



Lloyd's Register
Consulting

Working together
for a safer world

Rasfare veg Salten

Rapport til:
Statnett



Rapportnr.: 105041/R1 Rev: Final

Dato: 17. februar 2015

Sammendrag

Rasfare veg Salten

Sikkerhetsklassifisering for dette dokument:

Distribute only after client's acceptance

Rapportnr:

105041/R1

Revisjon:

Final

Dato:

17. februar 2015

Utarbeidet av:

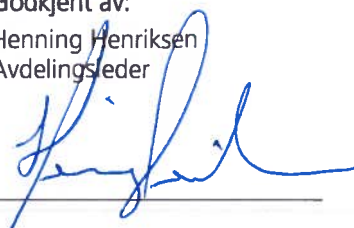
Malmfrid Kjørri
Overingeniør

Gransket av:

Olav Werner Ruud
Sjefsingeniør

Godkjent av:

Henning Henriksen
Avdelingsleder



Firmanavn og adresse:

Lloyd's Register Consulting - Energy AS
Postboks 3
2027 KJELLER

Kundenavn og adresse:

Statnett
Postboks 4904
0423 OSLO

Kontaktperson:

Malmfrid Kjørri

T: +47 920 21 246

E: malmfrid.kjorri@lr.org

Kontaktperson kunde:

Arild Trædal

T: +47 90 11 82 27

E: arild.tradal@statnett.no

Lloyd's Register Group Limited, dets datterselskaper og tilknyttede selskaper og deres respektive tillitsmenn, ansatte og representanter omtales i denne bestemmelse enkeltvis eller samlet som "Lloyd's Register". Lloyd's Register påtar seg intet ansvar og kan ikke holdes ansvarlig av noen person for tap, skader eller utgifter som følge av opplysninger eller råd gitt i dette dokument eller på annen måte, med mindre vedkommende har undertegnet en kontrakt med det relevante foretak i Lloyd's Register om å gi slike opplysninger eller råd; i så tilfelle er ansvaret begrenset til de vilkår som er fastsatt i nevnte kontrakt.
©Lloyd's Register 2015.

Dokumentrevisjoner

Revisjon	Dato	Beskrivelse / endringer	Endringer utført av
Utkast a	04.12.2014	Første utkast for gjennomgang av akseptkriterier	Malmfrid Kjørri
Utkast b	22.12.2014	Lagt til risikoakseptkriterier relatert til PLL og FAR	Malmfrid Kjørri
Final	17.02.2015	Oppdatert med innspill fra Statnett gitt i møte 20.01.2015.	Malmfrid Kjørri

Hovedsammendrag

I Salten er det rasfare på vegen inn til en transformatorstasjon. Det er tidligere gjort studier som konkluderer med at en strekning på ca 1300 meter er rasfarlig. Statnett skal starte et prosjekt på stasjonen og ønsker å få vurdert personsikkerheten ved bruk av vegen.

Øvre akseptkriterium for individuell risiko settes med utgangspunkt i MEM-prinsippet (Minimum Endogenous Mortality) hvilket betyr at en tilleggsrisiko som er større enn grunnrisikoen i det norske samfunnet regnes som uakseptabel.

For eksempel er sannsynligheten for å omkomme i ulykke:

- Innen landtransport ekskl. jernbane $6,50 \times 10^{-5}$
- Grunnet naturkrefter $5,83 \times 10^{-6}$
- Med elektrisk kraft $4,17 \times 10^{-7}$

Basert på MEM-prinsippet anbefaler DSB et øvre akseptkriterium for individuell risiko på 10^{-5} .

Rogalandsforskning har satt opp følgende risikoakseptkriterier for 1. person i sin rapport 'Risikoakseptkriterier og akseptabel risiko i transportsektoren – En kunnskapsoversikt' Rapport RF – 2003/072:

Den individuelle sannsynligheten for å omkomme i en ulykke i løpet av ett år skal ikke overstige $10^{-3} = 0,1 \%$.

Konsekvens av steinsprang/-skred, sørpeskred og isskred forutsettes å være død i verste fall.

Beregningene viser at om man tar med eksponeringstiden under de gitte forutsetningene for

- Driftsfasen (to turer og to returer pr døgn pr ansatt)
- Anleggsfasen (femten turer og femten returer pr døgn for mest utsatte person)

så er risikoen akseptabel gitt et akseptkriterium på 10^{-3} , men tiltak som reduserer risikoen for 1. person bør likevel foretas før trafikken på vegen kan økes i forbindelse med planlagte anleggsarbeider. 10^{-3} er et allment risikoakseptkriterium for yrkesrisiko og således innenfor anbefalt praksis.

Brukes et mer allment risikoakseptkriterium som er 10^{-5} så er risikoen ikke akseptabel.

Innholdsfortegnelse

Side

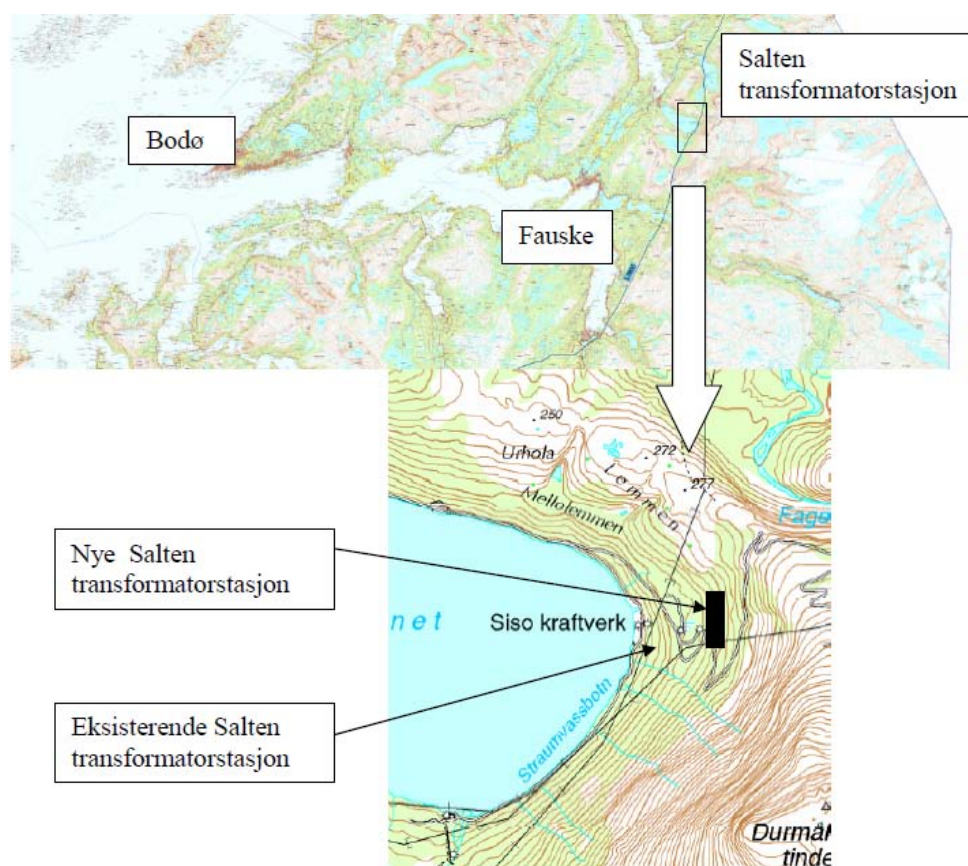
1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål og omfang.....	2
1.3	Begreper og definisjoner	3
2	Gjennomføring	4
2.1	Forutsetninger og avgrensninger	4
2.1.1	Steinsprang/-skred.....	5
2.1.2	Snø- og sørpeskred.....	5
2.1.3	Isras	5
2.1.4	Generell geografi.....	5
3	Metode for risikovurderingen	6
3.1	Risikovurderinger	6
3.1.1	Bow-tie, en illustrasjon av årsak - konsekvens.....	6
3.2	Fareidentifisering	6
3.2.1	Oppsummering	7
3.2.2	Aktiviteter som kan medføre fare.....	7
3.3	Risikobilde - Risikomatriser	7
3.3.1	Statens vegvesens risikomatrise for skred på veg.....	8
3.3.2	Standard risikomatriser	9
3.4	Kvantitative akseptkriterier	11
3.4.1	Individuell risiko.....	11
3.4.2	Risikoakseptkriterier for 3. person	11
3.4.3	Risikoakseptkriterier for 1. person	12
3.4.4	Konklusjon	12
4	Resultater	13
4.1	Risikomatrise	13
4.1.1	Risikomatrisen som utgangspunkt for risikoreduserende tiltak.....	13
4.2	Frekvens	14
4.3	Vurdering opp mot akseptkriterier	15
4.3.1	Treff pr meter veg pr år	15
4.3.2	Med eksponeringstid	15
4.3.3	Konklusjon gitt et akseptkriterium på 10^{-3}	16
4.3.4	Konklusjon gitt et akseptkriterium på 10^{-4}	16
4.3.5	Konklusjon gitt et akseptkriterium på 10^{-5}	16
4.3.6	Diskusjon.....	16
5	Konklusjon	18
6	Referanser	18

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Statnett skal utføre anleggsarbeider ved Salten transformatorstasjon. Primæradkomsten til Transformatorstasjonen er en veg som går langsmed vannet og nedenfor ei bratt helling. Det er tidligere gjort studier som konkluderer med at en strekning på ca 1300 meter er rasfarlig. Vegen brukes også i forbindelse med drift og vedlikehold. Statnett har bedt Lloyd's Register Consulting (heretter forkortet LRC) sammen med NGI om å vurdere personsikkerheten ved ferdsel på den skredutsatte vegen.

Error! Reference source not found. Omsøkte Salten transformatorstasjon med tilhørende vei og ombygging av ledninger vil bli liggende øst for Straumvatnet, ca 6 km fra Straumen som er kommunesenteret i Sørfold kommune, Nordland fylke.



Figur 1.1: Salten transformatorstasjon

Oppdraget innebærer en kartlegging og vurdering av risiko ved ferdsel på vegen inn til Salten transformatorstasjon. Statnett har også bedt LRC om å etablere risikoakseptkriterier for ferdsel på skredutsatt veg på et generelt grunnlag. Det er ønskelig å sammenligne personrisikoen på denne vegstrekningen med annen tilsvarende risiko. Akseptkriteriene for den aktuelle vegstrekning underbygges slik at de kan anvendes på generelt grunnlag for andre, tilsvarende risikoutsatte vegstrekninger.



Figur 1.2: Oversiktsbilde fra NGI

1.2 Formål og omfang

Hensikten med dette prosjektet er å:

- a) Kartlegge risiko ved ferdsel på skredutsatt veg inn til Salten transformatorstasjon i de to tilfellene:
 1. Driftsfasen (ved daglig drift og vedlikehold)
 2. Anleggsfasen (i forbindelse med anleggsarbeider som skal utføres i en begrenset periode)
- b) Etablere risikoakseptkriterier for ferdsel på skredutsatt veg
- c) Gjennomføre en faktabasert risikovurdering av ferdsel på skredutsatt veg inn til Salten transformatorstasjon; under anleggsperioden og i driftsperioden før og etterpå.
- d) Etablere et analytisk grunnlag som også kan brukes av Statnett på andre, sammenlignbare vegstrekninger.
- e) I tillegg til å se på risikoakseptkriterier for enkeltpersoner; også se på risiko for bedriften Statnett og alle dens ansatte, enten i form av PLL (Probable Loss of Life) eller FAR (Fatal Accident Rate). Avtalt med Statnett 05.12.2014. Se vedlegg C.



Figur 1.4: Detalj av skredutsatt veg til Salten transformatorstasjon av NGI



Figur 1.3: Steinsprang dokumentert av Siso Energi

1.3 Begreper og definisjoner

I denne rapporten benyttes begrepet **skred** om skred/ras på eller nær veg, og som løsner i naturlig terreng. En vanlig inndeling i ulike skredtyper er:

- Snøskred
 - Isskred
 - Sørpeskred
 - Flomskred
 - Jordskred
 - Leirskred
 - Fjellskred
 - Steinskred
 - Steinsprang
- **Risiko** er en kombinasjon av sannsynlighet og konsekvens av en hendelse og presenteres gjerne i en risikomatrix. Risikomatrix utgjør beslutningsgrunnlaget for risikoakseptkriteriene.
 - **Sannsynlighet** vil i denne sammenheng bety en angivelse av hvor ofte skredhendelser kan inntreffe. Sannsynligheten fastsettes på bakgrunn av et visst faglig skjønn sammen med teoretiske beregningsmetoder.
 - I mange sammenhenger brukes begrepet **Frekvens** på samme måte som sannsynlighet inn i risikobegrepet.
 - NGI bruker begrepet **Returperiode** som angir hvor mange år det i gjennomsnitt går mellom hvert tilfelle av hendelsen skred. Skredfrekvensen blir da 1 delt på returperioden.
 - **Konsekvens** er i denne rapporten relatert til trafikkmengde (årsdøgnstrafikk ÅDT) på en gitt enhetsstrekning. Sannsynlighet for personskader har en nær sammenheng med skred-sannsynlighet og trafikkmengde.
 - Ulike skredtyper har forskjellig **skadepotensiale**. Vi har gjort en vurdering av dette i valg av risikoakseptnivå for skredhendelser på vegstrekningen.
 - Trafikkmengde målt i årsdøgnstrafikk, forkortet **ÅDT**, er summen av antall kjøretøy som passerer ett punkt på en vegstrekning i året, dividert på årets dager.
 - Statens vegvesen framskriver en vegstreknings ÅDT med 20 år ved planlegging av skredsikringstiltak. Vi har i denne analysen valgt å legge samme prinsipp til grunn.
 - En **enhetsstrekning** er i denne rapporten definert som en veglengde på 1 km med start fra ene ytterkant av skredfaresone til andre ytterkant. Dersom lengden er i nærheten av 1 km (f.eks 1,3 km) behandles den som én enhetsstrekning. Dette danner lengden som den samlede sannsynligheten for skred på veg skal beregnes/estimeres for. Det kan være flere enhetsstrekninger etter hverandre (altså flere km skredutsatt veg).
 - Et **skredpunkt** er ett sted på enhetsstrekningen hvor ett tiltak er nødvendig for å gi sikringseffekt. Ett sikringstiltak kan sikre flere skredpunkt, for eksempel tunnel.
 - **Risikoakseptkriterium** (NS 5814): Kriterium som legges til grunn for beslutning om akseptabel risiko. Risikoakseptkriterier kan uttrykkes med ord eller være tallfestet, eller ved en kombinasjon av disse, for eksempel som ulike soner i en risikomatrix.

De fleste risikoakseptkriterier opererer ikke med et skarpt skille mellom akseptabel og uakseptabel risiko. Det defineres en øvre grense for risikoen (grense mot uakseptabel risiko) og en nedre grense (grense mot akseptabel risiko). I intervallet mellom akseptabel og uakseptabel risiko er

risikoen "tolererbar", men risikoen bør reduseres så mye som praktisk rimelig. Dette intervallet/området omtales som **ALARP-området** (As Low as Reasonably Practicable).

Statens vegvesen har pr i dag ikke tydelige retningslinjer for hvilke risikoakseptkriterier som er gjeldende for skred på veg. Det er i denne rapporten tatt utgangspunkt i et forslag fra september 2012. For bebyggelse er krav gitt i Bygningsloven, TEK10.

- **MEM-prinsippet** (Minumum Endogenous Mortality) betyr at en tilleggsrisiko som er større enn grunnrisikoen i det aktuelle samfunnet regnes som uakseptabel.
- **PLL** – Årlig antall drepte for et gitt anlegg, en gitt aktivitet eller område.
- **FAR** – Forventet antall døde pr 100 millioner timer med en gitt aktivitet/arbeidstimer.

2 Gjennomføring

1. For kartlegging av den reelle skredproblematikken på vegstrekningen har Statnett konsultert NGI. NGI har sammenfattet resultatene av sine studier i en rapport som dokumenterer sannsynlighet for ulike skredtyper, samt konsekvenser av disse.
2. Basert på NGIs kartlegging er det etablert et risikobilde (risikomatrise) for den aktuelle vegstrekningen.
3. LRC har etablert akseptkriterier for risiko på strekningen, med utgangspunkt i MEM-prinsippet. Akseptkriteriene for den aktuelle vegstrekning er fundert slik at de kan danne grunnlag for mer generelle akseptkriterier for bruk på andre skredutsatte strekninger hvor Statnett har virksomhet.
4. Vurdere personalrisiko opp mot akseptkriteriene for de to fasene:
 - Driftsfasen
 - Anleggsfasen
5. NGI har gjort en foreløpig kartlegging av mulige sikringstiltak. For risiko i høyrisiko- og ALARP-området er det foreslått risikoreduserende tiltak. Risikoreduserende tiltak vil bli gjennomgått i et eget analysেমøte hvor effekten av de ulike tiltakene vurderes og veies opp mot akseptkriteriene. Dette er ikke berørt i denne rapporten.

2.1 Forutsetninger og avgrensninger

Det forutsettes at det ikke er områder som er tilrettelagt for stans på den aktuelle strekningen. For område tilrettelagt for stans; så som rasteplasser, parkeringsplasser etc, kreves et høyere sikkerhetsnivå enn det som er foreslått her. Det forutsettes at alle vurderte, risikoutsatte kjøretøy kjører hele strekningen uten stans. NGI oppgir at det tar 2-3 minutter å tilbakelegge den skredutsatte strekningen og at det ikke er mulig å kjøre særlig fortere. Det er i det videre brukt at tur/retur tar fem minutter.

I risikomatrixene (se kapittel 3) er det oppgitt ulike konsekvenskategorier, Statens vegvesen bruker ÅDT, mens Statnett bruker grad av skade, fra minimal skade til mange døde. I denne analysen er kun fatalitet (død) vurdert. Dersom en hendelse kan forårsake død i ytterste konsekvens er dette brukt. Akseptkriteriet er lagt på sannsynlighet for død. Det er mulig, men ikke vanlig praksis, å utvide akseptkriteriet med kategorier for skade på personer, materiell, omdømme og miljø. Det er ikke vurdert i denne rapporten.

2.1.1 Steinsprang/-skred

Stensprang/-skred er nedfall av steinblokker. NGI oppgir i sin vurdering at steinsprang og -skred skjer flere ganger pr år, men at det er kun store blokker som når ned til veggen og da hvert 2.-4. år. Minste blokkstørrelse for de blokkene som når ned til veggen er oppgitt til 17 m³ og største til 52 m³. I møte med NGI ble det opplyst at en typisk stor steinblokk vil dekke 4 meter av vegens lengde. Det antas derfor at alle steinsprang/-skred som når veggen vil kunne medføre død dersom de treffer en person eller et kjøretøy med personer inni. Således forutsettes alle steinsprang/-skred som treffer veggen å ha fatalt potensial.

2.1.2 Snø- og sørpeskred

Vedrørende konsekvens for et kjøretøy av å bli truffet av et snø- eller sørpeskred skriver NGI:

Moderne kjøretøy har høy mekanisk stivhet og kan trolig tåle trykkvirkningen av et snøskred uten å knuses, men det er sannsynlig at bilen kastes i Straumsvatnet og at passasjerene ikke klarer å komme seg ut.' I ytterste konsekvens vil snø- og sørpeskred dermed kunne medføre død og vurderes derfor som potensielt fatalt.

NGI anslår returperioden for sørpeskred til å være størrelsesorden 100 år. Det er litt uklart om det kan/vil kunne gå sørpeskred i Salten. Denne skredtypen er derfor ikke vurdert.

2.1.3 Isras

Isras er i NGIs rapport omtalt som ikke avklart mhp sannsynlighet eller konsekvens og er derfor ikke vurdert opp mot akseptkriteriene i LRCs rapport.

2.1.4 Generell geografi

Som en forenkling har vi valgt å se på veggen inn til Salten transformatorstasjon som et geografisk område med lik risiko langs hele veggen for skred. Dersom det viser seg å være formålstjenelig kan dette bildet nyanseres ut fra den kunnskap man har om skredbaner og –traséer. Dersom man gjør dette vil man også kunne identifisere område med uakseptabel risiko som gjør at man kan sette inn mer geografisk målrettede tiltak, f eks skredsikring, på de mest utsatte delene av veggen.

I forbindelse med eventuelle sikringsarbeider kan det være aktuelt å ta med i betraktningen at personell som til daglig arbeider med skredsikring har mer kunnskap om farene enn f eks tilfeldige forbipasserende. Det vil ikke bli utledet risikoakseptkriterier for personell som skal arbeide med skredsikring, da dette forutsettes ivaretatt av de som skal utføre skredsikringsarbeidet sine arbeidsgivere. Dette tas eventuelt inn i senere vurderinger.

3 Metode for risikovurderingen

3.1 Risikovurderinger

Med risikovurdering menes planlegging og gjennomføring av risikoanalyse og risikoevaluering. Dette innebærer å identifisere farer, analysere konsekvenser og sannsynlighet/frekvenser, og evaluere risiko opp mot akseptkriterier. Basert på risikoevalueringen foreslås tiltak som kan fjerne eller redusere risiko.

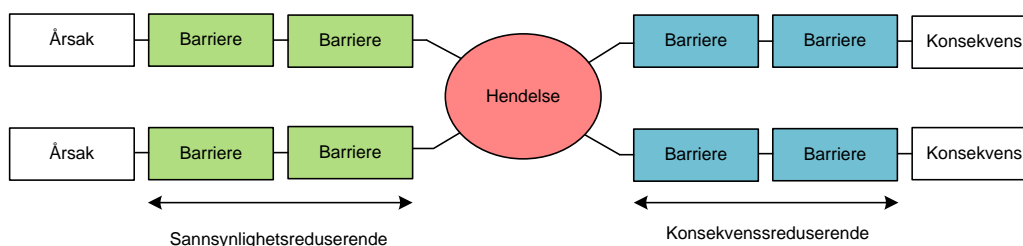
LRC har i denne rapporten lagt spesielt vekt på utviklingen og definisjonen av risikoakseptkriterier. Dette er gjort fordi det ikke finnes noe predefinert sett med risikoakseptkriterier for skredutsatt veg i drifts- og anleggsperioden.

3.1.1 Bow-tie, en illustrasjon av årsak - konsekvens

En hensiktsmessig måte å illustrere risikovurdering på kan være gjennom et såkalt bow-tie-diagram som i prinsippet representerer følgende sekvens

Årsaker -> Hendelse -> Konsekvenser

som også er illustrert i Figur 3.1 nedenfor:



Figur 3.1: Bow-tie prinsippet

Hendelse i denne sammenheng vil være skred av ulike typer. Mellom Årsaker og Hendelse kan vi ha barrierer. Disse vil typisk være sannsynlighetsreduserende. Likeledes vil vi mellom Hendelse og Konsekvenser ha barrierer som er konsekvensreduserende. Barrierene vil være tiltak av ulike typer. Et forebyggende tiltak kan være rensk av fjellside. Dersom løs stein fjernes fra fjellsiden vil sannsynligheten for at stein raser ut reduseres. Sikring av vegen gjennom fanggjerdar vil være konsekvensreduserende i det at selve skredet ikke vil nå vegen.

3.2 Fareidentifisering

NGI har kartlagt mulighet for ulike typer skred ned på vegen inn til Salten transformatorstasjon.

I utgangspunktet har følgende mulige skredtyper blitt vurdert:

- Steinsprang/-skred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Isras

NGI har funnet at tre av de mulige skredtypene, steinsprang, snø- og sørpeskred representerer fare for den vurderte vegstrekning i Salten. Faren for skred er tatt med i vurderingene dersom skredtypen har potensial til å stenge hele vegbanen og/eller medføre alvorlige ulykker med død som følge. For snø-, flom- og jordskred er dette anslått til minimum 10 m³ skredmasser. Steinsprang og isras er vurdert relevant også ved mindre volum da skadepotensialet fortsatt kan være stort.

For vegen inn til Salten transformatorstasjon er det ikke observert isras av slik størrelse og volum at det faller i den definerte skadekategorien. Vedrørende sørpeskred refererer NGI til Rambøl som i 2014 skriver følgende i sin rapport: 'nedrasing av is/sørpe på vegen forekommer årlig, men det ansees ikke for problematisk'. NGI selv konkluderer kun med at det er mulig at det kan gå sørpeskred i det aktuelle området. Kun snøskred og steinsprang/-skred er vurdert i det videre. Øvrige typer skred ansees ikke å kunne inntreffe da det f eks ikke finnes jord eller leire som kan rase ned på den aktuelle vegstrekningen.

3.2.1 Oppsummering

Skredtyper på veg til Salten	Potensielt dødelig
Steinsprang/-skred	Ja
Snøskred	Ja
Sørpeskred	Ikke vurdert
Isras	Ikke vurdert

3.2.2 Aktiviteter som kan medføre fare

Følgende aktiviteter er sammen med Statnett identifisert til å medføre risiko ved ferdsel på vegen inn til Salten Transformatorstasjon:

- Transport av driftspersonell til og fra stasjonen.
- Transport av materiell til og fra stasjonen.
- Aktiviteter i forbindelse med sikring av vegen mot skred.

3.3 Risikobilde - Risikomatriser

Hensikten med en risikomatrise er å gi et bilde av risiko (sannsynlighet x konsekvens). I noen tilfeller vil det være hensiktsmessig å bruke andre kategorier enn konsekvens og sannsynlighet på aksene.

Risikobildet skal også synliggjøre om risikoen er akseptabel eller ikke. Dersom det identifiseres aktiviteter hvor risikoen ikke er akseptabel, skal risikobildet danne et utgangspunkt for prioritering av hvilke aktiviteter det skal utføres risikoreducerende tiltak for. Videre ønsker tiltakshaver ofte å kunne måle effekten av risikoreducerende tiltak, slik at aktivitetene etter at tiltak er gjennomført ender opp med å ha en akseptabel risiko.

I en risikomatrise vil fargene på feltet (risikoklassen) som risikoen faller i, angi om risikoen er akseptabel eller ikke. Grønt angir akseptabel risiko, gult angir at det bør innføres tiltak i hht ALARP-prinsippet og rødt angi uakseptabel risiko.

Dersom man velger å bruke en standard risikomatrise for å foreslå og å vurdere tiltak for å redusere risiko kan man gjøre dette på to måter i henhold til bow-tie-tankegang og barrieretenking.

- Sannsynlighetsreducerende tiltak vil være tiltak som reduserer sannsynligheten for at skred inntreffer.

- Konsekvensreducerende tiltak vil være tiltak som reduserer konsekvensen av de skred som inntreffer. Den beste konsekvensreduksjonen vil være å hindre skredet i å nå ned til veien hvor det har størst skadepotensial. En annen måte å redusere konsekvens på er å unngå at noen befinner seg på veien når det går et skred.

3.3.1 Statens vegvesens risikomatrix for skred på veg

Statens vegvesens risikomatrix for skred på veg er gjengitt i Figur 3.2 og risikoklassene i Figur 3.3. Denne er tenkt som en del av vurderingen som gjøres i forkant av at det besluttes å bygge en ny veg.

Årlig nominell skredsannsynlighet pr enhetsstrekning	Konsekvens/Trafikkmengde (ÅDT)					
	A <200	B 200-<500	C 500-<1500	D 1500-<4000	E 4000-<8000	F ≥8000
I $\frac{1}{2} \geq F \geq \frac{1}{5}$	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
II $\frac{1}{5} \geq F \geq \frac{1}{10}$	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red
III $\frac{1}{10} \geq F \geq \frac{1}{20}$	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
IV $\frac{1}{20} \geq F \geq \frac{1}{50}$	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
V $\frac{1}{50} \geq F \geq \frac{1}{100}$	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red
VI $\frac{1}{100} \geq F > \frac{1}{1000}$	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red
VII $\frac{1}{1000} F \geq$	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow

Figur 3.2: Illustrasjon av en risikomatrix

	Høy risiko. Design, deler av design eller drift, med tilhørende risiko, kan ikke aksepteres. Effektive risikoreducerende tiltak må i verksettes for å redusere risikoen til under dette uakseptable risikonivået
	Middels risiko (ALARP). Risikoen skal, hvis mulig, søkes redusert med kostnadseffektive tiltak ut fra ALARP-prinsippet (As Low As Reasonably Practicable). Dette nivået kan aksepteres hvis aktuelle tiltak ikke er formålstjenlige ut fra en kost-/nyttevurdering
	Lav risiko. Risikoreducerende tiltak er ikke nødvendig

Figur 3.3: Risikoklasser

Som risikomatriksen viser, opererer Statens vegvesen med hele syv sannsynlighetsklasser for skredhendelser og seks konsekvensklasser for skredhendelser.

Sannsynlighetsklasser

Inndelt etter årlig nominell sannsynlighet for skredstengt enhetsstrekning. Inndelingen gjelder for strekninger slik at sannsynligheten for skred på veg fra enkeltskredløp/skredpunkt må være lavere. Eksempelvis vil et akseptnivå på 1/50 for en enhetsstrekning, ved fire likeverdige skredløp, føre til at største tillatte sannsynligheten for hvert skredløp blir 1/200.

Følgende sannsynlighetsklasser er benyttet:

- I. $1/2 \geq F > 1/5$
- II. $1/5 \geq F > 1/10$
- III. $1/10 \geq F > 1/20$
- IV. $1/20 \geq F > 1/50$
- V. $1/50 \geq F > 1/100$
- VI. $1/100 \geq F > 1/1000$
- VII. $1/1000 \geq F$

Strekninger med sannsynligheten over 1/2 er ikke med i matrisen, da det ikke anbefales å bygge veger med så stor sannsynlighet for skred på veg.

Statens vegvesen opererer videre med seks konsekvensklasser for skredhendelser. Disse er kun indirekte relatert til konsekvens ved at det er ÅDT som angir kategori. Dette forklares ved at økt ÅDT gir økt konsekvens, sannsynligvis fordi et større antall kjøretøy på vegen antas å øke antall skadde eller døde. kategoriene er som følger:

Konsekvensklasser

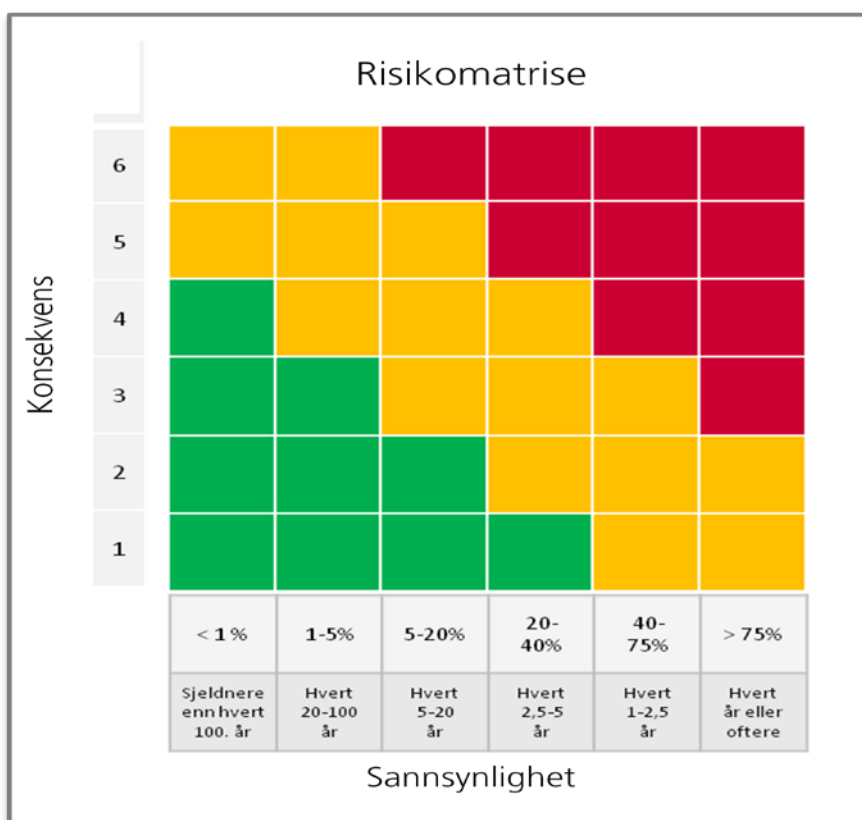
Konsekvensklassene A – F er delt inn etter trafikkmengde (ÅDT), der økende ÅDT gir økt konsekvens. Følgende konsekvensklasser er benyttet:

- A. <200
- B. 200 – <500
- C. 500 – <1500
- D. 1500 – <4000
- E. 4000 – <8000
- F. ≥8000

Statens vegvesens risikoakseptmatrise for skredutsatt veg åpner kun for en type konsekvens-reducerende tiltak, og det er reduksjon av ÅDT. I tilfelle Salten kan det være en rekke andre konsekvensreducerende tiltak som kan ha ønsket effekt og som bør vurderes.

3.3.2 Standard risikomatriser

En standard risikomatrix er vanligvis 3x3, som Statnett sin for HMS i tidligfase, eller 5x5 som den som brukes av LRC for Statnett i ulike prosjekter. Statnett har også en 6x6 risikomatrix som vist nedenfor. Disse risikomatrixene opererer med sannsynlighet/frekvens x konsekvens, hvor konsekvens måles i skadeomfang.



Sannsynlighetsklassene i Statnetts 6x6 risikomatrise er som følger:

1. $F \geq 1$ pr år
2. $2/5$ år $< F < 1$ pr år
3. $1/5$ år $< F < 2/5$ år
4. $1/20$ år $< F < 1/5$ år
5. $1/100$ år $\leq F < 1/20$ år
6. $F < 1/100$ år

Konsekvensklassene i Statnetts 6x6 risikomatrise med hensyn på SHA er:

1. Førstehjelp/medisinsk behandling
2. Fraværsskade
3. Alvorlig personskade
4. NA
5. NA
6. Død

Konklusjon

LRCs anbefaling er å bruke Statens vegvesens risikomatrise for å avgjøre om risikoen ved ferdsel på vegen er akseptabel ut fra antatt trafikkmengde i de to vurderte tilfellene; driftsfasen og anleggsfasen. Dersom risikoen ikke er akseptabel, anbefales det å bruke kvantitative aksept-kriterier for å nyansere risikobildet.

For å kunne kvantifisere effekten av risikoreduserende tiltak anbefaler LRC å etablere kvantitative risikoakseptkriterier som effekten kan måles opp mot. De kvantitative kriteriene bør gjenspeile sannsynligheten for verste konsekvens; død.

3.4 Kvantitative akseptkriterier

I forbindelse med vurdering av risiko, er det nødvendig å ha et nivå å vurdere risiko opp mot. Til dette benyttes såkalte *risikoakseptkriterier*. Akseptkriteriene settes ved å bestemme hvilke deler av risikomatriksen som representerer uakseptabel risiko.

Statnett har foreløpig ikke fastsatt noen egne akseptkriterier for risikoen som ferdsel på skredutsatt veg kan medføre. Ut fra Statnetts risikomatrikse kan vi lese ut de generelle risikoakseptkriteriene for skade på personell, gitt sannsynligheten for en uønsket hendelse.

Disse overordnede risikoakseptkriteriene utformes vanligvis på en slik måte at det er mulig å anvende disse på ulike typer aktiviteter, og sikre en konsistent bruk av akseptkriterier for den enkelte virksomhet.

Risikoakseptkriterier kan også gis i form av tålegrenser for individuell risiko og samfunnsrisiko, eller andre kriterier som er formålstjenelige for problemstillingen. Motivasjonen for å bruke individuell risiko som akseptkriterium er at for den enkelte person er det faren for å bli skadet eller drept som er av interesse.

3.4.1 Individuell risiko

Den individuelle risikoen uttrykkes vanligvis ved sannsynligheten for å bli drept/skadet ved en ulykkehendelse i en gitt tidsperiode.

I bedriftssammenheng skilles det gjerne mellom personer på bedriftens egne anlegg, ofte omtalt som 1. person, de som har en tilknytning til bedriften f.eks. som leverandør eller bruker av bedriftens produkter, ofte omtalt som 2. person, og personer uten tilknytning til bedriften, ofte omtalt som 3. person.

LRC foreslår å klassifisere Statnett og ev. Statkrafts ansatte som 1. person, de øvrige som jobber på anlegget som 2. person og alle andre som 3. person. Det førende prinsipp er at det aksepteres større risiko for 1. og 2. person ut fra den forutsetning at disse antas å ha bedre kunnskap om og potensielt bedre beskyttelse mot de aktuelle farer enn den generelle befolkning, altså 3. person. I det følgende slås 1. og 2. person sammen og omtales kun som 1. person.

LRC foreslår å ta utgangspunkt i generelle risikoakseptkriterier for individuell risiko i samfunnet, altså for 3. person. I forbindelse med kartleggingen og vurderingen av sannsynlighet for skred vil det ikke være relevant å skille mellom 1., 2. og 3. person. I tilfellet skredutsatt veg inn til Salten transformatorstasjon vil det kun være relevant å sette opp risikoakseptkriterier for 1. person.

3.4.2 Risikoakseptkriterier for 3. person

Som utgangspunkt for risikoakseptkriteriene foreslår LRC å benytte underliggende data fra DSBs risikokonturer for 3. person. Vi mener dette gir et godt utgangspunkt for forståelse av **allmenn risiko i samfunnet**.

I DSBs veileder har man etablert akseptkriterier for individuell risiko og samfunnsrisiko. Samfunnsrisiko uttrykker i denne sammenhengen risikoen for at mange mennesker omkommer som følge av en ulykkehendelse og er dermed ikke relevant i denne sammenheng.

Individuell risiko uttrykker i denne sammenhengen sannsynligheten for å omkomme for et enkelt individ som eksponeres for en ulykkehendelse, hendelser som er i stand til å forårsake fatalitet (død) på et gitt sted. De vurderte skredtypene har potensial til å medføre død.

Øvre akseptkriterium for individuell risiko settes i hht **MEM-prinsippet** (Minimum Endogenous Mortality) hvilket betyr at **en tilleggsrisiko som er større enn grunnrisikoen i det norske samfunnet regnes som uakseptabel**.

Sannsynligheten for å omkomme i noen utvalgte typer ulykker gitt i tabellen nedenfor:

Ulykkestype	Sannsynlighet for død
Innen landtransport ekskl. jernbane	$6,50 \times 10^{-5}$
Grunnet naturkrefter	$5,83 \times 10^{-6}$
Med elektrisk kraft	$4,17 \times 10^{-7}$

Basert på MEM-prinsippet anbefaler DSB følgende:

Øvre akseptkriterium for individuell risiko for 3. person 10^{-5} .

Rogalandsforskning har satt opp følgende risikoakseptkriterier for 3. person i sin rapport 'Risikoakseptkriterier og akseptabel risiko i transportsektoren – En kunnskapsoversikt' Rapport RF – 2003/072:

A. For 3. person skal den individuelle sannsynligheten for å omkomme i en ulykke i løpet av ett år ikke overstige $10^{-4} = 0,01 \%$

B. For 3. person skal den individuelle sannsynligheten for å omkomme i en ulykke i løpet av ett år ikke overstige $10^{-5} = 0,001 \%$ basert på gjennomsnittet i den for mest utsatte gruppen.

3.4.2.1 Oppsummering

Vi ser at et mye brukt akseptkriterium for individuell risiko for mest sårbare person i gruppen 3. person er 10^{-5} . LRC foreslår derfor å bruke dette som utgangspunkt for å sette et tilsvarende kriterium for 1. person.

3.4.3 Risikoakseptkriterier for 1. person

Som nevnt innledningsvis antas 1. og 2. person å ha bedre forutsetninger for å beskytte seg mot risiko enn 3. person. Det aksepteres derfor noe høyere risiko for denne gruppen.

Rogalandsforskning har satt opp følgende risikoakseptkriterier for 1. person i sin rapport 'Risikoakseptkriterier og akseptabel risiko i transportsektoren – En kunnskapsoversikt' Rapport RF – 2003/072:

Den individuelle sannsynligheten for å omkomme i en ulykke i løpet av ett år skal ikke overstige $10^{-3} = 0,1 \%$.

Dette er en sannsynlighet som er betydelig større enn den generelle risikoen i samfunnet. Samtidig er dette et generelt anvendt nivå i mange yrkessammenhenger.

3.4.4 Konklusjon

For yrkesrisiko, dvs 1. person, foreslås et risikoakseptkriterium på 10^{-3} .

Dette gjøres under forutsetning av at det benyttes skredekspertise til jevnlig vurdering av skredfare i anleggsperioden. Dette vil sikre at 1. person har den antatte kunnskapen om og økte muligheten til å beskytte seg mot den vurderte faren.

4 Resultater

Den geografiske distribusjonen av risiko langs vegen inn til Salten er gitt i NGI sin utredning 'Vei til Salten transformatorstasjon – Vurdering av skredfare og sikringstiltak'. Her angis skredtraséer og treffområder på veien for de aktuelle typene skred. De vurderte skredtypene har alle potensial til å medføre død.

4.1 Risikomatrise

NGI sin kartlegging av risiko for vegen inn til Salten transformatorstasjon har brukt Statens vegvesens risikomatrise for skred på veg. Resultatet av risikokartleggingen for den skredutsatte vegen i Salten er gitt nedenfor.

- Driftsfasen varer ut 2015 og starter igjen i 2018
- Anleggsfasen vil være i perioden 2016-17

Årlig nominell skredsannsynlighet pr enhetsstrekning	Konsekvens/Trafikkmengde (ÅDT)					
	A <200	B 200-<500	C 500-<1500	D 1500-<4000	E 4000-<8000	F ≥8000
I $\frac{1}{2} \geq F \geq \frac{1}{5}$	2015 2018	2016 2017				
II $\frac{1}{5} \geq F \geq \frac{1}{10}$						
III $\frac{1}{10} \geq F \geq \frac{1}{20}$						
IV $\frac{1}{20} \geq F \geq \frac{1}{50}$						
V $\frac{1}{50} \geq F \geq \frac{1}{100}$						
VI $\frac{1}{100} \geq F > \frac{1}{1000}$						
VII $\frac{1}{1000} F \geq$						

Plasseringen av de ulike hendelsene i sannsynlighets- og konsekvenskategorier, og dermed deres plassering i risikomatrisen, er gjort på grunnlag av NGIs rapport. For transport i driftsituasjon, 2015 og 2018, er risikoen i gul kategori, klassifisert som Middels risiko (ALARP). For anleggsfasen, i 2016 og 2017, er risikoen i rød kategori. Dette betyr at risikoen uakseptabel og **skal** reduseres slik at den kommer ned til akseptabelt nivå.

4.1.1 Risikomatrisen som utgangspunkt for risikoreduserende tiltak

Dersom man velger å bruke ovenstående risikomatrise for å foreslå og å vurdere tiltak for å redusere risiko, kan man gjøre dette på to måter.

- Sannsynlighetsreduserende tiltak vil være tiltak som reduserer sannsynligheten for at skred inntreffer. Da skred er hendelser som inntreffer gitt geologiske og klimatiske underliggende parametre, er det ikke så mye som faktisk kan gjøres for å redusere sannsynligheten for at skred inntreffer i et gitt geografisk område utover det å fjerne det som faktisk raser.

- Konsekvensreducerende tiltak vil være tiltak som reduserer ÅDT. Når ÅDT velges for å kvantifisere konsekvens er det altså trafikkmengden som må reduseres for å redusere konsekvensen av skred. Dette kan f eks gjøres ved å redusere trafikken i anleggsperioden eller spre denne perioden utover lengre tid slik at ÅDT går ned.

4.2 Frekvens

Basert på NGIs undersøkelser og vurderinger av risiko for skred i det aktuelle geografiske området, kan frekvensen for skred på vegen beregnes. Tabellen nedenfor viser sannsynligheten for et representativt utvalg av de ulike typene skred. For steinskred/-sprang er et gjennomsnitt brukt for både returperiode og bredden av skredet. For snøskred finnes flere alternative scenarier og derfor er det alternativet som er mest sannsynlig er brukt. Denne tilnærmingen er brukt for å etablere et realistisk bilde av risiko.

Skredtype	Returperiode (empirisk)	Bredde	Frekvens (skred pr år på vegen)	Kommentar
Steinsprang/-skred	Flere ganger pr år, men bare store blokker når ned til vegen.	4 m	$1/3 = 0,33$	NGI oppga i møte 29.10.2014 at et steinsprang typisk ville dekke 4 m av vegens lengde.
Snøskred	2 skred de siste 15 årene 3 skred på 50 år	30 m	0,03-0,1	Dette er skredbane 5 i NGI sin rapport. Det er her man regner det som mest sannsynlig at det vil gå snøskred.
Isras	årlig			"Isen glir ut i vegbanen slik at den antas ikke å utgjøre noen nevneverdig fare" NGI
Sørpeskred	10-100 år (fra tilsvarende landskap)	100 m	$1/100 - 1/1000$	Denne typen skred er av NGI betegnet som sjelden og det er ikke gjort observasjoner av sørpeskred på den aktuelle vegstrekningen selv om de geografiske forholdene tilsier at det kan gå sørpeskred der.

For å finne sannsynligheten for å bli truffet av et skred dersom det til enhver tid befinner seg noen på vegen, brukes parameteren 'Treff pr m pr år'.

Den aktuelle vegstrekningen er 1300 m. Et skred vil ha en utbredelse på x m av den totale vegstrekningen. Det forutsettes at et skred treffer hele vegens bredde. Således kan vi sette at et skred treffer følgende andel av vegen: $x/1300$. Utbredelse av skred og andel av vegstrekningen som dette dekker er gitt for de ulike skredtypene i tabellen nedenfor.

Skredtype	Bredde	Andel av vegen som er utsatt for skredmassene	Frekvens (skred pr år)	Treff pr m pr år
Steinsprang/-skred	Stor blokk: 4 m	$4/1300 = 0,0031$	$1/3 = 0,33$	0,0010
Snøskred	30 m	$30/1300 = 0,023$	0,1	0,0023

Størrelsen 'Treff pr m pr år' utgjør sannsynligheten for å bli truffet av skredet dersom det befinner seg noen på veggen 24 timer i døgnet, 365 dager pr år. NGI regner at hele strekningen er like skredutsatt. Det er ikke tatt hensyn til hvor på veggen skredet treffer da man enten kjører hele strekningen eller ikke i det hele tatt. Slik antas sannsynligheten for treff som lik langs hele vegstrekningen.

4.3 Vurdering opp mot akseptkriterier

4.3.1 Treff pr meter veg pr år

Størrelsen 'Treff pr m pr år' utgjør sannsynligheten for å bli truffet av skredet dersom det befinner seg noen på veggen 24 timer i døgnet 365 dager pr år.

Skredtype	Treff pr m pr år	Akseptkriterium 1. person
Steinsprang/-skred	0,0010 = 10^{-3}	10^{-3}
Snøskred	0,0023 = $2,3 \times 10^{-3}$	10^{-3}

Basert på oppsatte risikoakseptkriterier for 1. person viser tabellen over at det er helt på grensen for akseptabel risiko både for steinsprang/-skred og snøskred. Dette er forutsatt at det alltid befinner seg noen på veggen. Da det kun vil finnes seg personell på veggen i svært begrensede perioder er inkluderingen av eksponeringstid vesentlig for å vurdere risiko.

4.3.2 Med eksponeringstid

'Treff pr m pr år' tar ikke hensyn til eksponeringstid og forutsetter derfor at det finnes en person i det aktuelle området til enhver tid. Dette er ikke en rimelig antagelse for 1. person hvor reell eksponeringstid er betydelig lavere. Det er antatt at midlere eksponeringstid pr tur/retur for et kjøretøy som kjører inn til transformatorstasjonen og ut igjen fra den skredutsatte strekningen er 5 minutter.

På grunn av den økte trafikken i forbindelse med anleggsperioden vil det være ulik eksponeringstid i anleggsfasen og i driftsfasen. I begge tilfellene legges et konservativt anslag til grunn og det antas at det kjøres 365 dager i året.

I driftsfasen antas det at det kjøres tur/retur inn til Salten transformatorstasjon to ganger pr døgn. Dette utgjør en eksponeringstid på 2×5 minutter = 10 minutter pr dag.

Den antatt mest utsatte gruppen i forbindelse med de planlagte anleggsarbeidene i Salten er *fører av betongbil*. Fører av betongbilen vil typisk passere det skredutsatte området ti til femten turer pr dag. Dette utgjør en maksimal eksponeringstid på 15×5 minutter = 1 time og 15 minutter pr dag over perioden hvor betongarbeidene pågår.

Resultatene for eksponeringstid er gitt i Tabell 4.1 nedenfor. Utrekningene er gitt i vedlegg B.

Tabell 4.1 -

Fase	Turer pr døgn	Skalert eksponeringstid	Sannsynlighet for å dø i snøskred	Sannsynlighet for å dø i steinsprang/-skred
Driftsfase	2	$6,9 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$6,9 \times 10^{-6}$
Anleggsfase	15	$5,2 \times 10^{-2}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$5,2 \times 10^{-5}$

4.3.3 Konklusjon gitt et akseptkriterium på 10^{-3}

Fase	Risiko- akseptkriterium	Sannsynlighet for å dø i snøskred	Sannsynlighet for å dø i steinsprang/-skred
Driftsfase	10^{-3}	$1,6 \times 10^{-5}$	$6,9 \times 10^{-6}$
Anleggsfase	10^{-3}	$1,2 \times 10^{-4}$	$5,2 \times 10^{-5}$

Tabellen viser at om man tar med eksponeringstiden under forutsetning av at det foretas to turer og to returer pr døgn pr ansatt i *driftsfasen*, så er risikoen akseptabel.

For *anleggsfasen* viser tabellen at, om man tar med eksponeringstiden når det foretas femten turer og femten returer pr døgn pr ansatt i driftsfasen, så er risikoen for steinsprang/-skred er akseptabel. Snøskred i anleggsfasen er den største risikoen og ligger i ALARP-området. Faren for snøskred bør vurderes redusert.

4.3.4 Konklusjon gitt et akseptkriterium på 10^{-4}

Fase	Risiko- akseptkriterium	Sannsynlighet for å dø i snøskred	Sannsynlighet for å dø i steinsprang/-skred
Driftsfase	10^{-4}	$1,6 \times 10^{-5}$	$6,9 \times 10^{-6}$
Anleggsfase	10^{-4}	$1,2 \times 10^{-4}$	$5,2 \times 10^{-5}$

Tabellen viser at om man tar med eksponeringstiden under forutsetning av at det foretas to turer og to returer pr døgn pr ansatt i driftsfasen, så er risikoen akseptabel. Snøskred er den største risikoen i driftsfasen og bør vurderes redusert.

For anleggsfasen viser tabellen at om man tar med eksponeringstiden og at det foretas femten turer og femten returer pr døgn pr ansatt, så er risikoen for snøskred IKKE akseptabel. Risikoen for snøskred skal reduseres. Risikoen for steinsprang/-skred bør også vurderes redusert.

4.3.5 Konklusjon gitt et akseptkriterium på 10^{-5}

Fase	Risiko- akseptkriterium	Sannsynlighet for å dø i snøskred	Sannsynlighet for å dø i steinsprang/-skred
Driftsfase	10^{-5}	$1,6 \times 10^{-5}$	$6,9 \times 10^{-6}$
Anleggsfase	10^{-5}	$1,2 \times 10^{-4}$	$5,2 \times 10^{-5}$

Tabellen viser at om man tar med eksponeringstiden under forutsetning av at det foretas to turer og to returer pr døgn pr ansatt i driftsfasen, så er risikoen IKKE akseptabel for snøskred, og skal reduseres. Risikoen for steinsreang/-skred bør også vurderes redusert

For anleggsfasen viser tabellen viser at risikoen, gitt at det foretas femten turer og femten returer pr døgn pr ansatt i driftsfasen, risikoen IKKE er akseptabel og skal reduseres.

4.3.6 Diskusjon

Det er i det forutgående ikke tatt høyde for at det er perioder av året hvor sannsynligheten for de ulike typene skred er større eller mindre enn den årlige angitte sannsynligheten for 'Treff pr m'. Det vil derfor være en usikkerhet beheftet med ovenstående resultater. Basert på resultatene av NGIs vurderinger bør det tilrettelegges for at mest mulig av kjøringen på den skredutsatte strekningen foretas i perioder hvor det er mindre sannsynlighet for skred.

For de aktuelle anleggsarbeidene går det også an å planlegge når kjøring skal foregå slik at man kan unngå perioder hvor det kan gå snøskred. Tilsvarende kan også gjøres for steinsprang/-skred, men her i noe mindre grad pga at denne typen skred ikke er like lett å predikere som snøskred.

Dersom all kjøring legges til tider hvor det ikke kan gå snøskred, så kan risiko forbundet med snøskred tas ut av vurderingen.

Dersom det kan gjøres tilsvarende for steinsprang/-skred, vil dette redusere risikoen betraktelig. Dette må vurderes i samarbeid med NGI for å kunne kvantifisere reduksjonen i risiko basert på predikerbarhet for steinsprang/-skred.

Ved å legge sammen sannsynligheten for de ulike typene skred kommer vi for snø- og steinsred samlet ikke over akseptkriteriet på 10^{-3} . Den sammenlagte risikoen for snø- og steinsred er altså fortsatt akseptabel gitt dette akseptkriteriet. Dersom vi legger akseptkriteriet på 10^{-5} er ikke risikoen akseptabel i noen av tilfellene.

Det tilføyes likevel følgende til vurderingen:

Statens vegvesen anbefaler ikke å bygge veg der hvor det går skred oftere enn hvert annet år. I NGIs rapport angis det at steinsprang/-skred når ned til vegen mellom hvert 2. og 4. år. Dette synes svært nær grensen. Hvis vegen skulle bygges ny i dag ville det sannsynligvis blitt frarådet å bygge den basert på et slikt kriterium som gitt i risikomatriksen for skred på veg.

5 Konklusjon

Vegen inn til Salten transformatorstasjon er per i dag ikke innenfor risikoakseptkriteriene dersom vi legger 10^{-5} til grunn.

Dersom vi legger 10^{-3} til grunn er risikoen akseptabel, men tiltak som reduserer risikoen for 1. person bør likevel foretas før trafikken på veggen kan økes i forbindelse med planlagte anleggsarbeider. 10^{-3} er et allment risikoakseptkriterium for yrkesrisiko og således innenfor anbefalt praksis.

6 Referanser

[1] NGI rapport nr 20140617-01-R Vei til Salten Transformatorstasjon – Vurdering av skredfare og sikringstiltak. Rev 0. 17. november 2014.

[2] Statens vegvesen NA-rundskriv 2014/08 Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg. 08.05.2014

[3] Rogalandforskning Rapport RF -2003/072 Risikoakseptkriterier og akseptabel risiko i transportsektoren. En kunnskapsoversikt av Terje Aven, Marit Boyesen, Gottfried Heinzerling og Ove Njå.

[4] DSB Temaveileder 'Sikkerhet rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer: Kriterier for akseptabel risiko' Mai 2013.

.....

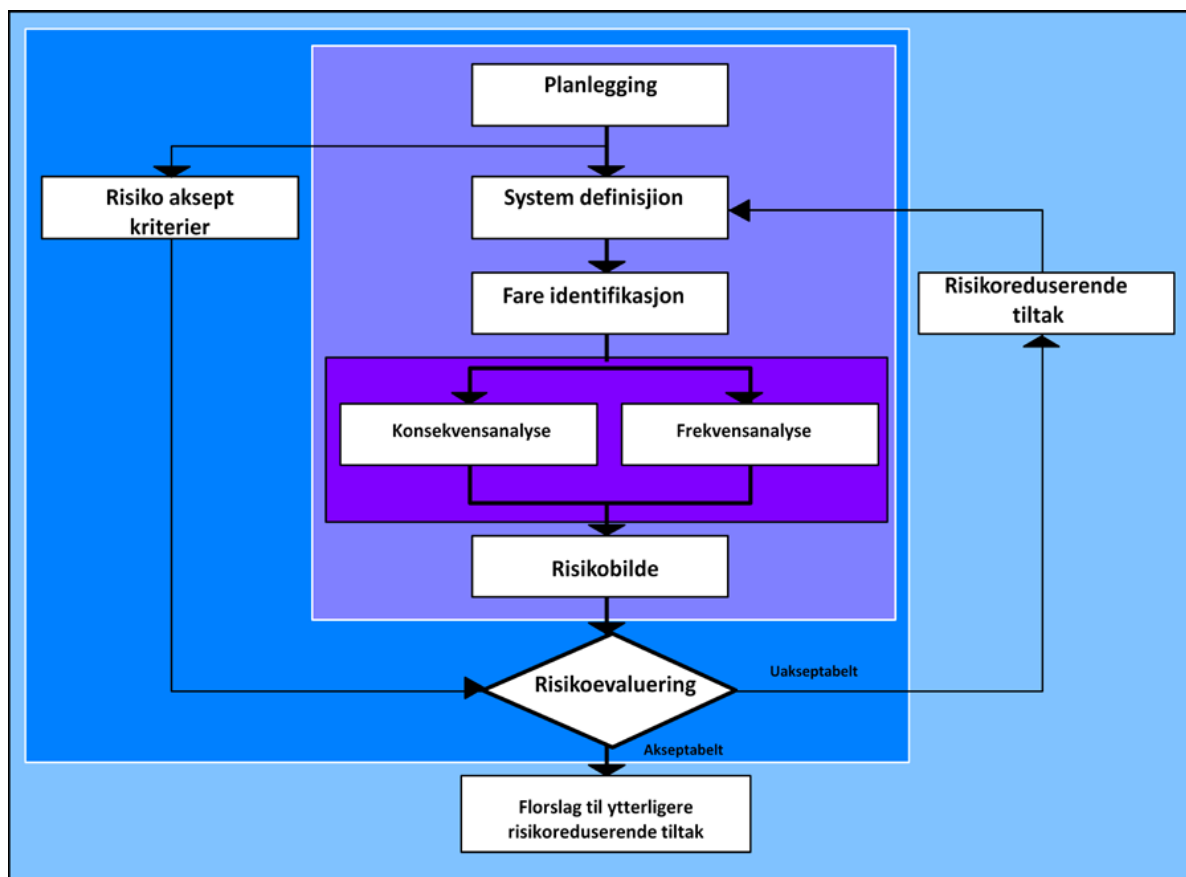
Appendix A

Risikovurdering

Med risikovurdering menes planlegging og gjennomføring av risikoanalyse og risikoevaluering. Dette innebærer å identifisere farer, analysere konsekvenser og sannsynlighet/frekvenser, og evaluere risiko opp mot akseptkriterier. Basert på risikoevalueringen foreslås tiltak som kan fjerne eller redusere risiko.

Metodikken som er benyttet er basert på tradisjonell analysemetode slik som beskrevet i Norsk Standard 5814. Metodikken er vist i figuren under, hvor figuren er delt opp i fire hovedelementer fra midten og utover:

- Risikoestimering, estimering av frekvenser for, og konsekvenser av ulykker. I produktet gir dette et risikobilde.
- Risikoanalyse, systematisk gjennomgang av analyseobjektet, beskrivelse av objektet, fareidentifisering og fram til presentasjon av et risikobilde.
- Risikoevaluering, sammenlikning av risikobilde med risikoakseptkriterium.
- Risikostyring og kontroll, identifisering av nødvendige risikoreduserende tiltak enten som resultat av uakseptabelt risikonivå eller som et ytterlig ønske om å forbedre sikkerheten for aktiviteten.



Figur A.1: LRC har i denne rapporten lagt spesielt vekt på utviklingen og definisjonen av risikoakseptkriterier. Dette er gjort fordi det ikke finnes noe predefinert sett med risikoakseptkriterier for den diskuterte problemstillingen.

Appendix B

Beregning av risiko

Beregning av risiko for 1. person

Treff pr m pr år:

Andel av vegen som dekkes av skredet x skred pr år

Steinsprang/-skred:

$$4/1300 \times 1/3 = 0,0031 \times 0,33 = 0,0010$$

Snøskred:

$$30/1300 \times 0,1 = 0,0023$$

For driftsfasen:

Om det gjøres et konservativt anslag for eksponeringstid hvor det antas at en person kjører to ganger tur/retur pr dag 365 dager i året, vil eksponeringstiden utgjøre følgende skalerende faktor:

$$10 \text{ minutter}/24 \text{ t} = 10/1440 = 0,0069 = 6,9 \times 10^{-3}$$

Sannsynlighet for at 1. person omkommer i et steinsprang/-skred blir da:

$$6,9 \times 10^{-3} \times 10^{-3} = 6,9 \times 10^{-6}$$

Sannsynlighet for at 1. person omkommer i et snøskred blir da:

$$6,9 \times 10^{-3} \times 2,3 \times 10^{-3} = 1,6 \times 10^{-5}$$

For anleggsfasen:

Om det gjøres et konservativt anslag for eksponeringstid hvor det antas at mest eksponerte person kjører femten ganger tur/retur pr dag 365 dager i året, vil eksponeringstiden utgjøre følgende skalerende faktor:

$$15 \times 5 \text{ minutter}/24 \text{ t} = 75/1440 = 0,052 = 5,2 \times 10^{-2}$$

Sannsynlighet for at 1. person omkommer i et steinsprang/-skred blir da:

$$5,2 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = 5,2 \times 10^{-5}$$

Sannsynlighet for at 1. person omkommer i et snøskred blir da:

$$5,2 \times 10^{-2} \times 2,3 \times 10^{-3} = 1,2 \times 10^{-4}$$

Appendix C

Risikoakseptkriterier for grupper, FAR og PLL

Risikoakseptkriterier for grupper, FAR

LRC har tidligere gjort risikovurderinger relatert til transport av farlig gods på veg. I denne forbindelse ble det hentet fram FAR-verdier og sannsynligheter for død ved ulike aktiviteter. FAR-verdi angir forventet antall drepte eller døde pr 100 millioner arbeidstimer eller timer med utførelse av en gitt aktivitet.

Jernbaneanverket har utviklet egne kriterier for de som eksponeres gjennom sitt yrke knyttet til jernbanen. Risikoakseptkriteriet for individuell risiko (dødsrisikoen) for 1. person (alle ansatte innen jernbanevirksomhet, inklusiv entreprenørers ansatte) er FAR-verdi < 12,5.

TØI oppgir i sin rapport 'Dødsrisiko i vegtrafikken og i andre aktiviteter' TØI-notat 1038/1996 følgende FAR-verdi:

I vegtrafikken: 20 All yrkesaktivitet: 3

Dette betyr at antall døde pr 100 millioner timer med vegtrafikk vil være 20, mens antall døde i forbindelse med yrkesutøvelse vil være 3 pr 100 millioner timer arbeid.

Oljevirkosomhet har FAR-verdi på 3,5, mens Industri, bergverk og anlegg har FAR-verdi på 1,7 og yrkessjåfører har et FAR-verdi på 9,5 i perioden 1988-93.

Vanlige akseptkriterier for 1. person er å oppfylle kriteriet FAR < 10 når kun de som er knyttet til den daglige driften tas med. Den mest eksponerte gruppen skal oppfylle kriteriet FAR < 25.

Konklusjon

Basert på FAR-verdiene over, vil rimelige FAR-verdier for ferdsel på veg inn til Salten transformatorstasjon være mellom 10 og 25 for mest utsatte gruppe og mellom 1 og 20 for personell i daglig drift. Dette begrunnes med at yrkesrisiko ikke bør avvike vesentlig fra tilsvarende bransje (FAR = 1,7 for industri og anleggsvirkosomhet eller FAR = 3 for all yrkesaktivitet) eller fra generell risiko i samfunnet for tilsvarende aktivitet (FAR = 20 for aktiviteter i vegtrafikken).

Da antall arbeidstimer for den risikovurderte aktiviteten – ferdsel på skredutsatt veg – er betydelig lavere enn 100 millioner timer, og fordi usikkerheten som hefter ved 'forventet antall døde' er stor i forhold til totalt antall risikoutsatte arbeidstimer, anbefales det ikke å bruke FAR-verdier i denne sammenhengen ennå. Tilsvarende vurdering er gjort for bruk av PLL.

For grupper, FAR

Beregninger av FAR er basert på mest eksponerte gruppe. FAR angir forventet antall døde pr 10⁸ timer aktivitet.

Den antatt mest utsatte gruppen i forbindelse med de planlagte anleggsarbeidene i Salten er fører av betongbil. Betongbilen med fører vil typisk passere det skredutsatte området ti til femten turer pr arbeidsdag. Dette utgjør en maksimal eksponeringstid på 15 x 5 minutter = 1 time og 15 minutter eller 1,25 timer pr arbeidsdag. Den mest utsatte gruppen i driftsfasen er driftspersonell som antas å kjøre opp til to ganger tur/retur inn til Salten transformatorstasjon pr arbeidsdag. Resultatene er gitt i Tabell 0.1 nedenfor. Utrekningene er gitt i nedenfor.

Tabell 0.1 -

Skredtype	Anleggsfasen FAR	Driftsfasen FAR
Steinsprang/-skred	9,2	1,2
Snøskred	21	2,7

Ett arbeidsår svarer til 1750 timer. Dersom en person utfører den aktuelle aktiviteten 1,25 timer pr arbeidsdag á 8 timer, får vi FAR-verdier på hhv 9,2 og 21 for steinskred/-sprang og snøskred i anleggsfasen.

Beregning av risiko for grupper, FAR

$$FAR = (\text{Sannsynlighet for skred} \times E_i / 8 \times 10^8) / 1750$$

E_i = Eksponert for fare (strekning x tid)

1750 = arbeidstimer pr år

8 = arbeidstimer pr dag.

Steinskred/-sprang:

Anleggsfase:

$$FAR = ((1/3) \times (4/1300) \times (1,25/8) \times 10^{-8}) / 1750 = 9,2$$

Driftsfase:

$$FAR = ((1/3) \times (4/1300) \times ((1/6)/8) \times 10^{-8}) / 1750 = 1,2$$

Snø:

Anleggsfase:

$$FAR = (0,1 \times (30/1300) \times (1,25/8) \times 10^{-8}) / 1750 = 21$$

Driftsfase:

$$FAR = (0,1 \times (30/1300) \times ((1/6)/8) \times 10^{-8}) / 1750 = 2,7$$