

DOKTORAND: Paula Hilger
GRAD: Philosophiae doctor
FAKULTET: Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet
INSTITUTT: Institutt for geofag
FAGOMRÅDE: Naturgeografi
VEILEDERE: Reginald L. Hermanns, Bernd Etzelmüller,
John C. Gosse
DISPUTASDATO: 26. April 2019

AVHANDLINGENS TITTEL: *Rock-slope failures in Norway – temporal development and climatic conditioning*

**Klimaendringer kan gjøre fjellpartier som Mannen mer ustabile
Hvordan tause stein gir svar ved å fortelle deres historie.**

Ved å ta steinprøver fra fjellskredblokker er det mulig å finne ut når et skred gikk. Dette bruker Paula Hilger til å analysere når flere skred i Norge raste ut. Målet er å finne ut om klimaet kan ha vært en grunn til destabilisering av steinmassene og om den aktuelle klimaoppvarmingen kan føre til at ustabile fjellpartier plutselig raser ut.



Figure 1: Vil det ustabile fjellpartiet ved Mannen rase ut i Romsdalen og demme opp Rauma elva i nær framtida? Foto: Paula Hilger

Det norske landskapet er formet av gjentatte istider som etterlot dype fjorder og daler med bratte fjellsider. Store deler av landet er derfor utsatt for ulike skredhendelser hvorav fjellskred er en av de mest dødelige prosessene i den norske historien. Mer enn 150 mennesker har omkommet i løpet av de siste 100 årene på grunn av katastrofale bølger som ble utløst av fjellskred, som raste ned i en fjord eller innsjø. Utallige fjellskredavsetninger på dal- og fjordbunnene vitner om stor fjellskredaktivitet etter siste istid.

Mer enn 500 ustabile fjellpartier i Norge

Per i dag er det mer enn 500 ustabile fjellparti som viser deformasjon, men som ikke har rast ut, identifisert av Norges geologiske undersøkelse (NGU). Av disse er 84 under periodisk overvåkning og 7 er under kontinuerlig overvåkning (NGU og NVE, 2019). Sistnevnte er basert på en risikovurdering som bl.a. tar hensyn til bevegelseshastighet og potensielle konsekvenser. Målet med overvåkingen er at man kan tolke tidlige tegn og gjøre tiltak, slik at ingen kommer til skade i tilfelle steinmassene raser ut. Ett av de 7 høyrisikoobjektene er Mannen, storebroren til Veslemannen i Romsdalen, Møre og Romsdal.

Ikke første gang Mannen har rast

Fra den bratte fjellsida under Mannen har det kommet store skred flere ganger tidligere. Avsetningene til tre fjellskred tyder på at de raste ut for mellom 12 000 og 10 000 år siden, kort etter at isen hadde smeltet ut av dalen etter siste istid. Tre til seks ytterligere hendelser raste ut fra samme skråning for omkring 5000 år siden. Dette fant Paula Hilger ut med kartlegging og ved å ta steinprøver fra 14 av de flere meter store skredblokkene. Med en komplisert analyseprosess av steinprøvene kunne hun finne ut hvor lenge blokkene har ligget på jordoverflata og dermed når steinmassene raste ut av fjellsida.

Hilger og hennes kollegaer søkte svar etter hvorfor har det gått fjellskred tidligere. Har klimaet noe å gjøre med dette, og hvis ja, har vi kanskje lignende klimaforhold i dag eller i framtida slik at det kan gå flere skred? Dette har noe å gjøre med temperaturen i bakken.

- Hvis temperaturen i bakken er under null grader året rundt, så er berggrunnen og alt vanninnholdet frossent. Denne tilstanden heter permafrost. Kontinuerlig fryst is i sprekker kan virke som sement og stabilisere fjellsida. Når bakketemperaturer går over 0 grader så blir is til vann og permafrosten tiner. Vann på smeltende is kan virke som glidemiddel og økt vanninnhold i fjellet kan utøve høyt trykk på berggrunnen. Da får vi en veldig ustabil situasjon, forklarer Hilger.

Oppvarming øker risiko for ras

Det ustabile fjellpartiet ved Mannen ligger sannsynligvis rett ved grensen mellom ufryst fjell og tining av permafrost. Dette betyr at fortløpende temperaturøkning godt kan føre til økt destabilisering.

- Men ved Mannen spiller sikkert også vanntrykket en viktig rolle, sier Hilger.

Rekonstrueringer av klima og permafrost tilbake i tid, tyder på at det har vært en sterk økning i nedbør og sannsynligvis ikke noe permafrost i fjellet da skredhendelsene ved Mannen skjedde for 5000 år siden.

Hilger og hennes kollegaer har i tillegg tatt steinprøver fra glideplanet til det aktive ustabile fjellpartiet. Ved Mannen vises det en veldig tydelig v-formet bakskrent, som representerer den øverste delen av glideplanet til de ustabile fjellmassene (Foto). Her ligger en del av plataet allerede cirka 20 meter lavere enn dets opprinnelige posisjon. Ved å finne ut når hvilken del av glideplanen har vært eksponert, kunne hun beregne tidligere

bevegelseshastigheter. Dette viste at hastigheter som blir målt i dag er signifikant høyere enn tidligere. Lignende mønster ble også observert ved to ustabile fjellpartier i Troms.

Ett av de to partiene i Troms ligger på en høyde hvor det sikkert fortsatt finnes permafrost i fjellet som vil bli mindre og forsvinne hvis temperaturen fortsetter å øke. Det andre kan være påvirket av fryst vann i sprekker, men ligger ellers under permafrostgrensen.

Tidligere og aktuelle bevegelsesmønstre kan, sammen med temperatur- og permafrostrekonstrueringer ved de tre ustabile fjellpartiene, tolkes slik at det er usannsynlig at disse fjellpartier vil stabiliseres men heller destabiliseres videre med fortløpende temperaturøkning. Hilger påpeker at det også er viktig å vurdere andre faktorer knyttet til et fjellpartis stabilitet, som f.eks. geologiske strukturer (sprekker og diskontinuiteter).

Hilgers forskning bidrar til en bedre forståelse av drivende faktorer for ustabile fjellpartier i Norge. Dette støtter farevurderinger og overvåkningsprosjekter og skal føre til en økt trygghetsfølelse hos befolkningen.