

## Geologi, relatert til fjellsikring og ras. Skred og sikring i Vestlandsterreng

Multiconsult ASA, Bergen

Ingeniørgeolog Unni Hagen





# Innhold

- Hvilke faktorer virker inn på skredhendelser og –risiko?
- Hvilke merkbare konsekvenser får skred og skredfare for dagligliv og virksomhet i Hordaland?
- Ulike typer av skredhendelser vi har sett de seinere åra
- Hvilke sikringstiltak kan gjøres?



# Faktorer som virker inn på skred og -risiko

Viktigste faktorer:

- Geologi – Berg og løsmasser
- Topografi – hvor bratt er terrenget? Overflateformer?
- Klima og værhendelser – nedbør, intensitet, sesongvariasjoner...
- Menneskelig aktivitet – vei, bane, ferdsel, bygging....

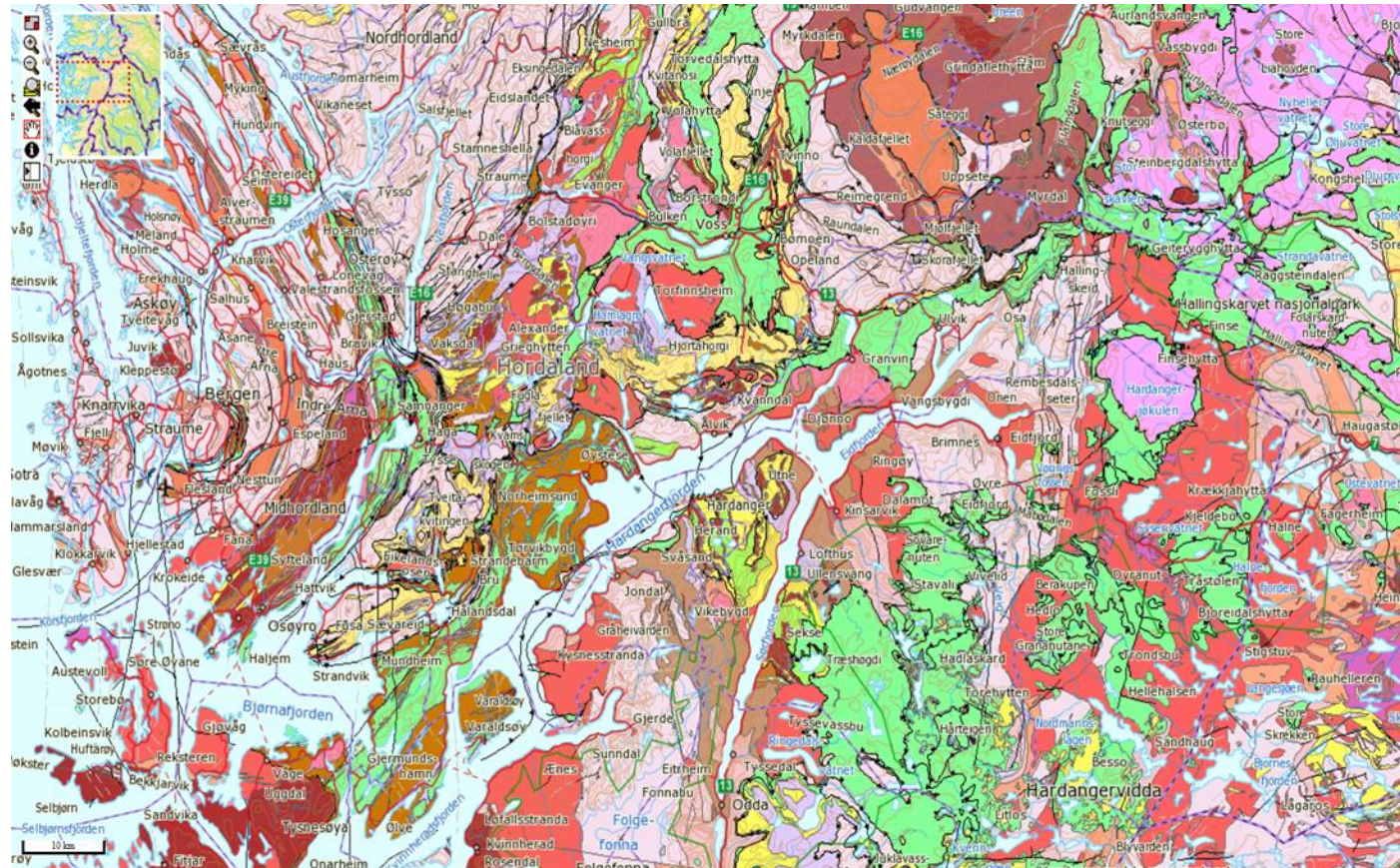


## Bergartsgeologi, komprimert

- Hovedsakelig mye sterke bergarter, gneiser, granitter/dioritter, gabbro o.l.
- Skifre og andre svakere bergarter i store og lille Bergensbue
- Skifre/fyllitt i ytre Hardanger/Stord
- Skifre/fyllitt o.a. i dekkebergartene som ligger over gneiser og granitter i indre del av fylket.



# Berggrunnskart



Kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

# Løsmassegeologi

- Hovedsakelig ingen eller svært lite løsmasser i fjellområder og bratte skråninger
- Hovedsakelig ingen eller svært lite løsmasser i fjellområder og bratte skråninger
- Morene, elveavsetninger og torv kan finnes i lavereliggende områder og i dalbunner
- Noe marine avsetninger finnes. Marin grense fra nær 0 ute ved øyrekka og opp til ca. 150 m.o.h. i indre fjordstrøk



# Topografi

- Markerte landskapsformer: Fra høyfjellsterreng til kystlandskap over ca. 100 km distanse
- Dype daler og fjordformer, gravd ut av isstrømmer over lang tid
- Høye sidevegger, fra 500 m i ytre fjorder til om lag 1000 m i indre fjorder
- Sideskråninger i snitt 45-50° fra havnivå til topps



# Fjordtopografi, eksempel



# Klima

- Nedbørsrikt område. Årsnedbør veiledende mellom 1500 mm og 5000 mm
- Størstedelen faller som regn i ytre strøk og i fjordstrøk
- Mange nedbørsdager over året, typisk i snitt om lag 2 av 3 dager
- Særlig nedbørsrikt om høsten, med flere intense nedbørshendelser som topper avrenningen når grunnen allerede er vannmettet



# Topografi

- Markerte landskapsformer: Fra høyfjellsterreng til kystlandskap over ca. 100 km distanse
- Dype daler og fjordformer, gravd ut av isstrømmer over lang tid
- Høye sidevegger, fra 500 m i ytre fjorder til om lag 1000 m i indre fjorder
- Sideskråninger i snitt 45-50° fra havnivå til topps



# Menneskelig aktivitet, eksempel: Samferdselskorridoren Bergen-Voss-Myrdal.

- Område med mange skredhendelser og ras de siste år.
- Både E16 og jernbane i stor grad rammet siden år 2000.



# Konsekvenser for dagligliv og virksomhet

- Veg og jernbane løper parallelt mellom Bergen og Voss. Skred vil ofte påvirke begge to
- Hyppige stengninger
- Uforutsigbart for transportbedrifter
- Omkjøringsveg (Rv 7) trang og skredfarlig
- Høye kostnader for å føre fram last via alternative ruter



## Konsekvenser, forts.

- Utrygghet for daglig ferdsel i nærmiljø og arbeidsreiser
- Materielle skader
- Sikringskostnader

Foto: Jan-Egil Dyvik/Timo Ehrhardt  
Kilde: NRK



# Bekymring sikkerhet og økonomi

## BT 1. juni 2015 og 19. februar 2016

- 2500 bedrifter krever umiddelbare tiltak Arna-Vaksdal
- - Tålmodigheten er slutt. Tiltak må iverksettes nå.
- - Næringsalliansen i Hordaland forventer at regjeringen umiddelbart setter i gang tiltak som gir en trygg og døgnåpen vei mellom Arna og Vaksdal, sier Stig Ryland, som er næringspolitisk rådgiver i Bergen Næringsråd.
- - Næringsalliansen i Hordaland forventer at regjeringen umiddelbart setter i gang tiltak som gir en trygg og døgnåpen vei mellom Arna og Vaksdal, sier Stig Ryland, som er næringspolitisk rådgiver i Bergen Næringsråd.

## Så lenge var E 16 stengt

I løpet av fjoråret var E 16 mellom Vågsbotn og Voss stengt hele 76 ganger - eller til sammen nær 18 døgn.

✎ EINAR AARRE

🕒 Publisert 19.feb. 2016 05:57 Oppdatert 19.feb. 2016 06:06

- Jeg har ikke turt å regne på hvor mye dette koster oss. Men det er mye, sier yrkessjåfør Torgils Rogne.

Han kjører tungtransport daglig mellom Bergen og Voss, og har et utall ganger stått bom fast etter ras og ulykker på den utsatte veistrekningen.

En oversikt Statens vegvesen har utarbeidet for Bergens Tidende, viser at veien var lengst stengt i mai etter det store jordraset ved Boge. Da var det stopp i trafikken i over åtte døgn når all tid summeres sammen.

Totalt var veien i fjor stengt i 17 døgn og 22 timer.

\*\*\* FAKTA: DERFOR VAR E 16 STENGT I FJOR

ANNONSE



# Bekymring for personsikkerhet: NRK 23. april 2013



- **Geolog: – Livsfarlig å kjøre på E16**
- - Tålmodigheten er slutt. Tiltak må iverksettes nå.
- - Næringsalliansen i Hordaland forventer Trine Helle Simmenes mener det bare er et tidsspørsmål før neste svære steinblokk raser ned mellom Bergen og Voss.  
– Ja, det er risiko for ras, svarer Statens Vegvesen.

## Bekymring for personsikkerhet: NRK 23. april 2013



- **Titalls tusen i protest mot regjeringen**
- Lokalbefolkningen får støtte fra flere titusener i kravet om ny E16.  
Oppmerksomheten rundt protestgruppen på Facebook eksploderer.

Foto: Geir Morten Stensbø



## Bogeskredene 2015. Første skred 12. mai.



Kilde: [www.nrk.no](http://www.nrk.no)



## Bogeskredene 2015. Andre skred 21.mai.



 RASREPRISE: Raset til venstre gikk 12.mai, mens raset til høyre gikk 21.mai. E16 har vært stengt flere ganger de siste ukene. FOTO: TOR HØVIK

Kilde: [www.bt.no](http://www.bt.no)



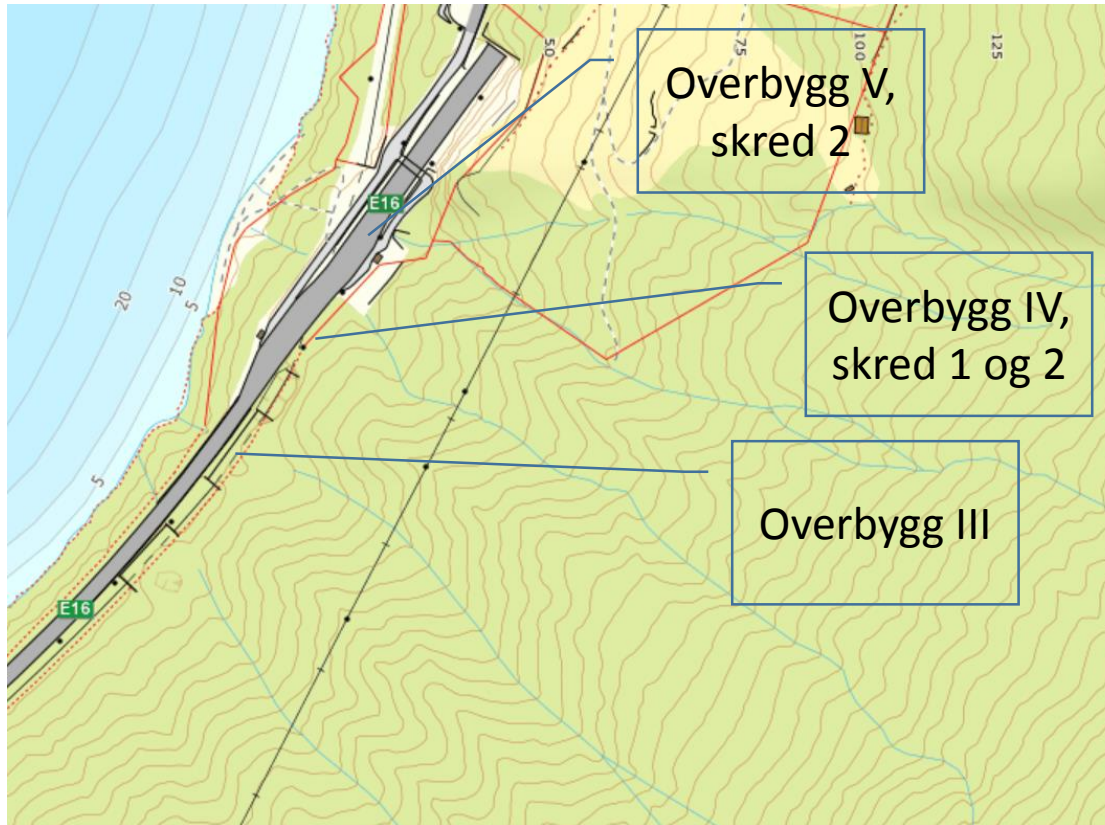
## Oversiktsbilde, Skred 1 og 2 Boge



Kilde: [www.bt.no](http://www.bt.no)



# Oversiktskart, Boge



# Hendelsene på Boge. Del 1

- Mye snø i fjellet våren 2015.
- Smeltevann, regn og snøsmelting utløste snøskred/sørpeskred 12. mai.
- Snøskred/sørpeskredet utløste igjen et mindre fjellskred og stein og sørpemassene utløste igjen et jordskred som traff skredoverbygg over bane og E16.
- Skred 1 delte seg og østre del gikk over skredoverbygg IV, rammet E16 og masser rant så ned på jernbanen. Tog kjørte inn i disse massene og sporet av. Ingen biler ble truffet. Vestre del stoppet opp ovenfor overbygg III.



## Hendelsene på Boge. Del 2

- Banen ble fort åpnet, etter fjerning av tog, siden den ikke var direkte truffet, mens vegåpningen (ryddearbeidene) tok noe lengre tid.
- Området ble inspisert (helikopter) av geologer/geoteknikere fra vegvesenet og MC mens opprydningsarbeidene pågikk.
- Vurderingen fra både vegvesenet og MC var at det fort kunne komme et skred til øst for skred 1.
- Det ble vurdert å stenge bane og veg, og mens vurderingene for veg ble foretatt gikk skred nr. 2. For bane ble det av MC og JBV den 20. mai vurdert at banen var relativt godt beskyttet siden de utsatte delene av banen var beskyttet av overbygg fra 1920-tallet.



## Hendelsene på Boge. Del 3

- Historisk følger skredene i dette området klart definerte bekløp og fordypninger i terrenget, og overbyggene over banen er plassert i bunnen av disse. Den nyere vegen er derimot anlagt uten tilsvarende skredsikring. Dette kan ha sammenheng med mindre skredaktivitet i dette området da veg ble anlagt.
- Skred 2 kom 21 mai.
- Skredet hadde samme forløp som skred 1, og skredet delte seg også denne gangen.
- Østre skredløp traff overbygg V og E16 over jernbanetunnel, og vestre skredløp gikk inn i østre løp for skred 1 og gikk (igjen) over overbygg IV.



## Hendelsene på Boge. Del 3

- Historisk følger skredene i dette området klart definerte bekkeløp og fordypninger i terrenget, og overbyggene over banen er plassert i bunnen av disse. Den nyere vegen er derimot anlagt uten tilsvarende skredsikring. Dette kan ha sammenheng med mindre skredaktivitet i dette området da veg ble anlagt.
- Skred 2 kom 21. mai.
- Skredet hadde samme forløp som skred 1, og skredet delte seg også denne gangen.
- Østre skredløp traff overbygg V og E16 over jernbanetunnel, og vestre skredløp gikk inn i østre løp for skred 1 og gikk (igjen) over overbygg IV. Slam fløt inn på jernbanen.



## Hendelsene på Boge. Del 4

- Banen ble igjen relativt fort ryddet og åpnet, mens vegen ble holdt stengt vesentlig lengre og seinere åpnet med restriksjoner av en velbegrunnet frykt for nye skred fram til den mest kritiske snøsmeltingen var over.
- Forskjellen i stengningslengder skyldes at jernbanen hadde tilstrekkelig sikring mot skred i dette området, mens vegen ikke hadde det.
- Det ble ikke observert direkte skade på skredoverbygg og bane etter hendelsene, men det ble valgt å gjøre en del oppgraderingsarbeider (beskyttelse av bekkeinntak, skjerming av bane m.m.) i etterkant.
- Det permanente sikringstiltaket er tunnel for veg og bane.



## Boge, oppsummert

- Store skred på over 3000 kubikkmeter masse som ble avsatt i enden av skredløpene/i sjø (vesentlig større masser i bevegelse oppe langs skredløpene).
- Skredene kom på et skredutsatt område som delvis alt var sikret.
- Sikringstiltakene (for bane) fungerte, men måtte i etterkant suppleres. Lengste stengningstid for bane var knapt 4 døgn, men banen var ryddet og klarert etter 2 døgn (skred 2).
- Veg var ikke sikret og stengningen av E16 ble langvarig. Vegen var stengt i en uke og nattestengning og kjørerestriksjoner (stengning ved tåke) varte til medio juni.



# Ørnaberget, Mjølfjell. Steinskred 06.10.2013



Kilde: Jernbaneverket



## Ørnaberget. Skade sett mot øst



Kilde: Jernbanelverket



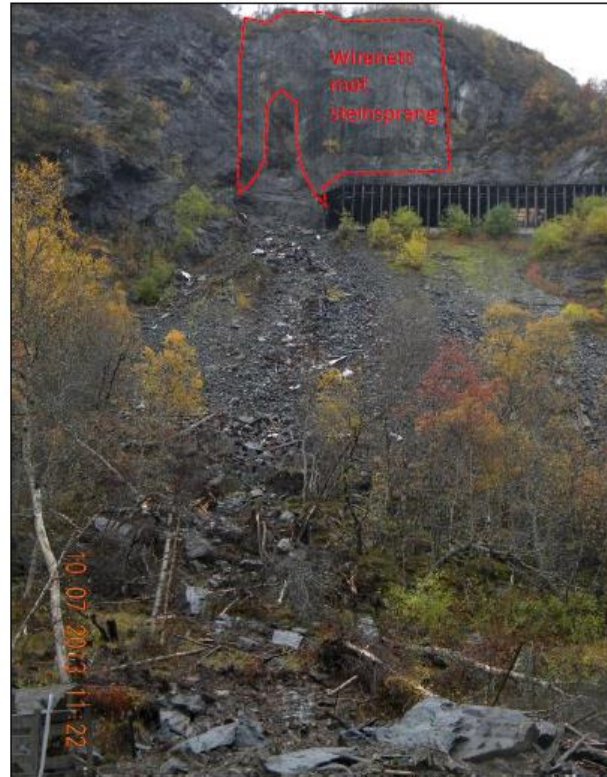
## Ørnaberget, utgraving



Kilde: Jernbaneverket



## Ørnaberget, Oversiktsbilde



Kilde: Jernbaneverket



Kilde: Jernbaneverket

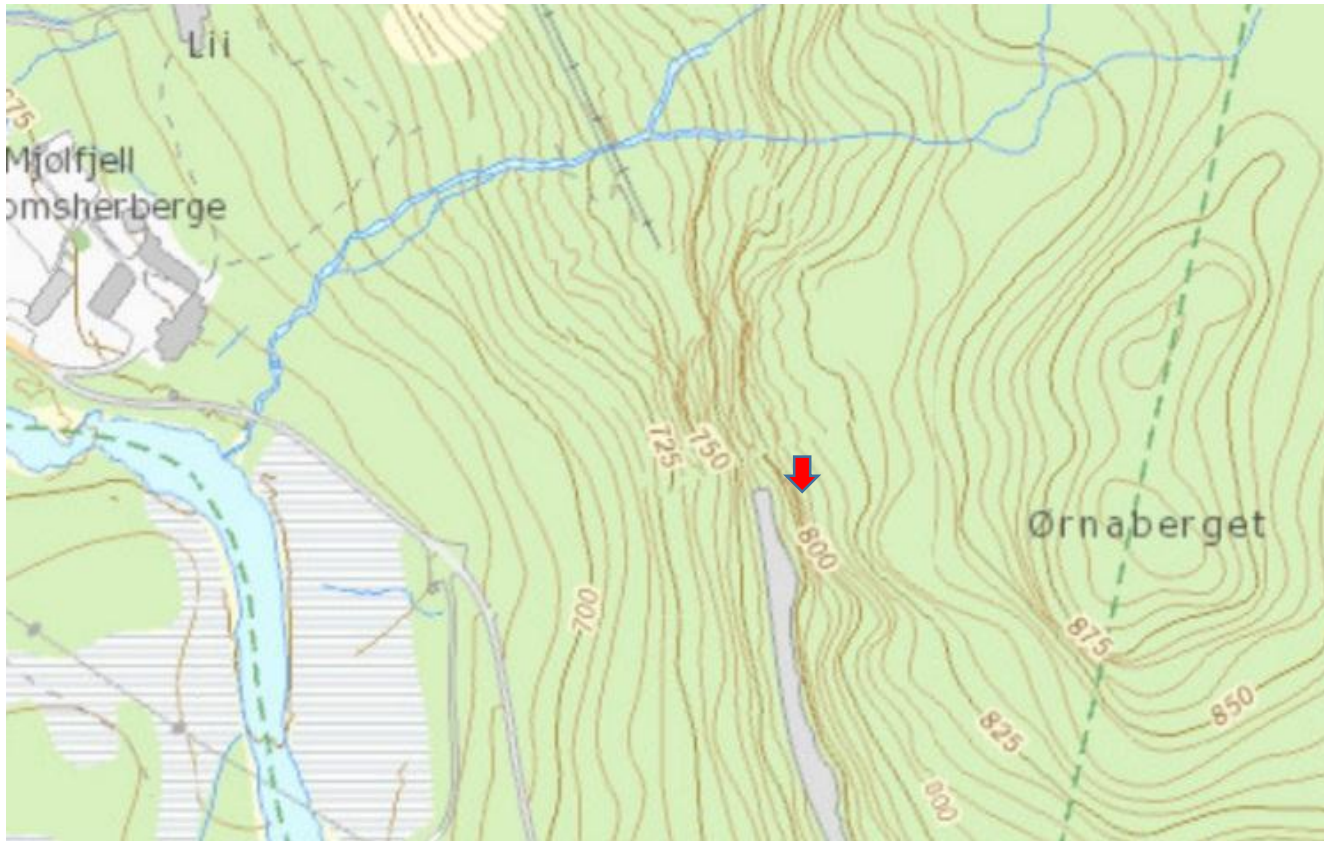


## Ørnaberget, treffpunkt på rallarvegen.



Kilde: Jernbaneverket

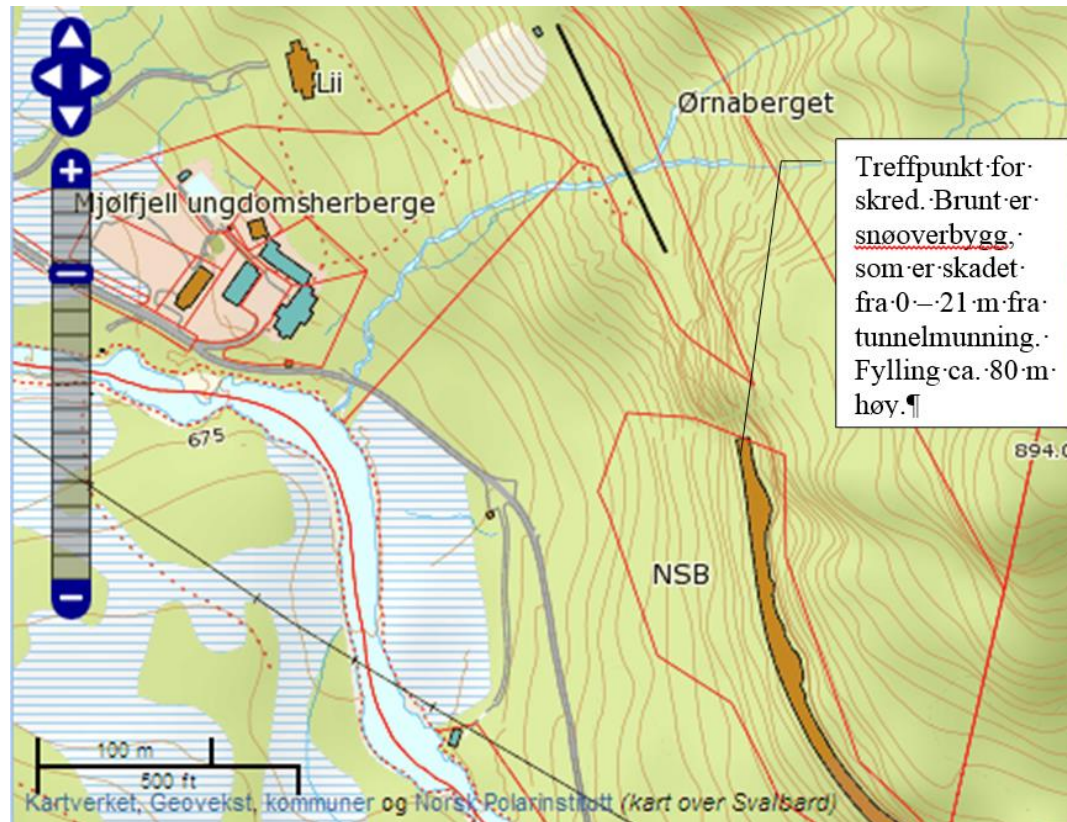
# Skredpunkt, Ørnaberget



Kilde: Jernbaneverket



# Ørnaberget, situasjonsplan skadeområde



## Ørnaberget, skredhendelse

- Søndag, 06.10.2013, kl. 17:32 løsnet store steinblokker fra 10 - 20 m høyde i en 25 – 30 m høy fjellskrent ovenfor jernbanesporet, to minutter etter at toget hadde passert. Steinblokkene traff og knuste en 12m-15m lang del av snøoverbygget (tre) frem til betongportal (søndre påhugget til Nedre Ørneberggtunnelen).
- Skredvolumet (steinskredet) var maksimalt 120 kubikkmeter. Skredet i jernbanefyllinga kom i tillegg. Totalt trolig rundt 200 kubikkmeter med stein og fylling i bevegelse.



## Ørnaberget, skredhendelse forts.

- Multiconsult (U. Hagen m.fl.) hadde fem år før advart mot utrasing av dette partiet. Sikring av dette partiet var prioritert av Jernbaneverket. Tidligere hadde det blitt delvis sikret med steinsprangnett/isnett.
- I utgangspunktet var det forventet en stengningsperiode, som følge av skredet, på en måned.
- Det ble lagd forslag fra MC om en «smart hurtigløsning» (vegg av utstøpte kumringer som kan stagforankres om nødvendig), som av entreprenørene ble videreutviklet i prosessen. Banen ble åpnet på åtte døgn (estimert tid for «hurtigløsning» = ti døgn).



# Løsning Ørnaberget



Kilde: Jernbaneverket



# Ørneberget, gjenåpning

## Bergensbanen åpner igjen mandag formiddag

Bergensbanen åpner igjen mandag formiddag, to dager tidligere enn planlagt.

✎ NTB

🕒 Publisert 13.okt. 2013 21:11 Oppdatert 13.okt. 2013 21:11

Åpningen er framskyndet til mandag klokken 12. Årsaken er at det har blitt funnet en raskere måte å bygge opp fundamentet for banen i Ørneberget på, opplyser Jernbaneverket.

Bergensbanen har vært stengt siden søndag 6. oktober da det gikk et større steinras like øst for Voss. Raset gikk like etter at et vestgående tog fra Oslo med 400 passasjerer om bord hadde passert. Det er det 28. raset på Bergensbanen så langt i år. Jernbaneverket regner med at det vil gå ytterligere elleve ras før året er omme.

Kommunikasjonssjef Sør/Vest i Jernbaneverket, Inge Hjertaas, retter en stor takk til entreprenørene Mesta og Spilde. Mesta har gjort rassikring, mens Spilde har tatt seg av fundamenteringen. (©NTB)

ANNONSE

A STAR ALLIANCE MEMBER

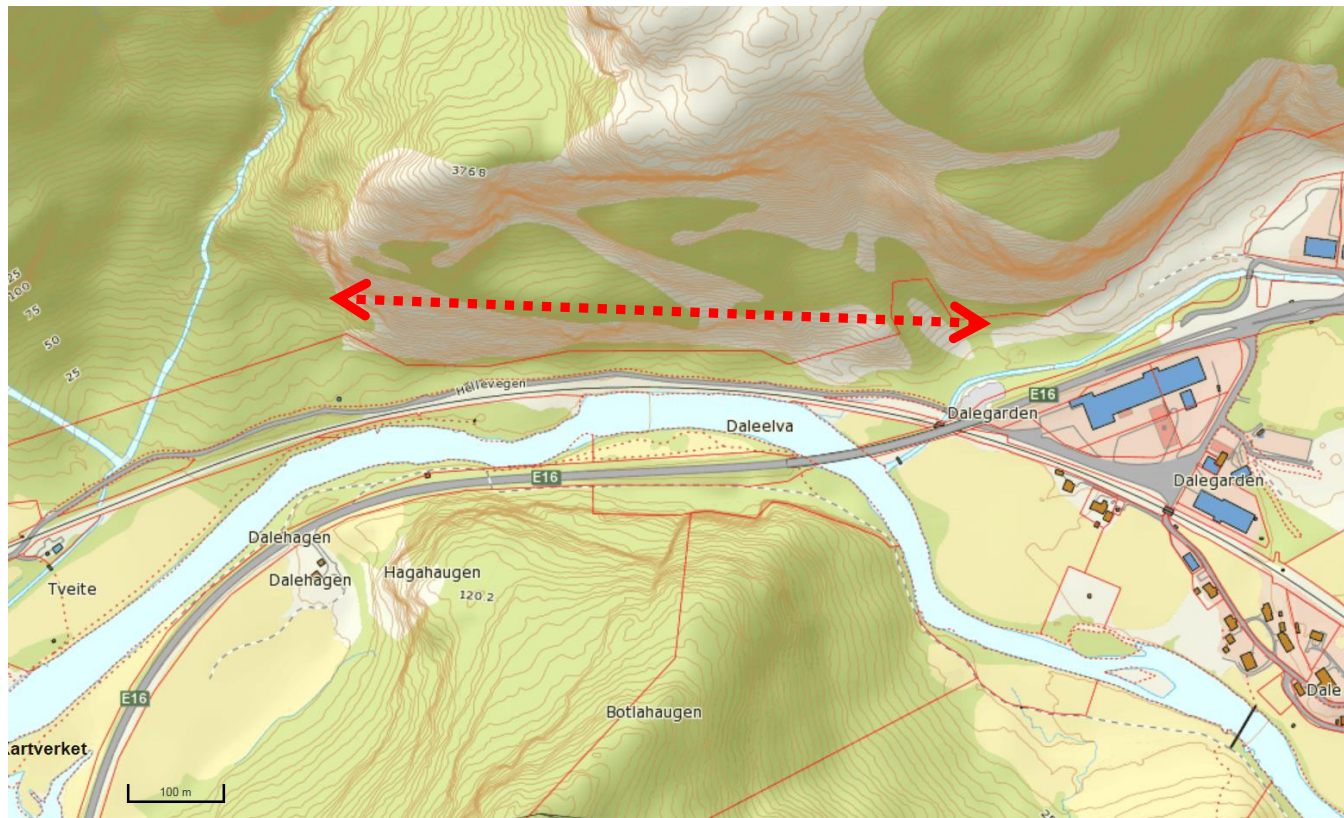
**FÅ REISETIPS AV  
VENNENE DINE.**

**PRØV REMAP<sup>™</sup>  
I SAS-APPEN**

**SJEKK HER**

**SAS**

# Dalegarden, mellom Dalevågen og Dale



# Dalegarden

- Området mellom Dalegarden og mot vest til Dalevågen (Daleura) har vært utsatt for hyppige steinspranghendelser siden før 2000.
- Sikringstiltak (utførte og under utførelse) er flere hundre løpemeter med ledevoller, steinsprangvoller og fanggjerder.
- Steinsprang rammer kommunal veg og jernbane. E16 er i dette området lagt på fylling og bro utenfor det mest utsatte området.
- Eneste fullverdige sikringsmetode er tunnel.



# Dalegarden



Kilde: MC



## Dalegarden, vertikalfoto



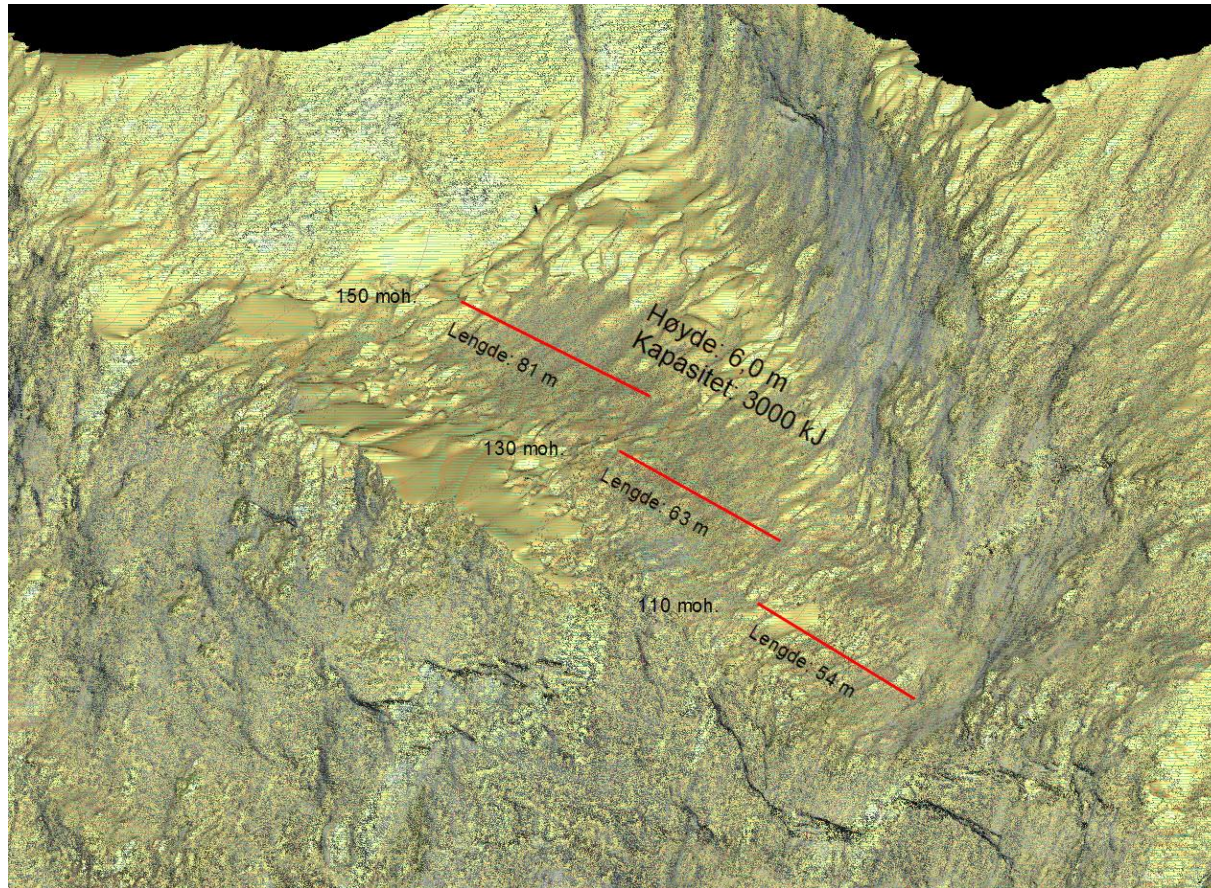
## Dalegarden, 2008. Steinsprang/skred



# Dalegarden, helikopterfoto



# Dalegarden, Dronebilder



# Dalegarden, dronefoto med utmåling

