse av pilarene og selve broen vil det være lurt å definere farled med

kraftige fundamenter som tar imot kollisjon fra båter til fordel for broens bærende deler. En båt kan miste styringen og pilarene nærmest seilingsløpet vil i en slik situasjon risikere å utsettes for kollisjon. Slike fundamenter er bygget i svært mange av åpningsbroene som er studert gjennom dette studiet, og figur 5.4 viser et detaljfotografi av hvordan dette er utført ved Verftsbrua og ved Svingbrua, begge i Trondheim.



Figur 5.4: Detaljfotografi av fundamenter i farled under Pirbrua i Trondheim.

5.2.1 Evaluering av studiet

Arbeidet bak denne rapporten omhandler utviklingen av et konseptuelt konstruksjonsdesign av en gangbro fra et konstruksjonsteknisk utgangspunkt. Studiet innebærer etablering av kontekst og behov for broen, analyse av trender innenfor gangbroer, utvikling og valg av konsept, videreutvikling av dette og analyse og evaluering. Gjennom studiet har det blitt benyttet analog, digital og fysisk modellering og det har blitt benyttet både enkel håndregning og avansert programvare for analyse og verifisering. Bakgrunnsundersøkelser, konsept- og designutvikling og dimensjonering av en fotgjengerbro er et omfattende prosjekt, og ble for stort til å ferdigstilles i dette studiet alene. Da oppgavens hovedfokus er konseptuell konstruksjonsdesign er det bakgrunnsstudiet for design, samt utvikling av konsept som har tatt størst plass i studiet. Verifisering av konseptet og de konstruksjonstekniske analysene i denne rapporten er derfor ikke tilstrekkelig isolert sett for dimensjonering av broen.

Studiet har to store svakheter, tid i forhold til studiets størrelse, og mangel på tverrfaglighet. Konseptet ble ikke fullstendig ferdigstilt før modellering, noe som førte til justeringer

også i designfasen. Produksjonsteknisk faglige innspill kunne bidratt til en enda mer helhetlig løsning for broens åpning og mekanismen rundt denne, og arkitektonisk faglige innspill kunne vært verdifullt for broens design utover konstruksjonstekniske hensyn og forfatterens personlige smak.

Studiets styrke er at det tester et konsept som ikke er prøvd tidligere, uten at det kan konkluderes at det er direkte uanvendelig. Denne rapporten kan fungere som et utgangspunkt for studier i forhold til anvendelige knutepunkter i en krevende konstruksjon, eller en produksjonsteknisk dimensjonering av en mekanisk bevegelse som inkluderer mange deler av et statisk system.

5.3 Forslag til videre arbeid

For videreutvikling av konseptet til grundigere dimensjonering og ferdig bro gjenstår det en del ting. I første omgang må åpningsmekanismen ferdigstilles. Håndtering av dekket gjennom åpningsbevegelsen må detaljeres og verifiseres, og mekanikken bak manøvreringen av bevegelsene må defineres.

- **Vurdering av materialer:** Materialverdiene og tverrsnittstørrelsene benyttet i dette studiet er kun til sammenligning, og ikke en viktig del av broens konsept for design. Ved dimensjonering av broen bør det undersøkes og begrunnes eksakte valg for materialer og størrelser etter de målsetninger for eksempelvis slankhet, bestandighet og pris som settes for konstruksjonen. Dette studiet har benyttet seg av stål i stavene mellom profilene og tre i resten av konstruksjonen, og disse valgene kan med fordel utfordres og diskuteres ytterligere.
- **Endelige mål for høyde, lengde og plassering:** Før ferdigstilling må det defineres endelige mål for plassering. Broens høyde tilpasses bryggekanterens høyde, og det defineres en påstigningsrampe. Da broen i seg selv er horisontal, er det mest hensiktsmessig for syklist og universell utforming av påstigningsrampen ikke blir for bratt.
- **Ytterligere dimensjoneringskriterier:** Analysene i denne rapporten inkluderer ikke branndimensjonering eller grundigere dynamiske beregninger utover egenfrekvens.
- **Detaljdimensjonering av knutepunkter:** Denne rapporten har ikke tatt for seg knutepunkter i noen grad, men konseptet som presenteres krever en grundig detaljering av løsning for knutepunkter, som også må detaljeres ytterligere.
- **Broens åpningsdel:** Analysene i denne rapporten har belagt seg på at de to utkragende delen kan sammenkobles når broen er lukket slik at de fungerer som en sammenhengende bjelke fremfor to utkragere. Det gjenstår å detaljere hvordan de to utkragende delene kobles sammen når broen er lukket, og det vurderes for risiko for ufullstendig sammenkobling. Analyse av de to utkragende delene uteble fra denne rapporten, da sammenkoblet ble vurdert som dimensjonerende, se kapittel 4. Ved videre dimensjonering må dette vurderes grundig.

-
- **Fullføring:** I designet så gjenstår det å fullføre med rekkverk. For en bro som skal kunne åpnes må rekkverket fungere sammen med dekket under åpning, og broen trenger uansett et rekkverk som hindrer brukere fra å bevege seg utenfor dekket.
 - **Bestandighet:** En bro med så mange bevegelige deler vil kreve en del vedlikehold i løpet av livsløpet. Da sylindrene som også tar last må byttes ut, må broen analyseres for tilfeller hvor noen av disse ikke virker eller er borte.

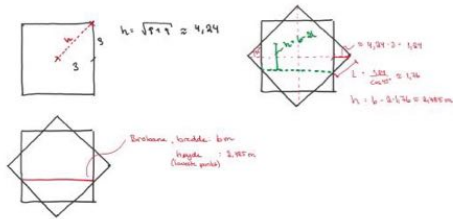
Bibliografi

- Arkitektnytt, 2008. Stålpris til bru i drammen. Available at <https://www.arkitektnytt.no/nyheter/stalpris-til-bru-i-drammen>.
- Davies, R., 2009. Boat under the millennium bridge. Available at <https://www.flickr.com/photos/rosedavies/4086230498/>.
- Dyrvik Arkitekter, 2019. Mulighetsstudie kanalen i tønsberg. Available at <https://www.dyrvik.no/work/project/tonsberg-kanalen/>.
- EWPMarketing, 2015. Proposed crossing between rotherhithe and canary wharf by reform architects and elliott wood consultant engineers. Available at https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RHB_Day_Bridge_Half_Open.jpg.
- Van der Hoven, I., 1957. Power spectrum of horizontal wind speed in the frequency range from 0.0007 to 900 cycles per hour. *Journal of meteorology* 14, 160–164.
- Husby, K.H., 2019. Svingbrua ved skansen stengt for gående og syklende. Available at <https://www.adressa.no/nyheter/trondheim/2019/06/21/Svingbrua-ved-Skansen-stengt-for-g\unhbox\voidb@x\bgroup\let\unhbox\voidb@x\setbox\@tempboxa\hbox{a\global\mathchardef\accent@spacefactor\spacefactor}\accent23a\egroup\spacefactor\accent@spacefactorende-og-syklende-19327458.ece>.
- Kirsebom, J., 2003. Kaldnes mek. verksted. Available at <https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/byggstart-pa-kaldnes-1.274786>.
- Kirsebom, J., 2010. Kaldnes mek. verksted. Available at http://tonsbergsjo.no/documents/nyheter.php?entry_id=1316971949&t.
- Lind, C.D., Hagestande, K., 2017. Konseptuell Design av Gangbroer-Parametrisk modellering som verktøy i tidlig designfase. Master's thesis. NTNU.

-
- Michler, A., 2011. Rolling bridge / thomas heatherwick. Available at <http://www.evolo.us/rolling-bridge-thomas-heatherwick/>.
- Norge, S., 1991. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner-del 2: Trafikklast på bruer. NS-EN 2, 2003.
- Norge, S., 2008a. Eurocode 1: Laster på konstruksjoner; del 1-3: Almenne laster; snølaster. NS-EN 1991-1-3: 2003+ NA .
- Norge, S., 2008b. Ns-en 1990: 2002+ na: 2008: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. Brussel: Den europeiske standardiseringsorganisasjonen (CEN) .
- Norge, S., 2009. Ns-en 1991-1-4: 2005+ na: 2009: Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, del 1-4: Allmenne laster, vindlaster. Brussel: CEN .
- Rambøll, . Gateshead millennium bridge. Available at <https://no.ramboll.com/projects/ruk/gateshead%20millennium%20bridge>.
- Samset, K., 2008. Prosjekt i tidligfase; Valg av konsept. Vigmonstad & Bjørke AS.
- Selvaag, B., 2020. Kaldnes brygge. Available at <https://www.selvaagbolig.no/kaldnesbrygge/>.
- Standard Norge, 2010. Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner, del 1-1, allmenne regler og regler for bygninger. Oslo: Standard Norge .
- Statens Vegvesen, Norconsult, 2019. Interkommunal kommunedelplan for gange sykkel og kollektivtransport. Høringsutkast 1, 1–149.
- Trondheim havn, 2009. Pirbrua:test av bruåpning. Available at [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pirbrua_Test_av_bru\u0026#x0026group\u0026#x0026setbox\u0026#x0026tempboxa\u0026#x0026global\u0026#x0026mathchardef\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent23a\u0026#x0026group\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactorpning_\(3618408923\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pirbrua_Test_av_bru\u0026#x0026group\u0026#x0026setbox\u0026#x0026tempboxa\u0026#x0026global\u0026#x0026mathchardef\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent23a\u0026#x0026group\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactorpning_(3618408923).jpg).
- Vegdirektoratet, 2014. Vegdirektøren åpnet norges første svingbru på 50 år. Available at <https://www.vegvesen.no/Europaveg/e6ost/Nyhetsarkiv/vegdirekt\u0026#x0026oren-\u0026#x0026group\u0026#x0026let\u0026#x0026voidb\u0026#x0026setbox\u0026#x0026tempboxa\u0026#x0026global\u0026#x0026mathchardef\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent23a\u0026#x0026group\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactorpnet-norges-f\u0026#x0026OT1\u0026#x0026orste-svingbru-p\u0026#x0026voidb\u0026#x0026group\u0026#x0026let\u0026#x0026voidb\u0026#x0026setbox\u0026#x0026tempboxa\u0026#x0026global\u0026#x0026mathchardef\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent23a\u0026#x0026group\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactor-50-\u0026#x0026voidb\u0026#x0026group\u0026#x0026let\u0026#x0026voidb\u0026#x0026setbox\u0026#x0026tempboxa\u0026#x0026global\u0026#x0026mathchardef\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent23a\u0026#x0026group\u0026#x0026spacefactor\u0026#x0026accent\u0026#x0026spacefactorrr>.

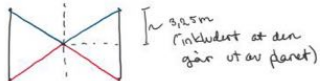
Tillegg **A**

Beregninger og notater for åpningsvidde

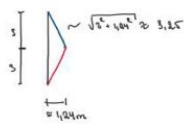


Avstand mellom lodd, blå staver = 6m

Fra siden:



Følgelig:



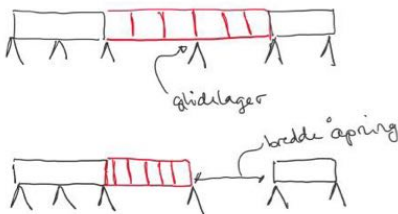
$$\approx \sqrt{5^2 + 1,04^2} = 5,104 \text{ m}$$

Ved halvering av røde staver samtidig som rotasjon til liggende vil broen trekke seg sammen 2 m per 5. m.

- For en åpning på 10 m må den derfor utkrage $5 \times 5 = 25$ m

- Mulighet for minimal utkrage:

Åa glidelager broa krumper oppå slik at den kun utkrager ved lukket bro. Lengden av utkrager blir bredde på åpning, eventuelt delt på 2 ved åpning fra begge sider



Ved å redusere røde staver til $\frac{1}{3}$ vil broen trekke seg sammen 3m per 5.m

lengde på røde og blå staver er ikke nøyaktige, de avhenger av hverandre

Figur A.1: Beregninger og notater for åpningsvidde

Tillegg **B**

Detaljerte Resultater

B.1 Knekkoeffisienter

Analyse: Case/Mode	Analyse 2		Analyse 3		Analyse 4	
	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision
14/1	3.47	0.0040	3.91	0.0001	4.47	0.0002
14/2	3.88	0.0069	6.25	0.0033	6.61	0.0045
14/3	4.23	0.0008	6.40	0.0026	6.75	0.0045
14/4	-4.32	0.0047	6.42	0.0033	6.78	0.0033
14/5	-4.36	0.0089	6.56	0.0044	6.92	0.0041
14/6	-4.48	0.0027	6.80	0.0060	7.38	0.0059
14/7	-4.94	0.0042	6.96	0.0038	7.56	0.0024
14/8	4.99	0.0049	7.00	0.0011	7.58	0.0024
14/9	-5.04	0.0089	7.41	0.0006	8.08	0.0015
14/10	-5.05	0.0138	-7.71	0.0054	-8.91	0.0070
14/11	5.29	0.0059	-7.96	0.0044	-9.22	0.0026
14/12	5.31	0.0093	10.48	0.0061	10.31	0.0135
14/13	-5.31	0.0075	10.55	0.0110	10.52	0.0093
14/14	-5.40	0.0096	10.57	0.0128	10.64	0.0111
14/15	5.55	0.0053	10.81	0.0072	10.75	0.0057
14/16	5.72	0.0079	10.82	0.0079	10.78	0.0155
14/17	5.77	0.0105	10.82	0.0089	10.87	0.0111
14/18	5.82	0.0104	10.89	0.0179	10.89	0.0064
14/19	6.00	0.0114	10.94	0.0086	10.90	0.0108
14/20	6.05	0.0106	10.95	0.0113	10.92	0.0070
15/1	2.51	0.0048	2.99	0.0002	3.42	0.0003
15/2	2.81	0.0042	4.71	0.0033	4.99	0.0046
15/3	-2.94	0.0055	4.82	0.0030	5.10	0.0044
15/4	-2.97	0.0082	4.83	0.0031	5.12	0.0035
15/5	3.01	0.0004	4.94	0.0062	5.23	0.0040
15/6	-3.11	0.0077	5.11	0.0046	5.58	0.0063
15/7	-3.33	0.0059	5.22	0.0045	5.71	0.0027
15/8	-3.47	0.0106	5.26	0.0008	5.72	0.0023
15/9	-3.50	0.0119	5.60	0.0004	6.12	0.0016
15/10	-3.61	0.0050	-5.92	0.0049	-6.90	0.0061
15/11	3.63	0.0099	-6.09	0.0061	-7.12	0.0048
15/12	-3.76	0.0104	7.97	0.0052	7.81	0.0131
15/13	3.83	0.0063	8.03	0.0100	7.96	0.0099
15/14	3.87	0.0060	8.10	0.0094	8.09	0.0120
15/15	4.02	0.0075	8.20	0.0108	8.17	0.0067
15/16	4.15	0.0093	8.21	0.0124	8.20	0.0173
15/17	4.18	0.0120	8.22	0.0064	8.26	0.0085
15/18	-4.23	0.0302	8.29	0.0107	8.27	0.0089
15/19	4.24	0.0102	8.34	0.0107	8.30	0.0127
15/20	-4.32	0.0156	8.34	0.0143	8.32	0.0070
16/1	11.91	0.0017	11.28	0.0001	12.43	0.0002
16/2	13.29	0.0024	16.10	0.0046	16.63	0.0064
16/3	-13.40	0.0021	16.51	0.0043	16.99	0.0057
16/4	-15.56	0.0064	-16.53	0.0004	17.71	0.0023
16/5	-16.59	0.0106	17.20	0.0008	18.08	0.0017
16/6	16.92	0.0069	-17.48	0.0012	-18.35	0.0023
16/7	-17.09	0.0104	17.49	0.0067	18.58	0.0016
16/8	17.60	0.0027	17.61	0.0006	19.30	0.0017
16/9	-18.24	0.0034	18.29	0.0005	-19.43	0.0015
16/10	18.30	0.0044	18.59	0.0013	19.74	0.0027
16/11	-19.01	0.0055	20.43	0.0005	21.72	0.0003
16/12	19.80	0.0085	-32.81	0.0395	31.65	0.0134
16/13	-20.09	0.0084	33.47	0.0161	32.39	0.0200
16/14	20.86	0.0020	33.74	0.0308	32.89	0.0176
16/15	-20.95	0.0019	33.89	0.0228	33.21	0.0219
16/16	-21.28	0.0072	-34.59	0.0103	33.31	0.0161
16/17	22.42	0.0047	34.68	0.0310	33.60	0.0343
16/18	22.83	0.0077	34.69	0.0279	33.63	0.0270
16/19	22.96	0.0067	34.89	0.0321	33.75	0.0356
16/20	-23.25	0.0054	-35.17	0.0080	33.81	0.0340
17/1	26.04	0.0057	11.62	0.0002	12.88	0.0001
17/2	27.05	0.0010	20.07	0.0052	20.37	0.0073
17/3	28.91	0.0051	20.58	0.0097	20.79	0.0105
17/4	-29.14	0.0091	20.61	0.0044	20.96	0.0037
17/5	-33.46	0.0102	-20.72	0.0027	21.38	0.0060
17/6	34.52	0.0050	21.12	0.0100	-22.59	0.0044
17/7	34.59	0.0067	-21.33	0.0038	22.73	0.0083
17/8	-34.87	0.0087	21.80	0.0095	23.18	0.0023
17/9	-34.99	0.0080	22.35	0.0015	-23.28	0.0045
17/10	-35.79	0.0085	22.37	0.0049	23.40	0.0090
17/11	37.47	0.0089	23.25	0.0027	24.24	0.0032
17/12	-38.65	0.0169	25.12	0.0062	24.77	0.0083
17/13	-38.88	0.0119	25.74	0.0130	25.27	0.0144
17/14	39.76	0.0099	-26.97	0.0051	27.29	0.0126
17/15	40.35	0.0081	27.12	0.0153	27.56	0.0105

Analyse: Case/Mode	Analyse 2		Analyse 3		Analyse 4	
	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision
17/16	-40.78	0.0163	28.16	0.0124	27.79	0.0119
17/17	-42.08	0.0133	28.65	0.0036	-28.62	0.0075
17/18	42.89	0.0130	28.79	0.0076	28.83	0.0057
17/19	43.22	0.0056	-28.99	0.0067	30.19	0.0148
17/20	-43.44	0.0064	30.19	0.0118	-30.40	0.0076
18/1	19.11	0.0049	8.61	0.0002	9.50	0.0004
18/2	19.84	0.0006	12.90	0.0071	13.07	0.0047
18/3	21.10	0.0034	12.95	0.0057	13.09	0.0077
18/4	-25.52	0.0111	14.04	0.0072	14.58	0.0107
18/5	-25.65	0.0112	14.38	0.0022	15.02	0.0029
18/6	-25.69	0.0113	15.31	0.0071	16.15	0.0034
18/7	25.73	0.0070	-15.43	0.0015	16.45	0.0048
18/8	26.64	0.0098	-15.89	0.0026	16.68	0.0053
18/9	27.33	0.0012	16.43	0.0051	16.78	0.0065
18/10	27.38	0.0068	16.51	0.0046	-16.82	0.0025
18/11	27.53	0.0123	16.70	0.0041	16.92	0.0084
18/12	28.08	0.0065	17.28	0.0101	17.22	0.0073
18/13	-28.55	0.0138	17.84	0.0038	-17.34	0.0014
18/14	28.58	0.0088	17.92	0.0183	17.52	0.0137
18/15	-29.38	0.0080	18.01	0.0058	18.04	0.0037
18/16	29.54	0.0065	18.05	0.0074	18.27	0.0014
18/17	-29.71	0.0155	18.11	0.0049	18.41	0.0036
18/18	29.79	0.0074	18.19	0.0068	18.49	0.0047
18/19	30.28	0.0093	18.78	0.0045	18.70	0.0082
18/20	30.45	0.0097	19.21	0.0079	18.95	0.0044
19/1	26.55	0.0076	12.10	0.0001	13.36	0.0003
19/2	29.48	0.0063	20.08	0.0050	20.38	0.0071
19/3	31.25	0.0005	20.59	0.0061	20.80	0.0084
19/4	-33.67	0.0192	20.64	0.0087	20.97	0.0020
19/5	-34.23	0.0062	-20.70	0.0036	21.40	0.0064
19/6	-35.32	0.0125	21.14	0.0051	-22.58	0.0040
19/7	-37.39	0.0092	-21.29	0.0030	22.73	0.0078
19/8	-38.38	0.0085	21.79	0.0056	-23.26	0.0060
19/9	38.44	0.0084	22.36	0.0073	23.27	0.0020
19/10	-39.91	0.0156	22.44	0.0032	23.40	0.0033
19/11	-40.65	0.0061	23.69	0.0011	24.81	0.0025
19/12	40.75	0.0062	33.70	0.0129	31.71	0.0211
19/13	41.32	0.0052	33.96	0.0215	32.40	0.0310
19/14	-42.89	0.0134	34.37	0.0132	32.88	0.0163
19/15	43.92	0.0083	34.56	0.0166	33.21	0.0178
19/16	44.22	0.0064	-34.64	0.0061	33.33	0.0229
19/17	44.59	0.0135	34.76	0.0091	33.57	0.0242
19/18	45.23	0.0087	34.84	0.0184	33.58	0.0233
19/19	47.31	0.0122	35.13	0.0189	33.71	0.0292
19/20	48.63	0.0139	35.28	0.0238	33.78	0.0160
20/1	20.76	0.0062	11.14	0.0001	12.36	0.0002
20/2	23.09	0.0062	18.48	0.0045	18.84	0.0059
20/3	24.87	0.0006	18.95	0.0057	19.23	0.0077
20/4	-27.37	0.0123	18.97	0.0077	19.38	0.0091
20/5	-27.48	0.0142	-19.43	0.0022	19.77	0.0056
20/6	-28.12	0.0076	19.44	0.0048	21.02	0.0071
20/7	29.88	0.0060	-20.02	0.0020	-21.31	0.0051
20/8	-30.69	0.0090	20.06	0.0053	21.52	0.0031
20/9	-30.88	0.0049	20.59	0.0070	21.64	0.0050
20/10	31.74	0.0056	20.65	0.0016	-21.98	0.0036
20/11	-31.96	0.0122	21.80	0.0017	22.93	0.0020
20/12	32.10	0.0080	30.90	0.0154	29.31	0.0173
20/13	-33.04	0.0081	31.16	0.0156	29.87	0.0132
20/14	-33.97	0.0076	31.37	0.0193	30.35	0.0110
20/15	34.17	0.0077	31.73	0.0152	30.65	0.0222
20/16	34.27	0.0066	31.93	0.0223	30.72	0.0205
20/17	34.68	0.0146	31.94	0.0242	30.98	0.0267
20/18	35.07	0.0173	32.19	0.0174	31.05	0.0096
20/19	36.72	0.0090	32.31	0.0264	31.10	0.0162
20/20	37.54	0.0094	32.36	0.0224	31.19	0.1004
21/1	3.47	0.0038	3.89	0.0001	4.45	0.0002
21/2	3.88	0.0076	6.03	0.0030	6.35	0.0041
21/3	4.20	0.0007	6.12	0.0045	6.45	0.0034
21/4	-4.32	0.0065	6.58	0.0025	7.04	0.0034
21/5	-4.36	0.0084	6.67	0.0055	7.11	0.0015
21/6	-4.48	0.0036	6.75	0.0013	7.30	0.0053
21/7	-4.94	0.0044	6.88	0.0039	7.34	0.0021
21/8	4.98	0.0048	7.28	0.0009	7.90	0.0032
21/9	-5.04	0.0085	7.59	0.0008	8.29	0.0019
21/10	-5.05	0.0076	-7.73	0.0051	-8.94	0.0037

Analyse: Case/Mode	Analyse 2		Analyse 3		Analyse 4	
	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision
21/11	5.27	0.0044	-7.98	0.0078	-9.24	0.0051
21/12	-5.31	0.0124	8.86	0.0093	9.40	0.0051
21/13	5.32	0.0073	9.35	0.0051	9.46	0.0068
21/14	-5.40	0.0095	9.40	0.0103	9.48	0.0048
21/15	5.53	0.0075	9.54	0.0049	9.55	0.0043
21/16	5.71	0.0072	9.58	0.0075	9.59	0.0079
21/17	5.78	0.0090	9.62	0.0051	9.59	0.0064
21/18	5.82	0.0110	9.71	0.0092	9.82	0.0070
21/19	6.01	0.0110	9.75	0.0067	9.87	0.0055
21/20	6.06	0.0110	9.91	0.0054	10.38	0.0045
22/1	3.48	0.0041	3.92	0.0001	4.48	0.0002
22/2	3.89	0.0069	6.25	0.0033	6.61	0.0045
22/3	4.23	0.0008	6.40	0.0026	6.75	0.0044
22/4	-4.31	0.0047	6.42	0.0033	6.78	0.0033
22/5	-4.34	0.0086	6.56	0.0044	6.92	0.0041
22/6	-4.47	0.0141	6.80	0.0060	7.38	0.0059
22/7	-4.92	0.0084	6.96	0.0037	7.56	0.0025
22/8	5.00	0.0060	7.00	0.0011	7.58	0.0024
22/9	-5.04	0.0077	7.42	0.0006	8.08	0.0015
22/10	-5.05	0.0135	-7.71	0.0053	-8.91	0.0068
22/11	-5.30	0.0116	-7.96	0.0044	-9.22	0.0030
22/12	5.30	0.0074	10.49	0.0074	10.31	0.0072
22/13	5.33	0.0127	10.56	0.0100	10.52	0.0101
22/14	-5.40	0.0054	10.58	0.0094	10.65	0.0108
22/15	5.56	0.0041	10.82	0.0093	10.76	0.0067
22/16	5.73	0.0069	10.83	0.0096	10.79	0.0165
22/17	5.78	0.0093	10.83	0.0123	10.88	0.0110
22/18	5.84	0.0140	10.90	0.0150	10.89	0.0072
22/19	6.01	0.0081	10.95	0.0084	10.91	0.0112
22/20	6.06	0.0078	10.96	0.0100	10.93	0.0068
23/1	3.39	0.0040	3.84	0.0001	4.39	0.0002
23/2	3.79	0.0069	6.14	0.0033	6.49	0.0045
23/3	4.13	0.0008	6.28	0.0026	6.63	0.0045
23/4	-4.22	0.0047	6.30	0.0033	6.65	0.0033
23/5	-4.26	0.0089	6.44	0.0044	6.79	0.0041
23/6	-4.37	0.0027	6.68	0.0060	7.25	0.0059
23/7	-4.82	0.0042	6.83	0.0038	7.42	0.0024
23/8	4.87	0.0049	6.87	0.0011	7.44	0.0024
23/9	-4.92	0.0089	7.28	0.0006	7.94	0.0015
23/10	-4.94	0.0138	-7.58	0.0055	-8.77	0.0071
23/11	5.17	0.0059	-7.83	0.0045	-9.07	0.0027
23/12	-5.19	0.0075	10.28	0.0061	10.12	0.0134
23/13	5.19	0.0093	10.36	0.0110	10.33	0.0092
23/14	-5.28	0.0096	10.37	0.0131	10.45	0.0109
23/15	5.42	0.0053	10.61	0.0072	10.55	0.0058
23/16	5.58	0.0079	10.62	0.0078	10.58	0.0189
23/17	5.63	0.0105	10.62	0.0089	10.67	0.0110
23/18	5.69	0.0104	10.69	0.0182	10.69	0.0063
23/19	5.86	0.0114	10.73	0.0086	10.71	0.0106
23/20	5.91	0.0106	10.75	0.0114	10.72	0.0081
24/1	2.51	0.0044	2.98	0.0001	3.41	0.0002
24/2	2.81	0.0081	4.59	0.0034	4.85	0.0041
24/3	-2.94	0.0057	4.67	0.0050	4.94	0.0034
24/4	-2.97	0.0102	4.96	0.0046	5.26	0.0063
24/5	3.00	0.0004	5.00	0.0037	5.43	0.0049
24/6	-3.11	0.0106	5.11	0.0046	5.44	0.0018
24/7	-3.33	0.0065	5.12	0.0023	5.59	0.0031
24/8	-3.47	0.0081	5.42	0.0020	5.90	0.0031
24/9	-3.50	0.0123	5.67	0.0011	6.21	0.0010
24/10	-3.61	0.0070	-5.93	0.0044	-6.92	0.0057
24/11	3.63	0.0041	-6.10	0.0060	-7.14	0.0031
24/12	-3.76	0.0088	7.07	0.0078	7.41	0.0087
24/13	3.83	0.0053	7.38	0.0083	7.43	0.0109
24/14	3.87	0.0060	7.42	0.0131	7.45	0.0082
24/15	4.01	0.0069	7.43	0.0114	7.47	0.0095
24/16	4.14	0.0082	7.52	0.0084	7.49	0.0067
24/17	4.19	0.0060	7.59	0.0082	7.52	0.0091
24/18	-4.22	0.0177	7.59	0.0065	7.57	0.0053
24/19	4.23	0.0093	7.62	0.0076	7.68	0.0084
24/20	-4.32	0.0249	7.66	0.0077	8.07	0.0066
25/1	2.52	0.0049	3.00	0.0002	3.43	0.0003
25/2	2.81	0.0042	4.71	0.0033	4.99	0.0047
25/3	-2.93	0.0054	4.82	0.0031	5.10	0.0044
25/4	-2.97	0.0079	4.83	0.0031	5.12	0.0035
25/5	3.01	0.0004	4.94	0.0038	5.23	0.0040

Analyse: Case/Mode	Analyse 2		Analyse 3		Analyse 4	
	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision
25/6	-3.11	0.0075	5.11	0.0053	5.58	0.0063
25/7	-3.32	0.0056	5.22	0.0047	5.71	0.0027
25/8	-3.47	0.0102	5.27	0.0015	5.72	0.0023
25/9	-3.50	0.0117	5.60	0.0008	6.13	0.0016
25/10	-3.60	0.0048	-5.92	0.0049	-6.90	0.0071
25/11	3.63	0.0100	-6.09	0.0059	-7.12	0.0061
25/12	-3.76	0.0134	7.97	0.0065	7.81	0.0135
25/13	3.84	0.0045	8.04	0.0113	7.96	0.0105
25/14	3.87	0.0068	-8.05	0.0133	8.09	0.0116
25/15	4.02	0.0096	8.11	0.0180	8.18	0.0070
25/16	4.15	0.0075	8.20	0.0102	8.21	0.0180
25/17	4.19	0.0112	8.21	0.0188	8.26	0.0084
25/18	-4.22	0.0229	8.23	0.0099	8.28	0.0094
25/19	4.25	0.0104	8.30	0.0121	8.30	0.0138
25/20	-4.31	0.0163	8.34	0.0103	8.32	0.0072
26/1	2.47	0.0048	2.95	0.0002	3.38	0.0003
26/2	2.76	0.0042	4.64	0.0033	4.92	0.0046
26/3	-2.89	0.0055	4.75	0.0030	5.03	0.0044
26/4	-2.92	0.0083	4.76	0.0031	5.05	0.0035
26/5	2.96	0.0004	4.87	0.0060	5.16	0.0040
26/6	-3.06	0.0078	5.04	0.0044	5.50	0.0063
26/7	-3.28	0.0060	5.15	0.0044	5.63	0.0027
26/8	-3.42	0.0107	5.19	0.0008	5.64	0.0023
26/9	-3.44	0.0120	5.52	0.0004	6.04	0.0016
26/10	-3.55	0.0051	-5.84	0.0050	-6.82	0.0043
26/11	3.57	0.0099	-6.01	0.0062	-7.03	0.0062
26/12	-3.70	0.0104	7.86	0.0048	7.71	0.0096
26/13	3.77	0.0063	7.92	0.0119	7.85	0.0117
26/14	3.80	0.0061	7.98	0.0113	7.98	0.0099
26/15	3.95	0.0075	8.08	0.0094	8.06	0.0087
26/16	4.08	0.0094	8.09	0.0132	8.09	0.0149
26/17	4.11	0.0121	8.11	0.0091	8.15	0.0078
26/18	-4.16	0.0318	8.17	0.0118	8.16	0.0068
26/19	4.17	0.0101	8.22	0.0130	8.19	0.0210
26/20	4.25	0.0125	8.22	0.0153	8.20	0.0160
27/1	11.83	0.0037	10.96	0.0002	12.06	0.0003
27/2	13.18	0.0032	14.50	0.0038	14.94	0.0043
27/3	-13.40	0.0053	15.11	0.0017	15.46	0.0020
27/4	-15.56	0.0101	15.97	0.0011	16.87	0.0018
27/5	-16.53	0.0056	-16.61	0.0030	18.02	0.0007
27/6	16.61	0.0041	17.00	0.0008	-18.44	0.0042
27/7	-17.09	0.0055	-17.56	0.0047	19.21	0.0042
27/8	17.63	0.0056	18.61	0.0055	-19.52	0.0020
27/9	18.09	0.0050	20.27	0.0037	21.24	0.0083
27/10	-18.26	0.0091	20.53	0.0050	21.51	0.0043
27/11	-19.00	0.0072	20.90	0.0083	22.30	0.0058
27/12	-20.06	0.0053	22.09	0.0057	22.71	0.0094
27/13	20.13	0.0081	22.73	0.0088	22.78	0.0091
27/14	20.85	0.0059	22.85	0.0127	23.01	0.0070
27/15	-20.93	0.0068	22.88	0.0026	23.35	0.0176
27/16	-21.38	0.0108	23.91	0.0108	23.51	0.0038
27/17	21.38	0.0015	24.74	0.0042	23.72	0.0048
27/18	21.88	0.0087	24.78	0.0047	24.13	0.0113
27/19	22.72	0.0141	24.93	0.0087	24.94	0.0050
27/20	-23.19	0.0128	24.94	0.0022	25.24	0.0046
28/1	11.99	0.0038	11.31	0.0001	12.45	0.0002
28/2	-13.32	0.0039	16.10	0.0047	16.63	0.0064
28/3	13.37	0.0053	16.51	0.0044	16.99	0.0058
28/4	-15.48	0.0118	-16.53	0.0008	17.72	0.0023
28/5	-16.52	0.0178	17.21	0.0018	18.08	0.0018
28/6	-16.86	0.0039	-17.46	0.0026	-18.35	0.0023
28/7	17.03	0.0049	17.49	0.0069	18.58	0.0017
28/8	17.72	0.0102	17.62	0.0013	19.30	0.0017
28/9	-18.16	0.0037	18.29	0.0011	-19.42	0.0015
28/10	18.42	0.0048	18.59	0.0024	19.73	0.0026
28/11	-18.77	0.0044	20.46	0.0010	21.74	0.0003
28/12	19.94	0.0056	-32.61	0.0343	31.67	0.0137
28/13	-20.01	0.0084	33.61	0.1610	32.40	0.0204
28/14	-20.70	0.0099	33.87	0.0315	32.94	0.0127
28/15	20.99	0.0062	-33.96	0.0936	33.26	0.0247
28/16	-21.13	0.0130	33.97	0.2020	33.37	0.0180
28/17	22.65	0.0089	34.74	0.1845	33.64	0.0368
28/18	23.03	0.0064	34.77	0.2035	33.68	0.0225
28/19	-23.10	0.0211	35.03	0.4383	33.81	0.0369
28/20	23.14	0.0040	-35.10	0.2916	33.87	0.0346

Analyse:	Analyse 2		Analyse 3		Analyse 4	
Case/Mode	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision	Critical coef.	Precision
29/1	11.03	0.0038	10.71	0.0001	11.83	0.0002
29/2	12.30	0.0052	15.35	0.0046	15.89	0.0063
29/3	-12.48	0.0045	15.74	0.0045	16.23	0.0059
29/4	-14.50	0.0115	-15.95	0.0009	16.90	0.0022
29/5	-15.25	0.0153	16.37	0.0017	17.24	0.0017
29/6	-15.63	0.0043	16.68	0.0067	-17.75	0.0027
29/7	15.71	0.0047	16.76	0.0013	17.75	0.0017
29/8	16.34	0.0046	-16.85	0.0029	18.43	0.0017
29/9	-16.80	0.0061	17.43	0.0011	-18.78	0.0019
29/10	17.05	0.0091	17.70	0.0023	18.83	0.0027
29/11	-17.43	0.0059	19.43	0.0010	20.69	0.0003
29/12	18.41	0.0085	-31.46	0.0370	29.96	0.0126
29/13	-18.44	0.0059	31.57	0.0135	30.65	0.0218
29/14	-19.15	0.0087	31.83	0.0206	31.12	0.0130
29/15	19.16	0.0045	31.95	0.0182	31.41	0.0170
29/16	-19.75	0.0096	32.68	0.0247	31.52	0.0169
29/17	20.46	0.0057	32.73	0.0256	31.79	0.0266
29/18	20.71	0.0007	32.88	0.0158	31.81	0.0234
29/19	20.89	0.0031	33.17	0.0186	31.92	0.0266
29/20	21.11	0.0086	33.23	0.0050	31.98	0.0250

B.2 Lastkombinasjoner

Tabell B.1: Konverteringstabell for lasttilfeller

I rapport	I tabell
1	13: Egenlast
2	14: Egenlast og snø
3	15: Egenlast + trafikk
4	16: Egenlast + service i spenn
5	17: Egenlast + service midt
6	18: Egenlast + vind y
7	19: Egenlast + vind x
8	20: Egenlast + vind z
9	21: E + snø + vind y
10	22: E + snø + vind x
11	23: E + snø + vind z
12	24: E + trafikk + vind y
13	25: E + trafikk + vind x
14	26: E + trafikk + vind z
15	27: E + service 1 + vind y
16	28: E + service 1 + vind x
17	29: E + service 1 + vind z

B.3 Resultater, Utnyttelse Analyse 4

Utnyttelse for staver av stål, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
913	KR 193.7x25	S355	0.01	26 E + trafikk + vind z
917	KR 193.7x25	S355	0.01	26 E + trafikk + vind z
918	KR 193.7x25	S355	0.05	26 E + trafikk + vind z
919	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
920	KR 193.7x25	S355	0.01	28 E + service 1 + vind x
921	KR 193.7x25	S355	0.01	28 E + service 1 + vind x
922	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
924	KR 193.7x25	S355	0.05	26 E + trafikk + vind z
925	KR 193.7x25	S355	0.01	26 E + trafikk + vind z
929	KR 193.7x25	S355	0.01	26 E + trafikk + vind z
930	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
932	KR 193.7x25	S355	0.02	26 E + trafikk + vind z
933	KR 193.7x25	S355	0.02	26 E + trafikk + vind z
934	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
935	KR 193.7x25	S355	0.02	28 E + service 1 + vind x
939	KR 193.7x25	S355	0.01	26 E + trafikk + vind z
940	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
944	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
945	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
947	KR 193.7x25	S355	0.01	24 E + Trafikk + vind y
948	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
952	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
953	KR 193.7x25	S355	0.01	26 E + trafikk + vind z
954	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
955	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
956	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
957	KR 193.7x25	S355	0.19	26 E + trafikk + vind z
958	KR 193.7x25	S355	0.07	26 E + trafikk + vind z
959	KR 193.7x25	S355	0.07	26 E + trafikk + vind z
960	KR 193.7x25	S355	0.19	26 E + trafikk + vind z
961	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
962	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
963	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
964	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
965	KR 193.7x25	S355	0.02	26 E + trafikk + vind z
966	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
967	KR 193.7x25	S355	0.22	26 E + trafikk + vind z
968	KR 193.7x25	S355	0.22	26 E + trafikk + vind z
969	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
970	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
971	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
972	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
973	KR 193.7x25	S355	0.18	26 E + trafikk + vind z
974	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
975	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
976	KR 193.7x25	S355	0.18	26 E + trafikk + vind z
977	KR 193.7x25	S355	0.31	26 E + trafikk + vind z
978	KR 193.7x25	S355	0.31	26 E + trafikk + vind z
979	KR 193.7x25	S355	0.03	26 E + trafikk + vind z
980	KR 193.7x25	S355	0.03	26 E + trafikk + vind z
981	KR 193.7x25	S355	0.13	26 E + trafikk + vind z
982	KR 193.7x25	S355	0.38	26 E + trafikk + vind z
983	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
984	KR 193.7x25	S355	0.11	24 E + Trafikk + vind y
985	KR 193.7x25	S355	0.38	26 E + trafikk + vind z
986	KR 193.7x25	S355	0.13	26 E + trafikk + vind z
987	KR 193.7x25	S355	0.03	26 E + trafikk + vind z
988	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
989	KR 193.7x25	S355	0.09	24 E + Trafikk + vind y
990	KR 193.7x25	S355	0.25	26 E + trafikk + vind z
991	KR 193.7x25	S355	0.25	26 E + trafikk + vind z
992	KR 193.7x25	S355	0.09	26 E + trafikk + vind z
993	KR 193.7x25	S355	0.08	24 E + Trafikk + vind y
994	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
995	KR 193.7x25	S355	0.23	26 E + trafikk + vind z
996	KR 193.7x25	S355	0.23	26 E + trafikk + vind z
997	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
998	KR 193.7x25	S355	0.12	24 E + Trafikk + vind y
999	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z

Utnyttelse for staver av stål, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1000	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1001	KR 193.7x25	S355	0.12	26 E + trafikk + vind z
1002	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1003	KR 193.7x25	S355	0.24	26 E + trafikk + vind z
1004	KR 193.7x25	S355	0.24	26 E + trafikk + vind z
1005	KR 193.7x25	S355	0.07	24 E + Trafikk + vind y
1006	KR 193.7x25	S355	0.24	26 E + trafikk + vind z
1007	KR 193.7x25	S355	0.24	26 E + trafikk + vind z
1008	KR 193.7x25	S355	0.07	26 E + trafikk + vind z
1009	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1010	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1011	KR 193.7x25	S355	0.33	26 E + trafikk + vind z
1012	KR 193.7x25	S355	0.33	26 E + trafikk + vind z
1013	KR 193.7x25	S355	0.16	24 E + Trafikk + vind y
1014	KR 193.7x25	S355	0.03	26 E + trafikk + vind z
1015	KR 193.7x25	S355	0.15	26 E + trafikk + vind z
1016	KR 193.7x25	S355	0.15	26 E + trafikk + vind z
1017	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1018	KR 193.7x25	S355	0.16	26 E + trafikk + vind z
1019	KR 193.7x25	S355	0.33	26 E + trafikk + vind z
1020	KR 193.7x25	S355	0.33	26 E + trafikk + vind z
1021	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1022	KR 193.7x25	S355	0.16	26 E + trafikk + vind z
1023	KR 193.7x25	S355	0.16	24 E + Trafikk + vind y
1024	KR 193.7x25	S355	0.03	26 E + trafikk + vind z
1025	KR 193.7x25	S355	0.15	26 E + trafikk + vind z
1026	KR 193.7x25	S355	0.15	26 E + trafikk + vind z
1027	KR 193.7x25	S355	0.23	26 E + trafikk + vind z
1028	KR 193.7x25	S355	0.23	26 E + trafikk + vind z
1029	KR 193.7x25	S355	0.23	26 E + trafikk + vind z
1030	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1031	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1032	KR 193.7x25	S355	0.11	24 E + Trafikk + vind y
1033	KR 193.7x25	S355	0.08	24 E + Trafikk + vind y
1034	KR 193.7x25	S355	0.23	26 E + trafikk + vind z
1035	KR 193.7x25	S355	0.22	26 E + trafikk + vind z
1036	KR 193.7x25	S355	0.22	26 E + trafikk + vind z
1037	KR 193.7x25	S355	0.13	26 E + trafikk + vind z
1038	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1039	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1040	KR 193.7x25	S355	0.13	24 E + Trafikk + vind y
1041	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1042	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1043	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1044	KR 193.7x25	S355	0.04	26 E + trafikk + vind z
1045	KR 193.7x25	S355	0.25	26 E + trafikk + vind z
1046	KR 193.7x25	S355	0.09	26 E + trafikk + vind z
1047	KR 193.7x25	S355	0.10	24 E + Trafikk + vind y
1048	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
1049	KR 193.7x25	S355	0.09	26 E + trafikk + vind z
1050	KR 193.7x25	S355	0.25	26 E + trafikk + vind z
1051	KR 193.7x25	S355	0.04	26 E + trafikk + vind z
1052	KR 193.7x25	S355	0.04	26 E + trafikk + vind z
1053	KR 193.7x25	S355	0.39	26 E + trafikk + vind z
1054	KR 193.7x25	S355	0.14	26 E + trafikk + vind z
1055	KR 193.7x25	S355	0.14	26 E + trafikk + vind z
1056	KR 193.7x25	S355	0.39	26 E + trafikk + vind z
1057	KR 193.7x25	S355	0.08	23 E + snø + vind z
1058	KR 193.7x25	S355	0.09	21 E + snø + vind y
1059	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1060	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1061	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
1062	KR 193.7x25	S355	0.16	26 E + trafikk + vind z
1063	KR 193.7x25	S355	0.34	26 E + trafikk + vind z
1064	KR 193.7x25	S355	0.34	26 E + trafikk + vind z
1065	KR 193.7x25	S355	0.16	24 E + Trafikk + vind y
1066	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
1067	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1068	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z

Utnyttelse for staver av stål, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1069	KR 193.7x25	S355	0.12	26 E + trafikk + vind z
1070	KR 193.7x25	S355	0.04	25 E + trafikk + vind x
1071	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1072	KR 193.7x25	S355	0.12	26 E + trafikk + vind z
1073	KR 193.7x25	S355	0.21	26 E + trafikk + vind z
1074	KR 193.7x25	S355	0.21	24 E + Trafikk + vind y
1075	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1076	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1077	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1078	KR 193.7x25	S355	0.18	26 E + trafikk + vind z
1079	KR 193.7x25	S355	0.15	26 E + trafikk + vind z
1080	KR 193.7x25	S355	0.15	24 E + Trafikk + vind y
1081	KR 193.7x25	S355	0.18	24 E + Trafikk + vind y
1082	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1083	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1084	KR 193.7x25	S355	0.08	24 E + Trafikk + vind y
1085	KR 193.7x25	S355	0.03	21 E + snø + vind y
1086	KR 193.7x25	S355	0.03	21 E + snø + vind y
1087	KR 193.7x25	S355	0.03	23 E + snø + vind z
1088	KR 193.7x25	S355	0.03	23 E + snø + vind z
1089	KR 193.7x25	S355	0.13	26 E + trafikk + vind z
1090	KR 193.7x25	S355	0.13	24 E + Trafikk + vind y
1091	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1092	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1093	KR 193.7x25	S355	0.06	26 E + trafikk + vind z
1094	KR 193.7x25	S355	0.14	26 E + trafikk + vind z
1095	KR 193.7x25	S355	0.02	18 Egenlast + vind y
1096	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1097	KR 193.7x25	S355	0.14	24 E + Trafikk + vind y
1098	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1099	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1100	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1101	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1102	KR 193.7x25	S355	0.08	24 E + Trafikk + vind y
1103	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1104	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1105	KR 193.7x25	S355	0.02	18 Egenlast + vind y
1106	KR 193.7x25	S355	0.02	18 Egenlast + vind y
1107	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1108	KR 193.7x25	S355	0.02	17 Egenlast + service midt
1109	KR 193.7x25	S355	0.05	21 E + snø + vind y
1110	KR 193.7x25	S355	0.01	24 E + Trafikk + vind y
1111	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1112	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1113	KR 193.7x25	S355	0.01	21 E + snø + vind y
1114	KR 193.7x25	S355	0.05	23 E + snø + vind z
1115	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1116	KR 193.7x25	S355	0.02	17 Egenlast + service midt
1117	KR 193.7x25	S355	0.08	26 E + trafikk + vind z
1118	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1119	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1120	KR 193.7x25	S355	0.08	24 E + Trafikk + vind y
1121	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1122	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1123	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1124	KR 193.7x25	S355	0.02	18 Egenlast + vind y
1125	KR 193.7x25	S355	0.04	25 E + trafikk + vind x
1126	KR 193.7x25	S355	0.09	26 E + trafikk + vind z
1127	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1128	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1129	KR 193.7x25	S355	0.10	24 E + Trafikk + vind y
1130	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1131	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1132	KR 193.7x25	S355	0.02	23 E + snø + vind z
1133	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1134	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1135	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1136	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1137	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av stål, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1138	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1139	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1140	KR 193.7x25	S355	0.02	1 DL1
1141	KR 193.7x25	S355	0.08	21 E + snø + vind y
1142	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1143	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1144	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1145	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1146	KR 193.7x25	S355	0.07	23 E + snø + vind z
1147	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1148	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1149	KR 193.7x25	S355	0.12	26 E + trafikk + vind z
1150	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1151	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1152	KR 193.7x25	S355	0.12	24 E + Trafikk + vind y
1153	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1154	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1155	KR 193.7x25	S355	0.02	18 Egenlast + vind y
1156	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1157	KR 193.7x25	S355	0.04	25 E + trafikk + vind x
1158	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
1159	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1160	KR 193.7x25	S355	0.03	17 Egenlast + service midt
1161	KR 193.7x25	S355	0.11	24 E + Trafikk + vind y
1162	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1163	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1164	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1165	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1166	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1167	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1168	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1169	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1170	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1171	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1172	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1173	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1174	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1175	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1176	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1177	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1178	KR 193.7x25	S355	0.07	23 E + snø + vind z
1179	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1180	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1181	KR 193.7x25	S355	0.12	26 E + trafikk + vind z
1182	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1183	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1184	KR 193.7x25	S355	0.12	24 E + Trafikk + vind y
1185	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1186	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1187	KR 193.7x25	S355	0.02	18 Egenlast + vind y
1188	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1189	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1190	KR 193.7x25	S355	0.10	26 E + trafikk + vind z
1191	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1192	KR 193.7x25	S355	0.03	17 Egenlast + service midt
1193	KR 193.7x25	S355	0.11	24 E + Trafikk + vind y
1194	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1195	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1196	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1197	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1198	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1199	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1200	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1201	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1202	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1203	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1204	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1205	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1206	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y

Utnyttelse for staver av stål, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1207	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1208	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1209	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1210	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1211	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1212	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1213	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1214	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1215	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1216	KR 193.7x25	S355	0.11	24 E + Trafikk + vind y
1217	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1218	KR 193.7x25	S355	0.06	21 E + snø + vind y
1219	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1220	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1221	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1222	KR 193.7x25	S355	0.10	23 E + snø + vind z
1223	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1224	KR 193.7x25	S355	0.03	20 Egenlast + vind z
1225	KR 193.7x25	S355	0.12	21 E + snø + vind y
1226	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1227	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1228	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1229	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1230	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1231	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1232	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1233	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1234	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1235	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1236	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1237	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1238	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1239	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1240	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1241	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1242	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1243	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1244	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1245	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1246	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1247	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1248	KR 193.7x25	S355	0.11	24 E + Trafikk + vind y
1249	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1250	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1251	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1252	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1253	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1254	KR 193.7x25	S355	0.10	23 E + snø + vind z
1255	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1256	KR 193.7x25	S355	0.03	17 Egenlast + service midt
1257	KR 193.7x25	S355	0.12	21 E + snø + vind y
1258	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1259	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1260	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1261	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1262	KR 193.7x25	S355	0.08	21 E + snø + vind y
1263	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1264	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1265	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1266	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1267	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1268	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1269	KR 193.7x25	S355	0.08	21 E + snø + vind y
1270	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1271	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1272	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1273	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1274	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1275	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y

Utnyttelse for staver av stål, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1276	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1277	KR 193.7x25	S355	0.10	23 E + snø + vind z
1278	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1279	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1280	KR 193.7x25	S355	0.11	21 E + snø + vind y
1281	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1282	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1283	KR 193.7x25	S355	0.03	18 Egenlast + vind y
1284	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1285	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1286	KR 193.7x25	S355	0.10	23 E + snø + vind z
1287	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1288	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1289	KR 193.7x25	S355	0.12	21 E + snø + vind y
1290	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1291	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1292	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1293	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1294	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1295	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1296	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1297	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1298	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1299	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1300	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1301	KR 193.7x25	S355	0.09	21 E + snø + vind y
1302	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1303	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1304	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1305	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1306	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1307	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1308	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1309	KR 193.7x25	S355	0.10	23 E + snø + vind z
1310	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1311	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1312	KR 193.7x25	S355	0.12	21 E + snø + vind y
1313	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1314	KR 193.7x25	S355	0.06	21 E + snø + vind y
1315	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1316	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1317	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1318	KR 193.7x25	S355	0.11	23 E + snø + vind z
1319	KR 193.7x25	S355	0.06	21 E + snø + vind y
1320	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1321	KR 193.7x25	S355	0.12	21 E + snø + vind y
1322	KR 193.7x25	S355	0.07	24 E + Trafikk + vind y
1323	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1324	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1325	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1326	KR 193.7x25	S355	0.07	21 E + snø + vind y
1327	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1328	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1329	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1330	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1331	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1332	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1333	KR 193.7x25	S355	0.10	21 E + snø + vind y
1334	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1335	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1336	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1337	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1338	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1339	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1340	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1341	KR 193.7x25	S355	0.10	23 E + snø + vind z
1342	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1343	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1344	KR 193.7x25	S355	0.13	21 E + snø + vind y

Utnyttelse for staver av stål, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1345	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1346	KR 193.7x25	S355	0.06	21 E + snø + vind y
1347	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1348	KR 193.7x25	S355	0.02	24 E + Trafikk + vind y
1349	KR 193.7x25	S355	0.06	25 E + trafikk + vind x
1350	KR 193.7x25	S355	0.12	26 E + trafikk + vind z
1351	KR 193.7x25	S355	0.07	18 Egenlast + vind y
1352	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1353	KR 193.7x25	S355	0.12	26 E + trafikk + vind z
1354	KR 193.7x25	S355	0.08	24 E + Trafikk + vind y
1355	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1356	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1357	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1358	KR 193.7x25	S355	0.08	21 E + snø + vind y
1359	KR 193.7x25	S355	0.08	23 E + snø + vind z
1360	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1361	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1362	KR 193.7x25	S355	0.04	25 E + trafikk + vind x
1363	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1364	KR 193.7x25	S355	0.04	23 E + snø + vind z
1365	KR 193.7x25	S355	0.11	21 E + snø + vind y
1366	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1367	KR 193.7x25	S355	0.05	18 Egenlast + vind y
1368	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1369	KR 193.7x25	S355	0.02	25 E + trafikk + vind x
1370	KR 193.7x25	S355	0.06	23 E + snø + vind z
1371	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1372	KR 193.7x25	S355	0.03	23 E + snø + vind z
1373	KR 193.7x25	S355	0.09	26 E + trafikk + vind z
1374	KR 193.7x25	S355	0.03	25 E + trafikk + vind x
1375	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1376	KR 193.7x25	S355	0.15	24 E + Trafikk + vind y
1377	KR 193.7x25	S355	0.04	24 E + Trafikk + vind y
1378	KR 193.7x25	S355	0.04	25 E + trafikk + vind x
1379	KR 193.7x25	S355	0.06	21 E + snø + vind y
1380	KR 193.7x25	S355	0.05	23 E + snø + vind z
1381	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1382	KR 193.7x25	S355	0.12	24 E + Trafikk + vind y
1383	KR 193.7x25	S355	0.08	18 Egenlast + vind y
1384	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1385	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1386	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1387	KR 193.7x25	S355	0.06	21 E + snø + vind y
1388	KR 193.7x25	S355	0.05	23 E + snø + vind z
1389	KR 193.7x25	S355	0.05	24 E + Trafikk + vind y
1390	KR 193.7x25	S355	0.11	26 E + trafikk + vind z
1391	KR 193.7x25	S355	0.12	24 E + Trafikk + vind y
1392	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1393	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1394	KR 193.7x25	S355	0.05	25 E + trafikk + vind x
1395	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1396	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1397	KR 193.7x25	S355	0.17	24 E + Trafikk + vind y
1398	KR 193.7x25	S355	0.03	24 E + Trafikk + vind y
1399	KR 193.7x25	S355	0.06	18 Egenlast + vind y
1400	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1401	KR 193.7x25	S355	0.04	18 Egenlast + vind y
1402	KR 193.7x25	S355	0.14	25 E + trafikk + vind x
1403	KR 193.7x25	S355	0.08	18 Egenlast + vind y
1404	KR 193.7x25	S355	0.08	24 E + Trafikk + vind y
1405	KR 193.7x25	S355	0.21	25 E + trafikk + vind x
1406	KR 193.7x25	S355	0.07	5 LL2
1407	KR 193.7x25	S355	0.07	5 LL2
1408	KR 193.7x25	S355	0.27	24 E + Trafikk + vind y
1409	KR 193.7x25	S355	0.06	24 E + Trafikk + vind y
1410	KR 193.7x25	S355	0.07	18 Egenlast + vind y

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1 Timber Member_1	GL 300x300	GL22	0.14	24 E + Trafikk + vind y
2 Timber Member_2	GL 300x300	GL22	0.06	18 Egenlast + vind y
3 Timber Member_3	GL 300x300	GL22	0.10	23 E + snø + vind z
4 Timber Member_4	GL 300x300	GL22	0.11	21 E + snø + vind y
5 Timber Member_5	GL 300x300	GL22	0.15	23 E + snø + vind z
6 Timber Member_6	GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
7 Timber Member_7	GL 300x300	GL22	0.09	21 E + snø + vind y
8 Timber Member_8	GL 300x300	GL22	0.04	24 E + Trafikk + vind y
	9 GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
10 Timber Member_10	GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
11 Timber Member_11	GL 300x300	GL22	0.09	23 E + snø + vind z
12 Timber Member_12	GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
	13 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
14 Timber Member_14	GL 300x300	GL22	0.05	24 E + Trafikk + vind y
15 Timber Member_15	GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
	16 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	17 GL 300x300	GL22	0.07	23 E + snø + vind z
18 Timber Member_18	GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
19 Timber Member_19	GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
20 Timber Member_20	GL 300x300	GL22	0.04	24 E + Trafikk + vind y
	21 GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
22 Timber Member_22	GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
23 Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.07	23 E + snø + vind z
	24 GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
	25 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
26 Timber Member_26	GL 300x300	GL22	0.04	24 E + Trafikk + vind y
27 Timber Member_27	GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
28 Timber Member_28	GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	29 GL 300x300	GL22	0.07	23 E + snø + vind z
30 Timber Member_30	GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
31 Timber Member_31	GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	32 GL 300x300	GL22	0.04	24 E + Trafikk + vind y
	33 GL 300x300	GL22	0.57	18 Egenlast + vind y
34 Timber Member_34	GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	37 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	40 GL 300x300	GL22	0.07	23 E + snø + vind z
	41 GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
	45 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	48 GL 300x300	GL22	0.04	24 E + Trafikk + vind y
	49 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	53 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	56 GL 300x300	GL22	0.07	23 E + snø + vind z
	57 GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
	61 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	64 GL 300x300	GL22	0.04	24 E + Trafikk + vind y
	65 GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
	69 GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
	72 GL 300x300	GL22	0.09	23 E + snø + vind z
	73 GL 300x300	GL22	0.08	24 E + Trafikk + vind y
	77 GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
	80 GL 300x300	GL22	0.03	18 Egenlast + vind y
	81 GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
	85 GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
	88 GL 300x300	GL22	0.08	23 E + snø + vind z
	89 GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
	93 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	96 GL 300x300	GL22	0.04	26 E + trafikk + vind z
	97 GL 300x300	GL22	0.09	24 E + Trafikk + vind y
	101 GL 300x300	GL22	0.09	26 E + trafikk + vind z
	104 GL 300x300	GL22	0.06	26 E + trafikk + vind z
	105 GL 300x300	GL22	0.13	26 E + trafikk + vind z
	109 GL 300x300	GL22	0.13	26 E + trafikk + vind z
	112 GL 300x300	GL22	0.15	26 E + trafikk + vind z
	113 GL 300x300	GL22	0.16	26 E + trafikk + vind z
	117 GL 300x300	GL22	0.16	26 E + trafikk + vind z
	120 GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
	121 GL 300x300	GL22	0.08	24 E + Trafikk + vind y
	125 GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
	128 GL 300x300	GL22	0.10	23 E + snø + vind z
	129 GL 300x300	GL22	0.46	26 E + trafikk + vind z
	133 GL 300x300	GL22	0.45	26 E + trafikk + vind z
	136 GL 300x300	GL22	0.58	26 E + trafikk + vind z
	137 GL 300x300	GL22	0.64	26 E + trafikk + vind z
	141 GL 300x300	GL22	0.64	26 E + trafikk + vind z
	144 GL 300x300	GL22	0.59	26 E + trafikk + vind z

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
145	GL 300x300	GL22	0.47	26 E + trafikk + vind z
149	GL 300x300	GL22	0.47	26 E + trafikk + vind z
152	GL 300x300	GL22	0.13	26 E + trafikk + vind z
153	GL 300x300	GL22	0.07	24 E + Trafikk + vind y
157	GL 300x300	GL22	0.07	26 E + trafikk + vind z
160	GL 300x300	GL22	0.06	26 E + trafikk + vind z
161	GL 300x300	GL22	0.13	24 E + Trafikk + vind y
165	GL 300x300	GL22	0.13	26 E + trafikk + vind z
168	GL 300x300	GL22	0.11	26 E + trafikk + vind z
169	GL 300x300	GL22	0.10	24 E + Trafikk + vind y
173	GL 300x300	GL22	0.10	26 E + trafikk + vind z
176	GL 300x300	GL22	0.04	26 E + trafikk + vind z
177	GL 300x300	GL22	0.08	24 E + Trafikk + vind y
181	GL 300x300	GL22	0.08	26 E + trafikk + vind z
184	GL 300x300	GL22	0.04	18 Egenlast + vind y
185	GL 300x300	GL22	1.18	24 E + Trafikk + vind y
189	GL 300x300	GL22	1.86	24 E + Trafikk + vind y
192	GL 300x300	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
193	GL 300x300	GL22	0.34	24 E + Trafikk + vind y
197	GL 300x300	GL22	1.71	25 E + trafikk + vind x
200	GL 300x300	GL22	1.06	24 E + Trafikk + vind y
201	GL350x200	GL32h	0.34	24 E + Trafikk + vind y
205	GL350x200	GL32h	0.16	24 E + Trafikk + vind y
208	GL350x200	GL32h	0.23	24 E + Trafikk + vind y
209	GL350x200	GL32h	0.43	24 E + Trafikk + vind y
213	GL350x200	GL32h	0.38	24 E + Trafikk + vind y
216	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
217	GL350x200	GL32h	0.22	26 E + trafikk + vind z
221	GL350x200	GL32h	0.49	25 E + trafikk + vind x
224	GL350x200	GL32h	0.36	26 E + trafikk + vind z
225	GL350x200	GL32h	0.29	25 E + trafikk + vind x
229	GL350x200	GL32h	0.19	26 E + trafikk + vind z
232	GL350x200	GL32h	0.49	25 E + trafikk + vind x
233	GL350x200	GL32h	0.33	26 E + trafikk + vind z
237	GL350x200	GL32h	0.28	25 E + trafikk + vind x
240	GL350x200	GL32h	0.18	26 E + trafikk + vind z
241	GL350x200	GL32h	0.49	25 E + trafikk + vind x
245	GL350x200	GL32h	0.31	26 E + trafikk + vind z
246	GL350x200	GL32h	0.28	25 E + trafikk + vind x
247	GL350x200	GL32h	0.17	26 E + trafikk + vind z
249	GL350x200	GL32h	0.48	25 E + trafikk + vind x
250	GL350x200	GL32h	0.30	26 E + trafikk + vind z
251	GL350x200	GL32h	0.27	25 E + trafikk + vind x
252	GL350x200	GL32h	0.16	26 E + trafikk + vind z
254	GL350x200	GL32h	0.48	25 E + trafikk + vind x
257	GL350x200	GL32h	0.29	26 E + trafikk + vind z
260	GL350x200	GL32h	0.27	25 E + trafikk + vind x
262	GL350x200	GL32h	0.15	26 E + trafikk + vind z
264	GL350x200	GL32h	0.48	25 E + trafikk + vind x
266	GL350x200	GL32h	0.29	26 E + trafikk + vind z
269	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
272	GL350x200	GL32h	0.15	26 E + trafikk + vind z
274	GL350x200	GL32h	0.48	25 E + trafikk + vind x
277	GL350x200	GL32h	0.28	26 E + trafikk + vind z
280	GL350x200	GL32h	0.25	25 E + trafikk + vind x
283	GL350x200	GL32h	0.13	26 E + trafikk + vind z
285	GL350x200	GL32h	0.43	25 E + trafikk + vind x
287	GL350x200	GL32h	0.21	26 E + trafikk + vind z
290	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
293	GL350x200	GL32h	0.07	5 LL2
295	GL350x200	GL32h	0.31	25 E + trafikk + vind x
297	GL350x200	GL32h	0.17	23 E + snø + vind z
300	GL350x200	GL32h	0.39	25 E + trafikk + vind x
303	GL350x200	GL32h	0.26	26 E + trafikk + vind z
306	GL350x200	GL32h	0.63	25 E + trafikk + vind x
309	GL350x200	GL32h	0.53	26 E + trafikk + vind z
312	GL350x200	GL32h	0.36	25 E + trafikk + vind x
314	GL350x200	GL32h	0.21	26 E + trafikk + vind z
317	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
319	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
322	GL350x200	GL32h	0.22	25 E + trafikk + vind x
325	GL350x200	GL32h	0.17	26 E + trafikk + vind z
328	GL350x200	GL32h	0.24	25 E + trafikk + vind x
331	GL350x200	GL32h	0.26	26 E + trafikk + vind z
334	GL350x200	GL32h	0.70	26 E + trafikk + vind z

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
336	GL350x200	GL32h	0.40	26 E + trafikk + vind z
339	GL350x200	GL32h	0.44	25 E + trafikk + vind x
342	GL350x200	GL32h	0.18	23 E + snø + vind z
344	GL350x200	GL32h	0.30	25 E + trafikk + vind x
346	GL350x200	GL32h	0.10	23 E + snø + vind z
348	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
350	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
352	GL350x200	GL32h	0.10	21 E + snø + vind y
355	GL350x200	GL32h	0.30	25 E + trafikk + vind x
358	GL350x200	GL32h	0.19	21 E + snø + vind y
360	GL350x200	GL32h	0.44	25 E + trafikk + vind x
363	GL350x200	GL32h	0.40	26 E + trafikk + vind z
366	GL350x200	GL32h	0.70	26 E + trafikk + vind z
368	GL350x200	GL32h	0.26	26 E + trafikk + vind z
370	GL350x200	GL32h	0.24	25 E + trafikk + vind x
373	GL350x200	GL32h	0.17	26 E + trafikk + vind z
376	GL350x200	GL32h	0.22	25 E + trafikk + vind x
379	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
382	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
385	GL350x200	GL32h	0.21	26 E + trafikk + vind z
388	GL350x200	GL32h	0.36	25 E + trafikk + vind x
391	GL350x200	GL32h	0.53	26 E + trafikk + vind z
394	GL350x200	GL32h	0.63	25 E + trafikk + vind x
397	GL350x200	GL32h	0.26	24 E + Trafikk + vind y
400	GL350x200	GL32h	0.39	24 E + Trafikk + vind y
403	GL350x200	GL32h	0.17	21 E + snø + vind y
405	GL350x200	GL32h	0.31	25 E + trafikk + vind x
407	GL350x200	GL32h	0.07	21 E + snø + vind y
408	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
410	GL350x200	GL32h	0.21	24 E + Trafikk + vind y
412	GL350x200	GL32h	0.43	25 E + trafikk + vind x
414	GL350x200	GL32h	0.13	24 E + Trafikk + vind y
416	GL350x200	GL32h	0.25	25 E + trafikk + vind x
419	GL350x200	GL32h	0.28	24 E + Trafikk + vind y
422	GL350x200	GL32h	0.48	25 E + trafikk + vind x
425	GL350x200	GL32h	0.15	24 E + Trafikk + vind y
428	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
430	GL350x200	GL32h	0.29	24 E + Trafikk + vind y
432	GL350x200	GL32h	0.48	25 E + trafikk + vind x
435	GL350x200	GL32h	0.16	24 E + Trafikk + vind y
438	GL350x200	GL32h	0.27	25 E + trafikk + vind x
440	GL350x200	GL32h	0.30	24 E + Trafikk + vind y
442	GL350x200	GL32h	0.48	24 E + Trafikk + vind y
445	GL350x200	GL32h	0.16	24 E + Trafikk + vind y
447	GL350x200	GL32h	0.27	25 E + trafikk + vind x
449	GL350x200	GL32h	0.31	24 E + Trafikk + vind y
451	GL350x200	GL32h	0.49	24 E + Trafikk + vind y
453	GL350x200	GL32h	0.17	24 E + Trafikk + vind y
455	GL350x200	GL32h	0.28	24 E + Trafikk + vind y
458	GL350x200	GL32h	0.32	24 E + Trafikk + vind y
461	GL350x200	GL32h	0.49	24 E + Trafikk + vind y
464	GL350x200	GL32h	0.18	24 E + Trafikk + vind y
466	GL350x200	GL32h	0.28	24 E + Trafikk + vind y
468	GL350x200	GL32h	0.34	24 E + Trafikk + vind y
470	GL350x200	GL32h	0.49	24 E + Trafikk + vind y
473	GL350x200	GL32h	0.20	24 E + Trafikk + vind y
476	GL350x200	GL32h	0.29	25 E + trafikk + vind x
478	GL350x200	GL32h	0.36	24 E + Trafikk + vind y
481	GL350x200	GL32h	0.49	25 E + trafikk + vind x
483	GL350x200	GL32h	0.22	24 E + Trafikk + vind y
486	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
489	GL350x200	GL32h	0.38	26 E + trafikk + vind z
492	GL350x200	GL32h	0.41	25 E + trafikk + vind x
494	GL350x200	GL32h	0.21	26 E + trafikk + vind z
497	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
500	GL350x200	GL32h	0.34	25 E + trafikk + vind x
503	GL350x200	GL32h	1.02	24 E + Trafikk + vind y
506	GL350x200	GL32h	0.76	24 E + Trafikk + vind y
508	GL350x200	GL32h	0.70	24 E + Trafikk + vind y
510	GL350x200	GL32h	0.55	24 E + Trafikk + vind y
513	GL350x200	GL32h	0.58	24 E + Trafikk + vind y
515	GL350x200	GL32h	0.39	25 E + trafikk + vind x
517	GL350x200	GL32h	0.36	25 E + trafikk + vind x
519	GL350x200	GL32h	0.33	25 E + trafikk + vind x
521	GL350x200	GL32h	0.38	25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
524	GL350x200	GL32h	0.28	25 E + trafikk + vind x
527	GL350x200	GL32h	0.24	25 E + trafikk + vind x
530	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
532	GL350x200	GL32h	0.30	25 E + trafikk + vind x
534	GL350x200	GL32h	0.23	25 E + trafikk + vind x
536	GL350x200	GL32h	0.18	25 E + trafikk + vind x
539	GL350x200	GL32h	0.24	25 E + trafikk + vind x
542	GL350x200	GL32h	0.26	25 E + trafikk + vind x
545	GL350x200	GL32h	0.22	25 E + trafikk + vind x
548	GL350x200	GL32h	0.16	25 E + trafikk + vind x
550	GL350x200	GL32h	0.23	25 E + trafikk + vind x
552	GL350x200	GL32h	0.24	25 E + trafikk + vind x
555	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
556	GL350x200	GL32h	0.16	17 Egenlast + service midt
558	GL350x200	GL32h	0.22	25 E + trafikk + vind x
560	GL350x200	GL32h	0.23	25 E + trafikk + vind x
563	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
565	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
567	GL350x200	GL32h	0.21	25 E + trafikk + vind x
570	GL350x200	GL32h	0.22	25 E + trafikk + vind x
573	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
575	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
578	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
581	GL350x200	GL32h	0.21	25 E + trafikk + vind x
584	GL350x200	GL32h	0.17	25 E + trafikk + vind x
587	GL350x200	GL32h	0.12	25 E + trafikk + vind x
589	GL350x200	GL32h	0.18	25 E + trafikk + vind x
592	GL350x200	GL32h	0.18	25 E + trafikk + vind x
594	GL350x200	GL32h	0.15	25 E + trafikk + vind x
597	GL350x200	GL32h	0.09	25 E + trafikk + vind x
600	GL350x200	GL32h	0.17	25 E + trafikk + vind x
603	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
605	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
607	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
609	GL350x200	GL32h	0.23	25 E + trafikk + vind x
612	GL350x200	GL32h	0.34	25 E + trafikk + vind x
615	GL350x200	GL32h	0.21	25 E + trafikk + vind x
618	GL350x200	GL32h	0.23	25 E + trafikk + vind x
621	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
624	GL350x200	GL32h	0.16	25 E + trafikk + vind x
627	GL350x200	GL32h	0.20	28 E + service 1 + vind x
630	GL350x200	GL32h	0.12	28 E + service 1 + vind x
632	GL350x200	GL32h	0.15	25 E + trafikk + vind x
635	GL350x200	GL32h	0.09	23 E + snø + vind z
638	GL350x200	GL32h	0.23	26 E + trafikk + vind z
640	GL350x200	GL32h	0.23	26 E + trafikk + vind z
642	GL350x200	GL32h	0.15	25 E + trafikk + vind x
645	GL350x200	GL32h	0.15	25 E + trafikk + vind x
647	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
650	GL350x200	GL32h	0.12	25 E + trafikk + vind x
652	GL350x200	GL32h	0.17	25 E + trafikk + vind x
655	GL350x200	GL32h	0.17	25 E + trafikk + vind x
657	GL350x200	GL32h	0.12	25 E + trafikk + vind x
660	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
663	GL350x200	GL32h	0.15	24 E + Trafikk + vind y
666	GL350x200	GL32h	0.15	25 E + trafikk + vind x
668	GL350x200	GL32h	0.23	24 E + Trafikk + vind y
671	GL350x200	GL32h	0.23	26 E + trafikk + vind z
673	GL350x200	GL32h	0.09	21 E + snø + vind y
675	GL350x200	GL32h	0.15	25 E + trafikk + vind x
677	GL350x200	GL32h	0.12	28 E + service 1 + vind x
679	GL350x200	GL32h	0.20	28 E + service 1 + vind x
682	GL350x200	GL32h	0.16	25 E + trafikk + vind x
684	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
686	GL350x200	GL32h	0.23	25 E + trafikk + vind x
689	GL350x200	GL32h	0.21	25 E + trafikk + vind x
691	GL350x200	GL32h	0.34	25 E + trafikk + vind x
694	GL350x200	GL32h	0.23	24 E + Trafikk + vind y
697	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
700	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
703	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
705	GL350x200	GL32h	0.17	25 E + trafikk + vind x
707	GL350x200	GL32h	0.09	25 E + trafikk + vind x
708	GL350x200	GL32h	0.15	25 E + trafikk + vind x
710	GL350x200	GL32h	0.18	25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
712	GL350x200	GL32h	0.18	25 E + trafikk + vind x
715	GL350x200	GL32h	0.12	25 E + trafikk + vind x
717	GL350x200	GL32h	0.17	25 E + trafikk + vind x
720	GL350x200	GL32h	0.21	25 E + trafikk + vind x
722	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
724	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
726	GL350x200	GL32h	0.19	25 E + trafikk + vind x
728	GL350x200	GL32h	0.22	25 E + trafikk + vind x
730	GL350x200	GL32h	0.21	24 E + Trafikk + vind y
732	GL350x200	GL32h	0.14	25 E + trafikk + vind x
734	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
736	GL350x200	GL32h	0.23	25 E + trafikk + vind x
738	GL350x200	GL32h	0.22	24 E + Trafikk + vind y
740	GL350x200	GL32h	0.16	17 Egenlast + service midt
743	GL350x200	GL32h	0.20	25 E + trafikk + vind x
745	GL350x200	GL32h	0.24	25 E + trafikk + vind x
747	GL350x200	GL32h	0.23	24 E + Trafikk + vind y
750	GL350x200	GL32h	0.16	25 E + trafikk + vind x
752	GL350x200	GL32h	0.22	24 E + Trafikk + vind y
754	GL350x200	GL32h	0.26	24 E + Trafikk + vind y
756	GL350x200	GL32h	0.25	24 E + Trafikk + vind y
759	GL350x200	GL32h	0.18	24 E + Trafikk + vind y
762	GL350x200	GL32h	0.23	24 E + Trafikk + vind y
764	GL350x200	GL32h	0.30	24 E + Trafikk + vind y
767	GL350x200	GL32h	0.27	24 E + Trafikk + vind y
770	GL350x200	GL32h	0.24	25 E + trafikk + vind x
773	GL350x200	GL32h	0.28	25 E + trafikk + vind x
775	GL350x200	GL32h	0.38	25 E + trafikk + vind x
778	GL350x200	GL32h	0.33	25 E + trafikk + vind x
781	GL350x200	GL32h	0.36	25 E + trafikk + vind x
784	GL350x200	GL32h	0.39	25 E + trafikk + vind x
787	GL350x200	GL32h	0.57	25 E + trafikk + vind x
790	GL350x200	GL32h	0.53	25 E + trafikk + vind x
792	GL350x200	GL32h	0.68	25 E + trafikk + vind x
795	GL350x200	GL32h	0.68	25 E + trafikk + vind x
797	GL350x200	GL32h	0.98	25 E + trafikk + vind x
800	GL350x200	GL22	0.33	24 E + Trafikk + vind y
803	GL350x200	GL22	0.40	24 E + Trafikk + vind y
806	GL 300x300	GL22	1.63	25 E + trafikk + vind x
808	GL 300x300	GL22	0.34	25 E + trafikk + vind x
811	GL 300x300	GL22	0.35	24 E + Trafikk + vind y
813	GL 300x300	GL22	1.80	24 E + Trafikk + vind y
816	GL350x200	GL22	0.62	25 E + trafikk + vind x
819	GL350x200	GL22	0.62	25 E + trafikk + vind x
822	GL 300x300	GL22	0.74	24 E + Trafikk + vind y
824	GL 300x300	GL22	1.51	24 E + Trafikk + vind y
826	GL 300x300	GL22	0.27	24 E + Trafikk + vind y
828	GL 300x300	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
830	GL 300x300	GL22	1.33	25 E + trafikk + vind x
833	GL 300x300	GL22	0.63	25 E + trafikk + vind x
836	GL350x200	GL22	0.46	25 E + trafikk + vind x
839	GL350x200	GL22	0.46	25 E + trafikk + vind x
842	GL350x200	GL22	0.45	25 E + trafikk + vind x
845	GL350x200	GL22	0.47	24 E + Trafikk + vind y
847	GL 300x300	GL22	0.48	25 E + trafikk + vind x
850	GL 300x300	GL22	1.12	24 E + Trafikk + vind y
853	GL 300x300	GL22	1.00	25 E + trafikk + vind x
855	GL 300x300	GL22	0.50	24 E + Trafikk + vind y
856	GL 300x300	GL22	0.82	25 E + trafikk + vind x
857	GL 300x300	GL22	0.53	25 E + trafikk + vind x
858	GL 300x300	GL22	1.25	24 E + Trafikk + vind y
862	GL 300x300	GL22	1.10	26 E + trafikk + vind z
863	GL 300x300	GL22	0.55	24 E + Trafikk + vind y
867	GL 300x300	GL22	0.95	24 E + Trafikk + vind y
868	GL350x200	GL22	1.40	25 E + trafikk + vind x
869	GL350x200	GL22	1.42	24 E + Trafikk + vind y
870	GL 300x300	GL22	0.59	25 E + trafikk + vind x
872	GL 300x300	GL22	0.22	23 E + snø + vind z
873	GL 300x300	GL22	0.24	21 E + snø + vind y
877	GL 300x300	GL22	0.66	24 E + Trafikk + vind y
878	GL350x200	GL22	0.45	25 E + trafikk + vind x
880	GL350x200	GL22	0.45	25 E + trafikk + vind x
881	GL350x200	GL22	0.34	25 E + trafikk + vind x
882	GL350x200	GL22	0.34	25 E + trafikk + vind x
883	GL 300x300	GL22	0.50	25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
	884	GL 300x300	GL22	0.29 25 E + trafikk + vind x
	885	GL 300x300	GL22	0.18 25 E + trafikk + vind x
	889	GL 300x300	GL22	0.18 25 E + trafikk + vind x
	890	GL 300x300	GL22	0.37 24 E + Trafikk + vind y
	894	GL 300x300	GL22	0.57 24 E + Trafikk + vind y
	895	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	897	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	898	GL 300x300	GL22	0.32 25 E + trafikk + vind x
	902	GL 300x300	GL22	0.50 24 E + Trafikk + vind y
	903	GL 300x300	GL22	0.45 25 E + trafikk + vind x
	905	GL 300x300	GL22	0.33 24 E + Trafikk + vind y
	906	GL 300x300	GL22	0.43 25 E + trafikk + vind x
	907	GL 300x300	GL22	0.56 24 E + Trafikk + vind y
	908	GL 300x300	GL22	1.24 24 E + Trafikk + vind y
	912	GL 300x300	GL22	1.16 26 E + trafikk + vind z
	1411	GL350x200	GL22	0.78 24 E + Trafikk + vind y
	1412	GL350x200	GL22	0.12 24 E + Trafikk + vind y
	1413	GL350x200	GL22	0.65 25 E + trafikk + vind x
	1414	GL350x200	GL22	0.64 25 E + trafikk + vind x
	1415	GL350x200	GL22	0.70 24 E + Trafikk + vind y
	1416	GL350x200	GL22	1.23 24 E + Trafikk + vind y
1417	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.26 24 E + Trafikk + vind y
1418	Timber Member_14	GL350x200	GL22	1.19 25 E + trafikk + vind x
1419	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.26 25 E + trafikk + vind x
1420	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.28 24 E + Trafikk + vind y
1421	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.56 24 E + Trafikk + vind y
1422	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.16 24 E + Trafikk + vind y
1423	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.52 25 E + trafikk + vind x
1424	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.15 24 E + Trafikk + vind y
1425	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.13 25 E + trafikk + vind x
1426	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.77 24 E + Trafikk + vind y
1427	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.23 24 E + Trafikk + vind y
1428	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.72 25 E + trafikk + vind x
1429	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.19 24 E + Trafikk + vind y
1430	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.17 25 E + trafikk + vind x
1431	Timber Member_14	GL350x200	GL22	1.03 24 E + Trafikk + vind y
1432	Timber Member_14	GL350x200	GL22	1.20 24 E + Trafikk + vind y
1434	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.89 26 E + trafikk + vind z
1435	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.43 24 E + Trafikk + vind y
1436	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.43 25 E + trafikk + vind x
1437	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.54 24 E + Trafikk + vind y
1438	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.27 26 E + trafikk + vind z
1440	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.48 25 E + trafikk + vind x
1441	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.23 24 E + Trafikk + vind y
1442	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.22 25 E + trafikk + vind x
1443	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.31 24 E + Trafikk + vind y
1444	Timber Member_14	GL350x200	GL22	0.10 21 E + snø + vind y
	1446	GL350x200	GL22	0.29 25 E + trafikk + vind x
	1447	GL350x200	GL22	0.23 25 E + trafikk + vind x
	1448	GL350x200	GL22	0.23 25 E + trafikk + vind x
	1449	GL350x200	GL22	0.31 24 E + Trafikk + vind y
	1450	GL350x200	GL22	0.23 26 E + trafikk + vind z
	1452	GL350x200	GL22	0.26 25 E + trafikk + vind x
	1453	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	1454	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	1455	GL350x200	GL22	0.98 24 E + Trafikk + vind y
	1456	GL350x200	GL22	1.34 24 E + Trafikk + vind y
	1458	GL350x200	GL22	0.95 26 E + trafikk + vind z
	1459	GL350x200	GL22	0.60 24 E + Trafikk + vind y
	1460	GL350x200	GL22	0.52 25 E + trafikk + vind x
	1461	GL350x200	GL22	0.27 24 E + Trafikk + vind y
	1462	GL350x200	GL22	0.27 26 E + trafikk + vind z
	1464	GL350x200	GL22	0.24 26 E + trafikk + vind z
	1465	GL350x200	GL22	0.25 25 E + trafikk + vind x
	1466	GL350x200	GL22	0.25 25 E + trafikk + vind x
	1467	GL350x200	GL22	0.23 26 E + trafikk + vind z
	1468	GL350x200	GL22	0.15 23 E + snø + vind z
	1470	GL350x200	GL22	0.23 26 E + trafikk + vind z
	1471	GL350x200	GL22	0.26 25 E + trafikk + vind x
	1472	GL350x200	GL22	0.26 25 E + trafikk + vind x
	1473	GL350x200	GL22	0.20 21 E + snø + vind y
	1474	GL350x200	GL22	0.23 26 E + trafikk + vind z
	1476	GL350x200	GL22	0.20 23 E + snø + vind z
	1477	GL350x200	GL22	0.36 25 E + trafikk + vind x
	1478	GL350x200	GL22	0.36 25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1479	GL350x200	GL22	0.85	26 E + trafikk + vind z
1480	GL350x200	GL22	1.26	24 E + Trafikk + vind y
1482	GL350x200	GL22	0.86	24 E + Trafikk + vind y
1483	GL350x200	GL22	0.63	24 E + Trafikk + vind y
1484	GL350x200	GL22	0.51	25 E + trafikk + vind x
1485	GL350x200	GL22	0.19	23 E + snø + vind z
1486	GL350x200	GL22	0.26	26 E + trafikk + vind z
1488	GL350x200	GL22	0.19	23 E + snø + vind z
1489	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1490	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1491	GL350x200	GL22	0.24	26 E + trafikk + vind z
1492	GL350x200	GL22	0.15	23 E + snø + vind z
1494	GL350x200	GL22	0.24	24 E + Trafikk + vind y
1495	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1496	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1497	GL350x200	GL22	0.21	26 E + trafikk + vind z
1498	GL350x200	GL22	0.24	24 E + Trafikk + vind y
1500	GL350x200	GL22	0.21	26 E + trafikk + vind z
1501	GL350x200	GL22	0.38	25 E + trafikk + vind x
1502	GL350x200	GL22	0.38	25 E + trafikk + vind x
1503	GL350x200	GL22	0.83	26 E + trafikk + vind z
1504	GL350x200	GL22	1.26	24 E + Trafikk + vind y
1506	GL350x200	GL22	0.85	24 E + Trafikk + vind y
1507	GL350x200	GL22	0.64	24 E + Trafikk + vind y
1508	GL350x200	GL22	0.50	25 E + trafikk + vind x
1509	GL350x200	GL22	0.19	26 E + trafikk + vind z
1510	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1512	GL350x200	GL22	0.20	21 E + snø + vind y
1513	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1514	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1515	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1516	GL350x200	GL22	0.14	23 E + snø + vind z
1518	GL350x200	GL22	0.25	24 E + Trafikk + vind y
1519	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1520	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1521	GL350x200	GL22	0.23	26 E + trafikk + vind z
1522	GL350x200	GL22	0.24	24 E + Trafikk + vind y
1524	GL350x200	GL22	0.23	24 E + Trafikk + vind y
1525	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1526	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1527	GL350x200	GL22	0.83	26 E + trafikk + vind z
1528	GL350x200	GL22	1.26	24 E + Trafikk + vind y
1530	GL350x200	GL22	0.85	24 E + Trafikk + vind y
1531	GL350x200	GL22	0.64	24 E + Trafikk + vind y
1532	GL350x200	GL22	0.51	25 E + trafikk + vind x
1533	GL350x200	GL22	0.21	26 E + trafikk + vind z
1534	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1536	GL350x200	GL22	0.21	24 E + Trafikk + vind y
1537	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1538	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1539	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1540	GL350x200	GL22	0.14	23 E + snø + vind z
1542	GL350x200	GL22	0.25	24 E + Trafikk + vind y
1543	GL350x200	GL22	0.34	17 Egenlast + service midt
1544	GL350x200	GL22	0.34	17 Egenlast + service midt
1545	GL350x200	GL22	0.24	26 E + trafikk + vind z
1546	GL350x200	GL22	0.24	26 E + trafikk + vind z
1548	GL350x200	GL22	0.25	24 E + Trafikk + vind y
1549	GL350x200	GL22	0.70	17 Egenlast + service midt
1550	GL350x200	GL22	0.70	17 Egenlast + service midt
1551	GL350x200	GL22	0.84	26 E + trafikk + vind z
1552	GL350x200	GL22	1.26	24 E + Trafikk + vind y
1554	GL350x200	GL22	0.84	24 E + Trafikk + vind y
1555	GL350x200	GL22	0.64	24 E + Trafikk + vind y
1556	GL350x200	GL22	0.51	25 E + trafikk + vind x
1557	GL350x200	GL22	0.22	26 E + trafikk + vind z
1558	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1560	GL350x200	GL22	0.23	24 E + Trafikk + vind y
1561	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1562	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1563	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1564	GL350x200	GL22	0.14	23 E + snø + vind z
1566	GL350x200	GL22	0.25	24 E + Trafikk + vind y
1567	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1568	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1569	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1570	GL350x200	GL22	0.24	26 E + trafikk + vind z
1572	GL350x200	GL22	0.26	24 E + Trafikk + vind y
1573	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1574	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1575	GL350x200	GL22	0.86	26 E + trafikk + vind z
1576	GL350x200	GL22	1.27	24 E + Trafikk + vind y
1578	GL350x200	GL22	0.85	24 E + Trafikk + vind y
1579	GL350x200	GL22	0.64	24 E + Trafikk + vind y
1580	GL350x200	GL22	0.51	25 E + trafikk + vind x
1581	GL350x200	GL22	0.22	26 E + trafikk + vind z
1582	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1584	GL350x200	GL22	0.23	24 E + Trafikk + vind y
1585	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1586	GL350x200	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
1587	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1588	GL350x200	GL22	0.14	26 E + trafikk + vind z
1590	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1591	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1592	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1593	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1594	GL350x200	GL22	0.24	26 E + trafikk + vind z
1596	GL350x200	GL22	0.26	24 E + Trafikk + vind y
1597	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1598	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1599	GL350x200	GL22	0.87	26 E + trafikk + vind z
1600	GL350x200	GL22	1.30	24 E + Trafikk + vind y
1602	GL350x200	GL22	0.87	26 E + trafikk + vind z
1603	GL350x200	GL22	0.64	24 E + Trafikk + vind y
1604	GL350x200	GL22	0.52	25 E + trafikk + vind x
1605	GL350x200	GL22	0.21	26 E + trafikk + vind z
1606	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1608	GL350x200	GL22	0.22	24 E + Trafikk + vind y
1609	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1610	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1611	GL350x200	GL22	0.26	26 E + trafikk + vind z
1612	GL350x200	GL22	0.10	23 E + snø + vind z
1614	GL350x200	GL22	0.26	26 E + trafikk + vind z
1615	GL350x200	GL22	0.28	25 E + trafikk + vind x
1616	GL350x200	GL22	0.28	25 E + trafikk + vind x
1617	GL350x200	GL22	0.23	26 E + trafikk + vind z
1618	GL350x200	GL22	0.23	26 E + trafikk + vind z
1620	GL350x200	GL22	0.23	24 E + Trafikk + vind y
1621	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1622	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
1623	GL350x200	GL22	0.66	26 E + trafikk + vind z
1624	GL350x200	GL22	1.07	24 E + Trafikk + vind y
1626	GL350x200	GL22	0.65	26 E + trafikk + vind z
1627	GL350x200	GL22	0.59	24 E + Trafikk + vind y
1628	GL350x200	GL22	0.47	25 E + trafikk + vind x
1629	GL350x200	GL22	0.24	26 E + trafikk + vind z
1630	GL350x200	GL22	0.27	26 E + trafikk + vind z
1632	GL350x200	GL22	0.24	24 E + Trafikk + vind y
1633	GL350x200	GL22	0.28	25 E + trafikk + vind x
1634	GL350x200	GL22	0.28	25 E + trafikk + vind x
1635	GL350x200	GL22	0.27	26 E + trafikk + vind z
1636	GL350x200	GL22	0.15	23 E + snø + vind z
1638	GL350x200	GL22	0.27	26 E + trafikk + vind z
1639	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
1640	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
1641	GL350x200	GL22	0.33	26 E + trafikk + vind z
1642	GL350x200	GL22	0.21	26 E + trafikk + vind z
1644	GL350x200	GL22	0.34	24 E + Trafikk + vind y
1645	GL350x200	GL22	0.36	25 E + trafikk + vind x
1646	GL350x200	GL22	0.36	25 E + trafikk + vind x
1647	GL350x200	GL22	0.29	24 E + Trafikk + vind y
1648	GL350x200	GL22	0.39	24 E + Trafikk + vind y
1650	GL350x200	GL22	0.27	26 E + trafikk + vind z
1651	GL350x200	GL22	0.49	24 E + Trafikk + vind y
1652	GL350x200	GL22	0.37	25 E + trafikk + vind x
1653	GL350x200	GL22	0.56	26 E + trafikk + vind z
1654	GL350x200	GL22	0.21	26 E + trafikk + vind z
1656	GL350x200	GL22	0.57	24 E + Trafikk + vind y
1657	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
1658	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1659	GL350x200	GL22	0.46	24 E + Trafikk + vind y
1660	GL350x200	GL22	0.43	24 E + Trafikk + vind y
1662	GL350x200	GL22	0.44	26 E + trafikk + vind z
1663	GL350x200	GL22	0.57	24 E + Trafikk + vind y
1664	GL350x200	GL22	0.46	25 E + trafikk + vind x
1665	GL350x200	GL22	0.68	26 E + trafikk + vind z
1666	GL350x200	GL22	0.30	26 E + trafikk + vind z
1668	GL350x200	GL22	0.68	24 E + Trafikk + vind y
1669	GL350x200	GL22	0.33	25 E + trafikk + vind x
1670	GL350x200	GL22	0.33	25 E + trafikk + vind x
1671	GL350x200	GL22	2.19	26 E + trafikk + vind z
1672	GL350x200	GL22	1.91	24 E + Trafikk + vind y
1674	GL350x200	GL22	2.17	26 E + trafikk + vind z
1675	GL350x200	GL22	0.88	24 E + Trafikk + vind y
1676	GL350x200	GL22	0.77	26 E + trafikk + vind z
1677	GL350x200	GL22	0.62	26 E + trafikk + vind z
1678	GL350x200	GL22	0.22	26 E + trafikk + vind z
1680	GL350x200	GL22	0.62	26 E + trafikk + vind z
1681	GL350x200	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
1682	GL350x200	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
1683	GL350x200	GL22	0.28	26 E + trafikk + vind z
1684	GL350x200	GL22	0.19	24 E + Trafikk + vind y
1686	GL350x200	GL22	0.28	24 E + Trafikk + vind y
1687	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1688	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
1689	GL350x200	GL22	0.38	26 E + trafikk + vind z
1690	GL350x200	GL22	0.31	26 E + trafikk + vind z
1692	GL350x200	GL22	0.38	26 E + trafikk + vind z
1693	GL350x200	GL22	0.34	25 E + trafikk + vind x
1694	GL350x200	GL22	0.34	25 E + trafikk + vind x
1695	GL350x200	GL22	0.26	26 E + trafikk + vind z
1696	GL350x200	GL22	0.34	26 E + trafikk + vind z
1698	GL350x200	GL22	0.26	26 E + trafikk + vind z
1699	GL350x200	GL22	0.32	25 E + trafikk + vind x
1700	GL350x200	GL22	0.32	25 E + trafikk + vind x
1701	GL350x200	GL22	0.33	26 E + trafikk + vind z
1702	GL350x200	GL22	0.25	26 E + trafikk + vind z
1704	GL350x200	GL22	0.33	24 E + Trafikk + vind y
1705	GL350x200	GL22	0.37	28 E + service 1 + vind x
1706	GL350x200	GL22	0.37	28 E + service 1 + vind x
1707	GL350x200	GL22	0.32	26 E + trafikk + vind z
1708	GL350x200	GL22	0.28	26 E + trafikk + vind z
1710	GL350x200	GL22	0.32	26 E + trafikk + vind z
1711	GL350x200	GL22	0.73	28 E + service 1 + vind x
1712	GL350x200	GL22	0.73	28 E + service 1 + vind x
1713	GL350x200	GL22	0.39	26 E + trafikk + vind z
1714	GL350x200	GL22	0.30	26 E + trafikk + vind z
1716	GL350x200	GL22	0.39	26 E + trafikk + vind z
1717	GL350x200	GL22	0.38	25 E + trafikk + vind x
1718	GL350x200	GL22	0.38	25 E + trafikk + vind x
1719	GL350x200	GL22	0.35	26 E + trafikk + vind z
1720	GL350x200	GL22	0.13	26 E + trafikk + vind z
1722	GL350x200	GL22	0.35	26 E + trafikk + vind z
1723	GL350x200	GL22	0.37	25 E + trafikk + vind x
1724	GL350x200	GL22	0.37	25 E + trafikk + vind x
1725	GL350x200	GL22	0.64	26 E + trafikk + vind z
1726	GL350x200	GL22	0.20	26 E + trafikk + vind z
1728	GL350x200	GL22	0.64	26 E + trafikk + vind z
1729	GL350x200	GL22	0.44	25 E + trafikk + vind x
1730	GL350x200	GL22	0.44	25 E + trafikk + vind x
1731	GL350x200	GL22	2.34	26 E + trafikk + vind z
1732	GL350x200	GL22	1.98	24 E + Trafikk + vind y
1734	GL350x200	GL22	2.33	26 E + trafikk + vind z
1735	GL350x200	GL22	0.97	24 E + Trafikk + vind y
1736	GL350x200	GL22	0.85	25 E + trafikk + vind x
1737	GL350x200	GL22	0.73	26 E + trafikk + vind z
1738	GL350x200	GL22	0.28	26 E + trafikk + vind z
1740	GL350x200	GL22	0.73	26 E + trafikk + vind z
1741	GL350x200	GL22	0.22	25 E + trafikk + vind x
1742	GL350x200	GL22	0.22	25 E + trafikk + vind x
1743	GL350x200	GL22	0.43	24 E + Trafikk + vind y
1744	GL350x200	GL22	0.38	24 E + Trafikk + vind y
1746	GL350x200	GL22	0.41	26 E + trafikk + vind z
1747	GL350x200	GL22	0.56	24 E + Trafikk + vind y
1748	GL350x200	GL22	0.45	25 E + trafikk + vind x

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
	1749	GL350x200	GL22	0.48 26 E + trafikk + vind z
	1750	GL350x200	GL22	0.21 26 E + trafikk + vind z
	1752	GL350x200	GL22	0.48 24 E + Trafikk + vind y
	1753	GL350x200	GL22	0.28 25 E + trafikk + vind x
	1754	GL350x200	GL22	0.28 25 E + trafikk + vind x
	1755	GL350x200	GL22	0.16 24 E + Trafikk + vind y
	1756	GL350x200	GL22	0.35 18 Egenlast + vind y
	1758	GL350x200	GL22	0.15 18 Egenlast + vind y
	1759	GL350x200	GL22	0.36 24 E + Trafikk + vind y
	1760	GL350x200	GL22	0.26 25 E + trafikk + vind x
	1761	GL350x200	GL22	0.26 26 E + trafikk + vind z
	1762	GL350x200	GL22	0.23 26 E + trafikk + vind z
	1764	GL350x200	GL22	0.26 24 E + Trafikk + vind y
	1765	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	1766	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	1767	GL350x200	GL22	0.14 18 Egenlast + vind y
	1768	GL350x200	GL22	0.34 18 Egenlast + vind y
	1770	GL350x200	GL22	0.14 18 Egenlast + vind y
	1771	GL350x200	GL22	0.31 24 E + Trafikk + vind y
	1772	GL350x200	GL22	0.22 25 E + trafikk + vind x
	1773	Massiv 400x400	Timber C18	0.11 25 E + trafikk + vind x
	1774	Massiv 400x400	Timber C18	0.11 25 E + trafikk + vind x
	1776	GL 300x300	GL22	0.49 26 E + trafikk + vind z
	1777	GL 300x300	GL22	0.43 25 E + trafikk + vind x
	1778	GL350x200	GL22	1.51 24 E + Trafikk + vind y
	1779	GL350x200	GL22	1.49 26 E + trafikk + vind z
	1780	GL 300x300	GL22	0.41 24 E + Trafikk + vind y
	1782	GL 300x300	GL22	0.27 26 E + trafikk + vind z
	1783	GL 300x300	GL22	0.27 24 E + Trafikk + vind y
	1784	GL 300x300	GL22	0.40 26 E + trafikk + vind z
	1785	GL350x200	GL22	0.37 25 E + trafikk + vind x
	1786	GL350x200	GL22	0.37 25 E + trafikk + vind x
	1788	GL 300x300	GL22	0.14 25 E + trafikk + vind x
	1789	GL 300x300	GL22	0.14 24 E + Trafikk + vind y
	1790	GL 300x300	GL22	0.20 24 E + Trafikk + vind y
	1791	GL 300x300	GL22	0.16 23 E + snø + vind z
	1792	GL 300x300	GL22	0.19 21 E + snø + vind y
	1794	GL 300x300	GL22	0.20 25 E + trafikk + vind x
	1795	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	1796	GL350x200	GL22	0.31 25 E + trafikk + vind x
	1797	GL350x200	GL22	0.26 25 E + trafikk + vind x
	1798	GL350x200	GL22	0.26 25 E + trafikk + vind x
1799	Timber Member_17	GL 300x300	GL22	0.35 24 E + Trafikk + vind y
1800	Timber Member_18	GL 300x300	GL22	0.32 25 E + trafikk + vind x
	1801	GL 300x300	GL22	0.32 25 E + trafikk + vind x
	1803	GL 300x300	GL22	0.35 26 E + trafikk + vind z
	1804	GL 300x300	GL22	0.36 26 E + trafikk + vind z
	1805	GL 300x300	GL22	0.34 26 E + trafikk + vind z
	1806	GL 300x300	GL22	1.12 24 E + Trafikk + vind y
	1810	GL 300x300	GL22	1.08 26 E + trafikk + vind z
	1811	GL 300x300	GL22	0.34 26 E + trafikk + vind z
	1815	GL 300x300	GL22	0.37 24 E + Trafikk + vind y
	1816	GL350x200	GL22	1.46 24 E + Trafikk + vind y
	1817	GL350x200	GL22	1.40 26 E + trafikk + vind z
	1818	GL 300x300	GL22	0.23 23 E + snø + vind z
	1822	GL 300x300	GL22	0.40 26 E + trafikk + vind z
	1823	GL 300x300	GL22	0.40 24 E + Trafikk + vind y
	1825	GL 300x300	GL22	0.23 23 E + snø + vind z
	1826	GL350x200	GL22	0.33 25 E + trafikk + vind x
	1828	GL350x200	GL22	0.33 25 E + trafikk + vind x
	1829	GL350x200	GL22	0.30 25 E + trafikk + vind x
	1830	GL350x200	GL22	0.30 25 E + trafikk + vind x
	1831	GL 300x300	GL22	0.18 24 E + Trafikk + vind y
	1832	GL 300x300	GL22	0.16 23 E + snø + vind z
	1833	GL 300x300	GL22	0.12 25 E + trafikk + vind x
	1837	GL 300x300	GL22	0.13 24 E + Trafikk + vind y
	1838	GL 300x300	GL22	0.17 21 E + snø + vind y
	1842	GL 300x300	GL22	0.18 25 E + trafikk + vind x
	1843	GL 300x300	GL22	0.35 24 E + Trafikk + vind y
	1845	GL 300x300	GL22	0.34 25 E + trafikk + vind x
	1846	GL 300x300	GL22	0.34 25 E + trafikk + vind x
	1850	GL 300x300	GL22	0.34 26 E + trafikk + vind z
	1851	GL350x200	GL22	0.23 25 E + trafikk + vind x
	1853	GL350x200	GL22	0.23 25 E + trafikk + vind x
	1854	GL 300x300	GL22	0.37 24 E + Trafikk + vind y

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1855	GL 300x300	GL22	0.39	26 E + trafikk + vind z
1856	GL 300x300	GL22	1.09	24 E + Trafikk + vind y
1860	GL 300x300	GL22	1.05	26 E + trafikk + vind z
1861	GL 300x300	GL22	0.39	26 E + trafikk + vind z
1865	GL 300x300	GL22	0.36	26 E + trafikk + vind z
1866	GL350x200	GL22	1.45	24 E + Trafikk + vind y
1867	GL350x200	GL22	1.38	26 E + trafikk + vind z
1868	GL 300x300	GL22	0.40	24 E + Trafikk + vind y
1869	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
1870	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
1872	GL 300x300	GL22	0.40	26 E + trafikk + vind z
1873	GL350x200	GL22	0.32	25 E + trafikk + vind x
1877	GL350x200	GL22	0.32	25 E + trafikk + vind x
1878	GL 300x300	GL22	0.17	24 E + Trafikk + vind y
1880	GL 300x300	GL22	0.18	25 E + trafikk + vind x
1881	GL 300x300	GL22	0.11	25 E + trafikk + vind x
1885	GL 300x300	GL22	0.12	24 E + Trafikk + vind y
1886	GL 300x300	GL22	0.18	25 E + trafikk + vind x
1890	GL 300x300	GL22	0.16	26 E + trafikk + vind z
1891	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
1892	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
1893	GL 300x300	GL22	0.35	24 E + Trafikk + vind y
1895	GL 300x300	GL22	0.35	25 E + trafikk + vind x
1896	GL 300x300	GL22	0.35	25 E + trafikk + vind x
1900	GL 300x300	GL22	0.34	26 E + trafikk + vind z
1901	GL350x200	GL22	0.23	25 E + trafikk + vind x
1903	GL350x200	GL22	0.23	25 E + trafikk + vind x
1904	GL 300x300	GL22	1.10	24 E + Trafikk + vind y
1905	GL 300x300	GL22	1.05	26 E + trafikk + vind z
1906	GL 300x300	GL22	0.41	26 E + trafikk + vind z
1910	GL 300x300	GL22	0.37	26 E + trafikk + vind z
1911	GL 300x300	GL22	0.38	24 E + Trafikk + vind y
1915	GL 300x300	GL22	0.41	26 E + trafikk + vind z
1916	GL350x200	GL22	1.45	24 E + Trafikk + vind y
1917	GL350x200	GL22	1.38	26 E + trafikk + vind z
1918	GL 300x300	GL22	0.40	24 E + Trafikk + vind y
1920	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
1921	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
1925	GL 300x300	GL22	0.39	26 E + trafikk + vind z
1926	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
1928	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
1929	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
1930	GL 300x300	GL22	0.18	26 E + trafikk + vind z
1931	GL350x200	GL22	0.34	17 Egenlast + service midt
1935	GL350x200	GL22	0.34	17 Egenlast + service midt
1936	GL 300x300	GL22	0.18	26 E + trafikk + vind z
1940	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
1941	GL 300x300	GL22	0.11	25 E + trafikk + vind x
1942	GL 300x300	GL22	0.11	24 E + Trafikk + vind y
1943	GL350x200	GL22	0.68	17 Egenlast + service midt
1947	GL350x200	GL22	0.68	17 Egenlast + service midt
1948	GL 300x300	GL22	0.35	25 E + trafikk + vind x
1950	GL 300x300	GL22	0.34	26 E + trafikk + vind z
1951	GL 300x300	GL22	0.34	24 E + Trafikk + vind y
1953	GL 300x300	GL22	0.35	25 E + trafikk + vind x
1954	GL 300x300	GL22	0.43	24 E + Trafikk + vind y
1955	GL 300x300	GL22	0.37	26 E + trafikk + vind z
1956	GL 300x300	GL22	1.11	24 E + Trafikk + vind y
1960	GL 300x300	GL22	1.06	26 E + trafikk + vind z
1961	GL 300x300	GL22	0.37	24 E + Trafikk + vind y
1965	GL 300x300	GL22	0.43	26 E + trafikk + vind z
1966	GL350x200	GL22	1.44	24 E + Trafikk + vind y
1967	GL350x200	GL22	1.38	26 E + trafikk + vind z
1968	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
1970	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
1971	GL 300x300	GL22	0.39	24 E + Trafikk + vind y
1972	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
1973	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
1975	GL 300x300	GL22	0.39	26 E + trafikk + vind z
1976	GL 300x300	GL22	0.19	26 E + trafikk + vind z
1980	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
1981	GL 300x300	GL22	0.10	25 E + trafikk + vind x
1982	GL 300x300	GL22	0.11	24 E + Trafikk + vind y
1983	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
1987	GL 300x300	GL22	0.19	26 E + trafikk + vind z

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
1988	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
1992	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
1993	GL350x200	GL22	0.22	25 E + trafikk + vind x
1995	GL350x200	GL22	0.22	25 E + trafikk + vind x
1996	GL 300x300	GL22	0.34	24 E + Trafikk + vind y
2000	GL 300x300	GL22	0.36	25 E + trafikk + vind x
2001	GL 300x300	GL22	0.36	25 E + trafikk + vind x
2003	GL 300x300	GL22	0.33	26 E + trafikk + vind z
2004	GL350x200	GL22	1.46	24 E + Trafikk + vind y
2005	GL350x200	GL22	1.40	26 E + trafikk + vind z
2006	GL 300x300	GL22	0.45	24 E + Trafikk + vind y
2007	GL 300x300	GL22	0.37	26 E + trafikk + vind z
2008	GL 300x300	GL22	1.14	24 E + Trafikk + vind y
2012	GL 300x300	GL22	1.07	26 E + trafikk + vind z
2013	GL 300x300	GL22	0.37	24 E + Trafikk + vind y
2017	GL 300x300	GL22	0.45	26 E + trafikk + vind z
2018	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
2020	GL 300x300	GL22	0.39	26 E + trafikk + vind z
2021	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
2025	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
2026	GL 300x300	GL22	0.39	24 E + Trafikk + vind y
2028	GL 300x300	GL22	0.21	23 E + snø + vind z
2029	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
2030	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
2031	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
2032	GL 300x300	GL22	0.20	26 E + trafikk + vind z
2033	GL 300x300	GL22	0.10	26 E + trafikk + vind z
2037	GL 300x300	GL22	0.10	24 E + Trafikk + vind y
2038	GL 300x300	GL22	0.20	26 E + trafikk + vind z
2042	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
2043	GL 300x300	GL22	0.34	24 E + Trafikk + vind y
2044	GL 300x300	GL22	0.36	25 E + trafikk + vind x
2045	GL350x200	GL22	0.22	25 E + trafikk + vind x
2047	GL350x200	GL22	0.22	25 E + trafikk + vind x
2048	GL 300x300	GL22	0.36	25 E + trafikk + vind x
2052	GL 300x300	GL22	0.33	26 E + trafikk + vind z
2053	GL 300x300	GL22	0.37	24 E + Trafikk + vind y
2055	GL 300x300	GL22	0.45	26 E + trafikk + vind z
2056	GL 300x300	GL22	0.45	26 E + trafikk + vind z
2060	GL 300x300	GL22	0.37	26 E + trafikk + vind z
2061	GL350x200	GL22	1.47	24 E + Trafikk + vind y
2062	GL350x200	GL22	1.41	26 E + trafikk + vind z
2063	GL 300x300	GL22	1.16	24 E + Trafikk + vind y
2067	GL 300x300	GL22	1.09	26 E + trafikk + vind z
2068	GL 300x300	GL22	0.24	23 E + snø + vind z
2069	GL 300x300	GL22	0.38	26 E + trafikk + vind z
2070	GL 300x300	GL22	0.39	24 E + Trafikk + vind y
2072	GL 300x300	GL22	0.24	23 E + snø + vind z
2073	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
2077	GL350x200	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
2078	GL350x200	GL22	0.28	25 E + trafikk + vind x
2080	GL350x200	GL22	0.28	25 E + trafikk + vind x
2081	GL 300x300	GL22	0.18	25 E + trafikk + vind x
2085	GL 300x300	GL22	0.20	26 E + trafikk + vind z
2086	GL 300x300	GL22	0.11	26 E + trafikk + vind z
2087	GL 300x300	GL22	0.11	24 E + Trafikk + vind y
2088	GL 300x300	GL22	0.20	26 E + trafikk + vind z
2092	GL 300x300	GL22	0.18	25 E + trafikk + vind x
2093	GL 300x300	GL22	0.34	24 E + Trafikk + vind y
2095	GL 300x300	GL22	0.23	25 E + trafikk + vind x
2096	GL 300x300	GL22	0.23	25 E + trafikk + vind x
2098	GL 300x300	GL22	0.33	26 E + trafikk + vind z
2099	GL350x200	GL22	0.23	25 E + trafikk + vind x
2100	GL350x200	GL22	0.23	25 E + trafikk + vind x
2101	GL 300x300	GL22	0.30	24 E + Trafikk + vind y
2105	GL 300x300	GL22	0.36	26 E + trafikk + vind z
2106	GL 300x300	GL22	1.02	24 E + Trafikk + vind y
2110	GL 300x300	GL22	0.95	26 E + trafikk + vind z
2111	GL 300x300	GL22	0.36	26 E + trafikk + vind z
2115	GL 300x300	GL22	0.30	26 E + trafikk + vind z
2116	GL350x200	GL22	1.26	24 E + Trafikk + vind y
2117	GL350x200	GL22	1.20	25 E + trafikk + vind x
2118	GL 300x300	GL22	0.38	24 E + Trafikk + vind y
2119	GL 300x300	GL22	0.33	26 E + trafikk + vind z
2120	GL 300x300	GL22	0.33	26 E + trafikk + vind z

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
2122	GL 300x300	GL22	0.38	26 E + trafikk + vind z
2123	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
2127	GL350x200	GL22	0.30	25 E + trafikk + vind x
2128	GL 300x300	GL22	0.18	26 E + trafikk + vind z
2130	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
2131	GL 300x300	GL22	0.12	26 E + trafikk + vind z
2135	GL 300x300	GL22	0.12	24 E + Trafikk + vind y
2136	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
2140	GL 300x300	GL22	0.18	26 E + trafikk + vind z
2141	GL350x200	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2142	GL350x200	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2143	GL 300x300	GL22	0.35	24 E + Trafikk + vind y
2145	GL 300x300	GL22	0.12	26 E + trafikk + vind z
2146	GL 300x300	GL22	0.12	26 E + trafikk + vind z
2150	GL 300x300	GL22	0.34	26 E + trafikk + vind z
2151	GL350x200	GL22	0.24	25 E + trafikk + vind x
2153	GL350x200	GL22	0.24	25 E + trafikk + vind x
2154	GL 300x300	GL22	0.16	24 E + Trafikk + vind y
2155	GL 300x300	GL22	0.23	26 E + trafikk + vind z
2156	GL 300x300	GL22	0.65	24 E + Trafikk + vind y
2160	GL 300x300	GL22	0.57	26 E + trafikk + vind z
2161	GL 300x300	GL22	0.23	24 E + Trafikk + vind y
2165	GL 300x300	GL22	0.16	25 E + trafikk + vind x
2166	GL350x200	GL22	0.73	24 E + Trafikk + vind y
2167	GL350x200	GL22	0.70	25 E + trafikk + vind x
2168	GL 300x300	GL22	0.25	25 E + trafikk + vind x
2170	GL 300x300	GL22	0.58	26 E + trafikk + vind z
2171	GL 300x300	GL22	0.59	24 E + Trafikk + vind y
2175	GL 300x300	GL22	0.26	24 E + Trafikk + vind y
2176	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
2178	GL350x200	GL22	0.26	25 E + trafikk + vind x
2179	GL 300x300	GL22	0.24	24 E + Trafikk + vind y
2180	GL 300x300	GL22	0.42	26 E + trafikk + vind z
2181	GL 300x300	GL22	0.83	24 E + Trafikk + vind y
2185	GL 300x300	GL22	0.80	26 E + trafikk + vind z
2186	GL 300x300	GL22	0.42	24 E + Trafikk + vind y
2190	GL 300x300	GL22	0.24	26 E + trafikk + vind z
2191	GL350x200	GL22	0.98	24 E + Trafikk + vind y
2192	GL350x200	GL22	0.94	25 E + trafikk + vind x
2193	GL 300x300	GL22	0.76	26 E + trafikk + vind z
2195	GL 300x300	GL22	0.78	26 E + trafikk + vind z
2196	GL 300x300	GL22	0.79	24 E + Trafikk + vind y
2200	GL 300x300	GL22	0.76	24 E + Trafikk + vind y
2201	GL350x200	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2203	GL350x200	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2204	GL350x200	GL22	2.32	24 E + Trafikk + vind y
2205	GL350x200	GL22	2.27	26 E + trafikk + vind z
2206	GL 300x300	GL22	0.69	26 E + trafikk + vind z
2210	GL 300x300	GL22	0.96	26 E + trafikk + vind z
2211	GL 300x300	GL22	0.96	26 E + trafikk + vind z
2215	GL 300x300	GL22	0.69	26 E + trafikk + vind z
2216	GL 300x300	GL22	1.87	24 E + Trafikk + vind y
2217	GL 300x300	GL22	1.80	26 E + trafikk + vind z
2218	GL 300x300	GL22	0.69	24 E + Trafikk + vind y
2220	GL 300x300	GL22	0.44	25 E + trafikk + vind x
2221	GL 300x300	GL22	0.44	25 E + trafikk + vind x
2225	GL 300x300	GL22	0.68	26 E + trafikk + vind z
2226	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
2228	GL350x200	GL22	0.39	25 E + trafikk + vind x
2229	GL 300x300	GL22	0.37	26 E + trafikk + vind z
2230	Massiv 400x400	Timber C18	0.32	26 E + trafikk + vind z
2231	Massiv 400x400	Timber C18	0.50	24 E + Trafikk + vind y
2235	Massiv 400x400	Timber C18	0.37	26 E + trafikk + vind z
2236	Massiv 400x400	Timber C18	0.55	24 E + Trafikk + vind y
2240	Massiv 400x400	Timber C18	0.35	24 E + Trafikk + vind y
2241	Massiv 400x400	Timber C18	0.54	24 E + Trafikk + vind y
2242	Massiv 400x400	Timber C18	0.38	24 E + Trafikk + vind y
2243	Massiv 400x400	Timber C18	0.55	24 E + Trafikk + vind y
2244	Massiv 400x400	Timber C18	0.39	24 E + Trafikk + vind y
2245	Massiv 400x400	Timber C18	0.56	24 E + Trafikk + vind y
2247	Massiv 400x400	Timber C18	0.39	24 E + Trafikk + vind y
2248	Massiv 400x400	Timber C18	0.58	24 E + Trafikk + vind y
2250	Massiv 400x400	Timber C18	0.40	24 E + Trafikk + vind y
2251	Massiv 400x400	Timber C18	0.59	24 E + Trafikk + vind y
2255	Massiv 400x400	Timber C18	0.41	24 E + Trafikk + vind y

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
	2256	Massiv 400x400	Timber C18	0.61 24 E + Trafikk + vind y
	2260	Massiv 400x400	Timber C18	0.39 18 Egenlast + vind y
	2261	Massiv 400x400	Timber C18	0.56 24 E + Trafikk + vind y
	2265	Massiv 400x400	Timber C18	0.39 18 Egenlast + vind y
	2266	Massiv 400x400	Timber C18	0.42 24 E + Trafikk + vind y
	2267	Massiv 400x400	Timber C18	0.40 18 Egenlast + vind y
	2268	Massiv 400x400	Timber C18	0.44 24 E + Trafikk + vind y
2271	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.67 26 E + trafikk + vind z
2272	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.89 24 E + Trafikk + vind y
2275	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.81 26 E + trafikk + vind z
2276	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	1.03 24 E + Trafikk + vind y
2279	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.41 24 E + Trafikk + vind y
2280	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.51 24 E + Trafikk + vind y
2283	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.39 18 Egenlast + vind y
2284	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.38 24 E + Trafikk + vind y
2287	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.39 18 Egenlast + vind y
2288	Timber Member_22	Massiv 400x400	Timber C18	0.38 18 Egenlast + vind y
2291	Timber Member_22	GL 300x300	GL22	0.48 26 E + trafikk + vind z
2292	Timber Member_22	GL 300x300	GL22	0.69 26 E + trafikk + vind z
2295	Timber Member_22	GL 300x300	GL22	0.69 26 E + trafikk + vind z
2296	Timber Member_22	GL 300x300	GL22	0.49 24 E + Trafikk + vind y
2299	Timber Member_22	GL 300x300	GL22	0.37 26 E + trafikk + vind z
2300	Timber Member_23	GL350x200	GL22	0.37 25 E + trafikk + vind x
2303	Timber Member_23	GL350x200	GL22	0.37 25 E + trafikk + vind x
2304	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.41 24 E + Trafikk + vind y
2307	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.72 26 E + trafikk + vind z
2308	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.72 26 E + trafikk + vind z
2309	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.40 26 E + trafikk + vind z
2310	Timber Member_23	GL350x200	GL22	0.33 25 E + trafikk + vind x
2311	Timber Member_23	GL350x200	GL22	0.33 25 E + trafikk + vind x
2312	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.56 26 E + trafikk + vind z
2313	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.56 26 E + trafikk + vind z
2314	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.35 26 E + trafikk + vind z
2315	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.32 26 E + trafikk + vind z
2316	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.32 26 E + trafikk + vind z
2317	Timber Member_23	GL 300x300	GL22	0.35 26 E + trafikk + vind z
2318	Timber Member_23	GL350x200	GL22	0.30 25 E + trafikk + vind x
2319	Timber Member_23	GL350x200	GL22	0.30 25 E + trafikk + vind x
2320	Timber Member_23	GL350x200	GL22	0.38 28 E + service 1 + vind x
	2329	GL350x200	GL22	0.38 28 E + service 1 + vind x
	2330	GL 300x300	GL22	0.42 24 E + Trafikk + vind y
	2334	GL 300x300	GL22	0.42 26 E + trafikk + vind z
	2335	GL 300x300	GL22	0.42 26 E + trafikk + vind z
	2337	GL 300x300	GL22	0.41 26 E + trafikk + vind z
	2338	GL 300x300	GL22	0.22 24 E + Trafikk + vind y
	2339	GL 300x300	GL22	0.32 26 E + trafikk + vind z
	2340	GL 300x300	GL22	0.32 26 E + trafikk + vind z
	2344	GL 300x300	GL22	0.21 26 E + trafikk + vind z
	2345	GL350x200	GL22	0.71 28 E + service 1 + vind x
	2349	GL350x200	GL22	0.71 28 E + service 1 + vind x
	2350	GL 300x300	GL22	0.44 26 E + trafikk + vind z
	2351	GL 300x300	GL22	0.43 26 E + trafikk + vind z
	2352	GL 300x300	GL22	0.36 24 E + Trafikk + vind y
	2356	GL 300x300	GL22	0.50 26 E + trafikk + vind z
	2357	GL 300x300	GL22	0.50 26 E + trafikk + vind z
	2359	GL 300x300	GL22	0.35 26 E + trafikk + vind z
	2360	GL350x200	GL22	0.29 25 E + trafikk + vind x
	2362	GL350x200	GL22	0.29 25 E + trafikk + vind x
	2363	GL 300x300	GL22	0.26 26 E + trafikk + vind z
	2364	GL 300x300	GL22	0.25 23 E + snø + vind z
	2365	GL 300x300	GL22	0.26 21 E + snø + vind y
	2366	GL 300x300	GL22	0.26 26 E + trafikk + vind z
	2367	GL350x200	GL22	0.27 25 E + trafikk + vind x
	2371	GL350x200	GL22	0.27 25 E + trafikk + vind x
	2372	GL 300x300	GL22	0.56 26 E + trafikk + vind z
	2376	GL 300x300	GL22	0.56 26 E + trafikk + vind z
	2377	GL 300x300	GL22	0.53 26 E + trafikk + vind z
	2379	GL 300x300	GL22	0.23 23 E + snø + vind z
	2380	GL 300x300	GL22	0.23 23 E + snø + vind z
	2382	GL 300x300	GL22	0.53 26 E + trafikk + vind z
	2383	GL350x200	GL22	0.18 25 E + trafikk + vind x
	2384	GL350x200	GL22	0.18 25 E + trafikk + vind x
	2385	GL 300x300	GL22	1.99 24 E + Trafikk + vind y
	2389	GL 300x300	GL22	1.92 26 E + trafikk + vind z
	2390	GL350x200	GL22	2.29 24 E + Trafikk + vind y

Utnyttelse for staver av tre, analyse 4				
Member	Section	Material	Ratio	Case
2394	GL350x200	GL22	2.26	26 E + trafikk + vind z
2395	GL 300x300	GL22	0.61	26 E + trafikk + vind z
2399	GL 300x300	GL22	0.87	26 E + trafikk + vind z
2400	GL 300x300	GL22	0.87	26 E + trafikk + vind z
2401	GL 300x300	GL22	0.61	26 E + trafikk + vind z
2402	GL350x200	GL22	0.33	25 E + trafikk + vind x
2404	GL350x200	GL22	0.33	25 E + trafikk + vind x
2405	GL 300x300	GL22	0.59	26 E + trafikk + vind z
2407	GL 300x300	GL22	0.68	26 E + trafikk + vind z
2408	GL 300x300	GL22	0.68	26 E + trafikk + vind z
2409	GL 300x300	GL22	0.59	26 E + trafikk + vind z
2410	GL350x200	GL22	0.91	24 E + Trafikk + vind y
2414	GL350x200	GL22	0.88	25 E + trafikk + vind x
2415	GL 300x300	GL22	0.34	26 E + trafikk + vind z
2419	GL 300x300	GL22	0.18	25 E + trafikk + vind x
2420	GL 300x300	GL22	0.85	24 E + Trafikk + vind y
2424	GL 300x300	GL22	0.76	26 E + trafikk + vind z
2425	GL 300x300	GL22	0.19	24 E + Trafikk + vind y
2426	GL 300x300	GL22	0.36	24 E + Trafikk + vind y
2427	GL 300x300	GL22	0.20	25 E + trafikk + vind x
2431	GL 300x300	GL22	0.57	26 E + trafikk + vind z
2432	GL 300x300	GL22	0.57	26 E + trafikk + vind z
2433	GL 300x300	GL22	0.20	25 E + trafikk + vind x
2434	GL350x200	GL22	0.29	25 E + trafikk + vind x
2436	GL350x200	GL22	0.29	25 E + trafikk + vind x
2437	GL350x200	GL22	0.48	24 E + Trafikk + vind y
2439	GL350x200	GL22	0.47	25 E + trafikk + vind x
2440	GL 300x300	GL22	0.42	24 E + Trafikk + vind y
2441	GL 300x300	GL22	0.31	26 E + trafikk + vind z
2442	GL 300x300	GL22	0.17	24 E + Trafikk + vind y
2446	GL 300x300	GL22	0.24	24 E + Trafikk + vind y
2447	GL 300x300	GL22	0.25	24 E + Trafikk + vind y
2451	GL 300x300	GL22	0.17	25 E + trafikk + vind x
2452	GL350x200	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2453	GL350x200	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2454	GL 300x300	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2456	GL 300x300	GL22	0.42	26 E + trafikk + vind z
2457	GL 300x300	GL22	0.42	26 E + trafikk + vind z
2461	GL 300x300	GL22	0.27	25 E + trafikk + vind x
2462	GL 300x300	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
2464	GL 300x300	GL22	0.13	24 E + Trafikk + vind y
2465	GL 300x300	GL22	0.26	24 E + Trafikk + vind y
2469	GL 300x300	GL22	0.16	25 E + trafikk + vind x
2470	GL 300x300	GL22	0.13	25 E + trafikk + vind x
2474	GL 300x300	GL22	0.31	25 E + trafikk + vind x
2475	GL350x200	GL22	0.35	24 E + Trafikk + vind y
2476	GL350x200	GL22	0.34	25 E + trafikk + vind x
2477	Timber Member_24 Massiv 300x300	Timber C14	0.21	24 E + Trafikk + vind y

