

Beregnet til
Statens vegvesen

Dokument type
ROS-analyse

Dato
13.03.2015

RV 555 – OMLEGGING AV HØYSPENT ROS-ANALYSE



RV 555 – OMLEGGING AV HØYSPENT ROS-ANALYSE

Oppdragsnr.: 1131189
Oppdragsnavn: Rv 555 (Kolltveit – Storavatnet)
Dokument nr.: FR14
Filnavn: FR14 ROS-analyse omlegging av høyspent

Revisjon	00	01		
Dato	05.02.2015	13.03.2015		
Utarbeidet av	S. D. Hanssen	S. D. Hanssen		
Kontrollert av	G. K. Mørk	G. K. Mørk		
Godkjent av	Ivar Egset	Ivar Egset		
Beskrivelse	Fagrapport ROS-analyse omlegging høyspent. Utkast sendt på høring til deltakerne på analysemøtet.	Endelig versjon. Implementert tilbakemeldinger på innhold i fagrapport.		

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
00	05.02.2015	Utkast rapport. Sendt på høring.
01	13.03.2015	Endelig rapport. Innarbeidet kommentarer fra deltakere på analysemøtet.

FORORD

Eksisterende Rv 555 med Sotrabraua er i dag hovedveg og eneste forbindelse mellom Sotra og Bergen. Kapasiteten på strekningen er sprengt og vegsystemet er svært sårbart ved uforutsette hendelser, som f.eks ulykker. Det er også vanskelig å utføre planlagt vedlikehold, noe som har resultert i et stort etterslep for den over 40 år gamle Sotrabraua.

Det er lite tilrettelegging for kollektivtrafikk langs strekningen og tilbudet til gående og syklende er dårlig.

Arbeidet med reguleringsplanene bygger på kommunedelplaner for ny Rv 555 i Fjell og Bergen kommuner, planID 20050021 i Fjell og planID 19920000 i Bergen, vedtatt i 2012. Det utarbeides to separate reguleringsplaner for Fjell og Bergen kommuner. Som grunnlag for reguleringsplanen er det utarbeidet teknisk plan med tilhørende fagrapporter.

Reguleringsplanene omfatter strekningen fra Kolltveit i Fjell kommune (vestre del) til Storavatnet i Bergen kommune (østre del). Strekningen er ca. 10 km lang og går fra Kolltveit i vest på øya Sotra, via øyene Bildøy og Litlesotra (med Straume sentrum, kommunesenter Fjell kommune), over Vatllestraumen (kommunegrensen) og til Storavatnet på fastlandssiden. Sotraveien møter Askøyveien ved Storavatnet og knyttes mot Bergen sentrum gjennom Lyderhorntunnelen og vestre innfartsåre.

Den nye Rv 555 som hovedveg og eksisterende veg som stammen i et nytt lokalvegssystem, gir et nytt og velfungerende vegsystem som ivaretar muligheter for prioritering av kollektivtrafikk. Sammen med et langsgående gang- og sykkelvegtilbud på hele strekningen, tilrettelegges det for at målsettingen om framtidig trafikkvekst skal skje gjennom økt kollektivandel og økt gang- og sykkeltrafikk.

Eksisterende Rv 555 oppleves som en barriere. Redusert trafikkmengde på lokalvegssystemet, styrkede forbindelser på tvers av ny Rv 555 og nye tunnelstrekninger bidrar til å knytte områder nord og sør for riksvegen bedre sammen. Ny tunnel under Straume sentrum tilrettelegger for byutvikling og åpner for en bedre forbindelse mellom det sørlige sentrum (handelsområde) og det nordlige sentrum (Straume helsesenter/Fjell Rådhus).

Statens vegvesen Region Vest er tiltakshaver for reguleringsplaner for ny Rv 555 Fastlandssambandet Sotra –Bergen.

Rambøll Norge AS har vært rådgivende konsulent og utført planarbeidet i tett samarbeid med Statens vegvesen og planmyndigheter i Fjell og Bergen kommuner.

Denne rapporten er en av flere fagrapporter som inngår som grunnlag for reguleringsplanen.

INNHOILDSFORTEGNELSE

Sammendrag	1
1. Innledning	2
1.1 Bakgrunn og hensikt	2
1.2 Avgrensninger og forutsetninger	2
1.3 Metode	2
1.4 Data	3
1.5 Organisering av arbeidet	3
1.6 Referanser	3
2. Beskrivelse av analyseobjektet	4
2.1 Dagens situasjon	4
2.2 Alternativ 1 – Høyspentkabel via eksisterende Sotrabru	4
2.3 Alternativ 2 – Høyspentkabel i lang tunnel	5
3. Identifiserte sikkerhetsproblemer	6
4. Analyse av risiko	7
4.1 Alternativ 1 - Høyspentkabel via eksisterende Sotrabru	7
4.2 Alternativ 2 – Høyspentkabel i lang tunnel	9
5. Evaluering av risiko	13
5.1 Evaluering av risiko opp mot absolutte risikoakseptkriterier	13
5.2 Evaluering opp mot ALARP/ALARA-prinsippet med forslag til risikoreduserende tiltak	13
6. Konklusjon	18

FIGURLISTE

Figur 1: Eksisterende luftspenn fra Bergen kommune til Fjell kommune (tegnet med blå farge på kartet).....	4
Figur 2: Aktuell trasé via Sotrabrua.....	4
Figur 3: Aktuell trasé i lang tunnel	5

TABELLISTE

Tabell 1: Liste med deltakere på analyse møte 20. januar 2015.....	3
Tabell 2: Identifiserte uønskede hendelser	6
Tabell 3: Evaluering av risiko opp mot absolutte risikoakseptkriterier i Strålevernforskriften	13
Tabell 4: Evaluering opp mot ALARP/ALARA-prinsippet med forslag til risikoreduserende tiltak for alternativ 1 – Høyspentkabel via eksisterende Sotrabru	13
Tabell 5: Evaluering opp mot ALARP/ALARA-prinsippet med forslag til risikoreduserende tiltak for alternativ 1 – Høyspentkabel i lang tunnel.....	16

SAMMENDRAG

Det er planlagt å omlegge høyspent i luftspenn fra Bergen til Sotra i kabel. Det er ikke besluttet om kabelen skal følge eksisterende Sotrabru eller i undersjøisk tunnel. Denne rapporten dokumenterer kravet om ROS-analyse i Plan- og bygningsloven samt krav om risikoanalyse i Håndbok N400 Bruprosjektering.

Analysen er utført i henhold til gjeldende retningslinjer i Norsk Standard 5814 og DSBs veileder om samfunnssikkerhet i arealplanlegging. Analysen omhandler anlegget i en anleggsfase og driftsfase, men avgrenses til ikke å omfatte:

- Konsekvenser for anleggsarbeidere (blir håndtert i SHA-plan i senere planfase)
- Rivingsarbeider i anleggsfase (dette håndteres og dokumenteres av BKK)

Det er i analysen identifisert 9 uønskede hendelser som kan inntreffe i anleggsfasen og driftsfasen av prosjektet.

Radongass og magnetfelt er omfattet av akseptkriterier i forskrift. For dette prosjektet er begge alternativene innenfor kravet til magnetfelt. For radongass er det usikkerhet tilknyttet forekomster av ulike granitt- og gneisarter i området. Derfor er det identifisert tiltak som vil kunne sikre at kravene til radonnivå blir ivaretatt.

Risikonivået vurderes som tilnærmet likt for begge alternativene gitt at forslag til tiltak blir implementert. Kablene ligger mest beskyttet mot eksterne trusler i lang tunnel, samtidig som en uønsket hendelse i lang tunnel også har det største konsekvenspotensialet på grunn av rømnings situasjonen. Det er også et klart skille i forhold til innlekkasje i tunnel, hvor lang tunnel har et lavbrekk som vil oppsamle vann. At det prosjekteres robuste pumpe systemer er derfor en forutsetning. Valg av alternativ bør derfor gjøres på bakgrunn av:

- Kostnad for gjennomføring av tiltakene
- Praktiske forhold med implementering av tiltak

Ved implementering av foreslåtte tiltak vurderes risikonivået for begge alternativene å være redusert så langt som praktisk mulig og dermed forsvarlig i forhold til prinsippet om ALARP/ALARA.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og hensikt

Det er planlagt å omlegge høyspent i luftspenn fra Bergen til Sotra i kabel. Det er ikke besluttet om kabelen skal følge eksisterende Sotrabru eller i undersjøisk tunnel. I forbindelse med planarbeidet stiller Plan- og bygningsloven krav om at det utarbeides ROS-analyse for tiltaket.

Statens vegvesen Håndbok N400 Bruprosjektering stiller krav om at det skal utarbeides en separat utredning som vedlegges bruplanene. Utredningen skal også inkludere en risikoanalyse som minimum dekker følgende forhold der det er relevant:

- Lekkasjer fra installasjonene
- Fare for eksplosjoner eller brann
- Risiko knyttet til trafikkulykker med påfølgende brann
- Risiko knyttet til hærverk
- Hvilken risiko utgjør installasjonene for personer som utfører bruvedlikeholdet
- Eventuelle spesielle forhold i overgangssonen mellom bru og veg/fylling

Denne rapporten har som hensikt å identifisere de farer og sårbarheter som planforslaget innebærer, samt gi forslag til risikoreduserende tiltak. Rapporten er ment som dokumentasjon for kravet i Plan- og bygningsloven §4-3 og kravet om risikoanalyse i Håndbok N400 *Bruprosjektering*.

1.2 Avgrensninger og forutsetninger

Analysen avgrenses til å omhandle:

- Normal drift inkludert fremtidig vedlikeholdsarbeider
- Anleggsfase
- To alternativer for utbygging
- Konsekvenser for liv og helse (vedlikeholdspersonell og 3. person), driftssikkerhet bru og forsyningsikkerhet

Analysen omhandler ikke:

- Konsekvenser for anleggsarbeidere (blir håndtert i SHA plan i senere planfase)
- Rivingsarbeider i anleggsfase (dette håndteres av BKK)

1.3 Metode

Analysen er gjennomført i henhold til gjeldende standarder (NS 5814) og veiledninger (DSB samfunnsikkerhet i arealplanleggingen).

Analysen er gjennomført kvalitativt ved at de aktuelle traseene for ny høyspent er vurdert i forhold til mulige sikkerhetsproblemer. Det er deretter gjort en vurdering av hvor alvorlige sikkerhetsproblemene er, både med tanke på hva de kan føre til, hvor ofte de kan forårsake uønskede hendelser og hvilke konsekvenser de kan medføre.

Prosessen foregår i følgende steg:

1. Planlegging

Igangsetting, problembeskrivelse, målformulering, valg av metode og grunnlag, beskrive analyseobjektet, identifisere sikkerhetsproblemer og uønskede hendelser.

2. Risikoanalyse

Analyse av årsaker, sannsynligheter og konsekvenser samt beskrivelse av risiko.

3. Risikoevaluering

Sammenligning med risikoakseptkriterier (hvis disse finnes), identifisere tiltak og dokumentasjon og konklusjoner. Et rådende prinsipp innen stråling er ALARP/ALARA (As Low As Reasonable Practicable/Achievable). Dette innebærer at man bør iverksette tiltak som har effekt så langt det er økonomisk/praktisk oppnåelig.

1.4 Data

Analysen baseres på tegninger av aktuelle traseer for ny høyspent og analysegruppens erfaringer fra lignende prosjekter slik de ble presentert på analysemøtet 20. januar 2015.

1.5 Organisering av arbeidet

Arbeidet er initiert av Statens vegvesen. Det er avholdt ett analysemøte i forbindelse med utarbeidelsen av ROS-analysen 20. januar 2015. Deltakerne på møtet er listet opp i tabellen nedenfor.

Tabell 1: Liste med deltakere på analysemøte 20. januar 2015

Navn	Stilling/Rolle	Organisasjon	Kontaktinformasjon
Magnus Natås	Planlegger	Statens vegvesen	magnus.natas@vegvesen.no
Rolv Geir Knutsen	Konsulent, kabler	ARA (BKK)	rolv@araengineering.no
John Ove Bjørge	Byggeleder	Statens vegvesen	john.bjorge@vegvesen.no
Asbjørn Valen	Reg.plan Sotrabrua	Statens vegvesen	asbjorn.valen@vegvesen.no
Øystein Lohne	Geolog	Sweco	oystein.lohne@sweco.no
Petter Gullestad	Rådgiver	BKK Nett	petter.gullestad@bkk.no
Camilla L. Berntsen	Rådgiver	BKK Nett	camilla.berntsen@bkk.no
Kåre Fredheim	Seksjonssjef	BKK Nett	kare.fredheim@bkk.no
Sverre Ottesen	Prosjektleder	Statens vegvesen	sverre.ottesen@vegvesen.no
Gunnar Djuve	Bruvedlikehold	Statens vegvesen	gunnar.djuve@vegvesen.no
Jan Ove Nygård	Bruvedlikehold	Statens vegvesen	jan.nygard@vegvesen.no
Tor Ivar Christiansen	Fagansvarlig veg	Rambøll	tor.ivar.christiansen@ramboll.no
Grete Kirkeberg Mørk	Fagansvarlig ROS	Rambøll	gkmdrm@ramboll.no
Sverre D. Hanssen	Risikoanalytiker	Rambøll	sdhdrm@ramboll.no

1.6 Referanser

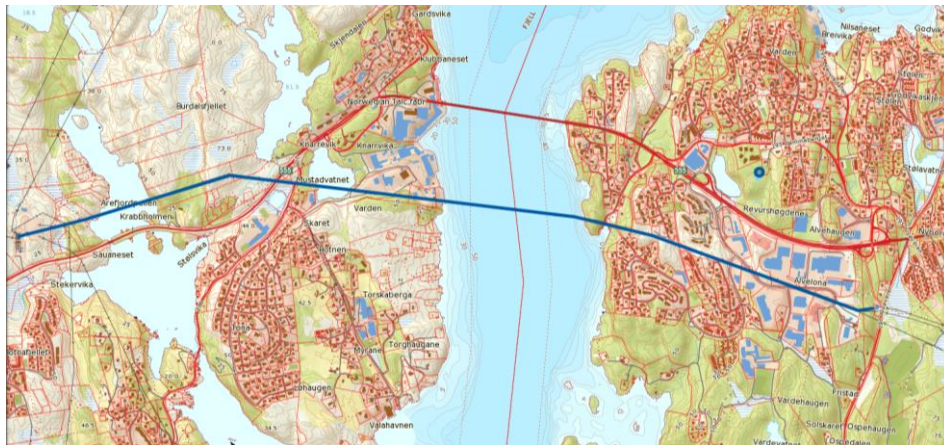
- Statens vegvesen Håndbok N400 Bruprosjektering kapittel 7.2.6.2 «Kontroll og godkjenning»
- Tegninger datert 19. januar 2015.
- Strålevernforskriften §6 og kommentar til §34

2. BESKRIVELSE AV ANALYSEOBJEKTET

Det planlegges ny høyspent i kabel fra Breviken i Bergen kommune til trafostasjon i Arefjord i Fjell kommune. Det er skissert to aktuelle traseer. Disse er beskrevet nærmere nedenfor.

2.1 Dagens situasjon

Høypent går i dag i luftspenn fra Breiviken, over Vattlestraumen omtrent på samme trasé som planlagt Nye Sotrabrua. Luftspennet går videre over Mustadvannet og Arefjordpollen til trafostasjonen i Arefjord.



Figur 1: Eksisterende luftspenn fra Bergen kommune til Fjell kommune (tegnet med blå farge på kartet)

2.2 Alternativ 1 – Høyspentkabel via eksisterende Sotrabru

Total lengde på traseen blir omtrent 4.1 km. Nedenfor følger noen nøkkelpunkter:

- Lengde Breiviken – Sotrabrua (tunnel) omtrent 1200m
- Lengde Sotrabrua omtrent 1200m
- Sotrabrua – Arefjordpollen (tunnel) omtrent 1100m
- Arefjordpollen omtrent 200m
- Mikrotunnel omtrent 50m
- Arefjordpollen – trafostasjon Litle Sotra (grøft) omtrent 400m



Figur 2: Aktuell trasé via Sotrabrua

2.3 Alternativ 2 – Høyspentkabel i lang tunnel

Kablene legges i lang tunnel mellom trafoene i Breiviken og Arefjord. Tunnelen blir omtrent 4 km. Nedenfor følger noen nøkkelpunkter:

- Lengde Breiviken – Vattlestraumen omtrent 1300m
- Kotehøyde Breiviken omtrent +44
- Kotehøyde Arefjord omtrent +21
- Inntil 15 % stigning/fall



Figur 3: Aktuell trasé i lang tunnel

3. IDENTIFISERTE SIKKERHETSPROBLEMER

I gjennomgangen av alternativene for omlegging er det identifisert mulige sikkerhetsproblemer med løsningene. Disse er listet opp nedenfor.

- Ras i tunnel
- Eksplosjon/brann
- Kryssing av RV 555
- Vedlikehold kabler
- Sabotasje/hærverk
- Magnetfelt og forspente konstruksjoner
- Nærhet til bebyggelse
- Jording av bru
- Vær/vind
- Påkjørsel av kabler
- Bruvedlikehold
- Skipskollisjon
- Overgang mellom bru og veg
- Vibrasjoner og støy
- Innlekkasje
- Radon

På bakgrunn av disse sikkerhetsproblemene er det utarbeidet en liste med uønskede hendelser som kan inntreffe. Hendelsene er gitt et løpenummer.

Tabell 2: Identifiserte uønskede hendelser

ID nr.	Uønsket hendelse	Alternativ 1	Alternativ 2
1	Ras i tunnel	✓	✓
2	Eksplosjon/brann	✓	✓
3	Skade på omgivelsene	✓	✓
4	Sabotasje/hærverk	✓	✓
5	Stråling fra høyspent	✓	✓
6	Kabelbrudd	✓	✓
7	Ulykke under vedlikeholdsarbeid	✓	✓
8	Innlekkasje i tunnel	✓	✓
9	Radonstråling	✓	✓

4. ANALYSE AV RISIKO

4.1 Alternativ 1 - Høyspentkabel via eksisterende Sotrabru

4.1.1 Ras i tunnel

Tunnelen permanentesikres og kablene på bakken i tunnelen skal ligge på et lag av magerbetong, det vil si at det legges et smalt belte av magerbetong i selve kabeltraseen. Planlagt vedlikehold hvert tiår. Sannsynligheten for ras i tunnelen er liten. Tiltakene som er planlagt for å forhindre dette, antas å være tilstrekkelig for å ivareta faren. Et ras i tunnelen kan føre til skader på kabler, gitt at det er tunge elementer som raser. Mindre elementer antas ikke å få alvorlige konsekvenser. Det er normalt ikke aktivitet i tunnelen. Sannsynligheten for at ras inntreffer under planlagt vedlikehold er svært lav.

I anleggsfasen kan det inntreffe ras selv om sannsynligheten er lav. Det er enkelte soner med dårlig overdekning.

Tiltak:

- Soner med dårlig overdekning må håndteres i prosjekteringen.
- Supplerende grunnundersøkelser under demningen hvor kabelen går under vannet.
- Sikre kablene i tunnel mot mindre fallende gjenstander.

4.1.2 Eksplosjon/brann

Sannsynligheten for hendelsen vurderes som svært lav. Det er identifisert enkelte mulige sikkerhetsproblemer:

- Brann i andre kabler i tunnel - det kan være andre typer kabler i tunnel som derimot kan ta fyr.
- Lysbue på kabel – på denne type kabel vil det bli et smell, men ingen brann.
- Lekkasje fra kjøretøy (bensin) på brua – drivstoff kan renne ned på kablene gjennom drenering.

Tiltak:

- Strekkmetall over kablene som er tett.
- Forlenge dreneringene på brua slik at eventuell lekkasje ikke påvirker kablene.

4.1.3 Skade på omgivelsene

I anleggsperioden kan det forekomme skader på omgivelsene. Det er identifisert følgende mulige sikkerhetsproblemer tilknyttet hendelsen:

- Sprengningsarbeidet
- Anleggstrafikk
- Riggområder
- Fallende gjenstander fra bru - det kan inntreffe, og det kan også inntreffe i dag fra brua.

Sprengning skaper vibrasjoner i anleggsperioden som kan føre til skade på omgivelsene. Rystelser i grunnen kan påvirke eksisterende luftspenn, industriområdet på Breiviken og boligbebyggelse. Sprengningsulykker kan føre til skader på mennesker og materiell. Det ligger et idrettsanlegg i nærområdet til tunnelpåhugget på Breiviken. Det skal fraktes ut over 40 000m³ masser fra tunnelen. Det ligger også en 22kV linje til Håkonsvern som ikke kan kobles ut i anleggsfasen.

Tiltak:

- Anleggsveier bør i størst mulig grad sikres eller legges utenfor områder med lek/aktivitet.
- Overvåke situasjonen rundt eksisterende luftspenn under sprengning.
- Sikre linjen til Håkonsvern under sprengning.

4.1.4 Sabotasje/hærverk

Høyspent er kritisk infrastruktur. I utgangspunktet er også dagens Sotrabru det samme, men det blir bygget en ny bru som gir redundans i systemet for trafikkavvikling. Høyspentkabelen vil kunne være et mål hvis noen ønsker å ramme strømforsyningen.

Med mesteparten av traseen i bakken vil brua være det mest sårbare punktet. Det kommer ny linje inn til Fjell før oppstart av anleggsarbeidet. Systemet blir dermed mer robust enn hva det er i dag. Mulige tilkomstpunkter er i tunnelåpningene og Sotrabrua. Disse må sikres hensiktsmessig. Når ytre ring er ferdigstilt, er det redundans i systemet (500MW til Kolsnes). Inntil da vil kabelbrudd være alvorlig. Hvis begge kablene i tunnelen ryker og uten backup på 500MW, er det svært alvorlig for industriområdene i Fjell og Øygarden.

Tiltak:

- Tunnelen må være avlåst hensiktsmessig slik at uvedkommende ikke får tilgang med bruk av lett tilgjengelige verktøy. Det må vurderes om det bør etableres kameraovervåkning.
- Kablene bør lukkes inn i kasser for å sikre mot sabotasje i sidespenn på brua.
- Gjøre tiltak i punktet hvor man går ned for å gjøre vedlikehold på brua. Kan låses av eller lignende.
- Må vurdere risiko i anleggsfase og eventuell stenging av skipstrafikk hvis det er fare for store fallende gjenstander, eller legge arbeidet til lavtrafikkperioder hvis det er mulig.

4.1.5 Stråling fra høyspent

Magnetfelt fra høyspent er regulert gjennom strenge krav. Magnetfeltet fra kablene vil være innenfor gjeldende krav. Dette er dokumentert i planleggingsarbeidet. Likefult er det bekymringer fra nærmiljøet både ved Sotrabrua og i Arefjord som er skeptiske til strålingsfare. Blant annet gjelder dette for høyspent under gangfelt.

Tiltak:

- Informasjon til nærmiljøet.

4.1.6 Kabelbrudd

Det er identifisert følgende sikkerhetsproblemer tilknyttet kabelbrudd:

- Fabrikasjonsfeil - dette inntreffer svært sjeldent, men har en teoretisk sannsynlighet.
- Påkjørsel av bru - kabelen ligger mest sårbart til under brua. I anleggsperioden for bygging av ny Sotrabru vil det kjøre anleggskjøretøy under dagens bru. Det kan inntreffe at for høye kjøretøy kan skade kablene.
- Skipskollisjon med bru eller kollisjon med en større installasjon/plattform - den største trusselen er erfaringsmessig antenner og master.
- Overgang mellom bru og veg/tunnel og sjø - kablene er planlagt i bratt stigning fra brua til vegen og kan ligge utsatt til for vibrasjoner og slitasje. Fra tunnel til sjø er det ikke detaljert hvordan kablene skal legges ned i fjorden.
- Røykdannelse - hvis kabelen ryker blir det en lysbue som forårsaker røyk fra bruddpunktet. Tunnelen må da ventileres før man kan utbedre.
- Kryssing av RV 555 - rystelser fra sprengning.
- Båttrafikk med anker - anker kan skade kabler på sjøbunnen. Det er lite båttrafikk og mest mindre fartøy.
- Rehabilitering av dagens Sotrabru - arbeidet vil foregå med spenningsatte kabler.

Når ytre ring er ferdigstilt, er det redundans i systemet (500MW). Inntil da vil kabelbrudd være alvorlig. Hvis begge kablene ryker og uten backup på 500MW, er det svært alvorlig for industriområdene i Fjell og Øygarden. Reparasjonstid vil avhenge av hvor skaden inntreffer, i verste fall i flere uker.

Tiltak:

- Kablene bør ligge bevegelige slik at rystelser ikke skader kablene i krysningspunktet med RV 555.
- Bygge stålkonstruksjon (plater) for å beskytte kablene under brua i anleggsfasen. Kablene vil ligge bak 70-80 cm dype bjelker. Tiltaket vil gjelde mellom bjelkene.
- Må prosjekteres en løsning som sikrer at kabelen ikke utsettes for unødig slitasje (svingninger, brovedlikehold, etc).
- Unngå skjøter i midtspennet på brua.
- Avslutte tunnelen mot Arefjordpollen litt tidligere for å unngå bratt helning for kablene.

- Vurdere tiltak for å sikre mot anker. Dette kan være betongblokk, eller at kablene kan presses ned i sjøbunnen ved bruk av trykkluft.
- Høyspentkabel må anlegges slik at sandblåsing kan utføres enten med spenning eller uten spenning.
- Kablene bør være forsynt med sikringer slik at eventuelt kabelbrudd ikke fører til skade på personer på brua eller fartøy.

4.1.7 Ulykke under vedlikeholdsarbeid

Det skal gjøres vedlikeholdsarbeid både på kabler og på brua i fremtiden. Det er forutsatt at dekket blir skiftet ut på brua. Det identifisert følgende mulige sikkerhetsproblemer:

- Arbeid i høyden
- Vind
- Trafikk på brua under vedlikehold
- Arbeid ved spenningsatt kabel

Ved vedlikehold på bru og kabler vil det være mulig å stenge gjennomgangstrafikk, siden ny Sotrabru er åpnet. Det vil være utfordringer med arbeid i høyden og ved gitte vær-situasjoner. Det antas at vedlikeholdspersonale som har ansvaret for vedlikehold av kabler, ikke er vant til slikt arbeid på bru. Det vil også kunne være vedlikeholdsarbeid på brua samtidig som kablene er spenningsatt. Slikt vedlikeholdsarbeid er relativt sjeldent. Det er også krav om Sikker-Jobb-Analyse ved utførelse av slikt vedlikeholdsarbeid. Hyppigheten av vedlikeholdsarbeid på brua vil kunne bli mer uoversiktelig hvis ikke dekket skiftes ut. Arbeidet vil trolig måtte iverksettes på kortere varsel.

Tiltak:

- Fastsette retningslinjer for når vedlikehold ikke kan gjennomføres på brua.
- Vurdere stenging av bru for øvrig trafikk under vedlikeholdsarbeid.
- Utskifting av dekket på brua.

4.1.8 Innlekkasje i tunnel

Tunnelen får helning i en retning og eventuelt innlekkasjevann vil renne ut i den laveste enden. Det er ikke identifisert mulige sikkerhetsproblemer tilknyttet innlekkasje.

Tiltak:

- Ingen identifiserte tiltak

4.1.9 Radonstråling

Følgende sikkerhetsproblemer er identifisert:

- Høye verdier av radon
- Eksponering ved vedlikehold og anleggsarbeid

Det kan bli relativt høye verdier av radon i tunnelen. Radon er en gass som kan føre til alvorlige skader på arbeidere hvis det ikke er tilstrekkelig med ventilasjon.

Tiltak:

- Gjøre radonmålinger
- Tilstrekkelig ventilasjon

4.2 Alternativ 2 – Høyspentkabel i lang tunnel

4.2.1 Ras i tunnel

Tunnelen permanentesikres og kablene blir lagt på et smalt belte av magerbetong. Planlagt vedlikehold hvert tiår. Sannsynligheten for ras i tunnelen er liten. Tiltakene som er planlagt for å forhindre dette antas å være tilstrekkelig for å ivareta faren.

Et ras i tunnelen kan føre til skader på kabler, gitt at det er tunge elementer som raser. Mindre elementer antas ikke å få alvorlige konsekvenser. Det er normalt ikke aktivitet i tunnelen. Sannsynligheten for at ras inntreffer under planlagt vedlikehold er svært lav.

Tiltak:

- Sikre kablene i tunnel mot mindre fallende gjenstander.

4.2.2 Eksplosjon/brann

Følgende mulige sikkerhetsproblemer er identifisert for tunnelen:

- Røykdannelse
- Rømning

Kablene skal ikke forårsake brann, men det kan inntreffe i andre kabler i tunnelen. Det vil i så fall kunne medføre røykdannelse og behov for rømning. Tunnelen er lengre enn for alternativ 1 og rømningsveien blir derfor også lengre. Det er viktig at personell i tunnelen får mulighet til å snu kjøretøy og evakuere. Lite sannsynlig med brann i tekniske installasjoner, men det kan forekomme i kjøretøy eller lignende.

Tiltak:

- Tunnelen bør være ventilert med vifter i begge portalene
- Det må installeres kommunikasjonsutstyr i tunnelen
- Sikre tilstrekkelig med snumuligheter for kjøretøy

4.2.3 Skade på omgivelsene

Følgende sikkerhetsproblemer er identifisert for tunnelen:

- Sprengning
- Massetransport

Det skal sprenges rett ved trafo i vest og under RV 555. Dette kan føre til strømbrudd og rystelser for bebyggelsen ved Breiviken. Det antas at rystelsene vil bli mindre for dette alternativet enn for alternativ 1. Det skal fraktes omtrent 240 000 m³ masser ut av tunnelen. Dette fører til belastning på vegnettet. Anleggstiden for driving av tunnel er beregnet til omtrent 1 år med driving fra både øst og vest. Dette er omtrent dobbelt så lang tid som driving av alternativ 1.

Tiltak:

- Planlegge sikring rundt trafostasjon
- Planlegge hensiktsmessige anleggsveier som i størst mulig grad bør legges utenom områder med lek/aktiviteter

4.2.4 Sabotasje/hærverk

Uønskede personer kan ta seg inn til kablene via tunnelportalene. Øvrig del av traseen ligger utilgjengelig. Det er ikke detaljert hvordan tunnelportalene skal sikres mot eventuelle inntrengere.

Når ytre ring er ferdigstilt er det redundans i systemet (500MW til Kolsnes). Inntil da vil kabelbrudd være alvorlig. Så hvis begge kablene i tunnelen ryker og uten backup på 500MW er det svært alvorlig for industriområdene i Fjell og Øygarden.

Tiltak:

- Sikre tunnelportalene tilstrekkelig mot inntrengere. Dette kan innebære både låssystemer og overvåkning. Tiltakene bør ses i sammenheng med sikkerheteten på øvrig del av høyspenttraseen. Et høyt sikkerhetsnivå i tunnelen betyr ikke økt sikkerhet hvis trafostasjon eller luftlinje ikke er sikret i samme grad.

4.2.5 Stråling fra høyspent

Kablene legges i tunnel og vil ikke medføre stråling på omgivelsene. Konsekvensene er derfor ikke vesentlige.

Tiltak:

- Ingen tiltak

4.2.6 Kabelbrudd

Det er identifisert følgende sikkerhetsproblemer tilknyttet kabelbrudd:

- Fabrikasjonsfeil - dette inntreffer svært sjeldent, men har en teoretisk sannsynlighet.
- Røykdannelse - hvis kabelen ryker, blir det en lysbue som forårsaker røyk fra bruddpunktet. Tunnelen må da ventileres før man kan utbedre.

Når ytre ring er ferdigstilt er det redundans i systemet (500MW). Inntil da vil kabelbrudd være alvorlig. Så hvis begge kablene i tunnelen ryker og uten backup på 500MW er det svært alvorlig for industriområdene i Fjell og Øygarden. Reparasjonstid vil avhenge av hvor skaden inntreffer, i verste fall i flere uker.

Tiltak:

- Ingen tiltak

4.2.7 Ulykke under vedlikeholdsarbeid

Under vedlikeholdsarbeid kan det inntreffe ulykker. Det er identifisert følgende mulige sikkerhetsproblemer:

- Glatt underlag
- Dårlig plass for manøvrering av kjøretøy
- Stigning/fall i tunnel

Tunnelen får inntil 15 % stigning/fall. I kombinasjon med eventuelt glatt underlag kan det føre til trafikkulykke. Det er viktig at kjøretøy har mulighet til å snu i tunnelen hvis det oppstår en situasjon. Konsekvensene av en ulykke i tunnelen kan være alvorlig, avhengig av hva som skjer. Det antas at kjøretøy vil ha lav fart og at eventuelle skader på materiell og mennesker vil bli mindre alvorlig.

Tiltak:

- Minimum 3m kjørebredde i tunnelen
- Tilstrekkelig med snu-/havarinisjer

4.2.8 Innlekkasje i tunnel

Tunnelen er planlagt sammenhengende over 4 km. Det er identifisert følgende mulige sikkerhetsproblemer med løsningen:

- Svikt i pumpesystemer
- Glatt kjørebane i tunnel
- Skade på kabler

Tunnelen blir prosjektert for å være tørr. Det vil likevel være mulig at vann trenger inn gjennom konstruksjonen. Det er derfor planlagt pumpesystemer for å pumpe ut vannet. Utpumping vil kreve noe tid samt at pumpene virker slik de skal, siden de antakeligvis vil bli brukt sjeldent.

Vann i tunnel kan gi glatt underlag. Glatt underlag i bratt tunnel (inntil 15 %) kan føre til vanskelige kjøreforhold.

Ved vanninntregning kan kablene også ta skade av dette.

Tiltak:

- Blykappe på kabler for å tåle vann
- Redundant pumpesystem med jevnlig testkjøring/vedlikehold

4.2.9 Radonstråling

Følgende sikkerhetsproblemer er identifisert:

- Høye verdier av radon
- Eksponering ved vedlikehold og anleggsarbeid

Det kan bli relativt høye verdier av radon i tunnelen. Radon er en gass som kan føre til alvorlige skader på arbeidere hvis det ikke er tilstrekkelig med ventilasjon.

Tiltak:

- Gjøre radonmålinger
- Tilstrekkelig ventilasjon

5. EVALUERING AV RISIKO

5.1 Evaluering av risiko opp mot absolutte risikoakseptkriterier

Det er ikke etablert risikoakseptkriterier spesifikt for denne analysen. Det finnes derimot en rekke krav i lov og forskrift som sier noe om hva som er akseptabel risiko. Nedenfor er det presentert et utvalg akseptkriterier fra Strålevernforskriften.

Tabell 3: Evaluering av risiko opp mot absolutte risikoakseptkriterier i Strålevernforskriften

Krav	Lov/forskrift	Risikovurdering
Magnetfelt <ul style="list-style-type: none"> • 0,4 μT 	Strålevernforskriften (kommentar til §34)	Verdiene for begge alternativene er lavere enn kravet i forskrift.
Radon <ul style="list-style-type: none"> • Tiltaksgrense (100 Bq/m³) • Maksimumsgrense (200 Bq/m³) • Så lave nivåer som mulig 	Strålevernforskriften (§6)	Usikkerhet om radonnivået. Det bør på planstadiet identifiseres forslag til til avbøtende tiltak.

Ut over disse kravene er det også krav til sikkerhet for arbeidere som driver vedlikehold jf. arbeidsmiljøloven og krav til rutiner for helse, miljø og sikkerhet.

5.2 Evaluering opp mot ALARP/ALARA-prinsippet med forslag til risikoreduserende tiltak

5.2.1 Alternativ 1 - Høyspentkabel via eksisterende Sotrabru

Tabell 4: Evaluering opp mot ALARP/ALARA-prinsippet med forslag til risikoreduserende tiltak for alternativ 1 – Høyspentkabel via eksisterende Sotrabru

ID nr.	Uønsket hendelse	Risiko- og sårbarhetsvurdering	Forslag til tiltak	Evaluering
1	Ras i tunnel	Flere tiltak er planlagt. Enkelte soner med dårlig overdekning kan være en utfordring i anleggsfasen.	<ul style="list-style-type: none"> • Soner med dårlig overdekning må håndteres i prosjekteringen • Supplerende grunnundersøkelser under demning hvor kabelen går under vannet • Sikre kablene i tunnel mot mindre fallende gjenstander 	Ved implementering av tiltak vil risikonivået være på et lavt nivå.
2	Eksplasjon/brann	Enkelte sikkerhetsproblemer er identifisert, blant andre drivstofflekkasje på brua.	<ul style="list-style-type: none"> • Tett strekkmetall over kablene • Forlenge drenerørene på brua slik at lekkasje ikke påvirker kablene 	Med implementerte tiltak vurderes risikoen å være lav.
3	Skade på omgivelsene	Det er identifisert sikkerhetsproblemer med anleggstrafikk og sprengning.	<ul style="list-style-type: none"> • Overvåke situasjonen rundt eksisterende luftspenn under sprengning • Sikre linjen til Håkonsvern under sprengning • Anleggsveier bør i størst mulig grad sikres eller legges utenfor områder med lek/aktivitet 	Anleggstrafikk og sprengning har en iboende risiko. Det er ikke mulig å eliminere risiko, men ved implementering av tiltak vil risikoen være på et forsvarlig nivå.

ID nr.	Ønsket hendelse	Risiko- og sårbarhetsvurdering	Forslag til tiltak	Evaluering
4	Sabotasje/hærverk	Anlegget blir mer robust enn dagens situasjon. Det er likevel mulig å etablere tiltak som reduserer risiko ytterligere innen rimelighetens grenser.	<ul style="list-style-type: none"> • Tunnelen må være avlåst hensiktsmessig slik at uvedkommende ikke får tilgang med bruk av lett tilgjengelige verktøy. Det må vurderes om det bør etableres kameraovervåkning. • Kablene bør lukkes inn i kasser for å sikre mot sabotasje i sidespenn på brua • Gjøre tiltak i punktet hvor man går ned å gjøre vedlikehold på brua. Kan låses av eller lignende. • Må vurdere risiko i anleggsfase og eventuell stenging av skipstrafikk hvis det er fare for store fallende gjenstander eller legge arbeidet til lavtrafikkperioder hvis det er mulig. 	Med implementerte tiltak vurderes risikonivået som lavt.
5	Stråling fra høyspent	Kravene i forhold til magnetfelt i forskrift er ivaretatt. Bekymringer i nærmiljøet bør uansett håndteres.	<ul style="list-style-type: none"> • Informasjon til nærmiljøet 	Risikonivået er akseptabelt. Informasjon vil likevel ikke være kostnadsdrivende og vil kunne føre til mindre bekymringer.
6	Kabelbrudd	Kabelbrudd kan inntreffe. Det er identifisert mulige sikkerhetsproblemer. Usikkerhet tilknyttet behov og kapasitet ved eventuelt kabelbrudd. Det er identifisert flere tiltak som vil ha god effekt på risikonivået både i driftsfasen og anleggsfasen.	<ul style="list-style-type: none"> • Kablene bør ligge bevegelige slik at rystelser ikke skader kablene i krysningspunktet med RV 555. • Bygge stålkonstruksjon (plater) for å beskytte kablene under brua i anleggsfasen. Kablene vil ligge bak 70-80 cm dype bjelker. Tiltaket vil gjelde mellom bjelkene. • Må prosjekteres en løsning som sikrer at kabelen ikke utsettes for unødig slitasje (svingninger, brovedlikehold, etc). • Unngå skjøter i midtspennet på brua. • Avslutte tunnelen mot Arefjordpollen litt tidligere for å unngå bratt hellning for kablene. • Vurdere tiltak for å sikre mot anker. Dette kan være betongblokk, eller at kablene kan presses ned i sjøbunnen ved bruk av trykkluft. • Høyspentkabel må anlegges slik at sandblåsing kan utføres enten med spenning eller uten spenning. • Kablene bør være forsynt med sikringer slik at eventuelt 	Med implementerte tiltak vurderes risiko som lav.

ID nr.	Ønsket hendelse	Risiko- og sårbarhetsvurdering	Forslag til tiltak	Evaluering
			kabelbrudd ikke fører til skade på personer på brua eller fartøy.	
7	Ulykke under vedlikeholdsarbeid	Vedlikeholdsarbeid på brua kan være utfordrende under gitte forhold. Det er påkrevd at det utføres SJA før slike vedlikeholdsoperasjoner.	<ul style="list-style-type: none"> • Fastsette retningslinjer for når vedlikehold ikke kan gjennomføres på brua (grenseverdier for vind, mv). • Vurdere stenging av bru for øvrig trafikk under vedlikeholdsarbeid • Utskifting av dekket på brua. 	Med implementerte tiltak vurderes risiko å være lav. Ytterligere tiltak vurderes å gi liten gevinst i forhold til kostnad med etablering av fysiske skjerming, mv.
8	Innlekkasje i tunnel	Tunnelen får helning i en retning og eventuelt innlekkasjevann vil renne ut i den laveste enden. Det er ikke identifisert mulige sikkerhetsproblemer tilknyttet innlekkasje.	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen tiltak 	Risiko vurderes så lav som praktisk mulig.
9	Radonstråling	Det er usikkerhet tilknyttet radonforekomst. Arbeid i høye radonforekomster kan gi alvorlige helseskader.	<ul style="list-style-type: none"> • Gjøre radonmålinger • Tilstrekkelig ventilasjon 	Ved å implementere anbefalte tiltak vurderes risikoen å være redusert så langt som praktisk mulig.

5.2.2 Alternativ 2 - Høyspentkabel i lang tunnel

Tabell 5: Evaluering opp mott ALARP/ALARA-prinsippet med forslag til risikoreduserende tiltak for alternativ 1 – Høyspentkabel i lang tunnel

ID nr.	Ønsket hendelse	Risiko- og sårbarhetsvurdering	Forslag til tiltak	Evaluering
1	Ras i tunnel	Det er lite sannsynlig med ras i driftsfase. I anleggsfasen kan det forekomme. Normalt lite menneskelig aktivitet i tunnelen i driftsfase.	<ul style="list-style-type: none"> Sikre kablene i tunnel mot mindre fallende gjenstander. 	Lange tunneler har en iboende risiko. Med anbefalte tiltak vurderes risikonivået å være lavt.
2	Eksplasjon/brann	Sikkerhetsproblemer kan stamme fra andre kabler i tunnelen. Snumuligheter for kjøretøy må være tilstrekkelig.	<ul style="list-style-type: none"> Tunnelen bør være ventilert med vifter i begge portalene Det må installeres kommunikasjons-utstyr i tunnelen Sikre tilstrekkelig med snumuligheter for kjøretøy 	Tunneler har en iboende risiko. Med anbefalte tiltak vurderes risikonivået å være redusert så langt som praktisk mulig.
3	Skade på omgivelsene	Sprengning og massetransport utgjør sikkerhetsproblemene. Antatt mindre rystelser enn for alternativ 1, men derimot dobbelt så lang anleggsperiode på tunnelen.	<ul style="list-style-type: none"> Planlegge sikring rundt trafostasjon Planlegge hensiktsmessige anleggsveier som i størst mulig grad bør legges utenom områder med lek/aktiviteter 	Anleggsperioden vil normalt medføre økt risiko i en periode. Med anbefalte tiltak vurderes risikoen å være redusert så langt som praktisk mulig.
4	Sabotasje/hærverk	Mesteparten av traseen er utilgjengelig for inntrengere.	<ul style="list-style-type: none"> Sikre tunnelportalene tilstrekkelig mot inntrengere. Dette kan innebære både låssystemer og overvåkning. 	Sikkerheten bør ses i sammenheng med tilknyttet strømforsyning, slik alt det ikke brukes for store ressurser med lav effekt. Med anbefalte tiltak vurderes risiko å være redusert så langt som praktisk mulig.
5	Stråling fra høyspent	Kablene legges i tunnel hele traseen og vil ikke påvirke omgivelsene.	<ul style="list-style-type: none"> Ingen tiltak. 	Risiko er akseptabel. Jf. Strålingforskriften.
6	Kabelbrudd	Mulige sikkerhetsproblemer er røykdannelse og fabrikkasjonsfeil. Usikkerhet tilknyttet behov og kapasitet på strømmettet ved eventuelt brudd.	<ul style="list-style-type: none"> Ingen tiltak 	Det er planlagt ventilasjon og fabrikkasjonsfeil kan forekomme. Risikonivået vurderes å være lavt.

ID nr.	Uønsket hendelse	Risiko- og sårbarhetsvurdering	Forslag til tiltak	Evaluering
7	Ulykke under vedlikeholdsarbeid	Glatt underlag, stigning/fall i tunnel og dårlig plass for manøvrering av kjøretøy utgjør en fare. Identifiserte tiltak vil kunne redusere risikoen betydelig.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimum 3m kjørebredde i tunnelen • Tilstrekkelig med sne-/havarinisjer 	Med anbefalte tiltak vurderes risikoen å være redusert. Ytterligere tiltak vil kreve betydelige kostnader i form av ytterligere rømningsveier, mv.
8	Innlekkasje i tunnel	Tunnelen prosjekteres som tørr tunnel, men det kan forekomme innlekkasje som vil samles i lavbrekket i tunnelen og må derfor pumpes ut. Dette kan gi farlige situasjoner.	<ul style="list-style-type: none"> • Blykappe på kabler for å tåle vann • Redundant pumpesystem med jevnlig testkjøring/vedlikehold 	Det er planlagt pumpesystem i tunnel, men med anbefalte tiltak vurderes risikoen å være redusert ytterligere og til et lavt nivå.
9	Radonstråling	Det usikkerhet tilknyttet radonforekomst. Arbeid i høye radonforekomster kan gi alvorlige helseskader.	<ul style="list-style-type: none"> • Gjøre radonmålinger • Tilstrekkelig ventilasjon 	Ved å implementere anbefalte tiltak vurderes risikoen å være redusert så langt som praktisk mulig.

6. KONKLUSJON

Det er i analysen identifisert 9 uønskede hendelser som kan inntreffe i anleggsfasen og driftsfasen av prosjektet.

Radongass og magnetfelt er omfattet av akseptkriterier i forskrift. For dette prosjektet er begge alternativene innenfor kravet til magnetfelt. For radongass er det usikkerhet tilknyttet forekomster av ulike granitt- og gneisarter i området. Derfor er det identifisert tiltak som vil kunne sikre at kravene til radonnivå blir ivaretatt.

Risikonivået vurderes som tilnærmet likt for begge alternativene gitt at forslag til tiltak blir implementert. Kablene ligger mest beskyttet mot eksterne trusler i lang tunnel, samtidig som en uønsket hendelse i lang tunnel også har det største konsekvenspotensialet på grunn av rømningssituasjonen. Det er også et klart skille i forhold til innlekkasje i tunnel, hvor lang tunnel har et lavbrekk som vil oppsamle vann. At det prosjekteres robuste pumpesystemer er derfor en forutsetning. Valg av alternativ bør derfor gjøres på bakgrunn av:

- Kostnad for gjennomføring av tiltakene
- Praktiske forhold med implementering av tiltak

Ved implementering av foreslåtte tiltak vurderes risikonivået for begge alternativene å være redusert så langt som praktisk mulig og dermed forsvarlig i forhold til prinsippet om ALARP/ALARA.