



NVE

# HVA MÅLES FOR Å VITE OM FJELLET SNART FALLER? OG KAN VI PÅVIRKE DET?

Gustav Pless  
Geolog  
Fjellskredseksjonen NVE



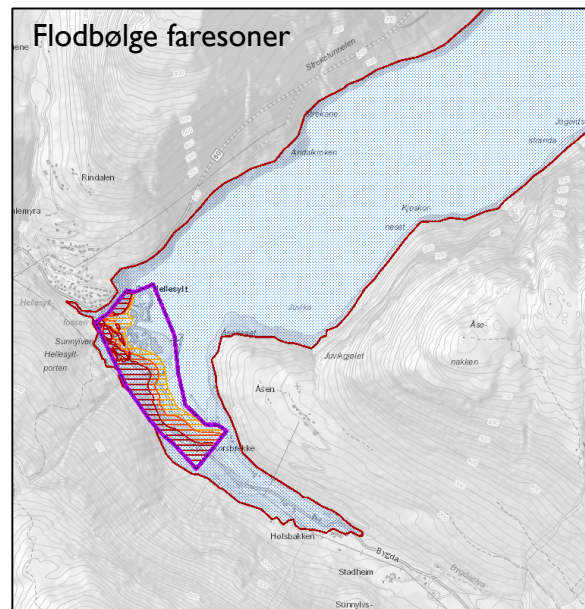
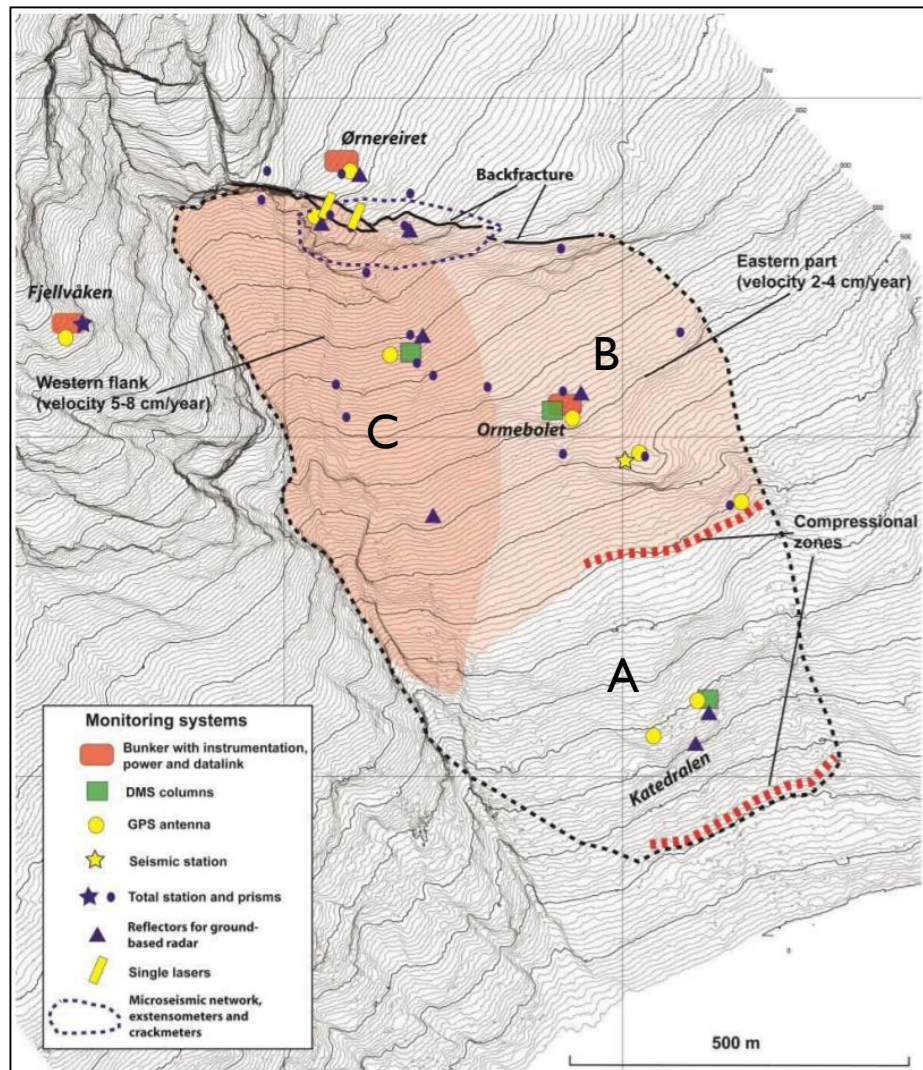
# Fjellskredovervåkning i Norge

Kontinuerlig overvåking



- NVE overvåker kontinuerlig og i sanntid syv ustabile fjellparti som alle utgjør en høy risiko for fjellskred.
- I tillegg utfører vi periodisk overvåking av ytterligere 11 fjellparti
- På oppdrag av NVE kartlegger NGU i samarbeid med NVE hele landet med hjelp av InSAR satellitt (Copernicus/Sentinel-1) samt kartlegging og målinger i felt.

# Åknes ustabil fjellparti



- Synnlyvsfjorden, Møre og Romsdal
- Scenario:
  - A: Total, 54 Mm<sup>3</sup>, sannsynlighet 1/1000-1/5000
  - B: Midtre, 18 Mm<sup>3</sup>, sannsynlighet 1/100-1/1000
  - C: Flanke, 10 Mm<sup>3</sup>, sannsynlighet <1/100
- Flodbølger - påvirker alle byggesaker og dermed utviklingen i kommunene
  - TEK-10/17: Unntak for flodbølge som skyldes fjellskred hvis den har sanntids overvåking, varsling og evakuering

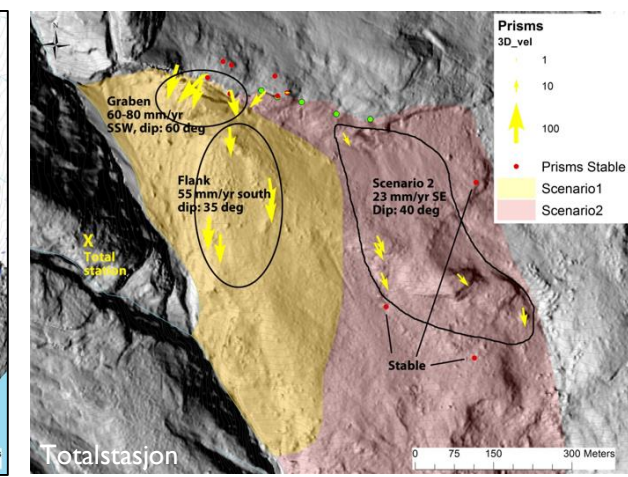
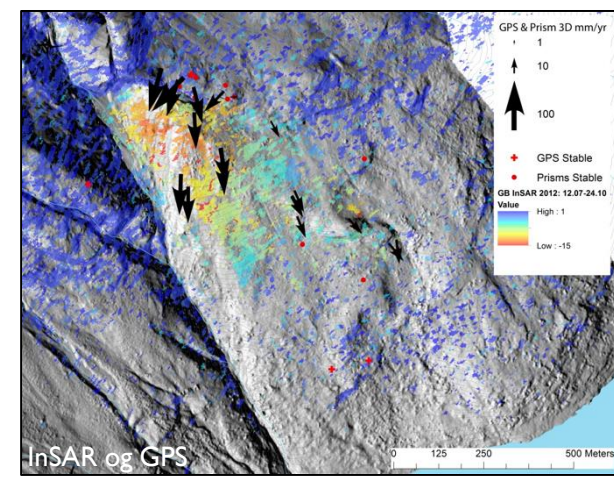
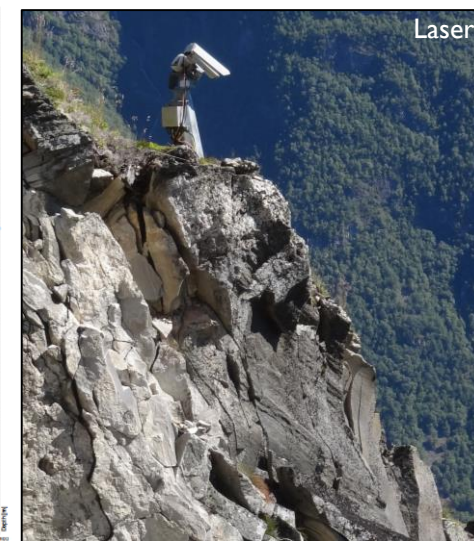
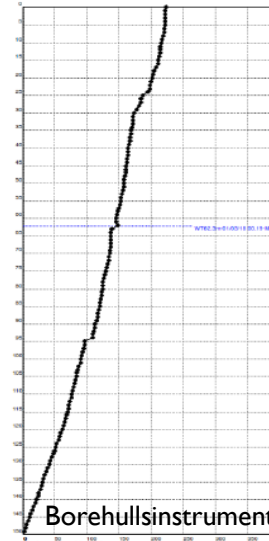
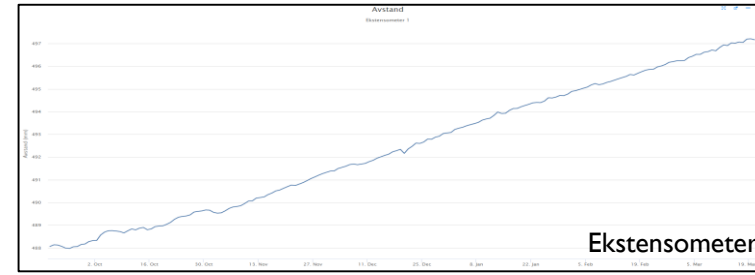






# Målinger

- (Elektro-)mekaniske målinger: crackmetere, ekstensometere, tiltmetere
- GPS
- Fjernmåling: lasere, totalstasjon, bakkebasert InSAR<sup>1</sup>, satelittbasert InSAR
- Værstasjoner
- Brønner: logging, pumpetester, brønninstrumenter, temperaturmålinger



<sup>1</sup>: Interferometric Synthetic Aperture Radar



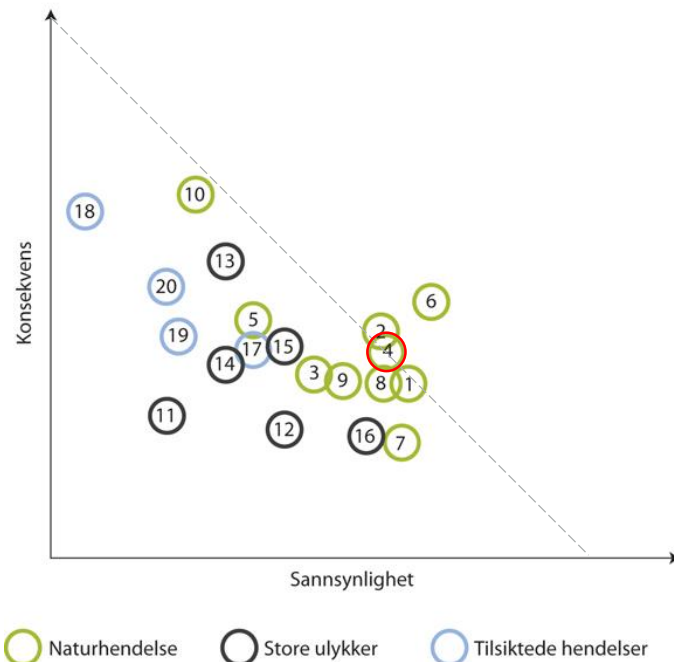






# Fjellskred i Åkneset

Kilde: DSB, Nasjonalt risikobilde, 2014



## Scenarioene plassert i risikomatrixe

1	Storm i indre Oslofjord
2	Langvarig strømrasjonering
3	Flom på Østlandet
4	Varslet fjellskred i Åkneset
5	Kvikkleireskred i by
6	Pandemi i Norge
7	Tre samtidige skogbranner
8	100-års solstorm
9	Langvarig vulkanutbrudd på Island
10	Jordskjelv i by
11	Gassutslipp på industrianlegg
12	Brann på tanklager i by
13	Atomulykke på gjenvinningsanlegg
14	Olje- og gassutblåsning på borerigg
15	Skipskollisjon på Vestlandskysten
16	Brann i tunnel
17	Terrorangrep i by
18	Strategisk overfall
19	Cyberangrep mot finansielle strukturer
20	Cyberangrep mot ekom-infrastruktur

Tildelingsbrev til Norges vassdrags- og energidirektorat for 2018

## 3 Viktige oppgaveområder i 2018

NVE skal støtte departementets arbeid med å oppnå og gjennomføre Olje- og energidepartementets mål og oppgaver, slik disse er beskrevet i Prop. 1 S (2017-2018). Også departementets oppfølging av politikkforslagene i Meld. St. 25 (2015-2016) Kraft til endring – energipolitikken mot 2030 og implementeringen av tredje energimarkedspakke vil kunne kreve bistand fra NVE.

Uavhengig av egne oppdragsbrev skal NVE i 2018:

- Trappe opp arbeidet med revisjon av eldre reguleringskonsesjoner med særlig vekt på at godkjente miljømål i vannforvaltningsplanene skal oppnås innenfor fastsatte tidsfrister.
- Gjennomføre tiltak som setter kommuner og andre aktører i bedre stand til selv å kartlegge fareområder, og planlegge og gjennomføre forebyggende tiltak mot flom- og skredskader.
- Bistå departementet i vurderinger av direktiver og framlegg fra EU på energiområdet.
- Vurdere regelverket og tilhørende veiledning med tanke på styrking av IKT-sikkerheten i energiforsyningen, herunder følge opp anbefalinger fra Digitalt sårbarhetsutvalg (NOU 2015:13).

– Gjennomføre en studie av muligheten for drenering som avbotende tiltak ved Åkneset i Stranda kommune, jf. Innst. 9 S (2016-2017). Utredningsinstruksen legges til grunn for arbeidet med studien.

– Utarbeide et forslag til nasjonal ramme for vindkraft. Kunnskap om virkninger av vindkraft skal oppdateres og egnede områder for vindkraft skal utpekes.

– Bistå departementet i arbeidet med å åpne ett til to områder for fornybar energiproduksjon til havs etter havenergilova.

I den grad det ikke er dekket av rapporteringen på hoved- og delmål, skal NVE i årsrapporten gi en overordnet beskrivelse av hva som er gjort for å følge opp viktige oppgaveområder i 2018 og vurdere betydningen arbeidet har hatt for å fremme NVEs mål.

## 4 Andre forutsetninger og krav

### 4.1 Koordinering med andre aktører

Departementet forventer at NVE bidrar til et effektivt samarbeid med andre relevante aktører og myndighetsorganer, som Oljedirektoratet, Enova, Gassnova, Norges forskningsråd, Miljødirektoratet, Meteorologisk institutt, Statens vegvesen, Jernbaneverket, Norges geologiske undersøkelse, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og nasjonale og internasjonale utdannings- og forskningsinstitusjoner. Partene må selv avklare nærmere hvilke programmer og prosjekter som skal være omfattet, og på hvilken måte samarbeidet skal foregå.

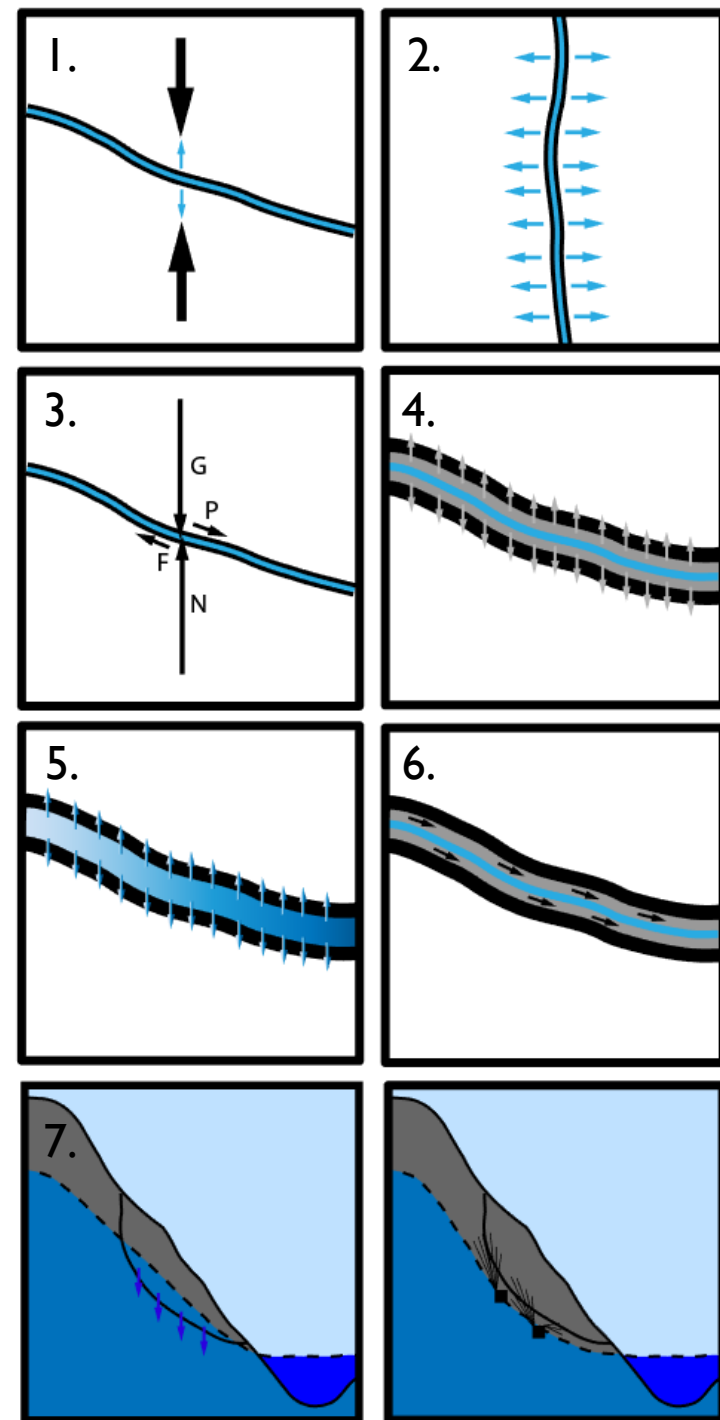
### 4.2 Utvikling av forvaltningskompetanse

NVE skal gjennomføre tiltak og prosjekter som bidrar til å øke NVEs forvaltningskompetanse. NVE skal sette av ressurser til internasjonalt FoU-samarbeid og følge opp arbeidet og prioriteringene i Energi21 der det er relevant.

# Grunnvann og stabilitet

1. Vanntrykket vil redusere de aksielle kreftene på glideplanet og dermed redusere friksjonen.
2. Grunnvann vil aktivt presse fjellmassen nedover gjennom vanntrykk i vertikale sprekker.
3. Grunnvann kan redusere friksjonen mellom fjell og redusere styrken på sprekkefyllingsmateriale.
4. Svellerleire
5. Fryse-tine prosesser
6. Erosjon og utvasking av stabiliserende materiale
7. Vannets vekt vil øke de drivende kreftene

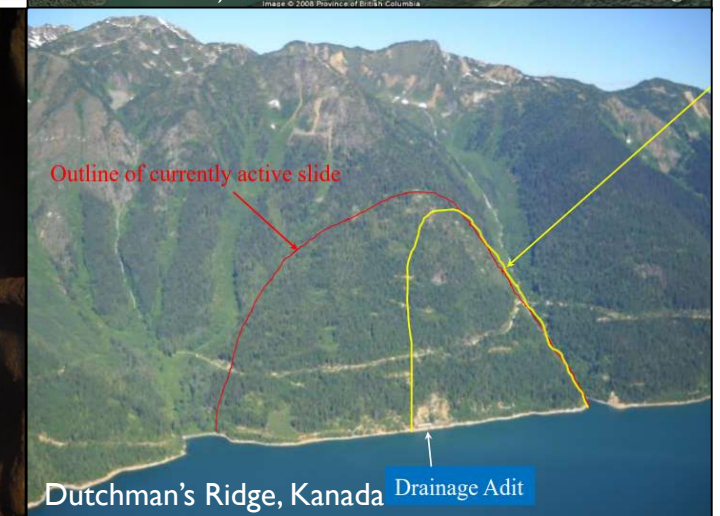
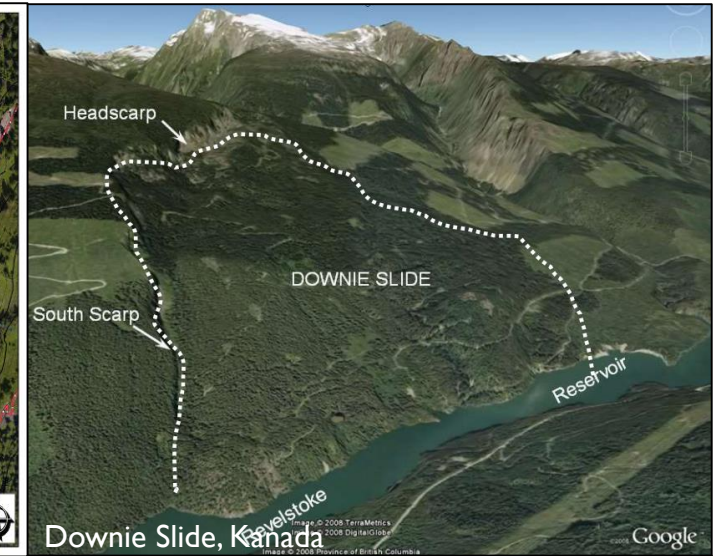
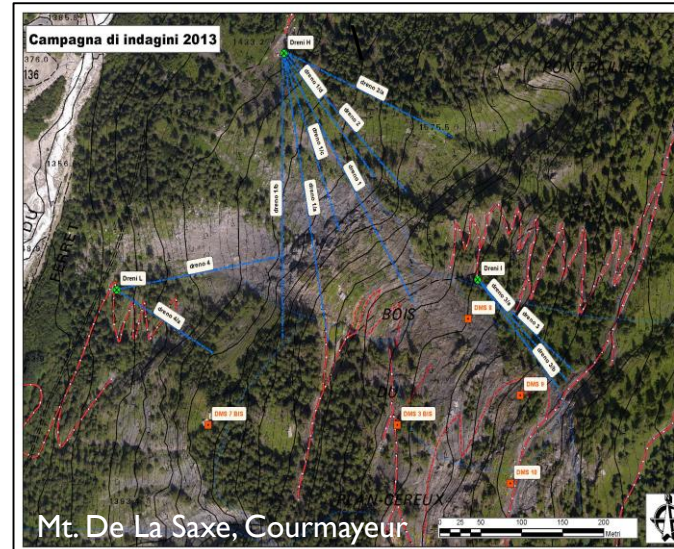
— Er det mulig å redusere vanntrykket for å redusere de drivende kreftene?





# Erfaringer fra Alpene og Kanada

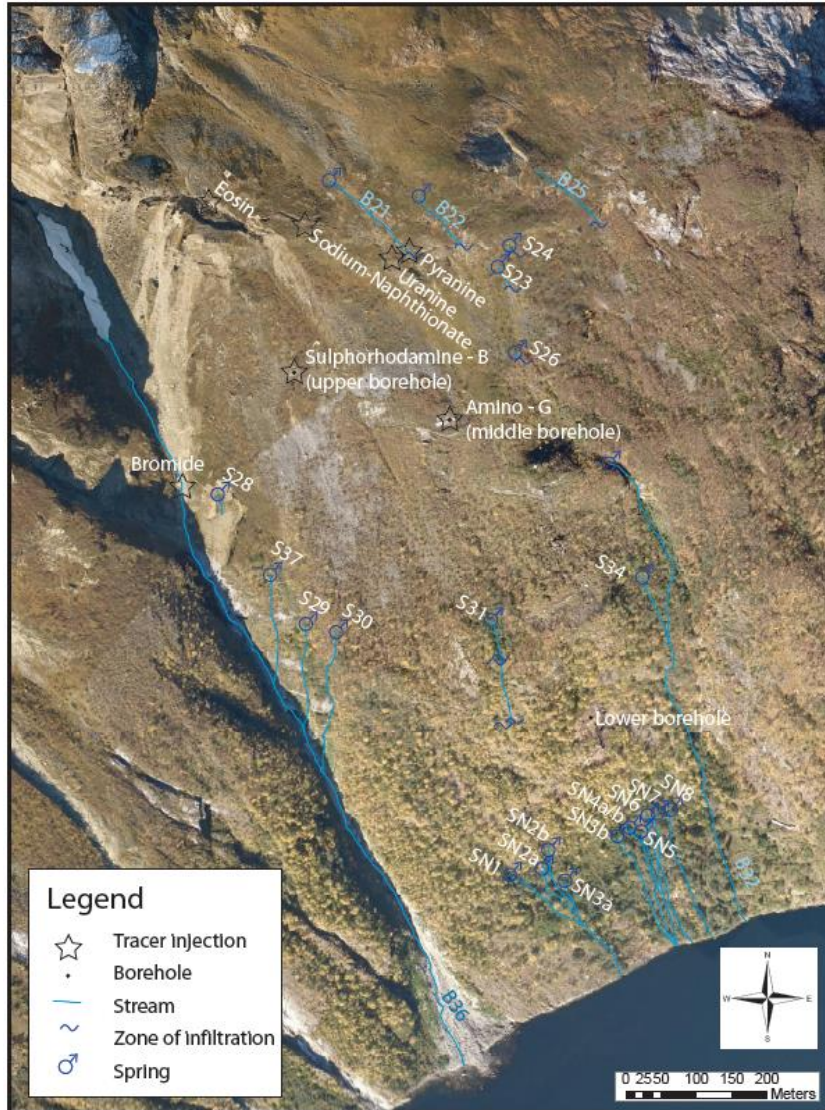
- Drenering gjennomføres på flere fjellskred i Alpene og Kanada
- Alle har reduserte hastigheter, noen har dramatisk reduksjon av hastigheter
- Relativt store investeringer, krever vedlikehold



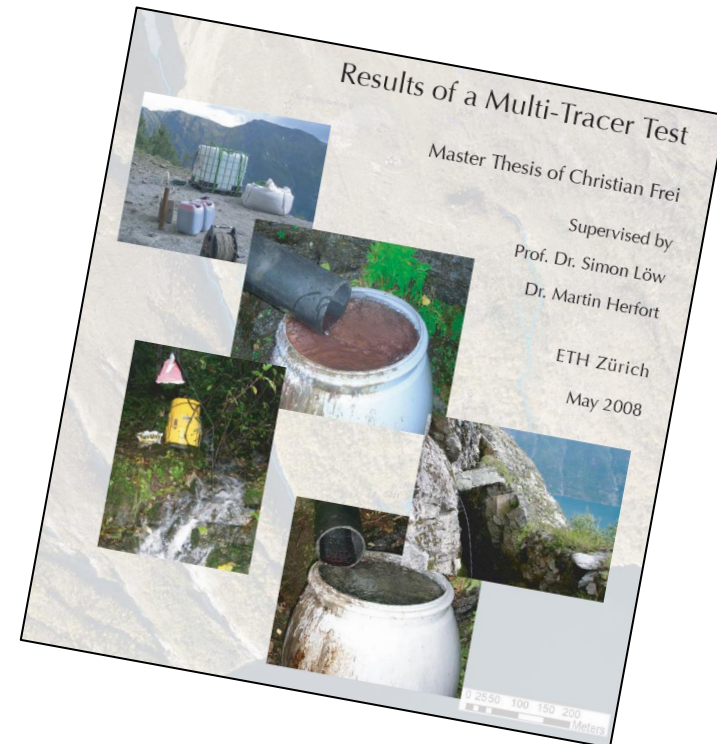


# Tidligere grunnvannsundersøkelser

Multi tracer test Frei (2008), ETH, Schweiz



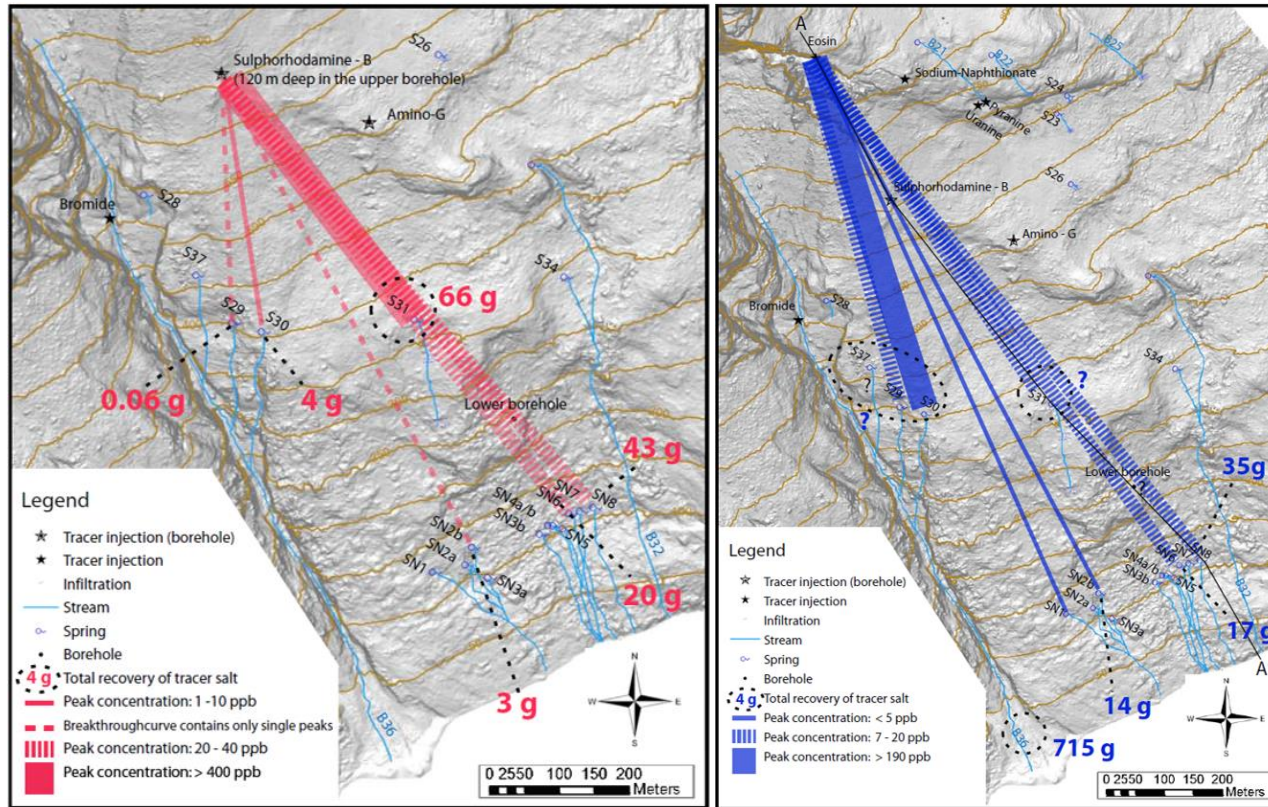
- Kartlagt kilder, estimert strømningsrater, målt konduktivitet etc.
- Begrenset antall målinger på hver kilde





# Tidligere grunnvannsundersøkelser

Multi tracer test Frei (2008), ETH, Schweiz



>6.5% recovery  
Opp til 17 m/h hastighet

>27.5% recovery

— Kartlagt kilder, estimert strømningsrater, målt konduktivitet etc. Kun noen få målinger på hver kilde

— Tracer test:

- Kontinuerlig måling
- Generelt høye strømningshastigheter

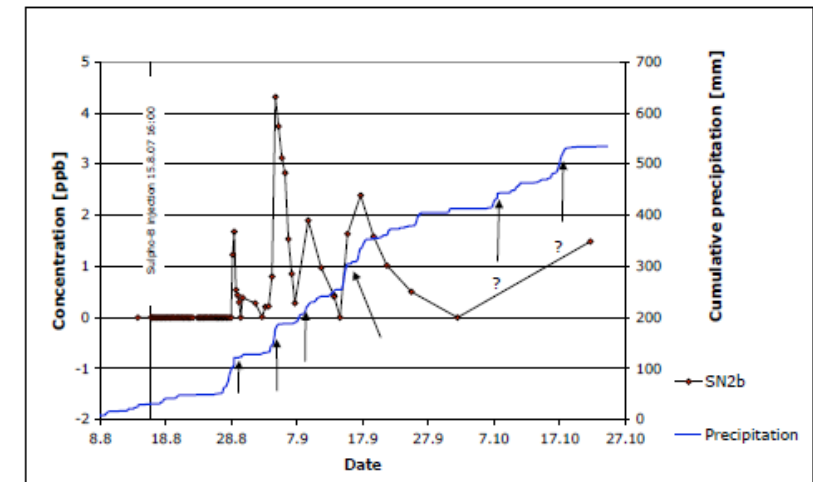
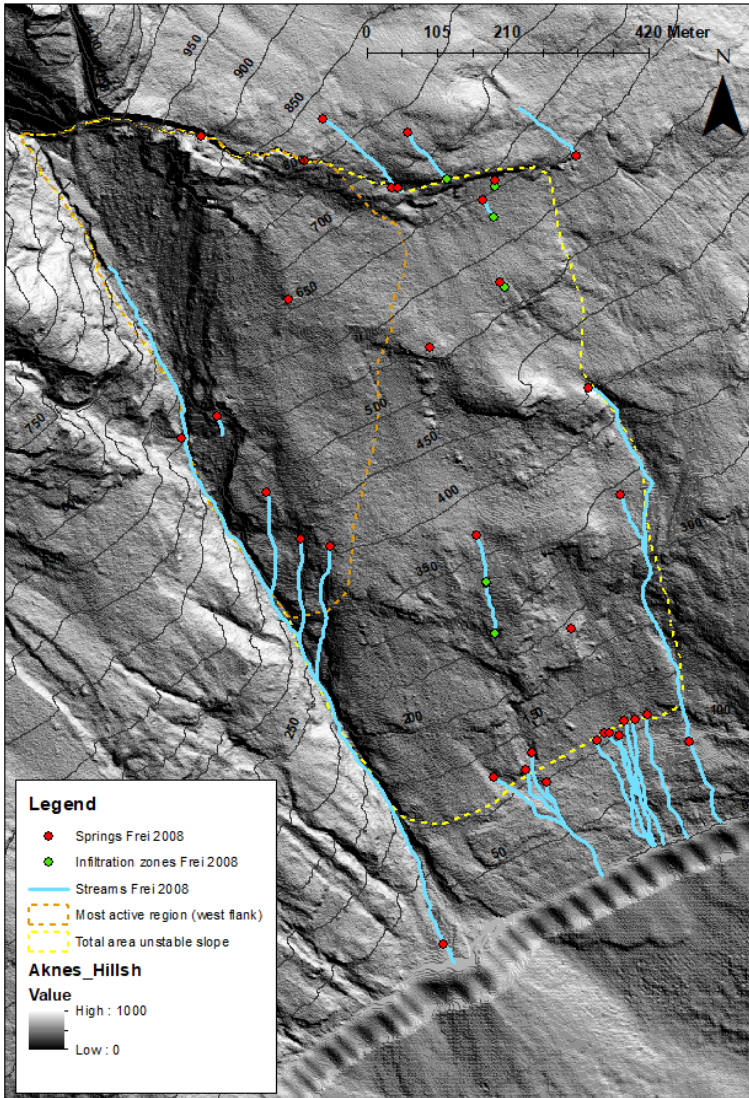


Figure 4.8: Correlation of the precipitation with the Sulphorhodamine-B breakthrough of spring SN2b (tracer peaks occur after rain as indicated by arrows)



# Åknes Hydrogeologistudie

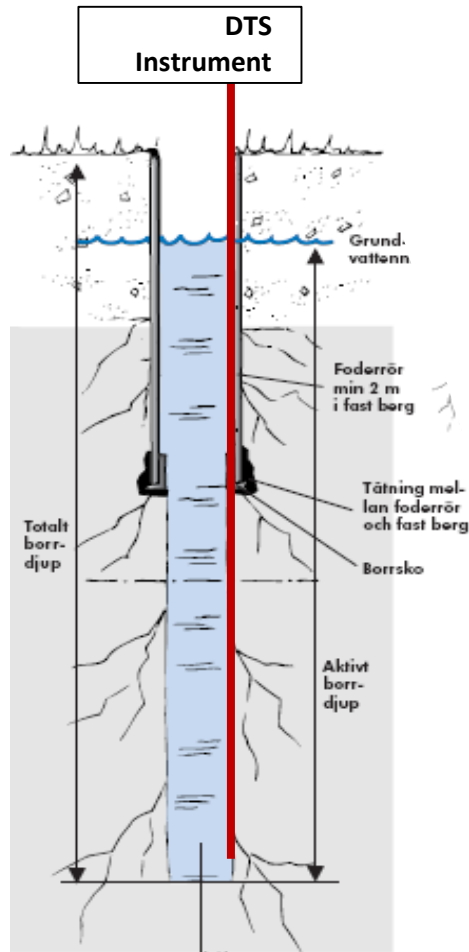
Clara Sena, UiO (Alvar Braathen, UiO)



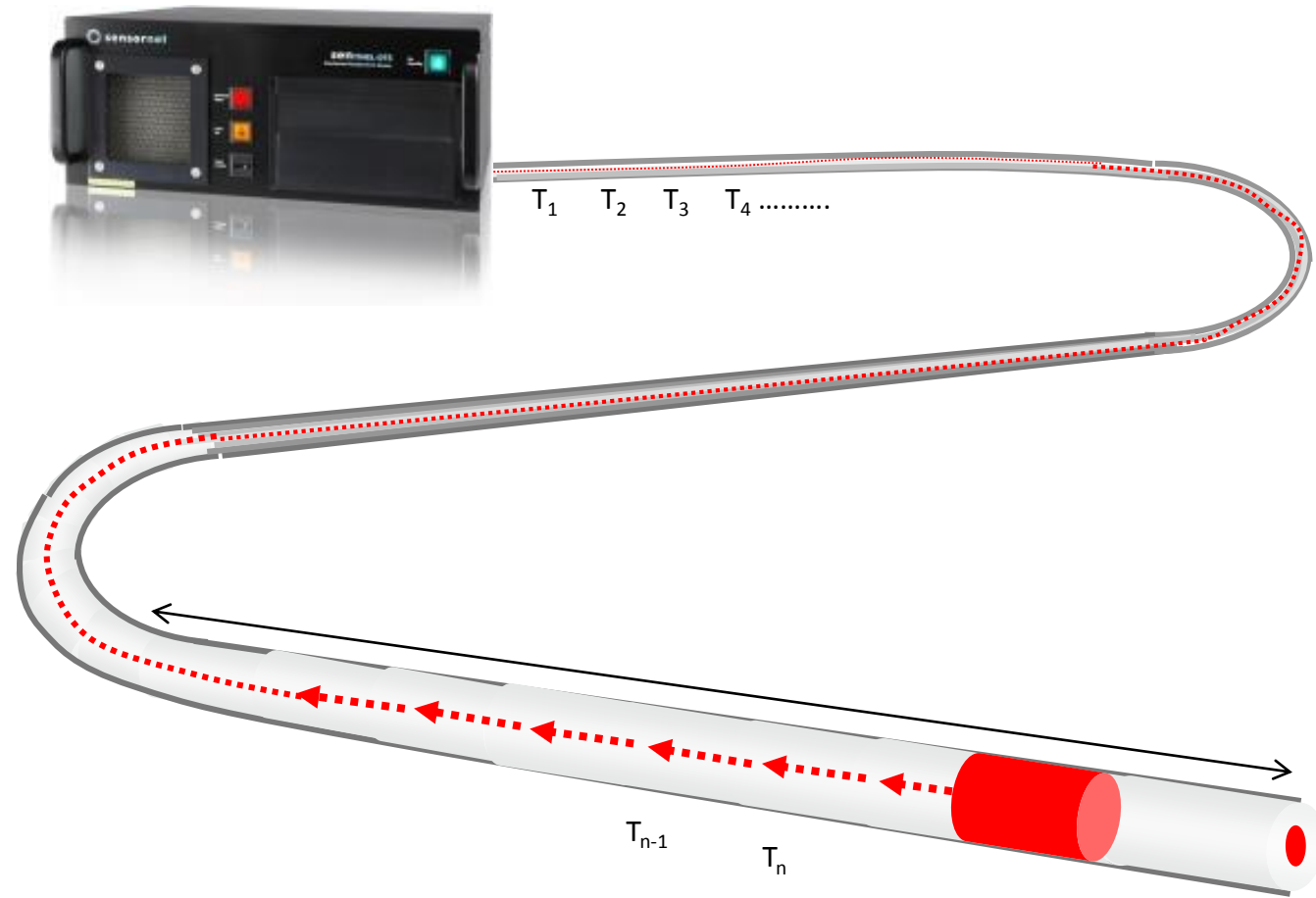
- Kartlegge nedslagsfelt for grunnvann
- Kvantifisere vannstrøm inn og ut
- Kartlegge grunnvannsstrøm
- Hydrogeologisk modell (nummerisk?)
- Masterstudenter:
  - Grunnvannsbalanse og hydrokjemii (Frida L. Biørn-Hansen, MSc, UiO)
  - Strukturgeologisk påvirkning av grunnvanns-strømning (Halvor R. Bruun, UiO)
  - Temperaturmålinger i borehull, indikator for grunnvannstrømning (Lars Aaberg, NTNU)



# Distributed Temperature Sensing DTS



[www.svepinfo.se](http://www.svepinfo.se)  
[www.pentec.se](http://www.pentec.se)



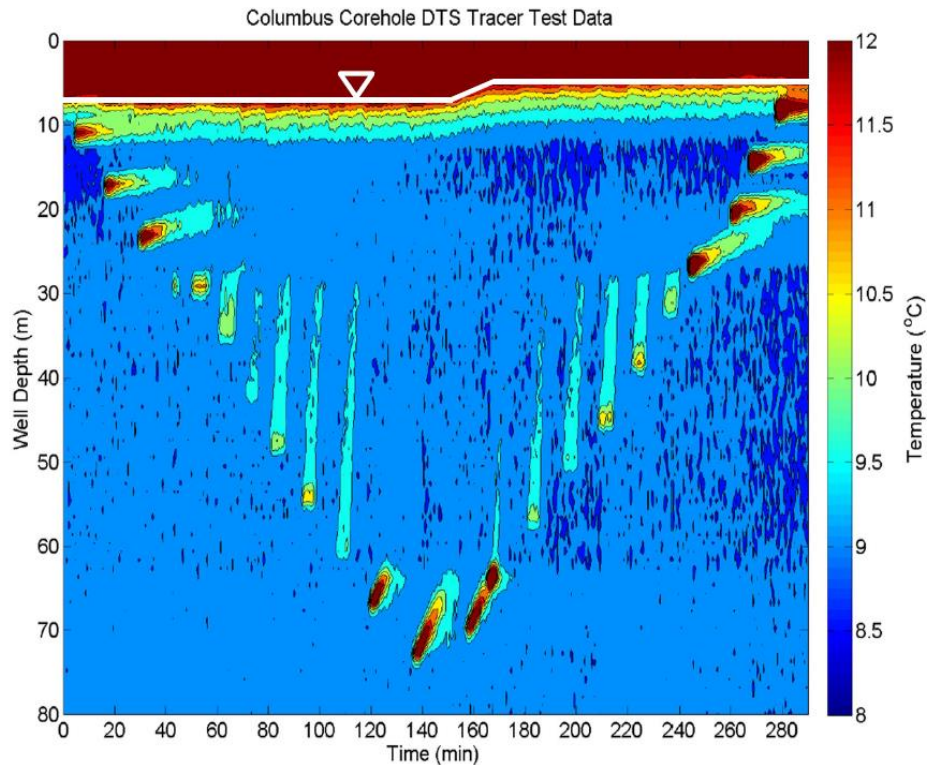
From José Acuna and Mohammad Abuasbeh, KTH



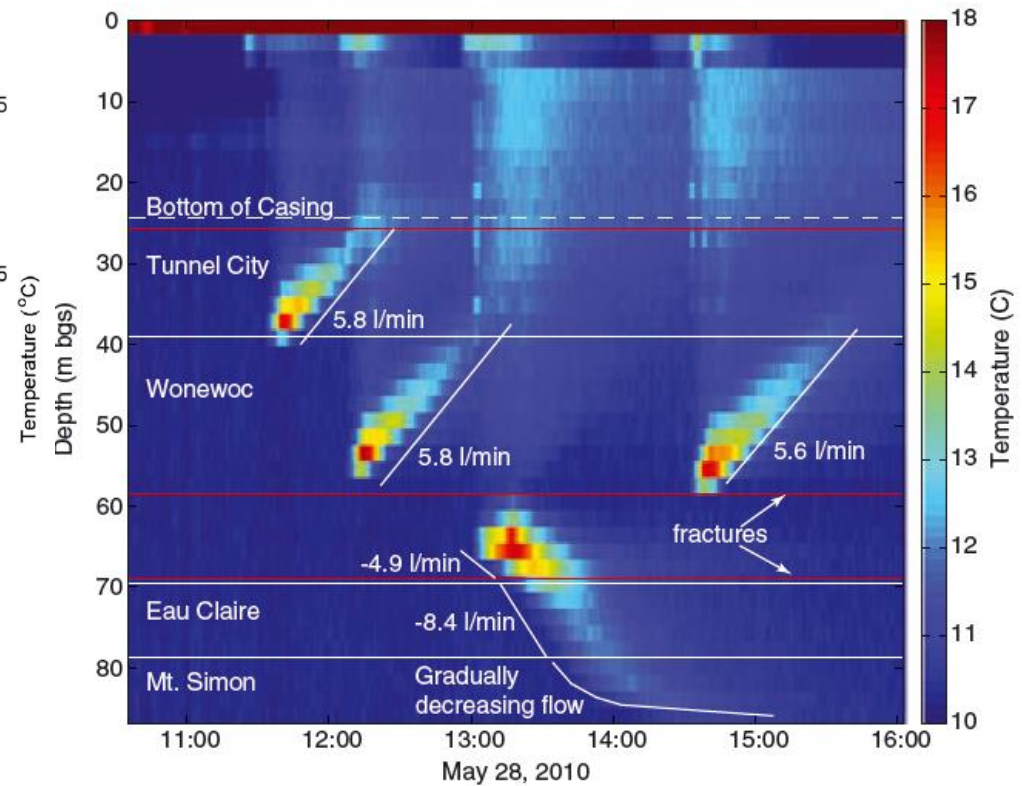


# New Heat Tracing (HTT) Methods

➤ Sellwood et al, 2015



➤ Andrew T. Leaf et al, 2012





## Oppsummering dreneringsprosjekt – datainnsamling og mulighetsstudie

- 2017-2020
- Innsamling av data (brønner, geofysikk etc.), analyse av grunnvannsforhold, stabilitetsanalyse
- Nasjonale kompetansemiljøer ved NGI, NGU, NTNU og UiO.
- Internasjonal rådgivingsgruppe med representanter fra Italia, Canada og Norge.
- Konklusjon på drenering som tiltak på Åkneset





NVE

TAKK FOR OPPMERKSOMHETEN

Gustav Pless  
gjep@nve.no

<https://www.nve.no/flaum-og-skred/fjellskredovervaking/>





Technical Note

## Evaluating the Use of In-Well Heat Tracer Tests to Measure Borehole Flow Rates

by Stephen M. Sellwood, David J. Hart, Jean M. Bahr

First published: 5 November 2015 | <https://doi.org/10.1111/gwmr.12134> | Cited by:2



## Active Thermal Tracer Tests for Improved Hydrostratigraphic Characterization

Andrew T. Leaf, David J. Hart, Jean M. Bahr

First published: 9 February 2012 | <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2012.00913.x> | Cited by:37

[Read the full text >](#)



PDF



TOOLS



SHARE



## Ustabile fjellparti i Norge med kontinuerlig overvåking og 24-7 beredskap:

- **Joasetbergi i Sogn og Fjordane:** Et skred inntil 500 000 m<sup>3</sup> kan gå ned i Aurlandsfjorden og kan forårsake skadelige flodbølger, i første rekke mot Flåm og Aurlandsvangen.
- **Åknes i Møre og Romsdal:** Et skred inntil 54 millioner m<sup>3</sup> vil utvikle flodbølger som kan ramme ti kommuner.
- **Hegguraksla i Møre og Romsdal:** Et skred inntil tre millioner m<sup>3</sup> vil utvikle flodbølger, i hovedsak innenfor Norddal kommune.
- **Mannen i Møre og Romsdal:** Et skred inntil 20 millioner m<sup>3</sup> vil krysse Romsdalen og kan føre til oppdemming og flom.
- **Jettan i Troms:** Et skred inntil seks millioner m<sup>3</sup> vil utvikle flodbølger innenfor fire kommuner langs Lyngenfjorden og Storfjorden
- **Indre Nordnes i Troms:** Et skred inntil seks millioner m<sup>3</sup> vil utvikle flodbølger innenfor fire kommuner langs Lyngenfjorden og Storfjorden.
- **Gámanjunni 3 i Troms:** Et skred inntil 26 millioner m<sup>3</sup> vil krysse Manndalen, og kan føre til oppdemming og flom.