

Oppdragsgiver  
**Møre og Romsdal Fylkeskommune**

Rapporttype  
**Forprosjekt**

# FORPROSJEKT FINNØYBRUA



**FORPROSJEKT FINNØYBRUA**

Oppdragsnr.: 1350060191  
Oppdragsnavn: Forprosjekt Finnøybrua  
Dokument nr.: 01  
Filnavn: Forprosjekt Finnøybrua v6.docx

| Revisjon       | 01                                            | 02            | 03                                | 04         | 05                     | 06               |
|----------------|-----------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|------------|------------------------|------------------|
| Dato           | 16.05.2025                                    | 03.06.2025    | 02.07.2025                        | 06.08.2025 | 17.10.2025             | 20.10.2025       |
| Utarbeidet av  | DYBE, RATR, HKUL, PLBJ, YMVD, KLM, EMØS, PRSK | DYBE, HKUL    | DYBE, RATR, HKUL, YMVD, KLM, PRSK | KRHU       | DYBE, HKUL, KRHU, PRSK | PRSK, HKUL, KRHU |
| Kontrollert av | ISO                                           | KRHU          | KRHU                              | RATR       | PRSK                   | PRSK             |
| Godkjent av    | KRHU                                          | KRHU          | KRHU                              | KRHU       | KRHU                   | KRHU             |
| Beskrivelse    | Første versjon                                | Andre versjon | Tredje versjon                    | 4. versjon | 5. versjon             | 6. versjon       |

**Revisjonsoversikt**

| Revisjon | Dato       | Revisjonen gjelder                                                                                                                                                             |
|----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 02       | 03.06.2025 | Fyllingsmengder er spesifisert i kapittel 4.2 og kostnadsoverslag er lagt til i kapittel 9.                                                                                    |
| 03       | 02.07.2025 | Revidert klimagassbudsjett og oppdatert kostnadsestimat iht. kostnadsbesparende tiltak.                                                                                        |
| 04       | 06.08.2025 | Korrigerings av skrivefeil samt språkvask.                                                                                                                                     |
| 05       | 17.10.2025 | Supplert med info om reduksjon i veggeometri og fylling, fjerning av figur med gradert informasjon (Sjøkart), små revideringer klimagassbudsjett, revidert geoteknisk rapport. |
| 06       | 20.10.2025 | Fjerning av Kapittel 9: Kostnadsoverslag og kostnadsrelaterte elementer i alle resterende kapitler. Revidert geoteknisk rapport.                                               |

## INNHold

|          |                                                                      |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>SAMMENDRAG .....</b>                                              | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>GRUNNLAGSMATERIALE OG FORUTSETNINGER .....</b>                    | <b>7</b>  |
| 2.1      | Bakgrunn for prosjekt .....                                          | 7         |
| 2.2      | Reguleringsplan .....                                                | 8         |
| 2.3      | Veglinjer og vegstandard .....                                       | 8         |
| 2.4      | Hydrologiske vurderinger .....                                       | 9         |
| 2.5      | Krav til bru over fjorder og sund .....                              | 10        |
| 2.5.1    | Geometri .....                                                       | 10        |
| 2.5.2    | Klaring for båter under bru .....                                    | 10        |
| 2.5.3    | Åpent bruspenn og skipstrafikk .....                                 | 11        |
| 2.5.4    | Skipskollisjon .....                                                 | 11        |
| 2.5.5    | Is og vind .....                                                     | 11        |
| 2.5.6    | Estetiske krav .....                                                 | 12        |
| 2.6      | Geotekniske undersøkelser og grunnforhold .....                      | 12        |
| 2.6.1    | Tidligere grunnundersøkelser .....                                   | 12        |
| 2.6.2    | Grunnundersøkelser utført i høsten 2024 .....                        | 12        |
| 2.6.3    | Kvartærgeologi .....                                                 | 12        |
| 2.7      | Løsmasser .....                                                      | 13        |
| <b>3</b> | <b>BESKRIVELSE AV BRUSTEDET .....</b>                                | <b>14</b> |
| 3.1      | Dagens bru .....                                                     | 14        |
| 3.2      | Dagens veg .....                                                     | 16        |
| 3.3      | Behov for midlertidig fylling og bru .....                           | 17        |
| <b>4</b> | <b>BESKRIVELSE AV VEGEN I FORPROSJEKTET .....</b>                    | <b>19</b> |
| 4.1      | Overgangsstrekning mellom ny bru og eksisterende veg på fylling ..   | 19        |
| 4.2      | Geoteknisk vurdering av ny fylling .....                             | 20        |
| <b>5</b> | <b>VURDERING AV BRUTYPE FOR BRUEN I FORPROSJEKTET .....</b>          | <b>21</b> |
| 5.1      | Vurdering og valg av brutype .....                                   | 22        |
| 5.1.1    | Brualternativ 1: Kort 1 spenns rammebru i betong, betonglandkar ..   | 22        |
| 5.1.2    | Brualternativ 2: 3 spenns bru med forspent betongplate, stålrørs...  | 24        |
| 5.1.3    | Brualternativ 3: Lang ett-spenns bru med forspent betongplate, ..... | 25        |
| 5.1.4    | Brualternativ 4: Ett-spennsbru, landkarløs, stålrørspeler .....      | 27        |
| 5.2      | Sammendrag av alternativer .....                                     | 28        |
| 5.3      | Vurdering av aktuelle typer overbygning .....                        | 31        |
| <b>6</b> | <b>FORPROSJEKT FOR VALGT BRUALTERNATIV FOR BRU .....</b>             | <b>32</b> |
| 6.1      | Laster og statisk analysator .....                                   | 33        |
| 6.2      | Underbygning .....                                                   | 35        |
| 6.2.1    | Geoteknisk beregninger og peledesign .....                           | 35        |
| 6.3      | Overbygning .....                                                    | 35        |
| 6.3.1    | Brudekke tverrsnitt detaljer .....                                   | 35        |
| 6.3.2    | Brulengde og spennvidder .....                                       | 37        |
| 6.4      | Bruutstyr .....                                                      | 38        |
| 6.5      | Oppsummering av materialmengder .....                                | 38        |
| 6.6      | Byggemetode .....                                                    | 38        |
| 6.7      | Vedlikehold .....                                                    | 40        |
| 6.8      | Riving av eksisterende bru 15-1022 Finnøybrua .....                  | 40        |

|                                            |                                                                      |           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.8.1                                      | Optimaliseringsmuligheter og videre analyser i detaljplanfasen ..... | 42        |
| <b>7</b>                                   | <b>BESKRIVELSE AV MIDLERTIDIG BRU I FORPROSJEKTET .....</b>          | <b>45</b> |
| 7.1                                        | Brukonsept - Mabey Universal system .....                            | 45        |
| 7.2                                        | Lagere .....                                                         | 47        |
| 7.3                                        | Fundamentering midlertidig bru .....                                 | 47        |
| 7.4                                        | Montasje av midlertidig bru .....                                    | 47        |
| 7.5                                        | Lansering .....                                                      | 48        |
| 7.6                                        | Sammendrag av konsept for aktuelle brustedet .....                   | 49        |
| 7.7                                        | Drift og vedlikehold av midlertidig bru i bruksperioden .....        | 50        |
| 7.7.1                                      | Drift av midlertidig bru .....                                       | 50        |
| 7.7.2                                      | Vedlikehold av midlertidig bru .....                                 | 50        |
| <b>8</b>                                   | <b>MILJØ .....</b>                                                   | <b>52</b> |
| 8.1                                        | Terrestrisk naturmangfold .....                                      | 52        |
| 8.2                                        | Marint naturmangfold .....                                           | 52        |
| 8.3                                        | Sedimentundersøkelser .....                                          | 52        |
| 8.4                                        | Klimagassbudsjett .....                                              | 54        |
| 8.4.1                                      | Innledning .....                                                     | 54        |
| 8.4.2                                      | Klimagass, metodikk og verktøy .....                                 | 54        |
| 8.4.3                                      | Inndeling av delområder .....                                        | 55        |
| 8.4.4                                      | Kunnskapsgrunnlag .....                                              | 55        |
| 8.4.5                                      | Beslutningsgrunnlag til valg av brualternativ .....                  | 56        |
| 8.4.6                                      | Resultater klimagassbudsjett .....                                   | 56        |
| 8.4.6.1                                    | Sammendrag .....                                                     | 56        |
| 8.4.6.2                                    | Bruen .....                                                          | 57        |
| 8.4.6.3                                    | Vegstrekingen .....                                                  | 58        |
| 8.4.6.4                                    | Samlet klimagassutslipp .....                                        | 58        |
| 8.4.7                                      | Muligheter for utslippsreduksjon .....                               | 59        |
| 8.4.7.1                                    | Transport (veg) .....                                                | 59        |
| 8.4.7.2                                    | Lavkarbonbetong (bru) .....                                          | 60        |
| 8.4.8                                      | Usikkerhet .....                                                     | 62        |
| <b>9</b>                                   | <b>VIDERE UNDERSØKELSER OG AVKLARINGER .....</b>                     | <b>62</b> |
| 9.1                                        | Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan) .....                    | 62        |
| 9.2                                        | Øvrige forhold som må avklares .....                                 | 62        |
| 9.3                                        | Valgte tiltak .....                                                  | 63        |
| <b>10</b>                                  | <b>REFERANSER .....</b>                                              | <b>64</b> |
| <b>VEDLEGG 65</b>                          |                                                                      |           |
| VEDLEGG 1: TEGNINGSHEFTE .....             |                                                                      | 65        |
| VEDLEGG 2: BRU BEREKNING AV MENGDER .....  |                                                                      | 65        |
| VEDLEGG 3: MENGDER KLIMAGASSBUDSJETT ..... |                                                                      | 65        |

# 1 SAMMENDRAG

Forprosjektet er utarbeidet av Rambøll Norge AS som et avrop av rammeavtalen mellom Møre og Romsdal fylkeskommune.

Denne rapporten er en teknisk forprosjektrapport for en ny bru på sprengsteinsfylling for Støholmvegen og Finnøyvegen mellom Harøya og Finnøya. Formålet med rapporten er å beskrive anbefalt brukonsept for ny bru, midlertidig bru under anleggsfasen og ny vegtilknytning mellom ny bru og eksisterende veg på fylling og utarbeide tegningsgrunnlag med kostnadsestimater som underlag for utarbeidelse av ny reguleringsplan.

Rapporten omhandler byggingen av en ny Finnøy bru som ligger på en sprengsteinsfylling mellom Harøya og Finnøya. Den nye brua skal erstatte den nåværende Finnøybrua, som er i kritisk tilstand på grunn av alvorlig armeringskorrosjon i landkarene. Finnøybrua spiller en viktig rolle ettersom den er siste ledd i fastlandsforbindelsen på Nordøyvegen, FV 659. Videre grenser området til Lyngholmen naturreservat og Malesanden og Huse Dyrelivsfredning, og har betydelige naturverdier med både lokal og nasjonal forvaltningsinteresse.

Bakgrunnen for prosjektet kommer fra en tidligere studie utført av Norconsult i 2022, som konkluderte med at dagens bru må erstattes. Ålesund kommune har satt krav om reguleringsplan for hele fylkesvegstrekingen på sprengsteinfyllingen, og Rambøll bistår også Møre og Romsdal fylkeskommune i prosessen rundt utarbeidelsen av planen. I forprosjektet som utarbeides for å kunne ligge til grunn for videre planlegging, er det gjort vurderinger og prosjektering for både den permanent nye bruene og nødvendig tilknytning til eksisterende veg på fyllingen.

Den nye permanente bruene er planlagt med en total bredde på 10,5 meter. Fortauet på bruene vil også ha en bredde på 3 meter og skal ha samme utforming som vegen for øvrig, hvilket innebærer at det ikke vil være rekkverk mellom vegen og fortauet. Belysning er planlagt langs vegen på fylling og bruene for å sikre god sikt og trygghet for alle trafikanter. Videre bibeholdes den vedtatte fartsgrensen på 50 km/t, hvilket bidrar til en sikrere trafikkflyt og bedre ivaretagelse av sikkerheten for brukerne av både vegen og fortauet.

En viktig del av prosjektet er også vurderingen av brutypen. Rambøll har gjennomført et konseptdesign og mulighetsstudie av den nye Finnøybrua. Ulike løsninger ble analysert og vurdert basert på kriterier som funksjonalitet, bygghet, klimagassutslipp og kostnad. Permanent bru prosjekteres i henhold til N400 håndbok og NS Eurokode, mens den midlertidige bruene under anleggsfasen utformes i henhold til retningslinjer for midlertidige konstruksjoner og beredskapsruer.

I tillegg til bruløsningen, inkluderer dette forprosjektet også den konseptuelle designen for vegen som forbinder Finnøya til Harøya. Vegen vil være tilpasset klimatiske forhold og ha hydrologiske vurderinger for å sikre stabilitet under tidevann og stormflo. Forventede havnivåstigninger og isforhold vil bli nøye overvåket for å sikre at brufunksjonen og sikkerheten ikke kompromitteres.

Prosjektet for bygging av ny Finnøy bru har betydelige fordeler. Den vil sikre sikker og pålitelig forbindelse mellom Finnøya og Harøya, noe som er essensielt for både lokal transport og økonomisk aktivitet. Det vil også bidra til å løse de nåværende utfordringene knyttet til korrosjon og strukturell integritet, samtidig som det gir forbedret sikkerhet og fremkommelighet for fotgjengere og øvrig trafikk. Trafikksikkerheten forbedres ved at stigningen over den nye brua bedres slik at siktkravene innfris. Den nye brua blir lengre enn den gamle og dette vil gjøre brua

til en bedre møteplass for større kjøretøy enn hva eksisterende bru er. Det foreslås også et fortau over ny bru. Det blir ikke et sammenhengende fortau mellom øyene.

Naturmangfold (terrestrisk og marint) har blitt undersøkt parallelt med den tekniske utredelsen for å evaluere og bedre ivareta naturverdier i området. I tillegg har klimagassbudsjetter av forskjellige utbyggingsalternativer blitt beregnet og integrert i planleggingen for å redusere klimagassutslipp.

I tillegg til denne rapporten er det modeller og tegninger for både vegen og brua som del av leveransepakken og det vises spesifikt til enkelte særskilte fagnotater som underlag.

## 2 GRUNNLAGSMATERIALE OG FORUTSETNINGER

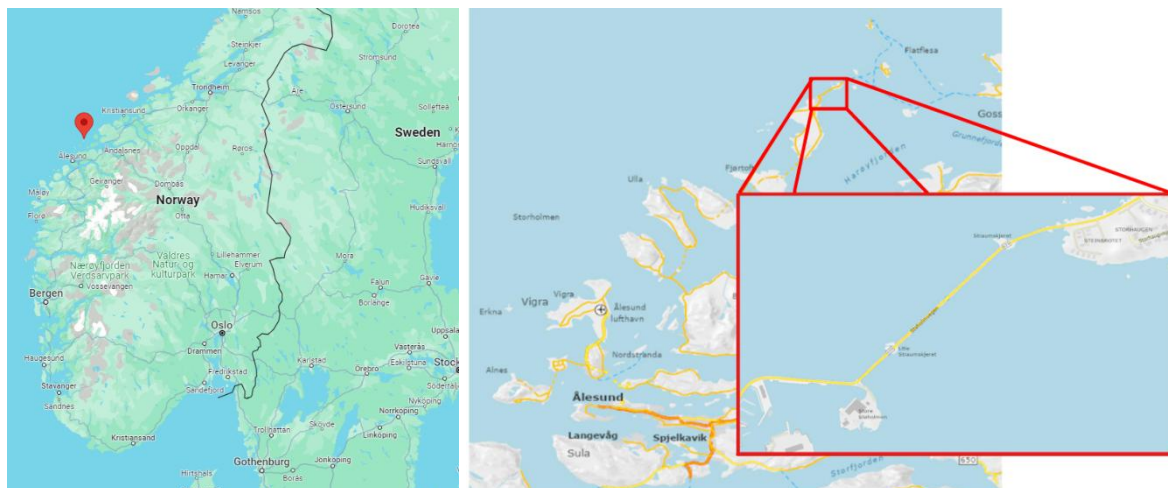
### 2.1 Bakgrunn for prosjekt

Finnøyabrua er en bru som ligger på en lang, smal fylling som forbinder Finnøya med Harøya og er siste ledd i fastlandsforbindelsen på Nordøyvegen, FV 659. Området grenser til Lyngholmen naturreservat og Malesanden og Huse Dyrelivsfredning. Området er i tillegg rikt på naturverdier med både lokal og nasjonal forvaltningsinteresse.

Det er påvist alvorlig armeringskorrosjon i landkarene på Finnøybrua, og det er bestemt at det skal bygges ny bru i samme plassering som eksisterende bru. Finnøybrua er for tiden i kritisk tilstand, og en tidligere studie ble utført av Norconsult i 2022 for å undersøke mulighetene for rehabilitering eller erstatning av dagens bru. Studien konkluderte med at det må bygges en ny bru.

Ålesund kommune har satt krav om reguleringsplan for fylkesvegstrekningen som ligger på sprengsteinfylling, og Rambøll bistår Møre og Romsdal fylkeskommune i prosessen rundt planregulering av strekningen. I forbindelse med reguleringsplanarbeidet skal det i forkant utarbeides et forprosjekt som skal ligge til grunn for videre plan. Forprosjektet omhandler ny bru og nødvendig tilknytning med ny veg til eksisterende veg på fylling. I forprosjektet er det også gjort vurderinger rundt og prosjektering av midlertidig bru på fylling under anleggsarbeidet ved bygging av ny bru.

Som en del av rammeavtalen mellom Rambøll Norge og Møre og Romsdal fylkeskommune har Rambøll utarbeidet et foreløpig design for erstatning av Finnøybrua og tilpassing av vegen på fylling som grunnlag for reguleringsplanarbeidet.



Figur 1 – Kartutsnitt av plasseringen av Finnøybrua. Kilde: Vegkart.no

Som en del av det større målet om å oppgradere forbindelsen til øygruppa, har det vært en oppgradering av veg-, bru- og tunnelforbindelsene fra fastlandet helt til Harøya, ferdigstilt i 2022.



**Figur 2 – Bilde av Finnøybrua. Foto: Erling Mørch**

Som en del av forberedelsene til prosjekteringen, ble det laget et notat i samarbeid med oppdragsgiver for å bli enige om forutsetninger og premisser for prosjekteringen. Dette notatet er vedlagt rapporten og er datert 22.10.2024 [1].

## **2.2 Reguleringsplan**

Ålesund kommune har satt krav om reguleringsplan for fylkesvegstrekingen som ligger på steinfyllingen, og Rambøll bistår Møre og Romsdal fylkeskommune i prosessen rundt planregulering av strekingen. Reguleringsplanen omfatter en lengre strekning enn brua med tilpasning til eksisterende veg.

På bakgrunn av hydrologiske beregninger har det vist seg at en ny veg på fylling må bygges mellom 1,7 – 2,2 meter høyere enn dagens veg. Dette har konsekvenser for størrelsen av fotavtrykket til vegfyllingen på havbunnen. Det gjør det også krevende å få tilpasset løsningen inn mot dagens veg på land og tilstøtende eksisterende reguleringsplaner. Her pågår det parallelt en prosess med avklaringer rundt løsninger som en del av reguleringsplanarbeidet og blir av den grunn nærmere beskrevet og utredet i planarbeidet.

For reguleringsplanen må det søkes om fravik for en løsning med fortau i stedet for en løsning med gang- og sykkelveg adskilt med rekkverk ved kjørebanelen. Det forutsetter å beholde dagens fartsgrense på 50 km/t, fremfor å øke til standard fartsgrense for vegklasse Hø2, som er 60 km/t.

## **2.3 Veglinjer og vegstandard**

Det ble laget et premissnotat for prosjektet for alle relevante fag i starten av prosjektet høsten 2024 [1]. Møre- og Romsdal fylkeskommune hadde i bestillingen også lagt premisser for forprosjektet og bru- og vegutbedringen der vegklasse var satt til Hø2-veg i N100. Vegen skal ha plass til toveis trafikk og et tilbud til gående og syklende. Videre beskrives premissene for vegen.

Det planlegges for veg med en bredde på 6,5 meter. Vegbredden over bru reguleres til 7,5 meter. Langs vegen på fyllinga skal det i tillegg vurdert å etableres et fortau med en bredde på 3 meter. Fortauet vil ha en kantsteinsvis på 13 cm og vil ikke ha noe rekkverk mot kjørebanelen for å ivareta en åpen utforming. For å redusere inngrep og redusere kostnader og utslipp fra bygging er det valgt å ikke utvide veg og etablere fortau på vegstrekingen med unntak av på brua.

Derfor vil vegen med fortau over brua fortest mulig tilpasses til dagens vegbredde og standard på utsiden av brua.

Det forutsettes brurekkverk både på bruene og langs vegen på fyllingen med rekkverksrom med bredder basert på N101. Dette gir en bredde på 0,75 meter langs vegen og 0,5 meter langs vegen på brua. Rekkverket styrker sikkerheten og vil bli utformet som en betongkant omtrent tilsvarende den som er der i dag langs vegen. Prosjekteringen av disse elementene vil følge retningslinjene i Statens vegvesens håndbøker.

Vegbredden på bruene skal være 7,5 meter, i samsvar med kravene i N100 4.10-1, men det vurderes å søke om fravik for å redusere bredden til 6,5 meter. Fortauet på bruene vil også ha en bredde på 3 meter og skal ha samme utforming som vegen for øvrig, hvilket innebærer at det ikke vil være rekkverk mellom vegen og fortauet.

Belysning er planlagt langs vegen på fyllingen og bruene for å sikre god sikt og trygghet for alle trafikanter. Det er også vegbelysning der i dag.

Når det gjelder fartsgrensen, er det i dag vedtatt fartsgrense på 50 km/t, og denne fartsgrensen ønsker fylkeskommunen å videreføre. Dette vil bidra til en sikrere trafikkflyt og bedre å ivareta sikkerheten for brukere av vegen og fortauet.

## 2.4 Hydrologiske vurderinger

Vurdering av dimensjonerende vannstand er gjort i eget Notat av 08.05.2025 «Tidevann og stormflo ved Finnøybrua» [2].

Beregning av tidevann og stormflo ved den nye Finnøybrua som går mellom Harøya og Finnøya er hentet fra [sehavniva.no](http://sehavniva.no) og gitt i NN2000 nedenfor.

For Finnøy er tidevannshøydene lik:

HAT: 1.17 moh.

LAT: - 1.31 moh.

MV: -0.01 moh.

Og stormfloverdier lik:

1 års stormflo: 1.45

10 års stormflo: 1.67

200 års stormflo: 1.90

1000 års stormflo: 2.01

Forventet havnivåstigning i år 2100 for Finnøy er 77 cm.

Bølgehøyde og oppskylling er beregnet av Norconsult og dokumentert i Notat av 1.4.2025 «Ny utforming ny molo Harøy-Finnøy» [3]. Dette viser at undersiden av brua bør ha en minimumshøyde på +5.3 moh. NN2000. Dette er beregnet ut fra en 200 års bølge og stormflotilstand.

Ytterligere analyse av tolererbar høyde for overskylling av veibanen er gjennomført av Norconsult og dokumentert i Notat av 6.6.2025 «Vurdering av tolererbar overskyllingsmengde FV659» [4]. Notatet sammenstiller tidsserier for vind og overskylling. Basert på tidsseriene antas at flesteparten av ekstremverdier av overskylling oppstår samtidig som sterk vind, noe som medfører at vegen må stenges. Notatet konkluderer med at vegfylling på kote +4,8 NN200 i sør-vest og kote +4,3 NN2000 i nord-øst er en akseptabel høyde på fyllingen, der det fortsatt forventes at vegen sjelden må stenges på grunn av overskylling alene.

Ny veifylling er planlagt oppbygd av samfengt sprengstein med fraksjon 0-600 mm. I bølgepåkjenningssonen fra ca. kote -4,0 til kote +6,0/+6,5 må fyllinga beskyttes med stor blokk på begge sider. Oppbygging av plastringslaget er beskrevet i eget notat [3]. Langs foten på fyllinga må det etableres en tåfylling for å beskytte mot undergraving av fyllingsfoten.

## 2.5 Krav til bru over fjorder og sund

Det ble laget et premissnotat for prosjektet for alle relevante fag i starten av prosjektet høsten 2024 [1]. Krav og forutsetninger relevante for bru er beskrevet herunder.

### 2.5.1 Geometri

Følgende krav er tatt i betraktning:

- Den nye brua skal plasseres i eksisterende horisontal linje for dagens veg.
- Vertikalprofilen for vegen skal optimaliseres i området rundt brua for å forbedre trafiksikkerheten.
- Brua skal føre Støholmvegen over seilåpningen i den lange fyllingen mellom øyene, med 2 kjørefelt og fortau for gående. Se avsnitt 2.3
- Ifølge Håndbok N400 er brubredde for bru i 2-felts veg min. 7,5 meter. Hvert kjørefelt vil være 3,75 m bredt, og gangfeltet vil være 3,0 m bredt (totalt 7,5 m bredde mellom autovern).
- Det ønskes å søke om dispensasjon for å oppnå vegbredde på 6,5m. Se avsnitt 2.3. I dette forprosjektet er bruene beregnet med veibredde 7,5m.
- Vegen skal holdes åpen for trafikk under utførelse.
- Vegens dimensjonerende fartsgrense 60km/t og vegklasse Hø2. Se avsnitt 2.3. Skiltet hastighet 50 km/t.
- Ny bru skal være bruksklasse BK 10/60 og skal dimensjoneres for trafikkbelastning LM1.
- Frihøyde/seilingshøyde under bruene skal defineres i henhold til kravene i N200- og N400-håndboken. Detaljert frihøyde/seilingshøyde finnes i avsnitt 2.5.2.
- Minste horisontal føringsbredde 11m for båttrafikk over og under vann.
- I forprosjekt er antatt vertikal dybde -4m under vann ift. kote 0,0 (NN2000).

### 2.5.2 Klaring for båter under bru

Krav til klaring for båter er definert, så dagens situasjon forblir uendret, der det er mindre fritidsbåter som bruker passasjen.

#### Seilåpning - Horisontal klaring

Dagens horisontale klaring er opprettholdt som minimum 11m for båttrafikk fra over vann til havbunn.

#### Seilåpning – Frihøyde/seilingshøyde under bruene

#### **Krav etter håndbok N400**

Etter håndbok N400- Bruprosjektering (SVV, 2024b) Krav 3.6.2—2 skal ny bruløsning tilfredsstillende følgende krav:

- Minste vertikale klaring over sjø skal være den største av
  - høyeste astronomiske tidevann (HAT) + 2,5 meter = 1,17 + 2,5 = 3,67m
  - middelvann (MV) + 3,5 meter = -0,01+3,5 = 3,49m

**Krav fra Kystverket**

Ifølge Kystverket sine kart er krav til fri seilingshøyde HAT+4m under brua for båter. Denne seilingshøyde tilfredsstiller kravet til minimum vertikal klaring etter N400. Dimensjonerende vannstand beregnes som HAT + fremtidig havnivåstigning (77cm):

- o Minste klaring under brua for båter beregnes som
  - $HAT + \text{fremtidig havnivåstigning} + 4m = 1,17 + 0,77 + 4,0 = 5,94m$

**Klaringshøyde for midlertidig bru**

I tilfelle av en midlertidig bru kan klaringshøyde reduseres til 2 m over HAT. Fremtidig havstigning behøver ikke å tas i betraktning i tilfelle av en midlertidig bru, da dens levetid er kort og midlertidig (kun brukt under oppførelsen av den permanente bruene).

- o Minste klaring under midlertidig brua for båter
  - $HAT + 2m = 1,17 + 2,0 = 3,17m$

**Bølgehøyde**

Bølgehøyde og overskylling er beregnet av Norconsult og dokumentert i Notat av 1.4.2025 «Ny utforming ny molo Harøy-Finnøy» [3]. Bølgeanalysen viser at undersiden av brua bør ha en minimumshøyde på +5.3 moh. (NN2000). Dette er beregnet ut fra en 200 års bølge og stormflotilstand. I Notat av 6.6.2025 «Vurdering av tolererbar overskyllingsmengde FV659» [4] er det ytterligere analysert overskylling av fyllingen og mulighet for å senke høyden av fyllingen utenfor brua. Kravet til høyde på brua som angitt fastholdes og veien tilpasses opp imot brua lokalt.

Alle krav beskrevet over for henholdsvis klaring for båter etter Kystverket, minimumskrav etter N400 og beregnet maksimal bølgehøyde viser at krav etter Kystverket blir det som styrer minimumshøyden på underside brua.

Minimumshøyde for underside for den permanente bru er: +5,94 moh. (NN2000)

**2.5.3 Åpent bruspen og skipstrafikk**

Det er ønsket at frirenna under brua holdes åpen under utførelse for å tillate fri vannstrømning gjennom fyllingen og dermed ikke endre vesentlig på de marine forholdene ift. dagens situasjon.

Fri høyde under midlertidig brua er definert til 2m over HAT. Det betyr at det ikke vil være mulig å ha skipstrafikk som gjelder for dagens bru i utførelsesperioden, men mindre båter kan seile under bruene. Det har dog ikke vært en binding på valg av bruløsning og metode for gjennomføring at seilingsløp holdes åpen for skipstrafikk til alle tider. Det vil legges store og fordyrende bindinger på metodene og tiden.

**2.5.4 Skipskollisjon**

For å unngå de store effektene som skipskollisjon kan gi på bruens underbygning, har dette vært vurdert som en styrende parameter ved valg av brualternativ. Alternativer som ikke gir sikkerhet mot skipskollisjon, har ikke blitt vurdert som mulige alternativer.

**2.5.5 Is og vind**Isforhold

Det er ikke, og forventes ikke å være, is i de aktuelle farvannene.

Vinddata

Vind har ikke blitt vurdert detaljert i denne fasen av prosjektet. Det er lagt til grunn at effekt fra vindlast er mulig å ta med i detalj prosjekteringen av bruene for den valgte typen i neste fase.

### 2.5.6 Estetiske krav

Det er ingen spesielle krav til estetisk utforming av bruene i dette tilfellet. Brukonseptdesignet er utarbeidet med utgangspunkt i vanlig norsk praksis og med utgangspunkt i Statens Vegvesen sine standard brudetaljer.

## 2.6 Geotekniske undersøkelser og grunnforhold

### 2.6.1 Tidligere grunnundersøkelser

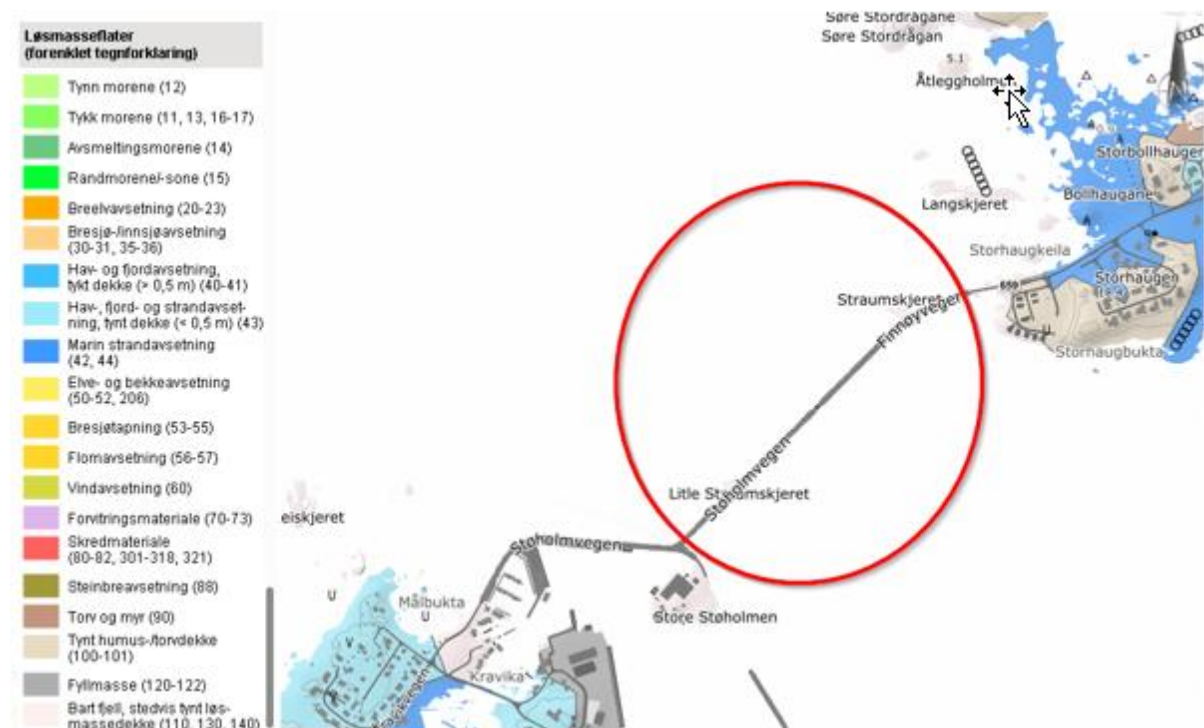
Det ble i 2021 utført grunnundersøkelser i senterlinje veg på begge sider av eksisterende bru. Det ble utført 3 totalsonderinger på hver side av brua, totalt 6 sonderinger, med kartlegging av dybde til berg. Resultatene herfra er presentert i egen datarapport og tatt hensyn til i den geotekniske vurderingsrapporten [5].

### 2.6.2 Grunnundersøkelser utført i høsten 2024

I forbindelse med de nye arbeidene med vurdering av bruløsning og fyllinger for ny bru og - midlertidig bru, er det utført supplerende grunnundersøkelser. Det er utført 26 totalsonderinger, 3 trykksønderinger med poretryksmålinger og tatt opp 2 prøveserier. Resultatene er presentert i egen rapport og tatt med i den geotekniske vurderingsrapporten [5].

### 2.6.3 Kvartærgeologi

I figur 3 er vist et utsnitt fra kvartærgeologisk kart over området. Finnøya og nordre del av Harøya ligger så lavt at marin grense ikke er vist i kartet, men sørenden av Harøya ligger høyere og der ligger marin grense rundt kote 50 moh.



Figur 3 – Utsnitt fra kvartærgeologisk kart i sundet mellom Harøya og Finnøya. Kartkilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

Kvartærgeologisk kart viser at nordenden av Harøya har et løsmassedekke av "Hav-, fjord- og strand-av-setninger, tynt dekke", "Marine strandavsetninger", "Fyllmasser" og "Bart fjell med sted-vis tynt løsmassedekke". I sørenden av Finnøya består løsmassedekket av "Marine strand-avsetninger", "Fyllmasser" og "Bart fjell med stedvis tynt løsmassedekke".

## **2.7 Løsmasser**

Grunnundersøkelser viser at dybde til original sjøbunn er ca. 4 meter nærmest Harøya, ca. 13 meter ved brustedet og ca. 6 meter nærmere Straumskjeret.

Sonderingene på begge sider av planlagt fylling mellom Harøya og Finnøya viser at løsmassene her består av friksjonsmasser. Bruarkivet til Statens vegvesen viser at Finnøybrua ble bygget i 1972 og vi antar det samme gjelder for fyllingene på begge sider. På befaring ble det observert at fyllingene består av samfengt sprengstein, men sonderingene viser at løsmassene under fyllingene består av sand over morene/grove masser over berg.

Under grunnundersøkelsene fikk vi opp prøver av toppmassene i to borpunkter. Disse viste at massene her besto av noe grusig- og siltig sand i toppen over sand. Prøver som ble mistet tyder på innhold av grus og skjell videre i dybden. Under sandlaget måtte det brukes spyling, slag og økt rotasjon for å komme ned, og det tyder på meget faste løsmasser, sannsynligvis morenemasser eller mer grusige masser.

### 3 BESKRIVELSE AV BRUSTEDET

#### 3.1 Dagens bru

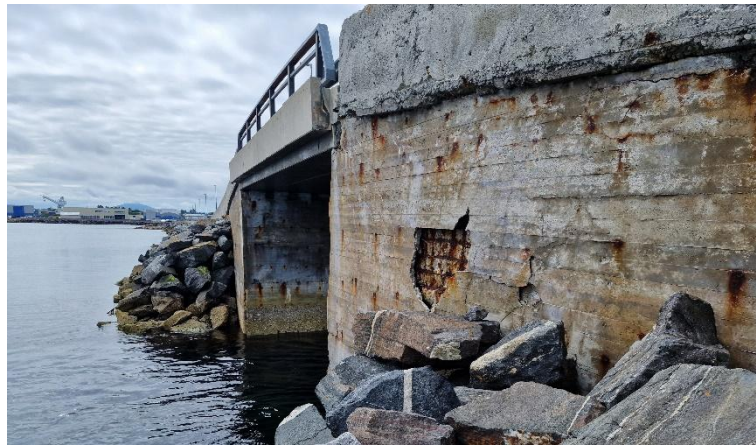
Den eksisterende Finnøybrua ble bygget i 1972. Brua er en 1-spenns bru av armert betong, med spennvidde ca. 11 meter med en føringsbredde på ca. 5 meter, noe som gir mulighet for passasje av to mindre kjøretøy side om side. Denne bruene ligger på en steinfylling og har en ett-felts veg med utpekte møtepunkter som ligger omtrent 250 meter fra begge sider av bruene. Utskifting av overbygningen ble utført i 2003.

Ifølge Norconsults rapport «Alternativsvurdering rehabilitering eller ny bru» og grunnundersøkelser utført høst/vinter 2021, ligger havbunnen under bruene ca. 9,4 meter under bruas topp. Massene under havbunnen er rapportert å være stabile og pålitelige.

En hovedinspeksjon utført i 2018 avdekket at det er påvist betydelige korrosjonsskader på begge landkarene. Videre utgraving av søndre landkar (til ca. 3m under vegbanen), viste at den indre tilstanden generelt var godt bevart, til tross for enkelte sprekker og lokal korrosjon.



Figur 4 – Eksisterende Finnøybru - sett fra sørvestlig side

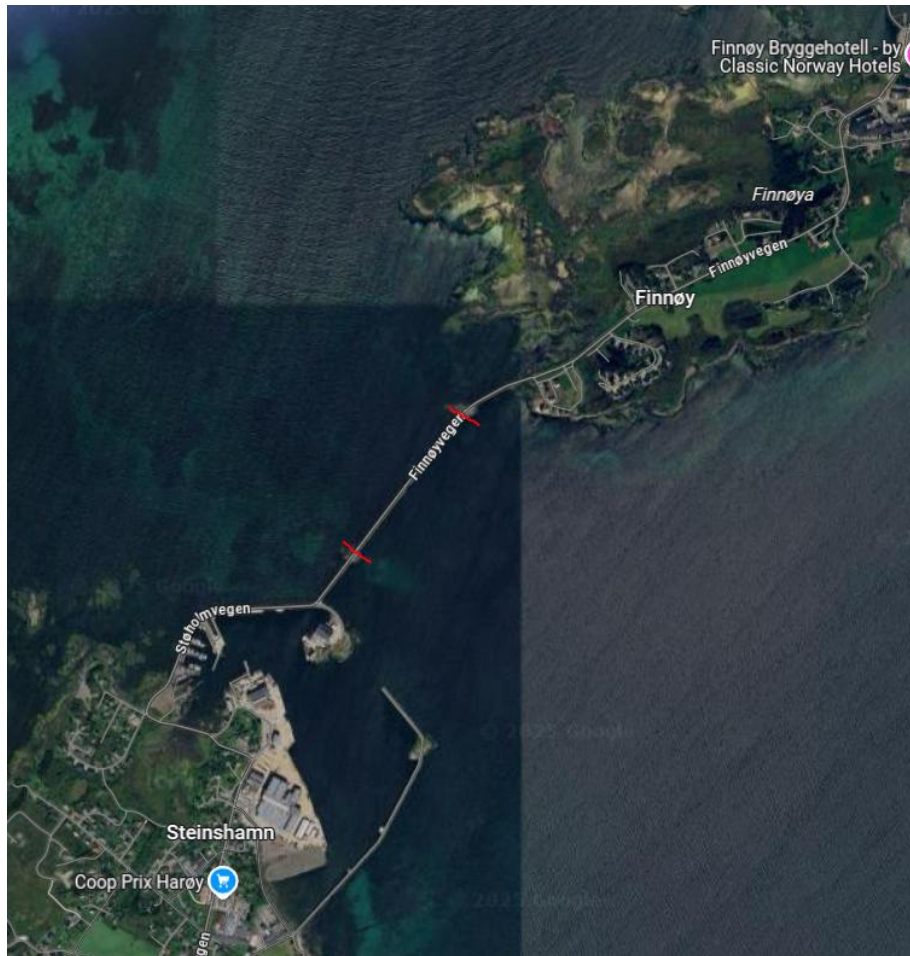


**Figur 5 – Eksisterende Finnøybru - sett fra nordøstlig side**



**Figur 6 – Eksisterende Finnøybru - sett fra toppen av dekket**

### 3.2 Dagens veg



**Figur 7 – Ortofoto som viser strekningen ut til Finnøya, røde streker viser avgrensning av strekningen ved skjærene. Kilde Google**

Finnøybrua ligger på Støholmvegen som er en vegstrekning mellom Lille Straumskjeret og Straumskjeret. Vegen mellom skjærene er ca. 500 m lang inkludert dagens bru. Dagens veg på fylling har en bredde på ca. 3,5 – 4 m og det er en møteplass på hvert skjær i begge endene. Det er vegbelysning langs vegen, men det er ikke et gang- eller sykkeltilbud langs strekningen.

Siden dagens bru har en seilingshøyde som medfører at den ligger en del høyere enn fyllingen, er vegen ført med bratt stigning på ca. 10 % opp og ned på begge sider av brua. Det medfører at sikten over brua er dårlig og at stigning på vegen ikke tilfredsstiller kravene i håndbok N100. Brua er ca. 5 m bred og har dermed en litt større vegbredde enn tilstøtende veg. Brua fungerer i dag som en møteplass der biler kan passere hverandre.



**Figur 8 – Bildet viser hvordan sikten er mot dagens bru. Kilde: Google**

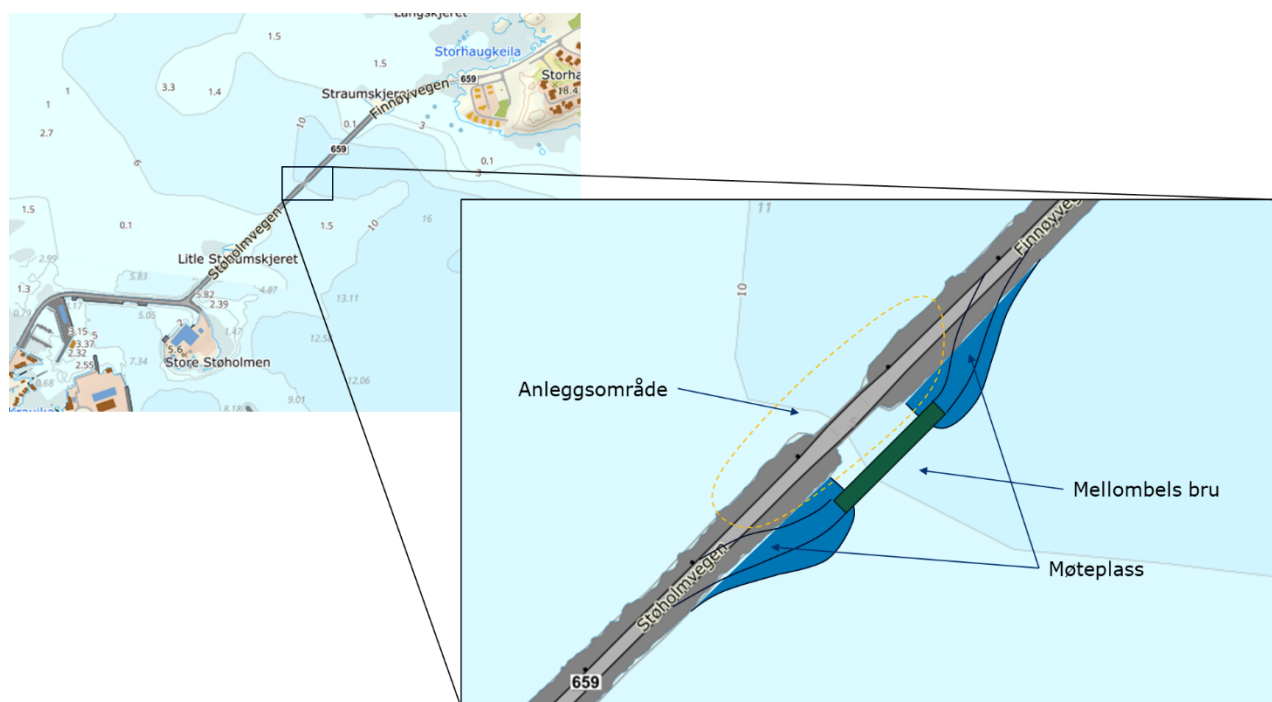
Bildet viser også at det er rekkverk satt på en murkant inn mot østsiden og en tett betongkant mot storhavet på vestsiden.

Ut fra Vegkart.no finner vi at ÅDT (2023) på strekningen er 500 kjøretøy per døgn med tungtrafikkandel på 7 %. Tallene er basert på skjønn.

### **3.3 Behov for midlertidig fylling og bru**

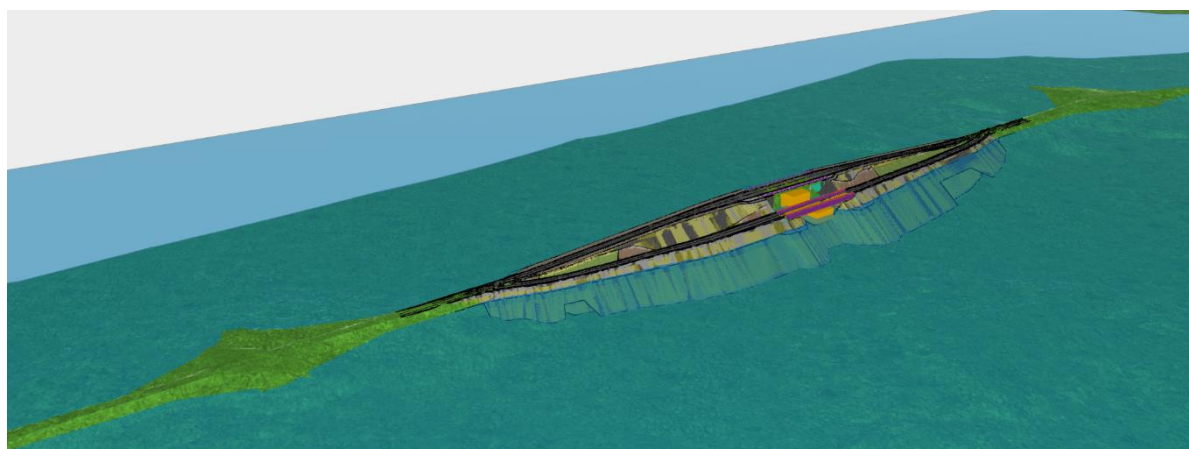
Stengning av denne delen av fylkesveg 659 over en lengre periode under anleggsperioden er ikke ønskelig, da vegen representerer et viktig bindeledd mellom øyene, noe som vil påvirke nødetatenes mulighet til å komme raskt frem, den daglige trafikken (jobb/skole/næring/fritid) og turisttrafikken i sommermånedene.

For å gi et gjennomførbart alternativ som oppfyller kravene, skal det legges en midlertidig vegfylling parallelt med eksisterende veg, som trafikken kan ledes på under bygging. Det skal prosjekteres en midlertidig bru i den midlertidige fyllingen for å holde åpen gjennomstrømning under begge bruene. En skjematisk illustrasjon av den midlertidige fylling kan ses i Figur 9.



**Figur 9- Skjematisk illustrasjon av den midlertidige vollen**

Denne midlertidige vegen med bru skal gå på østsiden av eksisterende veg. Vist i figuren over. Denne vegen blir da omtrent 370 meter lang, inkludert bru midt på strekningen. Midlertidig bru skal være 45 meter lang, og åpningen under skal passe med fremtidig planlagt bru. Midlertidig veg er tenkt for enveis trafikk, og bredden vil gjenspeile dette. Det kreves god sikt og møteplass i begge ender. Vegbreddene i enden er 3 meter pluss breddeutvidelse, samt et rekkverksrom på 0,75 meter langs hele fyllingen for sikring mot sideterenget. For å legge ut midlertidig bru er det nødvendig med en vegbredde lik bruens bredde på 7,1 meter. Dette gjelder for en strekning på 34 meter, og denne strekningen skal også være rett og flat. Strekning for utlegging av brua er satt i sørenden av den midlertidige vegen. Midlertidig bru skal også ligge noe høyere enn dagens veg, og vegen heves derfor fra dagens høyde til 4,173 meter over havet og holder denne høyden fra starten av strekningen for utlegning og forbi fundamentplaten til brua sin nordlige ende. Midlertidig veg skal ha grusdekke, og må legges i en avstand fra ny bru som sikrer tilstrekkelig plass til alle bygningsarbeider med ny bru.



**Figur 10- Figuren viser utklipp fra vegmodellen med ny bru og midlertidig bru og veg på utsiden under anleggsfasen**

## 4 VESKRIVELSE AV VEGEN I FORPROSJEKTET

### 4.1 Overgangsstrekning mellom ny bru og eksisterende veg på fylling

Vegen på fyllingen prosjekteres i henhold til Statens vegvesens håndbøker N100. Geometri for vegen er dimensjonert etter HB N100 og Hø2 veg etter utbedringsstandard. Senterlinjen for utbedringen er lik senterlinjen på dagens veg. Det prosjekteres vegbelysning på hele strekningen.

Ny veg er tegnet med stigning på 6 %, mens dagens stigning til brua er rundt 10 %. Vegen med fortau vil ha en bredde på 10,5 m over brua og vegbredden reduseres fra 7,5 til 6,5 meter rett etter brua og vingemurene.

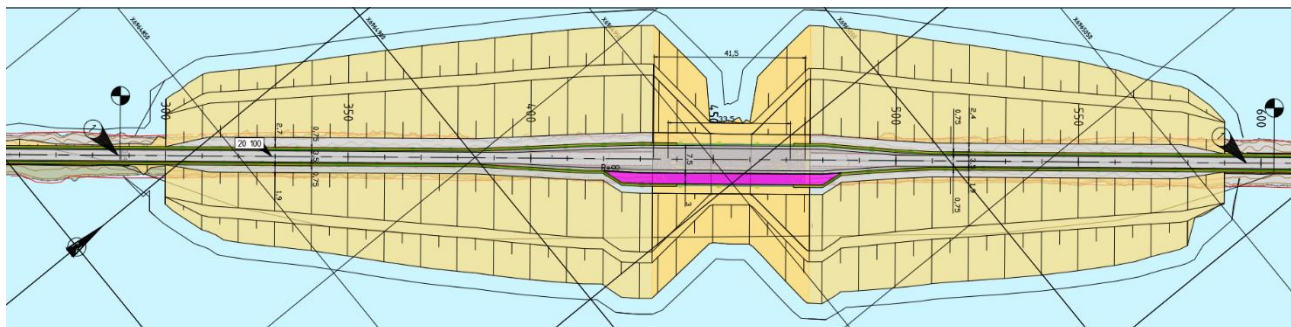
Videre senkes vegen ned til dagens høyde på nåværende fylling og vegen blir innsnevret og tilpasset dagens vegbredder som er 3,5-4 meter. Det vil bli en overgangsstrekning der tilpasningen til dagens vegbredder skjer over en strekning på ca. 20 meter. Fortauet avsluttes ved innsnevringen og det er ikke fortau langs eksisterende veg. Den totale lengden på utbedringen blir ca. 330 meter veg med 6% stigning opp og ned til brua, som inkluderer en ny bru med vingemurer på ca. 41,5 meter. Langs vegen på fyllingen og på brua vil det bli bygd et fortau som er 3 meter bredt.

I etterkant av første leveranse er det bestemt av fortau og utvidet vegbredder på strekningen før og etter ny bru skal utgå. Fortauet avsluttes ved innsnevringen noen meter etter brua. Her vil kantstein senkes for å tillate driftskjøretøy å komme opp på fortauet. Vegbredden vil som før bli tatt inn over en strekning på 20 meter, men innsnevring til vegbredder som tilsvarer dagens bredde vil skje like etter brua.

Vegen vil bli bygget med rekkverk av betong på begge yttersider. Bredden på rekkverksrommet på fyllingen vil være 75 cm på hver side, og rekkverket skal ha styrkeklasse H2/L2. Har rekkverket samme deformasjonsbredde som brurekkverket kan de to rekkverkene kobles sammen med et koblingsstykke av samme styrkeklasse som rekkverket på bru og fylling. Regelmessige åpninger i foten av rekkverker vil sikre avrenning fra vegen der det er betongrekkverk.

Vegens ÅDT er satt til 500 kjøretøy per døgn i 2023. Det er satt 7% lange kjøretøy og tallet er basert på skjønn. Vegens overbygning er dermed dimensjonert etter trafikkgruppe A fra håndbok N200. Bæreevnen er satt til bæreevnegruppe 3 for veger på skjæringer eller steinfyllinger.

På bakgrunn av vegens beskaffenhet og at det i ny situasjon blir et fortau som ikke videreføres langs hele fyllingen, er det ønskelig at fartsnivået ikke blir for høyt. I dag er fartsgrensen 50 km/t og det ønskelig å beholde fartsgrense på 50 km/t, selv om vegklasse Hø2 tilsier fartsgrense 60 km/t.



**Figur 11- Bildet viser strekningen som utbedres med ny bru og ny veg på fylling. Gult areal er fylling og rosa er fortau.**

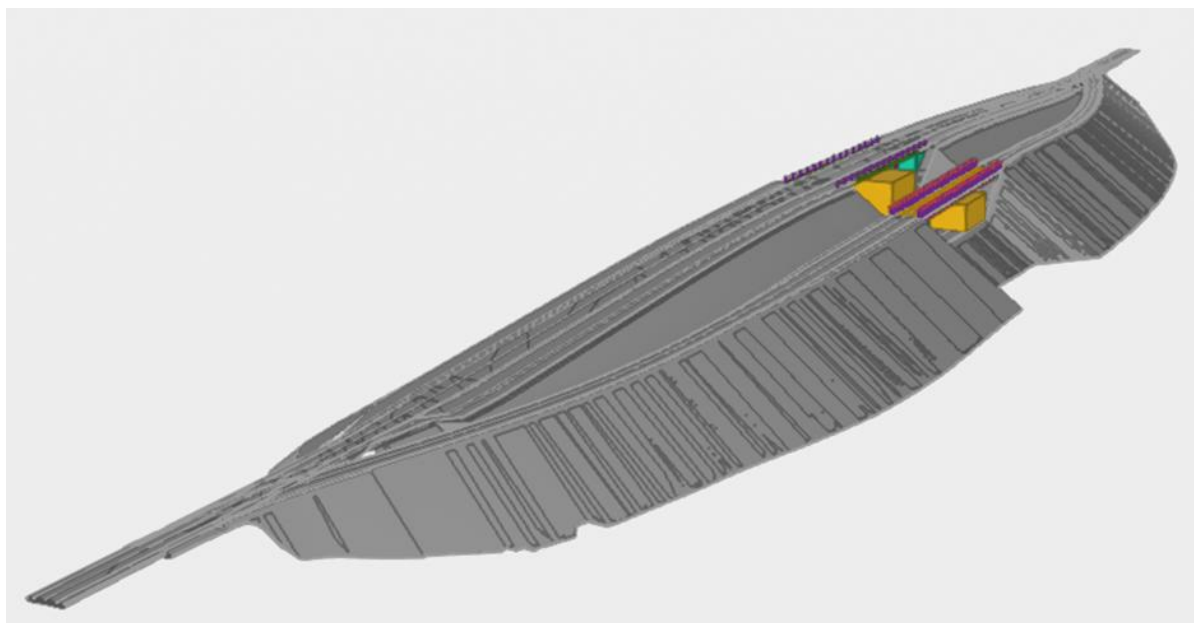
Denne geometriutbedringen vil forbedre vegens sikkerhet og funksjonalitet, og sørger for at dagens krav og standarder oppfylles innenfor strekningen som utbedres.

Det er ytret ønsker om fiskeplasser på eller ved brua. Det vil være mulig å stå på fortauet, eller på toppen av plastringen å fiske i ny situasjon. Det er ikke lagt opp til å parkere der, men det ser ut som det er mulighet for å parkere utenfor møteplassene på skjærene, slik det framstår i eksisterende situasjon.

Ny bruhøyde er betydelig høyere enn dagens bru, og dette resulterer i en stor fylling for å lede vegen opp til nødvendig høyde. For å redusere fyllingsvolumet er det sett på tiltak som kan redusere behovet for fylling. Disse diskuteres nærmere i kapittel 9.2. I etterkant av første leveranse av rapporten er også flere av tiltakene ønsket brukt for utbedringen av brua og tilstøtende veg.

## 4.2 Geoteknisk vurdering av ny fylling

Planlagte fyllinger vil hovedsakelig bli oppfylt med samfengte sprengsteinsmasser. Fylling under permanent veg vil kreve ca. 63.520 m<sup>3</sup> mens fylling for midlertidig veg vil kreve ca. 32.380 m<sup>3</sup>. Det er bare planlagt filterlag (11.700 m<sup>3</sup>) og plastringslag (18.450 m<sup>3</sup>) på ny permanent fylling. Fyllingene er utredet i forhold til bølgepåkjenning og krav til vertikal klaring under brua, og dette har resultert i gjeldende fyllingsgeometri både for hovedfylling og for midlertidig fylling på sørsiden, se Figur 12.



**Figur 12- Nye Finnøybrua og midlertidig bru sett fra Harøya mot Finnøy. Kartkilde: Prosjektet**

Det er utført stabilitetskontroll på det høyeste punktet ved brufundamentene for både hovedfylling og midlertidig fylling og resultatene er oppsummert i den geotekniske vurderingsrapporten for reguleringsplan /1/.

Beregningene viser at det er tilfredsstillende stabilitet for hovedfylling og midlertidige fylling, men der hvor fundamentene for midlertidig bru ligger, må det etableres en liten motfylling på utsiden for å sikre tilstrekkelig stabilitet. Dette er presentert mer detaljert i den geotekniske vurderingsrapporten /1/.

Det må forventes egensetninger i fyllingene som vil pågå en tid etter utlegging siden fyllingene er så høye. Totalt antas det at setningene vil bli i størrelsesorden 1-2% av fyllingshøydene. Erfaringsmessig forventes konsoliderings-tiden for høye sjøfyllinger å vare i 2-3 år, men meste-parten av setningene forventes å være unna-gjort i løpet av 0,5-1 år. Fyllingene må ligge gjennom minimum 1 storm før finavretting utføres.

Fyllingene må plastres mot sjøen i henhold til beskrivelse gitt i egen rapport /3/.

Midlertidig fylling blir lang med nåværende løsning. Ved å samkjøre fyllingsplanene, trafikkavviklingen og ønsket etterbruk av midlertidig fylling kan det være mulig å optimalisere løsningen og redusere behovet for masser i fyllingene. Dette kan redusere kostnader i prosjektet.

## 5 VURDERING AV BRUTYPE FOR BRUEN I FORPROSJEKTET

I denne forprosjektfasen har Rambøll, basert på anbefalingene gitt av Norconsult i 2022-utredningen og i samarbeid med Byggherren, stått for mulighetsstudie og konseptdesign av ny Finnøybru. Som en del av beslutningsprosessen har ulike løsninger blitt vurdert og analysert basert på følgende kriterier:

- Funksjonalitet
- Byggbarhet
- Klimagass
- Kostnad

Koder og standarder brukt for den foreløpige utformingen av bruene:

- Permanent bru prosjekteres i henhold til N400 håndbok og NS Eurokode.
- Midlertidig bru ved parallellføring utformes i henhold til N400 1.1.7 Midlertidige konstruksjoner og hjelpekonstruksjoner og V460 Beredskapsruer håndbok.

Bruopsjonens geometri er definert ved hjelp av en kombinasjon av krav satt i N400 samt en geometrisk øvelse som er avgjørende for lengden på spennet. Denne geometriske øvelsen forklares ytterligere senere i avsnittet. Etter å ha identifisert forutsetninger og krav til bru, er tre hovedtyper av ruer utforsket: 1-spenns bru, 3-spenns bru og ett landkarløst brukonsept. Disse tre hovedkonseptene ble utforsket for å analysere den strukturelle oppførselen i de tre forskjellige strukturelle systemene, hvordan dette påvirker geometrien i hvert tilfelle og forstå hvilket som passer best til prosjektets forutsetninger og krav.

Fyllingen under brua er i utgangspunktet planlagt med en helning på 1:1,5 og er satt til å starte i bunnen av havbunnen, og bevare eksisterende horisontal klaringsbredde under brua og under vann. I denne fasen av bruanalysen benyttes en antatt høyde til underkant bru på +6,3 m (fra sjøvannstand kote 0,0 m til underkant bru). Dette er en foreløpig forutsetning som ligger innenfor toleranseområdet for minimumskravet til klaringshøyde angitt i grunnlaget (+5,96 m), som vist i kapittel 2.5. Konklusjonene for de strukturelle vurderingene forblir uendret med denne forutsetningen, og verdien vil vurderes og optimaliseres videre i den videre prosjekteringen.

Brualternativene som vurderes varierer i spennlengder basert på type bru og er nærmere beskrevet i neste kapittel.

Kantbjelker er utformet i henhold til N400, 3.8.1.

Vingemurer er utformet for å oppfylle N400-krav, avsnitt 3.8.2.

Grunnundersøkelsene som er utført er beskrevet i kapittel 2.6. Gitt at ny bru og ny vegfylling skal være bredere enn eksisterende, vil den nye brua delvis bæres av løsmasser i eksisterende fylling og delvis av nye løsmasser, noe som kan føre til forskjellssetninger i bruendene. Så grunnet grunnforhold skal brua fundamenteres på peler.

Registrert bergflate ligger på et nivå mellom -21,52 og -23,70 og det er forutsatt at peler kan bores til berggrunn.

## 5.1 Vurdering og valg av brutype

Dette avsnittet gir en oppsummering av aktuelle brukonsepter som er analysert og valg av endelig brukonsept for ytterligere detaljering som forprosjekt. Den valgte løsningen er beskrevet mer detaljert i avsnitt 6.

For å sikre at bru utføres i riktig posisjon over vannflaten blir frihøyden under brua, seilingsdybden og fyllingsskråningen under brua de primære begrensningene for brulengden. Ved å kombinere disse faktorene blir lengden for hovedspennet definert.

I tillegg til geometrien utforskes tekniske/konstruktive muligheter, herunder især sammenheng med utførelse.

Den avgjørende faktoren for valg av brukonsept, hvor de ulike konsepter skiller seg fra hverandre er i hovedsak underbygningen til brua, valg av konstruktive elementer for denne, fundamenteringsløsning og utførelsesmetoden, hvor dette avhenger av de utfordrende geotekniske forholdene i ny og gammel fylling og nærheten til sjøen.

Denne rapporten tar for seg 4 ulike brualternativer som ble analysert med tanke på å oppfylle kravene og oppfylle nødvendige funksjonsbehov.

Et ett-spenns brualternativ som ligner på dagens bru er kort analysert.

Et tre-spenns brualternativ innledningsvis gitt som utgangspunkt for oppdraget er også kort analysert.

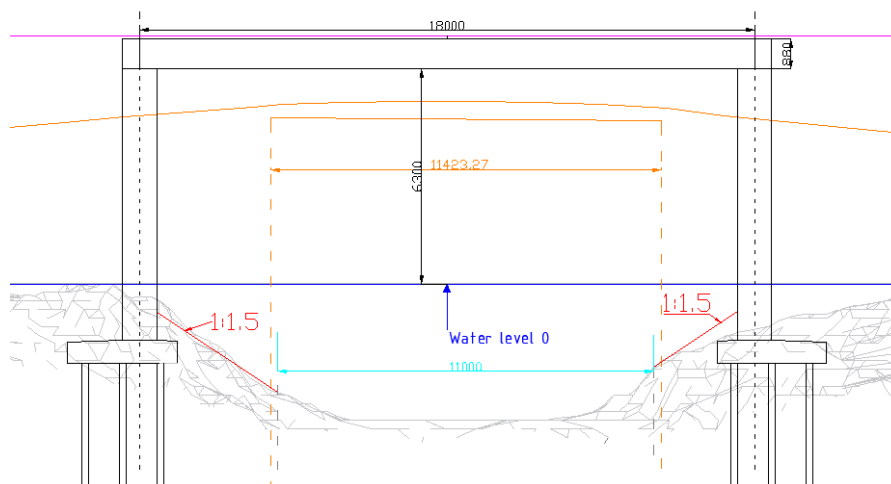
To ytterligere brualternativer (nr. 3 og 4) er analysert mere detaljert. Disse er utviklet ved å ta med videre fordeler fra de første to alternativene sett i sammenheng med aktuelle og spesifikke forhold på brustedet og kunden sine ønsker. De to siste alternativer er vurdert opp imot hverandre.

I de neste 4 avsnittene 5.1.1 til 5.1.4 presenteres de fire brualternativene en for en.

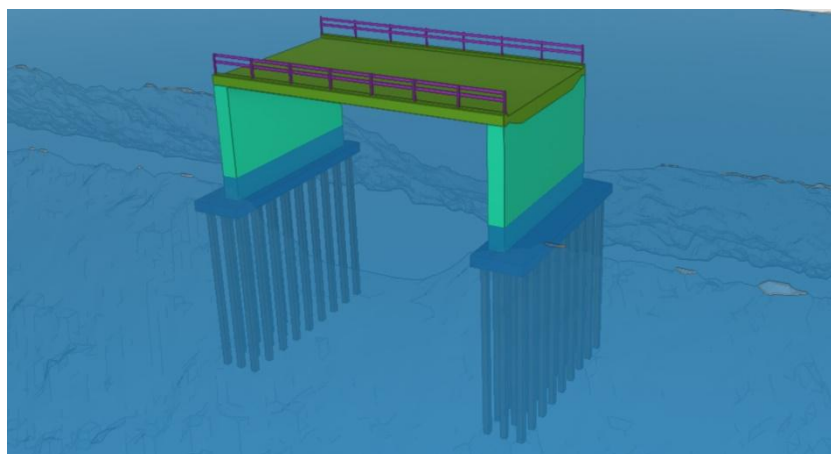
I avsnitt 5.2 er det først gitt et overordnet sammendrag av fordeler og ulemper for de 4 brualternativene og dernest en mer detaljert sammenligning av de siste to brualternativene. Sist i avsnittet konkluderes endelig valg av brukonsept for forprosjektet.

### 5.1.1 Brualternativ 1: Kort 1 spenns rammebru i betong, betonglandkar

Brualternativ 1 er en 1-spenns rammebru med brudekke av forspent betong, rammehjørner og landkar i armert betong, et alternativ som tilsvarer dagens bru. Brua har total spennlengde på 18m og tverrsnittshøyde for dekke er 0,9m. Føringsbredden på brua er 10,5m (avstand fra målt fra innsiden av kantdragerflater/rekkverk) og med 0,5 brede kantdragere fås total brubredde 11,5m.



**Figur 13- Brualternativ 1 langsgående skisse (kontur av eksisterende bru ses i oransje, teoretisk veg ses i magenta)**



**Figur 14- Illustrasjon fra foreløpig 3D-modell for brualternativ 1 (vingevegg ikke synlig)**

En 1-spenns bru har ikke mellomliggende akser, noe som reduserer kompleksiteten i konstruksjonen, noe som fører til en enklere, potensielt raskere byggeprosess og forenklet logistikk i avsidesliggende områder.

Brua utføres med landkar og fundament delvis under vann, noe som vil gi mer graving og kompliserende støpearbeider under vann. Dessuten må fundamentet utføres som pelefundamenter. Utførelsen av fundamentene forventes å øke kompleksiteten til bruene, og det vil påvirke kostnadene ved dette alternativet.

Overbygning kan utføres plasstøpt som da krever stillas som spenner det fulle spennet. Det er antatt med valgt spennlengde på ca. 18m.

Gitt at det ikke forventes et like høyt tverrsnitt for overbygningen i dette alternativet, vil ikke den vertikale vegtraseen bli påvirket i like stor grad (selv om traseen uansett må justeres rundt bruene).

Denne brutypen vil med en minimert spennlengde sett sammen med fyllingshøyde og -helling imidlertid kreve utførelse av massive og høye landkar. Som følge av dette kan ikke fundamentene holdes over nivå for gjennomsnittlig vannstand, noe som øker utfordringene i

utførelse og senere for drift og vedlikehold. Vann vil være indirekte i kontakt med landkarfundament/pelehode og landkarvegger, noe som øker risikoen for korrosjon og følgelig behov for inspeksjoner og vedlikehold.

Av denne årsak er alternativ 1 valgt bort.

#### **5.1.2 Brualternativ 2: 3 spenns bru med forspent betongplate, stålrørspeler som mellom søyler og betonglandkar**

Brualternativ 2 er en 3-spenns bru med brudekke av forspent betong, mellom søyler og landkar i armert betong, tilsvarende alternativet foreslått av Norconsult i deres vurderingsrapport. Brua har total lengde på 30,8m, hvor hovedspenn er 14m og endespenn er 8,4m, og tverrsnittshøyde for dekke er vurdert til 0,8m. Føringsbredden på brua er 10,5m (avstand målt fra innsiden av kantdragerflater/rekkverk) og med 0,5m brede kantdragere blir total brubredde 11,5m. Mellom søyler består av stålrørspeler fylt med betong på ca. 1m diameter. Det er antatt at slike peler kan rammes eller bores ned til berg og støpes sammen med brudekket og da fungere integrert som både mellomunderstøttinger og fundamentering i disse aksene.

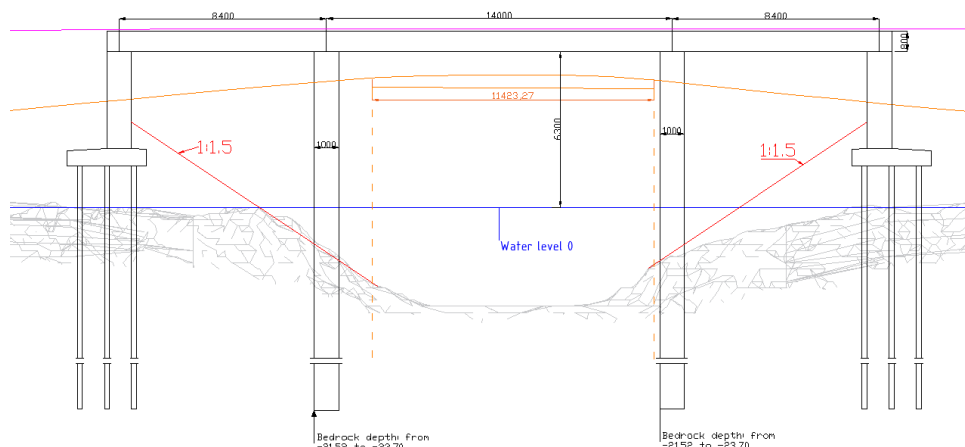
3-spenns alternativet gir mulighet for å ha landkar og fundament over middelvannstand. Det er også mulig å ha fylling under bru som beskytter landkar og forhindrer vann i å ha direkte kontakt med veggene, reduserer risikoen for korrosjon og reduserer kompleksiteten ved mulig vedlikehold. Overbygning kan utføres plaststøpt som da krever stillas som spenner fritt mellom aksene.

Utførelse av mellom søyler som peler boret til berg eliminerer kompleksiteten til omfattende betongarbeid i sjøen og under vann. Alternativ 2 er også en løsning der dekkehøyden kan minimeres grunnet mindre spennlengder. Korrosjon av stålrøret er ikke et problem, fordi stålrøret ikke regnes som bærende i permanent fase ifølge SVV-forskriftene. Det bør også bemerkes at mellom søyler vil være utsatt for skipskollisjon, som mest sannsynlig vil være styrende for design, knutepunktsdetaljer mv.

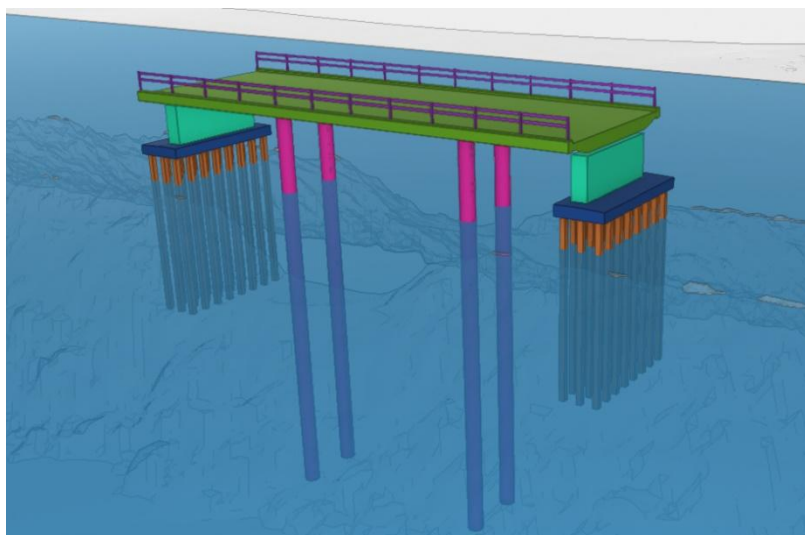
Brua utføres med landkar og fundament, noe som vil gi mer graving. Dessuten må landkarfundamenter utføres som pelefundamenter. Utførelsen av fundamentene forventes ikke å øke kompleksiteten til bruens vesentlig, men det vil påvirke kostnadene ved dette alternativet.

Gitt at det forventes en tynnere overbygning i dette alternativet, vil ikke den vertikale vegtraseen bli påvirket i stor grad (selv om traseen uansett må justeres rundt bruens).

Dette alternativet medfører større graving for hele brulengden sammenlignet med en eksempelvis kort ett spennsbru og vil føre til behov for en lengre parallell fylling for trafikkomlegging under bygging.



**Figur 15- Brualternativ 2 oppriss skissert (kontur av eksisterende bru ses i oransje, teoretisk veg ses i magenta)**



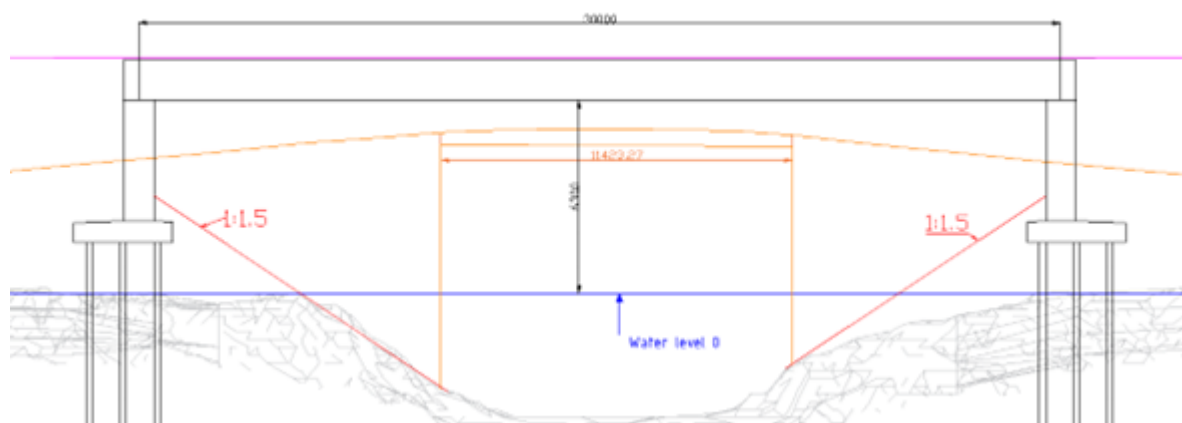
**Figur 16- Illustrasjon fra foreløpig 3D-modell for brualternativ 2 (vingevegg ikke synlig)**

Imidlertid er brualternativ 2 en mer kompleks løsning, som sannsynligvis vil innebære økt tidsramme for bygging og høyere kostnader. Dette alternativet gir et høyt forhold mellom fundamenter/akser og bruplateareal som har høyere kostnad. Dessuten innebærer dette alternativet større utgraving. I tillegg er den mest kritiske faktoren og ulempen for dette alternativet at stålsøylene er utsatt for skipskollisjon, noe som induserer høye krefter inn i konstruksjonen.

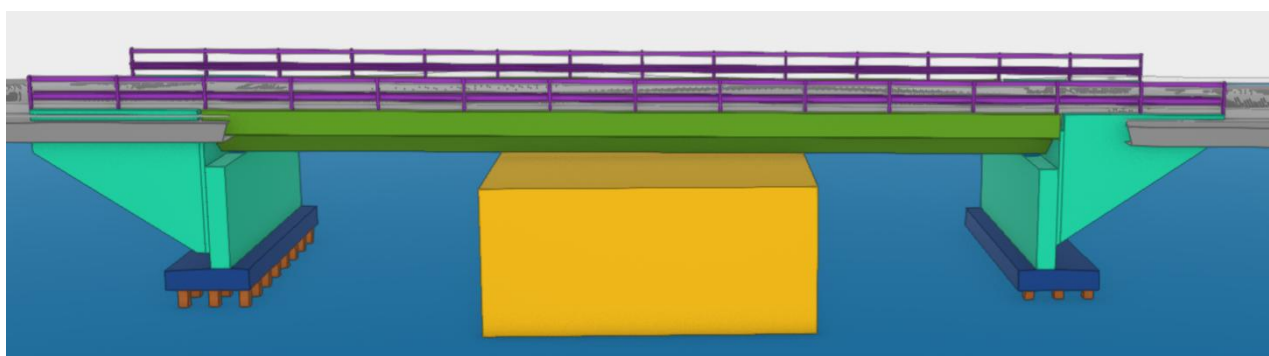
Av disse årsaker er alternativ 2 valgt bort.

### **5.1.3 Brualternativ 3: Lang ett-spenns bru med forspent betongplate, fritt opplagt på lagere på betonglandkar**

Alternativ 3 er utviklet som en kombinasjon av alternativ 1 og 2 som utnytter fordeler fra begge og består av en 1-spenns bru med forspent betongdekke, simpelt opplagt på lagre på betong landkar, dog med betydelig økt spennlengde sammenlignet med brualternativ 1. Alternativ 3 består av bru med total spennlengde på 30m og tverrsnittshøyde på brudekke vurdert til ca. 1,5m. Føringsbredden er 10,5m (avstand målt fra innsiden av kantdragerflater/rekkverk) og med 0,5 bredde kantdragere fås total brubredde 11,5m.



**Figur 17- Brualternativ 3 oppriss skissert – vingemurer ikke synlige (omriss av eksisterende bru ses i oransje, teoretisk veg ses i magenta)**



**Figur 18- Visning fra 3D-modell for brualternativ 3 (gult element viser klaringshøyde under bruene) - peler er kun illustrerende**

Med en lengre 1-spenns bru er det mulig å ha landkar og fundament over middelvannstand. Det er også mulig å ha fylling under bru som beskytter landkar og reduserer risikoen for skipskollisjon mot vegger og bedrer forhold for vedlikehold.

Brua utføres med landkar og fundament, noe som vil gi mer graving. Dessuten må fundamentet utføres som pelefundamenter med et antall stålkjernepeler til berg både vertikale og skrå. I kostnadsestimatet er det antatt 10 peler  $\varnothing$  150mm per fundament i denne fasen. Utførelsen av fundamentene forventes ikke å øke kompleksiteten til bruene vesentlig, men det vil påvirke kostnadene ved dette alternativet.

Med en stor spennlengde (30m) resulterer alternativ 3 i større tverrsnittshøyde for brudekket. Det forventes følgelig høyere mengde materiale til bruoverbygningen. Den vertikale vegtraseen vil også måtte justeres rundt brua.

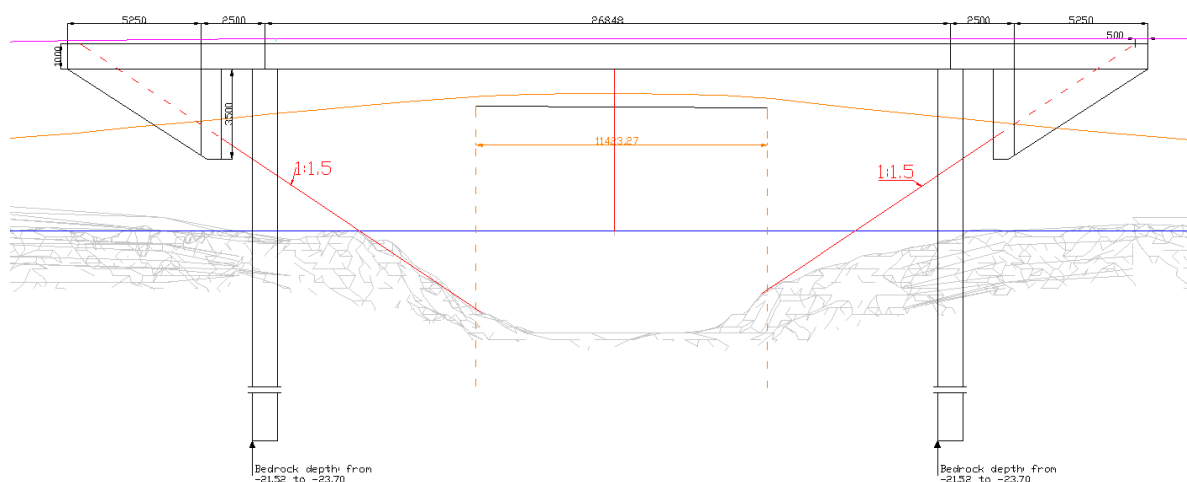
Dette alternativet medfører større graving for hele brulengden sammenlignet med en eksempelvis kort ett spennsbru og vil føre til behov for en noe lengre parallell fylling for trafikkomlegging under bygging.

For alternativ 3 er det sett for seg at slikt lengre spenn kan utføres som bjelkeplatebru (forspent betongbjelke med vinger) for bedre optimalisering.

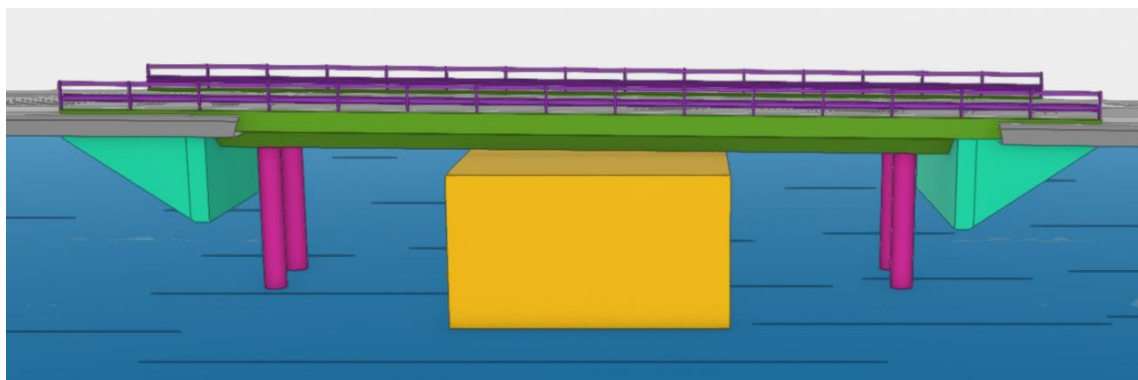
Brualternativ 3 er ytterligere sammenlignet med brualternativ 4 i Tabell 2.

#### 5.1.4 Brualternativ 4: Ett-spennsbru, landkarløs, stålrørspelerler som understøtting

Brualternativ 4 er en 1-spenns bru med utkragende bruplateender utført i forspent betong med understøtting på stålrørspeler og uten landkar, dvs. «landkarløs konsept». Alternativ 4 består av en bru med total lengde på ca. 33m, hvor hovedspenn er ca. 28m og utkragede bruender på 2,5m hver. Tverrsnittshøyden på brudekke er vurdert til ca. 1,3-1,5m og brua skal ha endevegger med 5,25m lange vingeverger festet til bruplaten. Føringsbredden er 10,5m (avstand målt fra innsiden av kantdragerflater/rekkverk) og med 0,5 brede kantdragere fås total brubredde 11,5m. Søyler består av stålrørspeler fylt med betong på ca. 1m diameter. Det er antatt at slike peler kan bores ned til berg og i tillegg støpes monolitisk sammen med brudekket. Eventuelt kan det benyttes fastlager i toppen av peler i overgangen til brudekket.



Figur 19- Brualternativ 4 Oppriss skissert (omriss av eksisterende bru ses i oransje, teoretisk veg ses i magenta)



Figur 20- Illustrasjon fra 3D-modell for brualternativ 4 (gult element viser klaringshøyde under bruens)

Landkarløs-alternativet eliminerer behovet for utfordrende betongarbeid i sjøen og eliminerer behovet for landkar med fundament. I denne løsningen minimeres risikoen for båt kollisjon mot pilarer ved muligheten for å ha fyllingen som beskytter søylene. Dette forholdet spiller inn på valg av spennlengden.

Med en stor spennlengde (28m) resulterer alternativ 4 i større høyde for brudekket enn i alternativ 1 og 2, men spennlengden er kortere enn for alternativ 3. Det forventes en noe høyere mengde materiale til overbygningen inkl. vingemurer enn i alternativ 3. Dette tilnærmet oppveies

at det ikke trenges materialer til landkar i alt. 4. Den vertikale vegtraseen vil måtte justeres rundt brua.

Installasjon av stålrørspeler er noe komplisert grunnet behov for spesifikke maskiner, mulig behov for flåte. Dette alternativet medfører større graving for hele brulengden sammenlignet med eksempelvis en kort ett-spennsbru og vil føre til behov for en noe lengre parallell fylling for trafikkomlegging under bygging.

Brualternativ 4 er ytterligere sammenlignet med brualternativ 3 i Tabell 2.

## 5.2 Sammendrag av alternativer

Denne delen oppsummerer fordeler og ulemper for hvert brualternativ beskrevet i avsnittet ovenfor.

**Tabell 1 - Oppsummering av brualternativer**

| Brualternativ                                             | Fordeler                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ulemper                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Brualt. 1</b><br><b>1-spennsbru</b><br><b>(kort)</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enkel design og virkemåte for konstruksjon</li> <li>- Ingen mellomunderstøtninger</li> </ul>                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konstant vannkontakt med landkar under utførelse og over tid</li> <li>- Høyere vedlikehold og raskere nedbrytning av betongelementer</li> <li>- Konstruksjonskompleksitet ved støp og pelearbeider under vann</li> <li>- Redusert fleksibilitet for fremtidige behov</li> </ul>           |
| <b>Brualt. 2</b><br><b>3-spennsbru</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mer robust med flere spenn</li> <li>- Støping over vann reduserer kompleksitet under utførelse og korrosjonsrisiko over tid</li> </ul>                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Høyt forhold mellom fundament og dekke, store fundamenteringskostnader</li> <li>- Mellomsøyler med risiko for skipkollisjon</li> <li>- Lengre byggetid og høyere kompleksitet</li> <li>- Det kreves omfattende graving</li> <li>- Krever spesialisert utstyr for stålrørspeler</li> </ul> |
| <b>Brualt. 3</b><br><b>1-spennsbru</b><br><b>(lengre)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enkel design og virkemåte for konstruksjon</li> <li>- Ingen mellomunderstøtninger</li> <li>- Lavere vedlikehold sammenlignet med andre alternativer</li> <li>- Kan brukes for spenn inntil 30m</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Større spenn som krever høyere bruplate</li> <li>- Omfattende utgraving kreves</li> <li>- Store mengder materiale</li> </ul>                                                                                                                                                              |
| <b>Brualt. 4</b><br><b>Landkarløsbu</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enkel design og virkemåte for konstruksjon</li> <li>- Ingen mellomunderstøtninger</li> <li>- Lavere vedlikehold sammenlignet med andre alternativer pga. betongkonstruksjoner over vann</li> <li>- Estetisk tiltalende</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forventet høy startkostnad pga. stor pelerigg.</li> <li>- Krever spesialisert utstyr for stålrørspeler</li> </ul>                                                                                                                                                                         |

- Effektiv bruk av materialer
- MRFK har god kunnskap om utførelse av store borede stålørspeler

Som nevnt i forrige avsnitt er brualternativ 1 og 2 utgått da de ikke oppfyller kriteriene (funksjonalitet, byggbarhet, klimagass og kostnad).

En mer detaljert sammenligning er gjort i Tabell 2 for de to relevante alternativene. Detaljerte beskrivelser av klimagassutslippet for begge brualternativene er beskrevet i avsnitt 8.4.

Tabell 2 - Oppsummering av levedyktige brualternativer

|                       | Alternativ 3<br>1-Spenn Bru (lengre)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Alternativ 4<br>1-Spenn landkarløs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Oversikt</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle betongelementer forventes kunne utføres over vannnivå.</li> <li>- Lagre ved akser gjør byggeprosessen enklere.</li> <li>- Ingen mellomliggende søyler tillater et åpent område under bru, noe som er gunstig for båter, dyreliv og flommotstandskraft.</li> <li>- Uten søyler som hindrer strømmen, forblir vanndynamikken upåvirket, noe som reduserer risikoen for erosjon, ingen nedbryting eller nedfall og skure rundt mellomliggende søyler.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle betongelementer forventes kunne utføres over vannnivå.</li> <li>- Peler/søyler drives/bores ned til berg og støpes monolitisk sammen med brudekke, evt. med lager i toppen av peler/søyler</li> <li>- Ingen pelefundamenterte landkar nødvendig.</li> <li>- Det forventes fylling under brua og mot peler/søylene. Fyllingen vil beskytte peler/søyler mot skipskollisjon.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Funksjonalitet</b> | <p>Krav til fundamenter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Byggingen av fundamenter og landkar kan være utfordrende i fyllingsområder. Fremtidige setninger med tanke på at en del av fundamentet vil hvile på eksisterende fyllingsjord og en del vil ligge i ny fyllingsjord medfører at det må bygges landkar med peler i begge ender.</li> </ul> <p>Konstruksjonshastighet og -prosess:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelerigg for stål-kjernepeler er mindre og lettere å rigge enn pelerigg for store stålørspeler (i alt. 4).</li> </ul> <p>Miljøpåvirkning under bygging:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimal forstyrrelse av det omkringliggende miljøet siden ingen mellomliggende søyler er nødvendig, noe som reduserer risikoen for vannforurensning eller forstyrrelse av naturlige habitater. Peler for landkar bores til berg fra eksisterende og ny vegfylling. Dette kan medføre noe risiko for forstyrrelse av det omkringliggende miljøet under utførelse mht. slamhåndtering.</li> </ul> <p>Utgraving:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Det forventes større volum av utgraving.</li> </ul> | <p>Krav til fundamenter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingen pelefundamenterte landkar kreves.</li> <li>- Peler/søyler vil bli boret ned til berg. Spesielt utstyr er nødvendig og kompleks logistikk for å transportere store peler/søyler til stedet forventes.</li> </ul> <p>Konstruksjonshastighet og -prosess:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Krever spesifikt stort utstyr som pelerigg og kraner, som kan være logistisk utfordrende å transportere og montere på en anleggsplass med begrenset plass.</li> </ul> <p>Miljøpåvirkning under bygging:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peler/søyler vil bli drevet/boret til berg fra eksisterende og ny vegfylling. Dette kan medføre noe risiko for forstyrrelse av det omkringliggende miljøet under utførelse mhp. slamhåndtering.</li> </ul> <p>Utgraving:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Det forventes mindre volum av utgraving.</li> </ul> |
| <b>Vedlikehold</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelmessige inspeksjoner forventes</li> <li>- Rutinemessig vedlikehold forventes</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rutinemessige inspeksjoner forventes</li> <li>- Rutinemessig vedlikehold forventes</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                  |                                                                                                                       |                                                                                                                                      |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | (for eksempel rengjøring av betongoverflater)<br>- Vedlikehold/utskifting av lagre kan være nødvendig i bruas levetid | (for eksempel rengjøring av betongoverflater)<br>- Vedlikehold til stålpeleer/søyler forventes ikke idet korrosjon imøtegår i design |
| <b>Klimagass</b> | 528 tonn CO <sub>2</sub> -ekv                                                                                         | 461 tonn CO <sub>2</sub> -ekv                                                                                                        |

Basert på sammenligningspunktene fremhevet i de foregående kapitlene, er brualternativ 4 – Ett-spenn landkarløs valgt å ta videre. De følgende kapitlene beskriver i detalj det foreløpige designet for dette valgte alternativet.

### 5.3 Vurdering av aktuelle typer overbygning

Som det kommer frem av ovenstående presentasjon av de 4 brualternativer skiller disse hovedsakelig på dels antall spenn og dels konsept for underbygningen. I dette avsnittet gis i tillegg en kort oppsummering av andre overveielser som har vært gjort for valg av overbygning. Disse overveielsene er foretatt overordnet på kvalitativ basis, basert på erfaringer fra andre prosjekter.

Beste valg for bruens overbygning henger sammen med bruens samlede konsept og høyde på tverrsnitt henger sammen med spennlengder og strukturelt system.

I de 4 alternativene som er utforsket er foreløpig geometri prosjektert som et plaststøpt armert betongdekke med forspent armering. Bruken av forspent armering er ytterst fordelaktig i dette prosjektet, især for alternativ 2, 3 og 4 med større spennlengder, for å minimere dekketykkelsen og dermed mengden av betong og armering. Mer detaljerte beregninger av brudekket kan finnes i avsnitt 6.3 for det anbefalte alternativet.

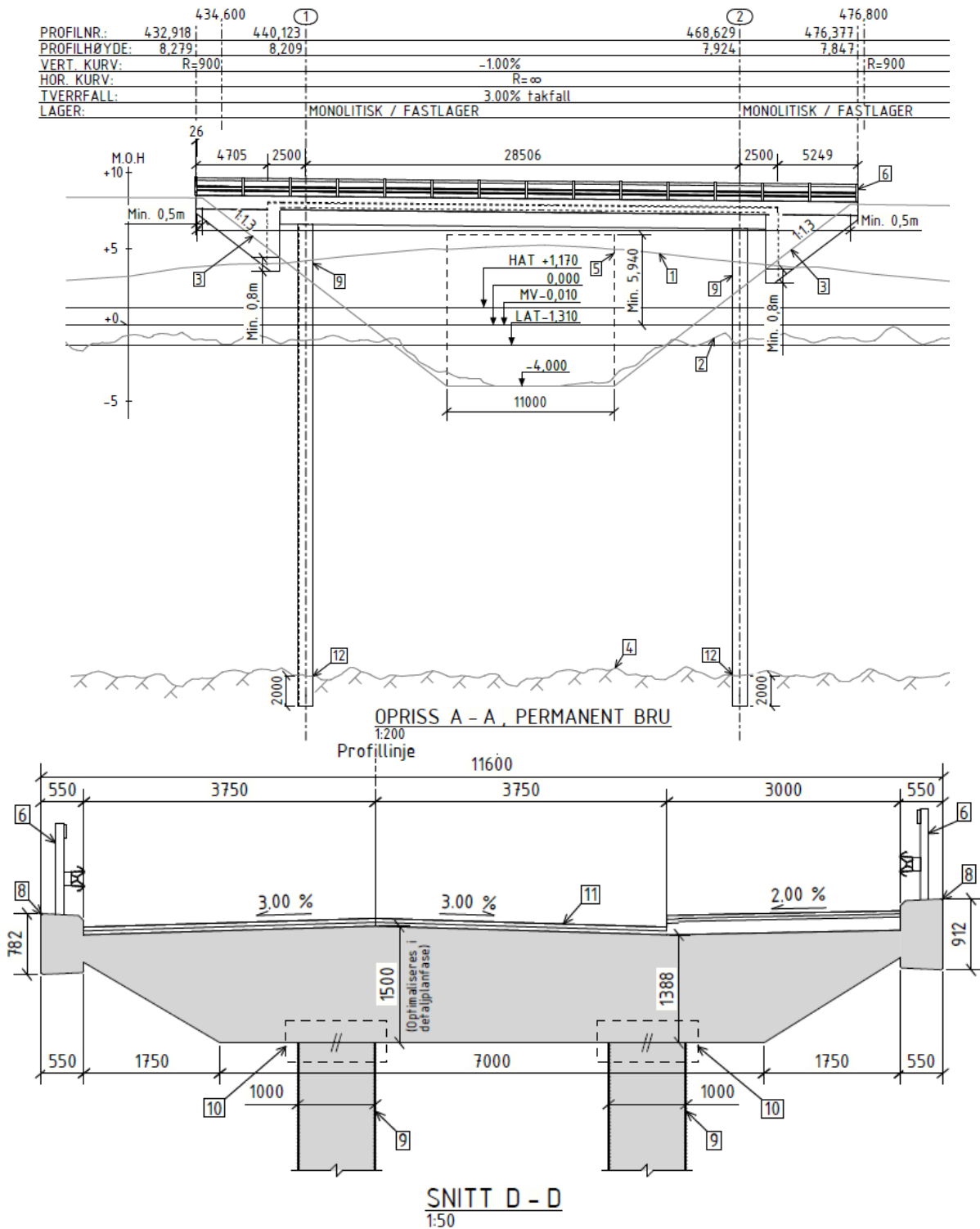
I senere fase kan det undersøkes om prefabrikerte elementer som overholder krav til fks. overdekning i sjønært miljø kan fås/produseres rentabelt. Det skal nevnes at dagens bruplate som er blitt utskiftet i er utført med prefabrikerte elementer. En ulempe for denne er at montering av hele bruplatten vil kreve mulighet for plassering av stor kran, evt. på lekter. Dette skal veies opp mot etablering av stillas. For det aktuelle brustedet har det ikke blitt vurdert spesielt komplisert å støpe dekke på stedet, men løsninger for brureis må ytterligere vurderes i neste fase.

Andre mulige typer for overbygning som har vært overordnet vurdert, har fokusert på andre valg av materiale end betong til bruplatten.

Brudekke kunne utføres som kompositdekke med ståldragere med påstøpt dekkeplate. Denne varianten har ikke vært utforsket ytterligere idet den vil kreve vedlikehold av ståldragene, noe som er mer komplisert over vann. Som videre utvikling av denne kan det benyttes stålbjelker i syrefast kvalitet som da ikke krever overflatebehandling og vedlikehold av denne. Dette innebærer dog mye forhøyede kostnader, som har vært vurdert ikke relevant for den aktuelle bruens og brustedet.

## 6 FORPROSJEKT FOR VALGT BRUALTERNATIV FOR BRU

Dette kapittelet beskriver i detalj den foreløpige prosjekteringen for det valgte brualternativet.



Figur 21- Utklipp tegning K-100 – Oppriss og tverrsnitt bru

Konseptet forutsetter 2 stk. stålrørspeler i hver akse. I neste fase av prosjektet vil detaljene rundt forbindelsen mellom stålrørspeler og betongdekke bli undersøkt nærmere (monolittisk forbindelse mellom peler og brudekke eller om man må ha fastlager i overgangen).

Bru- og brudimensjoner er som vist på tegning K-100 og 3D-modell.

## 6.1 Laster og statisk analysator

### Egenlast

Den armerte betongens egenvekt regnes til  $25 \text{ kN/m}^3$ . Last ifra belegning er antatt  $3,5 \text{ kN/m}^2$  i henhold til N400, Tabell 5.2.2-1.

### Trafikkbelastning

Brua er foreløpig designet for LM1 i henhold til Tabell 3.

**Tabell 3 - Trafikkbelastninger**

| Trafikkbelastning etter NS EN 1991-2 |                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Trafikkfelt 1</b>                 | $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ , $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$   |
| <b>Trafikkfelt 2</b>                 | $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$ , $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ |

I henhold til NS EN 1991-2, pkt. 4.3.2, (6b), kan en forenkling gjøres ved å bruke en enkelt akselvekt på  $2 \cdot Q_k$ , forutsatt at last påføres på det mest ugunstige stedet. Det er gjort en analyse av det verst belastede kjørefeltet (bane 1) for en 1m stripe dekke. I dette tilfellet har trafikkbelastningen blitt betraktet som en enkeltpunktsbelastning på  $200 \text{ kN}$  ( $2 \cdot 300 \text{ kN}$  delt på 3m kjørefeltbredde) og påført på det mest ugunstige stedet.

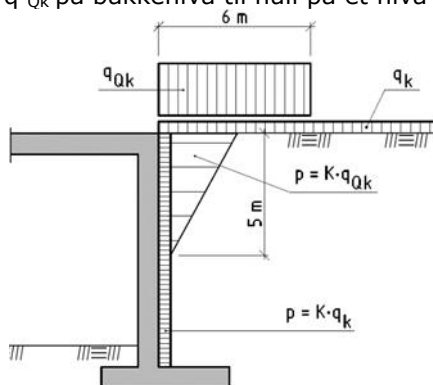
### Jordtrykk bak endevegger

Jordtrykk har blitt vurdert for å analysere tykkelsen på endeveggtykkelse (i valgt alternativ 4). En antatt enhetsvekt på  $19 \text{ kN/m}^3$  ble vurdert.

### Jordtrykk på grunn av trafikk

I tillegg er jordtrykk på grunn av trafikk vurdert i henhold til N400, 4.6-3. En jevnt fordelt last (UDL) fra LM1 lik  $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$ , ble antatt å virke over hele konstruksjonshøyden med konstant horisontalt jordtrykk lik  $p_{UDL} = K \cdot q_k$ , hvor  $K$  er jordtrykkskoeffisienten lik 0,5.

En boggiekvivalentlast (TS) fra LM1,  $q_{Qk} = 25 \text{ kN/m}^2$ , ble antatt å virke med horisontalt jordtrykk varierende lineært fra  $p_{TS} = K \cdot q_{Qk}$  på bakkenivå til null på et nivå 5 meter under bakkenivå.



**Figur 22- Jordtrykk bak endevegger i henhold til N400, 4.6-3**

### Forspent armering

Spennarmering er beregnet manuelt basert på referanseprosjekter. Det forutsettes at egenlasten fra bruflaten bæres av spennkablene som finnes i dekket.

**Tabell 4 - Egenskaper for strekk-kabler**

|                                                          |      |                   |
|----------------------------------------------------------|------|-------------------|
| <b>Antall kabler</b>                                     | 11.0 | stk               |
| <b>Lengde</b>                                            | 28.5 | m                 |
| <b>Tråddiameter</b>                                      | 15.7 | mm                |
| <b>Strandområde</b>                                      | 150  | mm <sup>2</sup>   |
| <b>Antall tråder</b>                                     | 19.0 | stk               |
| <b>Tetthet</b>                                           | 7850 | kg/m <sup>3</sup> |
| <b>Karakteristisk strekkfasthet, <math>f_{pk}</math></b> | 1860 | MPa               |
| <b>Design strekkfasthet, <math>f_{yd}</math></b>         | 1635 | MPa               |
| <b>PT mengde</b>                                         | 1539 | mMN               |

#### Andre laster

Temperatur- og vindbelastninger er neglisjert på dette stadiet av prosjektet, fordi det har vært antatt at dette uten problem kan opptas av valgt brutype og detaljeres ytterligere i detaljprosjekteringsfasen.

#### Lastkombinasjoner

Lastkombinasjonene som er brukt ble vurdert i henhold til NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 og oppsummert i Tabell 5.

**Tabell 5 - Lastkombinasjoner i henhold til NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016**

| <b>Trafikkbelastning etter NS EN 1991-2</b> |                               |                                |
|---------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                                             | Permanente belastninger       | Variable belastninger          |
| <b>ULS (eq 6.10a)</b>                       | $\gamma_G = 1,35$             | $\gamma_Q = 1,5, \Psi_0 = 0,7$ |
| <b>ULS (eq 6.10b)</b>                       | $\gamma_G = 1,35, \xi = 0,89$ | $\gamma_Q = 1,5, \Psi_0 = 0,7$ |
| <b>SLS, frekv.</b>                          | -                             | $\Psi_{1,1} = 0,7$             |

#### Materialer

For den statiske analysen er følgende materialegenskaper i henhold til NS-EN 1992-1-1, tabell NA.2.1N, NS-EN 1994-1-1, kap. 2.4.1.2 forutsatt.

**Tabell 6 - Materialegenskaper**

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Betong | Karakteristisk flytegrense, $f_{ck} = 45$ MPa<br>Partiell sikkerhetsfaktor, $\gamma_c = 1,5$<br>Dimensjonerende flytegrense, $f_{cd} = 30$ MPa<br>Poissons forhold, $\mu = 0,2$<br>Youngs modul, $E = 36283$ MPa<br>Betongdekke, $c = 0,1$ m (N400, tabell 8.3.1-1)<br>Ultimativ tøyning i kompresjon, $\epsilon_{cu} = 0,0035$ |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|              |                                               |
|--------------|-----------------------------------------------|
| Stålarmering | Karakteristisk flytegrense, $f_{ck}=500$ MPa  |
|              | Partiell sikkerhetsfaktor, $\gamma_s=1,15$    |
|              | Dimensjonerende flytegrense, $f_{yd}=435$ MPa |
|              | Poissons forhold, $\mu=0,3$                   |
|              | Youngs modul, $E=200000$ MPa                  |
|              | Strekktøyningsgrense, $\epsilon_{ud}=0,05$    |

## 6.2 Underbygning

### 6.2.1 Geoteknisk beregninger og peledesign

Ny permanent bru vil bli fundamentert på spissbærende stålrørspeler gjennom sprengsteinsfylling til berg. Det er foreløpig anbefalt borede stålrørspeler da vi ikke kjenner kvaliteten eller størrelsen på blokkene i eksisterende sprengsteinsfylling. Det er sannsynligvis enklest å installere pelene fra lekter, siden pelene blir stående i skråningen mellom landkar og seilingsleia. Foreløpig er det vurdert at pelene får dimensjon  $\varnothing=1016$ mm og de må fylles med armert betong. I henhold til Statens vegvesens håndbok R762 Prosess-kode 2 må pelene bores minimum 2 meter inn i godt berg i fullt tverrsnitt. Pelene er ikke detalj-prosjektert i denne fasen da peleløsningen ikke har betydning for regulerings-planen. Pelene må prosjekteres i neste planfase når permanent bru er prosjektert, og lastene er bestemt.

## 6.3 Overbygning

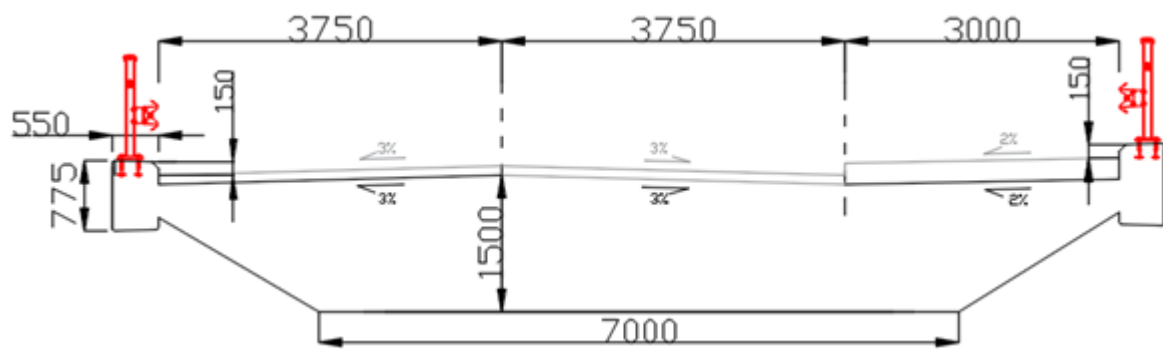
### 6.3.1 Brudekke tverrsnitt detaljer

Brudekket er forprosjektert i samsvar med vegtraseen. Brudekket vil ha 1,5m tykkelse (og det forventes at brutverrsnittet kan optimaliseres ytterligere under detaljprosjekteringsfasen) og totalt 11,5m bredde. Gang- og sykkel feltet vil ha 3m bredde og kjørefeltene vil ha 3,75m bredde (7,5m bredde totalt iht. Håndbok N100 pkt. 4.10-1).

Ifølge Håndbok N101, Tabell 4.3.1-1, skal ytre rekkverk som skal plasseres på trafikkside være av H2 styrkeklasse med 1,2m høyde. Langs gangfortauet skal brurekkverk ha høyde  $h \geq 1,2$ m og styrkeklasse E. Rekkverket skal monteres på bruas kantbjelker.

Fotgjengerfortauet skal heves og skilles fra kjørefeltene med en 10 cm høy kantstein.

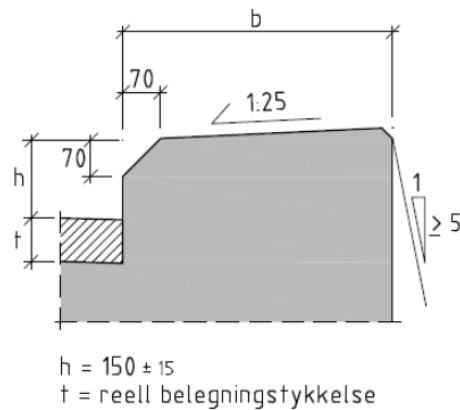
Konstruksjonsdeler skal utformes for å sikre godt og hensiktsmessig vannavløp. Ifølge Håndbok N400 pkt. 3.1-1 og N100 pkt. 3.2-3 er bruas langsgående fall utformet som 1 % langsgående helning. Tverrfallet er 3 % ved kjørefelt og 2 % ved gangveg, som vist i Figur 15.



Figur 23- Brutversnitt

### Kantbjelke

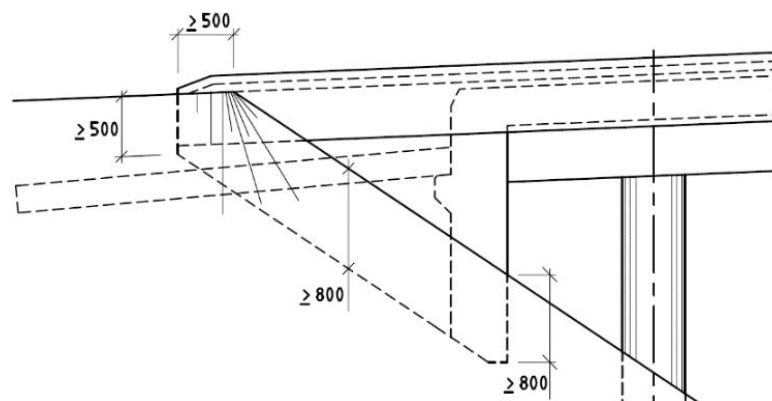
Geometrikravene til kantdragere finnes i Figur 16 basert på N400, 3.8.1-1. Minste bredden på kantdragerer må være 550mm basert på den aktuelle vegen. Kantdrageren må være en kontinuerlig konstruksjon uten mellomliggende skjøter i lengden og støpes etter at dekkeplaten er støpt.



Figur 24- Kantdragerdetalj i henhold til N400, figur 3.8.1

### Vingevegger

Geometrikravene til vingevegger finnes i Figur 17 basert på N400, 3.8.2. Vingeveggene skal kobles til landkar eller endevegger, med minimum 800 mm jordtykkelse som dekker vingeveggenes underkant. Vingeveggenes lengde skal strekke seg til minimum 500mm bak punktet der fyllingen møter vegen.



Figur 25- Vingeveggdetalj i henhold til N400, figur 3.8.2

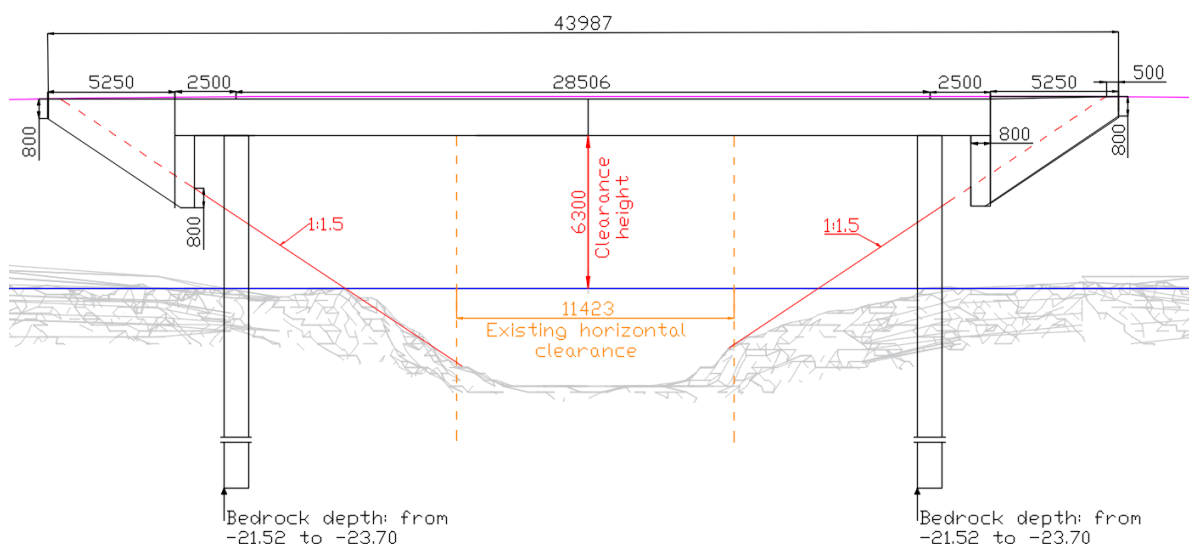
### 6.3.2 Brulengde og spennvidder

Bestemmelsen av bruens lengde og spenn er basert på foreløpige designkriterier, fritromskrav og muligheter for utførelsesmetoder. I utgangspunktet ble det etablert et minimum vertikal klaring på 6,3 meter over 0m havnivå for å imøtekomme fartøystrafikken. Fra eksisterende havbunnsprofil ble skråninger projisert oppover med en gradient på 1:1,5 på hver side, samtidig som den eksisterende minimum horisontale klaringen på 11 meter ble opprettholdt for å tillate sikker båtpassasje. Skjæringspunktene for disse skråningslinjene med fritromsprofilen definerte den totale brulengden som er nødvendig for å oppfylle både vertikale og horisontale krav til klaring.

I henhold til N400 pkt. 3.8.2-2 skal vingeveggene ende 500 mm bak den teoretiske linjen der den prosjekterte fyllingen møter vegen, og slik er den totale lengden på 44m mellom ender til vingevegger bestemt.

Etter dette bestemmes størrelsen på vingeveggene og lengden på den utragende delen av dekket i henhold til N400 og er basert på referanseprosjekter. Deretter settes den totale lengden på vingeveggen til 5,25m og avstanden mellom endeveggkanten til midten av stålsøylen er 2,5m. Basert på erfaring vil konstruksjonen oppføre seg som forventet, og disse dimensjonene gir rimelige deformasjoner til brudekket. Dette kan optimaliseres ytterligere i detaljdesignfasen ved hjelp av strukturelle beregningsmodeller. Enden ble konseptuelt plassert i posisjoner som også sikret at den strukturelle betongen forble over det høyeste astronomiske tidevannsnivået (HAT) for å unngå støping under vannnivå. Også i henhold til N400 pkt. 3.8.2-2 skal endevegger og vingevegger strekke seg min. 800 mm under jordnivå, og bestemmer dermed minimumshøyden på endeveggen.

En skjematisk skisse av den metodiske tilnærmingen for å bestemme brulengden og spennlengden kan ses i Figur 18.



**Figur 26- Skisse av den metodiske tilnærmingen for å bestemme brulengden og spennlengden**

Samlet sett gir denne foreløpige metoden et rasjonelt og robust grunnlag for brukonseptet, som balanserer fritromskrav, strukturell gjennomførbarhet og eksponering for sjøvann.

## 6.4 Bruutstyr

Bruutstyr omfatter rekkverk, lagre og fuger og lignende. For det aktuelle bruvalget er det ikke behov for lagre og fuger og dette avsnittet omhandler bruens kjørerekkverk som plasseres på bruens ytre kantdragere for å beskytte brukere mot å falle/kjøre av brua. Siden gang- og sykkelfeltet er adskilt fra kjørefeltene med en kantstein og ikke med fysisk kjørerekkverk, skal det plasseres kjørerekkverk på begge sider av brua.

I henhold til N101:2022, pkt. 4, tabell 4.3.1-1, skal utvendig rekkverk være av H2 styrkeklasse med minimum 1,2m høyde og frie åpninger på maksimalt 0,30m.

Rekkverket skal plasseres slik at avstanden mellom fronten av rekkverksføringselementet til forkanten av kantdragere er 50 mm  $\pm$  30 mm, iht N101:2022, Figur 4.3.2-1.

Overgang mellom brurekkverk og vegrekkverk skal prosjekteres og utføres etter N101:2022 og N-V160:2022. Dette detaljeres i senere fase.

## 6.5 Oppsummering av materialmengder

Det er utarbeidet en oppsummering av materialer til brua som er presentert i Tabell 7. Følgende sammendrag inkluderer ikke anleggsutstyr.

**Tabell 7 - Sammendrag av materialer til bru**

| Punkt               | Mengde | Enhet |
|---------------------|--------|-------|
| <b>Underbygning</b> |        |       |
| Forskaling          | 280    | m2    |
| Armering            | 40     | t     |
| Betong              | 200    | m3    |
| Stålrørspeler       | 120    | m     |
| <b>Overbygg</b>     |        |       |
| Stillasssystem      | 1      | stk   |
| Forskaling          | 520    | m2    |
| Armering            | 95     | t     |
| Spennkabler         | 2815   | mMN   |
| Betong              | 475    | m3    |
| <b>Andre</b>        |        |       |
| Membraner           | 355    | m2    |
| Rekkverk            | 88     | m     |

## 6.6 Byggemetode

Den forventede byggesekvensen er oppsummert nedenfor.

- I. Forberedende arbeider

- Videre områdeundersøkelse og innmåling: Gjennomfør nødvendige detaljerte undersøkelser for detalj fasen som topografiske, geotekniske og batymetriske undersøkelser for å bekrefte havbunnsforhold, berggrunnsnivåer og innmåling til eksisterende ledninger og konstruksjoner
  - Miljøverntiltak: Installer siltgardiner, barrierer og andre miljøkontroller for å minimere sedimentspredning og beskytte livet i havet under arbeid.
- II. Midlertidig fylling og midlertidig brubygging
- Steinfyllingsplassering: Konstruer midlertidig fylling fra begge sider ved å plassere og komprimere egnet bergmateriale.
  - Midlertidig brufundament: Utfør midlertidige brufundamenter ved bruk av støpte in-situ eller prefabrikkerte fundamentelementer (armert betong).
  - Midlertidig bru: installer midlertidig bru ved å bruke metoden beskrevet i avsnitt 8.3.
  - Midlertidig trafikkstyring: Etabler midlertidige trafikkstyring og lignende etter behov for at lede trafikk på midlertidig bru for å opprettholde vegforbindelse under bygging.
- III. Fyllingsutvidelse og grunnpreparering
- Steinfyllingsplassering: Forleng eksisterende vegfylling ved å plassere og komprimere egnet steinmateriale. Utvidelsen skal gjøres gradvis på begge sider av eksisterende fylling for å oppnå ny vegbredde.
  - Fyllingsstabilisering: Installer nødvendig skråningsbeskyttelse (f.eks. plastring eller geotekstillag) for å hindre erosjon under og etter bygging.
  - Forberedelse for område for etablering av bruunderbygging: Gjør område for installasjon av peler og støping av vingemurer plane frie for fylling og store blokker for å gi direkte tilgang for peleoperasjoner og støping.
- IV. Riving av eksisterende bru
- Fjerning av bru: Riv forsiktig den eksisterende brukonstruksjonen, inkludert overbygning og gamle fundamenter, bruk kraner, sagskjæring og demonteringsmetoder for å minimere rusk som faller i vannet.
  - Fjerning av rusk: Fjern alt rivningsmateriale fra stedet og havbunnen, og sørg for at det ikke er noen hindring for nybyggingsaktiviteter.
- V. Fundamentering
- Installasjon av stålrørpeler:
    - Installer to stålrørspeler per akse, nøyaktig plassert for å tilpasse ønsket geometri til brusøylene.
    - Bor stålrørene ned til bæredyktig og sund bergflate, ved hjelp av slag- eller vibrerende pelemetoder egnet for lokale jordforhold.
    - Peleinstallasjon kan gjøres fra eksisterende vegfylling eller alternativt ved hjelp av en lekter.
  - Armert betong i stålrør: Når stålrør er installert, fylles stålrørene med armert betong for å lage komposittpelsøyler som vil bære både vertikale belastninger og motstå bøyemomenter for bruene.
- VI. Bygging av Bruunderbygging
- 1) Klargjøring av pelehode: Trimming av peletopper etter behov og klargjør armering for forbindelse med det fremtidige dekket.
  - 2) Montering av stillas: Installer stillas og midlertidige støtter og andre konstruksjoner som kreves for å støtte forskalling for støping av brudekke.
- VII. Bygging av brudekke

- Brudekke: utfør brudekke ved å plassere forskaling, armering og støping av betong på stedet. Forbindelse mellom brudekke og peletopper (monolitisk eller lagret) skal ferdigstilles i denne fasen.
- Etterspenning: Installer og spenn opp interne PT-kabler (etterspenning) gradvis for å sikre strukturell kontinuitet og minimere nedbøyning.

#### VIII. Konstruksjon av endevegger og vingevegger

- Endevegger:
  - Ved bruendene støpes vertikale endevegger direkte på komprimert fylling uten dype fundamenter og disse støpes sammen monolitisk med brudekke.
- Vingevegger:
  - Vingevegger støpes sammen monolitisk med endevegger og brudekke. Vingevegger holder tilbake de utvidede/forhøyede fyllingsskråningene og danner jevn overgang til den nye vegtraseen.

#### IX. Vegarbeid og ferdigstilling

- Gjenfylling: Gjenfylling og kompaktering av masser rundt vingevegger og endevegger.
- Vegbygging: Ferdigstille ny veg inkludert dreneringssystemer, rekkverk og vegutstyr.

#### X. Avslutning og åpning

- Inspeksjon og testing: Utfør lasttesting av bruene, detaljerte strukturelle inspeksjoner og verifisering av geometri som er bygget.
- Miljøgjenoppretting: Fjern midlertidige adkomstveger, midlertidig bru, arbeidsplattformer og miljøvern.
- Igangkjøring: Åpne ny bru og veg for trafikk etter myndighetsgodkjenninger.

### 6.7 Vedlikehold

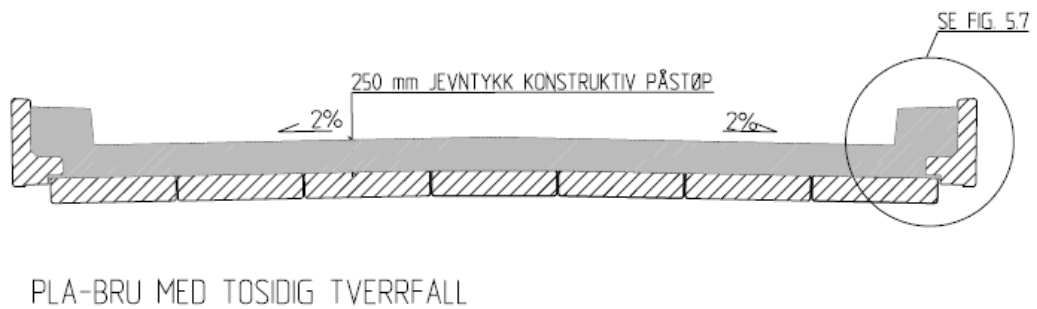
Vedlikeholdsrutine er nødvendig for å sikre bruens funksjonalitet, helse og sikkerhet gjennom hele levetiden. For en bru som ligger i kystområdet i Norge er eksponering for sjøvann og kystvær den mest kritiske faktoren med tanke på vedlikehold, noe som fører til behov for regelmessige inspeksjoner for korrosjon og strukturell integritet.

Vedlikeholdspraksis og -krav bør følge norske standarder, sikre lang levetid og holdbarhet til brua og er oppsummert i listen nedenfor.

- **Regelmessige inspeksjoner:** Inspiseres iht. SVV håndbøker og MRFK sine rutiner.
- **Sprekkeovervåking:** Inspiseres iht. SVV håndbøker og MRFK sine rutiner.
- **Rengjøring:** Rengjøres iht. MRFK sin driftskontrakt.
- **Dreneringssystemer:** Følges opp iht. MRFK sin driftskontrakt.

### 6.8 Riving av eksisterende bru 15-1022 Finnøybrua

Brua er en plate-betongelementbru med påhengte kantelementer. Elementtypen er PLA300, påstøpstykkelsen er angitt til 300 mm. Brulengden er ca. 11,5 m og bredden oppgitt til 6,02 m. Landkar er utført i betong og trolig fundamentert på fylling av stein. Det er slitelag av asfalt på dekket. Det er rekkverk av stål på brua og plaststøpt betongrekkverk over landkar.



**Figur 27- Prinsipp for tverrsnitt av brua (Håndbok 100-3 Elementbruer)**



**Figur 28- Brua sett fra siden (Brutus)**

Sannsynlig rivemetode vil være maskinell riving fra fylling og bortkjøring på bil, eller oppdeling og borthising av brua for transport på lekter. Sprenging anses ikke å være aktuelt på grunn av krav til oppsamling av riveavfall. Landkar rives maskinelt fra fylling eller fra lekter.

Trafikk forutsettes lagt om slik at det ikke er spesielle trafikale utfordringer i forbindelse med riving.

Fjerning av fyllinger er ikke vurdert i dette avsnittet.

#### Oppdeling i faser:

- a. Forberedende arbeider, fjerning / sikring av tekniske installasjoner, trafikkomlegging, sperring og skilting. Frakopling av kabler og ledninger, belysning.

- b. Fjerning av slitelag (asfalt) på brudekket.
- c. Riving av rekkverk, fuger mm.
- d. Riving og fjerning av dekke med oppkutting og utheising av dekkeelementer, eller maskinell riving ned på lekter. Borttransport på lekter eller på bil
- e. Riving av betongkonstruksjoner (landkar i akse 1 og 2, betongrekkverk) maskinelt og opplasting og borttransport/deponi.
- f. Fjerning og sortering av alt riveavfall

Fjerning av slitelag, rekkverk, frakopling av lys, mm og gjøres direkte fra vegbanen.

#### Avklaringer fra oppdragsgiver i detaljeringsfasen:

- Er det planlagt gjenbruk av masser (betong) på anlegget, eller skal alt til deponi?
- Rivenivå for fundamenter over/ under terreng (kotehøyder)
- Rapport fra miljøkartlegging og ev. gjenbruk av betong, stål mm må utarbeides før riving.

#### Risikovurdering:

Det bør gjøres en risikovurdering i forbindelse med detaljplan. Her gjøres en identifisering av mulige farer ved riving. I detaljplanfasen må det gjøres en fullstendig risikovurdering som grunnlag for SHA i prosjekteringsfasen og utførelsesfasen.

#### Farer (identifisering)

- Fall av gjenstander fra høyden over trafikkerte kjørefelt eller arbeidsområde.
- Sikring mot fall fra høyder (personell)
- Sprut fra arbeider med riving
- Velting av konstruksjoner eller deler av konstruksjoner over personell, trafikk
- Kranarbeider og sikker oppstilling av kran
- Vind under riving, nødvendig avstiving i rivefase
- Drukningssfare ved arbeider nær vann

#### Miljø:

- Mengden riveavfall (> 10 tonn) stiller krav til rapport fra miljøkartlegging og avfallsplan. Riveavfall består i hovedsak av asfalt, varmforsinket stål, festemidler og betong. Det bør gjennomføres prøvetaking og utarbeides miljøsaneringsbeskrivelse i detaljplanfasen som vil avdekke eventuelle andre materialer og eventuelt farlig avfall.

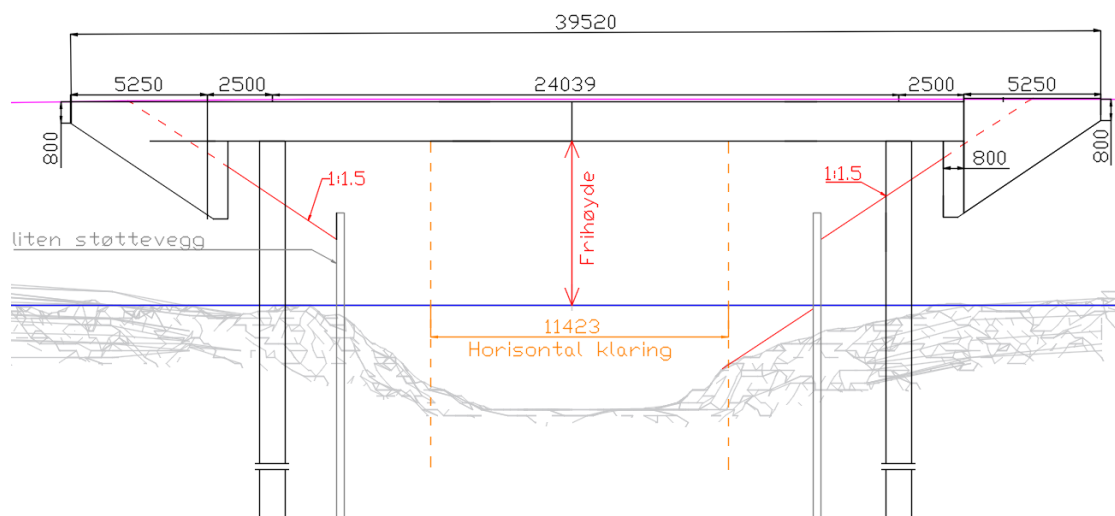
#### Masser, hovedmengder (overslag):

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Betong (inkl. armering): | 422 tonn |
| Stål:                    | 2 tonn   |
| Asfalt:                  | 11 tonn  |

### **6.8.1 Optimaliseringsmuligheter og videre analyser i detaljplanfasen**

I detaljplanfasen er det et betydelig potensialt for ytterligere optimalisering av brutverrsnittet. Mens den nåværende foreløpige designen etablerer et robust og funksjonelt utgangspunkt, kan fremtidige forbedringer føre til betydelige strukturelle, økonomiske og konstruksjonsmessige





**Figur 30- Potensielt optimalisert fylling under brua**

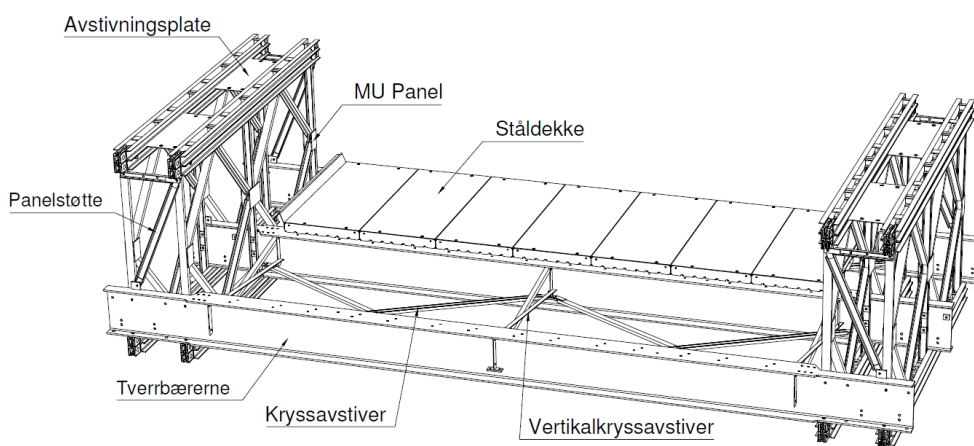
## 7 BESKRIVELSE AV MIDLERTIDIG BRU I FORPROSJEKTET

### 7.1 Brukonsept - Mabey Universal system

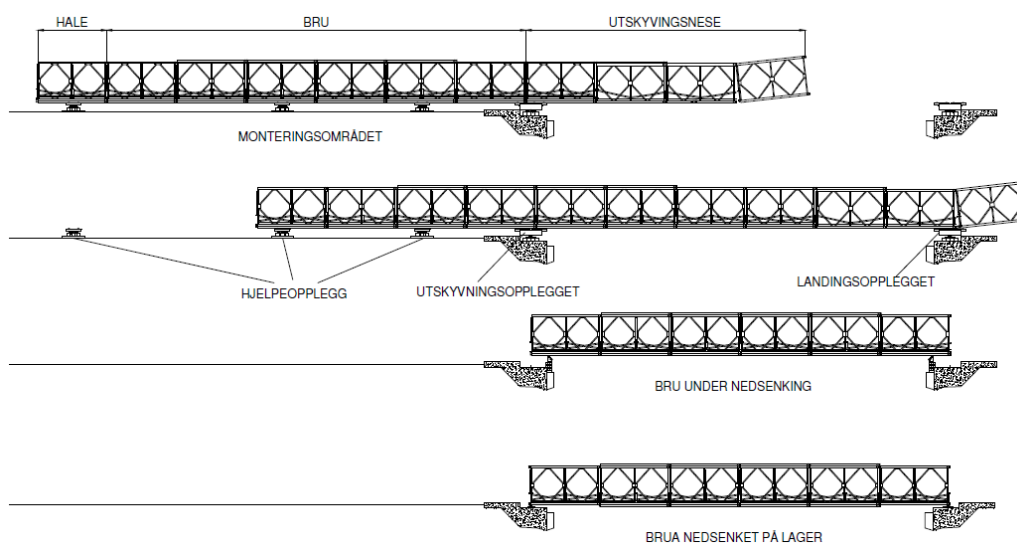
Det er besluttet at midlertidig bru utføres ved å gjøre bruk av brusystemet Mabey Universal brusystem, som er et standard system tilgjengelig for leie for slike formål aktuell ved Finnøyaprojektet.

Ettersom Mabey Universal er et brusystem bygget av prefabrikkerte moduler, kan midlertidige og permanente bruer bygges raskt og enkelt som vist i Figur 22. Brua kan bygges raskt, den kan monteres på flere måter, avhengig av spesifikk bruplassering og den kan bygges uten mellom søyler.

Bruen kan bygges og installeres på ruller og skyves over spennet eller løftes på plass (forutsatt at egnet kran er tilgjengelig). Alle hovedkomponenter er varmgalvaniserte for lang levetid og minimalt vedlikehold, og alle deler kan transporteres med konvensjonelle metoder på veg eller sjø. Monteringsprinsippet kan sees i Figur 32.



Figur 31- Eksempel på midlertidig brukonstruksjonstype, fra VC 460 Figur 1.1



Figur 32- Mabey Universal brumonteringsprinsipp - fra VB 460, figur 1.2

Den midlertidige brua skal monteres i parallelt med midlertidig fylling til eksisterende veg Finnøyvegen. Under bygging av ny veg og ny bru skal trafikken omdirigeres til den midlertidige brua slik at trafikken mellom Finnøya og Harøya kan holdes åpen i byggeperioden.

Den midlertidige vegen og brua skal være 1 kjørefelt og i henhold til HB 460, Tabell 1.1, er maksimal spennvidde for STATENS VEGVESEN MABEY UNIVERSALSYSTEM, enkeltspor med 10/60 trafikkbelastning 81,0m. Hovedelementet i brua, «Panel», er 4,50 m langt (c/c boltehull). Panelene kobles på langs med bolter til paneldragerne med ønsket lengde.

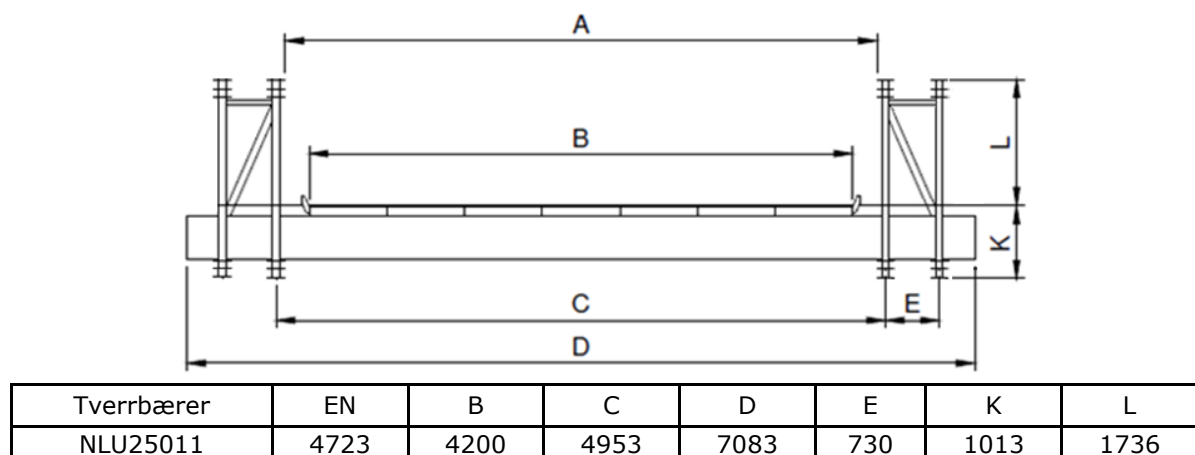
Fra håndbok VB 460, tabell 2.10 og pkt. 2.6, for en 45m lang bru, skal det MABEY UNIVERSAL SYSTEM som skal benyttes være **DEF2+** (se Figur 24). Dette består av bærende vegger med to panelstrenger i enetasjes utførelse med forsterkningsbelter ved alle panelstrenger og sidepaneler (MU 125) ved en bruelementseksjon (fag) i hver bruende. Siden brua trenger forsterkende elementer, skal endestolper være av type NLU25671. Det forutsettes at vegdekketype er standard dekketype NLU22027.



Figur 33- Konstruksjonstyper for Finnøy midlertidig bru, fra håndbok VB 460 figur 2.9

Brua designes for trafikkbelastning Bk 10/60.

Tverrsnittsdimensjonene for konseptet for aktuelle midlertidig bruene ved Finnøy, basert på last og geometriske data som er beskrevet over, finnes i Figur 25.

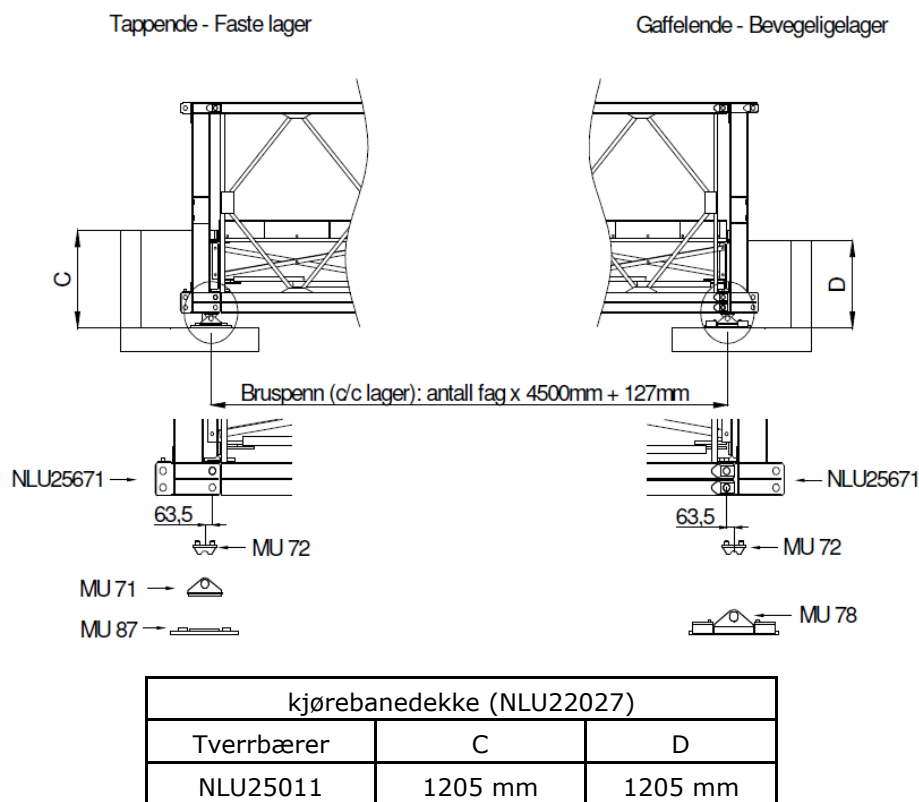


Figur 34- Tverrsnittsmål (mm) for Finnøy midlertidig bru, basert på figur 2.10 og tabell 2.1 fra håndbok VB 460

Ifølge Håndbok HB V460, pkt. 6.9, monteres tverrbjelkene til bæreveggene og kjørebaneplatene (1050 mm brede) hviler på tverrbjelker per 2,25 m. For ensporet bru kreves det 4 plater i bredden. Vegdekket for denne typen bru er et 8mm sklisikkert epoksy-asfaltbeleggning på toppen av dekkeelementene. Det skal monteres rekkverk for ensporet bru med høyde 1,178m fra vegbanen til overkant av rekkverk (detaljer finnes i VB 460, Figur 6.69).

## 7.2 Lagere

Den midlertidige bru er designet med fast lager i den ene enden, som begrenser translasjonsbevegelser i horisontal og vertikal retning, og glidelager i den andre enden som begrenser translasjonsbevegelser i vertikal retning, slik at bru fungerer som en simpelt opplagt bru. Rotasjonsbevegelser er ikke begrenset i noen av aksene.



Figur 35- Bæretype ved bruender, basert på figur 2.12 fra håndbok VB 460

## 7.3 Fundamentering midlertidig bru

Midlertidig bru er forutsatt direktefundamentert på en støpt betongplate i hver ende. Beregninger viser at en støpt betongplate med dimensjoner 6\*7 meter vil være tilstrekkelig.

Minimums-avstand fra betongplata til skråning ned mot seilingsleia er beregnet til 5 meter. Mot yttersiden i sør er det viktig at betongplata ligger innenfor plastringslaget. For flere detaljer henvises til Geoteknisk vurderingsrapport [5].

## 7.4 Montasje av midlertidig bru

Forlengelsesnesen er den forreste delen av konstruksjonen og har som formål å nå landingsområdet på den andre siden av spennet før hele konstruksjonens tyngdepunkt har passert lanseringsområdet. Denne seksjonen skal også gi tilstrekkelig kapasitet når den forreste delen av nesen har landet på rullene på landingssiden, til å støtte brukonstruksjonen under forlengelsen over spennet og til bru er på plass.

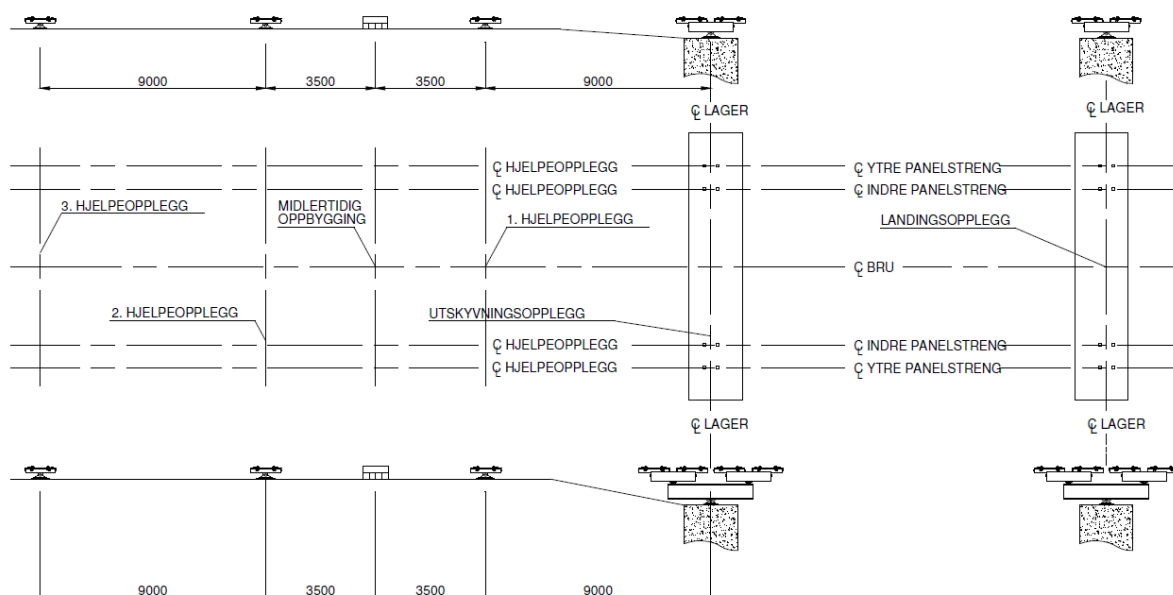
Ifølge VB 460, tabell 4.3, består nesekonstruksjonen av 1 nr. EES-modul, 2 nr. EE-moduler, 1 nr. EEL-modul, 1 nr. EEØ-modul og 2 stykk EEU-moduler. Etter nesemodulene skal det være 2 stykk neseledd moduler og 5 stykk overgangsmoduler. Beskrivelsen og definisjonen av modulers akronymer finnes i VB 460, avsnitt 4.4.

Bakdelen av konstruksjonen refererer til de bakre modulene som fungerer dels som motvekt og dels som ekstra sikkerhet lanseringen ved å gi bedre sikkerhet for at den ikke kan rulle utenfor lanseringssystemet.

I henhold til VB 460, tabell 4.3, består halepartiet av 4 stk nr. DEU2+ moduler med minimum forlengelseslengde på 45m. Beskrivelsen og definisjonen av modulers akronymer finnes i VB 460, avsnitt 4.4.

## 7.5 Lansering

Alle deler til bruene kan samles endelig på monteringsplassen før den skyves over spennet, eller alternativt kan bruene skyves frem etter hvert som den bygges. Sistnevnte er å foretrekke fordi det krever et mindre monteringsareal og fører til kun én monteringsutstyrsposisjonering da monteringen for det meste foregår på samme sted.

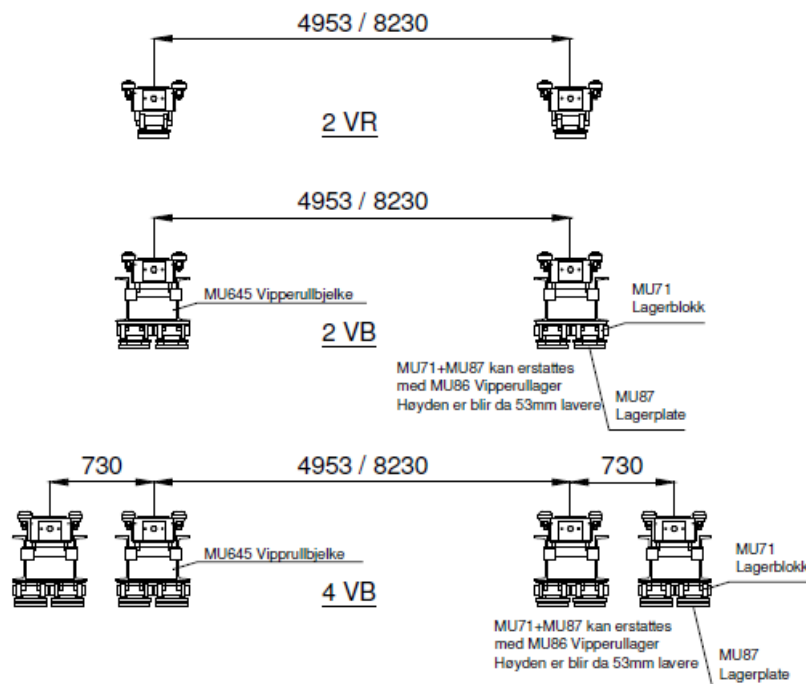


Figur 36- Brumontering fra VB 460, Figur 3.2

- Landingssystemet består av 2VB (Vipperullbjelke) plassert ved CL av lagrene
- Utkastsystemet består av 4VB plassert ved CL av lagrene.
- Det første hjelpesystemet består av 2VR (Vipperull) plassert 9m bak utkastsystem CL.
- Det andre hjelpesystemet består av 2VR plassert 7m bak det første hjelpesystemet CL.
- Det tredje hjelpesystemet består av 2VR plassert 9m bak det andre hjelpesystemet CL.
- Det fjerde hjelpesystemet består av 2VR plassert 9m bak det tredje hjelpesystemet CL.

Lanseringssystemet er totalt 34m langt (fra CL av lagre til CL av siste fjerde hjelpesystem).

Tverrsnittsmål mellom rullearrangement fra VB 460, avsnitt 3.3 finnes i Figur 28.



**Figur 37- Tverrsnittsmål mellom rullearrangement fra VB 460, Figur 3.2**

Jekklaster for brusenking til endelig posisjon skal utredes i detaljprosjekteringsfasen.

## 7.6 Sammendrag av konsept for aktuelle brustedet

Den midlertidige bruene er foreløpig designet for lastene som er funnet i Figur 38 og en generell oversikt over den midlertidige bruene 3D-modell kan ses i Figur 39.

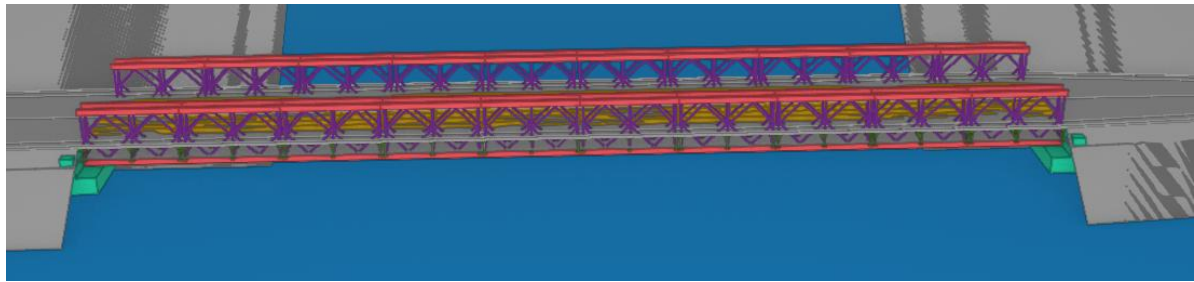
De midlertidige brufundamentene vil være grunne armerte betongfundamenter støpt på stedet. Fundamentet må plasseres minimum 5,0 m bak fyllingskant av stabilitetshensyn. Bredden på fundamentet er satt til 7 meter og minimumslengden er på 6,0 meter.

| MABEY UNIVERSAL                              |       |                   |                     |             |
|----------------------------------------------|-------|-------------------|---------------------|-------------|
| Panel: MU 121, 125 Forsterkningsgurt: MU 256 |       |                   |                     |             |
| Tverrbærer: NLU22008/NLU25010/NLU25011       |       |                   |                     |             |
| Trafikklast 10/60                            |       |                   |                     |             |
| Spennvidde                                   |       | Konstruksjonstype | Opplagsreaksjon (t) |             |
| Fag                                          | m     |                   | Egenvekt            | Trafikklast |
| 4                                            | 18,00 | EE+               | 17                  | 43          |
| 5                                            | 22,50 | EE+               | 21                  | 51          |
| 6                                            | 27,00 | EEF+              | 28                  | 57          |
| 7                                            | 31,50 | EEF+              | 32                  | 62          |
| 8                                            | 36,00 | EEF++             | 37                  | 65          |
| 9                                            | 40,50 | DEF2+             | 53                  | 67          |
| 10                                           | 45,00 | DEF2+             | 59                  | 70          |
| 11                                           | 49,50 | DEF2+             | 65                  | 73          |
| 12                                           | 54,00 | DEF2+             | 70                  | 76          |
| 13                                           | 58,50 | DEF2++            | 76                  | 78          |
| 14                                           | 63,00 | TEF2+             | 92                  | 80          |
| 15                                           | 67,50 | TEF3+             | 105                 | 83          |
| 16                                           | 72,00 | DDF2+             | 117                 | 85          |
| 17                                           | 76,50 | DDF2+             | 125                 | 87          |
| 18                                           | 81,00 | TDF2+             | 157                 | 89          |

+ Skjærpaneler (MU 125) i et fag fra hver bruende.

++ Skjærpaneler (MU 125) i to fag fra hver bruende.

**Figur 38- Konstruksjonstabell for trafikklast 10/60, enkeltsporet, fra VB 460 Tabell 2.10**



**Figur 39- Illustrasjon av midlertidig bru fra 3D-modell**

## **7.7 Drift og vedlikehold av midlertidig bru i bruksperioden**

Denne delen skisserer drifts- og vedlikeholdskravene for det foreslåtte Mabey Universal midlertidige brusystemet. Veiledningen er basert på produsentens spesifikasjoner, beste praksis, og relevante bestemmelser fra Statens vegvesen Håndbok VB 460, med særlig vekt på miljøforhold knyttet til nærhet til sjøen.

### **7.7.1 Drift av midlertidig bru**

Bortsett fra å sikre fundamenteringskravene som beskrevet i avsnitt 8.2 og belastningskapasiteten til den midlertidige bru som beskrevet i avsnitt 8.4, skal noen få hensyn tas i betraktning i driftsfasen til den midlertidige bru:

#### Trafikkkontroll og skilting

Bruen skal være utstyrt med passende skilting som indikerer:

- Lastegrenser
- Hastighetsbegrensninger
- Tilgangsbegrensninger (f.eks. kjøretøytype, forbikjøringsbegrensninger)

#### Beskyttende belegg

Selv om Mabey-komponenter er galvanisert, kan eksponering for saltluft og sjøsprøyt kreve forbedret korrosjonsbeskyttelse. Alle stålkomponenter skal oppfylle eller overgå ISO 12944-standardens for korrosivitetskategori C5-M (marin), som potensielt krever epoksy-toppbelegg eller ytterligere overflatebehandling.

#### Adgangssikkerhet

Overflaten skal være anti-skli og egnet for våte forhold. Rekkverk og bommer skal monteres i henhold til norske trafiksikkerhetsstandarder.

### **7.7.2 Vedlikehold av midlertidig bru**

For å sikre fortsatt sikker drift, skal følgende vedlikeholdsregime implementeres gjennom hele levetiden til den midlertidige installasjonen:

#### Inspeksjonsplan

- Innledende inspeksjon:  
Utføres umiddelbart etter brumontasje for å verifisere geometri og plassering, strukturell integritet og riktig tilstramming av alle boltesamlinger med mer.
- Rutinemessige visuelle inspeksjoner - Månedlige inspeksjoner for å se etter:
  - Korrosjon på strukturelle komponenter og koblinger
  - Løse bolter eller festemidler

- Tegn på strukturell bevegelse eller feiljustering
  - Avfall eller blokkeringer som påvirker drenering
  - Behov for jekking av lagere
- Detaljerte strukturelle inspeksjoner:  
Hver 6. til 12. måned, i samsvar med håndbok VB 460, inkludert nøye undersøkelse av paneler, dekkelementer og lagere. Bærende elementer skal inspiseres for utmatting eller deformasjon.

#### Korrosjonsbeskyttelse og rengjøring

- Korrosjonsovervåking:  
Kritiske forbindelser og utsatte ståldeler skal overvåkes for tidlige tegn på rust eller galvanisk korrosjon. Hvis det observeres forringelse, må komponenter behandles eller skiftes ut etter behov.
- Rengjøring:  
Månedlig rengjøring, spesielt i høst- og vintermånedene, for å fjerne:
  - Salt og marine avsetninger
  - Organisk materiale og rusk
  - Oppbygging av alger eller biofilm
- Vedlikehold av beskyttende belegg  
Etterbehandling av belegg eller om-maling skal utføres etter behov for å opprettholde integriteten til korrosjonsbeskyttelsessystemet.

#### Mekaniske og strukturelle komponenter

- Smøring:  
Eventuelle bevegelige eller justerbare elementer (f.eks. lagre eller ekspansjonsledd) skal smøres i henhold til produsentens spesifikasjoner.
- Vedlikehold av dekk og overflate:  
Anti-skli overflaten må kontrolleres for slitasje eller delaminering og påføres på nytt etter behov. Skadede paneler eller dekkenheter skal skiftes ut umiddelbart.

#### Storm og miljøhensyn

- Stormberedskap:  
Brua skal utformes for å tåle vind- og bølgebelastninger relevant for lokaliseringen. Komponenter som rekkverk kan kreve midlertidig forsterkning eller fjerning under alvorlige værhendelser.
- Havnivå og isforhold:  
Området skal overvåkes for tidevannspåvirkninger eller fryseforhold som kan kompromittere brufunksjonen eller sikkerheten. Protokoller for isfjerning skal etableres om nødvendig.

En detaljert vedlikeholds- og inspeksjonsloggmål skal utvikles av entreprenøren før igangsetting, i tråd med Statens vegvesen prosedyrer og NS-EN standarder for midlertidige brukonstruksjoner.

## 8 MILJØ

### 8.1 Terrestrisk naturmangfold

I forbindelse med forprosjektet har Rambøll gjennomført en terrestrisk kartlegging for å undersøke hvilke naturverdier som er i området [6]. Planområdet grenser til Lyngholmen naturreservat i øst og Malesanden og Huse Dyrelivsfredningsområder i sør og sørvest. Området er rikt på naturverdier med både lokal og nasjonal forvaltningsinteresse. Det er registrert en rekke næringssøkende arter av fugl i området, inkludert flere rødlistede arter, ansvarsarter og sårbare arter. Under befaring ble flere arter observert hekkende i nærområdet til planområdet, inkludert de rødlistede artene fiskemåke, rødstilk og tjeld. Verneområdene Lyngholmen naturreservat og Malesanden og Huse dyrelivsfredning er registrert som funksjonsområder (beite-, hekke-, og/eller overvintringsplass) for blant annet ande-, vade-, måke og alkefugl.

Ingen naturtyper er registrert i området, og det er generelt lite vegetasjon innenfor planområdet. Grøntareal begrenser seg i hovedsak til mindre områder med lavvokst vegetasjon og vanlige arter. Det er registrert to fremmede arter innenfor kartleggingsområdet; rynkerose (svært høy risiko – SE) og platanlønn (svært høy risiko – SE). Det må utarbeides en tiltaksplan for disse artene dersom de berøres av tiltaket.

Utfylling i sjø vil potensielt beslaglegge beiteområder for fugl delvis eller helt, og områdets funksjon som næringssøksområde kan dermed svekkes eller forsvinne. Trafikk, økt menneskelig aktivitet og støy kan også ha negativ påvirkning på fugler i hekketiden. Forstyrrelseseffekten vil være størst i anleggsfasen, og det anbefales at anleggsarbeid unngås i hekketiden for å hensynta fugl.

### 8.2 Marint naturmangfold

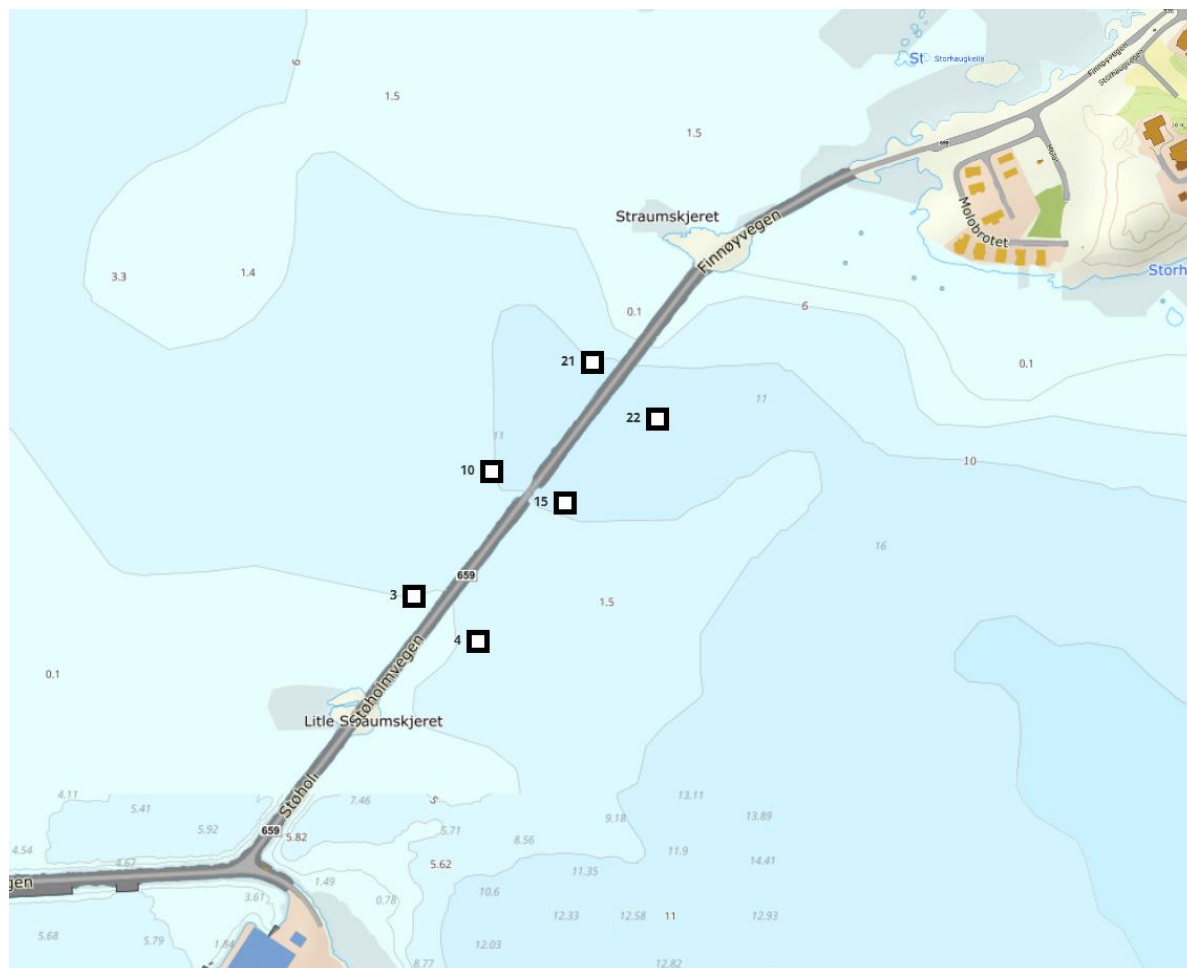
August 2024 utførte Rambøll en visuell undersøkelse av det marine naturmangfoldet i området ved bruk av undervannsdroner (Gladius mini S) [6]. Bunnforholdene i det undersøkte området var preget av hardbunn og sandbunn og observerte naturtyper var ålegras, tareskog og skjellsandforekomster. Artene og naturtypene som ble observert i det befarte området er vanlig i norske kystområder, og artsmangfoldet i influensområdet vurderes generelt å være typisk for dette vannområdet. Sesmisk kart av området utarbeidet av Seascan ansett som gradert informasjon viser dominerende naturtype/bunnforhold langs transketene, sammen med dybdedata målt ifm. med sjøbunnsoppmåling gjort av Seascan AS. Utbredelsen av tare og ålegras vil i stor grad følge dybdekotene, da disse er avhengig av sollys for fotosyntetisering. Hvor eksponert et område er vil være avgjørende for hvor ålegras og taren forekommer. Generelt vil eksponerte plasser være dominert av tare mens mer beskyttede områder vil være egnet for ålegras.

Utfyllingstiltak i sjø vil generelt kunne påvirke miljø og natur negativt, både i anleggsperioden og i driftsfasen. Det planlagte tiltaket ved Finnøybrua kan medføre direkte bortfall og nedslamming av viktige naturtyper som tareskog og ålegras som blant annet fungerer som oppvekstområde for fisk og beiteområder for fugl. Midlertidig påvirkning i anleggsperioden kan eksempelvis være endret vannkvalitet, støy og aktivitet på anleggsområdet. Langtidspåvirkninger av slike utfyllingstiltak, kan være lokale endringer i sediment kjemi, habitatødeleggelser og hydromorfologi.

### 8.3 Sedimentundersøkelser

I forbindelse med oppgradering av Finnøybrua planlegges det en midlertidig utfylling i sjø, noe som utløser krav om sedimentundersøkelse. November 2024 ble det derfor hentet

sedimentprøver fra seks stasjoner i området, se Figur 40, som ble analysert for minimumslisten av parametere som skal karakterisere sedimentet, iht. veileder M-409/2015 [7]. Siden det eksakte utfyllingsarealet ikke var definert på dette tidspunktet, ble det tatt utgangspunkt to alternative utfyllingsområder, nord og sør for vegfyllingen. Undersøkelser er beskrevet mer i detalj i rapport «Miljøteknisk sedimentundersøkelse Finnøybrua» [8].



**Figur 40- Stasjoner for uttak av sedimentprøver ved Finnøybrua. Fire delprøver er tatt innenfor området som hver stasjon representerer.**

Alle prøvepunktene besto hovedsakelig av sand i øvre lag, og flere stasjoner hadde innslag av skjellsand og stein. På stasjon M15 var det grov skjellsand og stein, hvilket gjorde det utfordrende å samle nok prøvetakingsmateriale (15 bomhugg). Det ble ikke registrert lukt ved noen av stasjonene.

Konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i sedimentprøvene ble klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder M-608 [9]. Analyseresultatene viser at alle detekterte stoffer ligger innenfor tilstandsklassen II «god» eller I «bakgrunn». Generelt er tilstanden i overflatesedimentene relativt homogen, og det ble ikke avdekket forurensing i sedimentene. Resultatene er vist i Tabell 8.

**Tabell 8 - Analyseresultater for sedimentprøver ved Finnøybrua sammenstilt med tilstandsklasser iht. Miljødirektoratets veileder M-608/2016. < = under labens deteksjonsgrense.**

| Parameter                            | Enhet | M22    | M21    | M15    | M10    | M4     | M3     |
|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tørrestoff                           | %     | 84,7   | 82,4   | 80,4   | 73,6   | 63,3   | 70,2   |
| Arsen                                | mg/kg | 1,6    | 1,7    | 1,6    | 1,8    | 5,2    | 3,1    |
| Bly                                  | mg/kg | 1,9    | 2,2    | 2,1    | 1,1    | 6,9    | 1,9    |
| Kobber                               | mg/kg | 7,8    | 29     | 4,9    | 3,2    | 14     | 3,4    |
| Krom                                 | mg/kg | 5,4    | 5,7    | 5,3    | 2,9    | 8,1    | 3,9    |
| Kadmium <sup>1</sup>                 | mg/kg | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Kvikksølv <sup>1</sup>               | mg/kg | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,011  | <0,010 |
| Nikkel                               | mg/kg | 4,4    | 4,8    | 3,6    | 2,1    | 6,4    | 3,3    |
| Sink                                 | mg/kg | 13     | 26     | 10     | 4,8    | 18     | 7,4    |
| Naftalen <sup>2</sup>                | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| Acenaftylene <sup>2</sup>            | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| Acenaften <sup>2</sup>               | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| Fluoren <sup>2</sup>                 | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| Fenantren <sup>2</sup>               | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| Antracen <sup>2</sup>                | µg/kg | <4,0   | <4,0   | 4,1    | <4,0   | <4,0   | <4,0   |
| Fluoranthene <sup>2</sup>            | µg/kg | <10    | <10    | 31     | <10    | <10    | <10    |
| Pyren <sup>2</sup>                   | µg/kg | <10    | <10    | 23     | <10    | <10    | <10    |
| Benzo[a]antracen <sup>2</sup>        | µg/kg | <10    | <10    | 12     | <10    | <10    | <10    |
| Krysen <sup>2</sup>                  | µg/kg | <10    | <10    | 18     | <10    | <10    | <10    |
| Benzo[b]fluoranten <sup>1</sup>      | µg/kg | <10    | <10    | 13     | <10    | <10    | <10    |
| Benzo[k]fluoranten <sup>1</sup>      | µg/kg | <10    | <10    | 11     | <10    | <10    | <10    |
| Benzo[a]pyren <sup>2</sup>           | µg/kg | <10    | <10    | 15     | <10    | <10    | <10    |
| Dibenzo [a, h] antracen <sup>1</sup> | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| Benzo [g, h, i] perylen <sup>2</sup> | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| Indeno[1,2,3-cd] pyren <sup>1</sup>  | µg/kg | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    | <10    |
| PAH-16                               | µg/kg | <160   | <160   | 130    | <160   | <160   | <160   |
| PCB-7 <sup>2</sup>                   | µg/kg | <4     | <4     | <4     | <4     | <4     | <4     |
| TBT forvaltningsmessig <sup>1</sup>  | µg/kg | <1     | <1     | <1     | <1     | <1     | <1     |

## 8.4 Klimagassbudsjett

### 8.4.1 Innledning

Klimagassbudsjettet for dette forprosjektet er et tidligfaseestimat for klimagassutslippene forbundet med bygging av ny bru og utbedring av vegstrekningen nord og sør for bruene. De tekniske beskrivelsene av brukonseptene og vegstrekningen er beskrevet i de foregående avsnittene, og klimagassbudsjettet er basert på de prosjekterte mengdene fra disse.

### 8.4.2 Klimagass, metodikk og verktøy

Klimagass er en fellesbetegnelse for gasser som bidrar til drivhuseffekten. CO<sub>2</sub> er den vanligste klimagassen som beskrives, men det er mange gasser som defineres som klimagasser, som blant

annet metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O). Utslipp av klimagasser blir (nesten) alltid definert som **CO<sub>2</sub>-ekv**, og omfatter alle klimagasser som blir sluppet ut av systemet som analyseres. For eksempel vil 1 kilo lystgass (N<sub>2</sub>O) tilsvare 298 kilo **CO<sub>2</sub>-ekv**.

Verktøyet som brukes til å tallfeste utslippene i denne utredningen er VegLCA versjon 5.14b [10], et klimagassverktøy spesifikt utviklet for veg-prosjekter av SVV. VegLCA er basert på den internasjonale standarden ISO 14040: 2006 for livssyklusanalyser [11] og er delt inn i to moduler:

- Mellomfase: Brukes i planleggingsfasen for å sammenligne ulike alternativer.
- Senfase: Brukes i detaljprosjekteringsfasen for å beregne de endelige klimagassutslippene fra et prosjekt.

Dette klimagassbudsjettet bruker en kombinasjon av mellomfasemodulen og senfasemodulen i VegLCA iht. til kunnskapsgrunnlaget for utregningen, beskrevet mer i detalj i avsnitt 8.4.4. Mellomfasemodulen i VegLCA beregner klimagassutslippet fra fire utslippsstadier: Materialproduksjon og transport av materialer og masser (A1-A4), utbygging (A5), drift & vedlikehold over en 60 års-periode (B1-B6), om ikke en annen tidsperiode blir spesifisert, og arealbeslag.

#### 8.4.3 Inndeling av delområder

Klimagassbudsjettet er separert i to geografiske/fysiske delområder for å enklere kunne dra nytte av budsjettet i senere faser av prosjektet: 1) Bruen og 2) Vegstrekningen. Estimaten for begge delområdene beregner klimagassutslippet for alle aktiviteter ved utbyggingen, så langt det lar seg gjøre. Estimaten for vegstrekningen inkluderer vegstrekningene nord og sør for bruene, som illustrert i avsnitt 4.1. Begge delområdene er også separert i permanent og midlertidig utbygging, og er visualisert i Figur 9.

På bakgrunn av tidligfase estimer for de to brualternativene (beskrevet foregående avsnitt 5.1) er også både brualternativ 3 og 4 vurdert i klimagassbudsjettet. I tillegg er vegstrekningen delt inn i to alternativer i henhold til to prosjekterte utbyggingsfaser: Punktforbedring (Byggetrinn 1) og Reguleringsplan (Byggetrinn 2).

#### 8.4.4 Kunnskapsgrunnlag

Beregningen av klimagassbudsjettet er gjort på et kunnskapsgrunnlag innhentet fra flere fagområder. Følgende fag har beregnet mengder:

- Rådgivende ingeniør veg (RIV) - mengder for selve vegkonstruksjonen, både permanent og midlertidig.
- RI-geologi (RIG) – Innspill i henhold til fyllingsmengder for vegstrekningen gitt fra RIV.
- Konstruksjon - mengder for prosjektert brukonseptet, både permanent og midlertidig.

Mengdene for brualternativene gitt fra konstruksjon er basert på prosesskoder, hvor senfasemodulen i VegLCA er brukt for å beregne klimagassutslippet for bruene. Mengdene brukt til utregning er gitt i vedlegg 3.

Vegstrekningen gitt av RIV og RIG er basert på prosjekterte mengder uten prosesskoder, hvor mellomfasemodulen av VegLCA er brukt for å beregne klimagassutslippet. Mengdene for utregningene er gitt i vedlegg 3.

Et ekstra fokus har blitt lagt på transport og spesifikt for transportdistanser. Standard transportdistanser er definert i VegLCA 5.14b som 20 km. Dette er ikke nødvendigvis realistisk med tanke på den geografiske beliggenheten til prosjektet.

#### 8.4.5 Beslutningsgrunnlag til valg av brualternativ

Før dette klimagassbudsjettet ble påbegynt ble det utarbeidet et overordnet klimagassestimat for brualternativene 3 og 4 for å forbedre beslutningsgrunnlaget for hvilket alternativ som skulle utredes videre. Dette estimatet tok utgangspunkt i fire sentrale materialer i bruene og deres respektive utslippsfaktorer fra VegLCA. Dette var altså ikke et komplett budsjett med alle materialer, men et overordnet estimat som tok utgangspunkt i de viktigste materialene.

Resultatene fra tidligfaseestimatet er vist i Tabell 9, og viser at brualternativ 4 hadde et utslipp som var 81% sammenlignet mot brualternativ 3 (19 % lavere klimagassutslipp). Det ble antatt at den prosentvise forskjellen var representativ for hvilket av de to alternativene som har lavest klimagassutslipp totalt sett, og denne prosentvise forskjellen ble dermed brukt som en del av beslutningsgrunnlaget for hvilket alternativ som skulle velges. I de neste kapitlene blir klimagassbudsjettet basert på forprosjektet presentert, og her sammenlignes også resultatene med dette overordnede estimatet. Det er beregnet klimagassutslipp for både brualternativ 3 og 4 i klimagassbudsjettet.

**Tabell 9 - Tidligfase klimagassutslipp fra materialproduksjon (A1-A4) for brualternativene 3 og 4. Bare den prosentvise forskjellen mellom alternativene ble bruk som beslutningsgrunnlag**

| Utslippskilde          | Brualternativ 3 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Brualternativ 4 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) |
|------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Normalbetong, B45      | 247                                         | 214                                         |
| Stål, spennarmering    | 19                                          | 19                                          |
| Stål, kamstål armering | 78                                          | 67                                          |
| Stål, peler            | 165                                         | 113                                         |
| <b>SUM</b>             | 509                                         | 412                                         |
| <b>(%)</b>             | 100%                                        | 81%                                         |

#### 8.4.6 Resultater klimagassbudsjett

##### 8.4.6.1 Sammendrag

I Tabell 10 vises estimerte klimagassutslipp for de ulike delområdene, samt for ulike kombinasjoner av brualternativ og byggetrinn. Det endelige budsjettet for prosjektet vil altså være avhengig av hvilket alternativ som besluttes gjennomført, samt hvordan og når de ulike byggetrinnene gjennomføres. Dersom brualternativ 4 velges, samtidig som kun byggetrinn 1 gjennomføres, vil det gi et totalt klimagassutslipp på 1076 tonn CO<sub>2</sub>-ekv over et livsløp på 60 år. Dersom for eksempel byggetrinn 1 gjennomføres først, og byggetrinn 2 gjennomføres på et senere tidspunkt vil dette øke de totale utslippene til prosjektet. I Tabell 16 vises de totale utslippene fra prosjektet dersom byggetrinn 2 gjennomføres 10 år (eksempel) etter byggetrinn 1 er fullført.

**Tabell 10 – Klimagassutslipp for ulike delområder, samt for ulike mulige kombinasjoner av brualternativ og byggetrinn**

| Områder                              | Klimagassutslipp (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| Dagens veg + bru                     | 265                                          |
| Alternativ 3 (bru) + midlertidig bru | 586                                          |
| Alternativ 4 (bru) + midlertidig bru | 476                                          |
| Byggetrinn 1 (veg) + midlertidig veg | 600                                          |
| Byggetrinn 2 (veg) + midlertidig veg | 1032                                         |
| <b>Felles</b>                        |                                              |
| Alternativ 3 + Byggetrinn 1          | 1186                                         |
| Alternativ 3 + Byggetrinn 2          | 1550                                         |
| Alternativ 4 + Byggetrinn 1          | 1076                                         |
| Alternativ 4 + Byggetrinn 2          | 1440                                         |

**8.4.6.2 Bruen**

Tabell 11 viser det estimerte klimagassutslippet for de permanente brualternativene: **3)** «Langt spenn med forspent betongplate, simpelt opplagt på lagere på betonglandkar» (Spesifisert i avsnitt 5.1.3), og **4)** «1-spennsbru, landkarløs, stålrørspeler som understøttinga» (Spesifisert i avsnitt 5.1.4), samt dagens situasjon og den midlertidige brua, som vil være lik for begge alternativene. Dagens situasjon innebærer utslippet knyttet til å bare gjennomføre vedlikehold og drift på nåværende brustrekning.

Materialproduksjon (A1-A4) er en betydelig del av klimagassutslippet for begge brualternativene, men brualternativ 3 har et estimert utslipp som er rundt 20% høyere enn brualternativ 4. Sammenlignes tidligfaseestimatet (Se Tabell 9) for brualternativene med dette budsjettet, ser vi at klimagassutslippene har økt med 7-8% på grunn av høyere detaljeringsgrad til grunnlaget. Dette gir en god indikasjon på at beslutningsgrunnlaget brukt i de tidlige evalueringene var tilfredsstillende. Merk at utslipp fra utbygging (montering av bruen) ikke er beregnet, på grunn av for stor usikkerhet knyttet til utslipp fra denne prosessen. Det antas imidlertid at dette vil være relativt likt for begge brualternativene.

Den midlertidige bruen øker utslippene for begge alternativene med ca. 33 tonn CO<sub>2</sub>-ekv, noe som tilsvarer nesten 6% for brualternativ 3 og nesten 7% for brualternativ 4. Kun fundamentet for den midlertidige bruen er hensynlatt i klimagassberegningen, mens resterende komponenter antas å bli leid fra ekstern aktør.

**Tabell 11 - Klimagassutslipp estimert for dagens situasjon og brualternativ 3 og 4.**

| Utslippskilde              | Dagens situasjon (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Alternativ 3 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Alternativ 4 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Midlertidig bru |
|----------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|
| Materialproduksjon (A1-A4) | 0                                            | 532                                      | 422                                      | 32              |
| Utbygging (A5)             | 0                                            | N/A                                      | N/A                                      | N/A             |

|                              |          |            |            |           |
|------------------------------|----------|------------|------------|-----------|
| Drift og vedlikehold (B1-B5) | 22       | 22         | 22         | 0         |
| Arealbeslag                  | 0        | 0          | 0          | 0         |
| <b>SUM</b>                   | <b>0</b> | <b>554</b> | <b>444</b> | <b>32</b> |

#### 8.4.6.3 Vegstrekingen

Klimagassutslippet for vegstrekingen er vist i Tabell 12 og Tabell 13. Tabell 12 viser klimagassutslippet for dagens situasjon som innebærer utslippet knyttet til å bare gjennomføre vedlikehold og drift på nåværende vegstreking, samt Byggetrinn 1 og Byggetrinn 2. For vegstrekingen vil det å opprettholde dagens situasjon naturlig nok gi det laveste klimagassutslippet, på grunn av at det her kun er behov for drift og vedlikehold. Byggetrinn 1 gir et totalt klimagassutslipp på 511 tonn CO<sub>2</sub>-ekv, mens byggetrinn 2 gir et utslipp på 723 tonn CO<sub>2</sub>-ekv, dersom det antas at alle kostnadsbesparende alternativ inkluderes. Drift og vedlikehold er den største bidragsyteren til klimagassutslipp for alle alternativene, hvor Byggetrinn 2 har størst utslipp.

**Tabell 12 - Klimagassutslippet for dagens situasjon, Byggetrinn 1 og byggetrinn 2.**

| Utslippskilder               | Dagens situasjon (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Byggetrinn 1 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Byggetrinn 2 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) |
|------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Material produksjon (A1-A4)  | 0                                            | 136                                      | 167                                      |
| Utbygging (A5)               | 0                                            | 89                                       | 237                                      |
| Drift og vedlikehold (B1-B5) | 243                                          | 286                                      | 319                                      |
| Arealbeslag                  | 0                                            | 0                                        | 0                                        |
| <b>SUM</b>                   | <b>243</b>                                   | <b>511</b>                               | <b>723</b>                               |

Tabell 13 viser klimagassutslippet til den midlertidige vegen som skal etableres under utbyggingen av Byggetrinn 1 og Byggetrinn 2. Et viktig element med den midlertidige vegen er at den bare er i drift under utbyggingen, slik at perioden for drift og vedlikehold er satt til ett år. Videre er midlertidig veg for dagens situasjon ikke relevant og er unnslått fra tabellen.

**Tabell 13 - Klimagassutslippet for den midlertidige vegstrekingen nødvendig for Byggetrinn 1 og Byggetrinn 2.**

| Utslippskilder                           | Byggetrinn 1 Midlertidig veg (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Byggetrinn 2 Midlertidig veg (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Material produksjon (A1-A4)              | 28                                                       | 33                                                       |
| Utbygging (A5)                           | 58                                                       | 204                                                      |
| Drift og vedlikehold <u>1 år</u> (B1-B5) | 3                                                        | 4                                                        |
| Arealbeslag                              | 0                                                        | 0                                                        |
| <b>SUM</b>                               | <b>89</b>                                                | <b>240</b>                                               |

#### 8.4.6.4 Samlet klimagassutslipp

Samlet klimagassutslipp for gjennomførelse av byggetrinn 1 for vegen sammen med brualternativ 3 og 4 og midlertidige konstruksjoner er vist i Tabell 14.

**Tabell 14 - Samlet klimagassutslipp for hele tiltaket, delt på dagens situasjon, brualternativ 3 og brualternativ 4, sammen med gjennomførelse av byggetrinn 1 (punktutbedringen) for vegstrekingen.**

| Delområde                                     | Dagens situasjon<br>(tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Alt 3 + Byggetrinn<br>1 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Alt 4 + Byggetrinn<br>1 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Bruen + midlertidig bru                       | 0                                               | 586                                                 | 476                                                 |
| Vegstrekningen (Permanent og midlertidig veg) | 265                                             | 600                                                 | 600                                                 |
| <b>SUM</b>                                    | <b>265</b>                                      | <b>1186</b>                                         | <b>1076</b>                                         |

Klimagassutslippet for gjennomførelse av bare Byggetrinn 2 for vegen sammen med brualternativ 3 og 4 og midlertidige konstruksjoner er vist i Tabell 15.

**Tabell 15 - Samlet klimagassutslipp for hele tiltaket, separert i dagens situasjon, brualternativ 3 og brualternativ 4, sammen med gjennomførelse av byggetrinn 2 for vegstrekningen uten å gjennomføre byggetrinn 1.**

| Delområde                                     | Dagens situasjon<br>(tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Alt 3 + Byggetrinn<br>2 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) | Alt 4 + Byggetrinn<br>2 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv) |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Bru + midlertidig bru                         | 0                                               | 586                                                 | 476                                                 |
| Vegstrekningen (Permanent og midlertidig veg) | 265                                             | 963                                                 | 963                                                 |
| <b>SUM</b>                                    | <b>265</b>                                      | <b>1550</b>                                         | <b>1440</b>                                         |

Tabell 16 viser et estimat for klimagassutslippet for hele tiltaket, hvor Byggetrinn 1 gjennomføres og driftes i 10 år før Byggetrinn 2 utføres og driftes i de resterende 50 årene. Brualternativene blir bygget sammen med Byggetrinn 1.

**Tabell 16 - Klimagassutslippet estimert for hele tiltaket, hvor Byggetrinn 1 for vegstrekningen gjennomføres og driftes i 10 år, og Byggetrinn 2 gjennomføres etter denne tidsperioden og driftes i de resterende 50 årene. Selve bruene blir utbygget sammen med Byggetrinn 1.**

| Byggetrinn og drift<br>spesifikasjoner     | Brualternativ 3 | Brualternativ 4 |
|--------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Byggetrinn 1 (10 års drift) + Bruutbygging | 908             | 798             |
| Byggetrinn 2 (50 års drift)                | 904             | 904             |
| <b>SUM</b>                                 | <b>1 812</b>    | <b>1 702</b>    |

#### 8.4.7 Muligheter for utslippsreduksjon

##### 8.4.7.1 Transport (veg)

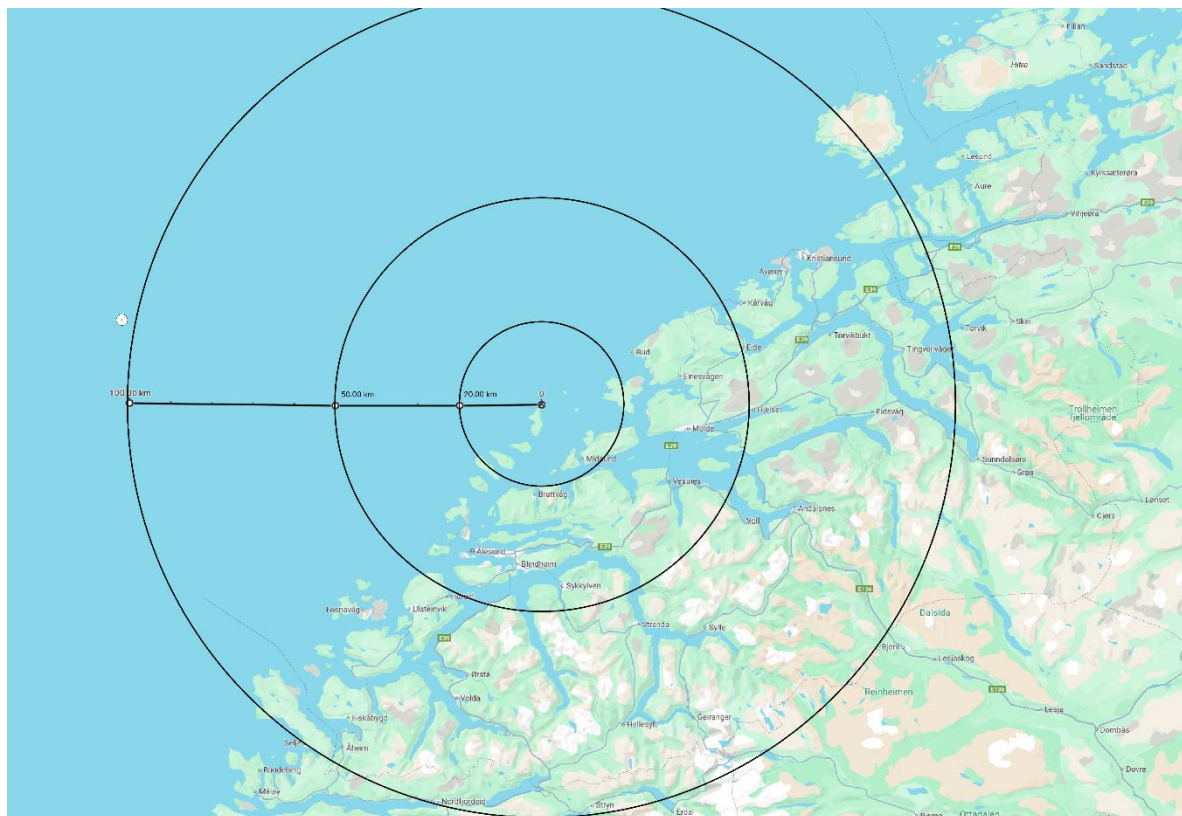
En sentral utslippskilde i prosjektet vil være transport av masser inn til området, både sprengstein og forsterkningslag (pukk), bærelag og asfalt. I beregningene av utslipp fra bygging av vegen ovenfor er det lagt til grunn en gjennomsnittlig transportdistanse på 50 km for masser til forsterkningslag, bærelag og asfalt inn til området. For øvrige masser er det lagt til en transportavstand på 20 km. På grunn av den geografiske plasseringen er det sannsynlig at transportavstanden kan bli lengre. I Tabell 17 er utslippene fra byggingen av vegen (Byggetrinn 1) vist dersom det legges til grunn en transportdistanser på hhv. 50, 100 og 200 km.

**Tabell 17 – Klimagassutslipp fra Byggetrinn 1 ved ulike transportavstander**

| Transportavstand masser | Klimagassutslipp Byggetrinn 1<br>(veg), tonn CO <sub>2</sub> -ekv |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 20/50 km                | 511                                                               |
| 100 km                  | 1066                                                              |
| 200 km                  | 1670                                                              |

Som tabellen viser kan utslippene fra vegbyggingen øke betydelig dersom transportavstanden for masser blir lang. Dersom avstanden øker fra eksempelvis 50 til 100 km, vil utslippene øke med over 100 %,

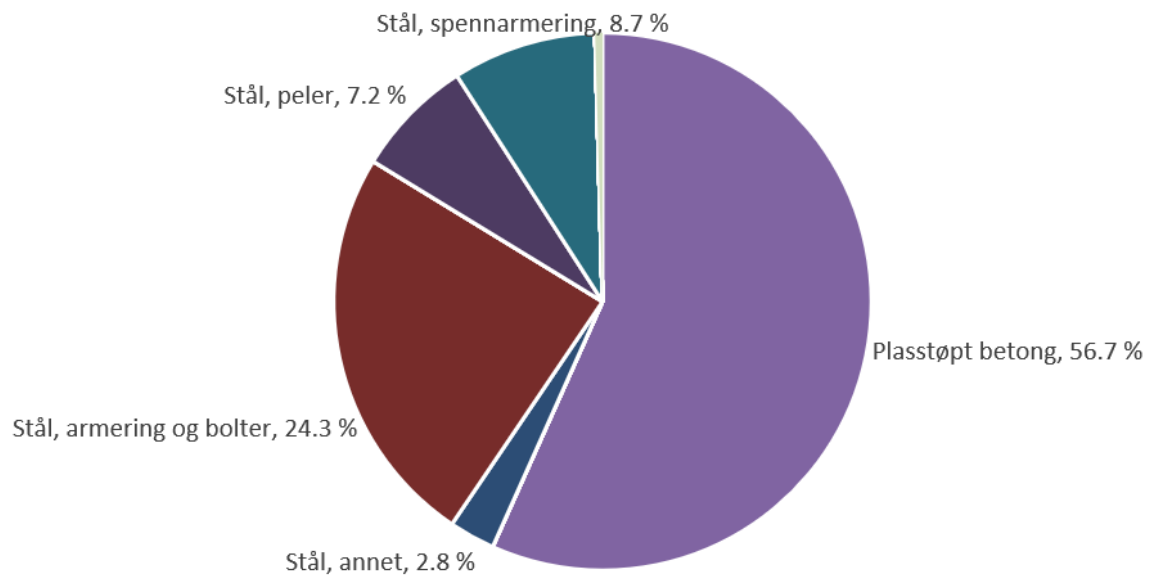
Figur 42 illustrerer beliggenheten til Finnøybrua, hvor de svarte sirklene representerer distansene 20 km, 50 km og 100 km i luftlinje. Det forventes at transportdistansene vil være betydelig lengre enn luftlinje for vegtransport.



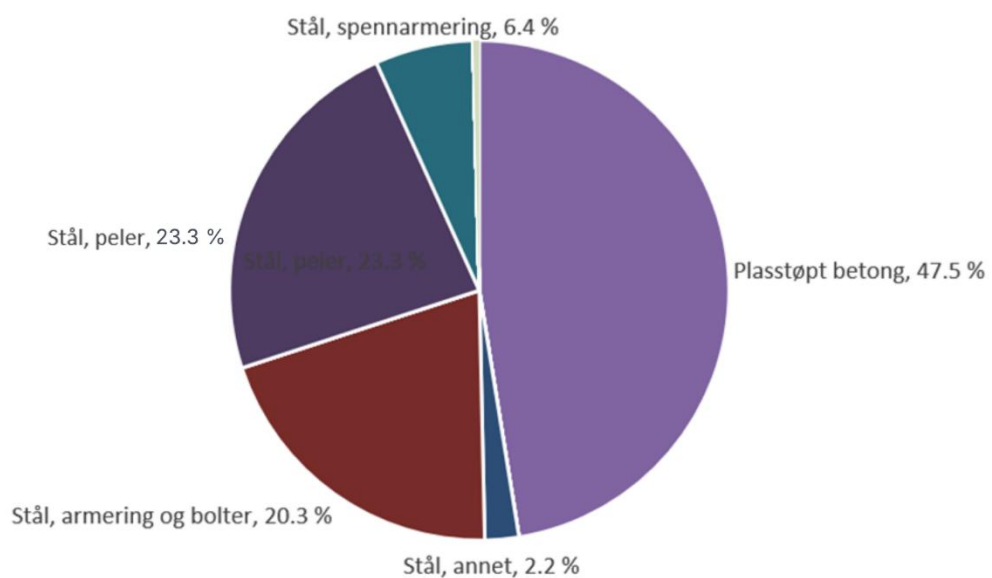
**Figur 42 - Geografisk plassering av Finnøybrua og svarte sirklene som visualisere distansene 20 km, 50 km og 100 km i luftvei fra Finnøybrua. [12]**

#### 8.4.7.2 Lavkarbonbetong (bru)

En betydelig del av klimagassutslippet fra bygging av brualternativene 3 og 4 kommer fra produksjon og transport av betong. I estimatene ovenfor er det lagt til grunn betong med bransjereferanse utslippsfaktor i beregningene. Valg av betong med lavere utslippsfaktor som betong lavkarbonklasse A vil kunne gi betydelig reduksjoner av klimagassutslippet for begge brualternativene. Dersom betongen i alternativ 3 erstattes med lavkarbonbetong, vil klimagassutslippene forbundet med transport og produksjon reduseres med om lag 80 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Dette tilsvarer en utslippsreduksjon på om lag 18% for brualternativ 3 totalt sett. For å illustrere viktigheten av betong, er andelen utslipp fra betong i alt. 3 og 4 (sammen med de andre materialene) vist i Figur 43 og Figur 44. Her er det lagt til grunn betong med bransjereferanse utslippsfaktor.



**Figur 43 - Klimagassutslipp fra materialproduksjon for brualternativ 3. Illustrasjon hentet fra verktøyet VegLCA.**



**Figur 44 - Klimagassutslipp fra materialproduksjon (A1-A4) for brualternativ 4. Illustrasjon hentet fra VegLCA.**

I tillegg til å velge lavkarbonbetong, er det muligheter for å redusere klimagassutslipp ved å velge stål med lavere utslippsfaktor. Høy resirkuleringsgrad i materialer bør prioriteres, og for peler bør ombruk av peler vurderes.

#### 8.4.8 Usikkerhet

Det er usikkerhet knyttet til mengdene som er benyttet i beregningen siden disse er teoretisk beregnede mengder i tidligfase:

- VegLCA benytter noen teoretiske estimater, som f.eks. drivstofforbruk per km, som kan avvike noe fra reelt forbruk.
- Utslippsfaktorene i VegLCA representerer bransjeggjennomsnittet for vegprosjekter i Norge. Det vil derimot være variasjoner knyttet til hvilke utslippsfaktorer det er mulig å oppnå for forskjellige materialer, som blant annet avhenger av prosjektets lokalisering.
- Hvordan og hvilke driftsperioder som settes opp for Byggetrinn 1 og Byggetrinn 2 har stor usikkerhet.
- Persontransport er ikke inkludert i klimagassbudsjettet.
- Utslipp fra utbyggingsfasen (A5) til selve brua er ikke inkludert på grunn av manglende informasjon.
- Det er ingen estimerte klimagassutslipp fra arealbeslag i dette budsjettet. Dette er på grunn av at det hovedsakelig er sjøarealer som blir beslaglagt, og denne naturtypen har ingen etablerte utslippsfaktorer for klimagasser per i dag [13]. Om offisielle klimagassutslippsfaktorer for denne naturtypen blir definert i løpet av senere faser for denne utbyggingen anbefales det at dette hensyntas og vil inkluderes i klimagassbudsjettet.

## 9 VIDERE UNDERSØKELSER OG AVKLARINGER

### 9.1 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan)

Gjennom arbeidene med grunnlaget for ny reguleringsplan for Finnøybrua, har vi ikke oppdaget noen ekstraordinære- eller spesielt utfordrende forhold som vil være til hinder for etablering av ny bru og sjøfylling mellom Harøya og Finnøya.

Anleggsarbeider og oppfylling i sjø er arbeider som er omfattet av høy risiko for uhell og skader. Farer som er ekstra relevante i forbindelse med sjøarbeider er skliulykker, fall, drukning, utglidninger under fyllingsarbeidene, kontinuerlig trafikk gjennom anleggsplass mm. Det er derfor viktig at det i neste planfase legges stor vekt på sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA), for å unngå uhell og skader på mennesker og materiell. En SHA-plan for anlegget må utarbeides og denne må omfatte alle arbeider- og være innarbeidet i alle ledd av arbeidene med etablering av de nye fyllingene.

### 9.2 Øvrige forhold som må avklares

Følgende punkter bør undersøkes/avklares før en starter med detaljprosjekteringen

- Ålesund kommune krever ny reguleringsplan for strekningen mellom de to skjærene på strekningen mellom Harøya og Finnøya. Planarbeidet er igangsatt, og det vil i forbindelse med planarbeidet bli vurdert om det må gjøres ytterligere undersøkelser med tanke på naturmiljø og naturmangfold. Ålesund kommune krever ny reguleringsplan for å kunne bygge delstrekningen som inkluderer brua med vegtilknytning, og det er ikke helt avklart hva slags søknadsprosess som må til for å avvike fra ny reguleringsplan.
- Det pågår ytterligere hydrologiske vurderinger og undersøkelser av ulike høyder på moloen som ivaretar data for vind, bølger og havnivå og tillatt overskyllingsmengde.
- Det gjenstår noen avklaringer rundt hvordan plastringen på innsiden av fyllinga (sørøst) skal utføres i forhold til fylling for midlertidig bru. Her må det hensyntas hva som skal fjernes av midlertidig fylling når Finnøybrua er ferdig. Det er muligheter for å justere

fyllingene mot brufundamentene slik at dette blir optimalt i forhold til en helhetlig løsning. Dette må avklares og tas med i detaljeringen i neste planfase.

- Innen igangsetting av byggeplan må vurderes om det er behov for supplerende geotekniske undersøkelser.

Følgende punkter er mulighet for optimalisering i neste fase for detaljprosjekteringen

- Midlertidig fylling bør optimaliseres. Her kan det være mulig å spare fyllingsvolum ved å samkjøre fyllingsplanene, trafikkavviklingen og ønsket etterbruk av midlertidig fylling. Dette kan bidra til å redusere kostnader i prosjektet.
- Det kan gjøres en vurdering på om toppen av plastrings-skråningen kan inngå som en del av rekkverksrommet på fyllingen. Rekkverksrommet er per nå satt til 0,75 meter og plastringen kommer utenfor dette.
- En annen mulighet for å redusere kostnaden fra etablering av fylling er å redusere vegbredden og/eller avslutte fortauet tidligere. I forprosjektet er vegen på fyllingen 6,5 meter bred, pluss fortau på 3 meter. For å spare fyllingsmasser kan vegbredden forbli lik dagens og kun utvides til full bredde med fortau over brua. Da vil omfanget av den nye fyllingen kunne reduseres. Dette vil redusere kostnadene og fyllingens fotavtrykk noe.
- Det er betydelig potensiale for ytterligere optimalisering av brutverrsnittet for brua. Mens den nåværende foreløpige designen etablerer et robust og funksjonelt utgangspunkt, kan fremtidige forbedringer føre til betydelige strukturelle, økonomiske og konstruksjonsmessige fordeler.
- Det er også mulighet for optimalisering av lengde av bru og vingevegger sett i sammenheng med nøyere vurdering av skråningene til fylling, plastring av disse og støttemur i fylling.
- Videre undersøkelser for brua inkluderer også detaljering av optimal metode for reis og detaljering av det viktige knutepunktet mellom peler og brudekke.

Ulike tiltak har blitt vurdert i henhold til reduksjonseffekten på fyllingsvolumene, og dermed kostnadene. Disse tiltakene har kun vurdert endring av fyllingsvolum, det er ikke vurdert redusert behov for vegoverbygning. Redusert overbygning til veg vil gi noe større reduksjon i kostnader. Optimalisering av midlertidig fylling er det tiltaket som gir mest reduksjon av fyllingsvolum. Det kan bli nødvendig å fjerne masser fra midlertidig fylling etter bygging, så redusert volum i midlertidig fylling vil gi redusert behov for fjerning av disse volumene i ettertid.

Videre er fjerning av fortauet på fyllingen og reduksjon av vegbredden til dagens bredde før og etter brua også tiltak som har god effekt på fyllingsvolumene. Det er ikke beregnet hvordan dette vil påvirke midlertidig fylling, men det anbefales å justere midlertidig fylling basert på valgte tiltak for fylling til ny bru.

Justering av stigning fra 6% til 8% i tilknytningene til brua vil gi noe reduserte kostnader. Denne endringen er ikke i henhold til vegklassens geometrikrav, og vil gi redusert sikt. Denne justeringen vil kreve fravikssøknad, men vil fremdeles være en forbedring av dagens situasjon.

### 9.3 Valgte tiltak

Det er i ettertid av første leveranse tatt en avgjørelse på å gå videre med noen av tiltakene for å redusere materialbruk og kostander. Det er valgt å gå videre med justert midlertidig fylling, vegbredde som fortest mulig justeres inn til å passe med dagens vegbredde, og fortauet avsluttes ved ny bru, fremfor å følge utbedret strekning. Reduksjonen er sett på som nødvendig for å gjøre prosjektet gjennomførbart.

## 10 REFERANSER

- [1] Rambøll Norge AS, «Forutsetninger og premisser,» 22.10.2024.
- [2] Rambøll Norge AS, «Prosjektnummer 1350060191 Tidevann og stormflohøyder ved Finnøybrua,» 08.05.2025.
- [3] Norconsult AS, «Oppdrag 52502015, dokumentnummer KYST 01 Ny utforming av molo Harøy - Finnøy,» 01.04.2025.
- [4] Norconsult, «Vurdering av tolererbar overskyllingsmengde FV659,» 06.06.2025.
- [5] Rambøll Norge AS, «Rapport 1350060191, Nye Finnøybrua mellom Harøya og Finnøya. Geoteknisk vurdering for reguleringsplan,» 07.05.2025.
- [6] Rambøll Norge AS, «Kartlegging av naturmangfold Finnøybrua, versjon 2,» 2025.
- [7] Miljødirektoratet, «Veileder M-409 | 2015 Risikovurdering av forurenset sediment,» 2015.
- [8] Rambøll Norge AS, «Miljøteknisk sedimentundersøkelse Finnøybrua, versjon 2,» 2025.
- [9] Miljødirektoratet, «Veileder M-608 | 2016 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020,» 2020.
- [10] NIBIO, 2025. [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no/>.
- [11] Statens vegvesen, «Bruk av VegLCA,» 2025. [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/klima-miljo-og-omgivelser/utslipp-av-klimagasser/bruk-av-veglca/>.
- [12] International organization of standardization, «ISO 14040:2006,» [Internett]. Available: <https://www.iso.org/standard/37456.html>.
- [13] Google Maps , «Geografisk plassering. Møre og Romsdal, 62.792251, 6.480398, 10 km.,» 2025. [Internett]. Available: <https://maps.app.goo.gl/cyvuo9s7JJDXn33KA> [09.05.2025]..

### Håndbøker fra Statens Vegvesen:

- Håndbok N100
- Håndbok N101
- Håndbok V160
- Håndbok N200
- Håndbok V220
- Håndbok N400
- Håndbøker V460 og V461 for midlertidig/nødbu

### Eurokoder:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 – Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1991-1-1:2002+AC:2009+NA:2019 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-1: Allmenne laster. Tetthet, egenvekt, nyttelaster I bygninger.
- NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-3: Allmenne laster - Snølaster.
- NS-EN 1991-1-4: 2005+AC:2010+NA:2009 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-4: Allmenne laster. Vindlaster.
- NS-EN 1991-1-5: 2003+AC:2009+NA:2008 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-5: Allmenne laster. Termiske påvirkninger.
- NS-EN 1991-1-6: 2005+AC:2013+NA:2008 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-6: Allmenne laster. Laster under utførelse.
- NS-EN 1991-1-7: 2006+AC:2010+NA:2008 – Eurokode 1: Laster på

- konstruksjoner, Del 1-7: Allmenne laster. Ulykkeslaster.
- NS-EN 1991-2: 2003+AC:2010+NA:2010 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 2: Trafikklaster på bruer.

## **VEDLEGG**

### **VEDLEGG 1: TEGNINGSHEFTE**

### **VEDLEGG 2: BRU BEREGNING AV MENGDER**

### **VEDLEGG 3: MENGDER KLIMAGASSBUDSJETT**