



## BILAG 4

### FASTLANDSSAMBANDET SOTRA – BERGEN

Statens vegvesen Region vest

HOVEDRAPPORT

ROS-analyse

Dokument nr.: ST-03303-2

<b>Anlegg:</b> Fastlandssambandet Sotra – Bergen	<b>Tittel:</b> ROS-analyse
<b>Kunde:</b> Statens vegvesen Region vest	<b>Dokument nr.:</b> ST-03303-2
<b>Fil-referanse:</b> ST-03303-2_ROS-analyse Hovedrapport.docx	<b>Forfatter(e):</b> M. N. Fagerland B. I. Finseth

**Oppsummering:**

Safetec Nordic AS har bistått Statens vegvesen Region vest med gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyse av fastlandssambandet Sotra – Bergen. Resultatet skal inngå i kommunedelplanen. Analysen har hatt en kvalitativ tilnærming med fokus på identifisering av risikoforhold for de ulike alternativene for å kunne differensiere disse. Det er totalt identifisert 22 risikoforhold og uønskede hendelser.

I forhold til risikonivå med konsekvenser for mennesker samt samfunnsviktige funksjoner så viser ROS-analysen at prinsipp 1 totalt sett har et lavere risikonivå enn prinsipp 2, og innenfor prinsipp 1 er alternativene gitt følgende prioritering for strekningen Kolltveit – Liavatnet:

1. C101/C102 – C7/C9 – P101/P102
2. C101/C102 – C7/C9 – P103
3. C101/C102 – C7 – P101/P102
4. C101/C102 – C7 – P103

<b>Nøkkelord:</b>  ROS-analyse Fastlandssambandet Sotra – Bergen Veg Tunnel Sotrabrua	<b>Distribusjon:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset <input type="checkbox"/> Fri distribusjon <input type="checkbox"/> Referanse tillatt <input type="checkbox"/> Intern  Referanse til deler/utdrag av denne rapporten som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.
---	--

Rev. nr.	Dato	Grunn for revisjon	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
1.0	2010-06-18	Sendt for kommentar	M. N. Fagerland, B. I. Finseth	V. Langeland	T. Dammen
2.0	2011-03-04	Videreført for utvidet planområde, for kommentarer	B. I. Finseth	T. Dammen	A. Engeset
3.0	2011-03-08	Endelig versjon	B. I. Finseth	T. Dammen	A. Engeset

SAFETEC NORDIC AS:		SAFETEC UK LTD:		AP SAFETEC SDN. BHD:	
Trondheim	+47 73 90 05 00	Aberdeen	+44 122 439 2100	Kuala Lumpur	+60 3 2161 9987
Oslo	+47 67 57 27 00	London	+44 203 301 5900		
Stavanger	+47 51 92 92 20				
Bergen	+47 55 55 10 90				
www.safetec.no			www.safetec-group.com		

## Innhold

1	INNLEDNING .....	1
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Målsetting .....	1
1.3	Forutsetninger og avgrensninger .....	1
1.4	Organisering av arbeidet .....	2
2	SYSTEMBESKRIVELSE .....	4
2.1	Prinsipp 1 .....	4
2.1.1	Delplan 1: Kolltveit – Storavatnet .....	4
2.1.2	Delplan 2: Storavatnet – Liavatnet .....	5
2.2	Prinsipp 2 .....	5
3	METODE .....	7
3.1	ROS-analyse .....	7
3.2	Differensiering av sannsynlighet og konsekvens .....	7
3.3	Utarbeiding av risikomatrise .....	8
3.4	Vurdering av risiko .....	9
3.5	Identifisering av tiltak .....	9
4	IDENTIFIKASJON AV RISIKOFORHOLD OG UØNSKEDE HENDELSER .....	10
5	ANALYSERESULTATER .....	11
6	RISIKOVURDERINGER – SAMMENLIGNING AV ALTERNATIV .....	14
6.1	Strekningen Kolltveit – Arefjord, felles for prinsipp 1 og 2 .....	14
6.2	Strekningen Arefjord – Liavatnet, prinsipp 1 .....	14
6.2.1	Arefjord – Storavatnet .....	14
6.2.2	Storavatnet - Liavatnet .....	15
6.3	Strekningen Arefjord – Liavatnet, prinsipp 2 .....	15
6.4	Sammenligning av prinsipp 1 kontra prinsipp 2 .....	16
7	SÅRBARHETSVURDERINGER .....	17
7.1	Tunnel .....	17
7.2	Bru .....	17
7.3	Overganger mellom vegelement .....	18
7.4	Miljø .....	18
7.4.1	Ytre miljø .....	18
7.4.2	Lokalmiljø .....	18
7.4.3	Klimatiske forhold .....	18
7.5	Regularitet .....	18
7.6	Samfunnssikkerhet .....	19
7.6.1	Transport av farlig gods .....	19
7.6.2	Beredskap .....	19
8	KRYSS I TUNNEL .....	20
9	KONKLUSJON .....	21
10	REFERANSER .....	23

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn

Statens vegvesen (SVV) arbeider med planer for nytt fastlandsamband mellom Sotra og Bergen på strekningen mellom Kolltveit og Liavatnet. Hovedmålet for fastlandssambandet er å etablere et effektivt, robust og framtidsrettet transportsamband mellom Sotra og Bergen.

Det har vært utført konseptvalgutredning og kvalitetssikring i tidlig planfase (KS1) for prosjektet. I dette arbeidet ble det blant annet gjennomført en overordnet ROS-analyse for driftsfasen (Ref. 1) og for anleggsfasen (Ref. 2). Regjeringen avklarte i august 2009 at det bare skal arbeides videre med konsept med bruløsning mellom Sotra og Bergen i kommunedelplanen. Videre vedtok Bergen kommune den 22. mars 2010 at planområdet utvides til Liavatnet.

I arbeidet med kommunedelplanen er vegsambandet mellom Sotra og Bergen delt inn i to prinsipielt ulike løsninger som er vurdert i denne ROS-analysen:

1. Prinsipp 1: Planområdet Kolltveit – Liavatnet. Inndeling i to delplaner der delplan 1 omfatter Kolltveit – Storavatnet og delplan 2 omfatter Storavatnet – Liavatnet.
2. Prinsipp 2: Planområdet Kolltveit – Liavatnet. En plan.

Det utarbeides nå en kommunedelplan med konsekvensutredning som skal på ny høring før sluttbehandling i de berørte kommunene Fjell og Bergen. I denne forbindelse er det gjennomført en ROS-analyse av de aktuelle traséalternativene for strekningen. Safetec Nordic AS (Safetec) har bistått Statens vegvesen i gjennomføring av ROS-analysen for rv. 555 Fastlandssambandet Sotra – Bergen.

### 1.2 Målsetting

#### Hovedmål

Gjennomføre en ROS-analyse av for prinsipp 1 og 2 for Fastlandssambandet Sotra-Bergen. Dette innebærer å kartlegge potensielle farer knyttet til de ulike løsningene, vurdere risikoen, samt identifisere risikoreduserende tiltak.

#### Delmål

- ROS-analysen skal synliggjøre forskjellene mellom alternativene med hensyn på sikkerhet, og dokumentasjonen skal gi grunnlag for vurdering av alternativene.
- ROS-analysen skal dokumenteres slik at resultatene skal kunne brukes som dokumentasjon for søknad til Vegdirektoratet om fravikelse fra standard i forbindelse med kryss i fjell.

### 1.3 Forutsetninger og avgrensninger

I ROS-analysen inngår to ulike prinsipper, hvor begge har flere ulike alternativer innenfor enkelte parseller. Det har derfor vært nødvendig å avklare noen forutsetninger og avgrensninger:

- Analysen er overordnet, i samsvar med nivå i planprosessen (kommunedelplan).
- Det fokuseres på informasjon som differensierer de ulike konseptene og prinsippene for å kunne skille risiko ved de ulike alternativene.

- Analysen er avgrenset til sikkerhet for mennesker (liv og helse) og samfunnskritiske funksjoner.
- Analysen er avgrenset til permanent drift, og omfatter ikke anleggsfasen.
- Alle vegalternativene vil bli utformet etter normalprofil for 4-felts veg, to løps tunnel med profil T9,5 og maksimal stigning på 6 %.
- Aktiv trafikkstyring er mulig ved alle de ulike alternativene. Det er imidlertid ikke drøftet utfordringer med trafikkstyring i denne analysen.
- Sannsynlighets- og konsekvenskategorier og akseptkriterier er utarbeidet i samsvar med SVVs retningslinjer for risikoanalyse (Ref. 3, Ref. 4) og er akseptert av oppdragsgiver.

#### 1.4 Organisering av arbeidet

Det er gjennomført et oppstartsmøte og et avklaringsmøte i tillegg til tre arbeidsmøter.

Identifisering av risikoforhold og uønskede hendelser for vegalternativene er gjennomført i tre runder. Det ble først gjennomført en grovanalyse sammen med prosjektgruppen i SVV. Identifikasjon av uønskede hendelser ble gjennomført ved hjelp av idédugnad, der deltakerne bidro med å identifisere potensielle farer. Dette ble senere systematisert, og bidragene ble brukt som grunnlag for det videre arbeidet. ROS-analysen er gjennomført i to deler og det ble gjennomført et heldags arbeidsseminar den 31. mai 2010 for ytterligere fareidentifisering og vurdering av risiko for konsept F og konsept J. Deltakere i møter for den første delen av ROS-analysen er listet opp i Tabell 1-1.

Noen bidragsyttere var forhindret fra å delta på heldagsseminaret 31. mai 2010. Dette gjelder Bergen Brannvesen og Sotra Brannvern IKS, og det er innhentet informasjon og innspill fra Bergen Brannvesen i ettertid.

Tabell 1-1 Deltakere i møter for første del av ROS-analysen

DELTAKER	VIRKSOM- HET	FUNKSJON/ STILLING	OPPSTARTS- MØTE 10.05.10	GROV- ANALYSE 19.05.10	HELDAGS- SEMINAR 31.05.10
Lilly Mjelde	SVV	Planansvarlig	X	X	X
Terje Faanes	SVV	Prosjekt- medarbeider	X	X	X
Arild P. Søvik	SVV	Sikkerhets- kontrollør, tunnel	X	X	X
Magnus Natås	SVV	Prosjekteier	X		
Terje Totland	SVV	Seksjonssjef			X
Oddvar Sørensen	SVV	Sikkerhets- og tilsynsleder			X
Anders Jon Trefall	SVV	Byggeleder Drift og vedlikehold tunnel			X
Jonny Sjøstad	SVV	TS-revisor			X
Leiv Prestegård	Coast Center Base	Sikringsleder			X

DELTAKER	VIRKSOMHET	FUNKSJON/ STILLING	OPPSTARTS- MØTE 10.05.10	GROV- ANALYSE 19.05.10	HELDAGS- SEMINAR 31.05.10
Roy Erik Hansen	Fjell kommune	Tryggleiksløiar			X
Tor Helle	Bergen vest Politistasjon	Innsatsledelse/ orden			X
Bente-Irene Finseth	Safetec	Prosjektleder	X	X	X
Marian N. Fagerland	Safetec	Prosjekt- medarbeider	X	X	X

Utredninger av varianter innenfor de to hovedprinsippene for utvidet planområde pågikk høsten 2010, og det ble gjennomført et nytt heldags arbeidsseminar 30. november 2010 for vurdering av risiko for prinsipp 1 og 2. Deltakere i møter for den andre delen av ROS-analysen er listet opp i Tabell 1-2.

Tabell 1-2 Deltakere i møter for andre del av ROS-analysen

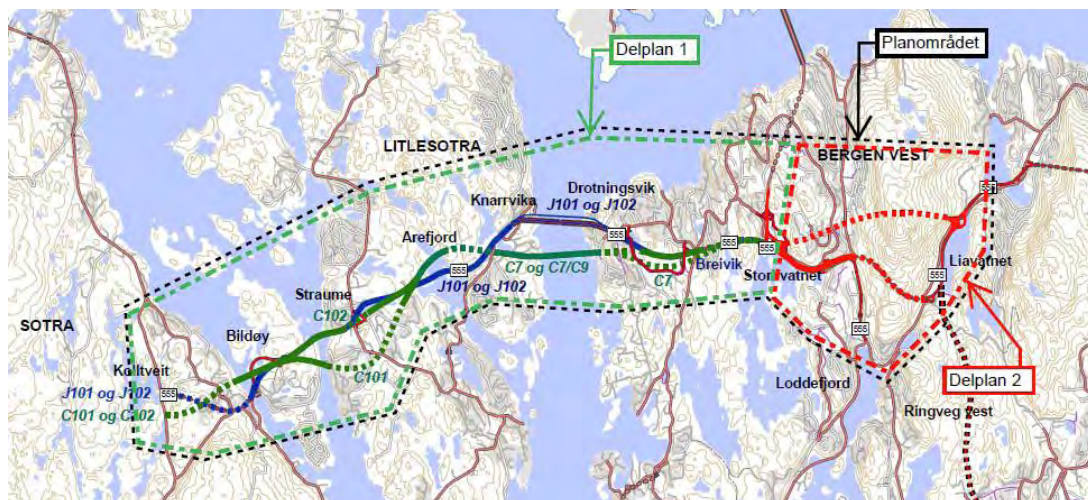
DELTAKER	VIRKSOMHET	FUNKSJON/ STILLING	AVKLARINGS- MØTE 11.11.10	HELDAGSSEMINAR 30.11.10
Lilly Mjelde	SVV	Planansvarlig	X	X
Terje Faanes	SVV	Prosjekt- medarbeider	X	X
Magnus Natås	SVV	Prosjekteier	X	
Tor Høyland	SVV	Senior Trafikk- sikkerhetssjef		X
Stein Kjellerød	Bergen Brannvesen	Brannmester		X
Dag Ivar Fjeldberg	Bergen Brannvesen	Ingeniør		X
Helge Stave	Politiet Sotra	Avdelingsleder		X
Morten Meibom	Bergen kommune	Beredskaps- direktør		X
Arve Meidell	Fylkesmannen	Fylkes- beredskapssjef		X
Inge Edvardsen	Fylkesmannen	Rådgiver		
Tor Helle	Bergen vest Politiet	Innsatsledelse/ orden		X
Bente-Irene Finseth	Safetec	Prosjektleder	X	X
Arleen Engeset	Safetec	Prosjekt- medarbeider		X

## 2 SYSTEMBESKRIVELSE

### 2.1 Prinsipp 1

Prinsipp 1: Planområdet Kolltveit – Liavatnet. Inndeling i to delplaner der delplan 1 omfatter Kolltveit – Storavatnet og delplan 2 omfatter Storavatnet – Liavatnet.

I prinsipp 1 kan planområdet Kolltveit – Liavatnet planlegges i to delplaner, se Figur 2.1. Oppdeling i to delplaner er begrunnet i en løsning med et entydig felles knutepunkt med kryss i dagsone ved Storavatnet både mellom hovedvegene mot Sotra, Askøy og Bergen, og mellom hovedvegene og lokalvegnettet. All av- og påkjøring både mellom hovedvegene og lokalvegnettet skjer i dagen.



Figur 2.1 Prinsipp 1 med to delplaner

Dette gir en totalløsning med svært stor fleksibilitet. Det er mulig å velge en løsning for strekningen mellom Kolltveit og Storavatnet uavhengig av valg av løsning på strekningen Storavatnet – Liavatnet. Oppdeling av planområdet Kolltveit – Liavatnet i to delplaner gjør det også mulig å skille både planlegging og gjennomføring i tid dersom det er ønskelig.

Planarbeidet kan deles opp i:

- Delplan 1: omfatter plan for løsning mellom kryss ved Kolltveit i Fjell kommune og nytt kryss i dagen med alle svingbevegelser ved Storavatnet i Bergen kommune i samsvar med avgjørelse i KS1.
- Delplan 2: omfatter plan for videre vegsamband mellom krysset ved Storavatnet fram til Liavatnet.

#### 2.1.1 Delplan 1: Kolltveit – Storavatnet

I delplan 1 er det 2 konsepter, konsept F og J, som er vurdert. Konsept F deles opp i to parseller, henholdsvis Kolltveit – Arefjord og Arefjord – Storavatnet.

##### Konsept F: Parsell Kolltveit – Arefjord

- C101, ny 4-felts veg med ny tunnel ved Kolltveit og tunnel forbi Straume. Ny bru over Bildøystraumen og Straumsundet.

- C102, ny 4-felts veg med ny tunnel ved Kolltveit og utvidelse av dagens rv. 555 over Bildøy til Arefjord. Miljøtunnel forbi Straume. Ny bru over Bildøystraumen, utvidelse av eksisterende bru over Straumsundet. Ny lokalveg mellom Bildøy og Litlesotra.

#### **Konsept F: Parsell Arefjord – Storavatnet**

Begge alternativene i konsept F har samme trasé på Sotrasiden og begge har ny 4 felts bru i dagens korridor for høyspentledning. Høyspentledningen forutsettes kablet (land og sjø).

- C7/C9, ny 4-felts veg med korte tunneler og dagsoner både på Sotrasiden og Bergenssiden. Benytter dagens trase på Bergenssiden. Utbedring av lokalvegsystemet.
- C7, ny 4-felts veg med korte tunnel og dagsoner på Sotrasida, og lang tunnel fra brufeste i Drotningvik til kryss ved Storavatnet på Bergensida. Løsningen har kryss i fjell ved Drotningvik.

#### **Konsept J: Hele strekningen Kolltveit – Storavatnet**

- J101, utvidelse av dagens veg til 4 felt med ny 2 felts bru like nord for dagens bru. Blandet trafikk.
- J102, utvidelse av dagens veg til 4 felt med ny 2 felts bru like nord for dagens bru. Kollektivtransport på to av feltene. Ingen utvidelse av vegkapasiteten.

### **2.1.2 Delplan 2: Storavatnet – Liavatnet**

I delplan 2 vil man kunne velge 3 alternativer fra Storavatnet til Liavatnet uavhengig av hvilket alternativ man velger i delplan 1.

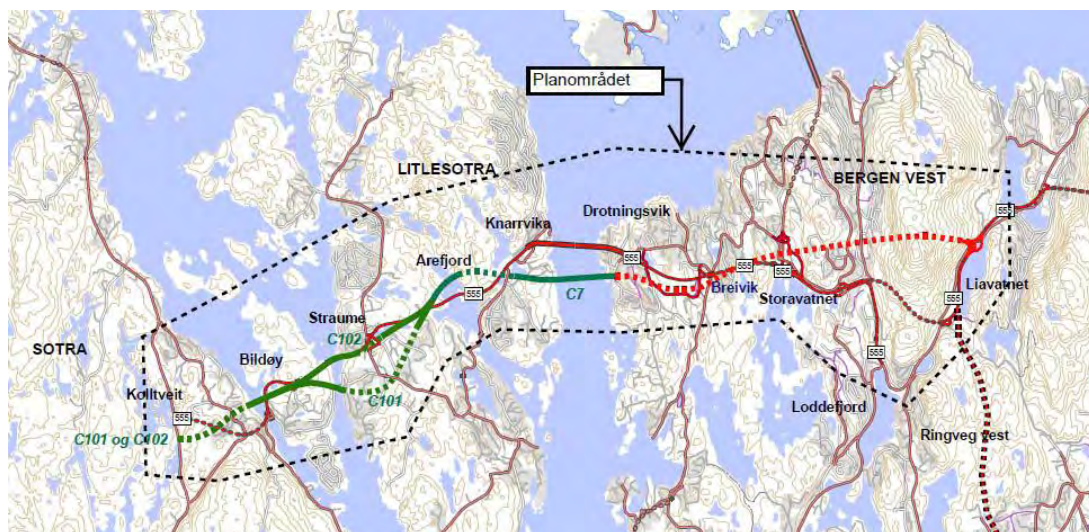
- P101, mindre tiltak på eksisterende vegnett Storavatnet – Liavatnet. Nytt kryss i dagen ved Storavatnet, mindre justeringer av eksisterende rv. 555 mellom kryssområdet Storavatnet og Lyderhorntunnelen.
- P102, utvidelse av eksisterende rv. 555 til 6 felt mellom Storavatnet og Liavatnet. Nytt kryss i dagen ved Storavatnet.
- P103, ny tunnel mellom kryss ved Storavatnet og nytt kryss ved Liavatnet. Ny to løps tunnel med 2 felt i hvert løp som kan benyttes av både Sotratrikikken og Askøytrafikken. Nytt kryss i dagen på fylling i Liavatnet, dagens Vestre innfartsåre blir avlastet og blir en del av lokalvegnettet.

## **2.2 Prinsipp 2**

Prinsipp 2: Planområdet Kolltveit – Liavatnet. En plan.

I prinsipp 2 blir løsningen mellom Sotra og Bergen vest med en ny lang tunnel (4,5 – 5 km) mellom Drotningvik og nytt kryss ved Liavatnet, se . Løsningen er begrunnet i Bergen bystyre sitt vedtak, som har sin bakgrunn i ønske om å redusere miljøulempene i Bergen vest mest mulig. Denne løsningen forutsetter derfor en ny hovedveg Sotra – Bergen går inn i tunnel så raskt som mulig etter brufestet på Bergenssiden og videre i tunnel helt frem til Liavatnet.





Figur 2.2 Prinsipp 2. En plan

#### Parsell Kolltveit – Arefjord:

Mellom Kolltveit og krysset i Arefjord er det mulig å velge alle alternativene i samsvar med beskrivelsen i avsnitt 2.1, uavhengig av løsningen videre mot Bergen.

#### Parsell Arefjord – Storavatnet – Liavatnet:

Den lange tunnelen er bare mulig som en videreføring av traseen fra Arefjord over ny bru og videre i lang tunnel frem til Liavatnet.

Bare alternativ C7 (se avsnitt 2.1) med kryss i Knarrvika i konsept F er aktuell løsning mellom Arefjord og Drotningstvik ved valg av prinsipp 2 siden prinsippet forutsetter tunnel fra brufeste i Drotningstvik til Liavatnet.

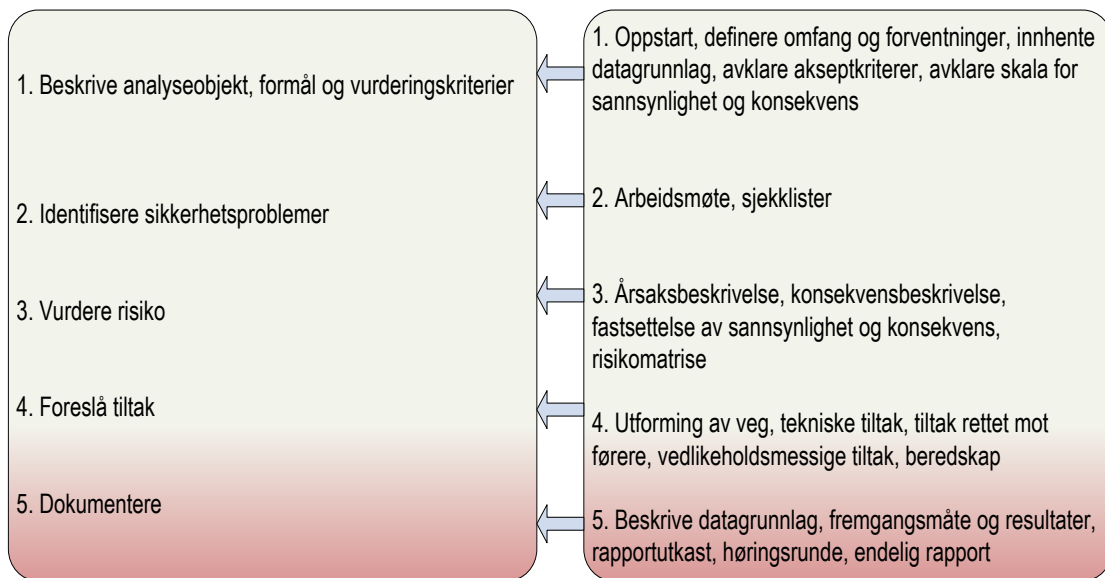
- Alternativ 2.1, lang tunnel uten tilknytning til krysset ved Storavatnet. Ny tunnel med to løp og to felt i hvert løp mellom Drotningstvik og Liavatnet. Kryss med ramper i fjell mot Bergen i Drotningstvik, gir stor resttrafikk på dagens rv. 555.
- Alternativ 2.2, lang tunnel Drotningstvik – Liavatnet med ramper fra kryss ved Storavatnet retning Sotra. Ny tunnel med to løp og to felt i hvert løp mellom Drotningstvik og Liavatnet med ramper i fjell mot Sotra. Ikke mulig å etablere kryss i Drotningstvik med ramper i retning Bergen.
- Alternativ 2.3, lang tunnel Drotningstvik – Liavatnet med ramper fra kryss ved Storavatnet retning Sotra og retning Bergen. Ny tunnel med to løp og to felt i hvert løp mellom Drotningstvik og Liavatnet med ramper i fjell med retning mot både Sotra og Bergen.

### 3 METODE

#### 3.1 ROS-analyse

Metodikken som legges til grunn for denne ROS-analysen er den som er beskrevet i Norsk standards Krav til risikovurdering (Ref. 5) og Håndbok 271 Risikovurderinger i vegtrafikken (Ref. 3). Dette er de samme prinsippene som for grovanalyse beskrevet i Veiledning for risikoanalyser av vegtunneler (Ref. 4). Sårbarhetsaspektet er implisitt i analysen, da med vekt på samfunnsviktige funksjoner.

ROS-analysen gjennomføres som en kvalitativ analyse og vurdering av risiko opp mot SVVs akseptkriterier. Metodikken for ROS-analyse består av følgende 5 trinn:



Figur 3.1 Stegene i en ROS-analyse.

#### 3.2 Differensiering av sannsynlighet og konsekvens

Risiko er en kombinasjon av sannsynligheten for at en fare skal inntreffe og konsekvensene dersom faren inntreffer. Vurderingene som gjøres i ROS-analysen bygger på en på forhåndsdefinert differensiering av sannsynlighetskategorier og konsekvenskategorier.

Følgende definisjoner gjelder:

*Risiko:*

*Uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for informasjon/objekter av verneverdig karakter. Risikoen uttrykkes ved sannsynligheten for, og konsekvensene av, de uønskede hendelsene (Ref. 5).*

*Sårbarhet:*

*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 intruffet (Ref.6).*

De uønskede hendelsene og risikoforholdene som ble identifisert i arbeidsmøtet ble kategorisert i forhold til sannsynlighet og konsekvens. Frekvensen angir en forventning om

hvor ofte, eller hvor sannsynlig det er at den enkelte hendelsen vil opptre. Der det ikke finnes tilgjengelig statistikk, har analysegruppen basert denne vurderingen på skjønn. Tabell 3-1 viser de sannsynlighetsklassene som er benyttet i analysen.

Tabell 3-1 Kategorisering av sannsynlighet.

Sannsynlighetsklasse	Beskrivelse
Svært sannsynlig	Hendelse skjer oftere enn 1 gang per år (< 1. år)
Sannsynlig	Hendelse skjer fra en gang per år til 1 gang per 10 år (1.-10. år)
Mindre sannsynlig	Hendelse skjer fra en gang per 10 år til 1 gang per 50 år (10.-50. år)
Lite sannsynlig	Sjeldnere enn 1 hendelse pr 50 år (> 50. år)

Konsekvensklassene har til hensikt å beskrive konsekvensen av en inntruffet hendelse. I dette prosjektet er vurdert konsekvens for mennesker og samfunnsviktige funksjoner, se Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Kategorisering av konsekvens for mennesker og samfunnsviktige funksjoner.

Konsekvensklasse	Mennesker (liv og helse)	Samfunnsviktige funksjoner
<b>Liten fare</b>	Få og små personskader	Ubetydelig (infrastruktur settes midlertidig ut av drift, ikke behov for omkjøring)
<b>Farlig</b>	Få, men alvorlige <sup>1</sup> personskader	Mindre ulemper (infrastruktur settes midlertidig ut av drift, økt fare for ulykker dersom det ikke finnes mulighet for omkjøring)
<b>Kritisk</b>	1-2 døde eller inntil 5 alvorlig skadde eller opp til 25 evakuerte	Betydelig (infrastruktur ute av drift i flere døgn)
<b>Katastrofalt</b>	Flere enn 2 døde eller flere enn 5 alvorlig skadde eller over 25 evakuerte eller totalt mer enn 10 personskader	Kritisk (infrastruktur ute av drift over lenger tid, andre avhengige omkjøringer rammes midlertidig)

### 3.3 Utarbeiding av risikomatrixe

Figur 3.2 viser matrisen som benyttes i analysen. Risikomatriksen synliggjør risikonivået for de ulike hendelsene som ble avdekket under analysen.

<sup>1</sup> Med alvorlig personskade menes her skader som fører til varige mén og/eller lengre sykehusopphold.

	Liten fare	Farlig	Kritisk	Katastrofalt
Svært sannsynlig				
Sannsynlig				
Mindre sannsynlig				
Lite sannsynlig				

Figur3.2 Risikomatriksen som er benyttet i denne analysen.

Risikomatriksen er delt inn i fire alvorlighetsgrader med fargene grønn, gul, oransje og rød. På bakgrunn av dette blir hver hendelse plassert i matrisen og rangert etter hvor alvorlig risikoen er.

<b>Grønn</b>	Ubetydelig risiko. Hendelser som havner i det grønne området har akseptabel risiko. Dette er risiko som er satt som akseptabel ut fra sitt risikonivå, og tiltak for å redusere risiko er ikke påkrevd.
<b>Gul</b>	Lav risiko. Hendelser som havner i det gule området har relativt lav risiko. Det anbefales likevel å jobbe for å redusere risikoen ytterligere. Prioritering av tiltak gjøres gjennom kost/nyttevurderinger.
<b>Oransje</b>	Betydelig risiko. Hendelser som havner i det oransje området har betydelig risiko. Tiltak for å redusere risiko bør implementeres. Prioritering av tiltak gjøres gjennom kost/nyttevurderinger.
<b>Rød</b>	Høy risiko. Hendelser som havner i det røde området har uakseptabel høy risiko, og tiltak skal iverksettes for å redusere risikoen.

### 3.4 Vurdering av risiko

Det er gjennomført en vurdering av risiko for hver av de identifiserte uønskede hendelsene for hvert alternativ. På bakgrunn av risikovurderingen er det gjennomført en vurdering av risikonivået opp mot Statens vegvesens akseptkriterier.

### 3.5 Identifisering av tiltak

Identifisering av tiltak har ikke vært en del av fokusområdet i denne analysen. Det vil på et senere tidspunkt bli identifisert risikoreduserende tiltak for det alternativet som velges. De tiltakene som fremkom i arbeidsmøtene er presentert i Vedlegg A, og oversikten viser bare de tiltak som så langt er identifisert og listen er ikke uttømmende. Det utelukkes ikke at det finnes flere risikoreduserende tiltak som kan bidra til å redusere risikoen ytterligere.

## 4 IDENTIFIKASJON AV RISIKOFORHOLD OG UØNSKEDE HENDELSER

ROS-analysen er holdt på et overordnet nivå, i samsvar med kommunedelplan og avgrensinger i kapittel 1.3. Det er identifisert til sammen 22 risikoforhold og uønskede hendelser, og disse er presentert i Tabell 4-1. For en nærmere beskrivelse av hendelsene, se Vedlegg A Resultater fra risikovurderinger.

Tabell 4-1 Identifiserte risikoforhold og uønskede hendelser

ID. NR	RISIKOFORHOLD	EKSEMPEL PÅ UØNSKET HENDELSE
1	Utvidelse av eksisterende veg samtidig som vegen er i bruk.	Påkjørsel av myke trafikanter i anleggsfasen.
2	Utvidelse av eksisterende veg samtidig som vegen er i bruk.	Konflikt mellom anleggstrafikk og ordinær trafikk i anleggsfasen.
3	Manglende redundans for trafikkavvikling når hovedåre er stengt.	Manglende omkjøringsmuligheter ved stengt vegbane.
4	Nærhet til skole og idrettsanlegg.	Påkjørsel av myk trafikkant.
5	Flere overganger mellom ulike vegelement (bru, tunnel, veg i dagen).	Påkjøring bakfra/ sidekollisjon.
6	Feltskifte i kryss.	Påkjøring bakfra/fra siden.
7	Klima, tilfrysing	Påkjøring bakfra/fra siden.
8	Bru, sårbart vegelement i forhold til klima.	Stengt vegbane/bru som følge av sterk vind.
9	Stenging av bru som følge av omfattende reparasjoner.	Skade på eller kollaps av bru.
10	Sårbar beredskap innen redningstjenesten.	Ulykke på Sotrabrua medfører stenging av bru.
11	Transport av farlig gods.	Ulykke med farlig gods i dagsone.
12	Brann i industrivirksomhet med farlig gods	Brann i industri med farlig gods.
13	Liten brann i tunnel	Brann i lett kjøretøy
14	Middels brann med potensial for storbrann i tunnel	Brann i tungt kjøretøy
15	Storbrann i tunnel	Storbrann i tunnel
16	Ulykke med farlig gods i tunnel.	Ulykke med farlig gods i tunnel.
17	Ulykke i tunnel	Påkjøring tunnelvegg
18	Ulykke i tunnel	Møteulykke i tunnel (feil kjøreretning)
19	Kryss i tunnel.	Påkjøring bakfra/fra siden i forbindelse med avramping i tunnel.
20	Kryss i tunnel.	Påkjøring bakfra/fra siden i forbindelse med påramping i tunnel.
21	Tunnel oftere stengt.	Stengt tunnel
22	Påkjøring av dyr eller gjenstand i veg.	Påkjøring av dyr eller gjenstand i veg.

## 5 ANALYSERESULTATER

I dette kapitlet presenteres analyseresultatene. Risikoforholdene som er presentert i vedlegg A er analysert, og hvert forhold er vurdert i forhold til sannsynlighet og konsekvens. Ut fra denne vurderingen er risikoforholdene plassert i risikomatriser. Tallene i risikomatrisene tilsvarer risikoforholdenes id-nummer i vedlegg A. Risikomatrisene for hvert enkelt alternativ er presentert i vedlegg B. En sammenstilling av risikobildene er presentert i Tabell 5-1 og Tabell 5-2. I tabellene presenteres risikoen for hver enkelt delstrekning. Hendelsene i Tabell 4-1 er vurdert for hver delstrekning og gitt ulike risiko. Som det går frem av tabellene kan en type hendelse som er vurdert å ha høy risiko for en delstrekning, ha lav risiko for en annen.

Hvite celler i tabellen betyr at den aktuelle hendelsen fra Tabell 4-1 ikke er relevant for de gitte delstrekningene.

Tabell 5-1 Risiko for mennesker (liv og helse)

ID. NR	J101	J102	C101	C102	C7/C9	C7	P101	P102	P103	ALT. 2.1	ALT. 2.2	ALT. 2.3
1	Orange	Orange						Yellow				
2	Orange	Orange					Yellow	Orange	Yellow			
3	Red	Red					Yellow	Yellow				
4	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow								
5	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange						
6	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow						
7	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange						
8	Yellow	Yellow			Green	Green						
9	Yellow	Yellow			Yellow	Yellow						
10	Orange	Orange			Orange	Orange						
11	Yellow	Yellow			Yellow	Yellow	Yellow	Yellow				
12	Yellow	Yellow										
13	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
14	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
15	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Orange	Red	Orange	Orange
16	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange			Red	Red	Red	Red
17	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red
18	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
19						Yellow				Yellow	Yellow	Yellow
20						Orange				Yellow	Yellow	Orange
21	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
22	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabell 5-2 Samfunnsviktige funksjoner

ID. NR	J101	J102	C101	C102	C7/C9	C7	P101	P102	P103	ALT. 2.1	ALT. 2.2	ALT. 2.3
1	Yellow	Yellow						Green				
2	Orange	Orange					Green	Orange	Green			
3	Red	Red					Orange	Orange				
4	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow								
5	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow						
6	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange						
7	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange						
8	Orange	Orange			Yellow	Yellow						
9	Orange	Orange			Yellow	Yellow						
10	Orange	Orange			Yellow	Yellow						
11	Yellow	Yellow			Yellow	Yellow	Yellow	Yellow				
12	Yellow	Yellow										
13	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Orange
14	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red
15	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Red	Orange	Orange
16	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow			Orange	Orange	Orange	Orange
17	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
18	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
19							Orange			Orange	Orange	Orange
20							Orange			Yellow	Yellow	Orange
21	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
22	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow



## 6 RISIKOVURDERINGER – SAMMENLIGNING AV ALTERNATIV

### 6.1 Strekningen Kolltveit – Arefjord, felles for prinsipp 1 og 2

På strekningen Kolltveit – Arefjord er følgende alternativer vurdert:

- J101
- J102
- C101
- C102

J101 og J102 (konsept J) er identisk med hensyn på vegtrasé, men gir to alternativer for transportsystem (blandet trafikk eller separate kollektivfelt). For begge alternativene vil det bli mange skifter mellom vegelement som bru, tunnel, kryss og vegstrekning i dagsone, og slike skifter gir basert på risikovurderingene øker risikoen for kollisjon eller utforkjøring.

For alternativ J102 vil høyre felt være reservert for kollektivtransport. Dette vil gi en økt risiko i forbindelse med feltskifte via kollektivfeltet, og dette vil øke risikoen for kollisjon mellom buss og personbil samt buss og tungtransport. Risikoanalysen viser at det kun er hendelse 6 (feltskifte i kryss) som skiller alternativ J101 og J102 med hensyn på risiko for mennesker, hvor J102 har en høyere risikonivå (oransje) enn J101 (gul). For samfunnsviktige funksjoner er det ingen forskjell (se Tabell 5.1).

Forskjellen på C101 og C102 (konsept F) er at i C101 blir det en ny 4-felts tunnel under Straume sør til Arefjord mens C102 innebærer bygging av en 400 meter lang miljøtunnel gjennom Straume sentrum. Analysen viser ingen forskjell mellom C101 og C102 med hensyn på risikonivå. Det som skiller disse to alternativene er type risiko, C101 med en lang tunnel og de risikoforhold dette innebærer (for eksempel transport av farlig gods og brann i tunnel) kontra C102 med trafikk gjennom et tettbygd område (for eksempel forventet økning i tungtrafikken, høy fart og støy).

Sammenlignet med konsept J viser analysen at konsept F har en lavere risiko siden det er langt færre hendelser og bare en hendelse med rød (høy) risiko.

### 6.2 Strekningen Arefjord – Liavatnet, prinsipp 1

For vurdering av prinsipp 1 deles strekningen Arefjord – Liavatnet opp i følgende delstrekninger:

- Arefjord – Storavatnet
- Storavatnet – Liavatnet

#### 6.2.1 Arefjord – Storavatnet

På strekningen Arefjord – Storavatnet er følgende alternativer vurdert:

- J101
- J102
- C7/C9
- C7

For vurdering av J 101 og J102 (konsept J), se avsnitt 6.1.

Mellom krysset i Arefjord og brufestet sør for Drotningstvik er trasèen for C7 og C7/C9 (konsept F) lik. Fra brufestet går C7 inn i en 2 km lang tunnel frem til krysset ved Storavatnet mens C7/C9 gir flere korte tunneler og dagsoner mellom. I den lange tunnelen i C7 vil det bli kryss i tunnel med ramper til/fra Drotningstvik i retning Bergen.

C7/C9 gir flere overganger mellom tunnel og dagsone sammenlignet med C7 og gir derfor en noe høyere risiko for kollisjon og utforkjøring i tilknytning til disse overgangene. I analysen er imidlertid hendelse 5 (flere overganger mellom ulike vegelement) vurdert å ha samme risikonivå (oransje) for begge alternativene. I forhold til C7/C9 har C7 to flere hendelser i analysen som følge av kryss i tunnel (påkjøring i forbindelse med henholdsvis avramping og påramping i tunnel), og dermed en noe høyere risiko enn C7/C9.

Sammenlignet med konsept J viser analysen at konsept F har en lavere risiko siden det er færre hendelser og andelen røde (høy risiko) og oransje (betydelig risiko) hendelser er lavere enn samlet for alternativene i konsept J.

## 6.2.2 Storavatnet - Liavatnet

På strekningen Storavatnet – Liavatnet er følgende alternativer vurdert:

- P101
- P102
- P103

For P101 vil det bare bli utført mindre justeringer av eksisterende rv. 555 mellom kryssoområdet på Storavatnet og Lyderhorntunnelen, mens det for P102 vil bli utvidelser av dagens veg til 6 felt veg (3 felt i hver retning) på hele strekningen. P103 vil få en 2 løps tunnel med 2 felt i hver retning mellom Storavatnet og Liavatnet. Denne løsningen innebærer at det må etableres et nytt kryss i dagen ved Liavatnet.

I analysen ble det avdekket en hendelse mer for P102 i forhold til P101 (påkjørsel av myke trafikanter i anleggsfasen), og dette begrunnes i at P102 har en lengre anleggsfase enn P101. Ut over dette viser analysen ingen forskjeller mellom P101 og P102, men siden P102 har en hendelse mer så vurderes den totale risikoen å være litt høyere enn for P101.

I forhold til P101 og P102 har P103 henholdsvis en og to færre hendelser, men her ligger risikonivået noe høyere totalt sett da P103 har to røde hendelser (ulykke med farlig gods i tunnel og møteulykke i tunnel) mens P101 og P102 har en rød hendelse (møteulykke i tunnel). P103 har også flere oransje hendelser sammenlignet med P101 og P102.

Av disse tre alternativene har P101 og P102 omtrent samme risikonivå og et valg mellom disse må gjøres på grunnlag av andre vurderinger, da risikoanalysen ikke gir et klart skille. Analysen viser at P103 har noe høyere risikonivå enn P101 og P102.

## 6.3 Strekningen Arefjord – Liavatnet, prinsipp 2

Den lange tunnelloøsningen i prinsipp 2 er bare mulig som en videreføring av alternativ C7 på Sotrasiden fra Arefjord, se avsnitt 6.2.1. Fra brufestet på Bergenssiden til Liavatnet er følgende alternativer vurdert:

- Alternativ 2.1
- Alternativ 2.2
- Alternativ 2.3

Alternativ 2.1 innebærer lang tunnel uten tilknytning til krysset ved Storavatnet, 2.2 gir lang tunnel med ramper fra krysset ved Storavatnet i retning Sotra mens 2.3 gir lang tunnel med ramper fra kryss ved Storavatnet i retning Sotra og i retning Bergen.

For alle alternativene er det identifisert 10 uønskede hendelser, og analysen viser at 2.1 har en rød hendelse mer enn 2.2 og 2.3 (Storbrann i tunnel) og har derfor et noe høyere risikonivå i forhold til de to andre alternativene. Forskjellen mellom 2.2 og 2.3 er hendelse 20 (påkjøring bakfra/ fra siden i forbindelse med påramping i tunnel), hvor 2.3 er vurdert å ha et høyere risikonivå (oransje) enn 2.2 (gul) pga at det er påkjøringsramper både i retning Sotra og i retning Bergen i alternativ 2.3.

Oppsummert gir risikoanalysen av alternativene for lang tunnel i prinsipp 2 følgende rangering i forhold til løsning med lavest risiko:

- Alternativ 2.2
- Alternativ 2.3
- Alternativ 2.1

#### **6.4 Sammenligning av prinsipp 1 kontra prinsipp 2**

Innenfor prinsipp 1 vil man få følgende kombinasjonsmuligheter på strekningen (med knutepunkt på Storavatnet):

- J101 – P101 eller P102 eller P103
- J102 – P101 eller P102 eller P103
- C101 – C7/C9 – P101 eller P102 eller P103
- C102 – C7/C9 - P101 eller P102 eller P103
- C101 – C7 – P101 eller P102 eller P103
- C102 – C7 - P101 eller P102 eller P103

Innenfor prinsipp 2 vil man få følgende kombinasjonsmuligheter på strekningen (med knutepunkt ved Arefjord):

- C101 – C7 – 2.1 eller 2.2 eller 2.3
- C102 – C7 – 2.1 eller 2.2 eller 2.3

Sammenligner man de to prinsippene totalt sett så viser analysen at kombinasjonene i prinsipp 1 har noen flere hendelser sammenlignet med prinsipp 2. Til tross for dette har prinsipp 2 et høyere risikonivå siden andelen røde (høy risiko) og oransje (betydelig risiko) hendelser samlet sett er høyere enn for prinsipp 1. Prinsipp 1 vurderes derfor å være det beste valget med hensyn på lavest mulig risiko.

Det gjøres oppmerksom på at ROS-analysen er gjennomført i to separate arbeidsmøter med noe ulik deltagelse av fagpersoner, og vurderingene av de samme hendelsene fra disse to arbeidsmøtene er derfor ikke direkte helt sammenlignbare.

## 7 SÅRBARHETSVURDERINGER

### 7.1 Tunnel

Generelt skiller tunneler seg fra veg i dagen ved flere forhold. De viktigste forholdene er oppsummert under, listet opp som positive og negative sider:

Tabell 7-1 Positive og negative forhold med tunnel.

POSITIVE FORHOLD MED TUNNEL	NEGATIVE FORHOLD MED TUNNEL
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liten eller ingen sideaktivitet.</li> <li>- Normalt bedre føreforhold enn veg i dagen vinterstid.</li> <li>- Jevne lysforhold over døgnet og året, bortsett fra i inngangssonen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trafikkarealet /omgivelsene er begrenset; mulighetene for unnamanøver i kritiske situasjoner er noe mindre enn ute i dagen.</li> <li>- Tilgangen på frisk luft reduseres, og damp, tåke eller avgasser kan redusere sikten.</li> <li>- Vanskelig å bedømme avstanden til neste kjøretøy.</li> <li>- Større sannsynlighet for at hendelser eskalerer på grunn av begrensede muligheter for redning og evakuering (spesielt ved brann og utslipp av farlig gods).</li> <li>- Vanskelig tilgjengelig for redningsmannskap, og vanskelig evakuering.</li> <li>- Skifte i vegstandard; smalere vegskulder.</li> <li>- Avhengighet til strømforsyning.</li> <li>- Oftere stengt på grunn av vedlikehold.</li> <li>- Fare for nedfall av stein eller andre tunnellelementer.</li> </ul>

Alle alternativene innebærer tunneler, men alternativene i prinsipp 1 gir kortere og færre tunneler og større andel veg i dag enn de andre alternativene. Lange tunneler gir et rolig trafikkbilde for kjørende og omgivelsene, men en annen konsekvens dersom ulykker skjer inne i tunnel. Ved uhell i tunnel med høy trafikk vil det raskt dannes kø, og risikoen kan øke for at mange mennesker stenges inne i tunnelen. Tunnel er mer utfordrende i forhold til evakuering, særlig for bevegelseshemmende. Ved valg av lange tunneler er det viktig å legge opp til god tilkomst for redningstjenesten, samt gode muligheter for evakuering. Det må også være plass til innsats ved storulykke og omkjøring for trafikken.

Lang tunnel i C7 vil ha et lavbrekk, med den risikoen det medfører ved uhell med farlig gods. Et aktuelt risikoreduserende tiltak er å bygge inn løsninger for oppsamling av farlig gods (i væskeform og tunge gasser) ved utslipp, slik at det ikke pumpes ut i avløpssystemet og forurenses ytre miljø.

### 7.2 Bru

På bruene kan det oppstå andre klimatiske forhold, som for eksempel glatt vegbane og vind, sammenlignet med resten av vegstrekningen. Fastlandsambandet er også sårbart i forhold til stengt bru, spesielt ved valg av konsept J i prinsipp 1. En ny bru med fire felt vil

sjeldnere være stengt på grunn av at man har to felt i hver retning der det ene feltet kan benyttes til å ta ut havarert kjøretøy eller kjøretøy med stort vindfang ved kraftig vind.

### **7.3 Overganger mellom vegelement**

Alle vekslinger mellom vegelement som bru, tunnel, veg i dagen og kryss vil øke risikoen for påkjøring og utforkjøring. Standardsprang mellom veg og bru kan også bidra til økt risiko. Alle kryss vil være planskilte i og med at planskilte kryss er et trafikksikkerhetstiltak, men det vil fortsatt være en risiko forbundet med kryss.

### **7.4 Miljø**

#### **7.4.1 Ytre miljø**

Alle alternativene vil medføre noe påvirkning på omgivelsene og vil medføre noe inngripen i landskapet. I følge konsekvensvurdering gjennomført i 2008 (Ref. 1), vil ingen av de alternative vegtrasèene komme i stor konflikt med viktige naturverdier, og det er relativt lite som skiller de alternative løsningene med tanke på konsekvens for ytre miljø. De identifiserte hendelsene som er vurdert i denne analysen å ha konsekvens for ytre miljø er ulykker knyttet til farlig gods. Det er ingen av hendelsene som skiller de ulike vegalternativene fra hverandre. Konsekvensen vil være lokal og med mulighet for gjenopprettelse innen rimelig tid.

#### **7.4.2 Lokalmiljø**

Det vil være noe påvirkning på lokalmiljøet i alle alternativene. Prinsipp 1 vil berøre lokalmiljøet totalt sett mer enn alternativ 2. Valg av løsning må ses i sammenheng mellom utvikling av by- og lokalsentrum både på Sotra og Bergensiden. J101, J102 samt C102 vil medføre økt ÅDT gjennom tettbebygde områder, noe som medfører økt støy, forurensing samt at risikoen trekkes inn i områder hvor ulykker vil kunne eskalere til storulykker.

#### **7.4.3 Klimatiske forhold**

Generelt vil klimatiske forhold som tilfrysing, vind, sol og regn kunne øke risikoen for påkjørsel og utforkjøring. Eksempelvis kan glatt kjørebane ut av tunnel i Arefjord, sammen med kurve ut fra tunnelen bidra til økt risiko. Lav vindhastighet og høy luftfuktighet medfører oftere frost på denne parsellen enn på resten av strekningen. Det finnes flere slike eksempler og ulike klimatiske forhold gjelder begge prinsippene.

### **7.5 Regularitet**

På strekningen Kolltveit – Storavatnet vil alternativene J101 og J102 gi veldig stor sårbarhet knyttet til regularitet og flyt i trafikken. Dersom begge felt stenges, eksempelvis ved stengt tunnel eller bru, vil man for disse alternativene mangle omkjøringsmuligheter. De andre alternativene gir mulighet for omkjøring både for redningstjenesten og for ordinær trafikk.

Det er ikke tydelig samsvar mellom planlagt vekst i bolig/næring og dimensjonering av vegen i alternativ J101 og J102, disse tar ikke høyde for den planlagte økningen i boligbebyggelse og industri i Fjell og Sotra. Sårbarhet knyttet til stengt veg gjelder spesielt pendeltrafikk, redningstjenesten samt godstransport. Godstransport er både farlig gods, men også en del fersk slaktet fisk som går tapt dersom det er stengt veg.

Ved stengt veg vil trafikken søke ut på lokalvegnettet som ikke er dimensjonert for verken tungtrafikk eller trafikkøkningen. Dette medfører økt belastning på lokalvegnett, man vil få en kollaps i lokalvegnettet og risikoen for ulykke øker. Uhell på mindre lokalvegnett er mer sårbare på grunn av at vegnettet ligger så nært boliger.

## **7.6 Samfunnssikkerhet**

### **7.6.1 Transport av farlig gods**

Det forventes en viss økning i transport av farlig gods på rv. 555. Deriblant økning i gasstransport av LNG og CNG fra Kollsnes. Flere av alternativene medfører at vegen ligger i nærhet til boliger. J konseptene ligger tett til og delvis gjennom bebyggelse og næringsområder, noe som kan medføre økt risiko, spesielt knyttet til konsekvens, ved uhell med farlig gods.

Det foreligger per i dag ikke oversikt over mengde og type farlig gods som transporteres på strekningen. Uhell med farlig gods gir større konsekvenser for alternativene i konsept J på grunn av oppstuvning av trafikken. I neste planfase må det gjennomføres en kartlegging for å skaffe oversikt over denne transporten hvor det sees på konsekvens og avbøtende tiltak. Kartleggingen må foregå i samarbeid med industrien, kommunene, fylkesmannen og redningstjenestene.

### **7.6.2 Beredskap**

Sotra Brannvern IKS vil anmode om bistand fra Bergen Brannvesen ved større hendeler. Fremkommelighet er derfor kritisk i forhold til denne beredskapen. To parallelle vegsystemer vil være bedre for beredskapen på Sotrasiden, dvs konsept F er bedre enn J. Ved bygging av konsept F vil redningstjenesten også kunne benytte anleggsveg for utrykning, dermed ytterligere økt robusthet i forhold til fremkommelighet. Redningstjenesten er avhengig av umiddelbar trafikkregulering ved omkjøring, slik at de har god tilkomst til ulykkesstedet.

Bergen Brannvesen har sjøberedskap, men den er tiltenkt brukt i byen ettersom det tar lang tid å rykke ut til Sotra. Sjøberedskapen kalles ut ved hendelser på bru, eksempelvis når personer forsøker å hoppe fra bruene.

## 8 KRYSS I TUNNEL

I analysen er det identifiserte to hendelser knyttet til kryss i tunnel for alternativ C7 som kan gi økt risiko. Dette er påkjøring bakfra/fra siden i forbindelse med henholdsvis avramping (hendelse 19) og påramping (hendelse 20) i tunnel. Figur 8.1 viser vurderingen av disse to hendelsene med hensyn på risiko for mennesker (liv og helse). For samfunnsviktige funksjoner er hendelsene vurdert å ha mindre ulemper (kombinasjonen sannsynlig og farlig i matrisen).

	Liten fare	Farlig	Kritisk	Katastrofalt
Svært sannsynlig				
Sannsynlig	6, 19	20		
Mindre sannsynlig				
Lite sannsynlig				

Figur 8.1 Risikobilde for hendelser knyttet til kryss i tunnel.

Toplanskryss i tunnel medfører ramper inne i tunnelen. Påramping i tunnel anses som risikofylt på grunn av at pårampende kjøretøyer kan ha lavere hastighet enn passerende trafikk som den skal flettes inn i. Ved avramping kan det oppstå farlige situasjoner ved at avrampende kjøretøy bremses opp før rampen starter. I tunnel kan dette få litt større konsekvenser da trafikkarealet/omgivelsene er begrenset og mulighetene for unnamanøver i kritiske situasjoner er noe mindre enn ute i dagen. Evakuering på ramper kan være utfordrende, særlig for bevegelseshemmede.

Det forutsetts at lengde, kurvatur og stigning på av- og påkjøringsrampene tilfredsstillende vegnormalene, og at det stilles samme sikkerhetskrav til rampene som til resten av tunnelen. Sammenlignet med hendelse 6 (feltskifte i kryss) for alternativ C7 som gjelder kryss i dagens så vurderes hendelse 19 å ha samme risikonivå, mens hendelse 20 får litt høyere risikonivå. Det vil si at risikoen med feltskifte i forbindelse med kryss i tunnel ikke er så mye høyere enn for feltskifte ved kryss i dagen. For å redusere risikoen er det foreslått følgende risikoreducerende tiltak:

- etablere rømningsveger på rampene
- sikre god tilkomst for redningsetatene
- skilting i god tid slik at man er forberedt på krysset
- etablere lengre ramper
- større vegbredde på ramper som gir mulighet for unnamanøver
- bygge inn parallellventilasjon i tunnelen

Ved å gjennomføre ett eller flere av disse tiltakene vil risikonivået reduseres til et akseptabelt nivå tilknyttet kryss i tunnel.

## 9 KONKLUSJON

Uansett valg av prinsipp og alternativer innenfor de enkelte prinsipp, vil ny Rv. 555 Fastlandssambandet Sotra-Bergen gi en bedre veg enn dagens veg.

Hovedhensikten med denne ROS-analysen er å kunne sammenligne de ulike alternativene med hensyn på risiko for mennesker og samfunnsviktige funksjoner. Tabell 9-1 og Tabell 9-2 viser antall identifiserte uønskede hendelser per risikokategori for hvert av alternativene.

Tabell 9-1 Sammenligning av risiko for mennesker for de ulike alternativene

RISIKO-NIVÅ	J101	J102	C101	C102	C7/C9	C7	P101	P102	P103	ALT. 2.1	ALT. 2.2	ALT. 2.3
Grønn	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
Gul	8	7	4	4	5	6	6	6	3	4	4	3
Oransje	9	10	6	6	7	8	1	2	3	2	3	4
Rød	2	2	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2
Totalt	20	20	12	12	15	17	10	11	9	10	10	10

Tabell 9-2 Sammenligning av risiko for samfunnsviktige funksjoner for de ulike alternativene

RISIKO-NIVÅ	J101	J102	C101	C102	C7/C9	C7	P101	P102	P103	ALT. 2.1	ALT. 2.2	ALT. 2.3
Grønn	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0
Gul	10	10	8	8	11	11	3	4	2	3	3	2
Oransje	9	9	4	4	4	6	4	4	5	5	6	7
Rød	1	1	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1
Totalt	20	20	12	12	15	17	10	11	9	10	10	10

Ut fra en vurdering av prinsipp 1 mot prinsipp 2 viser analysen at prinsipp 1 har det laveste risikonivået og derfor bør velges sett ut fra en risikovurdering av prinsippene. Innenfor prinsipp 1 har Safetec rangert følgende alternativer, se Tabell 9-3.

Da analysen ikke viser noen forskjell på C101 og C102 med hensyn på risiko så rangeres det ikke mellom disse to alternativene på strekningen Kolltveit – Arefjord. Det samme gjelder for P101 og P102 på strekningen Storavatnet – Liavatnet.



I tabellen har vi ikke rangert alternativene J101 og J102 på strekningen Kolltveit – Storavatnet da disse to alternativene har et høyere risikonivå enn de kombinasjonene som er rangert. I tillegg vil alternativene J101 og J102 gi veldig stor sårbarhet knyttet til regularitet og flyt i trafikken. Ved stengt veg vil trafikken søke ut på lokalvegnettet som ikke er dimensjonert for verken tungtrafikk eller trafikkøkningen. Dette medfører økt belastning på lokalvegnettet, man vil få en kollaps i lokalvegnettet og risikoen for ulykke øker. Uhell på mindre lokalvegnettet er mer sårbare på grunn av at vegnettet ligger så nært boliger.

Tabell 9-3 Oversikt over rangering av de ulike vegalternativene i prinsipp 1.

PRIORITERING	SAMMENSTILLING AV ALTERNATIVER I PRINSIPP 1
1	C101/C102 – C7/C9 – P101/P102
2	C101/C102 – C7/C9 – P103
3	C101/C102 – C7 – P101/P102
4	C101/C102 – C7 – P103

I forhold til risikonivå med konsekvenser for mennesker og samfunnsviktige funksjoner viser denne ROS-analysen at kombinasjonene C101/C102 – C7/C9 – P101/P102 er den beste kombinasjonen av alternativ for fastlandssambandet Bergen – Sotra.

## 10 REFERANSER

- 1 Norconsult: *Risiko og sårbarhetsanalyse – driftsfase*, 30.06.2008
- 2 Norconsult: *Risiko og sårbarhetsanalyse – anleggsfase*, 30.06.2008
- 3 Statens vegvesen: *Håndbok 271 Risikovurderinger i vegtrafikken*, 2007-02.
- 4 Statens vegvesen: *Veileder for risikoanalyser av vegtunneler nr: TS 2007:11*, 2007-10-31.
- 5 Norsk Standard: *NS 5814:2008 Krav til risikovurderinger*, 01-07-2008.
- 6 NOU 2000:24: *Et sårbart samfunn*, 2000-07-04.