

Trøndelag Fylkeskommune

► Brukonstruksjoner Kvernøystrommen og Trøastrømmen

Konstruksjonsteknisk rapport til reguleringsplan

Oppdragsnr.: 52204920 Dokumentnr.: KONO-01 Versjon: J02 Dato: 2023-06-01



Oppdragsgiver: Trøndelag Fylkeskommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Astrid Hansen
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Stein Gunnar Rønningsbakk
Fagansvarlig: Jan Elvebakk
Andre nøkkelpersoner: Arne Værnes, Frank Sylte

J02	2023-06-01	Tegningsrevisjon	JaElv	FrSyl/ArVar	STEROE
J01	2023-05-11	For bruk	JaElv	FrSyl/ArVar	STEROE
A	2023-05-05	For fagkontroll	JaElv	FrSyl/ArVar	STEROE
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Utskiftning av bruer	5
2	Grunnlagsforutsetninger fra andre fag	7
2.1	Veglinjer	7
2.2	Ingeniørgeologisk grunnlag	7
2.3	Geoteknisk grunnlag	7
2.4	Havn	7
2.5	Marint miljø	7
3	Konstruksjonstekniske forutsetninger	8
3.1	Referansenivåer	8
3.2	Klimatillegg	9
3.3	Strøm, bølger og stormflo	9
3.4	Fyllinger og erosjonssikring	10
3.4.1	<i>Trøan</i>	10
3.4.2	<i>Kvernøy</i>	10
3.5	Forutsetninger for seilingsløp	10
3.5.1	<i>Trøan</i>	11
3.5.2	<i>Kvernøy</i>	12
3.6	Støt mot fyllinger og bruoverbygning fra fartøy	12
3.7	Gjennomstrømningstverrsnitt for naturmangfold	12
3.8	Oppdrift	13
3.9	Isforhold	13
3.10	Dimensjoneringsklasse for veg	13
3.11	Trekkerør	13
3.12	Føringsbredde	14
3.13	Katodisk beskyttelse	14
3.14	Levetid og utførelseskontroll	14
4	Materialdata	15
4.1	Betong	15
4.2	Slakkarmering	15
4.3	Spennarmering	15
4.4	Rustfritt stål	16
4.5	Bergbolter	16
5	Laster	17
5.1	Belegning	17
5.2	Temperatur	17

5.2.1	<i>Jevnt fordelt temperatur</i>	17
5.3	Trafikklast	17
5.3.1	<i>LM3</i>	17
5.4	Skipsstøt	18
6	Bru-konstruksjoner	19
6.1	Kvernøy	19
6.1.1	<i>Veg-geometri</i>	19
6.1.2	<i>Brulengde</i>	19
6.1.3	<i>Brutverrsnitt</i>	20
6.1.4	<i>Underbygning</i>	20
6.2	Trøan	21
6.2.1	<i>Veg-geometri</i>	21
6.2.2	<i>Brulengde</i>	21
6.2.3	<i>Brutverrsnitt</i>	21
6.2.4	<i>Underbygning</i>	21
7	Anleggsfase	22
7.1	Kvernøy	22
7.2	Trøan	23
8	Referanser	24
9	Oversiktstegninger konstruksjoner	25

1 Innledning

1.1 Utskiftning av bruer

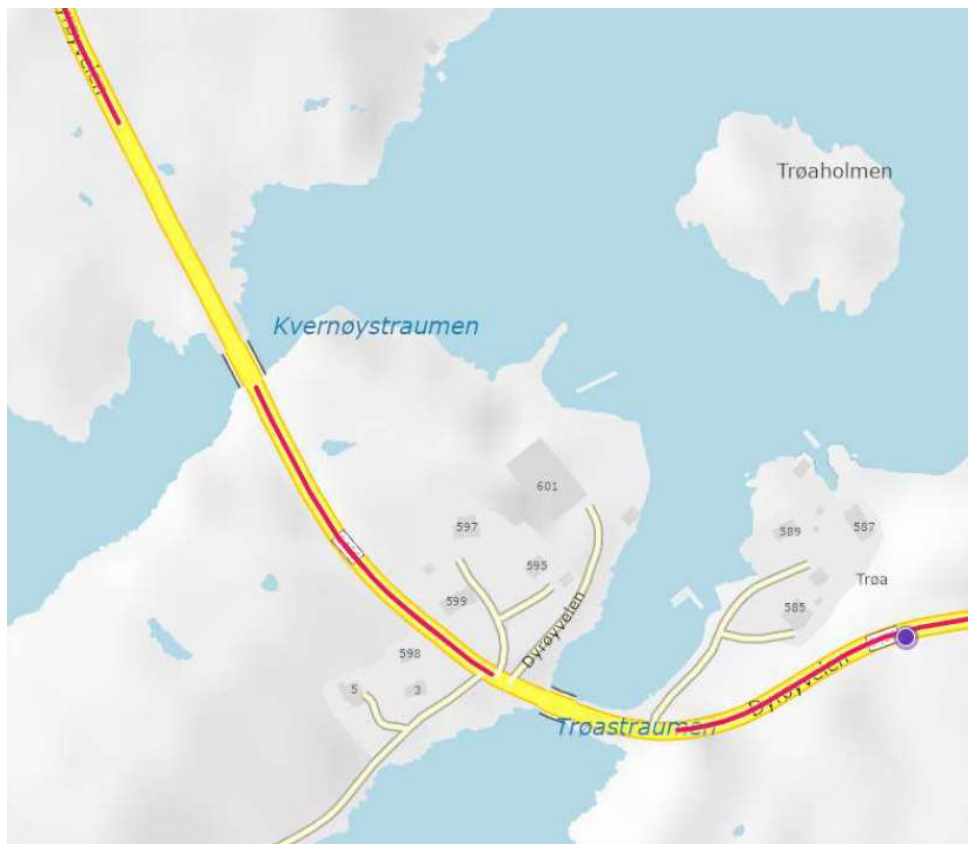
Dette dokument utarbeidet i forprosjektfase, representerer de innledende konstruksjonstekniske prosjekteringsforutsetninger som legges til grunn for en eventuell videre detaljprosjektering av 2 stk. nye bruer på Frøya.

De nye bruene er ment å skifte ut og erstatte de eksisterende brukonstruksjoner, i en vegtrase som samtidig legges noe om forbi de eksisterende bru-konstruksjoner.

De eksisterende bruer med tilhørende landkar, er forutsatt å bli tatt ut av drift (fjernet) etter ferdigstilling av de nye bru-konstruksjonene, mens de eksisterende vegfyllinger inntil de eksisterende brukonstruksjoner er forutsatt å skulle stå igjen.

De to områder (vist i figur 1) der bru-konstruksjonene skal erstatte eksisterende konstruksjoner på øya Frøya er:

- Trøastrømmen, for fylkesveg 6466.
- Kvernøystrømmen, for fylkesveg 6466.



Figur 1, Oversiktsbilde Kvernøystrømmen og Trøastrømmen

De eksisterende bruer skiftes ut grunnet flere årsaker, men i hovedtrekk går dette på bruenes kapasitet-levetid og føringsbredde.

Brosted Kvernøy og Trøan ligger skjermet til på Frøya, og anses å ligge lokalt til i såkalte «lite værharde kyststrøk».

Bildet under er av eksisterende bru Kvernøy, og gir en viss indikasjon i hvordan det lokale klimaet har «bestandighetspåvirket» eksisterende bru som er oppført med DIP80-stålbjelker som hovedbæring- og med strøved som brudekke- over tid. Byggeår for eksisterende Kvernøy bru er 1961, bildet tatt mars 2023.



Bilder under viser tilsvarende for eksisterende Trøan bru, som har HEA600 stålbjelker som hovedbæring (byggeår 1960, bildet tatt mars 2023).



Man har ikke funnet tegninger av landkar, så «volum» av eksisterende landkar i de eksisterende vegfyllingene er ukjent, dette både for eksisterende bru Trøan og Kvernøy.

Det er signalisert at kostnader er hoved-styrende for prosjektet.

2 Grunnlagsforutsetninger fra andre fag

2.1 Veglinjer

Det vises til tegningsnummer C101 og F101, utarbeidet av fagområdet «Veg» i Norconsult.
(Veg- utarbeider ingen tekniske rapporter- med utarbeider tegninger som grunnlag for vegtrase)

2.2 Ingeniørgeologisk grunnlag

Det vises til rapport med dokumentnummer «RA-INGGEO-01» versjon «C01» datert 2023-04-28, utarbeidet av fagområdet «Ingeniørgeologi» i Norconsult.

2.3 Geoteknisk grunnlag

Det vises til rapport med dokumentnummer «52204920-RIG-J02» versjon «J01» datert 02.05.2023, utarbeidet av fagområdet «Geoteknikk» i Norconsult.

2.4 Havn

Det vises til kystteknisk rapport med dokumentnummer «HAVN-R01» versjon «J02» datert 2023-05-04, utarbeidet av «Havn» i Norconsult.

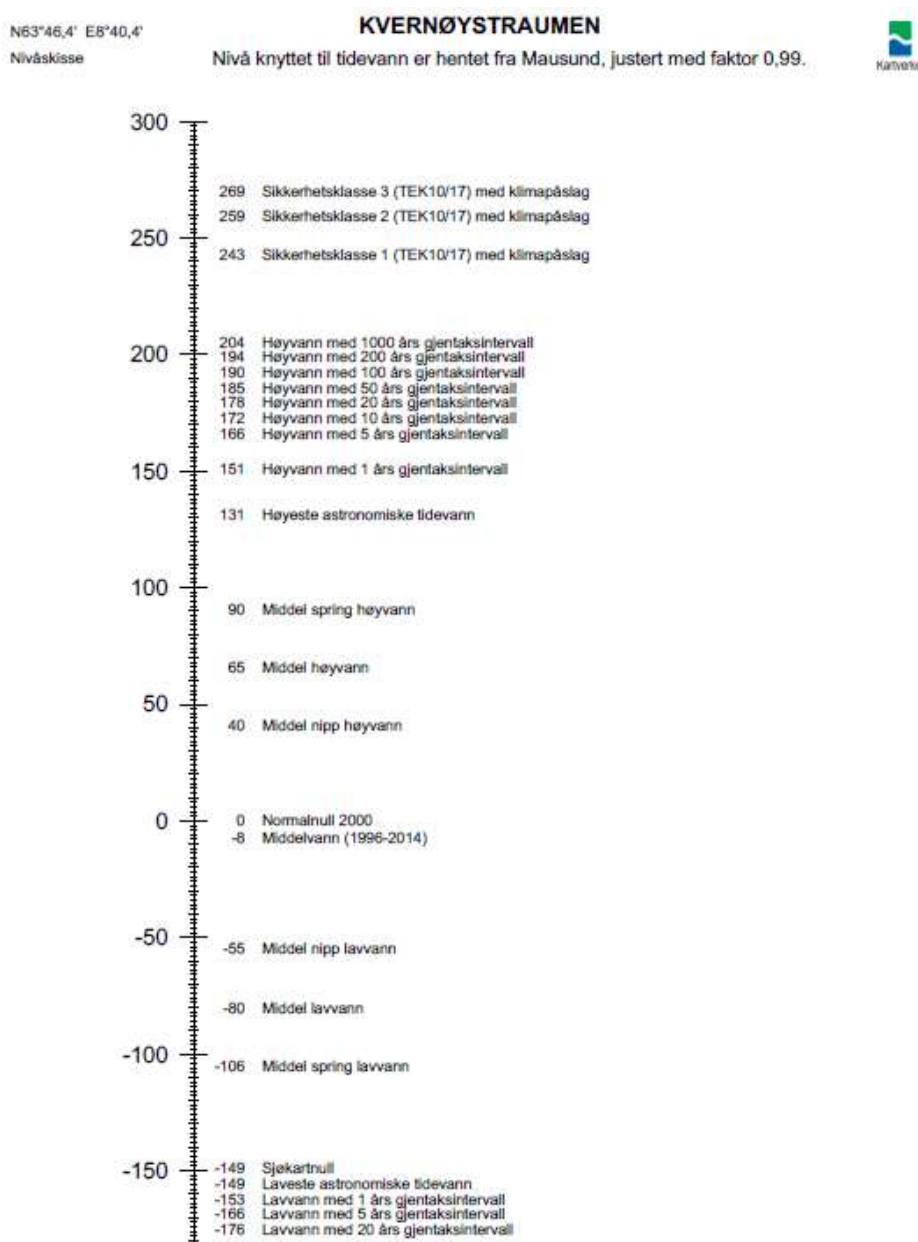
2.5 Marint miljø

Det vises til rapport med dokumentnummer «RIM05» versjon «J-01» datert 2023-03-27.

3 Konstruksjonstekniske forutsetninger

3.1 Referansenivåer

Det legges til grunn like tidevannstands nivåer for bru-sted Kvernøy og Trøan på Frøya. Figur under (kilde: Norges Sjøkartverk) viser de lokale tidevannsdata for brostedene (her vist for Kvernøystraumen) som dette forprosjekt har tatt utgangspunkt i.



Figur 2, tidevannsdata Kvernøy og Trøastrømmen.

Høydereferanser:

Alle koter som oppgis i prosjekteringsgrunnlaget vil referere seg til nullnivå på land etter NN2000. Alternative referanse for «nullnivå» Sjøkartnull (LAT) ligger 149cm under NN2000 for Kvernøy- og Trøastrømmen.

Referanse i planet:

Det legges til grunn Koordinatsystem: NTM 8.

3.2 Klimatillegg

For de eksisterende bruer Frøya er det ingen registrert offentlig skipsled (hovedleder og/eller bileder etter farledsloven). De skipsleder som er i nærområdet, går vesentlig utenom brostedene Kvernøy og Trøan.

Vannveiene som skal gå under de nye bruer er ikke ansett å være kritisk infrastruktur innenfor en kontekst av noe varierende seilingshøyde.

De nye bruer vil fungere like godt for vegtrafikken uavhengig om klimatilslaget er med eller ikke i frihøyden for fartøyene som skal under.

Eventuelle økte seilingshøyder vil for prosjektet bl.a. føre til: Bruene blir høyere, lengre, dyrere, klimagassutslippet øker.

Det ikke funnet å være et formalkrav å ta hensyn til Havnivåstigning ved prosjektering av nye bruer etter Statens vegvesen sine bru-prosjekterings-normal N400 med tanke på setting av vertikal klaring over sjø for bruene utover de frihøydekrav som står i N400 kap. 3.6.2-2.

Estimert Havnivåstigning for Frøya er 72 cm i år 2100. Åpne fritidsbåter uten overbygning vil fortsatt kunne passere under broene ved Havnivåstigning på 0.72 m. Siden klimatillegg ikke er funnet å være et formalkrav ved prosjektering av seilingsløp/frihøyder, og frihøyden fortsatt vil være tilstrekkelig for åpne fritidsbåter, er det valgt å ikke inkludere klimatillegg i krav til seilingshøyden.

Veger skal imidlertid sikres mot 200-års returperiode flom og havnivå-stigning til år 2100, dette følger av SVV N200.

3.3 Strøm, bølger og stormflo

Estimert ekstremverdi av strømhastighet i Kvernøystraumen og Trøastraumen er hhv 1.7 m/s og 0.75 m/s i begge retninger.

Signifikant bølgehøyde ved Kvernøystrømmen med 200 års returperiode er beregnet til:

$H_{m0} = 1.28$ m fra vest-sørvest (240 grader) med $T_p = 3.5$ s.

Signifikant bølgehøyde på 0.5 meter legges til grunn for Trøastrømmen.

Stormflonivå med 200 års returperiode og havnivåstigning fram til år 2100 er beregnet til 277 cm NN2000.

3.4 Fyllinger og erosjonssikring

Vegfyllinger mot sjø og landkarfundamenter stående på fylling skal erosjonssikres. Fyllingene bygges opp av et indre samfengt lag (0-600mm), et utvendig filterlag med tykkelse min. 0,5m utenpå det samfengte laget, og med en erosjonssikring utenpå filterlaget.

Tykkelse av erosjonssikring for Trøan skal være med lagtykkelse 1,5 meter, med antatt steinstørrelse 300-600mm.

Erosjonssikring for Kvernøy kan utføres ved å benytte blokker med W_{50} på 0.5 tonn, og med lagtykkelse 1,8 meter.

Det forutsettes erosjonssikring fra UK sjøbunn, og for vegfylling i sjø opp til kote + 3,3 for Trøan, og til kote +5,0 for Kvernøy. Fyllingene kan enten raises eller plastres (jfr. Kystteknisk rapport).

Det forutsetts fylling inntil/mot de eksisterende fyllinger på sider som vender mot eksisterende vegfylling og brukonstruksjoner (det er forutsatt at de eksisterende vegfyllinger i/mot sjø ikke vil bli fjernet).

Forbelastning av fyllinger i sjø for landkarfundamenter er av geoteknisk fagområde ansett for å kunne bli aktuelt

3.4.1 *Trøan*

Helning 1:1,3 for frontfyllinger (i vegens lengderetning) i nivå lavere enn kote + 0,5.

Helning 1:1,5 for sidehelning (på tvers av vegens lengderetning) i nivå lavere enn kote +0,5.

Helning 1:1,5 for både front- og sidefyllinger i nivå høyere enn kote +0.5.

Merknad: Årsak til at fronthelning under kote +0,5 kan settes med helning 1:1,3 er fordi det tilnærmet ikke er løsmasser ved fyllingsfront i lengdeakse på Trøan (dvs. tilnærmet rett ned på berg- jfr. føringer fra fagområdet geoteknikk).

3.4.2 *Kvernøy*

Helning 1:1,5 for vegfylling både i front- og sideveis.

3.5 Forutsetninger for seilingsløp

Forskrift om farleder (farledsforskriften) fastsetter hovedleder og bileder etter havne- og farvannsloven. Hvilke farleder som er hovedleder og bileder kommer frem i Kystverkets digitale kart Kystinfo. Kystinfo gjelder som en del av farledsforskriften, og angir hoveddelenes og billedenes arealmesige utstrekning, og hoveddelenes og billedenes ledstreker med angivelse av lednummer.

Man har i forprosjektet kontaktet Kystverket, og tilbakemelding fra Kystverket var at de har ingen synspunkter for seilingsløpene da disse ikke representerer hoved eller bi led, men henviser til Trondheim Havn som havnemyndighet.

Det er dermed ingen offisiell skipsled hverken for eksisterende brosted Kvernøy eller for eksisterende brosted Trøan.

Prosjekterende er ikke kjent med at det finnes noen anerkjente metoder for dimensjonering av seilingsløp for fritidsfartøy (ikke kommersiell fartøytrafikk). Det er derfor i hovedsak valgt å ta utgangspunkt i dagens eksisterende seilingsbredder/høyder under bruene, og tilbakemeldinger fra Trondheim Havn og Trh. Fylke.

Laveste vannstands nivå som er ansett som seilbar under bruene er valgt med utgangspunkt referanse til laveste astronomiske tidevann (sjøkartnull) som for brosteder er ved kote -1,49.

Fra kystteknisk rapport kan seilingsdybde til -1 m «sjøkartnull» (-2.49 m NN2000) legges til grunn for Kvernøy, og -0,5m kan legges til grunn for Trøan. Dette vurderes som tilstrekkelig for de aktuelle fartøy som kan seile under broene.

Angående minste frie seilingshøyde jfr. regelverk pr. 2023:
N400 punkt 3.6.2-2 angir at minste vertikale klaring over sjø ved oppføring av nye brukonstruksjoner skal være den største av høyeste astronomiske tidevann (HAT) + 2,5 meter- og middelvann (MV) + 3,5 meter.

Det legges til grunn at nye broer skal ha minimum samme seilingsbredde som ved eksisterende situasjon, 10 meter bredde ved -1 m sjøkartnull for Kvernøystrømmen, og 4 meter bredde ved -0.5 m sjøkartnull for Trøastrømmen.

3.5.1 **Trøan**

Mottatt info fra Trh. Fylke angående eksisterende bro:

Her er det ikke registrert båttrafikk

Etter vår vurdering er det kun kajaker og lokalkjent med mindre landstedsbåter som kan passere her. Dagens lysåpning mellom landkar er på 11,2 m og dages seilingshøyde opprettholdes.

Mottatt info fra Trondheim Havn angående eksisterende bro:

Vi har ikke fått noen tilbakemelding angående denne bruene, heller ikke fra Frøya kommune. Fra kart og satellittbilder, samt AIS-data ser vi ikke at det er noen trafikk under denne bruene. Vi antar dermed at det kun kan være kajakkpadlere og eventuelt mindre fritidsfartøy som passerer under denne. Siden det ikke er noen registrert trafikk har vi ingen annen tilbakemelding enn at det må være mulig å passere under bru med mindre fartøy, som kajakk.

Det legges til grunn at seilingsbredde under ny bru settes minst lik seilingsbredde for eksisterende bru.

For ny Trøan bro er det tatt utgangspunkt i en seilingsbredde minst lik 4m ved kote -1,99m NN2000 (-0,5m sjøkartnull). Dette da eksisterende Trøan bro i dag har ca. 4 meters seilingsbredde ved tilsvarende nivå.

Dimensjonerende minste frie vertikale klarings-høyde for ny bru etter N400 pkt. 3.6.2-2.

Alt-1: +1,31 (HAT) + 2,5 (N400 pkt. 3.6.2-2) = +381 cm NN2000.

Alt-2: -0,08 (MV) + 3,5 (N400 pkt. 3.6.2-2) = +342 cm NN2000.

Laveste kote for minste frie seilingshøyde Trøastrømmen settes til: +3,81.

3.5.2 Kvernøy

Mottatt info fra Trh. Fylke angående eksisterende bru:

Her er det registrert en del båttrafikk fra mindre fritids og fiskebåter, vi opprettholder dagens seilingshøyde. Dagens lysåpning mellom landkar er på 18,8 m

Mottatt info fra Trondheim Havn angående eksisterende bru:

Dette er en bru med skipstrafikk under, og det er viktig at både seilingshøyde og bredde opprettholdes for å ivareta denne trafikken. Dette har vi oppfattet blir ivaretatt av prosjektet.

Det legges dermed til grunn at seilingsbredde under ny bru minst settes lik seilingsbredde for eksisterende bru.

Lysåpning under eksisterende bru er ca. 18,8m jfr. ferdigbrutegning av eksisterende bru

For ny Kvernøystrømmen bru er det tatt utgangspunkt i en seilingsbredde minst lik 10m ved kote -2,49m NN2000 (-1m sjøkartnull). Dette da eksisterende Kvernøystrømmen bru i dag har ca. 10 meters seilingsbredde ved tilsvarende nivå.

Angående frihøyde legges det til grunn at ny bru som minimum skal opprettholde samme frihøyde som eksisterende bru.

UK kote DIP80-bjelker for eksisterende bru er i laveste punkt over mulig seilingsbredde antatt å ligge med kote ca. + 4,70.

Laveste kote for fri vertikal klarings-høyde for ny bru Kvernøystrømmen: +4,70.

3.6 Støt mot fyllinger og bruoverbygning fra fartøy

Dimensjonerende tidevannsnivå ved støt fra fartøy settes til høyvann med 100 års gjentakelsesintervall. For bru Kvernøy og Trøan blir dette kote + 1,90.

Det legges til grunn at støtlasten angriper i nivå med sjøoverflaten.

For antagelse støtareal, legges det til grunn en fartøylengde på 15m.

Støtareal blir da: 1,125m² (700mm x 1500mm) jfr. EC1-1-7 4.6.3(4).

Det er lagt til grunn en støtlast lik 1000KN (jfr. EC1-1-7 NA, 4.6.3(1)).

Det legges til grunn en mulig støtkraft mot bruoverbygningen lik 100 KN (jfr. EC1-1-7 NA, 4.6.3(1)).

3.7 Gjennomstrømningstverrsnitt for naturmangfold

Forutsetninger for seilingsløp gir føringer i praksis for hva som vi komme til å bli minste gjennomstrømningstverrsnitt under de nye bruene.

Angående hensyn til naturmangfold, så er det en balanse for hva som kan aksepteres av belastning på miljøet sett mot hvor kostnadsdrivende løsninger er. Prosjekteringen tar sikte på å tilstrebe en opprettholdelse av vanngjennomstrømning i sundene for nye bruløsninger med tilhørende fyllinger i sjø i så stor grad som mulig med tanke på mulighet for opprettholdelse av lokalt naturmangfold.

Det anses imidlertid også som sannsynlig med reetablering av lokaliteten der naturtypen eventuelt midlertidig kan komme på bekostning- siden naturtypen ikke er dokumentert etablert for først etter at de eksisterende moloer ble bygd på 1960-tallet.

Det legges til grunn at det er gjennomstrømningstverrsnittene som befinner seg mellom sjøbunn og middelvann (-0,08) og som er tilnærmet lik Normalnull (0,00) for bruer Frøya under eksisterende bru/veglinje-traseer, som er det gjennomstrømningsareal som er av størst interesse å tilnærme seg. Dette da det er «strømmene» som trolig har skapt eksisterende lokalt naturmangfold.

3.8 Oppdrift

Der oppdrift eventuelt kan ha betydning for prosjekteringen (enten for veg og/eller bru), så legges det til grunn at i en brudgrensesituasjon så regnes øvre vannivå for en neddykket situasjon til høyvann med 100 års gjentaksintervall, dvs. til kote +1,90.

Densitet av sjøvann regnes lik 1025 kg/m³.

3.9 Isforhold

Det finnes ikke dokumentasjon for is i sjøen på Frøya, bortsett fra mulige teoretiske dannelser av tunne ishinner, men der ishinnene ikke en gang anses å kunne være tilstrekkelige for å bære en isfisker.

Det sees bort fra problemstillinger med is.

3.10 Dimensjoneringsklasse for veg

Bruene skal føre fylkesveg 6466 (FV 6466).
Vegklasse L, ÅDT (2044) < 700. fartsgrense 50 km/t.

Det legges til grunn to kjørefelt.

3.11 Trekkerør

Broene skal i utgangspunktet kunne føre 3 stk. trekkerør med utvendig diameter 110mm. Dette da det er blitt orientert om fra oppdragsgiver (v/ ansvar/kontaktperson for elektro i Trøndelag fylkeskommune) at det fortrinnsvis ønskes å føre 3 trekkør a ø110mm, men at man kan gå ned til 3 x ø75mm - i verste fall 3 x ø50mm for bruer Kvernøystrømmen og Trøastrømmen.

N400 punkt 12.7.2-2 stiller følgende krav «*Det skal legges inn minimum tre ledige trekkerør med innvendig diameter ≥ 40 mm for framtidig bruk.*»

Innstøpte trekkerør skal forsynes med muffe mot fri betongflate (forskaling), og trekkerør skal føres fram til trekkekum utenfor bruenden.

3.12 Føringsbredde

Vegbredder til bruene er 6,5 meter. Føringsbredde for bruene skal være 7,5 meter, jfr. krav i N100 kap. 4.10

«Kjørefelt på bru skal ha samme bredde som kjørefelt på tilstøtende veg. Bredde på bruer på 2-felts veg uten midtrekkverk skal uansett være minst 7,5 m.»

3.13 Katodisk beskyttelse

Håndbok N400 Bruprosjektering, punkt 8.8.3 stiller krav til katodisk beskyttelse av armeringen ved bruk av offeranoder for konstruksjoner i sjø.

Med «konstruksjoner i sjø», forstås konstruksjoner som står i nivåer ikke høyere enn «HAT» (høyeste astronomiske tidevannsnivå).

Krav om katodisk beskyttelse blir da gjeldende for underbygningen, men ikke for overbygningen.

3.14 Levetid og utførelseskontroll

Konstruksjoner prosjekteres for en levetid på 100 år (NS-EN 1990, Tabell 2.1) ved normalt vedlikehold.

Alle betongkonstruksjoner skal utføres etter kravene i utførelsesklasse 3 i henhold til NS-EN 13670:2009+NA:2010 kap. 4.3.

4 Materialdata

Brosted Kvernøy og Trøan ligger skjermet til, og anses beliggende i såkalt «lite værharde kyststrøk», med tanke på forutsetninger for overdekningskrav i N400 kapittel 8.3.1

4.1 Betong

Som betong forutsettes: B45 SV-Standard (jfr. R762 Prosesskode 2).
Dette både til bruk i underbygning som overbygning.

NB Punkt 8.2.1 oppgir at betong opp til og med kvalitet B45, skal være lavkarbonbetong klasse B i henhold til NB37. Betong for kantdragere skal imidlertid være i B45 SV-Standard etter samme punkt i N400.

Eksponeringsklasse: XS3/XF4

Overdekningskrav generelt sett: **115±15mm** (Tabell 8.3.1-1 i N400)

Overdekningskrav for overside brudekke under kjørebane: **65±15mm**.

Merknad: Brudekke med fuktisolering er ikke direkte eksponert for klorider fra verken tinesalt eller sjøvann. "Alle øvrige flater" gjelder – dvs. min 50.

Overdekningskrav for kantdragere: **75±15mm**

4.2 Slakkarmering

Armeringsstål B500NC iht. NS-EN 3576-3.

Teknisk klasse C skal benyttes i brukonstruksjoner iht. pkt. 3.2.4 i NS-EN 1992-2.

4.3 Spennarmering

Spennarmeringen forutsettes å bestå av etterspente liner lagt i kabelrør, med mørtel-injisering mellom liner/rør, og med bruk av aktive og passive forankringer, og bruk av spiralarmring og tilleggsarmering ved forankringene.

Det forutsettes bruk av spennsystem med ETA godkjenning - European Technical Approval for hele spennsystemet.

Forutsetninger for kabelrør med spennliner:

Karakteristisk flytegrense for spennarmering ved 0,1% tøyning: $f_{p0,1k} = 1640$ MPa.

karakteristisk fasthet for spennarmering: $f_{pk} = 1.860$ MPa.

Maks tillatt tøyning i spennarmering: $\epsilon_{uk} = 0,035$ (35,0 ‰)

Spennarmeringens E-modul: $E_p = 195.000$ MPa

Det forutsettes bruk av spenntau med tverrsnitt 140 mm² og/eller 150 mm².

Ytre diameter til kabelrør antas : Ø110mm.

Materialfaktorer for spennarmøring (Y_s) i dimensjoneringen:

For beregninger i bruddgrensetilstanden: $Y_s : 1,15$.

For beregninger i bruksgrensetilstanden: $Y_s : 1,0$.

4.4 Rustfritt stål

Nærhet til sjøvann gir føringer for valg av grad rustfri stål.

For innfesting/forbindelse av overgangsplate mot overbygning:

(her er stål beskyttet med fylling og belegning tilhørende kjørebane)

Rustfritt kamstål nummer 1.4401 eller 1.4362 iht. NS-EN 10088 og NS3576-5.

Innstøpningsgods (gjengestenger/bolter) for brurekkeverk:

(dette stål ligger mere åpent til for eksponering av klorider)

Rustfritt stål nummer 1.4404, 1.4418, 1.4435 eller 1.4436 iht. NS-EN 10088

(Eventuelt nummer 1.4410 og 1.4547 etter KRAV 12.1.2-4 i N400)

4.5 Bergbolter

Som bergbolter forutsettes det bruk av gyste varmforsinkede og pulverlakkerte stålbolter av type B500NC. Bergsikringsboltene vil dermed være godt korrosjons-beskyttet av gysemørtelen i tillegg til varmforsinkingen og pulverlakkeringen.

Bergbolters nødvendige bidrag til bæreevne og stabilitet skal begrenses til en andel p (N400 7.4.4)

— $p \leq 0,50$ i byggefase og ulykkessituasjonen

— $p \leq 0,25$ for ferdig konstruksjon

5 Laster

5.1 Belegning

Det legges til grunn en dimensjonerende belegningsvekt i kjørebane lik 3,5 KN/m², jfr. kapittel 5.2.2-1 (tabell 5.2.2-1) i N400.

5.2 Temperatur

5.2.1 Jevnt fordelt temperatur

Største og minste temperaturvariasjon beregnes iht. NS-EN 1991-1-5.
Sted: Øya Frøya i Frøya kommune, Trøndelag fylke.

Representativ lufttemperatur:

NS-EN 1991-1-1-5 Figur NA.A1	T_{\max} : +34°C (byggestedets maks temperatur)
NS-EN 1991-1-1-5 Figur NA.A2	T_{\min} : -25°C (byggestedets minimums temperatur)
NS-EN 1991-1-1-5 Figur NA.A1(3)	T_0 : 10°C (bruas temperatur ved montasjetidspunkt)

Brutemperaturandel (Bruer i betong- Type 3 iht. NA.6.1):

NS-EN 1991-1-1-5 Figur NA.6.1.3.1	$T_{e,\max} = T_{\max} - 3 = 31^\circ\text{C}$ (høyeste temp.andel)
NS-EN 1991-1-1-5 Figur NA.6.1.3.1	$T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -17^\circ\text{C}$ (laveste temperaturandel)

NS-EN 1991-1-1-5 NA.A.1(3)

$T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = 21^\circ\text{C}$ (ved ekspansjon overbygning)

$T_{N,\text{con}} = T_{e,\min} - T_0 = -27^\circ\text{C}$ (ved sammentrekning overbygning)

NS-EN 1991-1-1-5 NA.6.1.3.3

$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{N,\text{exp}} + 20^\circ\text{C} = 41^\circ\text{C}$ (ved ekspansjon bru-lagre)

$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{N,\text{con}} + 20^\circ\text{C} = -47^\circ\text{C}$ (ved sammentrekning bru-lagre)

5.3 Trafikkklaster

Bruene dimensjoneres for LM1, LM2. Bruene dimensjoneres også for LM3 med forutsetning om restriksjon på kjøring

5.3.1 LM3

LM3 representerer lastmodell 3- engangstransporter.

Ekvivalentlaster for engangstransporter, er gitt i Trafikklastforskrift for bruer.

Det forutsettes restriksjon på kjøring med LM3 som følger;

«sakte og sentrisk i kjørebanen uten øvrig trafikk».

Det forutsettes videre at engangstransporten kjøres sentrisk på brua, men det skal regnes med en minste eksentrisitet på $\pm 0,3$ m jfr. Trafikklosterforskriften.

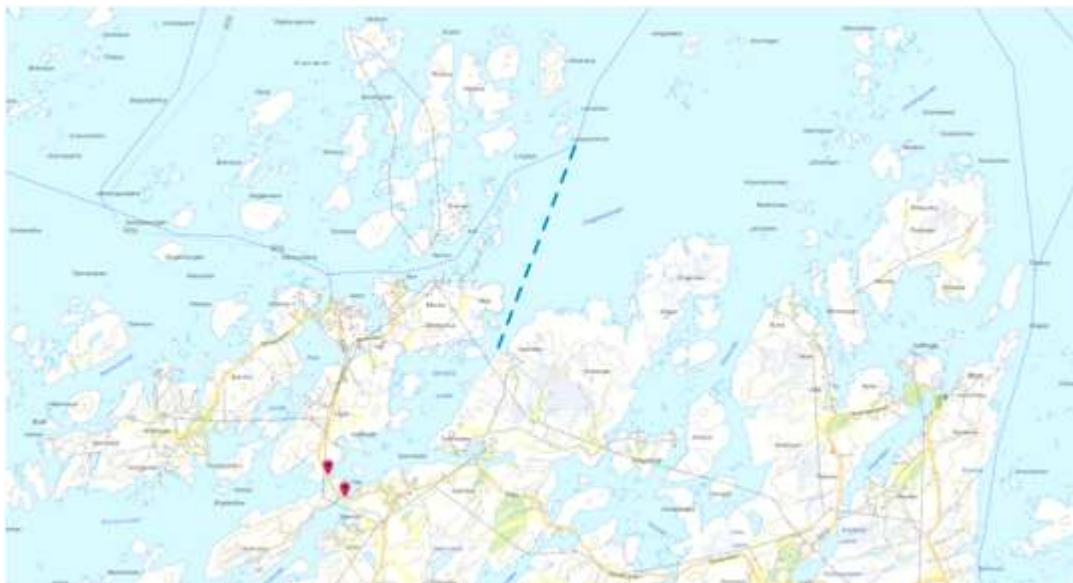
5.4 Skipsstøt

Kvernøystrømmen og Trøastrømmen ligger utenfor registrerte skipsleder. Det går kun fritidsfartøy og mindre båter i området. Det vurderes derfor ikke som sannsynlig at broene kan bli påseilt av større havgående skip.

For en eventuell ulykkes-støtlast legges det til grunn et dimensjonerende vannivå lik HAT med 100 års gjentakelsesintervall (+1,90).

Ulykkesstandard (EC1-1-7) oppgir mulighet for hensyntagen støt fra havgående fartøy i skipsled lik 1 MN i vilkårlig retning og dimensjonerende støtkraft mot overbygningen på 0.1 MN. Samtidig oppgis det i NA.4.6.3(5) at støtkrefter på bruoverbygning vurderes i det enkelte tilfelle.

Det er imidlertid ingen offisiell skipsled (merka farled og/eller biled) under bruene. Den eneste registrerte farleden i nærheten av broene, hvor skipstrafikk ved driftsstans kan komme mot broene er illustrert på bildet nedenfor (kartutklipp tatt fra Kystinfo.no).



I et slikt tenkt scenario anses det mest sannsynlig at fartøyet går på land eller på grunn lenge før det er i nærheten av broene. Ved Trøastrømmen er det så grunt at skipet uansett ville stoppet før broen. Det samme anses å gjelde for Kvernøystrømmen.

6 Bru-konstruksjoner

Bruene blir ikke satt høyere over sjø enn krav knyttet til seilingsløp.

Dette grunnet man vil unngå unødvendig store vegfyllinger/tilløpsfyllinger i landskapet (og ned mot sjøbunn) inn mot bruene- som også vil medføre lengre bruer, samt også sett i sammenheng med at det ikke er offentlige seilingsløp under bruene, og også fordi bru-lokasjonene er ansett å ligge i såkalt «lite værharde kyststrøk».

Det er også ansett å være knyttet utfordringer i anleggsfase, da de eksisterende bruer- og veger inn i områdene setter begrensninger (både med tanke på mulige transporttyngder og med tanke på transport lengder) for transport av eventuelle prefabrikkerte elementer (i stål og/eller betong).

Plasstøpte konstruksjoner anses konkurransedyktig siden her finnes «høy» betongleveringskapasitet i nærheten. Nærmest plassert er Hitra Betong, der ifølge kart/veibeskrivelse på Gulesider, så er veidistansen mellom brosteder og blandeverk ca. 60 km og tiden tar ca. 1t 15 min. Hitra Betong har ifølge dem selv kapasitet til å levere ca. 500m³ betong på et døgn. De disponerer 12 biler og har i tillegg mulighet for å leie inn ekstra biler ved behov. Alt utstyr som de har, er rigget for 10-tonns veier.

6.1 Kvernøy

Brutype: Det antas spennarmert plasstøpt bjelkebru.

Brua bygges uten fuger. Det skal benyttes et ensidig og et allsidig bevegelig lager- i begge oppleggsakser, mellom overbygning og underbygning (over begge landkar).

Tegning *K201*, er i forprosjektet utarbeidet som konstruksjonsteknisk oversikstegning for Kvernøy bru.

6.1.1 Veg-geometri

Forutsetninger for veg-geometri på bruas overbygning over bru:

5,82% lengdefall (sett i vertikalplanet).

Tosidig tverrfall på 3% (ok vegbane).

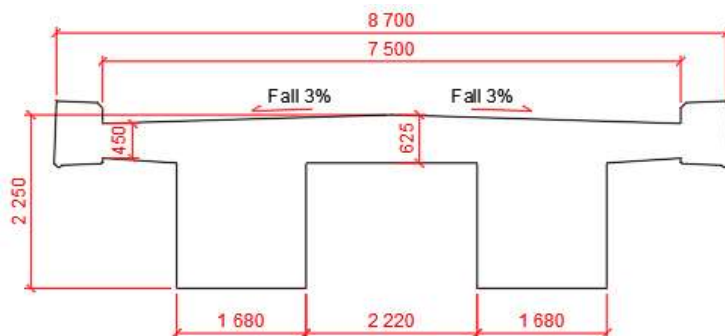
6.1.2 Brulengde

Antatt spennvidde: ca. 36,5 meter.

Antatt brulengde: ca. 40,5 meter.

6.1.3 Brutverrsnitt

Antatt tverrsnittshøyde overbygning i betong som plasstøpt spennarmert bjelkebru; ca. 2250 ± 150mm.



Over opplegg/lager i akse 1 og 2, vil begge T-tverrsnittene («bjelkene») og bruplate støpes monolittisk sammen med en forbindende veggskive/tverrbærer fra nivå uk-bjelker til uk-bruplate.

Føringsbredde (avstand mellom innside kantdragere for brurekkverk) 7,5 meter

6.1.4 Underbygning

I oppleggsakse 1, er fugefri overbygning via bru-lager forutsatt å bæres av landkarfundament (landkar nord) direkte fundamenteres på fylling som etableres mot sjøbunn- og mot sprengt berg. Dette da det antas at det må sprenges bort noe berg «i dagen» for bakre del av landkarsåle.

I oppleggsakse 2, er fugefri overbygning via bru-lager, forutsatt å bæres av landkarfundament (landkar sør) som støpes mot betongavrettet flå-sprengt/pigget berg.

For landkar sør er det antatt bruk av bergbolter i landkarsåle for å bidra med stabilitet i anleggsfase.

Fra- og inntil sideveggene til landkar-frontvegg i akse 2, er det tiltenkt oppsett av tørrmur i forlengelse av landkar-frontvegg, der tørrmur blir å skrår ut fra overbygningen, slik at man tilsikter en løsning med todelt vingemur (N400 pkt. 3.3.1 B Utforming).

Det vil også å bli nødvendig å sprengte berg i et nødvendig omfang ved landkarfundament i akse 2, for å etablere tilfredsstillende «fot» for tiltenkt tørrmur (natursteins mur), der tørrmuren blir å fundamentere på utsprengt bergfylle, sannsynligvis med avrettingsstøp. Dette fremkommer ikke av oversiktstegning K201, da tørrmuren ikke er nærmere prosjektert av geoteknisk fagområde i forprosjektet- da det antas tilstrekkelig å se videre på dette i detaljprosjektet.

Natursteinsmuren samens med frontvegg til landkar, er dermed tiltenkt for å fange opp vegfyllingen mot bru.

6.2 Trøan

Brutype: Det antas spennarmert plasstøpt bjelke-/platebru (alternativt betongplatebru).

Brua bygges uten fuger. Det skal benyttes et ensidig og et allsidig bevegelig lager- i begge oppleggsakser, mellom overbygning og underbygning (over begge landkar).

Tegning *K101*, er i forprosjektet utarbeidet som konstruksjonsteknisk oversikstegning for Trøan bru.

6.2.1 Veg-geometri

Forutsetninger for veg-geometri på bruas overbygning over bru:

1% lengdefall (sett i vertikalplanet).

R (veg-radius) 190m (sett i horisontalplanet).

Ensidig tverrfall på 5% (ok vegbane).

6.2.2 Brulengde

Antatt spennvidde: ca. 22,5meter.

Antatt brulengde: ca. 27,7meter.

6.2.3 Brutverrsnitt



Plasstøpt bjelke-/platebru

Antatt tverrsnittshøyde overbygning i betong ca. 1250 ± 100mm.

Føringsbredde (avstand mellom innside kantdragere for brurekkverk) 7,5 meter.

6.2.4 Underbygning

Både i oppleggsakse 1- og 2, er fugefri overbygning via bru-lager forutsatt å bæres av landkarfundamenter, der landkarfundamenene direkte fundamenteres på opparbeidet fylling i sjø.

7 Anleggsfase

Nærhet til eksisterende brukonstruksjoner med tilhørende vegfyllinger ved anlegg av de nye brukonstruksjoner, vil medføre behov for midlertidig oppstøtting av de eksisterende vegfyllinger. Dette gjelder for begge bruene.

I denne sammenheng legges det opp til at kjørebanen for eksisterende veger på vegfyllingene som grenser til/mot inn/utkjøring på de eksisterende bruer i anleggsfasen smales inn til 1-felts.

Det vil dermed bli behov for midlertidig trafikkavvikling i form av f.eks. trafikklysregulering for å styre trafikken over de eksisterende bruer i anleggsfasen. Det antas at kortere perioder med midlertidig stenging av veger/bruer kan bli aktuelt.

Ovenfornevnte gjelder for begge bruene.

7.1 Kvernøy

Det finnes ulike løsninger for hvordan forskaling for ny bru kan bygges og støttes opp over sundet. Det kan være at sundet midlertidig delvis- og eller helt bør/må fylles opp til et «visst fyllingsnivå», for å sikre etablering av et tilfredsstillende fundament for reis og forskaling til bru-overbygningen.

Det kan også være at det bør etableres midlertidige peler i sund for å bygge et fundament for oppsett av reis og forskaling til bru-overbygningen. Det anses herunder greit å kunne komme tilnærmet inn mot anleggsstedet med en lektor i størrelse lasteevne ca. 200 tonn (antatt 12 x 30 meter), men det er uklart om det kan bli utfordringer for lektor å nå helt inn under tiltenkt brosted (lektor må benyttes seg av riktig tidspunkt flo for å gå inn/ut av sund).

Krankapasitet blir uansett viktig, men eks. mobilkran på land vil kunne være utfordrende å få ut til brosted pga. de eksisterende bruers lastbegrensinger.

Eventuell boring av peler (anslagsvis stålrørspeler) kombinert med reis som en større fagverkskonstruksjon kan også vise seg å bli aktuelt.

En annen mulighet kan være at det etableres større midlertidige fagverk i stål for bæring av forskaling over sundet- også eventuelt kombinert med noe midlertidig fylling i sund for å korte ned fagverksslengdene.

Det anses som nevnt noen begrensninger for muligheter av tyngre transport ut til brosted etter fylkesvegen, da bl.a. de eksisterende bruer har bæreevnebegrensinger.

Det antas at seilingsløpet i sundet må holdes stengt under hele/store deler av anleggstiden.

Angående bæreevne for eksisterende bru:

Eksisterende Kvernøy bru er i Brutus klassifisert til Bk 10/60 og anført med forutsetning «28 % overskridelse i strøved for skjær aksepteres. Antar bedre fordeling siden det kjøres tilnærmet rett over bjelker. 0 mm asfalttykkelse, tykkelse på slitelag i tre er ikke inkludert i tillatt slitelagstykkelse.»

Man har i brukklassifiseringsrapport funnet følgende:

«Stålbjelkene har kapasitet for Bk 10/60, veggruppe A. Dette forutsetter at det er etablert tilstrekkelig fastholdning i øvre flens mot strøbjelker, slik at instabilitetsfenomenet vipping ikke forekommer. Strøbjelker har kapasitet for BkT8, veggruppe A. Gitt at trevirket er i god stand og at antatt materialkvalitet for plankedekket og strøbjelker (C30) i henhold til håndbok R412 er tilstrekkelig, anbefales det at brua klassifiseres for BkT8.»

7.2 Trøan

Som byggemetode for ny bru antas oppsett av selvbærende stillas over sjø.

Angående bæreevne for eksisterende bru:

Eksisterende bru Trøan er i Brutus klassifisert til Bk 10/60 med forutsetning at metode for klassifisering er «*sammenligning med forrige klassifisering*», og som forutsetter «*Forutsetter forsterkning for Bk 10/50 A i 1999 slik det fremgår av Brutus. Bjelke dimensjon må kontrollmåles og FBT må ajourføres slik at dimensjon/plassering av forsterkning fremgår. Bør klassifiseres på nytt etter at FBT er ajourført.*»

(Brutus er Statens vegvesen sitt informasjons- og planleggingsverktøy for forvaltning, drift og vedlikehold av bruer og andre byggverk i vegnettet)

8 Referanser

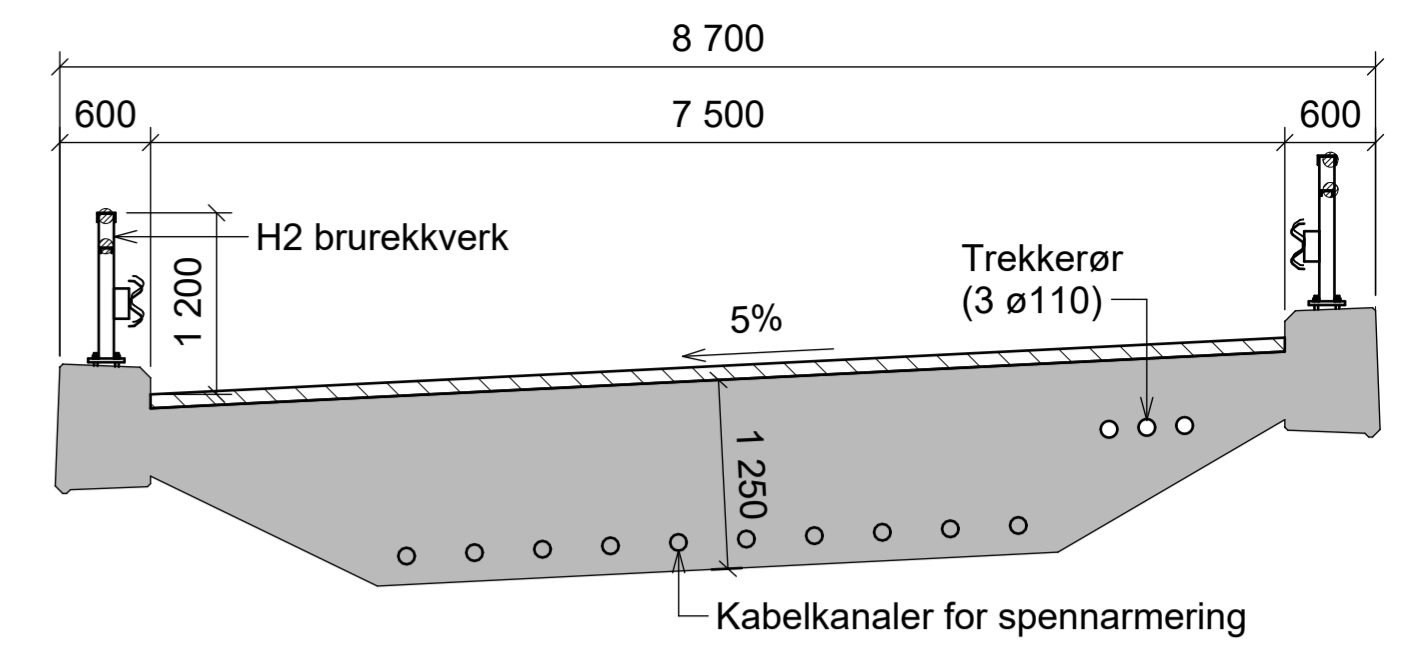
- [1] Håndbok N400 Bruprosjektering, digital utgave januar 2022, Statens vegvesen.
- [2] Forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet (trafikklastforskrift for bruer m.m.)
- [3] Håndbok N100 Veg- og gateutforming, digital utgave juni 2021, Statens vegvesen.
- [4] Håndbok N101 Trafikksikkert sideterreng og veg sikringsutstyr, digital utgave april 2022, Statens vegvesen.
- [5] Håndbok R762 Prosesskode 2 Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier, 2018, Statens vegvesen.
- [6] NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- [7] NS-EN 13670:2009+NA:2010 Utførelse av betongkonstruksjoner
- [8] NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner
- [9] NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008 Eurokode 1: Termiske påvirkninger
- [10] NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008 Eurokode 1: Ulykkeslaster.
- [11] NS-EN 1991-2:2003+NA:2010 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 2: Trafikklast på bruer
- [12] NS-EN 1992-1-1:2004+A1+NA Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger
- [13] NS-EN 1992-2:2005+NA:2010 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner - Del 2: Bruer
- [14] NS-EN 13670:2009+NA:2010 Utførelse av betongkonstruksjoner
- [15] Forskrift om farleder (Farledsforskriften), LOV-2019-06-21-70-§7, FOR-2021-03-26-1180
- [16] NB Publikasjon nr. 05 Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann, 2022

9 Oversiktstegninger konstruksjoner

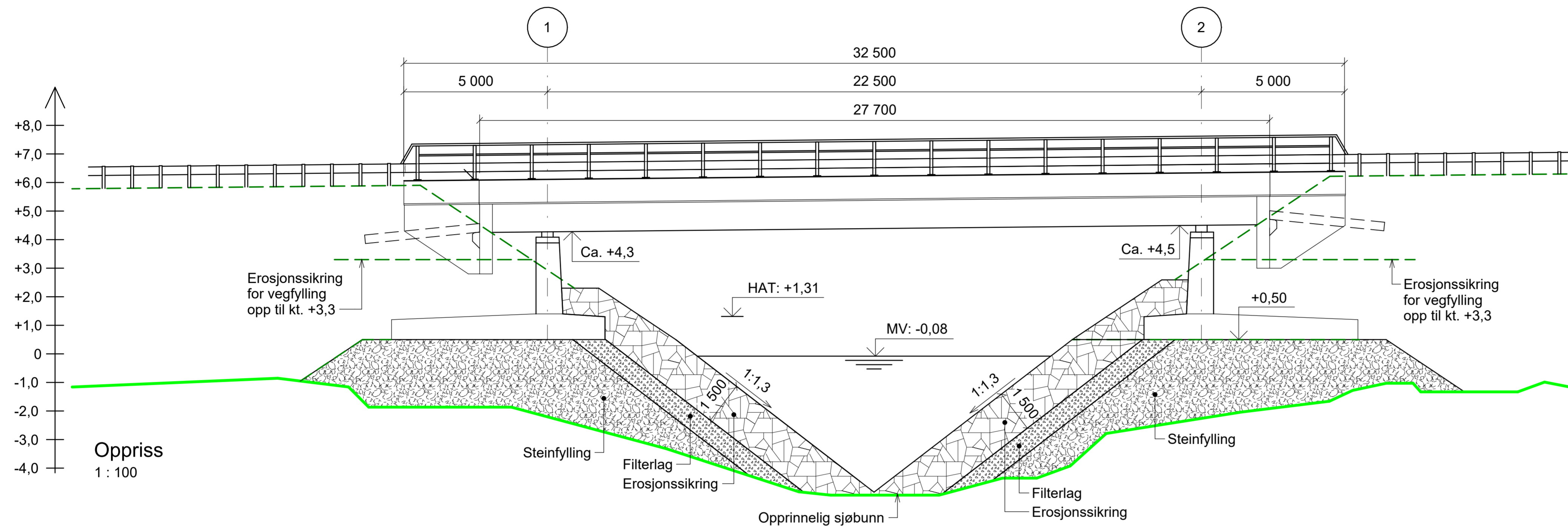
Tegning K101, representerer utarbeidet oversiktstegning for tiltenkt bru over Trøa-strømmen.

Tegning K201, representerer utarbeidet oversiktstegning for tiltenkt bru over Kvernøy-strømmen.

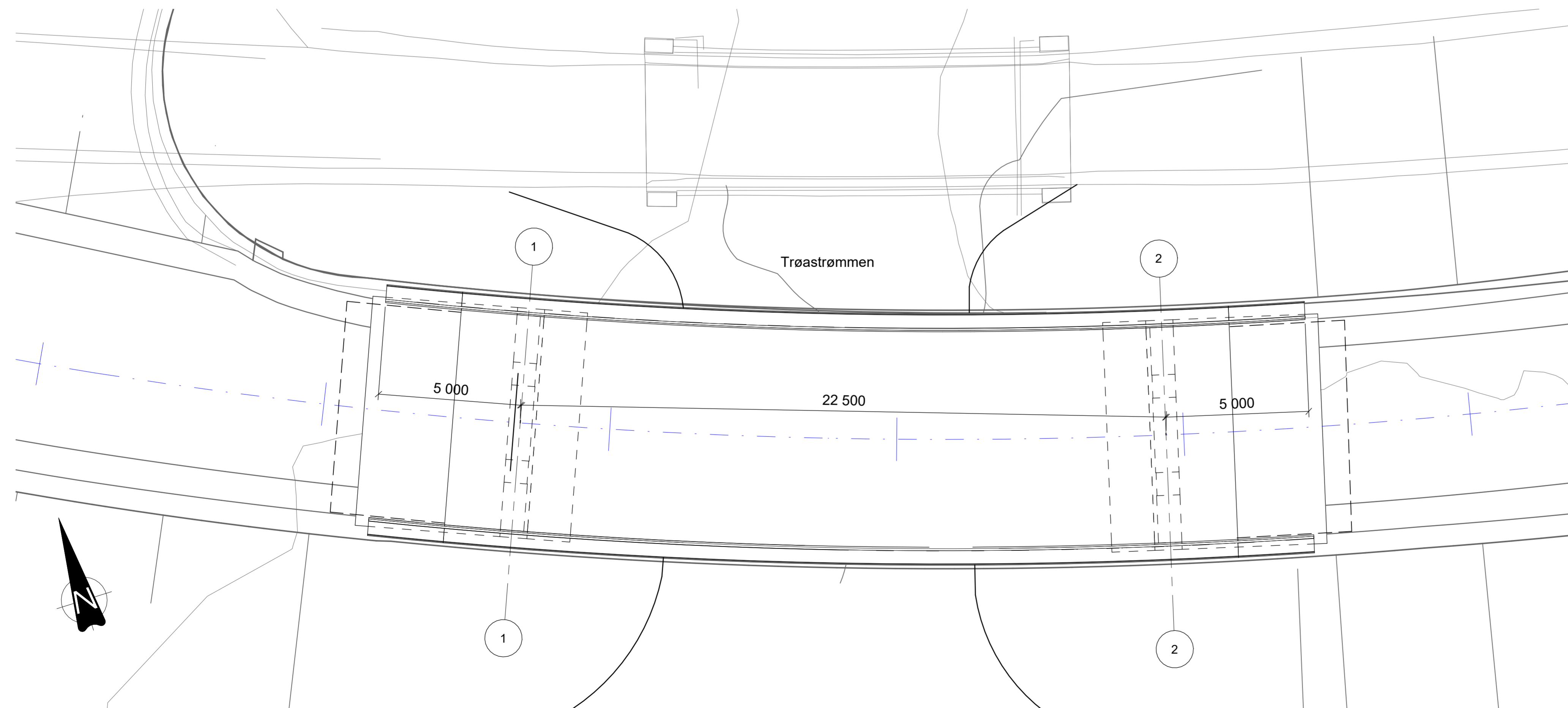
Profilnummer	420	430	440	450	460	470
Profilhøyde	5,587	5,671	5,771	5,871	5,971	6,071
Vertikalkurve	R = 200		s = 1%			
Horisontalkurve	R = -190					
Tverrfall	5%					
H.kj.b.k.	-----					
V.kj.b.k.	-----					



Typisk tverrsnitt
1 : 50



Oppriss
1 : 100



Plan
1 : 100

Merknader

- Generelt:**
Vegklasse L, ADT (2044) < 700, fartsgrense 50 km/t.
Føringsbredde: 7,5 meter
Årstall for ferdigstillelse: Antatt 2024/2025
Under bru: Trøstrømmen

Konstruksjonstype: Ettspenns spennarmert platebru i betong.
- Regelverk:**
Håndbok N400 Bruprosjektering (2023-01-01).
Eurokoder NS-EN 1990-1998 med NA.
Håndbok N101 (2022-12-21).
Utførelse i henhold til Håndbok R762 Prosesskode 2 (2018) og NS-EN 13670 2009+NA:2010.
Utførelsesklasse: 3 (Utvidet).
- Lastdata:**
LM1, LM2 og LM3 sentrisk kjøring uten annen trafikk på brua.
Dimensjonerende belegningsvekt: 3,5 kN/m².
- Materialer:**
Betong: B45 SV-Standard
Slakkarmering: B500NC, NS 3576-3
Spennarmering: iht. NS-EN 10138, fp0,1k/fpk = 1640/1860 MPa

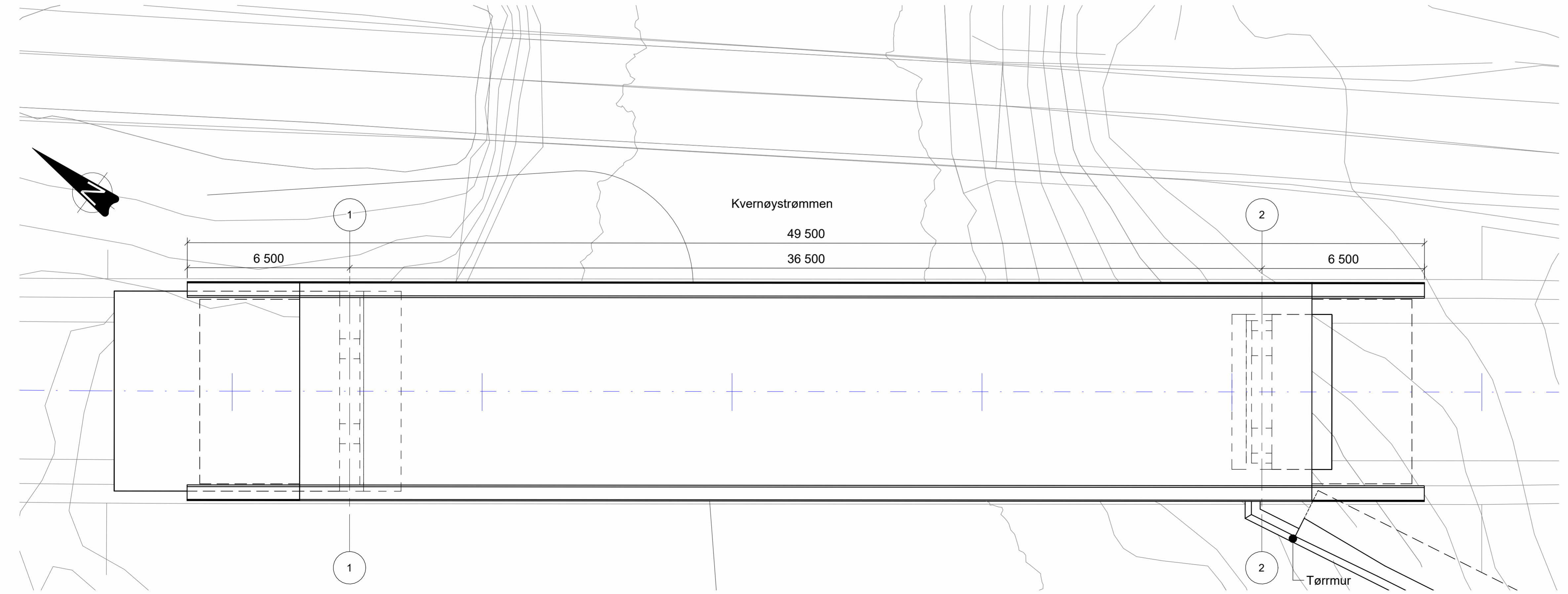
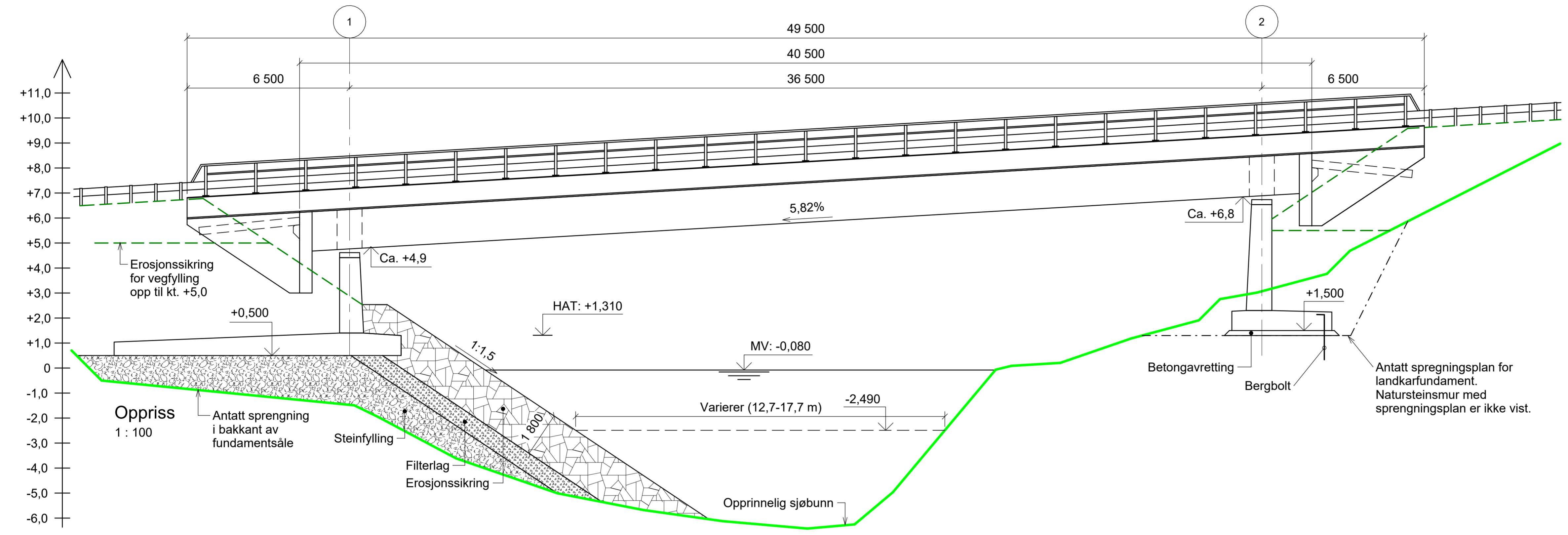
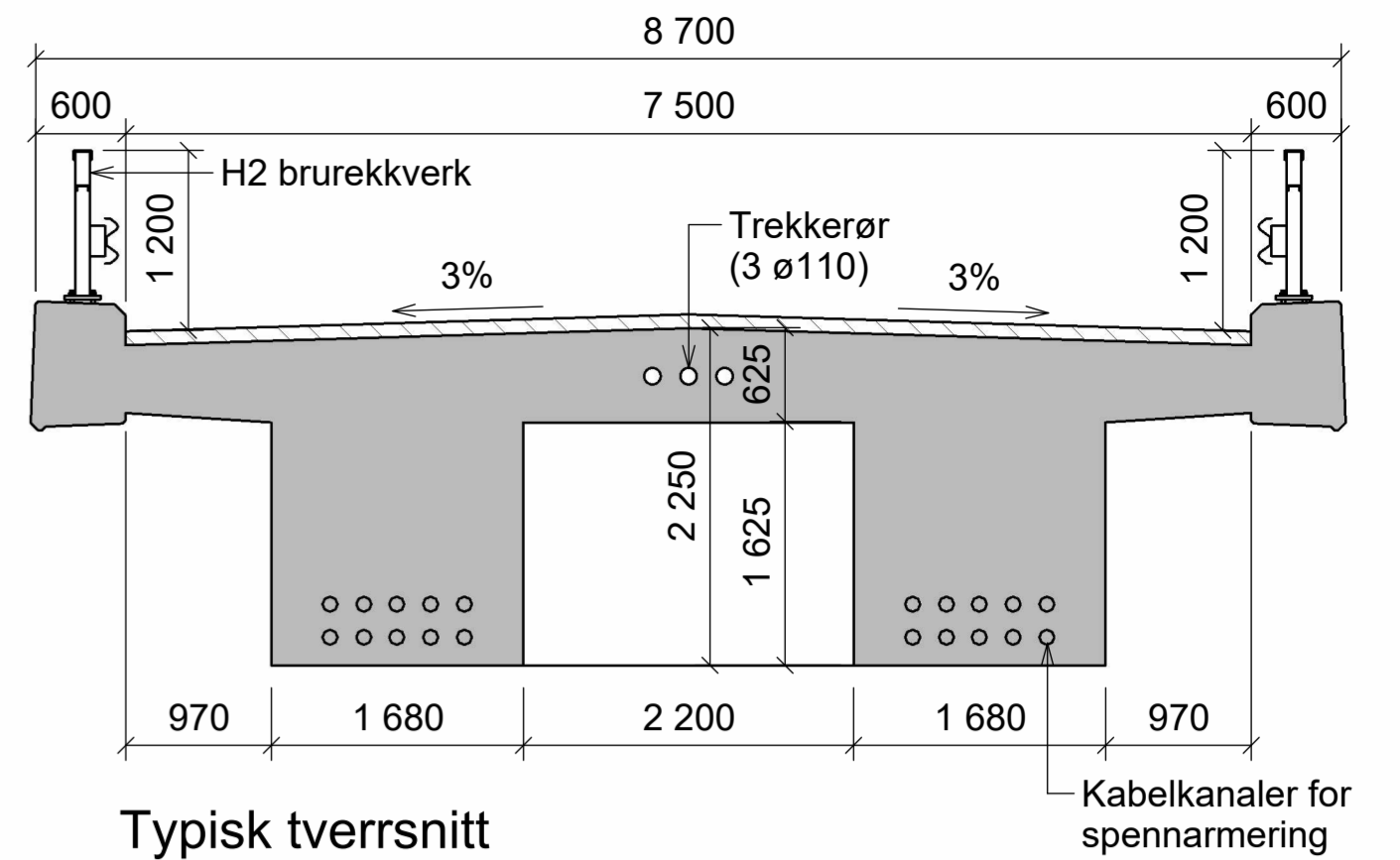
Betongens terningtrykkfasthet ved oppspenning min. 45 N/mm².
Terningtrykkfastheten skal dokumenteres før oppspenning.

Eksponeringsklasse betong: XS3/XF4

Betongoverdekning: 65±15mm for OK bruplate
75±15mm for kantdragere
115±15mm for øvrige betongoverflater
- Fundamentering:**
Aks 1 og 2 direkte fundamentert på fylling.
Erosjonssikring t=1500mm, front og sider til fundamenter på fylling.
- Belegning:**
Fuktisolering type A3-4, bindlag og slitelag 80 mm Ab16 pmb, total tykkelse 92 mm.
- Rekkverk:**
Godkjent kjørestærkt bruekkverk med styrkeklasse H2, h ≥ 1200 mm og med tilhørende godkjent overgang til H2-vegvekkverk.
- Lagre:**
Ensidig og allsidig bevegelig lager i aks 1 og 2.
- Katodisk beskyttelse:**
Armering i landkar gis katodisk beskyttelse.

D01	For godkjenning hos oppdragsgiver	FrSyl	JaEiv	SteRoe	2023-05-31
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utskr	Kont	Godkjent	Rev. dato
Tegningsdato		2023-05-31			
Bestiller		Sigrid H. Hanssen			
Produsert for		Trøndelag fylkeskommune			
Prosjektnummer		409080			
Kontrakt nummer					
Byggesaksnummer					
Koordinatsystem		EUREF89 NTM8			
Høydesystem		NN2000			
Målestokk		Som vist			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjonsbokstav
FrSyl	JaEiv	SteRoe	52204920	K101	D01

Profilnummer	165	170	180	190	200	210
Profilhøyde	6,555	6,846	7,428	8,009	8,591	9,173
Vertikalkurve	s = 5,82%					
Horisontalkurve	A = 58,737		R = ∞			
Tverrfall	3%					
	H.kj.b.k.					
	V.kj.b.k.					



MERKNADER

- Generelt:
Vegklasse L, ADT (2044) < 700, fartsgrense 50 km/t.
Føringsbredde: 7,5 meter
Arstell for ferdigstillelse: Antatt 2024/2025
Under bru: Kvernøystrømmen

Konstruksjonstype: Ettspenns spennarmert bjelke/platebru i betong.

Overbygning støpes i ett uten støpeskjøt.
- Regelverk:
Håndbok N400 Bruprosjektering (2022-01-01).
Eurokoder NS-EN 1990-1998 med NA.
Håndbok N101 (2022-12-21).
Utførelse i henhold til Håndbok R762 Prosesskode 2 (2018) og NS-EN 13670 2009+NA:2010.
Utførelsesklasse: 3 (Utvidet).
- Lastdata:
LM1, LM2 og LM3 sentrisk kjøring uten annen trafikk på brua.
Dimensjonerende belegningsvekt: 3,5 kN/m².
Støtlast (ulykke) fra fartøy mot overbygning: 100 kN.
Støtlast (ulykke) fra fartøy mot underbygning: 1000 kN
- Materialer:
Betong: B45 SV-Standard
Slakkarmering: B500NC, NS 3576-3
Spennarmering: iht. NS-EN 10138, fp0,1k/fpk = 1640/1860 MPa

Betongens terningtrykkfasthet ved oppspenning min. 45 N/mm².
Terningtrykkfastheten skal dokumenteres før oppspenning.

Eksponeringsklasse betong: XS3/XF4

Betongoverdekning: 65±15mm for OK bruplate
75±15mm for kantdragere
115±15mm for øvrige betongoverflater
- Fundamentering:
Landkar i akse 1 fundamenteres på fylling mot berg/sjøbunn.
Det antas sprengning av berg for fyllingsetablering av bakre del landkarsåle.
Akse 2, fundamentering på betongavrettet flåsprengt/pigget berg, med skrå vingemur av naturstein som settes opp bakover og ut fra landkarvegg for å ta opp vegfylling.
- Belegning:
Fuktisolering type A3-4, bindlag og slitelag 80 mm Ab16 pmb, total tykkelse 92 mm.
- Rekkverk:
Godkjent kjøresterkt brurekkverk med styrkeklasse H2, h ≥ 1200 mm og med tilhørende godkjent overgang til H2-vegarekkverk.
- Lagre:
Ensidig og allsidig bevegelig lager i akse 1 og 2.
- Katodisk beskyttelse:
Armering i landkar gis katodisk beskyttelse.

Plan
1 : 100

D01	For godkjenning fra oppdragsgirer	FrSyl	JaEiv	SteRoe	2023-05-31
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kont	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
Trøndelag fylkeskommune		Tegningsdato	2023-05-31		
		Bestiller	Sigrid H. Hansen		
		Produsert for	Trøndelag fylkeskommune		
Fv. 6466 Kvernøystrømmen og Trøstrømmen		Produsert av	Norconsult		
		Prosjektnummer	409080		
		Kontrakt nummer			
		Byggesaksnummer			
Bru over Kvernøystrømmen		Koordinatsystem	EUREF89 NTM8		
Oversikt		Høydesystem	NN2000		
Forprosjekt		Målestokk	Som vist		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	K201
FrSyl	JaEiv	SteRoe	52204920	revisjonsbokstav	