

► Fv. 317 Helgerødgata - Kanalbrua

Forprosjekt ny Moss kanalbru (31-0001) og interims-løsning

3103 MOSS KOMMUNE

Plan-ID 3103_473

Oppdragsnr.: 52301221 Dokumentnr.: VFK.0.KON.TEKN.R.001 Versjon: E01 Dato: 2024-03-22



Oppdragsgiver:	Østfold fylkeskommune
Oppdragsgivers prosjektleder:	Jyar Dara
Rådgiver:	Norconsult Norge AS
Oppdragsleder:	Pia Kristin Mortensen
Fagansvarlig:	Bruer og konstruksjoner - Thorbjørn Teigen
Andre nøkkelpersoner:	Bruarkitektur - Sigurd Gjesti Berge Konstruksjon - Per Kristian Ekeberg Geoteknikk - Gry A. Brattensborg Anleggsteknikk - Hans Olav Omnes Kulturarv/-miljø - Silje Margrete Moe Nevland / Linnea Stickler Ytre miljø - Sigrun Tytlandsvik / Morten Strøyer Andersen Kystteknikk - Martin Tveit (stormflo) Stig Bjørlew Dalsøren (strømforhold og vannutveksling) Kostnader - Thorbjørn Teigen og Jon Kvisberg, Hilde Rannem Isaksen (vedlikehold)

E01	2024-03-22	Til 1. gangs behandling	TTe	PKE	PiKMo
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult Norge 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.

► Sammendrag

Denne rapporten presenterer valgt brukonsept for Ny Moss kanalbru, brunummer 31-0001.

Det er valgt å gå videre med en 3 spenns bjelke-plate-bru i plasstøpt betong. Brua er fundamentert på rammede utstøpte stålrørspeler som friksjonspeler. Bruoverbygningen består av 6 stk langsgående bjelker med mellomliggende platefelt. Bjelkene er relativt høye over støtter og så lave som mulig i midtfelt, for å gi best mulig seilåpning under bru, og for å gi brua en tiltalende bueform i underkant. Spennlengdene er 17 m (endefelt på Jeløya / vestsiden over turveg og brygge) + 30 m (midtfelt over Kanalen) + 12 m (endefelt på Sentrumssiden / østsiden over turveg og brygge). Det er glidelager i akse 1 (i vest) og ellers monolittiske og relativt slanke skivesøyler for å tåle tvangsbevegelser i overbygningen. Det korte endefeltet mot øst skyldes dårlig plass mot SVV rundkjøring på Rv 19. Dette medfører noe strekk i søyler i akse 4. Strekket forplanter seg imidlertid ikke ned i underliggende peler pga egenvekt av fundament og overfylling (ballast). Brua har relativt stor føringsbredde på 27,5 m med ytterligere breddeutvidelser mot bruendene. Dette legger til rette for 3 kjørefelt samt tosidig fortau og sykkelveg på nordsiden. Brua er også forberedt for en eventuell fremtidig situasjon med 4 kjørefelt samt noe smalere tosidig fortau og sykkelveg på nordsiden. Brua dimensjoneres for full trafikklast i full bredde for fremtidig fleksibilitet i forhold til kjøremønstre. Brua legger også til rette for romslige gangforbindelser (turveg og brygge) under bru på begge sider av Kanalen. Se tegning K100 for oversikt bru.

Før dette konseptet ble valgt ble det utredet og sammenlignet 4 ulike brukonsepter. To av disse brukonseptene var 1 spenns-bruer hentet fra forarbeidsrapporten med noe justering/videreutvikling, mens to av brukonseptene var nye 3 spenns-bruer:

- «1 spenns» plasstøpt betongbru
- 1 spenn samvirkebru i stål med påstøpt betongdekke
- 3 spenns plasstøpt betongbru
- 3 spenns samvirkebru i stål med påstøpt betongdekke

På bakgrunn av en metodikk basert på økonomisk, sosial og miljømessig bærekraft, kom vi frem til at brualternativet med 3 spenns betongbru var det klart beste brukonsept totalt sett, og det ble vedtatt å gå videre med dette brualternativet.

► Innhold

1	Grunnlagsmateriale og forutsetninger	6
1.1	Grunnlagsmateriale	6
1.2	Forutsetninger og grunnlag for valgt brukonsept	6
1.3	Prosjekteringskrav	10
1.4	Valg gjort i prosjekteringen – sentrering av bruspenn	10
1.5	Grunnforhold og forutsetninger for fundamentering	10
1.6	Kabler og ledninger	12
1.7	Hydrologi og krav til seilingshøyde	13
1.8	Seilingshøyde	15
1.9	Miljøpremisser	15
1.10	Kulturminner	16
1.11	Risiko- og usikkerhetsvurdering, HMS i byggefase og i driftstida	19
2	Anleggsgjennomføring	20
2.1	Riggområder og logistikk i byggefase	20
2.2	Lektere i kanalen	21
2.3	Oppfylling av anleggsgjennomføring i kanalen	22
2.4	Oppsummering av løsning for anleggsgjennomføring	23
2.5	Riving av eksisterende bru og eksisterende bygg	24
2.6	Andre relevante dokumenter for anleggsgjennomføringen	25
3	Eksisterende kontrolltårn	27
3.1	Plassering av kontrolltårnet	27
4	Midlertidig omkjøring (interimsløsning)	28
5	Presentasjon av valgt konsept for konstruksjoner	29
5.1	Presentasjon av valgt brukonsept	29
5.2	Videreutvikling av vinnende brukonsept	32
5.2.1	<i>Optimalisering av pelegrupper.</i>	32
5.2.2	<i>Supplerende beregninger og optimaliseringer.</i>	33
5.2.3	<i>Arkitektonisk forbedring av konsept.</i>	33
5.2.4	<i>Landskapstilpasning og tilrettelegging for gående ved bru</i>	34
5.2.5	<i>Plassering av servicebygg for gjestebrygga</i>	35
5.2.6	<i>Byggemetode / gjennomføring</i>	37
5.3	Presentasjon av valgt konsept for andre konstruksjoner	37
5.3.1	<i>Brygger under og ved bru</i>	37
5.3.2	<i>Støttemur ved Moss Glassverk Administrasjonsbygg</i>	40
5.3.3	<i>Støttemur i kryss Helgerødgata og Værftsgata</i>	41
5.3.4	<i>Støttemur under bru ved østre bruende</i>	42

5.3.5	<i>Støttemurer bak bruender</i>	43
5.3.6	<i>Tørrsteinsmurer langs Kanalen</i>	45
5.4	Mengdeberegning og kostnadsoverslag	48
6	Vurderte brukonsepter	50
6.1	«Ett spenns» plasstøpt betongbru	50
6.1.1	<i>Beskrivelse av brukonsept med hovedkomponenter inkl fundamenteringsløsning</i>	50
6.1.2	<i>Byggemetode / gjennomføring</i>	53
6.1.3	<i>Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger</i>	53
6.2	Ett spenn samvirkebru i stål med påstøpt betongdekke	54
6.2.1	<i>Beskrivelse av brukonsept med hovedkomponenter inkl fundamenteringsløsning</i>	54
6.2.2	<i>Byggemetode / gjennomføring</i>	56
6.2.3	<i>Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger</i>	57
6.3	Tre spenns plasstøpt betongbru	57
6.3.1	<i>Beskrivelse av brukonsept med hovedkomponenter inkl fundamenteringsløsning</i>	57
6.3.2	<i>Byggemetode / gjennomføring</i>	60
6.3.3	<i>Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger</i>	60
6.4	Tre spenns samvirkebru i stål med påstøpt betongdekke	61
6.4.1	<i>Beskrivelse av brukonsept med hovedkomponenter inkl fundamenteringsløsning</i>	61
6.4.2	<i>Byggemetode / gjennomføring</i>	64
6.4.3	<i>Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger</i>	64
6.5	Trafikkavvikling	64
6.6	Risiko og usikkerhetsvurdering	65
6.7	HMS (i byggefase og i driftstida)	65
6.8	Mengder, kostnader, levetidskostnader og klimagassutslipp	65
6.8.1	<i>Mengdeberegning og kostnadsoverslag</i>	65
6.8.2	<i>Levetidskostnader</i>	67
6.8.3	<i>Klimagassutslipp</i>	68
6.9	Evaluering av brukonseptene	69
6.9.1	<i>Beskrivelse av evalueringskriterier og evalueringsmatrise</i>	69
6.9.2	<i>Evaluering av de ulike kriteriene for de ulike brukonseptene</i>	70
6.9.3	<i>Total score og anbefaling av vinnende brukonsept</i>	71
6.10	Videre arbeid, restanser, optimalisering, etc.	72

1 Grunnlagsmateriale og forutsetninger

Dette kapittel beskriver grunnlagsmateriale og forutsetninger, prosjekteringskrav, grunnforhold, kabler og ledninger, hydrologi, miljøpremisser, etc.

1.1 Grunnlagsmateriale

Lovdata – forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet.

Gjellende Eurokoder med tilhørende nasjonale tillegg.

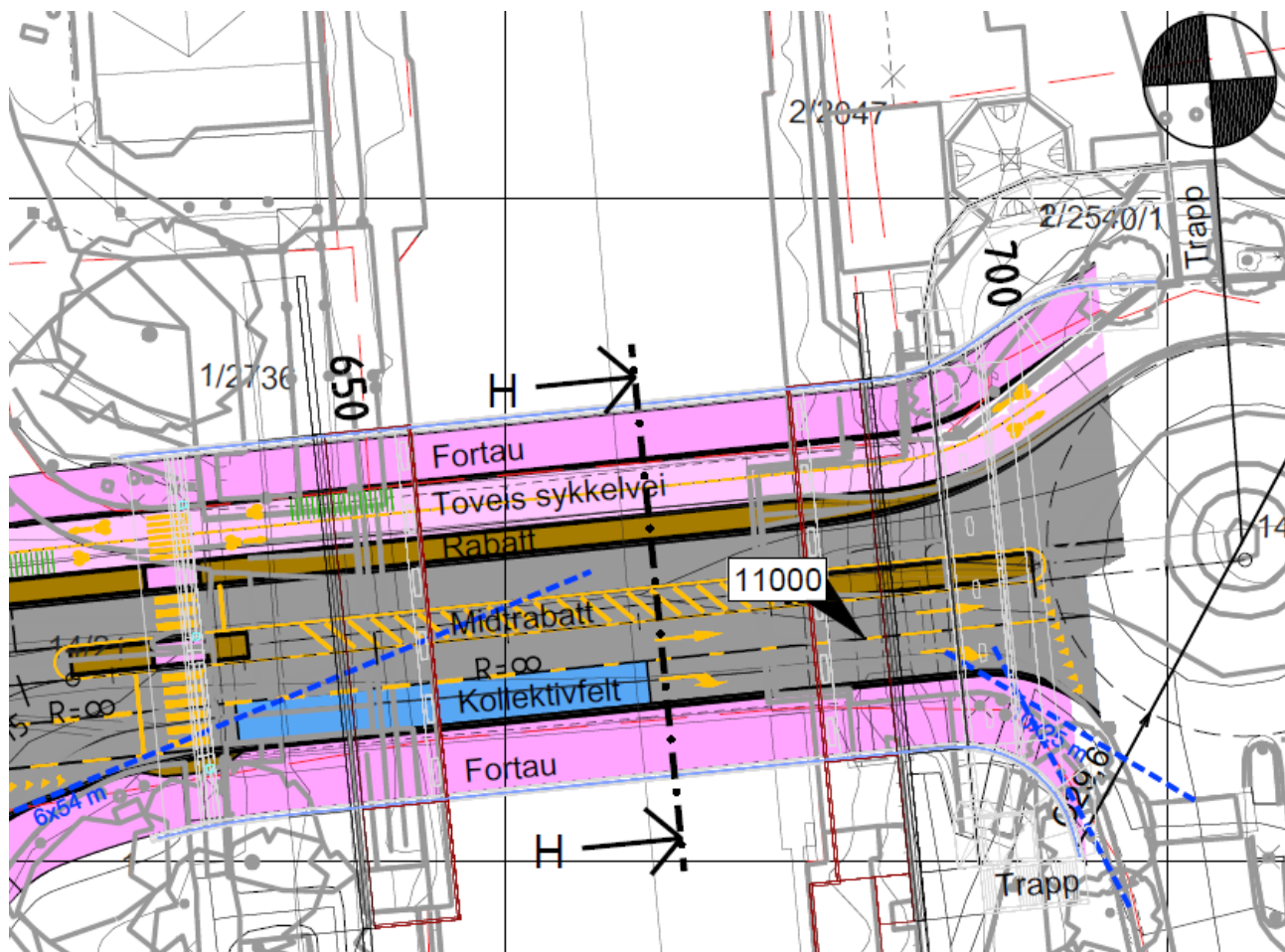
Statens vegvesens håndbøker:

- Håndbok N400 – Bruprosjektering (jan 2024)
- Håndbok N100 – Veg- og gateutforming (okt 2023)
- Håndbok N101 – Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr (des 2022)
- Håndbok N762 Prosesskode 2 (jun 2018)
- og andre relevante håndbøker.

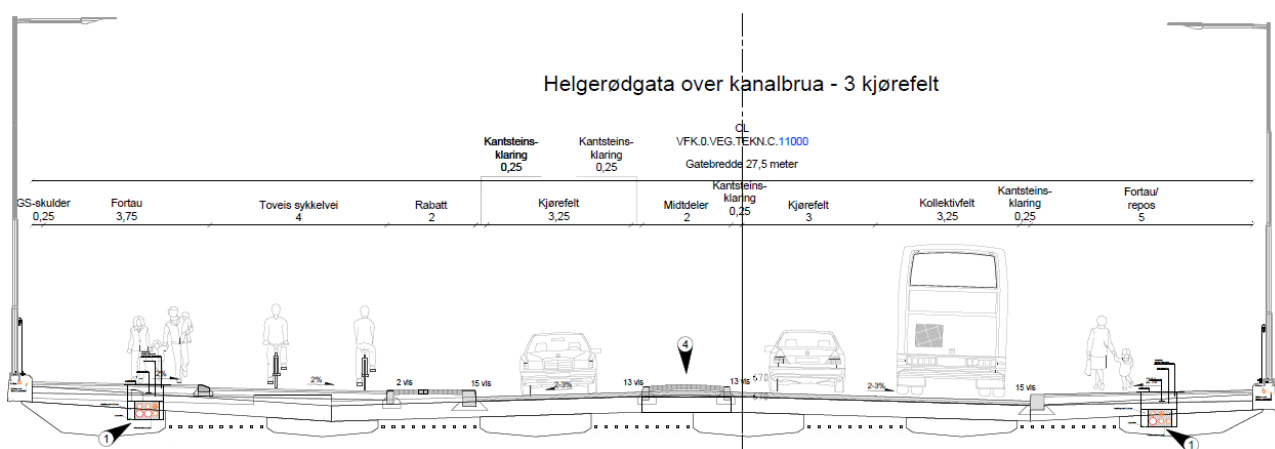
1.2 Forutsetninger og grunnlag for valgt brukonsept

- Brua er av bruforvalter tildelt brunummer 31-0001.
- Brueier er Østfold fylkeskommune.
- Registrert ÅDT i 2022 (kjørende) er 20100 kjøretøy på kanalbrua
Det er forutsatt 0-vekst. Økningen i persontrafikk skal tas med kollektiv, sykkel og gange.
- Registrert timetrafikk i rush i 2023 er 200 syklist.
- Dimensjonerende brukstid er fastsatt til 100 år.
- Bruas føringsbredde er 27,5 m (pluss breddeutvidelser i bruenden).
- Unngå innsnevring av Kanalen under bru.
- Ønske om mulighet for tosidig brygge og turveg under bru, med best mulig frihøyde, men også mest mulig tørt i forhold til høyvann.
- Oppnådd seilåpning med høyde 4,5 m over HAT og bredde 11,25 m. (Absolutt minimum var som for dagens bru med høyde 4,1 m over HAT).
- Økonomisk ansvarlig bru.
- Enkel bru å drifte.
- 3% tverrfall for kjørefeltene (tilpasses inn mot kryss).
- Høybrekk på veglinje over kanalmidte og maksimalt lengdefall 3% inn mot rundkjøring på rv. 19. Dette er viktig for å få mest mulig seilingshøyde i kanalen og mest mulig frihøyde for gående under bru. I praksis har maks lengdefall blitt 2% for å forskyve lavbrekk utenfor bruender.
- Dimensjonerende flomhøyde for oppdriftsberegninger er 200 år (kote +1,63) i kombinasjon med andre laster.
- Full trafikklast (LM1, LM2, LM3 og LM4) på hele brua med tanke på fremtidig fleksibilitet i forhold til kjøremønster. Engangstransporter (LM3) med vilkårlig plassering på bru, men uten samtidig trafikk i samme kjørefelt.
- Bruoverbygningen med tverrfall og sluk skal være forberedt for både 3 og 4 kjørefelt.
- Dimensjonerende belegningsvekt: 3,5 kN/m². Rabatter, fortau og sykkelfelt kan i praksis ha større belegningsvekt (maks 7,5 kN/m²), men dette er ikke dimensjonerende da det ikke vil opptre samtidig med full trafikklast.

- Islast fra termisk ekspansjon (iht. SVV HB N400-5.10.4): 200 kN/m i vilkårlig retning opp til 10 års vannivå (+1,28 moh). Ingen drivende is.
- Påseilingslast fra skip (iht NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008): 2600 kN i kanalretning og 1700 kN i tverretning med 680 kN tilhørende friksjon i kanalretning på fundamenter og søyler opp til kote +2,28. 100 kN påseilingslast på overbygning.
- Forprosjektet skal innhente nødvendig grunnlagsmateriale for prosjektering, i henhold til håndbok N400 kapittel 1, og det skal gi nødvendig grunnlag for teknisk kontroll av brukonsept, i henhold til håndbok N400 punkt 2.5.
- Bybrurekkverk på brua med høyde 1,4 m over asfalt.
- Begrenset tilgjengelig plass inn mot SVV rundkjøring i øst for Fv. 19.
- Krysningssløyve fra Kystverket vil bli søkt om etter at reguleringsplanen er vedtatt. Kystverket har imidlertid gitt innspill til ønsket seilåpning.
- Brua skal ha pålitelighetsklasse 3 i henhold til NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008, punkt NA.A2.1.1 (1).
- Iht. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Tabell NA. A1 (902) skal prosjekteringskontrollklassen for pålitelighetsklasse 3 være PKK3. Dette omfatter kontrollformene egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll.
- For utførelsen gjelder generelt utførelseskontroll klasse UKK3 som omfatter de samme kontrollformene som for prosjekteringskontrollklassen (etter NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Tabell NA.A1(903)). I tillegg skal betongarbeider utføres etter kravene til utførelsesklasse 3 iht. NS-EN 13670:2009+NA:2010.
- Nøyaktighetsklasse: Generelt klasse B, men klasse A for kantdragere iht SVV håndbok R762, Prosesskode 2.
- Se tegning K100 for ytterligere forutsetninger.



Figur 1-2 – Gate plangeometri benyttet i forprosjektet, linje 11000 fra tegning C002.



Figur 1-3 – Gate normalprofil benyttet i forprosjektet, fra tegning F004.

1.3 Prosjekteringskrav

Planlegging og prosjektering av ny Kanalbru følger håndbok N400 Bruprosjektering fra Statens vegvesen og gjeldende standarder. Vegnormalen bygger på bestemmelsene Eurokode med nasjonale tillegg. Trafikkklaster LM1, LM2, LM3 og LM4 er definert i NS-EN 1991-2:2003+NA:2010 og "Forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet". Disse skal virke over full brubredde.

Prosjektert løsning skal optimaliseres med hensyn på klimagassutslipp, miljø og bærekraft, innenfor prosjektets tekniske og økonomiske rammer.

Prosjektets 3D-koordinatsystem skal være EUREF 89NTM sone 10 og NN2000.

1.4 Valg gjort i prosjekteringen – sentrering av bruspenn

Sentrering av bruspenn er valgt utført i forhold til dagens bryggekanter. Dvs at brua ikke er helt symmetrisk om kanalverrsnittet, men langt mer sentrert enn dagens bru som står på en spuntkasse ute i kanalen. Årsaken til dette valget er å begrense spennlengden, da økt spennlengde generelt fører til økte kostnader, samt at det virker usannsynlig at dagens gjestebrygge på østsida av kanalen skal fjernes i fremtiden.

1.5 Grunnforhold og forutsetninger for fundamentering

Det er utført grunnundersøkelser ved brua i forbindelse med planlegging og bygging av eksisterende bru og i forbindelse med planlegging av ny bru og for interimsløsning for kryssing av kanalen. I tillegg foreligger det opplysninger om grunnforhold fra nærliggende prosjekter, fra pelearbeider for bru over jernbanen (Kanalbruas forlengelse) og grunnundersøkelser for rv. 19 gjennom Moss.

Grunnundersøkelsene viser at det er stor løsmassemektighet ved brua og lenger sør langs kanalen ved mulig interimsløsning for kryssing av kanalen. Totalsonderinger som er utført for dette prosjektet er avsluttet i løsmasser ved ca. 80 m dybde. En totalsondering utført for et nærliggende prosjekt ble avsluttet i løsmasser ved ca. 100 m dybde uten å ha nådd berg. Det er utført noen trykksonderinger og prøvetaking i tillegg til totalsonderinger, disse er avsluttet forholdsvis grunt. En av grunnene til dette er utfordringer med innhold av grove masser, som har medført ødelagte prøvesylindere.

Basert på grunnundersøkelsene som er utført vurderes grunnforholdene hovedsakelig å bestå av sand/grus/silt og leirmasser over middels fast til fast / meget fast leire eller siltig leire. Det antas å være et morenelag fra ca. 30 – 35 m dybde. Laboratorieundersøkelser utført på prøver tatt opp i forbindelse med bygging av eksisterende bru på 1950-tallet (prøver ble tatt fra bunn byggegrop ved kt. -8) betegnet leire- / siltig leirlaget som moreneleire. Erfaringer fra peleramming for brua over jernbanen tilsier at massene inneholder en del grove masser og stein da det ble en del vrakpeler. Brua over jernbanen ble fundamentert på rammede betongpeler.

Resultater av grunnundersøkelser utført for ny bru over kanalen er samlet i geoteknisk datarapport, rapport GEOT-2023-045-A, datert 2023-03-07. Rapporten er utarbeidet av Viken fylkeskommune. Det er vurdert at brua ikke er plassert i et område som kan bli utsatt for et potensielt kvikkleireskred, da brua vurderes å ikke ligge innenfor et løsne- eller utløpsområde.

Basert på de stedspecifikke forutsetningene så fremstår 4 peletyper å kunne være egnet for ny bru, disse er følgende:

- Rammede betongpeler
- Rammede grove stålrørspeler
- Rammede micropeler (RD-peler)
- Plasstøpte pilarer som fortsettes i en søyle opp i bruplate

HP-peler kunne være egnet, men denne peletypen er ikke utredet nærmere før belastning av pelene er mere kjent (denne peletypen er ikke godt egnet for lastkombinasjoner med momentpåkjenning om to akser). Ny bru over kanalen foreslås fundamentert på rammede, lukkede stålrørspeler som friksjonspeler. Det kan bli aktuelt at det som alternativ til stålrørspeler eller i kombinasjon med stålrørspeler i enkelte brukser, benyttes mindre RD-peler som rammes til en grunnere dybde. Avhengig av brukonsept og tilhørende pelelaster, er det aktuelt å velge ulike peledimensjoner og -lengder. Som nevnt over ble det utført trykksonderinger og prøvetaking til begrensede dybder, slik at vurdering av nødvendige pelelengder er usikre. Totalsonderinger gir ikke et sikkert grunnlag for å vurdere eller beregne pelers bæreevne. Det må i det videre arbeidet vurderes nøyere vedrørende pelelengder, og også vurdere å utføre supplerende trykksonderinger og evt. prøveserier til større dybder for å få bedre og sikrere grunnlag for peledesign og pelelengder. Rammeutstyr (tilført rammeenergi til peletopp) for peler og pelens stivhet må være tilstrekkelig for å kunne verifisere tilstrekkelig bæreevne i forhold til pelelast ved stoppslagning i løsmasser. Det antas ramming med loddvekt 100 – 120 kN. Det er aktuelt å utføre PDA-målinger på peler for å verifisere bæreevne av pel og rammeutstyrets netto rammeenergi. Der peler skal etableres gjennom eksisterende brufundamenter, må eksisterende fundament være fjernet i tilstrekkelig grad slik at det blir tilstrekkelig klaring mellom eksisterende fundament og nye peler før ramming. Det kan bli behov for spunt for å fjerne deler av de eksisterende fundamentene, dette må vurderes nærmere.

Ved brua er det på begge sider av kanalen tenkt etablert spuntvegger som bakforankres med løsmassestag blant annet for å få rammet peler og bygget brufundamenter. Nivå på avgravet terreng på framsiden av spuntvegger er tenkt ved ca. kt +1. Det kan bli behov for å ramme peler for peleakser nær kanalbredden fra lekter, dette må vurderes nærmere.

1.6 Kabler og ledninger

Det er en del konflikter mellom spunt / konstruksjon og eksisterende høyspentkabler, lavspentkabler, signalkabler og vannledning.

Generelt bør kabler og ledninger nærmere spunt/peler enn 2 meter avdekkes eller på annen måte bestemmes for å sikre eksakt plassering.

Generelt etterstrebes det å overholde avstandskrav i VA-norm på 5 m mellom VA-ledninger og konstruksjoner. Eventuelt sette inn tiltak i henhold til normen om det viser seg vanskelig å overholde avstandskrav.

Det planlegges å legge om både VA-ledninger og elektriske kabler og ledninger samt signalkabler i forkant av spuntarbeidene. Mest sannsynlig trase for omlegging er på tvers av Helgerødgata på vestsiden av ny bru og på tvers av Kanalen på sydsiden av ny bru.

Tegning GH002 viser eksisterende VA-anlegg.

Tegning IN003 viser eksisterende elektriske kabler og ledninger. Tegning IN103 viser foreslått omlegging av høyspentledninger. Disse tegningene er imidlertid unntatt offentlighet. Det er særlig viktig at høyspent regionalnettkabel legges trygt om før spuntarbeider. Denne er gammel, sårbar og har en meget viktig funksjon. Den planlegges omlagt i OPI-kanal vest og syd for ny bru.

Vannledning (VL250) på tvers av kanalen, rett syd for eksisterende bru, er en av tre større vannledninger som fører drikkevann fra fastlandet til Jeløya. Ifølge Gemini-databasen er denne ledningen lagt i 1940, og det kan dermed tenkes at den uansett er moden for utskifting. Ledningen er i konflikt med både spunt og peler for ny bru. Den planlegges omlagt syd for ny bru.

1.7 Hydrologi og krav til seilingshøyde

De viktigste sjøtilstander kan finnes fra Sehavnivå.no.



Figur 1-4 – Vannstander fra Sehavnivå.no i forhold til Sjøkartnull (til venstre) og i forhold til NN2000 (vår høydereferanse på tegninger og i modell) (til høyre)

I tillegg er det laget et notat for stormflo, bølger og is i kanalen (VFK.0.KYT.TEKN.N.001).

Sammendrag av notat:

- Stormflo inntreffer når høyt astronomisk tidevann, lavtrykk og vedvarende pålandsvær sammenfaller. Dette resulterer i en ekstrem høy vannstand. Som følge av at havnivået stiger, vil fremtidig stormflonivå være høyere enn i dag.
- Stormflonivå for Moss er 188 cm over NN2000 i sikkerhetsklasse F1
- Stormflonivå for Moss er 215 cm over NN2000 i sikkerhetsklasse F2
- Stormflonivå for Moss er 233 cm over NN2000 i sikkerhetsklasse F3
- Stormflonivå for bygging av veg/bro er 225 cm over NN2000 i henhold til krav fra N100 og N200
- Signifikant bølgehøyde med 200 års returperiode inne i kanalen med bidrag fra både havbølger og vindbølger er beregnet til $H_{m0, komb} = 0.75$ m.
- Vern mot bølger og stormflo må vurderes for hvert enkelt tiltak, men det anbefales at det etableres en faresone for kombinert stormflo og bølger for alt areal som ligger nærmere enn 10 m fra faresone for stormflo, kombinert med alt areal som er ligger lavere enn kote +2.5 m over NN2000.
- Moss er en av havnene i Norge som har tidvis islagte farvann. Det kan ikke utelukkes at kanalen kan fryse under kalde vintre

I tillegg setter Statens vegvesen håndbok N400 punkt 3.6.2-2 krav til bruers minste klaring over sjø:

KRAV 3.6.2—2 SKAL

GJELDENE FRA 01.01.2022

Minste vertikale klaring over sjø skal være den største av høyeste astronomiske tidevann (*HAT*) + 2,5 meter og middelvann (*MV*) + 3,5 meter. Kravet gjelder ikke for ferjekaier.

$$HAT + 2,5 \text{ m} = 0,26 \text{ m} + 2,5 \text{ m} = + 2,76 \text{ m}$$

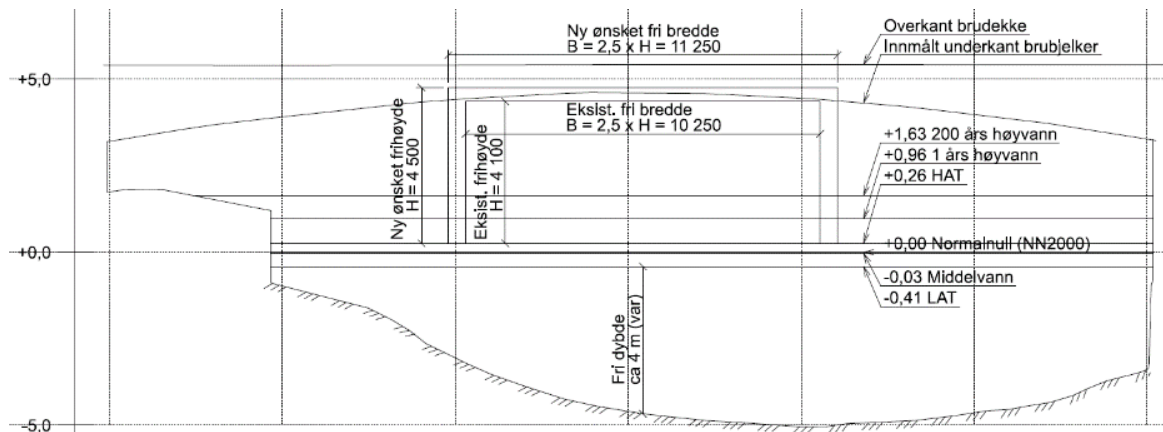
$$MV + 3,5 \text{ m} = -0,03 + 3,5 = + 3,47 \text{ m}$$

Det er altså kravet til underkant bruoverbygning på minimum kote + 3,47 moh (NN2000) som blir dimensjonerende for bruoverbygningens generelle høyde. Valgt brualternativ tilfredsstiller dette kravet, se oppriss bru på tegning K100.

I tillegg er det et strengere krav lokalt for seilingshøyde, se neste kapittel.

1.8 Seilingshøyde

Kystverket har et minstekrav om at dagens frihøyde på 4,1 m opprettholdes. I tillegg ønsker de helst at dette økes til 4,5 m. Fri seilingshøyde skal gjelde over en bredde på 2,5 ganger frihøyden.



Figur 1-5 – Innmålt eksisterende bru med inntegnet boks for seilingshøyde og ønsket ny seilingshøyde

Valgt brualternativ tilfredsstiller dette ønsket til seilingshøyde, se oppriss bru på tegning K100.

1.9 Miljøpremisser

I alle alternativene vil ca. 17 store trær komme i konflikt med arbeidene ved å bygge ny bru. Av disse 17 er 12 i det opprinnelige Kanalparkanlegget. Ett tre på nordvestsida av brua har også misteltein, og det må i videre prosjektering arbeides for å beholde særlig dette treet med misteltein, da misteltein er forskriftsfredet. Det vil bli nødvendig å søke dispensasjon fra forskriften om bevaring skulle vise seg å ikke være mulig.

I henhold til forurensningsforskriften skal grunnen undersøkes for forurensning hvis man mistenker at det kan være forurensning til stede. I forbindelse med inngrep i eldre byjord vil det alltid være mistanke. Massene må derfor undersøkes i forbindelse med bygging av ny bru og etablering av midlertidig bru. Dette skal sikre at massene som ligger igjen oppfyller kravene i Forurensningsforskriften og at masser som kjøres bort disponeres korrekt. Undersøkelsene gjøres ved prøvetaking og analyser av jordprøver.

Det er gjort miljøkartlegging av kanalbrua, kontrolltårn og servicebygg/Fiskebasar, se rapport VFK.0.YTM.YMBK.R.003. De viktigste funnene er av asbest, KFK/HKFK/HFK og EE-avfall.

Sedimentprøvetaking i Kanalen ble utført i desember 2023, VFK.0.YTM.YMBK.R.001. Det er forurensede sedimenter i hele det undersøkte området. I videre prosjektering må det beskrives tiltak for å begrense spredning av miljøgifter og partikler i anleggsfasen.

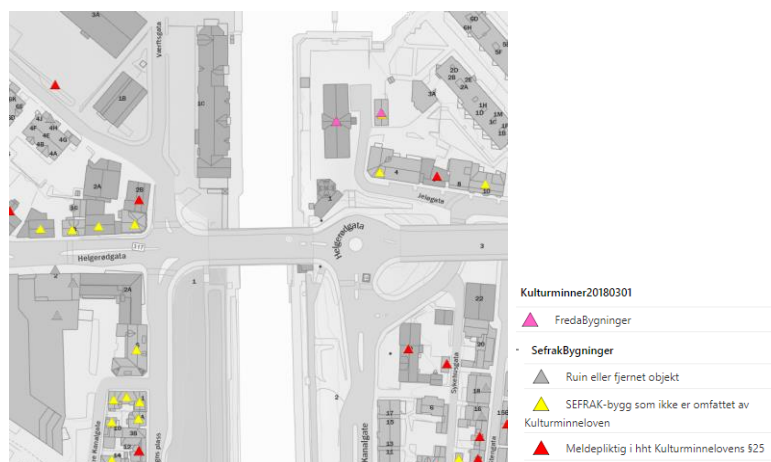
Naturmangfoldkartleggingen, jevnfør VFK.0.NAT.PLAN.R.001, viste at naturkvalitetene i kanalen er nokså svekket, men det ble gjort funn av en blåskjellbank i tidevannssonen rett sørøst for kanalbrua. For anleggsfasen må det i videre prosjektering innarbeides tiltak for å redusere påvirkning, særlig ved å redusere partikkelspredning og ved valg av utfyllingsmasser. Tiltak for å sikre tilstrekkelig vanngjennomstrømming gjennom utfyllingen i tillegg til tidsbegrensning for anleggsvirksomhet vil også være relevante avbøtende tiltak.

Det er utarbeidet et miljøprogram, VFK.0.YTM.YMBK.R.002, YM-plan, som skal være førende for en prosjekttilpasset miljøoppfølgingsplan for anleggsfasen. Dette som angitt i både YM-plan og reguleringsplanbestemmelser.

1.10 Kulturminner

Moss har en relativt ung bystruktur hvor store deler av dagens etablerte by stammer fra de siste 150 årene. Et av de mest formende grepene er utgravingen av kanalen som gjorde Jeløya til en øy i 1855. Åpningen av kanalen i 1855 førte med seg en betydelig utvikling av Moss by med nyetableringer og videreutvikling av industri rundt Mossesundet, samt skipsbygging. Kanalen har de senere årene hatt tre ulike bruer. Det historiske perspektivet rundt kanalen og bruene er gjort rede for i *Vedlegg 1 Kulturminnedokumentasjon Kontrolltårnet*. I tillegg til kanalbrua omfatter planområdet en avgrenset del av Kanalparken og Kanalen. Området rundt kanalen er del av et bylandskap som er representativt for regionen. Moss sentrum er definert som et regionalt verdifullt kulturmiljø i kulturminneplan for Østfold 2010-2022. Det aktuelle området er i kommunedelplan for Moss sentrum omfattet av to hensynssoner H570 bevaring kulturmiljø for nordsiden og sørsiden av Kanalbrua. Kanalparken og selve kanalen er i gjeldende reguleringsplan avsatt til spesialområde bevaring.

Nær anleggsområdet er det flere bygninger med kulturhistorisk verdi som må hensyntas. Dette redegjøres for i større grad i *Konsekvensvurderingen for Kulturminner og Kulturmiljø*. Både SEFRAK-registrerte bygninger (bygg etter 1850) og bygninger eldre enn 1850 (rød trekant) har meldeplikt til offentlige organer iht. Kulturminneloven dersom det skal gjøres endringer på bygningen. I dette prosjektet legges det ikke opp til endringer på bygningene, men det vil måtte tas hensyn i anleggsarbeidene for å unngå uønskede konsekvenser. For bygningene i Jeløygata og den fredede Tollboden vil det være nødvendig å sette opp et sikringsgjerd for å unngå at anleggsmaskinene kommer for nære bygningene. Det er i dag kjennskap til setninger ved blant annet Tollboden og det anbefales dermed restriksjoner i tyngden på maskinene for å redusere risikoen for ytterligere setninger. I tillegg bør det registreres setninger digitalt med setningsmåler for i forkant, og monterer inn setningslogger der man vet det er aktive setninger for å ha kontroll på bevegelser. Fiskebasaren er en gjenskaping av den originale bygningen som ble revet ved bygging av dagens bru, men anses til å være et viktig historiefortellende element i området og bør hensyntas på lik linje. For anleggstrafikken i Værftsgata vil det være nødvendig med en sikringssone med støyskjerming nær bygningene i krysset til Helgerødgata. Bygningene er gamle og er mer utsatt for støv inn i sprekker på bygget. Anleggsarbeidene må ikke hindre adkomst til bygningene, spesielt ved inngangspartiene som er vendt ut på gateplan. Det planlegges ikke for inngrep eller endringer som kommer nærmere Sykehusgata 10 enn dagens situasjon. For å minimere slitasjeskader grunnet økt trafikk kan et tiltak være støyskjerm for å hindre ulemper i lyd og støv. Alle arbeid ifm. Grunnforhold nær alle bygningene må ikke komme borti grunnmur, og bygningene må fuktsikres med membraner og/eller tilsvarende masser som eksisterende så man ikke oppnår en høyere fuktbelastning ved ferdigstilling av prosjektet.



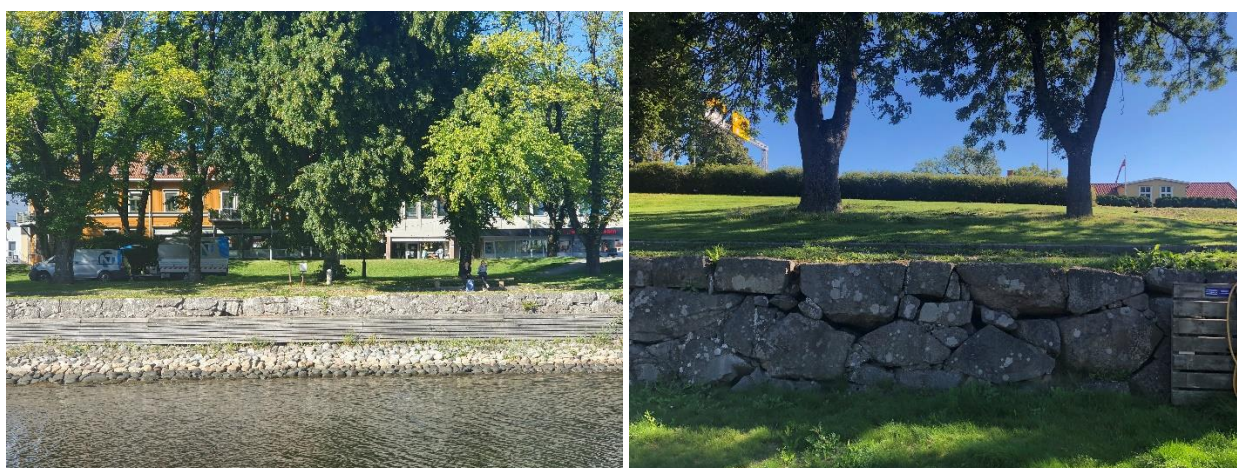
Figur 1-6 Utklipp over viktige bygninger. Hentet fra naturbase kart Miljødirektoratet.no

Kanalen er støttet opp av tuktede natursteinsblokker med tynningsstein og antas å være tørrsteinsmurt. Ved utgravingen av kanalen i 1853 ble det benyttet steinblokker som vegger i kanalsiden. Ifølge Moss historielag er det de samme steinblokkene som ble brukt ved utvidelsen av kanalen i forbindelse med bygging av ny bru i 1955, og som er synlige i dag. Steinsettingen langs vannkanten er også et viktig fortellende element for hvordan kanalen er bygd opp. Kanalen fremstår i dag smalere enn tidligere ettersom det er bygget et nivå til med asfaltdekke på østsiden som den nederste bryggerekka. Dersom det blir behov for å fjerne steinblokkene for å få utført arbeid må alle blokkene og kulesteinene fotograferes med nivelleringsstråd og nummereres på baksiden med en vannfastmaling, mens det på fremsiden ikke må brukes et stoff som kan fjernes. Alle steinene må tilbakeføres til opprinnelig sted ved endt anleggsperiode. Dersom fundamentering av ny bru medfører destruktive tiltak i originale steinblokker må dette avklares med fylkeskommunen. Alle arbeider som innebærer demontering er søknadspliktige tiltak.

Dersom det ved gravearbeider blir gjort funn i bakken som er av kulturhistorisk verdi som forankringspunkter eller annet skal dette hensyntas i videre arbeid.



Figur 1-7 Bildet til venstre er tatt fra vestsiden av Kanalparken på 1950-tallet. Her er en nedre rekke med steinblokker synlig i vannkanten før det kommer mindre steiner og en ny rekke med steinblokker er fundamentet for gangvegen. Bildet til høyre er tatt mot sør på den nye kanalbrua i 1957. Bildet viser rekken av steinblokker med et asfaltdekke over. Nedenfor dette er det i dag anlagt en ny flate med asfalt som i dag fungerer som brygge for småbåter. Hentet fra Mossehistorien.no



Figur 1-8 Bildene viser dagens situasjon med steinblokken, og pyntestein/steinmarkør fra 1855 på vestsiden. Foto Norconsult september 2023.

Gangvegene i Kanalparken har vært de samme siden parkens opprinnelse. I ytterkant av den innerste gangvegen er det pyntestein/steinmarkører i granitt som er synlige på bilder fra den første brua i 1855. Steinmarkørene kan minne om forankring for skip i kanalen, men er trolig ikke brukt til dette ettersom tauene hadde måtte krysse gangvegen, men er med på å gi et helhetsinntrykk av skipsfart. Dersom disse er i konflikt med anleggsarbeidene må de merkes og flyttes tilbake til opprinnelig sted ved endt anleggsperiode.



Figur 1-9 Bildet til høyre viser kanalparken rundt 1900, med lik steinmarkør til høyre i bildet som fotografiet til høyre. Foto Norconsult september 2023.

Før dagens bru har det ikke vært mulig med en undergang for gående. Høyden på gangvegene er et tydelig historisk element som må bevares. Ny bru skal videreføre dagens gangpassasje under brua. For å bevare siktlinjer og helheten rundt kanalen bør det etterstrebes å videreføre natursteinblokkene som en mur på begge sider av kanalen dersom løsningen åpner opp for det. Dersom det av høydemessige årsaker er behov for å senke gangvegen bør dette begrenses til rett under brua, og at natursteinsblokkene består.

Historisk sett har trerekkene langs kanalen bestått av en allé med lauvtrær på begge sider. Østsiden av kanalen har i dag kun én rekke i den nordligste delen som et resultat av utvidelse i trafikkareal. Denne siden har historisk sett ikke vært et like brukt promenadestrek, som vestsiden av kanalen. Der hvor det er nødvendig å felle trær må disse erstattes av lignende lauvtrær i lønne-, linde- eller almetrær som gjenoppretter linjene langs kanalen. Dersom trær står i direkte tilknytning til anleggsområde skal disse skjermes med stabile plater både mot stamme og røtter.

Statuen *Liggende dikter* av Hans Jacob Meyer i 1951 ved Logns plass bør fjernes og flyttes tilbake til opprinnelig sted ved endt anleggsperiode. Statuen anses ikke som et kulturminne, men har vært et element i parken siden 1959. På nordsiden er bysten *Willy Johansen* av Bruce Naigles. Bysten er av en byoriginal og er plassert på en av Willys mange inspeksjonsrunder og ble plassert på nordsiden av kanalbrua i 2018. Selv om kunsten er av nyere tid er de viktige historiefortellende elementer som må hensyntas og tilbakeføres. Dersom myndighet ønsker å flytte disse permanent må det tas i egen dialog.



Figur 1-10 Willy til venstre og Liggende dikter til høyre. Foto Moss kommune

1.11 Risiko- og usikkerhetsvurdering, HMS i byggefase og i driftstida

Det er generelt forsøkt valgt kjente og trygge løsninger som minimerer risiko og usikkerheter. Noe risiko vil det imidlertid alltid være i slike prosjekter, og det er avholdt to stk fareidentifikasjoner (øst og vest for Glasverket) med deltagere fra ulike relevante fag fra både Norconsult og Østfold fylkeskommune.

Det vises til:

Restrisikorapport Øst for Glasverket - VFK.0.LED.00.R.001

Restrisikorapport Vest for Glasverket - VFK.0.LED.00.R.002

Ny Moss kanalbru inngår i «Restrisikorapport Øst for Glasverket».

2 Anleggsgjennomføring

Det er trangt rundt brua i rivefase og byggefase, men prosjektet er vurdert som godt gjennomførbart. Det ble innledningsvis vurdert to hovedkonsepter for rigg, logistikk og anleggsområde. Dette var et relativt rent landbasert konsept og et relativt rent lekterbasert konsept. Begge disse hadde utfordringer alene, og det har etter hvert blitt klart for oss at det bør benyttes en kombinasjon av disse som utnytter det beste fra begge alternativene.

2.1 Riggområder og logistikk i byggefase

Det vil være svært begrenset plass til anleggsområde i direkte tilknytning til brustedet.

Vi ser for oss at entreprenør bør supplere med en / flere store lektere liggende i kanal under / ved brua (lilla figur nedenfor). Det kan også være aktuelt å fylle deler av kanalen sør for brua med midlertidig steinfylling.

Ved Moss bobilhavn er det et noe større område (grønn figur nedenfor) som entreprenøren vil ha god nytte av å disponere til rigg og lager. Herfra har de mulighet til å transportere materialer til brustedet både med lekter og med bil (røde piler). For å unngå plasskrevende snubevegelser for lange trailere etc på riggområdet, kan det være en ide å etablere en fast kjøreretning / rundkjøring rundt kvartalet ved Værftsgata (oransje figur nedenfor).



Figur 2-1 – Skisse riggområder og logistikk i byggefase

2.2 Lektere i kanalen

Et tiltak som bedrer gjennomførbarheten er bruk av lektere for å supplere de begrensede anleggsområdene ved brustedet, supplert med et sekundært rigg- og lagerområde.

- Trafikken av kjørende, gående og syklende legges om over kanalen, sør for eksisterende bro, med stenging av kanalen for tredjeperson.
- Det etableres spuntede avgrensede anleggsområder på begge sider av kanalen for å sikre stabilitet i massene og tilstrekkelig plass for riving og sanering av eksisterende bro.
- Anleggsområdene på hver side av kanalen må være tilstrekkelig store for å gjennomføre nødvendig fundamentering, med begrenset mulighet for lagring av materiell og utstyr.
- Tilkomsten til anleggsområdene på hver side av kanalen, anses i utgangspunktet å måtte være fra nord. Dette innebærer etablering av anleggsveg og riving/fjerning av noe eksisterende bygningsmasse og eventuelt vegetasjon for å få etablert denne tilkomsten.
- Anleggsområdene ved brustedet suppleres med lekter liggende i kanalen. Denne vil være stor og sperre store deler av kanalen. Lekteren vil supplere de begrensede anleggsområdene med rigg- og lagringsplass tett på brustedet.
- Anleggsområdet, på hver side av kanalen og lekteren i kanalen, kan forsynes fra et sekundært rigg- og lagerområde som etableres for eksempel ved Moss Bobilhavn. Her vil entreprenør kunne etablere riggfasiliteter i tillegg til mottak og lager for materiell som skal brukes i fundamentering og bygging av ny bru. Mellom brustedet og det sekundære rigg- og lagerområde håndteres logistikken med en kombinasjon av kranbåt / kranlekter og bil.
- Vegsystemet til og fra rigg- og lagerområdet tilpasses for å sikre god flyt og trafikkssikkerhet. Det er vurdert at dette er gjennomførbart med mindre tilpasninger som sikrer forsyning ved at trailere kommer til og fra rigg- og lagerområdet ved å kjøre i sløfye. Se figur ovenfor. Rigg- og lagerområdet ved Moss Bobilhavn anses også å kunne forsynes sjøveien.



Figur 2-2 – Eksempel på lekt 32 x 12 m

Marine operasjoner, med bruk av lektere for alt som trengs av utstyr er meget kostbart. Det bør kun brukes i de tilfeller hvor det ikke er mulig, eller for trangt å jobbe effektivt fra land. I neste kapittel har vi foreslått et tiltak som kan redusere behovet for maritime operasjoner.

2.3 Oppfylling av anleggsfylling i kanalen

Norconsult foreslår å legge interimsvegen på fylling i kanalen, og samtidig fyller kanalen med steinmasser mellom interimsveg og dagens bru. En slik fylling vil både sørge for god fleksibilitet og løsning for interimsvegen, og robust og sikker løsning for riving av gammel bru og bygging av ny bru.

Steinfyllingen for interimsvegen er anslått til ca 7000 m³. Den ekstra anleggsfyllingen mellom interimsfyllingen og eksisterende bru er anslått til ca 3000 m³.

Tidligere så vi også på muligheten for å fyller opp hele området under bru (4000 m³ ekstra oppfylling), men dette har vi gått bort fra, da det vil være utfordrende å fjerne fylling under ny bru, på grunn av begrenset frihøyde for stor gravemaskin.

Vi anbefaler altså at en eventuell anleggsfylling i kanalen kun etableres sør for bru, dvs i området mellom bru og interimsveg. Dette muliggjør også å rampe seg ned fra interimsvegen for å sikre anleggstilkomst fra sør. Dermed får byggegropa tilkomst både fra nord og sør. Oppfyllingsløsningen vil dermed sikre en robust og fleksibel anleggsgjennomføring.

Det er vurdert at oppfyllingen kan skje i kombinasjon fra land og fra sjø. Det er en fordel om mest mulig av oppfyllingen, og til slutt bortkjøringen, kan skje fra sjø, da dette vil kunne gjennomføres uten å påvirke trafikken og vegnettet i oppfyllingsperioden.



Figur 2-3 – Eksempel på splittlekter. Denne kan ta opp mot 150 lm³ og er 24 m lang og 7m bred

Fylling fra sjø, med f. eks splittlekter, vil minimere negativ påvirkning på vegnettet i oppfyllingsperioden, men vil fordele tilgang på steinmasser innenfor relativt kort avstand, som kan lastes i lekteren. Kaier i nærområdet, for eksempel den nevnte Moss Bobilhavn, vil også kunne fungere som lastekai for å ta massene fra bil til lekter for oppfyllingen. Siste del av oppfyllingen vil måtte skje med lastebil og gravemaskin eller med ordinære lekter og gravemaskin da dybden etter hvert vil bli for liten for splittlekter.

Forutsatt ca. 500 kr/m³ for tiltransport, utlegging og fjerning av steinmasser i Kanalen, vil den ekstra oppfyllingen av anleggsfylling i Kanalen koste ca 3000 m³ * 500 kr/m³ = 1,5 mill kr. Interimsfylling og anleggsfylling vil også påføre brygger en del skader som må rettes opp i etterkant. Vi mener likevel at dette gir besparelser i maritime operasjoner i minst samme størrelsesorden. Særlig nyttig er det at det blir mulig med en god kranoppstillingsplass på anleggsfyllingen.

Det bør nevnes at det er funnet en blåskjellbank i nærheten av eksisterende fundament (se figur nedenfor). Det bør gjøres tiltak som sikrer at denne ikke blir skadet. Dette begrenser størrelsen på anleggsfyllingen en del. Eventuelt er det mulig å sette spunt rundt denne figuren dersom entreprenøren verdsetter disse anleggsarealene tilstrekkelig høyt. Fyllingen kan kombineres med rørgjennomgang for vannutskifting dersom dette er nødvendig.

2.4 Oppsummering av løsning for anleggsgjennomføring



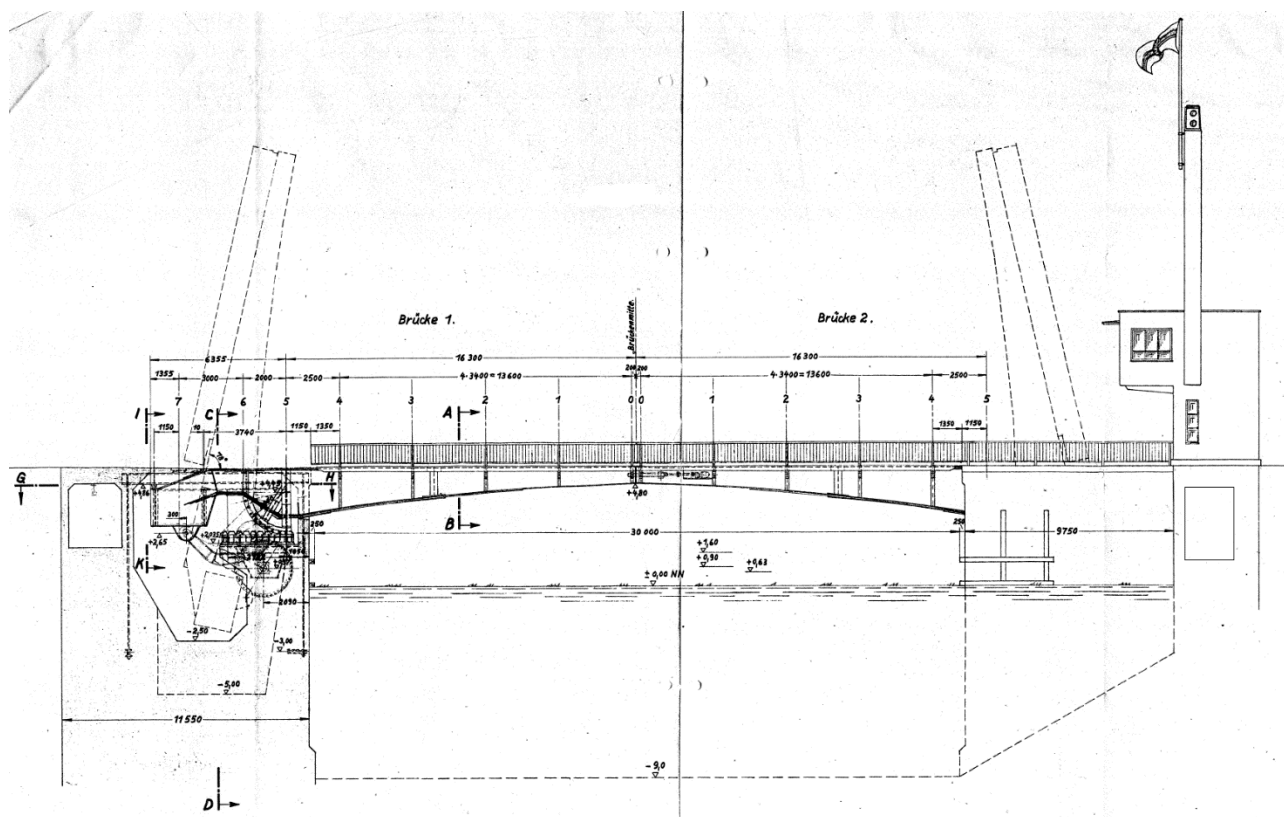
Figur 2-4 – Tilkomster til anleggsområdene

Grønne piler viser land-tilkomst fra nord til anleggsområdene på begge sider av kanalen. Dersom Fiskebasaren rives, bedrer dette land-tilkomsten til nordøstre bruhjørne.

Blå piler viser land-tilkomst fra sør til anleggsfylling sør for bru. Det muliggjør også gjennomkjøring av anleggsområdet, som er en stor fordel, da det ellers ville være svært trangt å snu med lastebil. En slik anleggsfyllingen øker altså vesentlig entreprenørens anleggsarealer ved brua, muliggjør bruk av kran på land/fylling i umiddelbar nærhet til brua og reduserer sterkt behovet for kostbare maritime operasjoner. Oransje pil viser supplerende lekter / båt-adkomst i Kanalen fra nord.

Oppsummert vurderer Norconsult altså at "Lekterløsning" og "Oppfyllingsløsning" bør kombineres. Det bør være tilkomstmulighet med sjøbasert utstyr fra nord, og det bør være anleggsfylling for landbasert utstyr på sørsiden av brua. En mer rendyrket lekterløsning uten anleggsfylling i Kanalen vil være mulig, men fordyrende, og den vil legge stort press på de meget minimale gjenstående anleggsarealene rundt brua. Det vil uansett løsning være behov for et sekundært rigg- og lagerområde i noenlunde nærheten av brua i byggefasen.

2.5 Riving av eksisterende bru og eksisterende bygg



Figur 2-5 – Oppriss av eksisterende bru fra oversiktstegning, vist med snitt gjennom vestre fundament

Med unntak av kontrolltårn og undergang på østre side er brua veldig symmetrisk.

Antatt rekkefølge / metode / gjennomføring (mye av dette er opptil entreprenør å bestemme):

- Sikring og merking av anlegget (pågår kontinuerlig) + riggområde ved Moss bobilhavn.
- Omlegging av kabler og ledninger som vil bli berørt av videre arbeider.
- Etablering av interimsveg på fylling eller på fylling med relativt korte bruer over kanalen, og helst etablering av anleggsfylling mellom interimsveg og bru.
- Omlegging av trafikk på interimsveg.
- Etablere spuntvegger for byggerop med avstivning.
- Riving og fjerning av eksisterende bygg og infrastruktur som er i veien for anleggsarbeidene. Sette opp midlertidige erstatninger for nødvendige funksjoner (for eksempel servicebygg for gjestehavn?).
- Generell utgraving av byggegrøp til ca kote +1,0 (tilsv. høyvann med litt over 1 års returperiode).
- Etablering av entreprenørens lokale rigg ved brua. Plassbegrensninger medfører imidlertid at det meste antagelig må legges andre steder (Bobilhavn, lektere etc, se figur.)
- Riving av overbygning for eksisterende bru.
 - Sikre motvekt, slik at brua ikke kan åpne seg ukontrollert. Sannsynligvis ved å fylle motvektsutsparing med knuste masser, og kontrollert åpne brua slik at motvekten legger seg

- ned på disse massene? Alternativt ved å låse svingemuligheten for motvekten med provisoriske stålbjelker som hindrer motvektsloddet å kunne bevege seg.
- Sanere konstruksjonen for ledninger, asfalt, tekniske installasjoner, forurensninger, osv.
 - Ta vare på og sikre eventuelt teknisk utstyr som skal beholdes.
 - Fjerne ren stålkonstruksjon. Sannsynligvis ved å skjære i passende biter og løfte disse ut. Eventuelt klippe ned på en lekter (eller oppfylt anleggsområde under bru). Dersom det benyttes maskin med stålsaks bør denne antagelig stå på lekter. Borttransport, sortering og forberedelse for gjenvinning av stålet.
 - Fjerne resterende overbygning av betong og stål (motvekt og brudekkets bakre del). Sannsynligvis enten ved å pigge/knuse/tygge det ned, eller sage det i biter og løfte disse ut. Gjenvinning av betong som fyllmasser og armering og stål som skrapjern.
 - Eventuell flytting av kontrolltårn til midlertidig plassering. Sannsynligvis ved å forsterke vegger med stållamme, wiresage/veggsage i et bestemt nivå og løfte det over til et midlertidig fundament.
 - Riving av eksisterende fundamenter ned til vannnivå samt riving av de deler av eksisterende østre fundament som stikker over kanalbunn. Sannsynligvis ved å pigge/knuse/tygge det ned. Gjenvinning av betong som fyllmasser og armering som skrapjern.
 - Etablere «kanaler» gjennom eksisterende fundamenter for kommende nye peler (alternativt fjerne/rive hele fundamenter). Kanalene må ha noe ekstra rom rundt peler for å forhindre fremtidige problemer med kontakt, setninger / forskyvninger av fundament, påhengslaster, etc. Kanaler kan lages på flere måter:
 - Ren boring med foringsrør (borrigg for stålrørspeler). Dette er antagelig det enkleste, men det er ikke egnet ved mye armering. Vi forventer imidlertid at store deler av disse massive fundamentene er uarmerte eller svært lett armert.
 - Kjerneboring med trinnvist uttak av kjerner. Dette er antagelig mer krevende enn ren boring av foringsrør, men det kan også håndtere armering. Det kan således være en backupløsning dersom øverste metode stedvis treffer mye armering.
 - Wiresagingsmetode. Først pilotboring med fjellboringsutstyr (2-3 tommer), flere hull. Wire tres gjennom pilothull med robot. Tverrsnittsdeler wiresages og løftes ut. Det kan være utfordrende å få tredd wire pga stor dybde til UK fundament samt ukjente forhold under fundament.
 - Videre byggekseksekusjon for bru er angitt i de enkelte brukapitlene.

Se egen rapport for YM-plan (ytte miljø plan) - VFK.0.YTM.YMBK.R.002.

Se egen rapport for miljøkartlegging -VFK.0.YTM.YMBK.R.003.

Ombrukskartlegging gjøres i byggeplan.

2.6 Andre relevante dokumenter for anleggsgjennomføringen

Det er laget grove faseplaner for prosjektet på Y-tegninger.

Tegning Y000 viser Fase 0 (Dagens situasjon).

Tegning Y010 viser Fase 1-2 (Omkjøring i sidegater).

Tegning Y020 viser Fase 2 (Omkjøring kanalen).

Tegning Y030 viser Fase 3 (Permanent gate).

Trafikale konsekvenser og trafikkavvikling i anleggsfasen er omhandlet i trafikkrapport - VFK.0.TRA.TEKN.R.001.

Risikovurderinger etter byggherreforskriften er omhandlet i Restrisikorapport Øst for Glasverket - VFK.0.LED.00.R.001.

Midlertidige anleggsområder skal settes tilbake til opprinnelig stand. Det må tas særlig hensyn til den fredete Tollboden (tollbod og uthus) og øvrig verneverdig bebyggelse innenfor og i tilgrensende arealer til planområdet. Se spesifikke krav i reguleringsbestemmelsene - VFK.0.PLP.PLAN.P.002.

Berørte bygg: Trafobygg berøres ikke. Servicebygg for gjestebrygga rives, og det blir regulert plass til nytt Servicebygg på sørsiden av brua. Fiskebasaren innløses, men det er ikke endelig avklart om den rives totalt eller om deler av bygget beholdes / bygges om. Her er det lagt inn litt handlingsrom. Det henvises til reguleringsbestemmelsene - VFK.0.PLP.PLAN.P.002 og plankart - VFK.0.PLP.PLAN.P.003.

For berørt del av Kanalpark, avbøtende tiltak, bevaring av trær, etc, vises det til formingsveileder - VFK.0.LAN.TEKN.R.001 og tegning O002.

Konsekvenser i anleggsfasen for virksomhet i Kanalen og for Moss havn: For å sikre en effektiv anleggsgjennomføring vil Kanalen være stengt i anleggsfasen, fra innløpet i nord til og med interimsfyllingen i sør. Referer Planbeskrivelsen - VFK.0.PLP.PLAN.P.001.

YM-plan (ytte miljø plan) - VFK.0.YTM.YMBK.R.002.

Miljøkartlegging -VFK.0.YTM.YMBK.R.003.

Støy i anleggsfasen vurderes i byggeplan.

Ombrukskartlegging gjøres i byggeplan.

3 Eksisterende kontrolltårn

Forhold knyttet til eksisterende kontrolltårn er lagt til egen rapport VFK.0.KUL.PLAN.R.001.

3.1 Plassering av kontrolltårnet

Eksisterende kontrolltårn er foreslått tatt vare på og flyttet til ny plassering med inngang fra repos i ny trapp sørøst for bru. Det må da bygges nytt fundament og underetasje med inngangsparti for kontrolltårnet. Denne plasseringen sikrer at tårnet fortsatt oppfattes som en del av brumiljøet og at historikken med klaffebrua blir videreført. Inngangen fra repos i trapp blir da liggende over kote +2,5 som er kravet i forhold til Sikkerhetsklasse F2 for stormflo og bølger.



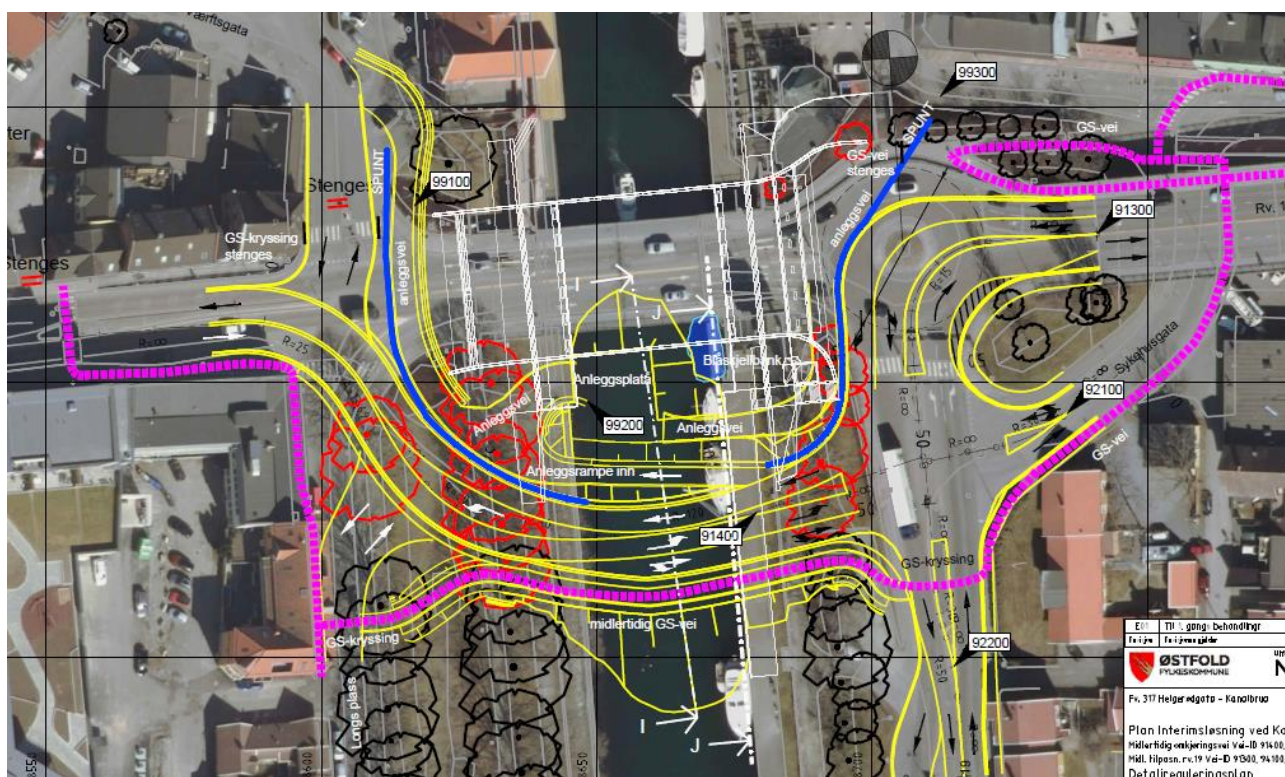
Figur 3-1 – Foreslått plassering av Kontrolltårnet.

4 Midlertidig omkjøring (interims-løsning)

I grove trekk ser vi for oss at interimsveg legges på fylling over Kanalen, ca 50 m sør for eksisterende bru (se figur nedenfor). For å lette anleggsgjennomføringen anbefaler vi å supplere med en lav anleggsfylling mellom bru og interimsveg opp til ca kote +1,0.

Ved utfylling i sjø vil det være behov for tillatelse til utfylling etter forurensningsloven.

Dersom vi ikke får tillatelse til å fylle midlertidig i Kanalen, er det også mulig å bygge korte leiebruer over selve kanalen. Dette vil være fordyrende i seg selv samt at bortfall av anleggsfylling vil vanskeliggjøre anleggsgjennomføringen.



Figur 4-1 – Foreslått interimsveg fra tegning D900.

Øvrige forhold knyttet til omkjøringsveg i byggefase er beskrevet i notat VFK.0.KON.TEKN.N.001.

5 Presentasjon av valgt konsept for konstruksjoner

5.1 Presentasjon av valgt brukonsept



Figur 5-1 – Arkitektens illustrasjonsfigur av Ny Moss kanalbru, sett fra brygge nordøst for bru

Dette er en videreutvikling av vurdert brukonsept «Tre spenns plasstøpt betongbru» fra kapittel 6.3 nedenfor.

Det er valgt å gå videre med en 3 spenns bjelke-plate-bru i plasstøpt betong.

Brua er fundamentert på rammede utstøpte stålrørspeler som friksjonspeler.

Bruoverbygningen består av 6 stk langsgående bjelker med mellomliggende platefelt. Bjelkene er relativt høye over støtter og så lave som mulig i midtfelt, for å gi best mulig seilåpning under bru, og for å gi brua en tiltalende bueform i underkant. Ytterste bjelker er litt ulik de andre da det her er gjort et designgrep (knekkpunkt i den synlige betongflaten) som forsterker bruas bueform.

Spennlengdene er 17 m (endefelt på Jeløya / vestsiden over turveg og brygge) + 30 m (midtfelt over Kanalen) + 12 m (endefelt på Sentrumssiden / østsiden over turveg og brygge).

Endefeltet mot Jeløya (vestsiden) er økt til 17 m for å unngå peler i akse 1 i konflikt med eksisterende brufundament, og for å få tilstrekkelig egenvekt fra overbygningen til å kunne ha glidelager i akse 1. Lager her reduserer bruas utfordringer med tvangsmomenter i søylene. Resterende akser (2, 3 og 4) har monolittiske og relativt slanke skivesøyler for å tåle tvangsbevegelser i overbygningen.

Det korte endefeltet på 12 m mot sentrum (østsiden) skyldes dårlig plass mot SVV rundkjøring på Rv 19. Dette medfører noe strekk i søyler i akse 4. Strekket forplanter seg imidlertid ikke ned i underliggende peler pga egenvekt av fundament og overfylling (ballast).

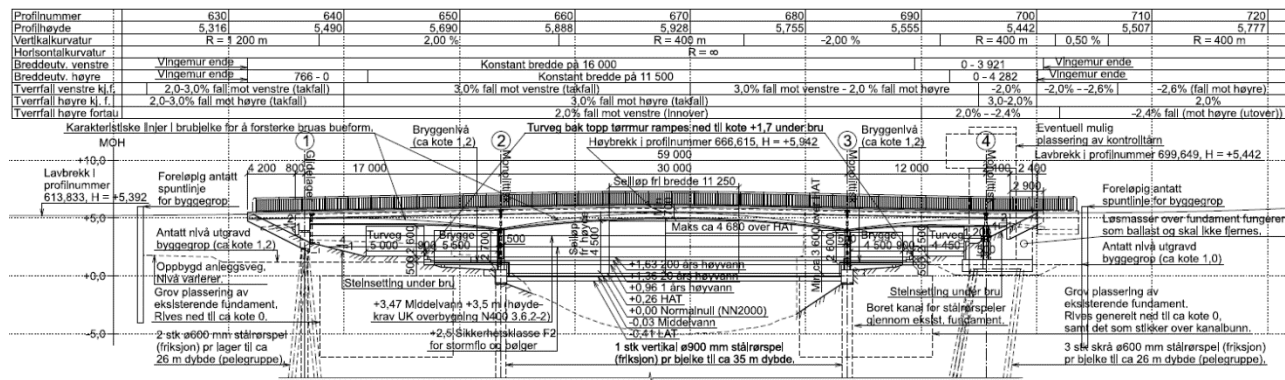
30 m midtspenn er det som skal til for å spanne over Kanalen uten å innsnevre denne. Brua er sentrert i forhold til dagens bryggekanter. Dette vil si at den ikke er helt symmetrisk om kanalverrsnittet, men langt mer sentrert enn dagens bru som står på en spunkasse ute i kanalen. Årsaken til dette valget er å begrense spennlengden, da økt spennlengde generelt fører til økte kostnader, samt at det virker usannsynlig at dagens gjestebrygge på østsida av kanalen skal fjernes i fremtiden.

Brua har relativt stor føringsbredde på 27,5 m med ytterligere breddeutvidelser mot bruendene. Dette legger til rette for 3 kjørefelt samt tosidig fortau og sykkelveg på nordsiden. Brua er også forberedt for en eventuell fremtidig situasjon med 4 kjørefelt samt noe smalere tosidig fortau og sykkelveg på nordsiden.

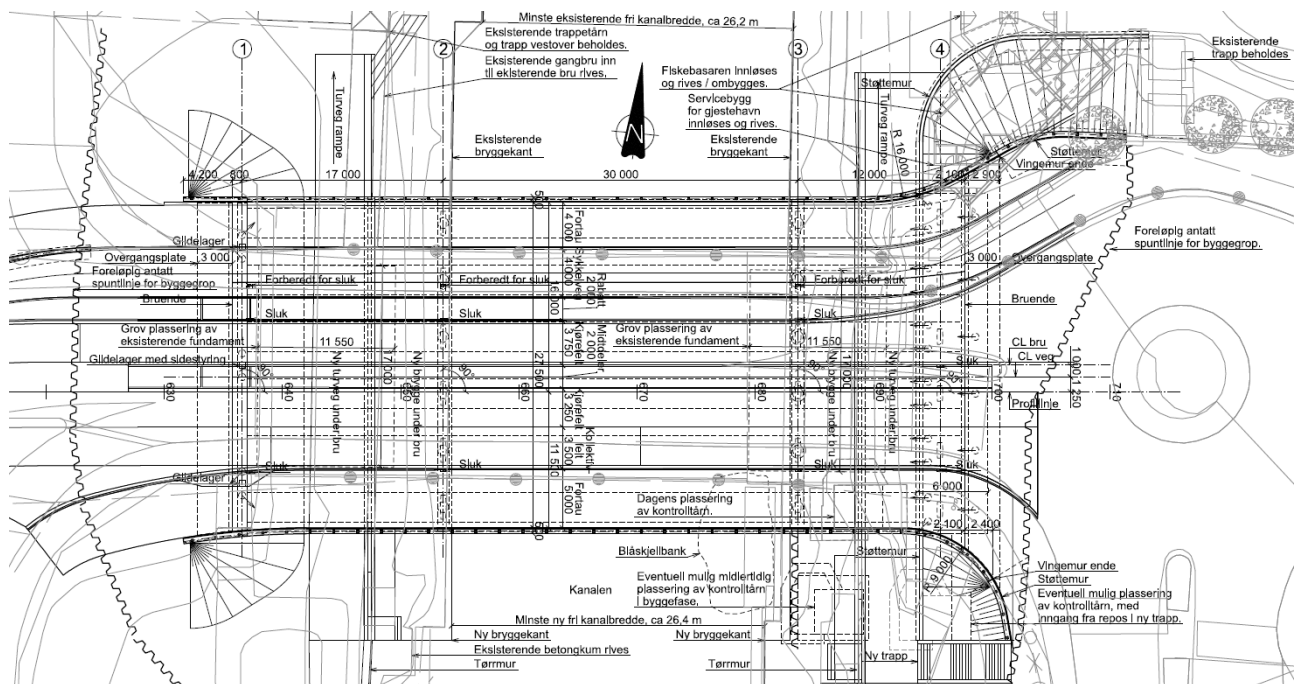
Brua dimensjoneres for full trafikklast (LM1, LM2, LM3 og LM4) i full bredde for fremtidig fleksibilitet i forhold til kjøremønster. Engangstransporter (LM3) kan ha vilkårlig plassering på bru, men uten samtidig trafikk i samme kjøreretning.

Brua legger også til rette for romslige gangforbindelser (turveg og brygge) under bru på begge sider av Kanalen. Overkant brygger er lagt på ca kote +1,2 da dette er høyden på tilstøtende brygger. Bryggene bygges med samme utrykk (treverk), bredde og styrke som eksisterende brygger nord for bru, dvs kun for gående. Denne høyden gjør at bryggene er noe utsatt for å bli oversvømt ved høyvann / stormflo. Et gjennomgående designgrep har vært å forlenge brua (i forhold til dagens bru), slik at turvegene bak tørrsteinsmurene i Kanalparken, på begge sider av Kanalen, kan passere under brua. Overkant turveger under bru er lagt 0,5 m høyere enn bryggene, men ca 1,0 m lavere enn turveger i Kanalparken. Dette er et kompromiss mellom ønske om å ligge tørt ved høyvann og likevel ha best mulig frihøyde under bru (nå ca 2,5 m). Dette medfører at tørrsteinsmurene og turvegene i Kanalparken må rampes litt ned inn mot bru. Vi tilstreber å få til en universell utforming av disse rampene.

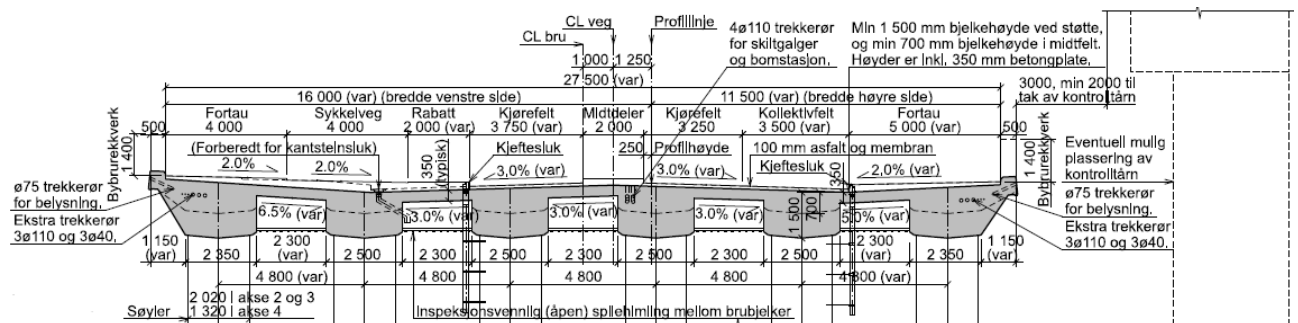
Figurene nedenfor er hentet fra tegning K100 - oversikt bru. Teksten på figurene blir veldig liten i A4-format. Se tegning K100 for detaljer.



Figur 5-2 – Oppriss bru, fra tegning K100



Figur 5-3 – Plan bru, fra tegning K100



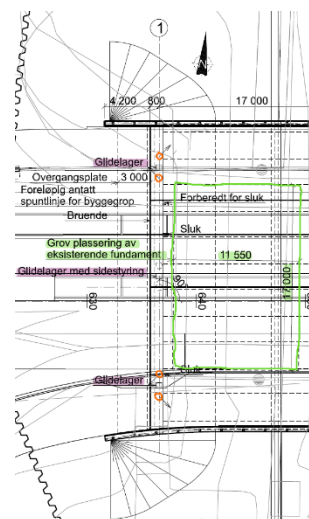
Figur 5-4 – Typisk tverrsnitt bru ved støtte (bjelkehøyde i midtfelt vist stiplet), fra tegning K100

5.2 Videreutvikling av vinnende brukonsept

Det er her tatt tak i restanselista fra forrige revisjon (se kapittel 6.10 i denne revisjonen), og sett på mulighetene for å videreutvikle disse punktene nå, eller i hvilken grad det må utsettes til byggeplan. Det er også sett på noen nye punkter.

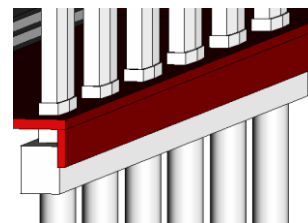
5.2.1 Optimalisering av pelegrupper.

I akse 1 er det 3 stk glidelager, hvorav det midterst har sidestyring. Det er krav i N400 at lager står på et fundament med en stabil pelegruppe. Det er imidlertid begrenset plass til å skrå peler fremover på grunn av stort nedgravd fundament fra eksisterende bru. Vi foreslår en oppleggsbjelke i akse 1 fundamentert på en pelerad av stålørspeler, hvor de ytterste pelene (utenfor eksisterende fundament) gis helninger og retninger for å oppnå en stabil pelegruppe. Se figur til høyre hvor lager er markert med lilla farge, eksisterende fundament er markert med grønn farge og peler er markert med oransje farge med sorte piler for å indikere helningsretning. Løsningen må verifiseres / fullføres i byggeplan.



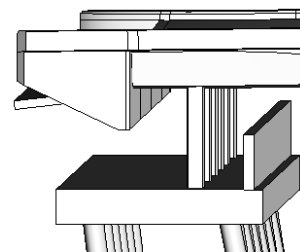
Figur 5-5 – Planfigur akse 1

I akse 2 og 3 er det skivesøyler monolittisk forbundet med overbygningen. Disse står på et felles stripefundament på en rad av vertikale stålørspeler. Dette for å gi brua tilstrekkelig fleksibilitet i forhold til tvangsbevegelser i overbygningene fra temperatur og svinn, samtidig som det gir robusthet i tverr-retning bru og utjevning av eventuelle skjevsetninger mellom enkeltpeler. Stripefundamentene blir liggende skjult under ferdige brygger. De benyttes i byggefase som opplegg for brureis for overbygningen og i ferdigfase som fundament for brygga.



Figur 5-6 – søyler, fundament og peler akse 2 og 3

I akse 4 er det skivesøyler monolittisk forbundet med overbygningen. Disse står på et stort fundament på en pelegruppe av skråstilte stålørspeler. Dette for å gi brua fleksibilitet i forhold til tvangsbevegelser i overbygningene fra temperatur og svinn, samtidig som det gir tilstrekkelig robusthet i forhold til bakenforliggende jordtrykk og tilstrekkelig egenvekt og ballast for å unngå strekk i peler.



Figur 5-7 – søyler, fundament og peler akse 4

5.2.2 Supplerende beregninger og optimaliseringer.

Det er utført konstruksjonsberegninger i FEMdesign, for å komme frem til fornuftige dimensjoner på bjelker, søyler og peler.

Brua har utfordringer med korte endespenn som gir strekk i søyler i akse 4. Dette er kompensert med tilstrekkelig vekt (egenlast og ballast) på fundament til ikke å få strekk i peler.

Brua har utfordringer med å oppnå tilstrekkelig seilingshøyde midt i kanalen. Dette er oppnådd ved å ha stor bjelkehøyde ved opplegg og stive endespenn, samtidig som bjelketykkelsen er redusert til det minimale i midtfelt.

Brua har utfordringer med at tvangsforskyvninger i lengde-retning i overbygningen (fra temperatur og svinn) gir store tvangsmomenter i søyler, og at brua må være monolittisk i akse 4 pga strekk i søyler her. Dette er løst med å ha glidelager i akse 1, og fleksible skivesøyler og pelerader i akse 2, 3 og 4 som forklart i forrige kapittel. Dersom underbygningen likevel viser seg å bli for stiv i byggeplan, kan søylene forlenges noe nedover (senke fundamenter), eller innføre glidelager også i akse 2.

Brua har utfordringer med at tvangsforskyvninger i tverr-retning i overbygningen (fra temperatur og svinn) gir store tvangsmomenter i søyler, og at brua må være monolittisk i akse 4 pga strekk i søyler her. Dette er i akse 2 og 3 løst ved å ha tilstrekkelig søylelengde, og i akse 4 løst ved å ha smalere brusøyler enn i akse 2 og 3. I akse 4 bør ikke fundamentet legges dypere enn nødvendig da dette er kostbart (spuntbehov) og vil medføre økt jordtrykk.

Det er også utført noen beregninger for trafikklaster for å se på i hvilken grad bjelkene hjelper hverandre.

Brua er foreløpig kun beregnet med slakkarmering, noe som vi har funnet å fungere uten alt for tett armering, men 30 m spennlengde er over anbefalt for slakkarmerte bruer. Det bør i byggeplan utføres supplerende beregninger for spennarmering. Det forventes at dette skal gå greit, men en utfordring med dette kan være at kryp i overbygningen fra oppspenningskreftene vil kunne gi noe større problemer med tvangsmomenter i søylene.

Dette var noen eksempler på hva som er blitt vurdert og regnet på i denne planfasen, for å gi sikkerhet i forhold til system, utseende og dimensjoner. Fullstendige beregninger må utføres i byggeplan.

5.2.3 Arkitektonisk forbedring av konsept.

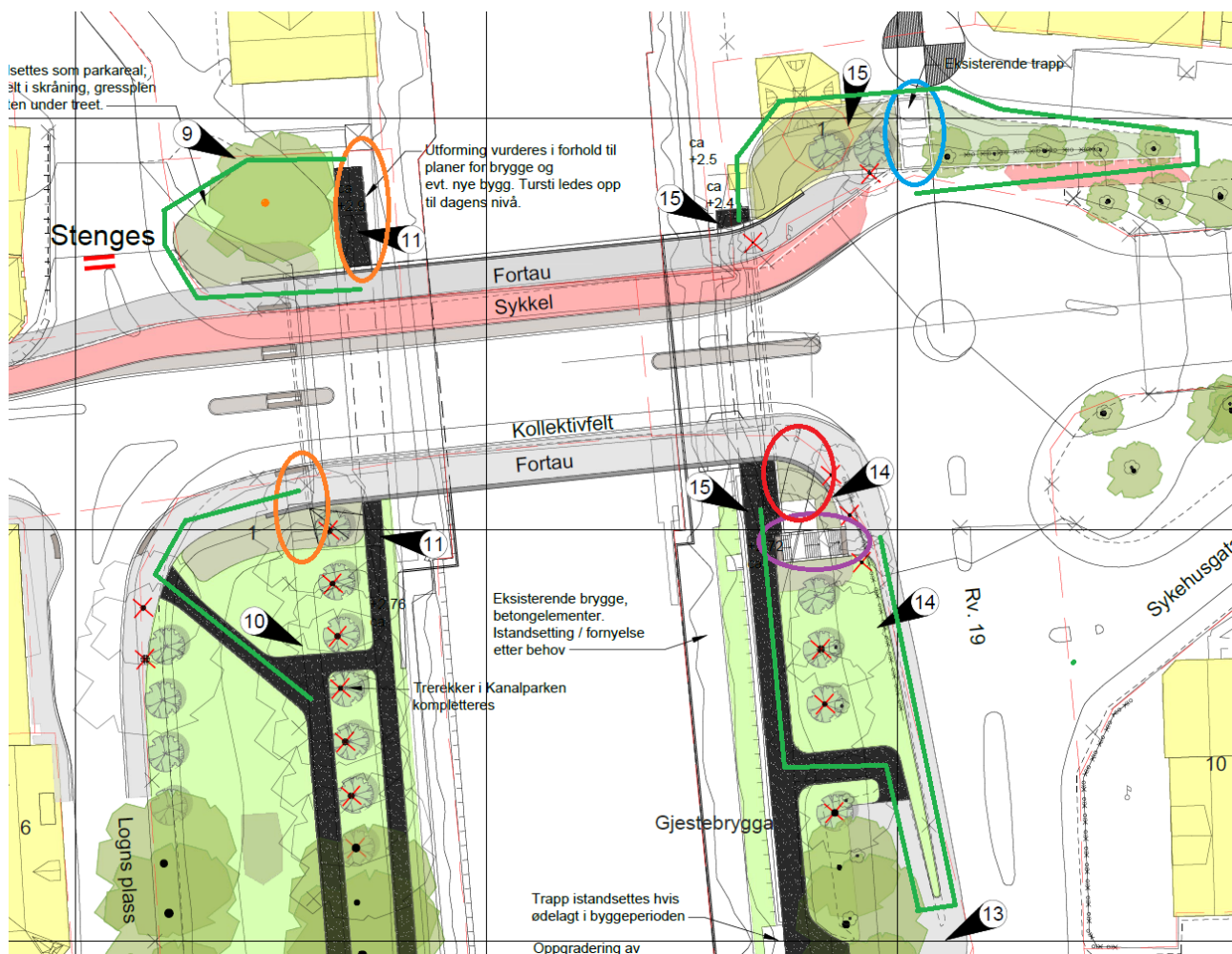
Konstruksjonsteknikk har først beregnet nødvendige dimensjoner på overbygning og søyler. Arkitekt har dernest forsøkt å finne en form på dette som gir brua et tiltalende utseende. Noen stikkord:

- Buet underkant bru, forsterket av et designgrep med et knekkpunkt (i synlig betongoverflate for ytterste bjelker) som vandrer opp i midtfelt og ned ved støtte.
- Fasettert bruoverbygning og søyler.
- Spilehimlig mellom brubjelker for å gi brua en triveligere underside, ved å viske bort skillet mellom bjelker og platefelt. Dette blir godt synlig for de som går og kjører båt under kanalen. Spilehimlingen må gjøres såpass åpen at den likevel legger til rette for bruinspeksjon av bakenforliggende betong.
- Lyssetting og andre tiltak under bru for å kompensere for stor brubredde. Det er viktig for Kanalparken og Gjestebrygga at det ikke blir et utrivelig «søppelareal» under bru.

Se for øvrig illustrasjon i begynnelsen av kapittel 5.

5.2.4 Landskapstilpasning og tilrettelegging for gående ved bru

Terrenget tilpasses med tilløpsfyllinger med helning mellom 1:2 og 1:4 mot enden av vingemurer. Tilløpsfyllingene plantes til med lave busker, og utformes på en måte som gir de en god tilknytning til Kanalparken. Under bru foreslår vi å steinsette disse skråningene. Se for øvrig tegning O002 - Landskapsplan og formingsveileder - VFK.0.LAN.TEKN.R.001 for landskapstilpasning ved bru.



Figur 5-8 – Tilrettelegging for gående ved bru, fra tegning O002

Tilrettelegging for gående ved bru, mellom øvre gangnivå på bru og nedre gangnivå på brygger / turveg under bru (se figur ovenfor):

- Eksisterende trapp nordøst for bru beholdes (se blå ring). Gående kan også følge angitt grønn strek.
- Eksisterende trapp sørøst for bru rives (se rød ring), og erstattes av en ny trapp (se lilla ring). Gående kan også følge angitt grønn strek.
- Eksisterende gangbru inn på bru nordvest for bru utgår (se oransje ring). Gående kan følge angitt grønn strek. (Trappetårn og trapp beholdes).
- Eksisterende trapp Sørvest for bru utgår (se oransje ring). Gående kan følge angitt grønn strek.

Det foreslås også å bygge gangtrapper og rullestol-ramper fra turveger under bru og ned på brygger under bru. Gangtrappene kan utformes som steintrapper i forlengelsen av tørrmurene på siden av bru. Rullestolrampene blir liggende på fremsiden av tørrmur og bør derfor utformes i samme type treverk som bryggene.

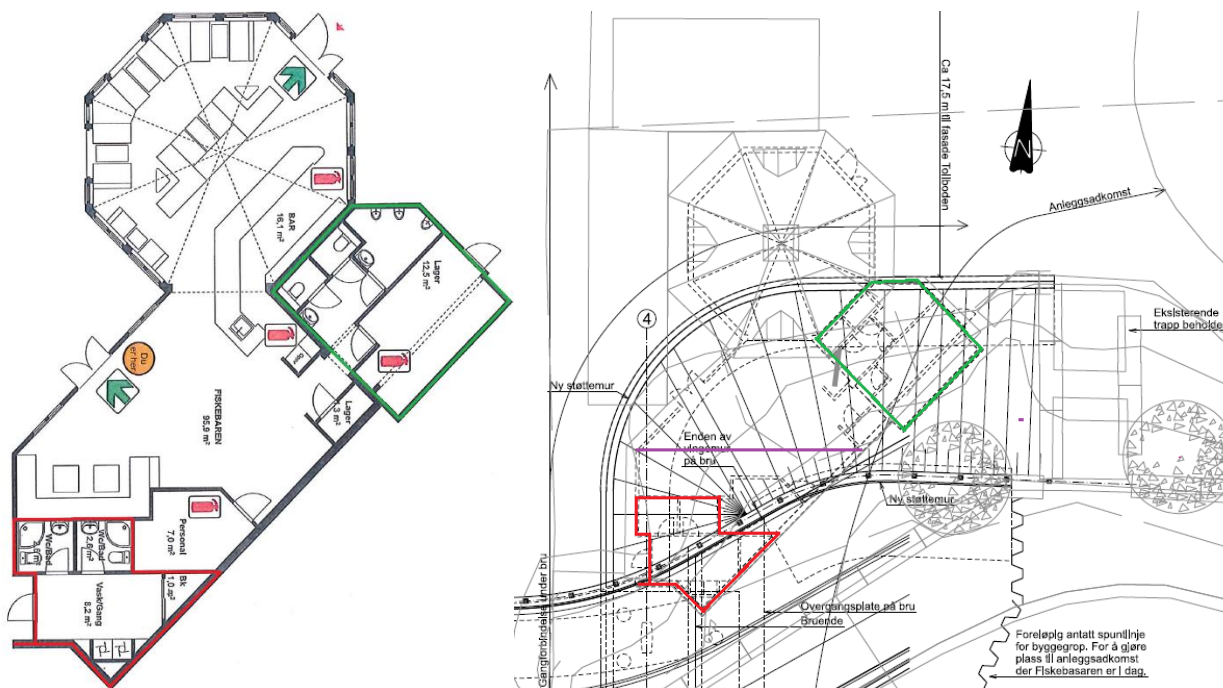


Figur 5-9 – Til venstre: Arkitektillustrasjon av foreslått turveg, steintrapp og brygge under bru. Til høyre: 3D-skisse av foreslått rullestolrampe mellom turveg og brygge.

5.2.5 Plassering av servicebygg for gjestebrygga

Gjestebrygga har i dag et lite serviceanlegg med wc, dusj og vaskemaskin i søndre del av Fiskebasaren (vist med rødt på figurene nedenfor). Disse rommene og deler av Fiskebasaren for øvrig blir liggende i konflikt med ny bru.

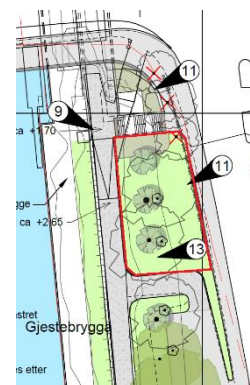
Fiskebasaren vil bli innløst, men det må bestemmes i byggeplan om den rives fullstendig eller bygges om. På gjeldende tegninger er det nå vist en ny støttemur og en generøs tilløpsfylling med beplantning av små busker rundt bruenden der Fiskebasaren ligger i dag. Strengt tatt er det bare deler av bygget som er i konflikt med ny bru. Det kan dermed også tenkes at det er mulig å bygge en ny bakvegg mot bru (vist meget grovt med lilla strek på høyre figur nedenfor), og beholde deler av bygget som en kiosk / bar eller lignende. Det grønne markerte arealet på figurene nedenfor er et eksisterende tilbygg i betong til Fiskebasaren som inneholder wc og lager. Det er mulig at dette kan bygges om til å bli et servicebygg for gjestebrygga. Men det vil få en litt tilbaketrukket beliggenhet i forhold til selve brygga, og rommene vil i tilfelle antagelig måtte deles med gjenstående del av Fiskebasaren. For å få til dette må ny støttemur i fortsettelsen av bruenden ta mesteparten av jordtrykket fra rundkjøring og Rv. 19, og det må altså bygges ny bakvegg for Fiskebasaren, noe som også vil utløse behov for å ombygge tak-konstruksjonen. Mulige arealer for uteservering vil også bli redusert som følge av ny turveg under bru.



Figur 5-10 – Til venstre: Rømningsplan med rominndeling for Fiskebasaren. Til høyre: Fiskebasarens plassering i forhold til ny bruende og støttemurer.

Det er også pekt på et mulig alternativt område hvor det kan legges et nytt servicebygg på deler av arealet mellom ny trapp, turveg og parkeringsplass sørvest for bru (se rød markering på figur til høyre). Servicebygget skal i tilfelle bygges beskjedent (lavt og lite), slik at det ikke blir ruvende, og slik at det ikke legger beslag på mer av Kanalparken enn nødvendig. Det er også et poeng å forsøke å spare eksisterende trær.

Moss havn ønsket nok helst bygget ble liggende nært inntil selve brygga, men vi tilrår at bygget ligger over kote +2,5 som er kravet i forhold til Sikkerhetsklasse F2 for stormflo og bølger. Det er også ønskelig at tørrsteinsmur og turveg langs kanalen går ubrutt fremfor bygget.



Figur 5-11 – Alternativt område (i rødt) for plassering av nytt servicebygg

5.2.6 Byggemetode / gjennomføring

Anleggsgjennomføring frem til ferdig byggegrop er beskrevet i kapittel 2.5.

Antatt videre byggerekkefølge / byggemetode / gjennomføring:

- Etablere stålrørspeler for ny bru.
- Utstøping av nye fundamenter.
- Bygging av søyler og frontmur på landkar.
- Etablere reis for overbygning. For hovedspenn antagelig som stive bjelker som spenner mellom fundamenter i akse 2 og 3. For endespenn delvis som reis rett på grunn og delvis reis på bjelker som spenner fra land og ut til fundamenter i akse 2 og 3.
- Forskaling, armering og støp av overbygning.
- Riving av forskaling og reis.
- Bygge støttemur under bru i forlengelse av landkar (dette kan gjøres tidligere, men senest før tilbakefylling).
- Bygge støttemurer bak bru (dette kan gjøres tidligere, men senest før tilbakefylling).
- Fylle inntil bruender.
- Etablere kantbjelker, rekkverk, asfalt, opphøyde gang- og sykkelarealer.
- Legge trafikken over på ny bru.
- Fundamentering og flytting av kontrolltårn til eventuell ny posisjon.
- Fjerne interimsløsning.
- Istandsetting/etablering av brygger, etc.
- Opprydding og landskapsarbeider.

5.3 Presentasjon av valgt konsept for andre konstruksjoner

Ny Moss kanalbru er den klart dominerende konstruksjonen i prosjektet.

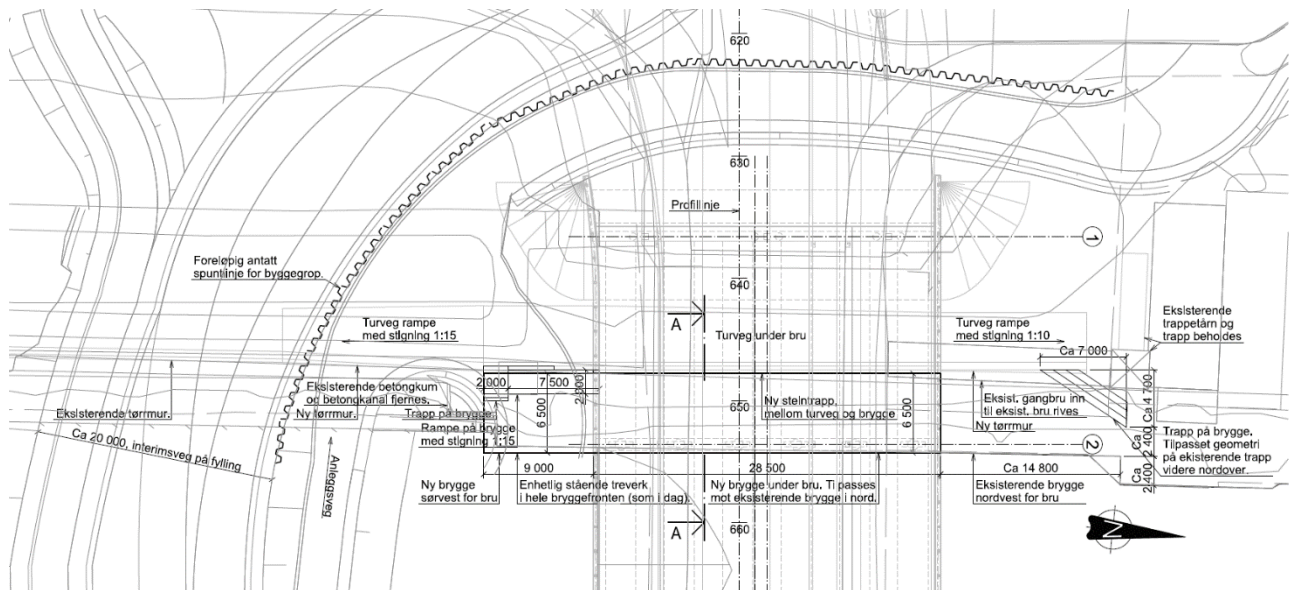
I tillegg er det en del mindre støttemurer, tørrmurer og brygger.

Disse er bare kort presentert nedenfor. Det vises til oversiktstegninger for de ulike konstruksjonene for ytterligere detaljer.

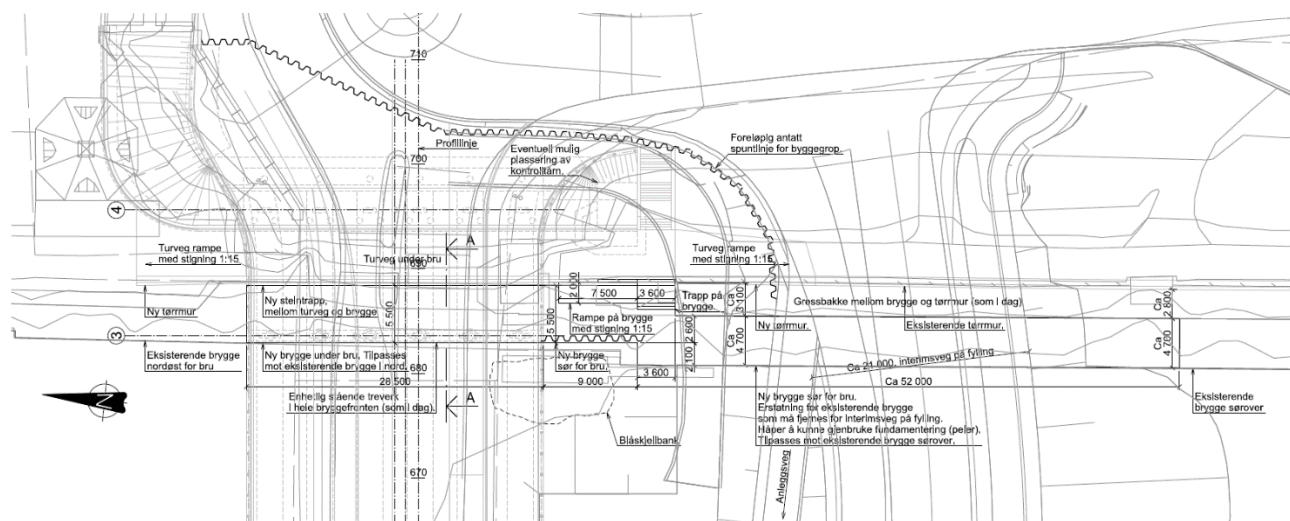
5.3.1 Brygger under og ved bru

Det bygges brygger under bru på begge sider av kanalen. Overkant brygger er lagt på ca kote +1,2 da dette er høyden på tilstøtende brygger. Bryggene bygges med samme uttrykk (treverk), bredde og styrke som eksisterende brygger nord for bru, dvs kun for gående (5 kN/m², ikke dimensjonert for brøytetraktor). Under brua kan bryggene fundamenteres i fremkant på underliggende betongfundament for brua i akse 2 og 3.

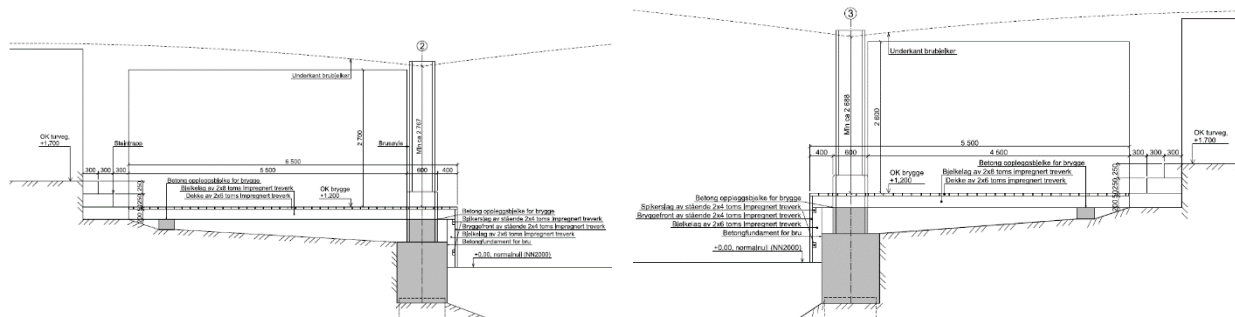
Øst for Kanalen må det også bygges ny brygge for å erstatte de bryggene som havner under fylling for interimsvæg, og ny brygge i området mellom ny bru og interimsvæg. Alle bryggene bør få en enhetlig utseende, dvs bygges i samme type treverk. Dagens brygge under interimsvæg består av hulldekkerelementer av betong. Hulldekkene må fjernes i forbindelse med oppfylling for interimsvæg, men vi håper å kunne gjenbruke underliggende fundamentering (peler og betongbjelker).



Figur 5-12 – Omfang av nye brygger vest for Kanalen, totalt ca 37,5 m.



Figur 5-13 – Omfang av nye brygger øst for Kanalen, totalt ca 89,5 m.



Figur 5-14 – Typisk snitt av nye brygger øst og vest for Kanalen.

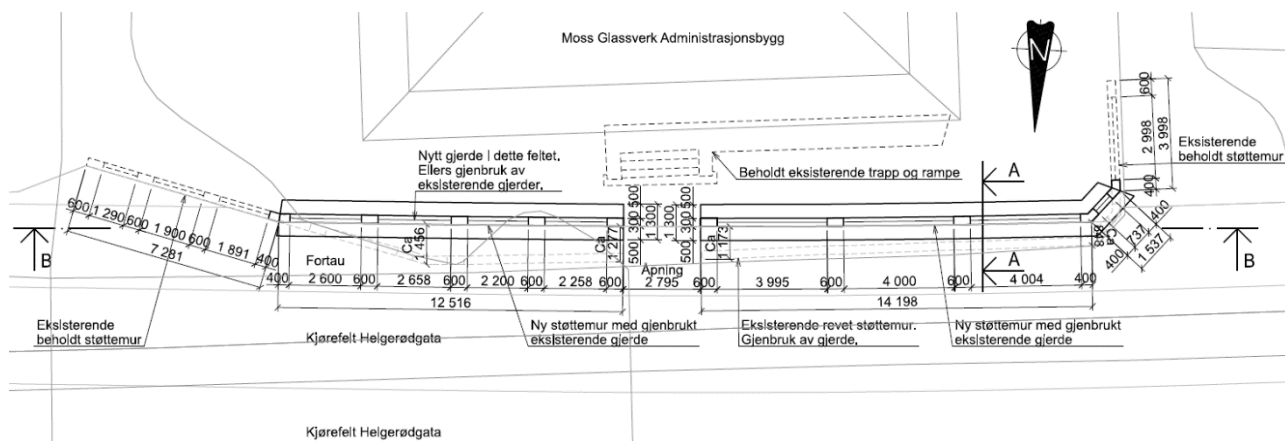
Se tegning K700 og K750 for omfang av nye brygger. Videre detaljering av disse må utføres i byggeplan.

5.3.2 Støttemur ved Moss Glassverk Administrasjonsbygg

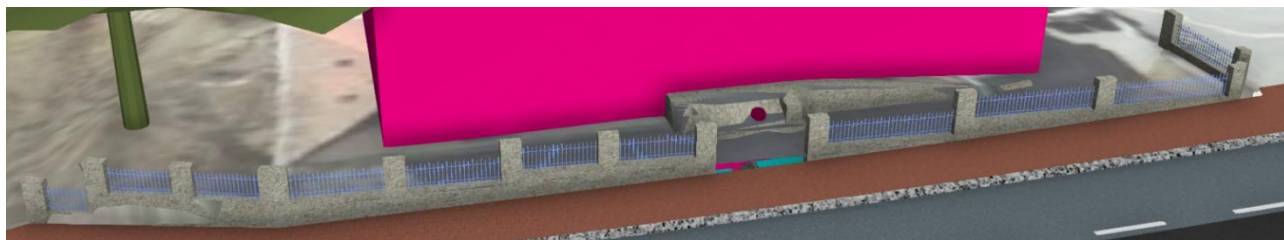
Eksisterende støttemur ligger i veien for nytt fortau. Det bygges ny støttemur i samme stil lenger inn mot bygget. Murfronten vil flyttes fra ca 1,5 m til 0,9 m innover. Deler av eksisterende mur som vinkler vekk fra fortau kan beholdes. Eksisterende gjerde gjenbrukes. Muren er direktefundamentert på eget fundament. For å slippe veldig dyp fundamentering trengs det isolasjon (XPS) under fundamentet.



Figur 5-15 – Eksisterende støttemur ved Moss Glassverk Administrasjonsbygg.



Figur 5-16 – Planfigur av ny støttemur ved Moss Glassverk Administrasjonsbygg (eksisterende støttemur vist duset ned).

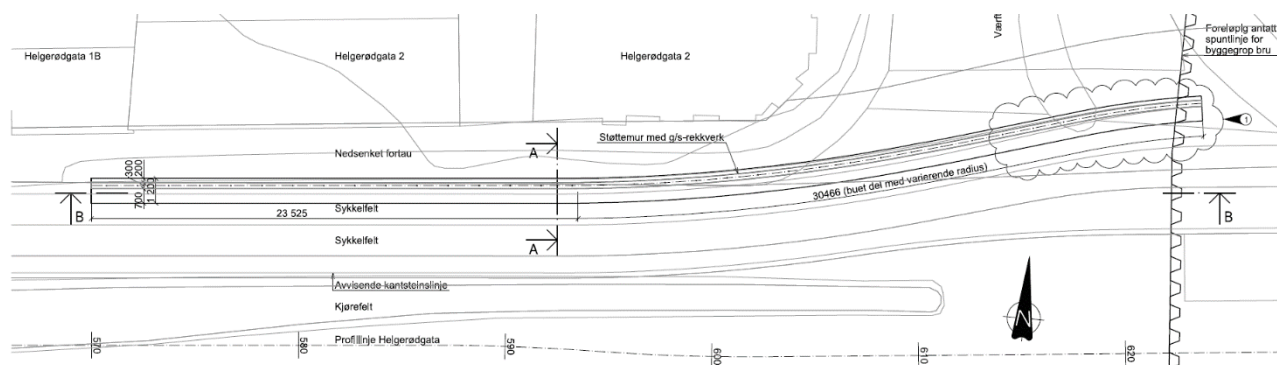


Figur 5-17 – 3D-figur av ny støttemur ved Moss Glassverk Administrasjonsbygg.

Se tegning K810 for oversikt støttemur. Videre detaljering av denne må utføres i byggeplan.

5.3.3 Støttemur i kryss Helgerødgata og Værftsgata

Ved Helgerødgata 2 må fortauet ligge noe nedsenket i forhold til øvrig gate, for å sikre adkomst til bygningen. Eksisterende støttemur stemmer ikke med ny geometri på gata. Det bygges ny støttemur mellom nedsenket fortau og sykkelfelt i gatenivå. Lengden og utformingen ved Værftsgata er ikke helt avklart. Det settes g/s-rekkverk på topp mur. Mengden syklistar tilsier at rekkverkshøyden bør være 1,4 m over asfalt. Muren er direktefundamentert på eget fundament. For å slippe veldig dyp fundamentering trengs det isolasjon (XPS) under fundamentet.



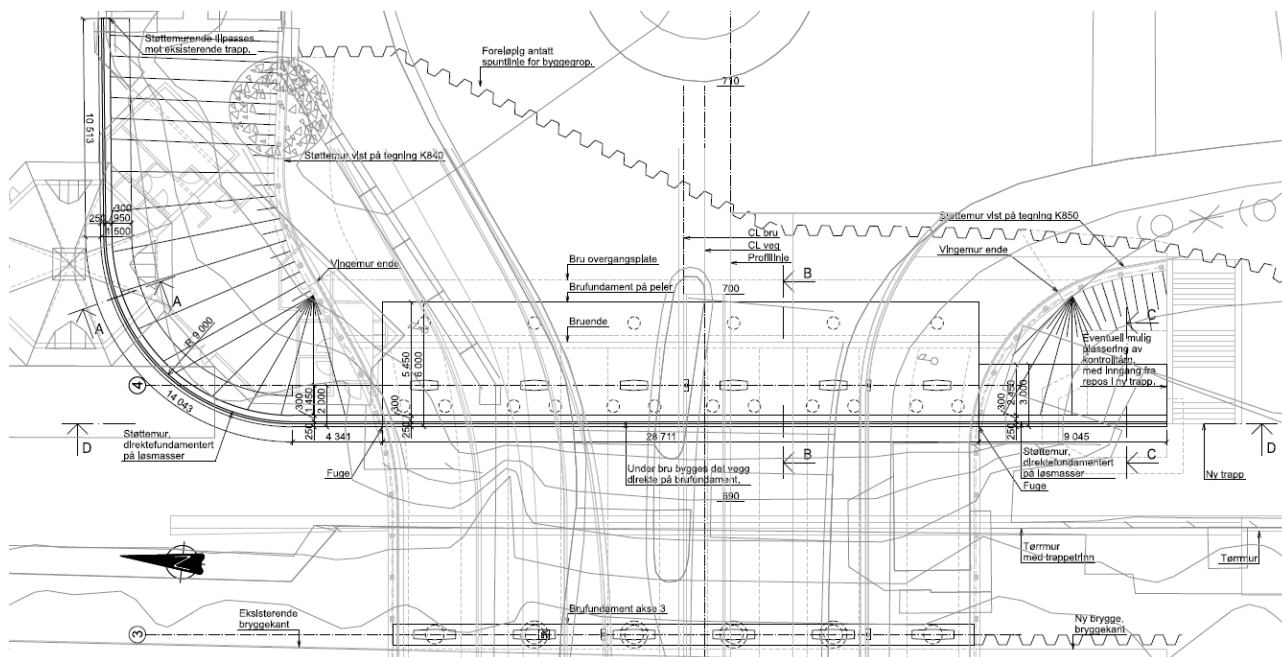
Figur 5-18 – Planfigur av ny støttemur i kryss Helgerødgata og Værftsgata.

Se tegning K820 for oversikt støttemur. Videre detaljering av denne må utføres i byggeplan.

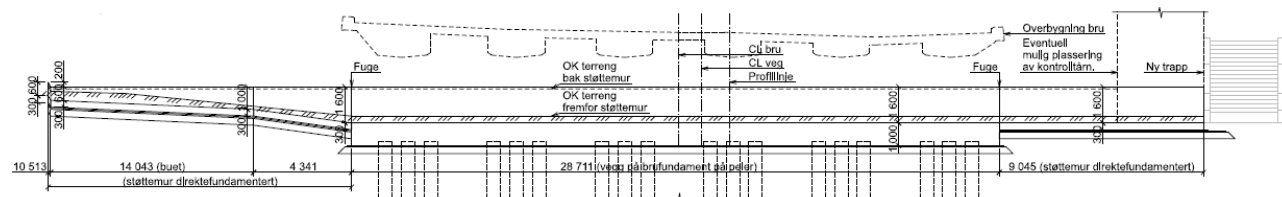
5.3.4 Støttemur under bru ved østre bruende

Under bru og rundt bruenden trengs det, på grunn av bruas relativt korte endespenn, en støttemur for å holde skråningsutslaget fra bruenden unna turveg under bru. Deler av støttemuren er bygget som en veggskive direkte på brufundament i akse 4, mens resterende støttemur er direktefundamentert på eget fundament. For å slippe veldig dyp fundamentering trengs det isolasjon (XPS) under fundamentet.

Vist utforming forutsetter riving av Fiskebasaren, men det er også mulig å tenke seg andre løsninger hvor deler av Fiskebasaren blir stående. Det trangs da en kraftigere støttemur etter bruenden som kan ta opp jordtrykket fra Rv. 19 og rundkjøringen (referer tegning K840). Dette vil avklares endelig i byggeplan.



Figur 5-19 – Planfigur av ny støttemur i under bru ved østre bruende.



Figur 5-20 – Oppriss av ny støttemur i under bru ved østre bruende.

Se tegning K830 for oversikt støttemur.

Denne tegningen viser også foreslått plassering for eksisterende kontrolltårn og ny trapp mellom gatenivå og turveg under bru.

Fundamentering av støttemur må koordineres mot fundamentering av kontrolltårn foreslått plassert rett bak søndre ende av støttemur.

Videre detaljering må utføres i byggeplan.

5.3.6 Tørrsteinsmurer langs Kanalen

I dag går det det fine og bevaringsverdige tørrsteinsmurer langs Kanalen, på begge sider av denne, sør for eksisterende bru. På oversiden av disse går det turveger gjennom Kanalparken.



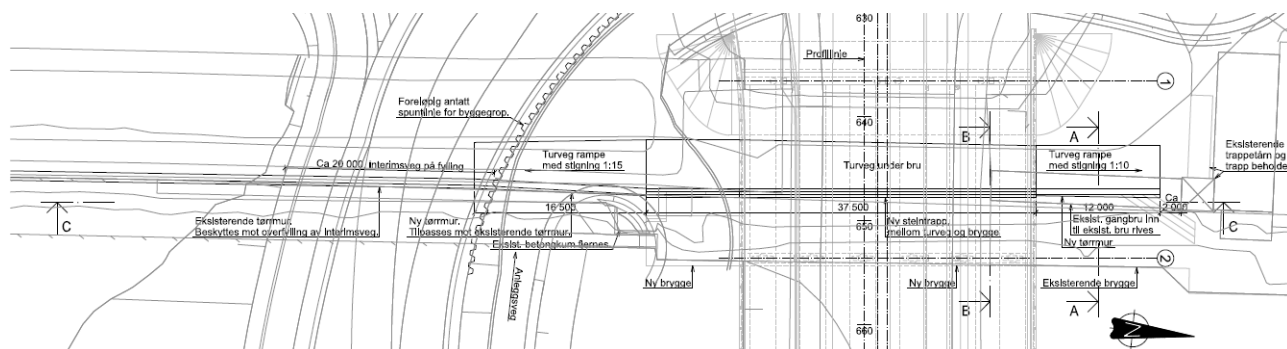
Figur 5-23 – Bilde av Kanalen sør for eksisterende bru, med tørrmurer og turveger gjennom Kanalparken.

Et gjennomgående designgrep har vært å forlenge brua (i forhold til dagens bru), slik at disse turvegene og tørrsteinsmurene kan passere under brua. Overkant turveger under bru er lagt 0,5 m høyere enn bryggene, men ca 1,0 m lavere enn turveger i Kanalparken. Dette er et kompromiss mellom ønske om å ligge tørt ved høyvann og likevel ha best mulig frihøyde under bru (nå ca 2,5 m). Dette medfører altså at tørrsteinsmurene og turvegene i Kanalparken må rampes litt ned inn mot bru. Vi tilstreber å få til en universell utforming av disse rampene med helning 1:15 der dette er mulig og maks helning 1:10. Direkte under bru foreslås det at de lave tørrmurene i stedet utformes som trapper / sittetrapper med litt store trinn.

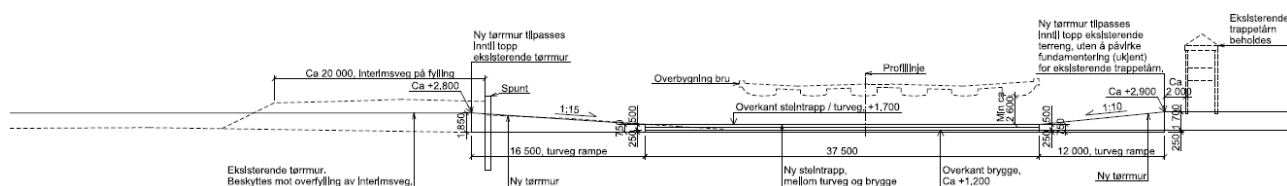


Figur 5-24 – Utsnitt av arkitektillustrasjon for bru som viser nedramping av turveg og tørrmur ved bru og steintrapp og brygge under bru.

Tørrsteinsmur vest for kanalen, sett fra venstre (sør) på figurene nedenfor, har først en lengde som beskyttes mot overfylling av interimsveg (her skal muren beholdes mest mulig uberørt), får deretter 16,5 m lengde med nedramping (1:15) av topp eksisterende mur, deretter 37,5 m ny steintrapp langs brygge, før den får 12 m med ny steinmur med oppramping (1:10) til eksisterende terreng (her er det ikke plass til helning 1:15 pga ønske om å ta vare på eksisterende trappetårn).



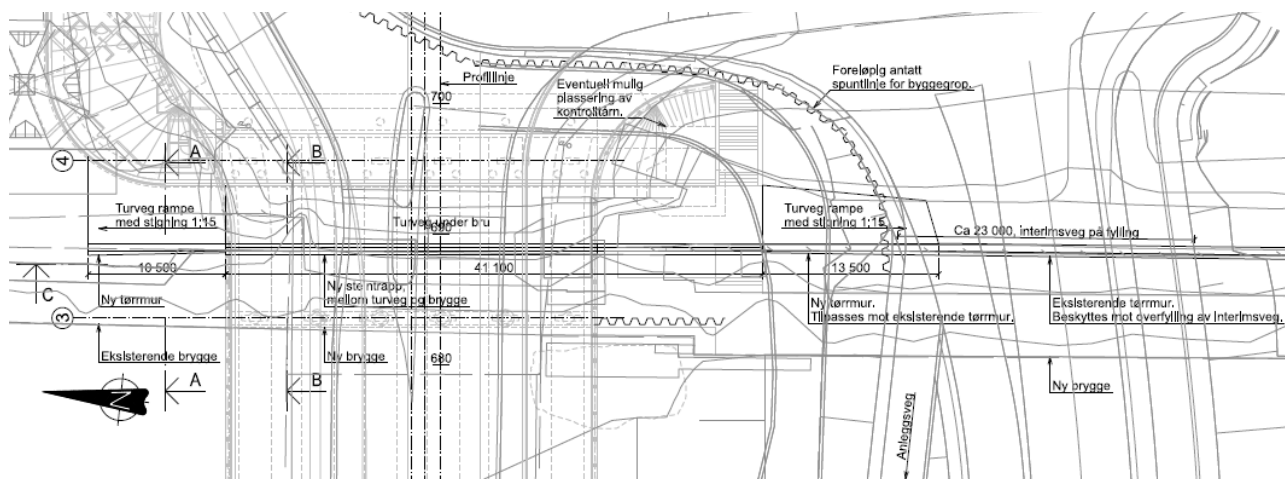
Figur 5-25 – Planfigur av ny tørrsteinsmur vest for Kanalen.



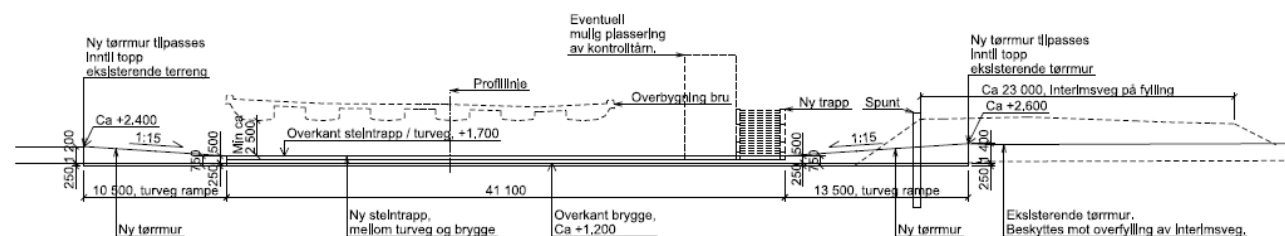
Figur 5-26 – Oppriss av ny tørrsteinsmur vest for Kanalen.

Se tegning K910 for oversikt tørrsteinsmur vest for Kanalen. Videre detaljering må utføres i byggeplan.

Tørrsteinsmur øst for kanalen, sett fra høyre (sør) på figurene nedenfor, har først en lengde som beskyttes mot overfylling av interimsveg (her skal muren beholdes mest mulig uberørt), får deretter 13,5 m lengde med nedramping (1:15) av topp eksisterende mur, deretter 41,1 m ny steintrapp langs brygge, før den får 10,5 m med ny steinmur med oppramping (1:15) til eksisterende terreng.



Figur 5-27 – Planfigur av ny tørrsteinsmur øst for Kanalen.



Figur 5-28 – Oppriss av ny tørrsteinsmur øst for Kanalen.

Se tegning K920 for oversikt tørrsteinsmur vest for Kanalen. Videre detaljering må utføres i byggeplan.

Tørrsteinsmurer under interimsfyllingen skal generelt beskyttes mot overfyllingen. Vi forslår at tørrsteinsmurene måles nøye inn og fotodokumenteres før arbeidene starter. Deretter dekkes de til med isolasjonsmatter (vintermatter). Det fylles først opp et lag med 500 mm pukk før videre oppfylling med grovere masser. Det er viktig at det ikke står tunge maskiner rett bak tørrmurene. Når interimsfyllingen skal fjernes, må dette skje meget skånsomt ved tørrsteinsmurene. Det graves forsiktig ned til nivå for overkant pukk. Pukken fjernes forsiktig (håndgraves om nødvendig), på en slik måte at vintermattene ikke blir skadet. Til slutt fjernes vintermattene. Murens tilstand skal igjen dokumenteres, og murene skal befares sammen med byggherre. Eventuelle utbedringer gjøres kun etter avtale med byggherre. Vi mener at tørrsteinsmurene bør klare seg bra med en slik fremgangsmåte, selv om interimsfyllinga kan medføre noe setninger.

5.4 Mengdeberegning og kostnadsoverslag

Det er i dette kapitlet regnet hovedmengder og kostnader for valgt brualternativ med 27,5 m føringsbredde pluss breddeutvidelser i endene. Det er ikke tatt med kostnader for riving og fjerning av eksisterende bru. Det er tatt med kostnader for støttemurer, brygger og tørrmurer i tilknytning til brua. Støttemurer i Helgerødgata og interimsløsning er ikke inkludert. Det er tatt med tilbakefylling av masser inntil konstruksjoner, men det er ikke tatt med vegoppbygging, asfalt, eller arbeider med interimsløsning.

Det ble utført et anslag på hele prosjektet etter 70% leveranse som anslo de totale kostnadene. I det anslaget ble føringsbredden på brua allerede skalert opp til 27,5 m slik at kostnadsnivået for element B4 (Ny Kanalbru) der bør være relativt godt sammenlignbart med det som er presentert av spesifiserte kostnader her.

Mengder er regnet på prosesskode nivå med 2 siffer. Kostnadsnivået er holdt på 2023-nivå for å få sammenlignbare tall med tidligere. Det ble imidlertid oppdaget ved anslag at det var regnet for billig enhetspris for komplett spunt med løsmasseavstivning. En mer reel pris bør være ca det dobbelte av det som lå inne tidligere. Det er derfor nå lagt inn ekstra kolonner i tabellen nedenfor med justerte enhetspriser for spunt. Det er også viktig å være klar over at de spesifiserte kostnadene i tabellen nedenfor ikke er et komplett kostnadsoverslag, da det kan være flere kostnader som ikke er spesifisert ennå. Dette er det kompensert for med påslagsfaktorer nederst i tabellen.

Poenget med kostnadsoverslaget i dette kapitlet er å beregne kostnader for valgt brualternativ etter samme mal som i kapittel 6.8 (de fire brualternativene), for å se hvordan kostnadene har utviklet seg fra 70%-leveransen og frem til 100%-leveransen. De største endringene på brua er at den er noe bredere, og noe lengre i vestre spenn. Den økte lengden ble gjort primært for å få enklere fundamentering. Det er også blitt noe mer omfang av spunt (ved interimsvveg og for beskyttelse av blåskjellbank), og dyrere spunt.

Nederste linje i tabellen viser prosentvis forskjell på brukostnad ved 70%-leveranse og 100%-leveranse for henholdsvis opprinnelige enhetspriser og justerte enhetspriser. Referanseverdien (100%) gjelder for 3 spenns betongbru slik den var ved 70 % leveranse med opprinnelige enhetspriser.

Tabell 5-1 – Grove mengder og kostnader for bru ved 70% leveranse og 100% leveranse

Prosess	Prosessnavn	Enhet	Opprinnelig enhetspris (kr/enhet)	Justert enhetspris (kr/enhet)	3 spenns betongbru, brualternativ til 70% leveranse.			3 spenns betongbru, valgt brukonsept til 100% leveranse.		
					Beregnet mengde	Ber. kostnad med oppr. enhetspris	Ber. kostnad med justert enhetspris	Beregnet mengde	Ber. kostnad med oppr. enhetspris	Ber. kostnad med justert enhetspris
25	Masseflytting av jord									
25.1	Jordmasser i linjen	m3	250		1900	kr 475 000	kr 475 000	2000	kr 500 000	kr 500 000
53	Forsterkningslag									
53.2	Forsterkningslag av knuste steinmaterialer av pukk og kult	m3	400		3800	kr 1 520 000	kr 1 520 000	4000	kr 1 600 000	kr 1 600 000
81	Løsmasser									
81.1	Gravearbeider over vann	m3	200		7700	kr 1 540 000	kr 1 540 000	8000	kr 1 600 000	kr 1 600 000
81.2	Avretting og rensk over vann	m2	150		240	kr 36 000	kr 36 000	600	kr 90 000	kr 90 000
81.3	Gravearbeider under vann	m3	500		700	kr 350 000	kr 350 000	120	kr 60 000	kr 60 000
81.4	Avretting og rensk under vann	m2	200		420	kr 84 000	kr 84 000	80	kr 16 000	kr 16 000
81.5	Masser under og inntil konstruksjoner over vann	m3	400		1500	kr 600 000	kr 600 000	1600	kr 640 000	kr 640 000
81.6	Masser under og inntil konstruksjoner under vann	m3	500		400	kr 200 000	kr 200 000	70	kr 35 000	kr 35 000
83	Konstruksjoner i grunnen (peler, støttevegger, etc)									
83.2	Rammede stålrørspeler									
	ø600	m	9500		940	kr 8 930 000	kr 8 930 000	630	kr 5 985 000	kr 5 985 000
	ø700	m	11500		0			0		
	ø900	m	16000		420	kr 6 720 000	kr 6 720 000	420	kr 6 720 000	kr 6 720 000
83.6	Støttevegger og avstivningssystemer	m2	4000	8000	2410	kr 9 640 000	kr 19 280 000	3200	kr 12 800 000	kr 25 600 000
84	Betong									
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	m2	2000		1580	kr 3 160 000	kr 3 160 000	1780	kr 3 560 000	kr 3 560 000
84.2	Forskalling	m2	2500		3690	kr 9 225 000	kr 9 225 000	3680	kr 9 200 000	kr 9 200 000
84.3	Armering	Tonn	22000		380	kr 8 360 000	kr 8 360 000	370	kr 8 140 000	kr 8 140 000
84.4	Betongstøp	m3	2600		1950	kr 5 070 000	kr 5 070 000	1900	kr 4 940 000	kr 4 940 000
87	Brubelegning, utstyr og spesialarbeider									
87.1	Fuktisolering, membran, fugeterskler og rissanvisende fuger	m2	600		1620	kr 972 000	kr 972 000	1710	kr 1 026 000	kr 1 026 000
87.2	Rekkverk	m	5000		150	kr 750 000	kr 750 000	162	kr 810 000	kr 810 000
87.3	Brulagre	stk	20000		0			3	kr 60 000	kr 60 000
87.5	Overvannssystem	stk	6000		8	kr 48 000	kr 48 000	11	kr 66 000	kr 66 000
	Annet									
	Areal brygger	m2	10000		960	kr 9 600 000	kr 9 600 000	720	kr 7 200 000	kr 7 200 000
	Bore hull gjennom eksist. fundamenter for nye ø600-peler	stk	95000		12	kr 1 140 000	kr 1 140 000	0		
	Bore hull gjennom eksist. fundamenter for nye ø700-peler	stk	115000		0			0		
	Bore hull gjennom eksist. fundamenter for nye ø900-peler	stk	160000		4	kr 640 000	kr 640 000	4	kr 640 000	kr 640 000
71.1	Tørmurer	m2	5000		0			70	kr 350 000	kr 350 000
	Steintrapper	m2	10000		0			60	kr 600 000	kr 600 000
	SUM spesifiserte kostnader					kr 69 060 000	kr 78 700 000		kr 66 638 000	kr 79 438 000
	+ Ikke spesifiserte arbeider	10 %				kr 6 906 000	kr 7 870 000		kr 6 663 800	kr 7 943 800
	+ Uforutsett	15 %				kr 10 359 000	kr 11 805 000		kr 9 995 700	kr 11 915 700
	SUM spesifiserte og ikke spesifiserte arbeider samt uforutsett					kr 86 325 000	kr 98 375 000		kr 83 297 500	kr 99 297 500
	+ Entreprenørens rigg og drift	20 %				kr 17 265 000	kr 19 675 000		kr 16 659 500	kr 19 859 500
	SUM entreprisekostnad eks MVA					kr 103 590 000	kr 118 050 000		kr 99 957 000	kr 119 157 000
	Prosentvis forskjell i forhold til opprinnelig					100 %	114 %		96 %	115 %

Basert på opprinnelige enhetspriser, ser man at justert bruløsning har blitt 4% rimeligere ved 100%-leveransen enn ved 70%-leveransen. Dette skyldes primært at spart fundamentering som følge av at lenger endespenn i vest har redusert konfliktene med eksisterende fundament og muliggjort glidelager i akse 1. Det ligger også en besparelse i at antall kvadratmeter brygger har gått noe ned. Beparelsene er altså her noe større enn kostnadsøkningene (økt brulengde, økt mengde spunt og økt enhetspris for spunt).

Basert på justerte enhetspriser (for spunt), ser man at opprinnelig bruløsning har blitt 14% dyrere, og at justert bruløsning har blitt 15% dyrere enn opprinnelig. Det vil si at besparelsen i fundamentering og redusert bryggeareal omtrent balanserer kostnadsøkningene.

Økningen på 15% representerer imidlertid ingen ekstra kostnad for prosjektet siden anslagstidspunkt, siden enhetsprisen for spunt ble korrigert allerede her. Ser at sum spesifiserte kostnader på ca 79,4 mill kr, fortsatt er noe under anslaget element B4 – Ny Kanalbru (87 mill kr som sannsynlig verdi).

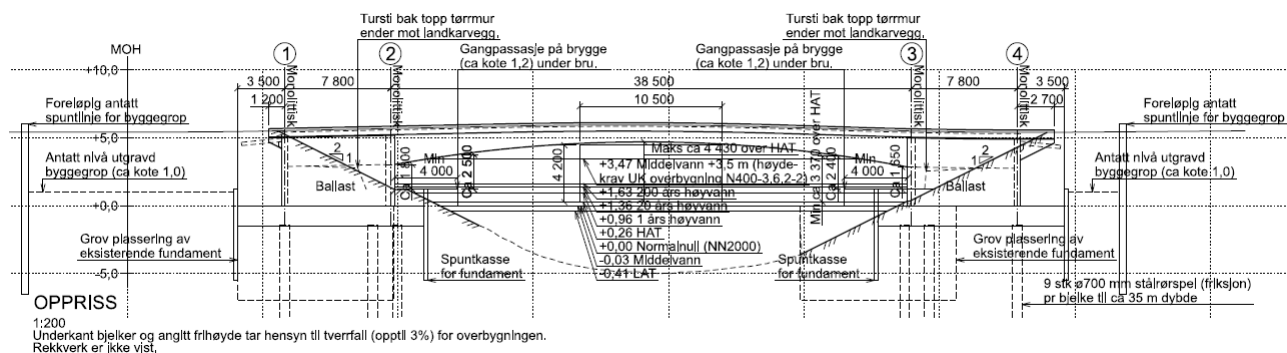
6 Vurderte brukonsepter

Dette kapitlet med vurderte brukonsepter og vurdering av disse er i innhold beholdt relativt uendret fra rapportens første revisjon for historikkens skyld. Alle kapitlene som har å gjøre med vurderte brukonsepter er nå slått sammen under dette hovedkapitlet. Det er imidlertid nytt kapittel 5 med presentasjon av valgt brukonsept som er interessant for regulering og videre arbeider i byggeplan.

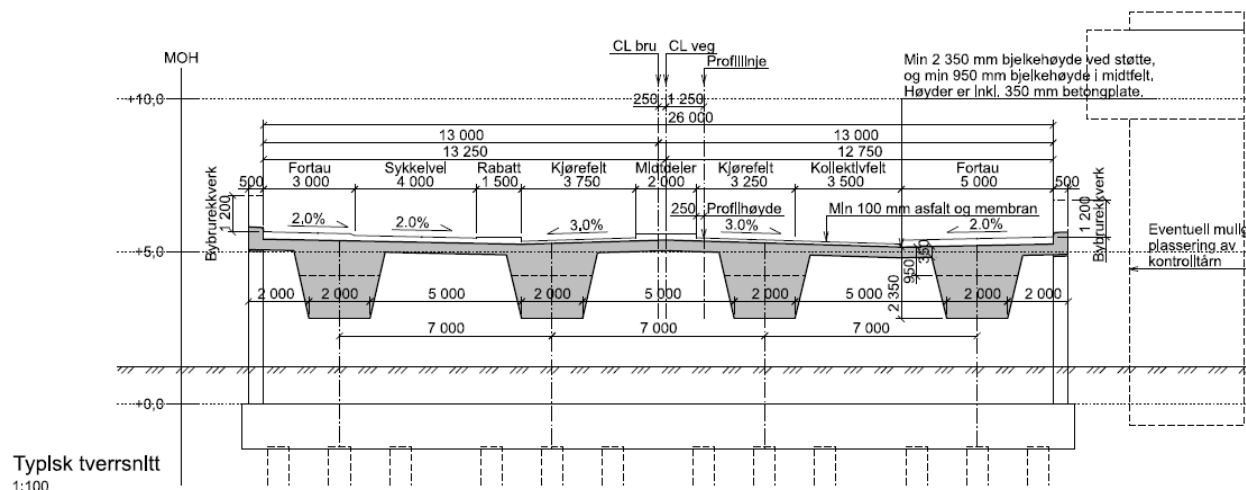
6.1 «Ett spenns» plasstøpt betongbru

6.1.1 Beskrivelse av brukonsept med hovedkomponenter inkl fundamenteringsløsning

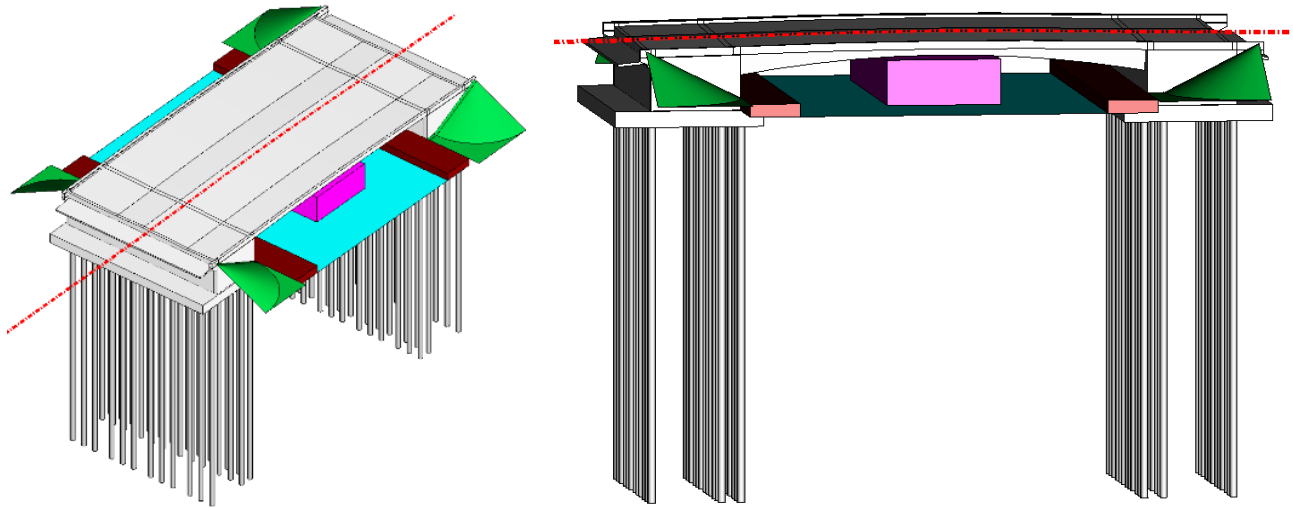
«1 spenns» betongbru med 4 bjelker er vist på Norconsult tegning K001. Nedenfor er det gjengitt oppriss og typisk snitt (ved støtte) fra K-tegning, samt en figur fra 3D-modell.



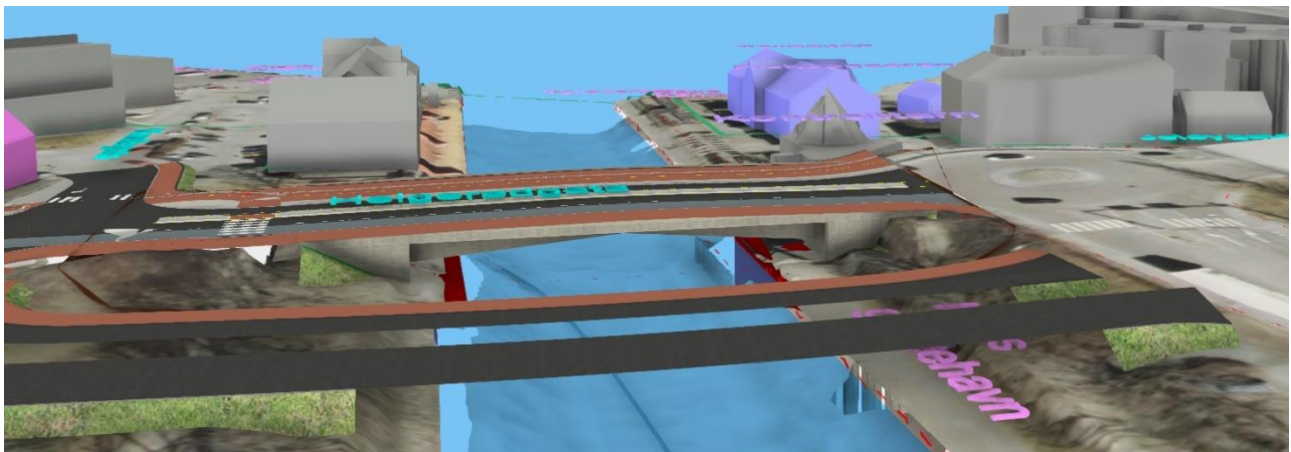
Figur 6-1 – Oppriss av bru



Figur 6-2 – Typisk snitt av bru



Figur 6-3 – Figurer fra 3D-modell av bru



Figur 6-4 – Figur fra ISY, 3D-innsynsmodell (det er ikke gjort terrengtilpasninger rundt brua ennå)

Brualternativet er beholdt mest mulig slik det er detaljert i forarbeidet fra Sweco (tegning K01), men med noen nødvendige justeringer:

- Veggskivene er gjort noe slankere, for å gi brua nødvendig fleksibilitet i forhold til temperaturbevegelse og svinn.
- Fundamentene er forlenget noe bakover. Dette for å få mer vekt (ballast) på fundament og dermed unngå strekk i bakre peler.
- Selv om antall bjelker (4 stk) og bjelkehøydene er beholdt slik de var, har mulig seilingshøyde gått ned til 4,2 m. Dette fordi:
 - Vi måler fra HAT (høyeste astronomiske tidevann),
 - Det ikke er mulig å heve veglinja like mye som Sweco hadde forutsatt,
 - Vi tar høyde for opptil 3% tverrfall på kjørefeltene,
 - Frihøyden skal angis over en bredde på 2,5 ganger frihøyden.

Vi har satt «1 spenn» i anførselstegn, fordi ballastkassene medfører at dette egentlig er en 3 spenns bru med lukkede endespenn. Vår oversiktstegning er vist med 4 akser.

Brua har 38,5 m lengde på hovedspenn. Dette muliggjør ca 4 m bredde på gangpassasjer på hver side under bru langs kanalen, på brygger med omtrent samme bryggefront som i dag. Turveg bak topp steinmur i Kanalparken og på bysida vil ende mot landkarvegg. Det vil si at det, for dette brualternativet, vil bli behov for trapper (og eventuelt ramper) ned på bryggenivå for å kunne passere under brua.

Bjelkehøyden er 2,35 m ved støtte og 0,95 m i midtfelt. Dette er beholdt fra forarbeidet. Poenget med en stor bjelkehøyde ved støtte (og videre bakover) er å sørge for god innspenning (stor bøyestivhet) her slik at bjelkehøyden kan være minst mulig i midtfelt. Dersom overkant brygger legges på kote +1,2 (omtrent som dagens brygger) medfører dette frihøyde for gående under bru på ca 1,65-2,5 m. Den store bjelkehøyden ved støtte medfører at brualternativet trenger et fravik i forhold til SVV håndbok N400 punkt 3.6.2-2 vedrørende minste klaring over sjø. Underkant bjelke er ved støtte ca 600 mm under dette kravet til klaring, men vi tror ikke at dette er særlig dramatisk siden vi her er utenfor seilingsløpet.

Brua kan for eksempel fundamenteres på 9 stk vertikale stålrørspeler under hver bjelkeende. En slik konfigurasjon gir en maksimal pelkraft på ca 3800 kN. Det kan da for eksempel benyttes ø700 rammede stålrørspeler som friksjonspeler med ca 35 m dybde.

Det er nødvendig med et stort fundament med mye ballastvekt for å unngå strekk i bakre pel.

Fundamentgeometri omtrent som vist bør gi tilstrekkelig sikkerhet mot strekk i peler, men minste peltrykk er avhengig av hvilket samtidig flomnivå man legger til grunn for oppdriftsberegninger. Dette må kontrollregnes mer nøyaktig dersom brualternativet blir aktuelt.

Man kan se av opprisset ovenfor at flere pelerader er i konflikt med eksisterende fundamenter. Dette medfører at eksisterende fundament enten må rives, eller det må bores tilstrekkelig store kanaler gjennom dette for setting av nye peler. Se detaljer rundt dette i eget kapittel for riving av eksisterende bru.

Vingemurer foreslås utført med tilstrekkelig lengde bakover for at sideskråninger med helning 1:2 treffer utgravd kanalskråning.

6.1.2 Byggemetode / gjennomføring

Anleggsgjennomføring frem til ferdig byggegrop er lik for alle brualternativer og er beskrevet i kapittel 2.5.

Antatt videre byggekkefølge / byggemetode / gjennomføring:

- Etablere stålrørspeler for ny bru.
- Etablere spuntvegger for nye fundamenter.
- Forsiktig utgraving mellom peler i spuntkasse for nye fundamenter.
- Utstøping av nye fundamenter.
- Bygging av landkar med ballastkasser.
- Etablere reis for overbygning. Antagelig som stive bjelker som spenner mellom fundamenter.
- Forskaling, armering og støp av overbygning.
- Riving av forskaling og reis.
- Fylle inntil bruender.
- Etablere kantbjelker, rekkverk, asfalt, opphøyde gang- og sykkelarealer.
- Legge trafikken over på ny bru.
- Fjerne interimsløsning.
- Istandsetting/etablering av brygger, servicebygg, etc.
- Fundamentering og flytting av kontrolltårn til eventuell ny posisjon.
- Opprydding og landskapsarbeider.

6.1.3 Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger

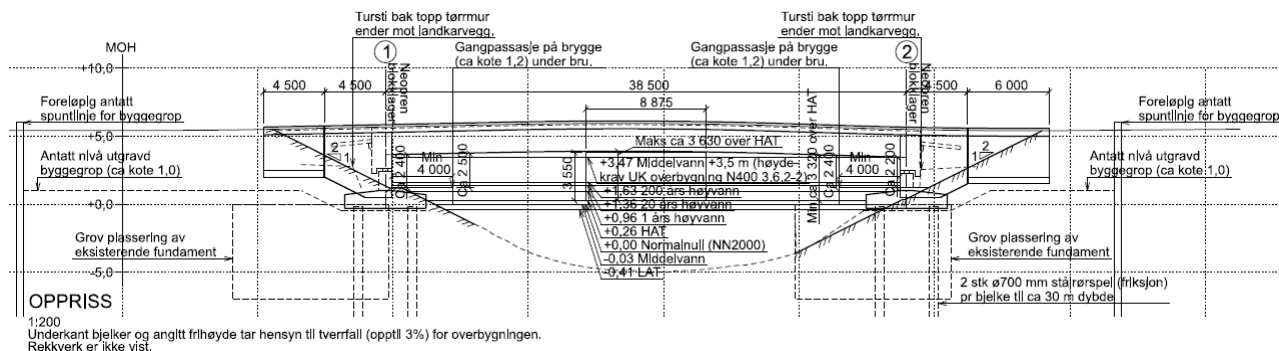
Det kan være mulig å heve frihøyden litt både for seilåpning og for gående langs kanal ved å øke antall langsgående bjelker. Dermed går last pr bjelke noe ned slik at bjelkehøyden kan reduseres. Redusert bjelkehøyde vil også redusere konflikten med SVV håndbok N400 punkt 3.6.2-2 vedrørende minste klaring over sjø. Økt antall bjelker med noe redusert bjelkehøyde vil imidlertid antagelig øke totalt materialforbruk og byggekostnad noe.

Det er forholdsvis mye moment i topp peler grunnet forskyvning og rotasjon av landkar, hovedsakelig fra temperaturlast på overbygning. Dette må vi forsøke å optimalisere ned. Mykere søyler / veggskiver hjelper. Noe justering av geometri på landkar og pelegrupper kan også hjelpe.

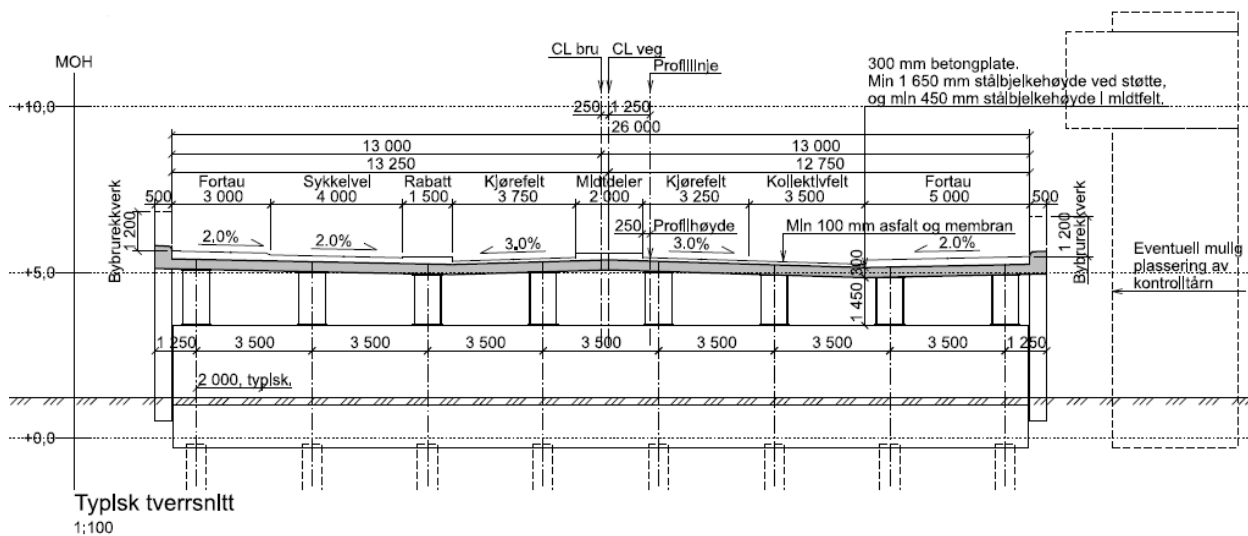
6.2 Ett spenn samvirkebru i stål med påstøpt betongdekke

6.2.1 Beskrivelse av brukonsept med hovedkomponenter inkl fundamenteringsløsning

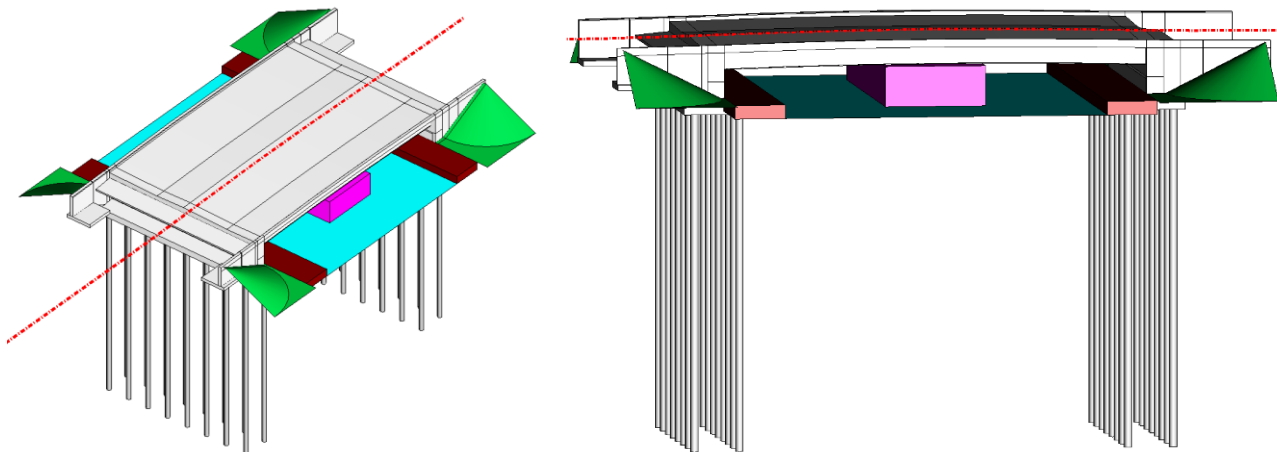
1 spenns samvirkebru med 8 bjelker er vist på Norconsult tegning K003. Nedenfor er det gjengitt oppriss og typisk snitt (ved støtte) fra K-tegning, samt en figur fra 3D-modell.



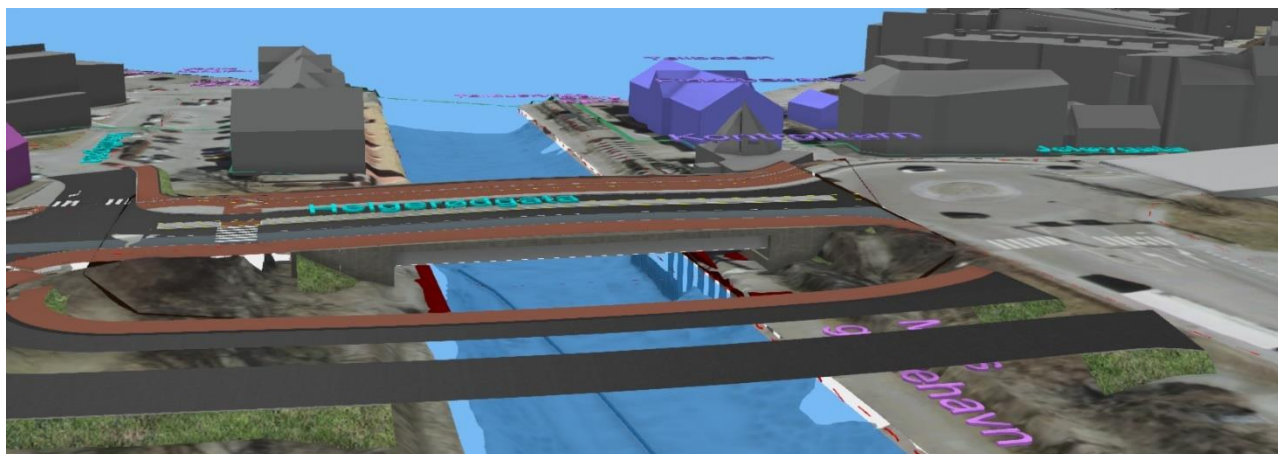
Figur 6-5 – Oppriss av bru



Figur 6-6 – Typisk snitt av bru



Figur 6-7 – Figurer fra 3D-modell av bru



Figur 6-8 – Figur fra ISY, 3D-innsynsmodell (det er ikke gjort terrengtilpasninger rundt brua ennå)

Brualternativet er beholdt mest mulig slik det var detaljert i forarbeidet fra Sweco (tegning K03), men med noen nødvendige justeringer:

- Flensbredde på bjelker er økt fra $b \times h = 0,70 \text{ mm} \times 0,055 \text{ mm}$ til $0,90 \text{ mm} \times 0,55 \text{ mm}$ for å få tilstrekkelig momentkapasitet i midtfelt.
- Peler er endret fra betongpeler til 2 stk vertikale $\varnothing 700$ stålørspeler i hver bjelkeende. Dette skyldes informasjon fra bygging av bru for rv 19 over jernbanen hvor det var mye vrakpeler med betongpeler.
- Selv om antall bjelker (8 stk) og bjelkehøydene er beholdt slik de var, har mulig seilingshøyde gått ned til 3,35 m. Dette fordi:
 - Vi måler fra HAT (høyeste astronomiske tidevann),
 - Det er ikke mulig å heve veglinja like mye som Sweco hadde forutsatt,
 - Vi tar høyde for opptil 3% tverrfall på kjørefeltene,
 - Frihøyden skal angis over en bredde på 2,5 ganger frihøyden.

Dette er en 1 spenns samvirkebru med 8 stålbjelker over kanalen og påstøpt betongplate. Stålbjelkene ligger innstøpt i kraftige endetverrbærere i hver bruende. Disse står på 4 brulagere som er maks tillatt antall lagere i forhold til SVV HB N400 kapittel 3.3.1-7. Under lagere er det en veggskive og betongfundament på peler.

Brua har 38,5 m lengde på hovedspenn. Dette muliggjør ca 4 m bredde på gangpassasjer på hver side under bru langs kanalen, på brygger med omtrent samme bryggefront som i dag. Turveg bak topp steinmur i Kanalparken og på bysida vil ende mot landkarvegg. Det vil si at det, for dette brualternativet, vil bli behov for trapper (og eventuelt ramper) ned på bryggenivå for å kunne passere under brua.

Bjelkehøyden er konstant på 1,45 m stålbjelke + 0,3 m overliggende betongplate. Dette er beholdt fra forarbeidet. På grunn av brulagere i bruendene har bjelkene ingen innspenning her, og det trengs derfor stor bjelkehøyde i midtfelt. Dersom overkant brygger legges på kote +1,2 (omtrent som dagens brygger) medfører dette frihøyde for gående under bru på ca 2,2-2,5 m. Den store bjelkehøyden medfører at brualternativet i utgangspunktet er så vidt i konflikt med SVV håndbok N400 punkt 3.6.2-2 vedrørende minste klaring over sjø. Underkant bjelke er ved akse 2 ca 20 mm under dette kravet til klaring. Vi tror ikke at det bør være vanskelig å få fravik for dette siden vi her er utenfor seilingsløpet, men vi forventer også at det bør være mulig å optimalisere bort denne lille konflikten.

Brua kan for eksempel fundamenteres på 2 stk vertikale stålrørspeler under hver bjelkeende. En slik konfigurasjon gir en maksimal pelkraft på ca 3300 kN. Det kan da for eksempel benyttes ø700 rammede stålrørspeler som friksjonspeler med ca 30 m dybde.

Man kan se av opprisset ovenfor at flere pelerader er i konflikt med eksisterende fundamenter. Dette medfører at eksisterende fundament enten må rives, eller det må bores tilstrekkelig store kanaler gjennom dette for setting av nye peler. Se detaljer rundt dette i eget kapittel for riving av eksisterende bru.

Vingemurer og supplerende støttemurer foreslås utført med tilstrekkelig lengde bakover for at sideskråninger med helning 1:2 treffer utgravd kanalskråning.

6.2.2 Byggemetode / gjennomføring

Anleggsgjennomføring frem til ferdig byggegrop er lik for alle brualternativer og er beskrevet i kapittel 2.5.

Antatt videre byggekkefølge / byggemetode / gjennomføring:

- Etablere stålrørspeler for ny bru.
- Forsiktig utgraving mellom peler for nye fundamenter. (Det bør tilstrebes at fundamenter legges såpass grunt at det ikke trengs spunt her).
- Utstøping av nye fundamenter med veggskive.
- Utstøping av tverrbjelker for opplegg av stålbjelker.
- Innheising av stålbjelker som er inntransportert med lekter.
- Utstøping av resterende del av tverrbjelker bak og mellom stålbjelker.
- Etablere reis og forskaling for overbygning. Antagelig festet i stålbjelkene.
- Armering og støp av overbygning.
- Riving av forskaling og reis.
- Fylle inntil bruender.
- Etablere kantbjelker, rekkverk, asfalt, opphøyde gang- og sykkelarealer.
- Legge trafikken over på ny bru.
- Fjerne interimsløsning.
- Istandsetting/etablering av brygger, servicebygg, etc.

- Fundamentering og flytting av kontrolltårn til eventuell ny posisjon.
- Opprydding og landskapsarbeider.

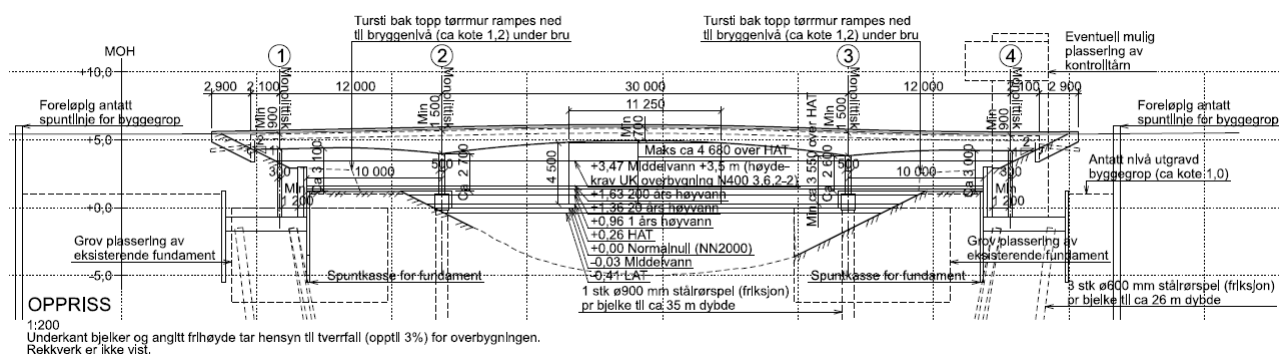
6.2.3 Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger

Det kan være mulig å heve frihøyden litt både for seilåpning og for gående langs kanal ved å øke antall langsgående bjelker. Dermed går last pr bjelke noe ned slik at bjelkehøyden kan reduseres. Redusert bjelkehøyde vil også fjerne den lille konflikten med SVV håndbok N400 punkt 3.6.2-2 vedrørende minste klaring over sjø. Økt antall bjelker med noe redusert bjelkehøyde vil imidlertid antagelig øke totalt materialforbruk og byggekostnad noe. Mest sannsynlig kan den lille konflikten med kravet til minste klaring over sjø optimaliseres bort, enten med noe redusert tverrfall, eller med litt lavere bjelkehøyde ved akse 2.

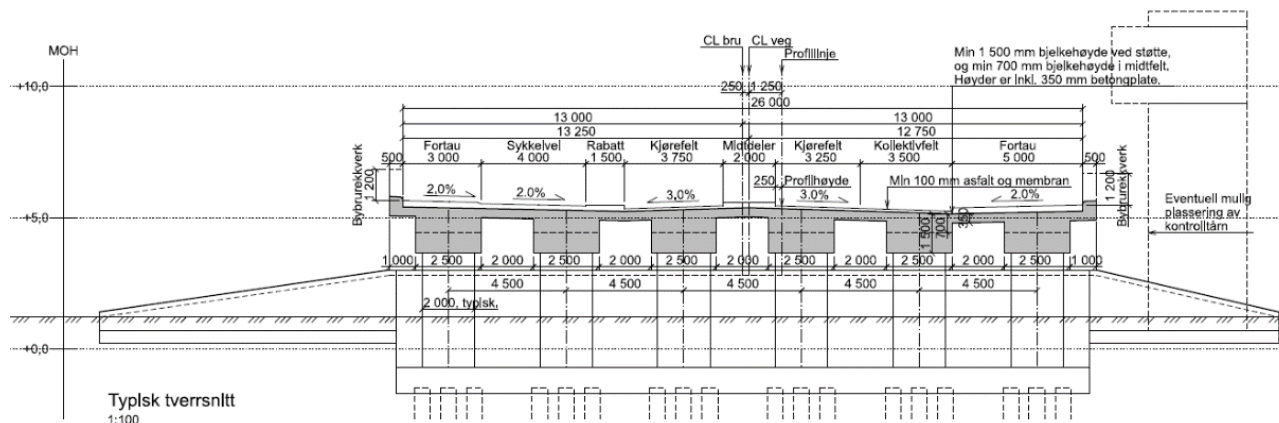
6.3 Tre spenns plasstøpt betongbru

6.3.1 Beskrivelse av brukonsept med hovedkomponenter inkl fundamenteringsløsning

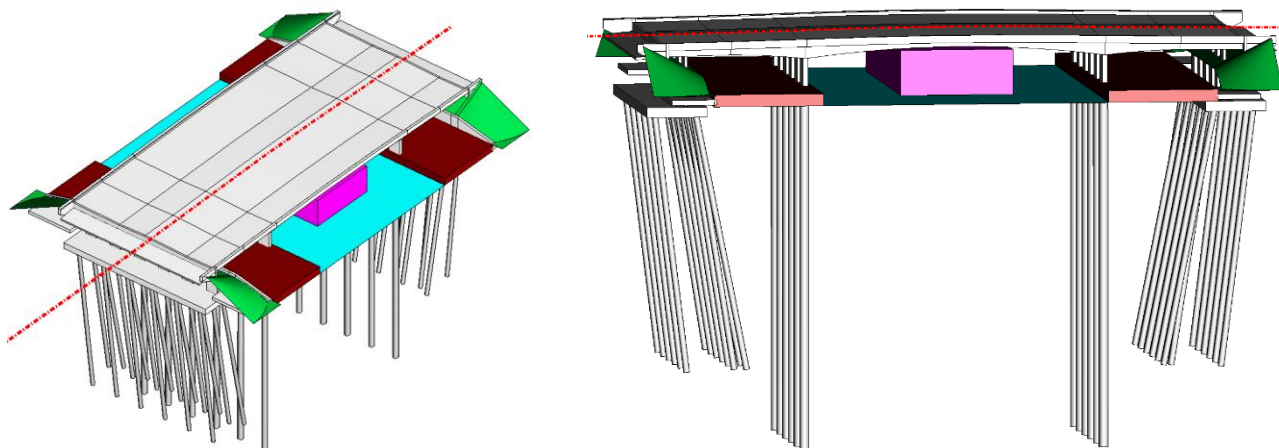
3 spenns betongbru med 6 bjelker er vist på Norconsult tegning K006. Nedenfor er det gjengitt oppriss og typisk snitt (ved støtte) fra K-tegning, samt en figur fra 3D-modell.



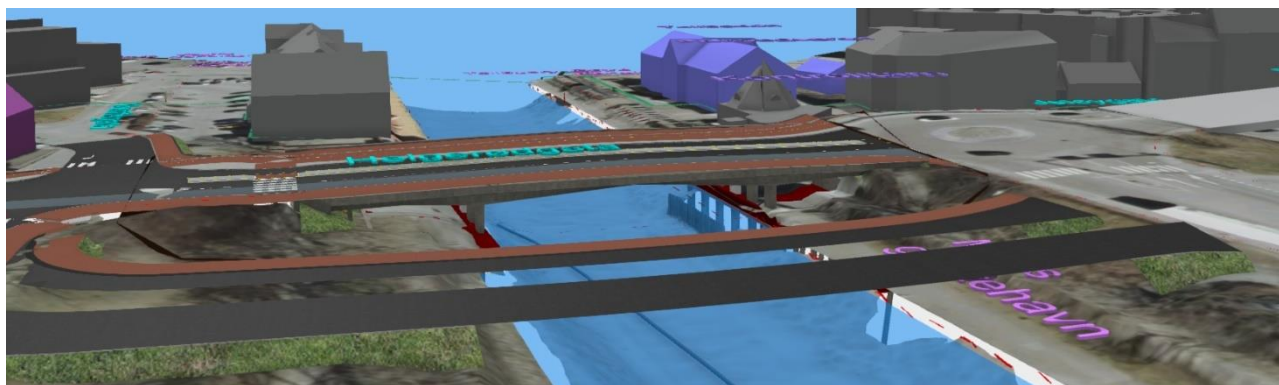
Figur 6-9 – Oppriss av bru



Figur 6-10 – Typisk snitt av bru



Figur 6-11 – Figur fra 3D-modell av bru



Figur 6-12 – Figur fra ISY (3D-innsynsmodell)

Dette er et nytt brualternativ i forhold til forarbeidet fra Sweco. De hadde konkludert med at det ikke var plass til tre-spenns-bruer på brustedet, men dette ville vi sjekke nærmere, og vi mener nå at det er mulig. Man kan i utgangspunktet også se for seg at tre-spenns-bruer er lengre og dermed dyrere enn ett-spenns-bruer, men dette er heller ikke nødvendigvis riktig. Fordelene med tre-spenns-bruer er:

- at lengden på hovedspennet over kanalen kan reduseres. Dette medfører at også tverrsnittshøydene kan reduseres.
- at sidespennene kan brukes for å oppnå bedre passasjemulighet under bru.
- at sidespennene også vil medføre en god innspenning over støtte som igjen medfører at tverrsnittshøydene kan reduseres ytterligere.

Brua har 30 m lengde på hovedspenn og 12 m lengde på sidespenn. De korte endespennene gjør at det blir strekk i søylene i endeaksene, og det er dermed ikke mulig med brulager her. Dermed må søylene lages som relativt tynne skivesøyler, for å kunne tåle tvangsforskyvninger fra temperatur og svinn på overbygningen. Det må også lages relativt store og dype fundamenter i endeaksene med tunge overfyllingsmasser for å få tilstrekkelig vekt for å unngå strekk i peler. Dette har tilsvarende funksjon som

balastkassene i brualternativet med 1-spenns betongbru. Det er også nødvendig med støttemurer i front av fundamenter for å holde bakfyllingsmassene på plass. Disse kan om ønskelig forblendes med stein.

Sidespennene muliggjør ca 10 m bredde på gangpassasjer på hver side under bru langs kanalen, på brygger med omtrent samme bryggefront som i dag og på bakenforliggende terreng. Turveg bak topp steinmur i Kanalparken og på bysida vil kunne gå naturlig under brua ved å rampe denne noe ned lokalt under brua.

Bjelkehøyden er 1,5 m ved støtte, 0,7 m i midtfelt og 0,9 m ved bruende. Poenget med en stor bjelkehøyde ved støtte (og videre bakover) er å sørge for god innspenning (stor bøyestivhet) her slik at bjelkehøyden kan være minst mulig i midtfelt. Dersom overkant brygger legges på kote +1,2 (omtrent som dagens brygger) medfører dette frihøyde for gående under bru på ca 2,6-3,1 m.

Mulig seilingshøyde er 4,5 m over en bredde på $2,5 \times \text{seilingshøyden} = 11,25$ m. Vi måler da fra HAT (høyeste astronomiske tidevann) og tar høyde for opptil 3% tverrfall på kjørefeltene. Brua klarer også kravene i SVV håndbok N400 punkt 3.6.2-2 vedrørende minste klaring over sjø.

Brua kan for eksempel fundamenteres på 1 stk vertikal stålrørspjel under hver bjelke i akse 2 og 3 og 3 stk stålrørspjeler under hver bjelke i bruender. En slik konfigurasjon gir en maksimal pelkraft på ca 5600 kN i akse 2 og 3. Det kan da for eksempel benyttes ø900 rammede stålrørspjeler som friksjonspjeler med ca 35 m dybde her. I endeakser blir maks pelkraft 2100 kN og det kan her benyttes ø600 rammede stålrørspjeler som friksjonspjeler med ca 26 m dybde.

Det trengs et stort fundament med mye ballastvekt for å unngå strekk i bakre pel. Fundamentgeometri omtrent som vist bør gi relativt grei sikkerhet mot strekk i peler, men minste peltrykk er avhengig av hvilket samtidig flomnivå man legger til grunn for oppdriftsberegninger. Dette må kontrollregnes mer nøyaktig dersom brualternativet blir aktuelt.

I akse 2 og 3 gir det for mye moment i peler ved å la disse gå helt opp i overbygningen. Dette på grunn av tvangsforskyvninger fra temperatur og svinn på overbygningen. Vi velger å avslutte peler tilstrekkelig dypt, støpe tverrbjelke / fundament mellom pelene (gjemt under brygge), og støpe relativt tynne skivesøyler opp til overbygningen. Det bør samtidig tilstrebes at fundamenter legges såpass høyt at de kan støpes tørt (uten spunt). Men på den annen side trengs det tilstrekkelig fleksibilitet i skivesøyler for å tåle tvangsbevegelser i overbygningen. Dette presser fundamentene nedover.

Man kan se av opprisset ovenfor at flere pelerader er i konflikt med eksisterende fundamenter. Dette medfører at eksisterende fundament enten må rives, eller det må bores tilstrekkelig store kanaler gjennom dette for setting av nye peler. Se detaljer rundt dette i eget kapittel for riving av eksisterende bru.

Vingemurer foreslås utført med tilstrekkelig lengde bakover for at sideskrånninger med helning 1:2 treffer støttemur slik at denne kan avsluttes på kote +3,0 (minimum 1200 mm under underkant overbygning). Dette for å gi påkrevd inspeksjonsmulighet for søyler i endeakser.

6.3.2 Byggemetode / gjennomføring

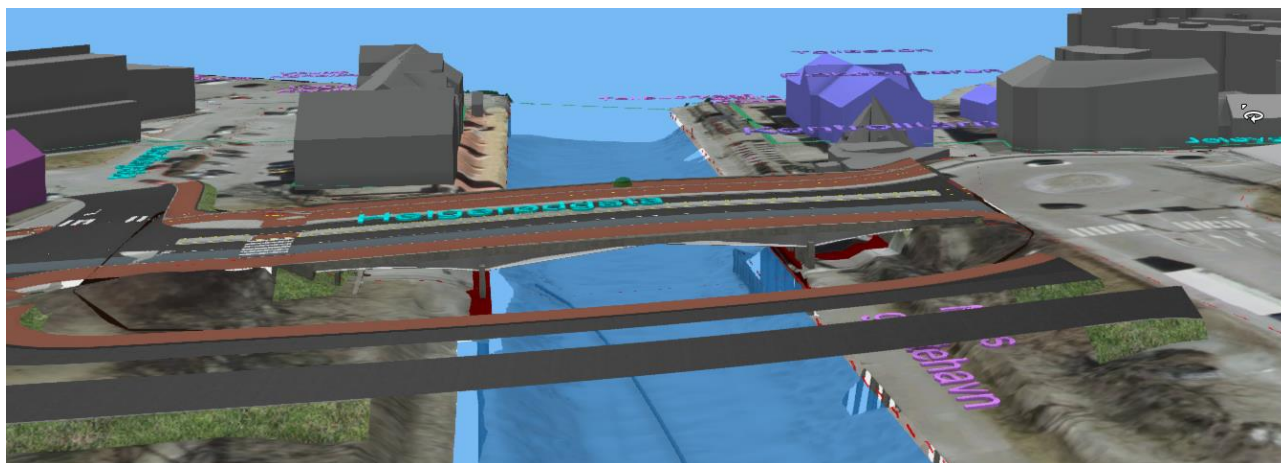
Anleggsgjennomføring frem til ferdig byggegrop er lik for alle brualternativer og er beskrevet i kapittel 2.5.

Antatt videre byggerekkefølge / byggemetode / gjennomføring:

- Etablere stålrørspeler for ny bru.
- Etablere spuntvegger for nye fundamenter i akse 1 og 4.
- Forsiktig utgraving mellom peler i spunkasse for nye fundamenter i akse 1 og 4.
- Utstøping av nye fundamenter.
- Bygging av søyler og frontmurer på landkar.
- Etablere reis for overbygning. For hovedspenn antagelig som stive bjelker som spenner mellom fundamenter i akse 2 og 3. For endespenn delvis som reis rett på grunn og delvis reis på bjelker som spenner fra land og ut til fundamenter i akse 2 og 3.
- Forskaling, armering og støp av overbygning.
- Riving av forskaling og reis.
- Bygge støttemurer i forlengelse av landkar (dette kan gjøres tidligere, men senest før tilbakefylling).
- Fylle inntil bruender.
- Etablere kantbjelker, rekkverk, asfalt, opphøyde gang- og sykkelarealer.
- Legge trafikken over på ny bru.
- Fjerne interimsløsning.
- Istandsetting/etablering av brygger, servicebygg, etc.
- Fundamentering og flytting av kontrolltårn til eventuell ny posisjon.
- Opprydding og landskapsarbeider.

6.3.3 Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger

Det er forholdsvis mye moment i topp peler, i alle bruakser, grunnet tvangsforskyvning av overbygning fra temperatur og svinn, og på grunn av ubalansert utvendig jordtrykk mot landkar. Dette må vi forsøke å optimalisere ned. Mykere søyler i akse 2 og 3 hjelper. Redusert jordtrykk mot landkar hjelper, for eksempel ved bruk av lette masser bak landkar, men fortsatt med tunge masser rett over fundament for å få tilstrekkelig vekt på peler. Noe justering av geometri på landkar og pelegrupper kan også hjelpe.



Figur 6-16 – Figur fra ISY, 3D-innsynsmodell (det er ikke gjort terrengtilpasninger rundt brua ennå)

Dette er et nytt brualternativ i forhold til forarbeidet fra Sweco. De hadde konkludert med at det ikke var plass til tre-spenns-bruer på brustedet, men dette ville vi sjekke nærmere, og vi mener nå at det er mulig. Man kan i utgangspunktet også se for seg at tre-spenns-bruer er lengre og dermed dyrere enn ett-spenns-bruer, men dette er heller ikke nødvendigvis riktig. Fordelene med tre-spenns-bruer er:

- at lengden på hovedspennet over kanalen kan reduseres. Dette medfører at også tverrsnittshøydene kan reduseres.
- at sidespennene kan brukes for å oppnå bedre passasjemulighet under bru.
- at sidespennene også vil medføre en god innspenning over støtte som igjen medfører at tverrsnittshøydene kan reduseres ytterligere.

Dette brualternativet er svært likt som 3-spenns-betongbru i ytre geometri, men det er her sett på hvor mye egenvekt som kan spares ved å bygge brua som en samvirkebru med stålbjelker og betongdekke. Motivasjonen for å spare egenvekt er å oppnå en rimeligere fundamentering.

Brua har 30 m lengde på hovedspenn og 12 m lengde på sidespenn. De korte endespennene gjør at det blir strekk i søylene i endeaksene, og det er dermed ikke mulig med brulager her. Dermed må søylene lages som relativt tynne skivesøyler, for å kunne tåle tvangsforskyvninger fra temperatur og svinn på overbygningen. Det må også lages relativt store og dype fundamenter i endeaksene med tunge overfyllingsmasser for å få tilstrekkelig vekt på disse fundamentene til å unngå strekk i peler. Dette har tilsvarende funksjon som balastkassene i brualternativet med 1-spenns betongbru. Det er også nødvendig med støttemurer i front av fundamenter for å holde bakfyllingsmassene på plass. Disse kan om ønskelig forblendes med stein.

Sidespennene muliggjør ca 10 m bredde på gangpassasjer på hver side under bru langs kanalen, på brygger med omtrent samme bryggefront som i dag og på bakenforliggende terreng. Turveg bak topp steinmur i Kanalparken og på bysida vil kunne gå naturlig under brua ved å rampe denne noe ned lokalt under brua.

Bjelkehøyden er 2,0 m ved støtte, 0,8 m i midtfelt og 0,8 m ved bruende. Poenget med en stor bjelkehøyde ved støtte (og videre bakover) er å sørge for god innspenning (stor bøyestivhet) her slik at bjelkehøyden kan

være minst mulig i midtfelt. Dersom overkant brygger legges på kote +1,2 (omtrent som dagens brygger) medfører dette frihøyde for gående under bru på ca 2,1-3,2 m.

Mulig seilingshøyde er 4,3 m over en bredde på $2,5 \times \text{seilingshøyden} = 10,75 \text{ m}$. Vi måler da fra HAT (høyeste astronomiske tidevann) og tar høyde for opptil 3% tverrfall på kjørefeltene.

Den store bjelkehøyden ved støtte medfører at brualternativet trenger et fravik i forhold til SVV håndbok N400 punkt 3.6.2-2 vedrørende minste klaring over sjø. Underkant bjelke er ved støtte ca 200 mm under dette kravet til klaring, men vi tror ikke at dette er særlig dramatisk siden vi her er utenfor seilingsløpet.

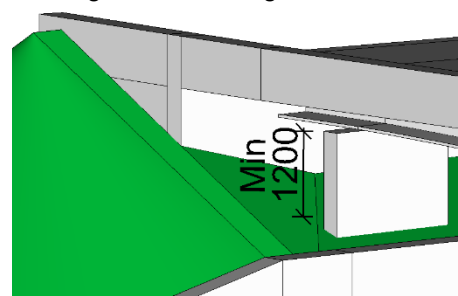
Brua kan for eksempel fundamenteres på 1 stk vertikal stålrørspeler under hver bjelke i akse 2 og 3 og 3 stk stålrørspeler under hver bjelke i bruender. En slik konfigurasjon gir en maksimal pelkraft på ca 4100 kN i akse 2 og 3. Det kan da for eksempel benyttes ø900 rammede stålrørspeler som friksjonspeler med ca 30 m dybde her, eller ø700 rammede stålrørspeler med ca 35 m dybde. I endeakser blir maks pelkraft 2000 kN og det kan her benyttes ø600 rammede stålrørspeler som friksjonspeler med ca 25 m dybde. Det oppnås altså en nokså moderat besparelse av pellingder i forhold til 3-spenns betongbru.

Det trengs et stort fundament med mye ballastvekt for å unngå strekk i bakre pel. Fundamentgeometri omtrent som vist bør gi relativt grei sikkerhet mot strekk i peler, men minste peltrykk er avhengig av hvilket samtidig flomnivå man legger til grunn for oppdriftsberegninger. Dette må kontrollregnes mer nøyaktig dersom brualternativet blir aktuelt.

I akse 2 og 3 gir det for mye moment i peler ved å la disse gå helt opp i overbygningen. Dette på grunn av tvangsforskyvninger fra temperatur og svinn på overbygningen. Vi velger å avslutte peler tilstrekkelig dypt, støpe tverrbjelke / fundament mellom pelene (gjemt under brygge), og støpe relativt tynne skivesøyler opp til overbygningen. Det bør samtidig tilstrebes at fundamenter legges såpass høyt at de kan støpes tørt (uten spunt). Men på den annen side trengs det tilstrekkelig fleksibilitet i skivesøyler for å tåle tvangsbevegelser i overbygningen. Dette presser fundamentene nedover.

Ser av opprisset ovenfor at flere pelerader er i konflikt med eksisterende fundamenter. Dette medfører at eksisterende fundament enten må rives, eller det må bores tilstrekkelig store kanaler gjennom dette for setting av nye peler. Se detaljer rundt dette i eget kapittel for riving av eksisterende bru.

Vingemurer foreslås utført med tilstrekkelig lengde bakover for at sideskråninger med helning 1:2 treffer støttemur slik at denne kan avsluttes på kote +3,0 (minimum 1200 mm under underkant overbygning). Dette for å gi påkrevd inspeksjonsmulighet for søyler i endeakser. SVV håndbok N400, punkt 3.6.2-4 og 3.3.2-1, setter krav til minimum 1200 mm fri inspeksjonshøyde på topp søyler ved materialovergang. I dette tilfellet er det materialovergang fra overkant betongsøyle til underkant brubjelker i stål. 1200 mm inspeksjonshøyde er oppfylt ved å forme terrenget forsiktig under bru. Terrengformingen medfører at underkant endeskjørt bør senkes ca 600 mm.



Figur 6-17 – Figur av endesøyle og bruende fra 3D-modell bru

6.4.2 Byggemetode / gjennomføring

Anleggsgjennomføring frem til ferdig byggegrop er lik for alle brualternativer og er beskrevet i kapittel 2.5.

Antatt videre byggerekkefølge / byggemetode / gjennomføring:

- Etablere stålørspeler for ny bru.
- Etablere spuntvegger for nye fundamenter i akse 1 og 4.
- Forsiktig utgraving mellom peler i spunkasse for nye fundamenter i akse 1 og 4.
- Utstøping av nye fundamenter.
- Bygging av søyler og frontmurer på landkar.
- Innheising av stålbjelker som er inntransportert med lekter.
- Etablere reis for overbygning. Antagelig festet i stålbjelkene.
- Forskaling, armering og støp av overbygning med endeskjørt (bak og mellom stålbjelker) og vingemurer.
- Riving av forskaling og reis.
- Bygge støttemurer i forlengelse av landkar (dette kan gjøres tidligere, men senest før tilbakefylling).
- Fylle inntil bruender.
- Etablere kantbjelker, rekkverk, asfalt, opphøyde gang- og sykkelarealer.
- Legge trafikken over på ny bru.
- Fjerne interimsløsning.
- Istandsetting/etablering av brygger, servicebygg, etc.
- Fundamentering og flytting av kontrolltårn til eventuell ny posisjon.
- Opprydding og landskapsarbeider.

6.4.3 Mulige forbedringer, optimaliseringer og anbefalinger

Det kan være mulig å heve frihøyden litt både for seilåpning og for gående langs kanal ved å øke antall langsgående bjelker. Dermed går last pr bjelke noe ned slik at bjelkehøyden kan reduseres. Redusert bjelkehøyde vil også redusere konflikten med SVV håndbok N400 punkt 3.6.2-2 vedrørende minste klaring over sjø. Økt antall bjelker med noe redusert bjelkehøyde vil imidlertid antagelig øke totalt materialforbruk og byggekostnad noe.

Det er forholdsvis mye moment i topp peler, i alle bruakser, grunnet tvangsforskyvning av overbygning fra temperatur og svinn, og på grunn av ubalansert utvendig jordtrykk mot landkar. Dette må vi forsøke å optimalisere ned. Mykere søyler i akse 2 og 3 hjelper. Redusert jordtrykk mot landkar hjelper, for eksempel ved bruk av lette masser bak landkar, men fortsatt med tunge masser rett over fundament for å få tilstrekkelig vekt på peler. Noe justering av geometri på landkar og pelegrupper kan også hjelpe.

6.5 Trafikkavvikling

Det er lite som skiller brualternativene på dette punktet. Ferdig ny bru vil ha samme kapasitet i forhold til trafikkavvikling uavhengig av hvilket brualternativ som velges. Noen brualternativer har større behov for vedlikehold enn andre. Da kan det være behov for å stenge enkelte kjørefelter. Se kapittel 6.8.2 for detaljer.

Et annet poeng er at større bruer med mer materialforbruk vil legge en større belastning på eksisterende vegsystem i byggefase enn en mindre bru.

6.6 Risiko og usikkerhetsvurdering

Vi ser ikke noen store poenger her som kan endre rangeringen på bualternativene.

6.7 HMS (i byggefase og i driftstida)

Vi ser ikke noen store poenger her som kan endre rangeringen på bualternativene.

6.8 Mengder, kostnader, levetidskostnader og klimagassutslipp

6.8.1 Mengdeberegning og kostnadsoverslag

Det er regnet hovedmengder og kostnader for 3-felts-løsning med konstant 26 m føringsbredde på bru. Alle bruløsningene er rimelig greie å skalere i forhold til eventuelt økt vegbredde. Det kan da forenklet antas at kostnaden øker lineært med brubredde. Det er foreløpig ikke tatt hensyn til at bruene trenger en utvidelse i endene.

Alle bruene er foreløpig regnet med samme anleggsområde innenfor en ytre spunt.

Mengder er regnet på prosesskode nivå med 2 siffer. Det er viktig å være klar over at tabellen nedenfor ikke er et komplett kostnadsoverslag, da det kan være flere kostnader som ikke er spesifisert ennå. Dette er det for så vidt forsøkt å kompensere for med påslagsfaktorer nederst i tabellen, men det kommer snart et anslag som vil anslå kostnadene mer nøyaktig. Det viktigste i denne omgang er å regne bualternativene etter samme mal, og dermed få frem med rimelig sikkerhet om det er noe som skiller de ulike bualternativene på pris. Nederste linje med prosentvis forskjell er altså viktigere akkurat nå enn de rene kronebeløpene.

Tabell 6-1 – Grove mengder og kostnader for de 4 brualternativene

Prosess	Prosessnavn	Enhet	Enhetspris	"1 spenn" betongbru		1 spenn samvirkebru		3 spenns betongbru		3 spenns samvirkebru	
				Beregnet mengde	Beregnet kostnad	Beregnet mengde	Beregnet kostnad	Beregnet mengde	Beregnet kostnad	Beregnet mengde	Beregnet kostnad
25	Masseflytting av jord										
25.1	Jordmasser i linjen	m3	250	2000	kr 500 000	1900	kr 475 000	1900	kr 475 000	1900	kr 475 000
53	Forsterkningslag										
53.2	Forsterkningslag av knuste steinmaterialer av pukk og kult	m3	400	4000	kr 1 600 000	4200	kr 1 680 000	3800	kr 1 520 000	3800	kr 1 520 000
81	Løsmasser										
81.1	Gravearbeider over vann	m3	200	8000	kr 1 600 000	7600	kr 1 520 000	7700	kr 1 540 000	7700	kr 1 540 000
81.2	Avretting og rensk over vann	m2	150	80	kr 12 000	170	kr 25 500	240	kr 36 000	240	kr 36 000
81.3	Gravearbeider under vann	m3	500	1350	kr 675 000	200	kr 100 000	700	kr 350 000	700	kr 350 000
81.4	Avretting og rensk under vann	m2	200	800	kr 160 000	340	kr 68 000	420	kr 84 000	420	kr 84 000
81.5	Masser under og inntil konstruksjoner over vann	m3	400	1600	kr 640 000	1100	kr 440 000	1500	kr 600 000	1500	kr 600 000
81.6	Masser under og inntil konstruksjoner under vann	m3	500	200	kr 100 000	100	kr 50 000	400	kr 200 000	400	kr 200 000
83	Konstruksjoner i grunnen (peler, støttevegger, etc)										
83.2	Rammede stålrørspeler										
	ø600	m	9500	0	kr 0	0	kr 0	940	kr 8 930 000	900	kr 8 550 000
	ø700	m	11500	2520	kr 28 980 000	960	kr 11 040 000	0	kr 0	420	kr 4 830 000
	ø900	m	16000	0	kr 0	0	kr 0	420	kr 6 720 000		
83.6	Støttevegger og avstivningssystemer	m2	4000	2690	kr 10 760 000	1450	kr 5 800 000	2410	kr 9 640 000	2410	kr 9 640 000
84	Betong										
84.1	Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg	m2	2000	1420	kr 2 840 000	750	kr 750 000	1580	kr 3 160 000	1230	kr 1 230 000
84.2	Forskaling	m2	2500	3700	kr 9 250 000	1970	kr 4 925 000	3690	kr 9 225 000	2860	kr 7 150 000
84.3	Armering	Tonn	22000	560	kr 12 320 000	230	kr 5 060 000	380	kr 8 360 000	250	kr 5 500 000
84.4	Betongstøp	m3	2600	2870	kr 7 462 000	1170	kr 3 042 000	1950	kr 5 070 000	1280	kr 3 328 000
85	Stål										
85.1	Levering av stålmaterialer	Tonn	25000	0	kr 0	315	kr 7 875 000	0	kr 0	255	kr 6 375 000
85.2	Bearbeiding og sammenføyning av ståldeler	Tonn	25000	0	kr 0	315	kr 7 875 000	0	kr 0	255	kr 6 375 000
85.3	Overflatebehandling av stålkonstruksjoner	m2	1500	0	kr 0	1200	kr 1 800 000	0	kr 0	1650	kr 2 475 000
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	Tonn	25000	0	kr 0	315	kr 7 875 000	0	kr 0	255	kr 6 375 000
87	Brubelegning, utstyr og spesialarbeider										
87.1	Fuktisolering, membran, fugeterskler og rissanvisende fuger	m2	600	1520	kr 912 000	1150	kr 690 000	1620	kr 972 000	1620	kr 972 000
87.2	Rekkverk	m	5000	150	kr 750 000	120	kr 600 000	150	kr 750 000	150	kr 750 000
87.3	Brulagre	stk	15000	0	kr 0	8	kr 120 000	0	kr 0	0	kr 0
87.5	Overvannssystem	stk	6000	4	kr 24 000	4	kr 24 000	8	kr 48 000	8	kr 48 000
Annet											
	Areal brygger	m2	10000	620	kr 6 200 000	610	kr 6 100 000	960	kr 9 600 000	960	kr 9 600 000
	Bore hull gjennom eksist. fundamenter for nye ø600-peler	stk	95000	0	kr 0	0	kr 0	12	kr 1 140 000	12	kr 1 140 000
	Bore hull gjennom eksist. fundamenter for nye ø700-peler	stk	115000	35	kr 4 025 000	15	kr 1 725 000	0	kr 0	4	kr 460 000
	Bore hull gjennom eksist. fundamenter for nye ø900-peler	stk	160000	0	kr 0	0	kr 0	4	kr 640 000	0	kr 0
	SUM spesifiserte kostnader				kr 88 810 000		kr 69 659 500		kr 69 060 000		kr 79 603 000
	+ Ikke spesifiserte arbeider	10 %			kr 8 881 000		kr 6 965 950		kr 6 906 000		kr 7 960 300
	+ Uforutsett	15 %			kr 13 321 500		kr 10 448 925		kr 10 359 000		kr 11 940 450
	SUM spesifiserte og ikke spesifiserte arbeider samt uforutsett				kr 111 012 500		kr 87 074 375		kr 86 325 000		kr 99 503 750
	+ Entreprenørens rigg og drift	20 %			kr 22 202 500		kr 17 414 875		kr 17 265 000		kr 19 900 750
	SUM entreprisekostnad eks MVA				kr 133 215 000		kr 104 489 250		kr 103 590 000		kr 119 404 500
	Prosentvis forskjell i forhold til rimeligste				129 %		101 %		100 %		115 %

Tre-spenns betongbru kommer rimeligst ut, tett fulgt av ettspenns samvirkebru. 3 spenns samvirkebru kommer ut en del dyrere, mens «1 spenns» betongbru er dyrest. Vi forsøker nedenfor å forklare/tolke hvorfor dette skjer.

1 spenns betongbru kommer ut relativt mye dyrere enn 3 spenns betongbru. Dette skyldes at relativt lang spennvidde for 1 spenns alternativet medfører behov for kraftige bjelker. I tillegg straffes 1-spenns alternativet av dyr fundamentering for tunge ballastkasser.

3 spenns samvirkebru har svært lik ytre geometri som 3 spenns betongbru. Ideen her var å studere om spart egenvekt i overbygningen (pga samvirke stål og betong) kunne medføre spart fundamentering. Det viser seg å bli kun en liten besparelse i fundamenteringskostnad som mer enn spises opp av kostbar stålkonstruksjon.

1 spenns samvirkebru kommer godt ut kostnadmessig. Dette skyldes at det er det desidert korteste og letteste bru-alternativet. Brua har dermed også relativt rimelig fundamentering. Den straffes noe av høye stålkostnader, men ikke verre enn at den fortsatt er konkurransedyktig på pris. Den har imidlertid noen andre ulemper som vi kommer nærmere tilbake til i neste kapittel (blant annet relativt lav seilingshøyde og relativt stort behov for vedlikehold).

6.8.2 Levetidskostnader

Vi har forsøkt å sette opp en grov vurdering av mulige levetidskostnader, dvs behov for inspeksjon og vedlikehold gjennom 100 år. Det er ikke sikkert at lista er fullstendig uttømmende, men den gir en god pekepinn for å kunne sammenligne nivået på vedlikeholdsbehov for de ulike brualternativene. Det er benyttet en årlig diskonteringsrente på 5 % for en nåverdiberegning av alt forventet vedlikehold.

Tabell 6-2 – Grove livsløpskostnader for de 4 brualternativene

Forklaring	Intervall (år)	Antall operasjoner i løpet av levetiden	Enhet	Enhetspris	"1 spenn" betongbru			1 spenn samvirkebru			3 spenns betongbru			3 spenns samvirkebru		
					Beregnet mengde	Kostnad pr gang	Diskontert kostnad (nåverdi av alt vedlikehold)	Beregnet mengde	Kostnad pr gang	Diskontert kostnad (nåverdi av alt vedlikehold)	Beregnet mengde	Kostnad pr gang	Diskontert kostnad (nåverdi av alt vedlikehold)	Beregnet mengde	Kostnad pr gang	Diskontert kostnad (nåverdi av alt vedlikehold)
Årlige enkle inspeksjoner	1	99	RS	kr 20 000	1	kr 20 000	kr 396 806	1	kr 20 000	kr 396 806	1	kr 20 000	kr 396 806	1	kr 20 000	kr 396 806
Hovedinspeksjoner	5	19	RS	kr 100 000	1	kr 100 000	kr 358 437	1	kr 100 000	kr 358 437	1	kr 100 000	kr 358 437	1	kr 100 000	kr 358 437
Reparere maling (telte, sandblåse, påfør nytt dekklag)	20	4	m2	kr 4 500	0	kr 0	kr 0	1200	kr 5 400 000	kr 3 200 297	0	kr 0	kr 0	1650	kr 7 425 000	kr 4 400 409
Reparere deler av søyler i skvalpesonen (vannmeisle, sprøytebetong)	30	3	m2	kr 15 000	10	kr 150 000	kr 44 595	10	kr 150 000	kr 44 595	12	kr 180 000	kr 53 514	12	kr 180 000	kr 53 514
Skitte ut blokklagre	40	2	stk	kr 20 000	0	kr 0	kr 0	8	kr 160 000	kr 25 956	0	kr 0	kr 0	0	kr 0	kr 0
Reparere deler av kantbjelker (vannmeisle, forsikale, støpe på nytt)	40	2	m	kr 5 000	35	kr 175 000	kr 28 389	35	kr 175 000	kr 28 389	40	kr 200 000	kr 32 445	40	kr 200 000	kr 32 445
SUM over 100 år (diskontert til 2023)							kr 828 227			kr 4 054 480			kr 841 201			kr 5 241 610
Prosentvis forskjell i forhold til rimeligste							100 %			490 %			102 %			633 %

De to betongbrualternativene kommer veldig likt ut, mens de to samvirkealternativene blir mye mer kostbare å vedlikeholde. Tre spenn samvirkebru er noe dyrere enn ett spenn samvirkebru pga større lengde.

6.8.3 Klimagassutslipp

Overslagsberegninger for de fire brualternativenes klimagassutslipp er beregnet ut fra mengdene i forrige kapittel. Beregningene er utført ved hjelp av Statens vegvesen sitt beregningsverktøy vegLCA, versjon v5.11b (Statens vegvesen, 2022). Versjon 5.11b omfatter to verktøy; mellom- og senfaseverktøy. Det er senfaseverktøyet som er benyttet til beregningene, da dette er tilpasset bruk i prosjekter hvor mengder på prosesskodenivå er tilgjengelig. Det er, som for kostnadsoverslaget, beregnet utslipp på prosesskodenivå med 2 siffer. Informasjon om verktøyene er tilgjengelig i rapport fra Asplan Viak, «Dokumentasjon VegLCA v5.01» samt brukerveiledningen (Asplan Viak, 2021) (Asplan Viak, 2021).

Klimagassberegningene som er utført i forbindelse med alternativsvurdering av brukonsept er ikke komplette klimagassbudsjett. Dette vil utarbeides når endelig løsning er valgt og detaljprosjektert.

Klimagassberegningene for brualternativene har som hensikt å belyse eventuelle forskjeller mellom alternativene med hensyn på klimagassavtrykk.

Det er, som for kostnadsberegningen, usikkerhet knyttet til utslippene fra etablering av brygge. For å inkludere dette i klimagassberegningene er forholdet mellom bryggens estimerte pris og total pris i hvert alternativ, multiplisert med det beregnede klimagassutslippet basert på mengder oppgitt i kostnadsestimatet.

Som vist i Tabell 6-3 har samvirkebru med ett spenn samt tre spenns betongbru de laveste utslippene. Løsningen med tre spenns samvirkebru har ca. 14 % høyere utslipp og ett spenn betongbru har ca. 25 % mer utslipp. Det er for utslipp knyttet til materialproduksjon som det er størst forskjell mellom alternativene.

Tabell 6-3: Klimagassutslipp for hvert brualternativ og livsløpsfase basert på mengdeberegninger for kostnadsestimat.

	Ett spenn betongbru	Ett spenn samvirkebru	Tre spenns betongbru	Tre spenns samvirkebru
	Tonn CO ₂ -ekvivalenter			
Materialproduksjon (A1-A4)	3 180	2 517	2 433	2 803
Utbygging (A5)	57	54	55	56
Drift og vedlikehold (B4-B5)	24	25	24	31
Utslipp brygge	182	182	279	280
Totalt	3 444	2 778	2 792	3 170
Prosentvis forskjell sammenlignet med alternativet med lavest utslipp	124 %	100 %	101 %	114 %

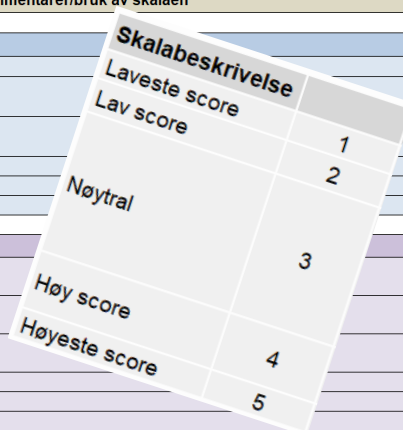
For beregningene er det tatt utgangspunkt i standard transportdistanser for materialer i VegLCA. Det er lagt til grunn at norsk strømmiks benyttes i anleggsfasen og europeisk strømmiks i driftsfasen.

6.9 Evaluering av brukonseptene

6.9.1 Beskrivelse av evalueringskriterier og evalueringsmatrise

Tabell 6-4 - Forslått evalueringsmatrise, fremlagt i PM12 (med noen justeringer).

Vekt	Kriterier	Definisjon	Kommentarer/bruk av skalaen
40 % Økonomisk bærekraft			
3	Investeringskostnad	Rangering i forhold til beregnet investeringskostnad.	
2	Drift og vedlikeholds kostnad	Hvor driftssikkert er brualternativet og hvor store er fremtidige utgifter til vedlikehold.	
1	Gjennomførbarhet og byggetid	Komplisert byggeprosess, påvirkning på omgivelser, farer i byggefase, byggetid og konflikter med eksisterende ledninger og kabler i bakken.	
30 % Sosial bærekraft			
3	Seilingshøyde	Hvor bra seilingshøyde oppnås. 4,5 m er full score. Under 4,1 m minste score.	
2	Bredde og frihøyde på brygge	Tilgjengelig bredde og frihøyde for gående under bru.	
2	By- og områdeutvikling	Arkitektonisk verdi, identitet, bevaring av kulturhistorie, sikkerhet i driftsfase.	
30 % Miljømessig bærekraft			
3	Klimagassutslipp	Rangering i forhold til beregnet klimagassutslipp.	
1	Natur- og miljøverdier	Påvirkning på liv i kanal og på land (ikke menneskelige verdier).	
1	Ressursutnyttelse	Materialutnyttelse og mulighet for fremtidig gjenbruk av materialene i ny bru.	



Vektingene ovenfor er et forslag fra Norconsult. Oppdragsgiver (Viken fylkeskommune) må gjerne gi beskjed dersom de ønsker å vekte noe annerledes.

Vi mener i utgangspunktet at økonomisk bærekraft er meget viktig og har vektet dette med 40 % av totalen. For økonomisk bærekraft er investeringskostnaden meget viktig, drifts- og vedlikeholdskostnad viktig, og gjennomførbarhet av byggeprosessen noe mindre viktig.

Vi mener at sosial bærekraft er viktig og har vektet dette med 30 % av totalen. For sosial bærekraft er det trukket frem seilingshøyde som meget viktig, bredde og høyde på brygge som viktig og by- og områdeutvikling som viktig.

Vi mener at miljømessig bærekraft er viktig og har vektet dette med 30 % av totalen. For miljømessig bærekraft er det trukket frem klimagassutslipp som meget viktig og ressursutnyttelse som noe mindre viktig. Påvirkning på natur/miljøverdier er viktig, men her er det vanskelig å finne noe som skiller brualternativene, og det er dermed satt med lav vektning. (Vi har senere fått innspill på at «Natur- og miljøverdi» burde hatt større vektning. Vi har sjekket dette ut, og det får ingen konsekvens for konklusjon eller rangering.)

6.9.2 Evaluering av de ulike kriteriene for de ulike brukonseptene

I tabellene nedenfor har vi gitt de 4 brualternativene et forslag til score for hvert kriterie. Vi har også kort forsøkt å forklare bakgrunnen for valgt score. Oppdragsgiver må gjerne vurdere dette annerledes.

Tabell 6-5 – Scoring av brualternativene mhp økonomisk bærekraft samt forklaring av valg

Intern vektning (1-3)	Prosentvis vektning	Kriterier	Forklaring / definisjon	"1 spenn" betongbru med 4 bjelker		1 spenn samvirkebru med 8 bjelker		3 spenns betongbru med 6 bjelker		3 spenns samvirkebru med 6 bjelker	
				NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg
	40 %	Økonomisk Bærekraft		3,00		4,00		4,17		2,33	
3	20 %	Investeringskostnad	Rangering i forhold til beregnet investeringskostnad (se kapittel 6.1).	2	Beregnet til å være 29 % mer kostbar enn rimeligste alternativ.	5	Beregnet til å være 1 % mer kostbar enn rimeligste alternativ. Dette er for lite til å skille disse.	5	Beregnet til å være rimeligste alternativ.	3	Beregnet til å være 15 % mer kostbar enn rimeligste alternativ.
2	13 %	Drift og vedlikeholds-kostnad	Hvor driftssikkert er brualternativet og hvor store er fremtidige utgifter til vedlikehold.	5	En monolitisk betongbru med svært lite behov for vedlikehold. Det kan bli behov for noe reparasjon på søyler og kantbjelker.	2	Stålet må teltes inn, sandblåses og det må males nytt dekklag ca hvert 20. år. I tillegg har brua lagere som må inspiseres og skiftes ut ved behov (ca etter 40 år). Det kan bli behov for noe reparasjon på søyler og kantbjelker.	4	En monolitisk betongbru med lite behov for vedlikehold. Slanke betongsøyler nær saltvann kan være noe utfordrende. Det kan bli behov for noe reparasjon på søyler og kantbjelker.	1	Stålet må teltes inn, sandblåses og det må males nytt dekklag ca hvert 20. år. Slanke betongsøyler og materialovergang til stål nær saltvann kan være noe utfordrende. Det kan bli behov for noe reparasjon på søyler og kantbjelker.
1	7 %	Gjennomførbarhet og byggetid	Komplisert byggeprosess, påvirkning på omgivelser, farer i byggefase, byggetid og konflikter med eksisterende ledninger og kabler i bakken.	2	Utfordrende å oppnå tilstrekkelig fleksibilitet for brubevegelser i betongsriver under opplegg (trenger en del fuger i betong). Langt spenn over kanal kan være noe utfordrende i forhold til reis. Lang bru medfører lite plass i byggegrøp. En del konflikter med kabler og ledninger i bakken.	5	Effektiv montasje av prefabrikerte stålbjelker kan spare noe byggetid. Stålbjelkene forenkler også montasje av reis for betongpåstøp. Kort bru medfører "god" plass i byggegrøp. Kort bru begrenser konflikten med kabler og ledninger i bakken.	2	Utfordrende å oppnå tilstrekkelig fleksibilitet for brubevegelser i skivesøyler under opplegg (trenger begrenset tykkelse). Relativt langt spenn over kanal kan være noe utfordrende i forhold til reis. Lang bru medfører lite plass i byggegrøp. En del konflikter med kabler og ledninger i bakken.	3	Effektiv montasje av prefabrikerte stålbjelker kan spare noe byggetid. Stålbjelkene forenkler montasje av reis for betongpåstøp. Utfordrende å oppnå tilstrekkelig fleksibilitet for brubevegelser i skivesøyler under opplegg (trenger begrenset tykkelse). Lang bru medfører lite plass i byggegrøp. En del konflikter med kabler og ledninger i bakken.

Tabell 6-6 – Scoring av brualternativene mhp sosial bærekraft samt forklaring av valg

Intern vektning (1-3)	Prosentvis vektning	Kriterier	Forklaring / definisjon	"1 spenn" betongbru med 4 bjelker		1 spenn samvirkebru med 8 bjelker		3 spenns betongbru med 6 bjelker		3 spenns samvirkebru med 6 bjelker	
				NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg
	30 %	Sosial bærekraft		3,14		2,14		5,00		4,00	
3	13 %	Seilingshøyde	Hvor bra seilingshøyde oppnås. 4,5 m er full score. Under 4,1 m minste score.	4	Brua oppnår 4,2 m seilingshøyde (med fire parallelle brubjelker). Dette kan bedres noe med flere bjelker, men det vil antagelig øke kostnaden noe.	1	Brua oppnår kun 3,55 m seilingshøyde (med åtte parallelle brubjelker). Dette kan bedres noe med flere bjelker, men det vil antagelig øke kostnaden noe.	5	Brua oppnår 4,5 m seilingshøyde (med seks parallelle brubjelker).	4	Brua oppnår 4,3 m seilingshøyde (med seks parallelle brubjelker). Dette kan bedres noe med flere bjelker, men det vil antagelig øke kostnaden noe.
2	9 %	Bredde og frihøyde på brygge	Tilgjengelig bredde og frihøyde for gående under bru.	2	Ca 4 m tilgjengelig bredde for gående på brygge ut mot vannet. Frihøyde varierer fra 1,65-2,5 m over bredden pga buet overbygning.	3	Ca 4 m tilgjengelig bredde for gående på brygge ut mot vannet. Frihøyde varierer fra 2,2-2,5 m over bredden pga buet overbygning.	5	Ca 10 m tilgjengelig bredde for gående på brygge ut mot vannet og på trase bak steinmur. Frihøyde varierer fra 2,6-3,1 m over bredden pga buet overbygning.	4	Ca 10 m tilgjengelig bredde for gående på brygge ut mot vannet og på trase bak steinmur. Frihøyde varierer fra 2,1-3,2 m over bredden pga buet overbygning.
2	9 %	By - og områdeutvikling	Arkitektonisk verdi, identitet, bevaring av kulturhistorie, sikkerhet i driftsfase.	3	Kun ett nyttbart spenn medfører at landkarene virker tunge og vanskeliggjør fri ferdsel under bru. Høye brubjelker får brua til å se massiv/tung ut.	3	Kun ett spenn medfører at landkarene virker tunge og vanskeliggjør fri ferdsel under bru. Konstant høye brubjelker får brua til å se massiv/tung ut og den blir liggende lavt over terreng/kanal. Mulig at underliggende stålkonstruksjon kan medføre noe fare for klatring.	5	Slank og spenstig konstruksjon med mulighet for arkitektoniske grep.	4	Slank og spenstig konstruksjon med mulighet for arkitektoniske grep. Mulig at underliggende stålkonstruksjon kan medføre noe fare for klatring.

Tabell 6-7 – Scoring av bualternativene mhp miljømessig bærekraft samt forklaring av valg

Intern vektning (1-3)	Prosentvis vektning	Kriterier	Forklaring / definisjon	"1 spenn" betongbru med 4 bjelker		1 spenn samvirkebru med 8 bjelker		3 spenns betongbru med 6 bjelker		3 spenns samvirkebru med 6 bjelker	
				NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg
	30 %	Miljømessig		2,40		4,60		4,40		3,40	
3	18 %	Klimagassutslipp	Rangering i forhold til beregnet klimagassutslipp (se kapittel 6.2).	2	Beregnet til å ha 24 % mer CO ₂ -utslipp enn beste alternativ.	5	Beregnet til å være det bualternativet med minst CO ₂ -utslipp.	5	Beregnet til å ha 1 % mer CO ₂ -utslipp enn beste alternativ. Dette er for lite til å skille disse.	3	Beregnet til å ha 14 % mer CO ₂ -utslipp enn beste alternativ.
1	6 %	Natur- og miljøverdier	Påvirkning på liv i kanal og på land (ikke menneskelige verdier).	3	Det er vanskelig å skille bualternativene på dette.	4	Det er vanskelig å skille bualternativene på dette. Trekker denne litt opp da kort brulengde muligens kan legge til rette for å spare noe natur.	3	Det er vanskelig å skille bualternativene på dette.	3	Det er vanskelig å skille bualternativene på dette.
1	6 %	Ressursutnyttelse	Materialutnyttelse og mulighet for fremtidig gjenbruk av materialene i ny bru.	3	Tunge og store ballastkasser og kraftige bjelker (uten å oppnå større frie arealer under bru) kan være litt negativt mhp materialutnyttelse. Betong bør kunne gjenbrukes som fyllmasse / resirkulert tilslag, etc ved eventuell fremtidig utskifting.	4	Kraftige bjelker (uten å oppnå større frie arealer under bru) kan være litt negativt mhp materialutnyttelse. Stål kan gjenbrukes og betong bør kunne gjenbrukes som fyllmasse / resirkulert tilslag, etc ved eventuell fremtidig utskifting.	4	Mange kraftige betongbjelker, men relativt høy materialutnyttelse. Betong bør kunne gjenbrukes som fyllmasse / resirkulert tilslag, etc ved eventuell fremtidig utskifting.	5	Lett og slank konstruksjon med høy materialutnyttelse. Stål kan gjenbrukes og betong bør kunne gjenbrukes som fyllmasse / resirkulert tilslag, etc ved eventuell fremtidig utskifting.

Tabell 6-8 – Totalscore og rangering av bualternativene

Totalscore og rangering				"1 spenn" betongbru med 4 bjelker		1 spenn samvirkebru med 8 bjelker		3 spenns betongbru med 6 bjelker		3 spenns samvirkebru med 6 bjelker	
				NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg	NO forslag til scoring	Forklaring av valg
Totalscore				2,86		3,62		4,49		3,15	
Rangering				4		2		1		3	

6.9.3 Total score og anbefaling av vinnende brukonsept

Nedenfor er en oversikt over alle enkelte score, totalscore og rangering for bualternativene.

Tabell 6-9 – Enkeltscore, totalscore og rangering av bualternativene

Idé nr.	Kort beskrivelse	Vekt: 3 2 1			40 %	3 2 2			30 %	3 1 1			30 %	100 %	
		Økonomisk bærekraft				Sosial bærekraft				Miljømessig bærekraft					
		Investeringskostnad	Drift og vedlikeholds kostnad	Gjennomførbarhet og byggetid	Vektet snitt Økonomisk bærekraft	Seilingshøyde	Bredde og frihøyde på brygge	By- og områdeutvikling	Vektet snitt Sosial bærekraft	Klimagassutslipp	Natur- og miljøverdier	Ressursutnyttelse	Vektet snitt Miljømessig bærekraft	TOTAL	Rangering
1	"1 spenn" betongbru	2	5	2	3,00	4	2	3	3,14	2	3	3	2,40	2,86	4
2	1 spenn samvirkebru	5	2	5	4,00	1	3	3	2,14	5	4	4	4,60	3,62	2
3	3 spenn betongbru	5	4	2	4,17	5	5	5	5,00	5	3	4	4,40	4,49	1
4	3 spenn samvirkebru	3	1	3	2,33	4	4	4	4,00	3	3	5	3,40	3,15	3

Tabellene ovenfor viser at brualternativet med 3 spenns betongbru er en klar vinner.

Oppdragsgiver må gjerne prøve å score litt annerledes.

Det kunne også vært gjort en sensitivitetsstudie, men siden det er en såpass klar vinner, har dette lite for seg.

Vi anbefaler å gå videre med brualternativet for 3 spenns betongbru. Oppdragsgiver har verifisert dette valget.

6.10 Videre arbeid, restanser, optimalisering, etc.

Forslag til ytterligere bearbeiding av vinnende brukonsept. Mye av dette er utført / videreutviklet i kapittel 5, mens for noe er fullførelsen utsatt til byggeplan):

- Optimalisering av pelegrupper. (Noe videreutviklet i kapittel 5, men fullføres i byggeplan).
- Supplerende beregninger og optimaliseringer. (Noe videreutviklet i kapittel 5, men fullføres i byggeplan).
- Arkitektonisk forbedring av konsept. (Utført i kapittel 5).
- Landskapstilpasning. (Noe videreutviklet i kapittel 5, men fullføres i byggeplan).
- Utforming av brygger under bru. Hva skal disse dimensjoneres for av ytre laster? (Noe videreutviklet i kapittel 5, men fullføres i byggeplan).
- Detaljering av trapper og/eller ramper fra øvre vegnivå og ned på bryggenivå. Universell utforming? (Noe videreutviklet i kapittel 5, men fullføres i byggeplan).
- Servicebygg – beholde eller rive og reetablere? (Noe videreutviklet i kapittel 5, men fullføres i byggeplan).
- Fiskebasar – beholde eller rive? (Noe videreutviklet i kapittel 5, men fullføres i byggeplan).
- Annet? (se kapittel 5)
- Fullføre forprosjektrapport for vinnende brukonsept, slik at alle krav i Viken fylkeskommunes kravspesifikasjon til forprosjektrapport blir tilfredsstillende svart ut. (Utført i kapittel 5).