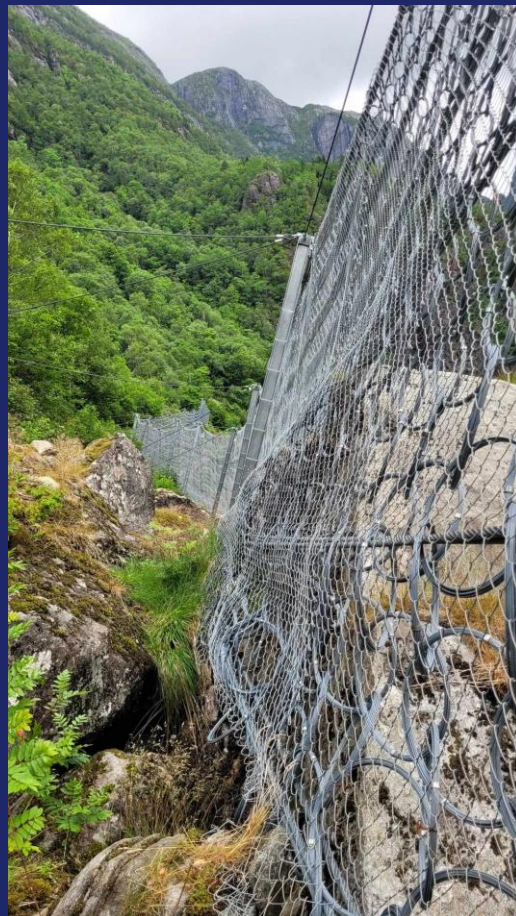


# Bane NOR og klimatilpasning

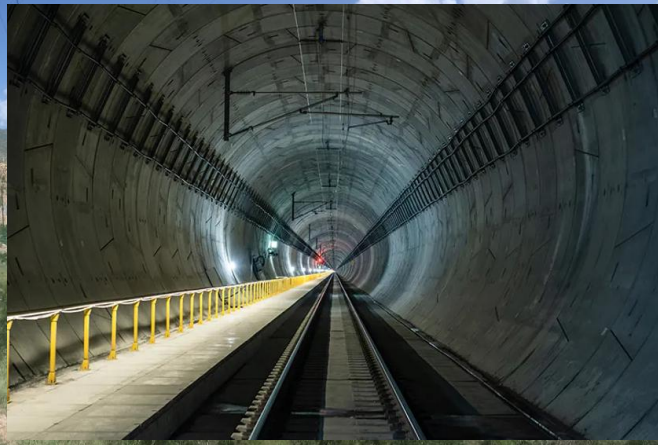
**BANE NOR**





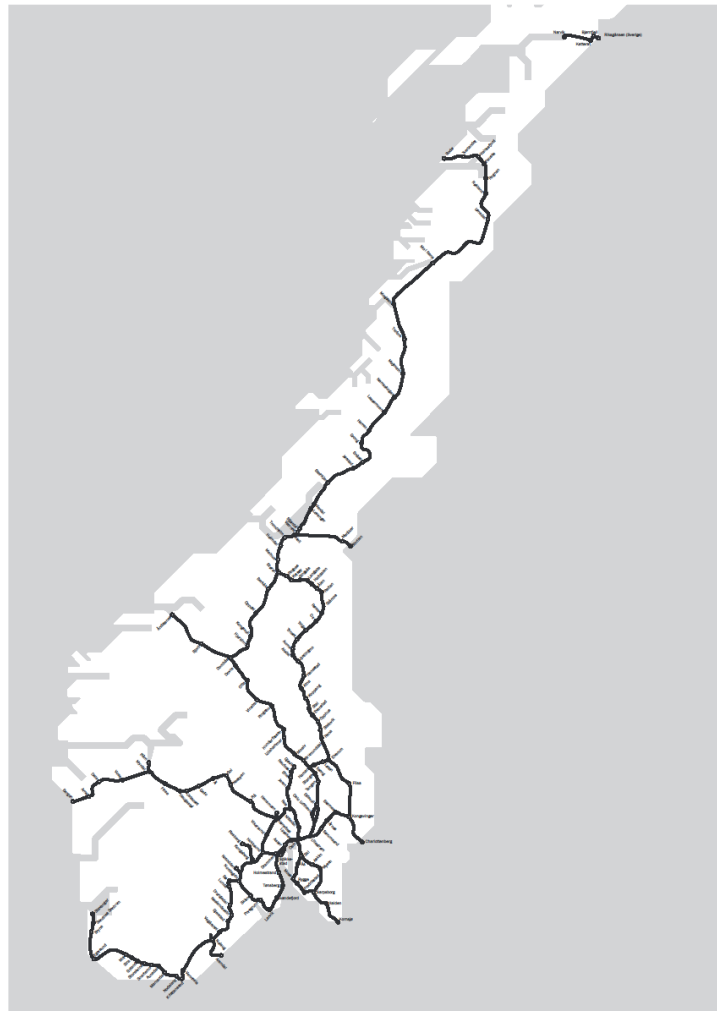
# Introduksjon

- Kristine Jarsve
- Jobbet i Bane NOR i ett år
- PhD i modellering av flomskred (debris flows) i Kina
- Jobbet med tetting av Blix det siste året



# Bane NOR - Jernbanen i Norge

- Bane NOR har ansvaret for infrastrukturen
  - 4196 km
    - 2456 km er elektrifisert
    - 296 km dobbeltspor
    - 740 tunneler
- Tog kjøres av VY, GoAhead, og SJ



# Klimaforandringer, flom, og skred

- Villere vær med større ekstremer
- Mer (ekstrem) nedbør → mer flom/overvann og skred
- Mer tørke → mer flom/overvann (og skred)
- Viktig å ha kontroll på vannet!



# Top 10-risker i Bane NOR

Flom på 3.-plass

Skred på 9.-plass



| #  | Risiko                                          |
|----|-------------------------------------------------|
| 1  | Sammenstøt tog-person/kjøretøy på planovergang  |
| 2  | Sammenstøt tog-person (utenfor planovergang)    |
| 3  | Avsporing (knyttet til underbygning/utglidning) |
| 4  | Sammenstøt tog-tog                              |
| 5  | Ulykke under arbeid i og ved spor               |
| 6  | Arbeidsulykke (ansatt/entreprenør)              |
| 7  | Uvedkommende skadet på forbudt område           |
| 8  | Avsporing (ikke knyttet til underbygning)       |
| 9  | Sammenstøt tog-skred/steinsprang                |
| 10 | Lammelse av togtrafikken                        |
| 11 | På-/avstigningsulykke                           |
| 12 | Ukontrollert hendelse på knutepunkt             |
| 13 | Sammenstøt tog-annet objekt (ikke skred/stein)  |
| 14 | Brann i gammel tunnel                           |
| 15 | Kvikkleireskred                                 |
| 16 | Skade fra mistet last                           |
| 17 | Brann i moderne tunnel                          |
| 18 |                                                 |
| 19 |                                                 |



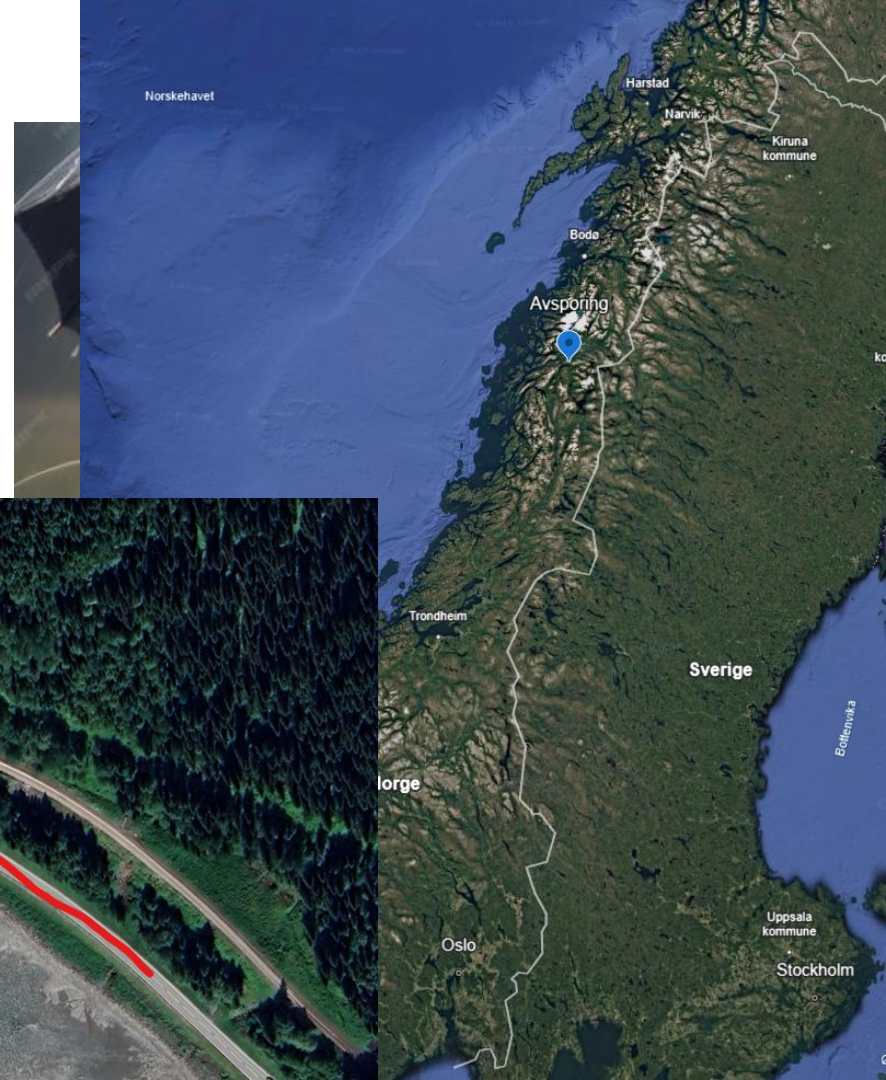
# Flom og skred i et større perspektiv

- Samfunnssikkerhet, klimatilpasning
- STY: Styringsdokumenter om klimatilpasning

*"Klimatilpasning er en del av driften"*

- Generiske kontroller
  - Drenering
  - Skjæringer
  - Sideterreng
- Værberedskap

Side 6



# Hva er klimatilpasning?

Å **forstå konsekvensene** av at klimaet endrer seg

Å **tilpasse** seg endringene





# Samfunnssikkerhet

- Sikring av kritisk samfunnsstruktur og samfunnsfunksjoner
- Digital sikkerhet
- Støtte til forsvaret
- **Klimatilpasning (flom og skred)**
- Beredskap

## Samfunnssikkerhet

### Rapportering på strategi for samfunnssikkerhet

Basert på Samferdselsdepartementets «Strategi for samfunnssikkerhet i transportsektoren – desember 2020»

#### 2. halvårsrapportering – 2024



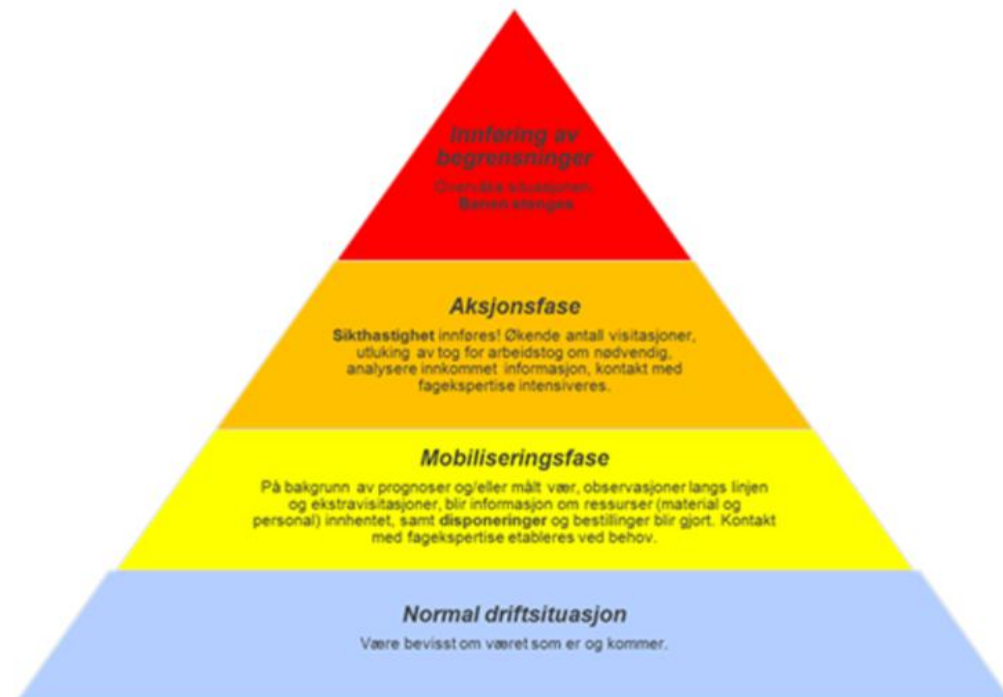


# Konsernprosedyre for klimatilpasning

Gjelder hele Bane NOR sin virksomhet

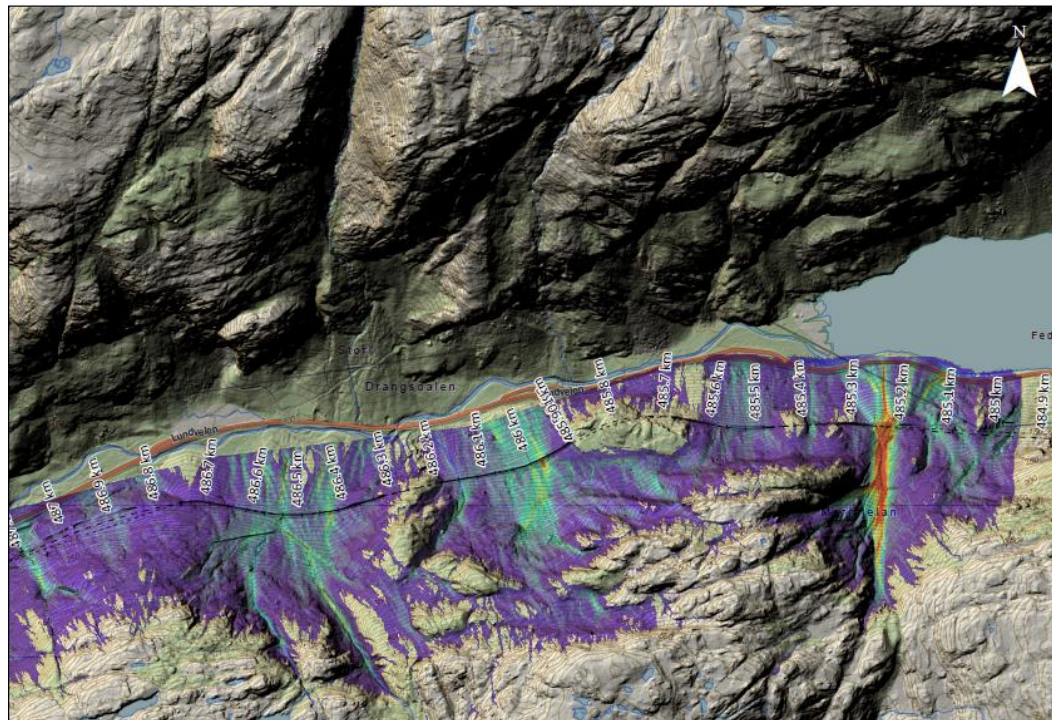
Klimatilpasning av eksisterende infrastruktur:

- Skredfarekartlegging og flomberegning etter standardisert metodikk
- Innsatsen skal være risiko- og nyttekostbasert
- Værberedskap



# Skredfarekartlegging

- Hvert 6. år
- Kartlegge skredfaren i sideterrenget til jernbanen
- Alle typer skred, utenom kvikkleireskred
- Foreslå skredsikringstiltak
- Nyttekostberegning av sikringstiltak



# Oppdragsbeskrivelse

## 1.1 Generelt

Skredfaren i sideterreng fra fjell, alle typer løsmasseskred, samt snøskred og isnedfall skal vurderes i dagsoner langs banene i tabellen under. Tunneler og fjellskjæringer skal ikke kartlegges. Løsmasser helt ned til sporet skal kartlegges.

Sikringstiltak som reduserer eller fjerner risikoen for skred skal foreslås og prioriteres etter nyttekostverdi. Bane NORs metodikk for å beregne nyttekostverdi av skredsikringstiltak er nærmere beskrevet under. Bane NOR ber ikke om detaljprosjektering av tiltak, men ønsker at dimensjonering av sikringstiltaket og plassering i terrenget grovt skal estimeres, (f.eks. steinspranggjerd 3000 kJ med omtrentlig trasé markert på kart og bilde). Bane NOR ønsker primært å bruke sikring som hindrer skred i å nå jernbanen, men ser positivt på forslag til alternative kostnadseffektive, innovative sikringsløsninger.

Der det blir observert eksisterende sikring i terrenget skal det grovt vurderes om sikringen er tilfredsstillende, og foreslås eventuell oppgradert eller alternativ sikring. En liste over eksisterende sikringstiltak som er registrerte i Banedata utleveres, men registreringene kan være mangelfulle. Bane NOR ønsker en liste over observerte tiltak som ikke er på denne listen. Om det underveis i arbeidet oppdages at det har gått skred i sideterreng som kunne nådd banen ønsker Bane NOR en oversikt over disse, og at de blir registrerte på [www.skredregistrering.no](http://www.skredregistrering.no).

Vi ønsker også et avsnitt for hver bane som omtaler hvor det kan være marin leire, og om det finnes registrerte fare- og risikosoner for kvikkleire. Mulig marin leire og fare- og risikosoner for kvikkleire merkes av på eget kart.



# Hvordan gjør vi det?

- Strekningsanalyse:
  - Banedata, NVE skreddatabase, intervjuer, lokalkunnskap til banemannskapet
- Skredpunktanalyse
  - Detaljert analyse av type skred, skredvolum
  - Befaring, målevogn, høydedata, modeller
- Nyttekostvurdering av sikringstiltak
- Kostnad av sikringstiltak opp mot reduksjon av risiko i kroner og øre
- Sikt og hastighet
- Skredvolum
- Gjentaksintervall av skred
- Hvor sporer toget av?
- Tilgjengelighet for redning
- Trafikk

## Innhold

|          |                                             |           |
|----------|---------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Forbehold</b>                            | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>Prosjektspesifikk metodikk</b>           | <b>10</b> |
| 3.1      | Strekningsanalyse                           | 10        |
| 3.2      | Skredpunktanalyse                           | 15        |
| 3.3      | Nytte-kostnadsvurdering av sikringstiltak   | 16        |
| <b>4</b> | <b>Grunnforhold</b>                         | <b>17</b> |
| 4.1      | Berggrunn                                   | 17        |
| 4.2      | Løsmasser, herunder mulighet for kvikkleire | 19        |
| <b>5</b> | <b>Klimatiske forhold</b>                   | <b>20</b> |
| <b>6</b> | <b>Hovedfunn i skredfarevurderingen</b>     | <b>24</b> |
| 6.1      | Steinsprang                                 | 25        |
| 6.2      | Snøskred                                    | 31        |
| 6.3      | Sørpe- og flømskred                         | 34        |
| 6.4      | Jordskred                                   | 36        |
| <b>7</b> | <b>Tiltaksbeskrivelse</b>                   | <b>40</b> |
| 7.1      | Oversikt                                    | 40        |
| 7.2      | Nytte/kost forhold                          | 40        |
| 7.3      | Tiltakskostnader                            | 41        |
| <b>8</b> | <b>Bemerkninger</b>                         | <b>42</b> |
| <b>9</b> | <b>Referanser</b>                           | <b>43</b> |

# Nytte-/kostanalyse skredtiltak

Sørlandsbanen (Bane 2130) 487.2-487.31

## Skredfarevurdering

Skredtype: Steinsprang

Skredvolum (m<sup>3</sup>): 2

Årlig sannsynlighet: 1/30

Side: Venstre

Skredfarevurdering: Rasvarslingsgjerdje på strekningen. Flere steinspranghendelser på strekningen.

## Foreslått sikringstiltak

Tiltaksbeskrivelse: Forlenge og erstatte eksisterende gjerder med 3 m høyt fanggjerdje. Tiltaket vil også ha effekt mot eventuelle sørpeskred som går ut av bekkeløpet som kommer ned ved km 486,535.

Tiltak 1: Fanggjerdje steinsprang 2000-4000 kJ [m] 110

Tiltak 2:

Tiltak 3:

Tiltak 4:

Sum tiltakskostnad (kNOK): 2623

Samlet risikoreduksjon (%): 90

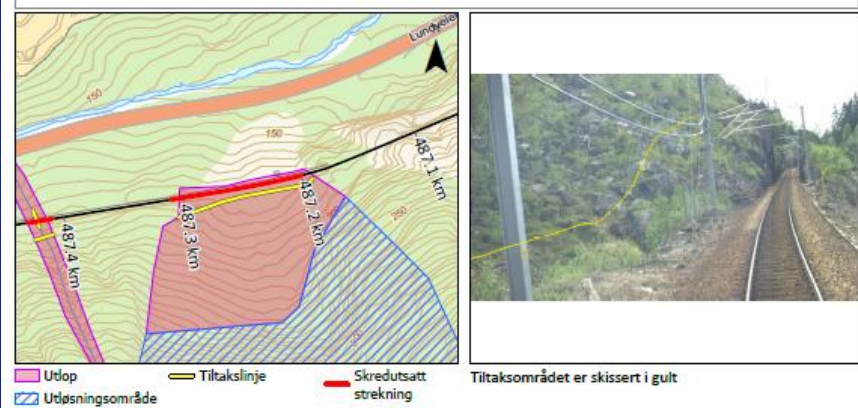
## Konsekvens (kNOK)

K<sub>Total</sub>: 4675 K<sub>Skade</sub>: 1273 K<sub>Rydding</sub>: 1957 K<sub>Personer</sub>: 1357 K<sub>Forsinkelse</sub>: 89

## Resultat

Nytte-/kost verdi: 1.06

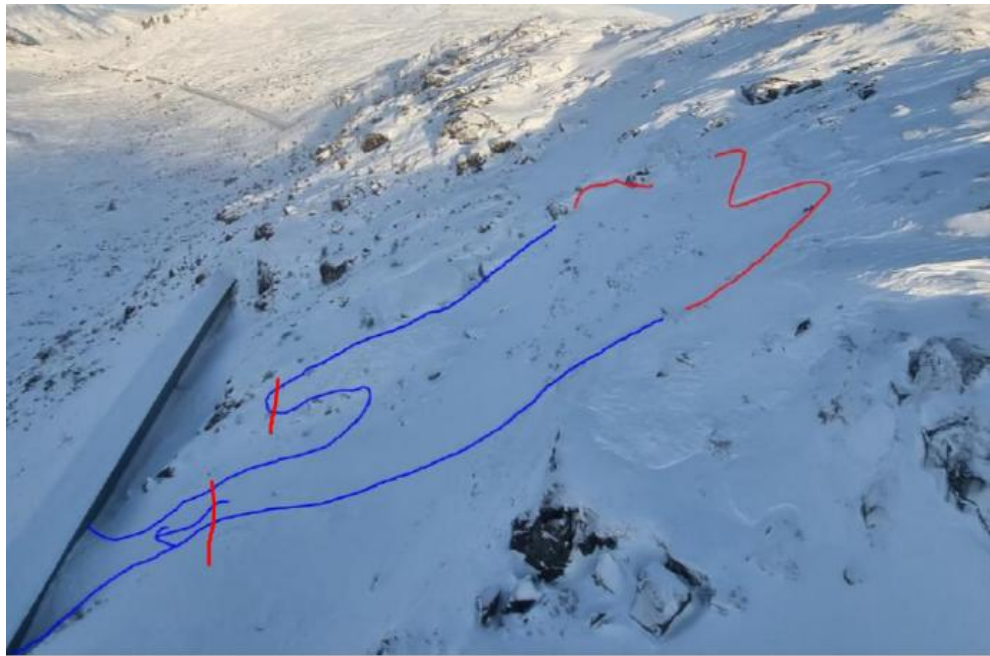
Prioritering: 22



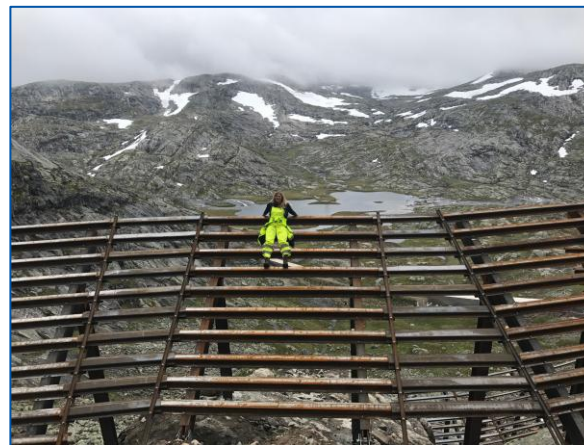
# Snøskred







# Stive støtteforbygninger



I verste fall...



Foto: Bergens Tidende

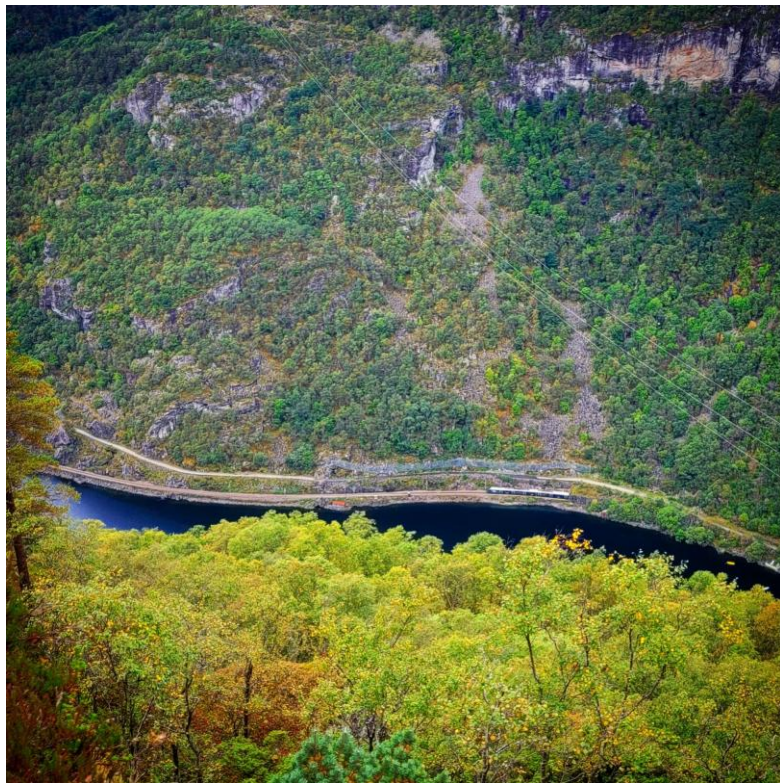


# Steinsprang

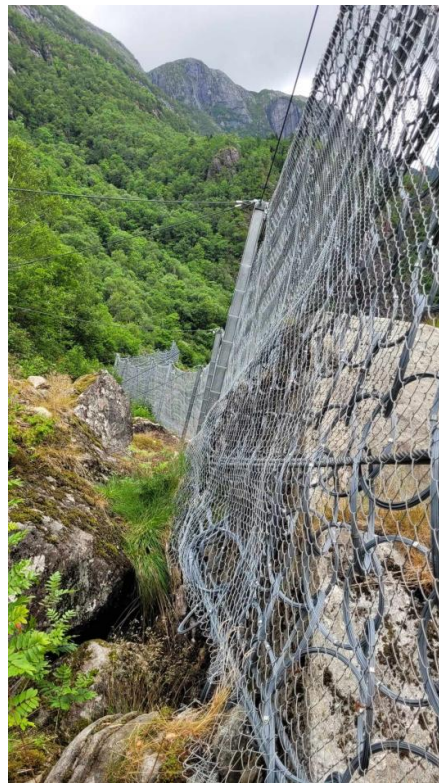




# Sikring mot steinsprang



Side 19





# Oppgradering av stikkrenner er et av våre viktigste verktøy!

Her fra Kolsrud i Hallingdal, Bergensbanen

Utløpene før «Hans»



Foto: Bane NOR

Innløpene under «Hans»



Foto: Bane NOR

Utløpene under «Hans»



Foto: Bane NOR



## Jordskred

Jordskred i Soknedalen på Dovrebanen 14 dager siden

Drensrør lagt rett inn i utløsningsområdet + en bekk

Skredet har blitt ført ned til sporet og gjennom stikkrenna

Ingen skade på jernbanen



# Flomskred

- Rosten, Dovrebanen under Hans
- Hvordan sikre?
  - Fanggjerd
  - Skredvoll
  - Dammer/sedimentbasseng
  - Plastring/erosjonssikre
  - Øke kapasiteten på stikkrenner





# Vi påvirkes av våre naboer

- Jernbaneloven §10: Arbeid som skal utføres innenfor 30m må søkes om
- Naboloven § 2 fastsetter at «Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller unødvendig er til skade eller ulempe på naboeiendom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.»
- BN må også ta hensyn til våre naboer.



Ny E6 sør for Trondheim. dårlig vannhåndtering.

Mye nedbør slutten av feb/begynnelesen av mars.

Skred utløst ved sprengning



# Vi er avhengige av å ha kontroll på vannet

- Hogst av skog kan skape skredfare hvor det tidligere var trygt
  - Snøskred
  - Jordskred
  - Flomskred
- Maskiner lager nye vannveier ved kompresjon
- Stikkrenner under anleggsveier leder vannet nye plasser
- Hvor er stikkrennene i forhold til BNs stikkrenner?
- Har vi (BN) kapasitet til å ta unna det nye vannet?
  - Stor nok stikkrenne?
  - Stikkrenne på riktig plass?



# Spørsmål/frågar jeg sitter med

- Har vi gode nok rutiner for å melde inn
  - hogstfelt/planer om hogst?
  - Endringer i drensveier?
    - Har evt. nye stikkrenner riktig kapasitet?
- Har vi nasjonale kart som viser tidligere/nåværende/fremtidige skogbruksfelt?
- Gjøres det skredfarekartlegginger og analyser av vannveier før man bestemmer seg for hvor man skal etablere felt?
- Hvilke tiltak gjøres etter man er ferdig med arbeidene?

**Dette er viktig informasjon for at Bane NOR kan sikre riktig!**



Foto: vy.no

En robust og driftssikker jernbane er en klimatilpasset jernbane