



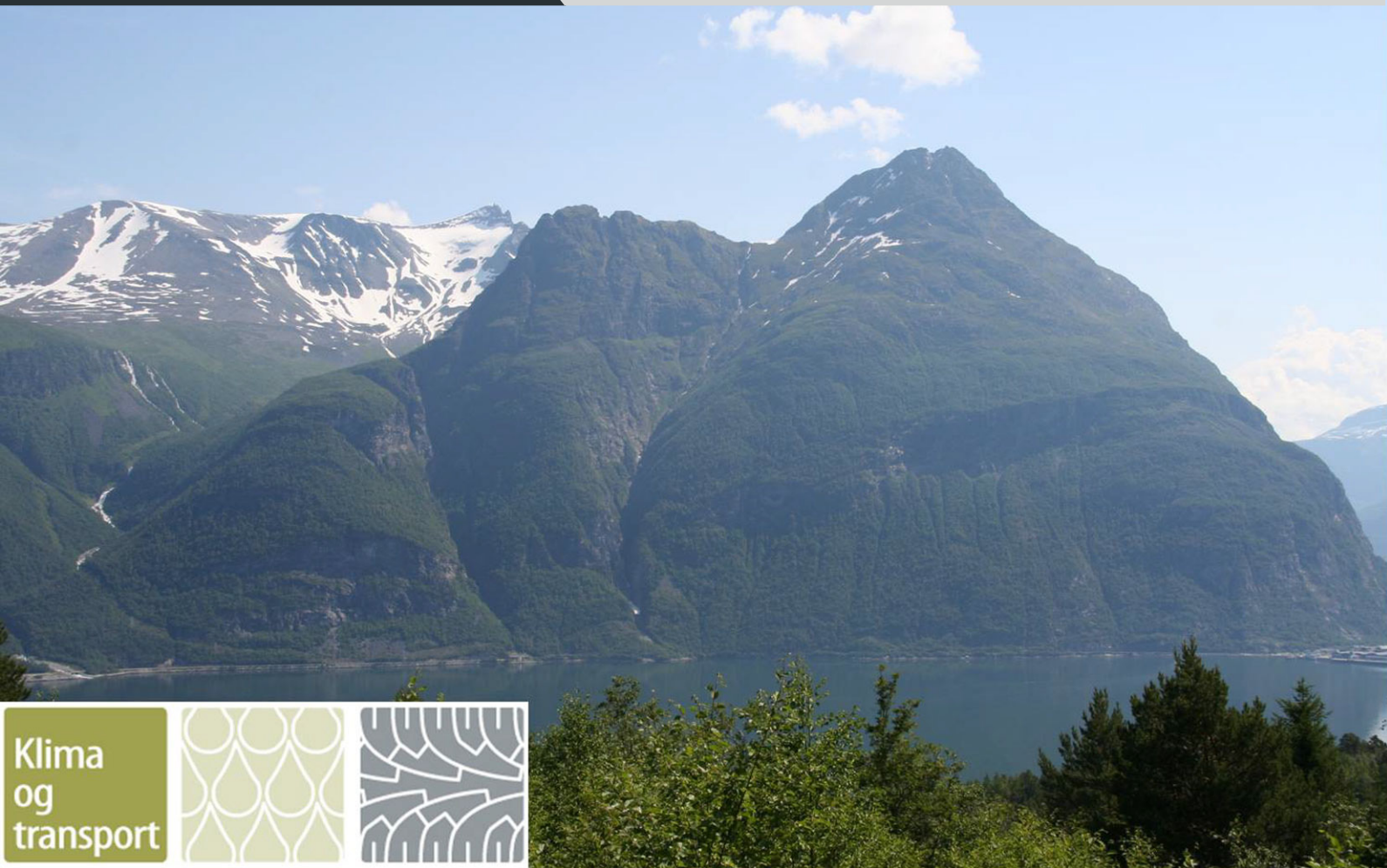
Statens vegvesen

Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda Samling av bakgrunnsmateriale

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2600



Geoteknikk- og skredseksjonen
Dato: 2010-06-17



Statens vegvesen

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2600

Tittel

Risikovurdering av steinsprangfare på Oppdølsstranda Samling av bakgrunnsmateriale

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

Utarbeidet av

Heidi Bjordal

Dato:

2010-06-30

Saksbehandler

Heidi Bjordal

Prosjektnr:

601999

Kontrollert av

Tore Humstad

Antall sider og vedlegg:

65

Sammendrag

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet "Klima og transport", etatsprosjekt 2007-2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold. Gjennom samarbeid med Jernbaneverket er banetransport også inkludert.

Denne rapporten er et samarbeid mellom delprosjekt 2 "Innsamling, lagring og bruk av data" og delprosjekt 4 "Snø-, stein-, jord- og flomskred".

Etter tre større steinsprang på ett år (24.8.2008, 5.6.2009 og 16.6.2009) besluttet vegdirektøren at rv. 70 mellom Sunndalsøra og Oppdøl skulle stenges inntil en overordnet risikovurdering av steinsprangfaren på strekningen forelå. Statens vegvesen utførte analyser av skredforhold og klimatiske forhold mens selve risikovurderingen og vurdering av de geologiske forhold ble utført av Multiconsult i juli 2009.

Denne rapporten beskriver kort forholdene på strekningen og arbeidet som ble utført. Vedlagt er artikkel som beskriver arbeidene som ble utført og tre notater som inneholder bakgrunnsmateriale om steinspranghendelser og klimatiske forhold på strekningen.

Summary

This report belongs to a series of reports from the R&D programme "Climate and Transport", carried out by the Norwegian Public Roads Administration 2007-2010. The main objectives of the programme are to investigate the effect of climate change on the road network and recommend remedial actions concerning planning, design, construction and maintenance.

The work presented in this report is a part of project no. 2 "Data: Collection, Processing and Storage" and project no. 4 "Avalanches and landslides".

After three major rockfalls within one year the Director General decided to close Rv. 70 between Sunndalsøra and Oppdøl until a risk evaluation of the rockfall danger had been carried out.

This report includes a description of how the risk analysis was carried out together with analysis of rockfall incidents and climatic conditions in the area.

Emneord:

Klima og transport, steinsprang, skred, Oppdølsstranda

Forord

Rapporten inngår i en serie rapporter fra FoU-prosjektet 'Klima og transport', etatsprosjekt 2007 – 2010. Hensikten med prosjektet er å forbedre rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet som svar på endrede klimaforhold.

Klimaforskningen konkluderer med at vi etter all sannsynlighet vil få endring til et varmere klima, som antas å føre til en økning i nedbørmengde og intensitet, parallelt med økt stormfrekvens og stormstyrke. Effektiviteten og sikkerheten av vegnettet påvirkes av nedbør, vind og temperaturforholdene. Dette er elementer som har innvirkning på steinsprang, fjellskred og snøskred, overflatevann, flom og erosjon, frysing og tining samt snø og is på vegbanen.

'Klima og transport' jobber etter beskrivelser av klimaendringer og deres effekt på transportsektoren slik de er nedfelt i følgende dokumenter:

- NTP-rapport ”Virkninger av klimaendringer for transportsektoren”, laget av en tverretattlig gruppe i transportsektoren: Jan Otto Larsen (leder) og Pål Rosland (sekretær), Statens vegvesen Vegdirektoratet, Kjell Arne Skoglund, Jernbaneverket, Eivind Johnsen, Kystverket og Olav Mosvold Larsen, Avinor.
- Vedleggsrapport ”Regionale klimascenarier for transportsektoren i Norge – en oppdatering”, av Jan Erik Haugen og Jens Debernard, Det Norske Meteorologiske institutt, februar 2007. (Rapporten er basert på scenarier fra RegClim prosjektet.)
- ”Klima i Norge 2100”, utarbeidet for NOU Klimatilpassing av Meteorologisk institutt, Bjerknessenteret, Nansensenteret, Havforskningsinstitutt og NVE, juni 2009.

'Klima og transport' består av følgende delprosjekter:

- Dp 1 Premisser og implementering
- Dp 2 Innsamling, lagring og bruk av data
- Dp 3 Flom- og erosjonssikring
- Dp 4 Snø-, stein-, jord- og flomskred
- Dp 5 Tilstandsutvikling på vegnettet
- Dp 6 Konsekvenser for vinterdrift
- Dp 7 Sårbarhet og beredskap

Prosjektleder for 'Klima og transport' er Gordana Petkovic og prosjektsekretær Reidun Svendsen. Mer informasjon om prosjektet: <http://www.vegvesen.no/klimaogtransport>

Denne rapporten tilhører **delprosjekt 2 Innsamling, lagring og bruk av data** og **delprosjekt 4 Snø-, stein-, jord- og flomskred**. Delprosjekt 2 har som mål å tilgjengeliggjøre, og koordinere og tilrettelegge bruk av ulike typer data relevante for klimatilpassing. Delprosjekt 4 undersøker hvordan utløsning og frekvens av like skredtyper kan bli påvirket av endrede klimaforhold. Ved utgivelsen av denne rapporten er Tore Humstad og Jan Otto Larsen, Vegdirektoratet, delprosjektledere for henholdsvis delprosjekt 2 og 4. Heidi Bjordal er assisterende delprosjektleder for delprosjekt 4. For mer informasjon om delprosjektene se vedlegg 5 og 6.

Denne rapporten er en samling av notater og artikler som beskriver arbeidene som ble gjort i forbindelse med en risikovurdering av rv. 70 Oppdølsstranda sommeren 2009. Materialet utgis samlet for å gjøre det lettere tilgjengelig, og som dokumentasjon på arbeidet som ble utført for senere anledninger.

For oversikt over tidligere andre rapporter fra 'Klima og transport', se vedlegg 7.

FORORD	1
1 BESKRIVELSE AV ARBEIDENE	5
1.1 OM STREKNINGEN	5
1.2 OM SKREDREGISTRERING	6
1.3 BRUK AV VÆRDATA	6
2 KONSEKVENSER AV STENGNING	7
3 REFERANSER.....	8

VEDLEGG:

Vedlegg 1	Artikkel ”Rv. 70 forbi Oppdølsstranda - Skredhendelser, risikovurdering, sikringstiltak”, Kjetil Moen og Tore Humstad, Bergmekanikkdagen 2009
Vedlegg 2	Notat ”Skredrisiko for rv. 70 Oppdølsstranda. Skredstatistikk pr. juni 2009”, Tore Humstad, 7.7.2009
Vedlegg 3	Notat ”Skredrisiko for rv. 70 forbi Oppdølsstranda. Værforhold ved registrerte steinsprang”, Martin W. Nilsen, 7.7.2009
Vedlegg 4	Notat ”Skredrisiko ved rv. 70 Oppdølsstranda. Gjennomgang av klimadata fra Sunndalsøra III. Utvikling, sammenheng med registrerte hendelser og framtidig bruk”, Tore Humstad, 8.6.2009
Vedlegg 5	Informasjon om delprosjekt 2 ”Innsamling, lagring og bruk av data”
Vedlegg 6	Informasjon om delprosjekt 4 ”Snø-, stein-, jord- og flomskred”
Vedlegg 7	Oversikt over rapporter fra Klima og transport

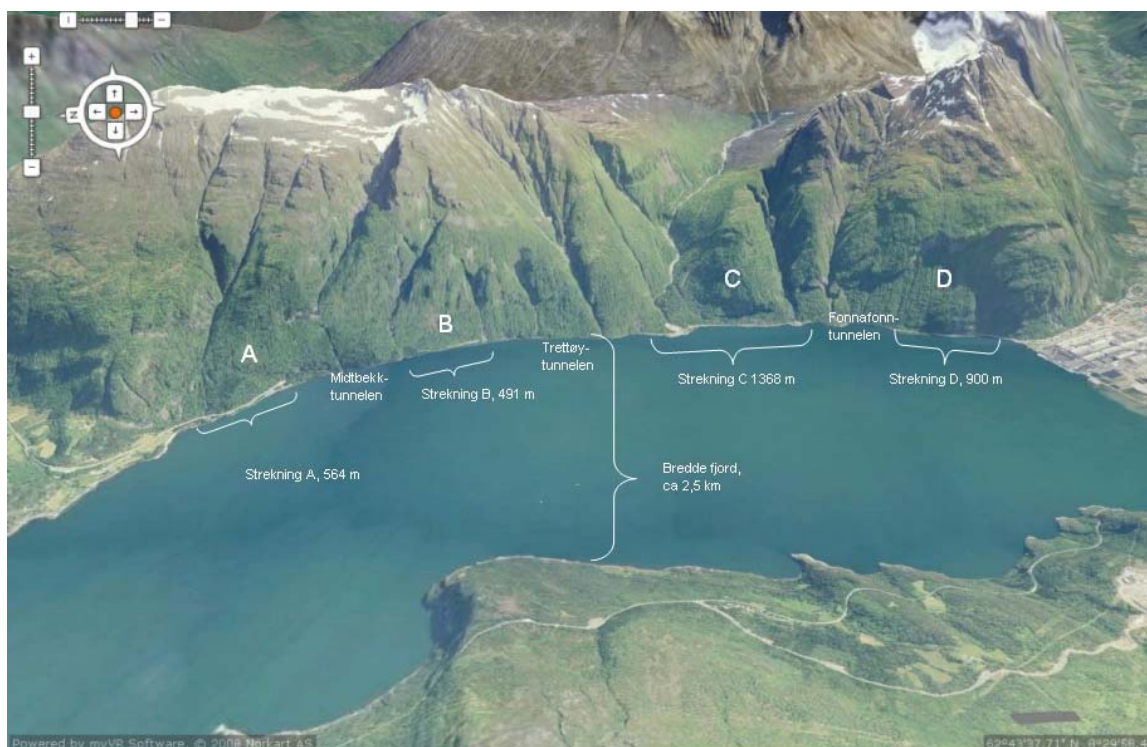
1 Beskrivelse av arbeidene

24. august 2008 gikk et større steinsprang mellom Midtbekk- og Trettøytunnelene på rv. 70 mellom Sunndalsøra og Oppdølsstranda. To personbiler ble truffet, og en av bilførerne ble alvorlig skadet. 5. juni 2009 gikk et steinsprang noe lenger sør på strekningen, og bare 11 dager senere, 16. juni, gikk et tredje steinsprang.

Disse tre hendelsene var alle større steinsprang, skremmende for trafikantene på strekningen, og førte til stor medieoppmerksomhet. Etter den siste hendelsen besluttet Vegdirektøren å stenge vegen inntil en overordnet risikovurdering av forholdene på strekningen forelå. Risikovurderingen ble gjennomført av Multiconsult sommeren 2009. Som bakgrunnsmateriale for risikovurderingen ble det skrevet flere notater som beskriver skredhistorikken, værforhold og årsaker til steinsprang på strekningen. For å gjøre dette materialet lettere tilgjengelig er denne rapporten utgitt som en oppsummering av arbeidet som ble utført, med de aktuelle notatene vedlagt. For resultater fra selve risikovurderingen henvises det til Moen 2009.

1.1 Om strekningen

Rv. 70 mellom Sunndal og Oppdøl, kjent som Oppdølsstranda, har siden byggingen på 1920-tallet vært skredutsatt. Ved åpningen var det to tunneler og flere overbygg for å beskytte vegen mot snøskred ved Fonnadalen og Trettøy. På grunn av snøskredproblemene ble det på 1960-tallet igangsatt arbeid med forlenging av de to eksisterende tunnelene og bygging av en tredje (Midtbekktunnelen) slik at på 1970-tallet var den totale tunnellengden 2837 m mot 105 m ved åpningen i 1927.



Figur 1 Oversiktsbilde over den aktuelle strekningen fra Sunndalsøra til Oppdøl

Fokuset var i mange år på sikring mot snøskred, men etter hvert som tunneler og overbygg reduserte det problemet, dukket det opp et større fokus på steinsprang. På deler av strekningen er det montert steinsprangnett. Strekningen er høyest prioritert i rassikringsplanen for Møre og Romsdal (Statens vegvesen 2008), og det skal bygges tunnel på hele strekningen. Tunnelen vil etter planen være ferdig i

2014, og de sikringstiltak som er og blir utført på Oppdølsstranda skal sikre strekningen frem til tunnelen er ferdig, og i tillegg sikre anleggstrafikken i byggefasen.

Artikkelen ”Rv. 70 forbi Oppdølsstranda - Skredhendelser, risikovurdering, sikringstiltak” beskriver arbeidene som ble gjort i forbindelse med risikovurderingen, og hvordan det ble valgt å sikre på strekningen. Denne artikkelen er vedlegg 1 i denne rapporten.

1.2 Om skredregistrering

Skred som treffer vegen skal registreres av entreprenøren som har ansvar for drift og vedlikehold på den aktuelle strekningen og sendes Statens vegvesen ved byggherren for strekningen. Registreringen gjøres i et skjema kalt R11, og bestemte parametre om skredet skal registreres. Statens vegvesen overfører registreringen til Nasjonal Vegdatabank (NVDB).

Det finnes også en annen kilde til data om skredhendelser på vegnettet, og dette er Vegtrafikksentralens loggsystem. Her registreres henvendelser og informasjon fra publikum. I perioden 2001-2008 har dette systemet vært ”Mercur”, mens det etter 2008 har vært ”Vegloggen”. I Mercur/Vegloggen er informasjonen i stor grad basert på fritekstfelt, som gjør denne vanskeligere å klassifisere og søke i enn NVDB. Stedfesting av hendelser er også mindre nøyaktig enn i NVDB.

For Oppdølsstranda ble begge disse systemene gjennomgått for å finne informasjon om steinspranghendelser, og flere hendelser var kun registrert i Mercur/Vegloggen. Notatet ”Skredstatistikk pr. juni 2009” i vedlegg 2 beskriver skredstatistikken og kilder for å finne frem til denne.

1.3 Bruk av værdata

Meteorologisk institutt har værstasjoner i drift over hele landet. Det er en blanding av automatiske og manuelle stasjoner, og hvilke værparametre som avleses varierer. For Oppdølsstranda finnes det gode målinger av værdata. På Sunndalsøra ligger stasjonen ”63420 Sunndalsøra III”, med avlesning av svært mange værparametre.

For å se på de klimatiske forhold på strekningen ble det i hovedsak brukt nedbørs- og temperaturdata. Temperaturdataene som ble brukt er middel-, maksimums- og minimumstemperatur. For nedbørsdata er det kun døgntemperatur som er tilgjengelig. Dette gjelder de fleste værstasjonene. Det beste er imidlertid nedbørsdata på kortere intervaller slik at intense nedbørsepisoder som kan forårsake skredfarlige situasjoner synliggjøres bedre. Notatene ”Værforhold ved registrerte steinsprang” og ”Gjennomgang av klimadata fra Sunndalsøra III” er vedlegg 3 og 4 til denne rapporten og gir en beskrivelse av mulige årsaker til steinsprang og en oversikt over de klimatiske forhold på strekningen.

2 Konsekvenser av stengning

Det er utført enkle beregninger av samfunnsnyttene av at vegen forbi Oppdølsstranda er åpen for trafikantene. Analysene er gjort i regional transportmodell (RTM) for Region midt av trafikkseksjonen i regionen (Moan og Kvaal 2009).

Analysene viser hvordan trafikken langs Oppdølsstranda fordeler seg i regionen rundt Sunndalsøra.

Innen en radius på 10 mil fordeler trafikken seg:

<i>Mot</i>	<i>Andel</i>	<i>Retning</i>
Tingvoll	17 %	Rv. 70 nord
Rykkjem	19 %	Rv. 670 nord
Eidsvåg	7 %	Rv. 62 nordvest
Gjøra	7 %	Rv. 70 sørøst

Til sammen utgjør denne lokaltrafikken 50 % av trafikken på strekningen.

Utvides området til å også omfatte regionaltrafikk, utgjør denne ca 25 % fordelt som vist under:

<i>Mot</i>	<i>Andel</i>
Molde	3 %
Kristiansund	7 %
Trondheim	6 %
Oppdal	7 %

Lokal og regional trafikk til sammen utgjør omtrent 75 % av trafikken på strekningen. Lokaltrafikken mellom Sunndalsøra og Tingvoll/Surnadal (Rykkjem) blir mest berørt av stengningen, da trafikk over lengre distanser lettere finner alternative reiseruter.

For å si noe om samfunnsmessige konsekvenser av stengningen kan man se på hvilken trafikantnytte som er knyttet til ulike reisehensikter. Det er i RTM gjort enkle og grovmaskede beregninger av dette. Det er ikke tatt hensyn til spesielle forhold som for eksempel bedrifter som er avhengige av å levere/få levert varer osv.

Beregningene viser at nytten for bilførere og passasjerer utgjør 99 % av trafikantnyttene, øvrig av kollektiv, gang og sykkel. Den totale trafikantnyttene er beregnet til omtrent 350 000 kr/døgn (2005-nivå). Fritidsreiser med bil utgjør nesten halvparten av nytten, og dette utgjør alle reiser tilknyttet handel, service, besøk og annet som ikke er dekket av tjenestereise, arbeidsreise og gods.

Det er flere forhold som vil innvirke på resultatene i forhold til at vegen er stengt. Noen er:

- Stengning gir avvist trafikk, dvs. noen vil la være å reise.
- Noen finner andre reisemål, for eksempel vil andre tettsteder ta over handel/service fra Sunndalsøra.
- Langdistansetrafikken finner relativt lett alternative ruter, men for lokaltrafikken er det relativt lange omkjøringer.

Det er ikke tatt hensyn til at det er satt opp passasjertransport på strekningen med båt.

3 Referanser

Moan, T. og T. Kvaal (2009). Notat: "Rv. 70 Oppdølsstranda. Vurdering av stengnings-/omkjøringskostnader."

Moen, K. (2009). Risikovurdering av rv. 70 forbi Oppdølsstranda. Artikkel skrevet til Bergmekanikkdagen 2009.

Statens vegvesen (2008). "Rassikringsplan for riks- og fylkesveger. Region midt."

VEDLEGG

Vedlegg 1: Artikkel ”Rv. 70 forbi Oppdølsstranda - Skredhendelser, risikovurdering, sikringstiltak”, Kjetil Moen og Tore Humstad, Bergmekanikkdagen 2009

Vedlegg 2: Notat ”Skredrisiko for rv. 70 Oppdølsstranda. Skredstatistikk pr. juni 2009”, Tore Humstad, 7.7.2009

Vedlegg 3: Notat ”Skredrisiko for rv. 70 forbi Oppdølsstranda. Værforhold ved registrerte steinsprang”, Martin W. Nilsen, 7.7.2009

Vedlegg 4: Notat ”Skredrisiko ved rv. 70 Oppdølsstranda. Gjennomgang av klimadata fra Sunndalsøra III. Utvikling, sammenheng med registrerte hendelser og framtidig bruk”, Tore Humstad, 8.6.2009

Vedlegg 5: Informasjon om delprosjekt 2

Vedlegg 6: Informasjon om delprosjekt 4

Vedlegg 7: Oversikt over rapporter fra Klima og transport

RV.70 FORBI OPPDØLSSTRANDA - SKREDHENDELSER, RISIKOVURDERING, SIKRINGSTILTAK

Rv. 70 Oppdølsstranda – Rock Fall incidents, risk evaluation, rock support

Siv.ing. Kjetil Moen, MULTICONSULT AS

Siv.ing. Tore Humstad, Statens vegvesen Vegdirektoratet

SAMMENDRAG

Oppdølsstranda er en 6,5 km lang skredutsatt vegstrekning på rv. 70 mellom Sunndalsøra og Oppdøl i Sunndal kommune. De senere år har det vært en tilsynelatende økt frekvens av alvorlige skredhendelser. I løpet av det siste året (2008/2009) har det gått tre større steinskred (24.08.2008, 05.06.2009 og 16.06.2009). Vegstrekningen ble stengt for all trafikk etter det siste store steinskredet den 16. juni 2009.

Vegdirektoratet har ønsket å få gjennomført en helhetlig og overordnet risikovurdering for den skredutsatte strekningen. Multiconsult AS ble i slutten av juni 2009 tildelt oppdraget med å gjennomføre denne risikovurderingen.

Det er allerede vedtatt at det som permanent skredsikringstiltak skal bygges en lang tunnel som erstatter hele den skredutsatte vegstrekningen. En slik tunnel er under planlegging og kan trolig åpnes innen 2013/2014. Risikovurderingen har inngått som en av flere avveininger som Statens vegvesen ville benytte seg av når det skulle besluttes hvorvidt vegstrekningen fortsatt skulle være stengt, eller om den kunne holdes åpen frem til den nye tunnelen står ferdig.

Multiconsult har gjennom sitt oppdrag identifisert en del ustabile fjellpartier, og anbefalt en rekke risikoreduserende tiltak, primært bestående av skredsikring i form av rensk og montering av fanggjerder.

Gjennomføringen av skredsikringstiltakene har pågått høsten 2009 og er administrert av Statens vegvesen.

SUMMARY

Oppdølsstranda is a 6,5 km stretch of a main road (rv.70) between Sunndalsøra and Oppdøl in the northwestern part of Norway. The road is highly exposed to rock fall hazard from high, steep mountainsides. In the latest years there has been an apparent increase of severe rock fall incidents.

The Directorate of Public Roads made an announcement in June, 2009 to get a general risk evaluation of the road at Oppdølsstranda. This assignment was awarded to Multiconsult AS in the end of June.

It is already been decided to build a long tunnel that will replace the rock fall exposed road. It is expected that this tunnel will be finished in 2013/2014.

Several unstable rocks have been identified and different actions to reduce the rock fall risk have been recommended, such as scaling and establishment of rock fall protection systems (catch fences).

Rock support actions have been carried out during the autumn, 2009.

1. INNLEDNING

Rv. 70 mellom Sunndalsøra og Oppdøl i Sunndal kommune har siden den opprinnelige vegen ble bygget på 1920-tallet vært en meget skredutsatt vegstrekning. Vegstrekningen, som betegnes *Oppdølsstranda* er totalt ca. 6,5 km lang. På denne strekningen er det i dag tre tunneler: Midtbekktunnelen, Trettøytunnelen og Fonnafonntunnelen. Tunnelene ble bygget på 1960-tallet, primært for å erstatte dagstrekninger som var spesielt utsatt for snøskred.

Etter at man gjennom flere tiår gradvis fikk løst problemene med snøskred, har man med de gjenværende dagstrekningene (til sammen ca. 3,3 km veg) sittet igjen med skredproblematikk knyttet primært til steinsprang og steinskred.

De senere år har det vært en tilsynelatende økt frekvens av alvorlige skredhendelser. I løpet av det siste året (2008/2009) har det gått tre større steinskred (24.08.2008, 05.06.2009 og 16.06.2009). Kildeområdet for skredene er fjellsiden på østsiden av Sunndalsfjorden. Statens vegvesen sine geologer har tidligere vurdert risikoen lokalt etter hvert som skred har rammet de enkelte delstrekningene. Som resultat av dette er vegstrekningen forbi Oppdølsstranda gitt høyest prioritet i rassikringsplanen for Region midt i Statens vegvesen. Statens vegvesen, Vegdirektoratet har derfor ønsket å få gjennomført en helhetlig og overordnet risikovurdering for den skredutsatte strekningen. Multiconsult AS ble i slutten av juni 2009 tildelt oppdraget med å gjennomføre denne risikovurderingen.

Det er de fire dagstrekningene utenom tunnelene som har vært gjenstand for risikovurdering. Risikovurderingen gjelder steinskred og steinsprang. Andre typer skred som snøskred, løsmasseskred, flomskred m.m. er ikke vurdert.

Det er allerede vedtatt at det som permanent skredsikringstiltak skal bygges en lang tunnel som erstatter hele den skredutsatte vegstrekningen. En slik tunnel er under planlegging og kan trolig åpnes innen 2013/2014.

Rv.70 forbi Oppdølsstranda ble stengt for all trafikk etter det siste store steinskredet den 16. juni 2009. Multiconsult sin risikovurdering har inngått som en av flere avveininger som Statens vegvesen ville benytte seg av når det skulle besluttes hvorvidt vegstrekningen fortsatt skulle være stengt, eller om den kunne holdes åpen frem til den nye tunnelen står ferdig.

Multiconsult har gjennom sitt oppdrag identifisert en del ustabile fjellpartier, og anbefalt en rekke risikoreduserende tiltak, primært bestående av skredsikring i form av rensk og montering av fanggjerder.

Gjennomføringen av skredsikringstiltakene er administrert av Statens vegvesen.

2. VEGSTREKNINGEN OG DENS HISTORIE

Vegarbeid på strekningen Sunndalsøra – Oppdøl i Sunndal kommune ble startet som nødsarbeid i 1921. Dette var arbeid igangsatt av det offentlige for å motvirke arbeidsløshet. Da vegen ble åpnet i 1927, hadde den to tunneler på til sammen 105 m (80 + 25) og flere skredoverbygg, bl.a. forbi utløpet av Fonnadalen (120 m) og ved Trettøya (60 m). Til sammen var det på dette tidspunktet 275 m med skredoverbygg. Disse overbyggene ble primært etablert for å sikre vegen mot snøskred fra velkjente skredløp.

I 1934 fikk vegen langs Oppdølsstranda riksvegstatus, og den har siden dette vært en skredutsatt riksvegsparsell. Det ble i perioden 1963-69 satt i gang sikrings- og ombyggingsarbeid med bl.a. bygging av Fonnafonn-, Trettøy- og Midtbekktunnelene (613 m, 1182 m og 1042 m). Dette arbeidet ble fullført i perioden 1971-74. De to sistnevnte tunnelene ble bygget som en forlengelse av de to eksisterende og langt kortere tunnelene. Den totale tunnallengden hadde nå økt fra 105 m til 2837 m.



Figur 1: Bilde av vegen langs Oppdølsstranda, rundt 1930 (foto: Klokseth/Mollan, Aura Avis).

Forut for denne oppgraderingen hadde vegstrekningen blitt gjenstand for en dødsulykke, da en lastebil sjåfør ble drept av et snøskred vinteren 1969, en utglidning av vegkroppen sør for Trettøytunnelen høsten samme år, og i tillegg en rekke mindre hendelser.



Figur 2: En lastebil ble truffet av et snøras vinteren 1969. Føreren omkom. Ulykken førte til bygging av Midtbekktunnelen. I bakgrunnen sees skredoverbygget ved Trettøy. (Foto: Tidens Krav).

Strekningen har også vært utsatt for enkelte flomskred. Blant annet førte kraftig nedbør i august 2003 til et flomskred som gjorde store skader på brua over Sandvikselva. Dette førte til at brua ble rehabilitert og elva plastret.

Generelt ble det opp gjennom årene fokusert lite på faren for steinsprang da dette i stor grad ble akseptert som en unngåelig risiko for denne vegstrekningen.

Siden årtusenskiftet er vegen forbi Oppdølstranda blitt en del av stamvegen rv. 70 mellom Kristiansund og Oppdal. Oppmerksomheten har i denne perioden rettet seg mer og mer mot steinskred og steinsprang. Dette har gjenspeilet seg både i mer systematisk registrering av hendelser samt planlegging og utførelse av sikringstiltak mot denne skredtypen. I løpet av disse årene er det etablert fem linjer med fanggjerder. I samme periode er det registrert 80 steinsprang mot vegen. Fra årene før 2000 er det få registreringer, men dette skyldes nok heller manglende rutiner enn at frekvens har vært betydelig lavere tidligere.

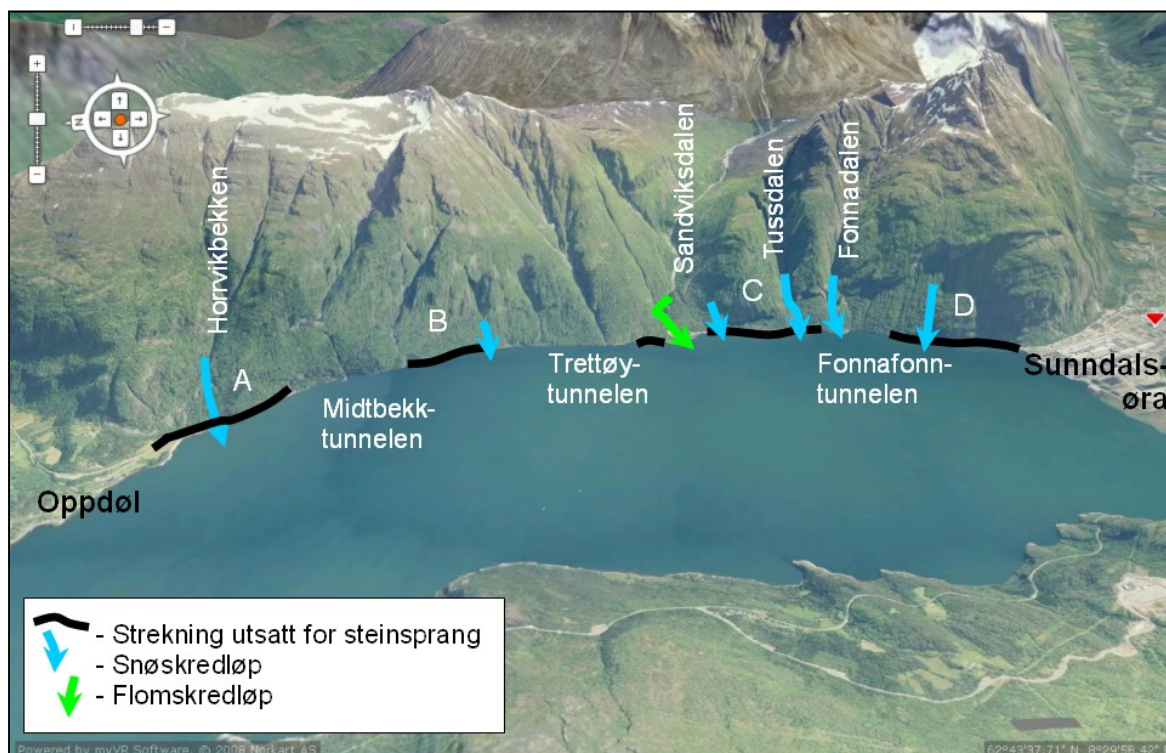
Selv om flere steinsprang har nådd vegen også etter at fanggjerdene ble etablert, har de utvilsomt redusert både antall hendelser på veg og konsekvensene av dem.

Årsdøgntrafikken på strekningen er i dag om lag 2 500 kjøretøyer.

I siste revisjon av rassikringsplan for Statens vegvesen Region midt, fra november 2008, har hele ni skredpunkter langs denne strekningen blitt før opp, og Oppdølstranda har de tre mest prioriterte skredpunktene i Midt-Norge. I Nasjonal transportplan for 2010-2019 ble det foreslått å sette av 600 millioner kroner til permanent skredsikring i form av en 7-8 km lang tunnel mellom Sundalsøra og Oppdøl. Statens vegvesen har med bakgrunn i dette etablert et utbyggingsprosjekt som tar sikte på å ferdigstille den lange tunnelen innen 2013.

Risikovurderingen som beskrives i denne artikkelen tar for seg risiko ved steinskredhendelser mot vegen med tanke på både trafikk og anleggsarbeid for årene fram til tunnelen står ferdig.

Vegstrekningen som inngikk i vurderingen er ca. 6,5 km lang. Dersom en holder eksisterende tunneler utenfor, står en igjen med fire dagstrekninger på til sammen ca. 3,3 km veg. Figur 3 gir en oversikt de utsatte dagstrekningene med angivelse av steinskredutsatte delstrekninger og øvrige skredpunkter.



Figur 3: Oversikt over rv. 70 forbi Oppdølstranda med steinskredutsatte dagstrekninger (A, B, C og D) er angitt sammen med øvrige skredpunkt (snøskred og flomskred).

3. SKREDHENDELSER

3.1 Datakilder

Statens vegvesen har tatt en gjennomgang av skredhendelser registrert langs rv. 70 forbi Oppdølsstranda. Skredregisteret i Nasjonal vegdatabank (NVDB) er basert på innrapportering i form av et såkalt R11-skjema som funksjonskontrakts-entreprenøren leverer inn til Statens vegvesen. I forbindelse med risikovurderingen for strekningen, ble det i tillegg gjort et søk i Vegtrafikksentralen (VTS) sine systemer. For perioden 2001-2008 brukte VTS loggføringssystemet "Merkur" til å registrere innrapporterte hendelser på veg. Dette ble erstattet av "Vegloggen" i 2008.

Data i Merkur/Vegloggen er i stor grad basert på informasjon fra publikum og gis inn i form av en del fritekstfelt som gjør klassifisering og stedfesting mindre nøyaktig enn data fra NVDB. Det er i søkene fra alle kildene fokusert på steinsprang/steinskred. Hendelser knyttet til snøskred, jordskred, flomskred og isnedfall er ikke tatt med i oversikten.

I den videre datahåndteringen ble skred som var registrert i flere systemer identifisert, og den mest pålitelige kilden prioritert. Det var om lag 25 % overlapp mellom systemene. Dette viser at enkelte skred aldri blir rapportert inn til VTS selv om entreprenøren må ut for å gjøre tiltak (og rapporterer til NVDB). Om lag 80 unike hendelser ble analysert videre. Disse fordeler seg slik på slik på systemene:

- NVDB: 66 %
- Merkur/Vegloggen: 33 %

I tillegg til de 80 hendelsene er det oppført ca. 15 øvrige skredhendelser som snøskred, jordskred, flomskred og isnedfall.

3.2 Registrert skadekonsekvens

Av de 80 registrerte hendelsene, er det i følge datakildene registrert følgende skader:

- Skader på person: 1 hendelse
- Skader på kjøretøy: 5 hendelser
- Skader på veg: 7 hendelser
- Skader på rekkverk: 7 hendelser
- Skader på fanggjerde: 3 hendelser

De mange nestenulykkene av større eller mindre alvorlighetsgrad er ikke registrert spesielt i ovennevnte systemer.

3.3 Fordeling etter dagstrekninger

Hendelsene fordeler seg på dagstrekninger slik:

- Delstrekning A: 13-16 %
- Delstrekning B: 30-36 %
- Delstrekning C: 24-32 %
- Delstrekning D: 7-10 %
- Uspesifisert: 15 %

Inntil 80 % av de stedfestede hendelsene knytter seg til delstrekning B og C. Hendelser som ikke er stedfestet kommer fra Merkur/Vegloggen, der stedfestingen i noen tilfeller begrenser seg til "Oppdølsstranda". Usikkerheter i antall steinsprang/skred innenfor hver delstrekning skyldes at det er ukjent hvilken tunnelmunning det er snakk om (når eneste stedfesting er tunnelnavn).

3.4 Fordeling på løsneområder og -høyder

Dersom en fordeler hendelsene på kategorier som brukes ved registrering av skreddata, får en følgende oversikt:

- Ved tunnelmunning: 23 %
- Vegskjæring: 10 %
- Fjell- og dalside/ur: 30 %
- Uspesifisert: 37 %

En sortering på registrerte løsehøyder (over veg) fra samme datagrunnlag kan gjøres slik:

- Under 50 m: 42 %
- Mellom 50 og 200 m: 7 %
- Over 200 m: 11 %

3.5 Større skred siste år (2008/2009)

Den generelt høye skredfrekvensen som er registrert på strekningen er en viktig begrunnelse for topplasseringen på rassikringsplanen for Midt-Norge. Det er også derfor det er vedtatt å bygge en ny lang tunnel forbi området.

I tillegg til den generelle faren denne strekningen er utsatt for, har det vært et spesielt fokus på strekningen det siste året etter at det har gått tre store skred på relativt kort tid:

- 24. august 2008: 30 m³ løsnet 400 m over veg i område B
- 5. juni 2009: Noen hundre m³ løsnet 100 m over veg i område C
- 16. juni 2009: 30 m³ løsnet 400 m over veg i område D

Skredet 24.08.2008 (figur 4) førte til alvorlig personskade på en bilfører. To personbiler ble totalskadet. Veg og rekkverk måtte repareres, og ett av fire fanggjerder måtte byttes ut. Selv om store masser passerte eksisterende 3000 kJ gjerde, så bidro det utvilsomt til å begrense skadevirkningene, og kan i dette tilfellet ha berget liv.



Figur 4: Skredet 24.08.2008 gjorde stor skade. Heldigvis gikk ingen liv tapt (foto: Tidens Krav).

Skredet 05.06.2009 var nær ved å treffe et kjøretøy, men ingen ble skadet. Veg og rekkverk måtte repareres. Også i dette tilfellet bidro et 1500 kJ fanggjerdet til å redusere skadevirkningene, men en del masser passerte gjerdet, og ca. 50 m av dette måtte repareres.

Skredet 16.06.2009 var nær ved å treffe kjøretøy, men heller ikke denne gangen kom noen til skade. En høyspentlinje ble truffet, og denne antenne løvskogen i nærheten. Brannen (figur 5) ble raskt slukket.



Figur 5: Steinskredet 16. juni 2009 gjorde skader på veg, rekkverk og kraftlinje. Høyspentledningen slo ned i skogen og satte fyr på den (foto: Jan Ødegård/Aura Avis).

Etter den siste av disse tre hendelsene besluttet Vegdirektøren å stenge vegen inntil det forelå en overordnet risikovurdering av skredfaren på denne strekningen. Skred- og vassdragsavdelingen i NVE ble kontaktet for å bistå. NVE anbefalte å innhente bistand fra eksterne rådgivere, og 26.6.2009 inngikk Statens vegvesen avtale med MULTICONSULT om gjennomføring av oppdraget med aktiv støtte fra eget fagpersonell.

4. KLIMAFORHOLD OG UTLØSNINGSMEKNISMER FOR SKRED

4.1 Generelt om utløsningsmekanismer

Statens vegvesen har foretatt en gjennomgang av data fra den meteorologiske stasjonen ”63420 Sunndalsøra III” (6 moh), og sett på tendenser og endringer, samt vurdert hvilke værforhold som var gjeldende ved utløsning av alle registrerte skred.

Det er tatt utgangspunkt i nedbørs- og temperaturdata med tanke på potensialet for skredutløsning, som er basert på følgende sannsynlige mekanismer: Frysing/tining, regn- og snøsmelting, temperaturvariasjoner.

Fryse- og tineprosesser kan gi både frostsprengning og økt poretrykk som følge av at ispropper blokkerer regn- og smeltevann på sprekkeflater i bergmassen. Regn- og snøsmelting kan i seg selv gi økt skredpotensiale som følge av økt poretrykk. Store temperaturvariasjoner kan ha betydning i forhold til termisk utvidelse av bergartene. Jo mer kvartsinnhold i bergarten, jo større blir denne effekten.

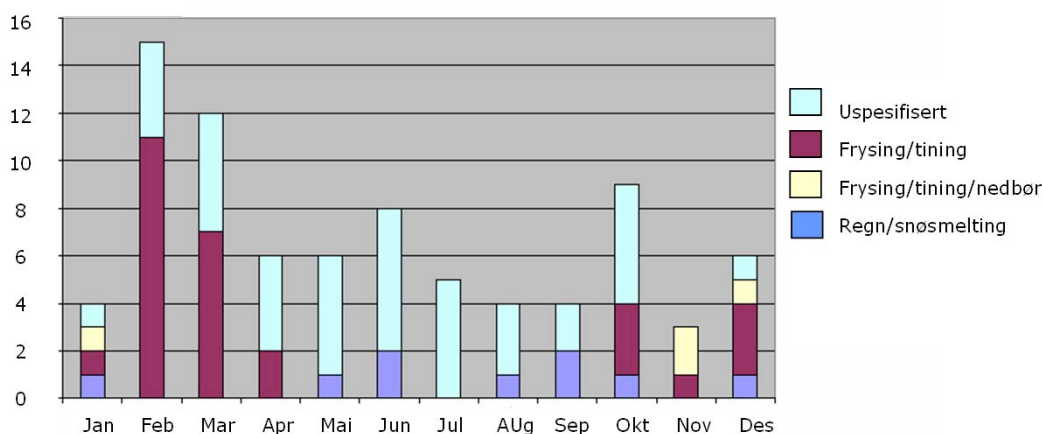
4.2 Generelt om utløsningsmekanismer

Med bakgrunn i de 80 registrerte steinskredhendelsene, er det gjort en grov sortering på mulige utløsende værforhold for hver enkelt hendelse. Denne sorteringen antyder følgende omtrentlige fordeling:

- Frysing/tining (med eller uten nedbør): 40 %
- Regn og snøsmelting: 10 %
- Uspesifisert: 50 %

Diagrammet i figur 6 viser hvordan skredfrekvensen og de observerte værforholdene varierer med årstid. Av de uspesifiserte årsakene kan termisk utvidelse av bergmassen som følge av temperaturvariasjoner og intens sol-innstråling ha spilt en rolle i noen tilfeller. For øvrig kan kombinasjoner av flere ugunstige værforhold havne i denne kategorien sammen med det faktum at det ved langvarig forvitring kan være vanskelig å peke på en konkret utløsende årsak. Andre årsaker som rotsprengning og eventuelle rystelser kan også komme inn under denne kategorien. Figuren viser at det er flest skred vinter og vår.

Skredfrekvens og observerte værforhold, Oppdølsstranda (2000-2009)



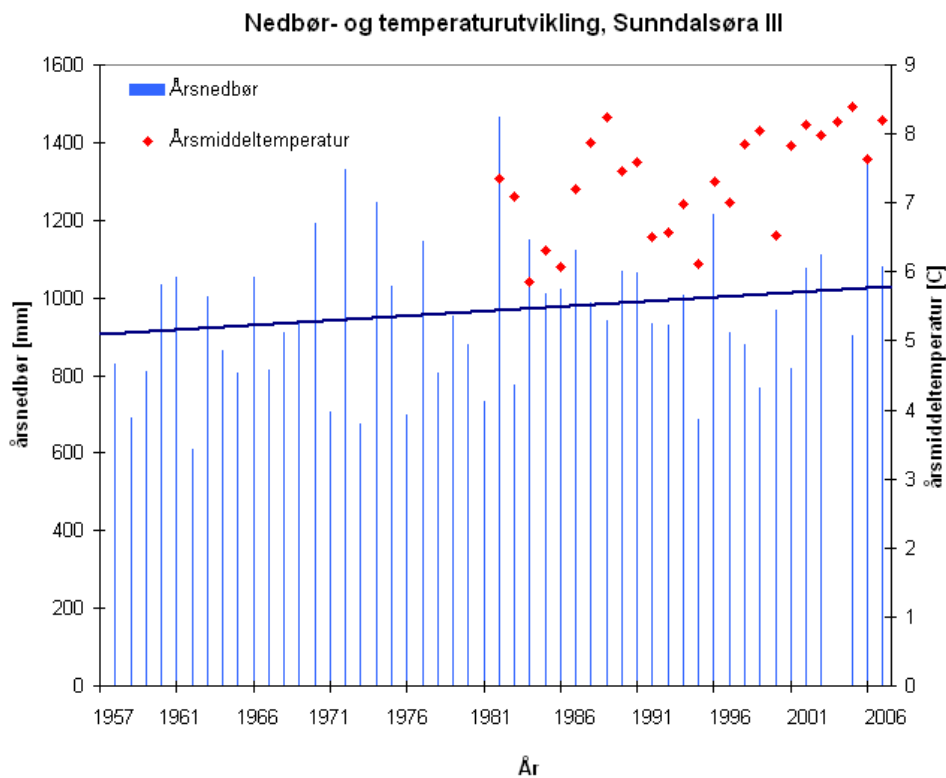
Figur 6: Værforhold og antatte utløsningsmekanismer ved de 80 registrerte skredene på Oppdølsstranda.

4.3 Klima og klimaendringer

I tillegg til å studere værforholdene ved hvert enkelt skred er det også gjort analyser av effekter klimaet har på skredfrekvensen og hvorvidt klimaendringer har noe å si for fremtidig skredfareutvikling.

Figur 7 viser utvikling av årsnedbør fra 1957 til 2008 og gjennomsnittstemperaturer fra 1983 til 2008. I måleperioden er det observert en nedbørsøkning fra ca. 925 mm/år i 1957 til ca. 1000 mm/år i 2008. Det er siden temperaturmålingene kom i gang i 1983 registrert en generell økning fra $6,5^{\circ}$ i starten av måleserien til ca. 8° i dag.

Dataene viser at klimautviklingen de siste 50 årene har gitt mer nedbør som igjen gir en økning av de hydrogeologiske utløsningsmekanismene som knytter seg til vann (regn, snøsmelting og vann/is i porer og på sprekkeflater). En gjennomsnittlig økning på $1,25$ mm/år er trolig ikke dramatisk på kort sikt, men effekten kan være av betydning på lang sikt.

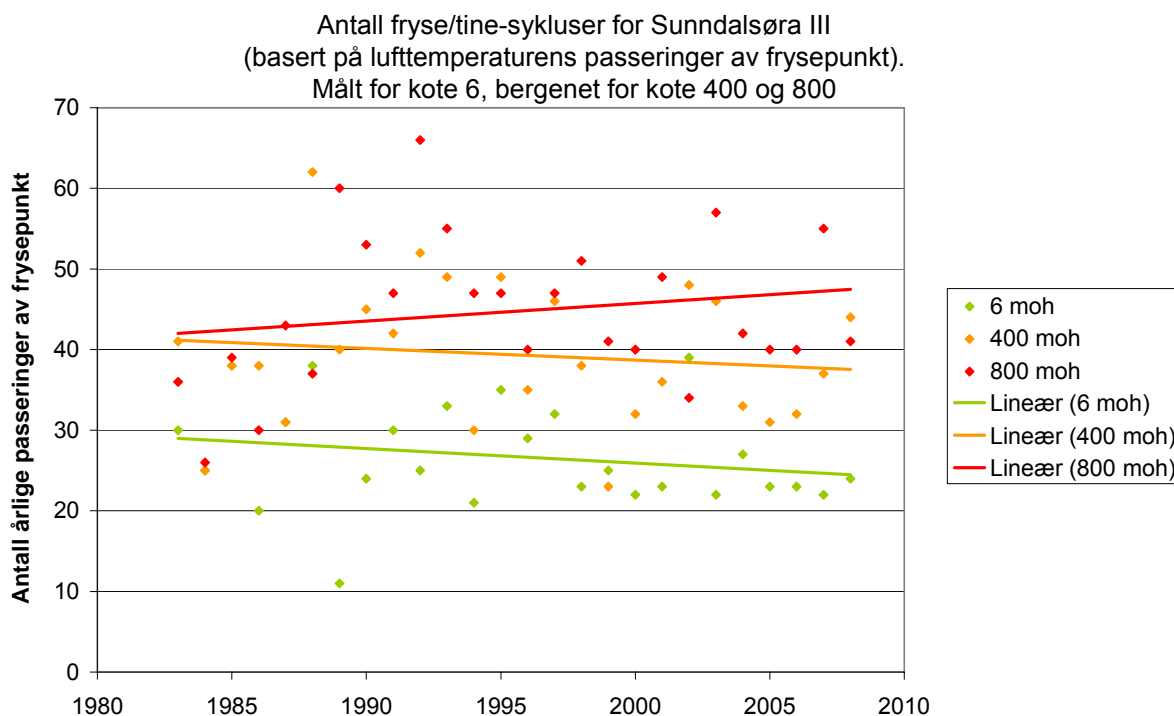


Figur 7: Data for årsnedbør og årsmiddeltemperatur fra Sunndalsøra III viser en økning av både nedbørsmengder og temperatur i måleperioden fra hhv. 1957 og 1983 og fram til i dag.

Den observerte temperaturøkningen på ca $0,06$ K pr. år er trolig av større betydning. Tidsserien er for kort til at vi kan si noe om dette er en del av en langsiktig utvikling, men det er naturlig å anta at det innenfor måleperioden har foregått endringer i fryse- og tineforhold som funksjon av både tid og høyde over havet.

Dersom en forutsetter en temperaturgradient der temperaturen avtar $0,6$ K for hver 100 høydemeter, kan en framstille et diagram som vist i figur 8. Selv om både den valgte temperaturgradienten og sammenhengen mellom lufttemperatur og tilfrysing i grunnen er usikker, så tyder datasettet på at fryse- og tineeffekten er i endring. Dersom forutsetningene er relativt gode, kan det se ut til at antall fryse/tinesykluser går ned i lavlandet, er ganske stabilt på 400 m o.h. og økende på 800 m o.h.

Generelt kan en si at frysing og tining som forvittrings- og utløsningsmekanisme forflytter seg langsomt oppover i fjellsiden. Klimascenariene med fortsatt temperaturøkning tilsier at denne utviklingen vil vedvare.



Figur 8: Antall passeringer av 0 °C basert på døgnoppløselige data av lufttemperatur. Modellen antyder en nedgang i fryse/tinesykluser i lavlandet og en økning på 800 m o.h. i måleperioden 1983-2008.

En gjennomgang av midlere døgnlig variasjon i lufttemperetur viser en liten økning fra ca. 6,8K pr. døgn til 7,2K pr. døgn i perioden 1983-2008. Største registrerte døgnvariasjon er 21,1K i januar 1993, da temperaturen steg fra -9,6 °C til +11,5 °C innen ett døgn. Dette skyldes en føhnvindeffekt som er typisk for Sunndaløra. [7]

En tilsvarende gjennomgang er gjort for 2008/2009. Dataene viser at det store skredet 24.8.2008 gikk på et døgn med relativt sterk innstråling og stor temperaturvariasjon (14 K). For skredene 5. og 16. juni 2009 var tempertursvingningene mer moderate. Det er uansett vanskelig å knytte temperatursvingningene direkte til f. eks. termisk utvidelse i berggrunnen som utløsende faktor. Like fullt viser dataene at temperatursvingningene generelt er størst om sommeren, og slik sett kan en si at dette oppveier noe for manglende frysing og tining sommerstid. Effekten bidrar sannsynligvis til å opprettholde en viss skredfare året igjennom.

Det er derfor vanskelig å peke på tidspunkter i løpet av året som er mer trygge/farlige enn andre. Utfordringen i forhold til å etablere eventuelle varslingsystemer basert på værforhold, forsterkes ved at det til tross for gode modeller av utløsningsmekanismer, fortsatt vil være vanskelig å beskrive tidsforsinkelsen mellom de ugunstige værforholdene og tidspunktet skredfare er størst.

5. RISIKOVURDERING – OPPDRAGSBESKRIVELSE

Etter det siste store steinskredet den 16.06.2009 ble rv. 70 forbi Oppdølsstranda stengt i påvente av en helhetlig og overordnet risikovurdering. Oppdraget med å gjennomføre denne risikovurderingen ble tildelt Multiconsult AS kort tid etter, i slutten av juni. Frist for innlevering av rapport var satt til 20.07.2009, så det var relativt knapp tid til gjennomføring av oppdraget.

Risikovurderingen skulle omfatte de fire dagstrekningene utenom tunnelene, se figur 3. Dagstrekningene utgjør til sammen ca. 3,3 km veg. Risikovurderingen var begrenset til å gjelde steinskred og steinsprang. Andre typer skred som snøskred, løsmasseskred, flomskred m.m. skulle ikke vurderes.

Den primære målsetningen med risikovurderingen var å vurdere risiko for nye steinsprang / steinskred på de aktuelle dagstrekningene. Oppdraget omfattet imidlertid også vurdering og anbefaling av sikringstiltak, samt muligheter for overvåking/varsling og trafikkrestriksjoner (f.eks ved spesielle værforhold) for å redusere risikoen.

Forslag til sikringstiltak skulle ta hensyn til at det som permanent rassikringstiltak skal bygges en tunnel som erstatter hele den skredutsatte vegstrekningen. En slik tunnel er under planlegging og kan trolig åpnes innen 2013/2014.

Risikovurderingen som ble gjennomført av Multiconsult skulle inngå som en av flere avveininger som Statens vegvesen ville benytte seg av når det skulle besluttes hvorvidt vegstrekningen fortsatt skulle være stengt, eller om den kunne holdes åpen frem til den nye tunnelen står ferdig.

6. UTFØRTE UNDERSØKELSER

6.1 Bakgrunnsmateriale

Som en innledende del av Multiconsult sitt oppdrag ble tilgjengelig og relevant bakgrunnsmateriale gjennomgått.

Bakgrunns materialet har i hovedsak bestått av:

- Div. notater utarbeidet av fagpersonell i Statens vegvesen. Notatene omhandler skredhistorikk, beskrivelse og vurderinger av de store skredhendelsene den siste tiden, samt vær- og klimaforhold.
- Rassikringsplan
- Helningskart
- Ortofoto
- Værdata
- Sammenstilling av alle tidligere registrerte skred
- Topografiske kart
- Skråningsprofiler for direkte import i analyseprogrammet RocFall

6.2 Befaring

Befaring til Oppdølsstranda ble foretatt torsdag den 2. juli og fredag den 3. juli 2009. Befaringen ble utført av Kjetil Moen (Multiconsult AS), med bistand fra Tore Humstad i Statens vegvesen, Vegdirektoratet.

Befaring fra båt

Fra morgenen den 2. juli foretok vi en besiktigelse av hele den aktuelle vegstrekningen fra båt på Sunndalsfjorden. Det å betrakte fjellsiden på avstand ga et nyttig bidrag til planleggingen av hvilke områder som skulle undersøkes nærmere fra helikopter.

Helikopterbefaring

Helikopterbefaringen startet litt ut på ettermiddagen den 2. juli. Formålet med helikopterbefaringen var å skaffe best mulig oversikt over områdene, definert som kildeområder for skred og steinsprang som kan ramme Rv. 70. Videre var det en målsetning å skaffe en best mulig dokumentasjon av forholdene i form av fotografier og film.

Det var meget gode befaringsforhold, med klarvær og god sikt. Hele fjellsiden var godt opplyst av sola, med unntak av enkelte nord- og nordvestvendte brattskrenter.

Med på helikopterbefaringen var også Svein Roger Ivarsen fra Relevant Kommunikasjon AS. Han sto for et profesjonelt videoopptak.

I løpet av helikopterbefaringen tok vi ca. 300 digitale bilder av generelt meget god kvalitet, som sammen med filmopptaket (ca. 1,5 time) utgjorde et viktig vurderingsgrunnlag for den påfølgende risikovurderingen. Det ble også foretatt GPS-logging, slik at det i ettertid var mulig å se hvor helikopteret hadde vært til enhver tid.

Befaring langs vegen

Begge befaringsdagene foretok vi befaring av fjellsiden fra den sperrede vegen langs Oppdølsstranda, og ytterligere en del bilder ble tatt. I tillegg ble kikkert benyttet for å studere enkelte partier nærmere. Dette var et nyttig supplement til helikopterbefaring (både ”fugle-” og ”froskeperspektiv”).

6.3 Video- og fotoanalyse

Alt foto- og videomateriale fra befaringen ble nøye gjennomgått som grunnlag for generelle og steds spesifikke stabilitetsvurderinger. Video- og fotoanalysen ble videre utført med sikte på å identifisere potensielt ustabile partier og beskrive disse så langt det var mulig, tatt i betraktning at det ikke var foretatt detaljerte undersøkelser på hvert enkelt sted i fjellskrentene.

6.4 Numerisk analyse

For bedre å kunne vurdere risiko og forløpet av eventuelle steinsprang, ble det foretatt numerisk modellering av steinsprang langs 21 skråningsprofiler, fordelt på de fire delstrekningene.

Til den numeriske analysen benyttet vi dataprogrammet *RocFall*, som er utviklet av *Rocscience inc.* i Canada. Dette er et statistisk analyseprogram, spesielt beregnet på risikoanalyse av steinsprang i bratte skrenter. Programmet beregner steinsprangets energi, hastighet og bane/spranghøyde langs hele skråningsprofilen, samt steinsprangets endepunkt.

I alt 21 stk. terrengprofiler er generert fra digitalt kart og importert direkte inn i analyseprogrammet *RocFall*. Hvert enkelt profil er tillagt materialegenskaper som vi har bestemt på bakgrunn av fotografier av fjellskrentene. Segmenter av profilene har forskjellige

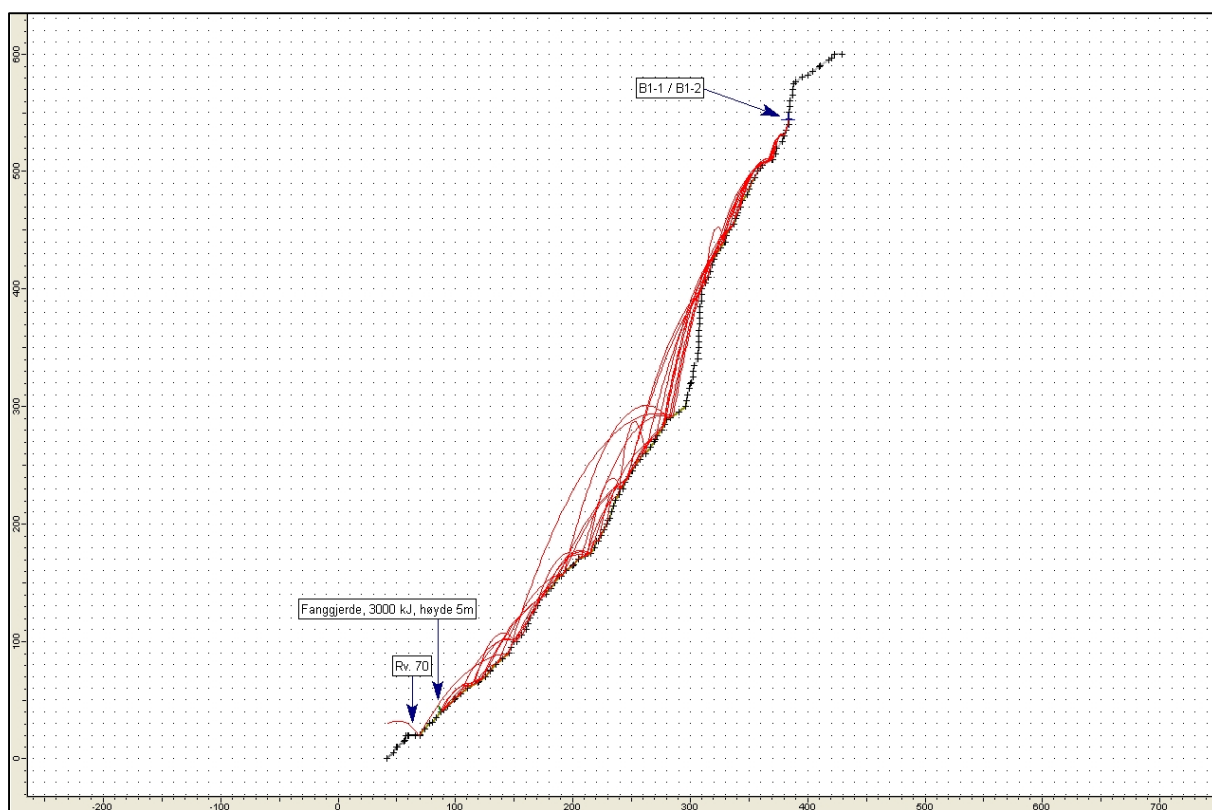
materialeegenskaper avhengig av om underlaget består av fast fjell, urmasser eller jord, med eller uten vegetasjon.

Observerte eller tenkte lokaliteter i et kildeområde for steinsprang er plottet på det tilhørende profilet. Steinblokkene som simuleres tillegges vekt (kg) i henhold til observasjoner, evt. ut fra forventet blokkstørrelse som kan komme ned til veien. Det antas i denne sammenheng en viss fragmentering av blokkene i forhold til opprinnelig blokkstørrelse *in situ* i løseområdet.

Når simuleringen av steinsprang kjøres, vil sannsynlige rasbaner avtegnes som røde streker. Analysen er basert på statistiske beregninger slik at det vil bli noe forskjellige resultater fra gang til gang. Etter at det er kjørt en del simuleringer, vil det være mulig å danne seg et bilde av steinsprangets mest sannsynlige forløp og endepunkt (utløpsdistanse).

Programmet tillater inntegning av barrierer som simulerer fanggjerder. På bakgrunn av rasbanens forløp og steinsprangets totale energiforløp kan fanggjerdens optimale plassering bestemmes. Videre kan fanggjerdens høyde og energikapasitet legges inn i beregningsmodellen. Simuleringene vil da kunne avsløre om det er fare for at et steinsprang kan hoppe over fanggjerdet eller bryte igjennom det. På denne måten kan fanggjerdens nødvendige høyde og energikapasitet dimensjoneres, og behov for flere parallelle gjerdelinjer avdekkes. Et eksempel på en simulering i RocFall er vist i figur 9.

Vi understreker at den numeriske modelleringen kun er benyttet som et supplement til de faglige og erfaringsmessige vurderinger som er gjort underveis i utredningsarbeidet. Det er mange feilkilder knyttet til bestemmelsen av inngangsparametre, slik at beslutninger mht. sikringstiltak gjøres ikke på grunnlag av den numeriske analysen alene.



Figur 9: Eksempel på numerisk modellering i RocFall.

7. BESKRIVELSE AV OMRÅDET

7.1 Topografi

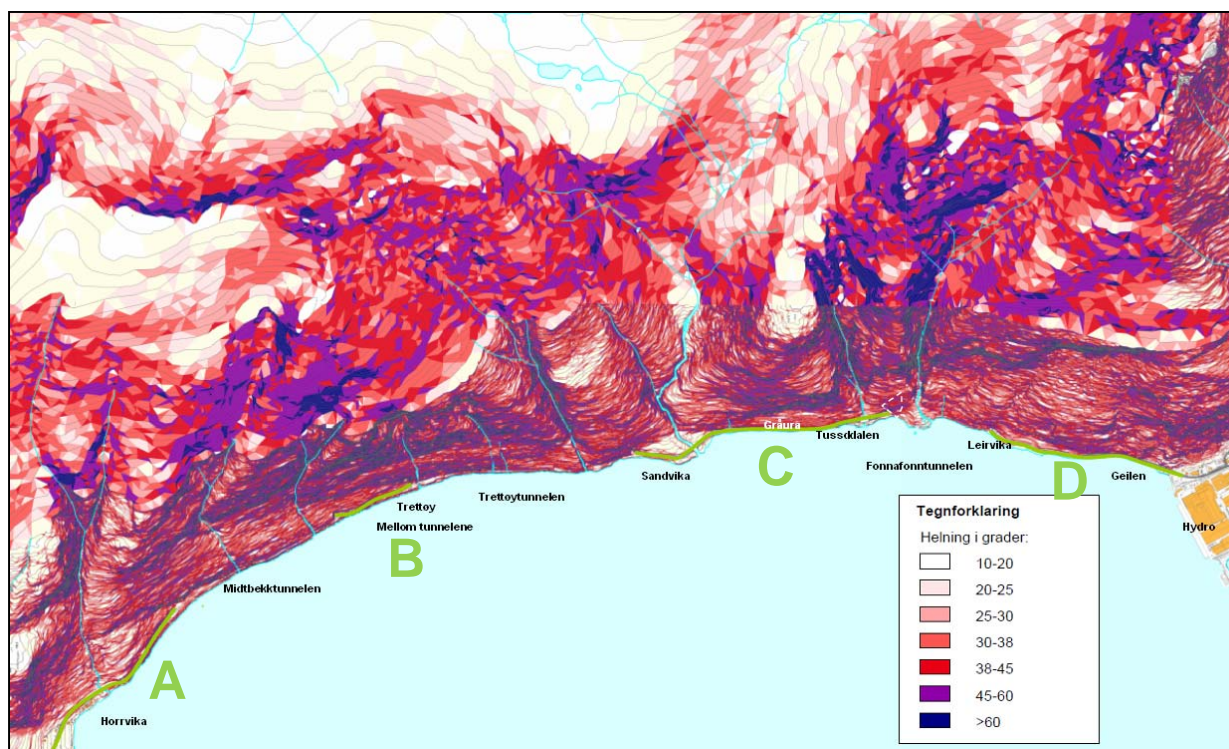
Fjellsiden langs Oppdølsstranda stiger fra Sunndalsfjorden (kt. 0) opp til 1400 – 1550 m.o.h. og fjelltoppene Fulånebb (1428 m.o.h.) og Hovsnebb (1554 m.o.h.). Rv.70 ligger på kt. 10 – 20 og følger strandkanten og foten av fjellsiden.

Den generelle, gjennomsnittlige helning i fjellsiden ligger i området 40 - 50°, men lokalt varierer helningen fra ganske flatt (ca. 10°) til steilt (90°).

Langs vegen er det flere steder vertikale fjellskjæringer med høyde opptil 10 – 15m.

Der skråningshelningen er opptil ca. 45° er fjellsiden for det meste dekket av løsmasser og bevoskt med trær. I steilere partier er det stort sett blottlagt berg og beskjedent med vegetasjon. Det er observert en rekke bratts-krenter som er nær vertikale, og som lokalt har overheng. Det er naturlig nok disse bratts-krentene som er viet størst oppmerksomhet når det gjelder identifisering av kildeområder for steinskred / steinsprang.

Se for øvrig utsnitt av helningskartet i figur 10. Kildeområder for skred og steinsprang er generelt bratte skrenter der helningen er over 45°. På helningskartet er helning 45 – 60° markert med lilla farge, mens helning over 60° er markert med blå farge.



Figur 10: Utsnitt av helningskart som viser hvordan helningsforholdene er i fjellsiden ved Oppdølsstranda. Legg spesielt merke til de lilla og blå feltene. Dette er områder med hhv. 45 – 60° og mer enn 60° helning, og følgelig de mest utsatte områdene mht. utløsning av steinskred og steinsprang. [Kilde: Statens vegvesen]

7.2 Geologi

Berggrunnen består i all hovedsak av forskjellige typer gneisbergarter. Lokalt er feltspatmineralene i gneisen omdannet og har vesentlig lavere mekanisk styrke enn gneis for øvrig. Både stedvis redusert mekanisk styrke og markert oppsprekning gjør at berggrunnen er ekstra utsatt for forvitring, noe som igjen kan føre til skred og steinsprang.

Bergartens oppsprekningsmønster er meget variabelt innenfor det kartlagte området. Det er ikke utført noen detaljert sprekkekartlegging, men det er registrert tre sprekkesett bestående av markerte sprekker som følger et tilsynelatende gjentagende mønster mht. orientering.

Berggrunnen er gjennomgått av en rekke svakhetssoner som på overflaten gjenkjennes som kløfter og dype furer i terrenget. Bergkvaliteten i svakhetssonene kan være svært dårlig.

I høyfjellet og øvre deler av fjellsidene (over ca. 600 m.o.h.) er det stort sett bart fjell og usammenhengende eller tynt løsmassedekke. I de skogkledde skråningene ned mot Sunndalsfjorden er det humus- / torvdekke over berggrunnen. I tillegg er det en del urmasser / skredmateriale i skråninger under steile bergvegger. Ved Oppdøl er det en breelavsetning og ved utløpet av Sandvikselva er det en elveavsetning.

7.3 Vegetasjon

Det er mye vegetasjon i form av skog i fjellsidene langs rv. 70 forbi Oppdølsstranda. Skogen består dels av løvtrær, og dels av bartrær. I tillegg til skog er det vegetasjon i form av busker og torv / skogbunn.

Over kt. 600 – 800 er det sparsomt med vegetasjon, kun tynt torvlag og mindre busker / lyng.

Relatert til skredhendelser kan vegetasjon ha både positiv og negativ effekt. I potensielle løsneområder kan trær og busker ha en negativ effekt, fordi disse har røtter som kan vokse ned i bergsprekker og gi rotsprengning. I skredbanen nedenfor de potensielle løsneområdene vil derimot all vegetasjon (spesielt trær/skog) ha en positiv effekt, siden den bidrar til en dempning av skredenergien og i mange tilfeller stopper skredet / steinspranget.

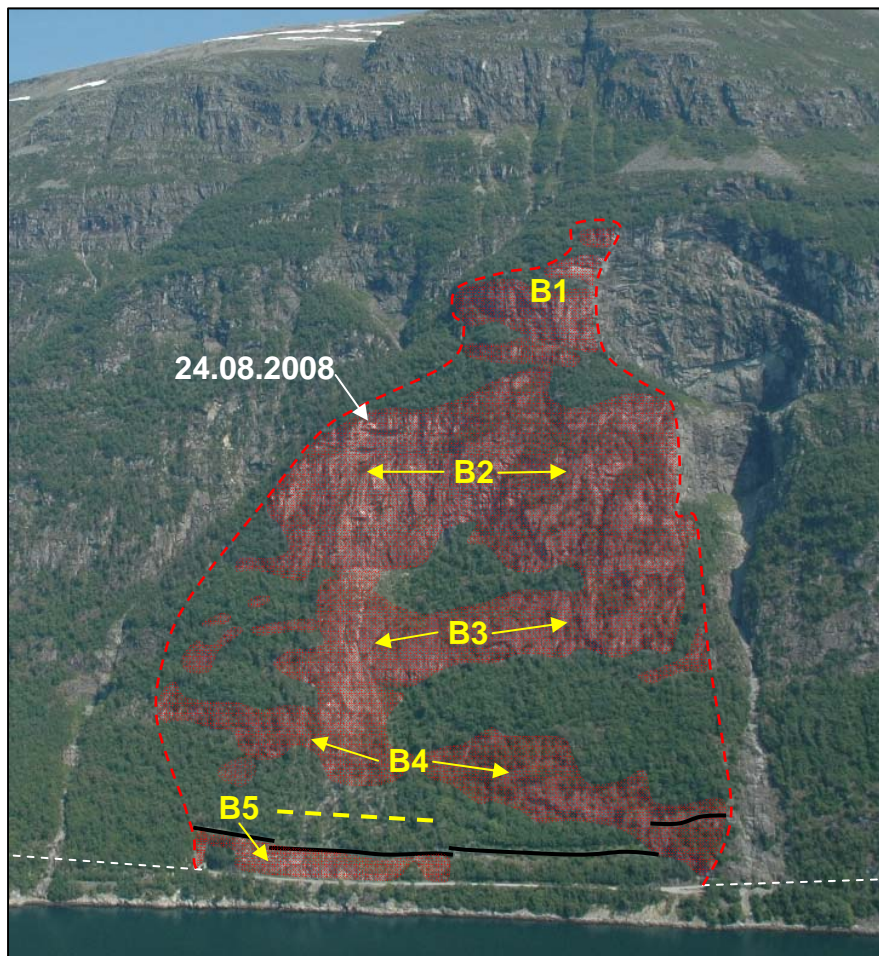
8. IDENTIFISERING OG BESKRIVELSE AV RISIKOOMRÅDER

For hver av delstrekningene A, B, C og D er fysiske risikoområder identifisert og beskrevet ved å benytte følgende metode / fremgangsmåte:

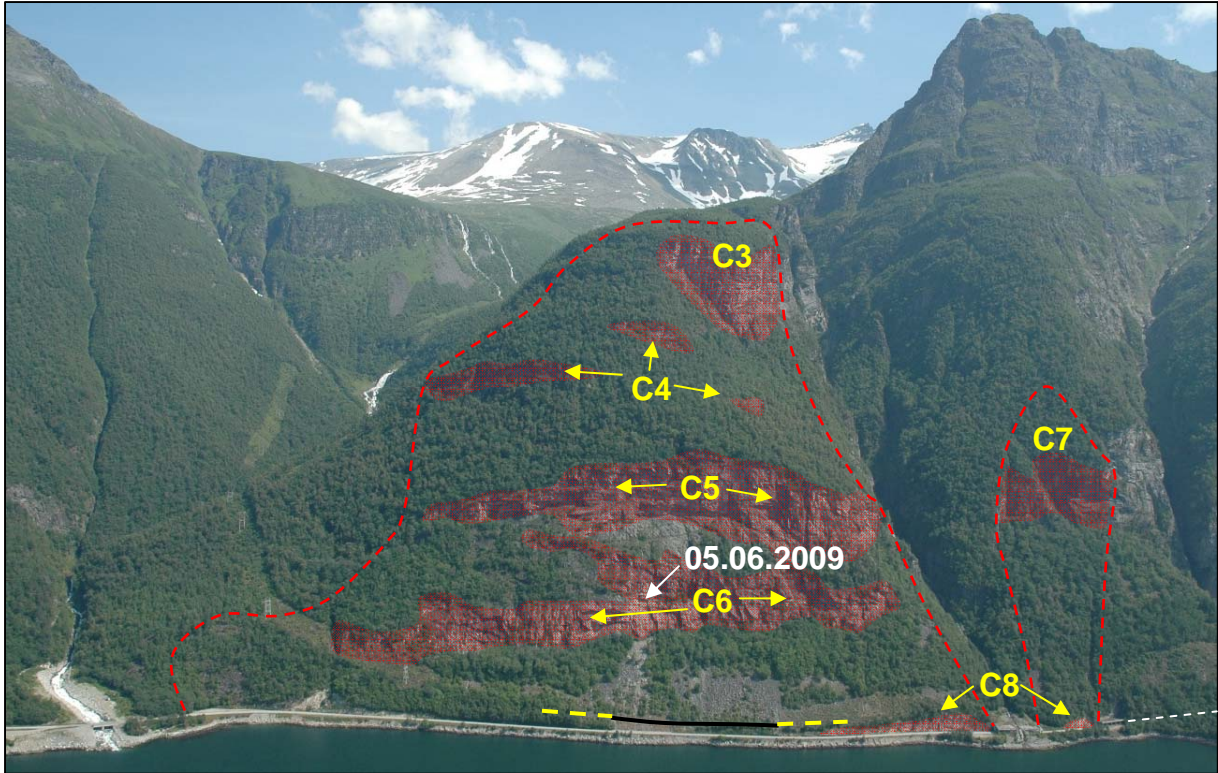
1. Undersøkelser er utført som beskrevet i kap.6.
2. For hver delstrekning har vi identifisert / definert et område av fjellsiden som antas (primært ut fra topografiske forhold) å være relevant å vurdere mht. fare for skred / steinsprang som kan tenkes å true vegen. Omrisset av disse områdene eller ”faresonene” er markert med rød stiplede strek på oversiktsbildene i figur 11 – 13. Kun delstrekning B, C og D er vist her.
3. Innen hver delstrekning er det videre identifisert flere områder i fjellsiden som kan inneholde mulige løsneområder for steinskred og steinsprang. Dette er bratte fjellskrenter, bergvegger og skjæringer som vi med et samlebegrep kaller *kildeområder*. Mulige kildeområder er markert med rød skravur på oversiktsbildene i figur 11 – 13. For hvert kildeområde er det foretatt en generell stabilitetsvurdering.

4. I den grad det innenfor de forskjellige kildeområdene er observert enkeltblokker og bergpartier som kan betraktes som ustabile, er det gitt en beskrivelse og stabilitetsvurdering av disse. Noen eksempler er vist i figur 14. Kortsiktig risiko (sannsynlighet for utrasing innen 5 – 10 år) er vurdert for de fleste tilfellene som er observert.
5. Sannsynlighet for at skred og steinsprang fra de viktigste kildeområdene skal kunne ramme rv. 70 forbi Oppdølsstranda er vurdert med støtte av analyseprogrammet RocFall, jfr. kap. 6.4.

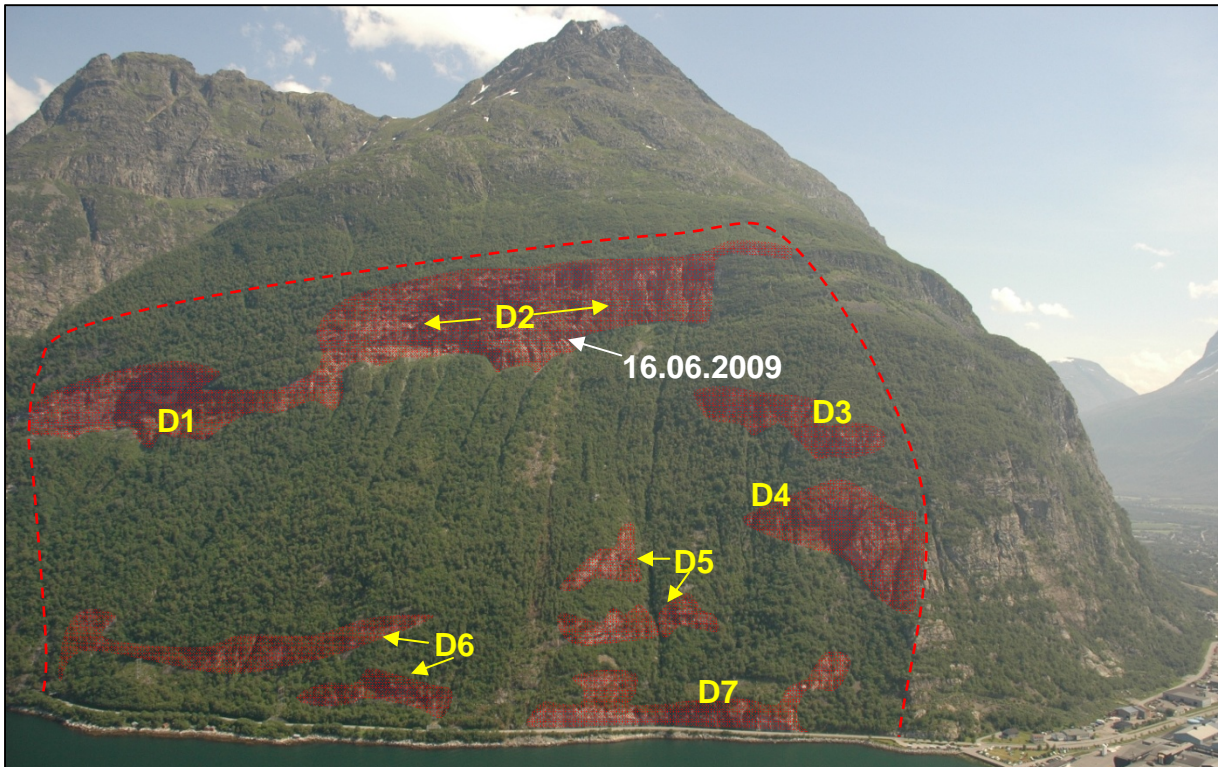
Der det er påvist potensielt ustabile forhold, har vi foretatt en vurdering av mulige sikringstiltak som kan bidra til redusert risiko.



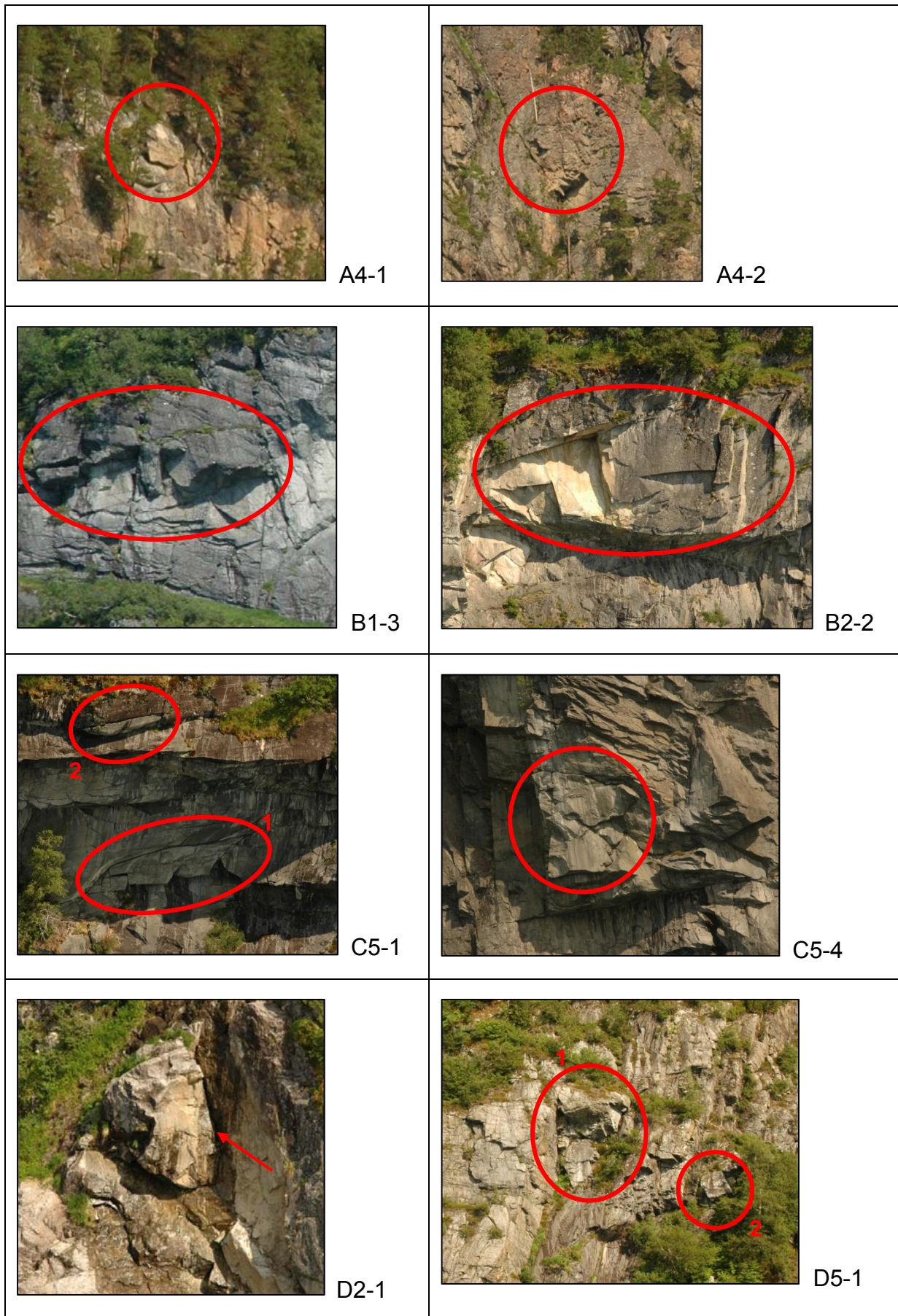
Figur 11: Oversiktsbilde over fjellsiden ved delstrekning B, med markering av risikoområde (rød stiplet strek) og kildeområder (rødskraverte felter) for steinskred og steinsprang. Hvit pil markerer løснеområde for steinskredet som gikk den 24.08.2008. Heltrukne svarte streker markerer eksisterende fanggjerdar, mens gul stiplet strek markerer anbefalt supplerende fanggjerdar (foto: Multiconsult AS)



Figur 12: Oversiktsbilde over fjellsiden ved delstrekning C, del 2. Risikoområder er markert med rød stiptet strek og kildeområder for steinskred og steinsprang er markert med rødskraverte felter. Hvit pil markerer løsnemåteområdet for steinskredet som gikk den 05.06.2009. (foto: Multiconsult AS)



Figur 13: Oversiktsbilde over fjellsiden ved delstrekning D, med markering av risikoområde (rød stiptet strek) og kildeområder (rødskraverte felter) for steinskred og steinsprang. Hvit pil markerer løsnemåteområdet for steinskredet som gikk den 16.06.2009. (foto: Multiconsult AS)



Figur 14: Eksempler på observerte enkeltblokker og bergpartier som er vurdert som ustabile.

9. VURDERING AV TOTALRISIKO

Med vurdering av totalrisiko mener vi her risiko for at skred og steinsprang skal komme ned på vegen, hele vegstrekning forbi Oppdølsstranda sett under ett. Begrepet *risiko* er et produkt av *sannsynlighet* og *konsekvens*, men i vår vurdering ligger hovedvekten på vurdering av sannsynlighet; Sannsynlighet for at skred og steinsprang skal oppstå og sannsynlighet for at tilsvarende hendelser skal ramme vegen. Nær sagt et hvert steinskred eller steinsprang av litt størrelse som treffer vegen kan få alvorlige konsekvenser, både dersom det treffer trafikant/kjøretøy, eller ved at trafikant/kjøretøy kjører inn i skredmasser med stor hastighet. En inngående vurdering av konsekvensbildet er foretatt av Statens vegvesen, og har omfattet både statistiske og trafikktekniske analyser, som supplement til de ingeniørgeologiske vurderingene som er utført av Multiconsult.

Skredhistorikken som foreligger for rv. 70 forbi Oppdølsstranda tilsier at det vil fortsette å komme steinskred og steinsprang ned på vegen også i fremtiden. Vi har anbefalt en del sikringstiltak i fjellsidene, som vi mener vil gi en viss reduksjon av risikoen i forhold til dagens situasjon. Denne risikoen kan imidlertid, uansett sikringsomfang, ikke fjernes helt, inntil all trafikk er flyttet over til den nye tunnelen som skal erstatte den skredutsatte vegstrekningen. Dette gjelder for alle typer skredhendelser, fra mindre steinsprang til større steinskred som de 24.08.2008, 05.06.2009 og 16.06.2009.

For trafikanter på rv. 70 mellom Sunndalsøra og Oppdøl er det kanskje uvesentlig hvilken delstrekning som er mest utsatt mht. skredrisiko. Folk skal jo gjerne kjøre hele vegstrekningen når de først kjører inn på den fra en av sidene. Vi har likevel forsøkt oss på en rangering av delstrekningene, fra høyest til lavest risiko:

1. Delstrekning C (Trettøytunnelen – Fonnafonntunnelen)
2. Delstrekning B (Midtbekktunnelen – Trettøytunnelen)
3. Delstrekning D (Fonnafonntunnelen – Sunndalsøra)
4. Delstrekning A (Horrsvika – Midtbekktunnelen)

Rangeringen tar hensyn til effekten av eksisterende sikringstiltak (primært fanggjerder). Delstrekning B er nok den som opprinnelig hadde høyest risiko, før hele delstrekningen ble sikret med fanggjerder.

Gjennom utførelse av anbefalte sikringstiltak er det en målsetning å få den samlede risiko for hele vegstrekningen ned på et akseptabelt nivå, for en mulig opprettholdelse av noenlunde normal trafikk frem til den nye tunnelen står ferdig.

Beslutningen om hvorvidt rv. 70 forbi Oppdølsstranda skulle åpnes for trafikk igjen, har ligget utenfor Multiconsult sitt ansvarsområde. Behovet for utførelse av sikringstiltak har imidlertid bygget på en forutsetning om at vegen skulle kunne åpnes igjen, for en relativt begrenset periode på inntil ca. 5 år.

10. SAMMENSTILLING AV ANBEFALTE SIKRINGSTILTAK

Vi gjentar at vurderingene mht. aktuelle sikringstiltak er gjort ut fra et scenario der vegen forbi Oppdølsstranda er midlertidig åpen for tilnærmet normal trafikk, og under forutsetning av at all trafikk flyttes over til den nye tunnelen når den etter planen skal stå ferdig innen ca. 5 år.

I tabell 2 på neste side har vi sammenstilt alle anbefalte sikringstiltak på de 4 delstrekningene, og tilordnet sikringstiltakene prioriteter som er tenkt å innebære følgende ihht. tabell 1:

Tabell 1: Prioritetsklasser for utførelse av sikringstiltak.

PRIORITET	TIDSPERSPEKTIV OG VURDERINGER MHT. UTFØRELSE AV SIKRINGSTILTAK
1	Strakstiltak: Anbefalt sikringstiltak må utføres så raskt som mulig, <u>før</u> en eventuell åpning av vegen.
2	Anbefalt sikringstiltak bør utføres så raskt som mulig, men er ikke forutsatt ferdigstilt innen vegen eventuelt åpnes igjen.
3	Opsjonelle sikringstiltak: Behov for sikringstiltak vurderes underveis i prosessen med tiltak av prioritet 1 og 2.

Tabell 2: Sammenstilling av alle anbefalte sikringstiltak, tilordnet prioritetsklasser for utførelse.

Delstrekning	Prioritet	Anbefalt sikringstiltak
A	2	Systematisk spettrensk i fjellskjæringer og lavereliggende brattskrenter (kildeområde A7 og A9).
	3	Andre typer sikringstiltak (f.eks. fjellbolter) i kildeområde A7 og A9, på bakgrunn av inspeksjon.
B	2	Fanggjerde, min. energikapasitet 3000 kJ / min. høyde 5m. Lengde 100 – 150m. Plasseres ovenfor eksisterende fanggjerde, som vist på oversiktsbilde i figur 11.
	2	Kontrollrensk i fjellskjæring (kildeområde B5) og lavereliggende brattskrent (nedre høyre del av kildeområde B4) på undersiden av eksisterende fanggjerder.
	3	Andre typer sikringstiltak (f.eks. fjellbolter) i kildeområde B4 og B5, på bakgrunn av kontrollrensk / inspeksjon.
C	1	Rensk (spettrensk, nedspregning, luftpute eller sleggerrensk fra helikopter) av følgende lokaliteter i kildeområde C5 og C6: C5-1(2), C5-4, C6-1 og C6-4. Andre antatt ustabile partier som oppdages i de samme områdene forsøkes også rensket ned. Sikring på stedet i form av f.eks. fjellbolter vurderes som alternativ til rensk.
	2	Forlengelse av fanggjerde med ca. 50m til hver side, som vist på oversiktsbilde i figur 12. Min. energikapasitet 3000 kJ / min. høyde 5m.
	2	Kontrollrensk i kildeområde C1. Nærmere undersøkelse, og evt. sikring av lokalitet C1-1.
	3	Oppgradering av eksisterende fanggjerde til min. energikapasitet 3000 kJ / min. høyde 5m.
D	1	Rensk av lokalitet D2-1, (ved hjelp av luftpute eller spregning). Betingelser tilkomst for folk og utstyr. Andre antatt ustabile partier som oppdages i det samme området, forsøkes også rensket ned, evt. sikret på stedet.
	2	Nærmere undersøkelse og eventuelt sikring (rensk, bolting eller lignende) av lokalitetene D5-1, D6-1 og D7-1.
	3	Revurdering av et evt. fanggjerde nedenfor midtre / søndre del av kildeområde D2.

11. GJENNOMFØRING AV SIKRINGSTILTAK

Med utgangspunkt i risikovurderingen og rapporten fra Multiconsult besluttet Statens vegvesen en trinnvis gjennomføring av fysiske sikringstiltak :

- Mens vurderingene pågikk: Rensk og øvrige tiltak ved skjæringer og tunnelpåhugg.
- Etter vurderingene, men før åpning: Utsprengning av større fjellblokker i fjellsiden.
- Etter åpning, men med kolonnekjøring: Etablering av fanggjerdar.

Rensk og øvrige tiltak i skjæringer og tunnelpåhugg langs hele strekningen ble gjennomført mens vurderingene pågikk, fordi vegen allikevel var stengt og fordi drøyt halvparten av hendelsene med oppgitt løснеområde kom fra disse kildene. Langvarig forvitring og generelt lite sikring i skjæringene gjorde det forholdsvis enkelt å renske ned løse blokker. Et klatrelag fra Betongrenovering Drift AS utførte arbeidet. Ettersom vegen om få år blir avløst av tunnel, ble det ikke satt i gang bolting, men utviklingen i skjæringene skal i stedet følges opp hver vår fram mot tunnelåpning. Ved det sørlige påhugget på Trettøytunnelen (område C), ble det i tillegg satt opp en ledekant for å hindre mindre steinsprang ned på vegen fra løснеområder nær tunnelpåhugget (figur 15). Dette arbeidet ble utført av Mesta Drift AS og Bredesen Graving & Transport AS.



Figur 15: Ved sørlige påhugg av Trettøytunnelen ble det utført rensk og etablering av ledekant for å hindre nedfall av mindre blokker på veg (foto: Mesta Drift AS).

I neste trinn fortsatte arbeidet med utsprengning av i alt fem fjellblokker i størrelsesorden 5-50 m³. To av blokkene var lokalisert til ca. 200 m.o.h. i kildeområde C5, to til ca. 100 m.o.h. i kildeområde C6, og én til ca. 450 m.o.h. i kildeområde D2 (se figur 16). Utsprengningen ble utført av samme klatrelag fra Betongrenovering Drift AS og foregikk med hjelp av dynamittladninger som ble plassert på åpne sprekkeflater. Der det var mulig ble det ladet så kraftig at blokkene knuste høyt oppe i fjellsiden. Formålet med dette var å unngå nye skader på veg og kraftlinjer. Bare en av de fem blokkene nådde vegen.



Figur 16: Inspeksjon etter vellykket utsprengning av sprekkeavløst fjellblokk "C5-1 (2)", jfr. fig. 14 (foto: Betongrenovering).

Da de to første trinnene av de fysiske sikringstiltakene var gjennomført, ble det åpnet for trafikk langs strekningen. Dette skjedde 31.08.2009 i form av kolonnekjøring så lenge det foregikk arbeid på strekningen. Utenom arbeidstid ble det åpnet for fri ferdsel. Som et risikoreduserende tiltak, ble det innført midlertidig forbud for busser å kjøre med passasjerer forbi strekningen. I samme periode ble det opprettholdt båttransport mellom Sunndalsøra og Oppdøl.

Som tredje trinn av de fysiske tiltakene ble det besluttet å montere et nytt 130 m langt fanggjerde som er dimensjonert for et energioptak på 5000 kJ mellom Midtbekk- og Trettøytunnelen (i område B). Valgt høyde er 7 m. Det nye gjerdet vil stå i bakkant av eksisterende 3000 kJ gjerde (som ble montert i 2008) og på denne måten gi en ekstra barriere for et eventuelt nytt skred fra stor høyde.

Ved Sandvikstranda (i område C) ble det besluttet å forlengte eksisterende 1500 kJ gjerde med 60 m i hver retning. Det forlengede gjerdet er dimensjonert for et energioptak på 3000 kJ og får en høyde på 5 m.

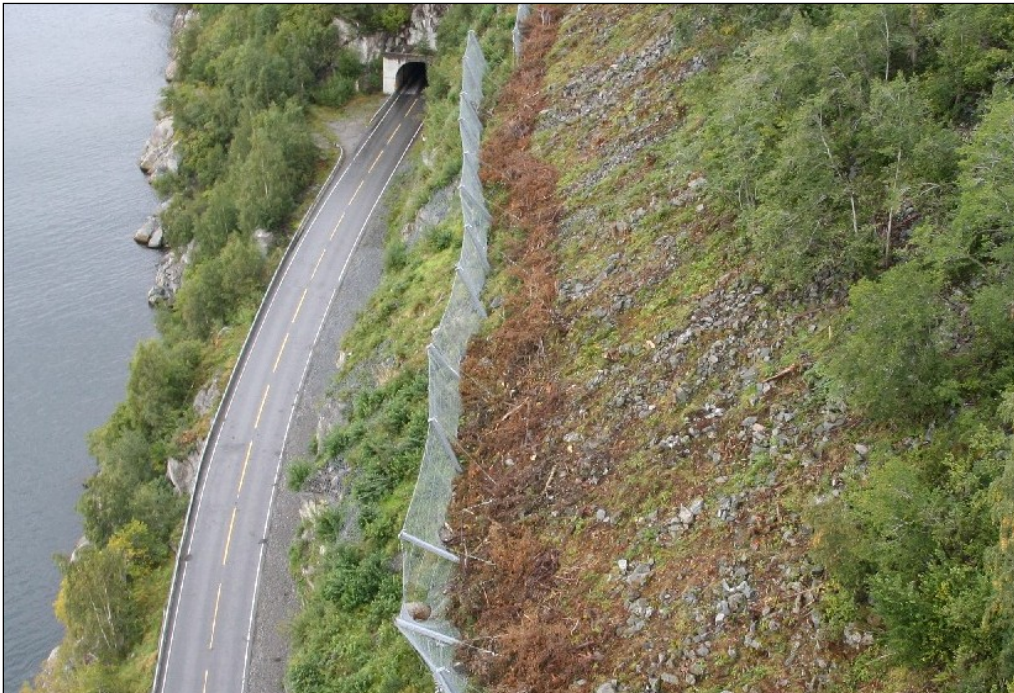
Begge gjerdene er levert av Trumer Schutzbauten og blir montert av Betongrenovering Drift AS. Gjerdene er testet i Ertzberg i Østerrike.

I forkant av arbeidet med montering av gjerdet i området B, ble sleggerensk fra helikopter benyttet til å ta ned en ca. 5 m³ avløst steinblokk. Dette ble utført som arbeidssikring. Metoden består av en 1,8 tonn stålkule som henger i wire fra helikopter (i dette tilfellet Super Puma) og slås som en pendel mot løse bergpartier (figur 17).



Figur 17: Airlift AS utfører sleggerensk i det bratte løsneområde 400 m over dagstrekningen mellom Midtbekktunnelen og Trettøytunnelen (lok. B2-2, jfr. fig. 14). (Foto: Statens vegvesen)

Metoden er utviklet og ble gjennomført av Airlift AS. Sleggerensken ga vellykket resultat, da den hele den aktuelle blokken løsnet etter 4-5 treff med kulen. Den nedrenskede blokken delte seg i skredbanen og ble fanget opp av eksisterende fanggjerde (se figur 18).



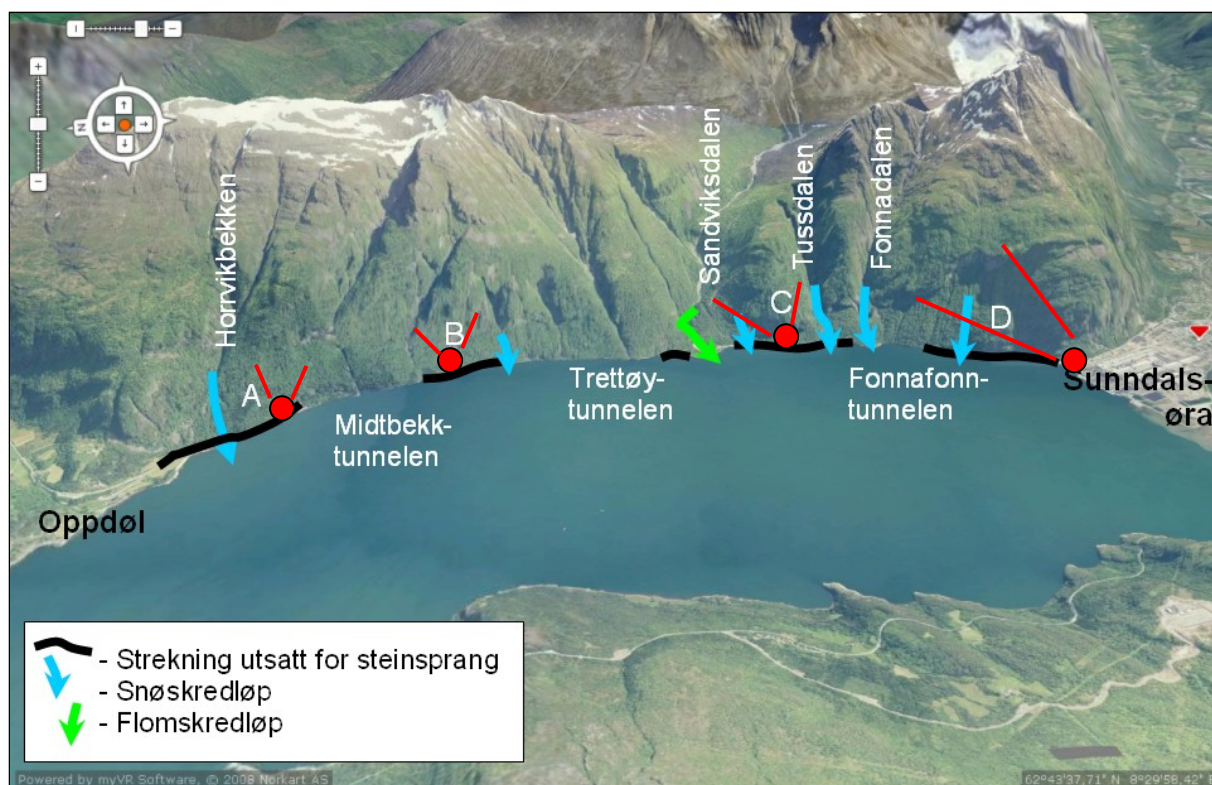
Figur 18: Blokken som ble rensket ned av sleggen endte opp i eksisterende fanggjerde på bildet (3000 kJ). Noe steinsprut spratt over gjerdet og ned på vegen. Det nye fanggjerdet (5000 kJ) skal monteres i bakkant (foto: Statens vegvesen).

12. ORGANISATORISKE TILTAK FOR RISIKOREDUKSJON

12.1 Radarkartlegging

Statens vegvesen Region midt har inngått avtale med Åknes/Tafjord Beredskap IKS og det italienske firmaet Ellegi SRL om levering av radarkartlegging av de fire kildeområdene. Målingene utføres ved hjelp av SAR (Synthetic Aperture Radar). Radartechnologi er de senere årene utviklet for overvåking av terrenghedsynkning, ras og andre geologiske farer. Teknologien har revolusjonert overvåking av setninger og fjellskred i Norge. Målet med undersøkelsene er nå å identifisere blokker og bergpartier med målbar bevegelse på mm-nivå. Dersom slike områder identifiseres skal nærmere undersøkelser utføres før eventuelle nye tiltak iverksettes.

Målingene skal i første omgang utføres ved hjelp av to målekampanjer, der den første begynner i november 2009. Det skal måles fra bakken nedenfor kildeområde A9, B1, B2, C5, C6 og D2. Radaren skal måle fra 4 oppstillingsplasser (figur 19).

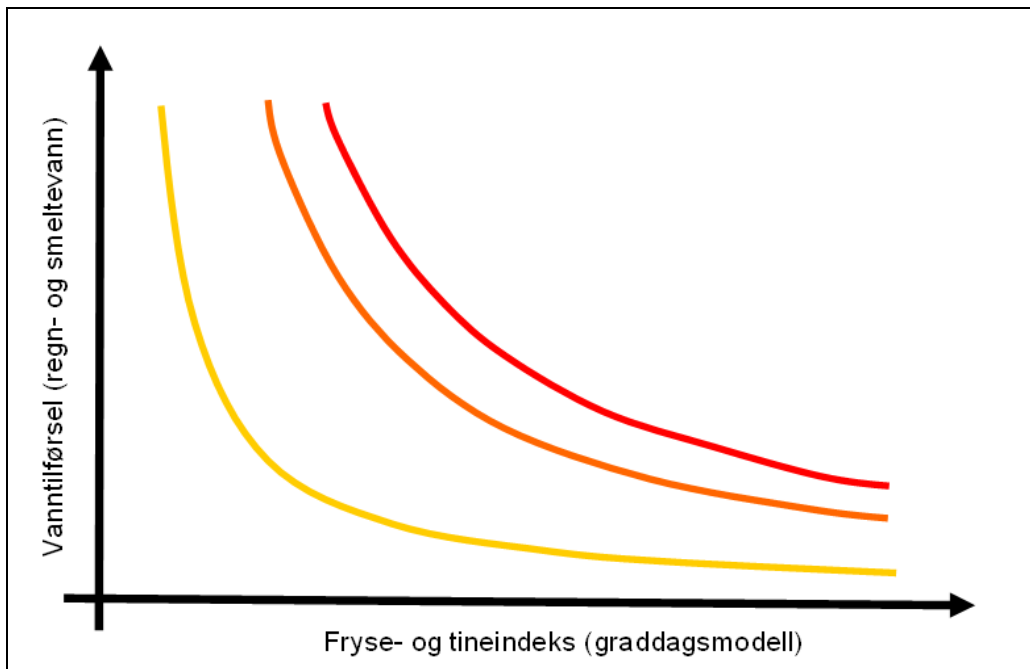


Figur 19: Plassering av radarmålinger med fire oppstillingsplasser for radar.

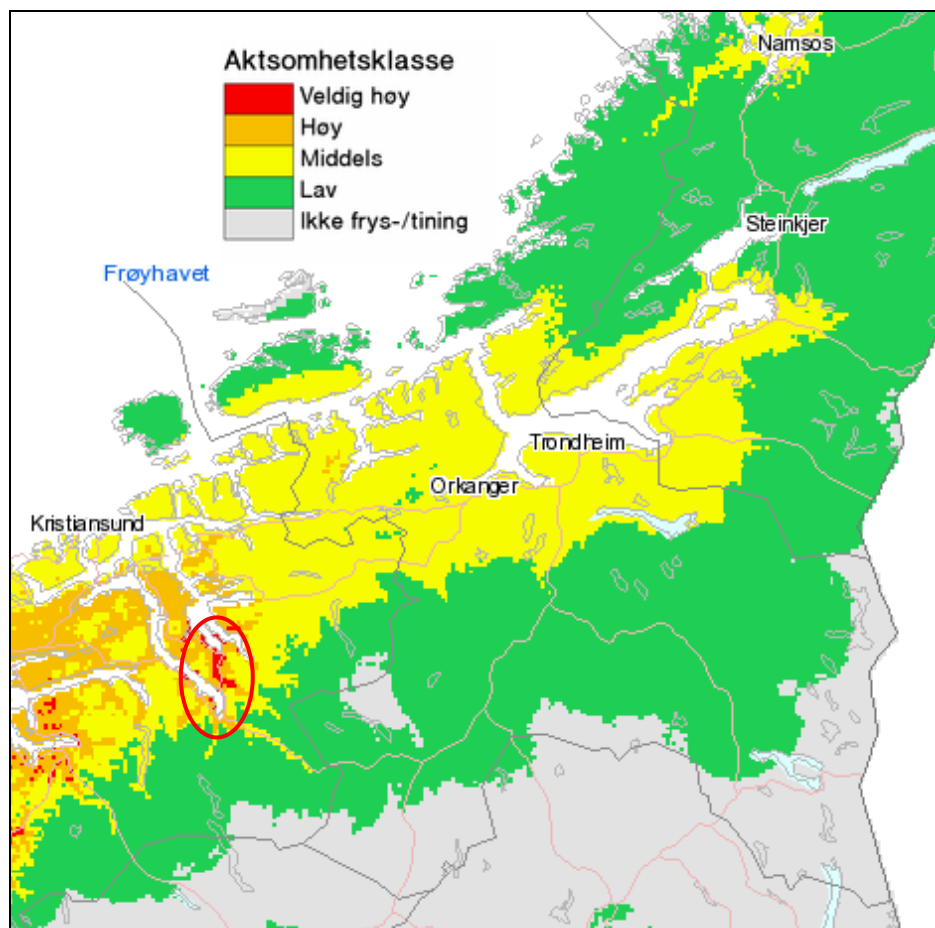
Sannsynligvis vil radarmålinger i første omgang egne seg bedre til kartlegging enn til varslings. Dersom en blokk får registrert en viss bevegelse, så kan denne håndteres videre, enten i form av rensk/sikring eller ved mer detaljert overvåking. Radar brukt direkte i overvåking uten at en har skaffet seg erfaring med metoden, kan neppe gi noen garanti for risikoreduksjon. Oppdølsstranda er uansett et godt egnet pilotprosjekt for å prøve dette nærmere. Ved et eventuelt vellykket resultat, kan dette på sikt bidra til en ytterligere risikoreduksjon for Oppdølsstranda og senere tilsvarende overvåkningsobjekter.

12.2 Aktsomhet og beredskap ved ugunstige værforhold

Statens vegvesen Region midt benytter et system for beredskap mot ugunstige vær-situasjoner. Dette er i første omgang rettet mot tiltak knyttet til ekstrem nedbør. Samtidig pågår det i etatsprogrammet "Klima og Transport" et arbeid med å etablere aktsomhetskart for flere ugunstige værtyper. Blant annet foreligger det et forslag til terskelverdier for regional steinsprangfare (figur 20). I dette forslaget kombineres interpolerte temperaturdata og hydrologiske data fra grid-modellen i SeNorge.no. For hvert døgn blir det produsert et kart som gis fargekoder etter aktsomhetsklasser (figur 21). Dette forslaget skal testes opp mot historiske og framtidige hendelser ved Oppdølsstranda.



Figur 20: Eksempel på prinsipp for terskelverdier i forsøk på å modellere utløsningsmekanismer ved steinsprang. Kart som framkommer av slike terskelverdier er vist i figur 21. (Illustrasjon: Statens vegvesen)



Figur 21: Eksempel på aktsomhetskart for steinsprangfare som kombinerer data om fryse- og tineprosesser med regn- og smeltevannsdataba. Utsnittet gjelder historiske data fra 31.12.2004 da et større steinsprang traff vegen på Oppdølsstranda (illustrasjon: SeNorge/Føre var).

12.3 Periodisk gjennomgang av skjæringer og fanggjerdar

På grunn av de spesielle problemstillingene ved Oppdølsstranda, vil Statens vegvesen Region midt ha et spesielt fokus på utviklingen i årene framover mot tunnelåpning. Skjæringer skal gås over med jevne mellomrom (for eksempel hver vår) for å få oversikt over eventuell negativ utvikling i stabiliteten. Det kan bli aktuelt å gjennomføre rensk på grunnlag av observasjoner. Fanggjerdene skal også gås over med jevne mellomrom, og nedfall bak disse skal registreres. Dette vil bidra til mer kunnskap om aktiviteten i løseområdene og verifisere effekten av evt. radarmålinger. Videre skal det ved innrapportering av nye hendelser gjøres en spesiell vurdering med å se disse i sammenheng med vurderingene og klassifiseringene gitt i Multiconsult sin overordnede risikovurdering.

13. REFERANSER

- [1] Karlson, Kåre Ingolf (Statens vegvesen); Notat vedr. steinsprang km 5,5 i 2006, 15.03.2006.
- [2] Johansen, Jan Arild (Statens vegvesen); Foredrag ”Ras Oppdølsstranda – Beslutningsprosess, vurdering av risiko – Tiltak”, Kursdagene ved NTNU 6 – 7.01. 2009.
- [3] Humstad, Tore (Statens vegvesen); Notat ”Synfaring etter steinsprang på Oppdølsstranda 5/6-2009”, 08.06.2009.
- [4] Humstad, Tore (Statens vegvesen); Notat ”Steinsprang på rv. 70 Oppdølsstranda 16/6-2009 - Rapport etter befaring 17/6”, 17.06.2009.
- [5] Nilsen, Martin Weme (Statens vegvesen); Notat 05 ”Skredrisiko for rv. 70 forbi Oppdølsstranda - Værforhold ved registrerte steinsprang”, 07.07.2009.
- [6] Humstad, Tore (Statens vegvesen); Notat 04 ”Skredrisiko for rv. 70 Oppdølsstranda - Skredstatistikk pr. juni 2009”, 07.07.2009.
- [7] Humstad, Tore (Statens vegvesen); Notat 09 ”Skredrisiko ved rv. 70 Oppdølsstranda – Gjennomgang av klimadata fra Sunndalsøra III”, 08.07.2009.
- [8] Karlson, Kåre Ingolf (Statens vegvesen); Opplysninger om fanggjerdene ved Oppdølsstranda, e-post 10.07.2009.
- [9] Statens vegvesen, Region midt; Underlag til Rassikringsplan, skredhendelser ved Oppdølsstranda, 2007 /2008.
- [10] Reinset, Ola Arild (Mesta AS); Møte / samtale vedr. tidligere skredhendelser på rv. 70 ved Oppdølsstranda, 03.07.2009.
- [11] Moen, Kjetil (MULTICONSULT AS); Rapport 119654-1 ”Risikovurdering av rv. 70 forbi Oppdølsstranda, ingeniørgeologisk rapport”, 17.07.2009.



Statens vegvesen

Notat 04

Til: Roald Aabø
Fra: Tore Humstad
Kopi:

Saksbehandler/innvalgsnr:
Tore Humstad - 71274296
Vår dato: 07.07.2009
Vår referanse: 2009/130126-004

Skredrisiko for rv. 70 Oppdølsstranda Skredstatistikk pr juni 2009

Det er tatt en gjennomgang av skredhendelser som Statens vegvesen har registrert langs rv. 70 forbi Oppdølsstranda (km 1,1-7,6). Skredregisteret i Nasjonal vegdatabank (NVDB) er basert på innrapportering i form av et såkalt R11-skjema som funksjonskontraks-entreprenøren leverer inn til Statens vegvesen. I forbindelse med en pågående risikovurdering for strekningen, er det i tillegg gjort et søk Vegtrafikksentralen sine systemer. For perioden 2001-2008 har dette systemet vært "Mercur". Dette ble erstattet av "Vegloggen" i 2008.

Data i Mercur/Vegloggen er i stor grad basert på informasjon fra publikum og gis inn i form av en del fritekstfelter som gjør klassifisering og stedfesting mindre nøyaktig enn data fra NVDB. Dersom hendelser er loggført både i Mercur/Vegloggen og i NVDB, er NVDB prioritert som den mest pålitelige datakilden.

Det er i søkene bare fokusert på steinsprang/steinskred. Hendelser knyttet til snøskred, jordskred, flomskred og isnedfall er derfor ikke tatt med i oversikten.

Vi har gjennom søkene fått oversikt over totalt 82 større eller mindre steinskredhendelser i perioden 1997-2009. Fravær av hendelser før 1997 skyldes at det ikke var rutiner for skredregistrering på den tiden.

Fordeling etter datakilder

De 82 hendelsene fordeler seg på følgende datakilder:

- NVDB: 54 (66 %)
- Mercur: 23 (28 %)
- Vegloggen: 5 (6 %)

20 hendelser ført både i NVDB og Mercur/Vegloggen, noe som gir 25 % overlapp mellom datakildene. I tillegg er det til sammen oppført ca 15 øvrige skredhendelser som snøskred, jordskred, flomskred og isnedfall.

Det er ikke i dette arbeidet tatt en kvalitetssikring av tidfestingen av hendelsene. Dersom det er feil i tidfestingen, kan overlappen mellom systemene være noe bedre og hendelsene noe færre.

Postadresse
Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

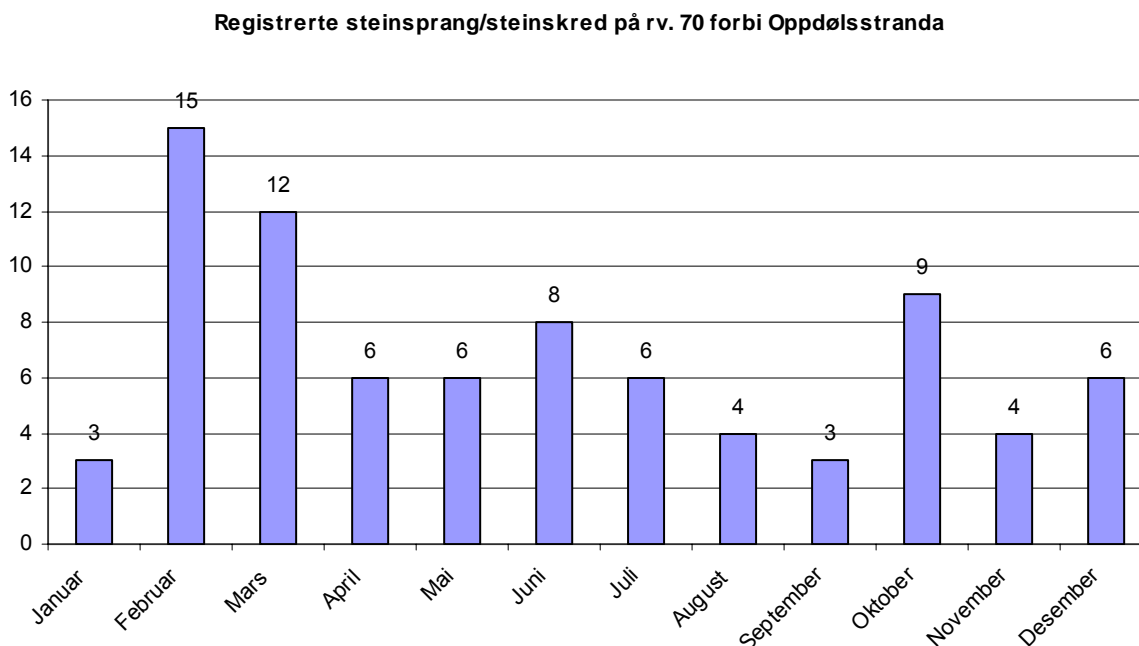
Telefon: 815 44 040
Telefaks: 22 07 37 68
firmapost@vegvesen.no
Org.nr: 971032081

Kontoradresse
Fylkeshuset
6404 MOLDE

Fakturaadresse
Statens vegvesen
Regnskap
Båtsfjordveien 18
9815 VADSØ
Telefon: 78 94 15 50
Telefaks: 78 95 33 52

Fordeling på årstid

Det er gjort en sortering ut fra tid på året for hvert enkelt skredhendelse. Disse fordeler seg slik som vist i figur 1.



Figur 1: Diagrammet viser fordeling av registrerte steinspranghendelser etter årstid

Til tross for en liten overrepresentasjon av hendelser februar og mars, så er det altså en rimelig jevn fordeling gjennom året. De fleste hendelsene skjer i vinterhalvåret, mens steinskredhendelsene med alvorligst konsekvens (i form av vegstegning og skader) så langt har skjedd i sommerhalvåret.

Registrerte skader:

I følge NVDB og Merkur er antallet registrerte skader som følger:

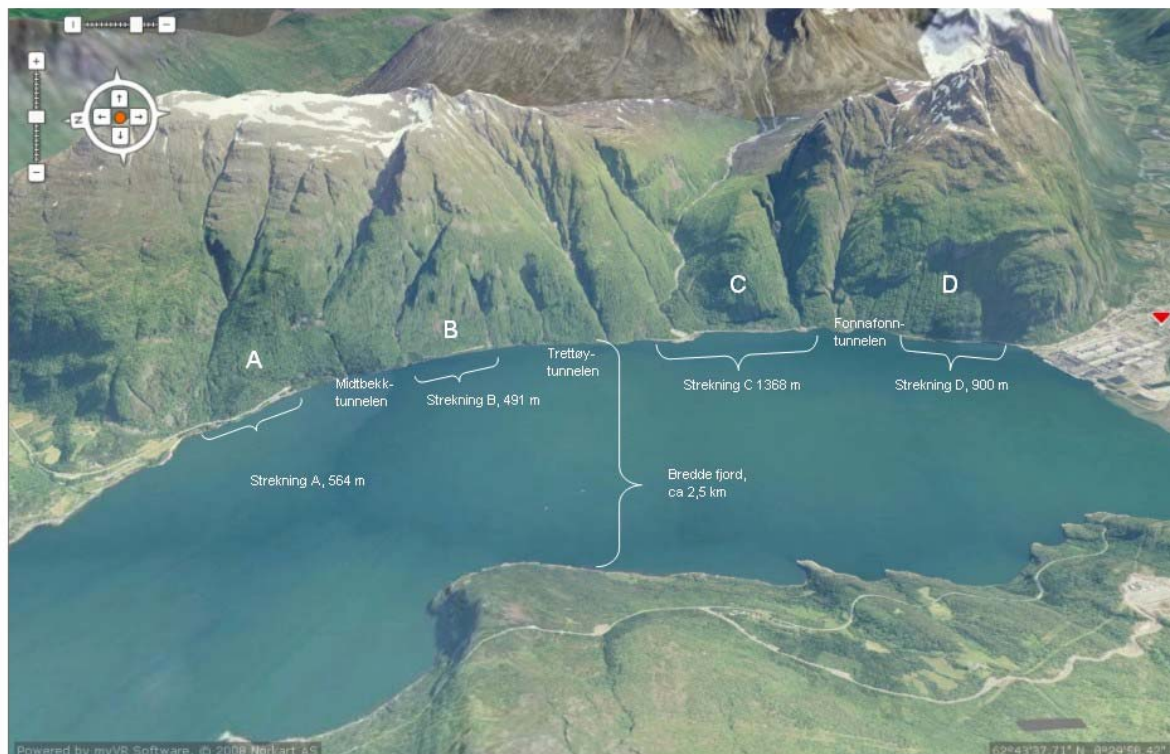
Skader på person:	1 hendelse
Skader på kjøretøy:	5 hendelser
Skader på veg:	7 hendelser
Skader på rekkverk:	7 hendelser
Skader på fanggjerde:	3 hendelser

Fordeling på dagstrekninger

Det er for praktiske formål gjort en inndeling av analyseområdet etter de fire dagstrekningene som skal vurderes. Disse er:

- A. Horrvika – Midtbekktunnelen: ca 565 m (7,230 - 6,665 km)
- B. Midtbekktunnelen – Trettøytunnelen: ca 490 m (5,700 - 5,210 km)
- C. Trettøytunnelen – Fonnafonntunnelen: 1,370 m (3,995 - 2,625 km)
- D. Fonnafonntunnelen – Sunndalsøra : 900 m (2,000 - 2,626 km)

Se oversikt i figur 1



Figur 1: Oversikt over de fire dagstrekningene langs rv. 70 forbi Oppdølstranda

Hendelsene er fordelt på dagstrekninger i tabell 1. Inntil 80 % av de stedfestede hendelsene knytter seg til delstrekning B og C. Hendelser som ikke er stedfestet kommer fra Merkur/Vegloggen, der stedfestingen i noen tilfeller begrenser seg til "Oppdølsstranda". Usikkerheter i antall steinsprang/skred innenfor hver delstrekning skyldes at spørsmål til hvilken tunnelmunning der er snakk om når eneste stedfesting er "tunnelmunning".

Tabell 1: Fordeling av hendelser

Delstrekning	Antall hendelser	Prosentvis fordeling
A	11-13	13-16 %
B 25-30		30-36 %
C 20-26		24-32%
D 6-9		7-10 %
Uspesifisert	12	15 %

Øvrige registreringer i hver delstrekning er omtalt i det følgende:

Delstrekning A

Her er det registrert 11-13 hendelser. Alle kommer fra 0-50 m, dvs skjæringer, tunnelmunning eller brattskrent like over veg/tunnel. Det er ikke registrert at steinsprang har ført til stegninger ingen stegninger

Delstrekning B

Her er det registrert 25-30 hendelser, hvorav 11 har løsnet fra fjell/dalside/ur og 9 fra tunnelmunning/vegskjæring. Fire hendelser har løsnet fra over 200 m over veg, 4 fra over 50-200 m og 13 fra 0-50 m over veg. Steinsprang/skred har ført til 2 fullstendige stengninger, 1 delvis stegning og en periode med kolonnekjøring ved reetablering av fanggjerdet etter skredet 24.8.2008. I forbindelse med dette ble vegen stengt en gang på grunn av rasfare ved kraftig regnvær.

Delstrekning C

Her er det registrert 20-26 hendelser, hvorav 7 er fra fjell/dalside, 7 er fra ved tunnelmunning på Trettøytunnelen og 2 er fra vegskjæring. 3 av hendelsene har løsnet over 200 m over vegen. Vegen har i følge NVDB vært stengt fullstendig to ganger og delvis stengt 2 ganger på grunn av steinskred.

Delstrekning D

Her er det registrert 6 hendelser, hvorav en har ført til stengt veg (16.6.2009). 3 av skredene har registrert løsneområde fra fjell/dalside. 2 av hendelsene har angitt løsneområde 0-50 m over veg, 1 har 50-200 m og 1 har løsneområde mer enn 200 m over veg,

Vedlegg:

- alle registrerte steinsprang/steinskred i formatene .pdf og .xls



Statens vegvesen

Notat

Til: Tore Humstad
Fra: Martin Weme Nilsen
Kopi: Edvard Iversen, Heidi Bjordal, Jan Otto
Larsen

Saksbehandler/innvalgsnr:
Martin Weme Nilsen +47 22073960
Vår dato: 07.07.2009
Vår referanse: 2009130126-05

Skredrisiko for rv. 70 forbi Oppdølsstranda Værforhold ved registrerte steinsprang

Undersøkelser i databaser fra systemene Merkur, Vegloggen og NVDB viser at det er registrert til sammen 82 steinspranghendelser på hp.2 mellom km 1,1 og 7,6 siden 14.04.97. Den 3,3 km lange skredutsatte strekningen kan deles inn 4 dagstrekninger.

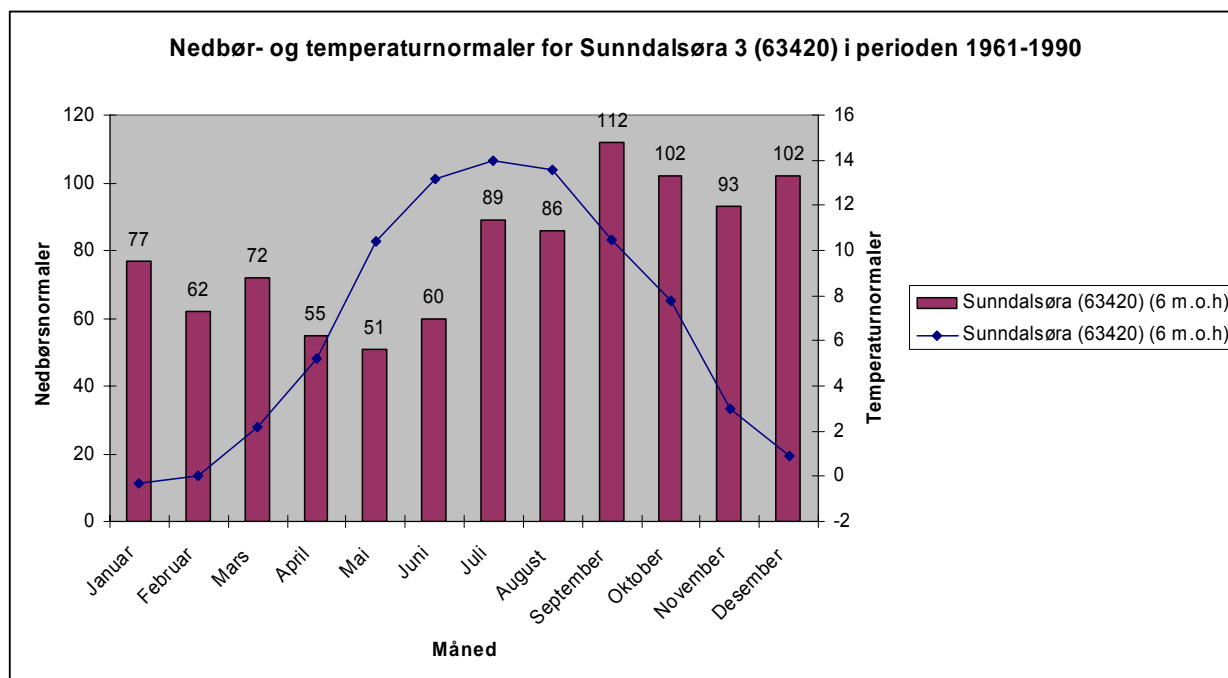
Disse er:

- A: Horrvikbekken - Midtbekktunnelen (totalt 565 m)
- B: Midtbekktunnelen - Trettøytunnelen (totalt 490 m)
- C: Trettøytunnelen - Fonnafonntunnelen (totalt 1370 m)
- D: Fonnafonntunnelen - Sunndalsøra (totalt 900 m)

Regionale klimaforhold Sunndalsøra

Data fra meteorologisk institutt viser at Sunndalsøra har en årsnormal i nedbør på 961 mm i året i perioden 1961-1990. Videre ser man at de relativt høyere månedsnormalene er i 2. halvdel av året, med en topp i september måned (112 mm). Nedbørsverdier igger over 90 mm fra denne måneden og ut året. Temperaturnormalen for året er på 6,7 C⁰ med en topp i juli måned på 14 °C.

Temperatur- og nedbørsnormal er vist i figur 1.

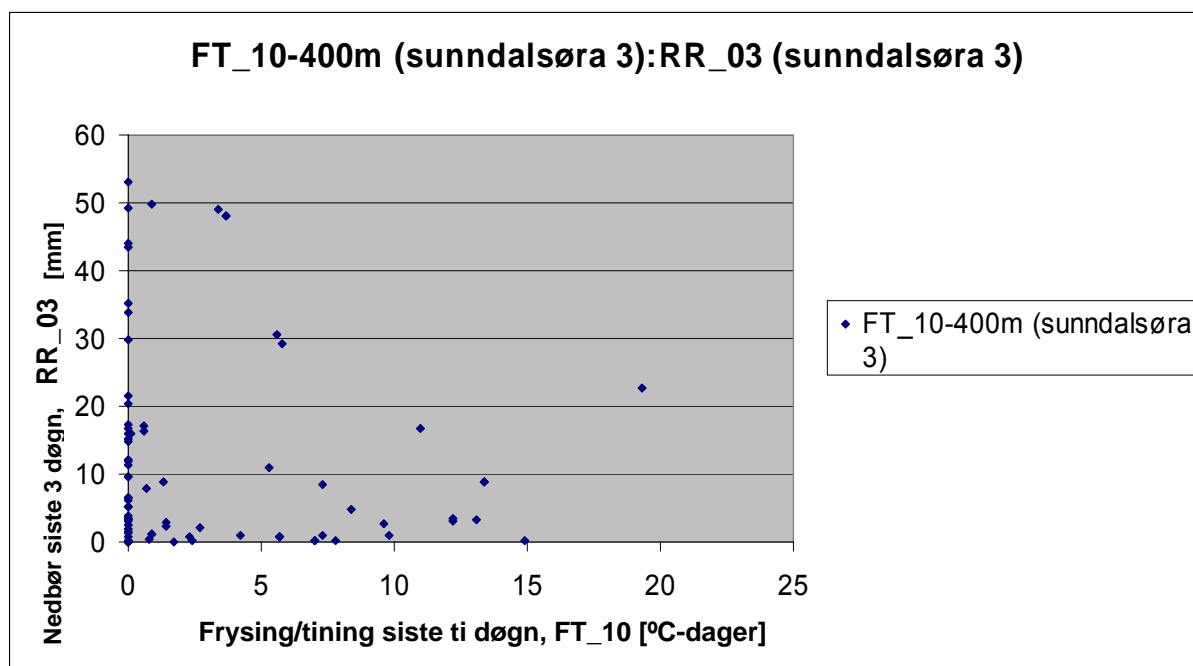


Figur 1: Diagram som viser månedsnormaler for værstasjonen ved Sunndalsøra (63420).

Beskrivelse av metode:

Klimaforholdene i området er blitt analysert med hensyn på nedbørsmengder over 3 dager (RR_03) og temperaturendringer. Frysing og tining i forkant av en hendelse er beregnet med bakgrunn i en metode utviklet av Humstad i 2008. En fryse/tine-parameter (FT_10) er innført for å beskrive potensialet for frysing og tining i grunnen. Denne angir det minste integralet av kuldegrader (TAM<0) eller varmegarder (TAM>0) målt i °C-dager over en tidagersperiode. En må ha både kuldegrader og varmegarder i denne tidagersperioden for at parameteren skal blir større enn 0 °C-dager.

For steinsprang og steinskred vil intensiteten av nedbør ha en mindre betydning enn for vannrelaterte skredtyper. Av denne grunn benyttes den akkumulerte nedbøren over 3 dager i kombinasjon med en fryse/tine indeks for å si noe om mulig årsakssammenheng for utløsning av steinsprang.

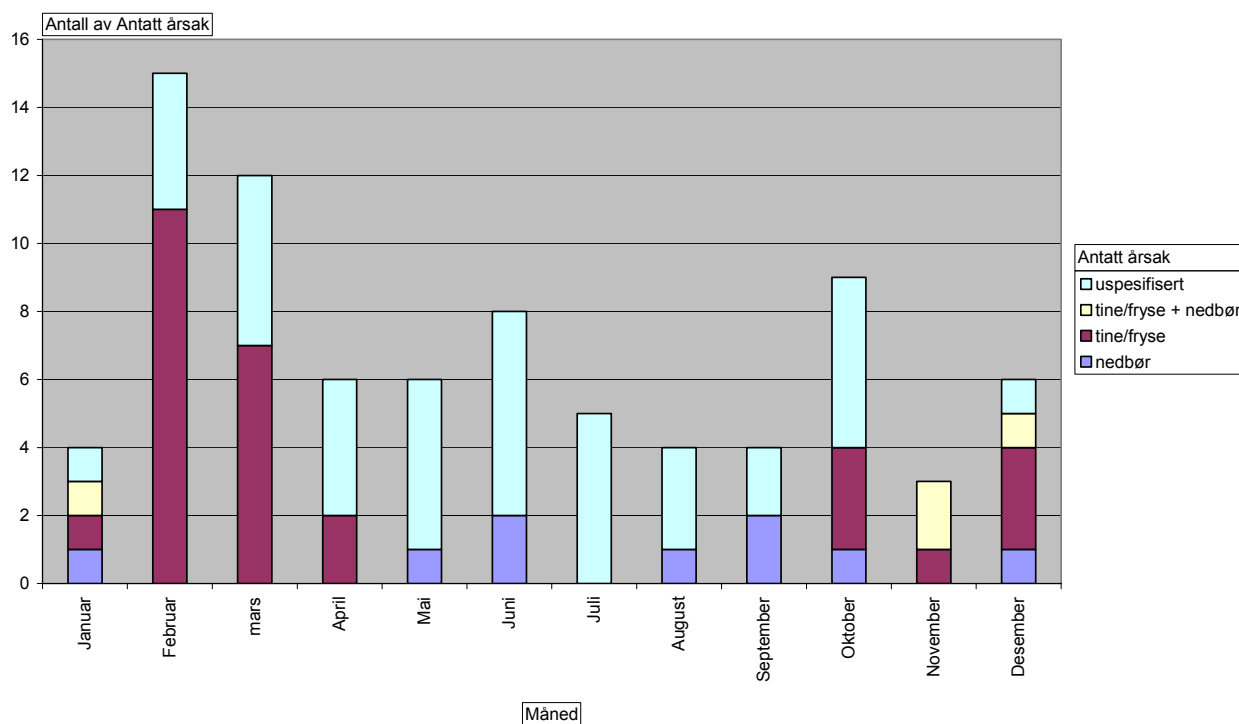


Figur 2: Diagram som viser forholdet mellom frysing/tining (FT_10) og døgnverdier for nedbør over 3 dager for alle 82 hendelser etter metode utviklet av Humstad.

Figur 2 viser sammenhengen mellom FT_10 - indekser (for en høyde av 400 m) og RR_03 for alle registrerte steinspranghendelser. Det er benyttet en temperaturgradient på $0,6^{\circ}\text{C}$ pr. 100 m for stasjonsdata fra Sunndalsøra III (6 m.o.h). Plott der $\text{FT} > 0^{\circ}\text{C}$ -dager antyder at frysing/tining kan ha spilt en rolle. Når dette kombineres med nedbør/regn siste 3 døgn (RR_03), vil trolig effekten av frysing/tining forsterkes. Som eksempel kan nevnes registreringen oppe til høyre i diagrammet der $\text{FT}_{10} = \text{ca } 20^{\circ}\text{C}$ -dager og RR_03 er ca 20 mm. Registreringen er fra 31.12.2004-01.01.2005 da det er registrert steinsprang på delstrekning C.

Statistikk over klimaforhold og antatte årsaker:

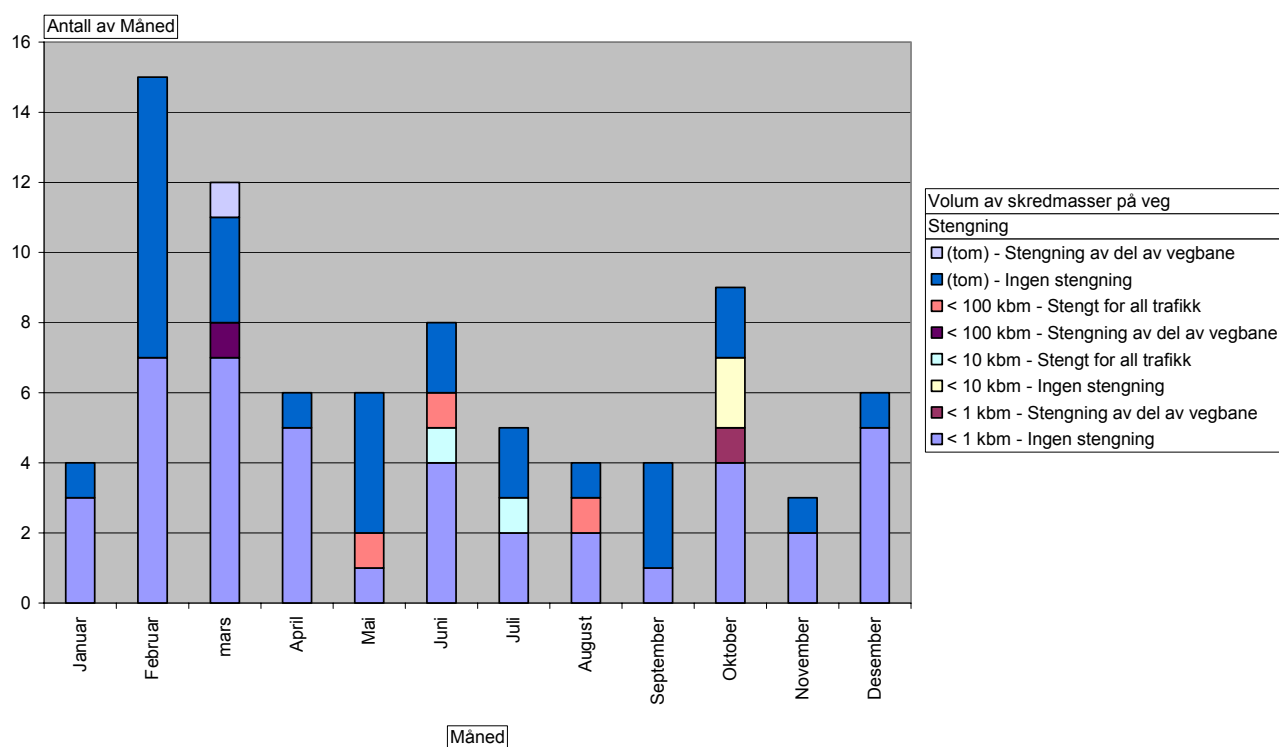
Statistikk over skredregistreringer på veg (figur 2) viser at hendelsene er relativt jevnt fordelt over året. Man ser imidlertid flest registreringer i månedene februar og mars. Temperaturnormaler for disse månedene er henholdsvis 0°C og $2,2^{\circ}\text{C}$. Således er det rimelig at fluktuasjoner omkring 0 - punktet er høyest i disse månedene. Videre kan det antydes ut fra værdata at 28 av hendelsene (34,1 %) kan relateres til tine/fryse perioder, mens 4 kan relateres til frysing/tining i kombinasjon med mye nedbør (4,9 %). Dersom man ser disse under ett er altså 39 % av hendelsene relatert til frysing og tining. Blant de uspesifiserte årsakene inngår hovedsakelig snøsmelting og forvitring av frostsprengning og langvarig soleksponering (termisk utvidelse av bergmassene). I tillegg kommer andre årsaker som rotsprengning og eventuelle rystelser.



Figur 3: Diagram som viser fordelingen av antatte årsaksforhold over en årsperiode.

Figur 3 viser frekvensen av hendelser i løpet av året basert på skredregistreringer i perioden 14.04.97-16.06.2008. Denne viser en relativt jevn fordeling med 30 % av hendelsene i vinterkvartalet, 29 % på våren, 21% på sommeren og 20 % på høsten.

Figur 4 er relatert til volum av skredmasser på veggen og påfølgende stengning. Således sier den noe om alvorlighetsgraden av en hendelse. Statistikken viser at 4 av hendelsene som har medført total stengning og 2 av hendelsene som har ført til delvis stengning, har skjedd i mai-august. Det er totalt bare 9 av de 82 steinspranghendelsene som har medført stengning, eller delvis stengning av vegnettet, noe som tilsvarer 11 % av alle registrerte steinspranghendelser siden 1997.



Figur 4: Diagram som viser volum av skredmasser på veg og stengningsfrekvens av vegen.

Dersom vi fordeler antallet hendelser på de definerte dagstrekningene (Tabell 1 + Tabell 2), ser vi at over halvparten av hendelsene har skjedd på delstrekning B og C. Sett utelukkende i forhold til skredfrekvens vil altså disse områdene være de mest utsatte.

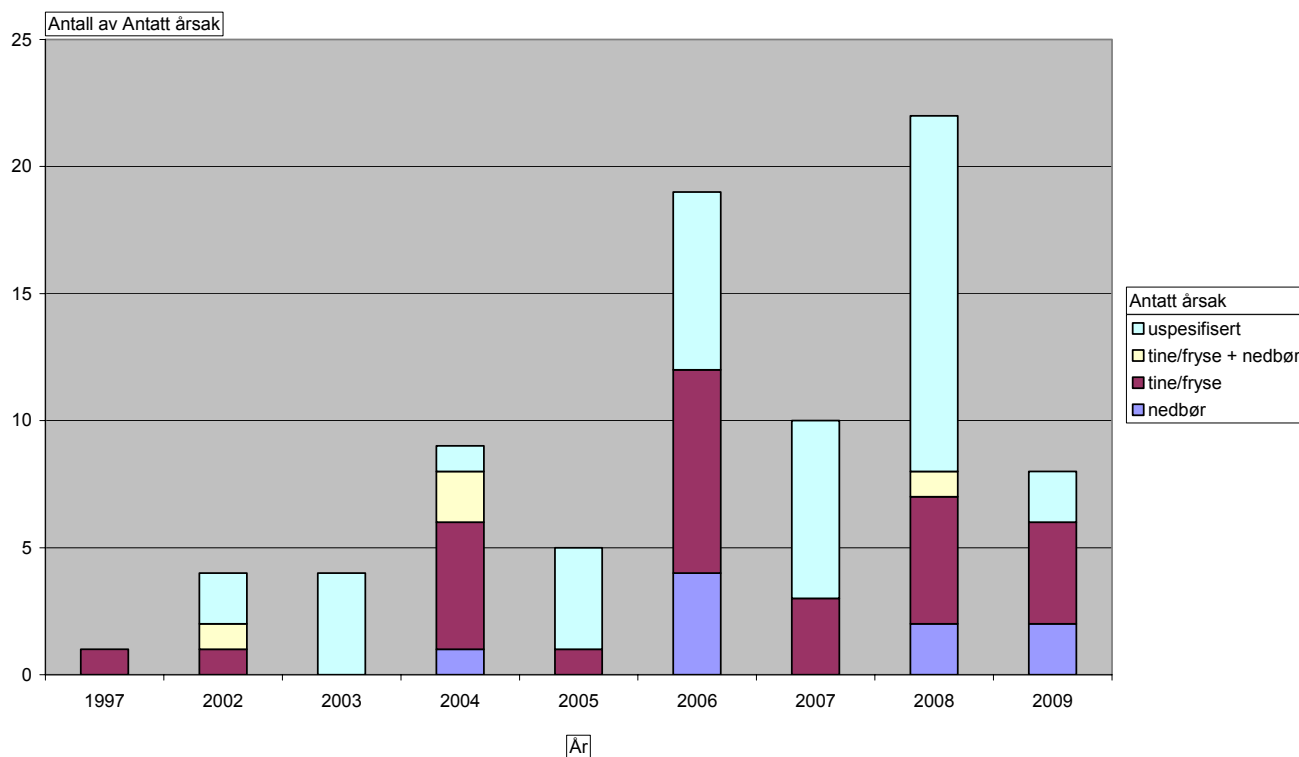
Tabell 1: Antatte værforhold forut for skredhendelsene på hp.2 rv 70.

ANTATTE ÅRSAKER	ANTALL	%- AV TOTAL	A	A/B	B	B/C	C	C/D	D	UVISST
Frysing/tining	28	34	5	1	5	1	7	1	2	6
Frysing/tining, nedbør	4	5	1		1		2			
Nedbør	9	11		1	3		3			2
Uspesifisert	41	50	5		16	2	8	2	4	4
Totalt antall	82	100	11	2	25	3	20	3	6	12

Tabell 2: Prosentvis fordeling av hendelser.

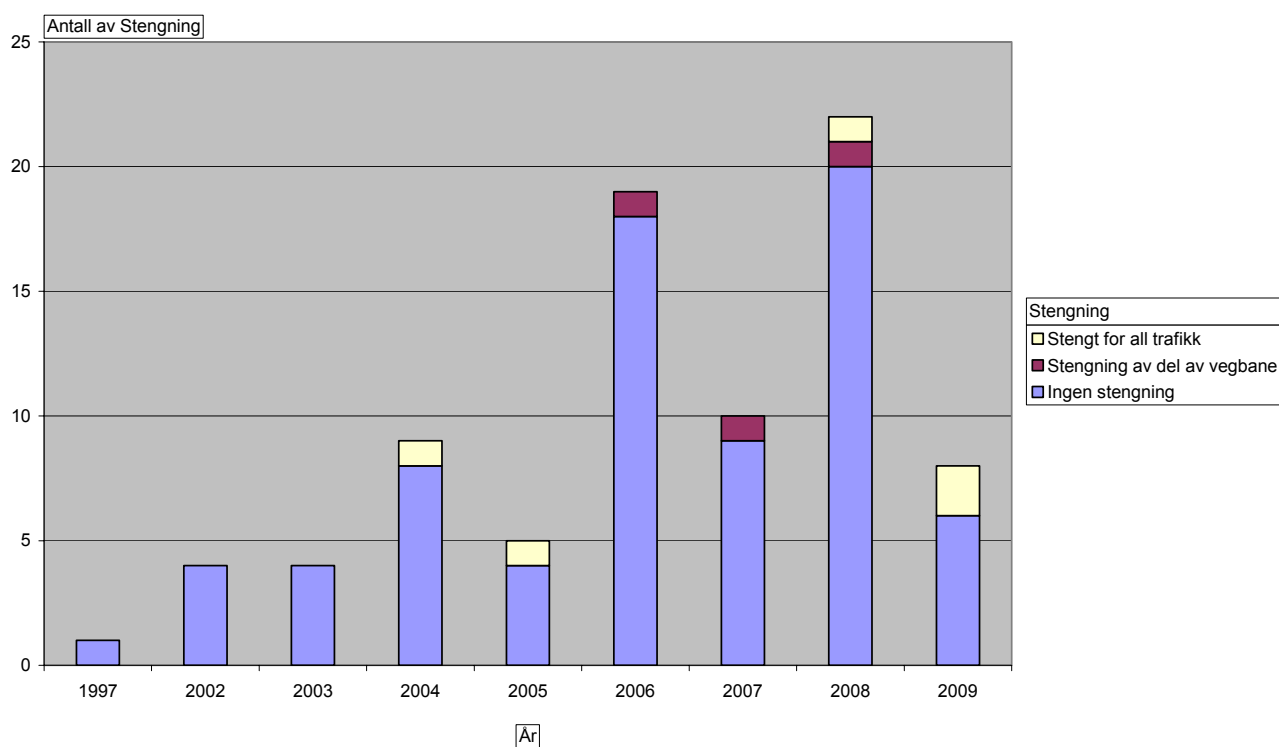
DAGSTREKNING	% - HENDELSER
A	13-16 %
B	30-36 %
C	24-32 %
D	7-10 %
Uvisst	15 %

Figur 5 viser registrerte steinspranghendelser fra NVDB, Merkur og Vegloggen fordelt over år. Perioden på 12 år vil her være for kort til å si noe definitivt, og på grunn av betydelig underrapportering tidligere kan ikke statistikken si klart hvorvidt det er en økende trend i skredfrekvens. Det siste året (juli 2008 - juli 2009) er imidlertid spesielt da det ble foretatt tre stengninger på vegstrekningen på grunn av relativt store skred 24/8-08, 5/6-09 og 16/6-09. Alle registrerte stengninger etter steinsprang er skjedd etter 2004 (figur 6).

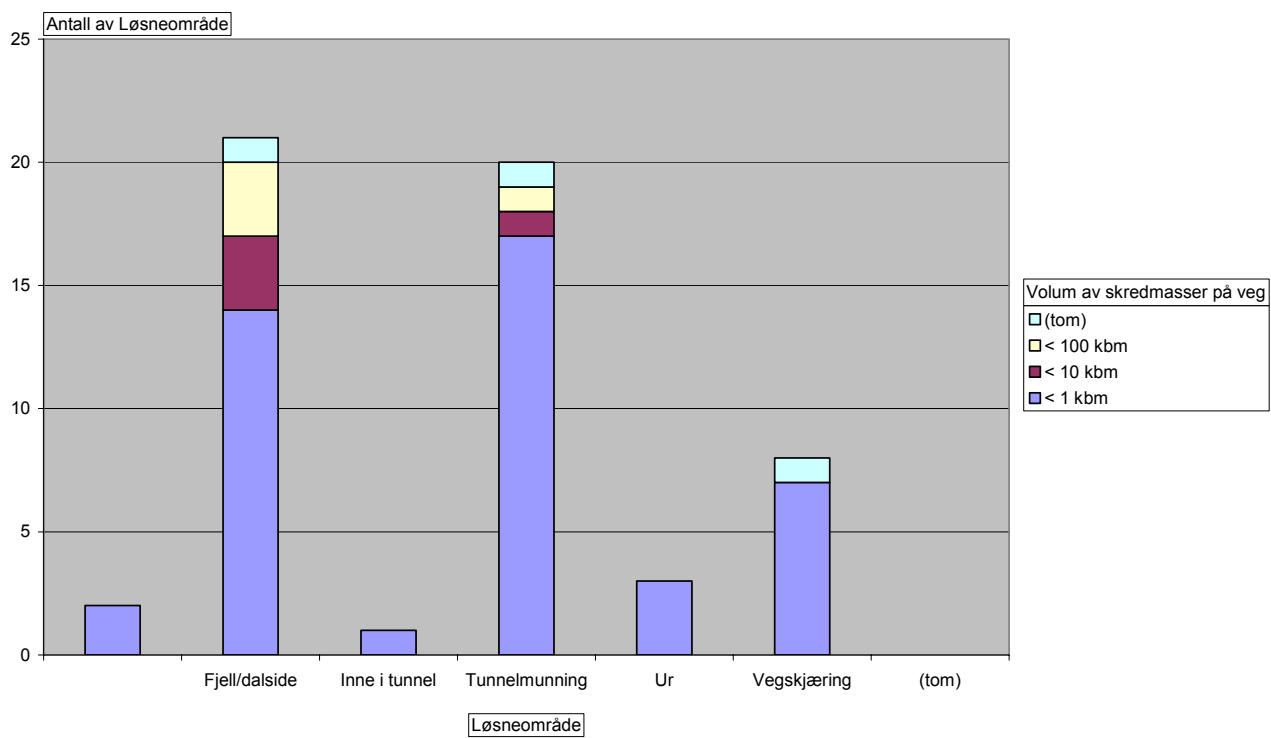


Figur 5: Diagram som viser frekvensen av steinspranghendelser mellom 14.04.97 – 16.06.09 for hp.2 rv.70.

Sett i forhold til løснеområdet ser vi en klar overvekt av hendelser fra tunnelmunninger (20) og fra fjell/dalsider (21) (figur 7). Datagrunnlaget her er imidlertid kun 54 hendelser, tilsvarende 65, 8 % av alle registrerte hendelser.



Figur 6: Stengninger av rv. 70 hp. 2 etter steinspranghendelser.



Figur 7: Løsneområdet til steinspranghendelser rv.70 hp.2.



Statens vegvesen

Notat 09

Til: Roald Aabø
Fra: Tore Humstad
Kopi:

Saksbehandler/innvalgsnr:

Vår dato: 08.06.2009

Vår referanse: 2009130126/09

Skredrisiko ved rv. 70 Oppdølsstranda

Gjennomgang av klimadata fra Sunndalsøra III. Utvikling, sammenheng med registrerte hendelser og framtidig bruk

Bakgrunn

I forbindelse av en helhetlig og overordnet vurdering av faren for steinsprang og steinskred fra fjellsiden øst for rv. 70 forbi Oppdølsstranda, er det tatt en gjennomgang av data fra den meteorologiske stasjonen "63420 Sunndalsøra III" (6 moh).

Det er tatt utgangspunkt i nedbørs- og temperaturdata med tanke på potensialet for skredutløsning basert på følgende mekanismer:

- Frysing/tining
- Regn- og snøsmelting
- Temperaturvariasjoner

Fryse- og tineprosesser kan gi både frostsprengning og økt poretrykk som følge av at ispropper blokkerer regn- og smeltevann på sprekkeflater i bergmassen.

Regn- og snøsmelting kan i seg selv gi økt skredpotensiale som følge av økt poretrykk.

Store temperaturvariasjoner kan ha betydning i forhold til termisk utvidelse av bergarten. Jo mer kvartsinnhold i bergarten, jo større blir denne effekten.

Med bakgrunn i 82 registrerte steinskredhendelser på strekningen (ref. 1) er det tidligere gjort en grov sortering på mulige utløsende værforhold for hver enkelt hendelse (ref 2). Denne sorteringen antyder følgende fordeling:

- Frysing/tining: 40 %
- Regn og snøsmelting: 10 %
- Uspesifisert: 50 %

Av de uspesifiserte årsakene kan termisk utvidelse av bergmassen som følge av temperaturvariasjoner og intens sol-innstråling ha spilt en rolle i noen tilfeller. For øvrig kan kombinasjoner av flere ugunstige værforhold havne i denne kategorien sammen med det faktum at det ved langvarig forvitring

kan være vanskelig å peke på en konkret utløsende årsak. Andre årsaker som rotsprengning og eventuelle rystelser kan også komme inn under uspesifiserte årsaker, men disse blir ikke nærmere omtalt her.

Foreliggende notat gir en vurdering av klimadata fra ”Sunndalsøra III” og effekten av observerte klimavariasjoner og -endringer. Klimadata fra den aktuelle stasjonen er lastet ned fra Meteorologisk Institutt's klimadatabase ”eKlima”.

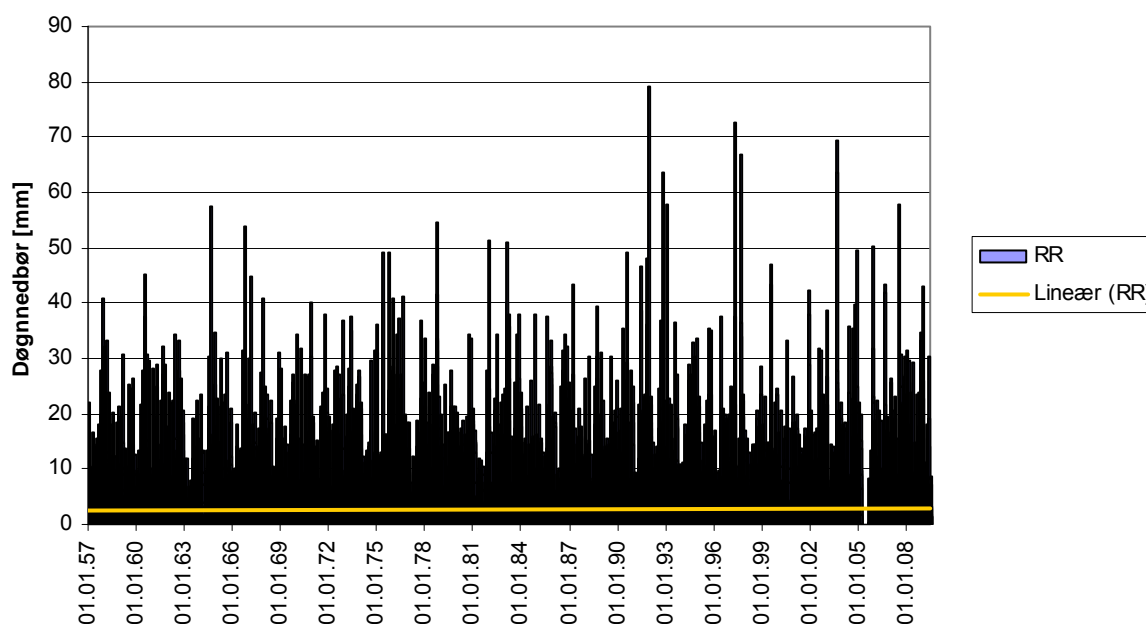
Nedbørsdata

Den totale vanntilførselen (summen av regn- og snøsmelting) er ikke tilgjengelig som en egen tidsserie i eKlima. Selv om det finnes modeller for å beregne snøsmelting, er det for dette formålet tatt utgangspunkt i en nær sammenheng mellom nedbør (datasett ”RR”, dvs. både regn og snøfall) og den totale vanntilførselen (fratrekk for snøfall og tillegg for snøsmelting). Det finnes en tidsserie for nedbør fra 1957 til første halvår i 2009. Denne er vist i figur 1. Det er et hull i datasettet mellom mars og september 2005.

I perioden 1957-2008 er det registrert en nedbørsøkning fra ca 925 mm/år til ca 1000 mm/år. I følge månedsnormalene for 1961-1991 (ref. eKlima), er det mest nedbør i perioden september – desember (> 95 mm/mnd), mens det er minst nedbør i perioden april-juni (<60 mm/mnd). Høyest målte døggnedbør er 79 mm/døgn. Dette kom som regn og sludd 14.12.1991. En annen topp (69,4 mm/døgn) kom 14.8.2003. Dette regnværet førte til flomskred i Sandvikselva på den aktuelle strekningen. For Oppdølsstranda er det antatt at om lag 10 % av steinsprangene utelukkende skyldes stor vanntilførsel (ref. 1).

Selv om endringene i klimaforhold er relativt små fra år til år, er det grunn til å tro at en gradvis økning av nedbørsmengdene i seg selv kan framskynde forvitningsprosesser i bergartene og på lang sikt gi en viss økning i steinsprangfrekvensen. På kort sikt, og sett i forhold til at skredregistrering i praksis bare har foregått det siste tiåret, er det foreløpig vanskelig å dokumentere en slik sammenheng mellom økte nedbørsmengder og antall hendelser.

Nedbørdata (RR), 1957-2008



Figur 1: Nedbørsdata fra Sunndalsøra III med lineær trendlinje. I perioden 1957-2008 har det vært en liten økning fra ca 925 mm/år til ca 1000 mm/år. Maksimal døggnedbør er 79 mm/døgn som kom som regn og sludd

14.12.1991. En annen topp (69,4 mm/døgn) kom 14.08.2003. Dette regnværet førte til flomskred i Sandvikselva på den aktuelle strekningen.

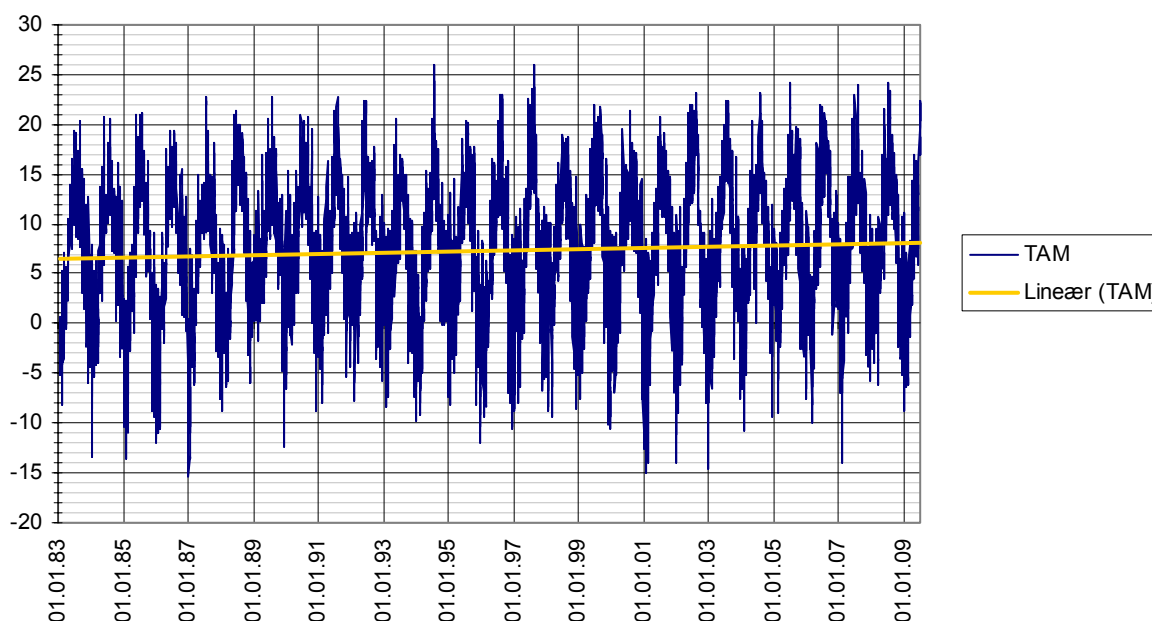
Temperaturdata

Temperaturdata finnes for perioden februar 1983 til juli 2009. En tidsserie basert på døgnmiddeltemperatur (TAM) er vist i figur 2. Grafen viser høyeste og laveste registrerte døgnmiddel på hhv. 26 °C og -15 °C. En lineær trendlinje antyder at gjennomsnittstemperaturen har økt fra ca 6,5°C til ca 8,0 °C i løpet av perioden.

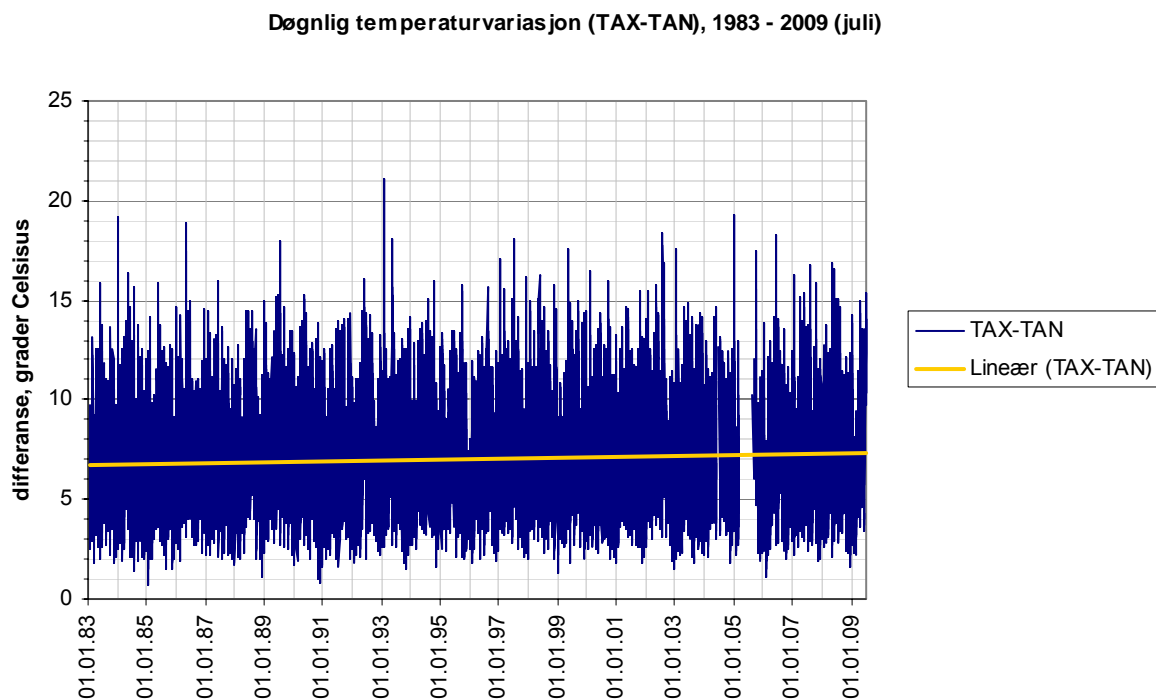
Endringer i temperaturforholdene vil ha betydning både for potensialet for frysing/tining og for muligheter for termisk tøying av bergarten. For sistnevnte effekt er det i figur 3 vist hvordan temperaturvariasjonene (TAX-TAN) innen hvert døgn har variert i samme periode. Største temperaturvariasjon innen ett døgn er registrert 30.01.1993 med en temperatursvingning på 21,1 grader fra -9,5 – 11,5 °C). Dette henger trolig sammen med sørøstlig føhnvind som er nokså vanlig på Sunndalsøra også midtvinters. En lineær trendlinje for diagrammet for døgnlig temperaturvariasjon for perioden viser også her en økende tendens fra 6,8 til 7,2 grader i gjennomsnittlig temperatursvingning for perioden 1983-2009.

Siden det i inneværende år (juli 2008 – juli 2009) er registrert tre større steinskred som alle har gått på sommerstid, er det i figur 4 gitt en tidsserie med temperaturvariasjoner over dette året. Tidspunkt for de 3 nevnte hendelsene er plottet i samme diagram.

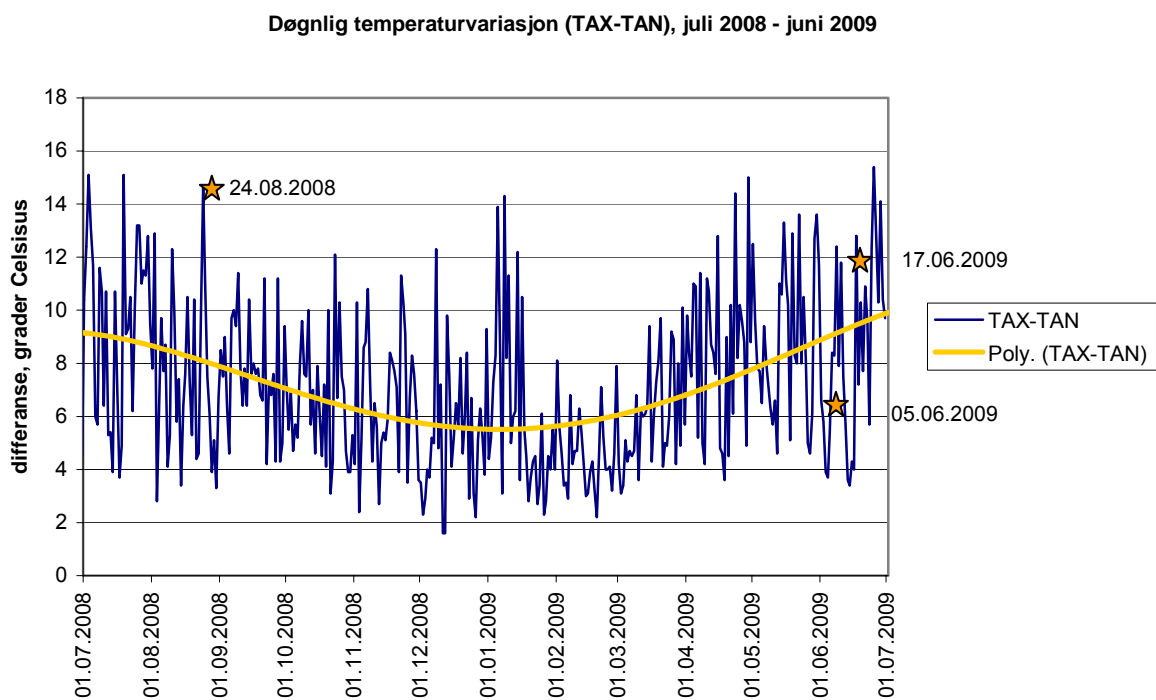
Temperaturdata (TAM/døgnmiddel), Sunndalsøra III



Figur 2: Temperaturdata fra stasjonen "Sunndalsøra III" viser døgnmiddeltemperatur (TAM) for perioden februar 1983-juli 2009. Lineær trendlinje antyder at gjennomsnittstemperaturen har økt fra ca 6,5°C til ca 8,0 °C i løpet av perioden.



Figur 3: Døgnvariasjonen i temperatur fra Sunndalsøra III (maks.temperatur TAX – min.temperatur TAN) har økt fra gjennomsnitt ca 6,8 °C til ca 7,2 °C i perioden 1983 – 2008.



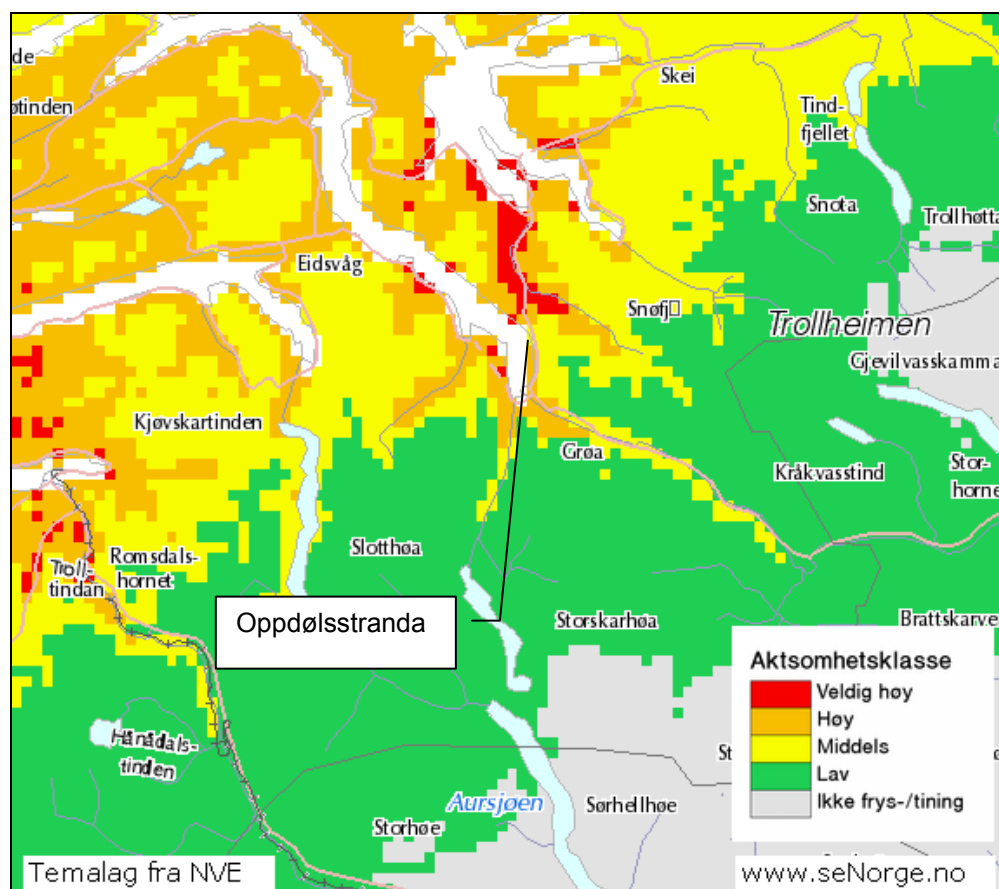
Figur 4: Døgnvariasjon i temperatur fra Sunndalsøra III i perioden juli 2008 - juni 2009. Tidspunkt for de tre største steinspranghendelsene det siste året er indikert med stjerne. Polynomisk trendlinje antyder forløp for typisk årsvariasjon. Temperaturen varierer mest på sommeren.

Alle diagrammene for temperaturer er basert på lufttemperatur målt i målestasjonen (6 moh). Temperaturen vil avta med høyden, og lufttemperaturen vil ellers gi en forsinket påvirkning på

bakketemperaturen. I tillegg til lufttemperaturens og vindens konduktive og konvektive effekt på bergmassens temperatur, bidrar solinnstrålingen på klarværsdager med radiativ varmeoverføring som trolig forsterker lufttemperaturens virkning ytterligere. Utstråling på klarværsnetter bidrar til ytterligere svingninger. Et eksempel som har vært tatt fram tidligere, er steinskredet som gikk 24.8.2008 der flere varme og tørre sommerdager med høy temperatur og vedvarende solinnstråling på dagtid kan ha ført til termiske tøyninger av en stor steinblokk som til slutt løsnet.

Frysing/tining

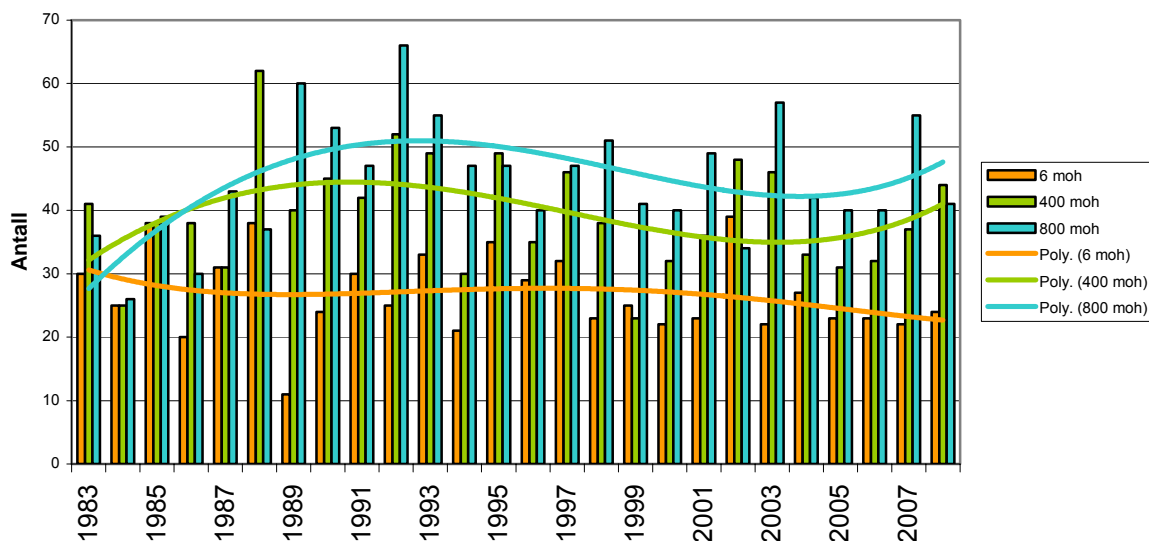
I Statens vegvesens prosjekt "Klima og transport" er det utarbeidet en metode for å sammenstille en fryse- og tineindeks for siste 10 døgn med summen av regn- og smeltevann i samme periode. Av foreliggende skreddadata for Oppdølsstranda, ser det ut som at et steinsprang 31.12.2004 er mest relevant for dette forholdet. Figur 5 viser hvordan et aktsomhetskart basert på disse værforholdene (ikke geologiske/topografiske) ser ut når en tilbakeregner data fra nevnte dato.



Figur 5: Historiske data fra "Sunndalsøra III", interpolert mot tilgrensede værstasjoner, er brukt for å tilbakeregne et aktsomhetskart for steinsprangfare 31.12.2004 ut fra frysing/tining kombinert med vanntilførsel.

Da summen av regn- og smeltevann ("QTT") er en beregnet verdi som følgelig ikke er tilgjengelig i eKlima, er det foreløpig ikke generert noen tidsserie for ovennevnte fryse- og tineindeks. I stedet er det laget en tidsserie for antall fryse- og tinesykluser for perioden med tilgjengelige temperaturdata. Figur 6 viser hvor mange ganger døgnmiddeltemperaturen for "Sunndalsøra III" (6 moh) har passert 0 °C. Det er videre beregnet tilsvarende serier for kote 400 m og kote 800 m forutsatt en synkende temperaturgradient på 0,6°C pr. 100 høydemeter.

Antall fryse/tine-sykluser for Sunndalsøra III. Bergenets antall for kote 400m og kote 800m



Figur 6: En tilnærming til antall fryse- og tinesykluser for "Sunndalsøra III" (6 moh) for perioden 1983-2008 basert på døgnmiddeltemperaturens passering av 0 °C. Tilsvarende er antall sykluser beregnet for kote 400 og 800. Polynomiske trendlinjer viser en generell reduksjon for havnivå og mer variasjon for høyereliggende løsnemråder (400 og 800 moh). Det er for disse høydene registrert en liten økning fra 2004 og fram til i dag.

Vurdering

Tidsseriene antyder noen tendenser i ugunstig retning både når det gjelder nedbør- og temperaturutvikling for værstasjonen på Sunndalsøra. Observasjonene av økt nedbør og temperatur, samt endringer i fryse/tine-forhold sammenfaller med scenarier for forventede klimaendringer. Det er derfor grunn til å tro at klimavariasjoner og –endringer generelt kan gi en økt skredfrekvens i et langsiktig perspektiv.

Hvorvidt dette har hatt vesentlig kortsiktig betydning for de store skredene i 2008 og 2009 eller om det får betydning for skredfare fram mot en skredsikringstunnel er på plass om 3-4 år, er nok mer tvilsomt. Fordelingen av skredhendelsene er nok noe for tilfeldig til å si noe med sikkerhet om dette. Ut fra klimautviklingen er det likevel mer sannsynlig at den generelle skredfrekvensen vil vedfare på dagens nivå, eller øke litt, enn at den vil gå ned. Dette gjelder dersom det ikke gjøres tiltak for å begrense frekvensen. Denne vurderingen er gitt ut fra en forutsetning av at både geologiske og topografiske forhold ellers ligger til rette for flere steinskred.

Omfanget av hendelser av uspesifisert årsak på sommerstid, som delvis kan skyldes termiske utvidelser i bergmassen, ser ut for å veie opp for mer frysing/tining om vinteren og større tilførsel av regn- og smeltevann om våren og høsten. Det er derfor vanskelig å peke på noe tidspunkt på året som er mer trygge/farlige enn andre.

I driften av rv. 70 forbi Oppdølstranda anbefales det å bruke værstasjonen videre for å følge med på utviklingen. Det anbefales samtidig å utvide stasjonen til også å registrere antall soltimer/døgn (parameter OT).

Aktsomhet og beredskap i forhold til skredfare kan f.eks. knyttes til følgende forhold:

- Tining (FT10) med regn- og smeltevanntilførsel (QTT) etter en frostperiode (ref. pågående arbeid og foreslåtte terskelverdier i prosjektet Klima og transport)

- Stor vanntilførsel (QTT), særlig ved høye timesverdier (ref. terskelverdier for flomskred i prosjektet Klima og transport)
- Store temperaturforskjeller (TAX-TAN) kombinert med høy døgnmiddeltemperatur (TAM) varig sol-innstråling (OT). Denne sammenhengen bør utredes ytterligere.

Bruk av terskelverdier bør vurderes ut fra hva økt aktsomhet og beredskap skal føre til. Økt aktsomhet og beredskap trenger ikke nødvendigvis bety at trafikantene automatisk skal varsles og vegen stenges. Ved usikre sammenhenger kan tiltakene tenkes å være mer knyttet til årvåkenhet på det driftsorganisatoriske plan.

Dersom aktsomhetsnivåene imidlertid skal knyttes direkte opp mot tiltak som varsling og stegning, må man være forberedt på at værforholdene bare til en viss grad påvirker sannsynligheten for at hendelsene inntreffer. Skred kan forekomme uten at det er det er varslet/stengt på forhånd, og det kan varsles/stenges uten at det forekommer skred. Ved innføring av slike systemer vil det alltid være en utfordring å vurdere tidspunkt og varighet for eventuell stengning. For å unngå urimelig stort ansvar for personell med slike oppgaver, vil det trolig være en fordel å gjøre kriteriene så entydig som mulig samt kommunisere at systemer knyttet til værforholdene ikke gir noen garanti for trygg veg, selv om skredrisikoen kan reduseres noe.

Referanser

1. Statens vegvesen (2009): Skredrisiko ved rv. 70 Oppdølsstranda. Skredhistorikk. Notat 2009130126/04.
2. Statens vegvesen (2009): Skredrisiko ved rv. 70 Oppdølsstranda. Utløsningsmekanismer. Notat 2009130126/05.
3. Meteorologisk institutt: Oversikt over måleparametere:
<http://met.no/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=1309>

Vedlegg 5



Delprosjekt 2

Innsamling, lagring og bruk av data

Delprosjektet skal gjøre data knyttet til vær, klima og vegnett tilgjengelig. Disse dataene skal brukes til analyser av effekten av klimaendringene og bidra til økt aktsomhet mot vær-situasjoner som er ugunstige for sikkerhet og framkommelighet på vegnettet.

Vær- og klimadata skal benyttes både som historiske data, sanntidsdata, prognoser og klimascenarier. Historiske data skal særlig benyttes i analyser av sammenhengen mellom vær/klima og hendelser. Sanntidsdata og prognoser skal inngå som en del av et framtidig beredskapsopplegg. Klimascenariene skal benyttes som grunnlag for tilpasning til klimaendringene. Delprosjektet skal utvikle, teste og evaluere nye verktøy for vær- og klimadata tilrettelagt for dynamisk kartpresentasjon sammenstilt mot øvrige geodata som grunnforhold, topografi, drenering og hendelser på vegnettet. Delprosjektet vil være en aktiv støttespiller til de andre delprosjektene gjennom å skaffe nødvendige data og verktøy.

Delprosjektet er organisert i følgende aktiviteter:

- 2-1 Samordning og tilgjengeliggjøring av vær- og klimadata
- 2-2 Kartportal for vær- og klimadata og værrelaterte hendelser
- 2-3 Samordning av hendelsesdata og bakgrunnsinformasjon

Delprosjektleder: Tore Humstad, Vegdirektoratet

Vedlegg 6



Delprosjekt 4

Snø-, stein-, jord- og flomskred

Delprosjektet skal omfatte snø-, stein-, jord-, flom- og kvikkleireskred, og hvordan utløsningen og frekvensen av disse kan bli påvirket av endrede klimaforhold.

En hovedoppgave er å se på hvordan skredrisiko skal håndteres, og hvor stor skredrisiko som kan aksepteres på vegnettet. Dette vil få konsekvenser for skredsikringsplaner og skredvarsling på utsatte vegstrekninger.

For å få et godt grunnlag for varsling av skred må man få en bedre forståelse av sammenhenger mellom vær og ulike skredtyper. Delprosjektet arbeider med å finne ut om eksisterende skredutsatte strekninger får endrede skredforhold og om nye områder kan bli skredutsatt. Disse dataene må være lett tilgjengelig for videre analyser for å kunne foreta riktig prioritering av skredsikringstiltak i framtida. Skredsikringstiltakene må dimensjoneres ut fra retningslinjer som tar hensyn til de enkelte skredtyper.

Målet for prosjektet vil være å få oversikt over behov for skredsikringstiltak, og et verktøy som kan brukes i dimensjonering og prioritering. Retningslinjer og håndbøker bør danne grunnlag for dimensjonering og utforming av tiltak, og alt materialet må gjøres lett tilgjengelig for å kunne fatte politiske beslutninger.

Delprosjektet er organisert i følgende aktiviteter:

- 4-1 Skredrisiko
- 4-2 Skredsikring og prioriteringsmodell
- 4-3 Skredsikringstiltak
- 4-4 Kvikkleireskred
- 4-5 Vannrelaterte skredtyper

Delprosjektleder: Jan Otto Larsen, Vegdirektoratet

Vedlegg 7



Prosjektrapporter fra 'Klima og transport'

Rapportnr.	Tittel	Utarbeidet av
2519	Klimapåvirkning av vegbyggingsmaterialer State of the art studie	Bjørn Ove Lerfald og Inge Hoff, SINTEF Byggforsk
2520	Vurdering av EDB-system for beregning av nedbrytning av veg	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS
2542	Status og problemstillinger for grusvegnettet ved endret klima	Per Otto Aursand og Joralf Aurstad, Statens vegvesen og Ivar Horvli, ViaNova Plan og Trafikk AS
2566	Pilotprosjekt på stikkrenner E136 Dombås Ålesund	Kristine Flesjø, Hilde Hestangen, Statens vegvesen og Than Ngan Nguyen, NTNU-student
2573	Rensing av overvann fra vei i fremtidens klima, 2071-2100	Svein Ole Åstebøl, COWI AS, Thorkild, Hvitved-Jacobsen og Jes Vollertsen, HV-Consult ApS
2582	Modellforsøk med flomskred mot bruer Virkning av bruåpning og ledevoller	Priska Heller og Lars Jenssen Institutt for vann- og miljøteknikk, NTNU
2586	Utvikling og uttesting av skredrisikomodell for vegnettet i Norge	Heidi Bjordal og Martin Weme Nilsen, Statens vegvesen
2560	Erosjonsskader ved Middøla bru: årsak og tiltak	Lars Jenssen, NTNU, Erik Holmqvist og Kari Svelle Reistad, NVE
2599	Klimaets påvirkning på tilstandsutvikling for vegdekker – E136	Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005