



TÜVRheinland®

safetec

# ROS-analyse – Bru over kanalen

PIR2

Hovedrapport

Type dokument:

Hovedrapport

Rapport-tittel:

ROS-analyse – Bru over kanalen

Kunde:

PIR2

## Oppsummering

Denne risikovurderingen er en av to risikovurderinger for prosjektet med ny fiskehall og tilgrensede arealer på Ravnkloa i Trondheim, og ny gang- og sykkelbru over kanalen. Denne rapporten gjelder gang- og sykkelbru med tilhørende tekniske systemer og seilingsløpet/manøvreringsområdet under og rundt brua. Arealene knyttet til fiskehallen, oppe på selve brua og Vestre Kanalhavn er vurdert i en separat analyse.

Analysen har identifisert flere uønskede hendelser, hvor følgende skiller seg ut med alvorlige konsekvenser:

- Personer på brua under åpning/lukking (ID 1)
- Påkjørsel av person i vannet (ID 14)
- Sammenstøt mellom fartøy og bru (ID 15)
- Tekniske feil ved åpningsmekanisme (ID 2)

Rapporten oppsummerer flere risikoreduserende tiltak, både tiltak identifisert i planprogrammet, og tiltak som er foreslått i forbindelse med denne risikovurderingen. Tiltakene skal bidra til å redusere risiko til et akseptabelt nivå og sikre trygg ferdsel for gående, syklende og båtførere, samt opprettholde bruas funksjonalitet under normal drift.

Dokument nr.  
ST-002351-2

Forfatter(e):  
C.B. Jacobsen, M. Hassel

*Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.*

Revisjon	Dato	Grunn for revisjon	Kontrollert	Godkjent
1.0	08.12.2025	Utkast	Ø. Skogvang	A. Skogset
2.0	19.12.2025	Oppdatert rapport	Ø. Skogvang	A. Skogset

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>4</b>
1.1	Bakgrunn, omfang og avgrensninger .....	4
1.2	Forutsetninger .....	5
1.3	Terminologi.....	5
<b>2</b>	<b>Systembeskrivelse</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Metode</b> .....	<b>13</b>
3.1	Metodikk for overordnet ROS-analyse .....	13
3.1.1	<i>Konsekvens- og sannsynlighetskategorier</i> .....	14
3.1.2	<i>Risikomatrise</i> .....	15
3.1.3	<i>Sårbarhetsvurdering</i> .....	15
3.1.4	<i>Arbeidsmøte</i> .....	16
<b>4</b>	<b>Vurdering av risiko</b> .....	<b>17</b>
4.1	Uønskede hendelser – fareidentifisering.....	17
4.2	Risikovurdering .....	19
<b>5</b>	<b>Risikoreduserende tiltak</b> .....	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Oppsummering – konklusjon og anbefalinger</b> .....	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Referanseliste</b> .....	<b>24</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn, omfang og avgrensninger

Reguleringsplanen for Ravnkloa skal legge til rette for oppføring av ny fiskehall der dagens fiskehall står. Etter avtale med Trondheim kommune skal reguleringsplanen også omfatte etablering av en ny gang- og sykkelbru fra Ravnkloa til Vestre Kanalhavn. Målet med ny gang- og sykkelbru over kanalen, er at den skal binde sammen eksisterende gang- og sykkelruter og bidra til finmasket nett av forbindelser for myke trafikanter, Brua skal bli attraktiv, trygg og opplevelsesrik ankomst til Midtbyen, som bygger opp om Munkegata som byens paradegate. Plan- og bygningsloven § 4-3 stiller krav om at det gjennomføres en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) for alle planer som åpner for utbygging.

Denne ROS-analysen er utarbeidet i samsvar med DSBs veileder for samfunnssikkerhet i arealplanlegging (Ref. 3), Statens vegvesen Håndbok V712 Risikoanalyse (Ref. 6) og Statens vegvesen Håndbok N400 Bruprojektering (for dimensjoneringskrav) (Ref. 5). Analysen inngår som en del av reguleringsplanen for Ravnkloa og ny gang- og sykkelbru over Kanalen.

Formålet med analysen er å identifisere og vurdere risiko og sårbarheter knyttet til ferdigstilt konstruksjon og normal drift av gang- og sykkelbrua, inkludert grensesnitt mot ny fiskehall.

### **Analysen vurderer risiko og sårbarhet knyttet til følgende temaer:**

- Naturfare (stormflo, havnivåstigning og grunnforhold)
- Tilgjengelighet (nødetater)
- Samfunnsviktige objekter og virksomheter
- Trafikksikkerhet
- Fare i omgivelser og miljøfarer/miljøskader
- Sikkerhet for trafikanter på bru
- Sikkerhet for trafikanter i kanalen
- Kraner og løft i nærheten av jernbane
- Kraner og løft i nærheten av båter

### **Verdier som skal beskyttes:**

- Liv og helse, Miljø (grunn og vann),
- Materielle verdier (bru, fiskehall og infrastruktur).
- Samfunnsviktige funksjoner (beredskap, kollektivtransport)
- Kulturmiljø og kystkultur

### **Avgrensninger:**

Analysen omfatter ferdigstilt konstruksjon og normal drift, inkludert grensesnitt mot ny fiskehall og omfatter ikke:

- Detaljprosjektering av tekniske løsninger
- Anleggsfase og riggområder

## 1.2 Forutsetninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger er lagt til grunn for ROS-analysen:

- Det forutsettes fri ferdsel på uteområder og gang- og sykkelbrua under normal drift.
- Analysen omfatter generell risiko knyttet til daglig bruk og ordinære aktiviteter, inkludert allmenn ferdsel for personer som skal innom det nye bygget og de som kun passerer området.
- Særskilte arrangementer, midlertidige stenginger og anleggsfase er ikke inkludert.
- Brua og tilknyttede arealer prosjekteres og driftes i henhold til gjeldende lover, forskrifter og Statens vegvesens håndbøker (V712 og N400).
- Drifts- og vedlikeholdsansvar for vintervedlikehold, inspeksjoner og beredskap forutsettes etablert.
- Analysen baseres på tilgjengelig planinformasjon og innspill fra relevante aktører.

## 1.3 Terminologi

Definisjoner og begreper i tabellen under er i stor grad basert på NS 5814 Krav til risikovurderinger (Ref. 1).

Tabell 1- Definisjoner og begreper

ORD/BEGREP	FORKLARING
Beredskap	Planlagte og forberedte tiltak som gjør oss i stand til å håndtere uønskede hendelser slik at konsekvensene blir minst mulig.
Fare	Forhold som kan føre til utilsiktede uønskede hendelser.
Forebygging	Handler om iverksetting av tiltak for å redusere sannsynligheten for en hendelse og for å redusere konsekvensene av en hendelse dersom den likevel inntreffer.
Konsekvens	Mulig følge av en uønsket hendelse.
Krise	Krise er en situasjon eller hendelse som går utover det en virksomhet normalt er i stand til å håndtere, og som krever flere ressurser enn det som normalt er tilgjengelig i daglig drift, men som man har beredskapsplaner og ressurser for hvordan takle.
Kritiske system	Tekniske system som er viktige for at brua og infrastruktur som hører til i planområdet i Ravnkloa og Kanalen skal kunne utøve sin primærfunksjon.
Kritiske tjenester	De tjenestene som er viktige for at det berørte planområdet skal kunne fungere som tiltenkt.
Risiko	Risiko er et uttrykk for den fare uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø eller materielle verdier. Risikoen uttrykkes ved sannsynligheten for og konsekvensene av de uønskede hendelsene. (Norsk Standard, NS 5814) (Ref. 1).
Risikoanalyse	En systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, og sannsynlighet og konsekvenser av disse.
ROS-analyse	Risiko- og sårbarhetsanalyse. Metode for systematisk gjennomgang av potensielle farer, trusler og uønskede hendelser med hensikt å avdekke virksomhetens risiko og sårbarhet og for å finne tiltak for å redusere.
Robusthet	Robusthet er det motsatte av sårbarhet. Robusthet er evnen til å fortsette å fungere som tiltenkt når et system/samfunn utsettes for ekstraordinære påkjenninger.

ORD/BEGREP	FORKLARING
Samfunnssikkerhet	Samfunnets evne til å verne seg mot og håndtere hendelser som truer grunnleggende verdier og funksjoner og setter liv og helse i fare. Slike hendelser kan være utløst av naturen, være et utslag av tekniske eller menneskelige feil eller bevisste handlinger. (Stortingsmelding nr. 10 (2016-2017) « <i>Risiko i et trygt samfunn – Samfunnssikkerhet</i> »). For Ravnkloa innebærer dette uønskede hendelser med alvorlige konsekvenser for alle som ferdes i og bruker området, og for naboer for øvrig, ytre miljø og/eller som har alvorlig konsekvens for aktivitetene som fåregår i Ravnkloa, på kaia og i kanalen, og generelt for økonomi og omdømme.
Sannsynlighet	I hvilken grad det er trolig at en hendelse vil kunne inntreffe. (Kan uttrykkes med ord eller som en tallverdi).
Scenario	Beskrivelser av tenkte uønskede hendelser. Brukes som grunnlag for å utarbeide overordnede ROS-analyser, beredskapsplanverk og beredskapsøvelser.
Sårbarhet	Sårbarhet er et uttrykk for de problemer et system får med å fungere når det utsettes for en uønsket hendelse, samt de problemer systemet får med å gjenoppta sin virksomhet etter at hendelsen har inntruffet.
Terror	Terrorisme er bruk av vold mot sivile for å oppnå en ønsket effekt gjennom å spre frykt. Samtidig som fysiske terrorhandlinger medfører økt frykt, er den underliggende frykten for at slike handlinger skal bli satt ut i liver et viktig – psykologisk – element i terrorismen.
Trussel	En aktør eller flere aktørers (stat, gruppe, individ) kapasitet og intensjon til å utføre tilsiktete, uønskede handlinger.
Uønsket hendelse	Hendelse som kan medføre tap av verdier

## 2 Systembeskrivelse

Trondheim Havn, E.C. Dahls Eiendom og Koteng Eiendom har gjennom selskapet Ravnkloa AS som mål å realisere en ny fiskehall i Ravnkloa. I den forbindelse er det lansert en idé om å etablere en ny gang- og sykkelbru over Kanalen, med PIR2 som plankonsulent.

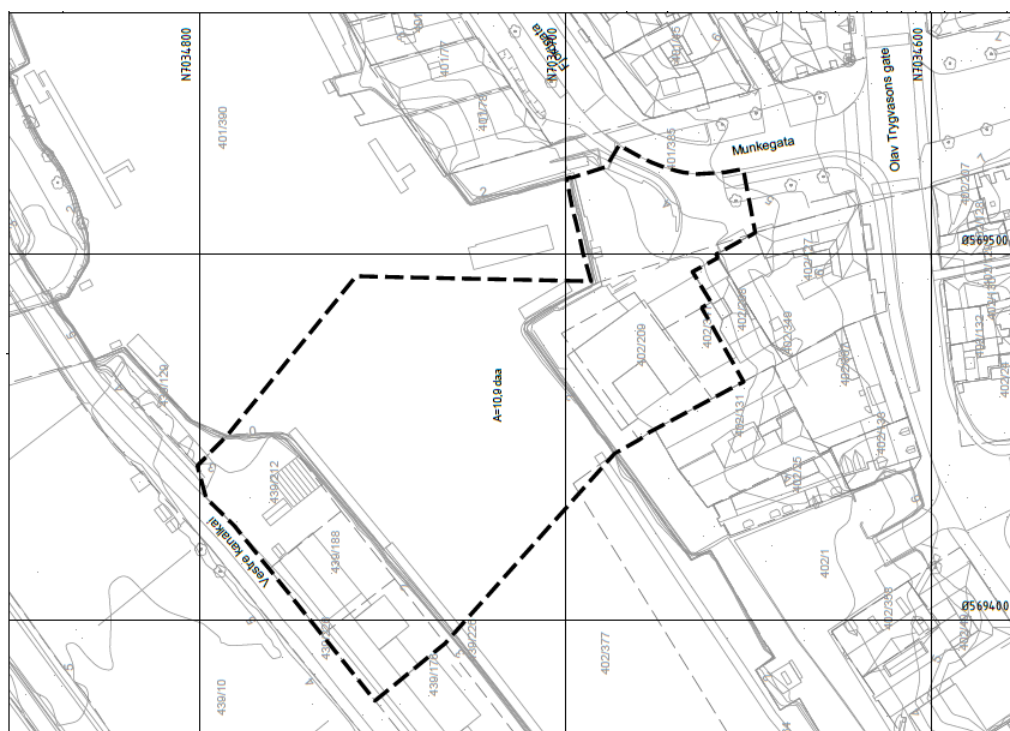
Den nye gang- og sykkelbrua skal binde sammen eksisterende gang- og sykkelruter og skape bedre tilgjengelighet mellom Ravnkloa og Vestre Kanalhavn. Trafikken gjennom Ravnkloa skal underordnes byrommets funksjon som oppholdssted og møteplass, slik at området fremstår som et attraktivt og trygt byrom.

Planområdet (Figur 1) omfatter dagens fiskehall med tilgrensede kaiareal og avgrenses i vest og sør mot tilliggende bryggebebyggelse. Byrommet rundt den nye fiskehallen skal tilrettelegges for opphold og gang- og sykkeltrafikk. Deler av byrommet i forlengelsen av Munkegata tas med for å sikre sammenheng i gang- og sykkelssystemet tilknyttet ny bru. Ny gang- og sykkelbru er plassert på vestsiden av Ravnkloaløpet, vinkelrett på kanalen (Figur 2 og Figur 3). Brua skal ha en åpningsfunksjon som ivaretar seilingsløpet i kanalen (Figur 7). Valg av åpningsmekanisme skal utredes i planprosessen. Foreløpig planskisse viser gang- og sykkelbru med bredde på ca. 5,5 meter (Figur 8).

På Vestre Kanalhavn avgrenses planområdet ca. 25 meter inn på kaia. Gang- og sykkelforbindelsen forutsettes koblet til eksisterende gatenett i påvente av planlagt omregulering av Vestre Kanalhavn.

Analysen for kanalen er gjennomført med følgende inndeling av analyseobjektet:

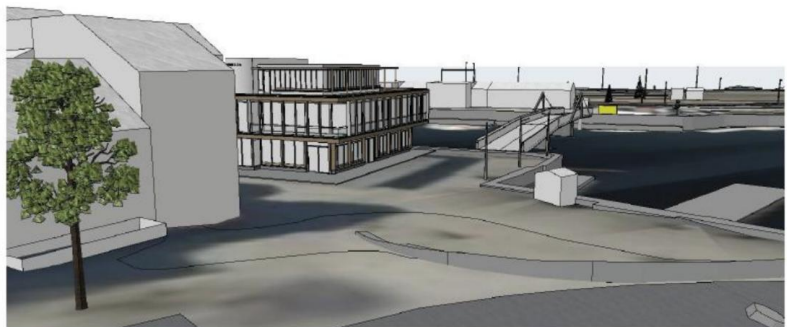
1. Gang- og sykkelbru: Selve brua med tekniske systemer
2. Selingsløp og manøvreringsområde: Kanalen under og rundt brua



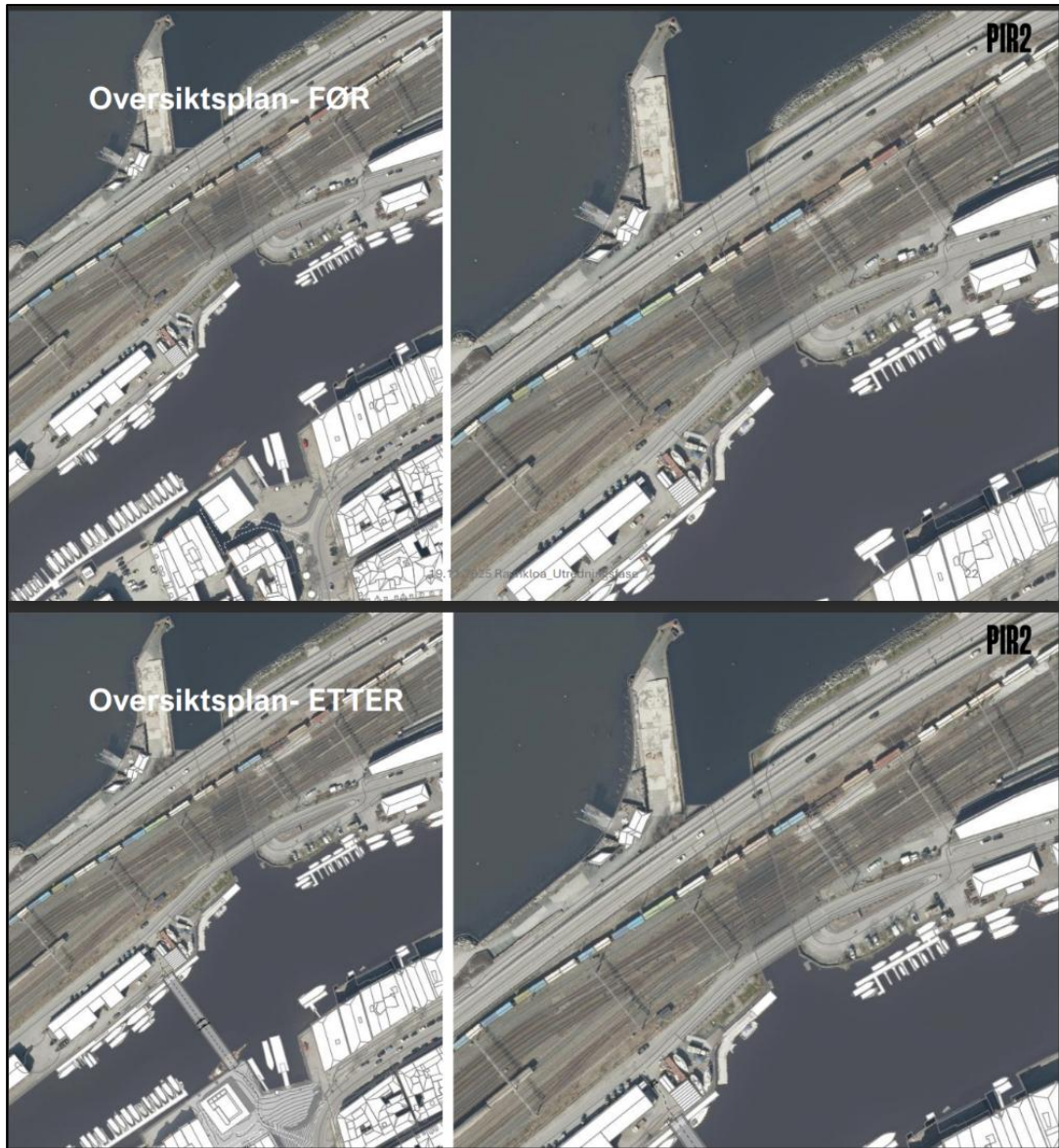
Figur 1 - Planområdet (nord er mot venstre på figuren)



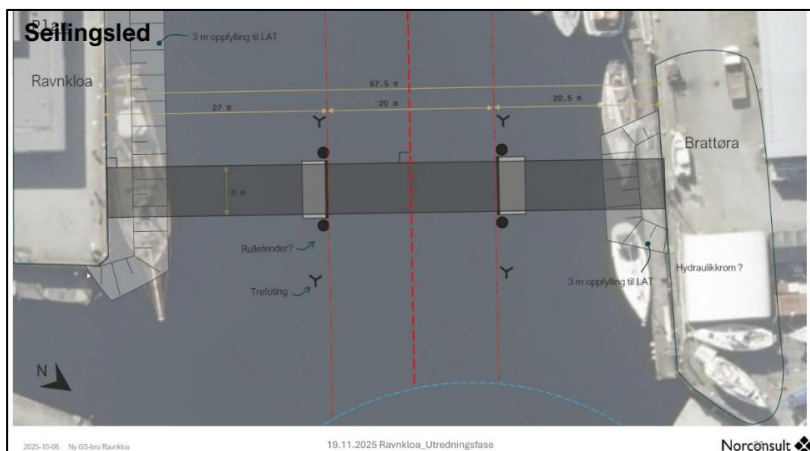
Figur 2 - Skisse av ny fiskehall og gang- og sykkelbru



Figur 3 - Skisse ny fiskehall og gang- og sykkelbru ovenfra og fra Ravnkloa



Figur 4 - Oversiktsplan før og etter

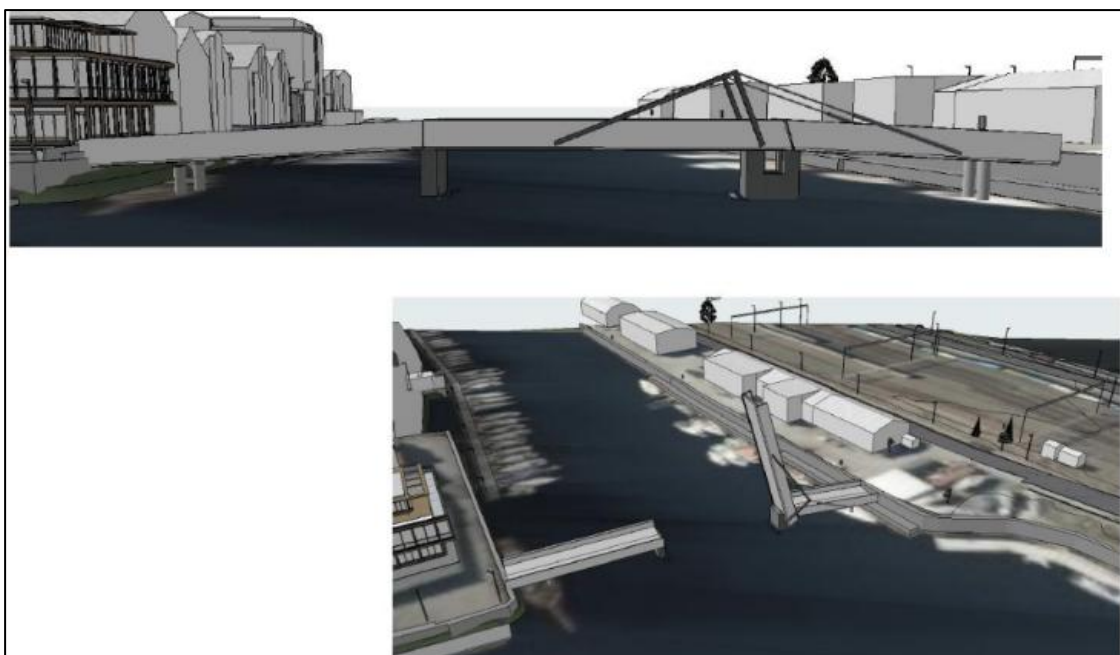


Figur 5 - Seilingsled

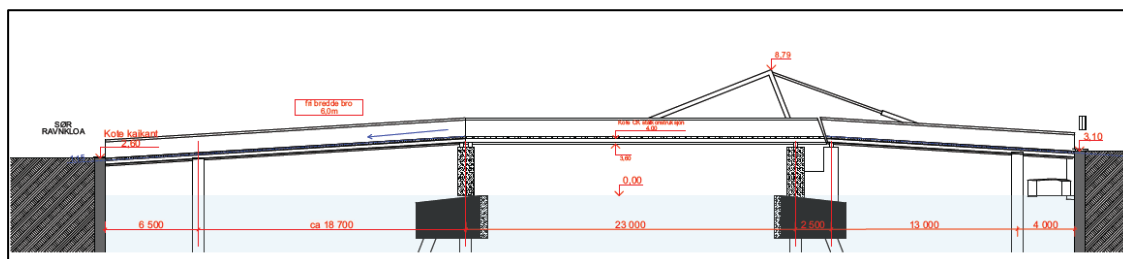


Figur 6 - Situasjonsplan før og etter

Ny gang- og sykkelbru plasseres på vestsiden av Ravnkloaløpet, vinkelrett på Kanalen (figur 3 og figur 5). Brua har en enkel, stram og bymessig utforming som er underordnet kanalen som byrom. Kort bru vil gi lavt materialforbruk, og særlig lavt forbruk av stål, vil ha en positiv innvirkning på klimagassfotavtrykket. Brua blir utformet som ei lav bru, med åpningsmulighet for større båter, og skal ikke komme i konflikt med manøvreringsareal i sjøen eller fortsatt prøvedrift av autonom ferge. Figur 7 og Figur 8 viser hvordan bruene er utformet.

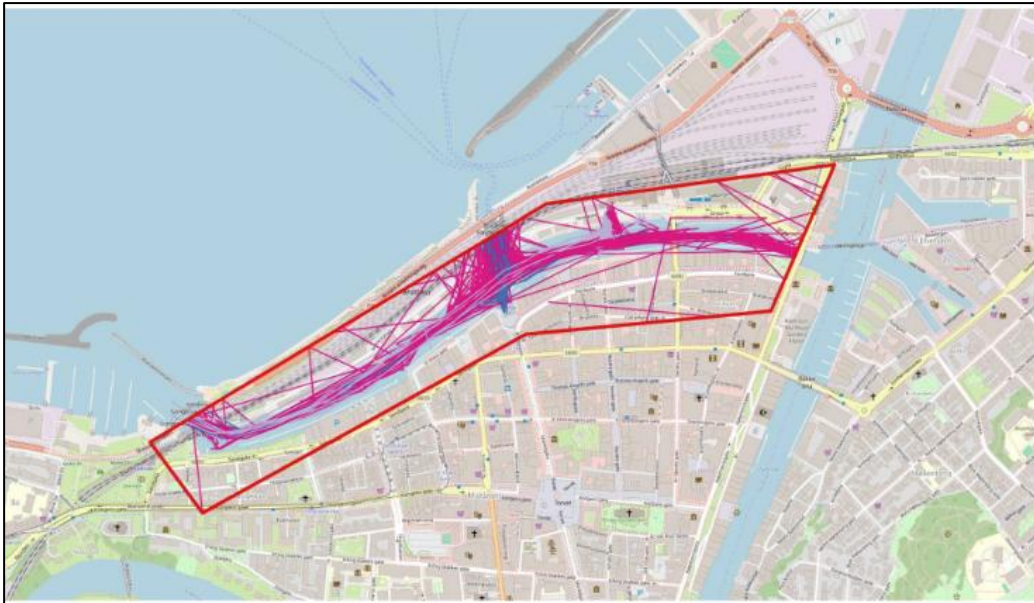


Figur 7 - Utforming gang- og sykkelbru sett fra kanalen

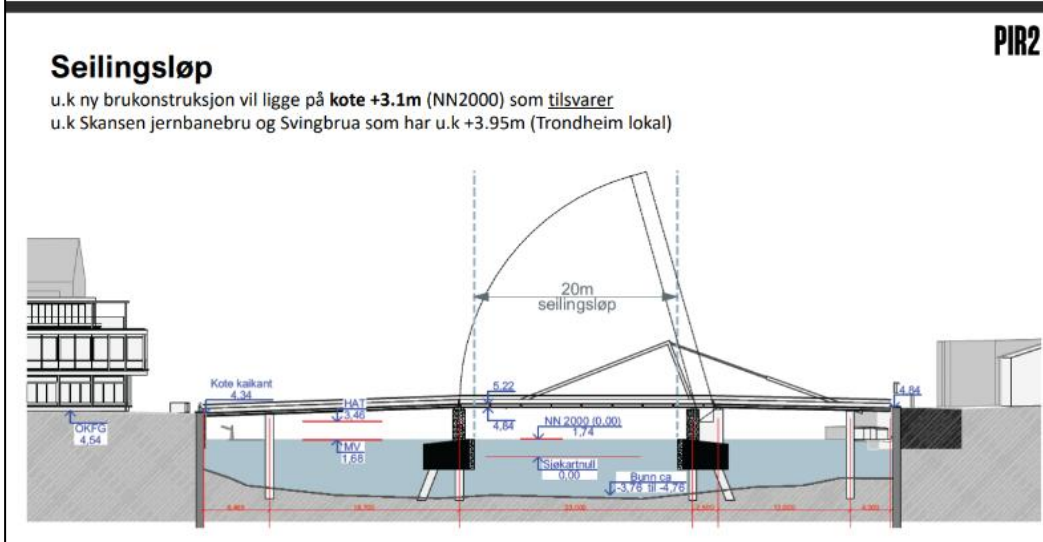
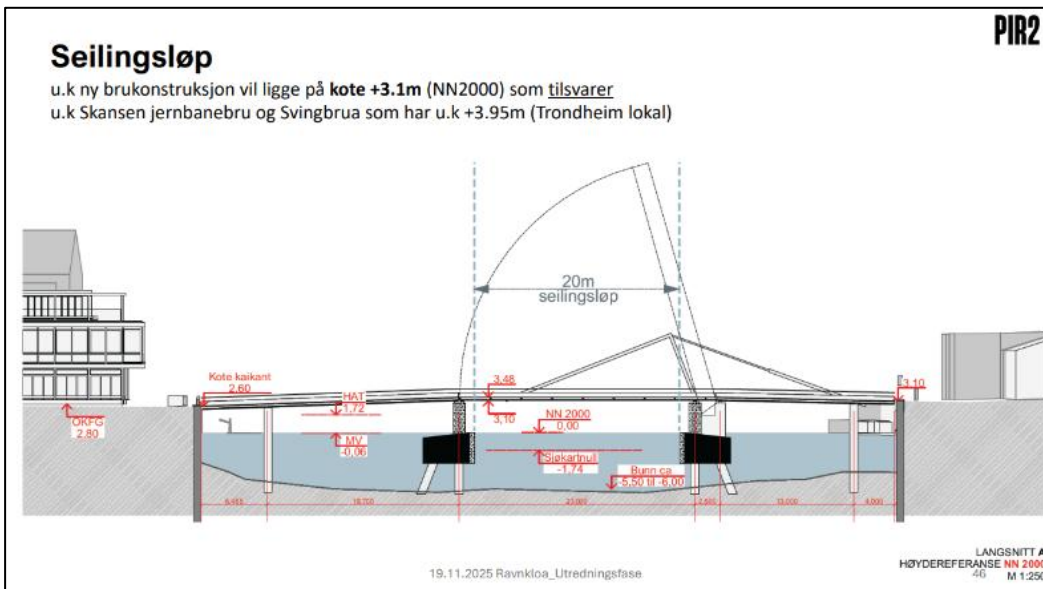


Figur 8 - Skisse utforming gang- og sykkelbru

Det er båttrafikk i kanalen (figur 9). Utfordringen er særlig knyttet til større veteranfartøyer med liten manøvreringsevne. Sikkerhet knyttet til påkjørsel er en viktig faktor som må ivaretas. I planprogrammet er det beskrevet at det er en generell utfordring knyttet til driften av åpningsbruene i Kanalen mht. koordinert åpning, åpningsreglement, driftssikkerhet og vedlikehold. Ny bru vil komme til å påvirke båttrafikken i kanalen. Åpningstider og gjennomfart av fartøy i kanalen må samordnes mellom Svingbrua, Skansen jernbanebru og gangsykkelbru Ravnkloa. Rutiner for samordning vil variere avhengig av fartøyenes størrelse. Store fartøy må trafikkere kanalen uten motgående trafikk som i dag. Seilingsløpet opprettholdes, og båttrafikken skal sikres tilstrekkelig manøvreringsareal (Figur 10).



Figur 9 - Båttrafikk i kanalen



Figur 10 - Seilingsløp

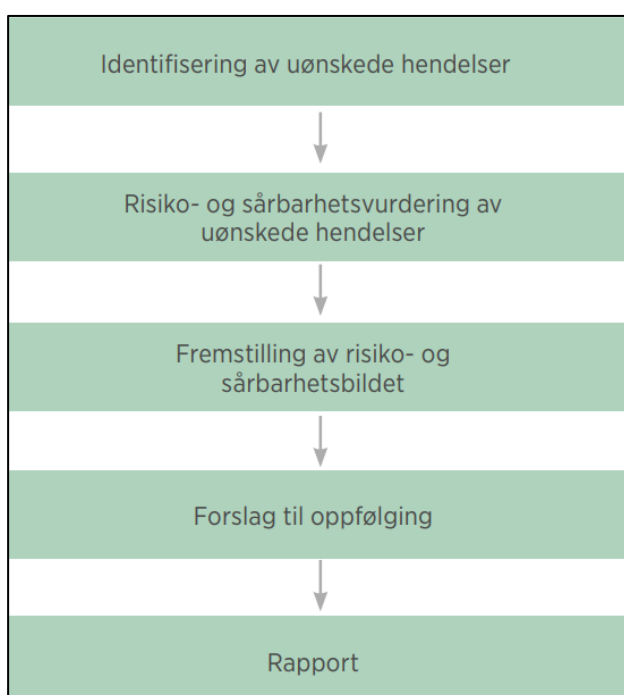
### 3 Metode

ROS-analysen er gjennomført i samsvar med DSBs veileder for samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging, med krav om at klimatilpasning inngår i alle ROS-analyser (jf. Temaplan for klimatilpasning 2021–2025). Analysen bygger på Safetecs metodikk for risikostyring, basert på:

- NS-ISO 31000:2018 Risikostyring – Prinsipper og retningslinjer
- NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger (både for utilsiktede og tilsiktede hendelser).

#### 3.1 Metodikk for overordnet ROS-analyse

Selve gjennomføringen av ROS-analysen kan deles inn i fem trinn, som skissert i Figur 11:



Figur 11 - Trinn i ROS-analysen

Målet med risiko og sårbarhetsanalysen (ROS-analyse) er å etablere en oppdatert oversikt over risikoer og trusler knyttet til den nye gang- og sykkelbrua på Ravnkloa, vurdere sårbarheten, samt foreslå risikoreducerende tiltak.

Målet med arbeidsmøtet er å gi innspill til hvilke uønskede hendelser som er aktuelle for analyseobjektet.

Denne ROS-analysen fokuserer i større grad på konsekvens enn på sannsynlighet og frekvens. Årsaken er at det gir større bruksverdi å kjenne til konsekvensbildet enn å bruke mye ressurser på å kartlegge hvor ofte en hendelse vil kunne inntreffe, når fastsettelsen av sannsynlighet likevel er forbundet med stor usikkerhet. Resultatet vil fortsatt gi et godt oversiktsbilde og identifisere tiltak og barrierer på overordnet nivå, angi utfordrende områder som bør analyseres mer detaljert, i tillegg til å synliggjøre hvilke typer hendelser man eventuelt bør etablere en beredskap for.

### 3.1.1 Konsekvens- og sannsynlighetskategorier

Konsekvenskategoriene som er benyttet for de ulike konsekvenstypene i analysen er gitt i Tabell 2. Målet med å etablere konsekvenskategorier er å skille de ulike uønskede hendelsene fra hverandre når det gjelder alvorlighetsgrad slik at det kan gi underlag for prioritering.

Merk: Det er konsekvenskategorien **liv og helse** som har hovedfokus i risikovurderingen.

Tabell 2- Konsekvenskategorier

Kategori	Liv og helse	Kritiske operasjoner	Materielle skader
Lav (K1)	Moderat skade for en eller noen få personer, uten varige helseskader eller tap av livskvalitet.	Kvalitetsforringelse. Noen tjenester kan ikke utføres innen akseptabelt tidsrom, uten at det truer liv og helse.	0 – 0,1 MNOK
Moderat (K2)	Alvorlig skade for en eller noen få personer som kan gi varige helseskader eller tap av livskvalitet.	Tjenesten blir utført, men med betydelig svekket kvalitet. Liv og helse kan være i fare.	0.1 - 1 MNOK
Alvorlig (K3)	Livstruende skade for en gruppe personer som vil gi varige helseskader eller tap av livskvalitet.	Alvorlig svikt eller stans i en eller flere lovpålagte eller kritiske tjenester.	1 - 10 MNOK
Svært alvorlig (K4)	Ett eller flere dødsfall.	Gangbrua kan ikke utføre sin funksjon innenfor enkelte eller flere områder.	> 10 MNOK

Sannsynlighetskategoriene som er benyttet i analysen er gitt i Tabell 3. Målet med å etablere sannsynlighetskategorier er å skille de ulike uønskede hendelsene fra hverandre for å få en spredning i risiko- og sårbarhetsbildet som igjen kan gi underlag for prioriteringer.

Tabell 3 - Sannsynlighetskategorier

Kategori	Beskrivelse
Lav sannsynlighet (S1)	Antas å forekomme sjeldnere enn hvert femte år
Moderat sannsynlighet (S2)	Antas å forekomme i løpet av en femårsperiode
Høy sannsynlighet (S3)	Antas å forekomme årlig
Svært høy sannsynlighet (S4)	Antas å forekomme månedlig

Konsekvens- og sannsynlighetskategoriene ble omforent med prosjektgruppen i arbeidsmøtet.

### 3.1.2 Risikomatrise

Risikoen uttrykkes ved sannsynligheten for, og konsekvensene av, uønskede hendelser. Det kan være hensiktsmessig å sette ulike hendelser inn i en risikomatrise for en sammenligning av hendelsene, som utgangspunkt for prioritering av oppfølgingstiltak. En slik risikomatrise er vist i Tabell 4. Slike risikomatriser kan utarbeides for hver konsekvenskategori dersom det ikke er hensiktsmessig å ha felles sannsynlighet- og konsekvensklasser for alle konsekvenskategoriene

Tabell 4 - Risikomatrise

		Konsekvens			
		Lav	Moderat	Alvorlig	Svært alvorlig
Sannsynlighet	Meget høy				
	Høy				
	Moderat				
	Lav				

Begrepene *risiko* og *sårbarhet* er begge knyttet til effekter av uønskede hendelser. Sårbarhet er imidlertid mer fokusert mot et system eller et objekt og dets evne til å fylle sin funksjon når det blir utsatt for uønskede hendelser. Kort sagt setter risikoanalyser søkelys på skader som et system blir utsatt for mens sårbarhetsanalyser vektlegger overlevelsessevnen til systemet. Dette medfører at sårbarhet er et mer omfattende begrep enn risiko fordi det også inkluderer vurderinger av normalisering etter at en uønsket hendelse har inntrådt.

### 3.1.3 Sårbarhetsvurdering

Begrepene *risiko* og *sårbarhet* er begge knyttet til effekter av uønskede hendelser. Sårbarhet er imidlertid mer fokusert mot et system eller et objekt og dets evne til å fylle sin funksjon når det blir utsatt for uønskede hendelser. Kort sagt setter risikoanalyser søkelys på skader som et system blir utsatt for mens sårbarhetsanalyser vektlegger overlevelsessevnen til systemet. Dette medfører at sårbarhet er et mer omfattende begrep enn risiko fordi det også inkluderer vurderinger av normalisering etter at en uønsket hendelse har inntrådt.

### 3.1.4 Arbeidsmøte

Av praktiske årsaker ble det avholdt to separate arbeidsmøter for leveransen den 19. november 2025, ett møte (arbeidsmøte 1) med tema «Ravnkloa» og ett møte (arbeidsmøte 2) med tema «bru over kanalen». Deltakerne i arbeidsmøtene er vist i Tabell 5:

Tabell 5: Deltakere i arbeidsmøtene

Navn	Organisasjon	Ravnkloa	Bru over Kanalen
Birgitte Nilsson	Asplan Viak	x	(x)
Frida Elisa Graneng	Trondheim Bydrift	x	x
Dag Denstad	Rambøll	x	
Tonje Westad	Politiet	x	
Robert Lervik	Norconsult	x	
Jon Martin Støver Hofstad	DMR	x	
Jørgen Øverli	Rambøll	x	
Espen Solli	EC Dahls Eiendom	x	x
Maryann Tvenning	Pir2	x	x
Per Skjæveland	Pir2	x	x
Lars Fredrik Skau	DMR	x	x
Arne Lothe	Norconsult		x
Arne Værnes	Norconsult		x
Bjørn Horsgård	Trondheim Havn		x
Martin Hassel	Safetec		x
Øystein Skogvang	Safetec	x	x
Camilla Berge Jacobsen	Safetec	x	x

## 4 Vurdering av risiko

### 4.1 Uønskede hendelser – fareidentifisering

Resultatene fra arbeidsmøtene er sammenfattet til 14 uønskede hendelser, oppsummert i Tabell 6. De uønskede hendelsene gjenspeiler innspill fra arbeidsmøtet. Safetec har i tillegg gjennomført selvstendige vurderinger både på generelt grunnlag og på bakgrunn av de ulike innspillene fra arbeidsmøtet og bearbeidet disse basert på systembeskrivelser, befaring og underlagsdata.

Analysen er gjennomført med følgende inndeling av analyseobjektet:

1. Gang- og sykkelbru: Selve brua med tekniske systemer
2. Selingsløp og manøvreringsområde: Kanalen under og rundt brua

Hovedområder for fareidentifisering (hentet fra planprogram):

- Naturfare (stormflo, havnivåstigning og grunnforhold)
- Tilgjengelighet (nødetater)
- Samfunnsviktige objekter og virksomheter
- Trafikksikkerhet
- Fare i omgivelser og miljøfarer / miljøskader
- Sikkerhet for trafikanter på bru
- Sikkerhet for trafikanter i kanalen
- Kraner og løft i nærheten av jernbane
- Kraner og løft i nærheten av båter

Sikkerhet for personer som befinner seg på land på hver side av brua er ikke vurdert i denne rapporten, men i egen rapport som dokumenterer resultatene fra arbeidsmøte 1 (med tema Ravnkloa, se Tabell 5).

Det er hendelser med konsekvenser for liv og helse som har hatt hovedfokus.

Tabell 6: Identifiserte uønskede hendelser identifisert i arbeidsmøtet 19.11.2025.

ID	Uønsket hendelse	Beskrivelse
<b>Gang- og sykkelbru: Selve brua med tekniske systemer</b>		
R1	Personer på brua ved åpning/lukking	Risiko for at gående/syklende blir fanget på klaffen under åpning, med fare for alvorlig skade eller dødsfall.
R2	Tekniske feil ved åpningsmekanisme	Klaffen stopper i åpen eller lukket posisjon, eller faller utilsiktet ned.
R3	Strømbrydd eller systemsvikt	Svikt i styringssystem for klaffebru kan føre til farlige situasjoner for både trafikanter og båter.
R4	Fall i kanalen fra brua	Gående, barn eller berusede personer faller i vannet fra brua (fall fra brua er vurdert i den andre risikovurderingen, se omfang og avgrensninger i kapittel 1 og kapittel 3.1.4).
R5	Gjenstander/objekter kastes eller mistes fra brua og ned i kanalen	Risiko for at gjenstander/objekter treffer båter eller personer
R6	Fare for kvikkleireskred	Området ligger innenfor "aktsomhetsområde for kvikkleireskred».
<b>Seilingsløp og manøvreringsområde: Kanalen under og rundt brua</b>		
R7	Påseiling av brua	Manglende sikring mot båter som kan treffe og skade brua
R8	Drivende objekter i kanalen	Båter eller andre objekter kan kollidere med brua eller båter.
R9	Maskinhavari på fartøy	Båt mister styring og driver mot brua, med fare for kollisjon.
R10	Opphopning av båter ved venting	Flere fartøy som venter på åpning, kan skape kaotiske situasjoner og kollisjonsfare.
R11	Oppvirvling av forurenset havbunn	Oppvirvling av forurenset havbunn er en uønsket hendelse som er aktuell i anleggsfasen og ikke relevant for denne ROS-analysen.
R12	Skade på kritisk infrastruktur	Fiberkabel eller fjernvarmeledning skades under arbeid eller drift.
R13	Ekstremvær og stormflo	Høy vannstand og bølger fører til oversvømmelse eller fare for personer på brua og båter i kanalen.
R14	Påkjørsel av person i vannet	Dette kan oppstå dersom en person faller i kanalen og blir truffet av et fartøy som passerer under brua eller manøvrerer i området. Ikke særegent for Ravnkloa
R15	Sammenstøt mellom fartøy og bru	Kanalen har begrenset manøvreringsrom, og flere fartøy kan måtte holde posisjonen i påvente av bruåpning. Dette kan øke risikoen for sammenstøt mellom fartøy, eller fartøy og bru, og kan være ekstra krevende for fartøy for båter med dårlig manøvreringsevne (veteranfartøy).
R16	Risiko for forurensning av kanalen	Risiko for forurensning av kanalen med hydraulikkolje ved slangebrudd eller lignende.

## 4.2 Risikovurdering

Resultatene fra risikovurderingen gir et oversiktsbilde av hvilke hendelser som har størst betydning for liv og helse, materielle verdier og kritiske funksjoner. For de identifiserte hendelsene er dette oppsummert i Tabell 8, som gir en mer detaljert vurdering av hver hendelse med konsekvens (K), sannsynlighet (S), beregnet risiko og forslag til tiltak. Tiltakene er basert på innspill fra arbeidsmøtet og Safetecs egne vurderinger.

Det er følgende hendelser som er vurdert å ha størst risiko (hvor konsekvensen er gitt noe større vekt enn sannsynligheten for de hendelsene med svært alvorlig konsekvens, selv om sannsynligheten er liten):

- R1 Personer på brua under åpning/lukking
- R14 Påkjørsel av person i vannet
- R15 Sammenstøt mellom fartøy og bru
- R2 Tekniske feil ved åpningsmekanisme
- R4 Fall i kanalen fra brua

Tabell 7 - Risikovurdering av hendelser (K=konsekvens, S=sannsynlighet, risiko = K x S)

ID	Uønsket hendelse	K	S	Risiko	Risikovurdering og forslag til tiltak
Gang- og sykkelbru: Selve brua med tekniske systemer					
R1	Personer på brua under åpning/lukking	K4	S1	4	Konsekvensen vurderes som svært alvorlig (K4) fordi hendelsen kan medføre dødsfall. Sannsynligheten er lav gitt at hendelsen kan oppstå dersom rutiner svikter. Tiltak som bommer, varsling med lyd/lys og kameraovervåking reduserer sannsynligheten betydelig.
R2	Tekniske feil ved åpningsmekanisme	K2	S2	4	Konsekvensen er alvorlig da feil kan føre til skade på personer eller konstruksjon. Risikoen for at dette skjer er vurdert til moderat. Tiltak: Back-up system, regelmessig vedlikehold og beredskapsplan.
R3	Strømbrydd eller systemsvikt	K2	S2	4	Konsekvensen er moderat fordi det primært gir driftsstans og potensielt farlige situasjoner for båter. Risikoen er vurdert til moderat. Tiltak: Back-up-system, mulighet for manuell styring og rutiner for nødåpning.
R4	Fall i kanalen fra brua	K3	S1	3	Konsekvensen er alvorlig med fare for drukning. Risikoen for at dette skjer er vurdert til lav. Tiltak: rekkverk, belysning og tilgjengelig redningsutstyr.
R5	Gjenstander/objekter kastes eller mistes fra brua og ned i kanalen	K2	S1	2	Fallende gjenstander/objekter kan treffe personer/båter i kanalen. Denne hendelsen har lav risiko og regnes ikke som særegen for gang-/sykkelbrua i Ravnkloa.
R6	Fare for kvikkleireskred	K4	-	-	Området ligger innenfor "aktsomhetsområde for kvikkleireskred». Grunnundersøkelser viser at det ikke er leire eller kvikkleire i grunnen. Sannsynligheten for at det skal skje er neglisjerbar. Risikoen bør håndteres i prosjektering og vurderes ikke aktuell for driftsfasen.
Seilingsløp og manøvreringsområde: Kanalen under og rundt brua					
R7	Påseiling bru	K2	S2	4	Kanalen har begrenset manøvreringsrom, men risikoen for påseiling bru vurdert til lav. Tiltak kan være koordinering av åpningstider og informasjonssystem for båtførere.
R8	Drivende objekter i kanalen	K1	S2	1	Risikoen for at drivende objekter i kanalen er vurdert til lav.
R9	Maskinhavari på fartøy	K3	S1	3	Konsekvensen er alvorlig ved kollisjon, men sannsynlighet er lav. Risikoen vurderes er moderat. Tiltak: beredskapsplan og slepebåt tilgjengelig.

ID	Uønsket hendelse	K	S	Risiko	Risikovurdering og forslag til tiltak
R10	Opphopning av båter ved venting	K1	S2	2	At det kan hope seg opp båter som venter på at bru skal åpne er en hendelse som kan skje, men ikke veldig ofte, i tillegg er konsekvensen vurdert til å være lav. Dette vil håndteres i rutiner for trafikkavvikling i kanalen.
R11	Oppvirvling av forurenset havbunn	K2	S1	2	Sannsynligheten for oppvirvling av forurenset havbunn i driftsfasen, vurderes til å være lav. Det er stor fri dybde, også for de største fartøyene, og det er strenge regler for oppankring.
R12	Skade på kritisk infrastruktur	K3	S1	3	Risikoen for skade på kritisk infrastruktur er vurdert til moderat. Tiltak: kartlegging, skjerming og eventuell omlegging.
R13	Ekstremvær og stormflo	K2	S1	2	Brua vil være stengt ved ekstremvær, men risikoen for skader på konstruksjon og fare for personer i området må vurderes.
R14	Påkjørsel av person i vannet	K3	S1	3	Hendelsen er ikke særegen for Ravnkloaløpet og sannsynligheten for at det skjer er lav. Samlet sett vurderes risikoen for at dette skjer som lav.
R15	Sammenstøt mellom fartøy og bru	K3	S2	6	Hendelsen er ikke særegen for Ravnkloaløpet. Risikoen for sammenstøt vurderes til moderat, spesielt i perioder med stor trafikk og opphopning av båter som venter på åpning. Tiltak inkluderer koordinering av åpningstider mellom bruene, trafikkregulering, informasjonssystem for båtførere og beredskapsplan med slepebåt tilgjengelig for havari. Tiltak kan være koordinering av åpningstider og informasjonssystem for båtførere.
R16	Risiko for forurensning av kanalen	K2	S2	4	Risikoen for forurensning av kanalen med hydraulikkolje ved slangebrudd eller lignende vurderes til moderat. Tiltak: Beredskapsplan for hydraulikkoljelekkasje og rutiner for inspeksjon av slanger og hydraulikksystem.

## 5 Risikoreduserende tiltak

Safetec har i etterkant av analyse møtene etablert en oversikt over forslag til risikoreduserende tiltak som kan vurderes for gang- og sykkelbru ved Ravnkloa.

Tiltakene er listet uavhengig av scenario, da flere av dem er relevante for flere uønskede hendelser.

Generelle risikohåndteringstiltak (fra planprogrammet):

- Flom- og skredsikringstiltak
- Skjerming og innbygging av tekniske installasjoner
- Heving av bru/kai for å redusere risiko ved stormflo.
- Angi særskilte drifts- og vedlikeholdstiltak, samt beredskapsplaner
- Tilrettelegging av anleggsområdet for å unngå miljøforurensing i anleggsfasen

Tiltak for gang- og sykkelbru:

1. Fysiske barrierer og bommer minst 10 meter fra klaff for å hindre ferdsel under åpning/lukking.
2. Varslingssystem med lyd og lys ved åpning/lukking av brua.
3. Kameraovervåking for å sikre at brua er fri for personer før åpning.
4. Redundans i styringssystem og nødprosedyrer for klaffemekanisme.
5. Back-up for å sikre drift ved strømbrydd.
6. Redningsutstyr (livbøyer, stiger) plassert strategisk langs brua og kaiområdet.
7. Design som hindrer plassering av løse gjenstander på bru.

Tiltak for seilingsløp og manøvreringsområde:

1. Koordinering av åpningstider mellom gangbru, Skansen jernbanebru og Svingbrua.
2. Etablere informasjonssystem for båtførere om åpningstider og trafikkavvikling.
3. Plan for å kunne gjøre en inspeksjon av tekniske installasjoner og brukonstruksjon i etterkant av sammenstøt med sjøgående objekt.
4. Kartlegging og skjerming av kritisk infrastruktur.
5. Metodevalg som begrenser oppvirvling av forurenset sjøbunn og visuell inspeksjon under arbeid.
6. Stenging av brua ved stormflo og tydelig varsling til publikum.

## 6 Oppsummering – konklusjon og anbefalinger

ROS-analysen for gang- og sykkelbru over Kanalen ved Ravnkloa er gjennomført i samsvar med gjeldende krav og veiledere (DSB, Statens vegvesen V712 og N400). Analysen har identifisert 16 uønskede hendelser knyttet til ferdigstilt konstruksjon og normal drift av brua, inkludert grensesnitt mot ny fiskehall og seilingsløpet i kanalen.

Det er ingen hendelser er vurdert med svært høy risiko (risikotall >9).

**Hendelser med høyeste prioritet** (hvor de tre første er hendelsene med de mest alvorlige konsekvensene) er listet opp under:

- R1 Personer på brua under åpning/lukking
- R14 Påkjørsel av person i vannet
- R15 Sammenstøt mellom fartøy og bru
- R2 Tekniske feil ved åpningsmekanisme
- R4 Fall i kanalen fra brua

Ved feil på mekanismene som skal sørge for heving og senking av klaffen så vil dette potensielt kunne medføre at funksjonen med åpning og lukking ikke kan utføres som tiltenkt. Dette representerer en sårbarhet som kan gi betydelig svikt i bruas funksjon, med konsekvenser for både gående, syklende og båttrafikk. Hendelsen medfører ikke direkte fare for liv og helse, men påvirker fremkommelighet og beredskap.

## 7 Referanseliste

1. Norsk Standard; NS 5814, Krav til risikovurderinger, mai 2021
2. Norsk standard; NS-ISO 31000:2018 Risikostyring - Prinsipper og retningslinjer
3. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB); Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging, Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen, ISBN: 978-82-7768-421-5, 2017
4. Pir2 & Ravnkloa AS; Planprogram, detaljregulering med konsekvensutredning, Ny fiskehall i Ravnkloa og gang- og sykkelbru over Kanalen, Trondheim Kommune, juni 2024
5. Statens vegvesen; Håndbok N400 Bruprosjektering, 2025
6. Statens vegvesens; Håndbok V721 Risikovurderinger i vegtrafikken; august 2021