

– Havet synker på veldig lang sikt

Havmannen

– Det var stas å dele en side i New Scientist med Elon Musk. Jeg er tross alt bare en ung solung som forsøker å bidra til ny vitenskap, sier Krister (28). Doktorgradsstipendiaten fra Flisa forsker på havnivåendringer, og fryder seg over å anvende matematiske formler i ny viten.

KRISTER STRÆTE Karlsen er en spesialist, og ikke en generalist. Han foretrekker å vite mye om lite, heller enn lite om mye. Spøkefullt legger han til at han ikke er noen å ha med på quizlaget. Det han brenner for er å benytte matematikk til å bidra til ny viten om Jorden og dens geofysiske prosesser.

Det var nettopp dette han gjorde i sin forskningsartikkel som ble publisert i det vitenskapelige tidsskriftet *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, og som fanget interessen til journalisten fra det anerkjente populærvitenskapelige magasinet *New Scientist*, og som sikret Karlsen spalteplass ved siden av selveste Tesla-grunnlegger Elon Musk.

Sakte, men sikkert vil verdenshavene forsvinne inn i planeten vår. Det viser matematiske beregninger som Krister Stræte Karlsen og hans forskergruppe ved Universitetet i Oslo har gjort. De har gjort beregninger på havets dype kretsløp

– **Hva handlet artikkelen om?**

Som man kanskje husker fra grunnskolen, så er Jordens overflate inndelt i tektoniske plater som beveger seg i forhold til hverandre. Dette er mekanismen som tillot at alle kontinentene for Cirka 200 millioner år siden var samlet som Pangea; et superkontinent. Når disse platene beveger seg så kolliderer de noen steder, og går fra hverandre andre steder.

IKOLLISJONSSONENE går en tektonisk plate under den andre, og det blir med store mengder vann fra havet inn i jordas indre. Der platene går fra hverandre, så kommer vann ut av jorda.

VÅRE NYE beregninger tyder på at det går betydelig mer vann inn i jorda, enn det som kommer ut igjen. Det fører til at det over tid blir mindre vann i havene. Under oppsprekkingen av Pangea beveget de tektoniske platene seg ekstra fort, og vi tror dette var en periode hvor vanntapet fra havet var mye raskere enn hva det er ellers.

– **ANDRE** forskere har tidligere sagt - på generell basis - at det går mer vann inn i jorda enn ut. Vi var de første til å knytte dette opp mot reelle hendelser som oppsprek-

kingen av superkontinentet. Det nye vi har gjort er å si at det er en relasjon mellom oppsprekkingen av superkontinentet og havnivåendringer.

Krister er forsiktig med å uttale seg skråsikkert;

– Hadde jeg gjort det, ville jeg ikke fått godkjent publikasjonen. Alt jeg kan si er at våre beregninger og modeller tyder på at det er slik. Det er en viktig side ved å være forsker; vi kan ikke si mer enn vi faktisk vet.

Han har hatt en liten sommerferie etter publiseringen, som var krevende.

– For å få publisert mine funn i et forskningstidsskrift som *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, skal de igjennom et trangt nåløy. Redaktøren utnevner en komité som representerer de fremste forskerne innenfor dette fagfeltet i verden. De leser igjennom min artikkel med lupe, og det de påpeker som uriktig eller unøyaktig, må jeg rette opp for å få godkjent.

DET VAR stressende og vanskelig - for jeg visste at de som fikk dette på sin pult - kunne mer enn meg om emnet. Noen av dem har vært i gamet i 40 år. Men det gikk bra til slutt og jeg fikk innholdet godkjent.

Som doktorgradsstipendiat er han pålagt undervisningsplikt ved Universitetet i Oslo (UiO) foruten å publisere tre artikler der han presenterer sine forskningsresultater.

– Jeg er glad i å undervise. Det er moro, og det er god repetisjon å lære bort. Og jeg vil publisere så mye som mulig. Helst mer enn det som kreves. Det er både spennende og tilfredsstillende. Selv om det er stressende til tider, så er det veldig moro når det går bra!

– **Det blir mye jobbing?**

– Ja! Helt klart! I ukene før publiseringen hadde jeg mange 70-timers uker, men det følger mye positivt med dette også, da. At jeg får reise så mye er endel av belønningen. Jeg var i Boston for å presentere artikkelen og møtte mange som var veldig interessert i det jeg har funnet ut.

Siden jeg ikke er noen felt-geolog, men en teoretisk geofysiker, innebærer ikke reisingen turer for å se på stein, men for å møte andre som er interessert i det samme

som meg.

– **Så du synes du har kommet på rett hylle?**

– Det vil jeg si! Jeg har alltid vært mer spesialist enn generalist og har lett for å grave meg ned i ting for å finne ut mer på detaljnivå. Det er ikke noe annet sted som er bedre egnet for det enn academia (et forskningsmiljø).

KRISTER INNRØMMER at det er utfordrende vanskelig å fortelle andre om hva han jobber med. Og kanskje blir han sett på som nerdete, når han kvier seg for å gå inn og forklare for folk hva han driver med.

Han forstår at folk faller av lasset når han forteller at han forsker på havnivåendringer på geologisk tidsskala og hva som driver dette. Og han verner gjerne den som spør, dersom han ikke tror at vedkommende er spesielt interessert:

– Jeg er ikke mer i min egen boble enn at jeg kan forstå at ikke alle er like interessert i dette som meg.

Han har alltid vært interessert i naturvitenskap; abonnerte på *Illustrert Vitenskap* siden tidlig på barneskolen og gikk realfagslinjen på Solør Videregående. Etter det tok han en bachelor i realfag på Universitetet i Oslo, etterfulgt av en mastergrad i anvendt matematikk og mekanikk på samme sted. Og på Blindern er han fortsatt, nå som doktorgradsstipendiat i geofysikk.

Da han avla sin mastergrad innen anvendt matematikk og mekanikk, jobbet han med matematisk modellering av hjertet. Nå har han gått inn i en fireårig kontrakt ved Institutt for Geofag på Blindern. Her jobber han i et forskningsteam som består av et 50-talls forskere som studerer verdensrommet og planetdannelse, så vel som det som skjer under over Jordens overflate.

Fra hjertet til planeten

Krister er veldig godt fornøyd med forskningsgruppa si ved UiO, som består av et 50-talls forskere. Tradisjonelt er forskermiljøet dominert av godt voksne menn, men i denne gruppa er det god spredning på kjønn, alder og nasjonalitet. Og her trives Krister.

«**SOM FYSIKER**, eller anvendtmatematiker, kan man fint gå fra å

studere hjertet, til å studere planeten vår. Det er fascinerende, og sier noe om hvor generelle fysikkens lover er. Både muskelvevet rundt hjertekamrene, så vel som Jordskorpa, må følge Newtons lover.»

Sakte, men sikkert vil verdenshavene forsvinne inn i planeten vår. Det viser matematiske beregninger som Krister Stræte Karlsen og hans forskergruppe har gjort.

– Mer vann går inn i Jordens indre enn det som kommer ut. Vannet på Jordens overflate blir med når vannholdige bergarter i havbunnsplatene presses dypt inni Jordens indre. Det kalles subduksjon.

DET SAMME vannet kan returnere til overflaten igjen ved vulkanisme så lenge som en milliard år senere. Dette kaller vi «vannets dype kretsløp», forklarer Krister.

I løpet av sitt doktorgradsstipendiat skal han jobbe med å beregne hvor mye av havet som forsvinner ned i Jordens indre ved at de tektoniske platene som danner Jordskorpa beveger seg.

Dette handler om matematiske beregninger over en tidsperiode på 230 millioner år, der jordplatene har forskjøvet og delt seg opp fra ett stort kontinent til dagens atskilte verdensdeler.

KRISTER FORKLARER med stor tålmodighet:

– Lavaen som kommer opp fra Jordens indre i et vulkanutbrudd under havets overflate lager ny havbunn som vil frigjøre vann når den flytende lavamassen størkner. Vannet som frigjøres bidrar til å øke havnivået.

På den andre siden, der to plater kolliderer på havets dyp, bøyer Jordskorpa seg og sprekker opp. Dette gjør at platene kan ta med seg betydelige mengder vann fra havene og inn i Jorda. Våre beregninger tyder på at det blir med mer vann ned, enn det som kommer opp igjen.

– Det er vanskelig å forestille seg at stein - og lava - inneholder vann. Men det er egentlig ikke vanskeligere enn å forstå at menneskekroppen inneholder store mengder vann. Gjennom kjemiske forbindelser kan noen bergarter binde rundt 10 prosent vann.



VANN: Krister Stræte Karlsen er vokst opp ved Flisaelva, men har gitt seg i kast med å forske på havnivåendringene. Hans beregninger viser hvor mye havnivået synker - over 100 millioner år.

Til sammenligning inneholder menneskehjernen rundt 85 % vann, og en avokado rundt 70%.

Når vi ser på en epoke på 100 millioner år, er endringen i havmassene så betydelig at vi kan se den. Men dette er en prosess som går uhyre sakte, og det skjer ikke mye på et døgn. De tektoniske plattene som fungerer som et «transportbånd» for vannet til Jordens indre, beveger seg med samme hastighet som veksten på fingerne min, sier Krister.

Dette krever tålmodighet!

- Det er ikke mye action. Endringen skjer utrolig sakte, og vi snakker om en tidsskala som knapt er mulig å fatte.

- **Men hva er konsekvensen?**

- Antakelig ingen - for menneskeheten. I et ubegripelig langt geologisk tidsperspektiv kan det bli tomt for vann på Jordens overflate. Men dette er så langt fram i tid at det trolig er andre prosesser som utsletter menneskeheten før den tid.

TILBAKEMELDINGENE FRA forskermiljøet har vært gode. I Boston møtte han flere som syntes at funnene er gode og spennende. De framhevet ting de hadde trua på, men satte også fingeren på andre ting som de ikke har troen på.

KRISTER HAR fått mange reaksjoner, og

legger ikke skjul på at det er stas å dele ei side i New Scientist med Elon Musk, den sørafrikansk/kanadisk/amerikanske gründeren som er kjent for å ha grunnlagt PayPal, Tesla, SpaceX og Hyperloop.

- Kanskje ikke så rart at jeg måtte nøye meg med underartikkelen - og at han fikk bildesaken. Jeg er tross alt bare en ung solung som forsøker å bidra til ny vitenskap, smiler Krister.

- **Å være solung er ikke dårligere enn andre?**

- Absolutt ikke! Det var derfor jeg hadde lyst til å stille opp i avisa og fortelle om forskningen min. For å inspirere andre unge til å gjøre en innsats på skolen, reise ut og ta utdanning, gripe sjansene. Vise andre unge at det nytter om en bare står på og jobber hardt. Det er ingenting som kommer gratis, og jeg innrømmer at jeg har vært sliten. Men det er verdt det!

Krister er stolt av å være solung, men ser at det blir vanskelig å flytte tilbake til Flisa nå. Han søker miljøer som kan gi ham nye utfordringer.

- Det er bare de store byene som kan tilby noe lignende, og det er ikke mange av dem. Jeg ser nok for meg at jeg vil reise ut, det er også en fin mulighet til å få sett mer av verden. Jeg var jo nylig i Boston, hvor Harvard ligger. Det er jo selvfølgelig forlokkende, men stillingene

der henger høyt og det er ikke bare å marsjere inn. Ellers jobber jeg for øyeblikket med å få til et samarbeidsprosjekt med forskere ved Berkeley. Hvis det går i orden, så blir det nok et opphold der.

Krister og hans kontakter på Berkeley ønsker nemlig å finne ut mer om hvor mye av jordskorpa (nærmere bestemt havbunnsplattene) som har forsvunnet inn i Jordens indre gjennom historien som et resultat av hvordan de tektoniske plattene har beveget seg og kollidert.

- **Hva kan dette brukes til?**

- Det handler om å forstå planetens utvikling og komposisjonen - sammen-setningen - til Jordens indre.

FØRTE FOR eksempel epoker hvor store mengder av jordskorpa ble presset inni Jordas indre til perioder med økt vulkanisme? Dette er spørsmål vi håper å kunne besvare.

- **Hvordan relaterer denne prosessen til dagens klimaskapte havnivåstigning?**

Dagens havnivåstigning er på 3 mm/år, og forårsaket hovedsakelig av to prosesser: smelting av is på land (smelting av flytende is endrer ikke havnivået), og termisk utvidelse av vannet i havet. Vann utvider seg når det varmet opp, akkurat som for eksempel luft.

- **Så noen prosesser bidrar til havnivåøkning, mens de prosessene du ser på bidrar til havnivåfall?**

- Ja, du kan si det sånn. Altså er den observerte havnivåendringen resultatet av det totale budsjettet, altså summen av alle prosessene. Prosessen vi har forsket på, altså vann som forsvinner i Jordas indre, går mye saktere enn den klimaskapte havnivåstigningen.

DERFOR ER det totale budsjettet i dag havnivå økning, men i en fjern framtid hvor det ikke lenger er verken mennesker eller mer is å smelte, kan da det totale budsjettet bli negativt igjen - som i syn ytterste konsekvens kan lede til at det ikke blir igjen noe vann på Jordas overflate. Er dette endestasjonen for alle planeter, og grunnen til at vi er den eneste planeten som (ennå) har vann (og liv) på overflaten? Dette er en av de store virkelige spørsmålene.

Hvis havet fortsetter å «tørke inn» slik det har gjort, vil havet være tomt innen 12 milliarder år, skriver New Scientist, som intervjuet Krister Stræte Karlsen tidligere i sommer.

Men det spiller liten rolle, ettersom andre forskere har beregnet at sola vil utrydde jorda innen fem milliarder år.

TEKST OG FOTO: BRITT-ELLEN NEGÅRD