

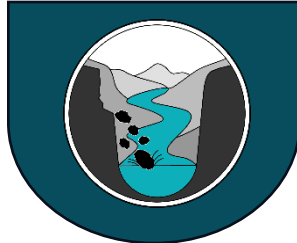
09:15-09:45 Invitert foredrag I

Hans på veg. Flaum, skred og erosjon i stort omfang

Jens Øyen Tveit

Statens Vegvesen, Vestland, Norge

Etter intens nedbør vart det store problem på vegnettet særleg i Hallingdal, Valdres, Gudbrandsdalen og Ottadalen. Foredraget gir innsikt i korleis skredberedskapen i Statens vegvesen handterte hendingane og korleis handtering lokalt fungerte i Dei mest råka områda.



09:45-10:00

Geofarar i Norge: Kartlegging av oppskyllingshøyden til Storegga tsunamien i Vestfjorden

Oddbjørn Johansen Rovde

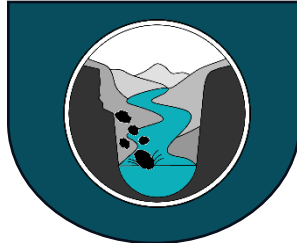
Institutt for Geografi, Universitetet i Bergen, Norway

Mitt masterprosjekt tar for seg kartlegging av oppskyllingshøyden til Storeggatsunamien i Vestfjorden. Fokusområdet er Myrvatnet, og de omkringene myrområdene som befinner seg i Tjeldsund kommune. I tillegg vil sedimentkjerner hentet fra tidligere masteroppgaver (Steigen og Leknes) bli studert for å se om innsnevringen av Vestfjorden har en innvirkning på oppskyllingshøyden til Storeggatsunamien i Tjeldsund. Andre delmål med masteroppgaven er: (1) Bruke dataen til å oppdatere en havnivåkurve for Evenes og (2) se etter spor fra en yngre tsunamihendelse etter Trænadjupskredet.

En «piston corer» ble brukt til å hente en sedimentkjerne på over 3,7 meter, delt i 3 seksjoner, den 27-03-2023. I sommer, mellom perioden 17. juli og 8. august, ble feltarbeidet gjennomført. En sonderingstang på 4 meter ble brukt til å kartlegge dybden på eventuelle sandlag i myrene rundt myrvatnet. To ulike russerbor ble og nyttet. Et lite med kapasitet på 0,5 meter til å kartlegge stratigrafien i de ulike myrene. Basert på resultatene fra det lille russerboret og sonderingen, ble et større russerbor med kapasitet på 1 meter brukt for å hente ut 6 nye sedimentkjerner til videre undersøkelse.

Per nå er 4 ulike lab-metoder brukt på «pistonkjernen»: Glødetap/Karbonat (%), MS, XRF, og logging

I fremtiden vil partikkelstørrelse bli målt med en Mastersizer 3000, og seksjoner av Piston-kjernen skannet av en CT-skanner. Karbondateringer vil og bli gjennomført i seksjoner over mulige tsunamilag. Resultatene fra lab-metodene er visualisert i flere grafer, hvor et potensielt tsunamilag er funnet i marin silt. En russerkjerne, hentet fra de øvre delene av myra (33 moh.), har et distinkt sandlag funnet i torv. Russerkjerner hentet fra lavere høyder inneholder mulige spor fra Storeggatsunamien (klaster, grus, sand osv.) i marin silt. Potensielt var deler av myren dekket av hav under hendelsen. Karbondatetring skal gjennomføres for å verifisere.



11:00-11:15

Mot en metode for risikobasert jordskredvarsling

Lennarth Olsen

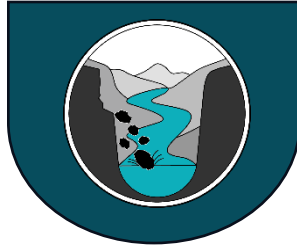
Universitetet i Oslo, Norway

Prognoser og varslingsystemer er etablert for å varsle lokale nødetater og innbyggeren om at en potensielt skadelig hendelse kan skje innenfor et gitt område og tidsrom. I Norge er det Norges vassdrag og energi direktorat (NVE) som drifter den nasjonale jord og flomskredvarslingen. I dag er varslene regionale og det er de lokale myndighetene som er ansvarlige for å identifisere områder som er utsatt for skred og flomrisiko.

Nye retningslinjer fra World Meteorological Organization (WMO 2015) anbefaler at varsling av naturfarer som jordskred og flom er risikobasert. For øyeblikket jobber NVE med modeller for risikobasert flom og snøskredvarsling. En slik varslingsmodell er også nødvendig for grunne løsmasseskred.

Hovedpoenget med oppgaven er å utvikle en metode for å varsle jord og flomskred. Studieområdet for oppgaven er Voss kommune da dette er innenfor FlomRisk prosjektet NVE allerede jobber med. Området er også utsatt for tidligere skredhendelser som har rammet infrastruktur.

Ved hjelp av GIS og eksisterende informasjon kan områder ved eventuelle konsekvenser kartlagt. Sannsynlighetsfaktoren blir beregnet basert på tidligere hendelser, faresonekartlegginger, aktsomhetsområder, mm. Ved ett eventuelt varsel er konsekvensfaktoren statistisk, mens sannsynlighetsfaktoren endres ved forskjellige hydrometrologiske forhold.



11:15-11:30

Testing the significance of vegetational parameters on shallow landslide susceptibility - for landslides triggered in August 2023 during the extreme weather event Hans

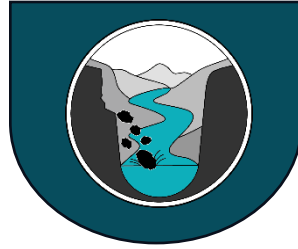
Iris Peeters

Høgskulen på Vestlandet, Sogndal, Norway

International research suggests that forest enhances slope stability by mechanically reinforcing the soil and improving drainage (e.g. Cohen and Schwarz 2017). Consequently, forest cutting or death due to beetle attacks, storms or fires increase shallow landslide susceptibility. Roots do not lose their stabilizing effect right away and new forest tends to establish eventually, leading to a critical phase between 8 to 20 years after deforestation (Ammann et al. 2009, Preti 2013). So far, no Norwegian studies have focused on the effect of forests on shallow landslide susceptibility, so that our forest management relies on the assumption that findings from the European Alps and North America are valid for Norwegian conditions.

In my science project which was a preparation for the master thesis, I explored how the currently available Norwegian datasets can be used to test the hypothesis that shallow landslide susceptibility increases after logging and reaches a maximum after approximately 8 years post-deforestation. Due to the complexity of processes and competing effects, it is not easy to find conclusive evidence on the influence of vegetation on slope stability. In particular, one limiting factor is that the satellite-derived SR16 dataset only represents logged areas that date back to 2011.

Therefore, my master thesis will focus on exploring the significance of vegetation on shallow landslide susceptibility for the extreme weather event Hans which hit south-eastern Norway from August 8-10th 2023. Preliminary mapping indicates that there may be beyond 200 shallow landslides triggered during this event, opening the opportunity for statistical analyses which I will conduct later this winter. To support the statistical approach, I look into case studies for six shallow landslides in Bøverdalen and Visdalen. On Geofaredagen, I will present detailed field observations and drone imagery for these case studies with focus on initial thoughts on the significance of vegetation.



11:30-11:45

Towards FSLAM for Norway – modelling landslides triggered in Jølster and Ottadalen

Rosa M Palau¹, Capobianco Vittoria¹, Issler Dieter¹, Gibbons Steven¹, Gisnås Kjersti¹, Abancó Clàudia², Hürlimann Marcel³, Medina Vicente³, Kleiven Anders¹

¹Norwegian Geotechnical Institute, Oslo, Norway

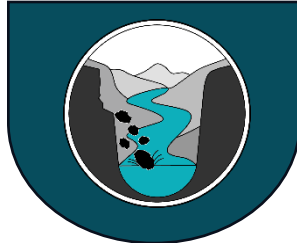
²Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain

³Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain

Shallow slides and debris flows represent a significant hazard in Norway and pose a considerable risk for linear infrastructures, settlements, and population. Due to climate change, the frequency and intensity of severe rainfall events that usually trigger landslides are expected to increase. Thus, the occurrence of shallow slides and debris flows is also expected to increase in frequency.

Susceptibility mapping is a useful tool to identify the areas where shallow landslides and debris flow might initiate. The “Fast Shallow Landslide Assessment Model” (FSLAM) is a physically-based susceptibility model developed by the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) that can map landslide susceptibility over large areas with a very short computation time. The model applies a simplified hydrological model and the infinite slope theory. Soil cohesion and friction angle are stochastically included. FSLAM requires five input maps describing the topography, soil properties, vegetation, event rainfall and antecedent rainfall.

Within the NordicLink project, we have adapted the original FSLAM model to use information on the antecedent groundwater conditions from SeNorge instead of antecedent rainfall data. Furthermore, the additional reinforcement provided by vegetation in forested areas has been modelled using information on the underground biomass provided by the SR16 forest maps. The modified approach has been tested for two extreme rainfall events that triggered multiple landslides in Norway: the rainfall event that affected Jølster on 30 July 2019, and the storm Hans, which resulted in great damage in Ottadalen in August 2023.



13:00-13:15 Invitert foredrag II (del 1)

Nasjonalt Aktsomhetskart for Jord- og flomskred 2.0; Hvordan ble det nå gjeldende kartet laget og hva er oppdatert i den kommende versjonen

Lena Rubensdotter^{1,2}, Jose Pullarello¹, Kari Sletten¹, Knut Stalsberg¹

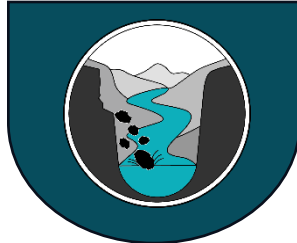
¹Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), Trondheim, Norway

²The university centre in Svalbard (UNIS), Longyearbyen, Norway

Det Norske samfunnet har i over ti år hatt tilgang til flere ulike nasjonale aktsomhetskart, til hjelp for kommuner og utbyggere ved fastlegging av sårbarhetssoner for skred i bratt terreng. Aktsomhetskart finnes for steinsprang, snøskred og jord- og flomskred, og er laget for bruk i skala 1:50 000. De viser potensielle startområder og potensielle utløpsområder for skred, basert på terrengforhold og modelleringer men uten å si noe om sannsynlighet eller konsekvens av skred.

Det eksisterende aktsomhetskartet for jord- og flomskred er fra 2014 og basert på den da gjeldende nasjonale terrengmodellen, med en oppløsning på 10x10m og 25x25 m. Potensielle startpunkter for skred er basert på helningsgrad, størrelsen på nedslagsfelt og graden av terrengformer i overflaten. I tillegg ble nasjonale løsmassedata, av varierende detaljgrad, brukt i analysen for å definere hvor det er sårbare løsmasser.

I 2022 ble det lansert en ny nasjonal terrengmodell, med 1x1m oppløsning. I forbindelse med dette er noen av aktsomhetskartene revurdert. Målet har vært å forbedre kvaliteten gjennom å ta i bruk moderne modellerings-teknikker sammen med den nye terrengmodellen, for å lage oppdaterte kart. I arbeidet med nytt Aktsomhetskart for jord- og flomskred er det besluttet å erstatte de ofte veldig grove løsmassedataene med en ny kartlegging av tidligere jordskredaktivitet over hele landet. Basert på dette er så startpunktanalyse gjennomført på de nye terrengdataene, med justerte verdier for helning, nedslagsfelt og terrengform. Når de potensielle startpunktene vel er plukket ut så kjøres en utløpsmodellering fra hvert startpunkt med bruk av programmet Flow-R, for å lage det endelige aktsomhetskartet.



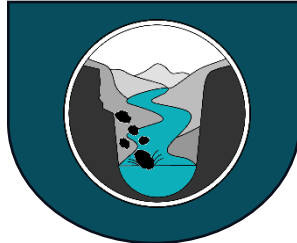
13:15-13:30 Invitert foredrag II (del 2)

Nye aktsomehtskart for snøskred i Norge (NAKSIN)– hva er nytt og hvilken gevinst kan det gi?

Heidi Hefre, Sylfest Glimsdal, Dieter Issler, Kjersti Gisnås, Peter Gauer, Kjetil Sverdrup-Thygeson

NGI, Oslo, Norway

NGI har oppdrag fra NVE levert nye aktsomhetskart for snøskred. Mens de gamle kartene var beregnet kun fra enkel formel basert kun på statistikk av utløpsdistanser fra ca. 200 store historiske snøskred i Norge samt terrenghelning, baserer de nye kartene seg på modellering av alle (!) skredbaner i Norge med en dynamisk modell. De viktigste parametere for den dynamiske modellen er skredets bruddhøyde (som gir volum som løsner) og skredbanens friksjon. Bruddhøyden er beregnet fra tidsserier av ulike historiske værdata slik som temperatur, nedbør, snøhøyde, nysnøtilvekst og snøtetthet. Disse dataene variere ut fra hvor man er i landet og justeres i forhold til hvor høyt over havet et skred ligger. For hver beregning så bestemmes sannsynligheten for at vær-situasjonen for å få beregnet bruddhøyde oppstår. Modellen tar også hensyn til effekten av skog både med tanke på hvor skred kan løsne (trær kan redusere tykkelsen av snølag mot bakken) og den bremsende effekten av skogen når skredet beveger seg nedover en fjellside. I foredraget vil vi med eksempler vise hvorfor innføring av de nye aktsomhetskartene gir et bedre grunnlag for å vurdere faren for snøskred, og gevinsten de nye kartene gir. Det vil også bli gitt eksempler på hvordan vi validerer modellen mot kjente hendelser.



13:30-13:45

Utviklinga og fordelinga av fritt vassinnhald i ulike snøtypar i snødekket

Thor Parmentier

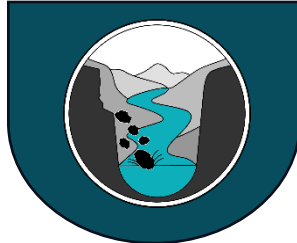
Universitetet i Bergen, Norway

Sørpeskred er ei geofare som kan ha betydelege konsekvensar for både menneske og infrastruktur. For å løyse ut sørpeskred må ein ha tilstrekkeleg vasstilførsel, snø, og eit impermeabelt lag som held det oppsamla vatnet i snødekket. Forskjell i snøtype kan ha ein effekt på kor stor vassmengd som er nødvendig for å løyse ut sørpeskred.

Hovudmålet med denne oppgåva er å undersøke korleis fritt vassinnhald (LWC) utviklar og spreiar seg i ulike typar snø. Eit sekundært mål er å samanlikne ein SLF Snow Sensor frå FPGA Company og ein snøgaffel frå Toikka, som begge er handhaldne LWC-målarar. Om instrumentet blir levert i tide kan også DeTISS frå Denoth brukast.

For å oppnå dette nyttast hovudsakleg egne feltdata, inkludert tradisjonelle snøprofil-målingar som temperatur, lagdeling, hardheit, kornform og kornstorleik, samt målingar av LWC med SLF-sensoren. Desse målingane blir tekne før og under/etter vêrhendingar som gjer rask vasstilførsel til snødekket, t.d. regn på snø eller ved gode snøsmelteforhold. Vasstilførsla reknast ut ved hjelp av ein energibalansmodell som berre bruker nedbør og lufttemperatur som inndata. I tillegg stiller NVE med LWC-data frå tidlegare år. Metode for samanlikning av måleinstrument må framleis utviklast.

Per no har eg ikkje omfattande resultat, men vil dele det vesle eg har, samt erfaringar frå felt.



13:45-14:00

Kartlegging av romleg variasjon i snødjupne og undersøking av prosessar som bidreg til akkumulasjon på Skjerdingsanebreen vinteren 2021-2022

Malene Hetle Hole, Julia Måkestad Hovda, Marius Kongsteien Bøe

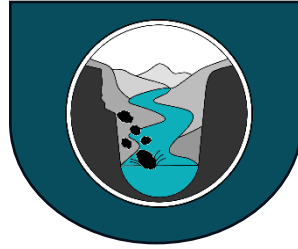
Høgskulen på Vestlandet, Sogndal, Norway

Verda over er det rapportert om tilbaketrekking av fjellbrear, isdekke og snødekke. På bakgrunn av snøen si betydning for isbrears vekst og levetid er det interessant å undersøke endring og sesongvariasjon i snødekket. Skjerdingsanebreen er ein botnbre med topografiske karakteristikkar som er avgjerande for snødrift, snøskred og solinnstråling på breen. Målt jamvektslinje er 355 m lågare enn klimatisk jamvektslinje, og Skjerdingsanebreen skil seg dermed frå andre brear i området.

Ved hjelp av geofysiske målingar med georadar, snøprofilanalyse, og feltobservasjonar var hensikta å kartlegge snødekket og massetransportprosessar. I etterkant av feltarbeidet utførte vi analyse av foto frå 2019-2022, samt dynamisk skredmodellering i RAMMS for å forklare målt variasjon i snødjupne ved georadarmålingane. Resultata vart sett saman med tidlegare studie utført på breen.

Målingane gav minst snødjupne nederst på breen, som auka gradvis med aukande høgd over havet. Dette området vart tolka som nedbørsområde i vintersesongen 2021/2022, og snødjupna varierte frå 3-5 m. Områda med størst snødjupne var i ytterkantane av breen i sør, vest og nord. Den største målte djupna var 11,7 m, i eit område med identifisert firnsnø. Frå mars til juni vart flakskred og laussnøskred identifisert, og i april-mai vart det observert auka tal hendingar.

Resultata tyda på at høg frekvens av skred med kort utlaup bidreg til auka snødjupne i akkumulasjonssona. Særleg skred med overlappende utlaup gir område av snø med høgare tettleik. Biletanalyse og skredmodelleringa viste også at skred frå losneområde i sør og nord kan nå ned til innsjøen. Samanlikning med tidlegare studie syntte akselererande auke i lengdeutstrekning av innsjøen, med differanse på 30 m frå 2017 til 2022. Frå 2017 til 2021 er firngrensa estimert flytta 30 m lenger vest og 2,8 m opp i høgd over havet. Dette gav estimert jamvektslinje på 1047,8 m for 2021.



14:45-15:15 Invited talk III

Toward objective predictions for quantitative rockfall hazard assessments

François Noël^{1,2}

¹Risk Analysis Group, Institute of Earth Sciences, University of Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland

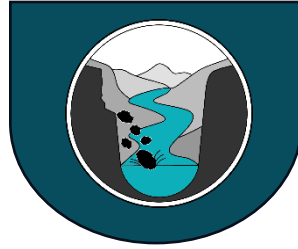
²Geohazard and Earth Observation Team, Earth Surface and Seabed Division, Geological Survey of Norway (NGU), NO-7491 Trondheim, Norway

Most current rockfall simulation models require precise site-dependent fine-tuning of their parameters to reproduce the expected runouts and energies. Performing the related extensive back analyses is time consuming, expensive, and often impractical. By using more objective approaches, resources saved on the previous points could be reallocated to the on-site rockfall source identification, evaluation of the slope stability and level of activity, and collecting data related to observed runouts from previous events.

To evaluate and improve the objectivity of the methods, we performed diverse collaborative rockfall experiments and detailed back analyses from large past rockfall events. The data gathered covers a wide span of energies going from a few kilojoules to hundreds of megajoules. Existing and new simulation models were confronted to reality by comparing them to the empirical data in order to assess their subjectivity. The better understanding of rockfall dynamics allowed us to improve and simplify the new model by using more objective inputs. Important biases from gridded digital elevation models, influencing the 3D simulation results beyond one magnitude order were also solved. The performance of the new simulation model was compared to those from simple geometric methods and to near 1000 various rockfall observations from more than ten sites.

The results quantitatively showed that the accuracy of the runouts predictions from the process-based simulations of the new model is far superior to those from the geometric approaches compared. Indeed, the precision of the simulations is 2× to 3× better prior to any calibration or fine-tuning of the simulation parameters. Also, the objective predictability performance related to the runout distances, bounce heights and translational velocities (and energies by extension) is greatly improved compared to past simulation benchmarks. Additionally, a quantitative hazard zoning method putting the related residual hazard in perspective to the TEK17 thresholds was developed. Prototype tools homogenising the application of the new objective methods transparently described in open access publications were created and are made freely available.

Despite the impressive improvements in terms of objectivity and predictability of the simulations, a model remains a simplified attempt at reproducing the complex nature of the phenomena. As for any model, one must thus remain critical of the simulated results. The precision within $\pm 1-2^\circ$ of the average and maximum runout distances could be further improved. As said in Noël et al. (2023a), the community is encouraged to confront models to various real events and to constructively share its findings to help improve models.



15:15-15:30

Multimodal Asynchronous Kalman Filter for Monitoring Unstable Rock Slopes

Lukas Schild¹, Thomas Scheiber¹, Paula Snook¹, Reza Arghandeh², Stig Frode Samnøy³, Alexander Maschler¹, Lene Kristensen⁴

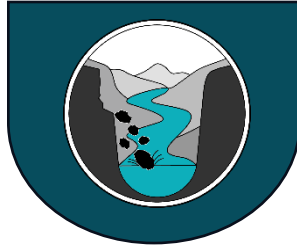
¹Department of Environmental Sciences, Western Norway University of Applied Sciences, Sogndal, Norway

²Department of Computer Science, Electrical Engineering and Mathematical Sciences, Western Norway University of Applied Sciences, Bergen, Norway

³Department of Civil Engineering, Western Norway University of Applied Sciences, Bergen, Norway

⁴Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Trondheim, Norway

Unstable rock slopes pose a hazard to inhabitants and infrastructure in their vicinity, necessitating advanced monitoring methodologies for timely risk assessment and mitigation. Recent geotechnical monitoring techniques often rely on sensor data fusion to enhance forecasting and prediction for imminent failures. Our investigation extends beyond a single sensor type to data fusion for heterogeneous sensor networks using a Multimodal Asynchronous Kalman Filter. We illustrate the application of the proposed method on a case study data set consisting of data from an on-site sensor network enriched by remote sensing data. Employing a Multimodal Asynchronous Kalman Filter, we merged varying sensor inputs, capitalising on the distinct resolutions inherent in each. The outcome was a combined dataset with a high spatiotemporal resolution for characterising object behaviours. Our approach thus facilitates the estimation of essential physical attributes for the monitored objects, encompassing translation, rotation, velocities, accelerations, and relative movements. The case study site was a ca. 50.000 m³ unstable rock section in Aurland, Norway, which collapsed as a multi-stage failure in July 2023. While initially rooted in the context of the case study site, our method can be transposed to various sites with distinct sensor networks, enhancing state estimations for objects on unstable rock slopes. These refined object states offer significant improvements to applications such as risk assessment and robust early-warning systems, enhancing predictions of critical failure points.



15:30-15:45

July 2023 failure from the unstable rock slope Stampa, Western Norway

Alexander Maschler¹, Paula Snook¹, Thomas Scheiber¹, Lukas Schild¹, Stig Frode Samnøy², Lene Kristensen³, Halgeir Dahle⁴, Jan Helge Aalbu⁴, Helge Henriksen¹

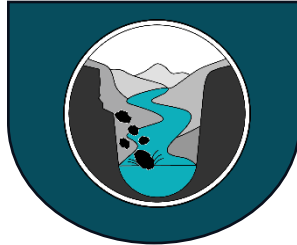
¹Western Norway University of Applied Sciences, Sogndal, Norway

²Western Norway University of Applied Sciences, Bergen, Norway

³Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Trondheim, Norway

⁴Norwegian Public Roads Administration, Trondheim, Norway

A rock section called “Block4A” failed early in July 2023 from the large and complex rock-slope instability at Stampa. The rock slope lies above the Aurlandsfjord next to the tourist place Flåm (Vestland County, Norway). The uppermost part of Block4A consisted of a ca. 5,000 m³ large rock column resting on a highly fractured base, adding to a total unstable volume of up to 50,000 m³. Scenario Block4A was monitored by NVE (Norwegian Water Resources and Energy Directorate) and HVL (Western Norway University of Applied Sciences) since 2015 and showed increased displacement over the last years. The monitoring network by HVL consisted of a total station, an extensometer, a tiltmeter, seismic sensors and a timelapse camera, supplementing the setup by NVE including ground-based InSAR and a corner reflector for satellite-based InSAR. In addition, high-resolution terrain models derived from sporadic UAV surveys supplement the monitoring data. A monitoring platform was created to compile and analyze near real-time data from the instrumentation. Over the last years, Block4A showed seasonal, and weather correlated variation of displacement rates with a total of up to 60 cm/a, while by June 30th velocities had reached 6-80 cm/day. At the beginning of July 2023, Block4A collapsed in a polyphase rock slope failure. Frequent smaller rockfall events occurred from the 30th of June. The first larger rockfall (ca. 9.000 m³), detached from the lower part on July 1st, where an outrunner boulder destroyed a high-voltage powerline, which started two fires on the slope and hit the E16 road before entering the fjord. The main failure of ca. 30.000 m³ happened on July 3rd but did not reach the road. Due to the monitoring of the unstable area by NVE and HVL the failure of Block4A was expected and the road was closed beforehand, preventing casualties.



15:45-16:00

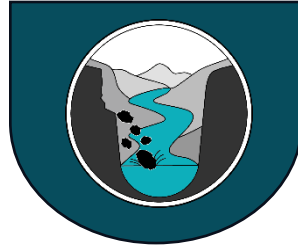
Coseismic Ground Failures: Insights from the 2020 Petrinja Earthquake

Nina Hećej¹, Davor Pollak²

¹Department of Earth Science, University of Bergen, 5007 Bergen, Norway

²Department of Hydrogeology and Engineering geology, Croatian Geological Survey, 10000 Zagreb, Croatia

In December 2020, northern Croatia experienced an earthquake with a magnitude of Mw 6.4, resulting in extensive damage to infrastructure and tragic loss of seven lives. The devastating consequences in the wider area of Petrinja, Sisak and Glina were caused, apart from the ground motion, by numerous coseismic processes. Therefore, in addition to the detailed investigation of origin and the scale of seismically induced processes, a meticulous field prospecting was executed to gather data and create an inventory of the different coseismic processes (Pollak *et al.*, 2021; Baize *et al.*, 2022). This development of the inventory (<https://hgi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6c0fb839b443413aafae2b15144dd91e>) enabled experts and members of the general public to report and review data, which assisted in identifying areas requiring immediate attention and in planning further detailed studies. The gathered data were analyzed within a GIS environment, enhancing the understanding of the conditioning and triggering factors of the involved processes, and allowing for in-depth data analyses (Pollak *et al.*, 2021; Baize *et al.*, 2022). The coseismic processes were classified into 13 distinct categories including phenomena such as sand boils, lateral spreading phenomenon and subsidence (resulted from earthquake-induced liquefaction), gravitational movements on slopes (activated and reactivated landslides and rockfalls) and sudden occurrence of numerous collapse sinkholes. The field survey also noted a significant number of surface ruptures and several displacements of wellspring locations, which imply changes in the groundwater flow routes induced by the seismic event. The above-mentioned studies, break down the complicated series of events and reactions caused by the earthquake, providing information on the processes occurring during and after the ground shaking. A deeper understanding and increased awareness allow us to prepare better for similar events in the future, enabling swift responses to critical issues, fostering detailed research, and developing strategies to minimize damage from future earthquakes.

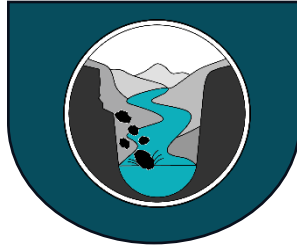


Skredhistorikk i Seljadalen

Serine Bakken, Johannes Botten, Merethe Holde Kjenås

Institutt for Miljø- og Naturvitenskap, Høgskulen på Vestlandet, Sogndal, Norway

Seljadalen er en vakker u-formet dal innerst i Vik kommune, Vestland fylke. Området er svært utsatt for skred med bratte fjellsider på begge sider, hvor det i 2019 ble det utført en skredkartlegging av området av Skred AS. Gjennom overflatekartleggingen gjorde de funn av flom- og jordskredavsetninger, avsetninger fra snøskred og steinskred, samt steinsprang. Disse avsetningene er godt synlige både i felt, flyfoto og kart. Formålet med oppgaven er å bruke blant annet georadar og stratigrafiske undersøkelser. Vi vil undersøke antall skredhendelser, mektigheten til hvert skred, nye eller gamle skred og hvilken skredprosess som har bygget opp viften. I utløpssonen vil sedimenter avsettes i lagrekker, hvor det i intervallene mellom skredhendelser vil bygges opp jordsmonn, noe som vil være synlig i både snitt og gjennom geofysiske undersøkelser. Gjennom bruk av georadar og tolkning av dataene vi får fra den, kan vi komme til en nærmere forståelse av skredhistorien på de undersøkte viftene i Seljadalen. Avhengig av egenskapene til sedimentene vil dette gi ulike signal fra de elektromagnetiske målingene. Dette gir reflektorer som er mulig å tolke i dataene, dersom de ikke er av lav mektighet. Tynne lag 'forsvinner' ofte i dataene, som kan gjøre det vanskelig å tolke skredprosessene i stratigrafien. Det kan derfor være utfordrende å kunne fremstille en nøyaktig skredhistorie. Den første feltturen ble gjennomført i starten av september, og allerede da kunne vi se ekstremværets «Hans» sine herjinger og flere nylige skred ble oppdaget.



Utfordring med steinskredmodellering. Test av ulike verktøy basert på en kjent steinskredhendelse.

Sondre Ersvåg, Simen Femsteinevik, Eric Hillersøy

Høgskulen på Vestlandet, Sogndal, Norway

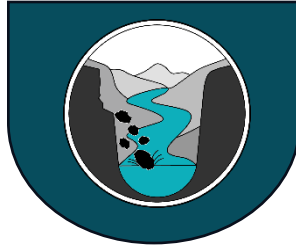
Steinskred er et kjent fenomen som skjer ganske hyppig i Norge. Steinskred kan gjøre stor skade på infrastruktur og i verste tilfellet, mennesker. Steinskred skiller seg fra hoppe og sprette bevegelsen til stort sett mindre steinsprang og flytebevegelsen til fjellskred av stort volum. For å gjøre gode fare- og risikovurderinger er skredmodellingsverktøy essensielle. I dag finnes det en rekke modelleringsverktøy for både steinsprang og fjellskred, men ingen spesifikk for steinskred sin bevegelsesform.

5. november 2014 gikk det et steinskred langs Fylkesvei 337 ved Veitastrondvatnet i Sogndal kommune. Steinskredet løsnet 350 meter over veien og det meste ble avsatt i steinuren ovenfor veien, bortsett fra et par store blokker som landet på veien. Skredavsetningene inneholder flere store blokker, hvor de største er anslått å være 100-120 m³. I prosjektet vårt skal vi beregne volumet til dette steinskredet og teste eksisterende modelleringsverktøy. Dette for å teste kunnskapshull rundt modellering av steinskred.

For å beregne volumet skal vi lage en ny høyoppløst terrengmodell ved hjelp av dronemotogrammetri. Terrengmodellen vil sammenlignes med eksisterende høydedata fra før skredet (2012) for å kvantifisere overflateendringer. Vi skal primært bruke endringene i løsnemåten i løsnemåten ettersom volum av avsetningene vil bli overestimert på grunn av hulrom i avsetningene og muligheten at skredet har dratt med seg eksisterende løsmasser. I tillegg til det numeriske arbeidet krever prosjektet feltarbeid for å kartlegge området, ta dronebilder og verifisere digitale vurderinger.

Modelleringsverktøyene vil skal benytte oss av er egnet for steinsprang (Rockyfor3D) eller fjellskred (f.eks. DAN-W og r. avaflow). Vi skal teste hvor vidt disse kan brukes eller tilpasses til steinskred.

Vi vil derfor fokusere på å kartlegge fordeler og ulemper ved de ulike modelleringsverktøyene og presentere noen forslag til videre arbeid for gode fareutredninger for steinskred.



Databases of rock slope failures; setup and experiences from Norway

Vanja Haugsnes¹, Martina Böhme¹, Reginald Hermanns¹, Ivanna Penna², Bobo Nordahl¹, Jacob Bendle¹, Marie Bredal¹, François Noël¹

¹NGU, Trondheim, Norway

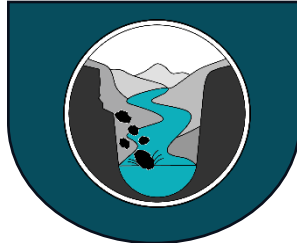
²Rambøll, Trondheim, Norway

The Geological Survey of Norway (NGU), commissioned by the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), aim to (1) detect all rock slopes in Norway that could fail catastrophically, through mapping and hazard assessments, and (2) collect information on historic and pre-historic rock slope failures to improve understanding of present-day slope processes. This work is organized into two databases (DBs) related to rock slope failures. These DBs are important repositories of geological information designed to address specific research and societal purposes. When combined they provide complementary information that aids the understanding of rock slope failures in Norway.

The unstable rock slope database contains information on all known unstable rock slopes in Norway. The database contains geological information including geomorphologic development, structural conditions, and state of activity to characterise each site. The main aims of the unstable rock slope database are to (1) serve as a national archive for unstable rock slopes in Norway, (2) execute hazard assessments for each site, and (3) inform the public through an online map service, with factsheets containing key information on each unstable rock slope.

The geological database of past events from NGU contains geological data on historic- and pre-historic rock slope failures. It includes both terrestrial and marine landslide events, dating back to the retreat of the last ice age. The aim of the database is to (1) collate geological information related to historic- and pre-historic rock slope failures, and (2) better understand present-day unstable rock slopes through systematic analyses of past events.

These databases have evolved in line with user experience. Adaptations were made at frequent intervals and will still be necessary in the future as needs, requirements, and regulations change. These databases provide a basis for detailed research on rock slope failures, in addition to inform society about potential hazard and risk.



Faresoneutredning skred i bratt terreng – Bergen kommune. Nasjonal skredfarekartlegging NVE

Herbjørn Presthus Heggen¹, Asbjørn Øystese¹, Astrid Lemme², Solveig Dahl Nøttestad¹, Mari Åmellem Brøto¹

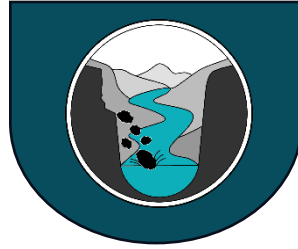
¹Multiconsult, Bergen, Norway

²Multiconsult, Voss, Norway

Multiconsult har på oppdrag fra NVE utredet sikkerhet mot skred i bratt terreng for seks utvalgte områder i Bergen kommune, 1) Natland-Ytre Sandviken, 2) Løvstakken, 3) Melkeplassen, 4) Gravdal, 5) Kjøkkelvik og 6) Olsvik. Skredfareutredningen omfatter snø-, flom-, sørpe-, jord-, steinskred og steinsprang og følger NVEs veileder (2020). Det er utarbeidet faresoner etter kriteriene i TEK17 for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 med årlig sannsynlighet for skred 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Hovedfunnene viser at områdene i Bergen er preget av bratte fjellsider med eksponert berg og løsmasser og at klimaet er vått og varmt hele året. Dominerende skredtype i de fleste områdene er steinsprang, men det er også fare for andre skredtyper som jord- og flomskred innenfor begrensede områder. Det finnes historikk på snøskred i Bergen, og i lys av klimamodeller og forventet klimautvikling kan ikke snøskred utelukkes i enkelte områder. En av hovedkonklusjonene er likevel at vesentlige arealer i Bergen kan friskmeldes fra eldre aktsomhetskart eller skredfarevurderinger som har gitt betydelige begrensninger. Som eksempel har automatisk genererte aktsomhetskart vist fare for snøskred på Bryggen i Bergen noe som med denne kartlegging er avvist. Dette gjør byutvikling, regulering og byggesak enklere. Kartleggingen i Bergen har omfattet områder som er preget av bebyggelse og utvikling gjennom nesten 1000 år, 353 bygg er kartlagt innenfor de ulike faresonene.

Det er strenge krav til kompetanse og erfaring og metoder for denne type kartlegging. Terreng- og klimanalyser legger grunnlaget for feltarbeid og modellering. Modelleringsverktøy som Rockyfor3D, RocFall, RAMMS og Alfa-Beta er brukt. Geologiske og historiske arkiver er også viktige før faresonene kan utarbeides. Faresonene er tilgjengelig gjennom www.atlas.nve.no.



Analyse av steinskredhendingar i Aurland, Sommar 2023

Trym Dalset Løddøen, Jonas Kvithyll Eriksen

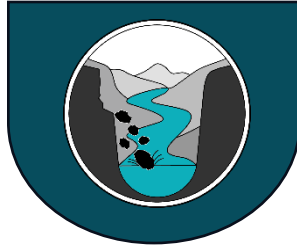
Høgskulen på Vestlandet, Sogndal, Norway

3.juli 2023 losna eit fjellparti kalla Blokk 4A i den ustabile fjellsida Stampa mellom Aurland og Flåm. Stampa er eit av dei største ustabile fjellpartia i Norge med to høgrisikoobjekt med kontinuerleg overvaking. Blokk 4a var eit mindre fjellparti med volum på ca. 40 000 kubikkmeter som blei overvaka av HVL.

Nokon enkelte blokker av eit første skred reiste om lag 800 høgdemeter og trefte den godt trafikkerte vegen E16, for så å fortsette ferda ned i fjorden. To dagar etter hyppig steinsprang og skredaktivitet, losna det største skredet med resten av Blokk 4A. Dette hadde eit mykje større volum enn blokka som nådde vegen, men stoppa lenger oppe. Skredløpet til blokka som reiste lengst er svært tydeleg markert i skogen. Det vert tydeleg at blokka har hoppa nedover fjellsida, og på det lengste var det eit par hundre meter mellom nedslagsfelta. Dette tyder på at blokka må ha vert forholdsvis rund for å nå så langt, og med ein størrelse mest sannsynleg mellom 5 - 8m i diameter.

Målet med denne oppgåva er å rekonstruere skredhendingane frå Blokk 4A ved å teste ulike modelleringsverktøy og diskutere dei forskjellige bevegelsesmønster og rekkeviddene. Dette vil gje nyttig læring for framtidige hendingar av same volum og type. Fordi det ikkje finst gode modelleringsverktøy for steinskred, skal vi teste ulike verktøy som er tilpassa både steinsprang og fjellskred. For å estimere volum til dei ulike hendingane skal det brukast dronfotogrammetri og eksisterande høgoppløyslege høgdemodellar.

Resultatet frå oppgåva kan brukast til å sei noko om kva faktorar som gjorde at det var så ulik rekkevidde på dei ulike hendingane. Modelleringsverktøy for typen «norsk steinskred» er ikkje gode nok og derfor vil arbeidet vise ulemper og moglege forbetringar med dei eksisterande verktøya.



Kartlegging av komplekse skredvifter ved Snøva og Ottem, Sunndalkommune, Møre og Romsdal

Kenneth Mangersnes

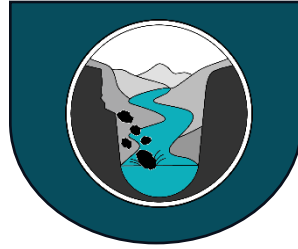
University of Bergen, Bergen, Norway

Skred er landskapsendrende prosesser som kan ha økonomiske og fatale konsekvenser. Skred er hurtige massebevegelser av løsmasser, vann og snø, eller en blanding av flere komponenter. Flere skadebegrensende tiltak kan benyttes for å hindre utløsning eller redusere risikoen tilknyttet skred. Det er derfor viktig å ha kunnskap om utløsningsmekanismer, bevegelsesdynamikk, utløpsdistanse og avsetninger tilknyttet skredprosesser, slik at skadebegrensende tiltak kan skje på en mest mulig effektiv måte. Skredprosessene gjør morfologiske og sedimentologiske endringer i det kolluviale miljøet, men disse endringene er ikke de samme for alle skredtyper.

Det er gjennomført en detaljert kvartærgeologisk kartlegging i bratt terreng på komplekse viftesystemer ved Snøva og Ottem, i Sunndal kommune, Møre og Romsdal. For å studere aktivitet og avsetninger fra forskjellige skredprosesser, er det utført detaljerte morfologiske, sedimentologiske og stratigrafiske undersøkelser. Tolkning av skredavsetninger er basert på et omfattende feltarbeid og studier av høyoppløselige høydemodeller, ortofoto, monitoreringsbilder og helikopterbilder. Basert på skredkartlegging er det produsert to detaljerte kvartærgeologiske kart med fokus på skråninger, hvor NGUs detaljerte SOSI-standard er benyttet, med målestokk 1:5000. Det er også studert den Holocen skredaktiviteten i området, gjennom fem radiokarbondateringer av organisk materiale i naturlige snitt.

Basert på analyser av overflatesedimentologi i observasjonspunkter og morfologi er det identifisert avsetninger fra steinsprang, steinskred, fjellskred, lav-/høy-viskøse flomskred, sjiktstrømmer, kanaliserte vannstrømmer, sørpeskred og snøskred. Basert på morfologi, sedimentologi og radiokarbondateringer, sammenlignet med dateringer i eksisterende litteratur, er det laget en oversikt over den holocene skredaktiviteten på Snøva og Ottem. Under tilbaketrekningen av brefronten i tidlig holocen var det stor skredaktivitet fra fast fjell og høy flomskredaktivitet. Sett bort fra fjellskred, har alle de kartlagte skredavsetningene vært aktive gjennom Holocen. Hvor høy skredaktiviteten har vært har derimot variert, og skredaktiviteten i dag er ikke nødvendigvis like stor som den var i midtre Holocen.

Postersamandrag



Hva kan vi lære fra «Hans» om TEK17 og flomutredningen i Norge

Trygve Deinboll Markås

Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap, Høgskulen på Vestlandet, Sogndal, Norway

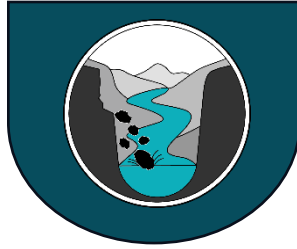
Klimaet er i endring. Det fikk Østlandet oppleve i sommer når et lavtrykk kom over fra sør-øst. Stormen «Hans» skylte over Østlandet, og forårsaket store ødeleggelser som følge av flom. Slike lavtrykk kommer vanligvis fra havet og skyller over Vestlandet. Det ble varslet rød faregrad for flom for Østlandet. Det ble registrert 1000-års flom, mens andre steder 100-års flom. Vannmagasin dempet flommen i flere vassdrag. Uvanlige lavtrykk som dette med store nedbørsmengder kan bli vanligere i framtiden.

I dette prosjektet skal jeg sette søkelys på å sammenligne eksisterende faresonekart for flom med flomhendelsene under «Hans». Fokus vil være om de kartlagte faresonene stemmer overens med registrerte hendelser under «Hans» og om de registrerte skadene kan kategoriseres som «akseptert risiko» av TEK17. Jeg vil til slutt diskutere mulige ulemper ved eksisterende system ved faresonekartleggingen.

I Norge er utbygging i mulige flomsoneer underlagt Plan- og bygningsloven og TEK17. Etter TEK17 §7-2 skal utbygging i flomutsatte områder fastsettes etter en sikkerhetsklasse for flom slik at utbyggingen plasseres, dimensjoneres og sikres slik at de respektive største nominelle årlig sannsynligheter av 1/20, 1/100 og 1/1000 ikke overskrides. Tre sikkerhetsklasser, F1, F2 og F3 bestemmer hvilke type bygning som kan ligge i hvilke flomsoneer, hvorav F3 er høyeste sikkerhetsklasse.

Det er flere spørsmål som vil prøvd besvart i dette prosjektet. Var skadene fra flommen forventet? I ArcGIS vil jeg bruke data fra NVE til å sammenligne flomsonekart med flomhendelsene for å sjekke om registrert gjentaksintervall stemmer med flomsonekartene.

Bør flomsonekartene og kravene endres, eller finnes det konflikter etter TEK17? Vi må regne med at skader oppstår når bygninger og infrastruktur er plassert i flomsoneer. Økt kunnskap og god arealplanlegging sikrer samfunn for store skader og utgifter. Men den aller beste måten å unngå flomskader på er å unngå å bygge i flomutsatte områder.



Rekonstruksjon av skredfrekvens og paleoklima ved Kerguelen, sørlege Indiahavet, basert på sedimenter avsatt i den proglasiale innsjøen Athena

Anna Maria Utne Nesse

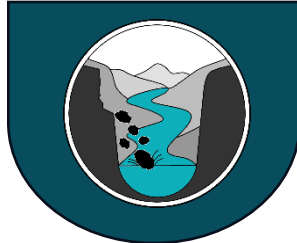
University of Bergen, Bergen, Norway

Kerguelen, ei øygruppe som ligg i det søraustlege Indiahavet (49°S, 69°E), er eit område som vert kraftig påverka av vestavindsbeltet. Vestavindsbeltet på den søraustlege halvkula spelar ei avgjerande rolle for klimaet, då det styrer regionale temperaturmønster, stormspor, nedbør og òg havsirkulasjon, varmeopptak og karbonopptak. Klimaet på den søraustlege halvkula har endra seg betydeleg dei siste tiåra (Arblaster et al., 2006), og vestavindsbeltet har begynt å vandra mot polane og auka i intensitet. Dette skuldast tap av stratosfærisk ozon sidan 1960- talet og har vore kopla til destabilisering av Sørishavstrømmen samt tørke og skogbrannar i regionar som New Zealand og Australia (Perren et al., 2020).

Målet med prosjektet er å analysere skredfrekvensen ved hjelp av ein sedimentkjerne henta frå innsjøen Athena. Sedimenta kan gi oss innsikt i prosessar som skjer i nedslagsfeltet og eventuelle endringar i skredhendingar over tid. Prosjektet går følgelig ut på å rekonstruere tidlegare klimaforhold, undersøke om skredhendingar kan knytast til slike variasjonar, og om dette er i samsvar med tidlegare funn.

Prosjektet vil ta i bruk fleire ulike metodar for å besvare desse spørsmåla. Høgdemodellar, saman med satellittbilete, vil bli nytta for å få ei oversikt over landskapets geologiske trekk, inkludert eventuelt skredutsette område. Resultata frå kartlegginga vil seinare bli visualisert ved hjelp av ArcGIS Pro. Sedimentkjerna vil bli analysert i sedimentlaboratoriet ved UIB. Her vil kjerna blant anna bli datert ved hjelp av radiokarbondatering, skanna med computed tomography (CT), gjennomgå kornstorleiksanalyse, tørrbulkettleiksmåling og måling av magnetisk susceptibilitet.

Gjennom dette prosjektet ønsker me å utvide vår forståing om korleis skred heng saman med variasjonar i klima. Med å studere korleis klimaendringar påverkar skredrisiko, kan dette hjelpe med å få betre kjennskap til korleis skredutsette områder kan bli påverka av framtidige klimaendringar.



Hydro-meteorologiske forhold som har utløst historiske jordskred i Norge

Vilde Karoline Meinich Olvin¹, Graziella Devoli², Thomas Vikhamar Schuler¹

¹Universitetet i Oslo, Oslo, Norway

²Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, Norway

De siste 10 årene har Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) driftet jordskredvarslingen i Norge. Forskning drives årlig for å forbedre kunnskapen om skredenes utløsningsmekanismer, for å bedre modelleringen, for å utvikle terskelverdier og for å evaluere tidligere varsler.

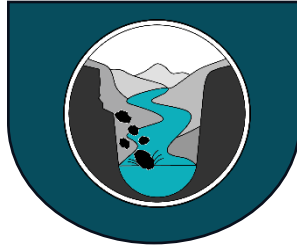
I løpet av utviklingen av terskelverdier så har NVE observert «en slags repetisjon» av hydro-meteorologiske forhold som har utløst skred de siste årene i ulike deler av Norge. Samtidig er det observert at noen hydro-meteorologiske forhold ikke utløser skred. NVE har ved hjelp av hydro-meteorologisk data og skreddata fra skreddatabasen laget en foreløpig oversikt over mulige scenarier som har utløst regn- og snøsmelting relaterte skred (jordskred og flomskred) i perioden 2010-2020.

Denne masteroppgaven har som mål å kvantitativt gjenkjenne og kategorisere romlige og tidsmessige mønstre som har utløst skred ved å definere hydro-meteorologiske scenarier. Studieområdet består av Møre og Romsdal, Vestlandet og Rogaland.

Dataene som brukes består i hovedsak av observert hydro-meteorologisk data fra xgeo.no og skredhendelser fra skreddatabasen. Oppgaven vil fokusere på en spesifikk meteorologisk variabel, mest sannsynlig regn, og muligens i kombinasjon med snøsmelting. Ved å identifisere hydro-meteorologiske scenarier og karakterisere dem med lokasjon og måned/sesong er det mulig å finne hvilke scenarier som typisk utløser skred i spesifikke områder i landet og ved spesifikke tidspunkter i løpet av året.

Oppgaven vil bruke en «computational approach» ved å klassifisere romlige mønstre for værutløste skred, og logistisk regresjon ved å bruke meteorologisk data og klima data for å finne terskelverdier. Masteroppgaven skal være ferdig i mai 2024, og resultatene fra oppgaven vil kunne være relevante for jordskredvarslingen og for fremtidige klimaanalyser.

Postersamandrag

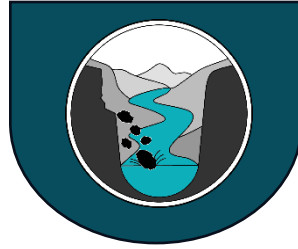


Deltautvikling i Øyeren

Ole Jørgen Sæves

Institutt for geovitenskap, Universitetet i Bergen, Norway

Posteren skal fremstille masteroppgava mi (inntil videre), som omhandler paleoflommer i glomma. Den er i den tilknytning tatt ut sedimentkjerner som har blitt analysert av deltaet i Øyeren. Forløpig viser den en høy sedimentasjonsrate og forskjell mellom vintersedimentering og flomlag (vårflommer). Det er tatt nedbørsfeltprøver av området rundt Øyeren, fra henholdsvis elvene Leira, Nitelva og Glomma/Vorma, og med geokjemiske analyser skal det forsøkes å koble de ulike flomlagene til opprinnelsessted. På denne måten kan man finne ut om det har vært regionale flommer (fra Glommas store nedbørsfelt), eller lokale styrtregn-flommer (fra Nitelva/Leiras mindre nedbørsfelt).

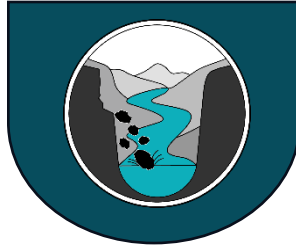


Modelling Cosmogenic Nuclide Inventories for Different Landslide Geometries: A Study of the Hølen Rock Avalanche, Norway

Lisbeth Vedå

Universitetet i Bergen, Bergen, Norway

Using cosmogenic nuclides to date a rock avalanche is a well-established method within geochronology. However, a recognized source of error is related to the inheritance of cosmogenic nuclides due to pre-failure exposure. The production of cosmogenic nuclides takes place in the uppermost metres of the Earth's surface, meaning that the pre-slide surface will already have been exposed before the avalanche occurs. This, if sampled, will lead to an inaccurate overestimation of the age of the avalanche. Due to the disturbed nature of the deposit, when sampling it is difficult to know whether a sample is taken from a fresh or a pre-exposed surface. A common practice has therefore been to ignore or label the effect of inheritance as insignificant due to the difficulties of quantifying this error. During my master's thesis, I aim to quantify the inheritance by modelling the production of cosmogenic nuclides in different theoretical 2D and 3D slope geometries. Additionally, I will tie the model to the topography of a real slope based on the Hølen avalanche south of Tromsø. This field site was visited in August, where a geomorphological mapping of the deposit was undertaken. Additionally, three new rock samples were collected for exposure dating of the deposit and the location of previous samples was re-investigated. The preliminary result of the fieldwork will be presented on the poster at the Geohazard Day.



How did extreme weather Hans impact the Valdres area with regard to flooding and landslides?

Carolin Bauer, Carina Løw, Mia Margrethe Ramberg Storstad, Emil Håfjeld Rivenæs

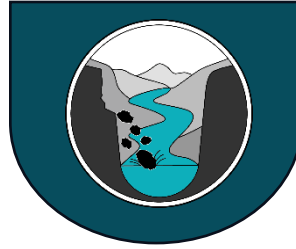
University of Oslo, Norway

This abstract presents a study of the extreme weather event “Hans”, which struck a big part of southern Norway between 7-9 August 2023, with a focus on the Valdres region. “Hans” brought with it heavy rainfall leading to landslides and flooding. This study aims to assess the weather's impact on the Valdres area and its residents.

Due to climate change, there has been a rise in extreme weather events, such as “Hans”. For the analyses performed in this project, data was collected from meteorological sources and local reports. To find the causes of the flooding and landslides, the precipitation in the Valdres area during “Hans” was compared to historical records.

The consequences of “Hans” in Valdres were fortunately limited to non-lethal events. The flooding and landslides impacted the transportation and communication networks in the area. Critical infrastructure, such as roads, bridges, and power lines sustained significant damage.

The results of this study provide insight into how extreme weather events can affect local communities and the challenges that arise. This research contributes to the growing understanding of the need for adaptation, measures and the ability to calculate risk, vulnerability, exposure, and coping capacity when it comes to extreme weather events of this magnitude.



How unstable mountain areas in Norway are monitored and what cascading events descend them?

Christine Borchsenius, Andreas Vold, Emilie Nordbeck Larsen, Marcus Myrvoll

UiT Norges arktiske universitet, Tromsø, Norway

NGU estimates a return period for major landslides in Norway being between 50 to 100 years (NGU, 2021). Historically, the largest known landslide in Norway occurred on February 1756 as 15 million cubic meters crashed into Langfjorden creating a displacement wave of 50m. These tragic events claimed the lives of 32 people (Romsdalen, 2015).

Building restrictions in areas where landslides and tsunamis might occur:

In Norway there are restrictions around building in areas with potential landslide danger. Without the right safety measures put in to monitor the places where the landslides may occur, constructing buildings are prohibited (Byggkvalitet, 2023). Unstable mountain areas in Norway are monitored continuously and periodically. Tools like GPS, total stations, lasers, radars, and tension-leg typically serve the purpose of continuous monitoring, whereas satellite-based navigation systems are used in periodical monitoring (NVE, 2021).

Jettan

In Troms there are multiple sites that are under constant observation, areas such as Gámanjuni, Indre Nordnes and Jetta. Where Jettan is more exposed to greater amount of risk. The risk associated with a potential landslide will cause infrastructural and environmental damage for the landslides transport zone, and the eventual displacements by the deposition zone. The cascading events that are caused by the deposition will create a flood that will swallow up the surrounding area. The risk associated with the landslide is classified by NGU as predominantly high for the consequence and the danger class (NVE, 2023). Historically, there have been more landslides in southern Norway than in northern Norway. One of the reasons for this is the difference in climatic conditions. Will we see more landslides in northern parts of Norway due to climate changes?

Sources

Byggteknisk forskrift (TEK17), (2023). <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-4>

NGU. (2021). USTABILE FJELLPARTI - HOVEDPUNKT JETTAN

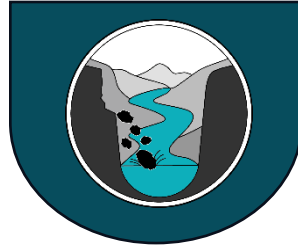
https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/

NVE. (2021). Fjellskredovervåking. <https://www.nve.no/naturfare/overvaking-og-varsling/fjellskredovervaking/>

NVE. (2023). Om fjellskredovervåkingen. <https://www.varsom.no/fjellskred/fjellskredovervaking/om-fjellskredovervakingen/>

Romsdalen, S. i. M. o. (2015). Samfunnstryggleik og beredskap, fjellskred

historikk <https://www.statsforvalteren.no/more-og-romsdal/samfunnstryggleik-og-beredskap/fjellskred/historikk/>



How has extreme weather “Hans” affected Hallingdalen and how could they prepare for a similar event?

Heidi Christin Elvenes, Amalie Magdalena Trommestad, Oluwatosin Triumphant Nana, Syver Høysæter Setvik

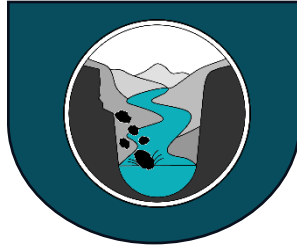
University of Oslo, Norway

Extreme weather conditions have become increasingly prevalent and severe in recent years, posing significant challenges to societies and ecosystems worldwide. This abstract provides an overview of the key aspects to extreme weather “Hans” in the Hallingdalen area, in Viken region, southern Norway.

The extreme weather “Hans” hit large parts of Southern Norway in August 2023. “Hans” included heavy rainfall. Extreme weather such as the storm “Hans” will occur more often in the future due to climate change, which means that Norway needs to be more prepared for such hazards. This event has also significantly impacted the region's infrastructure and its society. In this study we focus on the widespread flooding that was caused by the extreme weather. We will also assess the causes, impacts, and possible preparedness for a similar event in the future.

Several prevention measures were in place in Hallingdalen when “Hans” hit, such as drainage of water reservoirs to increase water capacity and hence decrease the flood downstream. The government also published warnings against floods and landslides and started evacuation which led to none casualties. However, there were large economical consequences on infrastructure, public and private buildings and homes.

Hallingdalen could do proactive measures to mitigate the impact and enhance preparedness for a new event. This could be done by investing in advanced forecasting, using money on infrastructure that is climate-resilient and establishing disaster relief mechanisms. It is important to evaluate the effectiveness of communication systems in place for disseminating warnings and alerts to the public and also assess the level of coordination and collaboration among government agencies.



Potential landslide hazards and corresponding mitigation measures in Lærdal

Carl Martin Wing Chai Faanessen, Marie Aas, Magnus Ketilson Rykke Berstad, Roos Breukel, Abdusjekur Iseni

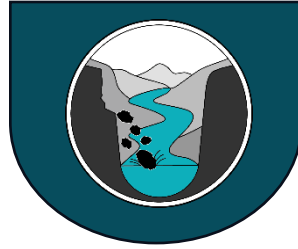
University of Oslo, Norway

Lærdal municipality, located in western Norway, is known as one of the drier areas in the country with a yearly precipitation of 400-500 mm, and any sudden precipitation can trigger a multitude of natural hazards. Surrounded by tall, steep-sloped mountains, most of the area is classified as at high risk for landslides such as snow avalanches, rockfalls, debris flows, debris floods and slush flows.

Studying satellite and airborne photogrammetry data of the hillsides in Lærdal, we analysed potential movement of the slopes over time, we propose areas that are at risk for future landslides and suggest mitigation measures that could eliminate or reduce risks from future landslide events.

We find that historical records point to rockfall as the most common hazard, followed by water-triggered slides such as debris-floods and slush flows. Rockfall will potentially trigger debris-flows further down in the valley. Snow avalanches are also fairly common, and they contribute to increasing the number of slush flows and debris-floods by running into gullies and damming up the drainage pathways. Furthermore, the infrastructure is not optimal considering the risk of landslides. One of the critical mistakes made by Lærdal municipality was to build the hospital in a high risk area, located on an avalanche fan as well as on top of potential quick clay.

To conclude, we find that the probability of the occurrence of different landslides in Lærdal in the future is high and mitigation measures should be implemented to reduce the risk in this area. The measures discussed in this case study can be adapted in similar areas in Norway as well.

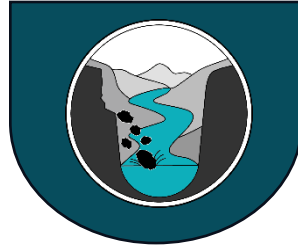


Some factors that contributed to the unexpected nature of the extreme weather "Hans"

Johanne Karbø, Maren Haug, Oscar Nordtvedt Skaarer, Lars Lemaron Søgård, Kacper Karaszkiwicz

University of Oslo, Norway

The extreme weather "Hans" was a period of heavy rain and subsequent events such as floods and landslides which caused considerable damage in the south-eastern part of Norway. This poster utilizes data from the Meteorological Institute, such as soil moisture content maps, as well as news articles and forecasts to examine how "Hans" could have had such severe effects. It concludes that the unexpected nature of "Hans" can be attributed to four major factors. Firstly, the emergence of the extreme weather from the east gave it an unusual nature as Norway's weather patterns and topography make extreme weather in the western regions far more common. Secondly, this uncommon trajectory was further complicated by the merging of several storms. Furthermore, inadequate forecasting led to discrepancies between predicted and actual conditions. And lastly, the low soil moisture content prior to the storm had a significant impact on surface runoff. Mitigation measures that might have significantly reduced the impacts include building infrastructure generally more suited to extreme weather, as well as improved protection from landslides and floods. This poster will explore these factors and provide insight into why "Hans" had widespread and unexpected repercussions.



Uncovering the 2019 Jølster Extreme Rainfall: Factors and Outcomes

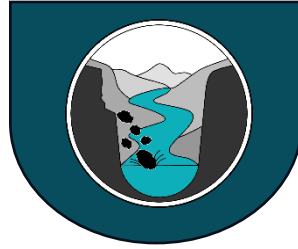
Eline Karijord, Eleftherios Theodoropoulos, Edilbert Aria Reedcahyo, Marlene Snowball

Department of Geosciences, Oslo, Norway

On July 30, 2019, a sudden convective rainstorm struck parts of western Norway, triggering over 100 landslides. Jølster municipality was hit particularly hard, where the settlement Vassenden received 53 mm of precipitation in one hour. The landslides that followed blocked main roads, caused property damage and resulted in one fatality.

The Jølster rain event was a case of intense precipitation over a short time period, and it stands out compared to the meteorological trends for the past 20 years. The torrential rain fell on dry soil where it channelized on top of the soil crust, and this rapid erosion was a factor in triggering the landslides.

The integration of in-situ and satellite data, combined with geospatial information, soil type analysis, land use data, and slope steepness assessment, resulted in a landslide susceptibility map. This comprehensive approach unveiled potential regions most susceptible to landslides, facilitating informed decision-making and proactive mitigation strategies.



Turning Tragedy into Preparedness

Ida Helene Magnor Hansen, Markus Haugen, Carl Edward Lie, Kristoffer Martinsen

University of Oslo, Norway

In this literature study we are looking at the effects of the rain event in Jølster in July 2019, and how this can inform and improve disaster preparedness in Norway. We are looking at the triggering factors, the mechanisms of the event and possible mitigation measures to be implemented in the future both in Jølster and other parts of the country. Our research suggests that since the extreme event occurred at such a short time period in a very local area, an early warning system would not have reduced the damage significantly. Focusing on enhancing community resilience and implementing effective disaster response measures are more effective ways of damage mitigation. There are a lot of lessons and knowledge to be gained from situations that went poorly, as well as from those that went well. Several mitigation and preparedness measures have proven to be effective and should be implemented in hazardous regions. Previous safety measures taken two years prior in Årsetelva proved crucial in preventing more significant damage along the watercourse during the landslide. After the incident, repairs have been carried out on existing infrastructure such as levees, ditches, riverbeds, and bridges.