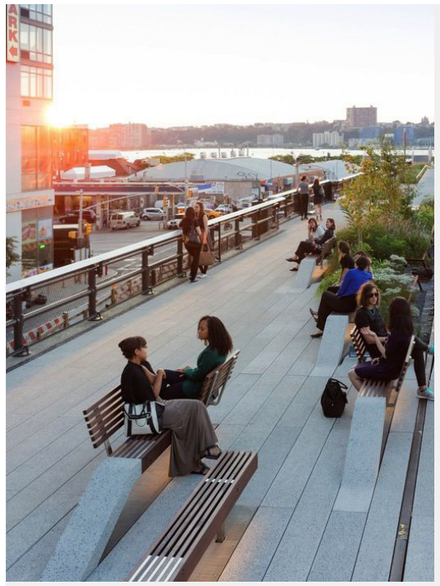
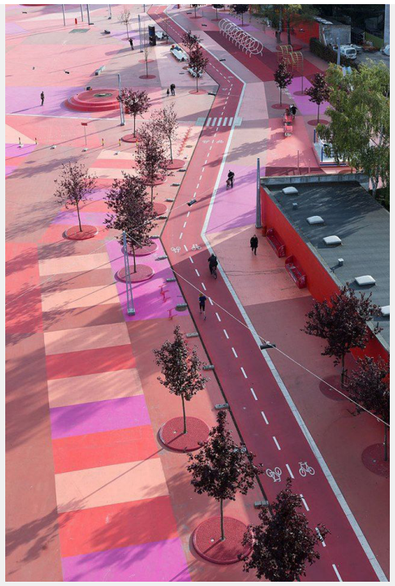
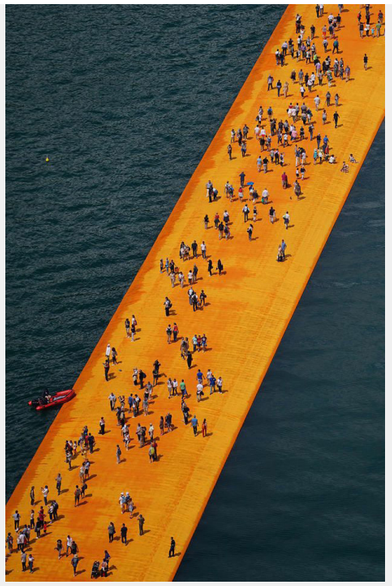
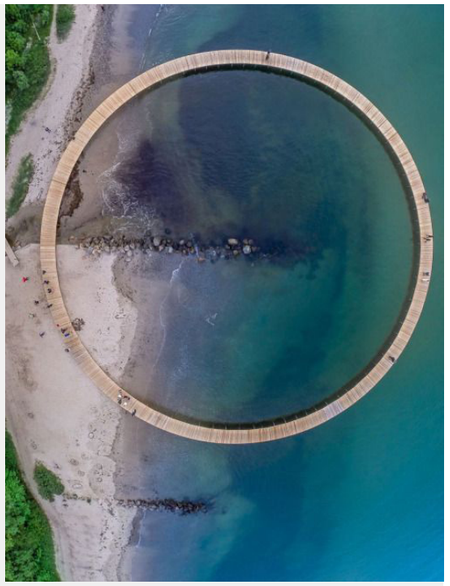
3 G/S BRUER
TRONDHEIM

KONSEPTVURDERING

Norconsult

RAPPORT 3 GS BRUER

VERSJON 02K Denne rapporten er basert på versjon 02, som beskrevet under, men inneholder kun materiale som er relevant for ny bru over Kanalen.

VERSJON	02
DATO	12.03.2021
UTARBEIDET	VINGROS/ELIBAR
FAGKONTROLL	BFLIN
GODKJENT	SBTIM

Planer og rapport er i fellesskap utarbeidet av:

OPPDRAGSANSVARLIG	**PLAN** Siri Bø Timestad
FAGANSVARLIG	**BRU** Per Skjæveland
	ARK Vincenzo Grosso/Elisabeth Baril
	LARK Kjellaug Jule
	REDAKTØR Vincenzo Grosso/Elisabeth Baril

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

OPPDRAGGIVER	Mobilitet og samferdselsenheten, ved Trondheim kommune
PROSJEKTLEDER	Maria Meland Christensen

OM MILJØPAKKEN

Miljøpakken er et tett og forpliktende samarbeid mellom Trøndelag fylkeskommune, Statens vegvesen og kommunene Trondheim, Stjørdal, Melhus og Malvik.

Gjennom byvekstavtalen har partene forpliktet seg til å klare nullvekstmålet. Det vil si at personbiltrafikken ikke skal øke selv om byen vokser i innbyggertall. Å tilrettelegge for gåing og sykling, gjennom bygging av fysiske anlegg, er et av virkemidlene Miljøpakken bruker for å nå nullvekstmålet.

For mer info om Miljøpakken, se www.miljopakken.no

Oppdragsgiver har full bruksrett til alt grunnlagsmateriale og til ethvert resultat av arbeidutført i prosjektet. Oppdragsgiver har rett til å gjøre endringer i prosjektmateriale samt gjøre prosjektmateriale tilgjengelig for allmennheten med de begrensninger som følger av åndsverkloven §3.

SAMMENDRAG

BAKGRUNN, VISJONER OG MÅL OG INNHOLD

Denne rapporten omhandler en konseptvurdering av ny gang- og sykkelbru over Kanalen i Trondheim. Rapporten inneholder det som er relevant for Kanalen, og er et utdrag av en samlerapport utarbeidet for tre steder sentralt i Trondheim:

- Nidarø (N)
- Kanalen (K)
- Rosenborgbassenget (R)

Rapporten skal benyttes som beslutningsgrunnlag for valg av alternativ for Kanalen, og som kunnskapsgrunnlag for regulering, prosjektering og gjennomføring av valgt alternativ. Følgende visjoner er vedtatt av bystyret i Trondheim kommune:

- Gå mer - kjør mindre! (Gå-strategi for Trondheim, 2016-2025)
- Trondheim skal være Norges beste sykkelby! (Sykkelstrategi for Trondheim, 2014-2025)

En del av strategien for å nå visjonene er å bygge et tett og mer tilrettelagt nett for fotgjengere og syklister. Nye forbindelser gir kortere avstander til reisemål, og gjør det mer attraktivt, enkelt og realistisk å velge gange og/eller sykling som transportform. Hovedmålet for prosjektet er å planlegge og bygge ny gang- og sykkelbru over Rosenborgbassenget. Effektmålet er redusert reisetid for gående og syklende i sentrum.

Nye gang- og sykkelbruer kan bl.a.:

- Gi kortere gang- og sykkelavstander til mange reisemål - det viktigste tiltaket for å få flere til å gå.
- Oppleves som landemerker/attraksjoner i byen.
- Gi brukerne større valgmulighet i transportnettet.
- Gi nye oppholds- og rekreasjonsmuligheter (rundløyper) for befolkningen i tilknytning til elva/kanalen.

Bærekraft skal ligge til grunn for prosjektet. Hovedmålet om økt gange/sykling og redusert biltrafikk kan både gi reduserte utslipp av klimagasser, bidra til bedre lokalklima og økt livskvalitet for folk i Trondheim. I rapporten er bærekraft vurdert for ytre miljø og vernehensyn, konstruksjon og materialbruk, drift og vedlikehold og sosial bærekraft.

LOKASJONER OG ALTERNATIVER

Følgende alternativer er vurdert for de tre stedene i samlerapporten:

NIDARØ (N)
N0: Tiltak i terrenget sør for Ilen kirke
N1: Ny bru, retning Elvegata
N2: Ny bru som erstatter dagens Nidareid bru
N3: Ny bru, retning Ilaparken
N4: Ny bru, retning Nyveibakken

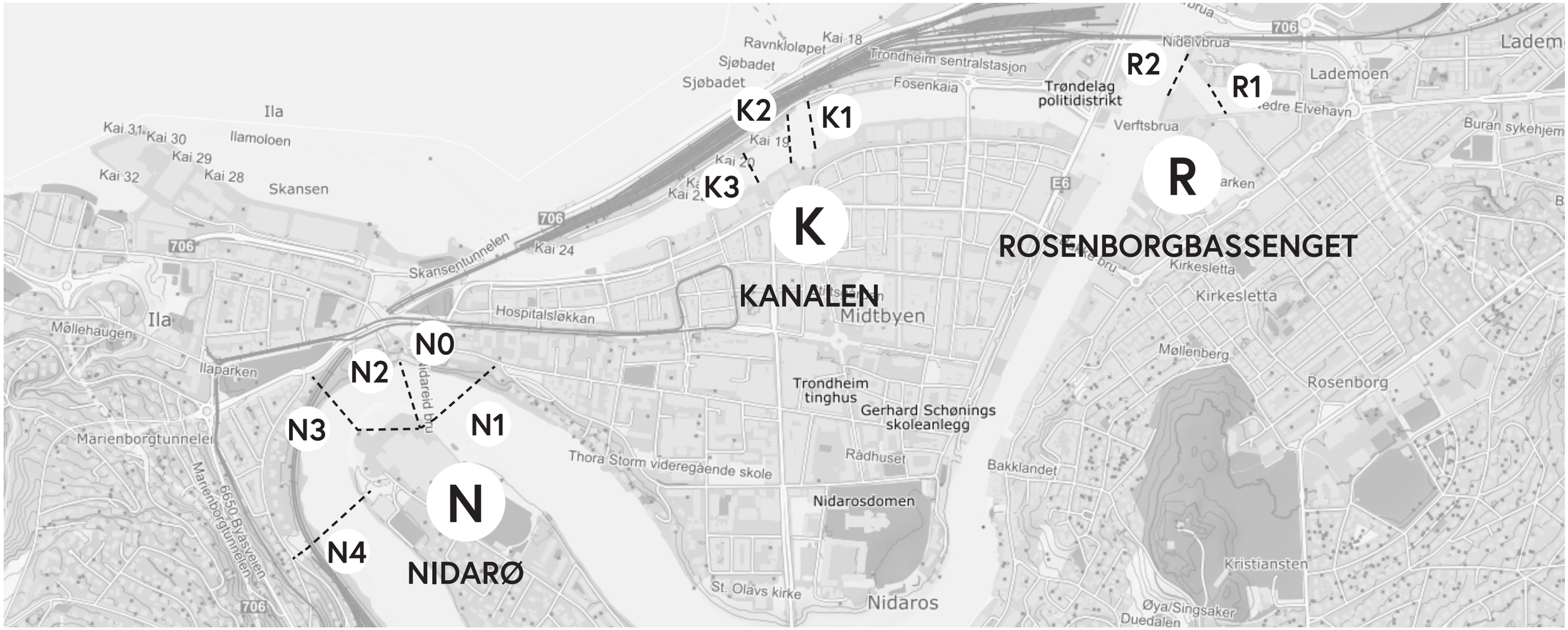
KANALEN (K)
K1: Ny bru til Fosenkaia, øst for Ravnkloløpet
K2: Ny bru til Vestre Kanalhavn, vest for Ravnkloløpet
K3: Ny bru til Vestre Kanalhavn, i forlengelsen av Prinsens gate

ROSENBORGBASSENGET (R)
R1: Ny bru, i forlengelsen av Beddingen
R2: Ny bru, ytterst langs Nidelva

I denne rapporten beskrives i hovedsak alternativene K1 , K2 og K3. Der det er relevant er det tatt med informasjon om de to andre prosjektene fra samlerapporten.

Rapporten omhandler følgende kapitler: 1. Innledning, 2. Arkitektonisk konsept, løsningsforslag, vurdering og anbefaling av alternativer, 3. Anbefalinger for videre prosess og 4. Analyser og utredninger der bla dagens situasjon er beskrevet.

SAMMENDRAG



Norconsult

SAMMENDRAG

ARKITEKTONISK KONSEPT OG KONSTRUKSJONSLØSNINGER

Arkitektonisk konsept og konstruksjonsmessige løsninger handler om å tilføre en kvalitet til stedet Nidarø, Kanalen og Rosenborgbassenget. Brua skal styrke stedet. Løsningsforslagene viser hvordan bruenes uttrykk i konstruksjon, form og materiale gjenspeiler den lokale identiten til stedet. Bruene er foreslått delt i tre soner; brulandingene (A og B) og selve brulengden imellom. Hver brulanding er forsøkt tilpasset stedet og i flere av alternativene er det foreslått å utvikle nye byrom eller forsterke eksisterende byrom.

De tre lokasjonene har ulik stedskarakter og bruenes form og uttrykk er i samspill med:

Nidarø: natur, landskapsbilde og landskapsrommet
Kanalen: byens historie
Rosenborgbassenget: nyere tids byutvikling – urbanitet.

Bærekraftige konstruksjoner er en forutsetning. For gang-/sykkelbruer betyr dette lette konstruksjoner med lite bruk av betong. Overbygninger kan bygges som lette fagverkskonstruksjoner i stål eller som dekkekonstruksjoner i tre og betong- og stålmaterialer bør i størst mulig grad være resirkulerte. Til bærende trekonstruksjoner brukes materialer som er kreosotimpregnert for lite svetting av kreosot. Gjeldende regelverk med forskrifter, standarder, håndbøker og praksis legges til grunn uten nærmere gjennomgåelse, men det pekes særskilt på Statens vegvesens håndbok N400 «Bruprosjektering». Grunnforholdene til brupilarer er grovt sett av samme karakter på alle tre lokasjonene. Hensiktsmessig løsning er å bruke rammede stålrørspeler etter samme prinsipp som er brukt på de siste bruene som er bygget, Svingbrua og Verftsbrua. Antall bæreakser med brupilarer bestemmes av hva som gir optimale valg mellom overbygning og mengde peler. Minimum rekkverkshøyde: 1,2 meter. Det skal vanskelig kunne vandres på utside av rekkverk. Konstruksjonsløsningene skal være gunstige for drift og vedlikehold. Dette innebærer blant annet at hele brukonstruksjonen med utstyr skal ha lett og sikker adkomst for inspeksjon og vedlikehold.

TEMAVURDERINGER

Følgende tema er vurdert; gjeldende arealplaner, byggbarhet (teknisk og ytre miljø), geoteknikk, hydrologi, landskap, naturmiljø, byrom, kulturmiljø, forurensning, sammenhenger med eksisterende gå- og sykkelnett, tidsbesparelser for gående og syklende, potensialet for nye gå- og sykkelforbindleser, og egnethet for drift og vedlikehold. I kapittel 4 ligger analysene for hvert tema og i kapittel 2 er konsekvenser for hvert tema vurdert for hvert alternativ.

NIDARØ

Konseptet bygger på naturkvaliteter, landskapsbilde og landskapsrommet i et samspill med bruas uttrykk, form og materialbruk.

KANALEN

Konseptet bygger på byens historie i et samspill med bruas uttrykk, form og materialbruk.

ROSENBORG-BASSENGET

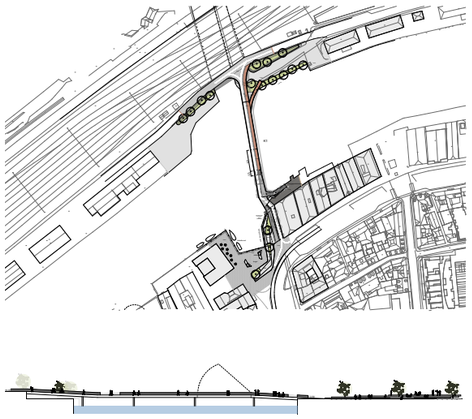
Konseptet bygger på en nyere tids byutvikling i et samspill med bruas uttrykk, form og materialbruk.

SAMMENDRAG

LØSNINGSFORSLAG KANALEN (ALTERNTIVENE K1-K2-K3)

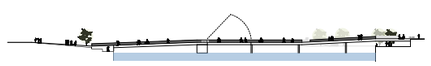
Felles for løsningsforslagene K1 – K3 er at bruene er klaffebruer, har 6m bredde, , er universelt utformet og har separat gå- og sykkelfelt.

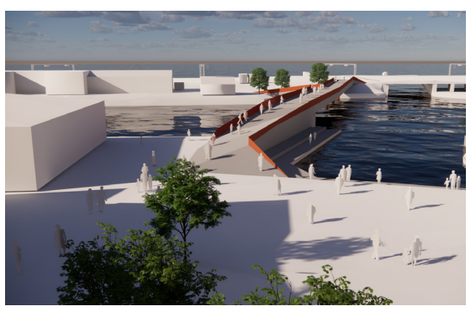
K1



K1 går fra Ravkloas østside over Kanalen til Fosenkaia. Gå- og sykkel vegen går sømløst fra Fjorgata over brua til Brattørasiden. Det er foreslått brulanding med byromsløsninger mot Ravnkloa. Rett før brulanding på Brattørasiden er det foreslått en deling av brua slik at en gangbru treffer Fosenkaia mot øst, mens gang- og sykkeleløsningen går rett fram. Noen mindre byromsløsninger er foreslått på Brattørasiden.

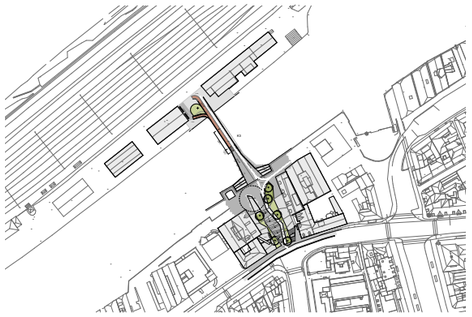
K2

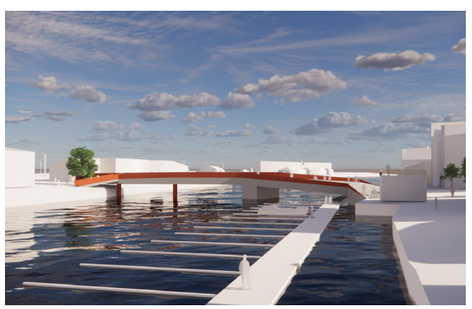




K2 går fra Ravnkloas vestre side og over til Vestre kanalhavn. Det er ikke sammenhengende gå og sykkelfelt fra Sandgata over byrommet Ravnkloa til ny bru, gå- og sykkeltrafikken vil her være blandet. Rett før brulanding på Vestre Kanalhavn, er det foreslått en deling av brua slik at en gangbru tar av mot vest, mens gang- og sykkeleløsningen går rett fram. Det er foreslått noen mindre byromsløsninger ved brulanding på nordsiden av Kanalen.

K3





K3 går fra Prinsensgata over Kanalen mot Vestre Kanalhavn. Det er foreslått et nytt byrom i kanalenden av Prinsensgata, med sammenhengende gå- og sykkelfelt fra Sandgata og over nye bru. ett før brulanding på Vestre kanalhavn, er det foreslått en deling av brua slik at en gangbru treffer land mot vest, mens gang- og sykkeleløsningen går rett fram. Det er foreslått noen mindre byromsløsninger ved brulanding på nordsiden av Kanalen.

KONSEKVENSER OG ANBEFALING

Alle alternativer lar seg gjennomføre ut fra geoteknisk- og hydrologiske forhold samt forurenset grunn. Nye bruer i dette områder gir en «tilføring» til det urbane landskapet. Alternativene er lite konfliktfylt med tanke på naturmiljø. Alternativene gir svært gode muligheter for tilknytning til eksisterende hovedsykkelnett /gåruter, og vil gi viktige tidsbesparelser både mot Brattøra, Midtbyen, Vestre Kanalhavn, Solsiden og Ila.

K1 og K2 er svært konfliktfylt i forhold til kulturmiljø. Rampe og stor bredde på brukar inn mot Ravnkloa, kan virke forstyrrende på eksisterende kulturmiljø og kan redusere opplevelsen av bryggerekka på en uheldig måte. Ravnkloabassenget innskrenkes og den historiske situasjonen blir mindre lesbar. Siktlinjen fra Domkirken til Munkholmen skal ikke forstyrres. Alternativene kan være i konflikt med framtidige planer om en autonom ferje mellom Ravnkloa og Vestre Kanalhavn.

For byggbarheten, er både ytre miljø og teknisk byggbarhet vurdert. Teknisk sett er alle alternativer byggbare. Utfordringen i forhold til byggbarhet, er at bryggene ved Ravnkloa er vernet, et vel etablert båtkulturmiljø, nærhet til omgivelser på land og i Kanalen, vanskelige riggforhold, gang- og sykkeltrafikk på tilstøtende landområder og planer om autonom ferge over kanalen kan medføre konflikt med brulandingen på Vestre Kanalhavn slik det er planlagt.

K3 framstår som det beste alternativet som er i minst konflikt med bevaring av kulturmiljø. Bruen vil framstå enkel og bruendene møter landsidene sømløst. Ved realisering av K3 vil det kunne utvikles et nytt urbant byrom i «enden» av Prinsensgate - et område som i dag ligger som parkeringsareal. Et nytt byrom kan utvikles til å henge sammen med Ravnkloa på en god måte uten av Ravnkloa skifter karakter.

INNHOLD

SAMMENDRAG 10

1 INNLEDNING 10
1.1 PROSJEKTETS KONTEKST 10
1.2 VISJON OG STRATEGI 10
1.3 HOVEDMÅL 10
1.4 EFFEKTMÅL 10
1.5 BÆREKRAFT 11
1.6 VURDERTE LOKASJONER OG ALTERNATIVER 12

2 ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG 14
2.1 FELLES FOR ALLE LOKASJONER 14
2.1.1 Hovedkonsept 14
2.1.2 Identitiet 15
2.1.3 Konstruksjon 18
2.1.4 Byggbarhet 19
2.1.5 Gå- og sykkeltrafikk 20
2.1.6 Universell utforming 22
2.1.7 Naturmiljø 22
2.1.8 Drift og vedlikehold 22
2.1.9 ROS-analyse 23
2.2 KANALEN 24
2.2.1 Felles forutsetninger alle alternativer 24
2.2.2 Løsningsmuligheter 24
Alternativ K1 28
Alternativ K2 32
Alternativ K3 36
Konstruksjon 40
Byggbarhet 43
Autonom ferge 44
ROS 45
2.2.3 Konsekvenser, rangering og anbefaling 46

3 ANBEFALING FOR VIDERE PROSESS 50
3.1 BEHOV FOR VIDERE UNDERSØKELSER 50
3.2 INTERESSENTANALYSE OG MEDVIRKNING 52

4 ANALYSER OG UTREDNINGER 54
4.1 DAGENS SITUASJON 54
4.1.1 Kanalen 54
4.2 HYDROLOGI 62
4.2.1 Flomberegning 62
4.2.2 Mulige konsekvenser av klimaendringer og havnivåstigning 62
4.2.3 Vannlinjeberegning 62
4.2.4 Grensebetingelser 62
4.2.5 Resultat og konklusjon 63
4.2.6 Diskusjon og vurdering av resultat 63
4.3 GEOTEKNIKK 64
4.3.1 Innledning 64
4.3.2 Underlag - grunnforhold 64
4.3.3 Grunnforhold 65
4.3.4 Sikkerhet mot naturpåkjenninger 65
4.3.5 Gjennomførbarhet 65

PROSJEKTTEAM 66

FORORD

Denne rapporten omhandler en konseptvurdering av ny gang- og sykkelbru over Kanalen, sentralt i Trondheim.

Rapporten er et utdrag av en samlerapport for nye gang- og sykkelforbindelser på tre steder;
- Nidarø (N)
- Kanalen (K)
- Rosenborgbassenget (R)

Rapporten er utført av Norconsult på vegne av Miljøpakken ved Trondheim kommune, og svarer ut bestilling for konseptfase for disse tre stedene.

Rapporten inneholder
- Prosjektets kontekst, visjon og mål
- Forslag til konsept, herunder design, konstruksjon og materialbruk for hvert sted.
- Løsingsforslag
- Vudering av konsekvenser og anbefalinger
- Anbefalinger for videre prosss.
- Analyser og utredninger (dagens situasjon og utdypense fagutredninger)

Rapporten skal benyttes som beslutningsgrunnlag for valg av alternativ for hvert sted, og som-kunnskapsgrunnlag for prosjektering og gjennomføring av valgt alternativ.

1

INNLEDNING

1.1 PROSJEKTETS KONTEKST

Alternativene som her undersøkes for kanalen kan sees som isolerte prosjekter, og vurderes ut fra de kriteriene som er valgt for å sammenligne nytteverdi, konflikt med verneverdier mm.

Men etablering av nye forbindelser i et sentrumsområde bør sees i en tidsmessig kontekst; hvilke planer har vært utarbeidet nylig, hvilke planer er under utarbeidelse, hvilke endringer har skjedd i byen nylig, hvilke endringer vet vi - eller tror vi - vil komme? Hvilke synergieffekter eller utfordringer kan oppstå ved etablering av andre samtidige planer?

Prosjektet bør ses i sammenheng med følgende planer for Trondheim (listen er ikke uttømmende):

- Byromsoppgradering av Ravnkloa (Tidligere parallelloppdrag, inkl. bru. Mangler finansiering.)
- Pilotprosjekt med autonom ferge i Ravnkloa.
- Byutvikling på Vestre Kanalhavn, Brattøra og Nyhavna.
- Etableringen av friområdet på Brattøra (rekreasjonsområde og transportforbindelse for gående og syklende), samt vedtatt - men urealisert - forbindelse for gående/syklende under Skansenbrua og Svingbrua på østsiden av kanalløpet.
- Gatebruksplan for Trondheim (skal vedtas av Bystyret snarlig), med bl.a. sykkelveg i Fjordgata og Sandgata.
- Etableringen av MetroBuss og ny rutestruktur i Trondheim.
- Kommende gateprosjekter (Olav Tryggvasons gate, Innherredsveien, Kongens gate og Elgeseter gate).
- Generell fortetting.
- Og sist men ikke minst: FNs bærekraftsmål og andre avtaler og vedtatte mål om bærekraftig utvikling.

1.2 VISJON OG STRATEGI

Følgende visjoner er vedtatt av bystyret i Trondheim:

Gå mer - kjør mindre! (Gå-strategi for Trondheim, 2016-2025)
Trondheim skal være Norges beste sykkelby! (Sykkelstrategi for Trondheim, 2014-2025)

En del av strategien for å nå visjonene er å bygge et tett og mer tilrettelagt nett for fotgjengere og syklister. Nye forbindelser gir kortere avstander til reisemål, og gjør det mer attraktivt, enkelt og realistisk å velge gange og/eller sykling som transportform.

1.3 HOVEDMÅL

Hovedmålet for prosjektet er å planlegge og bygge gang- og sykkelbruer i Trondheim sentrum, henholdsvis på Nidarø, ved Ravnkloa og over Rosenborgbassenget. På hvert av de tre stedene skal fotgjengere og syklister få forbindelser som er attraktive, direkte, framkommelige og trafikksikre året rundt. Bruene skal inngå i et sammenhengende hovednett for sykkel og oppleves som et attraktivt sted for ferdsel og opphold for både gående og syklende. Bruene skal inngå i et mangfold av bruer i Trondheim sentrum. Hver bru bør både skal ha sin egenart og sine særtrekk, og innordne seg i bybildet sammen med de øvrige bruene.

Nye gang- og sykkelbruer kan bl.a.:

- gi kortere gang- og sykkelavstander til mange reisemål - det viktigste tiltaket for å få flere til å gå.
- oppleves som landemerker/attraksjoner i byen.
- gi brukerne større valgmulighet i transportnettet.
- gi nye oppholds- og rekreasjonsmuligheter (rundløyper) for befolkningen i tilknytning til elva/kanalen.

1.4 EFFEKTMÅL

Effektmålet er redusert reisetid for gående og syklende i sentrum.

1

INNLEDNING

1.5 BÆREKRAFT

Bærekraft skal ligge til grunn for prosjektet. Hovedmålet om økt gange/sykling og redusert biltrafikk kan både gi reduserte utslipp av klimagasser, bidra til bedre lokalklima og økt livskvalitet for folk i Trondheim.

Nye gang- og sykkelbrualternativer for Nidarø, Kanalen og Rosenborgbassenget kan gi:
- Gode forbindelse mellom deler av hovedgang- og sykkelvegnettet som i dag ikke har ellermangler forbindelser eller ikke har tilfredsstillende forbindelser.
- Raskere gå- og sykkelforbindelser.
- Attraktive opplevelser som vil få gående og syklende til å velge disse traseene til jobb, skole, arbeid, handel eller til fritidsformål.

Med bærekraft fokuseres det på bærekraftig miljø, sosial bærekraft. Økonomisk bærekraft er ikke omtalt i dette prosjektet.

BÆREKRAFTIG MILJØ
Bærekraftige miljø kan i denne sammenhengen være:
- Ytre miljø og vernehensyn.
- Konstruksjon og materialbruk.
- Drift og vedlikehold

For å ivareta et bærekraftig miljø bør nye gang- og sykkelbruer med brulandinger og byrom plasseres slik at de skal være minst mulig i konflikt med ytre miljø som bevaring av biologisk mangfold, antikvariske verneinteresser, landskapsvern, ivaretakelse av Nidelvkorridoren samt framtidig havstigning.

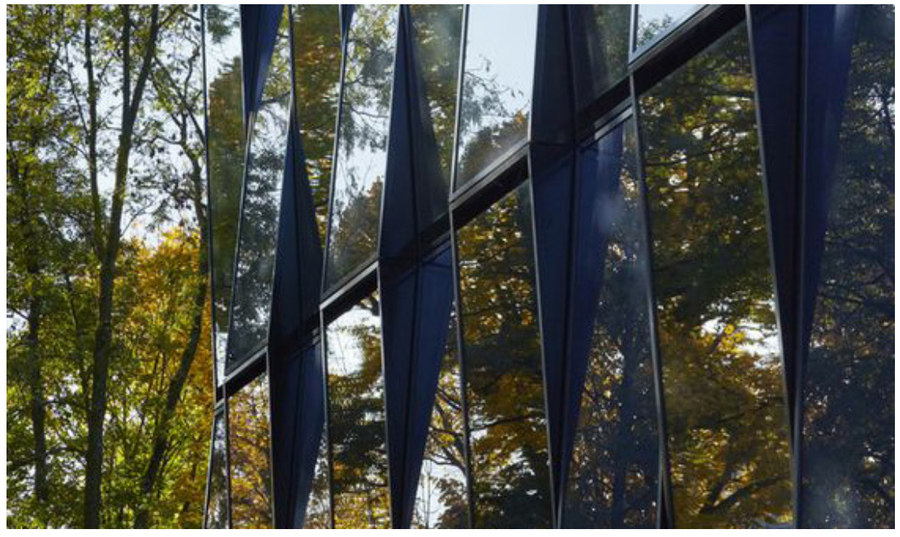
For konstruksjoner og materialbruk er følgende punkter viktig å vurdere:
- Minst mulig forbruk av materialer
- Kortest mulig bru der det er mulig
- Lette konstruksjoner som krever minst mulig fundamentering
- Materialer skal ha minst mulig klimagass-utslipp i bruas levetid
- Minst mulig utslipp av klimagasser under bygging.

Bærekraftig drift og vedlikehold innebærer at drift og vedlikehold både sommer og vinter kan være gjennomførbare i henhold til Trondheim kommunes interne klimamålsettinger.

SOSIAL BÆREKRAFT
Sosial bærekraft kan i denne sammenhengen være:
- universell utforming
- trygge steder
- gode møteplasser / opphold

Alle bruene og byrommene skal planlegges for universell utforming. Løsningen for hver enkelt bru kan gis en utforming som øker opplevelses- og oppholds kvaliteter, som bl.a. steder med økt bredde, naturen er trukket inn i bruene, spennende materialer, fortelling av historie, utsiktspunkter og nedtrapping med sittemuligheter.

De ulike rommene/stedene for opphold må gis en form som gjør de er oversiktlig fra flere vinkler. På den måten gjør det stedet trygt å oppholde seg. Belysning vil også skape trygghet på slike steder. For flere av alternativene; spesielt knyttet til bruløsningene ved Nidarø, vil belysningen måtte vurderes i samspill med hensynet til biologisk mangfold med bl.a. fugle- og dyreliv. Det handler om plassering av belysningen og lysstyrken.



1

INNLEDNING

1.6 VURDERTE LOKASJONER OG ALTERNATIVER

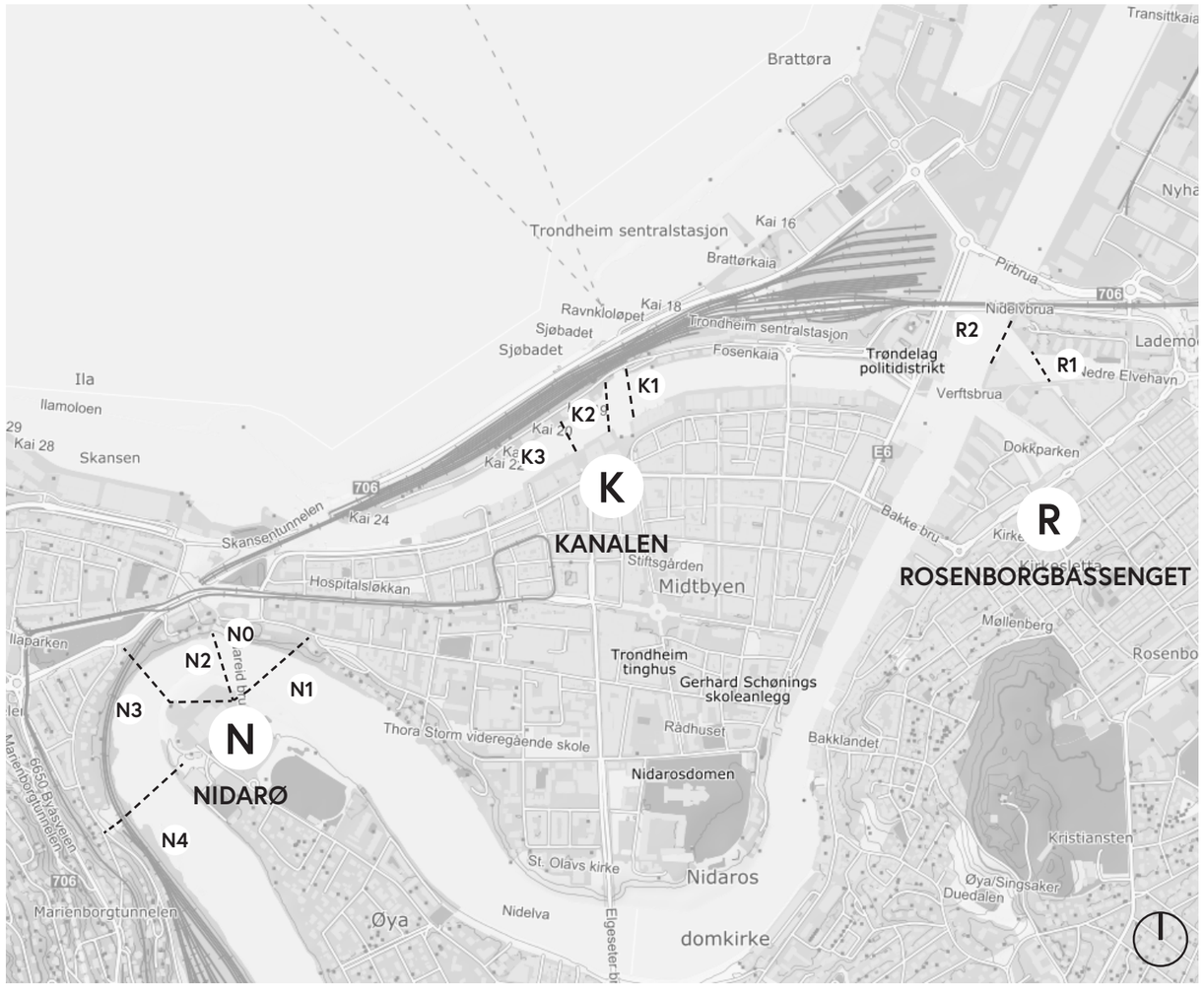
I denne rapporten beskrives vurderte alternativer for ny bru over Kanalen. Denne rapporten er et utdrag av en samlerapport, der følgende lokasjoner (steder) og alternativer ble vurdert (se kart):

NIDARØ (N)
N0: Tiltak i terrenget sør for Ilen kirke
N1: Ny bru, retning Elvegata
N2: Ny bru som erstatter dagens Nidareid bru
N3: Ny bru, retning Ilaparken
N4: Ny bru, retning Nyveibakken

KANALEN (K)
K1: Ny bru til Fosenkaia, øst for Ravnkloløpet
K2: Ny bru til Vestre Kanalhavn, vest for Ravnkloløpet
K3: Ny bru til Vestre Kanalhavn, i forlengelsen av Prinsens gate

ROSENBORGBASSENGET (R)
R1: Ny bru, i forlengelsen av Beddingen
R2: Ny bru, ytterst langs Nidelva

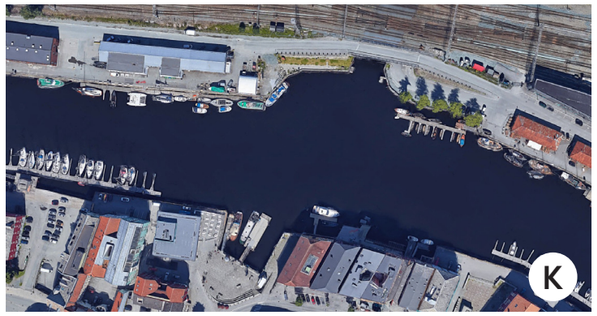
Der det er relevant, beskrives enkelte temaer felles for Nidarø, Kanalen og Rosenborgbassenget.

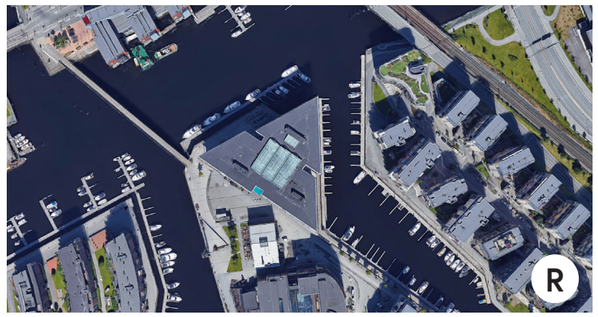


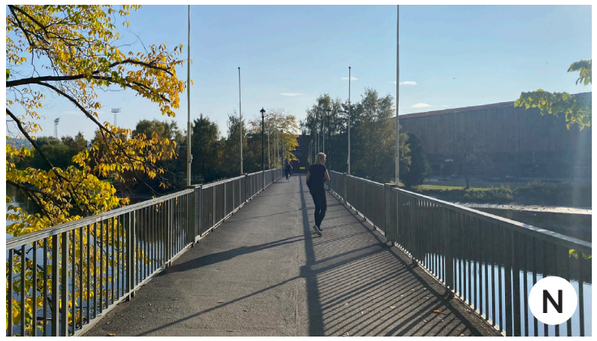
Norconsult

1

INNLEDNING







Norconsult

2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2.1 FELLES FOR ALLE LOKASJONER

Dette er et forslag til arkitektonisk hovedkonsept som er felles for alle lokasjoner.
Arkitektonisk konsept er ment som inspirasjon til videre arbeid, men legger ikke føringer for videre prosjektering ut over dette.

Nedenfor redegjøres det for forslag til felles overordna konsept, identitet, konstruksjon, byggbarhet og universell utforming for alle tre lokasjonene.

Konseptvurdering av nye G/S-bruer for Nidarø, Ravnkloa og Rosenborgbassenget legger vekt på god terrengtilpasning og tilpasning til stedet. Naturlige forutsetninger, landskapsrom, byrom, historie og kvaliteter er viktige kriterier for god tilpasning og integrering til eksisterende område. Dette gjelder for hele brulengden, både brulinje og landing.

2.1.1 HOVEDKONSEPT

Hovedkonseptet handler om å tilføre en kvalitet til stedet Nidarø, Kanalen og Rosenborgbassenget; i dette tilfelle en bru, uttrykt i konstruksjon, form og materiale i en kontekst og samspill med stedets identitet. Brua skal styrke stedet.

NIDARØ

Konseptet bygger på naturkvaliteter, landskapsbilde og landskapsrommet i et samspill med bruens uttrykk, form og materialbruk.

KANALEN

Konseptet bygger på byens historie i et samspill med bruens uttrykk, form og materialbruk.

ROSENBORGBASSENGET

Konseptet bygger på en nyere tids byutvikling i et samspill med bruens uttrykk, form og materialbruk.

2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

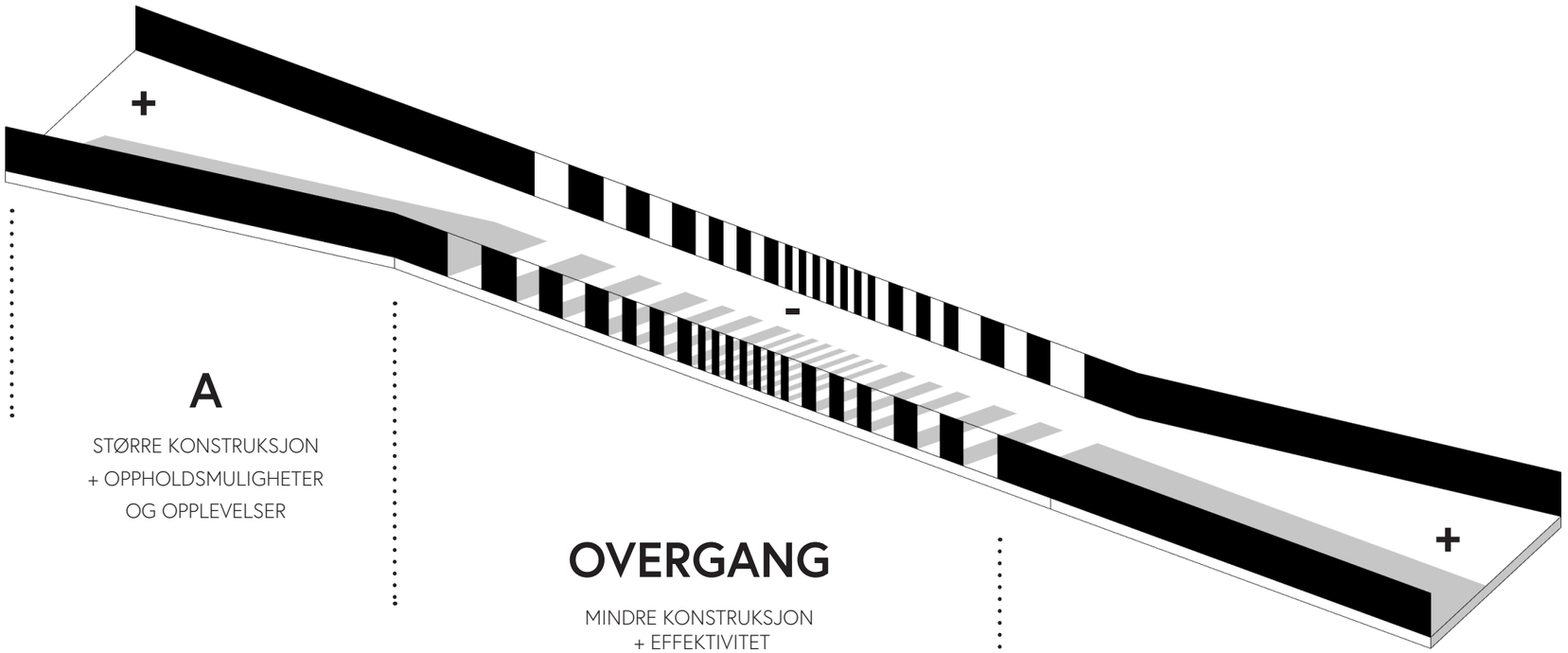
2.1.2 IDENTITIET

FELLES
Hver av bruenes uttrykk i konstruksjon, form og materiale skal gjenspeile den lokale identitet til stedet. Bruens helhet er gitt i tre soner; brulandingene og selve brulengden imellom. Hver brulanding tilpasses stedet og utvikler et samspill med den lokale identiteten. Brusonene imellom utvikles gjennom form og materialbruk i en kontekst gjenspeilet av stedet.

Norconsult

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

DESIGN



A

STØRRE KONSTRUKSJON
+ OPPHOLDSMULIGHETER
OG OPPLEVELSER

OVERGANG

MINDRE KONSTRUKSJON
+ EFFEKTIVITET

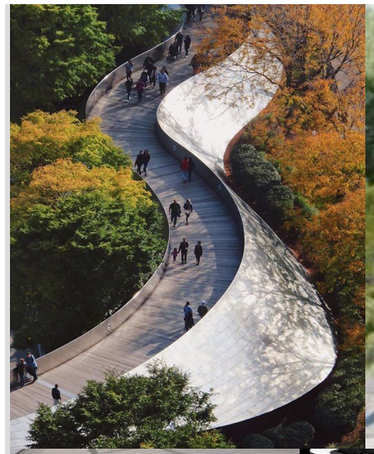
B

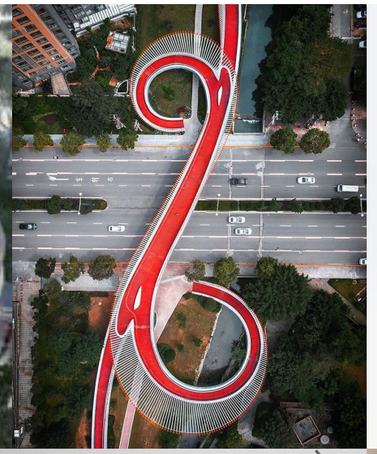
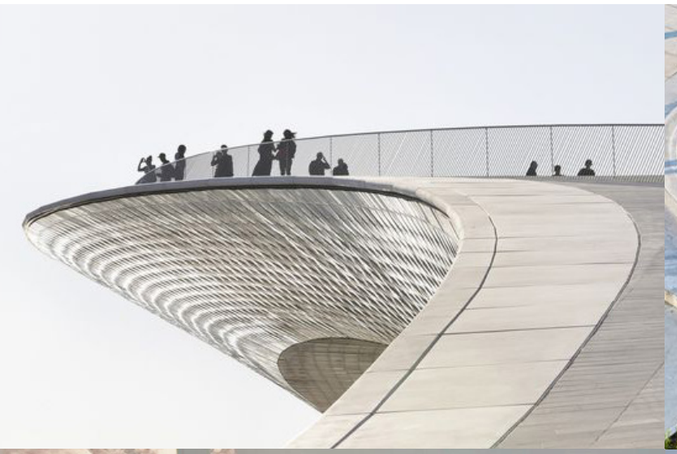
STØRRE KONSTRUKSJON
+ OPPHOLDSMULIGHETER
OG OPPLEVELSER

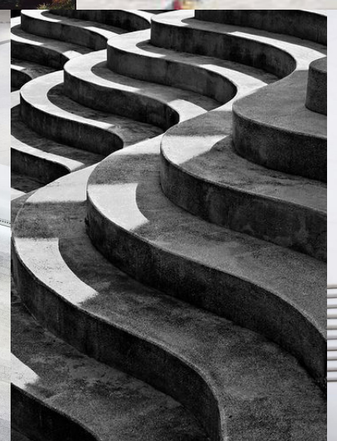
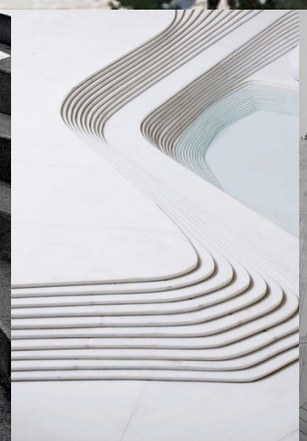
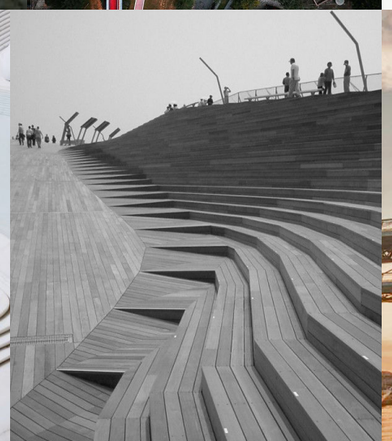
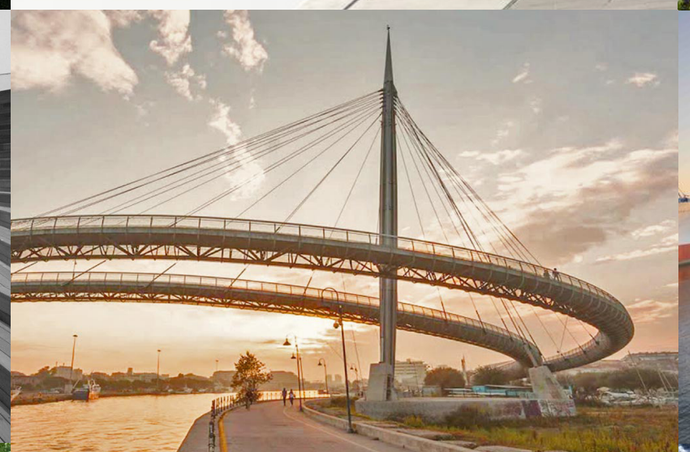
Norconsult

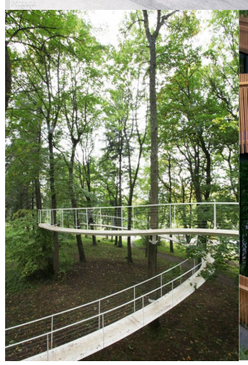
2

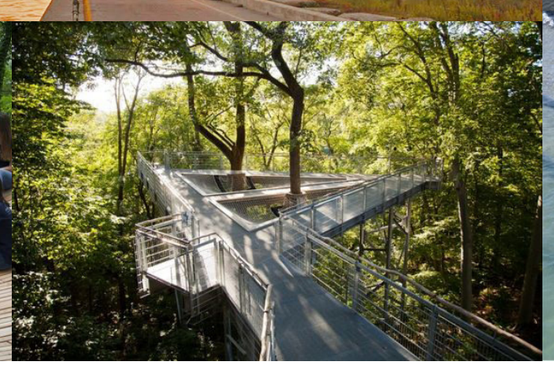
ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG







2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2.1.3 KONSTRUKSJON

Utforming og konstruksjon av bruer skal tilfredsstille trafikale behov, krav til bærekraft og tekniske rammebetingelser. Stedlige betingelser vil være medvirkende til valg av løsninger slik som geometriske forhold, grunnforhold og ytre miljø. Hvordan de ulike forutsetningene vektlegges, kan avgjøre endelig utforming.

FUNKSJONER
- Minste fri bredde: 3,5 meter for syklende og 2,5 meter for gående.
- Krav til universell utforming medfører at største langsgående stigning er 1:20.
- Bruene dimensjoneres for gang-/sykkeltrafikk, servicekjøretøyer og mindre utrykningskjøretøy.
- Bruene utstyres med god belysning som ikke forstyrrer omgivelsene.

BÆREKRAFT OG MULIGE MATERIALER
Generelle krav til bærekraft er:
- Bruene skal redusere biltrafikk.
- Bærekraftige konstruksjoner.
- Minst mulig belastning på ytre miljø.
- Attraktiv bru som reduserer biltrafikken ytterligere.
- Minimering av materialtransport fra verksted/fabrikk.

Mulige materialer kan være:
- Tre, kreosotimpregnerte materialer i henhold til Statens vegvesens rapport nr. 422 «Trebruer».
- Stål, mest mulig resirkulert.
- Betong, lav-karbon betong eller mest mulig resirkulert.
- Aluminium, mest mulig resirkulert og mest mulig norsk.
- Fiberarmerte kompositttmaterialer.

GENERELLE KONSTRUKSJONSPRINSIPPER
Bærekraft er en grunnleggende forutsetning. For gang-/sykkelbruer betyr dette lette konstruksjoner med lite bruk av betong. Overbygninger kan bygges som lette fagverkskonstruksjoner i stål eller som dekkekonstruksjoner i tre. Betong- og stålmaterialer bør i størst mulig grad være resirkulerte. Til bærende trekonstruksjoner brukes materialer som er kreosotimpregnert for lite svetting av kreosot. Konstruksjonene utformes slik at personer vanligvis ikke kommer i nærkontakt med impregneringen.

Gjeldende regelverk med forskrifter, standarder, håndbøker og praksis legges til grunn uten nærmere gjennomgåelse, men det pekes særskilt på Statens vegvesens håndbok N400 «Bruprosjektering».

Grunnforholdene til brupilarer er grovt sett av samme karakter på alle tre lokasjonene. Hensiktsmessig løsning er å bruke rammede stålrørspeler etter samme prinsipp som er brukt på de siste bruene som er bygget, Svingbrua og Verfts brua. Antall bære-akser med brupilarer bestemmes av hva som gir optimale valg mellom overbygning og mengde peler.

Minimum rekkverkshøyde: 1,2 meter. Det skal vanskelig kunne vandres på utside av rekkverk.
Konstruksjonsløsningene skal være gunstige for drift og vedlikehold. Dette innebærer blant annet at hele brukonstruksjonen med utstyr skal ha lett og sikker adkomst for inspeksjon og vedlikehold.

2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2.1.4 BYGGBARHET

Mulighet for bygging av ny bru kan være begrenset av ytre betingelser og muligheten for god anleggsgjennomføring.

YTRE BETINGELSER FOR MULIG BYGGING
Grunnforholdene til brupilarer er grovt sett av samme karakter på alle tre lokasjonene.
Hydrologi, naturmiljø og kulturmiljø er forskjellig på lokasjonen og beskrives under hver lokasjon.

MULIG ANLEGGSGJENNOMFØRING
Begrensninger i byggbarhet kan inndeles i følgende forhold:

- Adkomster som omhandler landtransport, transport på vann og transport på midlertidige bruer.
- Riggforhold med sine vesentlige komponenter: riggplass, monteringsmuligheter, kranplasseringer og arbeidsplattformer.
- Begrensninger i områdene som sårbare områder, vernede områder, områder med begrenset stabilitet og forhold til naboer og støy.
- Trafikkhensyn av ulike slag som må ivaretas: biltrafikk, g/s-trafikk, jernbanetrafikk og båttrafikk.

Andre forhold kan være dagens aktiviteter som bør begrenses i mindre grad, forurensningsfare og tidsbegrensninger.

2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2.1.5 GÅ- OG SYKKELTRAFIKK

Forslag til nye bruer vil gi tidsbesparelser for gående og syklende innenfor arbeidsreiser, reiser til skole/utdanningsinstitusjoner, til Trondheim sentrum, lokalsenter, til holdeplasser for jernbane, busser og bane og til fritidsaktiviteter. De vil gi muligheter til nye gode opplevelser på reisen til og fra målpunkt, og gi nye tilbud til ferdsel i friluftslivssammenheng.

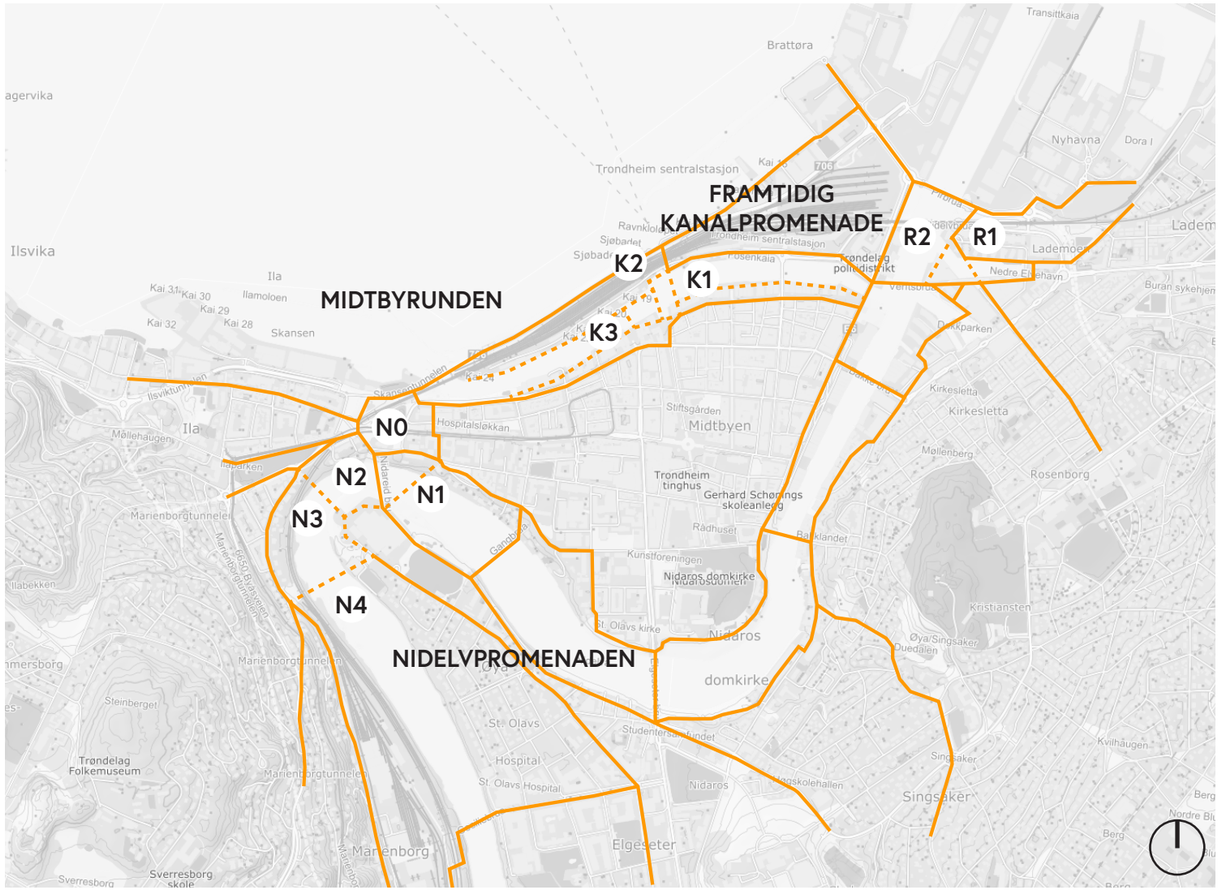
MÅLPUNKT
Det er sett på målpunkter som arbeidsplasskonsentrasjoner, utdanningsinstitusjoner, holdeplasser for kollektiv, Trondheim sentrum, lokalsentret Solsiden, og steder for fritidsaktiviteter. I tillegg er opplevelsepunkt i friluftslivs- og turismesammenheng samt adkomst til Spektrum som messeområde vurdert. Tabellen nedenfor viser målpunkt vurdert for alle tre lokasjonene.

GÅ- OG SYKKELNETT
Alle brualternativer innenfor de tre lokasjonene vil enkelt kunne knytte seg til en eksisterende gåruter eller et eksisterende eller planlagt hovedsykkelnett. Nedenfor vises et kart for gåruter og et for sykkelnett der alle lokasjoner vises samtidig. Kartene viser med hel strek eksisterende ruter og nett, og med stiplet strek vurderte brualternetiver og nye muligheter til gå- og sykkelnett disse medfører. Dette blir detaljert beskrevet under hver lokasjon. Det er ikke en oppgave i denne vurderingen å se på sammenhengen mellom de tre lokasjonene. Likevel er det tydelig at når alle tre lokasjoner med potensielle muligheter for nye bruer og sammenhenger synliggjøres på samme kart, at gevinsten samlet kan være stor. For f.eks. kan syklende fra Byåsen til Lade får en raskere reise ved å kunne benytte flere av de foreslåtte bruene på samme reise.

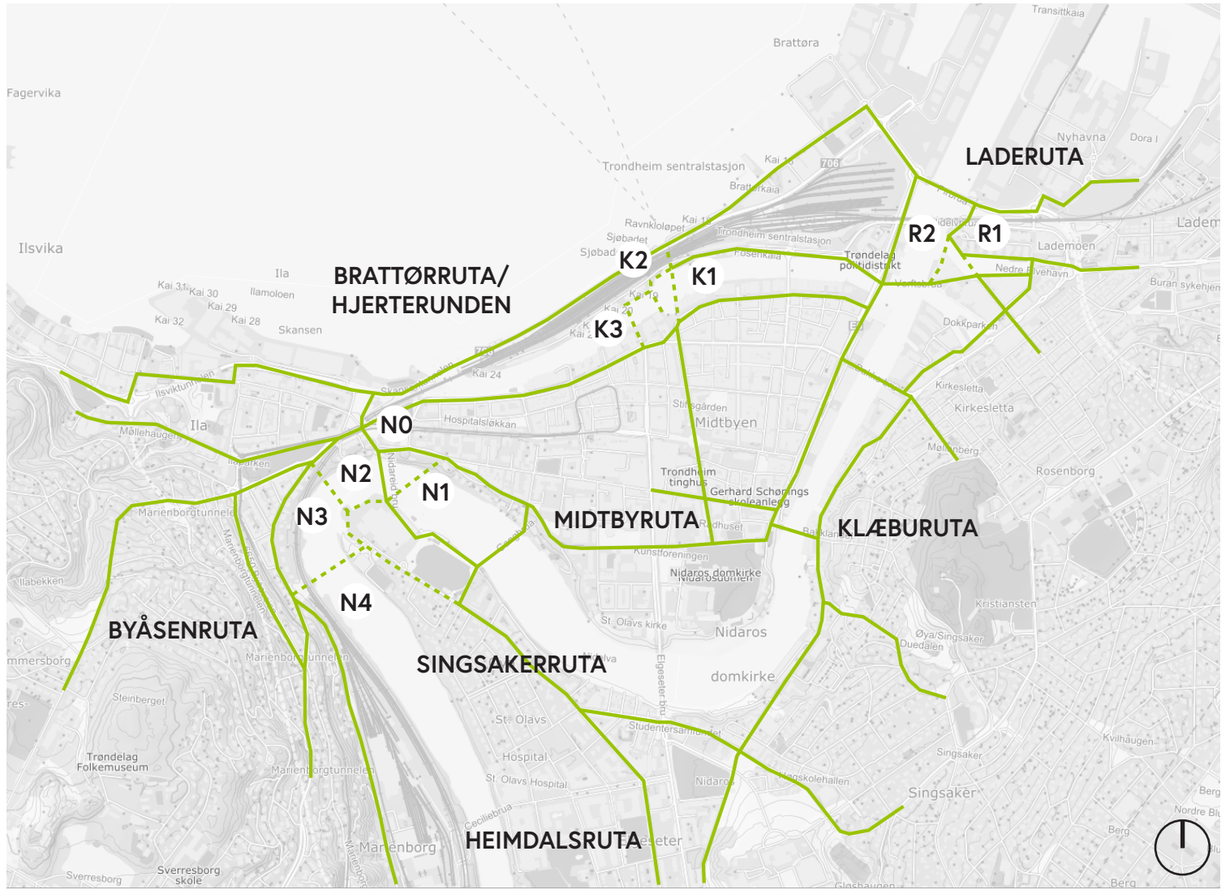
Arbeids-plass-konsentrasjoner	Utdanningsinstitusjon	Holdeplasser	Hoved-ruter for sykkel	Gåtransport Prioritere ruter	Sentrum/ lokal-senter	Fritids-mål
Torvet	NTNU	Buss	Midtbyruta	Midtbyrunden	Torvet	Spektrum Idrettsanlegg
Marienborg	Vgs i sentrum	Gråkallbanen	Singsakerruta	Liten	Solsiden	Ilaparken
Vestre kanalhavn	Steinerskolen Ila	Jernbane-stasjoner	Byåsruta	Stor		Domkirka
NTNU		Fergeterminal	Heimdalsruta	Elvepromenade		Småbåthavn
St.Olavs		Hurtigrutekai	Laderuta	Kanalpromenade		Båtturer
Brattøra		Cruisebåtkai	Jonsvannsruta			
Nyhavna			Hjerterunden – grønn sykkelrute			
Lade						

2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



Gåruter - hel linje er eksisterende gåruter- stiplet linje er vurderte alternativer for nye bruer og nye muligheter for gåruter.



Sykkelnett - hel linje er eksisterende sykkelnett. Stiplet linje er vurderte alternativer for nye bruer og nye sykkelnettmuligheter.

2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2.1.6 UNIVERSELL UTFORMING

Alle bruene skal ivareta universell utforming (krav 1:20) med mål om at også de med nedsatte funksjoner kan benytte bruforbindelsene på samme måte som funksjonsfriske.

For stigningsforhold og løsninger, vises til snitt for de ulike lokasjonene i kapittel 2.

2.1.7 NATURMILJØ

Bystyret i Trondheim kommune erklærte natur- og klimakrise i 2019. I dette ligger at tap av naturmangfold er en like stor trussel mot livsgrunnlaget til menneskene i verden som klimaendringene. Trondheim kommune har tidligere forpliktet seg til å stoppe tapet av naturmangfold. Dette er i samsvar med FNs bærekraftmål delmål 15.5, som sier at man skal iverksette umiddelbare og omfattende tiltak for å redusere ødeleggelsen av habitater, stanse tap av biologisk mangfold og innen 2020 verne truede arter og forhindre at de dør ut.

Innenfor området der nye gang- og sykkelbruer skal vurderes, er naturmangfoldet godt dokumentert. Grunnlaget vurderes derfor som tilstrekkelig for å vurdere bruenes potensielle innvirkning på naturmangfoldet.

2.1.8 DRIFT OG VEDLIKEHOLD

Generelt for alle bruene gjelder:

- Bruenes levetid skal være 100 år med lite behov for vedlikehold.
- Det brukes vedlikeholdsfrie materialer i bruenes levetid, så langt det er mulig.
- Behov for ny overflatebehandling i bruenes levetid skal være minst mulig.
- Slitesterke brudekker skal tåle røff behandling fra brøyteredskaper.
- Overflater skal vanskeliggjøre tagging.
- Rekkverk og utstyr inklusive belysningsutstyr skal tåle å bli utsatt for røff behandling.
- Renhold skal være enkelt. Detaljer utformes slik at oppholdsplasser for måker unngås.
- Konstruksjonselementer og utstyr skal ha lett og sikker adkomst for inspeksjon og vedlikehold.
- Overvåkingsutstyr skal driftes og vedlikeholdes.
- Flyttbare møbleringer bør unngås. Møblering plasseres med tanke på effektiv brøyting.

2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

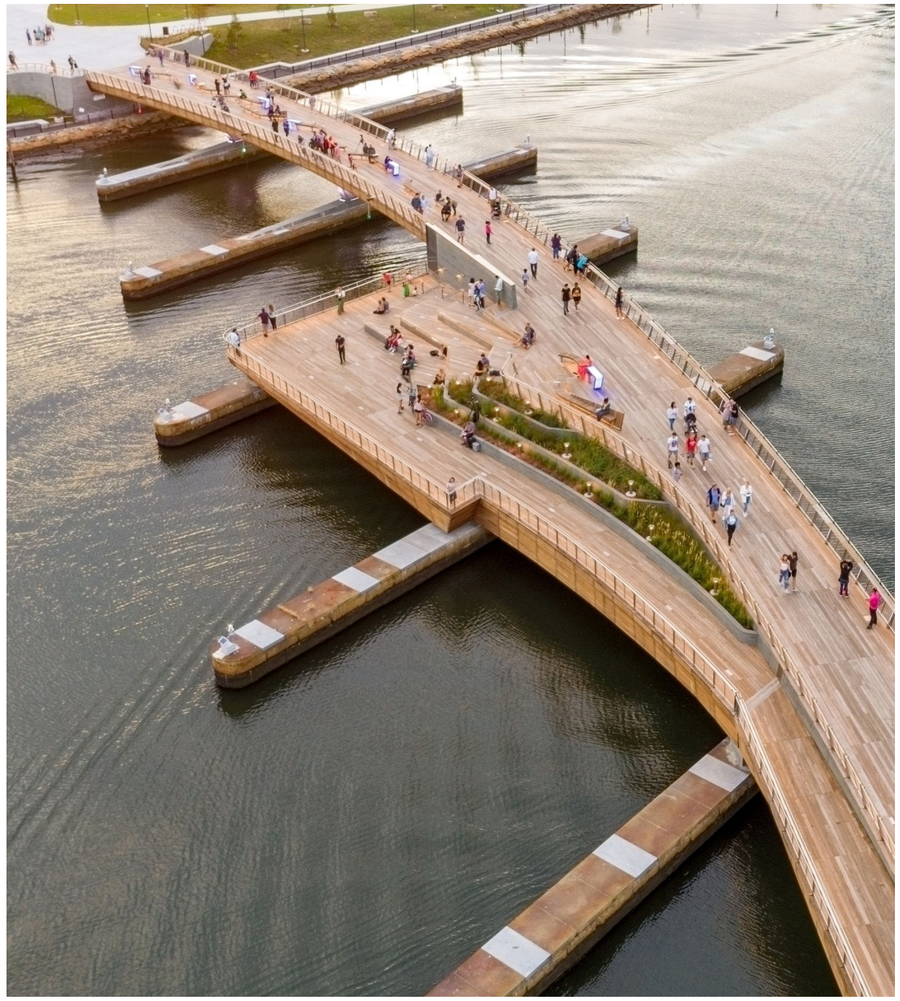
2.1.9 ROS-ANALYSE

RISIKO- OG SÅRBARHET
I denne fasen av arbeidet utføres en helt overordnet ROS-analyse for brukonseptene og alternativene. Dette er utført ved å gjennomføre en innledende fareidentifikasjon for å identifisere forhold som må vurderes videre i kommende faser. I arbeidet er det brukt samme metodikk og grunnlag som benyttes for ROS-analyser i henhold til krav i plan- og bygningsloven ved utarbeidelse av reguleringsplaner. Det er også benyttet samme type sjekkliste for å identifisere aktuelle farer for disse bruene.

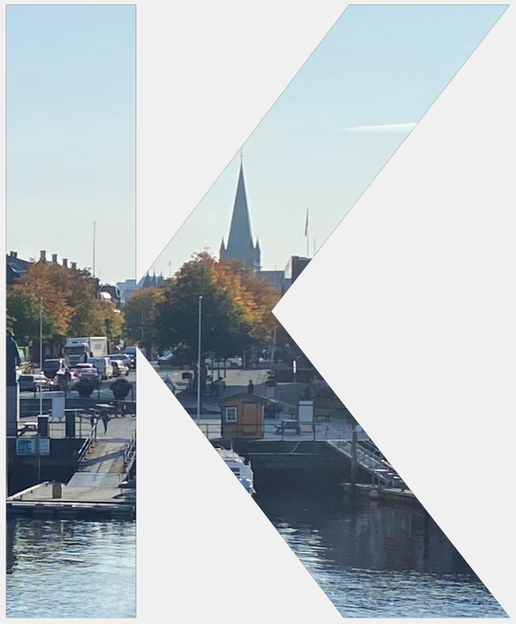
Gjennom denne innledende og overordnede vurderingen er det ikke identifisert forhold som ut fra et samfunnsikkerhetsfaglig perspektiv gjør at brukonseptene ikke kan bygges slik de er fremstilt på dette tidspunktet. Men de identifiserte farentemaene tilrådes nærmere undersøkt og vurdert i de videre arbeidene.

GENERELT
RISIKO- OG SÅRBARHET
I hovedsak er det identifisert forhold til:
- Ustabil grunn
- Akutt forurensning
- Flom og havnivåstigning/ stormflo
- Trafikkforhold

AVGRENSNINGER
- Det gjøres egne vurderinger knyttet til byggbarhet, derfor er ikke dette vurdert i denne sammenhengen.
- Det forutsettes at bruene bygges etter gjeldende regelverk
- Vurderingen er gjort på konseptnivå og er av overordnet karakter.



2
K
ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



KANALEN.

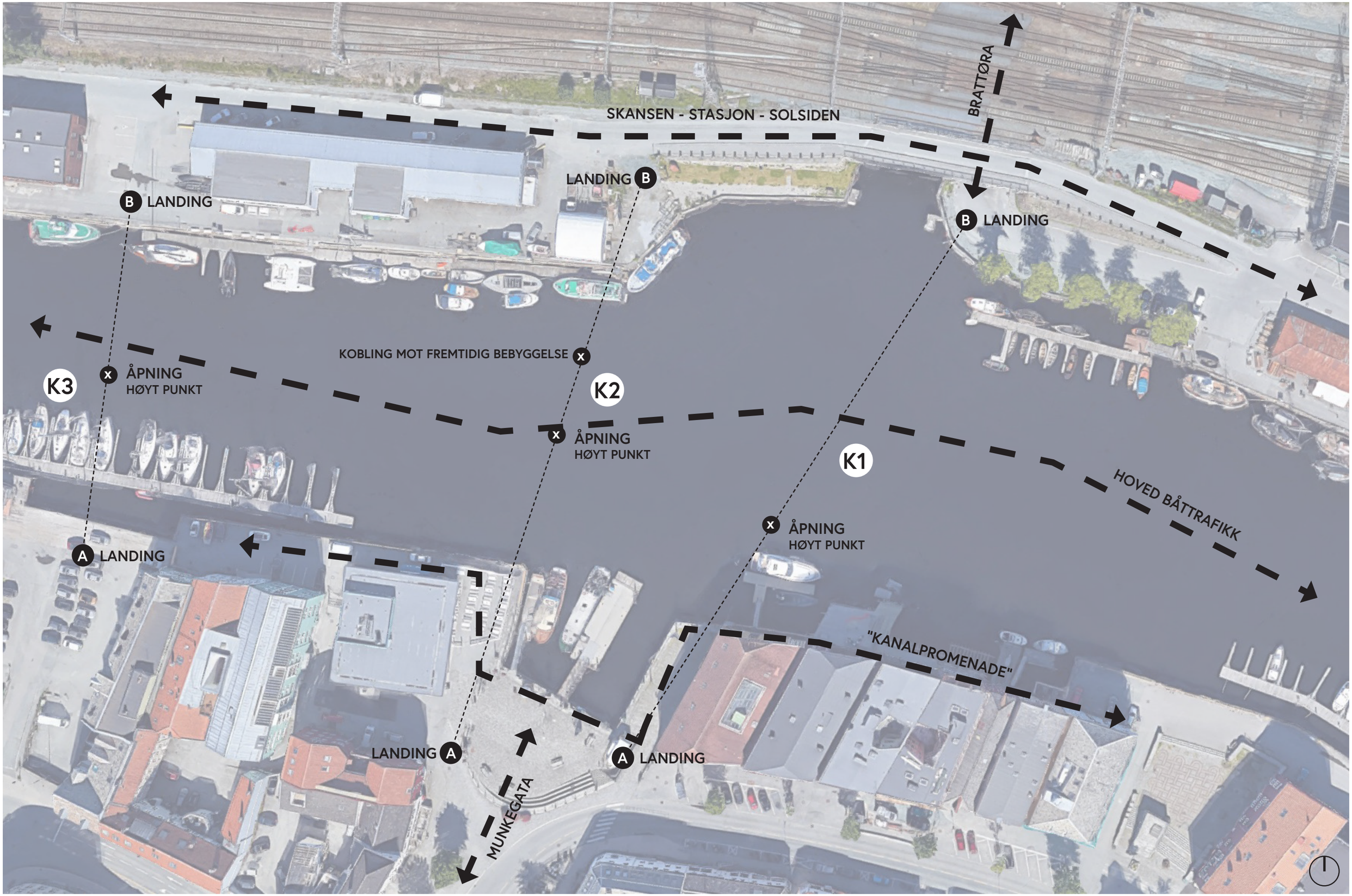
2.2 KANALEN

2.2.1 FELLES FORUTSETNINGER ALLE ALTERNATIVER

RESULTATMÅL
Ny forbindelse for gående og syklende mellom Midtbyen og Vestre/Østre Kanalhavn skal bidra til å revitalisere Ravnkloa som viktig byrom, og tilrettelegge for framtidig byutviklig på Vestre Kanalhavn.

ALTERNATIVER
Kartet viser alternative bruplasseringer som ble gitt som grunnlag for oppdraget. Kartet viser alternative bruplasseringer i forhold til landingspunkt. A er landinger i sør, B er landinger i nord på Brattørasiden.

KORT OM STED OG UTFORDRINGER
Ravnkloa er Trondheim sin mest kjente allmenning og byens fisketorg, beliggende nederst i Munkegata, ved kanalhavnen. Ravnklo-allmenningen ble opprustet på midten av 90-tallet; plassen ble brolagt og det ble bygget et amfi med sitteplasser rundt. Med utgangspunkt i Ravnkloa går det om sommeren båtrute ut til Munkholmen mange ganger daglig. Ravnkloa er også avgangsplass for guidede båtturer. Det er båtplasser for fritidsbåter langs hele kanalen. Fosenkaia er basen for Kystlaget Trondheim. St. Olavs bru ble bygd i 1882 i forbindelse med utbyggingen av jernbanen og havna. Den gikk over kanalen i forlengelsen av St. Olavs gate til Vestre Kanal-kai. Brua ble revet i 1920, da den var til betydelig hinder for båttrafikken. Også i dag er det viktig å ivareta båttrafikken i Kanalen, og ny gang- og sykkelbru skal kunne åpnes, uansett alternativ for plassering.


SKANSEN - STASJON - SOLSIDEN
BRATTØRA
B LANDING
LANDING B
B LANDING
KOBLING MOT FREMTIDIG BEBYGGELSE
K3
ÅPNING
HØYT PUNKT
K2
ÅPNING
HØYT PUNKT
K1
HOVED BÅTTRAFIKK
ÅPNING
HØYT PUNKT
A LANDING
"KANALPROMENADE"
LANDING A
A LANDING
MUNKEGATA

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

HISTORIE

KONSEPT OG IDENTITET

A LANDING
Som hovedgrep foreslås et mykt og rolig uttrykk formet i stål (corten) som i et samspill med den lokale identitet i «industri»- og jernbanevirksomheten møter stedet Ravnkloa på vei over kanalen.

B LANDING
På Ravnklo siden vil steinelementet fortelle om stedets identitet; spesielt knyttet til byrommets golv. Munkegata ned mot fisketorget og Ravnkloa preges av stein og sier noe om områdets historie og lokal identitet, noe som ønskes videreført i bruens landing på denne siden av kanalen.

2

K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

CORTENSTÅL

JERNBANELINJE / KAIKANT

Det foreslås bruk av cortenstål som referanse til jernbanelinje og kaielementer. Materialet foreslåes i rekkverk/parapet, og i enkle sitteelementer.

HISTORIE

Overgangen mellom cortenstål og stein skjer gradvis med en tydelig skille med inspirasjon fra de gamle bymønstrene.

STEIN

TORGET / GULVBELEGG I MIDTBYEN

Det foreslås at eksisterende torgflate utvides på en sømløs og naturlig måte med bruk av stein i gulvet og som enkle sitteelementer.

2

K1

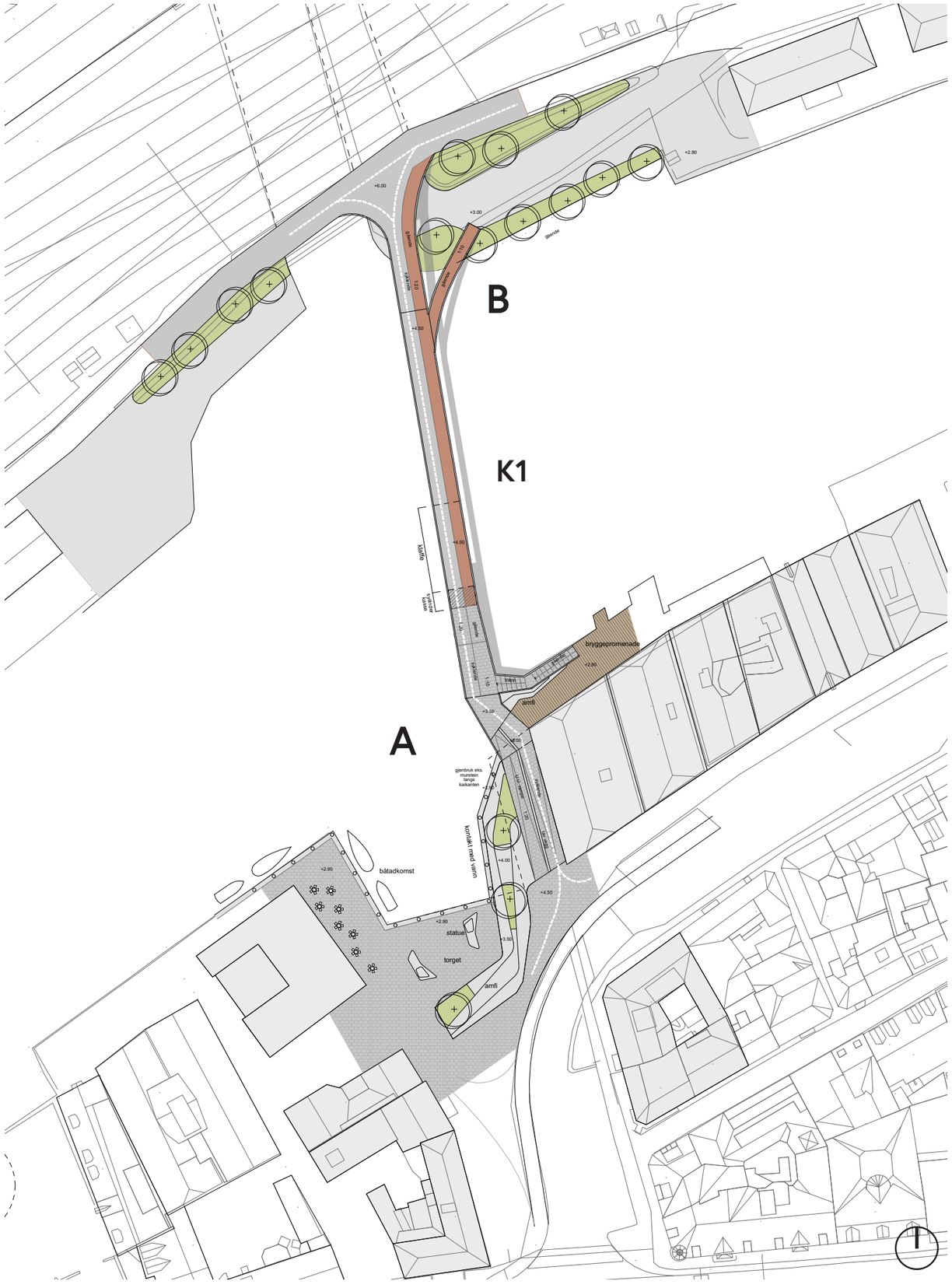
ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2.2.2 LØSNINGSMULIGHETER

På Brattørasiden lander brukaret mot eksisterende bru. Dette er løst med minst mulig inngrep. En siderampe kun for gående svinger mot øst og lander på nedsiden av bruen.

I Ravnkloa går brukaret inn mot østsiden og kobles på eksisterende nivå høyde + 3.00. I møte med land deles «brua» i to løp, der et løp kommer inn selve Ravnklo løpet og forbeholdes i hovedsak gående som evt. skal videre vestover. Det andre løpet er for både syklende og gående og kobles mot fremtidig sykkelbane i Fjordgata. I skille mellom de to løpene foreslås et amfi som tar opp terrenget på tvers mellom de to løpene. Alternativet viser også kobling til bryggerekkens nordside. Selve Ravnklo bassenget er noe redusert, men området i sin helhet er tilstrebet et mere tiltalende grep for trivsel og opphold, møteplasser og tilrettelagte areal for mere virksomhet i form av fiskehandel, arrangement og samlinger.

Brualternativet har åpningsmuligheter for passering av båter.



2

K1

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

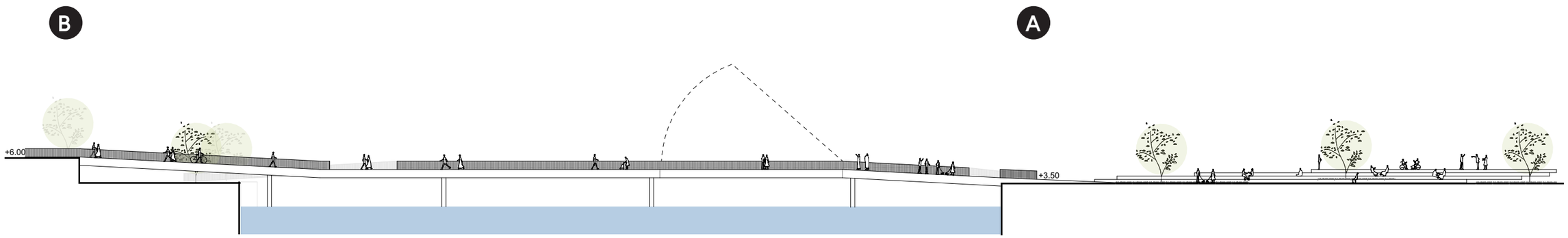
A **LANDING** 1:500

B **LANDING** 1:500

Norconsult

2
K1

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



FOSENKAIA

UTSIKT MOT MUNKEGATA/ NIDAROSDOMEN/FJORDEN

KONTAKT MED VANNET

RAVNKLOA

2

K1

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2

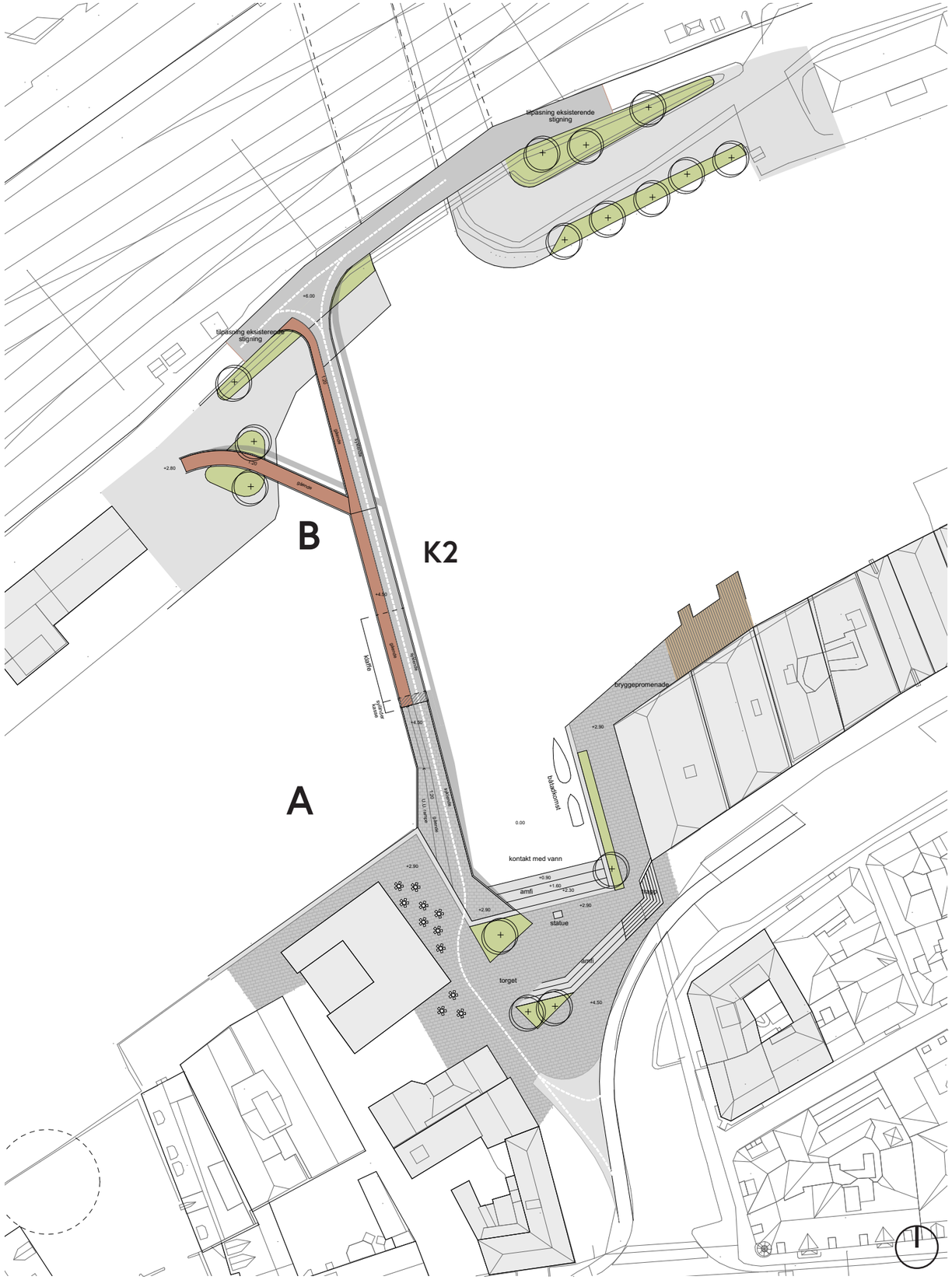
K2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

På Brattørasiden lander brukaret vest for eksisterende bru og kobles på en litt lavere høyde enn brua. Det er på samme måte som K1 lagt inn en siderampe; på vestsiden, hovedsakelig for gående som skal videre vestover. Kobling til eksisterende område er gitt en enkel og tilpasset løsning uten større inngrep.

I Ravnkloa lander brukaret inn på eksisterende kaifront; inn i selve Ravnklo bassenget og videre forbindelse inn mot eksisterende fiskehandel. Gå-linjen møter Ravnkloa mot vest og sykkellinje inn på østsiden. Et foreslått nytt amfi plasseres litt nord for eksisterende sittetrinn for å få et mere kompakt oppholdsareal med sittemuligheter og mere kontakt med vannflaten.

Brualternativet har åpningsmuligheter for passering av småbåter.



Norconsult

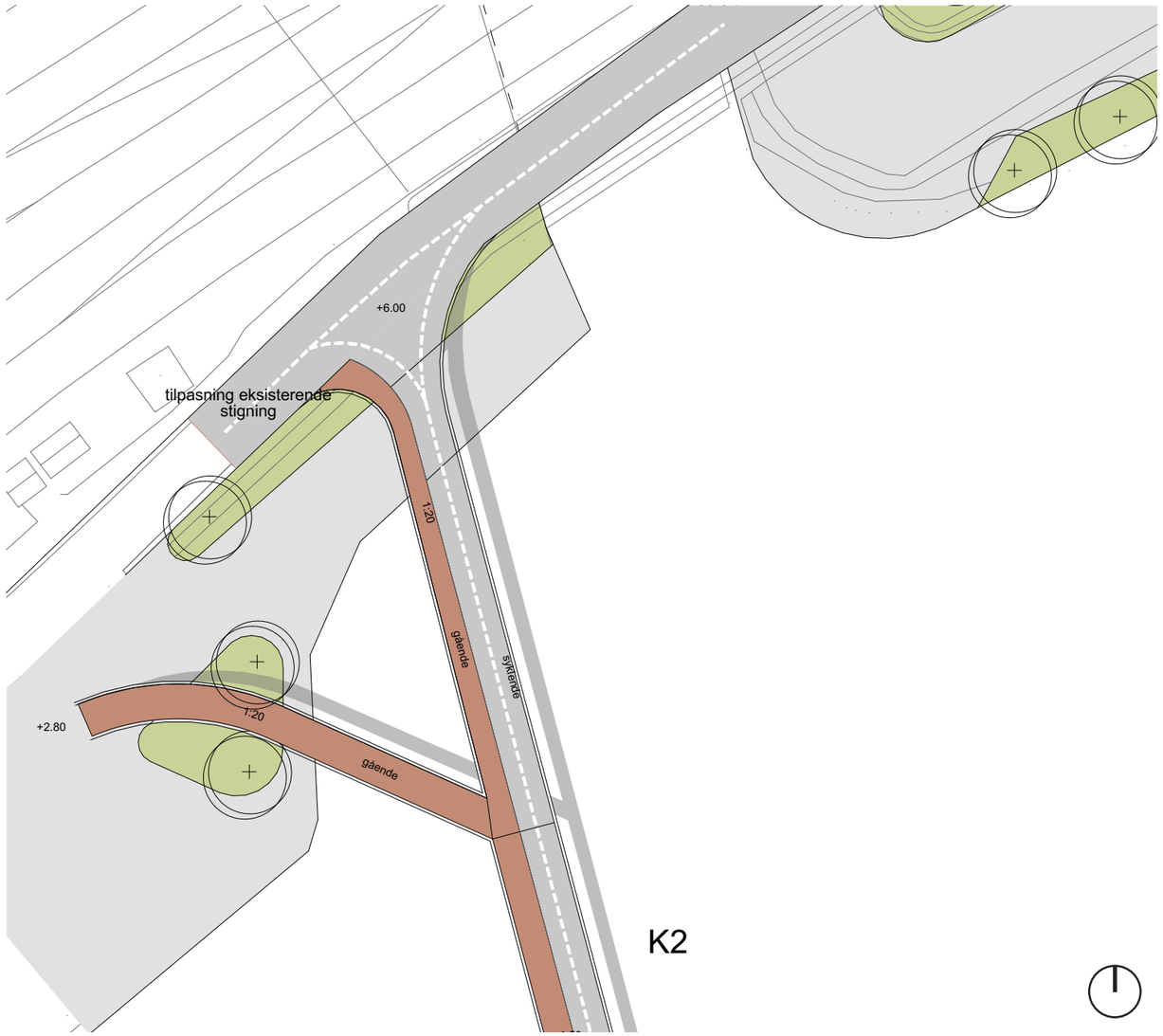
2

K2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

A LANDING (OVER) 1:500

B LANDING 1:500

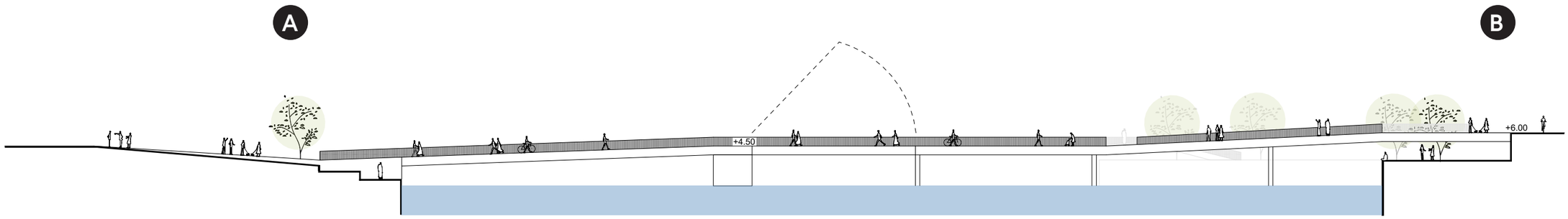


K2

Norconsult

2
K2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



RAVNKLOA

BÅTTILGANG
KONTAKT MED VANN

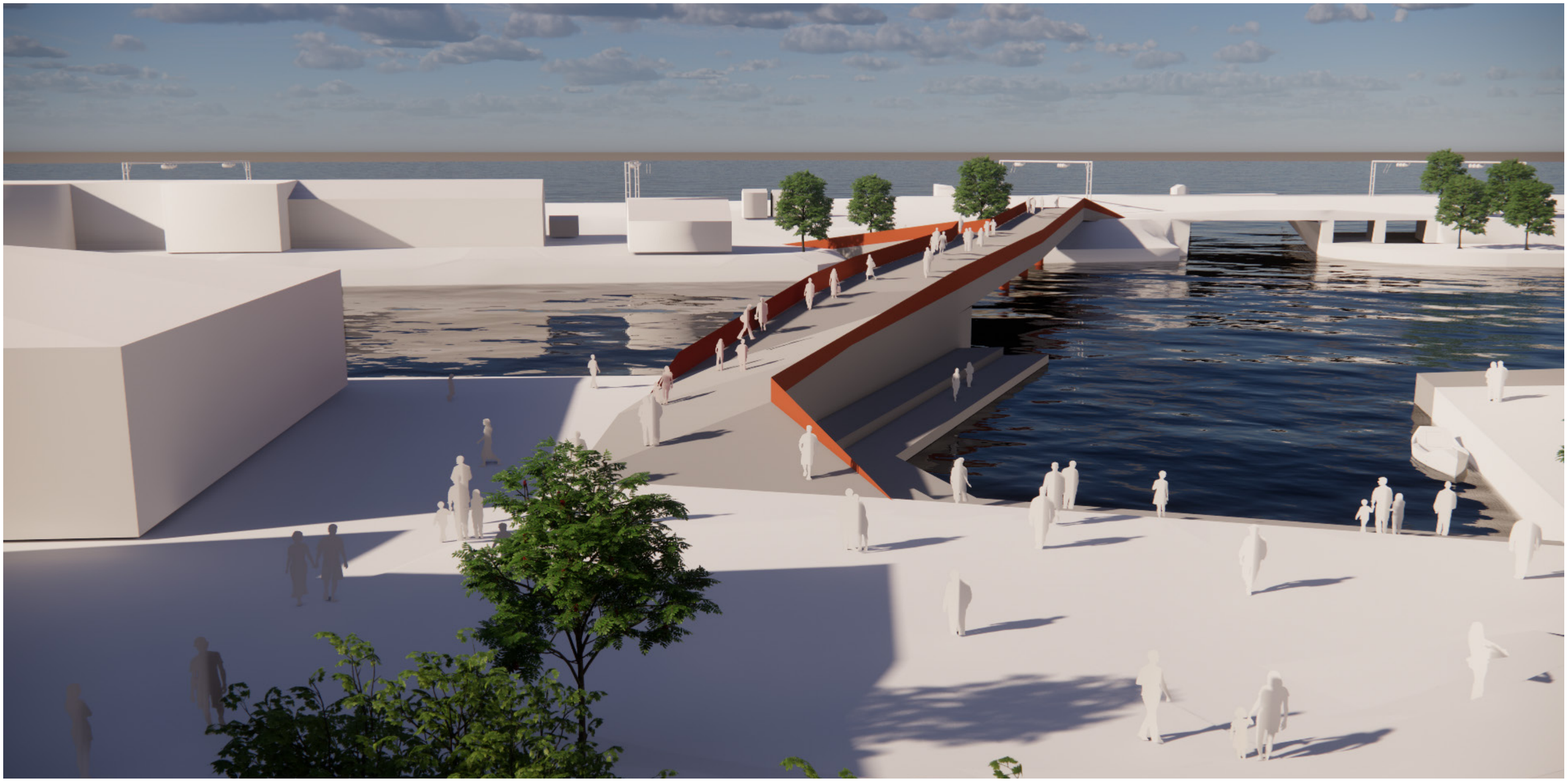
ÅPNING
KLAFF (CA. 22M)

KOBLING MOT
FREMTIDIG BEBYGGELSE
VESTRE KANALHAVN

2

K2

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



2

K3

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

På Brattørasiden er det lagt vekt på å finne gode løsninger for at gående og syklende fra brua skal fungere sammen med eksisterende virksomheter i bygningene nærmest brukaret; spesielt opp mot virksomheten med port ut mot landingspunktet. Her er det viktig å finne trygge løsninger for begge målgrupper.

En brulanding i enden av Prinsen gt. er gitt en form og løsning ut ifra at området skal være bilfritt i fremtiden. Foreslått løsning er gitt området et preg av et attraktivt byrom for opphold, aktiviteter og som møtested. Eksisterende adkomster til bygningene er bevart. Adkomst for avfallsbil er ivaretatt. Det samme vil være for varelevering.

Brualternativet har åpningsmuligheter for passering av småbåter.

Norconsult

2

K3

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

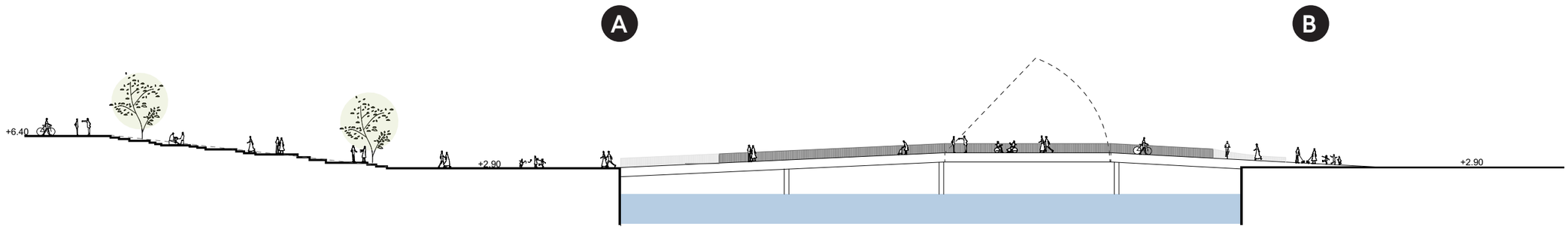
A **LANDING** 1:500

B **LANDING** 1:500

Norconsult

2
K3

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



PRINSENS GATE

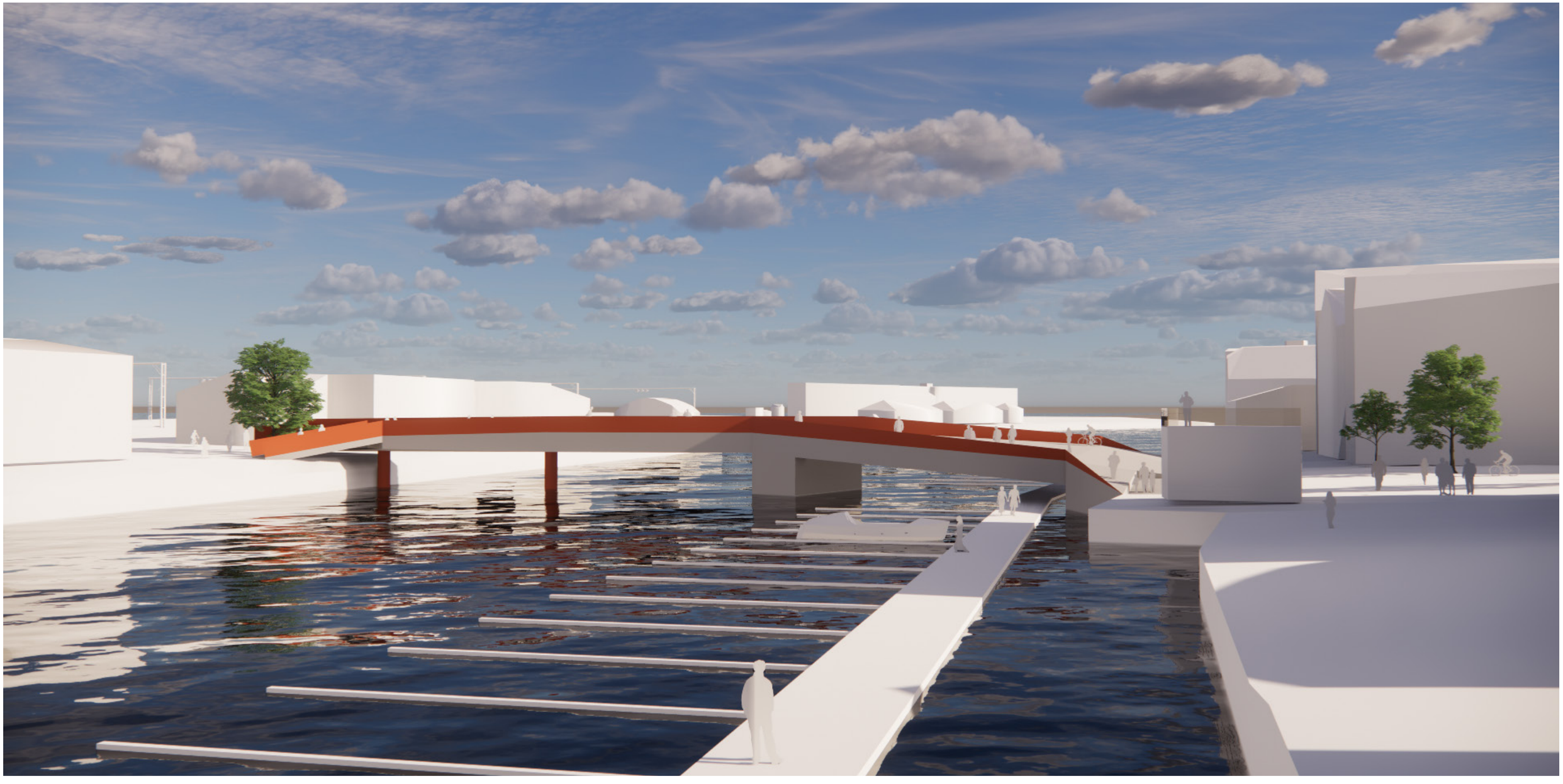
ÅPNING
KLAFF

FRAMTIDIG UTBYGGINGSOMRÅDE
VESTRE KANALHAVN

2

K3

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



2
K
ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

KONSTRUKSJON
For Kanalen beskrives alle alternativene samlet da det ikke er vesentlige forskjeller på konstruksjonen.

FORUTSETNINGER
Ny bru må bygges slik at den kan åpnes for båttrafikk uten begrensning på båtenes høyde over vannlinja.

Fri seilingshøyde
Det antas at krav til fri seilingshøyde i lukket tilstand skal være som for Skansenbrua og Svingbrua da det er den samme type båttrafikk som skal passere.

Båter
I dag brukes Kanalen til små fiskefartøyer, fritidsbåter og veteranbåter. Veteranbåtene har svak motorkraft, dårlige manøvreringsegenskaper og antatt lengde opp til ca. 25 meter.

Det kan forekomme besøk med litt større båter, men antallet er svært begrenset. Trondheim Havn har behov for å få inn slepebåter med lektere som brukes ved mudring og reparasjon av gamle kaier.

Naturgitte forutsetninger
Vannstandsvariasjonen i Trondheim vises nedenfor:

Forskjell i tidevann mellom (tall i cm)	**NN2000**	**Sjøkartverket**
Høyeste observerte vannstand (1971)	260	431
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	179	350
Middels spring høyvann (MHWS)	120	291
Middels høyvann (MHW)	86	257
NN2000	0	171
Middelvann (1996-2014) (MSL)	-6	165
Middel lavvann (MLWN)	-101	70
Middel spring lavvann (MLWS)	-134	37
Sjøkartnull	-171	0
Laveste observerte vannstand 28.02.1994 og 18.03.1980	-208	-37

Forholdet til havstigning og landhevning er ikke vurdert nærmere da bruas underside bør plasseres som for Skansenbrua og Svingbrua. Mer detaljerte data om vannstandsnivåer er gitt i avsnitt Hydrologi, kapittel 4.

I Kanalen kan det til dels være sterk strøm. Framherskende strømretning er fra øst til vest i Kanalen. Båter som skal passere med strømmen kan ha størst vanskelighet med å holde retningen.

Framherskende vindretning med noe styrke er skrått fra nordvest.

Fri åpningsbredde
Seilingsbredden kan sammenlignes med valgte seilingsbredde på andre bruer: Skansenbru og Svingbrua: 20,0 meter, Verftsbrua i Nidelva: 15,3 meter, Pirbrua i Nidelva: 14,0 meter og Jernbanebrua og Brattørbrua: ca. 12 meter.

Seilingsbredden til Skansen bru ble opprinnelig bestemt ut fra mye større skip. Før bygging av Svingbrua ble seilingsbredde på 16 meter vurdert, men det ble lagt vekt på at det ikke skulle være stor forskjell mellom Skansen bru og Svingbrua. At Kanalen går i sving ved Skansen løpet har vært medvirkende til at det ble valgt stor bredde der.

De andre bruene som nevnes ovenfor har seilingsbredde mindre enn 16 meter. 16 meter ble vurdert som tilstrekkelig alternativ for Svingbrua isolert sett. Seilingsforholdene i Nidelva og i Kanalen er ikke vesentlig forskjellig. Trafikken med veteranbåter med dårlige manøvreringsegenskaper er ikke stor, og tidspunktet for passering kan tilpasses strøm og vindforhold.

16 meter er lagt til grunn for største fri seilingsbredde ved Ravnkloa. For sikker passering må åpningen ligge sentralt i Kanalen.

2
K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

Mulige åpningsprinsipper
Svingbru:
Svingbru består av stort bruelement med motvekt som dreier rundt i horisontalplanet. Hydraulisk maskinutrustning plassert i maskinrom delvis neddykket i betongkasse i sjøen. Elementet må ha motvekt for utbalansering og må ha totallengde betydelig lenger enn seilingsåpningen. Svingbru krever båndlegging av områder i kanalen.

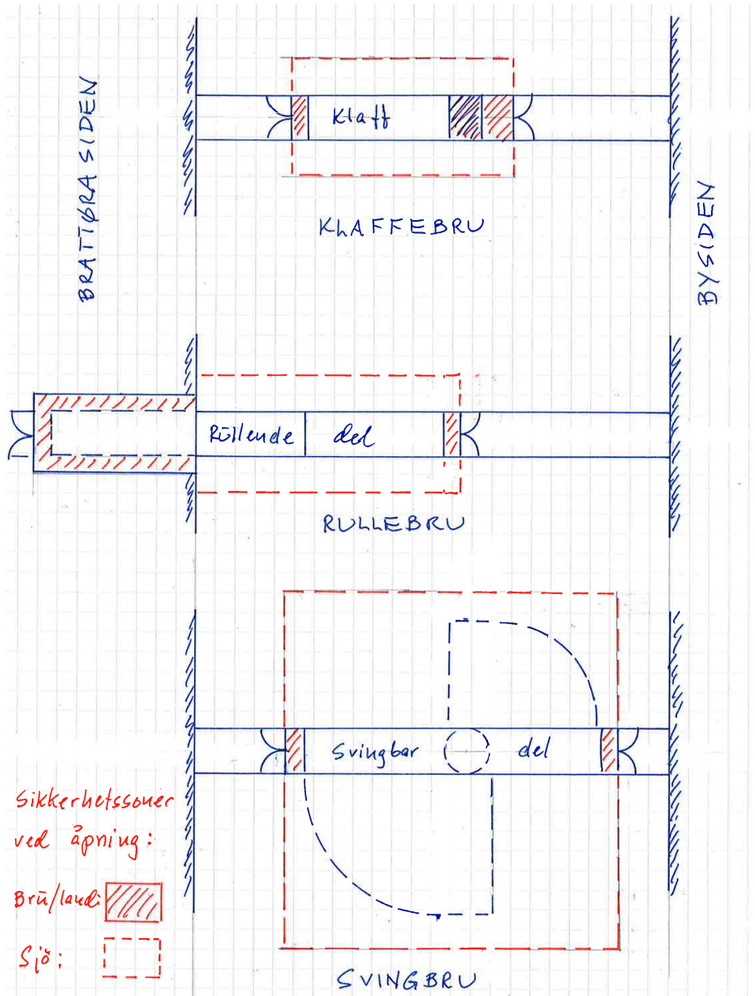
Klaffebru:
Klaffebru har klaff som løftes til åpen tilstand, drevet med hydrauliske sylindre. For å få maskinutrustningen samlet på en side og for enklere drift forutsettes 1 stk. klaff. Maskinutrustningen bør plasseres på siden mot Ravnkloa. Det behøves et aggregatrom som kan plasseres under brua. Bru med 2 stk. klaffer frarådes da all erfaring viser at løsningen medfører tekniske problemer.

Rullebru:
Åpningselementet bør fortrinnsvis være dobbelt så langt som åpningen for å utbalansere konstruksjonsvekta når åpningssekvensen begynner. Elementet plasseres på ruller og rulles bakover inn i en kasse i åpen tilstand. Kassen må ha lokk i lukket tilstand. Det behøves rom for maskinutrustning i forbindelse med kassen.

Anbefaling:
Svingbru er en lang, tung og kostbar konstruksjon og er bare aktuell når det ikke tillates konstruksjoner i noen situasjon høyere enn brubanen.

Rullebru er en lang konstruksjon hvor både åpningselementet og kasselokket skal beveges. Driftsmessig ønskes færrest mulig enheter som må beveges. På grunn av lengden må store deler av brua stenges hver gang den skal åpnes.

Den gunstigste løsningen med hensyn til investering og drift er løftebru med 1 stk. klaff. Dette alternativet gir også kortest parti som må stenges under åpning.



Åpningsprinsipper for klaffebru, rullebru og svingbru.

Norconsult

2
K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

Trafikksikkerhet
Sikkerhetsutstyr for g-/s-trafikk består av fjernstyrte bommer plassert med sikkerhetsavstand mellom bommene og klaffene, kameraovervåking og høyttaler. Signalanlegg består av signallys, lydsignal og alarmklokker.

Sikkerhetsutstyr for båttrafikken består av lanterne på bruas underside og kameraovervåking.

Fjernstyring
For samtidig åpning av ny bru ved Ravnkloa, Skansenbrua og Svingbrua, bør den nye brua styres fra samme sentral som de to øvrige. Alle funksjoner med styring og overvåking skjer fra samme sted. Det bør også legges til rette for lokal drift fra bru stedet i forbindelse med kontroller og uttesting.

Påkjørsel
Risiko for påkjørsel begrenses med montering av fenderverk og ledeverk i form av dykdalber. Samtidig beskyttes båtene. På samme måten må muligheten for de største båtene å ligge nært brua begrenses.

Tilrettelegging for enkel drift og vedlikehold
Eventuelt underliggende hydrauliske sylindre må stå i betongkasse på grunn av vannstands-variasjon.

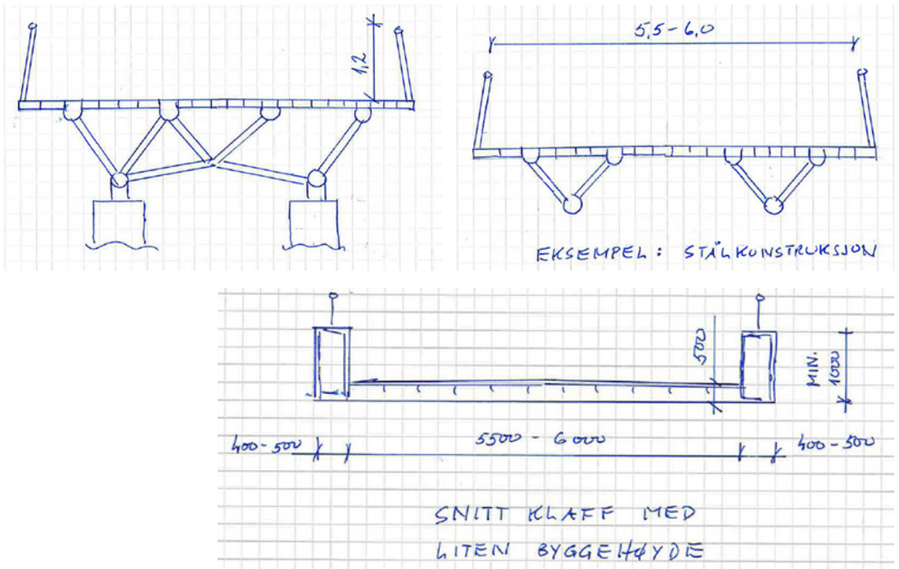
Overbygningens underkant bør ligge minst så høyt som for Skansen bru og Svingbrua for at sjøen med bølgeskvulp ikke skal slå oppi konstruksjonen ved ekstremt høyvann.
Det må være fri adkomst til drift og vedlikehold av eksisterende kaikanter.
Alle mekanisk og annen utrustning må ha enkel og sikker adkomst.

KONSTRUKSJONSLØSNING
Det tilstrebes så langt som mulig løsninger som er gunstig for bærekraft. I Ravnkloa kan brukes samme konstruksjonsprinsipp som for Svingbrua med lett stålkonstruksjon.

Klaffen over seilingsåpningen kan konstrueres med ståldekke og bærebjelker på sidene.

På siden av seilingsåpningen plasseres hydrauliske sylindre i maskinrom i betongkasse og på motsatt side brupilarer på betongfundament. Disse må være så solide at de tåler støt fra båter.

Fundamenteringen består av rammede, åpne stålrørspeler med utstøping. Da kaikantenes tilstand til dels er dårlig, unngås å plassere tunge landkar oppå kaiene. Nærmeste peleakser plasseres så nært kaikantene som mulig, men likevel slik at det blir god tilkomst til inspeksjon og vedlikehold av kaiene.



Over: Tverrsnitt som viser aktuelle prinsipper for overbygning
Under: Klaffekonstruksjon. Tverrsnitt. Eksempel

Norconsult

2
K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

BYGGBARHET
YTRE BETINGELSER FOR MULIG BYGGING
Detaljerte data om vannstandsnivåer er nærmere beskrevet ovenfor og i avsnitt Hydrologi.

Naturmiljøet er begrenset til et fugleliv likt det som er generelt for Kanalen.

Kulturmiljøet i Ravnkloa og ved Kanalen er meget viktig. Vesentlige momenter er Ravnkloas vernestatus, miljøet rundt Veteranbåtene og siktlinje mellom Munkegata og Munkholmen, og siktlinje på langs av kanalen. Forholdene legger sterke begrensninger på muligheten med tanke på plassering, brunivå, og begrenset inngripen på land.

Brua og hvor den møter land bør plasseres hvor den griper minst mulig inn i eksisterende kulturmiljø. Brukonstruksjonen og bruklaffen bør ikke komme i konflikt med siktlinje til Munkholmen, men samtidig må den ligge høyt nok til at småbåter kan passere mest mulig fritt under uten at brua må åpnes.

MULIG ANLEGGSGJENNOMFØRING
Generelt er riggforholdene trange med nærhet til attraktive og vernede omgivelser på land og i Kanalen.

For arbeider i og over Kanalen er det aktuelt å bruke lektere. Inntransport og montering med lekter er fullt mulig. Elementer på mer enn ca. 18-19 meters lengde kan ikke transporteres inn på tvers av lekter.

I Kanalen vil det være båttrafikk i anleggsperioden. Det bør forutsettes at trafikken skal kunne gå inn i Kanalen mellom Ravnkloa og Jernbanebrua med mindre begrensninger. På begge sider av Kanalen må landverts trafikk kunne opprettholdes med mindre begrensninger.

I Kanalen vil det bli noen færre båtplasser i anleggsperioden.

Det må sikres mot forurensning.

Ravnkloa med lagerbrygger og steinkaier har vernestatus. Rekkverket på bru over Ravnkloløpet har vernestatus. Eksisterende kaikonstruksjoner har varierende kvaliteter og må tas hensyn til.

SÆRSKILTE FORHOLD VED HVERT BRUSTED
Særskilt for K1 og K2:
Gang- og sykkeltrafikk på tilstøtende landområder.

GÅ-SYKKEL
GÅ-SYKKELTRAFIKK
Nye bruer bindes sammen med eksisterende sykkelnett og gåruter. Det vises til kart s. 23.

SYKKELNETT
K1 vil danne en ny forbindelse/snarveg fra Midtbyrunden gjennom framtidig hoved-sykkeltrase langs Fjordgata, via Ravnkloa, over kanalen og til Brattørruta. Innsparingen vil bli på ca. 6 minutter.

K2 – som K1
K3 vil danne en ny forbindelse/snarveg Midtbyrunden ved nordenden av Prinsens gata med vestre kanalhavn og videre mot Brattør-ruta. Innsparingen vil bli på ca. 6 minutter.

GÅRUTER
K1 og K2 vil gi en tidsbesparelse for gående til og fra Ravnkloa til/fra Jernbane-stasjonen med 10-15 minutter – en betydelig snarveg. Den samme innsparing vil det gi når du skal nå Midbyrunden forbi Brattøra eller ferdes mellom Ravnkloa og PIR-sentret. Bruenes attraktive forbindelser med historiske opplevelser i forbindelsen til Munkegata og Domkirka og motsatt mot fjorden og Munkholmen. En framtidig kanalpromenade på begge sider av kanalen, vil bindes sammen med bruene og gi naturlige gå-sammenhenger.

K3 medfører tilnærmet samme tidsbesparelse som K1 og K2. K3 vil bindes sammen kanalpromenaden på begge sider av kanalen.

UNIVERSELL UTFORMING
Ravnkloa ligger universelt tilgjengelig i dag. Fra Brattøra siden og landing av ny bru i dette området, er det nødvendig å slakke ut stigningen på begge siden av eksisterende bru. Dette er fullt mulig.

Bru alternativene skal være mulig å åpne for gjennomgående båter. Dette betyr at brua må gis en tilstrekkelig høyde ca. sentrert i elvekanalen. Dette følger igjen av stigning på bruene fra land for begge sider, og her vil det være fullt mulig å oppnå god universell utforming for brual-ternativene med krav om stigning på 1:20.

2
K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

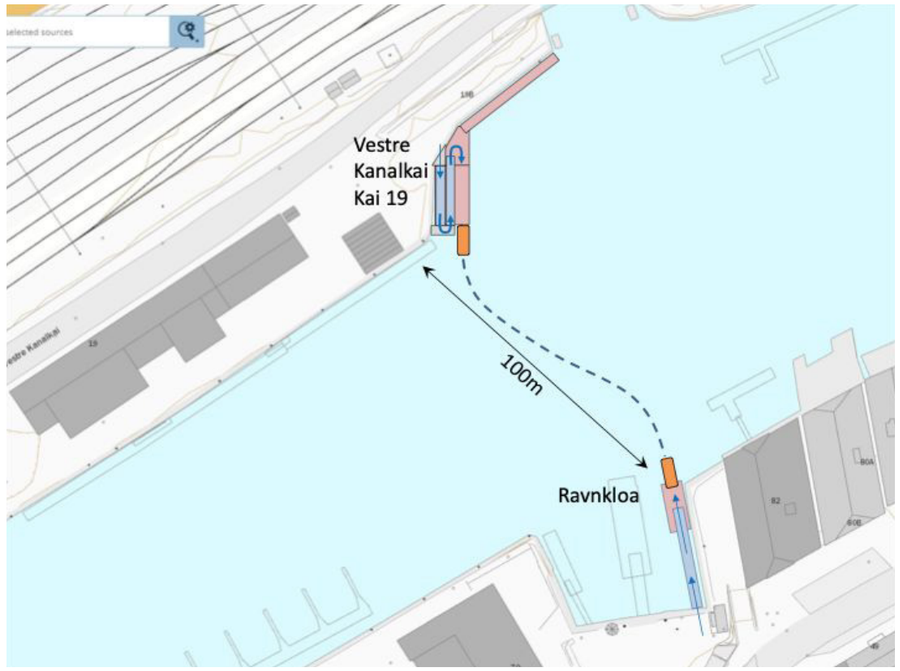
AUTONOM FERGE
Trondheim kan få verdens første autonome og ubemannede byferge: milliAmpére2
NTNU har i samarbeid med Trondheim kommune, Atb og selskapet Zeabuz gått sammen om prosjektet Flyt Trondheim - et første skritt på veien til å ta i bruk vannveiene i Trondheim til persontrafikk. En liten, utslippsfri, selvbetjent og autonom ferge skal etter planen krysse kanalen i Trondheim mellom Ravnkloa og Vestre kanalhavn (aktuell strekning er vist på illustrasjon).

Fergen, kalt MilliAmpére2, vil ta inntil 12 passasjerer, inkludert sykler, rullestoler og barnevogner, og vil dermed kunne være del av det totale mobilitetsnettverket i byen. Avstanden er på litt under 100 meter og overfarten tar bare et minutt, men vil spare gående for en 10 - 15 minutters gåtur sammenlignet med dagens situasjon.

To av alternativene til plassering av bru, vist i denne konseptrapporten, vil kunne være i konflikt med traseen som foreslås til autonom ferge, mens det tredje alternativet til bruplassering vil gi et utfyllende tilbud over kanalen sammen med ferge. Det har allerede vært diskusjoner politisk om plassering av bru over kanalen og signaler fra interessegrupper om at en bru vil kunne være i konflikt med båttrafikken.

Alle de tre alternativene til bru over Kanalen må gjennom både forprosjekt, reguleringsplan og detaljprosjektering, og vil følgelig ikke være klare til bygging før tidligst sommeren 2024. Bygging av kaianlegg for ferge, og uttesting av en autonom byferge kan bli aktuelt allerede i 2022. Et toårig prøveprosjekt med autonom ferge på strekningen vil derfor trolig ikke være i konflikt hvis det kan igangsettes så snart finansiering av kaianlegg er avklart.

DRIFT OG VEDLIKEHOLD
I tillegg til momenter for drift og vedlikehold nevnt i kapittel 2.1.5., gjelder særskilt for Kanalen:
- Åpning og lukking av bruåpning skal driftes. Det anbefales samkjøring med åpning og lukking av Skansebrua og Svingbrua da passerende båter til dels skal passere alle bruene.
- Åpning og lukking innebærer også varsling og sikring av trafikk oppå brua og under brua.
- Maskinutrustning må ha robuste konstruksjonsløsninger med høy materialkvalitet som krever minst mulig service og vedlikehold.
- Det kreves faste rutiner for periodisk kontroll, drift og vedlikehold



Planlagt infrastruktur og trasé for milliAmpere 2, mellom Ravnkloa og Vestre Kanalkai. Kart: NTNU

2
K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

ROS- INNLENDENDE FAREIDENTIFIKASJON
Identifiserte farer/ problemstillinger

- Grunnforhold både på land og i sjø (anleggsfase og permanent bru)
- Havnivåstigning
  - Bru må konstrueres på en slik måte at den tåler forventende endringer i klima og havnivåstigning og stormflo nivå. Dette gjelder også løftemekanismer mv.
  - Ny bru må tilfredsstille krav i sikkerhetsklasse S1 TEK 17.
  - I henhold til gjeldende vurderinger basert på foreliggende klimascenarier er det av Kartverket gjort beregninger for Trondheim som viser at stormflonivå for perioden 2081-2100 vil være 267 cm over NN2000.
- Akuttforurensing anleggsfasen
  - I anleggsfasen vil det være en fare for akutt forurensning fra anleggsmaskiner, både drivstoff, hydraulikkolje mv.
  - Etablering av riggområde må vurderes nøye, herunder oppbevaring og påfylling av drivstoff.
- Trafikkforhold
  - Avslutning av bru må vurderes i forhold til øvrig trafikk – transportsyklister over bru kan komme i konflikt med gående som kommer i kryssende trafikk (havnepromenade).
  - Sjøtrafikk – bru kan være utsatt for påkjørsler fra båt – må konstrueres for støtlaster. Fendring og ledeverk bør etableres.
- Fremkommelighet utrykningskjøretøy
  - Ved en utbygging med boliger og arbeidsplasser på Vestre Kanalhavn, vil det å ha flere mulige vegakser gi en større fleksibilitet for utrykningskjøretøy, f.eks. muligheten for en adkomst inn til området, og en annen ut av området. Ev. ny gang og sykkelbru bør dimensjoneres for utrykningskjøretøy.
  - Utforming av ny bru og områdene rundt må ivareta fremkommelighet og oppstillingsplasser for utrykningskjøretøy rundt eksisterende og ev. ny bebyggelse. Arealbehov må avklares i samråd med utrykningsetatene.
- Sikker drift
  - Nødvendig sikringstiltak for å ivareta gående og syklende på brua ved åpning, gjeldende regelverk for slike konstruksjoner skal følges.

Norconsult

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

2.2.3 KONSEKVENSER, RANGERING OG ANBEFALING

Nedenfor er det gitt en oppsummering av vurderte konsekvenser av alternativene for Kanalen. Temaene som er vurdert er: gjeldende planer etter plan- og bygningsloven (PBL), om alternativene er byggbare både i forhold til fysiske forhold og reint teknisk, konsekvenser for byrom, for gå- og sykkel trafikk, landskap, naturmiljø, kulturmiljø, forurensing, og mulighet for drift- og vedlikehold.

Alle tema er gitt forslag til vurdering av konsekvens etter følgende skala:

--	-	0	+	++
Stor negativ konsekvens	Noe negativ konsekvens	Ubetydelig endring	Positiv konsekvens	Stor positiv konsekvens

	K1	K2	K3
GJELDENDE AREALPLANER	• Bruforslag vil berøre verneområde, natursteinskonstruksjon, og bru med hugget stein. • Siktlinjen langs kanalen vil fragmenteres med ny bru. • Avvik fra trase for framtidig gangveg.	• Bruforslag tilpasser seg til natursteinskonstruksjonen og eksisterende byrom. • Siktlinjen fra Domkirken brytes. siktlinjen langs kanalen vil fragmenteres med ny bru. • Avvik fra trase for framtidig gangveg.	• Bru berører ikke spesielle vernehensyn. • Siktlinje på tvers av kanalen opprettholdes, siktlinjen langs kanalen vil fragmenteres med ny bru. • Avvik fra trase for framtidig gangveg.
BYGGBARHET	**-** • Bryggene ved Ravnkloa er vernet. Et vel etablert båtkulturmiljø. • Nærhet til omgivelser på land og i Kanalen. • Vanskelige riggforhold. • Gang- og sykkeltrafikk på tilstøtende landområder. • Planer om autonom ferge over kanalen kan medføre konflikt med brulandingene på Ravnklosiden av kanalen slik det er planlagt.	**-** • Bryggene ved Ravnkloa er vernet. • Et vel etablert båtkulturmiljø. • Nærhet til omgivelser på land og i Kanalen. • Vanskelige riggforhold. • Gang- og sykkeltrafikk på tilstøtende landområder. • Planer om autonom ferge over kanalen kan medføre konflikt med brulandingen på Vestre Kanalhavn slik det er planlagt.	**0** • Noe nærhet til omgivelser på land og i Kanalen. • Noe vanskelige riggforhold.
GANG- OG SYKKELTRAFIKK Gåruter- tilknytning til eksisterende nett	**++** • Kobles til framtidig kanalpromenade på begge sider. • Kobles til Midtbyrunden.		
Sykkelnett – tilknytning til eksisterende sykkelnett	**++** • Kobles på framtidig hovedsykkelveg på bryggesiden langs Fjordgata. • Kobles med hovedsykkelveg langs Brattøra/fjorden.		
Nye gå-og sykkelmuligheter	**++** • Snarveg - forbindelse til/fra Vestre Kanalhavn, Brattøra og Torvet. • Snarveg som kan medføre behov for å ferdigstille en Kanalpromenade. • Styrke Ravnkloa og «Prinsen allmenning» som attraktive Byrom for opphold.		
Tidsbesparelse gå/sykkel	**++** • Til /fra Brattøra – Midtby`n, Ravnkloa – Fosenkaia, Jernbanestasjonen, Bussterminal, Fergekai, Torvet.		
LANDSKAP Kvaliteter og opplevelse	**++** • Terrengforskjeller danner en spennende skålform i byrommet, og ny bru i et urbant landskap vil ha begrenset negative konsekvenser for dette landskapet. • Urbant landskap.		
BYROM	**+** • Avgrenset skålformet byrom • Spennende historie i materialer (stein) og form (fisketorg). • Bevaring av siktakse fra Nidarosdomen mot Munkholmen bestemmer bruhøyde. • Noe massiv brulanding på bysiden gir byrommet til dels et nytt utrykk (trenger ikke å være negativt).		**++** • Avgrenset skålformet byrom som K1 og K2 . • Beskjeden brulanding glir naturlig inn i byrommet.

2
K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

For byggbarhet er følgende vurdert i forhold til vurderingsmetodikken:
+ + Nesten ingen problemer verken mht. ytre forutsetninger eller i byggefasen.
- - Bygging frarådes, nesten ikke mulig.

For drift og vedlikehold er følgende vurdert:
+ + Mulig å bygge bru med begrenset behov for vedlikehold, enkel å holde ren og enkel å brøyte.
- - Drift og vedlikehold langt utover det normale.

	K1	K2	K3
KULTURMILJØ	**--** • Rampe og bredt brukar ved Ravnkloa kan virke forstyrrende på eksisterende kulturmiljø og kan redusere opplevelsen av bryggerekka på en uheldig måte. • Ravnkloabassenget innskrenkes og den historiske situasjonen blir mindre lesbar. • Forslaget kan komme i konflikt med historiske bygninger med bevaringsverdi. • Uheldig å legge en bru i den bredeste delen av kanalen. som også er det sentralt krysnings-punkt for båttrafikk. • Vil være konfliktfylt med veteranbåtmiljøets behov. • Vil bli en uheldig installasjon i enden av Munkegatas klare akse. • Konfliktfylt krysnings-punkt for sykler i et areal som primært bør formes og oppleves som et plassrom.	**--** • Rampe i konflikt med det historiske «fisketorg» og historiske og bevaringsverdige konstruksjoner. • Rampe og bredt brukar ved Ravnkloa kan virke forstyrrende på eksisterende kulturmiljø og kan redusere opplevelsen av bryggerekka på en uheldig måte på samme måte som K1. • Ny bru kan oppleves i konflikt med historiske bygninger med bevaringsverdi.	**++** • Aktiverer et sentralt byrom som i dag ligger brakk, • indirekte også Ravnkloa som ved denne løsningen kan forbli et historiske byrom. • Brukar kan løses slik at det ikke forstyrrer bryggemotivet (ligger mellom brygger). • Sammenholdt med gatebruksplanens forslag (bru både ved Ravnkloa og Tordenskiolds gate), kan denne plasseringen gjøre det tilstrekkelig med en bru. Dette bevarer åpenheten i kanalen i langt større grad, og er et vektig argument for løsningen. • Trolig mindre problematisk for veteranbåt-miljøet/kystlaget. • Kort og grei bru. • Fint at den planlegges uten tårn. • Bruen bør ha renest mulig landing uten amfi på kanalen. Det er tilstrekkelig med amfi i forbindelsen opp til Prinsens gate.
NATURMILJØ	**0** • Avbøtende tiltak i anleggsfasen som tar hensyn til at Nidelva er et nasjonalt laksevassdrag (påvirker også kanalen). • Avbøtende tiltak kan bestå i å tilpasse tidspunkt for inngrep i kanalen, samt hindre partikkelspredning.		
FORURENSNING	**0** • I sentrumsområder er det generelt mistanke om forurensede masser i grunnen. Dette gjelder områdene som vil berøres av terrenginngrep på land ved alle alternativene. Mulig forurensede masser ved terrenginngrep på land må håndteres i tråd med forurensningsforskriftens kapittel 2.		
GEOTEKNIKK	**0** • Basert på det underlaget som er presentert i denne rapporten anses tiltakene å være gjennomførbare, sett fra et geoteknisk synspunkt. En nærmere vurdering av områdestabiliteten må håndteres i videre planfaser. • Lokalstabilitet ned mot elva må ivaretas både for anleggsfasen og permanent fase.		
HYDROLOGI	**0** • For alle alternativer vil konstruksjoner som snevrer inn strømningstverrsnittet i kanalen virke oppstuvende på vannstanden lenger oppstrøms. Men siden det forventes at en relativt mindre del av vannføringen går gjennom dette området sammenlignet med hovedløpet i elva, ventes mindre endringer i strømningstverrsnittet å ha liten innvirkning på oppstrøms vannstander.	**-** • Som K1. I tillegg vil det i alternativ K2 vil undergang under brua og amfi/basseng ved Ravnkloa allmenning være utsatt for oversvømmelse.	**0** • Som K1.
DRIFT OG VEDLIKEHOLD	**-** • Lang bru. Omfattende konstruksjon. Åpningsfunksjon skal driftes. Periodisk kontroll og vedlikehold.		**0** • Åpningsfunksjon skal driftes. Periodisk kontroll og vedlikehold.

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG

OPPSUMMERING AV VURDERING OG FORELØPIG ANBEFALING
Nedenfor er alternativene for Kanalen vurdert med foreløpig anbefaling.

TEMA	UNDERTEMA	K1	K2	K3
BYGGBARHET		-	-	0
GÅ- OG SYKKELTRAFIKK	Gåruter- tilknytning til eksisterende nett	++	++	++
	Sykkelnett – tilknytning til eksisterende sykkelnett	++	++	++
	Nye gå- og sykkelmuligheter	++	++	++
	Tidsbesparelse gå/sykkel	++	++	++
LANDSKAP	Kvalitet og opplevelse	++	++	++
BYROM		+	+	++
KULTURMILJØ		--	--	++
NATURMILJØ		0	0	0
FORURENSNING		0	0	0
GEOTEKNIKK		0	0	0
HYDROLOGI		0	-	0
DRIFT OG VEDLIKEHOLD		-	-	0

ANBEFALING
Alle alternativer lar seg gjennomføre ut fra geoteknisk- og hydrologiske forhold samt forurenset grunn. Nye bruer i dette områder gir en «tilføring» til det urbane landskapet. Alternativene er lite konfliktfylt med tanke på naturmiljø. Alternativene gir svært gode muligheter for tilknytning til eksisterende hovedsykkelnett/gåruter, og vil gi viktige tidsbesparelser både mot Brattøra, Midtbyen, Vestre Kanalhavn, Solsiden og Ila.

K1 og K2 er svært konfliktfylt i forhold til kulturmiljø. Rampe og stor bredde på brukar inn mot Ravnkloa, kan virke forstyrrende på eksisterende kulturmiljø og kan redusere opplevelsen av bryggerekka på en uheldig måte. Ravnklobassenget innskrenkes og den historiske situasjonen blir mindre lesbar. Siktlinjen fra Domkirken til Munkholmen skal ikke forstyrres. Alternativene kan være i konflikt med framtidige planer om en autonom ferje mellom Ravnkloa og Vestre Kanalhavn.

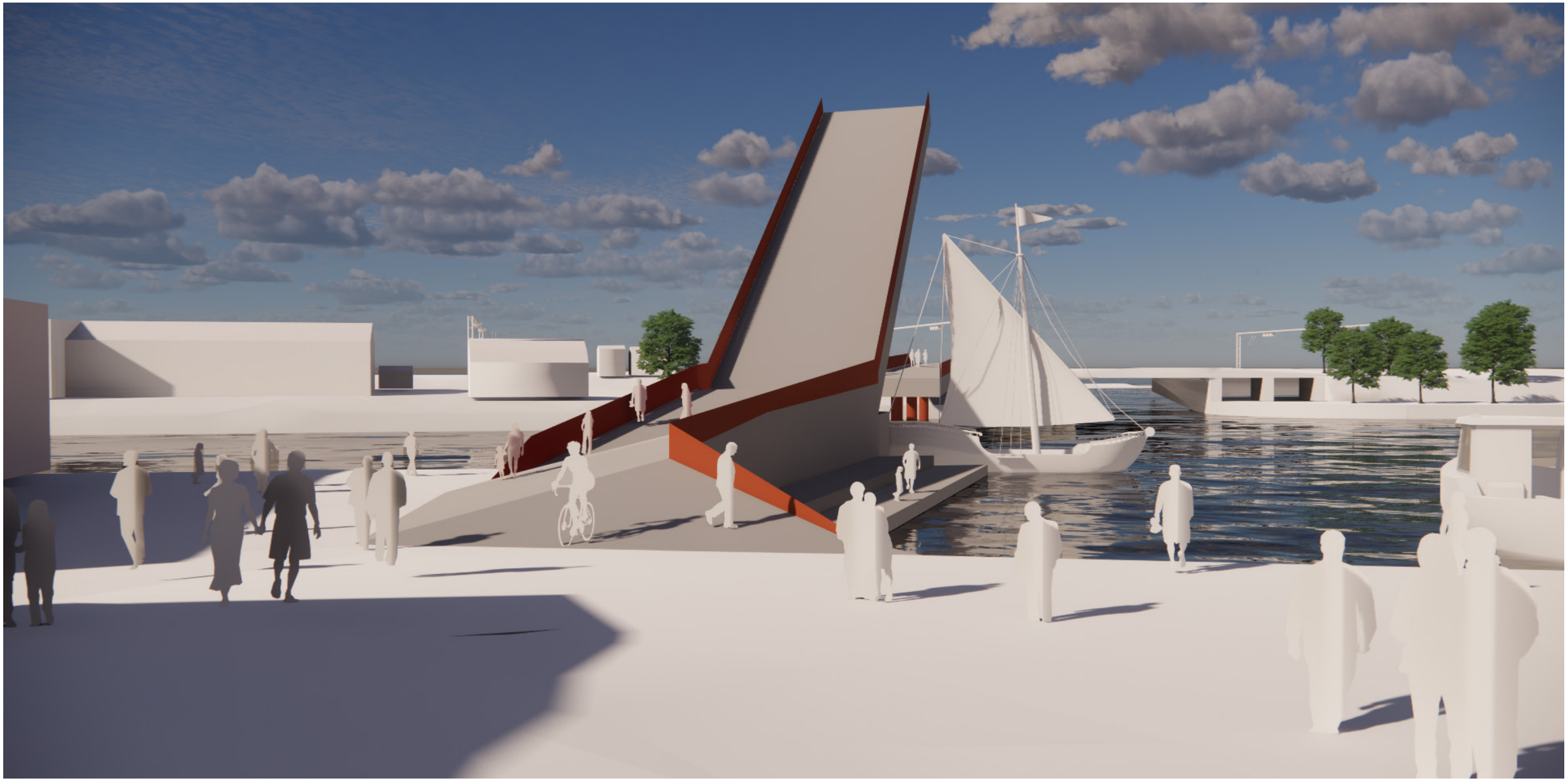
For byggbarheten, er både ytre miljø og teknisk byggbarhet vurdert. Teknisk sett er alle alternativer byggbare. Utfordringen i forhold til byggbarhet, er at bryggene ved Ravnkloa er vernet, et vel etablert båtkulturmiljø, nærhet til omgivelser på land og i Kanalen, vanskelige riggforhold, gang- og sykkeltrafikk på tilstøtende landområder og planer om autonom ferge over kanalen kan medføre konflikt med brulandingen på Vestre Kanalhavn slik det er planlagt.

K3 framstår som det beste alternativet som er i minst konflikt med bevaring av kulturmiljø. Bruen vil framstå enkel og bruendene møter landsidene sømløst. Ved realisering av K3 vil det kunne utvikles et nytt urbant byrom i «enden» av Prinsensgate - et område som i dag ligger som parkeringsareal. Et nytt byrom kan utvikles til å henge sammen med Ravnkloa på en god måte uten av Ravnkloa skifter karakter.

2

K

ARKITEKTONISK KONSEPT OG LØSNINGSFORSLAG



3

ANBEFALING FOR VIDERE PROSESS

3.1 BEHOV FOR VIDERE UNDERSØKELSER

I en videre prosess skal valgte alternativ gjennom en forfase, reguleringsplanfase og en byggeplanfase. Det må avklares om det skal velges alternativer ut fra denne konseptvurderingen eller om det skal startes en detaljregulering med flere alternativer pr. lokasjon, slik at flere utredninger kan gjennomføres før valget av alternativ.

Uansett valg av brualternativ, berører bruene interesser som trolig medfører krav om konsekvensutredning ved detaljregulering. Dersom krav om konsekvensutredning, vil det sannsynligvis bli stilt krav om planprogram. I planprogramfasen vil det bli foreslått et utredningsprogram med foreslåtte tema. Dette skal på høring og flere tema kan komme til i høringsperioden. Det er derfor usikkerhet knyttet til hvilke utredningsbehov og behov for videre undersøkelser som vil bli krevd.

Denne konseptvurderingen er en vurdering på et overordna nivå basert på tilgjengelig informasjon og kunnskap uten nye undersøkelser.

Ut fra konseptvalgutredningen er det behov for følgende undersøkelser.

BRUENES PÅVIRKNING PÅ LANDSKAPSBILDE OG BYROM

Brualternativene ligger sentralt i bybildet og bruenes påvirkning på landskap og byrom bør utredes:

- Landskapsanalyse som belyser visuell kontakt med nære omgivelser og fjernvirkning (definere standpunkter).

KULTURMINNER

Alle brualternativene er i omgivelsene til eller berører kulturminner eller helhetlige kulturmiljø, og følgende bør utredes:

- Konsekvenser, avbøtende tiltak og f.eks. muligheter for tilpasninger til kulturmiljø og kulturminner.

GEOTEKNISK VURDERING/UNDERSØKELSER

- Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon om øvre lag i jordprofilet. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske undersøkelser.
- Sikkerhet mot skred må dokumenteres, både for anleggsfasen og permanent.
- Vurdering av erosjonsforholdene i Nidelva og dens påvirkning på fundamentene og motsatt.
- En nærmere vurdering av områdestabiliteten ved Marienborg (kvikkleire).
- En nærmere vurdering av hensiktsmessig fundamenteringsløsning må utføres når tilstrekkelig informasjon om grunnforholdene foreligger og ses i sammenheng med konstruksjonen.
- Geoteknisk prosjektering forutsettes utføres iht. gjeldende lover og regelverk.

FORURENSNING

- Undersøke om det finnes forurensende masser ved terrenginngrep på land som må håndteres iht. forurensningsforskriftens kap. 2
- Utrede forurensende masser i kanalen med tanke på å unngå spredning ved anleggsarbeid.
- Undersøke hva som er beste tidspunkt for anleggsfase i forhold til Nidelva som lakseførende vassdrag og som gode biotoper for ande- og måkefugl, slik at partikkelspredning hindres.
- Undersøke effekten av belysning av bruene slik at lysforurensning av elv og vannarealer forhindres mht. dyreliv.
- Vurdering av hvordan unngå akutt forurensning i anleggsfasen.

BIOLOGISK MANGFOLD

- Utrede fortrengelseseffekten av økt ferdsel på forstyrrelsessvakt fugleliv ved Nidarøområdet på begge sider av Nidelva for å se på tålegrensen for ferdsel.
- Utrede konsekvenser av valgt bru for bevaringsverdige naturområder langs elveskråninger og elvekanter på Nidarø.
- Utrede konsekvenser for laksestammen i Nidelva og Rosenborgbassenget og muligheten for fiske.
- Prøve ut egnet belysning av bruene for å unngå lysforurensning på flora og fauna.
- Utrede konsekvenser for oter i Nidelva og Rosenborgbassenget.

3

ANBEFALING FOR VIDERE PROSESS

FLOM OG HAVSTIGNING

- Det er usikkert hvor godt geometrien i vannlinjemodellen beskriver dagens bunnforhold i Nidelva. Elvebunnen kan ha endret seg på de 20 årene siden modellen ble etablert. For mere detaljert prosjektering av bruene anbefales å gjøre nye oppmålinger.

FORHOLD TIL ULIKE TRAFIKANTGRUPPER

Det må utredes hvordan bruene medfører konsekvenser for ulike trafikantgrupper selv om hensikten med nye bruforbindelser er å få flere til å gå og sykle og at foreløpige analyser viser utelukkede positive konsekvenser for gående og syklende.

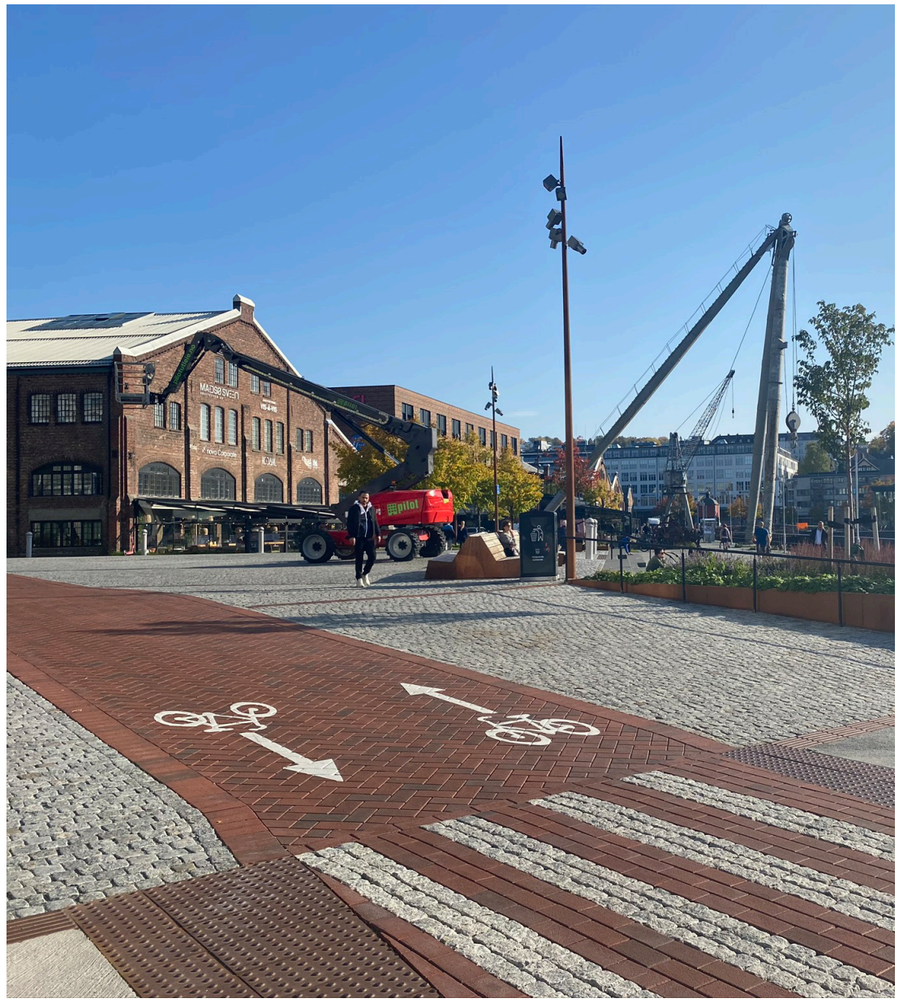
- Bil og buss
- Sjøtrafikk – kollisjoner med båt o.l.
- Konsekvenser for jernbanen for Nidarø.
- Fremkommelighet for utrykningskjøretøy, spesielt i forhold til utrykningskjøretøy ved Trondheim Spektrum.

ROS-ANALYSE

Utført ROS-analyse er en foreløpig fareidentifikasjon. Det må videre gjøres en helhetlig ROS-analyse.

KONSTRUKSJONER

- Utrede om det kan finnes brutyper/konstruksjoner som gjør at forstyrrelsesvakt dyreliv kan unngå å sky området, og at kollisjoner kan hindres for lokasjonen Nidarø.



Norconsult

3

ANBEFALING FOR VIDERE PROSESS

3.2 INTERESSENTANALYSE OG MEDVIRKNING

INTERESSENTANALYSE

Hele byens befolkning er stolte av bruene i byen og eksisterende bruene har stor betydning for folks tilhørighet og framkommelighet til og fra Midtbyen. Nye bruer over Nidelva, Kanalen og Rosenborgbassenget, angår og engasjerer hele byens befolkning.

Både bruer og brulandingene som kan utvikles til nye byrom, vil være attraktive for opphold og aktivitet, ikke bare fra Trondhjems befolkning sin side, men også tilreisende som kommer med båt, ferger, jernbane, buss og bil. Bruene vil gjøre byen mye mer tilgjengelig og raskere å komme seg fram til f.eks. opplevelser som Nidarosdomen, Torvet og idretts- og messeområdet Spektrum. Mulighet til elveopplevelser og fjordopplevelser styrkes. Nye gang- og sykkelbruer vil være av spesiell interesse for gående og syklende, både transportbrukeren og fritidsbrukeren. Næringslivet som f.eks. i Ravnkloa kan vitaliseres ved at flere oppholder seg ved brulandingene/byrommene og passerer gjennom området.

Medvirkning må legges opp slik at både byens befolkning, nære naboer, foreninger og interessenter får muligheten til å bli hørt.

UTFORDRING

Utfordringen er at medvirkningen blir for omfattende og krevende å håndtere.
Det er derfor viktig at det blir utført en interessentanalyse.

HVEM UTARBEIDER INTERESSENTANALYSEN?

Vi anbefaler at arbeidet med interessentanalysen foregår i en arbeidsgruppe tilknyttet en prosjektgruppe for reguleringsplanprosessen. Arbeidsgruppen bør bestå av sentrale prosjektmedlemmer for prosjektet og i tillegg personer som kan være med å gi medvirkningen et godt resultat og som kjenner til konseptutredningen, fagområdet og planprosesser

Interessentanalysen bør først finne ut:
- Hvem kan bli påvirket av de nye bruene?
- Hvem har interesse av de nye bruene?

En kartlegging av målgruppen er viktig. Informasjonen ut må tilpasses behovet til de enkelte målgruppene.

Aktører som er viktige i en reguleringsplanprosess er:
- Myndigheter – ulike fag og sektorer, f. eks. kulturminnemyndighetene – legger ofte premisser.
- Grunneiere – ulike ønsker og forutsetninger for utvikling av sin eiendom.
- Næringsliv – ulike bransjer, næringsforum, eiendomsutviklere, enkeltaktører.
- Sivilsamfunn – Lokalt forankrede, ulike organisasjoner, interessegrupperinger, ressurspersoner, geografiske foreninger, befolkningskategorier, fagfolk, brukergrupper og politikere
- Media – lokale og regionale media-aktører

3

ANBEFALING FOR VIDERE PROSESS

STRATEGIER FOR EFFEKTIV KOMMUNIKASJON

Internt i prosjektorganiseringen bør ansvaret for informasjonen også plasseres. For eksempel:
- Hvem tar ansvaret for å kommunisere ut informasjonen?
- Er det god nok kompetanse internt, eller trengs det hjelp til å forme budskapet?
- Hvilke prinsipper skal kommunikasjonen baseres på? Aktiv, åpen, til stede, planlagt, brukervennlig eller deltakelse?
- Hvilke tiltak?

Miljøpakken har kommunikasjonsansvarlig og det kan være svært nyttig å la den personen få være med i arbeidsgruppen for medvirkningsplanleggingen fra start.

For å kartlegge hvilke aktører som bør medvirke, og på hvilken måte og nivå, kan det brukes en tabell som denne – et interessekart:

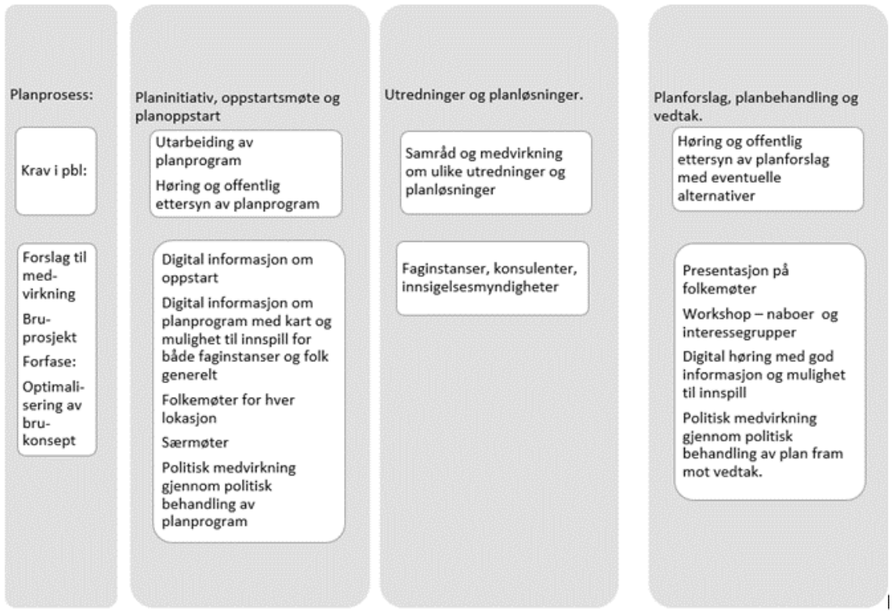
Aktør	Involvering	Motivasjon for å bidra	Hvorfor er de viktige?	Målet med kommunikasjonen	Utfordring for prosjektet
Syklist	Møte med interesseorganisasjon	Bruker av ny gang- og sykkelbru	Bruker	Bidra med egen kunnskap,erfaring og engasjement	Ulike meninger
	Digitale medvirkning				
	Høres				
	Involveres				
	Folkemøte				
	Annonse oppstart				

MEDVIRKNING - FORSLAG TIL PRAKTISK GJENNOMFØRING

Det tas utgangspunkt i en detaljreguleringsprosess med konsekvensutredning etter plan- og bygningsloven, fra tidspunktet i planprosessen der varsel om oppstart annonseres.

Plan- og bygningslovens krav til medvirkning gjennom hele planprosessen skal sikres gjennom:
- Planinitiativ, oppstartsmøte og planoppstart.
- Utredninger og planløsninger.
- Planforslag, planbehandling og vedtak.

Figuren viser formelle krav til medvirkning etter plan- og bygningsloven og forslag til hvordan det kan løses. Det foreslås både fysiske møter og digitale løsninger.



4

K

ANALYSER OG UTREDNINGER

4.1 DAGENS SITUASJON

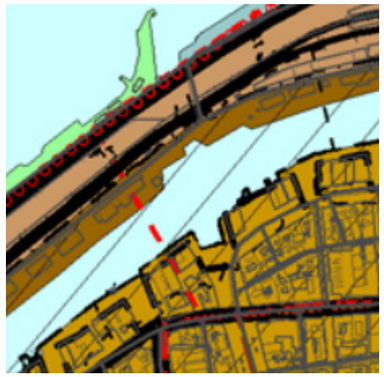
4.1.1 KANALEN

	K1	K2	K3
Planfakta som gir utfordringer			
KPA 2012- 2014	Eksisterende sentrumsformål (sør) Framtidig sentrums-formål (nord) Bevaring kulturmiljø Bestemmelsesområde havstigning		
Kommunedelplan for havneområdet 2001	Vestre kanalhavn: næringsområde tung virksomhet Bysiden: Havneareal langs kanalen og byrommet Ravnkloa og den åpne plassen i fortsettelsen av Prinsens gate vist som havneareal. Trase for framtidig gangveg over kanalen mellom Ravnkloa og Prinsen gate. Siktlinje på langs av kanalen. Vedlegg om kulturminner		
Reguleringsplaner	Område for brufot i sør berører område regulert til kaiområder og fløttmannsbrygga.	Brufot i nord lander i område regulert til havneområde	
Forhold som gir utfordringer	Bevaring kulturmiljø med vernehensyn Middelalderbyen Trondheim, Kai med natursteinskonstruksjon Ravnkloa og bru med hugget stein, Ravnkloøpet. Siktlinje langs kanalen og på tvers av kanalen. Hele kanalen er områder som har særlig kulturminneinteresse og er sårbare for inngrep. Berører regulert område for fløttmannsbrygga.	Hele kanalen er områder som har særlig kulturminneinteresse og er sårbare for inngrep. Siktlinjer langs kanalen og på tvers av kanalen Siktlinje Domkirka - Munkholmen	Hele kanalen er områder som har særlig kulturminneinteresse og er sårbare for inngrep. Siktlinjer langs kanalen og på tvers av kanalen

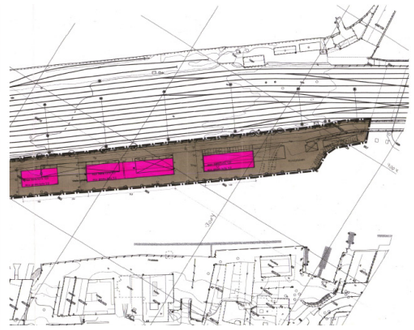
4

K

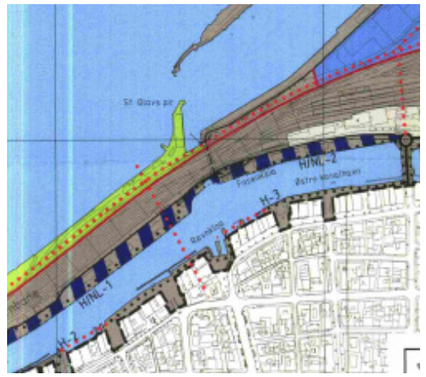
ANALYSER OG UTREDNINGER



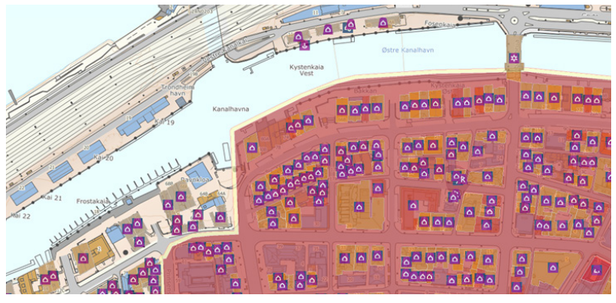
1. *KPA 2012-2024*



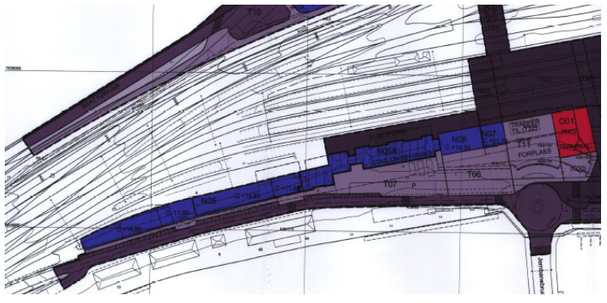
2. *r0384b – Vestre Kanalhavn*



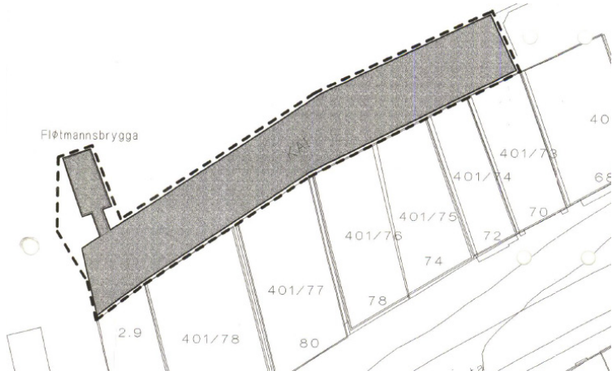
3. *Kommunedelplan for Havna*



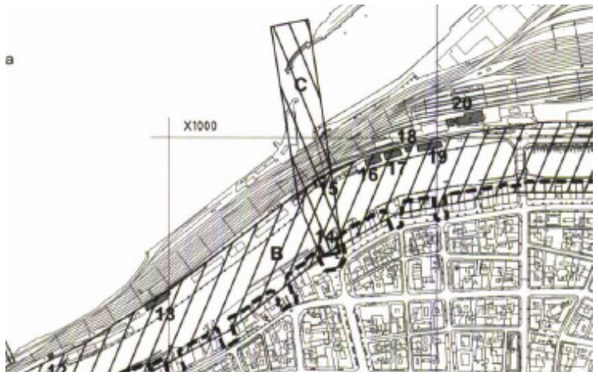
4. *r0118 – Midtbyplanen*



5. *r0477a – Brattørkaia, Trondheim sentralstasjon og ny tverrforbindelse*



6. *r0118æ – Fjordgata 70 - 82*



7. *Kommunedelplan for havna Temakart kulturminner*

Norconsult

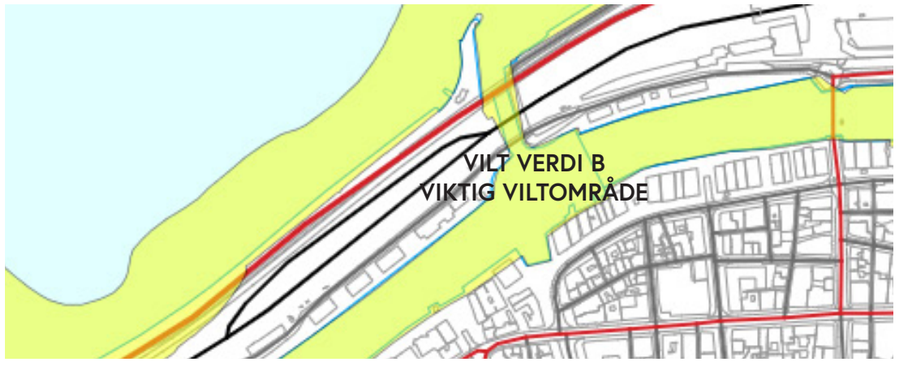
4
K

ANALYSER OG UTREDNINGER

GEOTEKNIKK
Undersøkelsene er i hovedsak utført i Midtbyen. På Brattøra siden er det ikke funnet tilgjengelig rapporter om grunnforholdene. Tilgjengelig undersøkelser er listet i Tabell 2, kapittel 4.3. Det er derfor for lite grunnlag til å kunne gi en oversikt over dagens situasjon til dette arbeidet og må undersøkes nærmere i videre prosess.

HYDROLOGI
Ned mot elvemunningen i Nidelva og i kanalen er vannstanden sterkt påvirket av tidevannet i Trondheimsfjorden. 200-års stormflo med klimapåslag gir høyere vannstand enn 200-årsflom ved 1-års stormflo. Korrigert for forventet havnivåstigning er vannstand ved 200-års stormflo 2,9 moh. (NN2000. Ekstremvannstand i fjorden gir høyere vannstand enn flom i Nidelva.

NATURMILJØ
Trondheimsfjorden er en nasjonal laksefjord, og kanalen har forbindelse til Nidelva som er en nasjonal lakseelv. Mye av de marine vannfuglhabitatene på denne strekningen er sterkt påvirket av utbygginger og forstyrrelser fra ulike aktiviteter. Her forekommer helst vannfuglarter som har god toleranse i forhold til menneskelige aktiviteter, dvs. primært måkefugler. Det er innsig av andefugler (blant annet ærfugl og svært sporadisk havelle) inn i kanalen og langs nedre løp av Nidelva.



Viltkartet for Trondheim kommune viser verdi B for kanalen.

Norconsult

4
K

ANALYSER OG UTREDNINGER

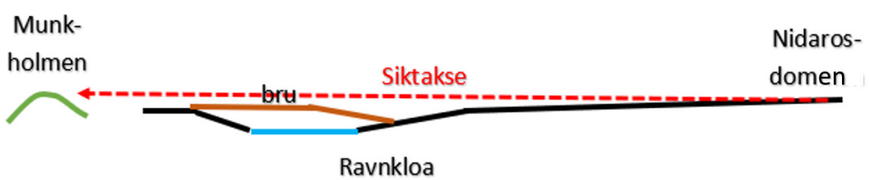
LANDSKAP OG BYROM
Ravnkloa ligger i en skålform i enden av hovedgaten Munkegaten og vil i forhold til Nidarølandskapet fremstå mere urbant. Området ligger i en hovedakse mellom Nidarosdomen, torget og ytterst Munkholmen som ligger ute i fjorden mellom Skansen og Brattøra. Denne aksen er viktig å bevare som en del av opplevelsen i dette gatebilde.

Ravnkloa er byens mest kjente allmenning og ligger i en svak helning fra Fjordgata og ned mot elvekorridoren. Ravnkloa har vært stedet for fiskehandel i mange hundre år.

Ravnkloa danner et intimt og spennende byrom med elva som golvet i rommet og de svake helningene på begge sider av elvekorridoren som vegger i rommet. Landskapsrommets form gir gode muligheter for spennende og nær kontakt med elva. Ved plassering av bru over elva er det foruten bevaring av siktelinje ut til Munkholmen viktig å ta vare på det historiske stedet og det gode uterommet. Ny bru bør gis en form og et uttrykk i et godt samspill til disse kvalitetene.

Et annet alternativ enn bru fra Ravnkloa, er fra enden av Prinsens gate. Prinsens gate ble opprettet som en del av Cicignons byplan og er en viktig hovedgate i byen. Den gamle karrebebyggelse danner vegger i et klart avgrenset byrom. Byrommet åpner seg mot Brattørsiden og oppleves i større grad som et landskapsrom i denne delen. Brualternativet i dette området er utformet i et samspill mellom det åpne og lukkede rommet.

Over: Ravnkloa før. Foto: Wilhelm Dreesen
Under: Ravnkloa i dag

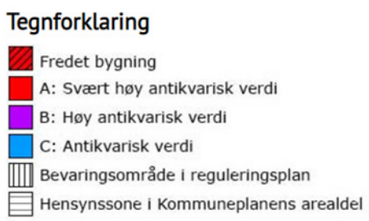
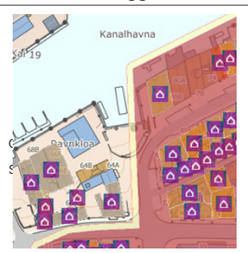


Norconsult

4
K

ANALYSER OG UTREDNINGER

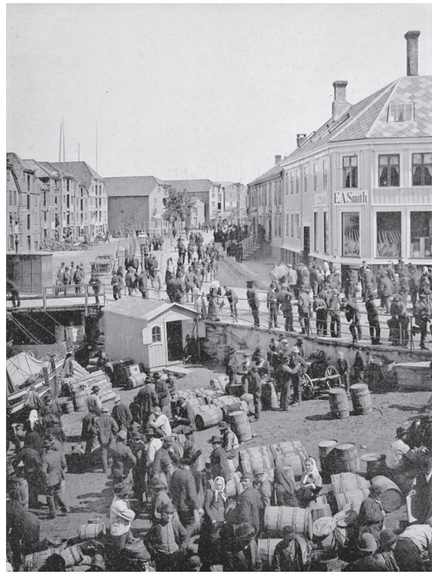
KULTURMILJØ
Viktige og verneverdige kulturmiljø skal hensyntas ved vurdering av alle brualternativene. Nedenfor gis en oversikt over viktige og verneverdige kulturmiljø for Kanalen.

	K1	K2	K3
Aktsomhetskart kultureminner			
	Utsnitt fra aktsomhetsk art kulturminner		
Kommunedelplan for havna Vedlegg om kulturminner	Hele kanalen er områder som har særlig kulturminneinteresse og er sårbare for inngrep 14 Kai med natursteinkonstruksjon, Ravnkloa 15 Bru med hugget naturstein - Ravnkloløpet		
Middelalderbyen Trondheim (rødt område)		Middelalderbyene er automatisk fredete kulturminner jf. kulturminneloven § 4 bokstav a **og i** utstrekning og omfang er de Norges største automatisk fredete kulturminner. De er viktige både som utgangspunkt for opplevelse, og som primærkilde til kunnskap om livet i middelalderen. Området på land sør for den delen av Kanalen som går fra Ravnkloa til Brattørbrua regnes som Middelal-Trondheim. Her gjelder et generelt fredningsvern på land. Dette har ingen direkte betydning for tiltakene i men har betydning for eventuelle sikringstiltak av kai- og bryggefronter.	
Hensyns-soner utvalgte kulturmiljø KPA -2012- 2024	Midtby-halvøya Det helt sentrale og totalt dominerende kulturmiljøet i Trondheim. Av flere grunner, bla. arbeidet med en egen midtbyveileder som gjennomføres i 2012, er det valgt å betrakte og definere Midtbyen som ett samlet kulturmiljø. Inneholder en rekke fredete bygninger og flere spesialregulerte bygninger og miljøer. Midtbyen er Trondheims fremste og mest verdifulle kulturmiljø, med meget høy verdi også i nasjonal sammenheng		
	Vestre og østre Kanalhavn Sandgatens og Fjordgatens bryggemiljø er det ene av Midtbyens to store sjøhus eller bryggemiljøer; med bygninger fra rundt midten av 1800-tallet. Utgjør sammen med selve kanalen og kaiområdene langs nordsiden et enestående sjøfarts- og fiskerihistorisk miljø. Området har meget høyt krav på bevaring som samlet kulturmiljø. Flere delområder er spesialregulert.		

Norconsult

4
K

ANALYSER OG UTREDNINGER



Over: Ravnkloen (Fisketorvet) og Fjordgaden, dato ukjent. Foto: Wilhelm Dreesen
Venstre under: Ravnkloa, dato ukjent. Kilde: Trondheim byarkiv
Venstre høyre: Parti fra Ravnkloven i Trondhjem, 1875. Foto: Knud Knudsen.

FORURENSNING
I sentrumsområder er det generelt mistanke om forurensede masser i grunnen. Dette gjelder områdene som vil berøres av terrenginngrep på land ved alle alternativene.

I forbindelse med Renere havn er det gjennomført opprydning av forurenset sjøbunn i Kanalen i 2015/2016. Det ble lagt ut et tildekkingslag med rene masser (40 cm). Der det var behov for mudring for å oppnå ønsket seilingsdyp, ble forurensede masser mudret før tildekking. Det ble blant annet mudret noen masser inn mot Ravnkloa. Det ble generelt ikke mudret ned til rene masser, slik at det forventes at forurensede sedimenter under et øvre tildekkingslag med rene masser vil berøres der brufundamenter plasseres.

GÅRUTER OG SYKKELNETT
Gåruter og sykkelnett brukes både som transportnett for raskeste veg til og fra målpunkt og som turtraseer både får gående og syklende i friluftslivssammenheng.

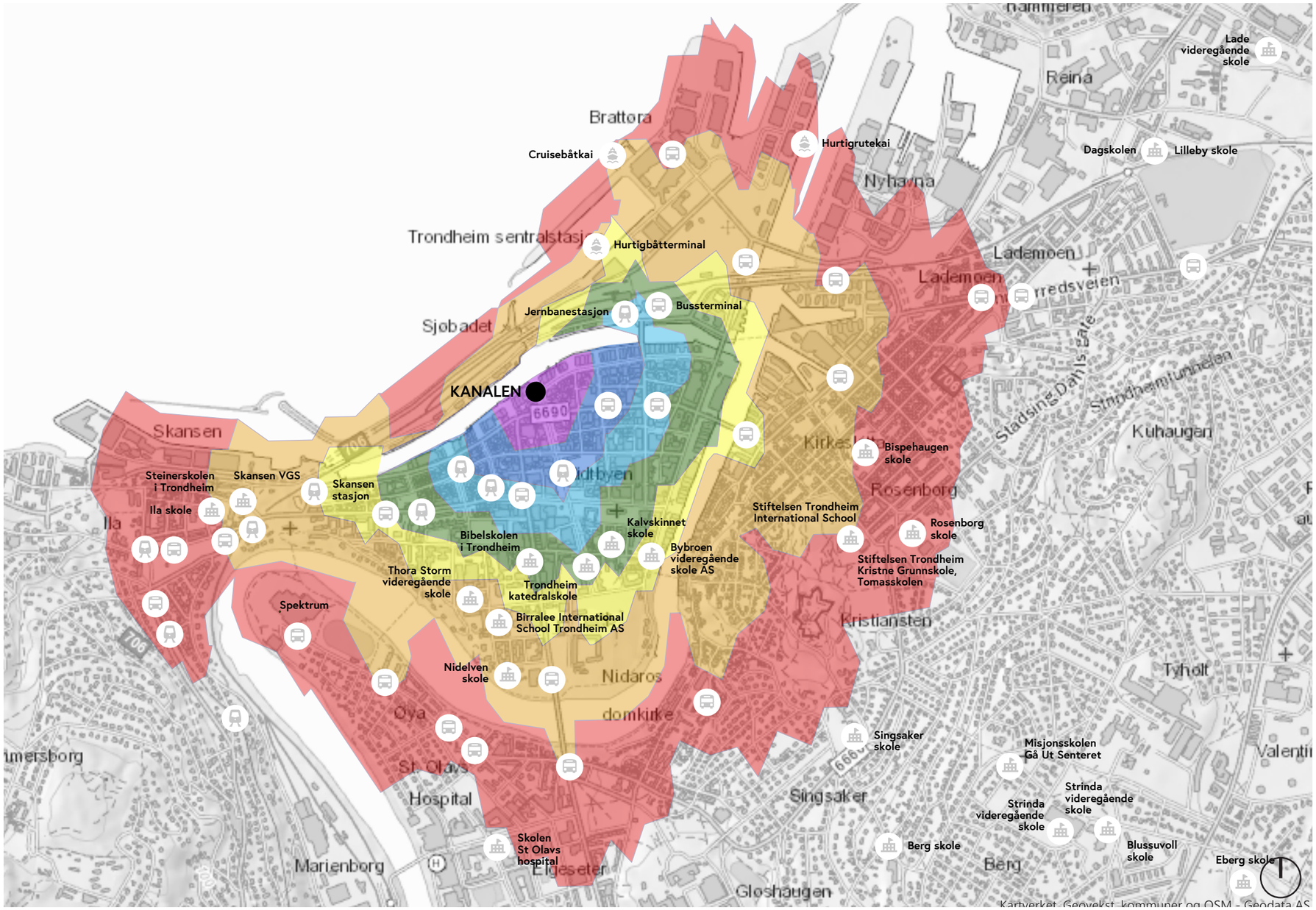
SYKKELNETT
Det er i dag ingen bru over kanalen som kobler Ravnkloa eller Prinsen gate med hovedsykkelt-rasé langs Fjordgata, via Ravnkloa, og over til Brattøra ruta samt fra nordenden av Prinsen gate med vestre kanalhavn og videre mot Brattørruta.

GÅRUTER
I dag mangler det bru over Kanalen både fra Ravnkloa og som en fortsettelse av Prinsen gate. Det betyr at langs Fjordgata ikke har noen fortsettelse fra Ravnkloa og mot Brattøra og videre kobling til Midtbyrunden. Det er heller ingen forbindelse over Kanalen som kobler Midtbyrunden med nordenden av Prinsen gate, med vestre kanalhavn og videre mot Brattøraruta.

4

K

ANALYSER OG UTREDNINGER



TIDSBRUK
Det er analysert tidsbrukssoner for dagens situasjon for gående og syklende for intervallene 0-2 minutter, 2-4 minutter, 4-6 minutter, 6-8 minutter, 8-10 minutter, 10-15 minutter og 15- 20 minutter. Utgangspunkt for beregning er Brulanding på Nidareid bru på Nidarø siden.

Analysen brukes for å se på tidsbesparelse ved å bygge nye bruer. Analysen sier at det vil ta 10-15 minutter å gå til Brattøra siden av Kanalen ved bruk av Jernbanebrua. Det vil ta en 8-10 min å sykle samme veg.

K
GÅtid

0-2
2-4
4-6
6-8
8-10
10-15
15-20

Bussholdeplass / bussterminal

Jernbanestasjon / Gråkallbanen

Skoler

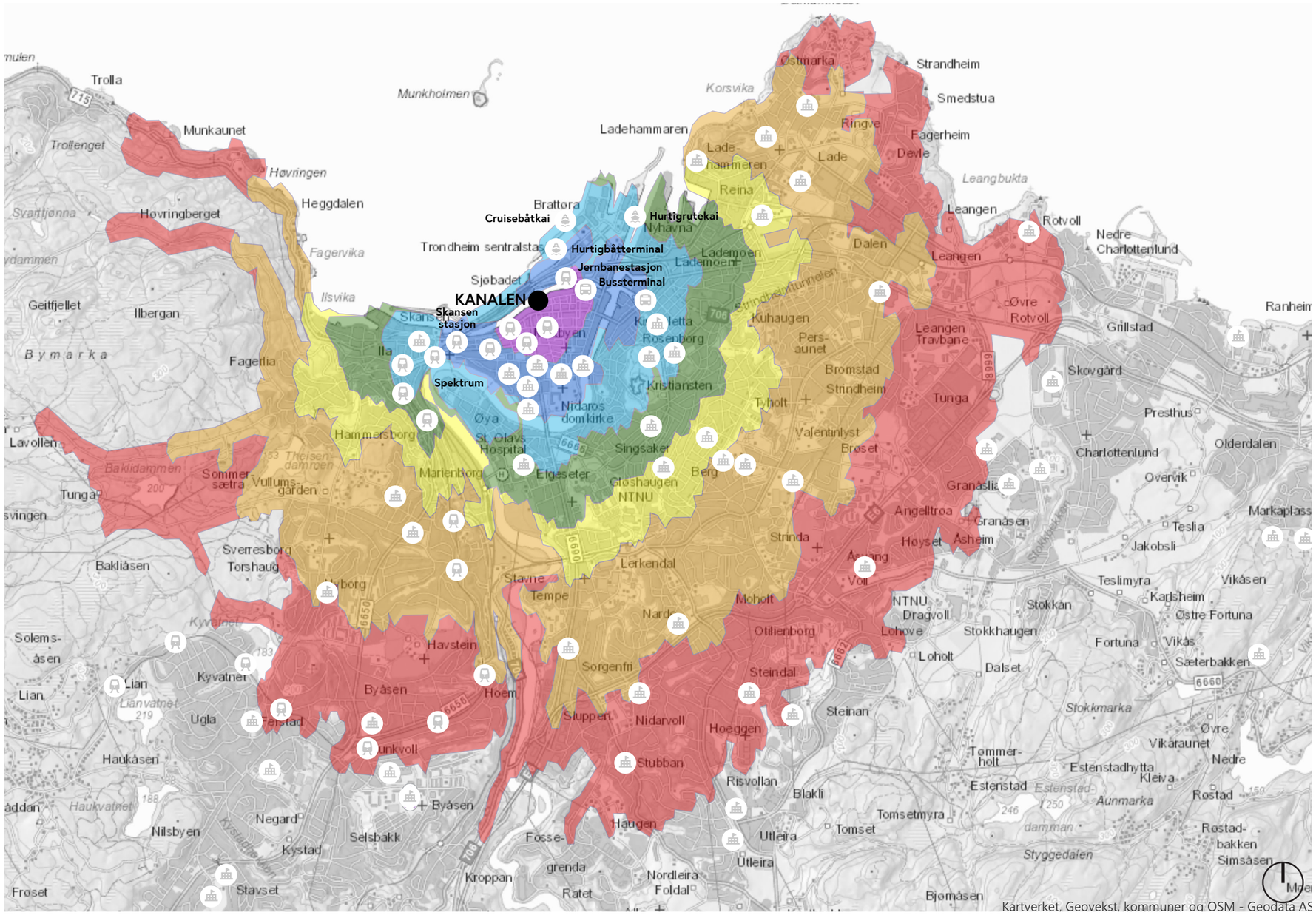
Båtterminal

Norconsult

4

K

ANALYSER OG UTREDNINGER



K

SYKKELtid

0-2	
2-4	
4-6	
6-8	
8-10	
10-15	
15-20	

- Bussholdeplass / bussterminal
- Jernbanestasjon / Gråkallbanen
- Skoler
- Båtterminal

Norconsult

4

UTREDNING HYDROLOGI

ANALYSER OG UTREDNINGER

4.2 HYDROLOGI

4.2.1 FLOMBEREGNING

Valg av flomverdi for Nidelva baserer seg på vannføringsmålinger ved vannmerke 123.20 Rate, som ligger i Nidelva noen kilometer oppstrøms beregningsstrekningen.
NVE har utført flomberegning for Nidelva i 2001 [1]. I NVEs beregning inngikk historikk for perioden 1950-1999. I flomvurderingen for gangbruer over Nidelva er det gjort flomfrekvensanalyse på årsflommer med data for perioden 1950-2019. Resultatene viser en liten reduksjon i middelflom ved Rate, mens 200-årsflom er på omtrent samme nivå som i NVEs flomberegning. Tabellen under viser flomverdier (døgnverdier) ved vannmerke 123.20 Rate.

Gjentaksintervall	NVE (2001) (m^3/s)	Norconsult (2020) (m^3/s)
Middelflom	338	325
200-årsflom	680	670

NVE fastsatte kulminasjonsfaktoren (forholdet mellom momentanverdi og døgnverdi) til 1,05. Analyse på tidsseriedata t.o.m. 2019 gir samme resultat.
Reguleringene lenger opp i vassdraget påvirker flomverdien, i størst grad ved små flommer. For flommer med høyt gjentaksintervall vil reguleringene bidra mindre til flomdemping. NVE anslår i sin rapport at 200-årsflom (døgnverdi) ved Rate er 800 m3/s, altså ca. 120 m3/s høyere enn det frekvenskurven for Rate tilsier.

Som flomstørrelser til vannlinjeberegning velges:

Gjentaksintervall	Døgnverdi (m^3/s)	Kulminasjonsverdi (m^3/s)
Middelflom	325	340
200-årsflom	800	840

4.2.2 MULIGE KONSEKVENSER AV KLIMAENDRINGER OG HAVNIVÅSTIGNING

Ved dimensjonering anbefaler NVE å ta hensyn til effekten av fremtidige klimaendringer. Generelt forventes det imidlertid at nedbørfelt som er dominert av snøsmelteflommer ikke får økt flomverdi, blant annet fordi mer nedbør vil komme som regn og smeltingen vil starte tidligere. Norsk klimaservicesenter har publisert anbefalte klimapåslag for enkelte elver i regionen i rapporten «Klimaprofil Sør-Trøndelag» fra 2016. For Nidelva oppgis det at ingen økning i flomvannføring er forventet.
Elvestrekningen hvor gangbruene planlegges er påvirket av tidevannet i Trondheimsfjorden. Ekstreme sjøvannstander er beregnet på Kartverkets side www.sehavnivå.no. Sjøvannstand ved stormflo med 1 og 200 års gjentaksintervall er henholdsvis 186 cm og 232 cm, referert høydedatum NN2000. Forventet havnivåstigning for Trondheim er 60 cm når 95-persentilen for utslippsscenario RCP8.5 i år 2100 legges til grunn.

4.2.3 VANNLINJEBEREGNING

1D vannlinjeberegning er utført i Hec-Ras 5.0.7. Den hydrauliske modellen er mottatt fra NVE. Den ble satt opp i 2001 i forbindelse med flomsonekartlegging av Trondheim [3] og er kalibrert mot målte vannstander og vannføringsdata fra daværende Trondheim Energiverk. Høydene i modellen var referert til høydedatum NN1954, men er konvertert til NN2000 ved å heve alle tverrsnitt med 12 cm. Resultater fra vannlinjeberegningen i denne rapporten refererer til høydedatum NN2000.
I tillegg er nedre grensebetingelse satt til ekstremvannstandene fra forrige avsnitt. Ellers er det ikke utført endringer i modellen.
Figur 0 1 viser kart med tverrprofilene hvor modellen beregner vannstand. Mulige plasseringer av gangbru(er) ved Nidarø ligger på strekningen mellom profil nummer 10 og 13.1. Rosenborgbassenget ligger mellom profil 2 og 3. Kanalen forbi Ravnkloa er ikke omfattet av den hydrauliske modellen, men sjøvannstanden vil være bestemmende for vannstanden her.

4.2.4 GRENSEBETINGELSER

Oppstrøms grensebetingelse er flomvannføring (kulminasjonsverdier) beregnet innledningsvis. Nedstrøms grensebetingelse er ekstremvannstand i fjorden med havnivåstigning, avrundet til nærmeste 0,1 m slik det er anbefalt i rapporten Havnivåstigning og stormflo fra DSB [4].

Vannlinjeberegningen er gjort for to scenarier:

1. 200-årsflom i Nidelva og stormflo med ett års gjentaksintervall og havnivåstigning
2. Middelflom i Nidelva og stormflo med 200 års gjentaksintervall og havnivåstigning

Scenario	Vannføring (m^3/s)	Sjøvannstand (moh.)
1 – Middelflom	340	2,9
2 – 200-årsflom	840	2,5

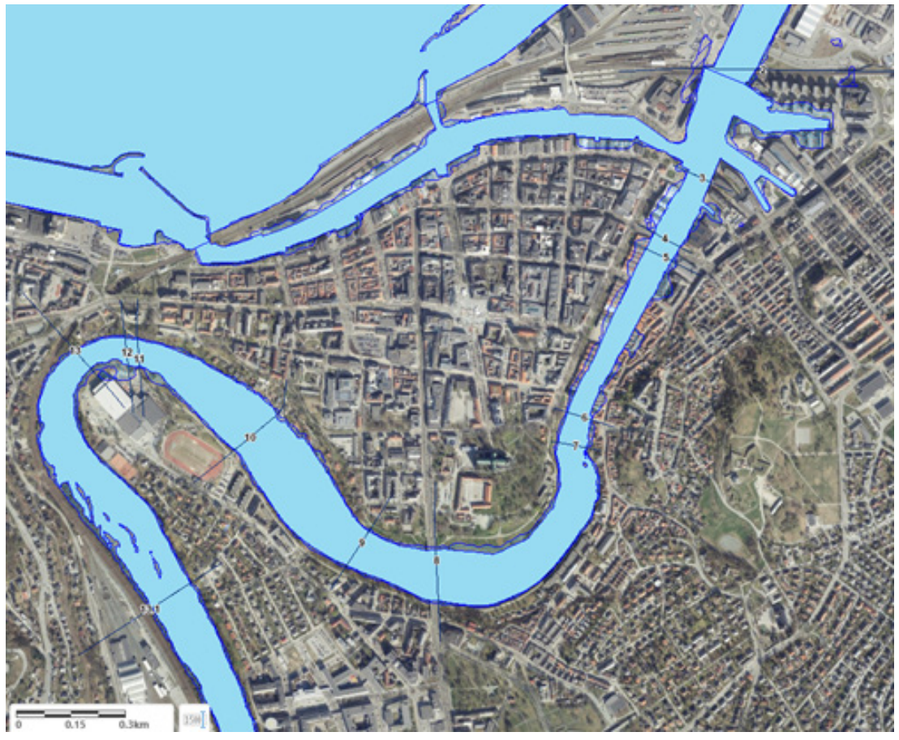
4.2.5 RESULTAT OG KONKLUSJON

Tabellen under viser beregnet vannstand ved Nidarø og Rosenborgbassenget (NN2000). Plassering av tverrprofiler er vist i Figur 01.

Område	Profil nr.	Middelflom + 200-års stormflo (moh)	200-årsflom + 1-års stormflo (moh)
Nidarø	13.1	3,06	3,48
	13	2,99	3,12
	12	2,99	3,08
	11	2,99	3,07
	10	2,98	3,02
Rosenborg- bassenget	3	2,90	2,50
	2	2,90	2,51

4.2.6 DISKUSJON OG VURDERING AV RESULTAT

Denne flomvurderingen støtter seg i stor grad på grunnlaget fra NVE. Det er fordelaktig at det finnes vannføringsmåling med lang historikk rett oppstrøms beregningsstrekningen, og at den hydrauliske modellen er kalibrert mot observerte verdier. Det er usikkert hvor godt geometrien i vannlinjemodellen beskriver dagens bunnforhold i Nidelva. Elvebunnen kan ha endret seg på de 20 årene siden modellen ble etablert. For mer detaljert prosjektering av bruene anbefales det å benytte en nyere oppmåling.



Plassering av tverrprofiler for vannlinjeberegning figur fra NVE Atlas

REFERANSER

1. NVE (2001). Flomberegning for Nea-Nidelvvassdraget. Rapport 5-2001.
2. Norsk Klimaservicesenter (2016). Klimaprofil Nord-Trøndelag. Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning. Rapport.
3. NVE (2001). Flomsonekart Delprosjekt Trondheim. Rapport 6-2001.
4. DSB (2016). Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging. Rapport.

4

UTREDNING GEOTEKNIKK

ANALYSER OG UTREDNINGER

4.3 GEOTEKNIKK

4.3.1 INNLEDNING

Det planlegges etablering av nye bruer for kryssing av Nidelva. Bruene tilrettelegges for gang- og sykkeltrafikk og planlegges ved Nidarø, Ravnkloa og Rosenborgbassenget.

Det er foretatt en innledende geoteknisk vurdering av foreslåtte tiltak. Den geotekniske vurderingen i denne planfasen har lagt vekt på en kartlegging av grunnforholdene, vurdering av sikkerhet mot naturpåkjenninger (skred), samt vurdering av gjennomførbarheten for prosjektet.

Det forutsettes at geoteknisk prosjektering i videre planfaser utføres i henhold til gjeldende lover og regelverk.

4.3.2 UNDERLAG - GRUNNFORHOLD

Vurderingene er basert på det underlaget som ligger tilgjengelig. Databaser for innhenting av informasjon om grunnforholdene er listet i det etterfølgende:

- Løsmassekart fra NGU
- Kartlagte kvikkleire-soner/ områder fra NVEs nettjeneste
- Tilgjengelige grunnundersøkelsesrapporter, fra Trondheim kommune sin nettside

En sammenstilling av løsmassekartet og kartlagte kvikkleirepunkt er vist i Figur 1.

Det er hentet informasjon fra grunnundersøkelsesrapporter som er utført av offentlige aktører. Grunnundersøkelsesrapportene som er listet opp i det etterfølgende er disponible for alle i videre planfaser.

LØSMASSEKART

Løsmassekartet tilsier fyllmasser på nordsiden av Nidelva, i Midtbyen og ved Rosenborgbassenget. Dette er som forventet i urbane områder, der det er typisk at løsmassene i øvre lag er sterkt påvirket av menneskers aktivitet. I området rundt Nidarø er det vist elve- og breelvavsetninger. Her forventes løsmassene å være dominert av sand og grus, løsmassemektigheten antas å være opp mot flere titalls meter.

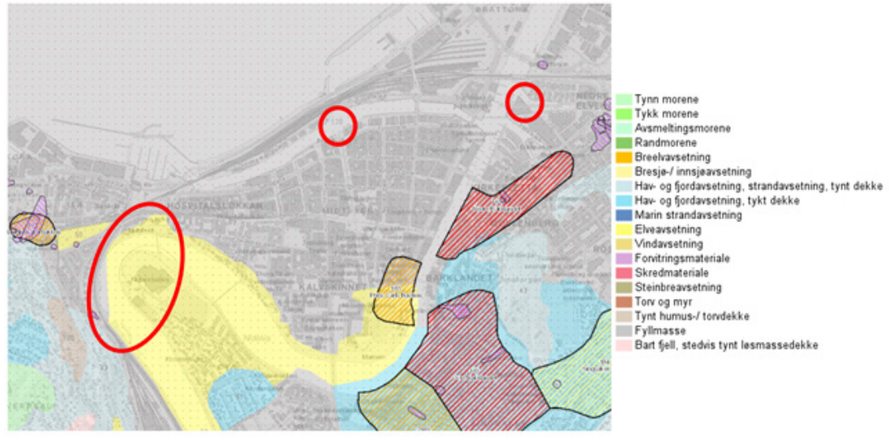
Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon om øvre lag i jordprofilet. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske undersøkelser.

KARTLAGTE OMRÅDER MED KVIKKLEIRE

Figur 1 viser kartlagte soner med kvikkleire. I tillegg er det vist mindre områder der det er påtruffet kvikkleire ved utførte grunnundersøkelser, men ikke foretatt en videre soneutredning.

De områdene som er avmerket med kvikkleire baseres på utførte grunnundersøkelser. Det betyr at det kan være områder der grunnforholdene består av kvikkleire som ikke er kartlagt. Fra Trondheim kommune sitt interaktive kart så blir kvikkleirepunkt avmerket spesielt, uavhengig om hvilken aktør som har foretatt boringen. Det er ikke påvist supplerende kvikkleirepunkt på Trondheim kommune sitt interaktive kart over utførte grunnundersøkelser i de aktuelle områdene.

Ved Nidarø er det påvist kvikkleirepunkt på vestsiden av elven.



Oversiktskart, sammenstilling av løsmassekart og påviste kvikkleire-soner/områder (skravert) aktuelle områder der nye bruer er tiltenkt er omtrentlig avmerket med røde sirkler

GRUNNUNDERSØKELSER
Det er ikke foretatt grunnundersøkelser for dette prosjektet. Det er innhentet informasjon fra tilgjengelig geotekniske undersøkelsesrapporter utført av Trondheim kommune. I tillegg er det hentet inn én rapport fra Statens vegvesen.

Det anses som nødvendig med supplerende grunnundersøkelser, behov avklares i videre planfaser.

NIDARØ
Ved Nidarø er det tidligere utført grunnundersøkelser, på begge sider av elvekanten. De mest aktuelle er listet i tabell under:

Rapportnr	Utarbeidet av	Dato
R.0016	Trondheim kommune	1963-01
R.937-2	Trondheim kommune	1995-04-06
R.1134	Trondheim kommune	2001-01-16
R.1407	Trondheim kommune	2008-09-02
R.1418	Trondheim kommune	2008-12-01
R.1659	Trondheim kommune	2016-09-15
Ud 359 E 10	Statens vegvesen	2005-03-02

RAVNKLOA
Undersøkelsene er i hovedsak utført i Midtbyen. På Brattørsiden er det ikke funnet tilgjengelig rapporter om grunnforholdene. Tilgjengelig undersøkelser er listet i tabell under:

Rapportnr	Utarbeidet av	Dato
R.583	Trondheim kommune	1981-09-30
R.730	Trondheim kommune	1988-04-05
R.894	Trondheim kommune	1990-03-22
R.894-4	Trondheim kommune	1994-02-17

ROSENBORGBASSENGET
Ved Rosenborgbassenget er det utført grunnundersøkelser. Da disse er utført for private aktører er ikke undersøkelsene tilgjengelig.

4.3.3 GRUNNFORHOLD

Ut fra en generell beskrivelse av løsmassene tolkes grunnforholdene som et øvre lag av fyllmasser over friksjonsmasser (sand og grus). Mot dybden er det økende finstoffandel.

Grunnundersøkelsene ved både Nidarø og Ravnkloa viser generelt at løsmassene domineres av sand og grus i øvre lag, med silt mot dybden.
Ved Marienborg viser utførte undersøkelser et øvre lag fra 6-10 meter av sandig materiale. Mot dybden er det et leirlag på omtrentlig 5 meters dyp. Leiren er klassifisert om kvikk (omrørt skjærstyrke <0,5 kPa). Videre mot dybden er det påtruffet fast til meget fast grunn.

4.3.4 SIKKERHET MOT NATURPÅKJENNINGER

Det er foretatt en vurdering av sikkerhet mot skred. Det er tatt utgangspunkt i påviste kvikkleiresoner, som vist på Figur 1. De planlagte brualternativene ligger ikke innenfor påviste kvikkleiresoner.

På vestsiden av elven ved Nidarø, ved Ila, er det påviste enkelte kvikkleirepunkt. Ved brufundament for alternativ N4, ved Marienborg, er det påviste kvikkleire. For inngrep i dette området må det foretas en utredning iht. gjeldende regelverk Tilstrekkelig sikkerhet mot skred må dokumenteres, både for anleggsfasen og for permanent fase. Dette må vurderes i nærmere planfaser.

4.3.5 GJENNOMFØRBARHET

Basert på det underlaget som er presentert i denne rapporten anses tiltakene å være gjennomførbare, sett fra et geoteknisk synspunkt. Ved Marienborg er det påvist kvikkleire. En nærmere vurdering av områdestabiliteten må håndteres i videre planfaser.

Mange av de eksisterende bruene inn mot Midtbyen er fundamentert på friksjonspeler. For en innledende vurdering er det fornuftig å anta dette som mest aktuelle fundamenteringsmetoder for de nye brualternative. En nærmere vurdering av hensiktsmessig fundamenteringsløsning må utføres når tilstrekkelig informasjon om grunnforholdene foreligger og ses i sammenheng med konstruksjonen.

Lokalstabilitet ned mot elva må ivaretas både for anleggsfasen og permanent fase.

Det må vurderes hvordan erosjonsforholdene i Nidelva ev. vil påvirke fundamentene og hvordan fundamentene vil påvirke erosjonsforholdene.

PROSJEKTTEAM

NORCONSULT AS

OPPDRAGSLEDER - BYPLANLEGGER

SIRI BØ TIMESTAD har særlig bred og lang erfaring med prosjektledelse og oppdragsledelse av større overordna, tverrfaglige og kompliserte planprosesser og mulighetsstudier der mange ulike fagutredninger skal koordineres og sammenstilles og der krav til oversikt, framdrift (holde tidsfrister), økonomistyring og resultater har vært viktig.

BRU KONSTRUKSJON

PER SKJÆVELAND har bred og lang erfaring med brukonstruksjoner herunder bevegelige konstruksjoner i sin lange praksis fra 1970-tallet fram til nå. Han har allsidig erfaring fra anlegg i vann og sjø. Han er vant med å arbeide tverrfaglig i små og stor prosjekter og er konstruktiv i dialoger med medarbeidere fra andre fag. Fra sitt lange virke har han blikk for de gode felles løsningene.

ARKITEKT

VINCENZO GROSSO er utdannet arkitekt i 2008 i Italia og har siden 2010 vært bosatt i Norge.
Kreativ person som liker å utforske oppdragsmulighetene for å få gode tidløse løsninger med vekt på formgiving og design. Tar sikte på å kombinere historie og modernitet, tradisjon og innovasjon, i kombinasjon til en konstant forskning av innovative løsninger når det gjelder prosjektets konsept, infrastruktur og teknologiske løsninger. Jobber i alle skalaer og faser av arkitekturprosjektering, med spesielt fokus på konseptutvikling.

LANDSKAP

KJELLAUG JULE jobber som landskapsarkitekt i Norconsult med prosjekter knyttet skoler og idrettsanlegg, barnehager, park- og grøntområder, friluftsliv og stedsutvikling samt flere andre typer prosjekt innenfor landskapsarkitekturfaget.

MILJØ / NATUR

GURO THUNE UNSGÅRD er utdannet sivilingeniør fra NTNU i 2003. Unsgård har ledet miljørisikovurderinger for Bane NOR og utarbeidet miljøprogram og miljøoppfølgingsplaner i flere samferdselsoppdrag.

BRU

BÅRD FREDRIK LINGE Leder bruer Trondheim. Har over 25 års erfaring innen prosjektering av samferdselskonstruksjoner og ledelse av samferdselsprosjekter. Har lang erfaring ved prosjektering av samferdselskonstruksjoner i alle prosjektfaser. Han har ledet og prosjektert flere brukonstruksjoner i Trondheim by. Blant annet alle betongkonstruksjoner i vestre ende av Strindheimtunnelen inklusive Strandvegparken og vestre del av tunnelen. Svingbrua hvor han deltok fra konseptstudie til ferdig prosjektert bru med tilstøtende sjøpark.

GEOTEKNIKK

CHRISTOFFER KLEVSJØ Utdannet sivilingeniør fra NTNU våren 2014, fra linje Bygg- og miljøteknikk med hovedfag geoteknikk. Ansatt i Norconsult siden høsten 2014. Fagkoordinator for geoteknikk i Norconsult fra 2016.

HYDROLOGI

ANNA VEA Sivilingeniør i Energi og miljø med spesialisering i strømningsteknikk. Ansatt hos Norconsult i Trondheim med arbeidsoppgaver innenfor hydrologi og hydraulikk.

GIS- TIDSBEREGNINGER

JELENA JOVANOVIC Bachelor i biologi og økologi med fordypning for mastergradstudier innenfor plante-eøkofysiologi fra NTNU. Hun behersker GIS-verktøy som ArcMap, WinMap, og DAK-verktøy som AutoCad Focus og Novapoint arealmodulen.

RISIKO OG SÅRBARHET

KEVIN MEDBY Er utdannet master i samfunnssikkerhet ved Universitet i Stavanger og han er i dag gruppeleder samfunnssikkerhet. Han har 14 års erfaring innen arbeid med samfunnssikkerhet. Medby har vært ansvarlig for temaet samfunnssikkerhet og utarbeidelse av ROS-analyser i flere arealplanoppdrag og større samferdselsprosjekt både innenfor veg og jernbane

PROSJEKTTEAM

TRONDHEIM KOMMUNE

PROSJEKTLEDER, MOBILITETS- OG SAMFERDSELSENHETEN
MARIA MELAND CHRISTENSEN

PROSJEKTMEDARBEIDER, KOMMUNALTEKNIKK
BÅRD SAND

KONTAKTINFO :

SIRI BØ TIMESTAD
94 14 55 27
siri.bo.timestad@norconsult.com

PER SKJÆVELAND
90 77 77 66
per.skjaeveland@norconsult.com

VINCENZO GROSSO
45 03 95 94
vincenzo.grosso@norconsult.com

Norconsult

Norconsult

VÅR KUNNSKAP BIDRAR TIL ET MER VERDIFULLT SAMFUNN.

Norconsult