

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.



Rapport

OPPDRAG	Jøa t`land 24/7 - Utredning av flytebru med tilførselsveger	DOKUMENTKODE	10225485-01-TVF-RAP-001
EMNE	Hovedrapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Trøndelag fylkeskommune	OPPDRAGSLEDER	Wenche Aalberg
KONTAKTPERSON	Jorunn By	UTARBEIDET AV	Multiconsult ASA
		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA

SAMMENDRAG

Alternativ 5 gir den korteste flytebrua og anbefales for videre vurdering da dette alternativet gir lavest byggekostnad og er teknisk gjennomførbart. Detaljerte beregninger for dette alternativet er gjennomført. I tillegg er alternativ 3 og 6 utredet.

Som hovedkonsept for de tre alternativene utredes en flytebru med brukasse og pongtonger i stål. Flytebrua vil bestå av en høybrudel for å få plass til seilingsleden på 25x80 meter. Alle alternativene har seilingsled i spenn nummer 2 sett fra øst.

Brukonseptene er planlagt med en konstant krumning med en radius på 1100 m i horisontalplanet. Dette innebærer at tverraster fra bølge og vind bæres i vesentlig grad på bue-virkning. For en slik buet flytebru er det ikke nødvendig å benytte forankringslinjer ned til sjøbunn.

Sum byggekostnad for bru og adkomstveg er vist i figuren nedenfor. Usikkerheten i kostnadsoverslaget for veg og for konstruksjon er +/-35%. Den totale byggekostnaden for alternativ 3 og 6 er henholdsvis 8,5 % og 8 % dyrere enn for alternativ 5.

Alternativ	Sum byggekost VEG med MVA (Prisnivå 2021)	Sum byggekost Konstruksjon med MVA (Prisnivå 2021)	TOTAL byggekost (Prisnivå 2021)
3	81 175 000,-	751 930 000,-	833 105 000,-
5	95 634 000,-	672 810 000,-	768 444 000,-
6	81 915 000,-	747 670 000,-	829 585 000,-

Finansieringsanalysen for alternativ 5 viser at en bruløsning finansiert gjennom egenbidrag fra fylkeskommunen, bompenger fra trafikanter, samt rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler fra staten vil kreve store økonomiske bidrag fra fylkeskommunen og/eller trafikantene. Henviser til kap. 9.

Det er gjort beregninger av livsløpskostnader for alternativ 5 for flytebru i stål og for flytebru i aluminium. Resultatene fra analysen viser at det er forholdsvis liten forskjell i livsløpskostnader mellom alternativene. Likevel kommer alternativ 5 flytebru med stål ut med lavest livsløpskostnader for ulike kombinasjoner av kalkulasjonsrente og analyseperiode.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	6
2	Forutsetninger	7
3	Alternative traseer for flytebru og tilførselsveg	8
3.1	Forkastede alternativ og alternativ som er utredet videre	8
3.1.1	Forkastede alternativ:	9
3.1.2	Traseer som utredes for flytebru	10
3.1.3	Kostnadsoverslag veg	13
3.1.4	Anbefalt videre arbeid med vegtrase	14
3.2	Flytebru – valgte traseer	14
3.3	Flytebru – teknisk dokumentasjon av valgt konsept	17
3.3.1	Generell beskrivelse	17
3.3.2	Brubjelken	19
3.3.3	Pongtonger og spennlengder	20
3.3.4	Landkar og bruinnfestning	21
3.3.5	Tekniske beregninger for flytebrua	24
3.3.6	Resultater og dimensjoneringskontroller	25
3.3.7	Montasje/byggemetode	26
3.4	Skipspassasje og skipskollisjon	32
3.5	Kostnader for alternativ 5	34
3.6	Alternativ med betongpongtonger	35
3.6.1	Kostnader alternativ 5 med betongpongtonger	37
3.7	Alternative konsepter og materialer	38
3.8	Innovasjon	43
4	Geoteknisk beskrivelse av alternativene	44
4.1	Innledende orientering av resultater fra geotekniske grunnundersøkelser	44
4.2	Sikkerhetsprinsipper	45
4.2.1	Geotekniske problemstillinger	45
4.2.2	Geoteknisk prosjektering. Kategorier, grensetilstander	45
4.3	Orienterende geoteknisk vurdering	47
4.3.1	Forankringsplassering av flytebroens landkar	47
4.3.2	Innledende geoteknisk vurdering av tilførselsveg	47
4.4	Videre arbeider	49
5	Ingeniørgeologisk beskrivelse av alternativene	50
5.1	Innledning	50
5.2	Vurderinger	50
5.2.1	Vurdering alternativ 3	50
5.2.2	Vurdering alternativ 5	51
5.2.3	Vurdering alternativ 6	52
5.3	Oppsummering og videre arbeid ingeniørgeologi	53
6	Ikke-prissatte virkninger «KU-light»	55
6.1	Landskapsbilde	55
6.1.1	Kunnskapsgrunnlag og datakilder	55
6.1.2	Registrerte verdier	55
6.1.3	Vurdering av verdi og konfliktpotensial	59
6.2	Naturmangfold	64
6.2.1	Kunnskapsgrunnlag og datakilder	64
6.2.2	Registrerte verdier	64
6.2.3	Vurdering av verdi og konfliktpotensial	67
6.3	Friluftsliv og by-/ og bygdelig	68
6.3.1	Kunnskapsgrunnlag og datakilder	68
6.3.2	Registrerte verdier	68
6.3.3	Vurdering av verdi og konfliktpotensial	72
6.4	Kulturarv	74
6.4.1	Kunnskapsgrunnlag og datakilder	74
6.4.2	Registrerte verdier	74
6.4.3	Vurdering av verdi og konfliktpotensial	77
6.5	Naturressurser	78
6.5.1	Kunnskapsgrunnlag og datakilder	78
6.5.2	Registrerte verdier	78
6.5.3	Vurdering av verdi og konfliktpotensial	84

6.6	Sammenstilling for ikke-prissatte virkninger	85
7	Sammenstilling av investeringskostnader bru og veg	86
	Alternativ 3 og 6 er henholdsvis 8,5 % og 8 % dyrere enn alternativ 5	86
8	Klimagassbudsjett for alternativ 5, hovedalternativet.....	87
8.1	Metode og avgrensninger	87
8.2	Resultater	87
8.2.1	Resultater etter livsløpsfaser	87
8.2.2	Resultater for materialproduksjon og utbygging	88
8.2.3	Anbefaling for videre arbeider	89
9	Muligheter for finansiering beregnet for alternativ 5	89
9.1	Rammer for bidrag fra ulike finansieringskilder	90
9.1.1	Bompenger	90
9.1.2	Fergeavløsningsmidler	90
9.1.3	Rentekompensasjon	92
9.2	Andre beregningsforutsetninger	92
9.2.1	Investeringskostnad	92
9.2.2	Lån	92
9.3	Resultater	92
9.3.1	Alternativ 1A – Nødvendig egenfinansiering med bomtakst lik dobbel fergetakst med Autopass.....	92
9.3.2	Alternativ 1B – Nødvendig egenfinansiering med bomtakst lik 100 kr med Autopass	94
9.3.3	Alternativ 2 – Høyere bomtakst, ingen egenfinansiering.....	96
9.3.4	Sensitivetsanalyse.....	98
10	Livsløpskostnader for alternativ 5	100
10.1	Metode	100
10.1.1	Begreper	100
10.1.2	Alternativer	100
10.2	Forutsetninger	101
10.2.1	Avgrensninger	101
10.2.2	Generelle forutsetninger for analysen	101
10.2.3	Tiltak og kostnader i alternativ 5 – flytebru i stål og tilknytningsveger	101
10.2.4	Tiltak og kostnader i alternativ 5alt – flytebru i aluminium og tilknytningsveger.....	102
10.3	Resultater	103
10.3.1	Netto nåverdi og årskostnad.....	103
10.3.2	Sensitivetsanalyse.....	106
10.3.3	Vurderinger	107
11	Oppsummering.....	108
12	Vedleggsliste	112
13	Referanser.....	112

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Trøndelag fylkeskommune for å utrede flytebru med tilhørende tilførselsveger mellom fastlandet og Jøa i Trøndelag fylke.

Bakgrunn

Fylkestinget vedtok i oktober 2018 å etablere prosjektet Jøa t'land 24/7. Et prosjekt med ambisjon å utfordre industri og kompetansemiljø i hvordan fjordkryssing mellom fastlandet og øya Jøa kan løses på en bedre måte enn i dag.



Figur 1-1 Kartskisse av området med dagens ferjesamband mellom Ølhammaren og Seierstad

Resultatet av dette arbeidet var rapporten *Prosjekt Jøa t'land 24/7 – valg av hovedalternativ* datert 16.01.2020.

Fylkestinget vedtok i møte 26.02.2020, sak 3/20, å be «fylkesrådmannen utrede nærmere de økonomiske sidene ved en flytebru med lavere seilingshøyde til Jøa. I de økonomiske utredningene må det ligge erfaringer fra lignende prosjekter med ferjeavløsningsmidler og bompenger.

2 Forutsetninger

Ferjesambandet Ølhammaren – Seierstad er en del av fv. 777 som er hovedvegen til Jøa. Vegen fungerer som hovedveg som knytter Jøa til fastlandet, og dette er i dag en enfeltsveg med fartsgrense 80 km/t. Fra ferjeleiet Seierstad på Jøa-siden går fv. 7080 med fartsgrense 50 og 60 km/t nærmest ferjeleiet før fartsgrensen øker til 80 km/t lengre inn på øya.

I oppdragsgivers bestilling er det formulert en del forutsetninger som skal legges til grunn for utredningen. I tillegg bygger arbeidet på tekniske forutsetninger i Statens vegvesens håndbøker og standarder, for eksempel N100, N101, N200, N400 og N500.

Trafikk	Ferjesambandet er registrert med ÅDT på 198 kjøretøy/døgn i 2018, med andel tunge kjøretøy på 3%. Dimensjonerende trafikkmengde ved bygging av ny veg skal være prognose for trafikk 20 år etter åpningsåret. Det legges en årlig vekst på 2% til grunn, noe som gir en dimensjonerende trafikkmengde på om lag 300 kjøretøy/døgn.
Vegstandard	Vegen dimensjoneres etter dimensjoneringsklasse Hø1 (øvrige hovedveger, ÅDT<500, fartsgrense 80 km/t). Vegen skal bygges som 1-feltsveg med vegbredde 4 m. På 1-feltsvegen skal det anlegges møteplasser med om lag 250 m avstand. Men aldri lengre fra hverandre enn at det er sikt fra en møteplass til den neste. Møteplasser anlegges ved at vegbredden utvides til 6 m
Påkobling til eksisterende veg Jøa	På Jøa føres ny veg fra flytebru frem til fv. 7080.
Vegbredde for bru	Fri bredde mellom rekkverk skal være 6,5m, og vegen vil oppmerkes med to kjørefelt over brua.
Seilingshøyde	Krav til seilingshøyden er framkommet gjennom en prosess med Kystverket. Flytebrua skal ha minimum seilingshøyde på 25 m (HAT).
Bredde på seilingsleden	Farledsnormen definerer at seilingsleden ikke skal være mindre enn 2,5 ganger seilingshøyden.
Tekniske forutsetninger for flytebru	Rørbru og flytebru med åpningsmekanismer skal <u>ikke</u> vurderes. Utredningen skal belyse valg av byggematerialer, valg av tekniske løsninger, produksjonsmetoder og andre forhold som kan ha betydning for den samlede økonomiske vurderingen.

Tabell 2-1 Forutsetninger for utredningen

3 Alternative traseer for flytebru og tilførselsveg

3.1 Forkastede alternativ og alternativ som er utredet videre.

Flytebrua vil utgjøre størstedelen av kostnadene for prosjektet, og er den delen som har størst usikkerhet for gjennomførbarhet. Fokus i utredningen har med bakgrunn i dette vært å finne den mest optimale løsningen for plasseringen av flytebrua.

Viktige førende parametere for flytebrua har vært å få en kortest mulig bru med en mest mulig optimal kurvatur. Det er tatt utgangspunkt i en horisontalgeometri på brua med konstant krumning. Med en radius på 1100 m i horisontalplanet vil tverrlaster fra bølger og vind bæres i vesentlig grad med buevirkning, og man slipper å benytte forankringsliner ned til sjøbunnen. Se kapittel 3.3.3.

Vertikalkurvatur for flyebrua tilpasses slik at en minimums seilingshøyde på 25 m og en seilingsled på minimum 2,5 ganger seilingshøyden oppfylles. Høydeplataet på Ølhammaren ligger ca. 70 moh., og det er derfor valgt å plassere høybrudelen av brua (den delen av flytebrua hvor seilingsleden skal ligger) mot øst mot Ølhammaren.

For å hensynta seilingshøyden, høyvann og konstruksjonstykkelsen (dekketykkelsen på flytebrua) er høyden på brudekket ved Ølhammaren lagt på kote 32 moh. Videre vestover er det lagt inn fall på vegtraseen, og lavbrudelen blir liggende inn mot Jøa. Her oppnås en seilingshøyde for mindre båter. For mer informasjon se kapittel 3.3.3. Max stigning for Hø1 er 8%. På grunn av ulik varmekapasitet mellom veg og bru vil vegbanen fryse fortere på bru og stigningsgraden bør reduseres i forhold til max kravet. Etter at seilingsleden er passert legges brua med ett fall på 7% inn mot Jøa.

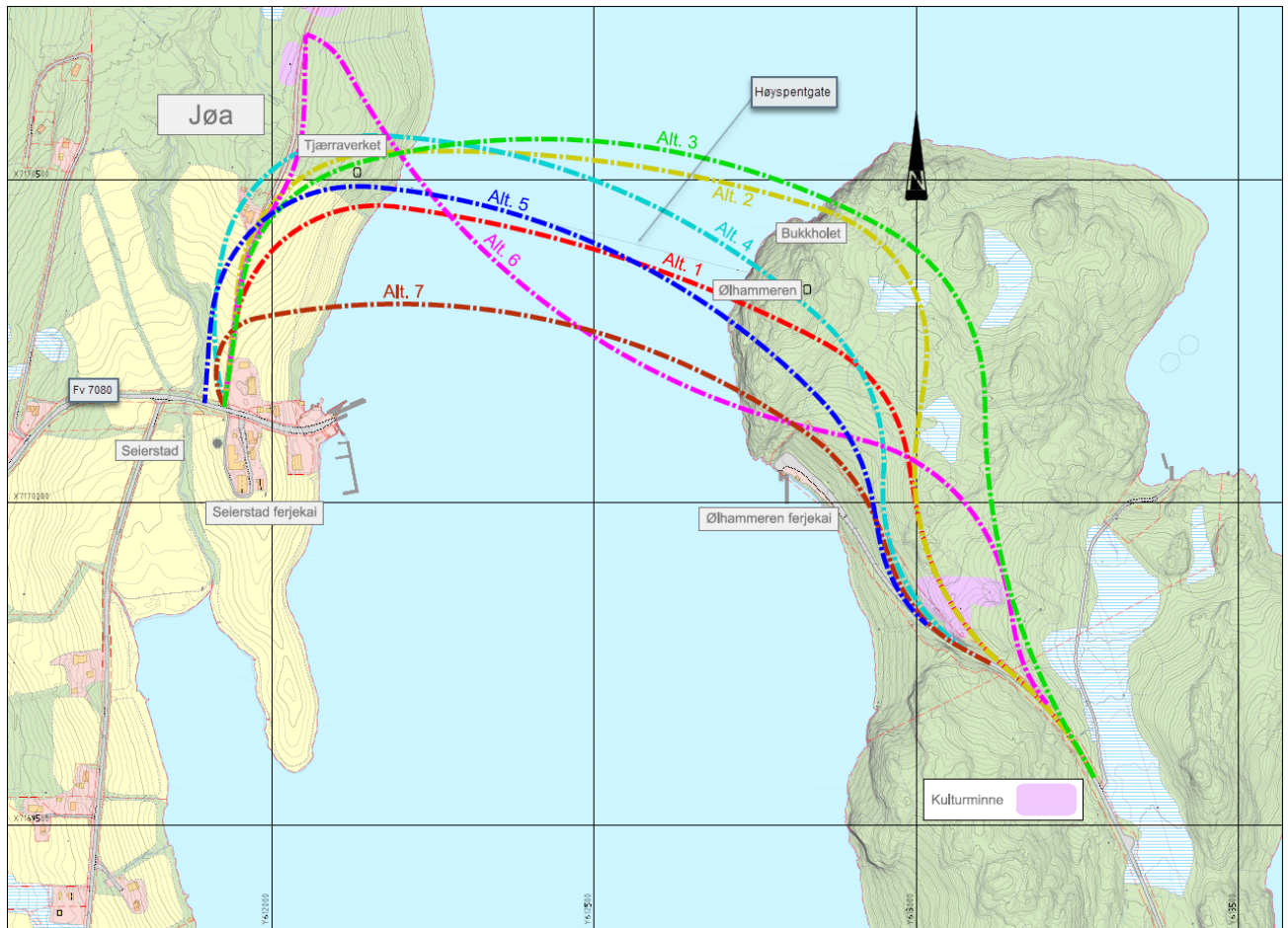
Bergblottinger er registrert ved Tjærraverket. På grunn av store krefter som skal overføres til bruas landfester er det en stor fordel å fundamentere brua på berg. Flere av traseene som er vurdert har landkar-plassering ved bergblottingene på Tjærraverket. Se kapittel 4 Geoteknisk beskrivelse av alternativene.

For vegtraseen på land har viktige føringer vært å unngå for store terrenginngrep/store skjæringer, og å få minst mulig inngrep på dyrka mark.

Det er registrert kulturminner både på fastlands-siden og på Jøa-siden (gravfelt og hustuffer). Se Figur 3-1- rosa områder. Det er jobbet med vegtraseene slik at man unngår konflikt med disse.

En 12 m bred høyspenttrase krysser Seierstadfjorden. Viste vegtraseer er planlagt for å unngå konflikt med høyspenttrasen og høyspentmasten på Ølhammaren og ved Tjærraverket. Se Figur 3-1.

Totalt 7 vegtraseer er vurdert. Se Figur 3-1. Flere av traseene er i løpte av prosessen forkastet på grunn av konflikter med noen av parameterene som er beskrevet ovenfor.



Figur 3-1 Vurderte vegtraseer

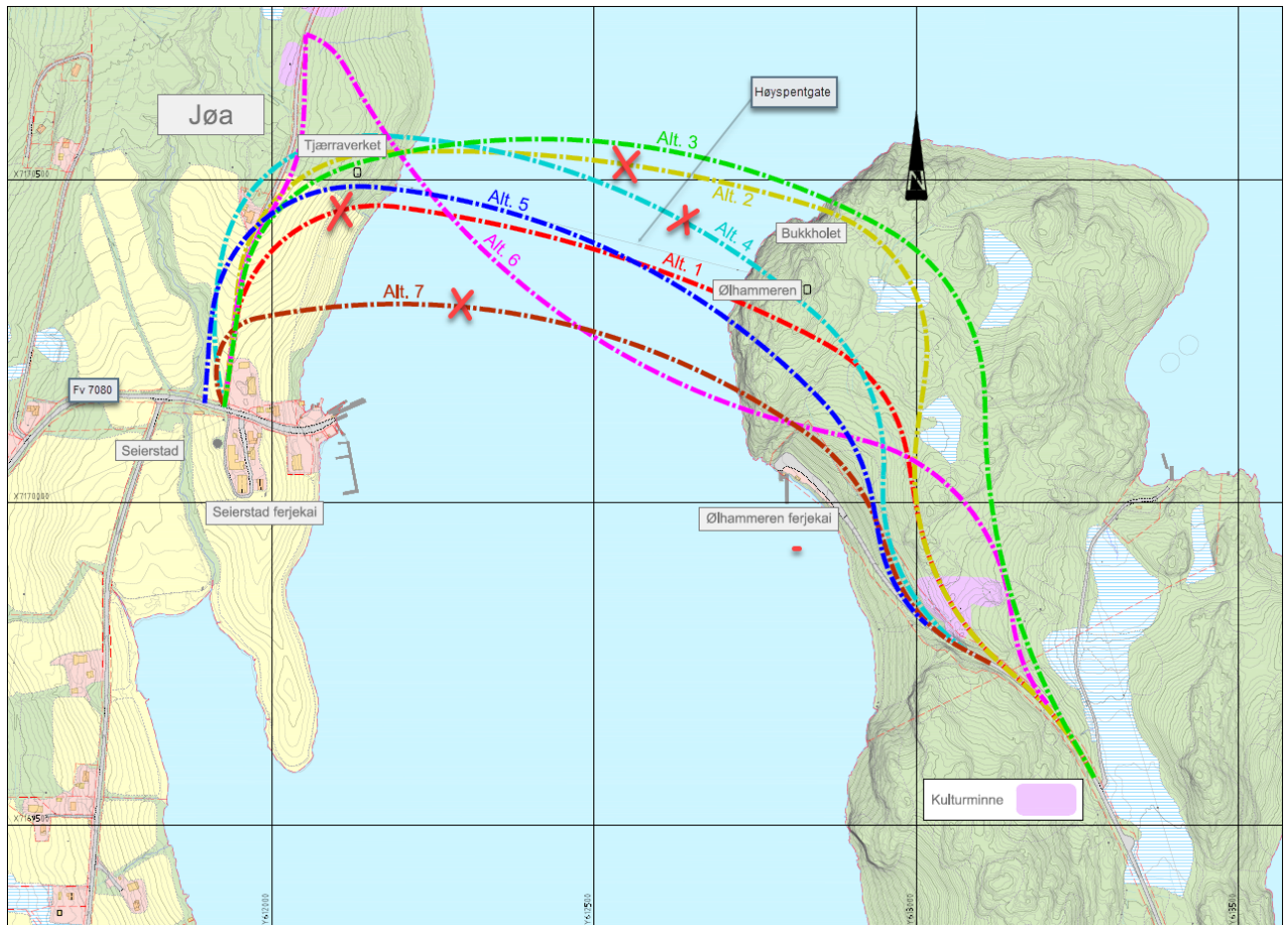
3.1.1 Forkastede alternativ:

Alternativ 1 (rødt alternativ) Brua blir 650 m lang, og den totale veglengde inkl. bru blir 1970 m. Traseen kommer i konflikt med kulturminne på fastlands-siden, og passerer på sydsiden av det høyeste punktet på Ølhammaren. Dette gir en fjellskjæringa på Ølhammaren som blir ca 250 m lang og opp mot 28 m høy. Et alternativ med tunnel gir en ca 145 m lang tunnel. Bru lander på kote 12 på Jøa-siden. Dette gir stigningsmessige utfordringer med å koble ny veg til dagens veg (stigning >8%). På grunn av høye skjæring og konflikt med kulturminner er alternativet forkastet.

Alternativ 2 (sennepsgul): Bru blir 700 m og totalt veglengde inkl. bru blir 2250 m. Alternativet krysset et kulturminne på fastlands-siden. Brua fundamenteres i Bukkholei, og lander på kote 12 på Jøa-siden. Dette gir stigningsmessige utfordringer ved påkobling til dagens veg. Alternativet forkastes på grunn av konflikt med kulturminne på fastlands-siden.

Alternativ 4 (turkis linje): Brua blir 630 m og total veglengde inkl. bru blir 1940m. Traseen krysser det høyeste punktet på Ølhammaren. Dette gir en fjellskjæring på Ølhammaren som blir ca 300 m lang og opp mot 32 m høy. Et alternativ med tunnel gir en ca 190 m lang tunnel. Lang/høy fjellskjæring alternativt lang tunnel er årsaken til at alternativet er forkastet.

Alternativ 7 (brun linje): Brua blir 732 m lang, og totalt veglengde inkl. bru blir 1484 m. Landkar for flytebrua vil måtte plasseres i et område hvor det er registrert kvikkleire. Dette er fordyrende og vil også gi en kompleks løsning. Se kapittel 4 Geoteknisk beskrivelse av alternativene. Alternativet forkastes på grunn av dårlige grunnforhold ved Seierstad.



Figur 3-2 Vurderte traseer. De med rødt kryss X er forkastet

3.1.2 Traseer som utredes for flytebru

Plan og profiltegninger for alternativ 3, 5 og 6 er vist i vedlegg 1.

Alternativ 3 (grønt alternativ): Brua blir 725 m lang, og den totale veglengde inkl. bru blir 2250 m. Dette alternativet har den lengste tilførselsvegen på fastlands-siden. Traseen passerer på østsiden av kulturminnet og er lagt mellom myrområdene frem mot Bukkholet. Skjæringa inn mot bru-landkaret er ca. 10 m høy og 100 m lang. Dette alternativ gir det minst synlige terrenginngrepet på fastlands-siden. Se kapittel 6.1 landskapsbilde.

Ved passering av Seierstadfjorden krysser traseen under høyspentluftstrekket 2 ganger. Ved Ølhammaren måles det ca. 23 m klaring mellom topp veg og høyspentgata. På Jøa måles ca. 32 m klaring mellom topp veg og høyspentlinjene (Målene er ikke korrigert for pilhøyde). Alternativet krysser i ytterkanten av et jorde på Jøa før det kobler seg til eksisterende fv. 7080. Se kapittel 6.5.

Alternativ 5 (blått alternativ): Brua blir 640 m lang, og den totale veglengde inkl. bru blir 1670 m. Dette alternativet passerer på vestsiden av kulturminnet på fastlands-siden. For å unngå store bergskjæringar (ca. 28 m høye) er det lagt inn en 105 m lang tunnel gjennom den høyeste skjæringa. Se kapittel 5.2.2 Ingeniørgeologisk beskrivelse. Ut fra trafikksikkerhets-hensyn er det vist en 2-felts tunnel. Innsnevring til 1-felts kjøreveg skjer øst for tunnelen. Dette alternativet gir den korteste brua. Brua blir liggende nærmere bebyggelsen på Seierstad og vil fra dette ståstedet oppleves mer dominerende enn ved alternativ 3. Se kapittel 6.1 landskapsbilde. Midtfjords krysser traseen under høyspentluftstrekket. Det er ca. 32 m klaring mellom topp veg og høyspentlinjene. (Målet er ikke korrigert for pilhøyde).

På Jøa beslaglegger dette alternativet noe mere dyrka mark enn alternativ 3.

Alternativ 6 (Cyan alternativ): Brua blir 715 m lang, og den totale veglengde inkl. bru blir 2240 m. Dette alternativet ligger på østsiden av kulturminnet på fastlands-siden. For å redusere skjæringene inn mot bruas landkar er veglinjen trukket lengre syd enn alternativ 5. Skjæringa blir da ca. 15 m høy. For å kunne plassere bruas landfeste på berg på Jøa-siden er brua langt inn med en kontrakurve. Vegnormalenes kurvaturkrav gjør det vanskelig å prosjektere en gjennomgående adkomstveg fra brua frem til fv. 7080 på Jøa. Dette alternativet er derfor foreslått med ett kryss med dagens veg ved Tjærraverket.

Ca. 100 m før brua lander på Jøa krysser traseen under høyspentluftstrekket. Det er ca. 30 m klaring mellom topp veg og høyspentlinjene. (Målet er ikke korrigert for pilhøyde). I dette alternativet ligger brua nærmere bebyggelsen på Seierstad enn i alternativ 3 og 5, og vil virke mer dominerende enn disse alternativene sett fra Seierstad. Se kapittel 6.1 landskapsbilde.



Figur 3-3 Alternativene som utredes, Høyspentgate og høyspentmast på Ølhammeren og ved Tjærraverket er markert.

Alternativ	Lengde bru [m]	Lengde veg [m]	Lengde tunnel [m]	Total lengde [m]
3	725	1 525		2 250
5	640	925	105	1 670
6	715	1 525		2 240

Tabell 3-1 Sammenstilling av veg og brulengder for alternativer som utredes



Figur 3-4 Flytebrua sett fra Jøa mot fastlands-siden (Ølhammaren): Alternativ 3 (grønn), alternativ 5 (blå) og alternativ 6 (rosa)



Figur 3-5 Sett fra Ølhammaren mot Jøa: Alternativ 3 (grønn), alternativ 5 (blå) og alternativ 6 (rosa).

3.1.3 Kostnadsoverslag veg

Sprengstein fra linja brukes som fyllmasser. Det er forutsatt at det kan finnes deponi i nærheten innenfor en avstand på 3km. Geotekniske tiltak som grunnforsterkning er medregnet. Frostfri dimensjonering er ikke vurdert.

Det er antatt at man ikke kommer i konflikt med høyspenttraseen. Det er ikke forutsatt innløsning av boliger.

Erfaringspriser er hentet fra Fv. 710 Brekstad - Krinsvatnet & Fv.715 Nordsetervatnet. En snittpris på innkomne anbud er benyttet. Vegbreddene i dette prosjektet var 7,5m. Meter-prisene er justert for å tilpasses en vegbredde på 4 m. Det er videre gjort vurderinger for å komme frem til ulike lm priser avhengig av om vegen ligger på høye eller lave fyllinger, eller om vegen går gjennom høye eller lave skjæringer. Det er i tillegg lagt inn kostnader for nødvendige geotekniske tiltak basert på utførte grunnundersøkelser. Med bakgrunn i dette anslås usikkerheten på kostnadsoverslaget for veg å ligge på +/- 35%.

Se vedlegg 2 for detaljert utregning.

Alternativ	Entreprisekost (Prisnivå 2021)	Sum byggekost med MVA (Prisnivå 2021)
3	49 197 000,-	81 175 000,-
5	57 960 000,-	95 634 000,-
6	49 646 000,-	81 915 000,-

Tabell 3-2 Kostnadsestimat Veg for alternativ 3, 5 og 6

3.1.4 Anbefalt videre arbeid med vegtrase

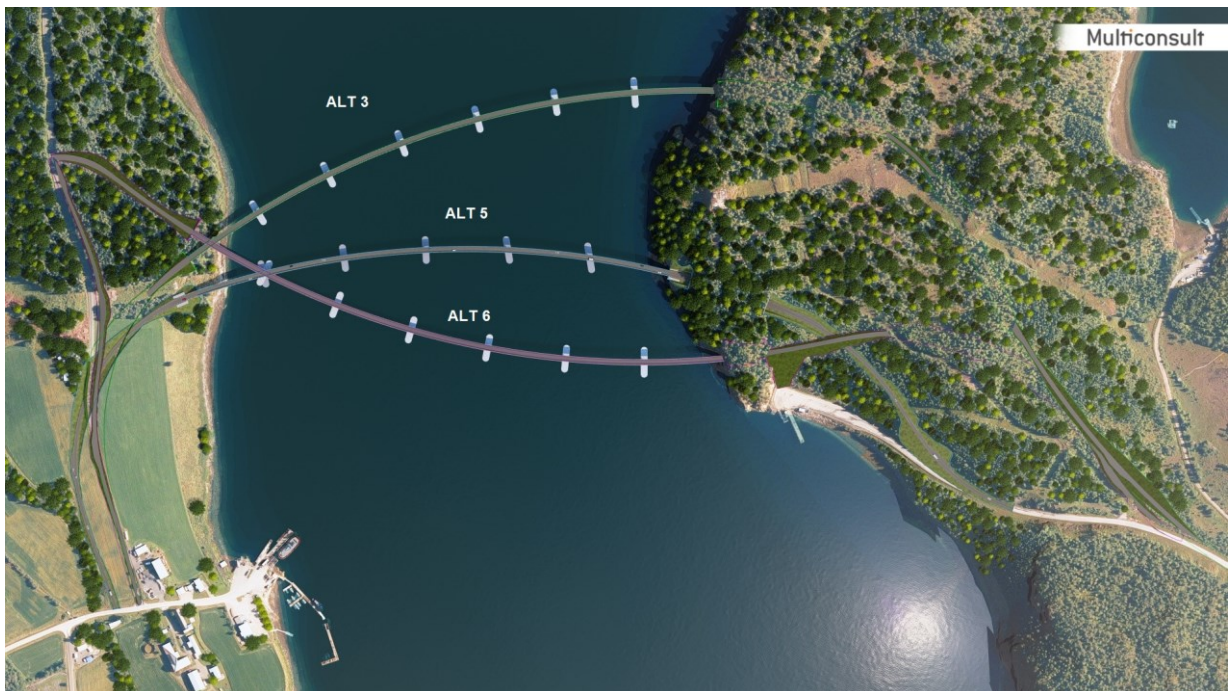
Hø1 (enfelts veg) gir en svært stiv linjeføring i vertikalplanet på grunn av kravet om møtesikt. Det betyr at det blir store skjæringer. Disse kunne vært redusert dersom det i stedet hadde prosjektert en 2-felts veg som har mindre stiv vertikalkurvatur. Dersom det blir aktuelt å gå videre med flytebrualternativet anbefales det å vurdere en 2-feltsveg.

En mulig optimalisering i en neste fase vil også være å trekke alternativ 5 noe nordover på fastlands-siden, men beholde landingspunkt for brufundamentet på Tjærraverket. Dette gir en bedre horisontalgeometri på fastlands-siden og en bedre linjeføring for en gjennomgående veg med påkobling mot fv. 7080.

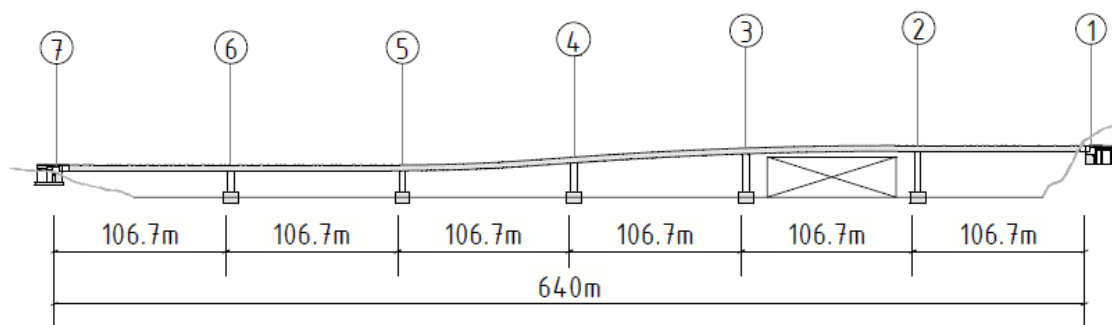
Justeringen av veglinje 5 noe nordover på fastlands-siden vil også sikre en større overdekning på tunnelen, samtidig som brulengden beholdes. Se kapittel 5.2.2. Vider bør det jobbes med slakere fyllinger for å bedre massebalanse, redusere rekkverksbehov og gi bedre landskapsmessige tilpasninger.

3.2 Flytebru – valgte traseer.

Alternativ 5 gir den korteste flytebrua og anbefales for videre vurdering da dette alternativet gir lavest byggekostnad og er teknisk gjennomførbart. Som beskrevet i kapittel 3.1 velges det i tillegg å gå videre med alternativ 3 og 6. Figur 3-6 viser flytebru for de tre ulike traseene i plan. Alle tre alternativer har seilingsled i det andre spennet regnet fra øst, som vist for alternativ 5 i Figur 3-7.



Figur 3-6 Alternativ 3, 5 og 6 illustrert i plan.



Figur 3-7 Oppriss alternativ 5

Som hovedkonsept for alle de tre alternativer utredes en flytebru med brukasse og pongtonger i stål. Det vil være en flytebru med en høybrudel for å få plass til seilingsleden på 25x80 meter. Det har også blitt vurdert andre mulige konsepter. Et konsept med betongpongtonger er blitt utredet og dette er beskrevet i kapittel 3.6. Videre er det i kapittel 3.7 vurdert flytebru bygd med andre materialer som aluminium eller tre. Det er også vurdert å bygge topplaten i stål kassen med «sandwich-element». I de følgende kapitler 3.2 til 3.5 er alternativ 5 med brukasse og pongtonger i stål beskrevet.

Brukonseptene bygges med en konstant krumning med en radius på 1100 m i horisontalplanet. Dette innebærer at tverraster fra bølge og vind bæres i vesentlig grad på bue-virkning. For en slik buet flytebru er det ikke nødvendig å benytte forankringslinjer ned til sjøbunn.

Alternativ 5 gir den korteste flytebrua. Total lengde er beregnet til 640 meter med seks like spenn på 107 meter. Brua har fem pongtonger, en mindre enn de andre to alternativene. Dette alternativet er beskrevet i detalj i kapittel 3.3. Alternativ 5 anbefales for videre vurdering fordi dette gir kortest bru med lavest kostnad. Alternativ 5 er teknisk gjennomførbart.

Alternativ 3 gir en brulengde på 725 meter med syv spenn på 104 meter. Dette alternativet har seks pongtonger. Alternativ 3 er anbefalt å ta med videre fordi brua kan lande i terrenget på østsiden med en moderat skjæring. Dette gir mindre terrenginngrep. Brukostnaden vil bli ca. 12 % høyere enn for Alternativ 5.

Horisontalkurvaturen på brua for alternativ 6 er slått motsatt vei sammenlignet med de andre alternativene. Her er spennlengden 102 meter for syv like spenn og den totale brulengden 715 meter. Også dette alternativet har 6 pongtonger. Brukostnaden vil bli ca. 11 % høyere enn for Alternativ 5.

Brulengdene og spennlengdene for de tre alternativene er oppsummert i Tabell 3-3.

Alternativ	Total brulengde	Spennlengde
[m]	[m]	[m]
3	725	104
5	640	107
6	715	102

Tabell 3-3 Oppsummering brulengder og spennlengder.

Kostnader er beregnet for alternativ 3, 5 og 6 og oppsummert i Tabell 3-4. Kostnadene som inngår i beregningene er vist i detalj for alternativ 5 i kapittel 3.5. Kostnader inkluderer rigg, påslag på 15% for uforutsett, 25% for byggherrekostnader/prosjektering og MVA. Som det vises i Tabell 3-4 kommer alternativ 5 best ut kostnadmessig fordi det har den korteste brua.

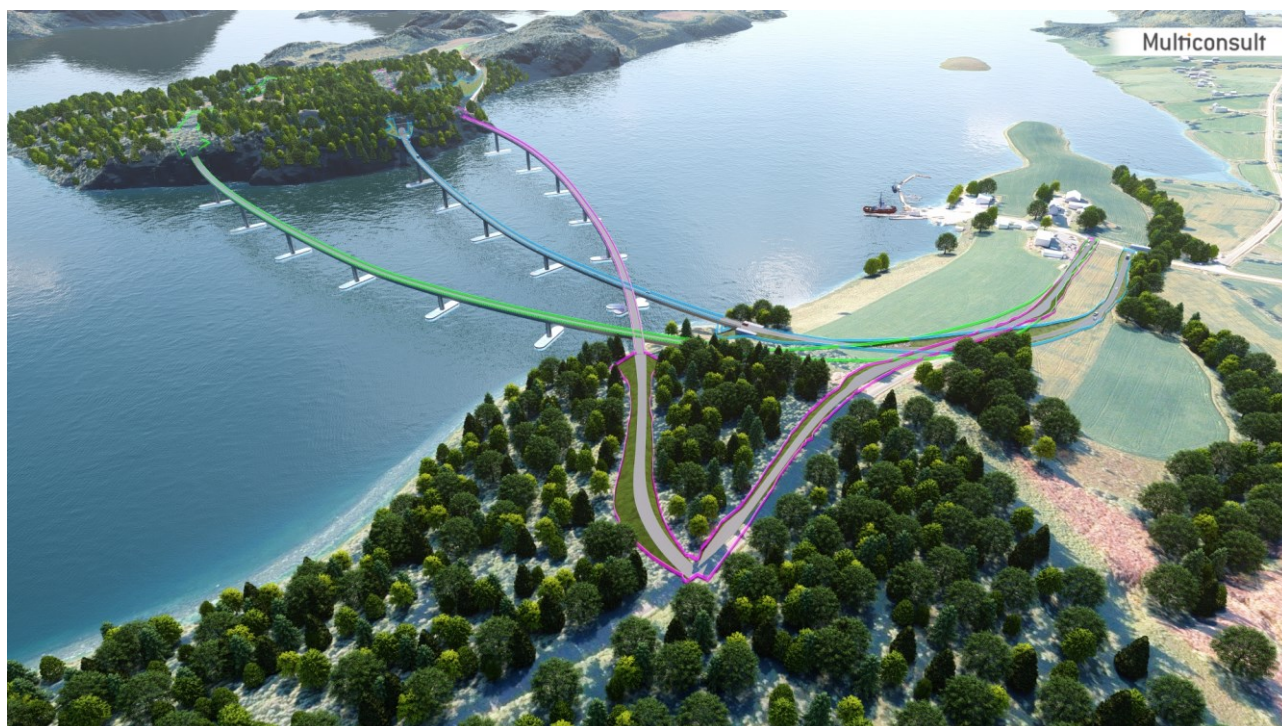
Alternativ	Enterprisekost	% dyrere enn alt. 5
3	455 720 000	12 %
5	407 760 000	
6	453 140 000	11 %

Alternativ	Sum byggekost med MVA	% dyrere enn alt. 5
3	751 930 000	12 %
5	672 810 000	
6	747 670 000	11 %

Tabell 3-4 Sammenstilling av kostnader flytebru stål for de ulike alternativene

For flytebru i stål anslås usikkerheten i kostnadsoverslaget til å ligge på 35 %. Se kapittel 3.5 for begrunnelse.

I Figur 3-8 og Figur 3-9 er de tre alternativene illustrert.



Figur 3-8 Sett fra Jøa mot land (fra vest mot øst): Alternativ 3 (grønn), alternativ 5 (blå) og alternativ 6 (rosa)



Figur 3-9 Sett fra sør: Alternativ 3 (grønn), alternativ 5 (blå) og alternativ 6 (rosa).

3.3 Flytebru – teknisk dokumentasjon av valgt konsept

Det er valgt å utføre teknisk prosjektering kun for alternativ 5. Prosjekteringen har bestått i utførelse av statiske og dynamiske analyser, dimensjoneringskontroller av viktige konstruksjonsdeler og utarbeidelse av materialmengder og tegninger. Bru tegningene det er vist utsnitt av i dette kapitlet er vist i vedlegg 3.

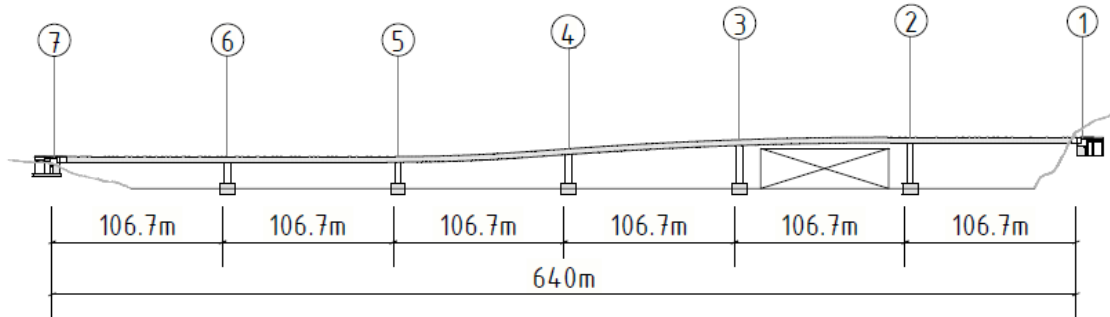
Som nevnt tidligere i rapporten er hovedalternativet basert på en overbygning med stålkasse og pongtonger i stål. Det er også utredet et alternativ med overbygning i stål og pongtonger i betong. Se kapittel 3.6.

I tillegg er andre mulige konsepter overordnet vurdert i kapittel 3.7. Blant disse alternativer er flytebru med brubjelke og pongtonger i aluminium.

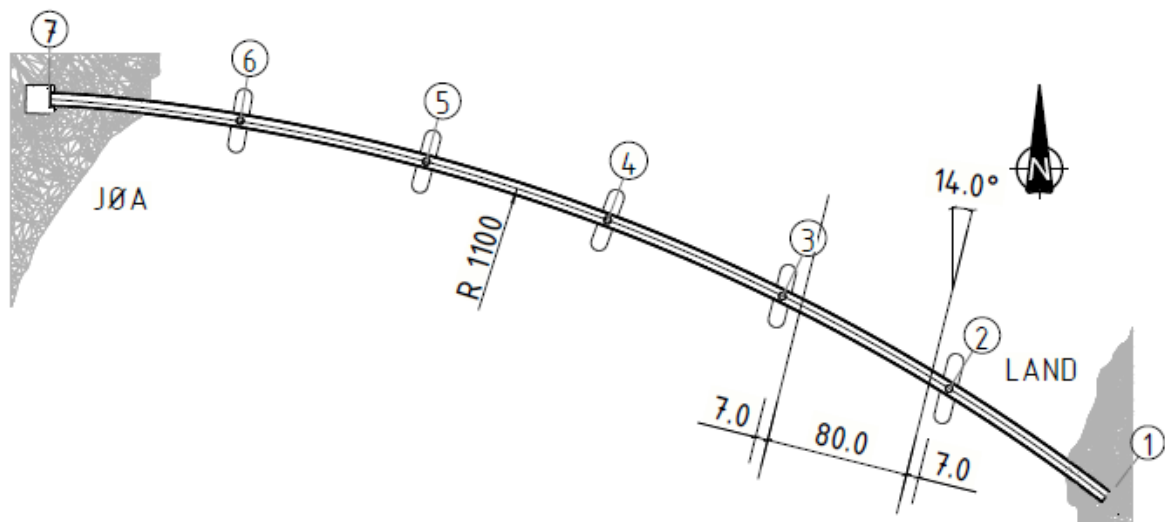
3.3.1 Generell beskrivelse

Alternativ 5 som er teknisk utredet har en total lengde på 640 m. Brua består av en flytebru i 6 spenn med spennlengde 107 m. Seilingsleden er plassert i det andre spennet fra øst. Se Figur 3-10. Seilingsleden er 25x80 m og er orientert med 14 graders vinkel mot nord, i samme retning som pongtongene, se Figur 3-11. Figur 3-12 viser at det er god klaring til land.

Høyeste punkt på veglinjen er i øst hvor overkant brubjelke ligger på kote 32 moh. Vestover faller brubjelken med en helning på 7 % ned til lavbrudelen av flytebrua som har overkant brubjelke på kote 20 moh. Dette gir en seilingshøyde på ca. 15 m for mindre båter ved høyvann. Flytebrua er lagt i en horisontalkurve med radius 1100 m for å kunne ta opp horisontale laster fra bølger og vind med bue-virkning. Flytebrua er planlagt uten forankringer ned til sjøbunn som beskrevet i kapittel 3.2.



Figur 3-10 Seilingsled i andre spennet regnet fra øst



Figur 3-11 Seilingsled i plan



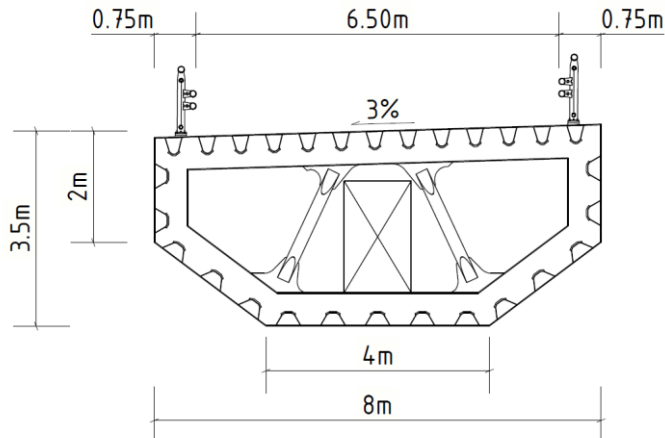
Figur 3-12 Seilingsled

3.3.2 Brubjelken

Brubjelken i flytebrua består av en såkalt ortotrop stålkasse med stålplater avstivet med trapesstivere. Kassen er 3.5 m høy, 8 m bred og avstives med tverravstivere hver 4 m i lengderetning. Det benyttes stålqualität S420 i kassen. Gjennomsnittlig stålvekt for brubjelken er ca. 5.3 tonn/m. Plate- og stivertykkelser for de ulike tverrsnittene er vist i Tabell 3-5 nedenfor. Figur 3-13 viser typisk tverrsnitt. Brubjelken er forsterket i endespennene (tverrsnitt F2) og over støtter i akse 2 og 6 (tverrsnitt S2) for å ikke overskride kapasiteten. For innerstøtter gjelder tverrsnitt S1 og for innerfelter gjelder tverrsnitt F1.

		F1	F2	S1	S2
Plate	Topp	14	20	16	20
	Side	14	20	16	30
	Bunn	14	25	20	30
Stiver	Topp	6	8	6	8
	Bunn/side	6	8	6	8

Tabell 3-5 Platetykkelser i tverrsnitt (mm)

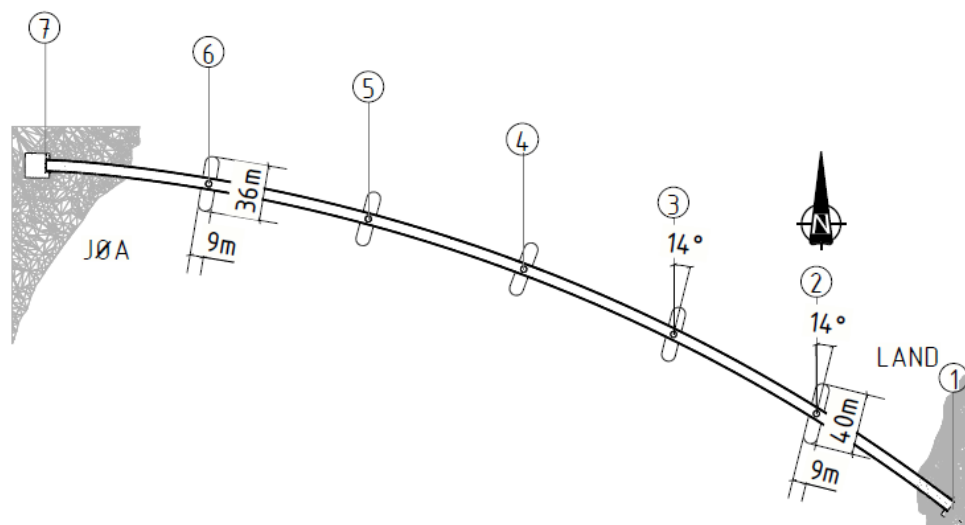


Figur 3-13 Tverrsnitt brubjelke

Utvendige flater korrosjonsbeskyttes med vegvesen beleggsystemer (System 1: Metallisering pluss epoksy/polyuretan (dupleks system) iht. vegvesen prosesskode). Innvendig i kassen etableres det en avfukter som vil beskytte mot korrosjon i bruas levetid.

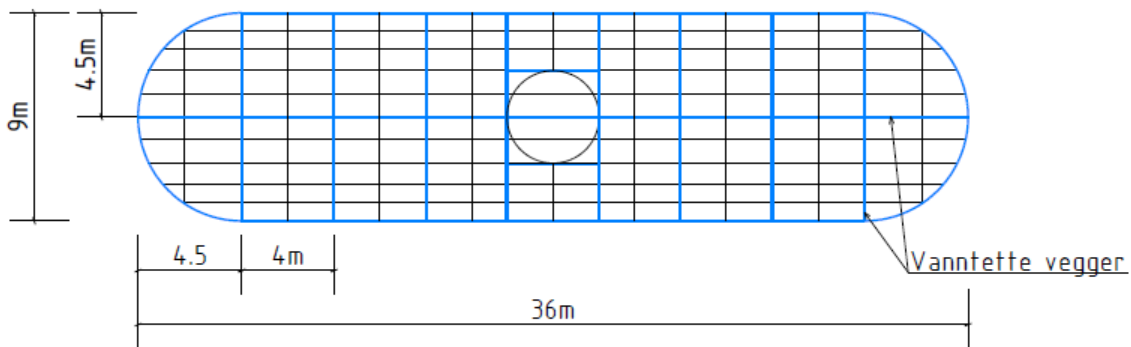
3.3.3 Pongtonger og spennlengder

Flytebrua understøttes av stålpongtonger med senteravstand på 107 m. For brubjelken med 3.5 m høyde gir dette et spenn/høydeforhold på 30.6 som er akseptabelt for stålkasser med lav egenvekt. Flytebrua understøttes av totalt fem stålpongtonger. Det benyttes stål kvalitet S355. Pongtongene har lengde 36 m, bredde 9 m og høyde 7 m (4.0 m dypgang, 3.0 m fribord) med unntak av pongtongen nærmest land på østsiden. For den siste pongtongen inn mot land i øst, økes pongtonglengden til 40 m for å gi bedre rullstabilitet for den høyere delen av flytebrua, se Figur 3-14. I analysen er det i akse 6 også lagt inn en pongtong som er 40 m lang, men på tegning og i mengdeoppsett er dette endret til en 36 m lang pongtong da økt rullstivhet ikke er nødvendig for lavbrudelen. Pongtongene i akse 4-6 er rotert normalt mot brubjelken. Pongtongene i akse 2 og 3 (nærmest land i øst) er rotert 14 grader mot nord, se Figur 3-14, for å redusere responsen i overbygningen fra bølgelast og for bedre tilpassing til seilingsleden.

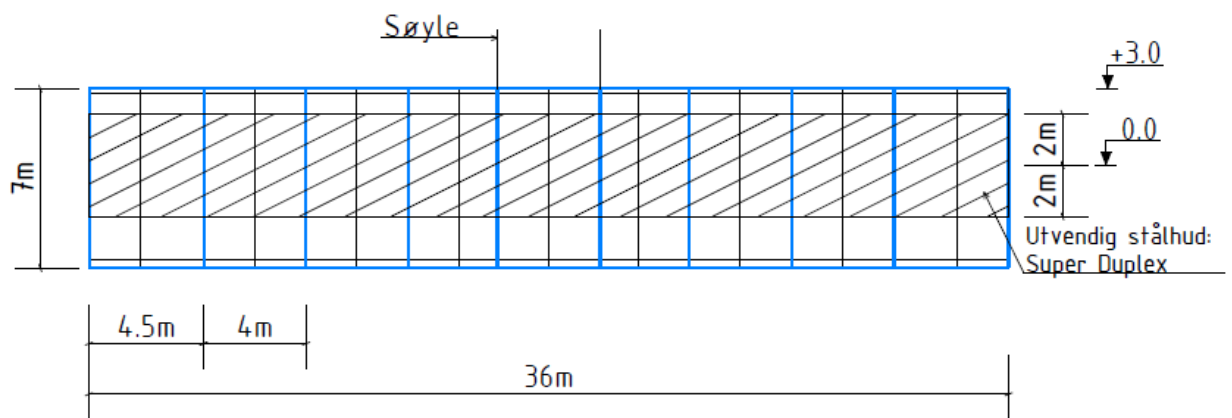


Figur 3-14 Pongtonger

Typisk deplasement for pongtong i lavbrudelen er på 1260 tonn med en anslått stålvekt på 314 tonn. Stålpongtongene designes tilsvarende som for skip, det vil si med avstivede platefelt, rammer/spannt og innvendige vannrette skott (vegger), se Figur 3-15 og Figur 3-16.



Figur 3-15 Pongtong i plan. Vannrette vegger er markert i blått.



Figur 3-16 Pongtong oppriss. Vannrette vegger er markert i blått.

I skvalpesonen erstattes den utvendige stål huden med et rustfritt stål materiale type 25Cr duplex («Super Duplex stål»). Dette tilsvarer to meter over og under middel vannstand som vist i Figur 3-16. Super Duplex stålet utgjør ca. 10 % av pongtongens stålvekt. Dette er gjort for å begrense behovet for vedlikehold. Karbonstål i luft korrosjonsbeskyttes med vegvesen beleggsystemer (*System 1: Metallisering pluss epoksy/polyuretan (dupleks system)*) iht. vegvesen prosesskode). Karbonstål under vann som ikke kan vedlikeholdes korrosjonsbeskyttes med malingsystemer og offeranoder i sink. Mengden offeranoder må økes i takt med at malings-systemet brytes ned.

For nødvendig vedlikehold og reparasjon av pongtong under vannlinjen kan det benyttes et dokkfartøy som posisjoneres og omslutter en av pongtongene slik at vannet kan lenses og at vedlikeholdsarbeidet kan utføres tørt.

Stålsøyler lages sirkulære med diameter på 4 m. Kostnaden for søylene utgjør lite.

3.3.4 Landkar og bruinfestning

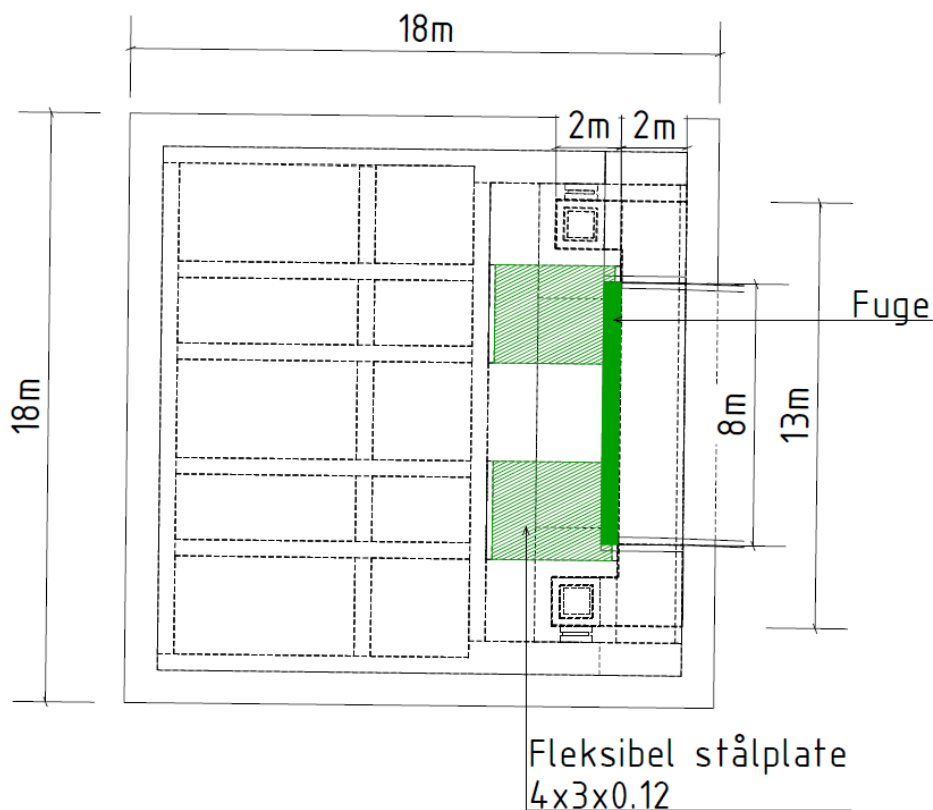
Flytebrua er forbundet til landkar i begge ender. I dette studiet er brubjelken leddet om tverraksen, tilsvarende løsning som på Nordhordalandsbrua. Dette er gjort med to fleksible stålplater, som vist i Figur 3-17 og Figur 3-18, som kan overføre aksialkrefter og moment om vertikalakse (sterk-

aksemoment) fra bru til landkar. Stålplatene er fleksible om tverraksen som i praksis gir et ledd som muliggjør rotasjonen som oppstår fra tidevannsendring. Under normal bruksgrensetilstand vil bruenden rotere ca. 1.5 grader. Håndbok N400 krever at hastigheten reduseres til 70 km/t lokalt ved landkaret hvis slike ledd introduseres.

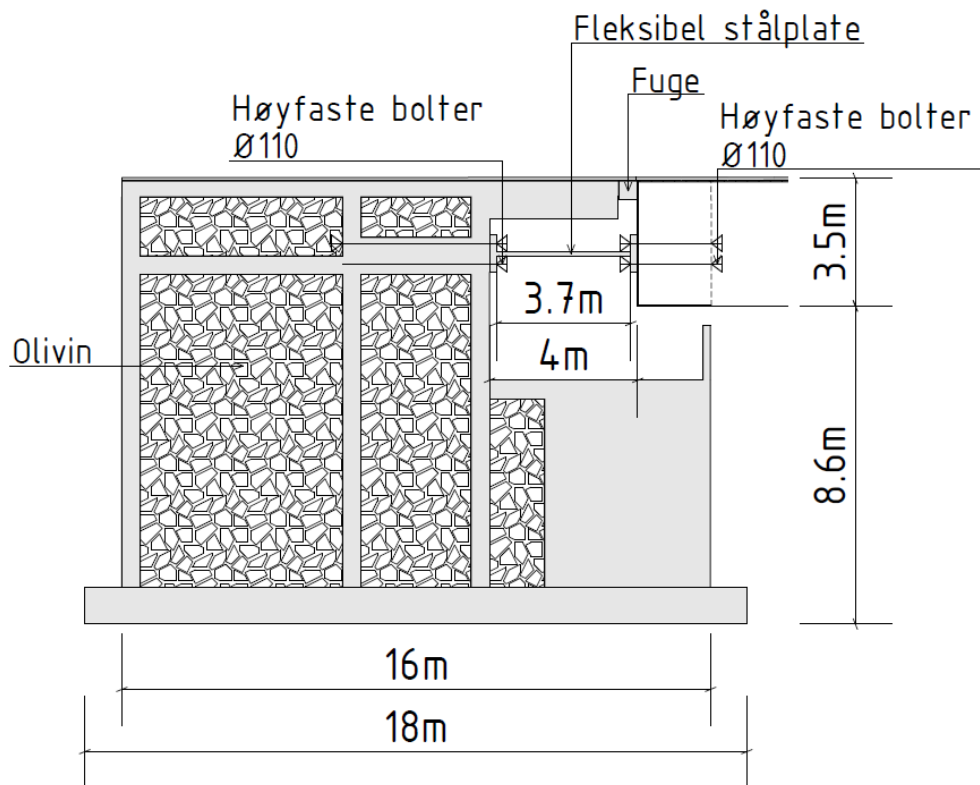
Stålplatene er valgt 4 x 3 m med 120 mm tykkelse, se Figur 3-18. Det må benyttes stål med høy kvalitet ($f_y=600$ MPa). Vertikallast og torsjon fra brubjelken overføres til landkar via lager. Torsjonen er høy slik at lager må plasseres med en senteravstand på 11.5 m. I tillegg benyttes oppløftslager som vist i Figur 3-19 og Figur 3-20. Tverrlaster fra bru overføres med sidelager.

Landkaret fungerer som en ballastkasse som overfører kreftene ned til berg via friksjon. Det antas en friksjonsfaktor på 1.0 mellom berget og sålen. På Jøa-siden plasseres landkaret på en synlig bergblotting. Det har en ytre dimensjon på 16 x 16 m og en høyde på 11 m. Ballastkassen er plassert på en såle som er 18 x 18 m og 1 m høy. Berget plan-sprenges og sålen støpes direkte mot berg før kassevegger bygges. Landkaret fylles så med ballast. Fortrinnsvis foretrekkes det å fylle med puk, men det kan bli nødvendig å benytte tyngre materialet som olivin for å oppnå tilstrekkelig friksjonskapasitet for å ta de store kreftene fra brubjelken. Olivin er noe mer kostbart enn puk, men det gir da et mindre landkar og er sånn sett kosteffektivt.

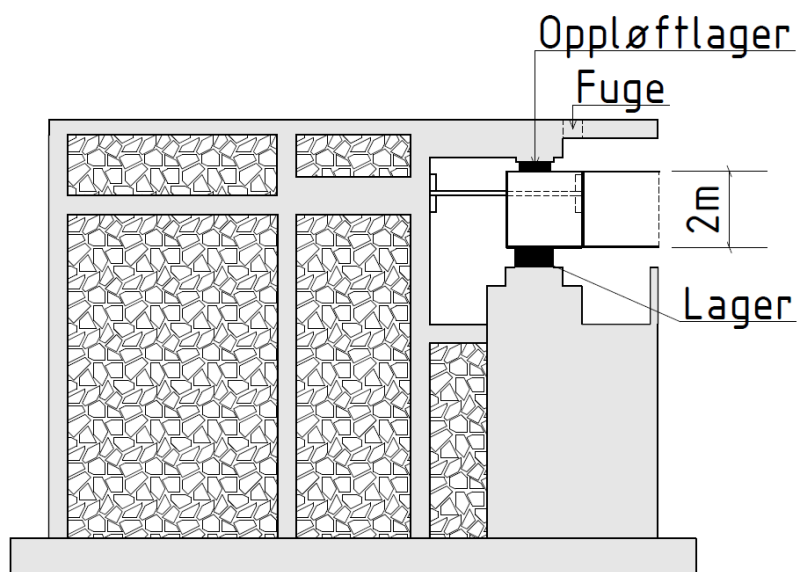
Landkaret i øst plasseres på en utsprengt berghylle. Dimensjoner er de samme som for Jøa-siden. I det planlagte området er det registrert noen svakhetssoner i berget i området hvor landkaret er tenkt plassert. Dette må undersøkes mer nøye i videre vurderinger. En mulighet er å flytte landkaret i øst litt lenger nord for å unngå svakhetssonene. Utrivning av berg må sjekkes i en senere fase av prosjektet.



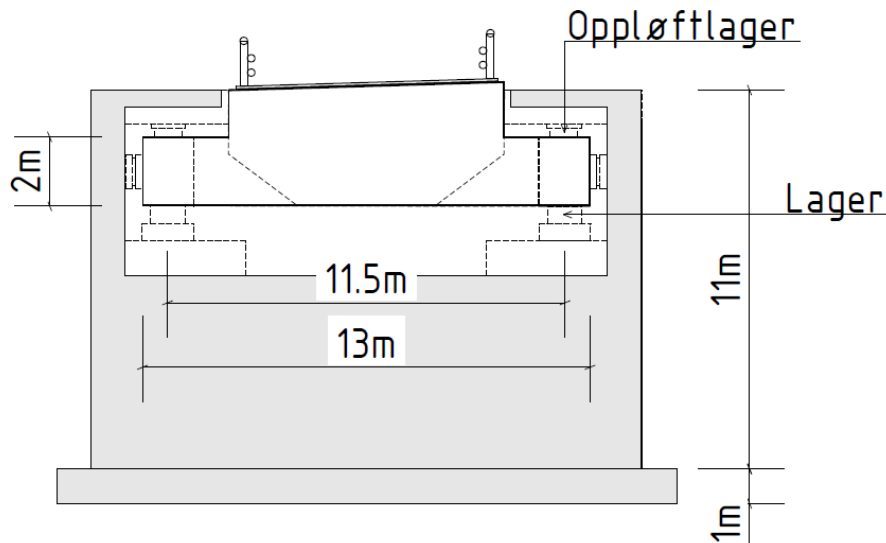
Figur 3-17 Brukar - plan. Fleksible stålplater stiplet i grønt. Fugeområde markert i grønt.



Figur 3-18 Brukar, leddet løsning om tverraksen



Figur 3-19 Snitt i lengderetning bru



Figur 3-20 Snitt ved lager

3.3.5 Tekniske beregninger for flytebrua

I oppdragsgjennomføringen er det tatt utgangspunkt i Statens vegvesen regelverk for prosjektering av bruer (bl.a. HB N100, N400) samt erfaringer fra tidligere oppdrag.

I forbindelse med mulighetsstudie for flytebrua er det behov for estimat av vindforhold og bølgeforhold som må forventes langs brutraseen, se notat 10225485-RIMT-NOT-91-Metoccean. Modellen SWAN (SWAN, 2016) er benyttet for å beregne bølgetilstand langs flytebrua. Modellen er utviklet av Delft Technical University for å beregne utvikling og forplantning av bølger i kystområder.

Ekstremvind er basert på referansevindhastighet for Namsos kommune og retningsfaktorer for området «Trøndelag, vest». I fastsettelsen av stedvind er det brukt terrengkategori 1 for alle retningssektorer. Referansevindhastigheten er $v_{b,0} = 26\text{ m/s}$.

Dimensjonerende vind, 10 minutters middelvind på 20 meters høyde med en returperiode på 100 år, er på 31 m/s fra nord og 35 m/s fra sør. Se notat 10225485-RIMT-NOT-91-Metoccean (Multiconsult, Jøa flytebru metoccean, 2021)

Dimensjonerende bølgeforhold for vindsjø er presentert i vedlegg 1. Høyeste bølge for 100 års returperiode fra nordlig sektor er gitt ved en sjøtilstand med $H_s=1.6\text{ m}$ og $T_p=5.1\text{ s}$. Denne sjøtilstanden er satt på i modellen i en sektor fra 0 grader til 30 grader. Tilsvarende er høyeste bølge fra sørlig sektor gitt ved $H_s=1.2\text{ m}$ og $T_p=4.5\text{ s}$, og sjøtilstanden er satt på modellen i en sektor fra 170 grader til 190 grader. Flytebruer har vist seg å være egenmode-styrt i responsen, og det er derfor vurdert et stort antall bølgekonisjoner med lavere T_p . For vindsjø er det antatt at bølgehøyden skalerer lineært med T_p . For 1 års returperiode er høyeste bølge fra nordlig sektor gitt ved en sjøtilstand med $H_s=1.1\text{ m}$ og $T_p=4.4\text{ s}$, og for sørlig sektor er $H_s=1.0\text{ m}$ og $T_p=3.7\text{ s}$. Det er utført statiske og dynamiske beregninger av flytebrua med programmet Orcaflex, supplert med håndberegninger. Se rapport 10225485-01-RIB-RAP-01 -Analyser og dimensjonering av flytebru.

Følgende lasttilfeller er inkludert i analysene:

- 1 år og 100 års vindsjøbølger
- 1 år og 100-års vind.
- Strømlast, konstant og variabel over fjorden, antatt 1m/s.

- Tidevann, +2.2/-1.8 m (Fra Kartverket).
- Temperaturlaster, +/-30 grader.
- Trafikklast. Eurokode lastmodell 1 (LM1).
- Permanente laster, gjennomsnittlig stålvekt av brubjelke 5.3 tonn/m + 1.4 tonn/m slitelag +rekkverk.

Hvert lasttilfelle er simulert ukoblet til de andre lastene. Det er gjort sensitivitetsstudier på bølgerespons med varierende bølgeretning, høyde og periode og for vind med varierende retning og vindstyrke. For dimensjonerende krefter og spenninger er enkeltlaste kombinert med en faktor-metode som er justert basert på erfaringer fra andre flytebruprosjekter. To lastkombinasjoner i bruddgrensetilstand er vurdert:

- ULS2: dominerende trafikklast pluss 1-års miljølast.
- ULS3: ingen trafikklast, 100-års miljølast.

3.3.6 Resultater og dimensjoneringskontroller

For brubjelken er spenningen i ståltverrsnittet beregnet og sammenlignet med tillatte spenninger. I kontrollen tas det hensyn til lokal knekking av avstivet plate. Med de valgte platetykkelsene og med stålsort S420 får vi marginale overskridelser i noen områder og det anses da at grunnlaget for estimering av stålmengden for brubjelken er godt nok for dette forprosjektet.

Det er lastsituasjon med 100 års miljølaste uten trafikk som vil være dimensjonerende for de fleste snitt i brubjelken. Brua forutsettes stengt for trafikk ved miljølaste med større returperiode enn 1 år.

Beregningene videre viser at pongtongene har tilstrekkelige dimensjoner til å gi en god oppførsel av brua. Pongtongen er delt inn i mange vannrette kammer slik at flytebrua skal kunne tåle utilsiktet fylling av opptil to kammer i en 100 års-storm uten progressiv kollaps. Stålmengden til pongtonger estimeres fra et forholdstall mellom stålvekt og deplasement av pongtonger. Det ble antatt et forholdstall innledningsvis på 0.25 basert på tidligere studier. Etter gjennomregning av konseptet så stemmer dette bra. Stålmengden i brubjelken og pongtonger utgjør hoveddelen av kostnaden for flytebrua.

Flytebrua tilfredsstiller de komfortkriterier som er satt for kjørende trafikk. Dette er akselerasjoner vertikalt 0.7m/s² og på tvers 0.2 m/s² samt rotasjon av brubjelken om lengdeaksen. Det siste kriteriet med rotasjon om lengdeaksen er godt under kravet satt til 1 grad. For en kort flytebru som i dette studiet så styres rullstivheten i stor grad av torsjonsstivhet på kassen og i mindre grad rotasjonsstivhet til pongtonger. Pongtonger kunne derfor ha blitt valgt noe kortere i en optimalisering av konseptet. Deplasementet må imidlertid være det samme slik at bredden eller dypgangen da må økes. Dette kan øke bølgebelastningen noe slik at det ikke nødvendigvis vil gi en kostnadsgevinst. Den valgte lengden på pongtonger vil også være gunstig under sleping av brudeler i installasjonsfasen med god flytestabilitet.

Bølgebelastning gir torsjon i brubjelken som ikke er noe stort problem for brubjelken. Torsjonen vil imidlertid gi en utfordring ved innfestning til landkar og det har derfor vært nødvendig å utvide brubjelken i enden med en tverrbjelke for å få nødvendig avstand mellom lager. Det vil bli oppløft ved lager og det velges å benytte overlager for å ta dette. Alternativet ville være å ballastere brubjelken slik at oppløft ikke forekommer, men det krever store mengder ballast langt ut i spennet så denne løsningen er ikke å foretrekke. En annen løsning vil være å benytte pendellager eller å spenne ned lager. Skipskollisjon mot pongtong i akse 2 vil gi en noe større torsjon enn fra

bølgebelastning. Dette vil være dimensjonerende for landkaret i øst. Det er valgt i dette prosjektet å lage landkar like i begge ender.

Bølgebelastning gir moderat utnyttelse i søyler og valgt diameter på 4 m og platetykkelse på 25 mm vil være tilstrekkelig. Søyler i akse 2 og 3 vil imidlertid være dimensjonert fra skipstøt og platetykkelse her må økes opp mot 40 mm.

Det er gjort en forenklet kontroll for utmatting av stålkassen. Det antas at utmatting domineres av bølgebelastning og at utmatting fra trafikklast, vind og tidevann betyr mindre. Langtidsfordeling for bølger er ikke tilgjengelig i denne fasen for brustedet. Det er derfor antatt en langtidsfordeling basert på en lineær Weibullfordeling. Utført kontroll viser at levetiden på 100 år kan oppnås med god margin. Det som vil være mest kritisk vil være tykkelsesendring i plater. Det foreslås i denne fasen å begrense sprang i tykkelse i stålkassen til 4 mm. Dette kan ses mer på i en senere fase av prosjektet.

3.3.7 Montasje/byggemetode

Byggemetoden er ikke detaljert i løpet av denne prosjektfasen, og må vurderes videre i senere faser av prosjektet. Det er flere mulige byggemetoder og optimalt valg kan vanskelig låses innen rammen av et mulighetsstudie. Erfaring og anslagsprosessen for Bjørnafjorden viser at det er ulik oppfatning av hva som er optimalt, men enighet om at denne har stor betydning for kost.

En mulighet er å produsere broen på Fosen Yard AS, et skipsverft i nærheten av Trondheim. Der kan brua bygges i to seksjoner. Se Figur 3-21 til Figur 3-24. Det trengs lektere i ytterspennene som midlertidige støtter, illustrert i rødt i figurene. Lekterne er plassert 50 meter fra endene, dette for å gå klar fra land når brua slepes på plass ved brustedet. En annen mulighet er å sprengne bort noe fjell på landsiden for å kunne plassere lekterne lenger ut.

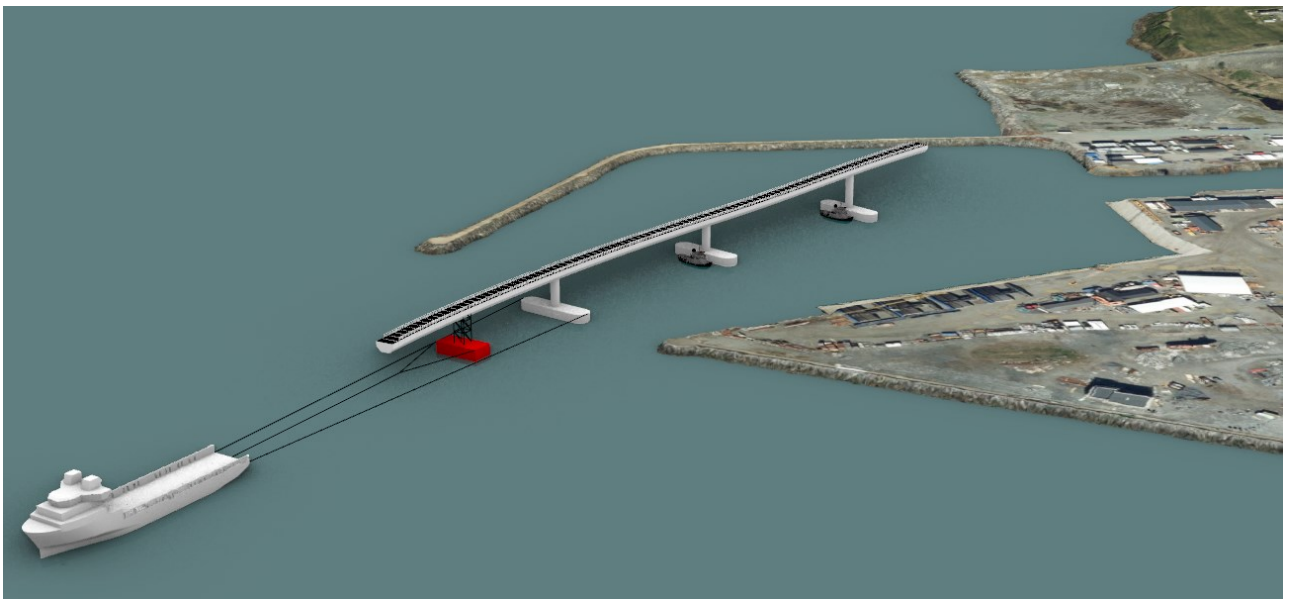


Figur 3-21 Høybru bygget med to pongtonger og en lekter

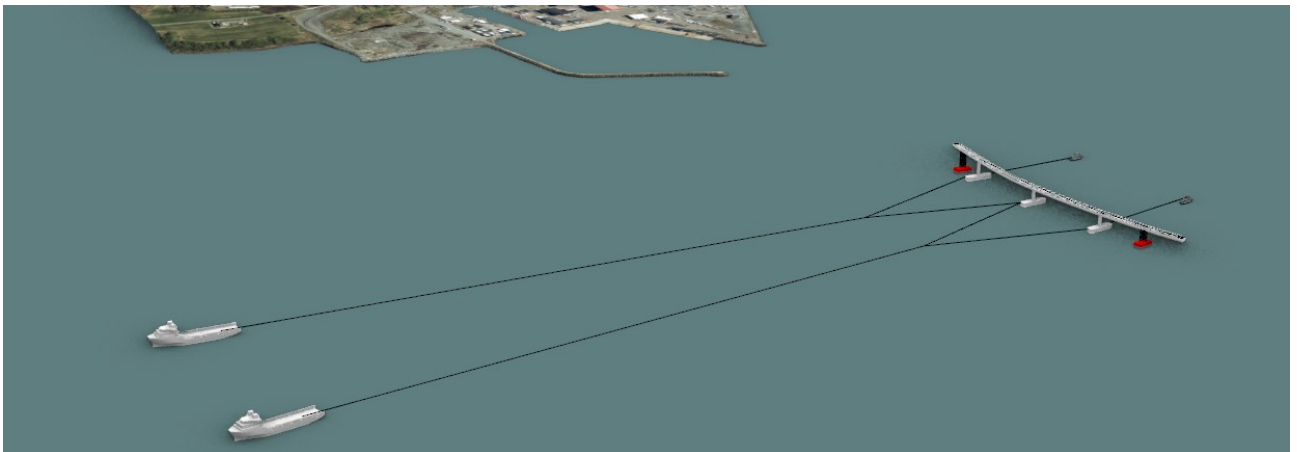


Figur 3-22 Lavbru bygget med tre pongtonger og en lekter, ytterste pongtong er bunnsatt.

Når de to seksjonene er montert slepes brua til Jøa med hjelp av slepebåter og to AHTS (ankerhåndteringskip), som vist i Figur 3-23 og Figur 3-24. Ved sleping trengs det også lektere i den andre enden av brua som illustrert i Figur 3-24.



Figur 3-23 Slepes ut av dokk med 1 AHTS og 2-4 mindre slepebåter



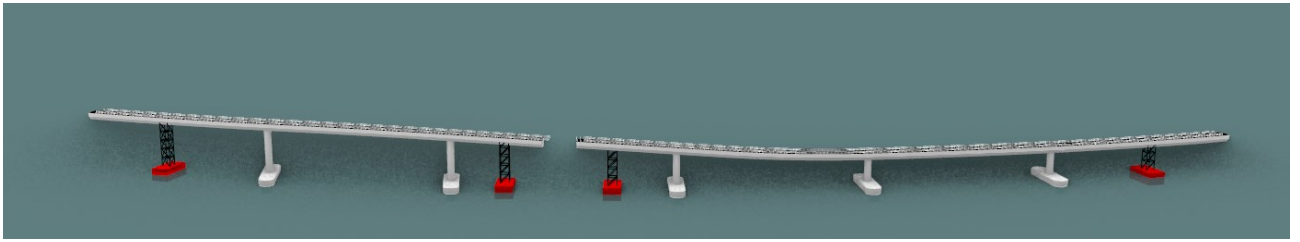
Figur 3-24 Slepes mot Jøa med 2 AHTS og 2 mindre slepebåter

Total distanse fra Fosen til Jøa er 120 nautiske mil. Med en tauhastighet på 2 knop vil dette ta 3 døgn. Dette er en værbegrenset operasjon. Mulig nødhavner er vist i Figur 3-25.



Figur 3-25 Mulige nødhavner mellom Fosen og Jøa

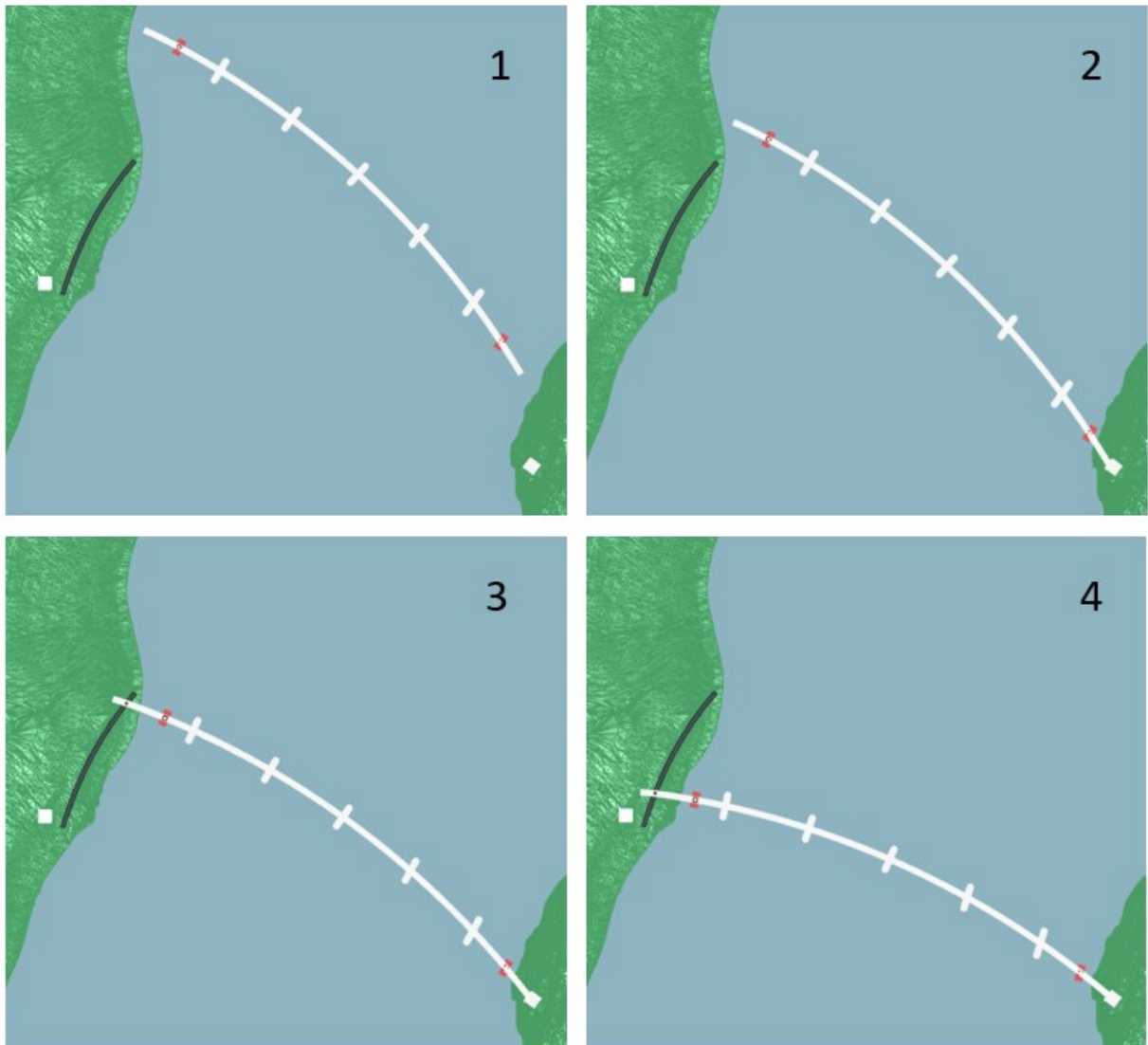
Når bruseksjonene har ankommet Jøa monteres de sammen med en midlertidig hurtigkobling. Se Figur 3-26. Det er en fordel å gjøre dette litt lenger inn i fjorden der bølgene er mindre. Deretter sveises seksjonene sammen og så kan den midlertidige koblingen og de to støttepongtonger fjernes. Seksjoner må holdes i posisjon med slepebåter under denne operasjonen.



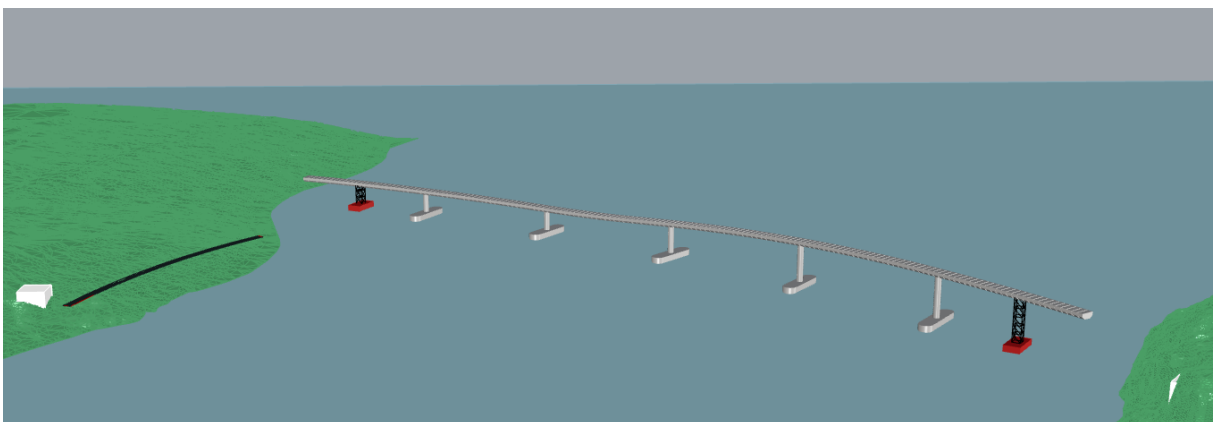
Figur 3-26 Bruseksjonene monteres sammen ved Jøa (værkrittisk situasjon)

Når de to segmentene er montert sammen, slepes brua på plass og festes til brukar. Se Figur 3-27 til Figur 3-32. I Figur 3-27 vises byggemetoden steg for steg i plan. Flytebrua slepes inn til posisjon [1] og festes med en midlertidig innfestning i landkaret på land i øst [2]. Videre roteres flytebrua motsols rundt innfestningen i øst [3]. Bruenden i vest kommer etter hvert over land [3], noe som medfører at lekteren må flyttes nærmere første pongtongen for å gå klar fra land. Brua legges opp på en multiwheeler. Se illustrasjon i Figur 3-30 og Figur 3-31. Multiwheelerens oppgave er å kjøre brua inn til landkar. En midlertidig anleggsvei på ca. 150 meter må etableres for at multiwheeleren skal kunne kjøre brua på plass på en sikker måte. Se steg 3 til 4 i Figur 3-27. Tilpasning av anleggsvegen er ikke gjennomført i denne fasen, dette må gjøres i senere fase hvis denne løsningen blir valgt. Multiwheeleren kan tilbakelegge ca. 5 km i timen, men hastigheten bør være lavere. Med en fart på 0.5 km/time så trengs det ca. 20 min i kjøretid. Operasjonen må utføres i et værvindu og det kan være en fordel å utføre dette på fallende tidevann. Den økte belastningen på multiwheeleren må hensyntas fra tidevannsendringen. Det kan være mulig å justere med ballastering, men det vil være krevende.

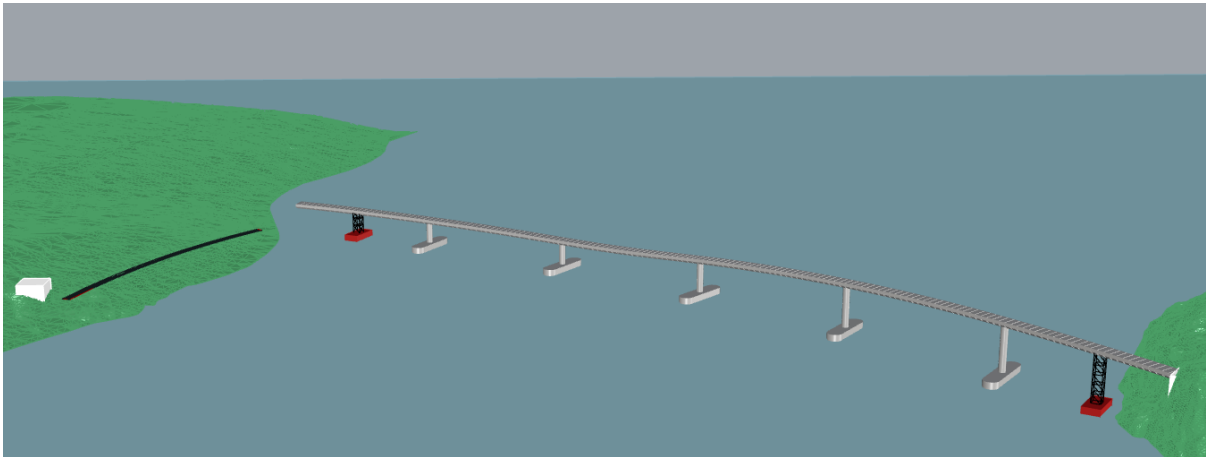
En del av yttervegg på landkaret må være åpen for at brua kan sliques inn sideveis i posisjon. Brua posisjoneres over lager og midlertidige stag må monteres slik at brua kan holdes stabil for torsjon før vegg er gjenstøpt og oppløftslager montert. Brua må også holdes i posisjon i lengderetning slik at de fleksible plater kan monteres innen et værvindu.



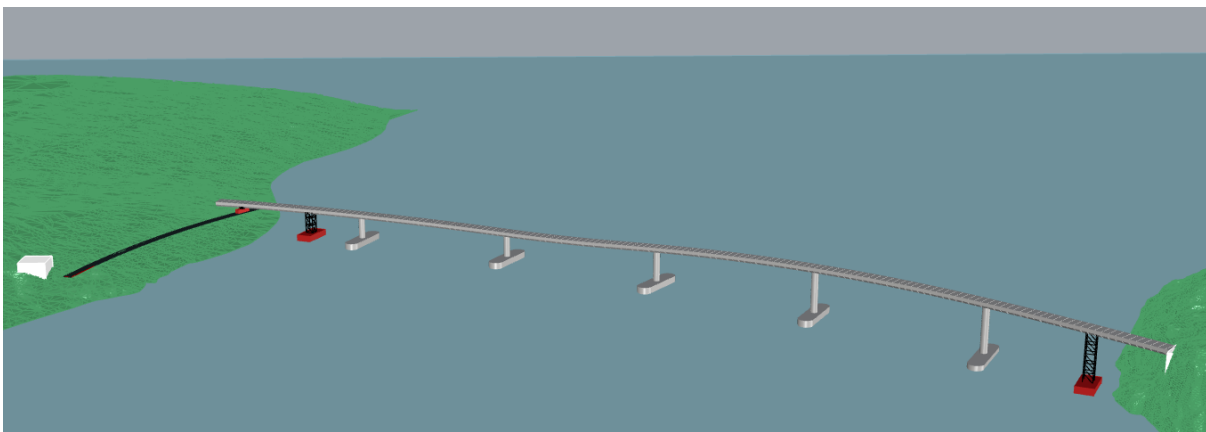
Figur 3-27 Illustrasjon av mulig byggemetode i plan steg 1-4



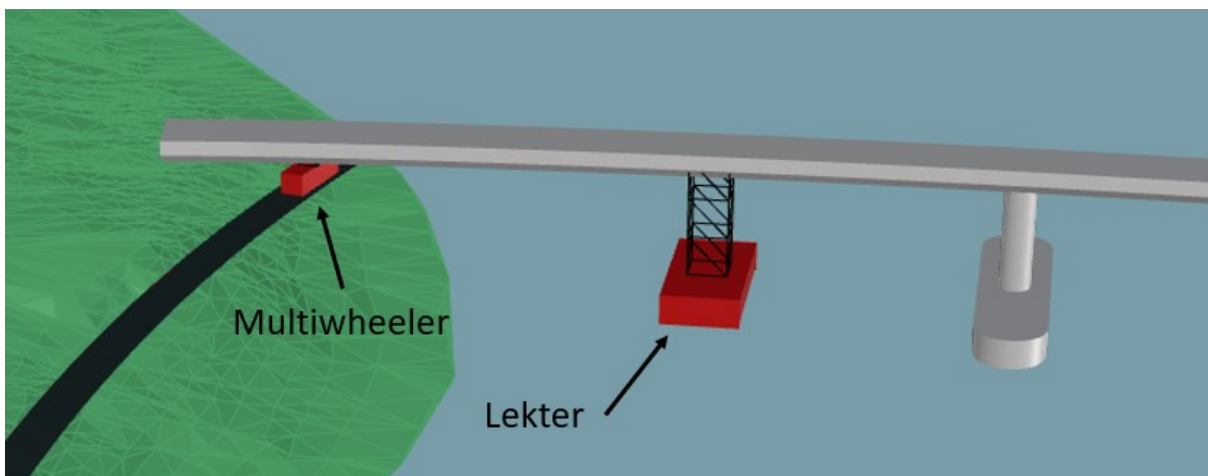
Figur 3-28 Steg 1: Flytebrua slepes inn til posisjon, leker/støttepontong plassert 50 meter fra enden på hver side



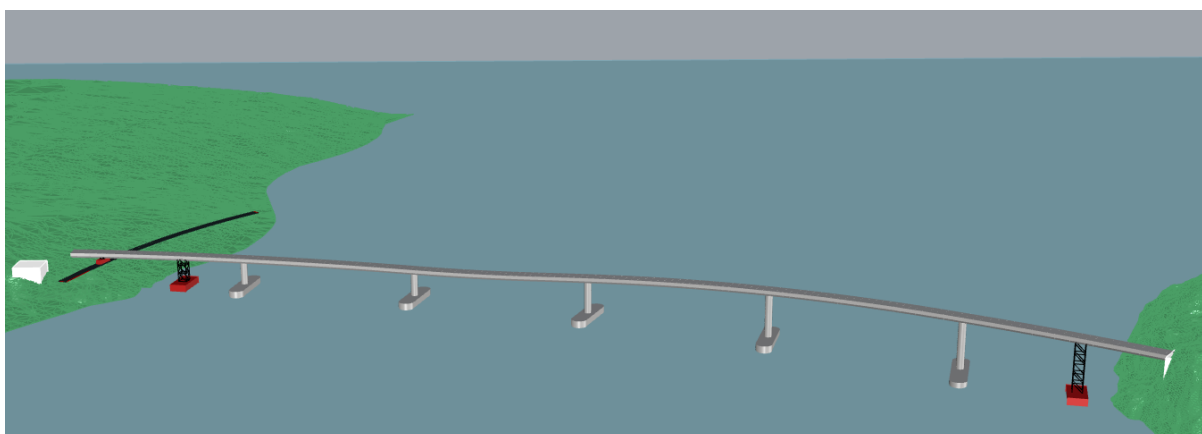
Figur 3-29 Steg 2: Flytebrua festes med en midlertidig kobling til landkaret på land-siden.



Figur 3-30 Steg 3: Når bruenden i vest kommer over land flyttes lekteren nærmere pongtongen for ikke å støte borti land. Multiwheeleren som skal brukes for å kjøre brua på plass kobles på.



Figur 3-31 Illustrasjon av multiwheeler og støttepongtong



Figur 3-32 Multiwheeleren kjører brua mot landkaret.

Som et alternativ til bygging i Fosen Yard med etterfølgende sleping til brustedet, så kan brudeler produseres og sammenstilles ved et skipsverft lenger unna. Flytebrua kan da fraktes på leker til brustedet i flere deler der den sammenstilles til full brulengde.

3.4 Skipspassasje og skipskollisjon

AIS-data ble hentet ned fra Kystverkets database perioden 2012 og 2020, og brukt for å få oversikt over skipstrafikken rundt krysningen.

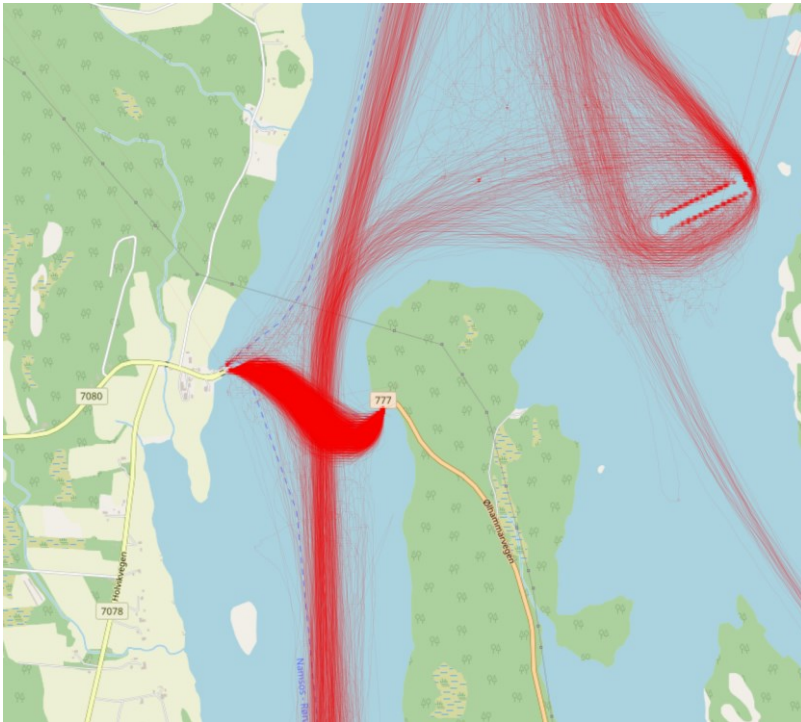
Figur 3-33 viser de dominerende seilingsledene, Figur 3-34 antall årlige passeringer for skip av ulik type og Figur 3-35 hastigheten i de ulike skipsgruppene. Merk at hurtigbåttrafikken ikke var registrert i det nedlastede datasettet, dette kommer derfor utenom.

Det er generelt en meget liten skipstrafikk i området, med under 10 årlige passeringer i snitt som hovedsakelig er i størrelsen skip mellom 40 og 60 meter. Det er et og annet større fartøy, men dette er så få skip årlig at det ikke vil gi en dimensjonerende laste (innenfor en årlig sannsynlighet på 10⁻⁴). De to største skipene samt to mer typiske skip for krysningen er gitt i Tabell 3-6. Det største registrerte skipet på krysningen i perioden 2012-2020 krever 25 m seilingshøyde.

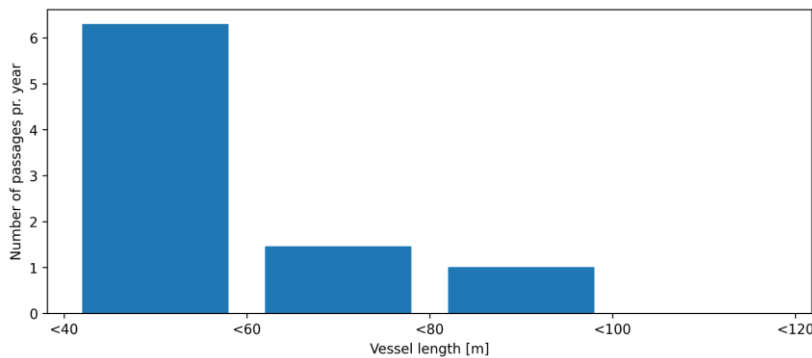
Det er i denne prosjektfasen ikke gjort en statistisk risikoanalyse for å definere et designskip. I stedet er en kvalitativ tilnærming valgt basert på de ofte opptredende skip. De valgte skip er en ofte registrert brønnbåt og en hurtigbåt. Konvensjonelle hurtigbåter har et deplasement på ca. 100 tonn, men med fremtidig elektrifisering er 200 tonn valgt som deplasement. Brønnbåten som oftest trafikkerer krysningen, er på ca. 1500 tonn. Det er en rask utvikling i størrelsen på brønnbåter, og deplasementet til båten er derfor økt fra ca. 1500 tonn til 3000 tonn som en sensitivitetsstudie. Videre er et større skip tatt med som en sensitivitetsstudie. Sensitivitetsstudiene regnes ikke som dimensjonerende.

Type	Deplasement [tonn]	Hastighet [knop]	Energy [MJ]
Hurtigbåt	200	25	17
Brønnbåt	1500	10	42
Brønnbåt2	3000	10	42
Reefer	5000	10	69

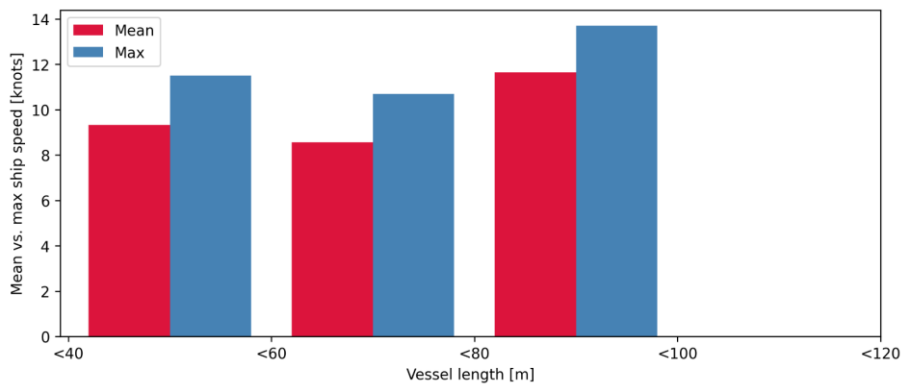
Tabell 3-6 Valgte designskip for krysningen. Skip i grått er tatt med som en sensitivitetsstudie og er ikke vurdert som dimensjonerende



Figur 3-33 Oversikt over skipstrafikken i området rundt brua basert på AIS-data.



Figur 3-34 Oversikt over antall årlige skipspasseringer



Figur 3-35 Oversikt over gjennomsnittlig og maksimal hastighet for de registrerte skipspasseringene per gruppe

Resultater fra skipsstøtsanalysen er presentert i rapporten *10225485-01-RIB-RAP-01 -Analyser og dimensjonering av flytebru* (Multiconsult, Jøa t'land 24/7 - Utredning av flytebru med tilførselsveger - Analyser og dimensjonering av flytebru, 2021).

3.5 Kostnader for alternativ 5

Kostnadsanslag for alternativ 5 er oppsummert i Tabell 3-7 nedenfor.

Enhetspriser i tabell inkluderer rigg. I tillegg legges det på 15 prosent for uforutsett og 25 prosent for byggherrekostnad.

Det antas at kostnad for produksjon og sammensveising av stålseksjoner og pongtonger i verksted ligger på ca. 44 000 kr/tonn. Som nevnt i kapittel 3.3.3 utgjør Super Duplex stål 10 % av pongtongens stålvekt. Enhetsprisen for Super Duplex stål antas å være tre ganger så høy som resten av stålet. Med 10 % Super Duplex stål gir dette en gjennomsnittlig enhetspris på ca. 53 000 kr/tonn for stålet i pongtongen.

Enhetsprisen for stål i bruenden økes noe sammenlignet med stålprisen for brukassen og pongtongene, 50 000 kr/tonn sammenlignet med 44 000 kr/tonn. I denne posten inngår flere mindre ståldeler som resulterer i en høyere enhetspris. Enhetsprisen for stål i søylene antas til 45 000 kr/tonn.

For sammenstilling og montering av stålseksjoner antas det 15 000 kr/tonn. Dette inkluderer leie av dokk, kaianlegg, fartøy, kraner, midlertidig forankringer og utbygging av infrastruktur som er nødvendig for sammenstilling og montasje av flytebrua.

I enhetsprisen for landkar inngår sprengning/graving, forskaling, armering, alt av betong med tilhørende prosesser og i tillegg ballast, i dette tilfelle olivin eller pukk. På østsiden må det sprenges i fjellsiden for landkaret. Dette vil være mer krevende sprengning enn det er på Jøa-siden. For å ta hensyn til dette økes enhetsprisen med 1000 kr/m³ betong for landkaret i øst.

Entreprisekostnaden for alternativ 5 er beregnet til 0.64 mill. kr per løpemeter bru som vist i Tabell 3-7. Total entreprisekostnad ligger på 408 mill. kr. Med påslag på 65 % for byggherrekostnad, uforutsett og MVA blir dette 1.05 mill. kr per løpemeter bru og totalpris på 673 mill. kr.

Usikkerhet i kostnadsoverslaget anses å ligge et sted mellom +/- 25% og +/-40%, og for flytebru i stål anslås usikkerheten til å ligge på 35 % med følgende begrunnelse:

Flytebrukonseptet er basert på erfaring fra Bergsøysund flytebru, Nordhordaland flytebru samt utredninger av flytebru over Bjørnafjorden. Videre er det utført relativt detaljerte konstruksjonsberegninger som gir grunnlag for materialmengder med ganske god nøyaktighet. Større usikkerhet er knyttet til enhetspris for stålarbeider som er påvirket av det globale stålmarkedet og av teknologiutvikling i verkstedbedrifter i Norge knyttet til automatisering av sveisearbeid med laser. Det er også stor usikkerhet i kostnader knyttet til byggemetode og montasje av flytebrua som påvirkes av tilgang til egnet dokk- og kaianlegg nær brustedet. Lav modenhet av valgt byggemetode gir også en usikkerhet i kostnadsoverslaget.

JØA FLYTEBRU Alt 5 med stålpongtonger

Hovedelementer med underposter	Materiale	Enhet	Mengde		Enhetspris	Kostnad
			Sannsynlig		inkl rigg	
B Konstruksjoner						
B1 Forberedende arbeider		RS				
B2 Landkar vest						
B2.1 Landkar vest Seierstad (Jøa)	Betong	m3	1 450	Inkl. såle	15 000	21 756 000
B3 Landkar øst						
B3.1 Landkar øst Ølhammaren	Betong	m3	1 450	Inkl. såle	16 000	23 206 400
B4 Pongtonger						
B4.1 Pongtonger i stål (produksjon i verksted)	Stål	tonn	1 608		53 000	85 240 611
B5 Overbygning flytebru						
B5.1 Brubjelke i stål (produksjon i verksted)	Stål	tonn	3 383		44 000	148 837 534
B5.2 Stål i bruende	Stål	tonn	300		50 000	15 000 000
B5.3 Søyler på pongtonger (produksjon i verksted)	Stål	tonn	379	Antatt rund søyle Ø4m	45 000	17 068 670
B6 Sammenstilling/ferdigstilling/marine operasjoner						
B6.1 Stål			5 670		15 000	85 054 326
B7 Utstyr						
B7.1 Asfaltering	Asfalt	m2	5 120	8m x 640m	550	2 816 000
B7.2 Skilt og oppmerking		RS	1	ikke inkludert		
B7.3 Belysning		RS	1	ikke inkludert		
B7.4 Rekkverk	Lengde rekkverk	m	1 280	2 stykk	3 500	4 480 000
B7.5 Lager		stk	12		150 000	1 800 000
B7.6 Avfuktningsanlegg		RS	1			1 000 000
B7.7 Øvrig teknisk		RS	1	ikke inkludert		
B7.8 Fuge		RS	1	2 stykk, 8 m lengde		1 500 000
B9 Installasjon av flytebru						
B9.4 Transport og installasjon av brua på stedet		RS	1	Inkludert i B4/B5		

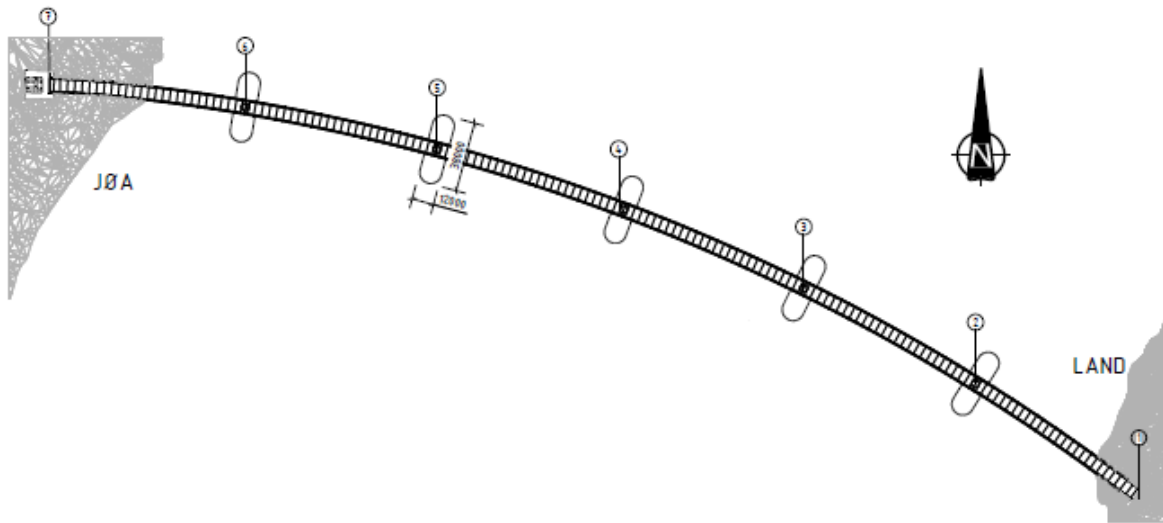
SAMMENDRAG

Sum entreprisekost						407 759 541	kr
Per meter						637 124	kr/m
Uforutsett			15 %			61 163 931	kr
Prosjektering, byggherre			25 %			101 939 885	kr
MVA			25 %			101 939 885	kr
Sum byggekost med MVA						672 803 242	kr
Per meter						1 051 255	kr/m

Tabell 3-7 Kostnadsanslag alternativ 5 med stålpongtonger

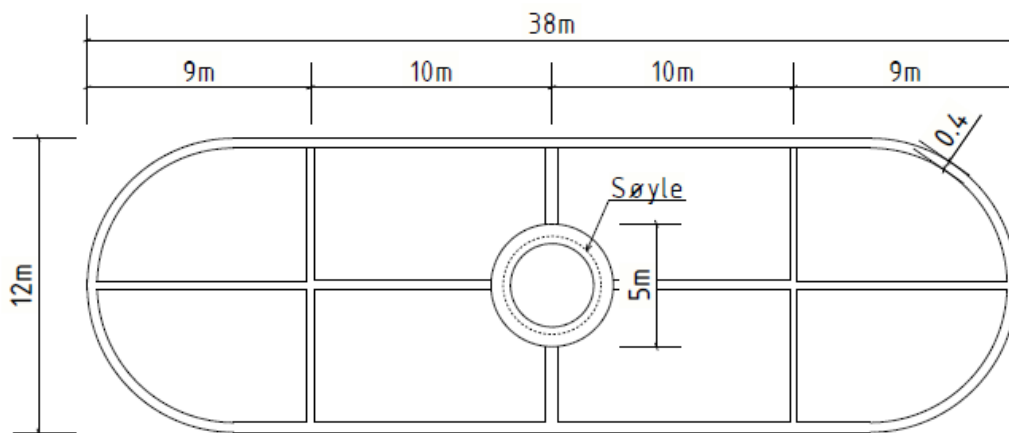
3.6 Alternativ med betongpongtonger

Som et alternativ til hovedkonseptet presentert i tidligere kapitler, har det blitt utført analyser på alternativ 5 med betongpongtonger i stedet for stålpongtonger. Pongtongene har lengde 38 m, bredde 12 m og høyde 10.5 m (7 m dypgang, 3.5 m fribord). Alle pongtongene er orientert normalt mot brubjelken som vist i Figur 3-36.

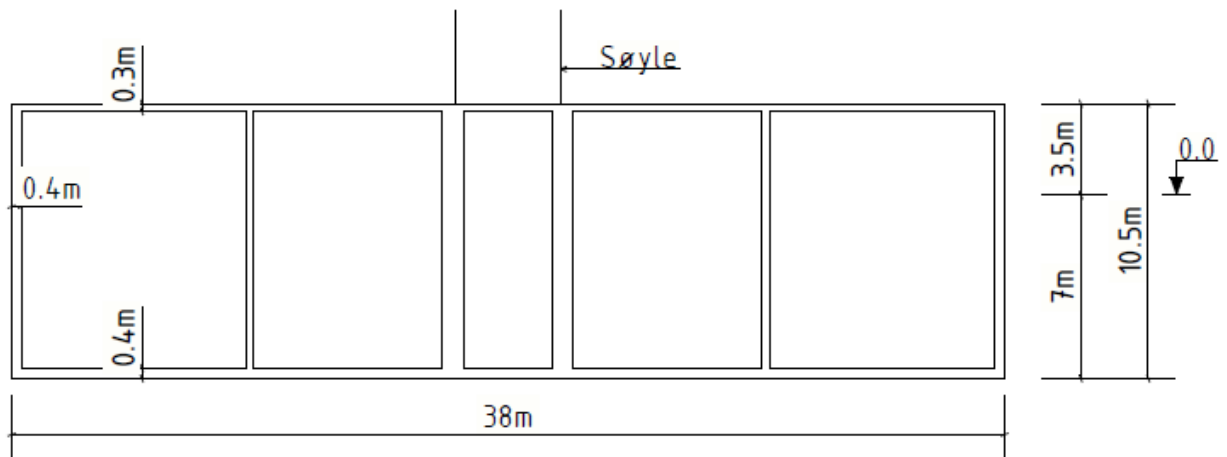


Figur 3-36 Oversikt plan med betongpongtonger

Deplasement for en betongpongtong er 3050 tonn og betongvolumet av pongtongen er ca. 1000 m³. Pongtongene bygges i lettbetong med en densitet på 2150 kg/m³. Betongpongtongene bygges med vegger i langs- og tverrgående retning som vist i Figur 3-37 og Figur 3-38. Betongpongtonger kan bygges ferdig i dokk og så sammenstilles med søyler og brubjelke på tilsvarende måte som for hovedalternativ med stålpongtonger.



Figur 3-37 Betongpongtong i plan.



Figur 3-38 Betongpøngtong oppriss.

3.6.1 Kostnader alternativ 5 med betongpøngtonger

I Tabell 3-8 er kostnadsanslag for alternativ 5 med betongpøngtonger presentert. Kostnadene inkluderer de samme prosessene som beskrevet i kapittel 3.5. Kostnad for bygging av pøngtonger ferdig i dokk anslås til 18 000 kr/m³. En post for sammenstilling, ferdigstilling og marine operasjoner for betongpøngtongene er blitt lagt til, B6.2. Enhetsprisen er antatt til 7000 kr/m³.

Med betongpøngtonger øker responsen og brubjelken må derfor forsterkes noe. Det er vurdert at en økning av stål på 10% i brubjelken er tilstrekkelig. Grunnen til økninger kommer av at deplasementet til betongpøngtonger er en del større enn stålpongtonger og derfor får noe større bølgekrefter.

Entreprisekostnaden for betongalternativet er beregnet til 0.69 mill. kr per løpemeter bru som vist i Tabell 3-8. Total entreprisekostnad ligger på 442 mill. kr. Med påslag på 65% for byggherrekostnad, uforutsett og MVA blir dette 1.14 mill. kr per løpemeter bru og totalpris på 730 mill. kr.

Sammenlignet med alternativ 5 med stålpongtonger er dette alternativet ca. 8.5 % dyrere.

JØA FLYTEBRU Alt 5 med betongpongtonger

Hovedelementer med underposter	Materiale	Enhet	Mengde		Enhetspris	Kostnad
			Sannsynlig		inkl rigg	
B Konstruksjoner						
B1 Forberedende arbeider		RS				
B2 Landkar vest						
B2.1 Landkar vest Seierstad (Jøa)	Betong	m3	1 450	Inkl. ståle	15 000	21 756 000
B3 Landkar øst						
B3.1 Landkar øst Ølhammaren	Betong	m3	1450	Inkl. ståle	16 000	23 206 400
B4 Pongtonger						
B4.2 Pongtonger i betong	Betong	m3	4 965		18 000	89 374 243
B5 Overbygning flytebru						
B5.1 Brubjelke i stål (produksjon i verksted)	Stål	tonn	3 721		44 000	163 721 288
B5.2 Stål i bruende	Stål	tonn	300		50 000	15 000 000
B5.3 Søyler på pongtonger (produksjon i verksted)	Stål	tonn	379	Antatt rund søyle Ø4m	45 000	17 068 670
B6 Sammenstilling/ferdigstilling/marine operasjoner						
B6.1 Stål		tonn	4 400		15 000	66 003 632
B6.2 Betong		m3	4 965		7 000	34 756 650
B7 Utstyr						
B7.1 Asfaltering	Asfalt	m2	5 120	8m x 640m	550	2 816 000
B7.2 Skilt og oppmerking		RS	1	ikke inkludert		
B7.3 Belysning		RS	1	ikke inkludert		
B7.4 Rekkverk	Lengde rekkverk	m	1 280	2 stykk	3 500	4 480 000
B7.5 Lager		stk	12		150 000	1 800 000
B7.6 Avfuktningsanlegg		RS	1			1 000 000
B7.7 Øvrig teknisk		RS	1	ikke inkludert		
B7.8 Fuge		RS	1	2 stykk, 8 m lengde		1 500 000
B9 Installasjon av flytebru						
B9.4 Transport og installasjon av brua på stedet		RS	1	Inkludert i B4/B5		

SAMMENSTILLING

Sum entreprisekost						442 482 882 kr
Per meter						691 380 kr/m
Uforutsett			15 %			66 372 432 kr
Prosjektering, byggherre			25 %			110 620 721 kr
MVA			25 %			110 620 721 kr
Sum byggekost med MVA						730 096 756 kr
Per meter						1 140 776 kr/m

Tabell 3-8 Kostnadsanslag alternativ. 5 med betongpongtonger

3.7 Alternative konsepter og materialer

Som hovedalternativ er det valgt en brubjelke i stål understøttet av pongtonger i stål. Andre typer brukonsepter har også vært vurdert som hengebru i ett spenn og skråstagsbru.

Brustedet med stor høydeforskjell mellom østsiden og vestsiden egner seg mindre for en hengebru som fortrinnsvis bør ha en symmetrisk linjeføring. Dette vil gi en høy landing på Jøa-siden som vil kreve en sidebru for å komme ned til terrengnivå. Det er dessuten dårlige grunnforhold på Jøa-siden som vil gi økt kostnad for fundamentering av tårn og forankringskammer. På østsiden må det sprenges ut for et tårnfundament. Hengebru anses ikke å være konkurransedyktig sammenlignet med den foreslåtte flytebrua.

Skråstagsbru med 2 tårn vil heller ikke egne seg på brustedet. Med en smal brukasse på ca 8 m, bør ikke hovedspennet overstige 400 m. Dette innebærer at tårn på Jøa-siden må plasseres et stykke ut i sjøen og det er stor usikkerhet om grunnforhold er gode nok til å fundamenter et brutårn her. Skråstagsbru med et brutårn på østsiden i kombinasjon med en flytebru kan være en mulig løsning. Imidlertid vil tårn måtte plasseres på en utsprengt berghylle og veien vil gå rett inn i en bergskjæring

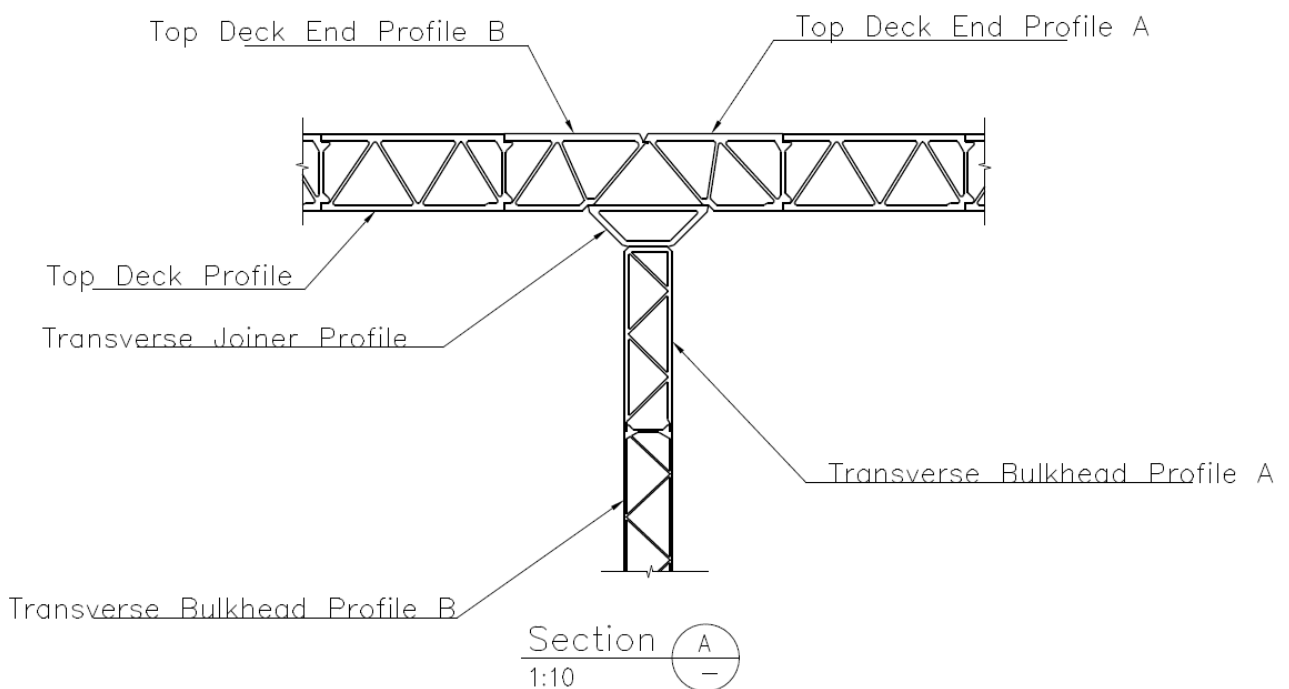
uten et bakspenn. En skråkabelbru uten bakspenn er ikke et optimalt konsept. Løsningen er derfor ikke ansett å være konkurransedyktig sammenlignet med den foreslåtte flytebru.

For en bjelkebru på pongtonger kan det tenkes å bruke alternative materialer til stål. I forrige kapittel er det vist et konsept med betongpongtonger.

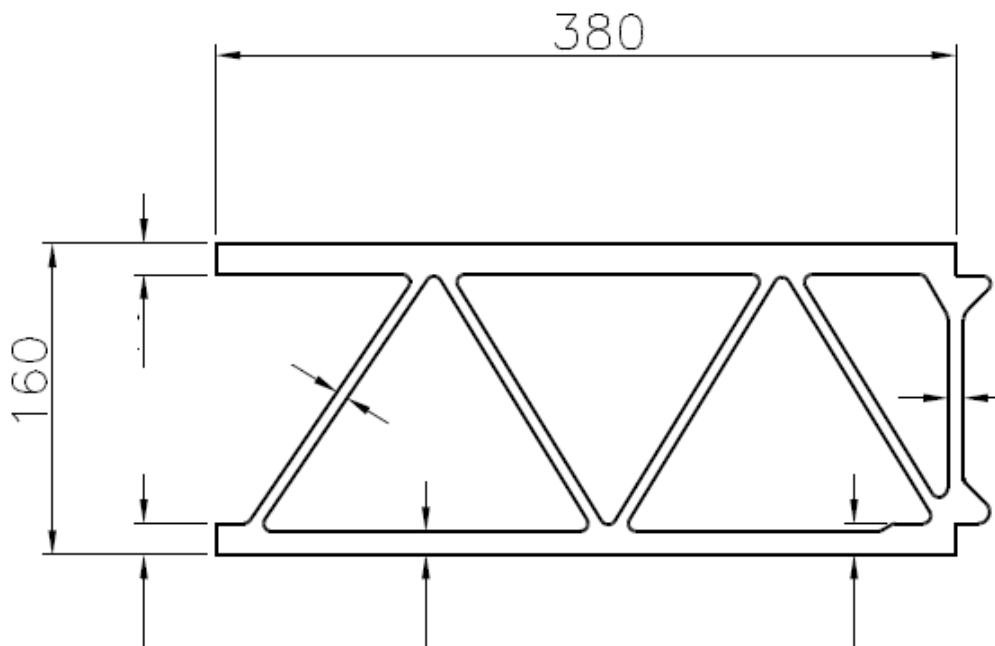
En brubjelke bygd som fagverk med limtrebjelker kunne vært en mulig løsning. Vektmessig kan dette være gunstig, men vi er skeptiske til om en slik konstruksjon vil tåle de store dynamiske lastene som kommer fra bølger og som sannsynligvis vil gi for stor utmattingsskade i knutepunkter. Det har ikke blitt sett videre på en slik løsning i dette prosjektet.

Det har blitt vurdert om det er konkurransedyktig å **bygge flytebrua i aluminium**. Det har derfor blitt utredet et alternativ med brubjelke, søyler og pongtonger utført i aluminium. Den store fordelene vil være reduserte vedlikeholdskostnader sammenlignet med stålalternativet. Aluminium er lettere enn stål med en faktor på 3 ganger. Imidlertid så er styrken til stål 2-3 ganger større enn aluminium hvis det tas hensyn til svekkelse på grunn av sveisevarmen. På dette område skjer det en utvikling som kan bedre dette forholdet. Et optimalt aluminiumkonsept bør ha en redusert spennlengde. Det ble valgt spennlengde på ca 90 m og en kassehøyde på 4.5. Seks pongtonger med lengde 36 m, bredde 6 m og dypgang 3 m ble valgt.

Tverrsnittet i brubjelken bygges opp med aluminiumspaneler. I Figur 3-39 er typiske paneler vist for topppanelet og tverrskottet. Høyden på topp-panelet i kan være 160 mm som vist i Figur 3-40. Platetykkelsene i panelet varierer fra 18 til 30 mm.



Figur 3-39 Typisk oppbygging av aluminium-tverrsnittet



Figur 3-40 Typisk toppanel

Resulterende analyser ga en total pongtongvekt på 700 tonn sammenlignet med stålpongtonger på 1600 tonn. For brubjelken 2650 tonn aluminium sammenlignet med stålbrubjelken på 3400 tonn. Kostnaden for aluminium er ca. 2 ganger stålprisen for ferdig sveiset seksjoner. Hvis det legges inn en pris på 100 000 kr / tonn for produksjon av seksjoner i aluminium og 15 000 kr/tonn for montasje og marine operasjoner så vil et konsept i aluminium ha kostnader ca. 20 % mer enn stålalternativet. Om det kan være konkurransedyktig vil være opp til markedet og teknologiske utvikling rundt sveising og produksjon av aluminium, samt besparelser ved vedlikehold. Det kan være at en spennlengde på 90 m og med 7 mindre pongtonger vil være mer optimalt. Imidlertid vil pongtongene da bli mindre, og det er ikke ønskelig med mindre draft enn 3 m fordi da kan man risikere at en bølgedal gir luft under pongtongen og mulig rykk. Pongtongen må også ha en lengde på ca. 36 m for å gi tilstrekkelig stabilitet under tauing og sammenstilling av flytebrua.

Fordelene ved aluminium som konstruksjonsmateriale kan kort repeteres som lett vekt, lett å resirkulere, korrosjonsbestandig i atmosfærisk miljø, samt at det kan kombineres med en rekke overflatebehandlinger. Kjente utfordringer som må utredes nærmere, dersom man skal benytte aluminium i pontonger i sjøvann (om man sammenlikner med karbonstål) er stivhet, tilgjengelighet, design, mangel på designstandarder, kartlegge referanseprosjekter, utfordringer knyttet til ulike korrosjonstyper, kombinasjon med katodisk beskyttelse, konsekvenser ved skipsstøt relatert til vedlikeholds muligheter mm. Oksidfilmen som gjør aluminium bestandig er stabil i pH området som inkluderer sjøvann, omkring pH 8, men ved pH høyere enn ~9 og lavere enn pH 4 vil korrosjon oppstå. Ulike korrosjonsmekanismer må derfor også utredes for å sikre at materialet er bestandig over tid og om det må gjøres spesielle tiltak for å redusere risikoen for skader.

Sjøvannbestandig aluminium har blitt brukt som konstruksjonsmateriale i båter og bøyer. Blant annet refererer fagmiljøet på NTNU om erfaringer hvor aluminium AA5083 plater og AA6082 ekstruderte profiler har vært i drift fra 1978-2010 uten problemer med oppsprekking, eller at veggtykkelsen eller andre deler har blitt vesentlig redusert. Om bøyen fremdeles er i drift er ikke kartlagt pt. Det er ønske om å utrede et alternativ til betong- og stålpongtonger der konstruksjonsmateriale er aluminium. Om dette har vært benyttet for brukonstruksjoner tidligere,

må utredes, men sjøvannsbestandig aluminium har blitt brukt som konstruksjonsmateriale i båter og bøyer.

JØA FLYTEBRU Alt 5 med aluminium

Hovedelementer med underposter	Materiale	Enhet	Mengde		Enhetspris	Kostnad
			Sannsynlig		inkl rigg	
B Konstruksjoner						
B1 Forberedende arbeider		RS				
B2 Landkar vest						
B2.1 Landkar vest Seierstad (Jøa)	Betong	m3	1 450	Inkl. såle	15 000	21 756 000
B3 Landkar øst						
B3.1 Landkar øst Ølhammaren	Betong	m3	1 450	Inkl. såle	16 000	23 206 400
B4 Pongtonger						
B4.1 Pongtonger i alu (produksjon i verksted)	Alu	tonn	700		100 000	70 000 000
B5 Overbygning flytebru						
B5.1 Brubjelke i alu (produksjon i verksted)	Alu	tonn	2 650		100 000	265 000 000
B5.2 Alu i bruende	Alu	tonn	250		100 000	25 000 000
B5.3 Søylar på pongtonger (produksjon i verksted)	Alu	tonn	280	Antatt rund søyle Ø4m	100 000	28 000 000
B6 Sammenstilling/ferdigstilling/marine operasjoner						
B6.1 Alu			3 880		15 000	58 200 000
B7 Utstyr						
B7.1 Asfaltering	Asfalt	m2	5 120	8m x 640m	550	2 816 000
B7.2 Skilt og oppmerking		RS	1	ikke inkludert		
B7.3 Belysning		RS	1	ikke inkludert		
B7.4 Rekkverk	Lengde rekkverk	m	1 280	2 stykk	3 500	4 480 000
B7.5 Lager		stk	12		150 000	1 800 000
B7.6 Avfuktningsanlegg		RS	1			1 000 000
B7.7 Øvrig teknisk		RS	1	ikke inkludert		
B7.8 Fuge		RS	1	2 stykk, 8 m lengde		1 500 000
B9 Installasjon av flytebru						
B9.4 Transport og installasjon av brua på stedet		RS	1	Inkludert i B4/B5		

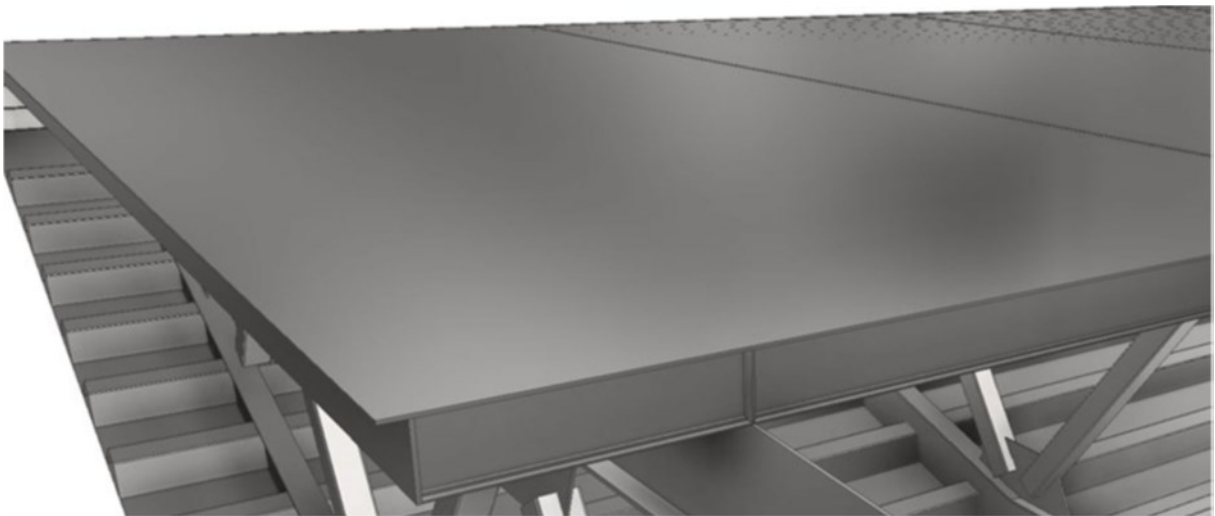
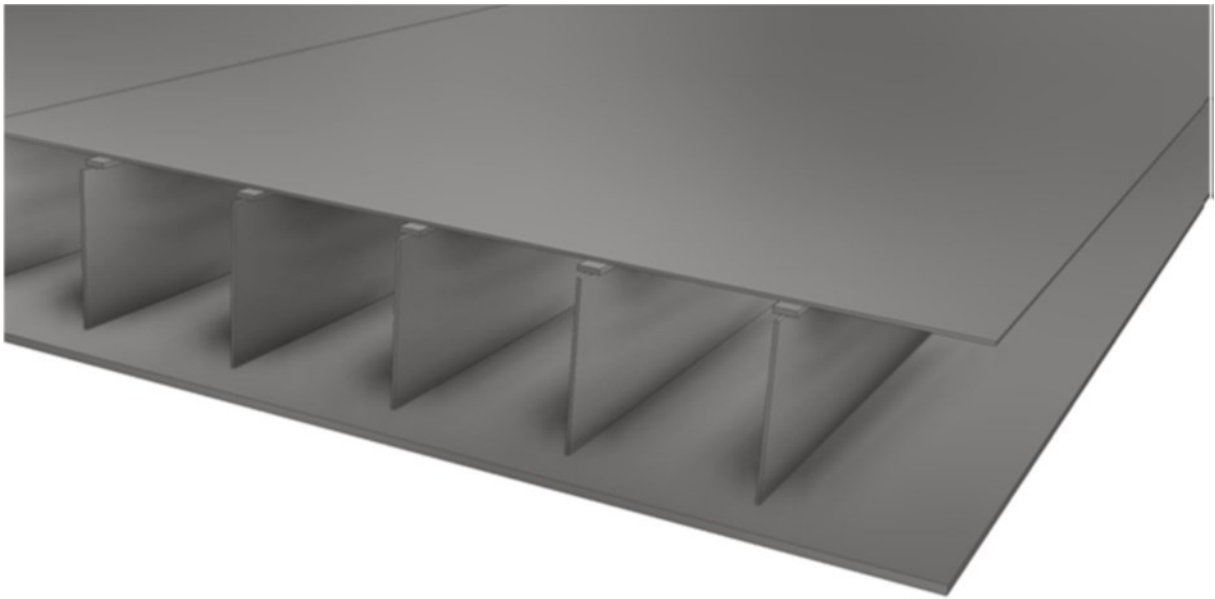
SAMMENDRAG

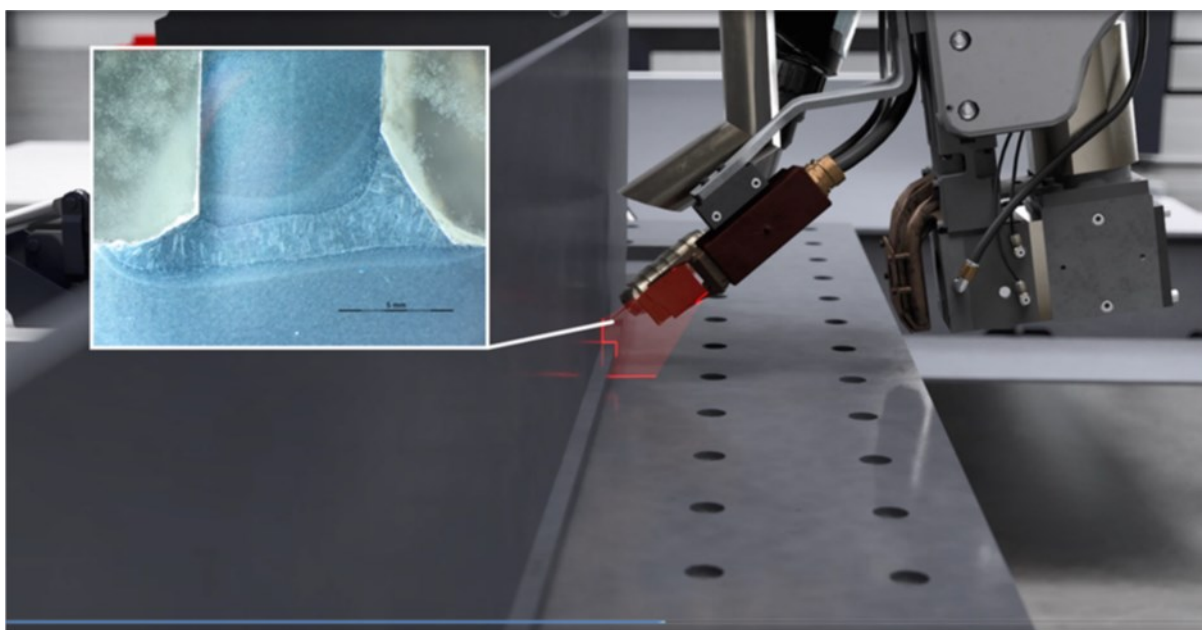
Sum entreprisekost						502 758 400	kr
Per meter						785 560	kr/m
Uforutsett			15 %			75 413 760	kr
Prosjektering, byggherre			25 %			125 689 600	kr
MVA			25 %			125 689 600	kr
Sum byggekost med MVA						829 551 360	kr
Per meter						1 296 174	kr/m

Figur 3-41 Kostnadsoverslag aluminium

Et annet alternativ til en stålkasse er et fagverk i stål lignende det som er benyttet på Bergsøysundbrua. Det kan være mulig å redusere stålmengden i brubjelken på denne måten. Ulempen er kompliserte knutepunkter i fagverket, større utfordring med utmatting og større kostnader knyttet til vedlikehold. En fordel med denne løsningen er at det kan være enklere og raskere å koble seksjoner sammen. Dette kan redusere kostnaden knyttet til montasje og marine operasjoner.

Som et alternativ til en konvensjonell stålkasse med trapes-stivere, så kan sandwichpaneler produseres for topplaten. Det er topplaten med trapesstiver som er tidkrevende og kostbar for den konvensjonelle stålkassen. Sandwichpaneler med bruk av automatisk lasersveising vil redusere produksjonstiden og gi mindre geometriske avvik. Vi har vært i kontakt med firma Prodtex som har spesialisert seg på slik produksjon. Et eksempel på et slikt sandwichpanel er vist i figur under.





Figur 3-42 alternativ til en konvensjonell stålkasse med trapes-stivere, er sandwichpaneler for topplaten

3.8 Innovasjon

I første fasen av prosjektet ble mulige innovative løsninger diskutert. En del av disse løsninger med forskjellige brutyper og bruk av ulike materialer er beskrevet i forrige kapittel. Videre ble også løsninger som ble vurdert som urealistiske diskutert. Dette kan være montasje av vindmøller på pongtongene, fiskeoppdrett i pongtonger og opplevelsessenter i brubjelke og pongtonger. Felles for disse løsningene er at gevinsten fra tiltakene ikke oppveier kostnaden ved etablering av dem.

For vindmølleløsning så vil dette kreve større pongtonger for å gi stabilitet og vindmøller og pongtonger vil trekke på seg større krefter fra vind og bølger og gi store kostnadsøkninger sammenlignet med basiskonseptet. Drift og vedlikehold vil av vindmøllene vil også være en utfordring. De økte kostnader vil sannsynligvis overstige inntektene. Det vil være mer lønnsomt å velge basiskonseptet og heller etablere vindmøller på en høyde på landsiden.

Fiskeoppdrett i åpne eller lukkede merder festet til pongtonger vil gi vesentlige større bølgekrefter på det samlede systemet som vil kreve en forsterking av brubjelken. Hoveddriveren for kostanden er stål i brubjelken. Tilgang til merdene for vedlikehold og foring av fisk vil også være en utfordring. Hvem skal ha tilgang til brua? Det vil være fare for feilballastering av lukkede merdene som er festet til pongtonger som kan forårsake alvorlige skader på brua.

Opplevelsessenter vil kunne bestå i at deler av pongtongen gjøres tilgjengelig for publikum. I disse deler av pongtonger så kan det settes inn trykksterke vinduer i deler av yttervegger og bunnplate slik at man kan se på livet i sjøen. Tilgang kan være fra båt som legges til ved pongtonger. Andre pongtonger kan være fiskeplass/badeplass.

4 Geoteknisk beskrivelse av alternativene

Mulige traséer for bru har vært vurdert i tidligere faser av prosjektet, og rapport 5196257-02_01 «Tekniske forutsetninger – Del 2» tar for seg eksisterende geoteknisk grunnlag samt vurderinger av mulige løsninger. I nåværende fase av prosjektet er det innledningsvis utført en vurdering på hvor det er hensiktsmessig å ta i land en flytebro på Jøa. På fastlands-siden (Ølhamaren) er det få geotekniske problemstillinger som må håndteres i forhold til trasévalg. Dermed er det lagt mest fokus på utredning på Jøa.

Foreliggende innledende geotekniske vurdering omhandler i hovedsak områdestabilitet ved plassering av tilførselsvegen på Jøa.

4.1 Innledende orientering av resultater fra geotekniske grunnundersøkelser

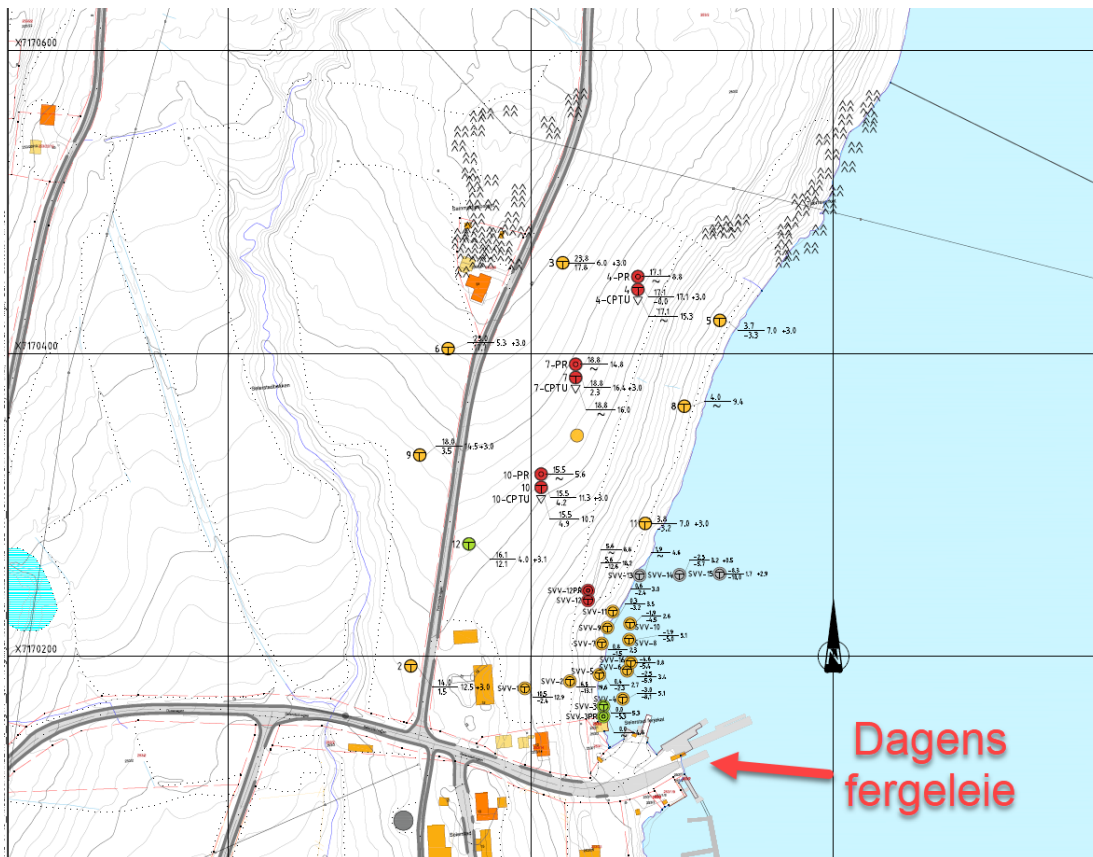
For å minske bro lengden er det sett på alternative traséer nord for dagens ferjekai. Dette er gunstige alternativer ettersom det er registrert bergblotninger ved Tjærraverket, ca. 380 m nord for dagens ferjekai. Da flytebroen er tenkt endeforankret bør forankringene plasseres ved/på bergblotninger, slik at kreftene enkelt kan overføres til berg. Dette både for å besørge en solid og sikker løsning, og for å unngå kompliserende og fordyrende anleggsarbeid ved å plassere landfester i områder ved store bergdybder i kombinasjon med utfordrende grunnforhold.

Det er utført geotekniske grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforholdene nord for dagens fergeleie. Grunnforholdene består generelt av leire over berg. Løsmassemektingen varierer og er over 18 m på det meste i de undersøkte punkter. Det er hentet opp prøver fra tre borpunkter for videre analyse i geoteknisk laboratorium. Det er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire i alle tre punktene. Disse punktene er markert rødt i figuren under. For nærmere og mer presis avgrensning av kvikkleiras utbredelse må et mer omfattende undersøkelsesprogram iverksettes. Det kan inntil videre antas at kvikkleiras utbredelse går fra Seierstad (ferjekai) og nordover til Tjærraverket.

Det er utført en totalsondering nord for Tjærraverket, men det er ikke hentet opp prøver som kan påvise sprøbruddmateriale/kvikkleire. Likevel tyder sonderingsresultatene på at det kan forventes sprøbruddmateriale/kvikkleire da sonderingsmotstanden er svært lav og synker med dybden.

Ved Tjærraverket og ved tomt gnr/bnr 253/28 er det registrert berg i dagen. Se geoteknisk datarapport 10225485-RIG-RAP-001 for nærmere beskrivelse av området og grunnforhold.

Total utstrekning av kvikkleira må kartlegges i forbindelse med reguleringsplan.



Figur 4-1 Tolkede borpunkter fra grunnundersøkelser. Røde punkter viser påvist kvikkleire, oransje punkter viser sannsynlig kvikkleire og grønne punkter viser at det ikke er påvist kvikkleire. .
 ^^^ viser berg blottinger ved Tjærraverket.

4.2 Sikkerhetsprinsipper

4.2.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbygginga er hovedsakelig relatert til

- Områdestabilitet, både i anleggsfasen og i permanent fase
- Setninger/differansesetninger som følge av vegfyllinger

4.2.2 Geoteknisk prosjektering. Kategorier, grensetilstander

Krav til partialfaktorer er iht. Statens Vegvesen (SVV) håndbok V220 [3] avhengig av grunnforholdene. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 angir følgende om sikkerhetskrav:

«Sikkerhetskravene gjelder for alle tiltak i områder med fare for områdeskred. Kravene til sikkerhet gjelder om det planlagte tiltaket ligger i eller nær en skråning og kan bli berørt av løsneområdet til et skred, eller om tiltaket ligger i utløpsområdet for et skred. For selve byggverket blir tilfredsstillende konstruksjonssikkerhet ivaretatt dersom prosjektering skjer i samsvar med gjeldende norske standarder, jf. TEK17 § 10-2.

Sikkerhetskravene kan også legges til grunn for tiltak som ikke er underlagt plan- og bygningsloven. For infrastrukturtiltak som ledninger og kraftlinjer kan tiltakskategori vurderes ut fra konsekvensen av et skred i form av sårbarhet ved utfall. For valg av tiltakskategori for vei og bane vises det til

aktørens egne regelverk: for eksempel Statens vegvesen Håndbok V220 og BaneNORs tekniske regelverk.»

Som anvist i kapittel 2 «Forutsetninger» skal vegen dimensjoneres for en ÅDT på 300. Dette medfører tiltakskategori K3 iht. SVV hb. V220 tabell 0-2.

<p>K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0–K2). Ved planlagt større tilflytting/personopphold gjelder K4. Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.</p>	<p>K3: ÅDT\leq1500 Veger med stor betydning og/eller manglende omkjøringsmulighet vurderes klassifisert i K4. Klassifiseringen baseres på en helhetlig vurdering ut ifra risiko og sårbarhetsanalyser og andre relevante hensyn.</p>
<p>K4: Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.</p>	<p>K4: ÅDT$>$1500 Veger med ÅDT\leq1500 av stor betydning og/eller manglende omkjøringsmulighet vurderes klassifisert i K4. Klassifiseringen baseres på en helhetlig vurdering ut ifra risiko og sårbarhetsanalyser og andre relevante hensyn.</p>

Figur 4-2 Utklipp av tabell 0-2 fra Statens Vegvesen hb. V220.

Som utklippet viser kan det begrunnes med tiltakskategori K4 ettersom det vil være manglende omkjøringsmuligheter.

NVEs kvikkleireveileder 1/2019 beskriver i kapittel 3 krav til sikkerhetskrav for tiltak i K3/K4. Veilederen angir at faresoner (her kvikkleiresone) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare.

Videre angir veilederen: «For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3-3 og Figur 3-3».

«Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført».

Det foreligger ingen kvikkleiresone i området i dag, men basert på resultater fra grunnundersøkelsene og områdets topografi kvalifiserer det til opprettelse av en kvikkleiresone iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Konsekvens- og pålitelighetsklasse	CC/RC 3
Bruddmekanisme	Sprø
Tiltakskategori	K3 / K4

Tabell 4-1 Oppsummering sikkerhetsprinsipper

4.3 Orienterende geoteknisk vurdering

4.3.1 Forankringsplassering av flytebroens landkar

Innledningsvis ble det vurdert fornuftige og gjennomførbare plasseringer av flytebroens alternativer etter at resultater fra befaring og feltundersøkelser forelå.

På fastlands-siden (Ølhammaren) er det mye bart fjell og få geotekniske problemstillinger å ta hensyn til ved trasévalg. Således er det bergtekniske problemstillinger og vegens utforming som er dimensjonerende for hvor bruhodet plasseres på fastlands-siden.

På Jøa-siden er det områder hvor geotekniske problemstillinger er signifikant førende. Grunnundersøkelser viser at området nord for Seierstad ferjekai vil bli definert som en kvikkleiresone. Stabilitetsberegninger viser at skråningen i nevnte kvikkleiresone har svært lav stabilitet. En endeforankret flytebro er avhengig av å kunne forankres på berg. Ved Tjærraverket (360 m nord for ferjekaia) er det registrert berg i dagen.

Dette har medført at traséalternativer som har landkar på Tjærraverket er klassifisert som gunstige, og de alternativer som har landkar andre steder er dermed forkastet. Alternativ 7 er forkastet med bakgrunn av ovenstående avsnitt.

Traséalternativ	Fordeler	Ulemper
Alternativ 3	Forankres i berg – landkar påvirker ikke områdestabilitet.	Tilførselsveg må gå gjennom kvikkleiresone
Alternativ 5	Forankres i berg – landkar påvirker ikke områdestabilitet.	Tilførselsveg må gå gjennom kvikkleiresone
Alternativ 6	Forankres i berg – landkar påvirker ikke områdestabilitet.	Tilførselsveg må gå gjennom sannsynlig kvikkleiresone
Alternativ 7	-	Landkar plasseres i kvikkleiresone. Fordyrende og kompleks løsning.

Tabell 4-2 Vurdering av traséalternativer ift. geotekniske tiltak

4.3.2 Innledende geoteknisk vurdering av tilførselsveg

Denne vurderingen er basert på traséalternativ 5 (hovedalternativet). Traséen ble justert noe inn mot eksisterende fylkesveg i etterkant av et møte med Trøndelag fylkeskommune tidlig i september. Justeringen førte til at veglinja ble trukket noe mot Seierstadbekken i vest, et sted som ikke ble kartlagt i utstrakt grad ved de geotekniske grunnundersøkelsene. Dermed er områdestabiliteten ned

mot bekkedalen ikke undersøkt, men det antas på bakgrunn av grunnforhold og topografi at stabiliteten er like anstrengt som skråningen i øst ned mot Seierstadjorden. Områdestabiliteten til sistnevnte skråning vil bli omhandlet i dette delkapittel.



Figur 4-3 Oversiktskart hentet fra Norgeskart.no.

Det er utført stabilitetsberegninger av området for å undersøke sikkerheten ved dagens situasjon og knytte dette opp mot regelverket i NVEs kvikkleireveileder 1/2019, som diskutert i kapittel 4.2.2. Beregninger viser at stabiliteten er svært anstrengt og godt under sikkerhetskravene til Statens vegvesen og NVE. Dersom det skal anlegges en veg i dette området må områdestabiliteten forbedres eller tiltaket utformes slik at det ikke vil påvirkes av fosesonen. Sistnevnte alternativ vil si at tiltaket ikke kan ligge innenfor løснеområdet til nærliggende faresone (kvikkleiresone).

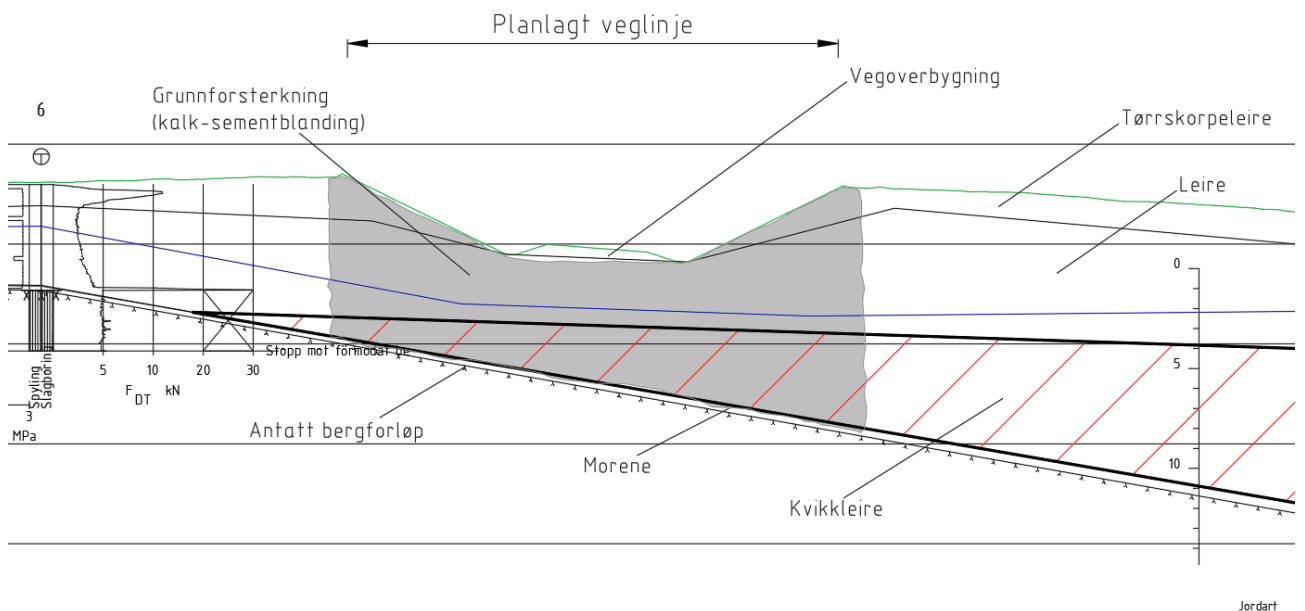
Ny adkomstveg til flytebrua på Jøa er vurdert til å ikke forverre områdestabiliteten. Dette begrunnes med at planlagt tiltak vil føre til en avlastning i topp av skråningen da veglinja ligger hovedsakelig lavere enn dagens terreng. Ved å bygge opp vegfyllinga slik at vegen er kompensert fundamentert forverrer ikke tiltaket områdestabiliteten.

Dersom områdestabiliteten prosentvis skal forbedres, må tiltak som topografisk endring eller bruk av lette masser benyttes. Dette er vurdert til å ikke være tilstrekkelig for å oppnå nok forbedring iht. kravene gitt i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 Figur 3-3. Det er ikke ønskelig å grave vekk et øvre lag av leire mot toppen av skråninga. Kvikkleira ligger nokså grunt, og graving i dette laget bør unngås.

Det mest effektive tiltaket for å oppnå tilstrekkelig områdestabilitet er grunnforsterkning ved toppen av skråninga for å sikre den nye vegstrekningen mot skredfare. Da angir regelverket fra NVE et absolutt minstekrav til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført. Overordnede beregninger viser at dette er gjennomførbart og vil kunne gi den nødvendige områdestabiliteten som NVE og Statens vegvesen krever.

Dermed tilrådes adkomstvegen til flytebrua på Jøa grunnforsterket med kalksementstabilisering. Grunnforsterkningens omfang bør ligge noe utenfor vegens skjæringer/fyllinger, og bør ha en høy dekningsgrad. Grunnforsterkningen må utføres helt ned til berg. Se Statens Vegvesen håndbok V221 for beskrivelse og utførelse av grunnforsterkning.

Et risikomoment ved grunnforsterkning i områder med kvikkleire ned til berg er at det må besørges god kontakt mellom bunnen av kalksementpelen og berg. Det må derfor påregnes for plunder og vrak av visper og en lengere anleggsfase enn normalt, da utstyret som benyttes for å vispe inn kalksementblandingen er mindre robust og fort kan bli ødelagt dersom det kommer i kontakt med bergoverflaten.



Figur 4-4 Prinsippnutt viser omfanget av grunnforsterkning under planlagt veglinje.

Det vises til eget geoteknisk beregningsnotat «10225485-RIG-NOT-001» for tolkning av grunnforhold og dokumentasjon av stabilitetsberegninger.

4.4 Videre arbeider

Følgende punkter er identifisert som nødvendige for videre geoteknisk prosjektering av neste prosjektfase:

- Supplerende grunnundersøkelser på land og på sjø
- Bunnkotekartlegging av sjøbunn ved Jøa-siden av Seierstadvjorden
- Utredning av kvikkleiresone
- Supplerende analyser av områdestabilitet som inkluderer sjøbunnen
- Vurdere nødvendighet av erosjonssikring
- Detaljprosjektering av vegfylling og grunnforsterkning

5 Ingeniørgeologisk beskrivelse av alternativene

5.1 Innledning

Multiconsult har utført ingeniørgeologiske vurderinger for de ulike traséalternativene. I vurderingen inngår observasjoner gjort ved feltbefaring, overflatemodeller generert med drone, gjennomgang av berggrunnsgeologiske og kvartærgeologiske kart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU), samt gjennomgang av potensiell skredfare basert på NVEs aktsomhetskart for området. Befaring ble utført av Karsten Østerås og Ine Gressetvold 10. juni 2021. For detaljer omkring Multiconsults beskrivelse og vurdering av alternativene, se Notat 10224585-RIGBerg-NOT-001 (datert 04.10.2021).

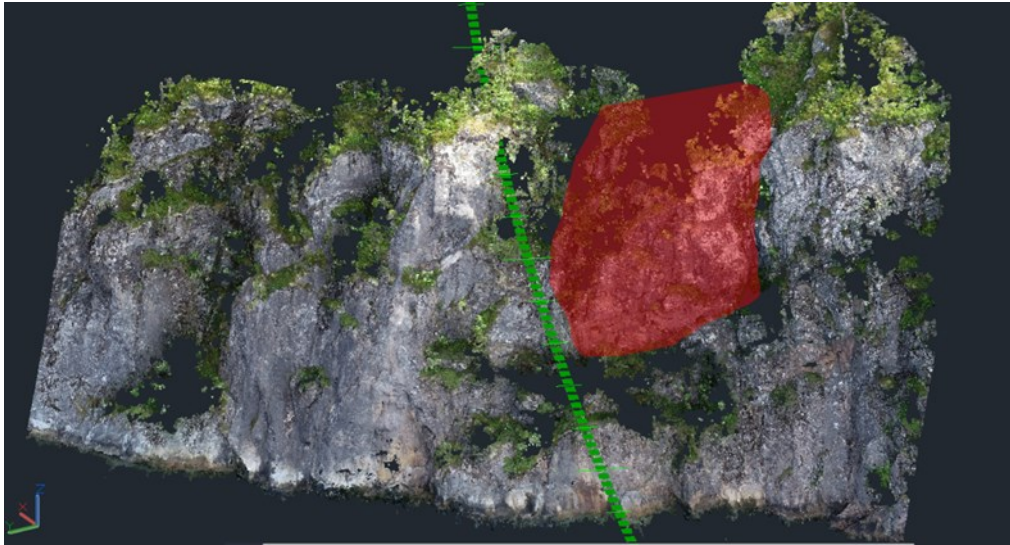
5.2 Vurderinger

For alle alternativene er det landkar tenkt utført som en ballastkasse som overfører kreftene ned til berg via friksjon. Ballastkassens ytre dimensjoner er 16mx16m med en høyde på 11 m, noe som gir en byggegrop i berg med noe større dimensjoner. Selve uttaket av berg anses som komplisert med hensyn på logistikk og atkomst, dette gjelder spesielt på Ølhammaren. På det nåværende stadiet anses atkomst gjennom linja som gjennomførbart for alle alternativene. For trasealternativ 5 vil det innebære atkomst fra tunnelen. For å komme seg ned til dybden til forankring tenkes det at tunnelens såle må sprenges med fall på ca. 1:7, slik at man komme ned til forankringsboksens nivå. Dette vil innebære en høy tunnel, som vil kreve ekstra bergsikring og være mer komplisert å drive enn et standard T8,5 tunnelverrsnitt.

5.2.1 Vurdering alternativ 3

Vegtraseen på Ølhammaren går gjennom to strekninger med bergskjæringer. Fra ca. profil 500 til profil 700 er maksimal skjæringshøyde på omtrent 8 m. Bergartene på strekningen er antatt å være glimmerskifer og migmatittgneis. Fra ca. profil 800 og fram til brufestet omtrent ved profil 1040 går veglinja i antatt migmatittgneis og med maksimal skjæringshøyde på omtrent 10 m. Det er noe løsmasser i området. Etablering av bergskjæringer i området antas å være mulig, med konvensjonelle metoder i form av boring, sprengning og sikring med bergbolter.

Berghammeren nedenfor landkaret er fotografert ved bruk av drone. Området i senterlinja er relativt massivt, kun gjennomsluttet av enkelte sprekker, og er antas å være et godt fundamenteringssted for brua. Det er registrert et område sør for senterlinja som er mer oppsprukket og sannsynligvis mer ustabil enn øvrige deler, merket med rødt i Figur 5-1. Dette området må unngås som fundamenteringssted, i tillegg til at det kan være noe steinsprangrisiko i området. Atkomst for mobilisering av anleggsmaskiner og utstyr anses som mulig. Området ned mot sjøen er bratt, og det antas at atkomsten er i veglinja.



Figur 5-1 Fotogrammetri av bergoverflate ved Ølhammaren (grønn linje viser alternativ 3). Rød markering indikerer et ustabil område

Landkaret på Jøa antas å etableres i glimmerskifer, og med enklere atkomst enn for Ølhammaren. Foliasjonen faller mot sjøen. Bergarbeider i dette området vil være i nærhet til høgspennet og ca. 150-200 m avstand til bebyggelse ved Seierstad ferjekai og bebyggelse på Jostranda og Moan. I tillegg er det sprøbruddsmateriale i området, slik at det vil være nødvendig med rystelseskrav ved sprengningsarbeider.

Hovedmengden av berget som tas ut antas å være migmatittgneis og mulig å benytte som materiale i vegoverbygging, mens glimmerskifer antas kun å kunne benyttes til fylling.

5.2.2 Vurdering alternativ 5

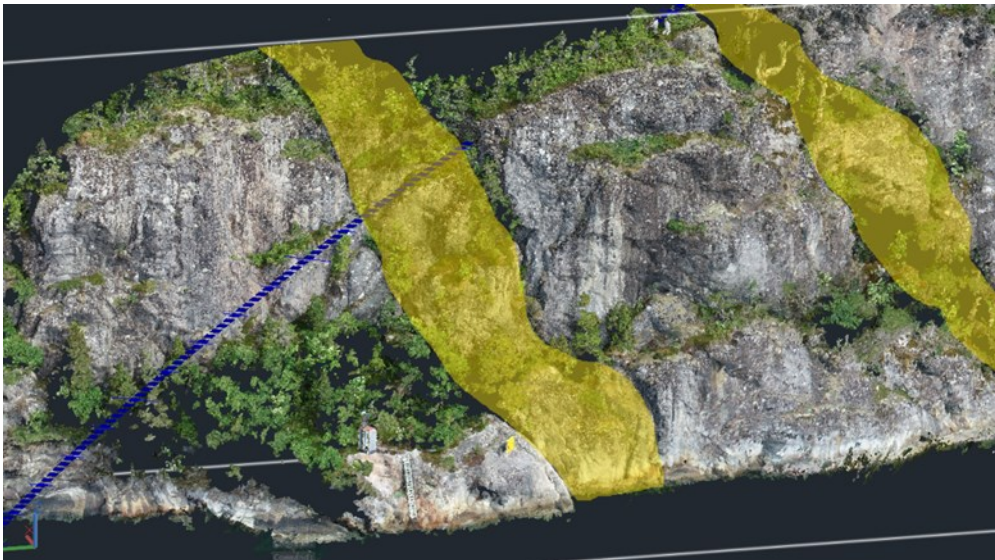
Veglinje på Ølhammaren går gjennom en ca. 105 meter lang tunnel, i tillegg til en kort strekning med skjæring før tunnelen. Bergarten er antatt å være migmatittgneis. Tunnelen vil ha liten bergoverdekning (10-20 m), og dette medfører økte mengder bergsikring i forhold til en tunnel med større overdekning i samme bergmasse. Ved tunnelpåhugget i sørøst (ca. profil 440) er det ikke registrert berg i dagen, men sannsynligvis er det grunt til berg. Det er registrert morenemateriale i området. Dette må undersøkes nærmere. Nordvestre påhugg kan etableres i berg. Tunnelen bør sikres med tunnelportaler i hver ende.

Kombinasjonen av tunnel og landkar for bru, gir et begrenset område for anleggsgjennomføring og permanent plass til både forankring og tunnelportal. Det kan hende at tunnelen må bygges kortere med høyere forskjæring for å gjennomføre kombinasjonen.

Som et alternativ til tunnel kan det vurderes å etablere en tosidig bergskjæring fra ca. profil 400 – 580. Maksimal skjæringshøyde ved dette alternativet vil være ca. 28 m, og anbefales utformet med 1-2 hyller. Dette er høye bergskjæringer, men over en kort strekning. Sikringsomfanget antas å være moderat.

Et siste alternativ vil være å flytte veglinja og tunnelen noe nord for å sikre større overdekning over tunnelen. Denne muligheten anses også å være fornuftig ut ifra fundamenteringsforhold for bru på Ølhammaren.

Berghammeren nedenfor landkaret er fotografert ved bruk av drone. Her er det registrert to soner med mer oppsprukket berg, og de er vist med gule markeringer i Figur 5-2. Den nordlige sonen (venstre) har tydelige åpne sprekker, mens den sørlige sonen er noe mindre synlig, da det er bevokst med trær og busker. Den sørlige sonen kan følges langs en bergvegg som går videre oppover i retning Ølhammaren. Berget mellom sonene karakteriseres som massivt. Linja går ut i bakkant av en av disse sonene. Plasseringen er tilfredsstillende, så lenge brua fundamenteres innpå det massive berget (mellom de gule sonene). Som nevnt i forrige avsnitt, kan det også være mulig å flytte brua lenger nord. Da oppnås bedre fundamenteringsforhold ved å fundamenterer nord for de to sonene indikert med gul farge.



Figur 5-2 Fotogrammetri av bergoverflate ved Ølhammaren (blå linje viser alternativ 5). Gul markering indikerer svakere bergmasse

Landkar på Jøa antas også og etableres i glimmerskifer. Foliasjonen faller mot sjøen. Bergarbeider i dette området vil være i nærhet til høgspennet og ca. 150-200 m avstand til bebyggelse ved Seierstad ferjekai og bebyggelse på Jostrand og Moan. I tillegg er det sprøbruddsmateriale i området, slik at det vil være nødvendig med rystelseskrav ved sprengningsarbeider.

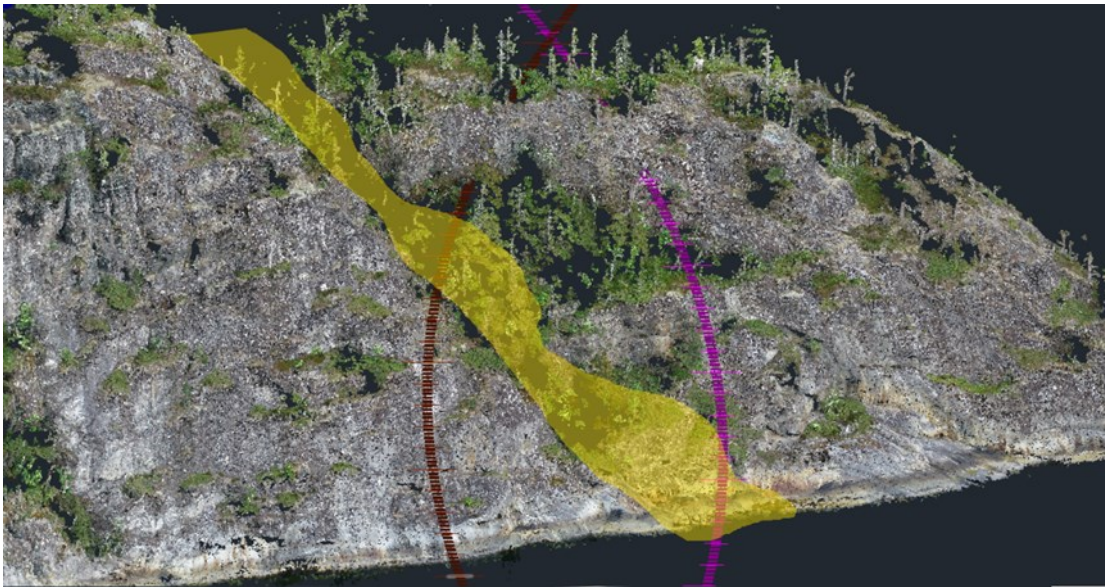
Hovedmengden av berget som tas ut antas å være migmatittgneis, som også antas mulig å benytte som materiale i vegoverbygging, mens glimmerskifer antas kun å kunne benyttes til fylling.

5.2.3 Vurdering alternativ 6

Veglinje på Ølhammaren går delvis gjennom bergskjæring fra profil 300-450 med maksimal høyde på ca. 15 m. Bergarten på strekningen er antatt å være glimmerskifer. Etablering av bergskjæring i området antas å være uproblematisk, og antas sikret med moderat sikringsomfang.

Ved landkar Ølhammaren må det tas ut en 6-7 m høy bergskjæring, mest sannsynlig i migmatittgneis. Plasseringen er vurdert som tilfredsstillende mht. bergkvalitet, men det er observert et bergoverheng ca. 20 m over havet.

Berghammeren nedenfor landkaret) er fotografert ved bruk av drone. Området i senterlinja er relativt massivt, kun gjennomslutt av enkelte sprekker, og er antas å være et godt fundamenteringssted for brua. Det er registrert et område nord for senterlinja som er mer oppsprukket og sannsynligvis mer ustabil enn øvrige deler, merket med gult i Figur 5-3 . Dette området må unngås som fundamenteringssted, i tillegg til at det kan være noe steinsprangrisiko i området. Atkomst for mobilisering av anleggsmaskiner og utstyr anses som mulig, og anbefales gjort i veglinja, da det er bratt i området. Vegbygginga i området må skje i et sidebratt terreng.



Figur 5-3 Fotogrammetri av bergoverflate ved Ølhammaren (Rosa linje viser alternativ 6). Gul-markering indikerer svakere bergmasse

Landkar på Jøa antas også å etableres i glimmerskifer. Foliasjonen faller mot sjøen. Bergarbeider i dette området vil være i nærhet til høgspentlinje og sprøbruddsmateriale, slik at det vil være nødvendig med rystelseskrav og rystelsesmålinger ved sprengningsarbeider.

Hovedmengden av berget som tas ut antas å være glimmerskifer, og antas brukbart til fylling. Berguttaket i forbindelse med landkar ved Ølhammaren er i migmatittgneis, som antas brukbart til vegoverbygning.

5.3 Oppsummering og videre arbeid ingeniørgeologi

Ut fra et ingeniørgeologisk perspektiv er alternativ 3 det gunstigste alternativet, men alle alternativene er gjennomførbare. Alternativ 3 medfører relativt enkle inngrep i berg og gode fundamenteringsforhold for landkar på Ølhammaren. Alternativ 6 har også gode fundamenteringsforhold for brua, men alternativet ligger i et mer kupert og sidebratt terreng på Ølhammaren, noe som gir større utfordringer mhp. anleggsgjennomføring. For alternativ 5, som innebærer den korteste brua, vil en optimalisering av linja med å flytte tunnelen noe lengre nord føre til bedre bergoverdekning og en enklere tunnel. Tunnel er et mer kostbart element enn bergskjæring

som i de øvrige alternativene, men er gjennomførbart selv med strossing i såle for å komme fram til landkaret på Ølhammaren. Alternativt kan man for alternativ 5 gå for åpen bergskjæring.

Videre anbefales det at et videre undersøkelses- og testprogram som inkluderer følgende utføres:

- Kjerneboring og testing av bergmekaniske parametere for å få bedre kunnskap om kapasiteter til berget for fundamentering av landkar, samt eventuelt avdekke svakere lag i berget som må hensyn tas.
- Detaljert ingeniørgeologisk kartlegging
- Grunnboringer (fjellkontrollboringer) og muligens seismiske undersøkelser ved påhuggsområder for eventuell tunnel.

6 Ikke-prissatte virkninger «KU-light»

6.1 Landskapsbilde

6.1.1 Kunnskapsgrunnlag og datakilder

Følgende kartgrunnlag og datakilder er benyttet som grunnlag for vurderingene:

- NiN Landskap. Artsdatabanken. Natur i Norge Landskapstyper
- NIBIO Nasjonalt referansesystem for landskap
- Google Maps
- Norge i bilder

Det er ikke gjennomført befaring. De vurderinger som er gjort er basert på ovennevnte kartgrunnlag og datakilder. Dette innebærer at det følger en viss usikkerhet med vurderingene.

6.1.2 Registrerte verdier

Dagens situasjon

Ferjesambandet som vurderes erstattet med bru går mellom Ølhammaren på Elvalandet og Seierstad på øya Jøa.



Figur 6-1 Ferjestedet sett fra sør fra Seierstadfjorden nordover mot Gyltfjorden. Seierstad på Jøa til venstre og Ølhammaren på Elvalandet til høyre. Kilde: Google Maps

Landskapsbildet er dominert av Gyltfjorden, som ved Ølhammaren, den nordligste delen av Elvalandet, deles i to fjordarmer. Seierstadfjorden ligger mellom Elvalandet og Jøa og Nufsfjorden vest for Elvalandet. Foldafjorden nord for ferjesambandet er bred og danner ett storskala landskapsrom, før det går over i Gyltfjorden og deretter Seierstadsfjorden, der fjordløpet snevres inn til middels skala mellom Jøa og Elvalandet.

Områdene på Elvalandet har et middels kupert landskap med en relativt bratt lise mot Seierstadfjorden, noe som gjør Ølhammaren til et landemerke sett fra store deler av fjordlandskapet rundt. Lisiden danner en tydelig vegg i fjordrommet mellom Jøa og Elvalandet. Størstedelen av områdene er skogkledte, med kun få bygninger.

Områdene ved Seierstad, på Jøa, er preget av større sammenhengende jordbruksarealer og noe bebyggelse ved ferjeleiet og på gårdsbrukene. Områdene ned mot fjorden er slake og lite kupert. Jordbruksarealene omkranses av skogkledte områder.

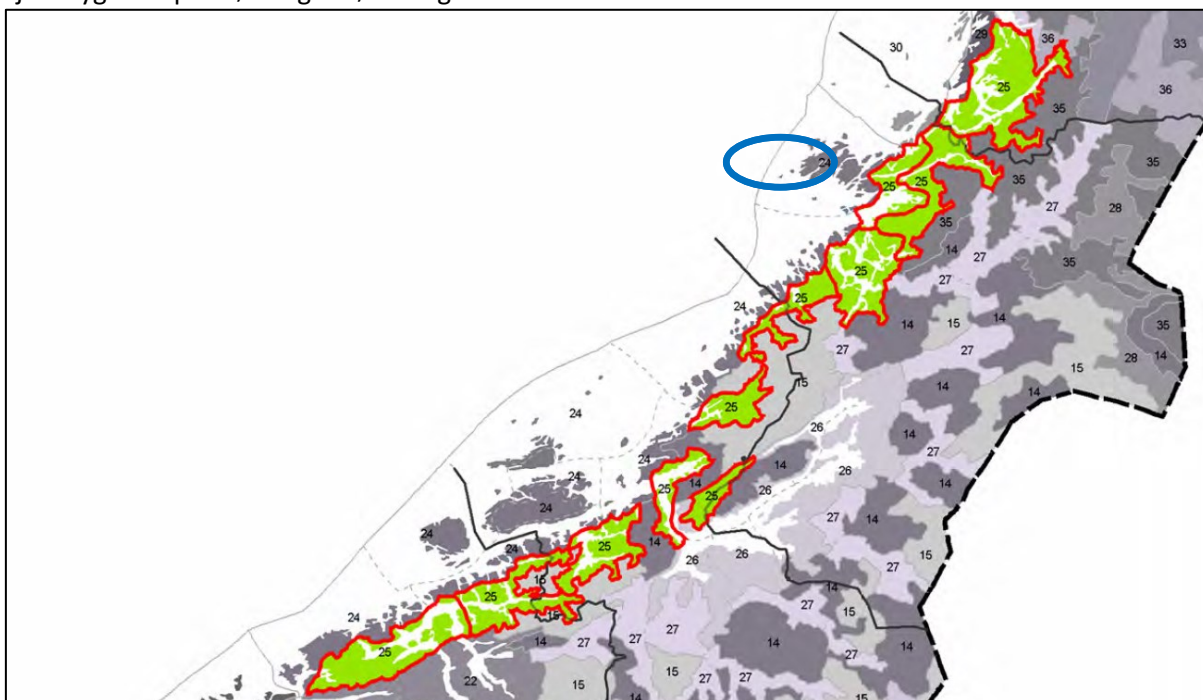


Figur 6-2 Ferjekryssingen sett fra sør. Her trer Ølhamearen tydelig frem som et landemerke i landskapsrommet. Kilde: Google Maps



Figur 6-3 Ferjestedet sett fra nordvest fra Foldafjorden og sørover Gyltfjorden. Ølhammaren på Elvalandet kan sees midt i fjordrommet. Kilde: Google Maps

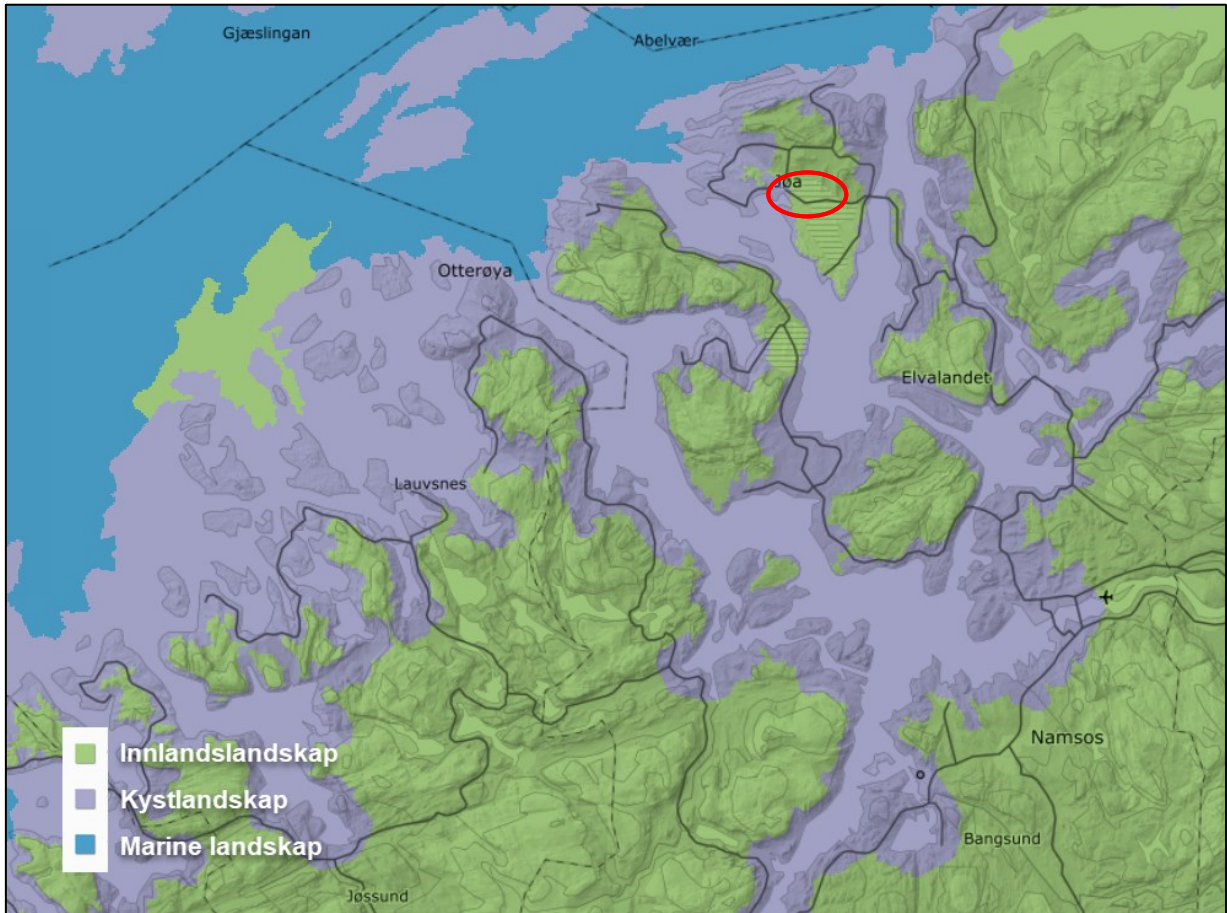
NIBIO Nasjonalt referansesystem for landskap. Planområdet ligger innenfor landskapsregion 25 Fjordbygdene på Møre og i Trøndelag.



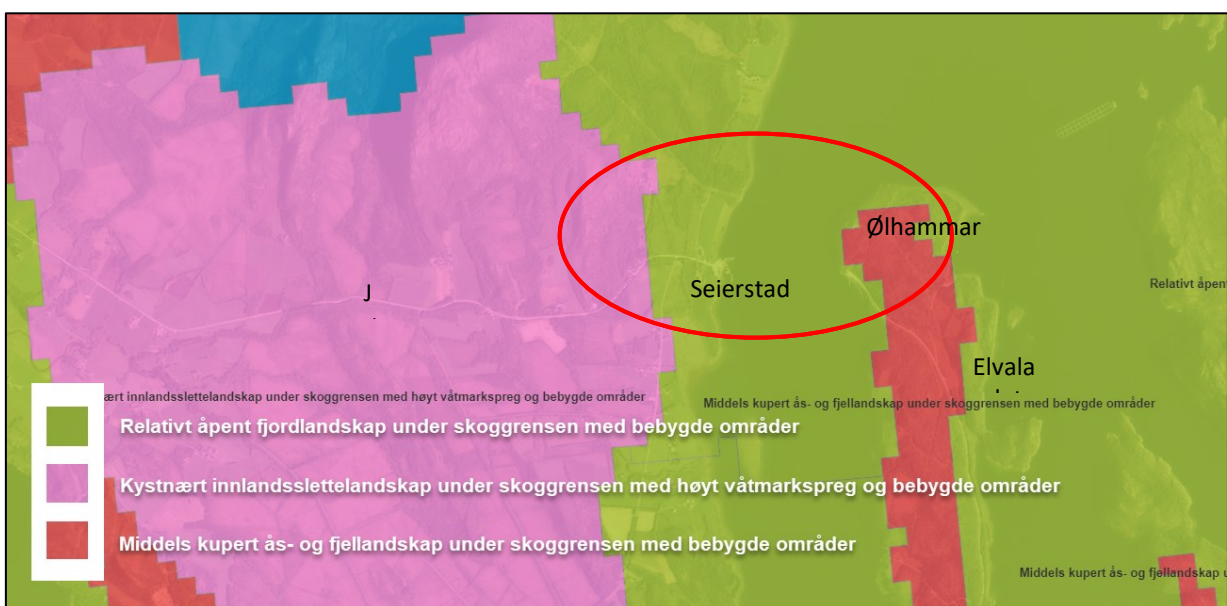
Figur 6-4 Kartutsnitt fra Nasjonalt referansesystem for landskap viser at planområdet inngår i et stort område som er kalt landskapsregion 25 Fjordbygdene på Møre og i Trøndelag. Kilde: NIBIO

NiN Landskap

Tiltaket ligger i henhold til NiN Landskap innenfor to hovedtyper av landskap, kystlandskap og innlandslandskap.



Figur 6-5 Hovedtyper av landskap ved Jøa i henhold til NiN Landskap. Kilde: NiN Landskap



Figur 6-6 Landskapstyper innenfor tiltaksområdet i henhold til NiN Landskap. Kilde: NiN Landskap



Figur 6-7 Alternativene som vurderes. Alternativ 3 grønn, alternativ 5 blå og alternativ 6 rosa

Landskapet brua krysser er plassert i tre ulike landskapstyper i henhold til NiN landskap. Landskapet på landsiden er et middels kupert ås- og fjellandskap under skoggrensen med bebygde områder. Landskapet som påvirkes sterkest er det relativt åpne fjordlandskapet som brua krysser over. Denne landskapstypen omfatter både fjordflaten/vannet og en del av strandsonen, spesielt på Jøa-siden. Landskapet på Jøa er et kystnært innlandsslettelandskap under skoggrensen med høyt våtmarkspeg og bebygde områder. Dette landskapet berøres imidlertid ikke direkte av tiltaket.

Brua vil krysse et relativt åpent fjordlandskap, noe som kan bety at den blir synlig fra store områder. Det relativt åpne fjordlandskapet beskrives slik i NiN landskap:

«Landskapstypen omfatter fjordlandskap der dalformen er relativt åpen og middels sterkt nedskåret fra omkringliggende åser, fjell og/eller slettelandskap. Landskapet er i liten grad preget av menneskelig aktivitet, bebyggelse og infrastruktur, selv om enkelte bygninger og linjeinngrep som veier og kraftledninger kan forekomme.»

Denne landskapstypen omfatter både selve fjordflaten og deler av de tilgrensende landsidene. På fastlands-siden, Elvalandet, er denne sonen smal i de bratte sidene ned mot fjorden, mens det innenfor planområdet på Jøa omfatter de slake landbruksområdene i en sone på omtrent 300 meter ved fergeleiet økende til 1 km like nord for brustedet.

På Elvalandet går vegen gjennom et område i henhold til NiN landskap kategorisert som et Middels kupert ås- og fjellandskap under skoggrensen med bebygde områder.

«Landskapstypen omfatter middels kupert ås- og fjellandskap med høydeforskjeller mellom 100 og 250 meter innenfor avstander på 1 km. Områdene ligger under skoggrensen, og de delene av landskapet som ikke er dominert av vann, vassdrag og våtmarker og evt. jordbruk og bebygde områder, er normalt dekket med skog. Landskapet har et tydelig preg av menneskelig påvirkning.»

Vest for brustedet finnes et område som i henhold til NiN landskap er kategorisert som et Kystnært innlandsslettelandskap under skoggrensen med høyt våtmarkspreget og bebygde områder. Dette området berøres imidlertid ikke direkte av tiltaket.

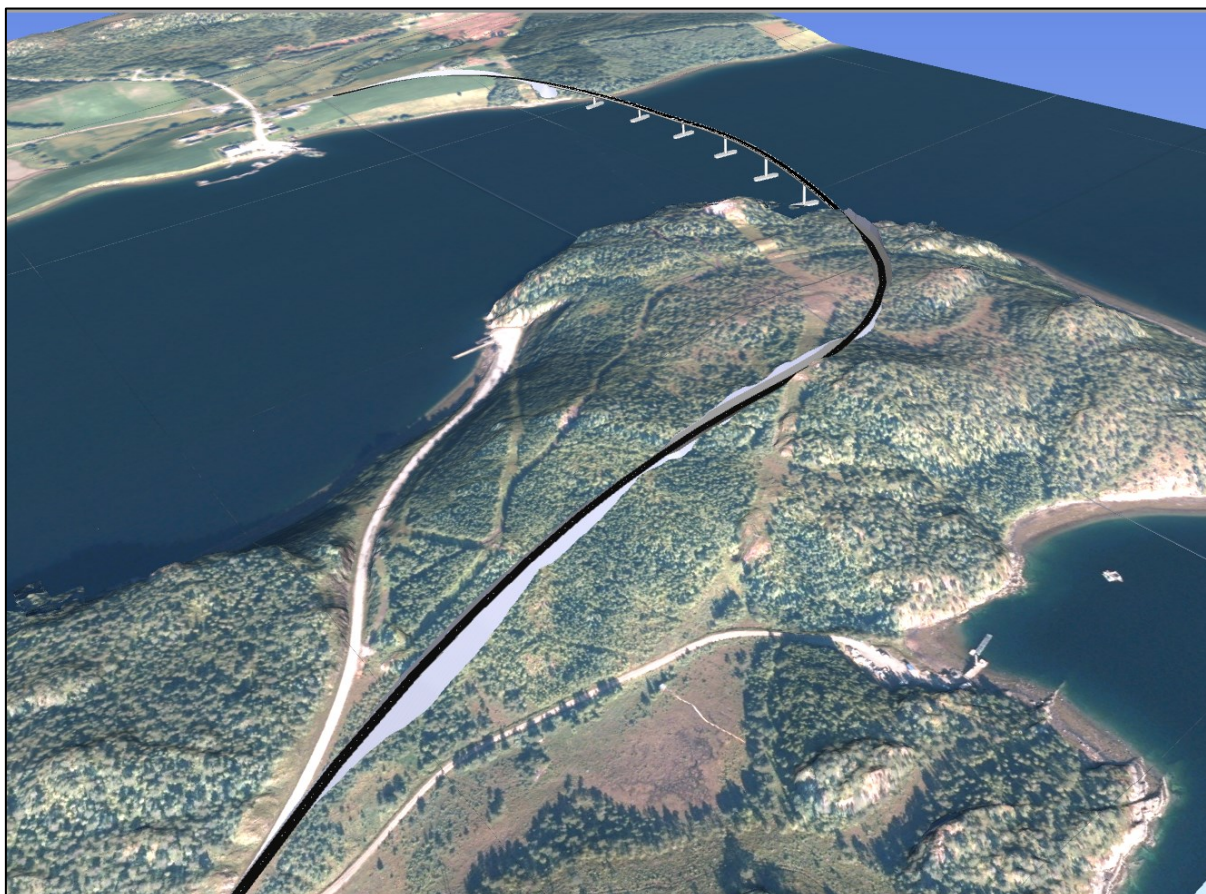
6.1.3 Vurdering av verdi og konfliktpotensial

Tabeller fra Statens vegvesens veileder V712 Konsekvensanalyser med verdikriterier for fagtema landskapsbilde og vurdering av konfliktpotensial iht. forenklet metode er benyttet i vurderingen.

Verdivurdering: Landskapsbilde			
Liten verdi	Middels verdi	Høy verdi	
▲			
<p>Kort beskrivelse med verdibegrunnelse:</p> <p>Ut fra foreliggende kunnskap har områdene som er berørt av tiltaket ikke regional eller nasjonal verdi.</p> <p>Basert på en overordnet vurdering av landskapet anses områdene som helhet å ha gode visuelle kvaliteter og være av lokal betydning. De er typiske for disse kystområdene. Bebyggelse og infrastruktur ligger overordnet sett godt plassert i landskapet og danner gode og lesbare omgivelser. Områdene er ikke redusert av inngrep og landskap og bebyggelse/anlegg gir til sammen et godt totalinntrykk.</p> <p>Verdivurdering landskapsbilde: Middels verdi</p>			
Tiltakets konfliktpotensial			
Noe	Middels	Stort	
▲ Alt. 3 ▲ Alt. 5 ▲ Alt. 6			
<p>Kort beskrivelse med begrunnelse:</p> <p>Brua vil i alle alternativer forringe landskapsbildet da den har en vertikalkurvatur som ikke er tilpasset landskapet ved at den starter høyt ved Ølhammaren og omtrent midtveis reduseres høyden over vannet før den lander på Jøa. Brua fremstår i alle alternativ som et fremmed element med en linjeføring som reduserer landskapets kvaliteter. Landskapsbildet blir forringet. Forskjellen i konfliktpotensial for de tre alternativene avgjøres av hvor dominerende tiltaket blir sett fra Seierstad og hvor mye Ølhammaren som landemerke endres/forringes sett fra Seierstad. Den mest harmoniske kryssingen ville vært en bru med symmetrisk plassering over fjordarmen på det smaleste kryssingsstedet.</p> <p>Konfliktpotensial: Middels til stort</p>			
Tema	Alternativ 3	Alternativ 5	Alternativ 6
Landskapsbilde	Middels konfliktpotensial	Middels-stort konfliktpotensial	Middels-stort konfliktpotensial
Rangering	1	2	3

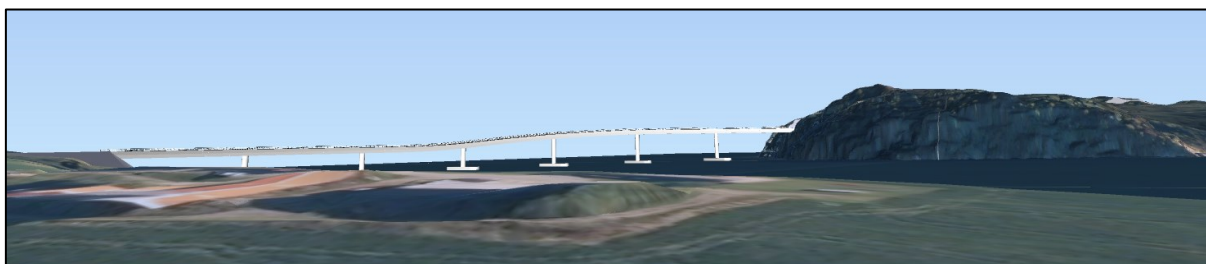
Alternativ 3

Alternativ 3 ligger lengst nord av de tre alternativene. Brua krysser nord for Ølhammaren lengst unna dagens ferjekryssing mellom Ølhammaren og Seierstad og bebyggelsen på Seierstad. Alternativet har lengst vegstrekning mellom dagens veg på Elvalandet og ny bru.

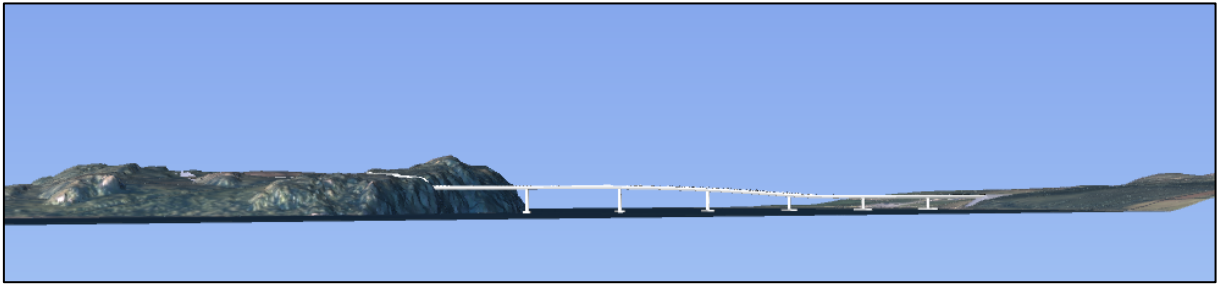


Figur 6-8 Alternativ 3 sett fra øst

Vegstrekningen på Elvalandet nordøst for Ølhammaren vil gi noe fjellskjæring, men disse blir relativt lave og korte. De vil i hovedsak oppleves fra vegen, ikke fra områdene rundt. Brua blir liggende lengst unna bebyggelsen og der folk oppholder seg og vil dermed påvirke Seierstad mindre enn alternativ 5 og 6. Sett fra Seierstad vil Ølhammaren opprettholde sin kjente form som et landemerke. Sett fra Gyltfjorden i nord vil imidlertid landemerket endres ved at brua vil bli liggende foran Ølhammaren, men dette har mindre betydning da dette fjordrommet har større skala og domineres mindre av brua.



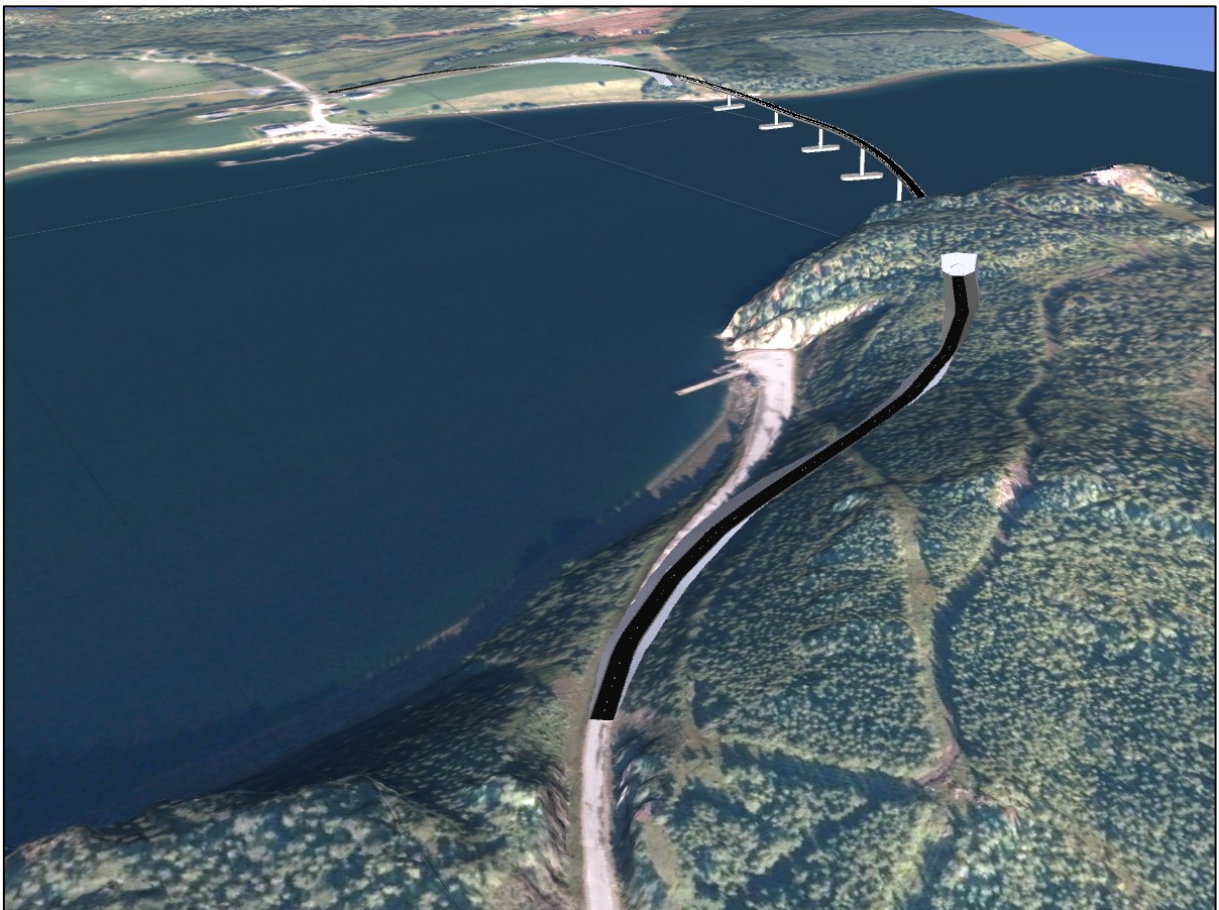
Figur 6-9 Alternativ 3 sett fra bebyggelsen på Seierstad. Høydedragene nord for brua mangler



Figur 6-10 Alternativ 3 sett fra Gyltfjorden i nord. Høydedragene sør for brua mangler

Alternativ 5

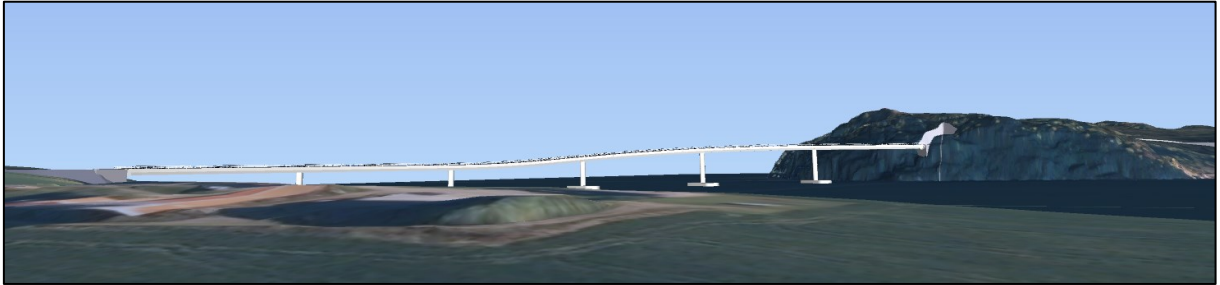
Alternativ 5 er det midterste alternativet med kortest vegstrekning mellom dagens veg og ny bru, både på Elvalandet og på Jøa. Dette alternativet er det eneste med tunnel



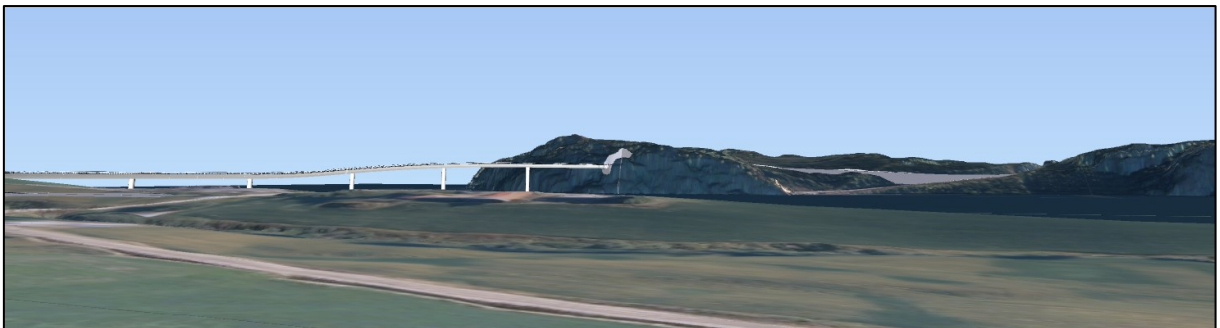
Figur 6-11 Alternativ 5 sett fra sør

Vegstrekningen på Elvalandet, øst for Ølhammaren, vil gi noe fylling ned mot dagens veg og noe fjellskjæring før og etter tunnelportalene, men disse blir relativt korte. De vil i hovedsak oppleves fra vegen, med unntak av inngrepene ved overgangen mellom tunnel og bru som vil bli synlig fra fjordrommet. Fyllingen vil bli revegetert og vil på sikt ikke bli synlig. Brua blir liggende nærmere bebyggelsen på Seierstad og lenger inn i fjordrommet enn alternativ 3, og vil derfor virke mer dominerende enn alternativ 3. Sett fra Seierstad vil Ølhammaren som landemerke bli svært endret. Det vil bli fjellskjæring som fremstår som sår i selve landskapsformen der bru og tunnel møtes. I tillegg vil utsynet mot landemerket forstyrres av brukonstruksjonen som krysser foran deler av

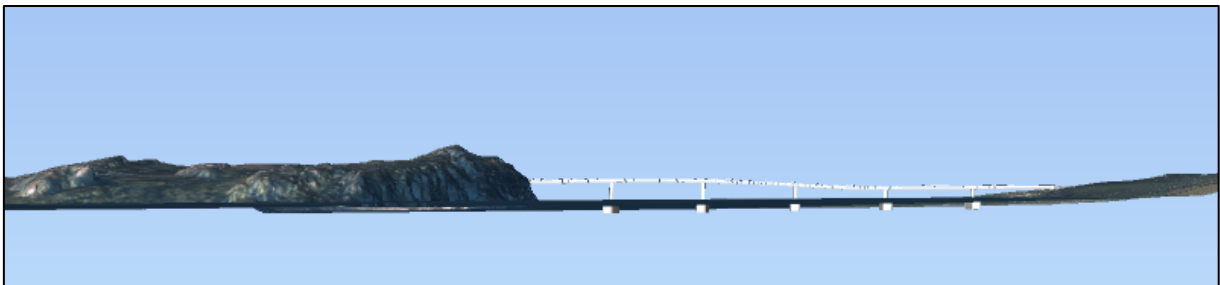
landskapsformen. Sett fra Gyltfjorden i nord vil landemerket endres mindre enn i alternativ 3 ved at brua kommer rett ut av landskapsformen og ikke blir liggende foran Ølhammaren og redusere inntrykket av denne.



Figur 6-12 Alternativ 5 sett fra bebyggelsen på Seierstad. Høydedragene nord for brua mangler



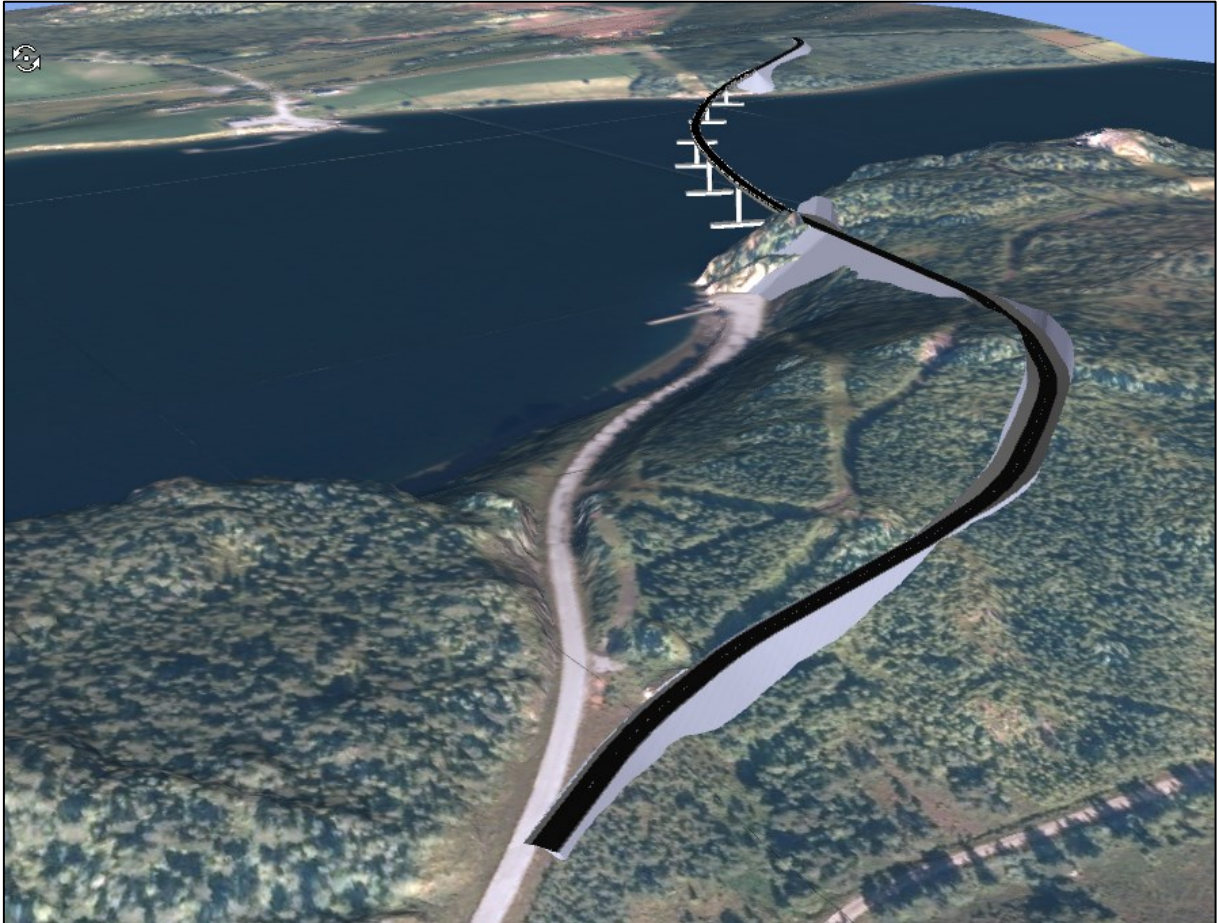
Figur 6-13 Alternativ 5 sett fra vegen vest for bebyggelsen på Seierstad for å vise fyllingen på Elvalandet. Høydedragene nord for brua mangler



Figur 6-14 Alternativ 5 sett fra Gyltfjorden i nord. Høydedragene sør for brua mangler

Alternativ 6

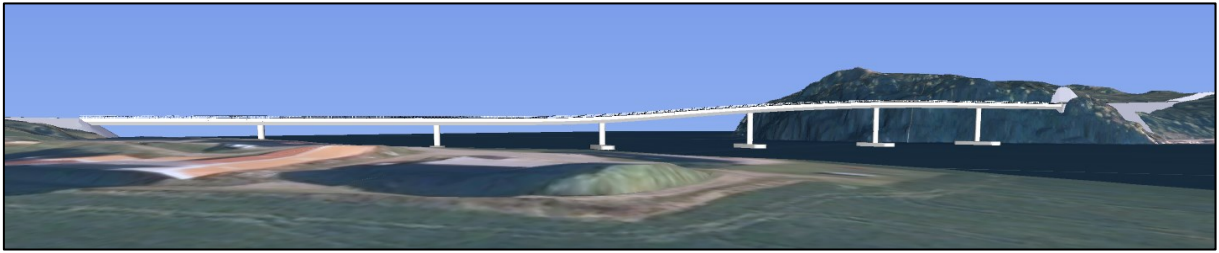
Alternativ 6 ligger lengst sør av de tre alternativene og har lengst vegstrekning mellom dagens veg på Jøa og ny bru.



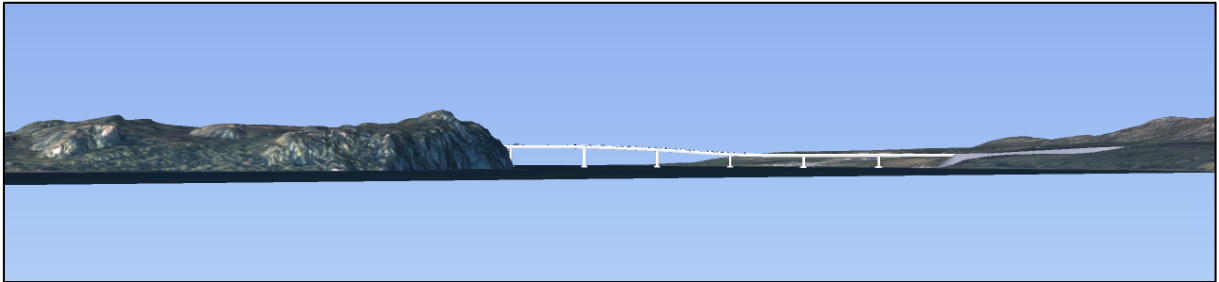
Figur 6-15 Alternativ 6 sett fra sør

Vegstrekningen på Elvalandet sør for Ølhammaren vil gi en stor fylling ned mot dagens veg og fjellskjæringer på deler av strekningen før brua. Vegen blir liggende slik at den søndre delen av Ølhammaren ødelegges og det blir en stor synlig fjellskjæring både sett fra vegen og fra fjordrommet. Fyllingen vil bli revegetert og vil på sikt ikke bli synlig. Brua blir liggende nærmere bebyggelsen på Seierstad enn både alternativ 3 og 5, og vil virke mer dominerende enn disse.

Sett fra Seierstad vil Ølhammaren som landemerke bli svært endret, og mer enn i alternativ 5. Fjellskjæringene på den søndre delen av Ølhammaren vil fremstå som sår i selve landskapsformen der bru møter land. I tillegg vil utsynet mot landemerket forstyrres av brukonstruksjonen som krysser foran hele landskapsformen. Langs vegen sørover på Elvalandet vil det også bli fjellskjæringer, men disse vil bli lite synlig etter hvert som fyllingene mot fjorden revegeteres. Sett fra Gyltfjorden i nord vil landemerket endres lite ved at brua kommer ut av landskapsformen og ikke blir liggende foran Ølhammaren og redusere inntrykket av denne.



Figur 6-16 : Alternativ 6 sett fra bebyggelsen på Seierstad. Høydedragene nord for brua mangler



Figur 6-17 Alternativ 6 sett fra Gyltfjorden i nord. Høydedragene sør for brua mangler

6.2 Naturmangfold

6.2.1 Kunnskapsgrunnlag og datakilder

Følgende kartgrunnlag og datakilder er benyttet som grunnlag for vurderingene:

- www.naturbase.no
- www.artskart.no
- Statsforvalteren i Trøndelag, data om arter unntatt offentlighet (telefonsamtale 16.8.2021)

Det er ikke gjennomført befaringsarbeid. De vurderinger som er gjort er basert på ovennevnte kartgrunnlag og datakilder. Dette innebærer at det følger en viss usikkerhet med vurderingene.

6.2.2 Registrerte verdier

Området er ikke omfattet av noen verneområder eller foreslåtte verneområder. Det er ingen registreringer av geologisk arv i naturbase.no.

Arter av nasjonal forvaltningsinteresse og naturtyper

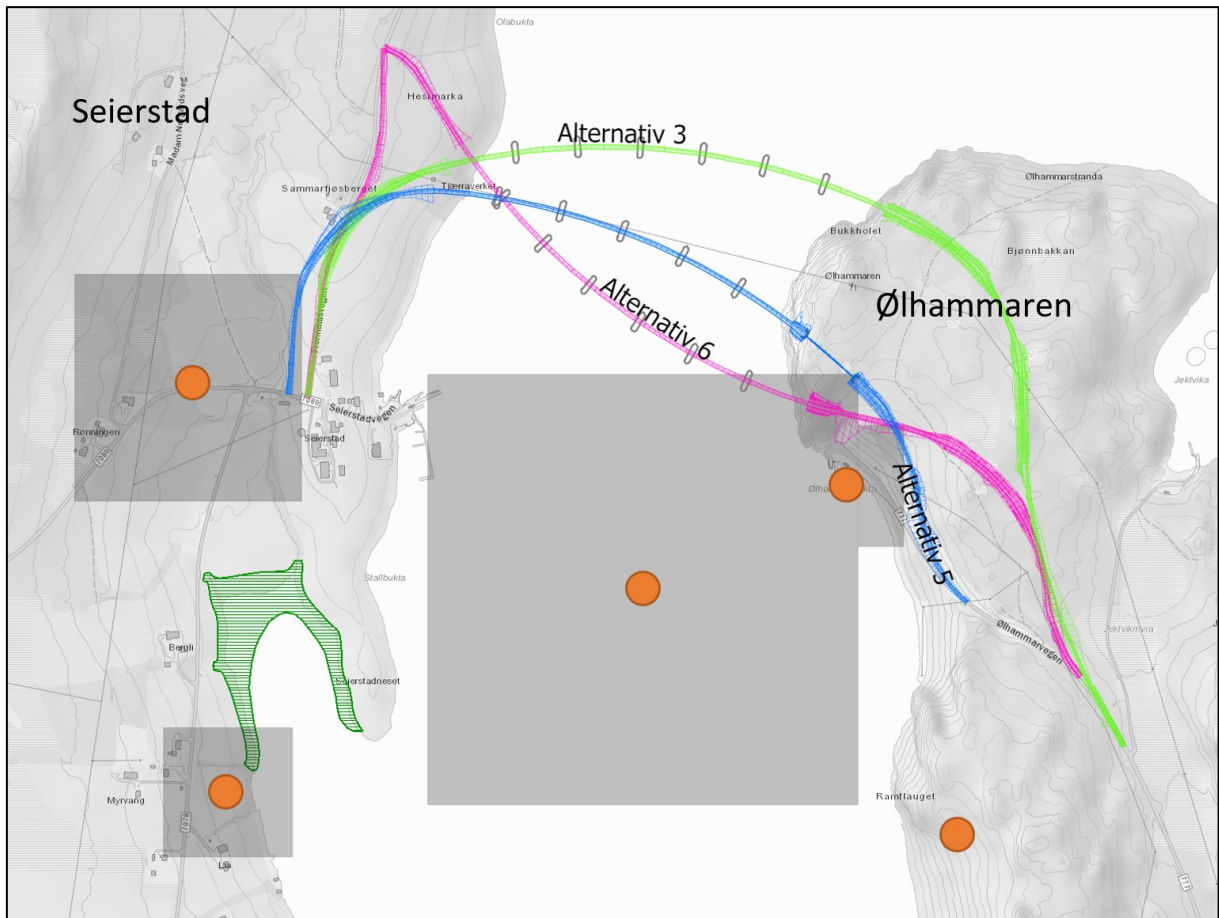
Innenfor influensområdet er det kjent en viktig naturtype. Dette er en intakt strandeng rett sør for fergeleiet på Jøa. Naturtypen er kartlagt på 1980-tallet og på nytt av Bratli & Rønning i 2007. Strandenga er relativt stor og middels rik er vurdert til B-verdi etter DN-håndbok 13 (Seierstad, BN00049650). (Kristiansen, J.N, Bratli, H., Rønning, G., 1988, 2005-2007). Det er ingen registreringer av marine naturtyper ved området.

Det er ikke kjente hekkeområder for sjeldne eller truede arter innen influensområdet. Bergirisk som er en ansvarsart og nær truet er registrert vest for Seierstad på Jøa. Videre er det registrert flere

rødlistede arter ved fergeleiet på Ølhammaren (fiskemåke (NT), og ute i Seierstadfjorden (teist (VU) og ærfugl (NT)).

Området er omfattet av større soner der stedfestet informasjon om artenes hekkeområde, yngleområde eller voksested er skjermet for allment innsyn, såkalt sensitive artsdata. Dette gjelder arten hubro, mens rovfuglene kongeørn, vandrefalk og havørn er registrert i sone som grenser til planområdet. Det er ikke kjente leveområder for arter unntatt offentlighet i undersøkelsesområdet (Bjørn Rangbru, Statsforvalteren i Trøndelag, pers. medd. 20.8.2021).

Ingen hekkeområder for fugler er kjent, og konfliktpotensialet er lavt. Det er imidlertid et klart behov for en bedre kartlegging av mulige viktige funksjonsområder for fugl.



Figur 6-18 Kartet viser registrerte naturverdier innenfor influensområdet for brualternativene

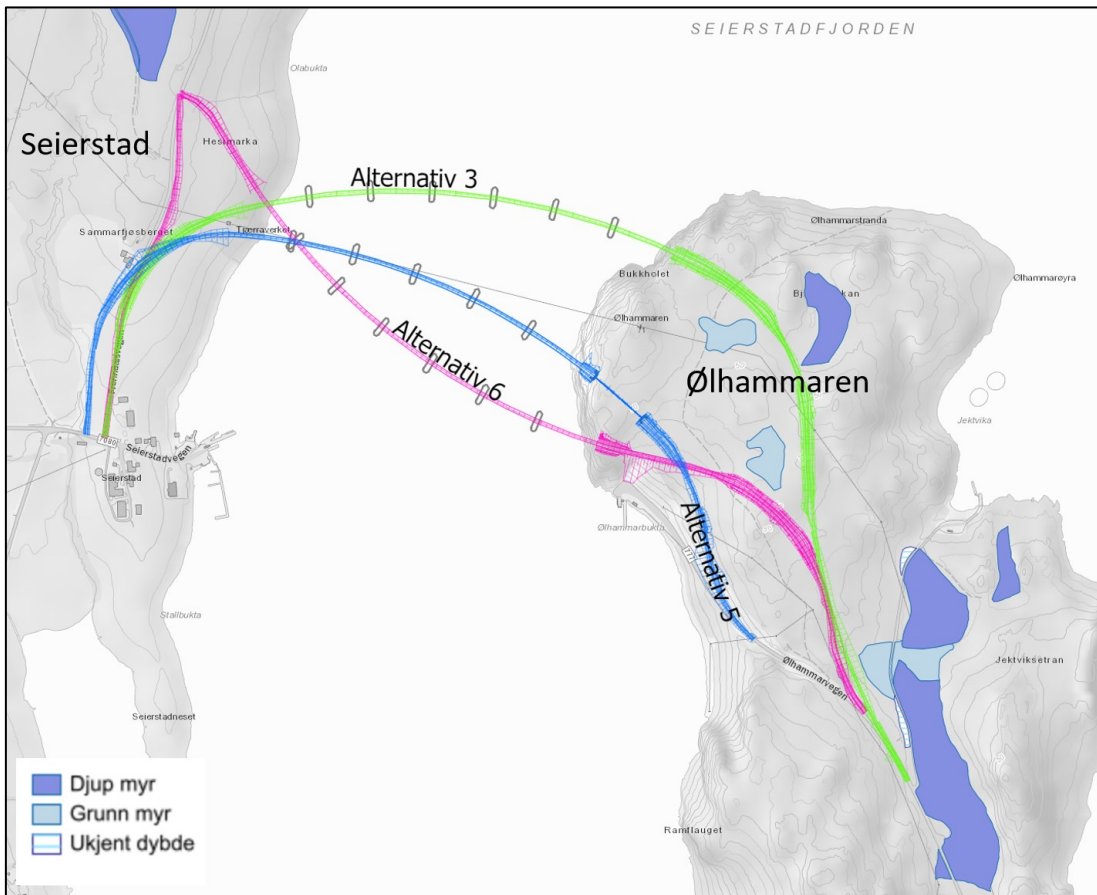
Oransje sirkler viser ansvarsarter og rødlistede arter innenfor området. Felt med grønn skravur viser avgrensning av naturtypen strandeng (viktig). Alternativ 3 grønn, alternativ 5 blå og alternativ 6 rosa.

Viltområder

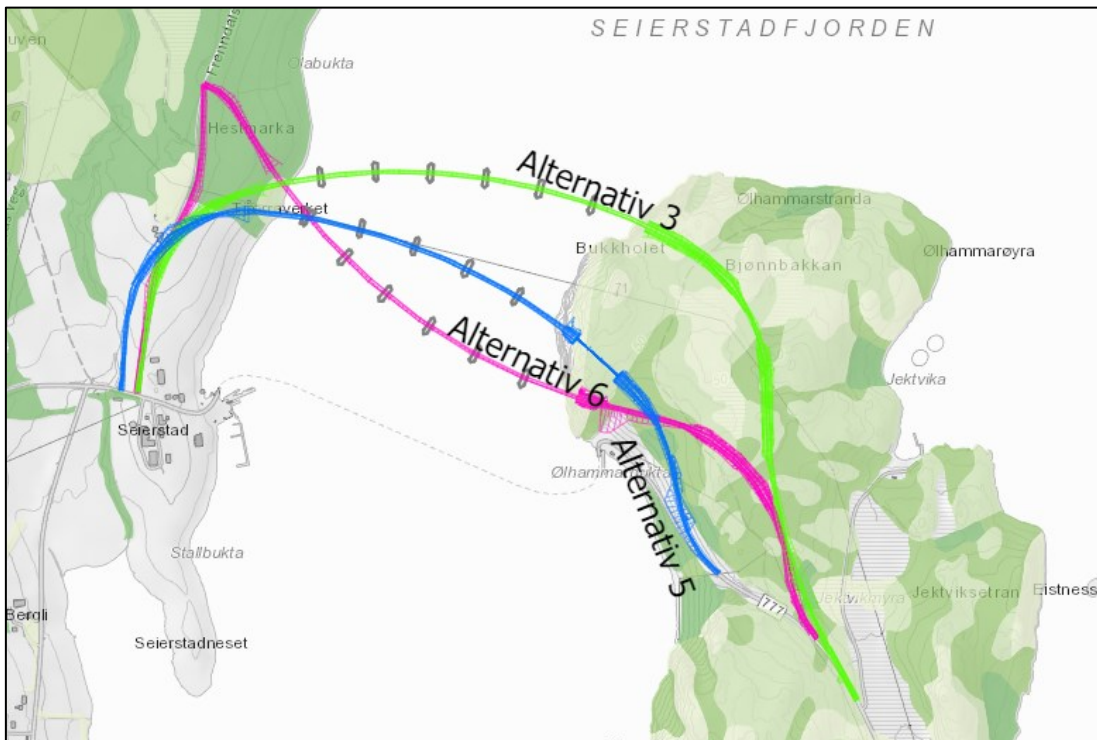
Viltområder er ikke kartlagt for gamle Fosnes kommune. Viltforvalter i Namsos kommune sier at det ikke er registrert noen spesielle trekkveger for hjortevilt i området. Det kan likevel ferdes elg og rådyr på begge sider av fjorden. Kommunen kjenner ikke til at det er steder som krever spesielle hensyn.

Myrområder

Planområdet omfatter flere mindre myrer på landsiden, og ett på Jøa i nord. Ingen av disse er registret til å ha noen spesifikk verdi for naturmangfold. Myrene er derfor mest relevante med tanke på økosystemtjenester og klimagassutslipp.



Figur 6-19 Registrerte myrområder med dybder



Figur 6-20 Kartet viser områder registrert som skog i AR5, herunder skogbonitet. Alternativ 3 skiller seg spesielt ut ved å beslaglegge større skogsområder som kan fungere som viktig økologisk funksjonsområde for arter

6.2.3 Vurdering av verdi og konfliktpotensial

Tabeller fra Statens vegvesens veileder V712 Konsekvensanalyser med verdikriterier for fagtema naturmangfold og vurdering av konfliktpotensial iht. forenklet metode er benyttet i vurderingen.

Verdivurdering: Naturmangfold			
Liten verdi	Middels verdi		Høy verdi
▲			
<p>Kort beskrivelse med verdibegrunnelse:</p> <p>Seierstad (BN00049650) er en intakt strandeng som er variert og middels artsrik. Lokaliteten er gitt B-verdi i h.h.t. DN-håndbok 13 og skal vektes med stor verdi i henhold til verdikriterier for fagtemaet i håndbok V712. Det er registrert flere rødlistede arter ved fergeleiet på Ølhammaren (fiskemåke (NT), og ute i Seierstadjorden (teist (VU) og ærfugl (NT)). Området inneholder også lokalt viktige områder for vilt og fugletrekk</p> <p>Verdivurdering naturmangfold: Høy verdi.</p>			
Tiltakets konfliktpotensial			
Noe	Middels		Stort
<p>▲ Alt. 3</p> <p>▲ Alt. 5</p> <p>▲ Alt. 6</p>			
<p>Kort beskrivelse med begrunnelse: Ingen av alternativene for ny bru berører kjent naturtype for strandeng. Det er heller ikke konflikt med myrer i området eller registrerte arter.</p>			
Tema	Alternativ 3	Alternativ 5	Alternativ 6
Naturmangfold	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial
Rangering	1	1	1

Alternativ 3

Ingen av alternativene for ny bru berører kjent naturtype for strandeng. Konfliktpotensialet er lavt. Ingen hekkeområder for fugler kjent, og konfliktpotensialet er lavt. Det er imidlertid et klart behov for en bedre kartlegging av mulige viktige funksjonsområder for fugl. Alternativ 3 ligger lengre unna registrerte arter i området sammenlignet med de to andre alternativene.

Alle alternativene kan berøre utkanten av en eller flere av myrområdene innen planområdet. Konfliktpotensialet vurderes likevel som lavt, men det bør vurderes avbøtende tiltak og en bedre kartlegging som en del av utredningsarbeidet. Alternativ 3 skiller seg noe ut fra de to andre alternativene ved å gå på tvers av et større skogsområde som kan være et økologisk funksjonsområde for arter. Alternativet vil også gå midt mellom to myrområder som kan ha en viktig økologisk funksjon. Det er få forskjeller knyttet til konfliktpotensialet for de tre alternativene, og de rangeres derfor likt. Ingen av alternativene vil medføre arealinngrep i registrerte verdier.

Alternativ 5

Samme som for alternativ 3. Alternativ 5 vil ligge noe nærmere registrerte arter, men vurderes å ikke påvirke artenes leveområde i vesentlig grad. Det er få forskjeller knyttet til konfliktpotensialet for de tre alternativene, og de rangeres derfor likt. Ingen av alternativene vil medføre arealinngrep i registrerte verdier.

Alternativ 6

Samme som for alternativ 3. Alternativ 6 vil ligge noe nærmere registrerte arter, men vurderes å ikke påvirke artenes leveområde i vesentlig grad. Det er få forskjeller knyttet til konfliktpotensialet for de tre alternativene, og de rangeres derfor likt. Ingen av alternativene vil medføre arealinngrep i registrerte verdier.

6.3 Friluftsliv og by-/ og bygdeliv

Friluftsliv er i håndbok V712 definert som opphold og fysisk aktivitet i friluft i fritiden med sikte på miljøforandring og naturopplevelse. Begrepet by- og bygdeliv blir her definert som opphold og fysisk aktivitet i byer og tettsteder. Sentralt for temaet friluftsliv / by- og bygdeliv er folk sin bruk og opplevelse av det naturlige og menneskepåvirkede landskapet inklusive byer og tettsteder. Gjennomgangen i denne rapporten baserer seg på registreringskategorier fra V712, men er tilpasset et overordnet nivå. Gjennomgangen er i all hovedsak ment som en tidlig konfliktpotensialvurdering for deltemaet. Konfliktpotensialet er beskrevet per registreringskategori.

6.3.1 Kunnskapsgrunnlag og datakilder

Følgende kartgrunnlag og datakilder er benyttet som grunnlag for vurderingene:

- www.miljøstatus.no
- www.namsos.kommune.no – padling i Namdalen
- Samtale med Namsos kommune
- Naturbase.no
- SSB
- [Turtjenesten ut.no](http://Turtjenesten.ut.no)

6.3.2 Registrerte verdier

Namsos kommune har startet en kartlegging og verdsetting av friluftsområder i henhold til veileder fra Miljødirektoratet M98-2013, men resultatene av kartleggingen er ikke tilgjengelig per d.d. I kartleggingen kommunen har gjort er det ingen kartleggingsområder ved influensområdet til brualternativene, jf. oversendte filer fra Namsos kommune.

På Jøa-siden vil alle tre alternativer lande mot land i et skogområde med en relativt bratt skråning ned mot sjøen. Det er ukjent om dette området har noen verdi for friluftsliv, men samtaler med Namsos kommune tilsier ingen kjent, eller spesifikk bruk av området til friluftsliv. Området ved Seierstad ferjekai har i dag en dagligvarehandel med post i butikk, servicesenter og båthavn. Det kan legges til grunn at bruken er lokal og kan ha noe verdi.

Ferdelsforbindelseslinjer

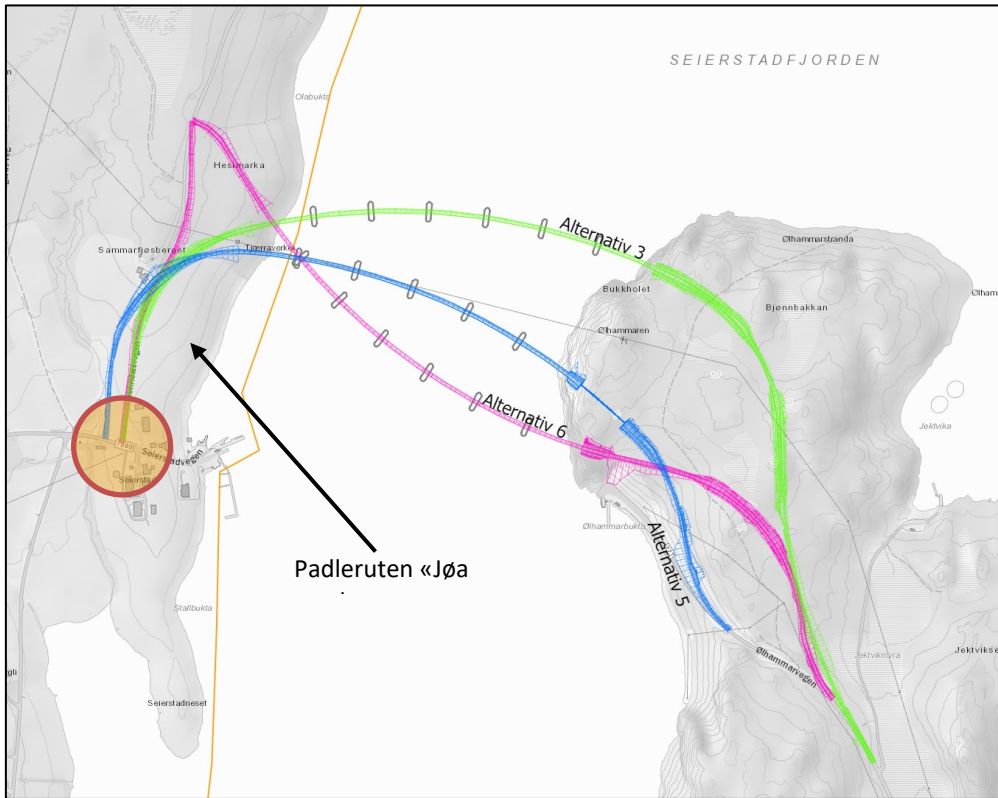
Tilbudet for gående og syklende er i all hovedsak langs offentlig veg innenfor influensområdet uten spesiell tilrettelegging. Estimert årsdøgntrafikk i 2018 var 198 med 3 % tunge kjøretøy mellom fastlandet og Jøa med dagens ferjeforbindelse. Ferdelslinjene har derfor lav verdi for myke trafikanter i eksisterende situasjon og har stort potensial for forbedring. Det er satt opp informasjonsskilt ved Seierstad ferjekai for sykkelruter på Jøa. Videre er vegen på Jøa nordover mot Fosnes/Gammelvegen skiltet som sykkelveg. Det er ikke registrert turområder, leke og rekreasjonsområde, ferdsel til fots på frossen eller snølagt mark i noen av de undersøkte kartbasene.

<p>Eksisterende veg på fastlandet.</p> 	<p>Veg på Jøa som er vurdert som aktuell trase for flere alternativer. Vegen er også skiltet som sykkelveg.</p> 
<p>Ølhammaren ferjekai – ingen av alternativene går via denne ferjekaien</p> 	<p>Seierstad servicebygg og båthavn. Alle alternativer går utenom dette området.</p> 

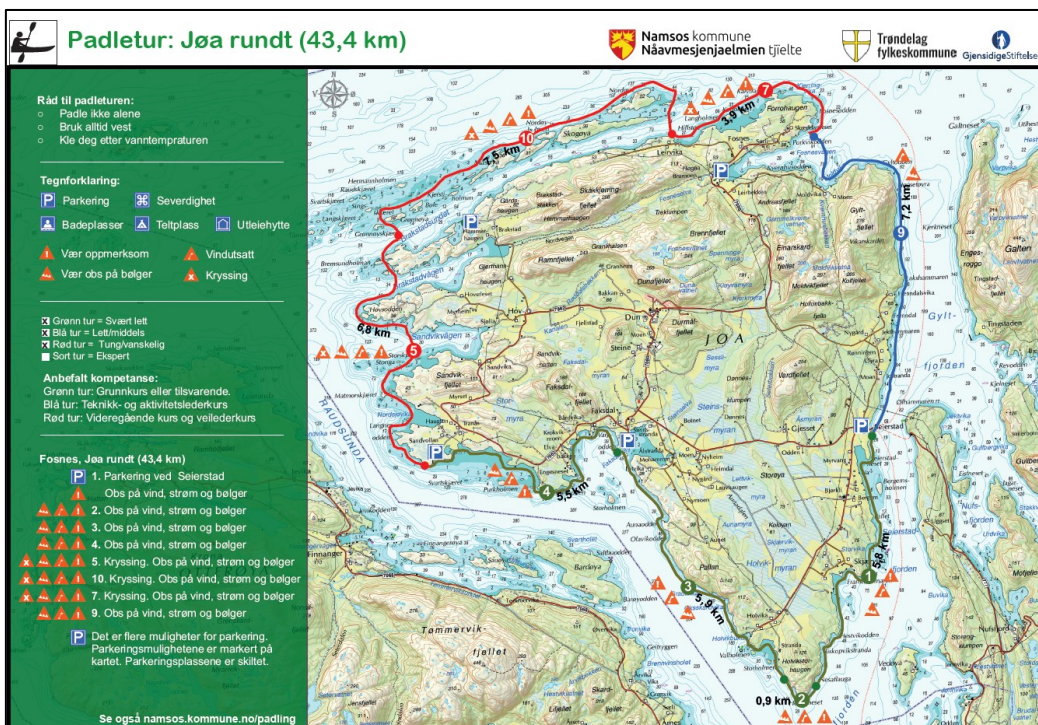
Figur 6-21 Bildene over viser noen av de eksisterende veger i området

Padlerute

Det er registrert en padlerute i Seierstadjorden som del av «Jøa rundt», delstrekning Seierstad til Tranås (Visit Namdalen, 2021). Padleruten går langs land på Jøa gjennom hele planområdet. Padleruten «Jøa rundt» på 43 km er vurdert som en krevende tur, der delstrekningen Seierstad og nordover forbi brualternativene er spesielt krevende. Parkeringsplassen ved ferjekaien ved Seierstad er viktig for bruken av padleruta. Padleruten «Jøa rundt» er av lokal til regional verdi, det vil si noe verdi.



Figur 6-22 Padlerute vist med oransje linje. Parkeringsplass er vist med oransje sirkel og P



Figur 6-23 Padletur: Jøa rundt. Informasjonskart for padleruta

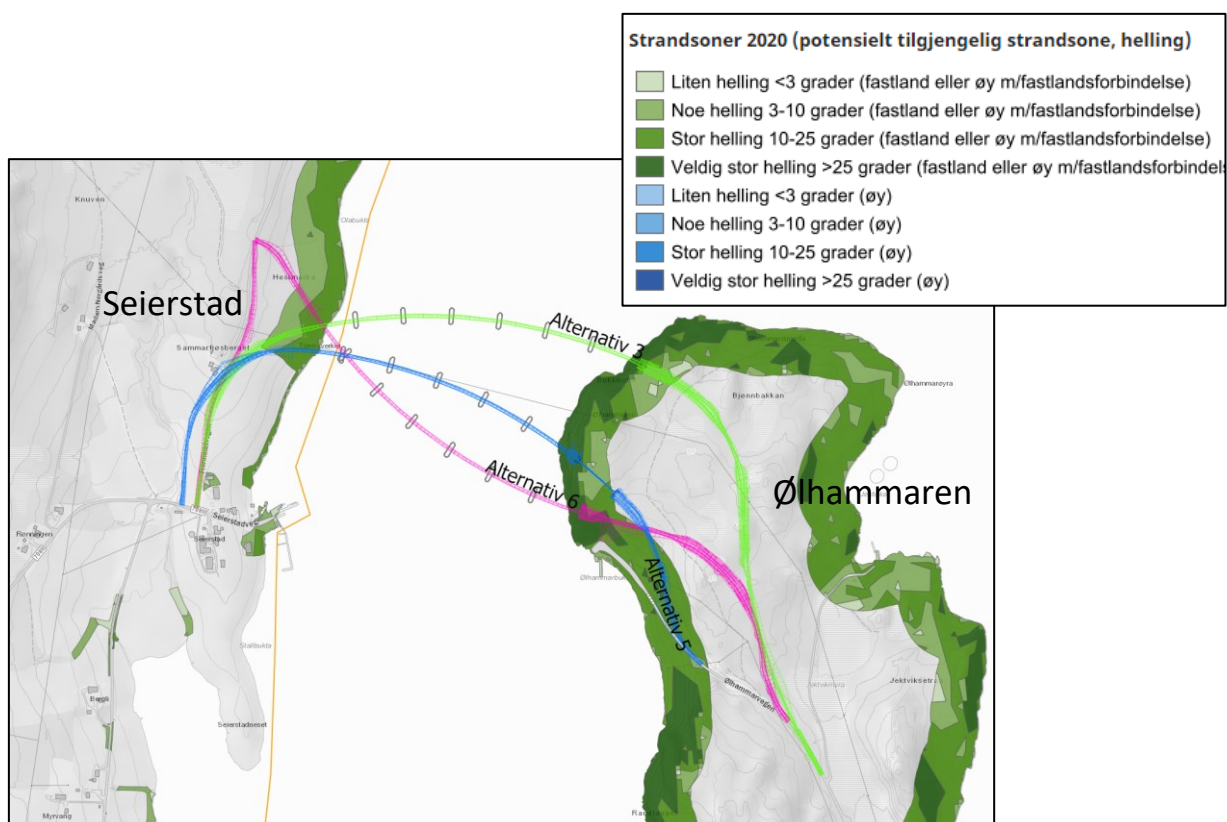
Strandsone

Strandsonen er generelt av stor nasjonal interesse og det er et mål å avgrense bygging i strandsonen. I 100- metersbeltet langs sjøen og langs vassdrag skal det tas særlig hensyn til natur- og kulturmiljø, friluftsliv, landskap og andre allmenne interesser. Alle alternativene vil påvirke strandsonen.

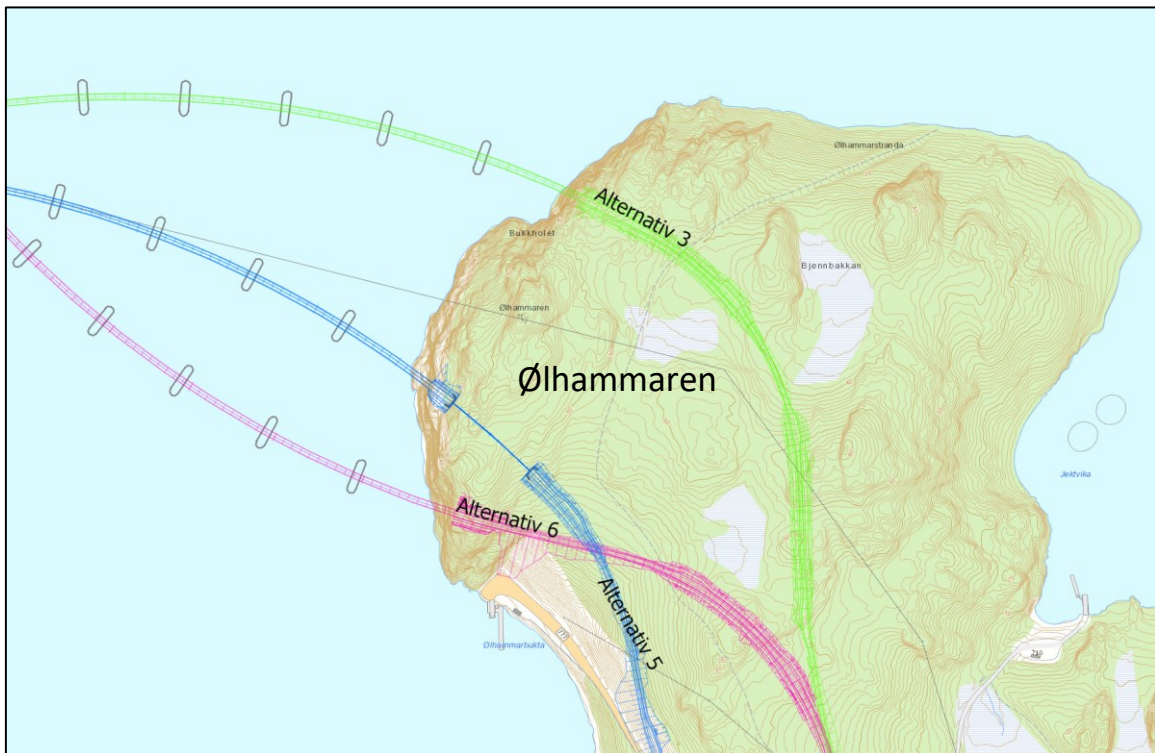
I «Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen» er Namsos kommune definert som en kommune med mindre arealpress (sone 3) (Regjeringen, 2021). I slike områder tilsier retningslinjene at byggeforbud i 100-metersbeltet gjelder generelt, men det åpnes i noe grad for utbygging etter en konkret vurdering av lokale forhold.

Som vi ser i kartet nedenfor, er det registrert potensielt tilgjengelig strandsone hele veien på fastlandet og nord for dyrka marka på Jøa. Deler av områdene langs sjøen er svært bratte, og har liten betydning for friluftsliv. Kommunen har heller ikke registrert betydelig bruksfrekvens eller kvaliteter knyttet til friluftsliv i dette området. Alle brukar på landsiden ligger i svært bratte stup, og vil i praksis ikke redusere eller påvirke potensielt tilgjengelig strandsone.

Strandsonen er gitt noe verdi basert på potensielt tilgjengelig strandsone.



Figur 6-24 Ved Ølhammaren er områdene nærmest sjøen registrert med veldig stor helling (>25 grader), mens det er noe mindre helling på Jøa-siden (10-25 grader). Padleruten er vist med oransje linje



Figur 6-25 Alle brukarene på landsiden (Ølhammaren) ligger i svært bratte stup

Støy

Etablering av bru vil medføre endringer i støybildet innenfor influensområdet. Støy utredes som prissatt konsekvens i henhold til SVV håndbok V712, men i tema friluftsliv / by- og bygdeliv utredes likevel hvilken påvirkning støy har på menneskers bruk og opplevelse av by- og friluftslivsområder.

Hvilke områder som rammes av støy og forskjell i støynivå for de tre alternativene er ikke utredet i dette kapitlet, men dagens situasjon viser at det er støy i gul sone (opptil 65 dB) langs vegene. Dagens ferje gir støy som kommer og går, og medfører i hovedsak støy ved ferjekaiene. Brualternativene vil derimot gi en mer jevn trafikkstøy. Det er generelt lite trafikk i området og derfor ikke forventet stor økning i støynivå som følge av etableringen av bru. Siden området i liten grad brukes av mennesker til friluftslivsaktiviteter vurderes det at brualternativene ikke vil påvirke bruken i særlig grad. Når man for eksempel padler gjennom området vil ikke støy fra ei bru være avgjørende for aktiviteten og opplevelsen av området. Støy fra vegtrafikk vil kunne reduseres ved å etablere avbøtende tiltak nær støykilden, på brua.

6.3.3 Vurdering av verdi og konfliktpotensial

Tabeller fra Statens vegvesens veileder V712 Konsekvensanalyser med verdikriterier for fagtema friluftsliv/by- og bygdeliv og vurdering av konfliktpotensial iht. forenklet metode er benyttet i vurderingen.

Verdivurdering: Friluftsliv / by- og bygdeliv		
Liten verdi	Middels verdi	Høy verdi
▲		
<p>Kort beskrivelse med verdibegrunnelse:</p> <p>Det er få registreringer av bruk innenfor influensområdet, og Namsos kommune kjenner heller ikke til noen særlig bruk av området. Padleruta Jøa rundt har lokal til regional verdi. Dette anses til dels som en krevende tur, med noe begrensede brukergrupper. Båthavnen ved Seierstad har en lokal verdi. Strandsone, på begge sider, blir lite brukt til friluftsliv. Med grunnlag i registreringene vil området få liten verdi innenfor fagtemaet, jf. håndbok V712, fordi det er få brukere, har lokal betydning og attraktivt for noen grupper. Influensområdet er heller ikke registrert som vurderingsområder i kartleggingen av friluftsliv i regi av kommunen.</p> <p>Verdivurdering friluftsliv / by- og bygdeliv: Liten verdi.</p>		
Tiltakets konfliktpotensial		
Noe	Middels	Stort
▲ Alt. 3 ▲ Alt. 5 ▲ Alt. 6		
<p>Kort beskrivelse med begrunnelse:</p> <p>Slik planene for bygging av ny veg og bru foreligger nå, vurderes omfanget som lite til middels negativt. For padleruta Jøa rundt som helhet vil tiltaket i liten grad berøre padleruta. Lokalt ved Seierstad, kan imidlertid landingspunktet for ny bru være krevende, og ny vil medføre en endring ved opphold i strandsone i form av skyggeeffekter og nye konstruksjoner. Også økt støynivå kan påvirke bruken i mindre grad. Samtidig vil bortfall av fergeruter i stor grad veie opp for dette, slik at sammenlignet med nullalternativet (fergedrift) vurderes konfliktpotensialet som lite.</p> <p>Konfliktpotensial: Noe</p>		

Tema	Alternativ 3	Alternativ 5	Alternativ 6
Friluftsliv/by- og bygdeliv	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial
Rangering	1	1	1

Alternativ 3

Området ved strandsone både på Jøa og landsiden er generelt lite tilgjengelig og lite brukt. Brualternativene medfører derfor lite konfliktpotensial på land. Ved Seierstad er det noe mer bruk, men ingen av brualternativene vil berøre dette området. Padleruta vil måtte stenges i bygge- og anleggsperioden. Når anlegget er ferdig vil padleruta i praksis fungere som i dag, selv om man da passerer forbi ei bru med et landingspunkt. Det er få forskjeller knyttet til konfliktpotensialet for de tre alternativene, og de rangeres derfor likt.

Alternativ 5

Samme som for alternativ 3. Det er få forskjeller knyttet til konfliktpotensialet for de tre alternativene, og de rangeres derfor likt.

Alternativ 6

Samme som for alternativ 3 og 5. Det er få forskjeller knyttet til konfliktpotensialet for de tre alternativene, og de rangeres derfor likt.

6.4 Kulturarv

Kulturarv defineres her som materielle og immaterielle spor etter menneskelig virksomhet. I denne analysen er det de materielle sporene etter menneskers virksomhet som er i fokus, Temaet omfatter følgende deltemaer:

- Kulturminner
- Kulturmiljøer
- Verneverdige bygninger
- Kulturhistoriske landskap inklusive bylandskapet

6.4.1 Kunnskapsgrunnlag og datakilder

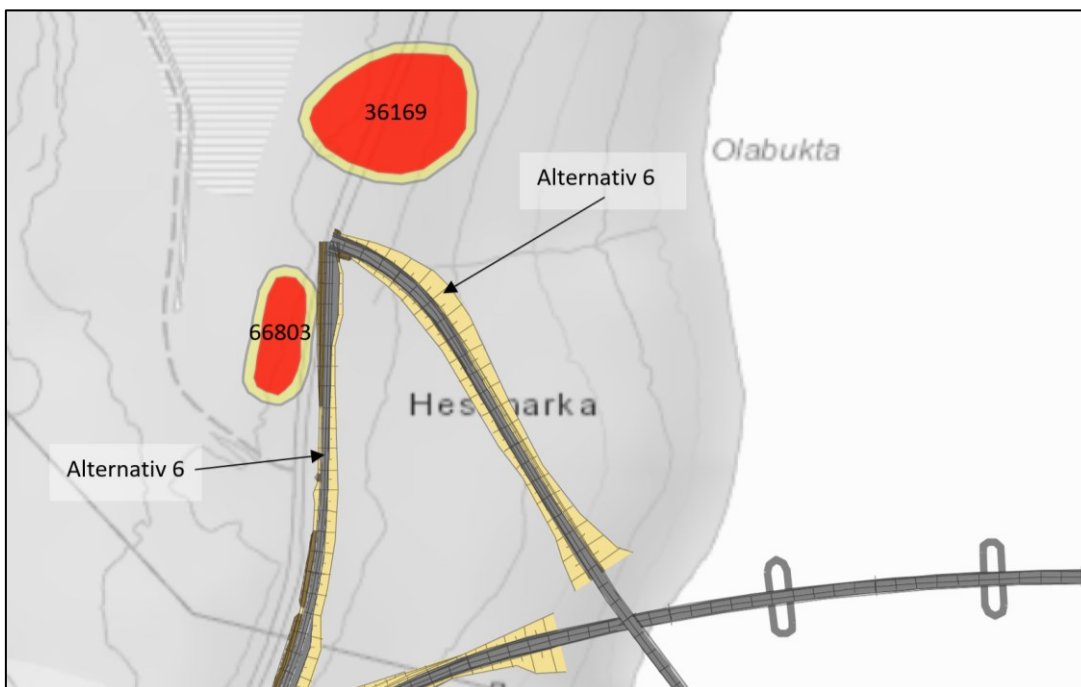
Følgende kartgrunnlag og datakilder er benyttet som grunnlag for vurderingene:

- www.miljøstatus.no
- Askeladden, Riksantikvaren
- Kulturminnesok.no

For dette temaet er det vurdert kulturminner og kulturmiljø hvor det er risiko for vesentlige, negative konsekvenser. Visuell påvirkning av veg og bru over lengre avstand er ikke vurdert. Bru mellom Ølhammaren og Jøa vil blant annet være synlig på lang avstand fra flere kulturmiljø langs Seierstadvjorden og Gyltfjorden. Det er vist utsnitt av kart med registrerte kulturminner og alternative veglinjer.

6.4.2 Registrerte verdier

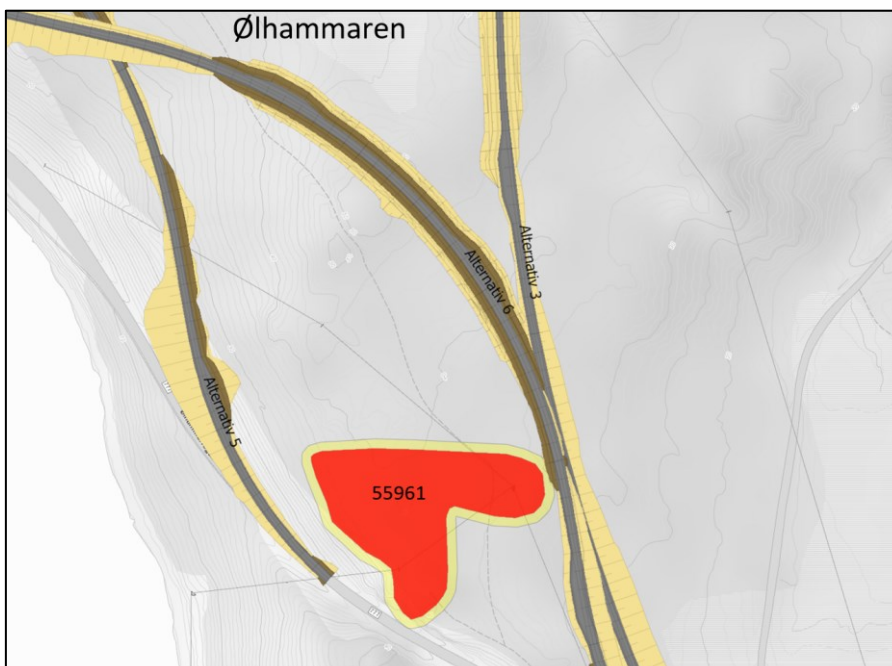
Innenfor influensområdet er det registrert tre kulturminnelokaliteter og enkelte SEFRAK-bygninger. Det er to lokaliteter på Jøa ved Hestmarka, en lokalitet ved ferjekaiområdet på landsiden. Ved Seierstad er det en samling av SEFRAK-bygninger. Det er ikke kjente registreringer innenfor andre registreringskategorier. I forbindelse med videre planarbeid vil Fylkeskommunen avklare behov for undersøkelser knyttet til kulturminner innenfor tiltaksområdet.



Figur 6-27 Gravfelt ved Hestmarka. Alternativ 6 er det eneste alternativet som ligger nært disse to lokalitetene

Uggset gravfelt

På landsiden er det et gravfelt på gården Uggset (55961). Gravfeltet består av 5 rundrøyser, 1 rest av en rundrøys, 1 mulig langrøys, 1 steinpakning og 1 mulig hustuft. Dataene er samlet inn av NTNU Vitenskapsmuseet og registrert i 1985. Lokalitetene er datert til å være fra bronsealder-jernalder og førreformatisk tid.



Figur 6-28 Uggset gravfelt ligger mellom alternativ 5 og 3/6

Seierstad gård - SEFRAK bygninger

På Seierstad gård (253/1) er det registrert to SEFRAK bygninger:

1. Ruin etter jordkjeller. Tiltak som kan berøre dette kulturminnet er meldepliktig etter kulturminnelovens § 25.
2. Våningshuset på Seierstad gård er registrert som et annet SEFRAK bygg. Dette har ingen spesiell meldeplikt, vernestatus eller lignende.

Seierstad er et viktig gårdsanlegg på Jøa. Gården var i sin tid et velkjent handelssted, og har nok vært en kamplass i eldre tid (Kulturminneplan Fosnes kommune 2019). Det eldste huset på gården er våningshuset, Seierstadlåna, som er bygd omkring 1780. Huset er bygd som en kopi i miniatyr av Stiftsgården i Trondheim. Huset er i dag todelt, der den ene enden er modernisert, mens den andre enden er forholdsvis original. Gården har en flott jordkjeller som er uvanlig på Jøa i dag. Handels- og bryggemiljøet på Seierstad er regnet som et viktig kulturmiljø.

Selv om våningshuset ikke er registrert som et meldepliktig hus etter kulturminnelovens § 25, er huset trolig eldre enn 1850, og burde ha vært registrert.

6.4.3 Vurdering av verdi og konfliktpotensial

Tabeller fra Statens vegvesens veileder V712 Konsekvensanalyser med verdikriterier for fagtema kulturarv og vurdering av konfliktpotensial iht. forenklet metode er benyttet i vurderingen.

Verdivurdering: Kulturarv		
Liten verdi	Middels verdi	Høy verdi
▲		
<p>Kort beskrivelse med verdibegrunnelse: Området har flere kulturminnelokaliteter fra jernalder og førreformatisk tid som er automatisk fredet. Registreringene har lokal eller regional kulturhistorisk betydning og består av bygningsmiljø som inneholder bygninger med arkitekturhistorisk betydning. Med bakgrunn i disse registreringene og verdikriterier i håndbok V712 er verdiene i området gitt middels verdi. Verdivurdering fagtema kulturarv: Middels verdi.</p>		
Tiltakets konfliktpotensial		
Noe	Middels	Stort
▲ Alt. 3 ▲ Alt. 5 ▲ Alt. 6		
<p>Kort beskrivelse med begrunnelse: Slik planene for bygging av ny veg foreligger nå, vurderes omfanget som lite negativt. Ingen av alternativene vil berøre kulturminner eller sikringssoner for kulturminnelokaliteter. Alternativ 3 og 6 vil komme nært sikringssonen for kulturminnet ved Uggset. Alternativ 6 vil i tillegg ligge nært en av lokalitetene ved Hestmarka. Alternativ 5 ligger i god avstand til alle registrerte kulturminner. Konfliktpotensial: Noe</p>		

Tema	Alternativ 3	Alternativ 5	Alternativ 6
Kulturarv	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial
Rangering	2	1	2

Alternativ 3

Alternativet vil ikke berøre noen kulturminner, men vil likevel ligge svært nært Uggset gravfelt. Alternativet har større avstand til lokaliteten ved Uggset enn alternativ 6. Alternativet vil ikke berøre sikringssonen eller lokaliteten ved optimaliseringer av veglinja i neste fase. Det er likevel knyttet mer usikkerhet til konsekvensene for kulturarv ved dette alternativet sammenlignet med alternativ 5 på grunn av nærføring til kulturminnet. Rangeres som det nest beste alternativet sammen med alternativ 6.

Alternativ 5

Alternativet er det som ligger lengst fra de registrerte verdiene for kulturarv. Ved gravminnet ved Uggset vil alternativet ligge i samme trasé som dagens veg, og alternativet vil derfor ikke medføre vesentlige konsekvenser for gravminnet i dette området. Rangeres derfor som det beste alternativet.

Alternativ 6

Alternativet ligger svært nært sikringssonen for gravminnet ved Uggset, men vil ikke berøre sikringssonen eller lokaliteten ved optimaliseringer av veglinja i neste fase. Det er likevel knyttet mer usikkerhet til konsekvensene for kulturarv ved dette alternativet sammenlignet med alternativ 5 på grunn av nærføring til kulturminnet. Rangeres som det nest beste alternativet sammen med alternativ 3.

6.5 Naturressurser

For fagtema naturressurser vurderer man ut fra samfunnets interesser og behov for å ha ressursgrunnlaget tilgjengelig for framtida. Fagtemaet omfatter jordbruk, reindrift, utmarksarealer, fiskeri, vann og mineralressurser.

6.5.1 *Kunnskapsgrunnlag og datakilder*

Følgende kartgrunnlag og datakilder er benyttet som grunnlag for vurderingene:

- www.fiskeridirektoratet.no
- Kilden, NIBIO
- Landbruksdirektoratet
- AR5 kartlegginger
- <https://minit.dirmin.no/kart/>
- Hjorteviltregisteret

Det er ingen registrerte mineralressurser innenfor området.

6.5.2 *Registrerte verdier*

Områdene ved Seierstad på Jøa og ved Ølhammaren på fastlandet består i hovedsak av skogsområder, med innslag av myr og fulldyrka jord. Deler av alternativene følger eksisterende vegtrase både på fastlandet og på Jøa.






Figur 6-29 Grunnlagskart er FKB AR5-registreringer med de tre brualternativene

Jordbruk

Det er registrerte jordbruksområder med fulldyrka jord ved Seierstad på Jøa. De berørte jordbruksteigene er 25,0 og 29,6 dekar, og ingen av de er tungbrukt i henhold til kartlaget «Verdiklasser basert på AR5 og DMK» jf. NIBIO Kilden. Det er ingen jordbruksområder på landsiden. Jordkvalitet eller jordressursklasse er ikke registrert for jordbruksteigene. På Jøa er det områder skogsområder registrert som dyrkbar jord. Se kart nedenfor.

<p>Alternativ 3 Beslaglegger ytterkanten av et jorde.</p>	
<p>Alternativ 5 Beslaglegger og splitter ett jorde mer enn de to</p>	

<p>andre alternativene.</p>	
<p>Alternativ 6 Berører ytterkanten av to jordbruks-teiger der det allerede er veg i dag, men splitter ikke opp noen teiger.</p>	
<p>Dyrkbar jord for alle alternativer Alternativ 6 berører mest dyrkbar jord. Dyrkbar jord lengst sør som alternativ 5 berører, ligger langs/i Seierstadbekken og vurderes å ikke være aktuelt for nydyrking.</p>	

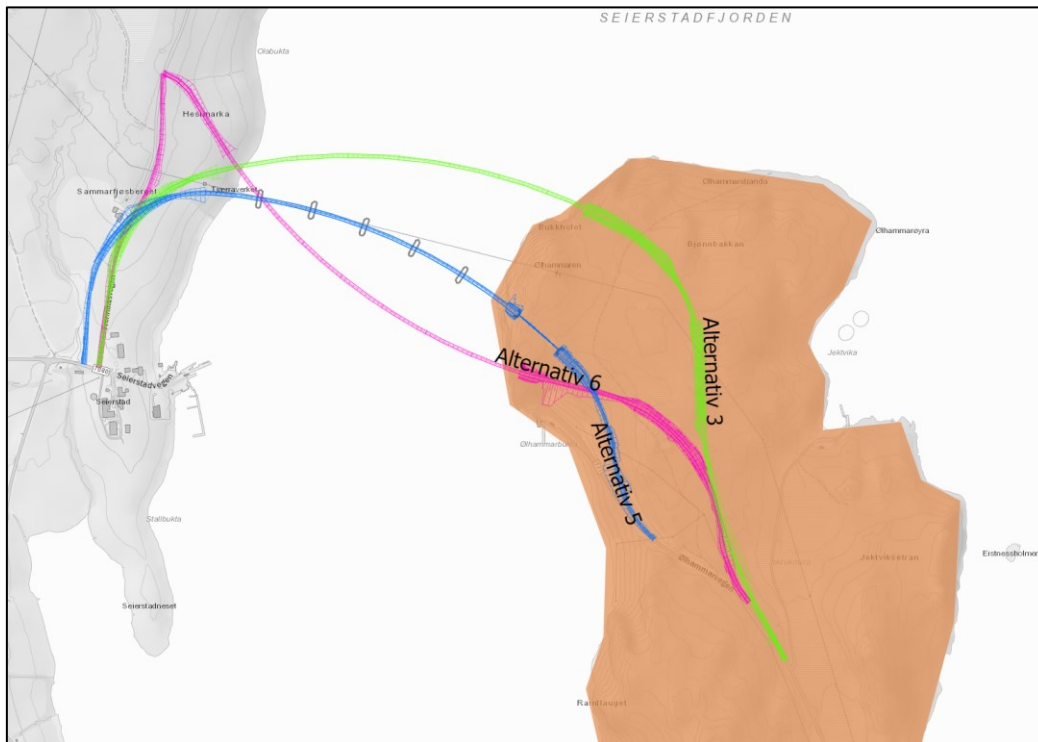
Figur 6-30

Utmark

På landsiden beiter sauer som tilhører Nordre Vemundvik beitelag. Beitelaget omfatter nesten hele øya Elvalandet. I 2020 var det registrert at totalt 1054 sau og lam ble sluppet innenfor beiteområdet. Det foreligger ikke vegetasjonskart knyttet til utmarksbeite på NIBIO Kildens kartdatabase (Sept.2021). Det er registrert mye hjort, elg og rådyr både på landsiden og på Jøa. Det har blitt registrert spesielt mange fallvilt med hjort på Jøa sammenlignet med på landsiden, statistikk i hjorteviltregisteret

Reindrift

Området ligger innenfor Åarjel-Njaarke sijte / Vestre Namdal reinbeitedistrikt. Hele landsiden er registrert som vinterbeite (senvinterland). Senvinterland er de deler av vinterområdene som normalt er mest sikre mot store snømengder og nedising på midt- og senvinteren. Sesongbegrepet er ikke konstant og definert innenfor en konkret sesong. Sesongens lengde kan derfor variere i både tid og utstrekning fra år til år. Det er ingen registrerte gjerder, anlegg, trekkleier, flyttleier eller oppsamlingsområder innenfor influensområdet. I hvor stor grad området benyttes som beiteområde og hvilken verdi det har må undersøkes nærmere i senere fase.



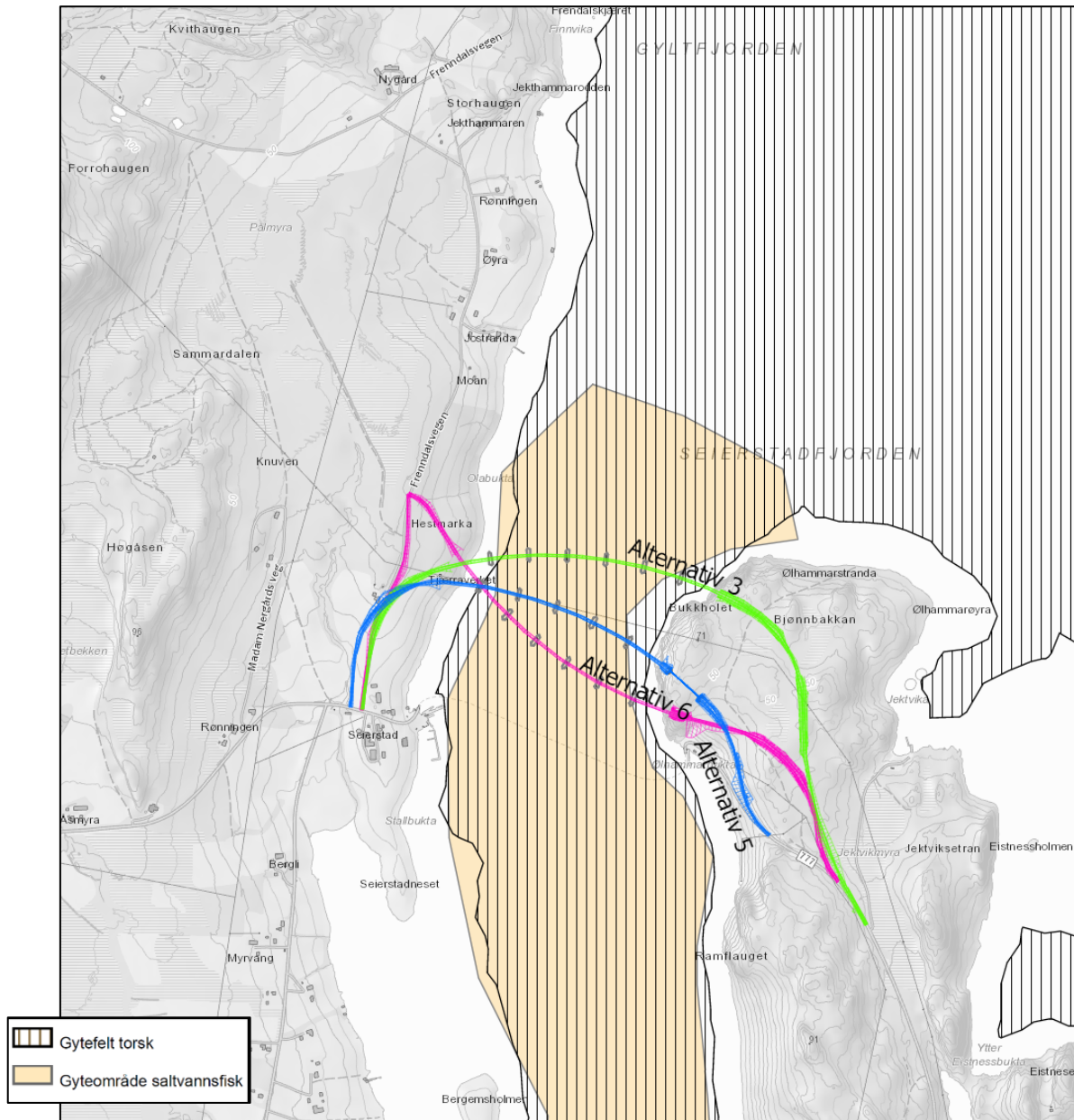
Figur 6-31 Senvinterbeite for rein på landsiden

Fiskeri

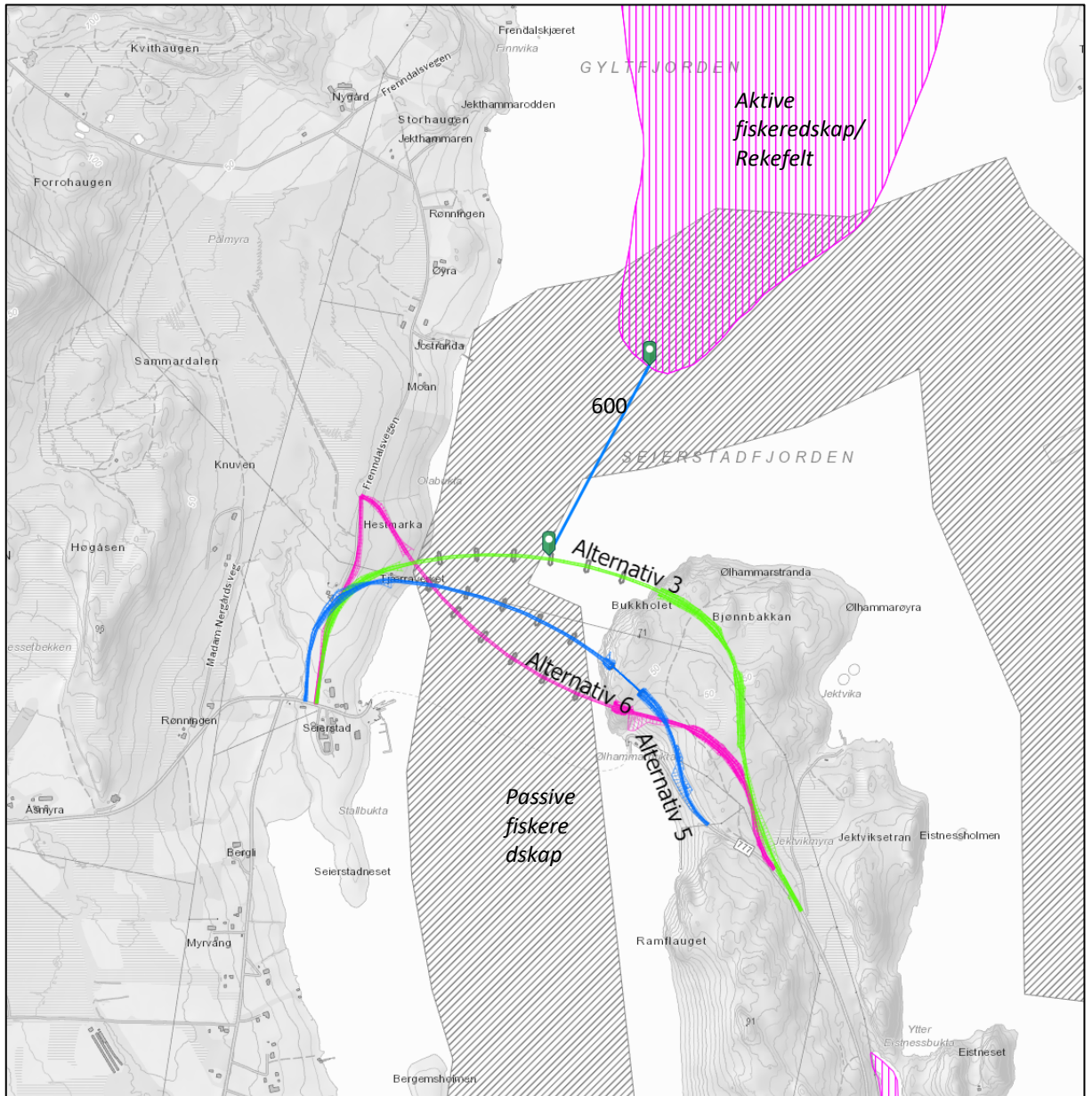
Fiskeri er regulert gjennom lovverket der havressursloven vil ha størst betydning. Det er det generelle hensynet til ikke å påvirke eller ødelegge viktige lokaliteter for fiske som er det styrende. Seierstadfjorden er registrert som biled.

Det er registrert gytefelt for torsk og gyteområde for saltvannsfisk, herunder torsk, lysing og hyse, i Seierstadfjorden, der de tre brualternativene ligger. Pensjonerte fiskere har gjennom Fiskeridirektoratet oppgitt at torsk og hyse gyter i perioden mars-april, mens lysing gyter i perioden august til oktober innenfor gyteområdet. Gytefeltet for torsk er registrert som lokalt viktig med lav egg tetthet og middels retensjon. Videre er det registrert område for passive fiskeredskap mellom fastlandet og Jøa, der det brukes settegarn i perioden januar-desember. 600 m lenger nord, i

Gyltefjorden, er det registrert aktive fiskeredskap tilknyttet et rekefelt. Trålefiske foregår i perioden januar-deember.



Figur 6-32 Gytefelt i Seierstadvjorden for torsk, hyse og lysing



Figur 6-33 Aktive og passive fiskeredskap. Rosa felt er område registrert med aktive redskap tilknyttet rekefeltet

6.5.3 Vurdering av verdi og konfliktpotensial

Tabeller fra Statens vegvesens veileder V712 Konsekvensanalyser med verdikriterier for fagtema naturressurser og vurdering av konfliktpotensial iht. forenklet metode er benyttet i vurderingen.

Verdivurdering: Naturressurser		
Liten verdi	Middels verdi	Høy verdi
▲		
<p>Kort beskrivelse med verdibegrunnelse:</p> <p>Jordbruksteigene er ikke tungbrukt i henhold til kartlaget «Verdiklasser basert på AR5 og DMK» fra NIBIO og gis derfor stor verdi i henhold til NIBIOs vurdering av områder uten jordsmonnkart. Områdene på landsiden benyttes til beite for sau. Det er også jakt og fiskeressurser med en viss næringsmessig betydning. Gyteområdene for torsk er lokalt viktige. Samlet sett gis området middels til stor verdi med bakgrunn i verdikriterier i håndbok V712.</p> <p>Verdivurdering fagtema naturressurser: Middels-stor verdi.</p>		
Tiltakets konfliktpotensial		
Noe	Middels	Stort
▲ Alt. 3 ▲ Alt. 5 ▲ Alt. 6		
<p>Kort beskrivelse med begrunnelse:</p> <p>Alle alternativene vil berøre jordbruksteiger på begge sider av Frenndalsvegen på Jøa, men alternativ 5 vil berøre den vestligste teigen i størst grad. Alternativ 3 vil beslaglegge større arealer med fulldyrket jord og vil også splitte opp en ekstra jordbruksteig. Alle alternativene vil berøre Seierstadfjorden og gytefeltene med pontonger. Det vil også være mye aktivitet både på land og i fjorden i anleggsfasen.</p> <p>Konfliktpotensial: Middels-stort.</p>		

Tema	Alternativ 3	Alternativ 5	Alternativ 6
Naturressurser	Middels til stort konfliktpotensial	Middels til stort konfliktpotensial	Middels konfliktpotensial
Rangering	2	2	1

Alternativ 3

Alternativet berører fulldyrket jord på Jøa og vil også berøre et større utmarksområde på landsiden. I likhet med alle brualternativene vil gyteområder for fisk kunne bli påvirket under anleggsarbeidet. Alternativ 3 berører i større grad vinterbeite for rein på landsiden. Rangeres som det nest beste alternativet sammen med alternativ 5.

Alternativ 5

Alternativet berører fulldyrket jord på Jøa, og vil beslaglegge større arealer med fulldyrket jord enn de to andre alternativene. Alternativet vil også splitte opp en ekstra jordbruksteig. I likhet med alle brualternativene vil gyteområder for fisk kunne bli påvirket under anleggsarbeidet. Rangeres som det nest beste alternativet sammen med alternativ 3.

Alternativ 6

Alternativet berører fulldyrket jord på Jøa, men kun i utkanten av teigene langs eksisterende veg. Alternativet vil sammenlignet med alternativ 3 og 5 beslaglegge mer dyrkbar jord. I likhet med alle

brualternativene vil gyteområder for fisk kunne bli påvirket under anleggsarbeidet. Rangeres som det beste alternativet.

6.6 Sammenstilling for ikke-prissatte virkninger

Alternativ Tema	Alternativ 3	Alternativ 5	Alternativ 6
Landskap	Middels konfliktpotensial	Middels-stort konfliktpotensial	Middels-stort konfliktpotensial
Naturmangfold	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial
Friluftsliv/ By- og bygdeliv	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial
Kulturarv	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial	Noe konfliktpotensial
Naturressurser	Middels til stort konfliktpotensial	Middels til stort konfliktpotensial	Middels konfliktpotensial
Rangering	1	2	3

Tabell 6-1 Sammenstilling av ikke-prissatte virkninger, iht. forenklet metode fra Statens vegvesens veileder V712 Konsekvensanalyse

Forklaring til rangering av alternativene:

Det er generelt lite som skiller alternativene innenfor de ulike temaene fra hverandre. Hovedårsaken til dette er at alle alternativene er samlet innenfor et begrenset plan- og influensområde.

Det er to tema, landskapsbilde og naturressurser, som for noen av alternativene har middels-stort konfliktpotensial. Det er disse temaene som da vil ha størst betydning for rangeringen.

For naturressurser er det marginale forskjeller i beslag av dyrka mark som gir denne forskjellen. Tiltaket vil imidlertid påvirke landskapet i hele fjordrommet, både med hensyn til nær- og fjernvirkning, og forskjellene mellom de tre alternativene har betydning for hvor dominerende tiltaket vil oppleves fra Seierstad og fjordrommet. Alternativene påvirker dette rommet mindre, jo lenger nord de ligger plassert på Elvalandet, da dette har betydning både for hvor dominerende tiltaket oppfattes og hvor mye Ølhammaren som landemerke endres sett fra fjordrommet. Da hele landskapet i Seierstadjorden påvirkes/forringes av brukryssingen tillegges landskapsbilde størst vekt i rangeringen.

Rangeringen blir derfor:

- 1 - alternativ 3
- 2 - alternativ 5
- 3 - alternativ 6

7 Sammenstilling av investeringskostnader bru og veg

Se kapittel 3.1.3 for investeringskostnader for Veg og kapittel 3.2 for investeringskostnader for bru. I tabell nedenfor er disse kostnadene slått sammen.

Usikkerhet i kostnadsoverslaget for veg ligger på +/-35%. Se begrunnelse i kap. 3.1.3. For flytebru i stål anslås usikkerheten til å ligge på 35 %. Se kapittel 3.5 for begrunnelse.

Alternativ	Sum byggekost VEG med MVA (Prisnivå 2021)	Sum byggekost Konstruksjon med MVA (Prisnivå 2021)	TOTAL byggekost (Prisnivå 2021)
3	81 175 000,-	751 930 000,-	833 105 000,-
5	95 634 000,-	672 810 000,-	768 444 000,-
6	81 915 000,-	747 670 000,-	829 585 000,-

Tabell 7-1 Kostnadsestimat for vegtrasé med flytebru i stål - Alternativ 3, 5 og 6. Alle tall er 2021-kr. og inkl. merverdiavgift

Alternativ 3 og 6 er henholdsvis 8,5 % og 8 % dyrere enn alternativ 5.

8 Klimagassbudsjett for alternativ 5, hovedalternativet

8.1 Metode og avgrensninger

Det er utført overordnede klimagassberegninger for alternativ 5 med stålponter i mellomfaseverktøy i Statens Vegvesens beregningsverktøy VegLCA v.5.02b med mengder fra kostnadsberegninger som angitt i kapittel 3.5. Enhet det beregnes i er CO₂-ekvivalenter (CO₂e).

Metode og avgrensninger for beregningene er videre beskrevet i vedlegg 4.

8.2 Resultater

8.2.1 Resultater etter livsløpsfaser

De totale klimagassutslippene fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Tabell 8-1. Totalt klimagassutslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 17 168 tonn CO₂e. I tillegg til oppsummeringen under finnes mer detaljerte resultater i vedlegg 4.

Livsløpsfase	Tonn CO ₂ e
Materialproduksjon	14 877
Utbygging	452
Drift og vedlikehold	1 839
Totalt	17 168

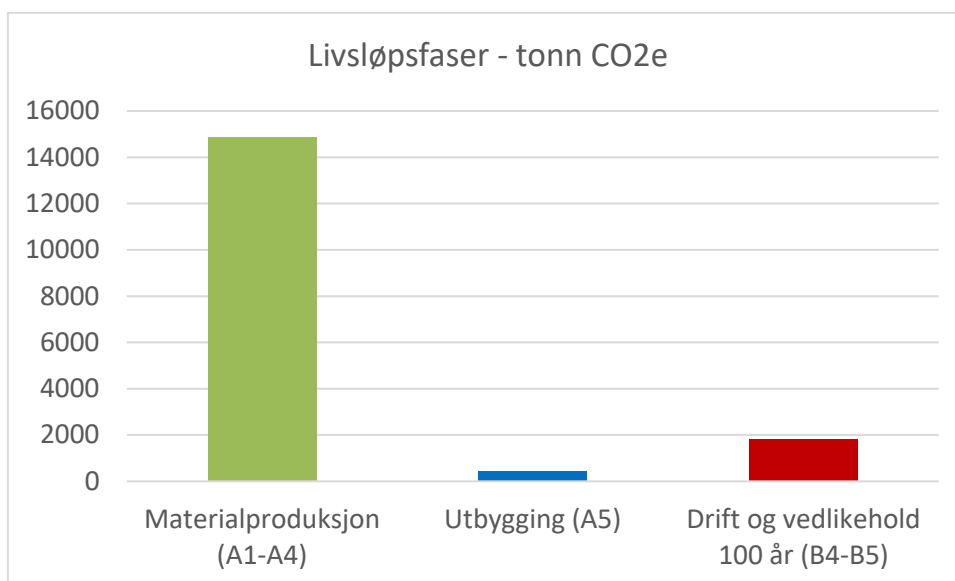
Tabell 8-1 Oversikt over klimagassutslipp fordelt på livsløpsfaser og vegkomponenter gitt i tonn CO₂e

Det er materialproduksjon som bidrar mest av livsløpsfasene med 14 877 tonn CO₂e. Se Figur 8-1.

Direkte utslipp fra byggeplass fra anleggsmaskiner, massetransport og sprengning er regnet inn i totalsum, og utgjør 344 tonn CO₂e.

Arealbruksendringer for tiltaket bidrar med 525 tonn CO₂e, dette regnes ikke inn i totalsum.

I driftsfase er det elektrisitet som gir hovedbidraget til utslipp med 1 068 tonn CO₂e.



Figur 8-1 Oversikt over klimagassutslipp fordelt på livsløpsfaser og vegkomponenter gitt i tonn CO2e

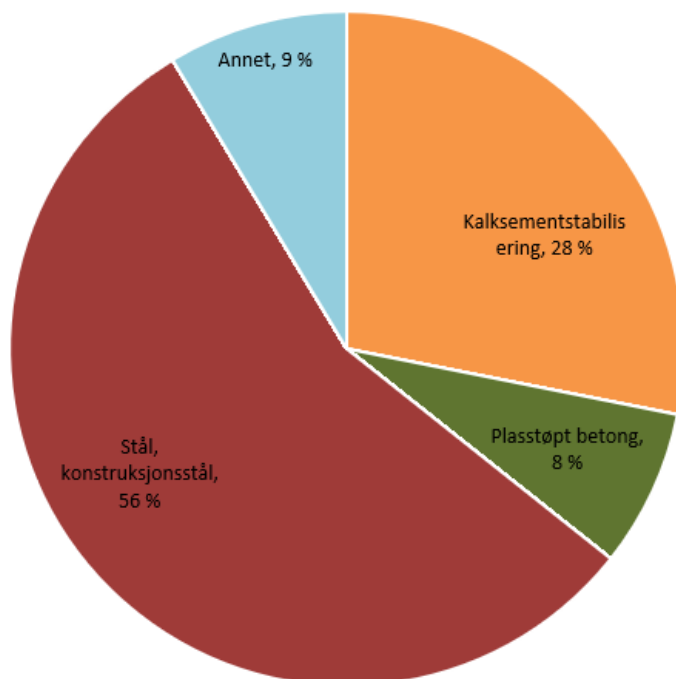
8.2.2 Resultater for materialproduksjon og utbygging

Figur 8-2 gir en oversikt over utslipp per innsatsfaktor for utslipp fra materialproduksjon og utbygging. Konstruksjonsstål medfører de største utslippene fra prosjektet med 56 % av utslippene fra materialproduksjon og utbygging. Kalksement utgjør 28 % og plasstøpt betong 8 %.

Kategorien «Annet» i Figur 8-2 består av flere mindre innsatsfaktorer under 2 %. Sprøytebetong utgjør 2 % og dieselforbruk i anleggsmaskiner 2 %. Massetransport utgjør 1 %, men dersom reell transportavstand blir lenger enn 20 km, eller mengde kjørte masser øker, vil dette utgjøre en større andel.

Klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging

Inkludert direkte utslipp på byggeplass. Ikke inkludert arealbruksendringer



Figur 8-2 Oversikt over klimagassutslipp for materialproduksjon og anleggsarbeid fordelt på innsatsfaktorer. Kilde: Utfylt VegLCA v. 5.03b for prosjektet.

8.2.3 Anbefaling for videre arbeider

Klimagassberegninger bør brukes aktivt ved videre alternativsvurderinger og gjennom prosjektet. Miljøvaredeklarasjoner (EPD) bør innhentes og sammenligninger brukes aktivt for store bidragsyttere til totalutslipp.

Det er produksjon av stål, betong og kalksement i store mengder som medfører de største utslippene i tidlige beregninger. Generelle tiltak i videre prosjektering vil kunne være, om mulig, å slanke konstruksjoner og dermed redusere mengder materialer produsert og tilkjørt. Alternativ for grunnstabilisering med mindre bruk av kalksement vil kunne være et tiltak. Videre vil bruk av stål med et større innhold av resirkulert stål, lavkarbonbetong klasse B eller bedre, eller stabiliseringsmiddel med lavere klimagassutslipp bidra til å redusere klimagassutslipp. Reduksjon av nedbygging av vegetert areal vil videre bidra til å redusere utslipp fra arealbruksendringer i prosjektet.

9 Muligheter for finansiering beregnet for alternativ 5

Vurdering av mulighet for alternativ finansiering er basert på Statens vegvesens veileder for bompengeprojekter og beregning i BOMFIN (Bomfin.xlsx) og Samferdselsdepartementets retningslinjer for fergeavløsningsmidler. Beregning av bompenger tar ikke hensyn til redusert trafikk på grunn av trafikantbetaling på den nye brua.

I tillegg til midler over fylkeskommunens budsjett kan prosjektet delfinansieres med lån som nedbetales med:

- Bompenger
- Fergeavløsningsmidler
- Rentekompensasjon

Eventuelt bidrag fra de to sistnevnte beregnes ut fra reglene for de to ordningene. Når det gjelder bidrag fra bompenger, har oppdragsgiver bedt om at tre alternativer utredes:

1A. Bomtakst lik to ganger dagens ferjetakst med Autopass – hvor stort blir egenbidraget?

1B. Bomtakst lik 100 kr med Autopass – hvor stort blir egenbidraget?

2. Null kroner i egenbidrag – hvor høyt må bomtakstene settes?

9.1 Rammer for bidrag fra ulike finansieringskilder

9.1.1 Bompenger

I utgangspunktet er det grunn til å anta at trafikken til og fra Jøa er så lav at bompengipotensialet i dette prosjektet er beskjedent. Statens vegvesen har imidlertid utarbeidet utkast til proposisjon for bompengefinansiering av Langsundforbindelsen i Troms og Finnmark fylkeskommune.

Langsundforbindelsen er et sammenlignbart fergeavløsningsprosjekt med om lag samme investeringskostnad og trafikkmengde. Proposisjonen er ikke lagt fram for Stortinget.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for å beregne bidrag fra bompengefinansiering:

- Årsdøgntrafikk (ÅDT) i 2020 er som i fylkeskommunens rapport fra januar 2020 satt til 200 og vokser med to prosent per år i tråd med standard forutsetning i BOMFIN.
- Første år med bompenger er 2031. Bompengeperioden skal som hovedregel være 15 år. Ifølge Statens vegvesens veileder for bompenger kan imidlertid bompengeperioden være inntil 20 år for fergeavløsningsprosjekter, og dette er lagt til grunn i finansieringsanalysen
- Takstene økes med to prosent per år, i tråd med Norges Banks langsiktige inflasjonsmål
- Det opereres med 12 prosent MVA på bominntekter. Det er bomtakst ekskl. MVA som legges til grunn for finansieringen.

Ifølge statistikk fra Statens vegvesen er innkrevingskostnadene per passering for de minste bompengeprojektene i størrelsesorden to til ti kroner. I de fleste synes kostnader for innkreving å ligge rundt tre kroner. Jøa t`land vil ha svært lav trafikk. Det er derfor lagt til grunn en kostnad på fem kroner per passering.

9.1.2 Fergeavløsningsmidler

Fra 2016 ble det åpnet for å finansiere fylkesvegprosjekt med fergeavløsningsmidler. Denne ordningen innebærer at fylkeskommuner kan delfinansiere vegprosjekter som erstatter eller innkorter fergesamband, med innsparte fergemidler i rammetilskuddet fra staten.

I Kommuneproposisjonen for 2022 (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2021) understreker departementet at det er viktig at fylkeskommunene bidrar med egenfinansiering i egne

vegprosjekter, siden det kan bidra til at nytten ved slike investeringer vurderes opp mot andre gode formål.

Ifølge retningslinjene for fergeavløsningsmidler avgjør Samferdselsdepartementet hvilke prosjekt som skal omfattes av ordningen, på bakgrunn av anbefaling fra Statens vegvesen. Kommunal- og moderniseringsdepartementet fastsetter størrelsen på fergeavløsningsmidlene.

Som grunnlag for endelig behandling av søknad om fergeavløsningsmidler må det foreligge godkjent reguleringsplan med en realistisk finansieringsplan basert på et kostnadsoverslag med en usikkerhet på maksimalt +/-10 prosent.

Reglene for ordningen ble sist endret i oktober 2020 da det ble åpnet for at fergeavløsningsmidler i tillegg til anleggskostnadene kan finansiere inntil 50 prosent av rentekostnadene. Perioden for årlig utbetaling av fergeavløsningsmidler ble samtidig økt til maksimalt 45 år. Ifølge retningslinjene skal bidraget fra ordningen årlig økes med 2,5 prosent.

I fylkeskommunens rapport fra januar 2020 er det beregnet at bygging av fast forbindelse til Jøa vil redusere bidrag til fergedrift over inntektsordningen med netto ca. 6,5 mill. kroner når det tas hensyn til økt rammetilskudd til fylkesveg.

Det er videre rimelig å legge til grunn at framtidig bidrag fra fergeavløsningsordningen kan påvirkes av signalene i Hurdalsplattformen om at regjeringen vil halvere prisene på riksvegferger og fylkesvegferger i løpet av fireårsperioden. Staten skal dekke kostnadene for halvering av fergetakstene.

Regjeringen vil videre innføre en ordning med gratis ferge for øyer og andre samfunn uten vegforbindelse til fastlandet og gjøre alle fergesamband med under 100 000 passasjerer årlig gratis.

Regjeringen har i tilleggskuddet til statsbudsjett for 2022 økt rammetilskuddet til fylkeskommunene med 241,6 mill. kroner for å legge til rette for å redusere ferjetakstene på fylkeskommunale ferjesamband med 30 prosent i 2022. Videre er det satt av 30 mill. kroner for «å legge til rette for innføring av gratis ferje på trafikksvake samband i 2022». Regjeringen skal komme tilbake til innrettingen av tilskuddet i revidert nasjonalbudsjett.

Det aktuelle ferjesambandet til Jøa frakter i dag ca. 200 biler per døgn (ÅDT) som tilsvarer ca. 73 000 kjøretøy per år. Med gjennomsnittlig 1,5 personer per bil blir dette drøyt 100 000 passasjerer per år.

Det er mulig at Jøa-sambandet faller inn under kriteriene for «trafikksvake samband» i Hurdalplattformen og blir gratis. Som et konservativt, mest sannsynlig, hovedscenario legger vi imidlertid til grunn 50 prosent reduksjon i fergetakstene, sammenlignet med dagens takster. I hovedscenarioet er bidrag fra fergeavløsningsmidler derfor 8,2 mill. kr det første året. Dette er beregnet med utgangspunkt i foreliggende beregning på 6,5 mill. kr (Trøndelag fylkeskommune, 2020), pluss halvparten av de årlige billettinntektene på 3,4 mill. 2021-kr (Trøndelag fylkeskommune / AtB, 2021).

For å vise virkningene av endrede fergetakster er det i tillegg til hovedscenarioet utført en sensitivitetsanalyse for bidrag fra fergeavløsningsmidler:

- Fergesambandet faller inn under kriteriene for gratis ferge, dvs. at årlige fergeavløsningsmidler beregnes til summen av 6,5 mill. kr og 3,4 mill. kr – altså totalt 9,9 mill. kr, det vil si 1,7 mill. kr mer enn i hovedscenarioet.
- Bidrag fra fergeavløsningsmidler med dagens fergetakster. Årlige fergeavløsningsmidler vil da tilsvare 6,5 mill. kr det første året etter åpning. Det vil si 1,7 mill. kr mindre enn i hovedscenarioet.

9.1.3 Rentekompensasjon

I kommuneproposisjonen for 2022 (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2021) ble det i tillegg til fergeavløsningsordningen innført et nytt tilskudd for fylkeskommunale ferjeavløsningsprosjekter som kan dekke inntil 50 prosent av årlige rentekostnader de første fem årene etter åpning. Ordningen gjelder for prosjekter som åpnes i perioden 2022 – 2027.

I finansieringsanalysen har vi lagt til grunn at ordningen videreføres etter 2027, og kommer til anvendelse for dette prosjektet.

9.2 Andre beregningsforutsetninger

9.2.1 Investeringskostnad

Det legges til grunn en investeringskostnad på 770 mill. kr inkl. MVA. Etter momskompensasjon gjenstår 641 mill. kr som skal finansieres.

Investeringskostnaden påløper i 2027-2030, og er fordelt slik over fireårsperioden: 20 prosent, 30 prosent, 30 prosent og 20 prosent.

9.2.2 Lån

Investeringskostnader som ikke dekkes av egenbidrag fra fylkeskommunen, betales med lån. Det er lagt til grunn låneopptak i perioden 2027-2030. Deretter 45 års nedbetaling.

I Statens vegvesens veileder for bompengeprojekter er det fastlagt standard forutsetninger om renter i mulighetsstudier for bompengeprojekter. I de første ti årene skal det brukes en sats på 5,5 prosent, og 6,5 prosent for de resterende årene.

I BOMFIN betales variable avdrag, avhengig av tilgjengelig kontantstrøm på tidspunktet, etter at renter er betalt. Det er dermed verken et ordinært serielån eller annuitetslån. I noen år, der rentene overstiger kontantstrømmen, forekommer negative avdrag, altså låneopptak.

Lånesaldoen beregnes for hvert år ved hjelp av BOMFIN, og styres mot null i 2075 (45 års nedbetaling) gjennom endringer i modellens beregningsforutsetninger, primært størrelsen på egenfinansieringen og størrelsen på bomtaksten.

9.3 Resultater

Tre finansieringsalternativer er beregnet, iht. forespørsel fra oppdragsgiver, jf. innledningen til dette kapitlet. Resultatene er gjengitt i avsnitt 9.3.1, 9.3.2 og 9.3.3. I avsnitt 9.3.4 gjennomgås resultatene fra sensitivitetsanalysen.

9.3.1 Alternativ 1A – Nødvendig egenfinansiering med bomtakst lik dobbel fergetakst med Autopass

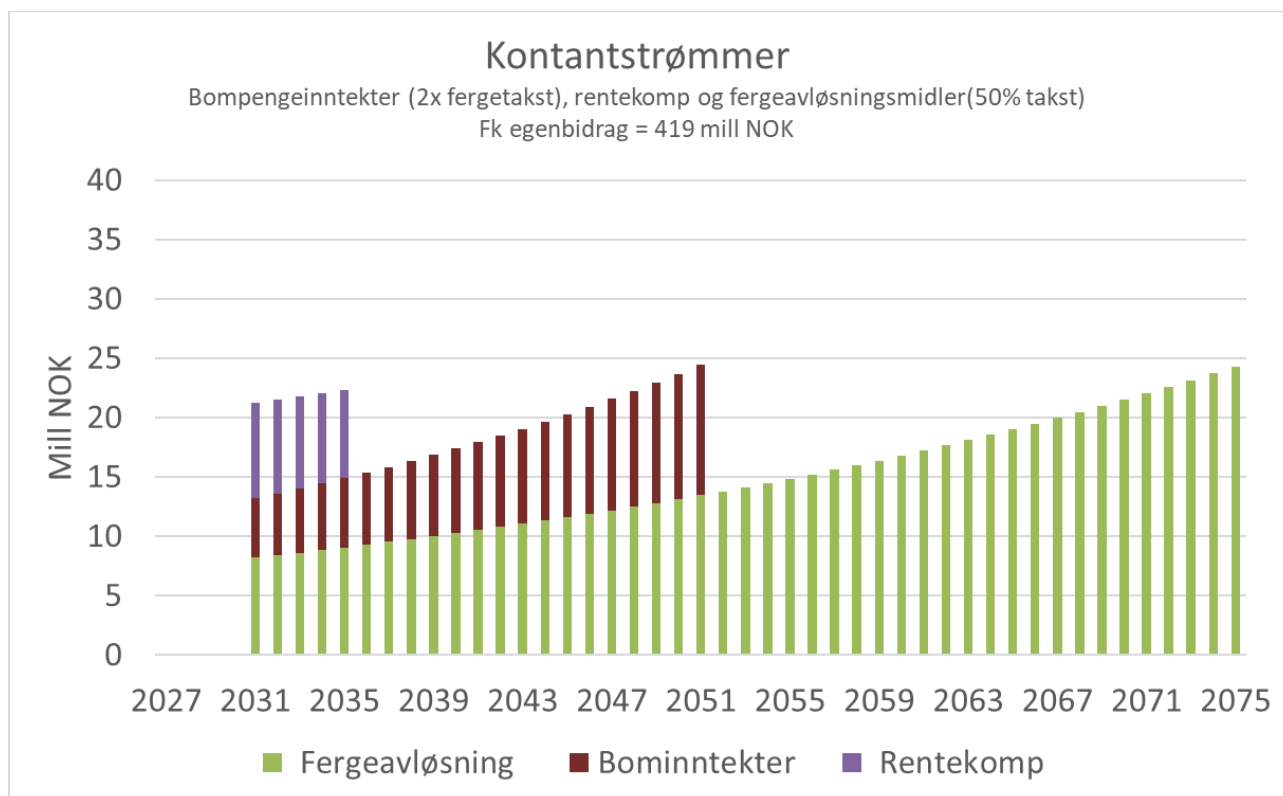
Alternativet tar utgangspunkt i dagens fergetakster og tungbilandel. Fergetakst for lette kjøretøy er i dag 24 kr med Autopass, og for tunge kjøretøy er den 48 kr, inkl. MVA. Tungbilandelen er 3 prosent. Dobbelt fergetakst vil dermed gi 49,44 kr per passering i snitt. Ekskl. MVA utgjør dette en inntekt på 44,14 kr pr passering. Det legges til grunn samme ÅDT som redegjort for i avsnitt 9.1.1.

Analysen tar utgangspunkt i en situasjon med fergeavløsningsmidler basert på en 50 prosent reduksjon i fergetakstene som følge av regjeringens politikk, som beskrevet i avsnitt 9.1.2.

Analysen er utført ved å tilpasse fylkeskommunens egenbidrag i byggeperioden 2027-2030, slik at lånesaldo per utgangen av 2030, akkurat lar seg nedbetale med kontantstrømmen fra bompenger, rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler i løpet av 45 år, dvs. i 2075. Beregningen viser et behov for 419 mill. kr i egenbidrag fra fylkeskommunen.

Inntektene fra kontantstrømmene er vist i Figur 9-1 nedenfor.

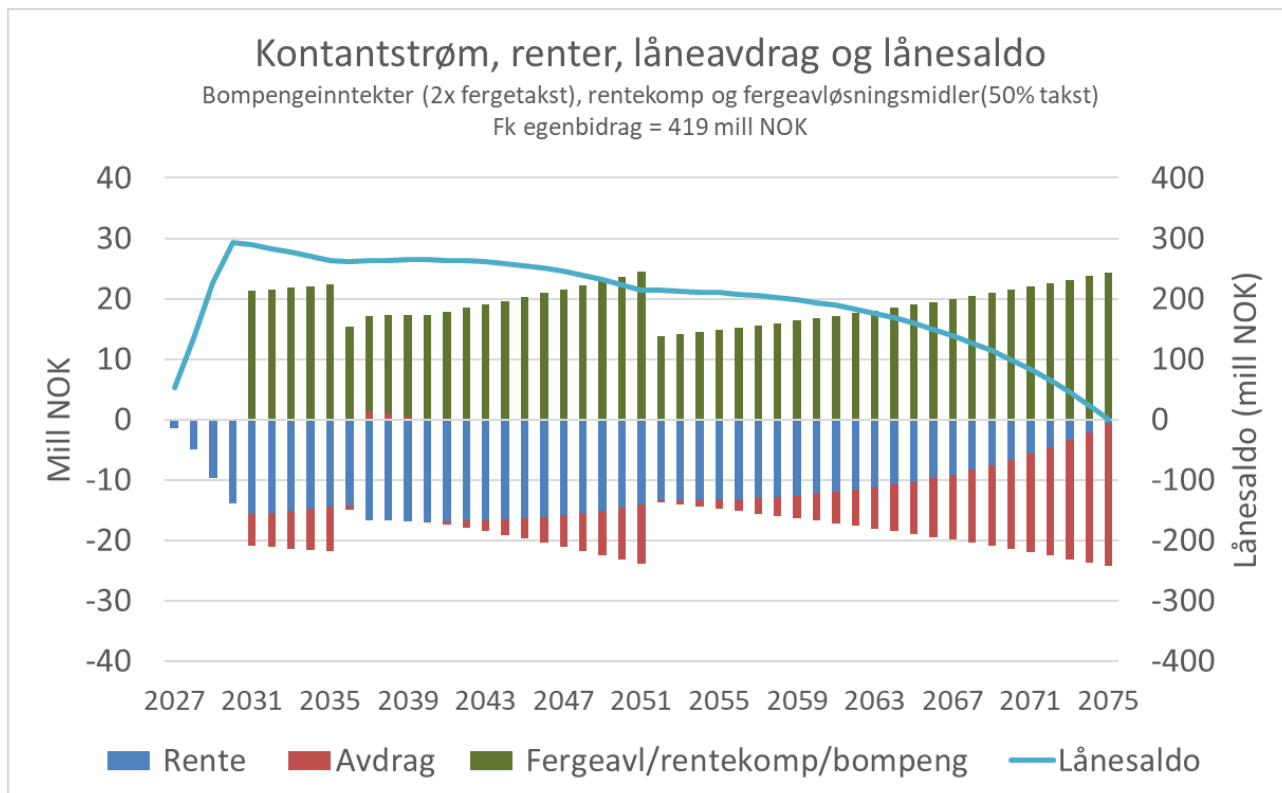
Figur 9-1. Alternativ 1A - Kontantstrømmer fra bompenger, rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler



Fergeavløsningsmidlene utgjør den største kontantstrømmen og varer i 45 år etter åpningsåret, frem til 2075. I åpningsåret utgjør kontantstrømmen 8,2 mill. kr, og den indeksjusteres med 2,5 prosent i året. Bominntektene utgjør 4,5 mill. kr i 2030, og vokser med 2 prosent i året gjennom 20-årsperioden. Rentekompensasjon utgjør 50 prosent av rentekostnaden de første fem årene etter åpning.

Utvikling i lånesaldo, avdrag og renter målt i løpende priser er vist i Figur 9-2 nedenfor.

Figur 9-2. Alternativ 1A - Utvikling i lånesaldo, renter og avdrag



Den blå linjen viser utvikling i lånesaldo_som er indeksjustert fra 2020-kr brukt i kalkylen. Den stiger bratt i byggeperioden og tilsvarer byggekostnadene fratrukket egenbidraget. Ved utgangen av 2030, når brua står ferdig, er lånesaldo målt i løpende priser nesten 300 mill. kr. Renter påløper allerede i byggeperioden, og siden det ikke er noen kontantstrøm på det tidspunktet, er disse også lagt til i lånesaldoen.

Fra 2031 starter kontantstrømmen som beskrevet i Figur 9-1. Kontantstrømmen benyttes uavkortet til å betale renter og avdrag. Størrelsen på avdragene varierer, og tilsvarer differansen mellom kontantstrømmen og rentene.

Lånet vil være nedbetalt i 2075, gitt at fylkeskommunen bidrar med 419 mill. kr egenfinansiering i byggeperioden.

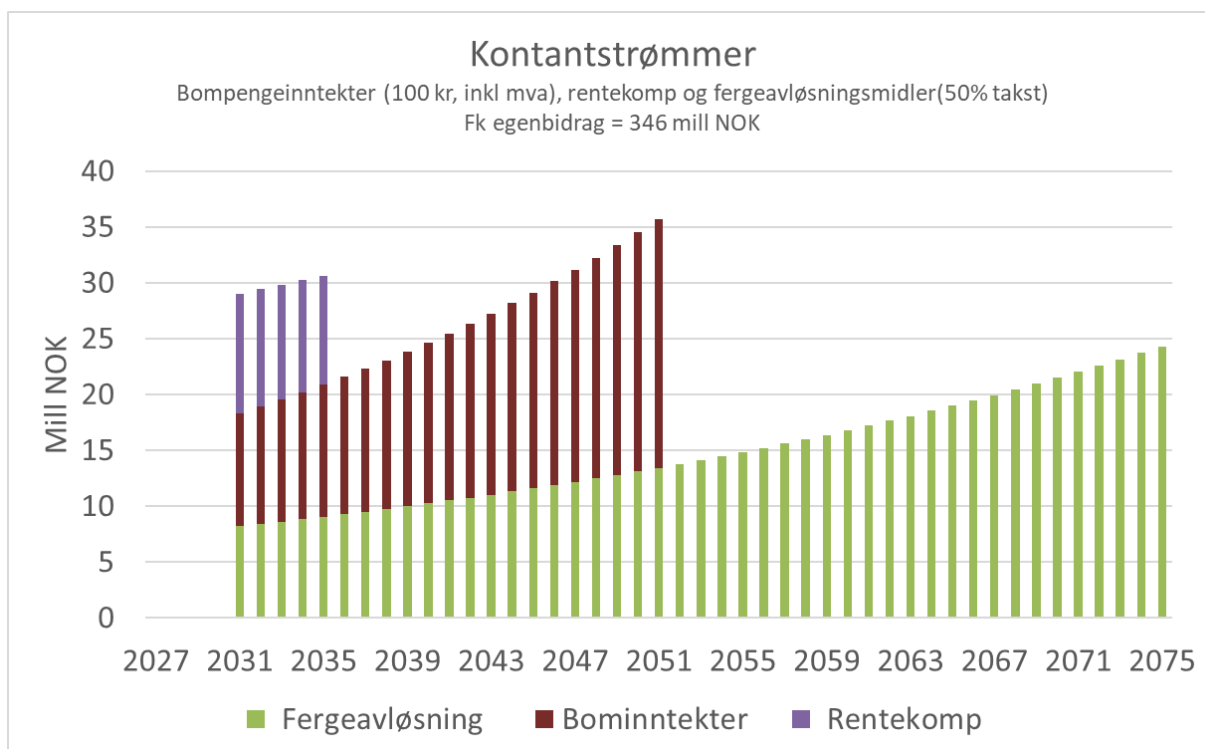
9.3.2 Alternativ 1B – Nødvendig egenfinansiering med bomtakst lik 100 kr med Autopass

Alternativet bygger på samme forutsetninger som 1B (50 prosent reduksjon i fergetakster, 3% tungbilandel etc), med unntak av at den beregnede gjennomsnittlige bomtaksen økes fra 49,44 kr i alternativ 1A til 100 kr i alternativ 1B.

Analysen er utført ved å tilpasse fylkeskommunens egenbidrag i byggeperioden 2027-2030, slik at lånesaldo per utgangen av 2030, akkurat lar seg nedbetale med kontantstrømmen fra bompenger, rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler i løpet av 45 år, dvs. i 2075. Beregningen viser et behov for 346 mill. kr i egenbidrag fra fylkeskommunen.

Inntektene fra kontantstrømmene er vist i Figur 9-3 nedenfor.

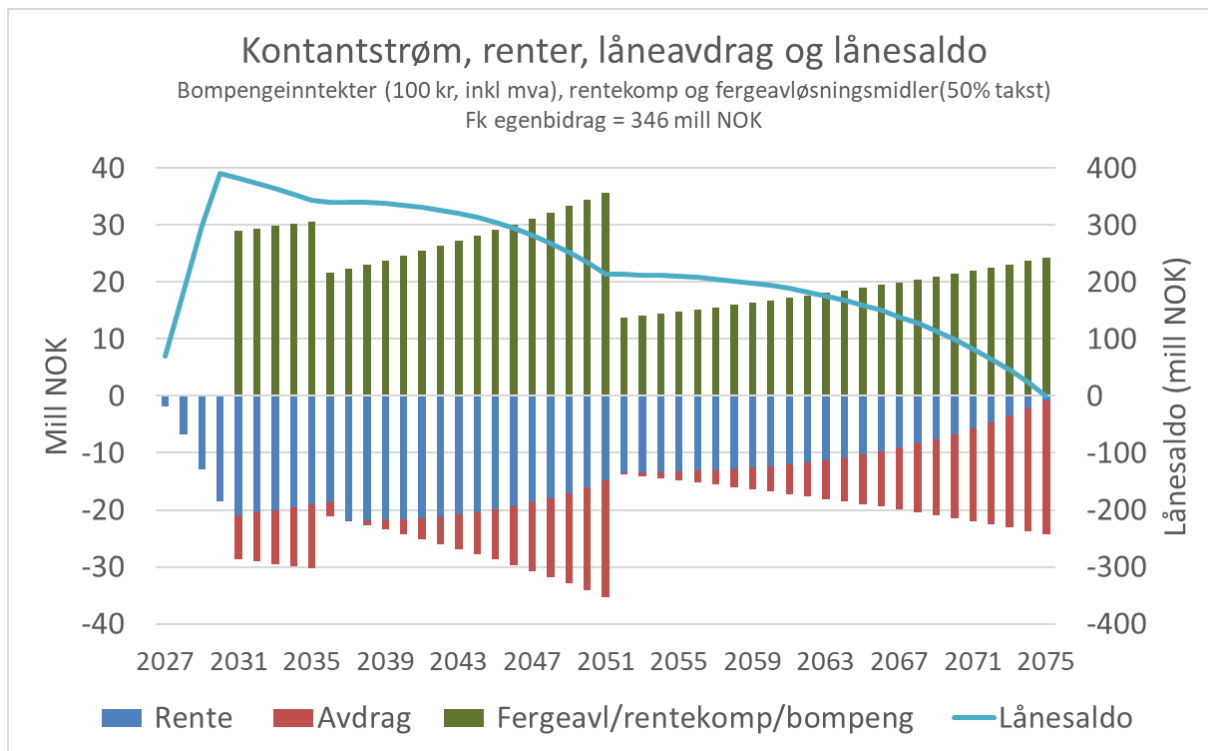
Figur 9-3. Alternativ 1B - Kontantstrømmer fra bompenger, rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler



Fergeavløsningsmidlene utgjør den største kontantstrømmen og varer i 45 år etter åpningsåret, frem til 2075. I åpningsåret utgjør bidrag fra fergeavløsningsmidler 8,2 mill. kr, og beløpet indeksjusteres med 2,5 prosent i året. Bominntektene utgjør 10 mill. kr i 2030 (mer enn dobbelt så mye som i alternativ 1A), og vokser med 2 prosent i året gjennom 20—årsperioden. Rentekompensasjon utgjør 50 prosent av rentekostnaden de første fem årene etter åpning.

Utvikling i lånesaldo, avdrag og renter målt i løpende priser er vist i Figur 9-4 nedenfor.

Figur 9-4. Alternativ 1B - Utvikling i lånesaldo, renter og avdrag



Den blå linjen viser utvikling i lånesaldo som er indeksjustert fra 2020-kr brukt i kalkylen. Den stiger bratt i byggeperioden og tilsvarer byggekostnadene fratrukket egenbidraget, som i alternativ 1A. Renter påløper allerede i byggeperioden, siden det ikke er noen kontantstrøm på det tidspunktet, er disse også lagt til i lånesaldoen. Ved utgangen av 2030, når brua står ferdig, er lånesaldo målt i løpende priser nesten 400 mill. kr. Saldoen er om lag 100 mill. kr høyere enn i alternativ 1A, ettersom kontantstrømmen med økte bompenger kan nedbetale et større lån, og behovet for egenbidrag i byggefasen er mindre.

Fra 2031 starter kontantstrømmen som beskrevet i Figur 9-1. Kontantstrømmen benyttes uavkortet til å betale renter og avdrag. Størrelsen på avdragene varierer, og tilsvarer differansen mellom kontantstrømmen og rentene.

Lånet vil være nedbetalt i 2075, gitt at fylkeskommunen bidrar med 346 mill. kr egenfinansiering i byggeperioden.

9.3.3 Alternativ 2 – Høyere bomtakst, ingen egenfinansiering

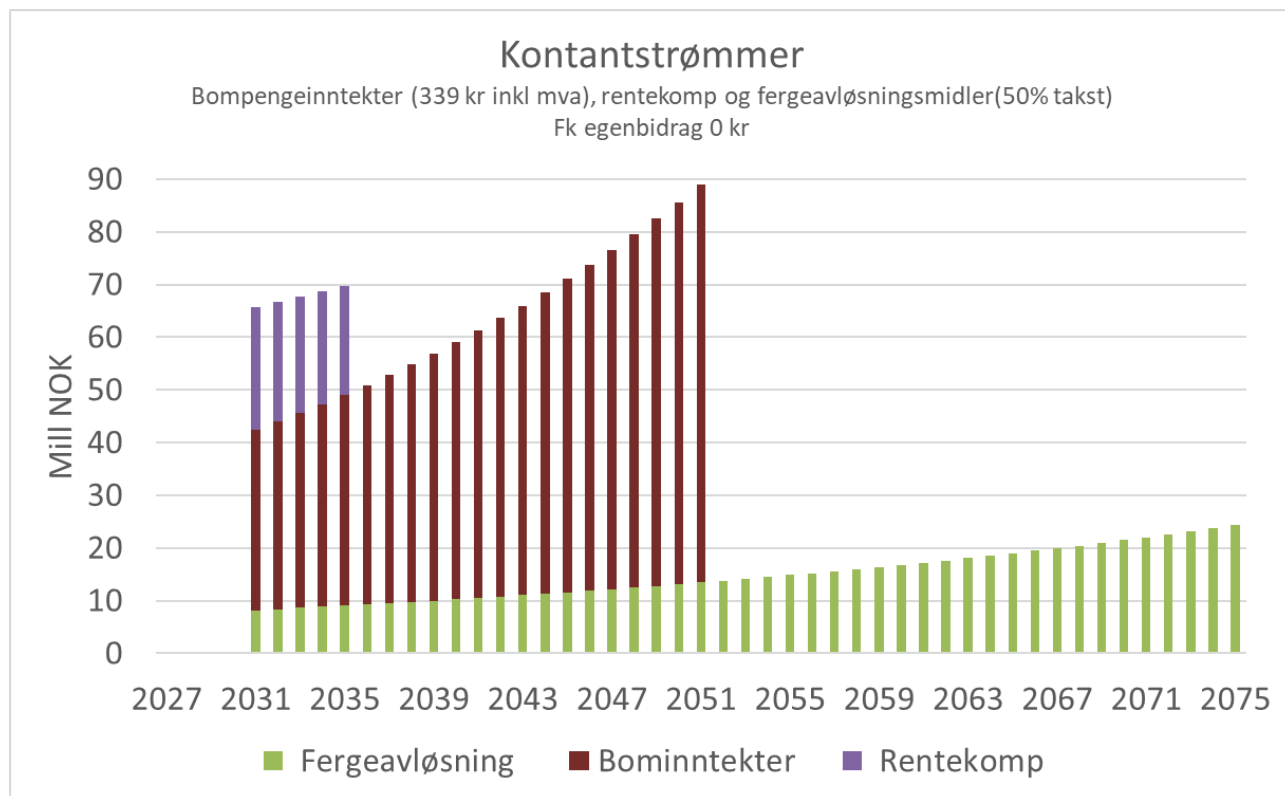
Dersom fylkeskommunen ikke bidrar med egenfinansiering, må hele prosjektet finansieres utelukkende gjennom den årlige fremtidige kontantstrømmen. Bidrag fra rentekompensasjonsordningen og fergeavløsningsmidlene styres av eksterne faktorer, og eneste alternativ er da å øke bomtakstene for å kjøre over brua.

Analysen tar utgangspunkt i en situasjon med fergeavløsningsmidler basert på en 50 prosent reduksjon i fergetakstene som følge av regjeringens politikk, som beskrevet i avsnitt 9.1.2. Analysen utføres ved å sette fylkeskommunens egenbidrag i byggeperioden 2027-2030 til null. Lånesaldo per utgangen av 2030, målt i løpende priser, er dermed ca. 850 mill. kr, betydelig høyere enn i Alternativ 1A og 1B. Videre settes bomtaksten slik at lånet akkurat lar seg nedbetale til 2075 med kontantstrømmen fra bompenger, rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler. Beregningen viser

at gjennomsnittlig bomtakst¹ inkl. Autopass-rabatt må være 339 kr inkl. MVA i åpningsåret. Beregningen legger til grunn uendret ÅDT, uavhengig av bomtakst (se kommentar nedenfor).

Inntektene fra kontantstrømmene er vist i Figur 9-5 nedenfor.

Figur 9-5. Alternativ 2 - Kontantstrømmer fra bompenger, rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler

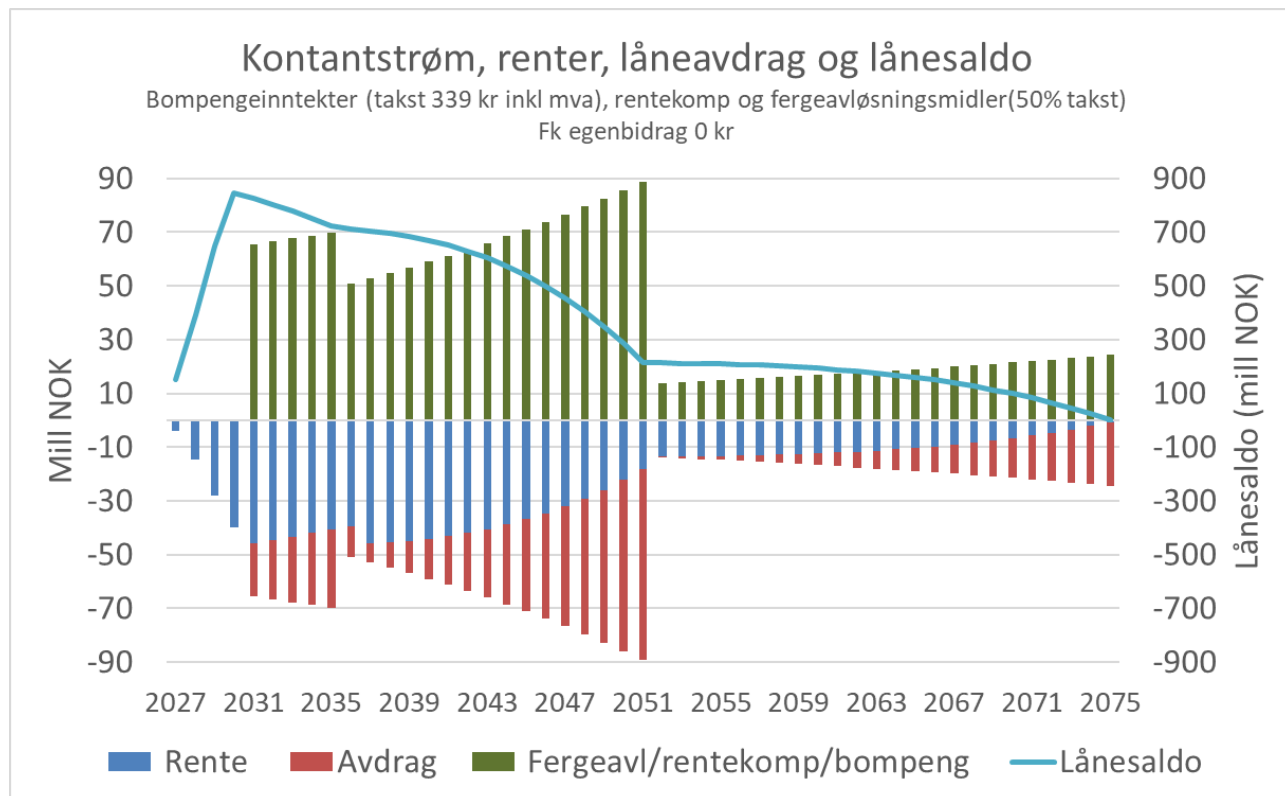


Fergeavløsningsmidlene varer i 45 år etter åpningsåret, frem til 2075 og er uendret fra Alternativ 1. Bominntektene utgjør 33,7 mill. kr i 2030, og vokser med 2 prosent i året gjennom 20—årsperioden. Rentekompensasjon utgjør 50 prosent av rentekostnaden de første fem årene etter åpning. Ettersom rentekostnaden de første fem årene er høyere enn i Alternativ 1A og 1B, er også rentekompensasjonen høyere.

Utvikling i lånesaldo, avdrag og renter målt i løpende priser er vist i figuren nedenfor.

¹ I snitt, gitt 97% lette og 3% tunge kjøretøy.

Figur 9-6 . Alternativ 2 - Utvikling i lånesaldo, renter og avdrag



Den blå linjen viser utvikling i lånesaldo som er indeksjustert fra 2020-kr brukt i kalkylen. Den stiger bratt i byggeperioden, på samme måte som byggekostnadene, som er indeksjustert fra 2020-kr brukt i kalkylen. Ved utgangen av 2030, når brua står ferdig, er lånesaldoen målt i løpende priser nesten 850 mill. kr. Renter påløper allerede i byggeperioden, og siden det ikke er noen kontantstrøm på det tidspunktet, er disse lagt til i lånesaldoen.

Fra 2031 starter kontantstrømmen som beskrevet i Figur 9-6. Kontantstrømmen benyttes uavkortet til å betale renter og avdrag. Størrelsen på avdragene varierer, og tilsvarer differansen mellom kontantstrømmen og rentene.

Lånesaldo når 0 kr i 2075, gitt at kontantstrømmen – spesielt fra bominntekter – utvikler seg iht forutsetningene.

Det er svært sannsynlig at de høye bomtakstene vil påvirke ÅDT, og dermed gi lavere bompengeinntekter enn forutsatt i analysen. Det foreligger ikke en transportanalyse som har analysert virkninger på ÅDT med så høye bomtakster. Det er dessuten usikkert om en slik transportanalyse vil fange opp en rekke spesielle omstendigheter ved en slik prising av eneste veibaserte transportåre til/fra Jøa.

9.3.4 Sensitivitetsanalyse

Det er usikkerhet knyttet til hva den nye regjeringens politikk vil bety for fergetakstene til og fra Jøa, som drøftet i avsnitt 9.1.2.

Vårt utgangspunkt har vært at fergetakstene blir redusert med 50 prosent. Hovedscenariene for Alternativ 1A, 1B og 2 tar utgangspunkt i antatte fergeavløsningsmidler i en situasjon med halverte fergetakster.

Som en sensitivitetsanalyse har vi vurdert alternativene i to andre situasjoner:

- Fergetakstene forblir uendret, som i dag
- Fergen blir gratis (lavtrafikkert samband med under 100 000 passasjerer per år)

Sensitivitetsanalysen for Alternativ 1A, 1B og 2 benytter samme analysetilnærming som tidligere, der henholdsvis egenbidrag og bomtakst beregnes, gitt øvre forutsetninger.

	Alternativ						
	1A		1B		2		
	Bompenger 2x ferge		Bompenger 100 kr		Ingen egenbidrag fra Fk		
Fergeavløsningsmidler (mill kr/år 2030)	Bomtast kr/passering (inkl. MVA)	Egenbidrag fk mill. 2020-kr	Bomtast kr/passering (inkl. MVA)	Egenbidrag fk mill. 2020-kr	Bomtast kr/passering (inkl. MVA)	Egenbidrag fk mill. 2020-kr	
Dagens takst	6,5	49	451	100	378	362	0
50% red takst(hoved)	8,2	49	419	100	346	339	0
Gratis ferge	9,9	49	386	100	313	317	0

Sensitivitetsanalysen viser at dersom dagens fergetakster vedvarer, blir fergeavløsningsmidlene redusert, og egenbidrag eller bomtakst må økes for å kunne nedbetale lånet på 45 år.

Dersom ferga blir gratis, vil det øke fergeavløsningsmidlene og redusere behovet for egenfinansiering eller gi rom for noe lavere bomtakster.

10 Livsløpskostnader for alternativ 5

10.1 Metode

Livsløpskostnader (LCC) er en metode for å se det totale kostnadsbildet ved en bygning eller anlegg gjennom hele levetiden. Livssyklus kostnader omfatter både investeringskostnaden (selv anskaffelsen) og kostnader til forvaltning, drift, og utvikling gjennom hele bruksperioden (FDVU-kostnader).

Kostnader til vedlikehold og utvikling vil variere fra år til år. Typisk er disse kostnadene lave i begynnelsen av anleggets levetid, for så å øke ettersom komponentene når sin tekniske levetid eller dersom prisnivået på tjenesten øker mer enn inflasjonen. I løpet av en analyseperiode må komponenter som regel skiftes ut en til to ganger.

I en beregning av livssyklus kostnader estimeres en kontantstrøm av disse kostnadene før de diskonteres ved en nåverdiberegning tilbake til basisåret og fordeles utover levetiden som en annuitet.

Samlet til alle kostnader knyttet til anskaffelse, drift, vedlikehold og utskiftninger utgjøre anleggets årskostnad (ÅK) som igjen kan sammenliknes på tvers av prosjekter og over tid.

10.1.1 Begreper

Levetid:	Tiden (antall år) fra en komponent installeres til den demonteres.
Analyseperiode:	Den tidsperioden (antall år) det velges å foreta LCC-kalkyle for.
Nåverdiberegninger:	Finner dagens verdi av fremtidig kostnad, gitt analyseperiode og kalkulasjonsrente.
Basisår:	Det året investeringen blir gjort.
Annuitet:	Nåverdien fordelt med like store beløp som påløper med like store intervaller. I denne analysen årlig.
Årlig kostnad:	En faktisk utgift som påløper årlig.
Årskostnad:	Annuitetsbeløpet viser alle kostnadene i analyseperioden (investering, periodevise kostnader og årlige kostnader).
Kalkulasjonsrente:	Renten som benyttes for å diskontere kontantstrømmen til nåverdi.
Kontantstrøm:	En oppstilling av kostnader som oppstår, det året de oppstår.

10.1.2 Alternativer

I denne utredningen er det beregnet livsløpskostnader for to alternativer. Hovedkonseptet, alternativ 5 og et alternativt konsept alternativ 5alt som er bygget i aluminium.

- **Alternativ 5** – Flytebru i stål
- **Alternativ 5alt** – Flytebru i aluminium

Forutsetninger knyttet til investerings-, drifts- og vedlikeholdskostnader i alternativene er nærmere beskrevet i kapittel **Error! Reference source not found.** og **Error! Reference source not found.**

10.2 Forutsetninger

10.2.1 Avgrensninger

Beregningen av livsløpskostnader inkluderer kostnader for å bygge/rehabiliterer anleggene i alternativene, samt kostnader for å holde de i drift gjennom levetiden. Analysen gir nåverdien og årskostnadene knyttet til investering, drift og vedlikehold av anleggene i analysealternativene.

I analysen av livsløpskostnader er det ikke inkludert kostnader knyttet til finansiering av investeringen. Valg av finansieringsløsning vil påvirke kontantstrømmen og dermed være relevant for investeringsbeslutningen. Samtidig vil betingelsene knyttet til finansieringsløsningen som lånebetingelser, andel bompenger, ferjeavløsningsmidler eventuelle statlige tilskudd el. kunne være av betydning.

Alle kostnader i analysen er eksklusiv merverdiavgift og dermed sammenliknbare på tvers av alternativer. Merverdiavgift vil påvirke kontantstrømmen i alternativene, men samtidig vil betydningen reduseres som følge av momskompensasjon.

Samfunnsnyttens av alternativene er en annen dimensjon som er beslutningsrelevant fra et samfunnsperspektiv, men som ikke fremkommer fra analysen av livsløpskostnader.

Analysen av livsløpskostnader er avgrenset til å inkludere sammenliknbare betalbare kostnader knyttet til investering, utskiftning, drift og vedlikehold av anleggene. Livsløpskostnadene som beregnes er sammenliknbare på tvers av alternativer, men representerer ikke en komplett investeringsanalyse eller samfunnsøkonomisk analyse.

10.2.2 Generelle forutsetninger for analysen

Analyseperioden i en livsløpsanalyse settes normalt til 30 eller 60 år. Grunnet en lange levetiden til anlegget i dette prosjektet er 60 år valgt som analyseperiode. Finansdepartementets rundskriv R-109/14 gir føringer for kalkulasjonsrenter for offentlige prosjekter. Normale kalkulasjonsrenter er mellom 3-6%. For denne analysen er 4 % kalkulasjonsrente lagt til grunn. Det er utført en sensitivitetsanalyse av resultatene i analysen både med tanke på analyseperiode og kalkulasjonsrente.

10.2.3 Tiltak og kostnader i alternativ 5 – flytebru i stål og tilknytningsveger

For detaljer om investeringskostnader for flytebruen, se kap. 3.5. Gjennomsnittlig drift- og vedlikeholdskostnader for flytebruen er i prosjektet anslått å være 1 % av investeringskostnaden årlig. Nivået er basert på erfaringstall fra andre flytebruprosjekter. Levetiden for bruen som helhet er satt til 100 år. Noen elementer må skiftes ut før den tid. Dette gjelder typisk lager og fuger med rundt 20 års levetid, i tillegg til at stålkassens korrosjonsbeskyttende malingslag fornyes flere ganger i løpet av levetiden. Anslaget på 1 % kostnad til drift- og vedlikehold av flytebruen er ment å dekke både løpende vedlikehold og større utskiftninger. I praksis vil det være noen år med høyere kostnader enn 1 % og noen år med lavere.

Tabell 10.1. Oversikt over kostnader som inngår i analysen for flytebruen.

	Flytebru (i millioner 2021-kr)	Kommentar
Anskaffelseskostnad (engangs)	570,9	Inkl. uforutsette kostnader (15 %) og prosjektering (25 %).

Driftskostnad (årlig)	4,1	Basert på 1 % av byggekostnaden (entreprisekost).
Utskiftning (100 år)	570,9	For å beregne restverdi av anlegget legges utskiftning / reinvestering etter 100 år inn i beregningen.

Investeringskostnader for tilknytningsveiene er utarbeidet av Multiconsult, se vedlegg 2 til hovedrapporten for detaljer. Driftskostnader for tilknytningsveiene er utarbeidet med bakgrunn i standardverdier for drift og vedlikehold fra Statens vegvesens program for nytte/kostnadsanalyse, EFFEKT (Vegdirektoratet, 2015). Ferjesambandet er registrert med ÅDT på 198 kjøretøy/døgn i 2018, men andel tunge kjøretøy på 3%. Dimensjonerende trafikkmengde ved bygging av ny veg skal være prognose for trafikk 20 år etter åpningsåret. Det legges en årlig vekst på 2 % til grunn, noe som gir en dimensjonerende trafikkmengde på om lag 300 kjøretøy/døgn.

Tabell 10.2. Oversikt over kostnader som inngår i analysen for tilknytningsvegene til flytebruen.

	Flytebru (i millioner 2021-kr)	Kommentar
Anskaffelseskostnad (engangs)	82,1	Inkl. uforutsette kostnader (15 %) og prosjektering (25 %).
Driftskostnad (årlig)	0,8	Basert på beregninger med utgangspunkt i satser fra EFFEKT, dimensjonerende ÅDT og veglengde.
Vedlikehold (14. årlig)	0,08	Utskiftning av dekke, ihht satser i EFFEKT.
Utskiftning (100 år)	81,1	For å beregne restverdi av anlegget legges utskiftning / reinvestering etter 100 år inn i beregningen.

10.2.4 Tiltak og kostnader i alternativ Salt – flytebru i aluminium og tilknytningsveger

For detaljer om investeringskostnader for flytebruen, se 3.7. Gjennomsnittlig drift- og vedlikeholdskostnader for flytebruen er i prosjektet anslått å være 0,35 % av investeringskostnaden årlig. Nivået er basert på en kombinasjon av erfaringstall fra likende konstruksjoner og forventet reduksjon i vedlikehold som følge av bruk av aluminium sammenliknet med stål. Levetiden for bruen som helhet er satt til 100 år. Noen elementer må skiftes ut før den tid. Dette gjelder typisk lager og fuger med rundt 20 års levetid. Til forskjell fra stålkonstruksjonen i alternativ 5 har ikke aluminiumsbruen behov for vedlikehold av korrosjonsbeskyttelse i form av fornying av maling. Anslaget på 0,35 % kostnad til drift- og vedlikehold av flytebruen er ment å dekke både løpende vedlikehold og større utskiftninger. I praksis vil det være noen år med høyere kostnader enn 0,35 % og noen år med lavere.

Tabell 10.3. Oversikt over kostnader som inngår i analysen for flytebruen.

	Flytebru (i millioner 2021-kr)	Kommentar
Anskaffelseskostnad (engangs)	703,9	Inkl. uforutsette kostnader (15 %) og prosjektering (25 %).

Driftskostnad (årlig)	1,8	Basert på 0,35 % av byggekostnaden (entreprisekost).
Utskiftning (100 år)	703,9	For å beregne restverdi av anlegget legges utskiftning / reinvestering etter 100 år inn i beregningen.

Investeringskostnader for tilknytningsveiene er utarbeidet av Multiconsult, se vedlegg 2 til hovedrapporten for detaljer. Driftskostnader for tilknytningsveiene er utarbeidet med bakgrunn i standardverdier for drift og vedlikehold fra Statens vegvesens program for nytte/kostnadsanalyse, EFFEKT (Vegdirektoratet, 2015). Ferjesambandet er registrert med ÅDT på 198 kjøretøy/døgn i 2018, men andel tunge kjøretøy på 3%. Dimensjonerende trafikkmengde ved bygging av ny veg skal være prognose for trafikk 20 år etter åpningsåret. Det legges en årlig vekst på 2 % til grunn, noe som gir en dimensjonerende trafikkmengde på om lag 300 kjøretøy/døgn.

Tabell 10.4. Oversikt over kostnader som inngår i analysen for tilknytningsvegene til flytebruen.

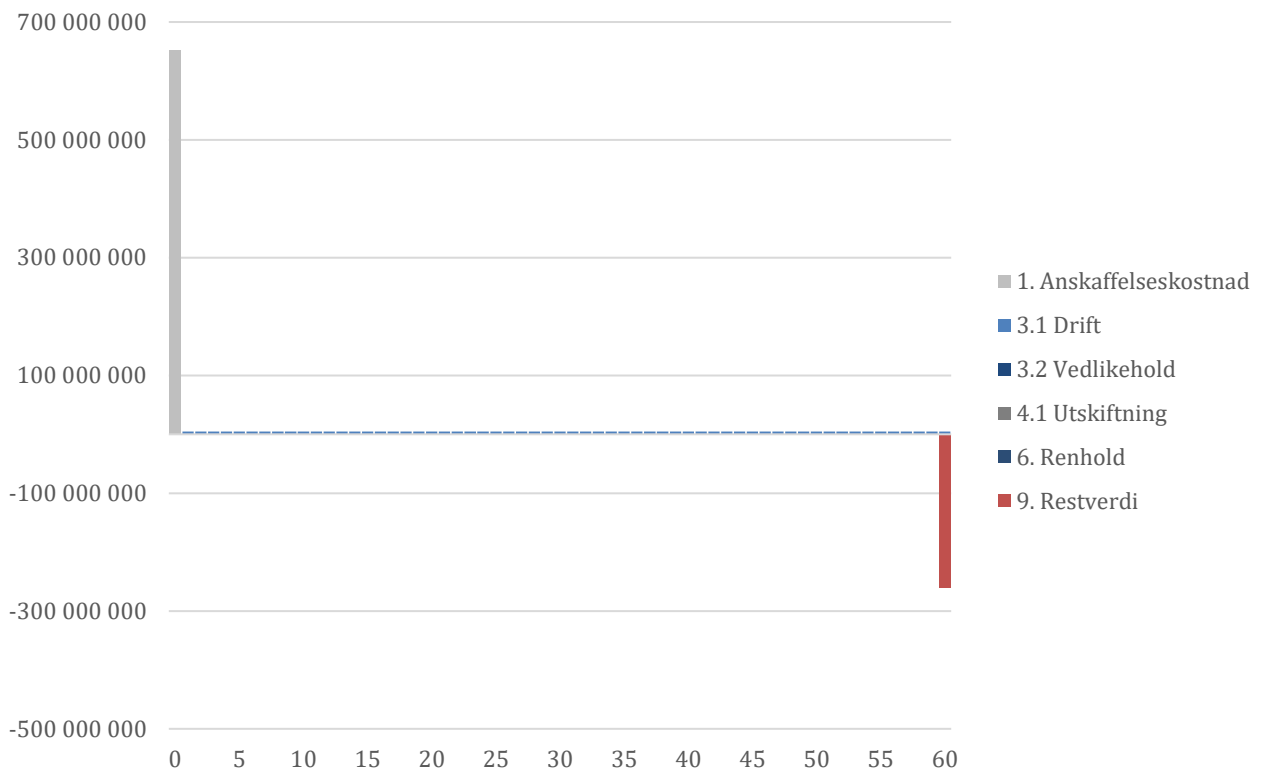
	Flytebru (i millioner 2021-kr)	Kommentar
Anskaffelseskostnad (engangs)	82,1	Inkl. uforutsette kostnader (15 %) og prosjektering (25 %).
Driftskostnad (årlig)	0,8	Basert på beregninger med utgangspunkt i satser fra EFFEKT, dimensjonerende ÅDT og veglengde.
Vedlikehold (14. årlig)	0,08	Utskiftning av dekke, ihht satser i EFFEKT.
Utskiftning (100 år)	81,1	For å beregne restverdi av anlegget legges utskiftning / reinvestering etter 100 år inn i beregningen.

10.3 Resultater

10.3.1 Netto nåverdi og årskostnad

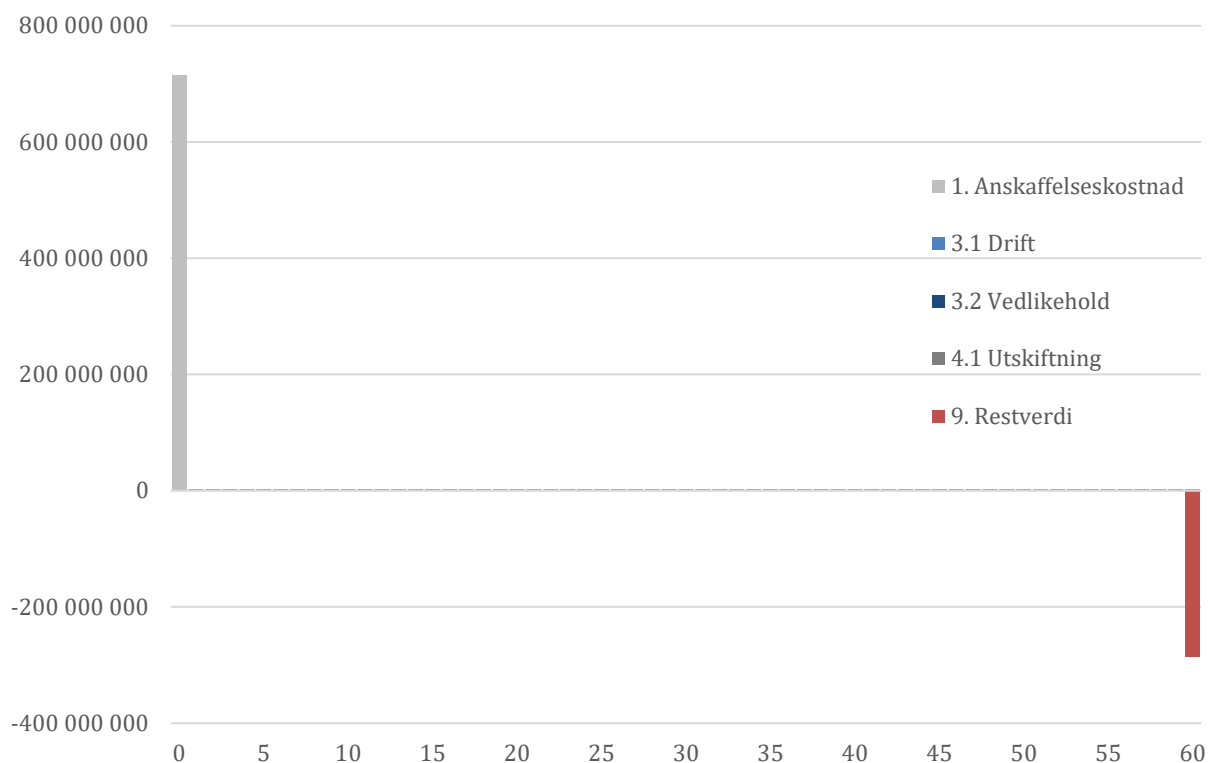
Figur 10-1. Kontantstrøm for alternativ 5 gjennom levetiden på 60 år. (under) viser kontantstrømmen for alternativ 5 (flytebru med stål) gjennom levetiden på 60 år. De store postene i kontantstrømmen er investeringskostnaden i år 0 og restverdien i analyseperiodens slutt i år 60. Årlige driftskostnader er i sammenhengen forholdsvis beskjedne.

Figur 10-1. Kontantstrøm for alternativ 5 gjennom levetiden på 60 år.



Alternativ 5 har en beregnet netto nåverdi på 738 millioner kroner og en årskostnad på 32,6 millioner.

Figur 10-2. Kontantstrøm for alternativ 5alt gjennom levetiden på 60 år.



Alternativ 5alt har en beregnet netto nåverdi på 813,8 millioner kroner og en årskostnad på 35,9 millioner.

Beregnet årskostnad (ÅK) er sammenliknbare verdier som sier noe om den totale kostnaden til anlegget i analyseperioden. Lav ÅK betyr lave kostnader i et livsløpsperspektiv.

I denne analysen er det beregnet en differanse i ÅK på 1,7 millioner kr. mellom alternativet. Dette er en liten differanse som betyr at livsløpskostnadene er omtrent like for begge alternativene.

Tabell 10.5. Beregnet årskostnad og nettonåverdi med analyseperiode på 60 år.

	Årskostnad	Netto nåverdi
Alternativ 5 – Flytebru (stål) med tilførselsveier	32,6 millioner kr.	738 millioner kr.
Alternativ 5 alt – Flytebru (aluminium) med tilførselsveier	35,9 millioner kr.	813,8 millioner kr.
Differanse	-3,3 millioner kr.	-75,5 millioner kr.

Alternativ 5alt har betydelig lavere årlige driftskostnader enn alternativ 5. Samtidig er investeringskostnaden i alternativ 5alt høyere enn i alternativ 5. Sett over et livsløp med en analyseperiode på 60 år er ikke lavere driftskostnad i alternativ 5alt tilstrekkelig til å veie opp for en høyere investeringskostnad verken i årskostnad eller netto nåverdi. Mellom alternativene skiller 3,3 millioner kroner i årskostnad til fordel for alternativ 5, flytebru med stål.

Kostnadsestimatene både for investerings- og driftskostnader er i begge alternativene preget av usikkerhet da det er få sammenliknbare konstruksjoner å hente erfaringstall fra. Spesielt gjelder dette alternativ 5 med aluminium som vil innebære nyskapning og innovasjon for å realisere. Differansen mellom alternativene peker i retning av at alternativ 5 flytebru med stål vil være mest gunstig i et livsløp, men man må i den forbindelsen merke seg at differansen er liten og preget av usikkerhet.

10.3.2 Sensitivitetsanalyse

Etttersom det er beregnet omtrent like livsløpskostnader for alternativene er det særlig relevant å gjøre sensitivitetsanalyser av forutsetningene for analysen.

Endring i analyseperiode og kalkulasjonsrente

Sensitivitetsanalysen av analyseperiode og kalkulasjonsrente viser at rangeringen av alternativene etter livsløpskostnader i liten grad er avhengig av forutsetningene. Under alle kombinasjoner av kalkulasjonsrente og analyseperiode rangeres alternativ 5 flytebru med stål som det med lavest livsløpskostnader.

Tabell 10.6. Differanse i ÅK mellom alt.5 og alt.5alt ved ulike kombinasjoner av kalkulasjonsrente og analyseperiode. Positive tall gir lavest ÅK for alternativ 5.

		Kalkulasjonsrente		
		3,00 %	4,00 %	5,00 %
Analyse- periode	1 657 322			
	30 år	- 2 510 669	- 3 713 408	- 4 932 524
	40 år	- 2 377 561	- 3 561 838	- 4 772 372
	60 år	- 2 161 415	- 3 337 298	- 4 557 666

Fortsatt er summen som skiller alternativene relativt liten.

Lavere investeringskostnader for alternativ 5alt

Dersom investeringskostnaden i alternativ 5alt i realiteten er 10 % lavere enn kostnadsanslaget tilsier blir alternativene tilnærmet helt identiske målt i livsløpskostnader. Nivået på investeringskostnader er derfor av stor betydning for anbefalingen.

Tabell 10.7. Resultater fra sensitivitetsanalyse med reduserte investeringskostnader i alternativ 2b.

Årskostnad	
Alternativ 5 – Flytebru (stål) med tilførselsveier	32,6 millioner kr.
Alternativ 5alt – Flytebru (aluminium) med tilførselsveier	35,9 millioner kr.

Alternativ 5alt – Reduserte investeringskostnader (-10%)	32,8 millioner kr.
Differanse	-0,2 millioner kr.

Høyere driftskostnader for alternativ 5

Årlige driftskostnader knyttet til flytebruen satt til 1 % av investeringskostnaden. Dersom disse reelt sett er høyere medfører det en økning i livsløpskostnadene (og motsatt hvis de reduseres). En økning i driftskostnader fra 1 % til 1,5 % av investeringen tilsvarer fortsatt noe lavere livsløpskostnader for alternativ 5, men differansen blir betydelig redusert.

Tabell 10.8. Resultater fra sensitivitetsanalyse med økte driftskostnader for flytebruen i alternativ 5.

	Årskostnad
Alternativ 5 – Flytebru (stål) med tilførselsveier	32,6 millioner kr.
Alternativ 5alt – Flytebru (aluminium) med tilførselsveier	35,9 millioner kr.
Alternativ 5alt – Høyere driftskostnader (1,5 %)	34,6 millioner kr.
Differanse	-1,2 millioner kr.

10.3.3 Vurderinger

Resultatene fra analysen viser at det er forholdsvis liten forskjell i livsløpskostnader mellom alternativene. Likevel kommer alternativ 5 flytebru med stål ut med lavest livsløpskostnader for ulike kombinasjoner av kalkulasjonsrente og analyseperiode.

Ettersom kostnadsestimatene i alternativene er usikre, er det utført sensitivitetsanalyse med lavere investeringskostnader for alternativ 5alt og høyere driftskostnader for alternativ 5. Dette for å belyse hvor følsomme resultatet er for denne type kostnadsendringer.

En reduksjon i investeringskostnad i alternativ 5alt medfører tilnærmet identiske livsløpskostnader for alternativene. En økning i driftskostnader for alternativ 5 fra 1 % til 1,5 % medfører en reduksjon i differansen mellom alternativene, men fortsatt går livsløpskostnadene i favør av alternativ 5.

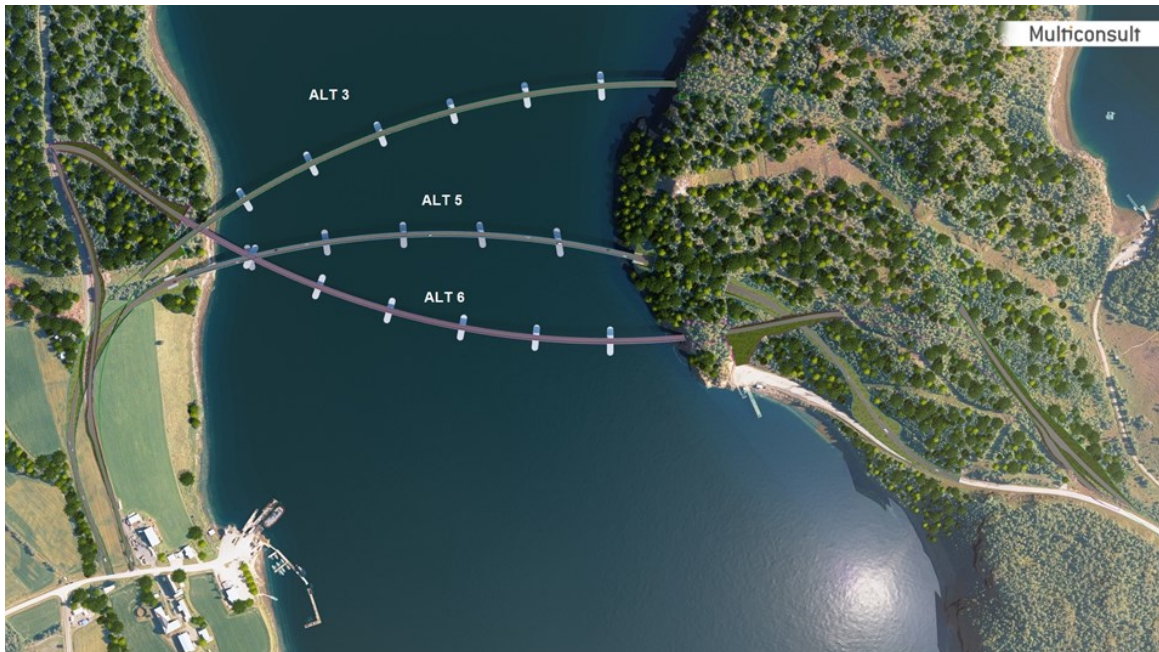
Sensitivitetsanalysene viser at resultatet er forholdsvis robust for endringen og at alternativ 5 vurderes som noe bedre enn alternativ 5alt.

Dersom resultatet av analysen av livsløpskostnader er en sentral del av investeringsbeslutningen bør det vurderes å gjøre ytterligere detaljeringer og beregninger av drifts- og vedlikeholdskostnader, samt fordeling av når i livsløpet kostnadene oppstår.

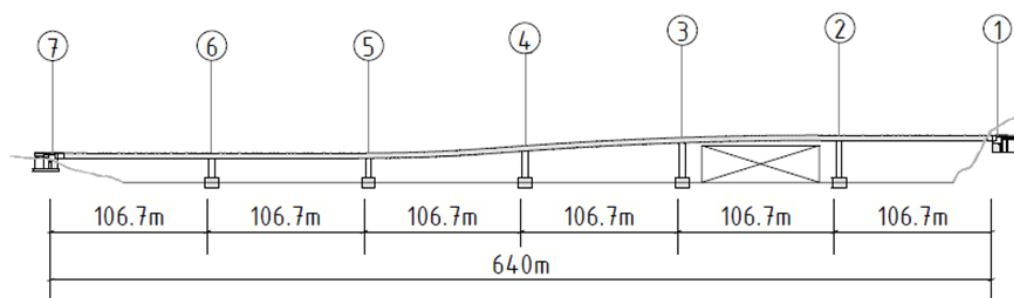
11 Oppsummering

Alternativ 5 gir den korteste flytebrua og anbefales for videre vurdering fordi dette alternativet gir lavest byggekostnad og er teknisk gjennomførbar. Detaljerte beregninger for dette alternativet er gjennomført. I tillegg er alternativ 3 og 6 utredet. Alle tre alternativer har seilingsled i spenn nummer 2 regnet fra øst. Vist for alternativ 5 i Figur 3-7.

Som hovedkonsept for alternativene utredes en flytebru med brukasse og pongtonger i stål.



Figur 3-6 Alternativ 3, 5 og 6 illustrert i plan.



Figur 3-7 Oppriss alternativ 5

Alternativ	Brulengde/ total veglengde [m]	Antall spenn/ spennlengde [m]	Antall pontonger
3	725 / 2250	7 / 104	6
5	640 / 1670	6 / 107	5
6	715 / 2240	7 / 102	6

Tabell 11-1 brulengde, total lengde vegtrase samt info om spennlengder og antall pontonger for de 3 alternativene

Brukseptene bygges med en konstant krumning, med en radius på 1100 m i horisontalplanet. Dette innebærer at tverraster fra bølge og vind bæres i vesentlig grad på bue-virkning. For en slik buet flytebru er det ikke nødvendig å benytte forankringsliner ned til sjøbunn.

Sum byggekostnad for veg og bru er vist i figuren nedenfor.

Byggekostnaden for veg og for bru i stål har en usikkerhet på +/-35%.

Den totale byggekostnaden for alternativ 3 og 6 er henholdsvis 8,5 % og 8 % dyrere enn for alternativ 5.

Alternativ	Sum byggekost VEG med MVA (Prisnivå 2021)	Sum byggekost Konstruksjon med MVA (Prisnivå 2021)	TOTAL byggekost (Prisnivå 2021)
3	81 175 000,-	751 930 000,-	833 105 000,-
5	95 634 000,-	672 810 000,-	768 444 000,-
6	81 915 000,-	747 670 000,-	829 585 000,-

Tabell 7-1 Kostnadsestimat for vegtrasé med flytebru (stål) - Alternativ 3, 5 og 6. Alle tall er 2021-kr. og inkl. merverdiavgift

Tabellen nedenfor oppsummerer geotekniske og ingeniørgeologiske vurderinger utført for alternativene. For KU-temaene landskapsbilde og naturressurser er tiltakets konfliktpotensial middels-stort. Disse temaene er også oppsummert i tabellen.

Alternativ 3	Brulandkar på Jøa forankres i berg og påvirker ikke områdestabiliteten. Ny adkomstveg på Jøa må gå gjennom kvikkleiresone og må grunnforsterkes med kalksementstabilisering
Alternativ 5	Brulandkar på Jøa forankres i berg og påvirker ikke områdestabiliteten. Ny adkomstveg på Jøa må gå gjennom kvikkleiresone og må grunnforsterkes med kalksementstabilisering.
Alternativ 6	Brulandkar på Jøa forankres i berg og påvirker ikke områdestabiliteten. Ny adkomstveg på Jøa må gå gjennom kvikkleiresone og må grunnforsterkes med kalksementstabilisering. Dette alternativet krever minst kalksementstabilisering
Ingeniørgeologi	
Alternativ 3	Medfører relativt enkle inngrep i berg og gode fundamenteringsforhold for landkar på Ølhammaren. Ut fra ingeniørgeologisk perspektiv er alternativ 3 det gunstigste alternativet.
Alternativ 5	Gode grunnforhold for brulandkar, men det er registrert svakhetssoner i området som må vurderes nærmere. Tunnel er et mer kostbart element enn bergskjæringer. Alternativt kan man gå for åpen bergskjæring, eller flytte traseen litt nordover på Ølhammaren for å få bedre berg-overdekning
Alternativ 6	Gode fundamenterings- forhold for brua, men alternativet ligger i et mer kupert og sidebratt terreng på Ølhammaren, noe som gir større utfordringer mhp. anleggsgjennomføring.
Landskapsbilde	
Alternativ 3	Påvirker landskapet i hele fjordrommet, både med hensyn til nær- og fjernvirkning. Alternativet ligger lengst nord og lengst unna bebyggelsen og der folk oppholder seg og vil dermed påvirke Seierstad mindre enn alternativ 5 og 6. Sett fra Seierstad vil Ølhammaren opprettholde sin kjente form som et landemerke
Alternativ 5	Påvirker landskapet i hele fjordrommet, både med hensyn til nær- og fjernvirkning. Inngrepene ved overgangen mellom tunnel og bru som vil bli synlig fra fjordrommet. Brua blir liggende nærmere bebyggelsen på Seierstad og lenger inn i fjordrommet enn alternativ 3, og vil derfor virke mer dominerende enn alternativ 3. Sett fra Seierstad vil Ølhammaren som landemerke bli svært endret. Det vil bli fjellskjæringer som fremstår som sår i selve landskapsformen der bru og tunnel møtes.
Alternativ 6	Påvirker landskapet i hele fjordrommet, både med hensyn til nær- og fjernvirkning. Vegstrekningen sør for Ølhammaren vil gi fjellskjæringer på deler av strekningen for brua. Vegen blir liggende slik at den søndre delen av Ølhammaren ødelegges og det blir en stor synlig fjellskjæring både sett fra vegen og fra fjordrommet. Brua blir liggende nærmere bebyggelsen på Seierstad enn både alternativ 3 og 5, og vil virke mer dominerende enn disse. Fjellskjæringene på den søndre delen av Ølhammaren vil fremstå som sår i landskapsformen der bru møter land. Sett fra Seierstad vil landemerket Ølhammaren forstyrres av brukonstruksjonen som krysser foran landskapsformen.
Naturressurser	
Alternativ 3	Berører fulldyrket jord på Jøa i ytterkant av et jorde
Alternativ 5	Berører fulldyrket jord på Jøa og splitter et jorde
Alternativ 6	Berører fulldyrka jord på Jøa i ytterkant av to jordbruksteiger

Tabell 11-2 Oppsummerer konsekvensene for temaene geoteknikk, ingeniørgeologi, landskap og naturressurser

Bompenger/Finansiering for alternativ 5

Finansieringsanalysen viser at en bruløsning finansiert gjennom egenbidrag fra fylkeskommunen,

bompenger fra trafikanter, samt rentekompensasjon og fergeavløsningsmidler fra staten vil kreve store økonomiske bidrag fra fylkeskommunen og/eller trafikantene. Se kap. 9.

Livsløpskostnader for alternativ 5

Det er gjort beregninger av livsløpskostnader for flytebru i stål og for flytebru i aluminium. Resultatene fra analysen viser at det er forholdsvis liten forskjell i livsløpskostnader mellom alternativene. Likevel kommer alternativ 5 flytebru med stål ut med lavest livsløpskostnader for ulike kombinasjoner av kalkulasjonsrente og analyseperiode.

12 Vedleggsliste

Vedlegg 1 – Plan og profiltegninger for vegtrase alternativ 3, 5 og 6

Vedlegg 2 – Kostnadsestimat for veg alternativ 3, 5 og 6

Vedlegg 3 – Tegninger bru

Vedlegg 4 – Klimagassberegninger

13 Referanser

10225485-RIMT-NOT-91-Metoccean

10225485-01-RIB-RAP-01 -Analyser og dimensjonering av flytebru.

Google Maps

Askeladden. (2020). <https://askeladden.ra.no/AskeladdenRedigering/#>. Hentet 2020

EPD-Norge, The Norwegian EPD Foundation. (u.d.). epd-norge.no. Hentet fra www.epd-norge.no

Finansdepartementet. (2017). Perspektivmeldingen 2017.

Hordaland fylkeskommune. (2019). Årsmelding 2018.

Kartverket, Skyggerelieffkart fra Høydedata (www.hoydedata.no)

Kristiansen, J.N, Bratli, H., Rønning, G. (1988, 2005-2007). Havstrand i Trøndelag.

Lokalitetsbeskrivelser og verneforslag. Økoforsk Rapp.Multiconsult Norge AS, Rapport 10225485-RIG-RAP-001. Jøa t'land 24/7. Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser, datert 2021-08-25

Multiconsult. (2021). 10225485-01-RIB-NOT-001_Kostnadsvurdering ferjekai.

Multiconsult. (2021). Jøa flytebru metoccean.

Multiconsult. (2021). Jøa t'land 24/7 - Utredning av flytebru med tilførselsveger - Analyser og dimensjonering av flytebru.

Multiconsult Norge AS, Rapport 10225485-RIG-RAP-001. Jøa t'land 24/7. Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser, datert 2021-08-

NIBIO Nasjonalt referansesystem for landskap

NiN Landskap. Artsdatabanken. Natur i Norge Landskapstyper

Norconsult «Jøa t'land 24/7 – Tekniske forutsetninger – Del 2». Rapport 5196257-02_01, datert 30.10.2019.

Norconsult. (2018). Trafikale effekter og trafikantnytte av ny trasé til Kvinnherad.

Norconsult. (2019). SUNNFAST ALTERNATIV LEI TIL INDRE HARDANGER, Oppdragsnr.: 5196713 Dokumentnr.: 1.

Norge i bilder

Norges geologiske undersøkelse (NGU), Kwartærgeologisk kart. Tilgjengelig på www.ngu.no.

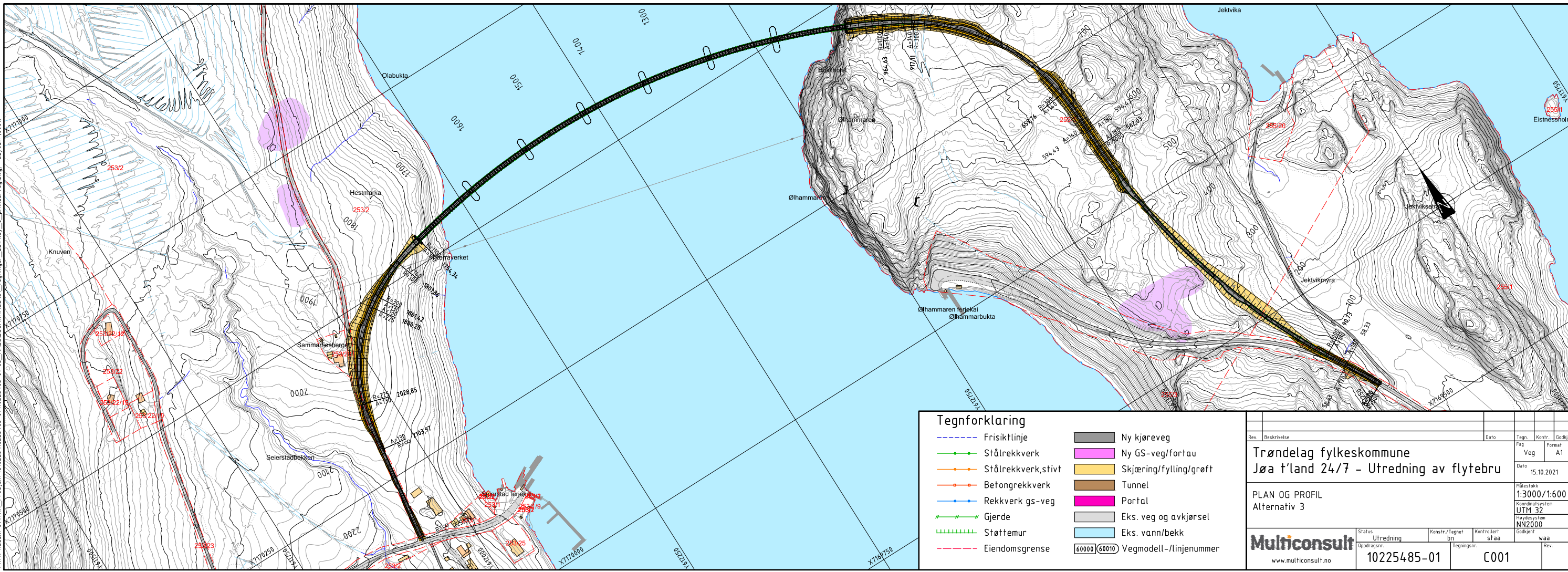
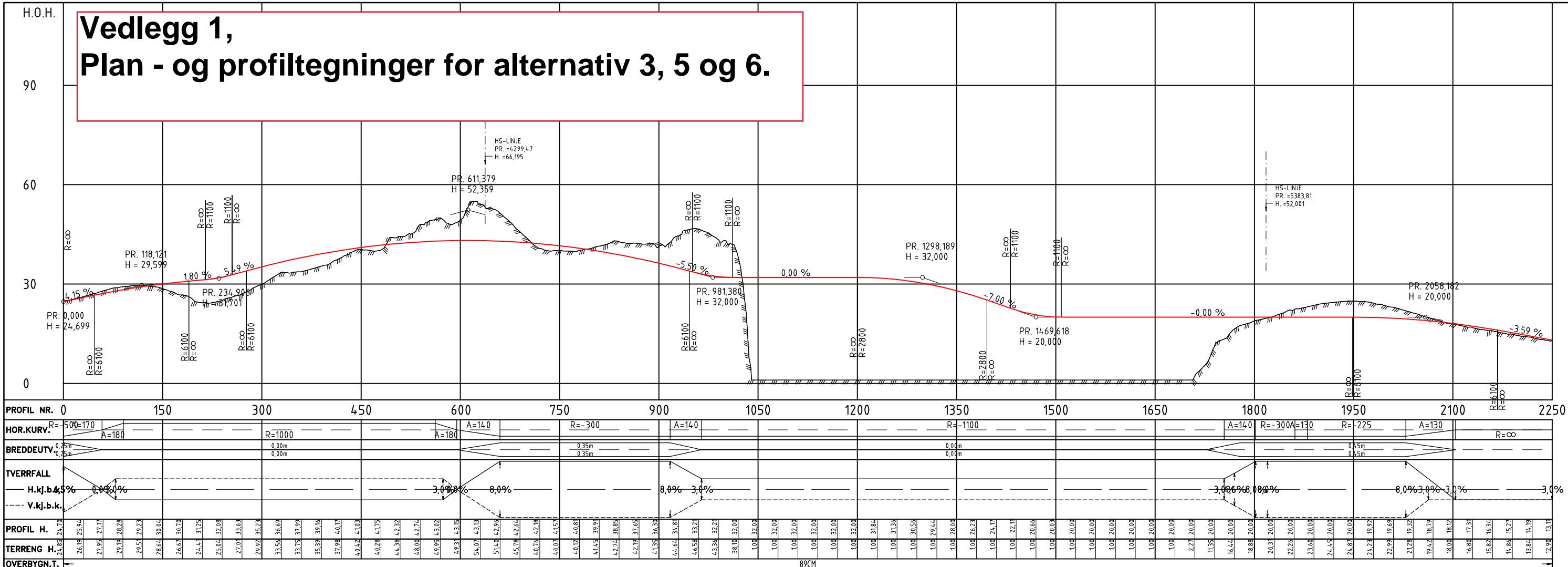
Norges geologiske undersøkelse (NGU), Berggrunnskart 1:50 000 og 1:250 000. Tilgjengelig på www.ngu.no.

Norges Vassdrags- og Energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred: vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsmaterialer». Veileder 1-2019, datert desember 2020.

NVE, Aktsomhetskart for skred i bratt terreng på nett (www.atlas.nve.no)

- Oslo economics og SWECO. (2015). Moglegheitsstudie for fylkesvegsamband knytt til ny E39 Bergen - Rogaland.
- Overrein, H. J. (2020). Prosjekt Jøa t'land 24/7 - Rapport valg av hovedalternativ. Steinkjer: Trøndelag fylkeskommune.
- Regjeringen. (2021). Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen. Hentet 2021 fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/statlige-planretningslinjer-for-differensiert-forvaltning-av-strandsonen-langs-sjoen/id2850282/>
- Samferdselsdepartementet. (2017). Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal Transportplan 2018-2029. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/?ch=1>
- Samferdselsdepartementet og Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2017). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/retningslinjer-for-alternativ-bruk-av-ferjetilskot-for-fylkesvegferjer/id2500238/>. Hentet fra regjeringen.no.
- Skyss. (2017). Trafikkplan båt Hordaland.
- Skyss. (2020). Rutehefte Ferjer og hurtigbåter. Hentet fra www.skyss.no.
- Standard Norge. (2019). Bærekraftige byggverk. Miljødeklarasjoner. Grunnleggende produktkategoriregler ofr byggevarer.
- Statens vegvesen. (2019). Bompengeprosjekter.
- Statens Vegvesen. (2021). VegLCA v.5.03b.
- Statens Vegvesen Håndbok V220. «Geoteknikk i vegbygging», juni 2018.
- Statens Vegvesen Håndbok V221. «Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger», juni 2014.
- TØI. (2020). Verdsetting av reisetid og tidsavhengige faktorer. Dokumentasjonsrapport til Verdsettingsstudien 2018 - 2019.
- Vegdirektoratet. (2015). Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6. Statens vegvesen.
- Visit Namdalen. (2021). Kajakk og padleruter i Namdalen. Hentet 2021 fra <https://visitnamdalen.com/kajakk-og-padleruter/>

Vedlegg 1, Plan - og profildegninger for alternativ 3, 5 og 6.



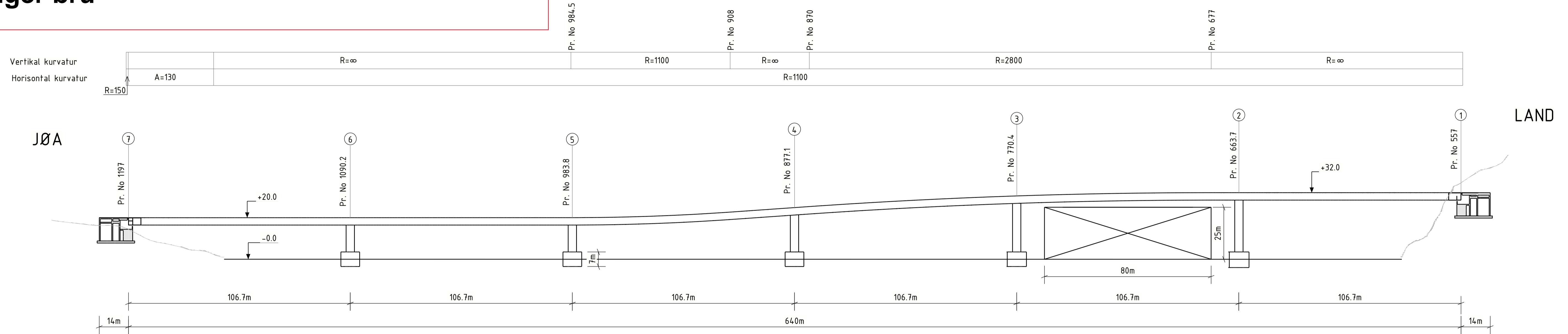
Kostnadsestimat veg for alternativ 3, 5 og 6

Oppdrag	Jøa t'land		Dokumentkode	10225485-01-VEG		
EMNE	Kostnadsestimat VEG		Tegning:	C001 - 31.08.2021		
Alternativ	Alternativ 3		Utført av:	Ørjan Edvardsen		
Forutsetninger:						
Sprenngstein fra linja brukes som fyllmasser. Prisivå: 2021.						
Deponi i nærheten <3km. Evt. geotekniske tiltak er ikke medregnet. Evt. flytting av høyspent ikke medregnet						
Evt. Innløsning av boliger er ikke medregnet. Frostfri dimensjonering er ikke vurdert.						
Erfaringspriser hentet fra Fv. 710 Brekstad - Krinsvatnet & Fv.715 Nordsetervatnet (Alle med 7,5m veg bredde - meterspriser justert for mindre vegbredde)						
Element	PR- fra	PR-til	Kommentar	Antall meter	kr pr/m	Sum
Veg i dagen	0	480	PO-120 i eksisterende veg. 1 møtelomme Fylling på 17000m3 mellom P120-440	480	16000	7 680 000,00
Veg i dagen	480	710	Tosidig fjellskjæring. Opptil 12-13m høyt. Ca 16000m3 fjell. 1 møtelomme	230	21000	4 830 000,00
Veg i dagen	710	790	Ny veg ligger på liten fylling	80	16000	1 280 000,00
Veg i dagen	790	1020	Tosidig fjellskjæring. Opptil 12-13m høyt. Ca 25500m3 fjell. 1 møtelomme. Profilet breddeutvides mot landkar	230	25000	5 750 000,00
Veg i dagen	1755	2080	Noe fylling etter landkar. Tosidig jordskjæring videre. Ca 18000m3 jord. 1 Møtelomme	325	16000	5 200 000,00
Geoteknikk	1870	2240	Grunnforsterkning	370	42000	15 540 000,00
Veg i dagen	2080	2250	Følger eksisterende veg, lett terreng	170	10000	1 700 000,00
				Stk	Enhet	Pris
Nye kryss			Eks veg kobles på ny veg i T-kryss	2	RS	400000
Rigg/drift			15 %			6 417 000,00
Byggekostnad						49 197 000,00
Uforutsett				15 %		7 379 550,00
Prosjektering,byggherre				25 %		12 299 250,00
MVA				25 %		12 299 250,00
SUM						81 175 050,00

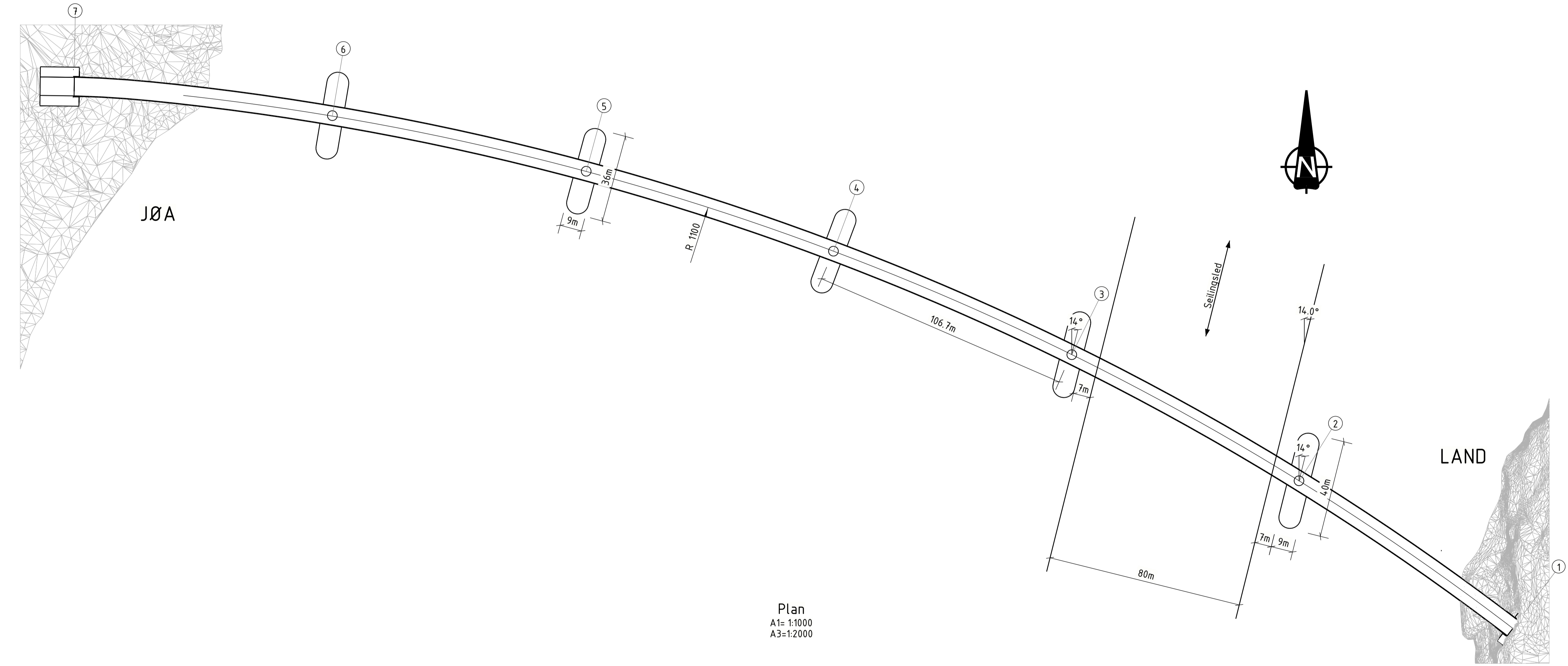
Oppdrag	Jøa t'land		Dokumentkode	10225485-01-VEG		
EMNE	Kostnadsestimat VEG		Tegning:	C002 - 31.08.2021		
Alternativ	Alternativ 5		Utført av:	Ørjan Edvardsen		
Forutsetninger:						
Sprengstein fra linja brukes som fyllmasser. Prisnivå: 2021. Frostfri dimensjonering er ikke vurdert. Evt. flytting av høyspent ikke medregnet. Deponi i nærheten <3km. Evt. geotekniske tiltak er ikke medregnet, Evt. Innløsning av boliger er ikke medregnet						
Erfaringspriser hentet fra Fv. 710 Brekstad - Krinsvatnet & Fv.715 Nordsetervatnet						
Fv.714 Åstfjordkryssinga og Fv723 Ryssdal - Herfjord (Alle med 7,5m veg bredde - meterspriser justert for mindre vegbredde)						
Element	PR- fra	PR-til	Kommentar	Antall meter	kr pr/m	Sum
Veg i dagen	0	315	Vegen ligger delvis på fylling og skjæring. Skrående terreng. Ca 7100m3 fylling og 1000m3 skjæring. 1	315	16000	5 040 000,00
Veg i dagen	315	425	Tosidig fjellskjæring inn mot tunnelportal. Vegbredde økes. Ca 10-12m høyde. Ca 9800m3 fjell. 1 møtelomme	110	26000	2 860 000,00
Tunnelportal	400	425		25	180000	4 500 000,00
Tunnel	425	530	T8,5. Gjennomgående vann og frostsikring. Kort tunnel vurderes å dra prisen litt opp pr. meter	105	90000	9 450 000,00
Tunnelportal	530	555		25	180000	4 500 000,00
Veg i dagen	530	560	Kort tosidig fjellskjæring fra tunnelpåhugg og rett ut mot landkar bru. Ca 5000m3 fjell. Vanskelig adkomst. 1 møtelomme	30	35000	1 050 000,00
Veg i dagen	1200	1470	Ca 2500m3 fylling, før linja går inn i ei ca 12000m3 stor jordskjæring	270	16000	4 320 000,00
Geoteknikk	1280	1640	Grunnforsterkning	360	43000	15 480 000,00
Veg i dagen	1470	1670	Lett terreng over dyrka mark.	200	12000	2 400 000,00
				Stk	Enhet	Pris
Nye kryss			Eks veg kobles på ny veg i T-kryss	2	RS	400000
						800 000,00
Rigg/drift			15 %			7 560 000,00
Byggekostnad						57 960 000,00
Uforutsett				15 %		8 694 000,00
Prosjektering,byggherre				25 %		14 490 000,00
MVA				25 %		14 490 000,00
SUM						95 634 000,00

Oppdrag	Jøa t'land		Dokumentkode	10225485-01-VEG		
EMNE	Kostnadsestimat VEG		Tegning:	C003 - 31.08.2021		
Alternativ	Alternativ 6		Utført av:	Ørjan Edvardsen		
Forutsetninger:						
Sprengstein fra linja brukes som fyllmasser. Prisnivå: 2021. Evt. flytting av høyspent ikke medregnet						
Deponi i nærheten <3km. Evt. geotekniske tiltak er ikke medregnet. Frostfri dimensjonering er ikke vurdert.						
Erfaringspriser hentet fra Fv. 710 Brekstad - Krinsvatnet & Fv.715 Nordsetervatnet						
(Alle med 7,5m veg bredde - meterspriser justert for mindre vegbredde)						
Element	PR- fra	PR-til	Kommentar	Antall meter	kr pr/m	Sum
Veg i dagen	0	250	Ny veg ligger på liten fylling i jomfruelig terreng. 1. møtelomme. Ca 3500m3 fylling	250	16000	4 000 000,00
Veg i dagen	250	485	Tosidig fjellskjæring. 2 . Møtelommer. Høyde opptil 12-13m. Snitt høyde ca 4-5m. Ca 26500m3 fjell	235	21000	4 935 000,00
Veg i dagen	485	650	Sidebratt terreng. Stort fyllingsutslag. Ca 11000m3 fylling	165	19000	3 135 000,00
Veg i dagen	650	700	Tosidig fjellskjæring. Breddeutvidelse mot bru. Høyde opptil 12-13m. Ca 7000m3 fjell	50	27000	1 350 000,00
Veg i dagen	1425	1635	Ny veg ligger på fylling fra landkar og mot tilkobling eks. veg. Breddeutvidelse mot landkar. Ca 7400m3 fylling.	210	16000	3 360 000,00
Geoteknikk	1480	1760	Grunnforsterkning	280	33000	9 240 000,00
Veg i dagen	1640	2000	Ny veg ligger lett i terrenget, delvis på småe fyllinger og skjæringer. 2 møtelommer	360	14000	5 040 000,00
Geoteknikk	1970	2240	Grunnforsterkning	270	33000	8 910 000,00
Veg i dagen	2000	2240	Følger eksisterende veg inn til tilkobling mot Fv7080	240	10000	2 400 000,00
				Stk	Enhet	Pris
Nye kryss			Eks veg kobles på ny veg i T-kryss	2	RS	400000
Rigg/drift				15 %		6 475 500,00
Byggekostnad						49 645 500,00
Uforutsett				15 %		7 446 825,00
Prosjektering,byggherre				25 %		12 411 375,00
MVA				25 %		12 411 375,00
SUM						81 915 075,00

VEDLEGG 3 Tegninger bru



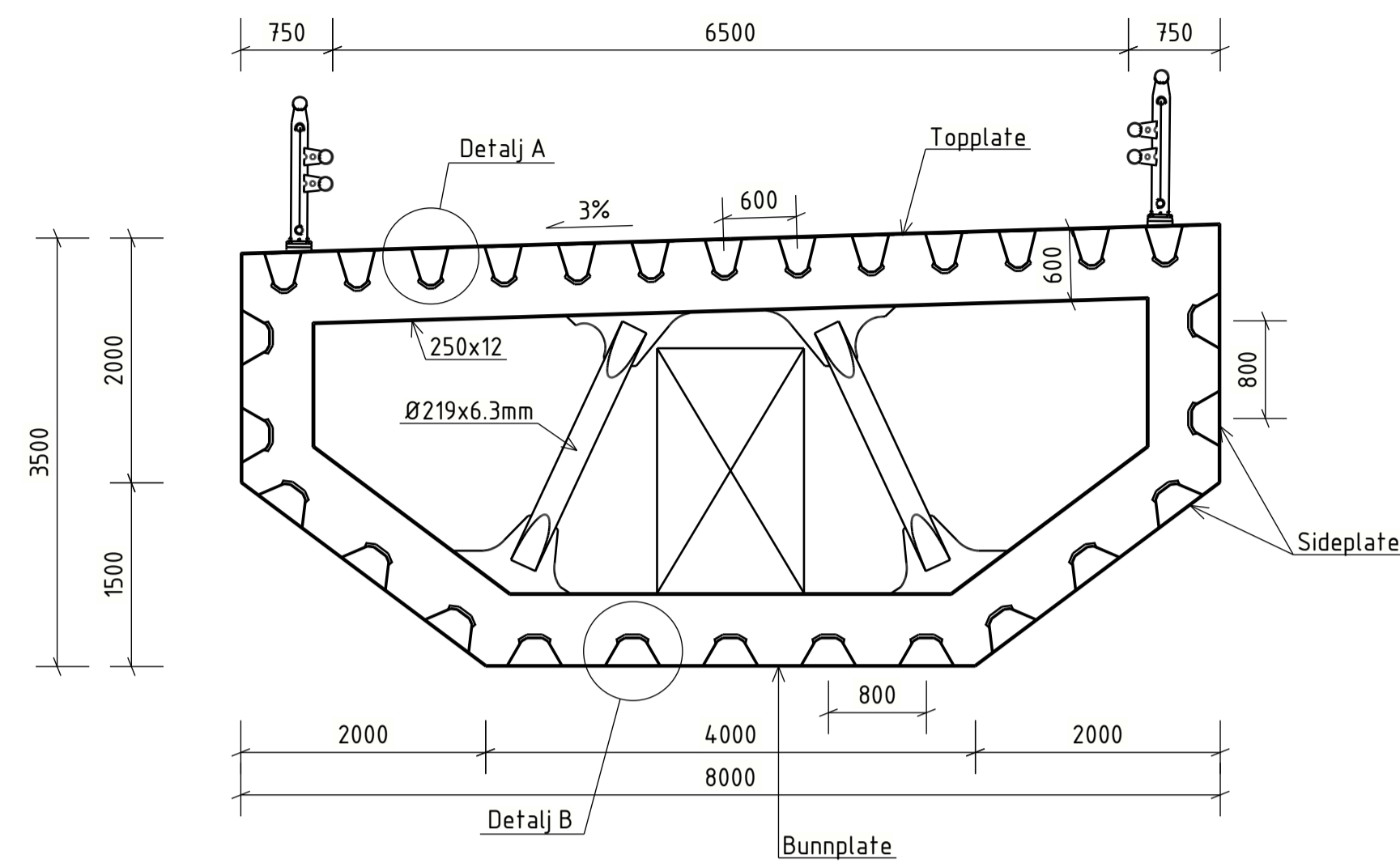
Oppriss
A1= 1:1000
A3= 1:2000



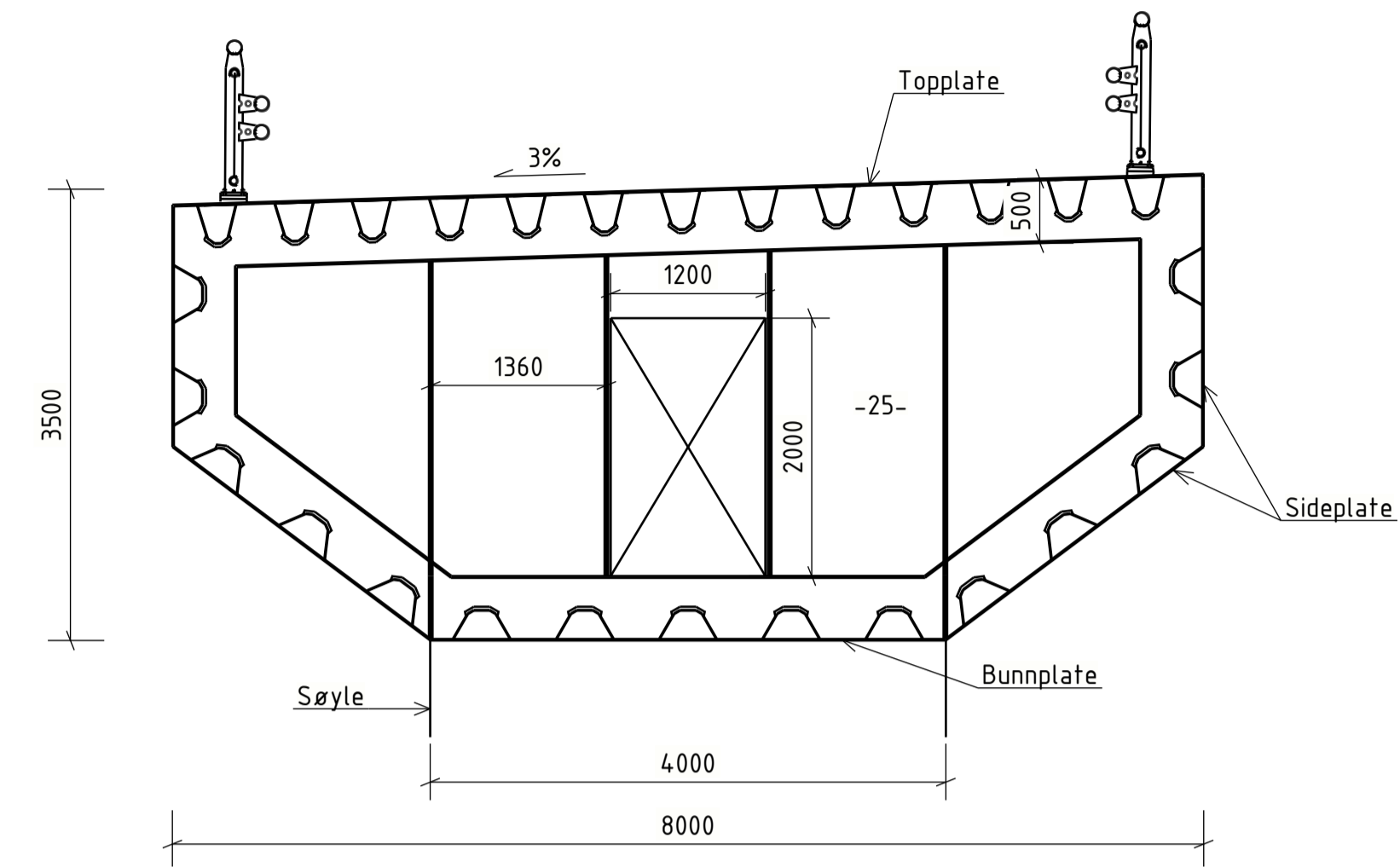
Plan
A1= 1:1000
A3= 1:2000

Merknader:
Vegstandard: Hø1
Fartsgrense: 80 km/t
Koordinatsystem: ETRS89 / UTM sone 32N

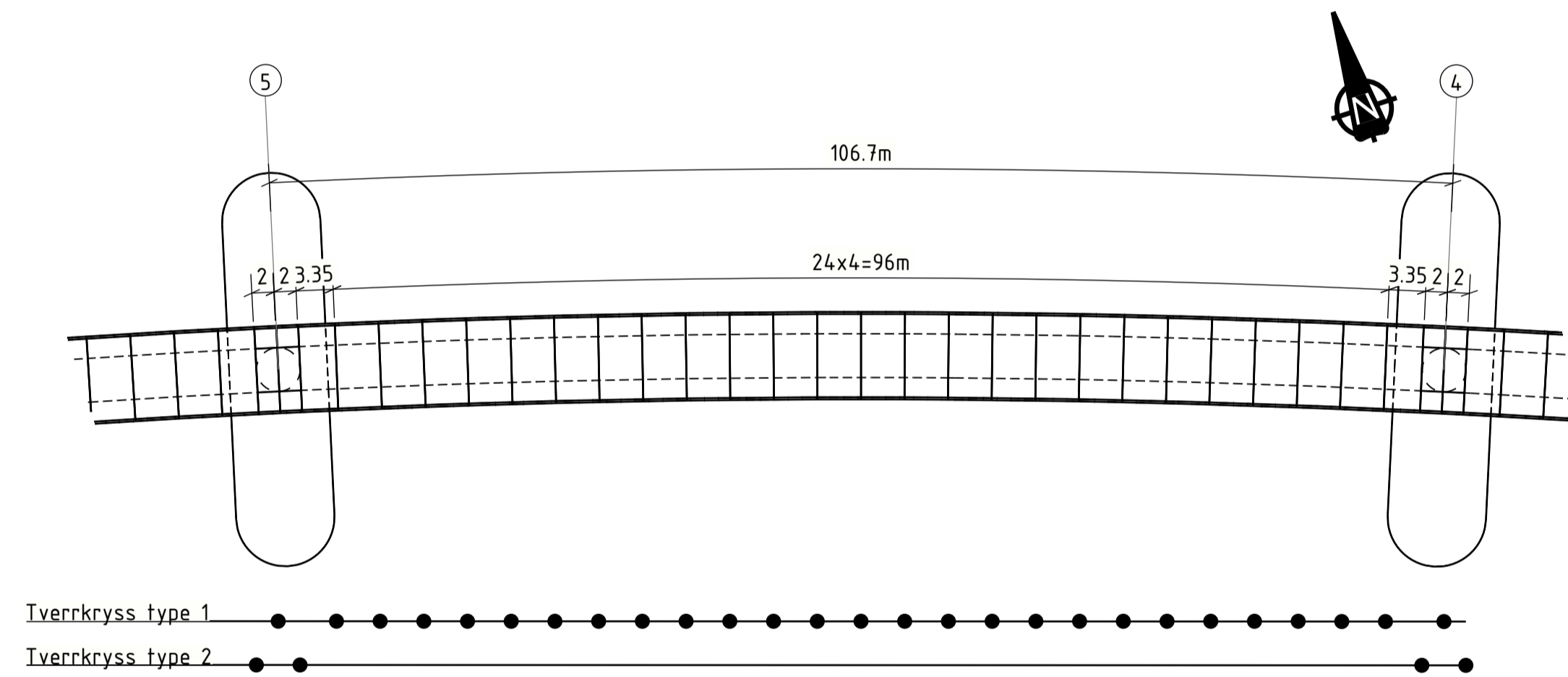
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konstr.	Code
	Trøndelag fylkeskommune		RIB		A1
	Jøa t'land 24/7 - Utredning av flytebru	15.10.2021			
	Oversiktstegning				
	Alternativ 5 med stålpongtonger				
	Formål/Målestokk: Som vist		Koordinatsystem UTM 32		
	Oppdragsnr. 10225485-01		Tegningsnr. K001		
	Status Utredning		Konstr./Tegnet JHG		Kontrollert PNL
	www.multiconsult.no		Godkjent PNL		Rev.



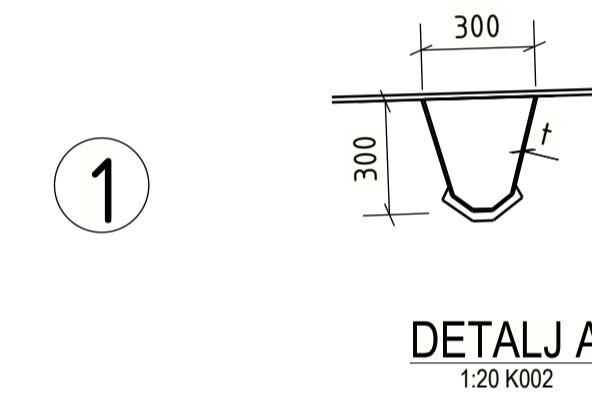
TVERRKRYSS TYPE 1
A1=1:50
A3=1:100



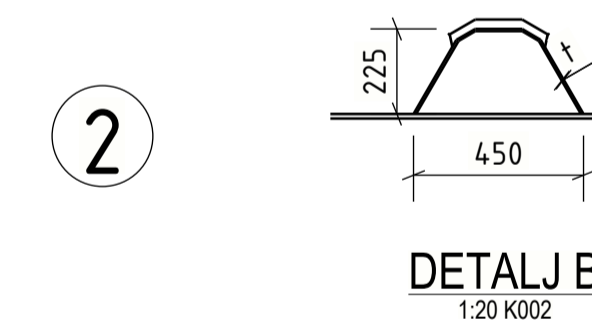
TVERRKRYSS TYPE 2
A1=1:50
A3=1:100



Plan prinsipp
A1=1:500
A3=1:1000



DETALJ A
1:20 K002

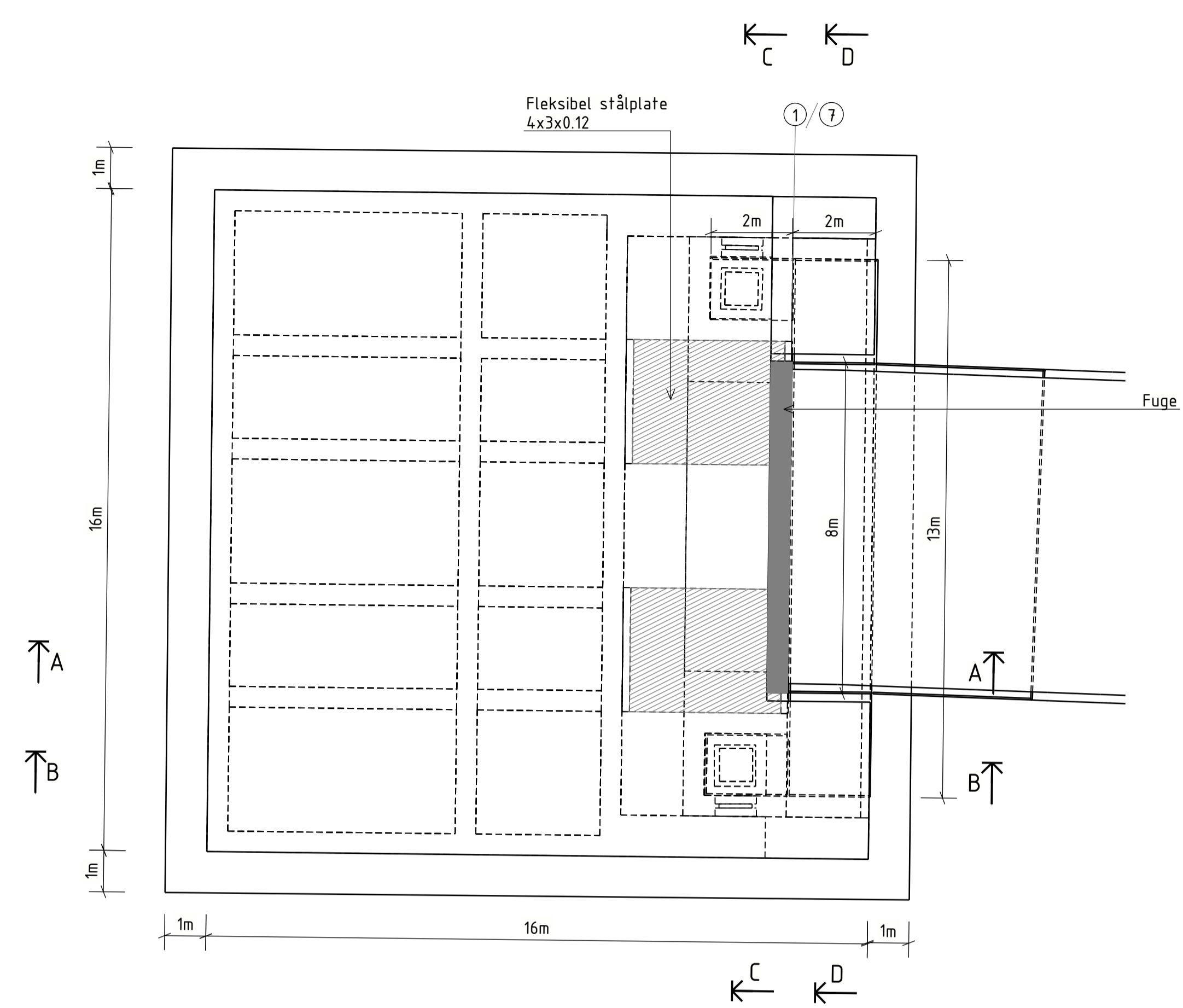


DETALJ B
1:20 K002

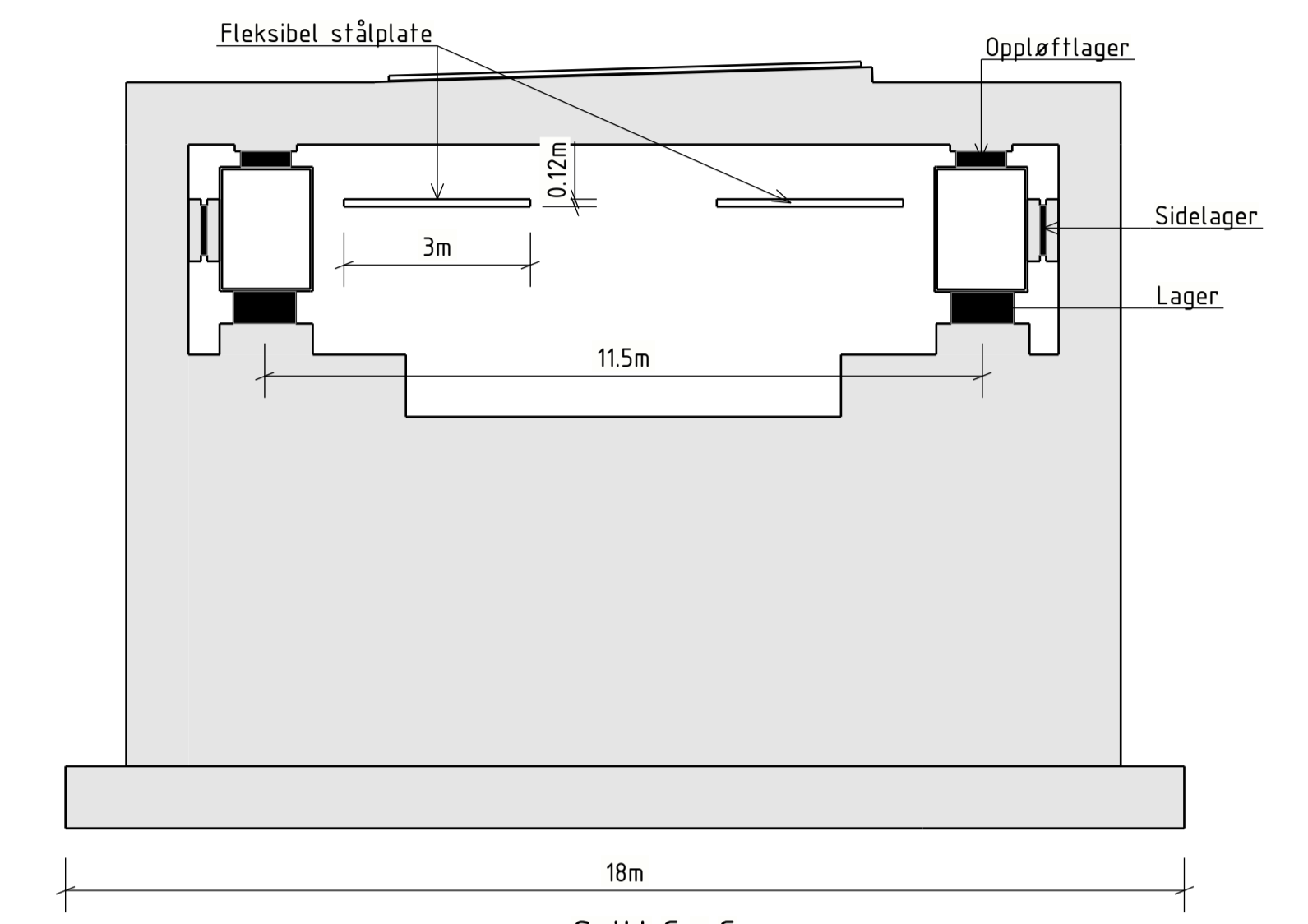
		7	6	5	4	3	2	1
	Pr. No	1197	1090.2	983.8	877.1	770.4	663.7	557
		106.7	106.7	106.7	106.7	106.7	106.7	106.7
		86.7	46.7	60	40	66.7	40	60
Topplate	Plate (mm)	20	20	14	16	14	16	14
	Stiver	① t=8	① t=8	① t=6	① t=6	① t=6	① t=6	① t=6
Sideplate	Plate (mm)	20	30	14	16	14	16	14
	Stiver	② t=8	② t=8	② t=6	② t=6	② t=6	② t=6	② t=6
Bunnplate	Plate (mm)	25	30	14	20	14	20	14
	Stiver	② t=8	② t=8	② t=6	② t=6	② t=6	② t=6	② t=6
Tverrsnitt		F2	S2	F1	S1	F1	S1	F1

Merknader:
Stålkvalitet: S420 N/NL

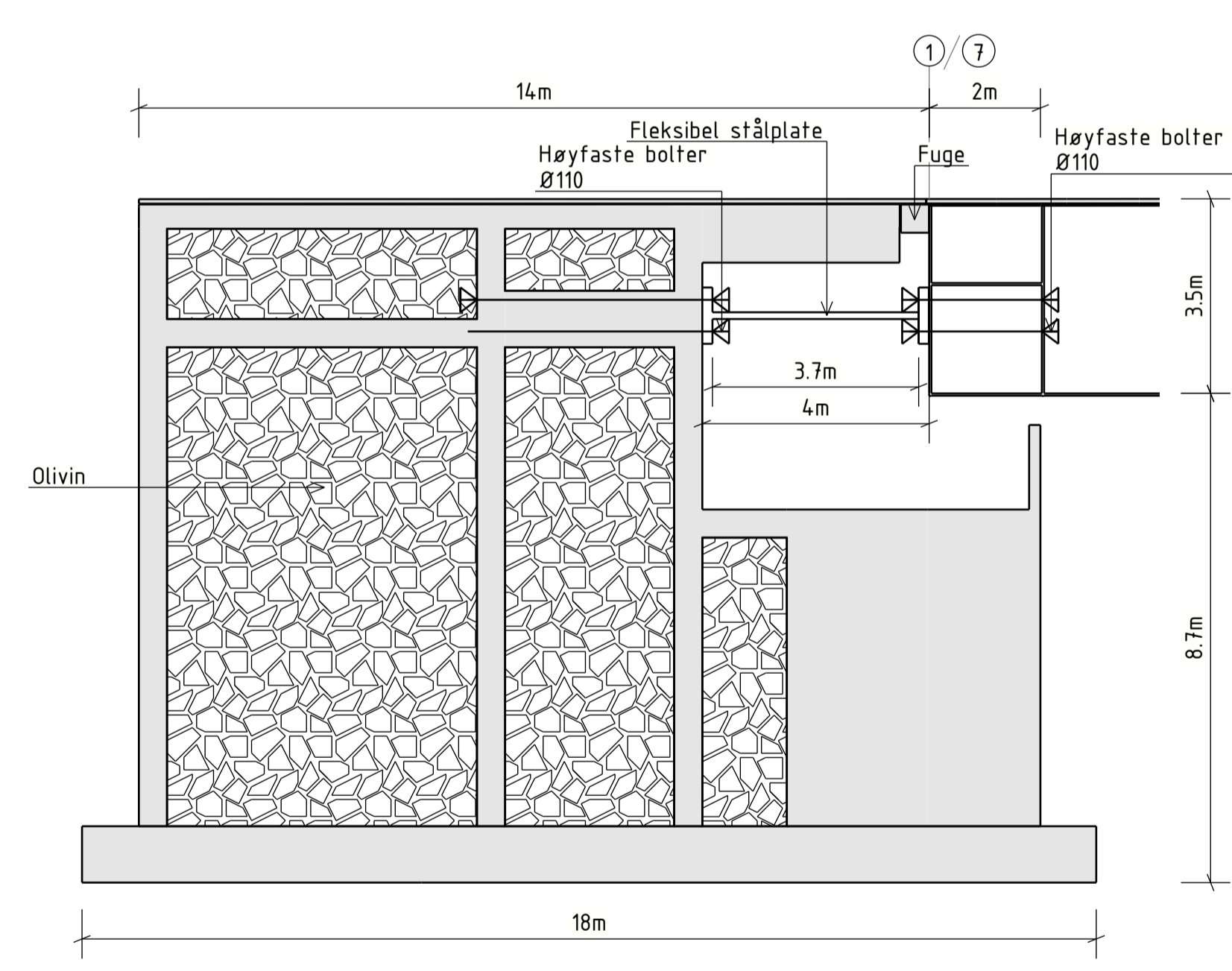
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
RIB	Trøndelag fylkeskommune Jøa t'land 24/7 - Utredning av flytebru	15.10.2021			A1
	Tverrsnitt Snitt, plan og detaljer				
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	JHG	PNL	PNL
		Tegningsnr.	10225485-01	K002	



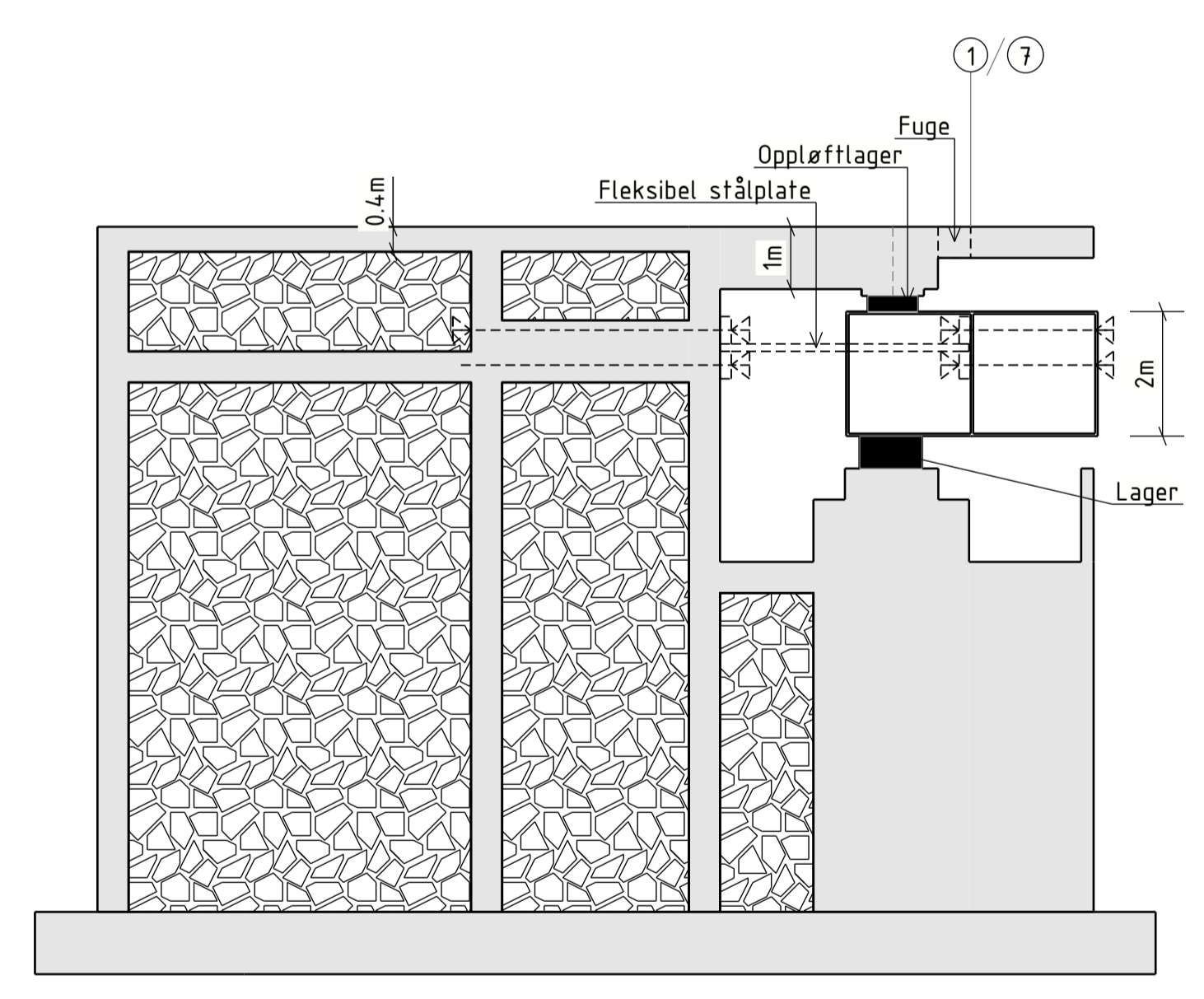
Plan
A1= 1:100
A3=1:200



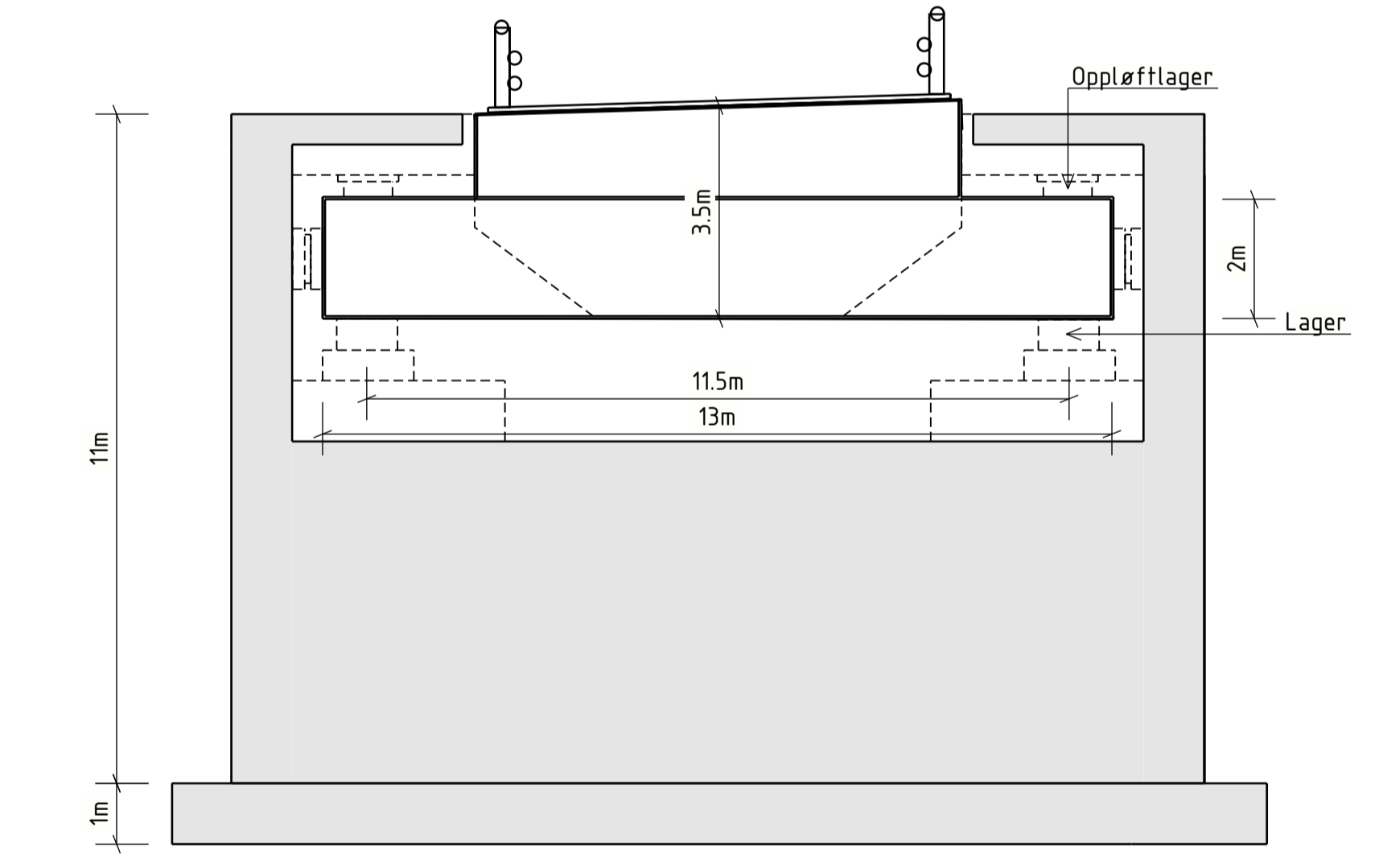
Snitt C - C
A1= 1:100
A3=1:200



Snitt A - A
A1= 1:100
A3=1:200

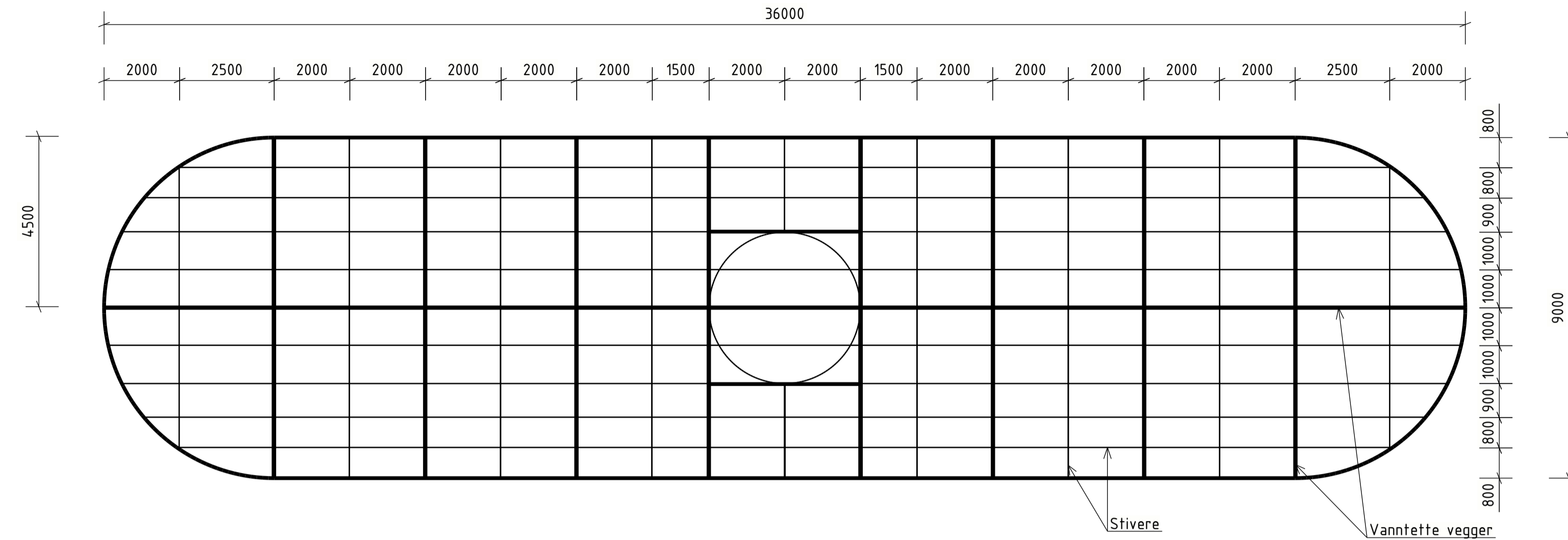


Snitt B - B
A1= 1:100
A3=1:200

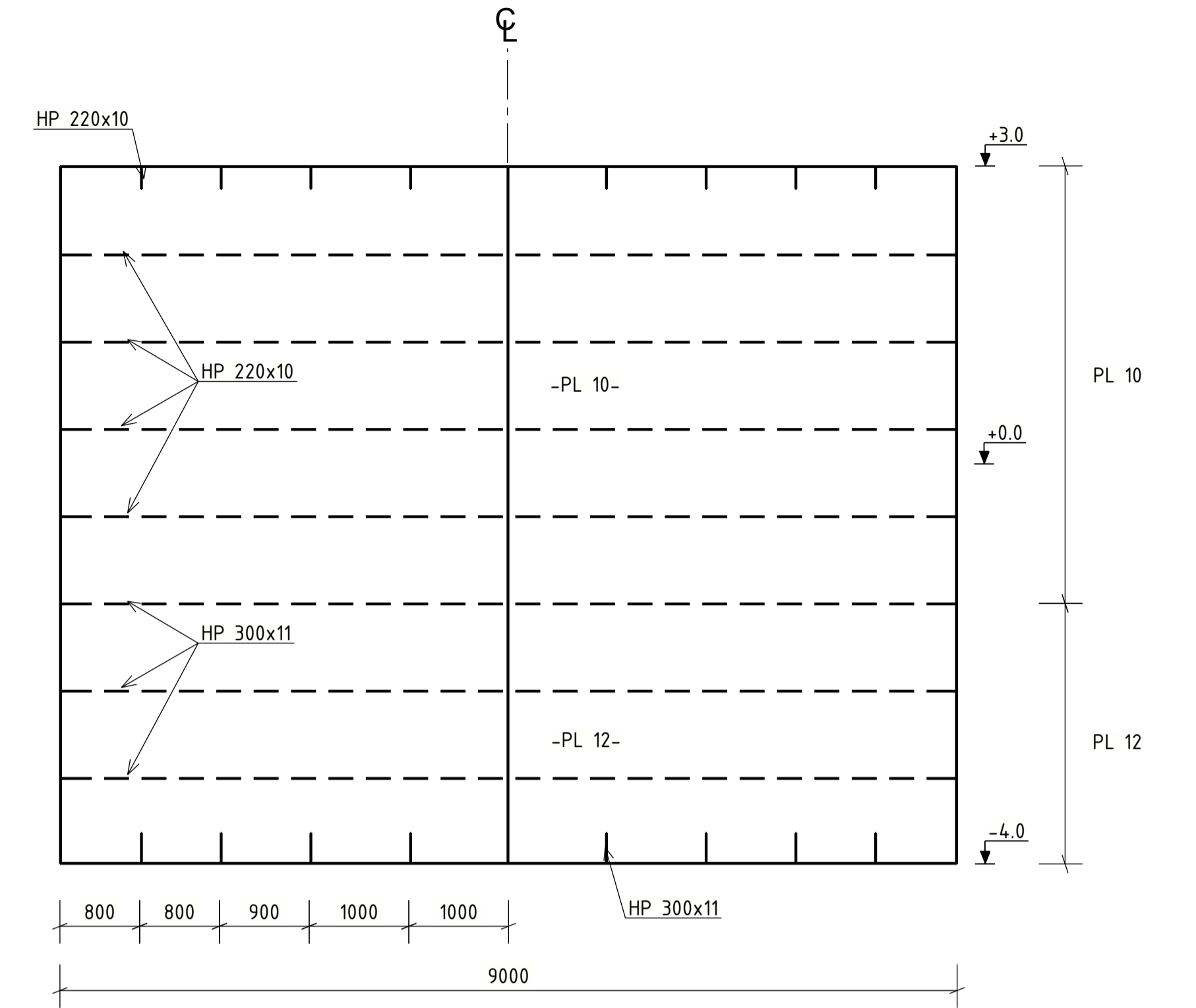


Snitt D - D
A1= 1:100
A3=1:200

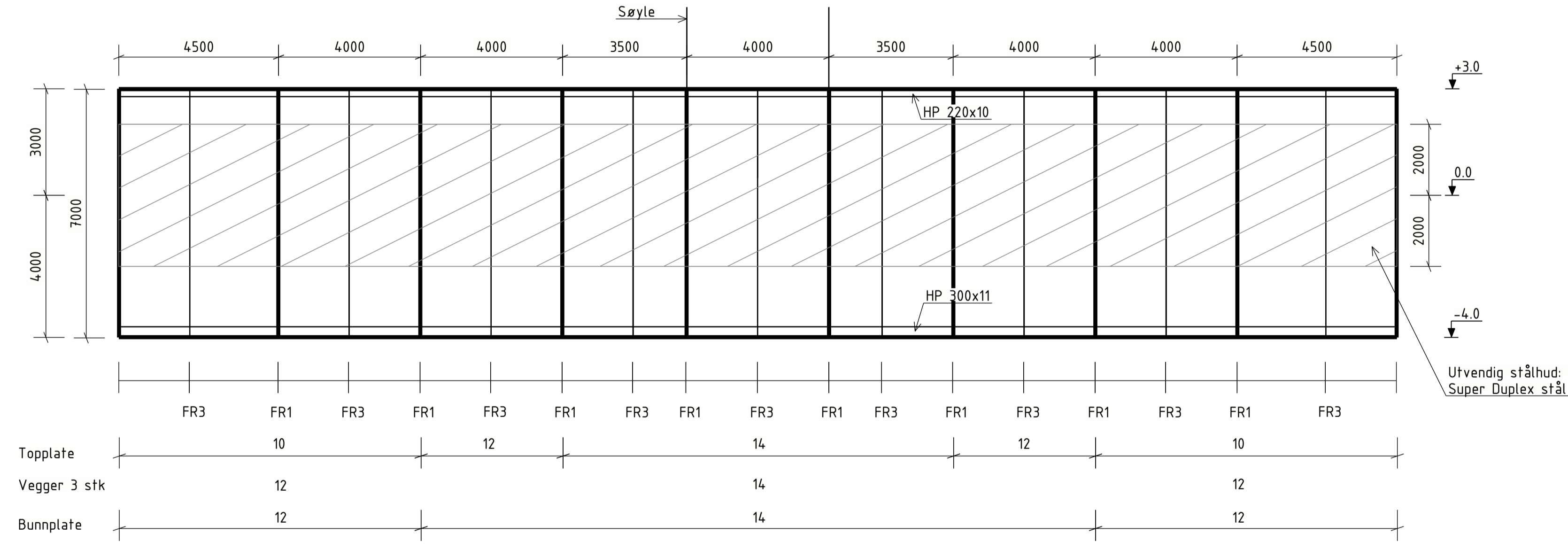
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konstr.	Godkj.
	Trøndelag fylkeskommune		RIB		A1
	Jøa t'land 24/7 - Utredning av flytebru	15.10.2021			
	Landkar				
	Plan og snitt				
	Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Utredning	JHG	PNL	PNL
		Oppdragsnr.	10225485-01	Tegningsnr.	K003
		Rev.			



Plan
A1=1:100
A3=1:200

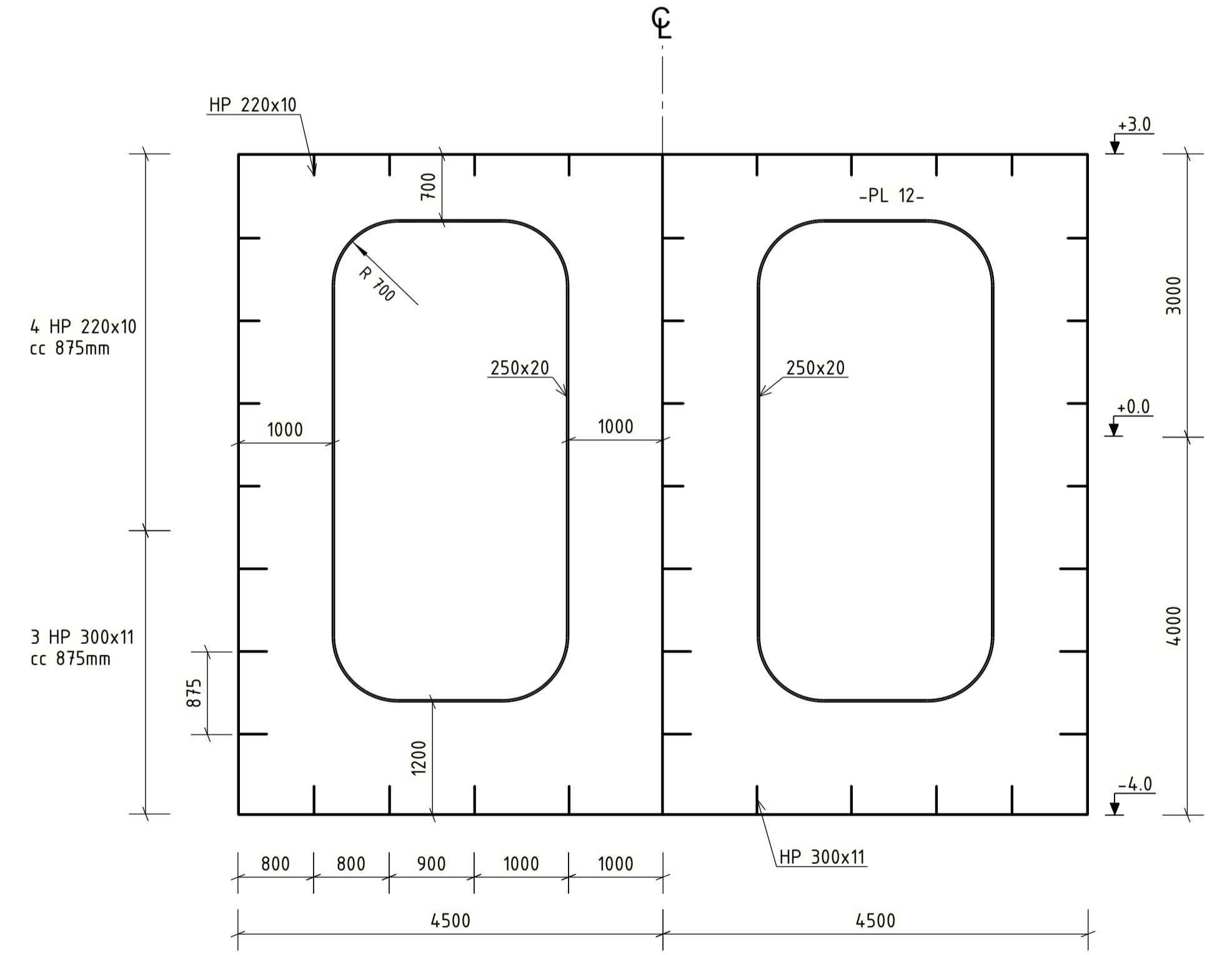


Tverrsnitt FR1
A1=1:50
A3=1:100



Oppriss
A1=1:100
A3=1:200

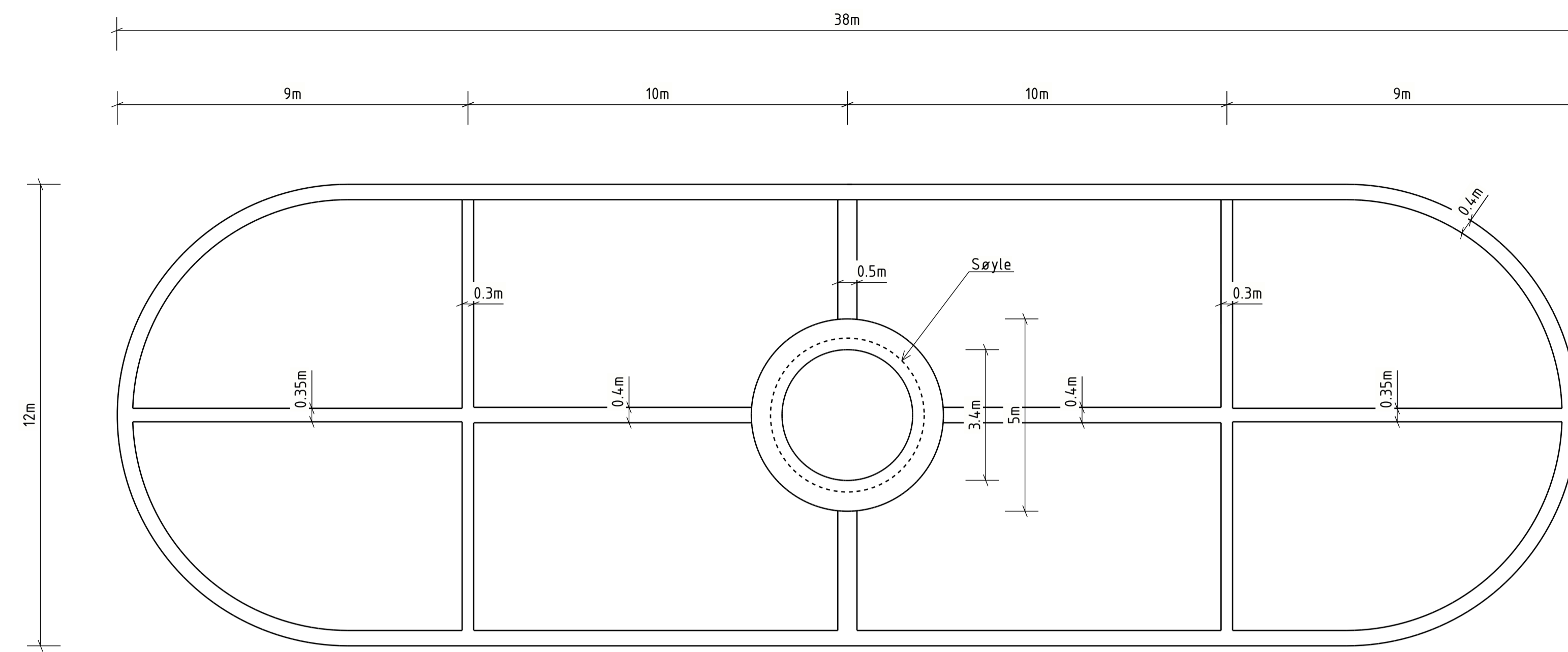
	FR3	FR1	FR3	FR1	FR3	FR1	FR3	FR1	FR3	FR1	FR3	FR1	FR3	FR1	FR3	FR1	FR3
Topplate		10		12		14		12		10							
Vegger 3 stk		12				14		12									
Bunnplate		12				14		12									



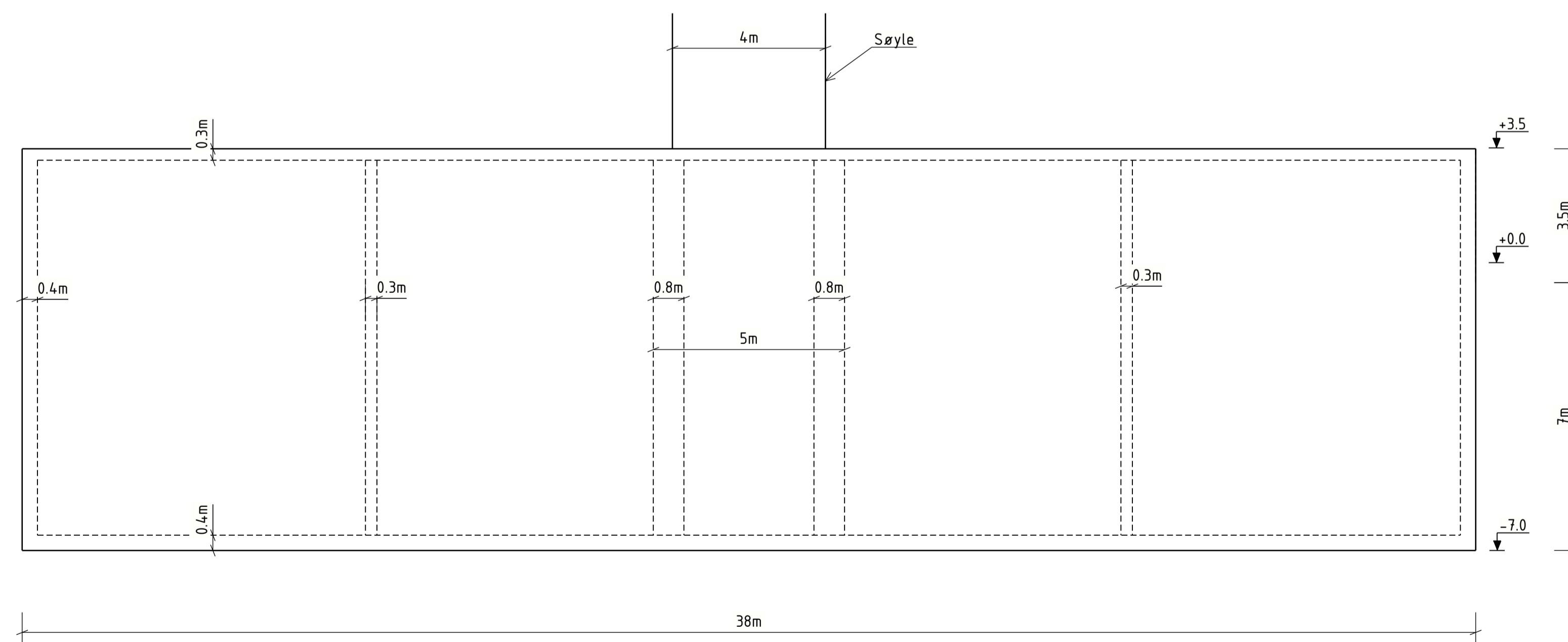
Tverrsnitt FR3
A1=1:50
A3=1:100

Merknader:
Stålkvalitet plater: S355 N/NL eller M/ML
Stålkvalitet stivere: S355 N/NL eller M/ML
Stålkvalitet plater i skvalpesonen: 25CR (SDSS)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konstr.	Godkj.
	Trøndelag fylkeskommune		RIB		A1
	Jøa t'land 24/7 - Utredning av flytebru	15.10.2021			
	Stålpongtong				
	Plan, oppriss og snitt				
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	JHG	PNL	PNL
		Tegningsnr.	10225485-01		
		Rev.		K004	



Plan
A1= 1:100
A3=1:200



Oppriss
A1= 1:100
A3=1:200

Merknader:
Fasthetsklasse: LB45
Densitetsklasse: 2

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konstr.	Godkj.
	Trøndelag fylkeskommune		RIB		A1
	Jøa t'land 24/7 - Utredning av flytebru	15.10.2021			
	Betongpøngtong				
	Plan og oppriss				
	Status: Utredning		Konstr./Tegnet: JHG	Kontrollert: PNL	Godkjent: PNL
	Oppdragsnr.: 10225485-01		Tegningsnr.: K005		Rev.:
	www.multiconsult.no				

Vedlegg 4 – Klimagassberegninger

1 Metode og avgrensninger

Det er utført overordnede klimagassberegninger for alternativ 5 med stålponter i mellomfaseverktøy i Statens Vegvesens beregningsverktøy VegLCA v.5.02b med mengder fra kostnadsberegninger som angitt i kap. **Error! Reference source not found.** Enhet det beregnes i er CO₂-ekvivalenter (CO₂e).

Det er regnet med et scenario med norsk el.-miks i byggefase og europeisk snitt i driftsfase. Utslipp er beregnet for alle materialer som trengs til å opprettholde vegen i løpet av levetiden på 100 år, inkludert utskiftninger av materialer i løpet av levetiden. Levetider for materialer er ihht. Statens vegvesens håndbøker.

Grønne celler i tabellen under markerer hvilke informasjonsmoduler klimagassberegningene omfatter, samt hvilke livsløpsfaser det teoretisk kan beregnes for i livsløpet til et produkt (Standard Norge, 2019).

INFORMASJON OM LIVSLØPET															TILLEGGS- INFORMASJON UTOVER LIVSLØPET	
Produktfase			Sammenstilling		Bruksfase							Slutfase				Etter endt levetid
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Montering	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkuleringspotensial. Gevinst og belastninger utover systemgrensene.

Prosjektet er delt inn i fasene materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold. Materialproduksjon tilsvarer modul A1-A3 i livsløpet og regnes her som en del av utbyggingen. Rene utbyggingsaktiviteter tilsvarer A4-A5 og drift og vedlikehold tilsvarer relevante B-moduler.

Siden det er tidlige beregninger, er det brukt utslippsfaktorer som er representative for produkter på det norske markedet, dette er datakvalitet på nivå 2. Standard utslippsfaktorer i verktøyet er ikke endret. Det er regnet med standard transportavstand på 20 km for masser inn/ut av anlegg. Det er regnet med konstruksjonsstål med innhold av resirkulert stål, betong B45 bransjereferanse og kalksement med sammensetning 50 % kalk/50 % CEM I.

2 Utdypende inndata

2.1 Levetider

Levetider benyttet i VegLCA versjon 5.03b:

Komponent	Levetid i år
Slitelag	15
Betongdekke	20
Brurekkverk	50
Belysning, veg i dagen	15
Belysning, tunnel	15
Elektrisk utstyr tunnel	20

2.1 Hovedmengder i beregninger

Tabellene under angir mengder brukt i beregninger, og viser utfylling i VegLCA v.5.03b for prosjektet.

Materialforbruk		
Materialer	Mengde	Enhet
Asfalt, Agb	1 550	tonn
Forsterkningslag (pukk)	6 700	am3
Normalbetong, B45, Bransjereferanse	2 900	m3
Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse	720	m3
Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)	4 100	tonn
PE-skumplater	95	m3
Rekkverk på bru (kjøresterkt rekkverk i stål)	1 280	lm rekkverk
Stål, armering og bolter kamstål	50	tonn
Stål, konstruksjonsstål og annet stål	5 670	tonn

Anleggsarbeid		
Prosess	Mengde	Enhet
Sprengning dagen (kun sprengning)	28 000	pfm3
Sprengning i tunnel (kun sprengning)	6 900	pfm3
Massehåndtering og -graving (alle masser)	37 000	pfm3
Masser ut av anlegg (kun transport)	28 000	pfm3

Arealbeslag		
Arealtype	Mengde	Enhet
Dyrket mark/matjord	2 000	m3
Skog - høy bonitet	2 400	m2
Skog - middels bonitet	3 200	m2
Skog - lav bonitet	650	m2

2.2 Utdypende resultater

Tabellene under er hentet fra resultater i beregningsverktøyet VegLCA v.5.03b utfylt for prosjektet.

Materialproduksjon (A1-A4)	tonn CO _{2e}
Asfalt, Agb	141
Forsterkningslag (pukk)	197
Normalbetong, B45, Bransjereferanse	1 158
Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse	266
Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)	4 312
PE-skumplater	9
Rekkverk på bru (kjøresterkt rekkverk i stål)	174
Sprengstoff	43
Stål, armering og bolter kamstål	42
Stål, konstruksjonsstål og annet stål	8 536
Sum	14 877,3

Utbygging (A5)	tonn CO _{2e}
Anleggsmaskiner: diesel	257
Massetransport: diesel, slitasje	189
Elektrisitet	2
Sprengning	4
Sum	452

Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	tonn CO _{2e}
Anleggsmaskiner: diesel	433
Elektrisitet	1 068
Asfalt	306
Strøsalt	32
Sum	1 839

Figuren under viser klimagassutslipp per livsløpsfase og innsatsfaktor.

