



Sikringstiltak mot skred og flom
Befaring i Hordaland og Sogn og Fjordane mai 2014
Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7 Skred og
flomsikring

115
2015



R
A
P
P
O
R
T

Rapport nr 115-2015

Sikringstiltak mot skred og flom

Befaring i Hordaland og Sogn og Fjordane mai 2014

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Knut Aune Hoseth, Lene L. Kristensen, Gunne Håland, Margareta Viklund, Heidi Bjordal

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: P.O.D

Forsidefoto: Ledevoll i Kjøsnesfjorden. Lene Kristensen

ISBN 978-82-410-1167-2

ISSN 1501-2832

Sammenheng: Denne rapporten beskriver erfaringer fra utvalgte sikringstiltak i Sogn og Fjordane og Hordaland, bygget av Norges vassdrags- og energidirektorat, Statens vegvesen og Jernbaneverket. Rapporten er basert på en befaring gjennomført i regi av Naturfareprosjektet (NIFS) delprosjekt 7 Sikringstiltak våren 2014. På befaringen deltok fagpersoner fra NVE, Statens vegvesen og Jernbaneverket.

Emneord: Flomsikring, skredsikring, sikringstiltak, erfaringer

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

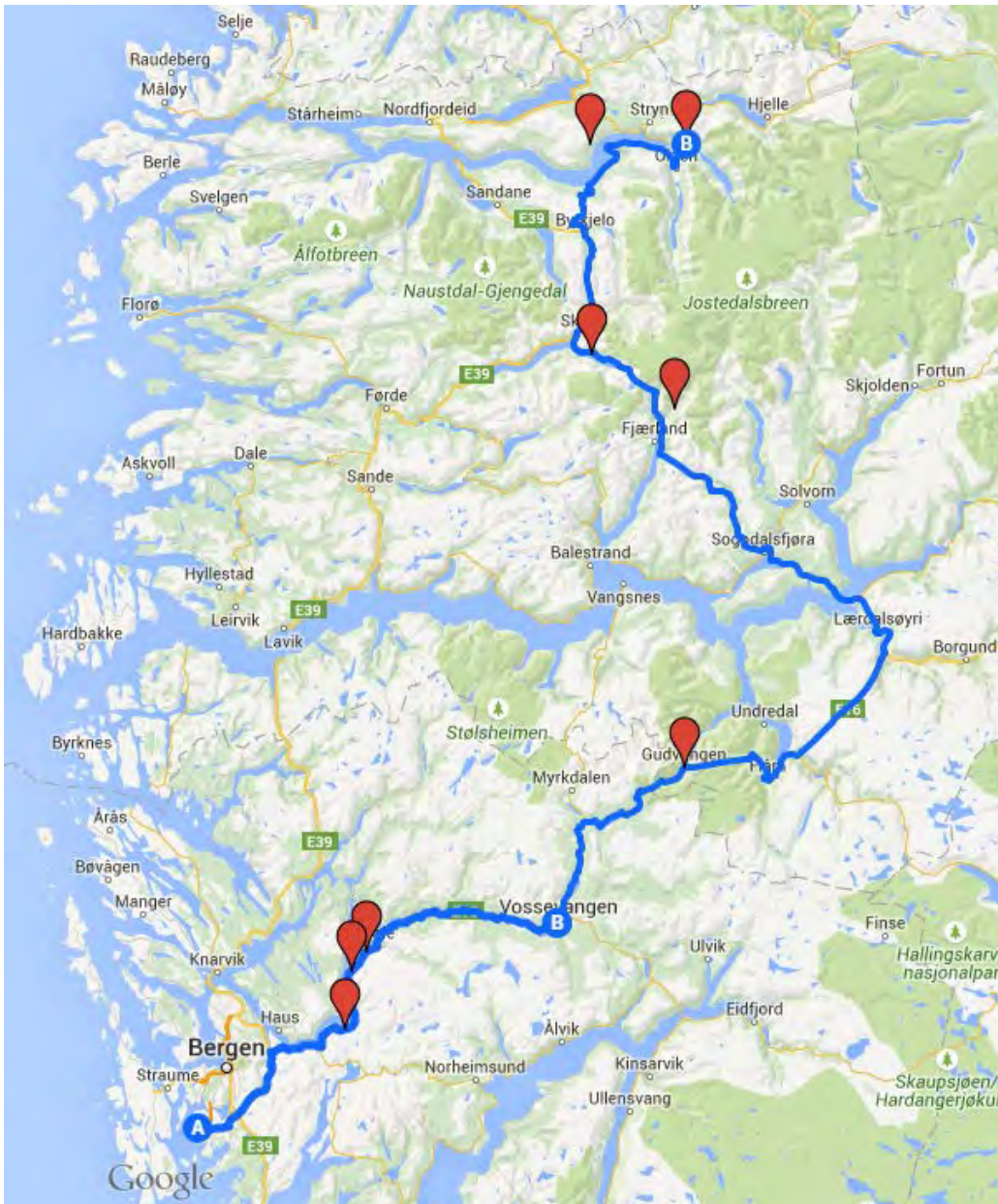
Innhold

1	Innledning.....	4
2	Strekningen Arna-Voss langs E16 og Bergensbanen	6
2.1	Langhelle, Bergensbanen	7
2.2	Stanghelle	10
2.3	Steganestunnelen.....	12
3	Bergsdalselva ved Dale i Vaksdal.....	13
3.1	Bakgrunn	13
3.2	Utfordringer og erfaringer.....	15
4	Gudvangen	18
4.1	Sammendrag:	18
4.2	Bakgrunn:	18
4.3	Teknisk beskrivelse:.....	18
4.4	Utfordringer.....	19
4.5	Erfaringer.....	20
5	Jøkulhlaup ved Supphelle i Sogndal kommune	22
6	Kjøsnesfjorden.....	25
6.1	Innledning.....	25
6.2	Føreneset.....	27
6.3	Støylnestunnelen, vestre portal	29
6.4	Bjørnebakktunnelen - Kleivatunnelen.....	31
6.5	Vurdering av sikringseffekt.....	34
7	Steindøla i Stryn kommune	35
8	Gjølmunna ved Loen i Stryn kommune	40
8.1	Bakgrunn	40
8.2	Utfordringer og erfaringer.....	40
9	Oppsummering.....	45
10	Referanser	47
	Vedlegg 1 Oversikt over etatenes regelverk	48

1 Innledning

Denne rapporten beskriver erfaringer med noen utvalgte sikringstiltak mot flom og skred. Tiltakene er bygget av Norges vassdrags- og energidirektorat, Statens vegvesen og Jernbaneverket i Hordaland og Sogn og Fjordane. Tiltakene ble befart 6.-8. mai 2014, og rapporten oppsummerer tiltakene slik de fremstod på befaringen. Reiseruten gikk fra Bergen til Ålesund, via Voss og Loen, se figur 1 under.

Sikringstiltakene som ble befart er bygget for å sikre mot ulike typer flom- og skredhendelser, og de er svært representative for mange av de problemene man står overfor ved planlegging og utføring av sikringstiltak.



Figur 1 Reiserute fra Bergen til Loen. Befaringen ble avsluttet med en busstur til Ålesund lufthavn (skjermdump fra Google maps).

Følgende lokaliteter ble befart:

Lokalitet	Problem	Byggherre/ansvarlig for sikring
Langhelle	Sikring av stikkrenne mot gjentetting	Jernbaneverket
Stanghelle	Ustabile bergparti med gjentatte steinsprang/steinskred mot veg/bane	Statens vegvesen og Jernbaneverket
Dale	Flomsikring av Daleelva	NVE
Gudvangen	Sikring av bebyggelse mot snøskred	Kommune / NVE
Supphelledalen	Flomskred som følge av Jøkulhlaup	Kommune / NVE
Kjøsnesfjorden	Skredsikring av veg	Statens vegvesen
Steindøla	Flomsikring av elv	NVE
Gjølmunna	Sikring av bebyggelse mot snøskred	NVE

Følgende deltakere fra de tre etatene var med på befaringen:

Navn	Organisasjon
Lene Kristensen	Statens vegvesen
Gunne Håland	Statens vegvesen
Knut Aune Hoseth	NVE
Helge Leiv Nordvik	NVE
Odd-Arne Mikkelsen	NVE
Jaran Wasrud	NVE
Inge Lavoll	NVE
Bright Samdal	NVE
Yngve Midttun	NVE
Margareta Viklund	Jernbaneverket
May-Britt Sæter	Jernbaneverket
Tone Israelsen	Jernbaneverket
Mehlia Yurdakul	Jernbaneverket
Ole Erik Almenningen	Jernbaneverket
Karl Morten Undal	Jernbaneverket
Mostafa Abokhalil	Jernbaneverket

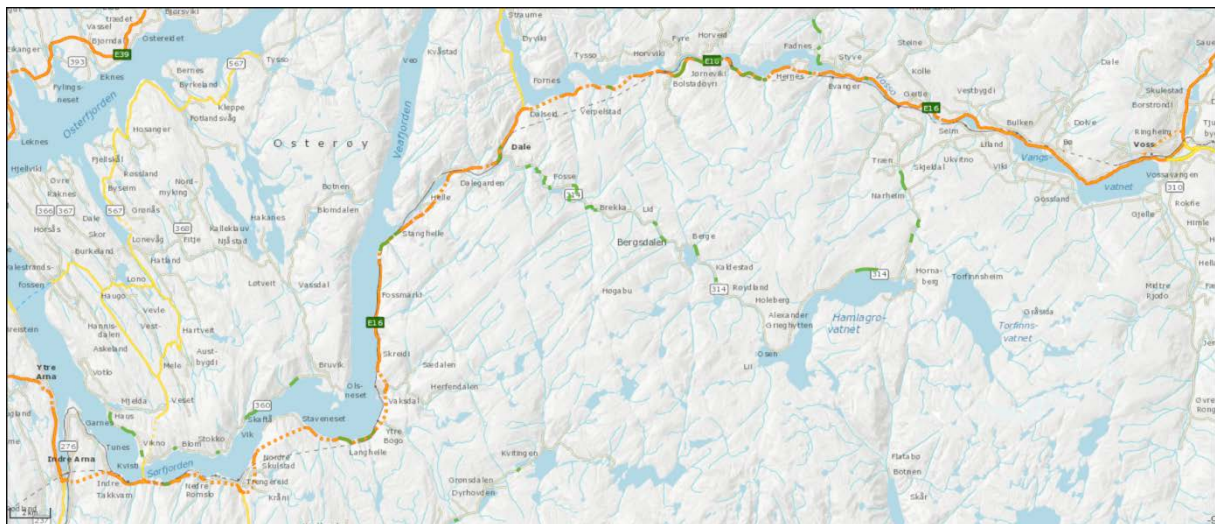
I tillegg deltok følgende informanter:

- Harald Hauso, Statens vegvesen region vest, informerte om E16/Stanghelle
- Svein Helge Frækaland, Statens vegvesen region vest, informerte om Rv 5, Kjøsnesfjorden

2 Strekningen Arna-Voss langs E16 og Bergensbanen

Strekningen Arna-Voss er sentral og viktig for Vestlandet; både for lokal og regional trafikk. De drøye 70 kilometerne er en del av stamvegen mellom Bergen og Oslo (figur 2). Strekningen har mange skredutsatte partier, og behovet for sikring er stort. E16 har en trafikkmengde (årsdøgntrafikk) på mellom 4000 og 6500 kjøretøy. På jernbanen mellom Arna og Voss går det totalt 57 tog i døgnet, 39 av disse er persontog (Jernbaneverket, 2015).

Det er registrert ca. 300 skredhendelser langs E16 på strekningen (Vegkart.no/NVDB, 2015). Omtrent 200 av disse er steinskred og steinsprang. I tillegg er det også registrert jordskred, sørpeskred, isnedfall og snøskred. Det er grunn til å tro at situasjonen er tilsvarende for jernbanen, da bane og veg i stor grad følger den samme traséen. Dessverre er det en underrapportering av skredhendelser, så tallene presentert her er minimumstall.



Figur 2 Strekningen Arna – Voss. De grønne partiene utgjør kjente skredlokaliteter (NVDB, 2014).

I en rapport fra Statens vegvesen om skredsikringsbehovet i regionen, havner 16 av skredpunktene langs E16 på lista over høyt prioriterte lokaliteter man ønsker å skredsikre. Ytterligere 8 skredpunkter havner på lista over middels prioriterte lokaliteter (Statens vegvesen, 2012).

Strekningen holder en lav standard, noe som er et resultat av bygging gjennom flere tiår, i tillegg til manglende oppgraderinger og vedlikehold. E16 er mye stengt på grunn av vedlikehold av tunneler.

2.1 Langhelle, Bergensbanen

Etter et flomskred i november 2005, figur 3, hvor både Bergensbanen og E16 ble stengt i flere døgn bygde Jernbaneverket en selvrensende rist ved et bekkeinntak på Langhelle.



Figur 3 Flomskred ved Langhelle november 2005 (Foto: Jernbaneverket).

Ideen om selvrensende bekkeinntak kommer blant annet fra kraftbransjen hvor denne type rister ofte brukes på bekkeinntak hvor det ikke foregår regelmessig tilsyn.

I flomsituasjoner hender det ofte at stikkrenner tetter seg og forårsaker store skader i urbane strøk og langs vei og bane. Selv om inntaket i utgangspunktet er rensket og fritt for avsetninger, kan lokal intensiv nedbør føre til at selv små bekker blir masseførende. Det betyr at jord, stein og trevirke blir dratt med av flommen. Dette ender som regel i en stikkrenne som tettes helt eller delvis, og på kort tid har vi en flomsituasjon som er ute av kontroll. Kommuner og infrastrukturforvaltere har mange slike konstruksjoner som krever oppmerksomhet under flom.

Prinsippet for et inntak med selvrensende rister er at det bygges en vertikal betongvegg 1-3 m foran stikkrennen. I betongveggen etableres flere åpninger (ca. \varnothing 110 mm) for å ta unna minstevannføringen. Oppstrøms veggen må det være nok plass slik at man får etablert et område for avsetning av massene som transporteres med flomvannet. På «baksiden» av betongveggen plasseres en skråstilt rist med fall på rundt 1:4 slik at vannet i en flomsituasjon kan renne inn i stikkrennen bak betongveggen, se figur 4 og figur 5.

Ytterligere beskrivelse av prinsippet ved selvrensende rister er forklart i faktaark fra NVE (NVE 2014).



Figur 4 Selvrensende rist ved Langhelle ved lav/middels vannføring (Foto: Jeanette Gundersen).

Inntakskonstruksjoner med selvrensende rister fungerer bra fordi massetransporten og trevirke ikke kommer inn i stikkrenna. Konstruksjonene krever minimalt med tilsyn, og det er trygt å jobbe og oppholde seg nær inntaket. Konstruksjonen er tilrettelagt for maskinelt vedlikehold, og masselageret i bakkant kan også utstyres med wirenett som kan løftes opp med kran e.l. for å forenkle tømning.

Konstruksjonen er enklest å etablere i trange, konsentrerte bekkeløp. I flatt terreng kan det være vanskelig å få til en god konstruksjon. Det kan også være kostbart å etablere tiltaket, og det kan bli en barriere for faunapassasje.

Jernbaneverkets erfaringer med tiltaket på Langhelle er at tiltaket fungerer bra, men manglende hydrologiske beregninger før bygging førte til underdimensjonering av utløpet og stikkrennen. I tillegg er ikke ristearrangementet optimalt ved minste vannføring.



Figur 5 Selvrensende rist ved Langhelle ved flomvannsføring (Foto: John Endre Fossmark).

2.2 Stanghelle

Stanghelle er et av de mest utfordrende skredpunktene langs Bergensbanen og E16. I april 2013 gikk det to steinskred fra fjellpartiet rett ovenfor østenden av Stanghelle-tunnelen og Stanghelle stasjon. Tunnelportalen ble knust, og noen blokker ramlet ned på jernbanepattformen (figur 6). Til alt hell var ikke plattformen åpen for publikum da skredene skjedde, og ingen personer kom til skade.

Det ble raskt satt i gang befarings av fjellet ovenfor tunnelpåhugget og tunnelen, hvorpå det ble avdekket av fjellet er svært oppsprukket. Hovedsprekkene har helninger på mellom 45° og 80° ned mot veg og bane. Rensk av fjellet ble utført av et klatrelag.

Skredhendelsene førte til omfattende stenginger mens rensk av fjellsiden pågikk. I denne perioden ble også skredpartiet radarovervåket, av hensyn til oppryddingsmannskapenes sikkerhet. Jernbaneverket og Statens vegvesen har samarbeidet om å skredsikre området. Et fanggjerd ble bygget over tunnelportalen og deler av jernbanesporet. Gjerdet er 100 meter langt, 5 meter høyt og tåler laster opp til 2000 kJ. Gjerdet har vist seg å sikre godt mot nedfall som truer trafikken og stasjonsområdet.



Figur 6 Stanghelle. Venstre: Det innringede fjellpartiet er utsatt for steinsprang og steinskred (Foto: Lene Kristensen, 2014). Høyre: En av steinblokkene som traff plattformen ved Stanghelle stasjon (Foto: Ove Madsen, Jernbaneverket).

Jernbaneverket er godt fornøyd med fangnettet som sikrer den delen av jernbanen som går på utsiden av vegtunnelen (figur 7). Installasjonen av nettet foregikk uten større stopp i togtrafikken, og nettet har vist seg å ta imot nedfall av stein på en tilfredsstillende måte. Fangnettet krever lite vedlikehold; det dreier seg utelukkende om tømning av skredmasser som fanges opp av nettet og skifte av utløste bremsere. Jernbaneverket vurderer å utvide sikringen med et varslingsystem som varsler om hendelser mot fangnettet, ev. også med mulighet for varsling om nødvendig vedlikehold av nettet.



Figur 7 Fra montering av fanggjerdet ovenfor Stanghelle stasjon (Foto: Karl Morten Undal, Jernbaneverket).

2.3 Steganestunnelen

Ovenfor nordlige portal av Steganestunnelen finnes det en løs berghammer, en såkalt «pinakkel» (figur 8). Denne overvåkes ved hjelp av strekkstag, tiltmeter og en værstasjon. Overvåkingen har bare avslørt mindre bevegelser, og foreløpig regnes situasjonen som under kontroll. Imidlertid har det de to siste vintrene blitt registrert at blokken tipper utover (mot nordvest). Ved begge anledninger har bevegelsen stabilisert seg etter noen uker, for deretter å svinge tilbake. Denne bevegelsen kan skyldes sesongvariasjoner, for eksempel fryse-tine-prosesser i fjellet. Fordi man er usikker på hvorvidt denne berghammeren utgjør en betydelig fare for bilistene, har Vegvesenet gått inn for å fortsette overvåkingen enda noen år.

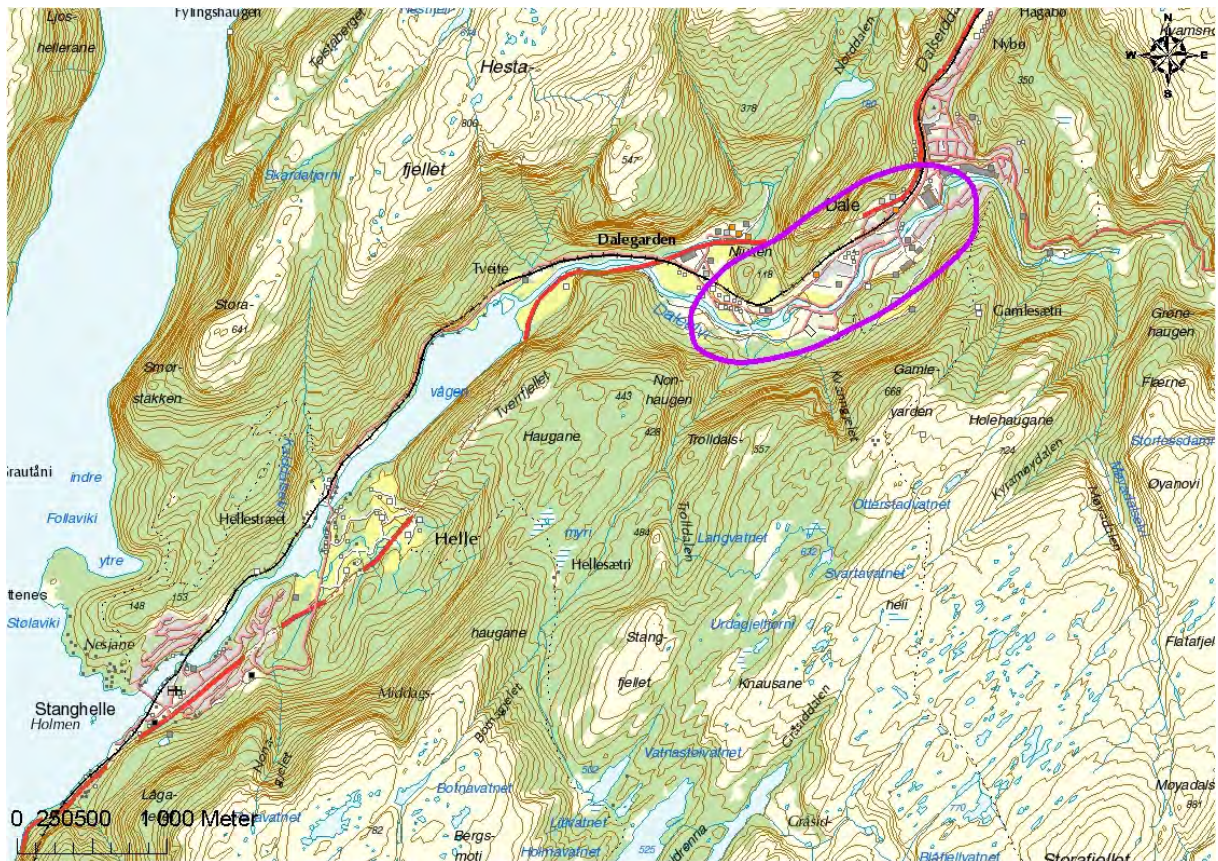


Figur 8 Toppen av berghammeren. Registrert bevegelsesretning er indikert med rød pil. Vegen og toglinja kan ses til høyre i bildet (Foto: Harald Hauso, 2013).

3 Bergdalselva ved Dale i Vaksdal

3.1 Bakgrunn

Bergdalselva som også benevnes Deleelvi er ei regulert elv. På slutten av 1920-talet ble Bergdalsvassdraget bygd ut for kraftproduksjon. Dale kraftverk, som er et av fire kraftverk og nederst i vassdraget, har utløp like nedenfor Dale sentrum. Det har vært utfordringer med flom og erosjon ved Dale sentrum, både oppstrøms og nedstrøms kraftstasjonsutløpet, og det er fra gammelt av bygd sikringsanlegg langs denne del av vassdraget.



Figur 9 Kartet viser Dalekvam i Vaksdal kommune. Planområdet er merka av på kartet.

Ved en større flom i november 2005 oppsto både flom- og erosjonsskader, figur 10. Det ble skade på et erosjonssikringsanlegg mot et fabrikkområde og boligfeltet Nedre Eikhaugen ble evakuert. Bergenhalvøens kommunale kraftselskap (BKK) sitt område ble oversvømt, og det rann vann inn i adkomsttunnelen til det ene kraftverket. I området mellom idrettsbanen og kommunen sin tekniske stasjon oppstod det store erosjonsskader. Det oppsto omfattende masseavlagring og tidligere anlagte terskler ble ødelagt.

I etterkant av denne flomehendelsen ble det gjennomført nye sikringstiltak. Som krisetiltak vinteren 2006 ble det fjernet masse fra elveløpet (ca. 20.000 m³) og bygd ca 800 m² ny erosjonssikring/plastring, se figur 11. Det er også bygd strømviser og en ny flomvoll langs deler av strekningen. Gjennom tiltak etablert i perioden 2012-2014 er det fjernet ytterligere ca. 20 000 m³ masse og lagt 12 000 m² plastring som erosjonssikring. Utvidelse av flomareal medførte også at en kommunal vei ble lagt om i ca. 300 m lengde.



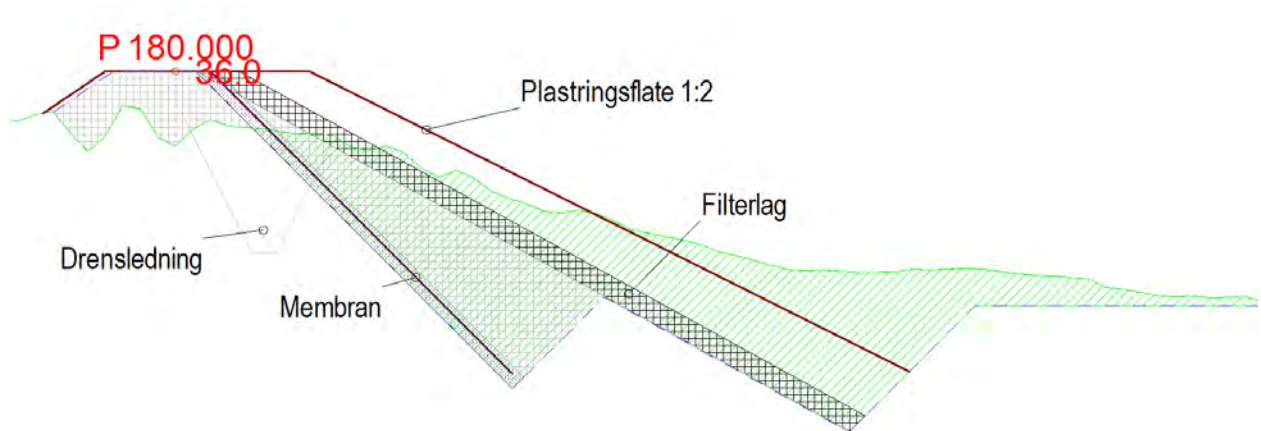
Figur 10 Etter flaumen i 2005. Her er muren mot industribygningen alt reparert (Foto: Anja Midtun, NVE).



Figur 11 Etter utgraving av masse og etablering av plastring mai 2012 (Foto: Jomar Bergheim, NVE).

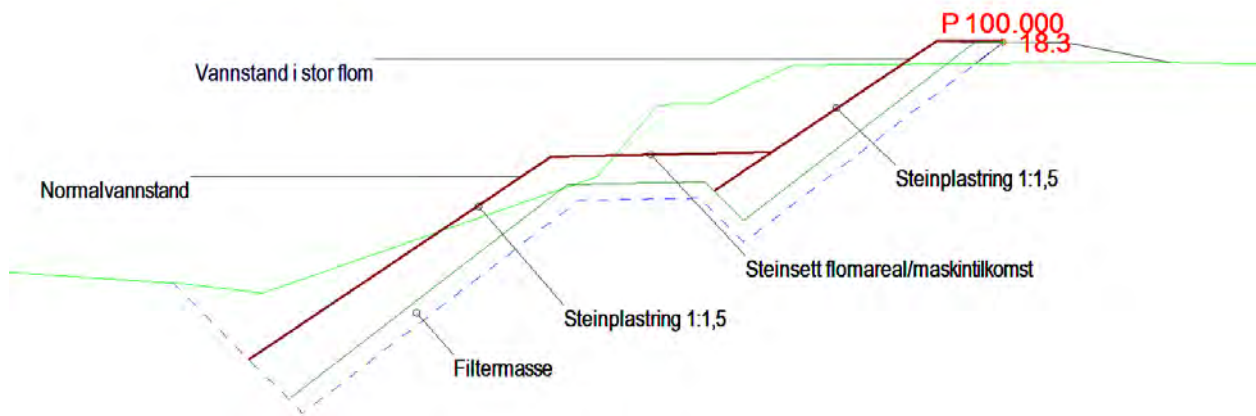
3.2 utfordringer og erfaringer

Det er lagt tett membran på strekningen ved Nedre Eikhaugen. Flomvoll og erosjonssikring på denne strekningen er bygget opp etter prinsipper vist i figur 12.



Figur 12 Legging av membran, fyllmasser, filtermasse og plastringsstein, september 2013 (Foto: Jomar Bergheim, NVE).

På strekninger hvor det var tilstrekkelig areal til disposisjon ble erosjonssikringen lagt opp i to nivå, der et horisontalt midtparti ble brukt som utgangspunkt for maskinarbeidet, se figur 13. Dette fungerer også som framtidig tilkomst, flomareal og tilrettelegging for fiske og rekreasjon.



Figur 13 Arbeid med plastring i to nivå, oktober 2013 (Foto: Jomar Bergheim, NVE).

Vinterarbeid med mye frost og ising var til tider en utfordring. Som første NVE-anlegg i region vest ble det benyttet GPS-maskinstyring. Dette ga svært gode erfaringer for både kvalitet og effektivitet.

Nedstrøms kraftverksutløpet kunne BKK i perioder tilpasse vannføring med redusert kjøring av kraftverket. Fleire kryssende høyspentlinjer ga ekstra utfordring med begrensinger på anleggsarbeidet. Steinuttak på en lokalitet nær jernbanen ga ekstrakostnader på grunn av krav om vakthold, men generelt ga lokale steinressurser god tilgang på stein med lav transportkostnad.

Daleelva er viktig for laks og sjøørret. For å ta vare på disse verdiene ble UNI Research AS leid inn for å vurdere biotopiltak i tilknytning til sikringsarbeidet. Fleire av disse tiltakene ble lagt inn i sikringstiltaket, slik som plassering av steingrupper, utlegging av gytegrus og graving av kulper. Sikringsanleggets utforming og plassering av maskiner under arbeidet ble også tilpasset hensynet til gyteområder på strekningen. I forbindelse med anlegget ble også ødelagte terskler gjenoppbygget på oppdrag for BKK. Tiltaket etter ferdigstilling er vist i figur 14 og figur 15.



Figur 14 Parti av ferdig anlegg i Bergsdalselva i Dale i Vaksdal, juni 2012 (Foto: Jomar Bergheim, NVE).



Figur 15 Parti av ferdig anlegg i Bergsdalselva i Dale i Vaksdal, september 2013 (Foto: Jomar Bergheim, NVE).

4 Gudvangen

4.1 Sammendrag:

Skredsikringsvollene Langegeiti og Nautagrovi var et prosjekt initiert av Aurland kommune for å verne om flere relativt nyoppførte boliger mot snøskred. Riksvegen har også fordel av tiltakene, men skred i Nautagrovi (nærmest sjøen) har skapt problemer for fergekaia og anortositt-lageret ved fergekaia. I senere tid har snøskred forvoldt mindre skader på deler av sentrumsbebyggelsen og kaiområdet, samt at skredvind har krysset oppstillingsplass for biler på kai og hotellområdet. Bygginga skjedde i tidsrommet mai - november 1998. Finansieringa kom i stor grad fra Naturskadefondet. Prosjektledelsen ble utført av NVE.

4.2 Bakgrunn:

Prosessen med å få gjennomført sikringstiltak startet i 1996. Kommunen hadde da gitt tillatelse til bygging av blant annet hotell, kafé og boliger i et skredutsatt område uten å ta tilstrekkelig hensyn til skredfaren. NVE ble kontaktet og det ble utarbeidet foreløpige planer for sikringstiltak i bekkene ned fra Nautagrovi og Langageiti. En oppfølgende sikringsvurdering for Gudvangen ble gjennomført av NGI i 1997, i samarbeid med NVE og landskapsarkitekt, og den avsluttende detaljprosjekteringen av sikringstiltaket ble utført samme år.

4.3 Teknisk beskrivelse:

Skredvollene ligger nært hverandre og i den samme fjellsiden, men de er utformet og dimensjonert ulikt, figur 16.

Langageiti: Skredvollen befinner seg i svært bratt terreng, øvre del av skredvollen er lokalisert i terreng med gjennomsnittlig bratthet på 36 grader. Utforming på vollen gjør at snøskredet vil dreies 18 grader. Skredhastigheten er beregnet til 35 m/s ved toppen av vollen. Ut fra hastighet, vinkel på voll i forhold til skredbane, snømengde, bratthet på voll osv. ble det beregnet at vollen måtte være 12 meter på det høyeste. Vollen avtar gradvis til 7 meter nederst. Vollen starter på kote 170 og er 550 meter lang. Skredvollen beskytter bebyggelsen på nedsiden.

Nautagrovi: Det ble tidlig avklart at ledevollen måtte starte så høyt som mulig i terrenget for å fange hele skredet. Ledevollen er 310 meter lang og har volum på 60 000 m³, se figur 17. Hastigheten på snøskredet ved toppen av vollen er beregnet til 25 m/s. Videre beregninger viste at vollens effektive høyde måtte være minst 10 meter nær øverste punkt i terrenget. Litt lengre ned hvor vollen starter å dreie skredet ble vollhøyden økt til 14 meter. Skredet dreies hele 34 grader. Det er tatt høyde for at det kommer flere mindre skred i samme skredbane i løpet av vinteren, ved dimensjonering av vollen. Vollen avtar gradvis i høyde, og ved veien er den 9 meter høy. Volumet på vollen er beregnet til å være 53 170 m³. Den ble bygd i terreng opp mot 39 grader, og den gjennomsnittlige brattheten er 22 grader. NVE vurderte at de stedlige massene kunne benyttes til å bygge i slikt bratt og utfordrende terreng, og det var ikke behov for tilførsel av masse under byggingen. Nautagrovi beskytter et hotell og oppstillingsplass for fergekaia.

4.4 utfordringer

Det ble fort konstatert at det på grunn av de høye skredhastighetene ville være svært vanskelig å stoppe snøskred med fangvoll. Ledevoll ble tidlig ansett som løsningen. En annen utfordring som dukket opp var spørsmålet om hvor skredet burde ledes. Ved Nautagrovi var hensikten å lede skredet bort fra oppstillingsområdet for fergekaia. Om man ledet skredet sørover ville man lede mot bebyggelse, mens nordover ville man lede skredet mot et anortosittlager. Det ble ikke funnet noen fullgod løsning for anortosittlageret. Valget falt til slutt på å lede skredet nord for bygningene på fergekaia, men ikke så langt nord at anortosittlageret ble vesentlig mer skredutsatt.

Landskapsmessig ble vollene vurdert til å være bilder på veggen i landskapsrommet, og de er godt synlige for mange mennesker i et område med stor turisme. Målet var å utforme vollene på en slik måte at de «tålte å bli sett». Landskapsarkitekten som ble involvert for å få en god miljømessig tilpasning av sikringsanlegget beskrev at: "toppene skal følge jevne linjer med avrundede kanter, plastring skal utføres uten skillelinjer mellom bunn og side i flomløpet og utgravingsområdene skal avsluttes som jevn linje med mer."

Stabilitet

Hvor bratt støtsiden kunne lages var også en utfordring. Løsmassene i området inneholder en stor andel grove materialer. Ved vollene ble jordprøver tatt 4 steder, og med dybde 4-5 meter under overflaten. Øvre del av viftene inneholdt mellom 10-15 % finmaterialer (finere enn 0,075 mm), og avstanden til fast fjell var liten. Det ble beregnet sikkerhetsfaktor 1,5 på stabiliteten til skredvollen i øvre del. En forutsetning for å oppnå tilfredsstillende stabilitet var at øvre del av vollen hvilte på vollen som var lengre ned og i slakere terreng. Man konkluderte også med at det var mulig å bygge en voll med støtside på 39 grader.

HMS

Området er kjent for høy vannføring i perioder med nedbør. Likeså er det både steinsprangfare og ustabile løsmasser i området. Arbeidstilsynet var med på befaring i forkant av arbeidet. Steinsprangfaren var størst mellom de to vollene, og det var fra tidligere bygd en 3 meter høy fangvoll nedenfor vifta mellom skredbanene for å stoppe steinsprang mot bebyggelse. Anleggsveien til skredvollene var spesielt utsatt for steinsprang og risikoen var høyest i perioder med mye nedbør, og i perioder med store temperaturforskjeller mellom dag og natt. Stein til erosjonssikring av vollene ble hentet fra ura, og det ble utarbeidet egne sikkerhetsrutiner for både steinuttaket og anleggstransporten. Det ble også gjennomført risikovurderinger for det skredutsatte området nedenfor anleggsområdet, som også omfattet farer som kunne oppstå som følge av anleggsutførelsen.

Eksempler på aktiviteter som ble vurdert:

- Sprengning – 9000 m³ masse skulle sprenges ut.
- Steinsprang på drivstofflager – fare for ukontrollerte utslipp.
- Arbeid i bratt terreng – fare for at maskiner kan velte.
- Uvedkommende i anleggsområdet kan bli truffet av stein.

Ved Nautagrovi var det enklere terreng å jobbe i enn ved Langageiti, men utfordringen var også her fare for steinsprang. I august forekom det flere steinsprang som førte til evakuering og stans av

arbeidet. Fylkesgeologen var på befaring med helikopter etter hendelsene. Resultatet ble nye og skjerpede rutiner for stans og evakuering i perioder med mye nedbør og stor vannføring i elva/bekken. Det var til sammen 3 - 4 dagers stans i anleggsvirksomheten pga. steinspranghendelser eller fare for steinsprang.

4.5 Erfaringer

Allerede vinteren 1998/99 ble hver av skredvollene satt på prøve av to middels store våte snøskred.

Nautagrovi: 2 våtsnøskred traff vollen med hastighet på 20 m/s, hver med et estimert volum rundt 100 000 m³. En del av det første skredet hadde en vinkel mot skredvollen på 48 grader, som førte til en mindre overtopping av vollen. Det andre skredet fulgte skredbanen som ventet, mens det første skredet allerede var avsatt i skredbanen. Det ble ikke overtopping av skred nummer 2. Våte snøskred og liten dreining av skredene fører til lite energitap for skredene. En større vinkel på vollen i forhold til fallretning for skredet vil føre til høyere energitap, men også høyere stighøyde på skredmassene. Krittisk punkt på skredvollen er i øvre del av vollen der vinkelen mellom vollen og skredets retning er høyest. På grunn av begrenset tilgang på løsmasser i området er ikke dette kritiske punktet forbedret.

Langageiti: To våte skred traff også denne vollen i løpet av vinteren, da med hastighet på 27 m/s, og volum på henholdsvis 60 000 m³ og 50 000 m³. Det ble liten overtopping i øvre del av vollen i begge tilfellene. I nedre del av skredvollen ble det også overtopping, men da fordi det allerede var skredmasser tilstede i skredbanen. Observerte skred og kalkulasjonene gjort i forbindelse med dimensjoneringen er samsvarende i dette tilfellet.

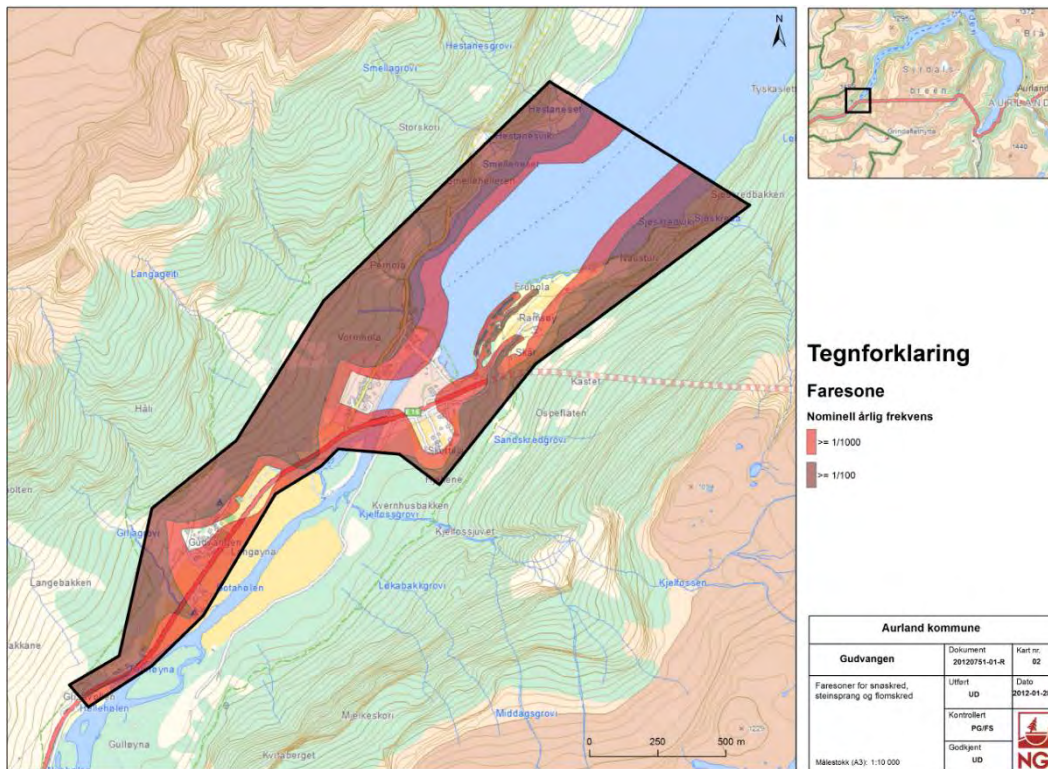
Det må merkes at det i disse tilfellene er snakk om våte snøskred og ikke tørre snøskred som vollen ble dimensjonert for. I 2013 fikk Aurland kommune utarbeidet en ny skredfarevurdering fra NGI for Gudvangen. Se figur 18.



Figur 16 Langageiti midt i bildet, mens Nautagrovi sees til høyre i bildet. (Foto Odd-Arne Mikkelsen, NVE).



Figur 17 Nautagrovi sett fra bensinstasjonen i Gudvangen. Ser fortsatt spor etter vinterens skred i Nautagrovi. (Foto Odd-Arne Mikkelsen, NVE).



Figur 18 Faresoner for Gudvangen i Aurland kommune, utarbeidet av NGI år 2013, rapport 20120751-01-R.

5 Jøkulhlaup ved Supphelle i Sogndal kommune

Et jøkulhlaup er en plutselig flom fra en bredemt innsjø. Slike innsjøer kan dannes langs brekanten, på/under breen, eller foran en bre der en morenerygg demmer opp elva fra denne. Når vann først begynner å renne under, gjennom eller over breen eller moreneryggen, vil smelting og erosjon utvide kanalen slik at vannføringen ut av innsjøen øker raskt. Store deler av den bredemte innsjøen kan da tømmes i løpet av kort tid (timer til dager). Flommer fra jøkulhlaup kan bli voldsomme og føre til store skader.

Den 8. mai 2004 oppsto det flom fra jøkulhlaup ned Tverrdalen mot Supphelledalen (se figur 19). Flommen startet ved Flatbreen i 1000 meters høyde, og jøkulhlaupet ble i dette tilfellet utløst av brudd i en morenerygg som demmet opp et vann. Vannmassene ble ledet over i Tverrdalen, der de ikke gikk normalt. Vannmassene kom raskt opp i meget høy hastighet, og det oppsto omfattende erosjon i løsmassene langs den ravelignende trange dalen. De eroderte massene bestod i hovedsak av morenemasser og eldre flomskredavsetninger.



Figur 19 Oversiktsbilde av jøkulhlaupet slik det så ut tre år etter hendelsen (Foto: Anders Elverhøi, 2007).

Undersøkelser har vist at så mye som 240 000 m³ løsmasser ble fraktet nedover og pøst ut i dalbunnen ved Supphelle, hvor gården Øygarden ligger (Breien, H. et al., 2008) (se figur 20, venstre bilde). I overgangen mellom Tverrdalen og dalbunnen ved Supphelle ble det dannet en stor vifte av steinblokker. Dette området ligger omtrent 20 m.o.h. Total utløpsdistanse fra Flatbreen og ned til der hvor vifta starter er ca. 3000 meter (Breien, H. et al., 2008). I dalbunnen ble et areal på 250 000 m² oversvømt av en blanding av vann og finkornige sedimenter. Dette rammet jordbruket hardt.

Årsaken til jøkulhlaupet var trolig at dreneringsmønsteret under breen endret seg, og at smeltevannet drenerte vestover mot Flatbredalen i stedet for østover mot Supphellebreen, som normalt. Vannet bygde seg opp på baksiden av moreneryggen ved enden av Flatbreen, og ble holdt

tilbake en viss tid, før morenen plutselig kollapset og flomvannet kunne fosse fritt (se figur 20, høyre bilde).



Figur 20 Venstre bilde viser utløpet av Supphelleskredet, med skredvifte og en del av det oversvømte arealet. Gården Øygarden ligger i midten av bildet. Høyre bilde viser den drenerte bresjøen og moreneryggen (Begge foto: Hallgeir Elvehøy, NVE.).

Det har vært to lignende hendelser tidligere; i 1924 og 1947. Disse to flomskredene fulgte samme renne, men var mindre i størrelse og hadde ikke like stort skadeomfang (Breien, H. et al., 2008). Man antar at skredene også den gang ble utløst av plutselig drenering av Flatbreen.

I etterkant av skredet har NVE jobbet med å renske og sette i stand Tverrelva. Elveløpet ble gravd opp og sikret mot erosjon. I tillegg har gården Øygarden fått skred- og flomsikring (figur 21). Det er bygd ledevoller med kraftig erosjonssikring, og NGI har prosjektert deler av sikringstiltakene. Det har ikke oppstått jøkulhlaup etter at sikringstiltaket ble ferdigstilt.



Figur 21 Ferdige sikringsvoller ved Kvednagrovi (Foto: NVE).

6 Kjøsnesfjorden

6.1 Innledning

Kjøsnesfjorden er en 9 km lang arm av Jølstravatnet, 208 moh. Dalføret fortsetter ytterligere 2,5 km fra Lunde innerst i fjorden og opp til tunnelinnslaget for Fjærlandstunnelen. Fra Jølstravatnet og dalbunnen stiger fjellsidene bratt opp 1000 meter til ca. 1200 moh. Riksveg 5 går langs vannet i hele fjordens lengde og videre inn til Fjærlandstunnelen. Veggen ble bygd som vegutløsning til bygdene Lunde i 1980 og Fjærland 1986, og i 1995 ble den koblet til bompengeanlegget Fjærland – Sogndal. Veggen har i dag en gjennomsnittlig trafikkmengde (årsdøgntrafikk) på 1350 kjøretøy i døgnet.

Veggen er og har vært utsatt for skred flere steder og er i dag sikret med flere tunneler, skredoverbygg og voller.

Det er fortsatt gjenstående skredproblemer, og det er derfor planer om å forlenge Stølsnestunnelen helt frem til Kjøsnes. Dette innebærer omlag 6,5 km ny tunnel og at hele strekningen langs vannet vil gå i tunnel. Planlagt oppstart for prosjektet er i 2018.

Den mest ekstreme skredsituasjonen i Kjøsnesfjorden oppstod på ettermiddagen søndag 14. november 2004. Der var ikke tele i bakken, og etter et snøfall på 30-50 cm oppstod en kraftig temperaturstigning. Snøen gikk over til sørpe som raste fra fjellsidene og grov kraftig ut stein og jord i ca. 13 elveløp ved riksvegen innover fjorden. Til sammen ble ca. 35 kjøretøy med tilsammen 67 menneske innesperra mellom sørpeskred på tre parti langs veggen. 4 biler stod innesperra ved geitefjosen ved Vikane I, 26 biler i Pevika og 5 biler ved Stølsneset. Med utrolig hell ble ingen personer alvorlig fysisk skadd.

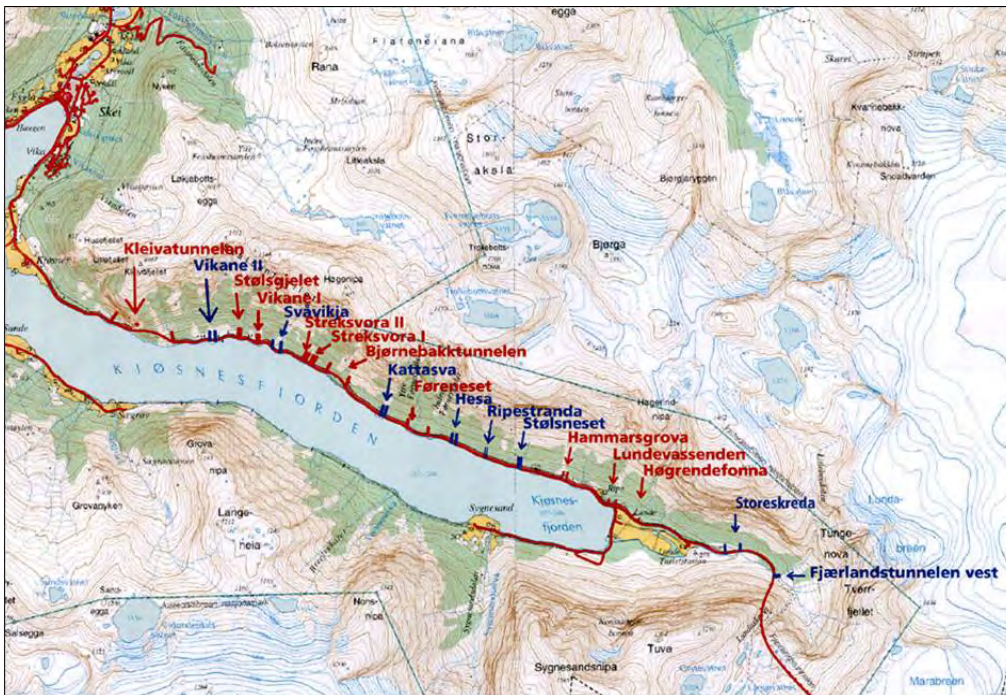
Av de 13 elveløpa så var det særlig i 6 løp (Svarthammargjelet, Vikane II, Tongeholtgjelet, Hesa, Stølsneset og Lundevasenden) at biler og passasjerer kunne kommet til skade.

Mellom 1997-2002 ble det utført skredsikringstiltak for tilsammen 43 mill.kr. Det ble blant annet bygd 300 meter løsmassetunnel ved Føreneset, skredoverbygget Streksvora II ble forlenga og 4 ledevoller/magasin mellom Bjørnebakk- og Kleivatunnelen ble bygd. Etter denne tid er Stølsnestunnelen på 2,6 km bygd.

I stigninga fra Lunde og opp til innslaget på Fjærlandstunnelen er det 3 løp for store tørrsnøskred, Lundevasenden, Høgrendefonna og Storeskreda. Disse går relativt sjelden, anslagsvis hvert tiende år. Ved to av disse er det planer om å bygge voll. Ved Storeskreda vil ikke voll hjelpe nok, her kan ca. 300 meter betongtunnel i dagen vera løsningen.



Figur 22 Kjøsnestjønden, sett mot vest (Foto: Svein Helge Frækaland).



Figur 23 Det er totalt 17 skredløp som skaper problemer for vegen gjennom den 9 km lange fjordarmen langs Jølstravatnet.

6.2 Føreneset

Skredområdet ved Føreneset har to markante skredløp, Indre og Ytre Førenesgjelet. Begge skredløpene kanalisierer skred fra 3 mindre markante gjel som ligger mellom 1000-1100 moh. Det antas at de fleste snøskredene løsner fra disse gjelene som kan samle opp store mengder med snø fra sektoren nordvest til nordaust. Det kan derfor gå store skred samtidig, eller rett etter hverandre i samme skredløp ved ugunstige værforhold. De vanligste skredsituasjonene som oppstår i skredløpene er våte snøskred, eller sørpeskred, som løsner under mildværromslag etter kraftige snøbyger fra nordvest til vest. Mildværromslaget består gjerne av intenst regn kombinert med fønvind, noe som vil tilfører snødekket store mengder vann i løpet av kort tid.

De våte skredene følger de kanaliserte skredløpene helt fra løsneområdet og ut på skredviften. Den øvre delen av skredviften fortsetter å kanalisere skredene et godt stykke ut i utløpsområdet via de dype bekkeløpene. Skredmassene begynner derfor ikke å spre seg før de har kommet forholdsvis langt ut i utløpsområdet, ca. 100 meter ovenfor overbygget, da forsenkningene i terrenget og terrenghelningen er mindre her. Skredene kan spre seg flere titalls meter til sidene og sperre vegen på utsiden av begge portalene. Den østre portalen er mest utsatt og vegen her har flere ganger blitt sperret av skredmasser som har spredt seg utover overbygget.



Figur 24 Oversikt Føreneset løsmassetunnel (Fra Norgebilder.no).



Figur 25 I 2002 gikk det et skred fra Indre Førenesgjelet som sperret vegen foran portalen (Foto: S. H Frækaland).

Dette er et eksempel på at skredene kan spre seg sidevegs mer enn antatt når skredbanen løftes ca. 10 meter i forhold vegnivå. Slike forhold er viktigere å ta med dette i betraktning når lengden på et overbygg skal bestemmes. I dette tilfelle har lengden av overbygget blitt for kort. Man kunne ha beholdt lengden hvis man hadde bygd et par ledevoller for å lede skredmassene konsentrert over overbygget.

6.3 Støylnestunnelen, vestre portal

Etter at Støylnestunnelen ble ferdigbygd, ble vegen rett vest for vestre tunnelportal lagt noe lenger inn i terrenget enn før. I tillegg ble området på oversiden av vegen snauhogd (se figur 26). Det er ikke registrert skredaktivitet på gammel veg som lå ca. 10 m lengre ut i forhold til dagens veg. Før den nye vegen kom var det en ur rett over gammel veg, denne ble også fjernet for å få plass til dagens veg. Fjerning av skog og ur, samt innlegging av veg kan være hovedårsakene til at den nye vegen har blitt mer eksponert for snøskred. Skredene løsner på de bratte svæne som vist på figur 26 og løsner når vanninnholdet i snøen øker. Skredene som kommer i dette området er for det meste mindre våte svaskred som har en glidende bevegelse.



Figur 26 Viser antatt løsneområdet til snøskred ved Støylnestunnelen (Foto: S. H Frækaland, 2011).

Da tunnelen var ferdig, ble det satt opp et steinspranggjerde på 1500 kJ for å sikre vegen mot steinsprang. Vinteren 2011 (mars) gikk det to mindre våte snøskred fra to skredløp. Fanggjerdet ble fylt opp og delvis ødelagt av disse hendelsene



Figur 27 Skredmasser har fylt opp og knekt 2 stolper i gjerdet (Foto: Kristian Kjesbu).



Figur 28 Skredmasser har fylt opp gjerdet fra to forskjellige skredløp. Terrenget over består av bratt svaberg (Foto: Kristian Kjesbu).

Steinspranggjerdene ble delvis ødelagt av disse hendelsene, og viser at denne nettypen ikke er dimensjonert for å ta den dynamiske lasten som er i snøskredene. Det finnes fanggjerdene på markedet som er dimensjonert for snøskred og mer glidende krefter enn steinsprang som vil ha en

impulslast. Nettyper som kan brukes for sikring mot flom- og snøskred er beskrevet i en erfaringsrapport fra en studietur til Sveits (Håland og Langelid, 2015).

6.4 Bjørnebakktunnelen - Kleivatunnelen

Mellom Bjørnebakktunnelen og Kleivatunnelen (figur 29) er det 7 skredløp der det går både snøskred og flomskred.



Figur 29 Oversikt over skredløpene mellom Bjørnebakktunnelen og Kleivatunnelen.

Tongeholtjølet, Vikane 1, Stølsjølet og Vikane 2 er sikret med terrengtiltak i form av fangvoller, ledevoller, og sedimentasjonsbasseng i utløpsområdet ovenfor vegen. Utløpsområdene har helning opp mot 25 grader på det bratteste. Vollene er for det meste bygget i 1:1,5 med stedlige masser, men støtsiden på krokvollen ved Tongeholtjølet er muret opp 3:1 med naturstein, se figur 30 og figur 31. Krokvollen er en kombinasjon av lede- og fangvoll, der den øverste delen er bygd som en ledevoll og den nederste «kroken» har funksjon som en fangvoll. Alle disse tiltakene er primært utformet for å sikre mot sørpeskred.



Figur 30 Nedre del av krokvollen er murt opp med en helning på 3:1 i naturstein (Foto: Gunne Håland).



Figur 31 Krokvollen har en helning på 3:1 på støtsiden og 1:1,5 på lesiden (Foto: Gunne Håland).



Figur 32 Oversikt over terrengiltakene mellom Bjørnebakktunnelen og Kleivatunnelen (Foto: S. H Frækaland).

6.5 Vurdering av sikringseffekt

Overbygget på Føreneset ble bygd for kort sannsynligvis fordi man har undervurdert størrelse på skredene, og at det kan komme flere skred etter hverandre i hvert skredløp. I tillegg har man også undervurdert at skredene vil bre seg mer sidevegs når skredbanen heves. Slike forhold er viktig å ta hensyn til når lengden av et overbygg skal bestemmes. Et hjelpemiddel for å unngå dette kan være å ta i bruk numeriske simuleringsprogrammer som beregner skredbevegelse over et 3-dimensjonalt terreng. Dersom man legger inn en terrengmodell der skredbanen er hevet kan modellene beregne hvordan skredet vil bre seg sidevegs på overbygget.

Terrengtiltakene vist i figur 32 gir sjelden en 100 % sikringseffekt, men i dette tilfelle har tiltakene hatt god effekt. Når man skal dimensjonerer slike tiltak er det viktig å kjenne til størrelsen på skredene som kan oppstå i skredløpet. Detaljert studie av tidligere hendelser og størrelse på potensielle løsnemråder er derfor viktig før man skal dimensjonere. Stølsjølet har noe for lite magasin og viser at man fort kan undervurdere skredvolum og hastighet. Flere av terrengtiltakene har derfor blitt noe oppgradert i senere tid når man har sett at de har vært noe underdimensjonert. Har man tilgang på naturstein, anbefales det at støtsidene mures opp med en helning på 2:1-3:1 slik at vollene får bedre fang- og bremseeffekt.

Figur 30 og figur 31 viser at noen av vollene har bratt vollside og høye skråninger, noe som kan utgjøre et faremoment for mennesker som går langs vollkronen. Det ble under befaringen diskutert om det burde vært montert rekkverk langs vollkronen for redusere faren for at noen faller ned fra vollen. En slik løsning vil kreve store krav til fundamentering og styrke på gjerdene slik at de tåler skredlastene.

Skredområdet ved Støylnestunnelen er interessant med tanke på å teste ut nye nettløsninger av fanggjerdar som er utviklet i Sveits og Østerrike. I skredområder der det er fare for både steinsprang og snøskred er det viktig at gjerdene er dimensjonert for å tåle begge lasttypene. Det finnes flere leverandører som har utviklet slike fanggjerdar (Håland og Langelid, 2015). Det ser imidlertid ut (i skrivende stund) til at det blir en tunnelloøsning fra munningen på Fjærlandstunnelen og gjennom hele Kjøsnestfjorden til Kleivatunnelen, noe som vil fjerne dette skredpunktet.

7 Steindøla i Stryn kommune

Elva Steindøla ligg i overkant av 10 km vest for Stryn sentrum. I juli 2011 var det en stor skadeflaum i denne elva. Busetnaden vart evakuert og det oppsto skader på bruer, vegar og eit kraftverk.

Elveløpet er som vist i figur 33 bratt og med eit avgrensa vegetasjonsdekke over fjell.



Figur 33 Oversyn Steindøla etter flommen (Foto: NVE).

I sikringstiltaket som er gjennomført er elva tilbakeført og sikra i sitt opprinnelige elveleie. Det spesielle med dette sikringstiltaket var at det ble naudsynt med omfattande sprengningsarbeid for å oppnå tilstrekkelig tryggleik og kapasitet på løpet.

Det bratte terrenget med mykje blankskurt fjell ga utfordringar under anleggsutføringa. Største utfordringa låg i plasseringa av så mykje lausmassar fra sprengningsarbeidet i så bratt terreng. Det meste av massen måtte lempes ned løpet for å få det ut de tre anleggsvegane som vart etablert inn i elveløpet. I tillegg var det bratte området utfordrande i høve til tryggleiken for anleggsarbeidarane.

Sikringsanlegget/elveløpet er i hovedsak råspregt nytt elveløp. Mindre deler av elva er sikring med tørrmuring med utsortert stein fra anleggsområdet. Tørrmurane er forankra inn i fjell ved utsprengte nisjer/grøfter langs elveløpet.



Figur 34 Øvre del av elva (Foto: NVE).



Figur 35 For å få god nok kapasitet på elveløpet, har ein i nokre parti sprengt seg langt ned i fjellet (Foto: NVE).

Spesielt for Steindøla var det bratte terrenget. Særskilt utfordrande vart det å arbeide vinterstid med islagt overflate. For å løyse utfordringane i høve til tryggleiken, valde ein å grave vekk isen og legge ut sprengt stein på overflata. Denne vinteren var det relativt lite frost i høve kva som er vanleg. Dette reduserte monaleg faren med å arbeide i det bratte terrenget. Steinmassane vart som nemnt flytta

nedover i elveløpet etter kvart som ein arbeidde seg nedover til ein kunne fjerne den via tilkomstveg. Mykje av massen vart lagra vest for elva og nedstraums fylkesvegen. Samla vart det sprengt ut om lag 24.000 m³ fjell i elveløpet fordelt over 1,2 km. Dette gav elveløpet ei botnbreidde på 8-10 m og ei djupne på inntil 2 m avhengig av terrenget i og kring elva. Det var eit godt samarbeid med Stryn kommune som m.a. med økonomisk stønad frå oss prosjekterte og bygde opp att bruene som var øydelagde.

Flaumen påverka flora og fauna monaleg meir enn anleggsarbeidet. Omfanget av skaden utanom sjølve elveløpet går fram i figur 33. For å avbøte desse skadane vart det gjort avtale med eit kompost/renovasjonsfirma om tilføring av vekstjord. Arbeidet med reetablering av arealet utanfor elveløpet, vart gjort i nært samarbeid med naturskadefondet, noko som òg gjeld skader på t.d. vasstilførsel. Det vart skreve transporterklæring i høve erstatning frå fondet og det arbeidet NVE gjorde. Figur 37 og figur 38 syner arbeidet med jordtilførsel. Der det ikkje skulle etablerast ny eng, legg ein til grunnetablering av naturleg vegetasjon.



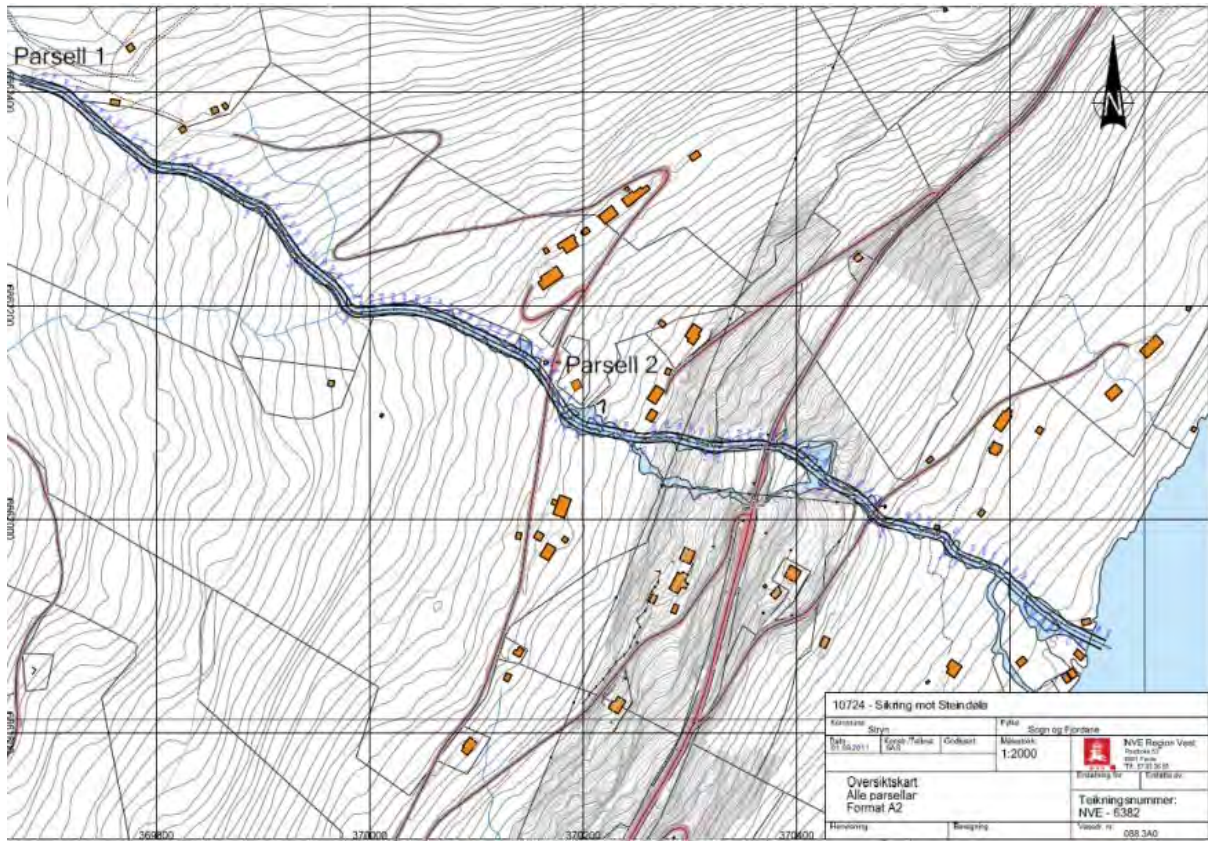
Figur 36 Ferdig utsprengt elveløp. Nedre del sett opp mot øvste busetnaden (Foto: NVE).



Figur 37 Ferdig utsprengt elveløp sett frå øvre del og ned mot øvste busetnaden. Nordfjorden i bakgrunnen (Foto: NVE).



Figur 38 Mot utløpet i Nordfjorden. Venstre side er påfylt vekstjord og tilsådd (Foto: NVE).



Figur 39 Plankart Steindøla.

8 Gjølmunna ved Loen i Stryn kommune

8.1 Bakgrunn

Gjølmunna er et elveløp som dannes av to bratte elvekløfter og som danner en stor skredvifte. På skredviften som ligger ved Loen i Stryn er det bygd både et større hotell/turistanlegg og flere boliger. NVE bygde en ledevoll for å sikre bebyggelsen på begynnelsen av 1970-tallet. Senere skredvurderinger har vist at dette sikringstiltaket ikke gir tilstrekkelig sikkerhet, og det er store verdier som er utsatt for skade ved eventuelle fremtidige skred. Området er utsatt for både snøskred, sørpeskred og flomskred.

NVE prioriterte i 2014 oppstart av et nytt sikringstiltak som forsterker og utvider sikringsanlegget. NGI var leid inn som konsulent til dimensjonering av de nye sikringsvollene. Sikringsarbeidene var godt i gang under befaringen.



Figur 40 Gjølmunna med tilhørende skredvifte og hus oppå (Foto: Helge Leiv Nordvik, NVE).

8.2 utfordringer og erfaringer

Området er utsatt for flere skredtyper, men skredfarevurderinger har konkludert med at det er snøskred som er dimensjonerende for sikringstiltakene. Bebyggelsen ligger langs nedre del av skredvifta, og det har vært utfordrende å vurdere hvordan flom- og skredmassene vil kunne gå ned mot dette området. Sikringsanlegget måtte foruten å være kraftig og langt nok også være dimensjonert til å styre flom- og skredmassene utenom utsatte verdier.

Området er svært bratt og terrenghelningen i planområdet er ca 30 %. Dette har gitt utfordringer både ved bygging av anlegget og for anleggsveier tilknyttet dette.

De høye vollkonstruksjonene som har bratt støtside plasseres i et område der det er mye ferdsel. Det er planlagt gangsti over vollen i øvre del slik at dyr og folk kan passere området etter at sikringsvollen er bygd. Det vil bli etablert en wire med markering som gjerde langs toppen av vollen.



Figur 41 Plankart for tiltaket i Gjølmunna.



Figur 42 Gjølmunna 2014. Anleggsområdet rydda for vegetasjon. (Foto: Helge Leiv Nordvik, NVE).

Største utfordringer knytt til utføringen av sikringstiltaket er sortering av masser og disponeringen av disse uten handtering av massene mange ganger. I tillegg er det alltid utfordrende med jobbing i så bratt terreng gjennom hele årstiden. Ut fra risikovurderinger gjort i forkant av anleggsperioden så er anleggsområdet delt opp i ulike områder som kan jobbes på. For eksempel så vil det i vinterhalvåret kun vere mulig å jobbe i nedre del av anlegget, nedenfor profil 220, og til tider stopp i anleggsaktiviteten ved stor skredfare.



Figur 43 Gjølmunna sett frå Via Ferrata. Arbeidsområde er flytta til nedre del grunna vinter i vente. (Foto Krister Kristensen, NGI).



Figur 44 Gjølmunna 2014. Sikringsarbeid under utføring. (Foto: Anders Muldsvor, NVE).



Figur 45 Høstflom i Gjølmunna 2014. (Foto: Helge Leif Nordvik, NVE).

9 Oppsummering

Denne befaringen langs de mest sentrale skredområdene på Vestlandet har vært interessant og lærerik for fagpersonellet som var med på turen. Flere av deltakerne hadde ved tidligere anledninger befart og vurdert sikringstiltakene bygd av egen etat. Det at vi denne gang foretok en fellesbefaring ga økt verdi, også ved befarings av «egne» tiltak. Vi opplever at noe ulik innfallsvinkel mot likartede prosjekt og problemstillinger er lærerik for alle parter, og vi vurderer at vi bør søke å få gjennomført denne typen fellesbefaringer også i fremtiden.

En erfaring som gikk igjen ved flere av befaringsmålene var at prosjektene hadde godt fokus på å oppnå tilstrekkelig sikkerhet ved ferdigstilling av anleggene. Det var imidlertid mindre systematisert hvordan helse, miljø og sikkerhet skulle ivaretas under selve byggingen av sikringsprosjektene. Alle etatene synes å ha et forbedringspotensiale på dette området, og vi har innen dette området også stor nytte av å kunne dra veksler på hverandres erfaringer.

Erfaringene fra Kjøsnestfjorden og Stanghelle viser at det fortsatt er noe å lære, spesielt når det kommer til valg av type tiltak og dimensjonering av valgt løsning. I Kjøsnestfjorden har man siden 1997 sikret vegen etappevis med ulike typer terrengtiltak, overbygg og kortere tunnelstrekninger. Det viser seg at de fleste terrengtiltakene som ledevoller, fangvoller og sedimentasjonsbasseng har hatt relativt god sikringseffekt, men slike tiltak vil aldri kunne gi 100 % sikkerhet. Videre så vi at det er lett å undervurdere skredfrekvens, størrelse på skredene og skredutbredelse når man skal dimensjonere de ulike sikringstiltakene. Flere av terrengtiltakene i Kjøsnestfjorden har blitt oppgradert etter hvert som hendelser har vist at de har vært noe underdimensjonert. Når man skal vurdere lengde av et skredoverbygg er det i tillegg utfordrende å anslå hvor mye skredene vil spre seg til sidene som et resultat at man hever skredbanen. Et hjelpemiddel vil være å gjøre en skredsimulering der man har lagt inn en heving av skredbanen i terrengmodellen.

Fanggjerdene ved Støylsnevestunnelen viser at de originale steinspranggjerdene på 1500 kJ ikke tåler kreftene fra mindre glidende snøskred. I Alpelandene er det utviklet fanggjerdene som tåler både punktlast fra steinsprang og dynamiske laster fra mindre snøskred. Slike gjerdene er aktuelle tiltak i skredområder der man har problemer med både steinsprang og snøskred.

Noen av vollene i Kjøsnestfjorden har bratt vollside og høye skråninger, noe som vil utgjøre et faremoment for mennesker som går langs vollkronen. Det ble diskutert om det burde vært montert rekkverk langs vollkronen for redusere faren for at noen faller ned fra vollen. Dette vil i så fall kreve god fundamentering og styrke på gjerdene med tanke på at de må tåle skredlastene. Rent skredfaglig anbefales det likevel at støtsidene mures opp med en helning på 2:1-3:1 slik at vollene får bedre fang- og bremseeffekt, hvis man har tilgang på naturstein.

I Kjøsnestfjorden går det nå mot en sikringsløsning hvor vegen legges i tunnel langs hele fjorden for å eliminere skredproblemet. Dette er et tegn på at samfunnet stiller stadig høyere krav til sikkerhet, noe som medfører at skredsikringen som allerede er bygd ikke gir tilfredsstillende sikringsnivå, selv om mange av tiltakene har fungert etter hensikten. Trafikkmengde, hyppige store skred og dårlige omkjøringsmuligheter er sannsynligvis hovedårsakene til at man nå ønsker å bygge det meste av strekningen i tunnel.

Andre nyttige erfaringer som ble gjort på turen gjaldt ledevollene i Gudvangen og ved Gjølmunna. Vollene er bygd i bratt terreng, og bygging under slike forhold krever nøye vurderinger og planlegging av hvordan selve anleggsdriften skal kunne utføres for å ivareta nødvendig sikkerhet. Det kunne med fordel vært utarbeidet en mal for sikkerhetsrutiner for denne type anleggsutførelse.

Den selvrensende risten, dimensjonert og bygd av Jernbaneverket på Langhelle, er et godt eksempel på hvordan en kan utvikle gode sikringstiltak på steder der dette i utgangspunktet synes å være svært utfordrende. Jernbaneverket har i dette tilfellet med hell tatt i bruk teknikker utviklet for et annet bruksområde. Det har imidlertid også vært utfordringer med den valgte konstruksjonen. Manglende hydrologiske beregninger før bygging førte til at utløpet og stikkrennen ble underdimensjonert. I tillegg er ikke ristearrangementet optimalt ved lave vannføringer. Erfaringer fra den selvrensende risten på Langhelle viser at slike løsninger kan være billige og effektive sikringstiltak i bekkeløp der det går små masseførende skred.

Erfaringene fra befaringen på Stanghelle viser at det ofte lønner seg å samarbeide om skredsikringen der flere etater har det samme skredproblemet. På denne lokaliteten er både veg og bane utsatt, i tillegg til ventende personer på Stanghelle stasjon. Fanggjerdet som ble satt opp har vist seg å fungere tilfredsstillende.

Ved Dale ble et kraftig erosjonssikringstiltak langs Bergsdalselva befart. Befaringen viste hvordan denne type erosjonssikring og plastring kan utformes i tilfeller da flomkreftene er spesielt store.

10 Referanser

Breien, H., De Blasio, F. V., Elverhøi, A., Høeg, K., 2008. *Erosion and morphology of a debris flow caused by a glacial lake outburst flood, Western Norway*. Landslides. Springer-Verlag, 10 s.

Håland og Langelid, 2015. *Studietur Sveits*. NVE Rapport 61/2015.

Jernbaneverket, 2015. *Jernbanestatistikk 2014*.

NVE, 2014. *Sikring mot tiltetting av renner*. NVE Fakta 2014.

Statens vegvesen, 2012. *Skredsikringsbehovet for riks- og fylkesvegar i Region vest*. 20 s.

Vedlegg 1 Oversikt over etatenes regelverk

Oversikt over etatenes regelverk og veiledninger for planlegging, gjennomføring, drift og vedlikehold av sikringstiltak mot skred (pr. desember 2015)

Statens vegvesen

Håndbøker (De mest sentrale er nevnt, oversikt over alle håndbøker er tilgjengelig på www.vegvesen.no/handboker):

- N200 Vegbygging
- V220 Geoteknikk i vegbygging
- V139 Flom- og sørpeskred, utgitt 2014.
- V138 Veger og snøskred, utgitt 2014.
- V137 Veger og drivsnø, utgitt 2012.
- N400 Bruprosjektering
- N500 Vegtunneler

Rapporter:

- VD-rapport nr. 32 «Sikring av veger mot steinskred». utgitt 2011.

NVE

- Vassdragshåndboka, 2010
- Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein (Jenssen og Tesaker, 2009).
- Kvikkleireveilederen – veileder 7/2014

Jernbaneverket

- Teknisk regelverk, <https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning>
- Lærebøker, <http://jernbanekompetanse.no/wiki/Underbygning>



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

