

Geologi kentällä

Kun tutkimuskohteena on itse maapallo, kuuluvat kenttätöet kiinteänä osana geologin työhön. Suomalaiset geologit työskentelevätkin kaikkialla maailmassa, Arktikselta Etelämanteereelle, aavikoilta sademetsiin. Seuraavassa he kertovat työstään.



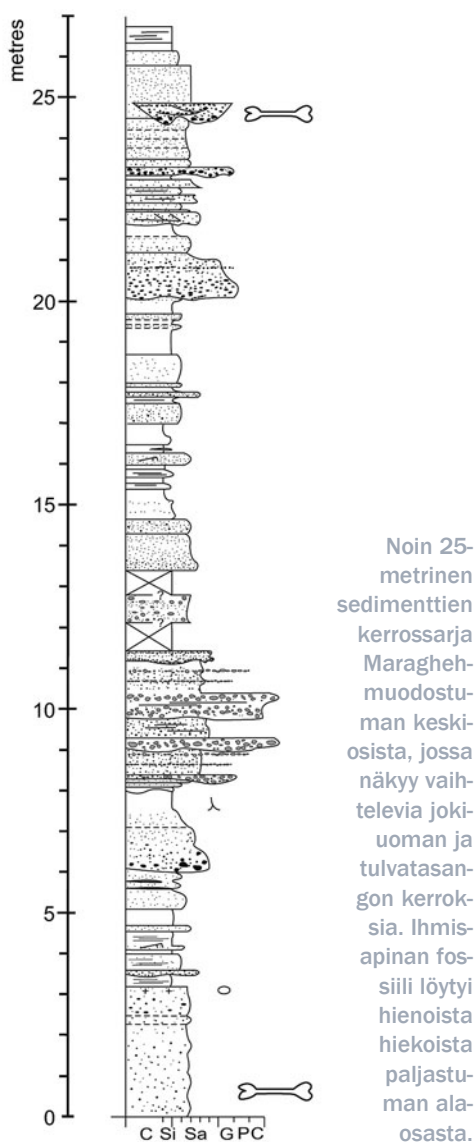
Ihmisapinan ja ruohometsän faunan jäljillä Pohjois-Iranissa

ANU KAAKINEN

Maapallon historian ajanjakso noin 2,5–11 miljoonaa vuotta sitten (myöhäisneogeneeni) oli viimeinen pitkäkestoinen lämmin vaihe ennen jääkausien alkamista. Olosuhteet muuttuivat kuitenkin jo tuona aikana vähitellen viileämmiksi ja kuivemmiksi, heinäkasvit kehittyivät ja laajat ruohomaat levittäytyivät.

Maanisäkkäät sopeutuivat muuttuviin olosuhteisiin. Näillä ruohomailla löytyi ekologisia lokeroita myös ihmisen ja hevosen syntyä ja kehityä. Espanjasta ja Keski-Euroopasta Balkanin ja Anatolian kautta Keski-Aasiaan ja Kiinaan ulottuvalla alueella eli nelijalkaisia, jotka muistuttavat nykyisillä Afrikan savanneilla eläviä nisäkkäitä. Näitä laajalle levinneitä nelijalkaisia olivat mm. kolmivarvashevoset, kirahvit, antiloopit, sarvikuonot, norsut, suuret kissaeläimet ja hyeenat.

Iranin pohjoisosissa sijaitseva Maragheh'n löytöpaikka on maailmankuulu ainutlaatuisista fossiililöydöistään, jotka ovat esimerkkejä muinaisista, avoimpiin ja ruohovaltaisempiin ympäristöihin





Sahandin tulivuori ja Maragheh'n alueen sedimenttikerrostumia Dareh Gorgin laelta. Kuvan edustalla näkyy Karajabadin kylä.

sopeutuneista nisäkkäistä. Venäläinen tutkimusmatkailija Khanikoff keräsi ja kuvaili alueelta löytämiään nisäkäsfossiileita jo vuonna 1840, mutta fossiilit ovat kiehtoneet ihmisiä jo vuosisatoja ennen tätä: suullinen perimätieto kertoo jättiläisen luista, joiden kerrottiin olevan peräisin suurta tulvaa edeltävältä ajalta.

1900-luvulla useat kansainväliset retkikunnat suorittivat kaivauksia Maragheh'n alueella, mutta tutkimukset lakkasivat lähes tyystin vuoden 1979 islamilaisen vallankumouksen jälkeen.

Tutkimusryhmämme teki ensikäynnin Maragheh'n löytöpaikoille jo 2000-luvun alus-



↑ Näkymä Maragheh'n alueen myöhäisneogeenisiin kerrostumiin.

➤ Noin 8 miljoonaa vuotta vanhoista tulvatasangon sedimenteistä löydettyjä, isojen kasvinsyöjänisäkkäisen luita.





Magnetostratigrafisen näytteenoton lomassa nautittu kenttälounas Dareh Gorgin kylän hedelmätarhassa. Vasemmalta Majid Mirzaie Ataabadi (Zanjanin yliopisto), Anu Kaakinen ja Johanna Salminen (Helsingin yliopisto). Kuva: Matti Leskinen



sa. Pian sen jälkeen alueelta kaivettiin esiin runsaasti uusia fossiileja – mukaan luettuna leuka, joka kuului noin 8 miljoonaa vuotta sitten eläneelle ihmisapinalle. Leukaluu muutti aiemmin vallinnutta käsitystä osoittamalla Iranin alueen olleen tarpeeksi kostea puussa eläville kädellisille.

Tutkimusryhmämme on nyt työskennellyt usean kenttäkauden Iranin kuumuudessa, Sahandin tulivuoren rinteiden kerrostumia tutkien ja paikallisten vieraanvaraisuudesta nauttien. Fossiiliset nisäkkäät, stabiilit isotoopit, sedimenttikerrostumat ja niiden iät ovat kaikki osia palapelissä, jota kokoamme pystyäksemme ennallistamaan ihmisapinoiden elinympäristöjä ja selvittääksemme avoimien ympäristöjen syntyä ja kehitystä.

Keskeinen tehtävämme on ollut määrittää fossiilien iät. Iänmääritys on tehty mittamalla kaliumin ja sen radioaktiivisena hajoamistuotteena syntyneen argonin suhde tulivuoresta peräisin olevista kiviaineksista. Lisäksi olemme kytkeneet kerrostumat aikaan mittamalla muinaisen magneettikentän suuntia kerrossarjan eri tasoilla (nk. magnetostratigrafia). Fossiilien hampaat ja niihin kertyneet hiilen isotoopit kertovat muinaisten nelijalkaisen ruokavaliosta ja sen myötä kasvillisuudesta. Hapen isotoopit ovat puolestaan tallentaneet tietoa mm. sadannasta ja lämpötilasta. Sedi-

menttikerrostumia tarkastelemalla olemme nähneet Maragheh'n tutkimusalueen järvien syntyvän ja kuivuvan, jokiuomien mutkittelevan ja vaihettuvan tulvatasankojen kerrostumiin sekä tulivuorenpurkauksen tuhkan verhoavan maiseman alleen.

Työ Iranissa jatkuu ensi vuonna. Geologiset kerrossarjat toimivat tulevien ympäristönmuutosten paleolaboratorioina: tulevaisuuteen ei voi nähdä, mutta menneiden muutosten kulkua ja vaikutuksia voidaan tutkia. Iranin maantieteellinen sijainti Afrikan ja itäisen Aasian välillä on oleellinen myöhäisneogeenin ilmastomuutosten, avoimien ympäristöjen, ja ihmisapinoiden kehityksen ymmärtämiseksi. Tieteellisten tavoitteiden lisäksi tarkoituksemme on osallistua alan tutkimuksen ja opetuksen kehittämiseen Iranissa. Tärkeä kohderyhmä ovat iranilaiset naisopiskelijat, joiden urapolkuja pyritään vauhdittamaan.

Kiitokset: Tutkimusta Iranissa ovat rahoittaneet Nordenskiöld Samfundet ja Suomen Kulttuurirahasto.

Anu Kaakinen on yliopistonlehtori ja sedimentologian dosentti Helsingin yliopistossa. Hän tutkii Euraasian kenotsooisia ilastoja, ympäristöjä ja ekosysteemejä, Iranin lisäksi myös Kiinan lössiylängöllä ja Sisä-Mongoliassa.

Merigeologit ennätyshommissa

JOONAS VIRTASALO

Kun muu maailma keskittyi 7.8.2016 seuraamaan Rio de Janeiron keräolympialaisia, valmistautui tutkimusalus Geomarin miehistö oman ennätöksensä tekemiseen. Laiva oli nimittäin pysäköitynä Pohjanlahden syvimmän kuopan kohdalle ja tehtävänä oli saada sedimenttinäyte pohjasta. Sinänsä sedimenttinäytteiden otto on rutiinia merigeologeille. Tällä kertaa haastetta lisäsivät vedensyvyys 231 m ja näytteenottovinssin vaijerin pituus 150 metriä. Puuttuvat 80 m piti keksiä jostain.

Virheitä pelkäämättä avuksi otettiin köysi ja aina luotettavat merigeologisolmut. Gemax-mallinen sedimenttinäytteenotin solmittiin kiinni köyteen ja laskettiin käsivoimin runsaan 80 m syvyyteen. Sitten köyden toinen pää solmittiin kiinni näytteenottovinssin vaijeriin, jonka avulla näytteenotin laskettiin loput 150 m pohjaan saakka.

Alas päästiin helposti. Sedimenttinäytteiden kanssa noin 50 kg painavan näytteenottimen saaminen ylös 231 m syvyydestä olikin se jutun hankaluus. Ensimmäiset 150 m nousivat vaivatta näytteenottovinssillä, mutta lo-



Gemax-näytteenotin köyteen solmittuna ja valmiina matkaan kohti syvyyksiä. Näytteenottimessa on kaksi näytesäiliötä, joihin kumpaakin tulee näyte samalla kertaa.



Onnellinen Geomarin sedimenttinäytteenoton syvyydenennätyksen, 231 metriä, tehnyt joukkue. Vasemmalta Toni Hekkala (Teknologian tutkimuskeskus, VTT), Seppo Järveläinen, Ale Kotilainen, Kimmo Alvi ja Joonas Virtasalo.

put 80 m hilattiin perinteisellä merimiesurheilulla, eli köydenvedolla. Näyte saatiin lopulta kannelle, kun köyttä oli olympiahengessä kiskomassa koko viiden hengen miehistö. Syvänteelle annettiin nimeksi Köysimonttu, ja tuskin lienee kysymys muusta kuin ajasta, milloin mini päätyy merikarttoihin.

On sanottu, että Marsin pinnanmuodot tunnetaan paremmin kuin maapallon merenpohjat. Merigeologeilla riittää siis vielä tutkittavaa. Köysimontusta nostettu sedimenttinäyte toi hyviä uutisia. Näyte oli pohjaeläinten kaivautumisjälkien kirjomaa koko noin 45 cm pituudeltaan, eikä varsinkin Suomen etelärannikkoa monin paikoin vaivaavasta merenpohjan hapettomuudesta ollut merkkejä. Näytteenä on sitemmin tehty yksityiskohtaisia ajoitus- ja geokemiallisia määrittäyksiä meriympäristön tilan ja ihmistoiminnan vaikutusten selvittämiseksi, ja ne tullaan aikanaan julkaisemaan tieteellisessä artikkelissa.

Merigeologin työ Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusalus Geomarilla on muuttanutkin sedimenttinäytteenottoa. Aluksella on nykyaikaiset akustis-seismiset luotauslaitteistot, joilla mitataan merenpohjan pinnanmuotoja muutaman senttimetrin tarkkuudella sekä kerätään tietoa merenpohjan alapuolisista sedimenttiyksiköistä ja kalliopinnan syvyydestä. Mittausjalusta Sensoriitta voidaan laskea merenpohjalle jopa usean kuukauden ajaksi mittaamaan pohjaympäristön tilaa ja vedessä kulkeutuvia rakeita kuvaavia suureita, kuten lämpötila, suolaisuus, happipitoisuus, sameus, virtausnopeus ja kuljetuksessa olevien rakeiden pitoisuus ja kokojakauma.

Tutkimusaiheet Geomari-aluksella vaihtelevat laajalti, ympäristötutkimuksista merenpohjan monimuotoisuuden kartoitukseen, kaapelireittiselvityksiin, merenpohjan rakennettavuusselvityksiin, pohjaveden purkausaukojen etsintään, hylkyjen etsintään ja soravarojen kartoitukseen. Töitä tehdään välillä



Köysimontusta nostettu sedimenttinäyte halkaistuna pöydällä. Näyte on kauttaaltaan pohjaeläinten kaivautumisjälkien kirjomaa, mikä kertoo vallitsevasta hyvästä happitilanteesta. Mustan värin vaihtelu kuvastaa rautamonosulfidien runsautta, joka on seurausta vaihtelusta eloperäisen aineksen määrässä sedimentissä sekä meriveden sulfaatin pelkistymisvyöhykkeen sijainnista.

muillakin laivoilla kuten Suomen ympäristökeskuksen tutkimusaluksella Arandalla ja kansainvälisissä hankkeissa ulkomaisilla tutkimusaluksilla. Merigeologin töitä ei siis voi yksipuolisiksi tai yksitoikkoisiksi haukkua.

Joonas Virtasalo on kyntänyt Itämeren pohjasedimenttejä kuudennesvuosisadan; hän työskentelee erikoistutkijana Geologian tutkimuskeskuksen Merigeologian yksikössä.

Kenttäkesä – siksi minusta tulee geologi

HENRI HÖYTIÄ

Miltä kuulostaisi työ, jossa saa liikkua luonnossa tasapainottamaan nykyisin niin yleistä istumistyötä toimistobunkkereissa? ”Ei hullummalta!”, ajattelin, kun ensimmäistä kertaa lukion lopulla kuulin geologiasta ja päätin hakea mukaan.

Hakiessani en oikeastaan tiennyt geologiasta paljonkaan, sillä alaan perehtyminen tapahtuu todella vasta yliopistossa. Lukiossa ja peruskoulussa geologiaa ei opeteta oppiaineena, vaan kivien kiertokulku, tulivuoret, maanjärjestykset, pohjavesi ja fossiilit on salakava-

lasti sulautettu maantieteen ja biologian oppiaineiden kokonaisuuksiin. Moni yllämainituista asioista kiinnostunut ajatteleekin usein tahtovansa opiskella maantiedettä, vaikka planeettamme syntyä, rakennetta ja toimintaa tutkitaan nimienomaan geologiassa.

Yliopistossa geologian opinnoissa voi erikoistua esimerkiksi ympäristögeologiaan, hydrogeologiaan, kallioperägeologiaan, malmigeologiaan tai paleontologiaan. Monet näis-



Another day at the office. Yosemite, Kalifornia, Yhdysvallat.

tä aiheista ovat entistä olennaisempia tulevaisuudessa, kun puhdas juomavesi, raaka-aineiden riittävyys ja niiden ympäristöystävällinen tuottaminen sekä vaihtoehtoiset energiamuodot ovat yhä enemmän esillä kansainvälisen politiikan pöydällä.

Planeettaamme olisi mahdollon tutkia jalkautumatta sinne itse katsomaan ja havainnoimaan. Parasta geologiassa onkin luonnonläheisyys, raitis ilma ja pallomme toiminnan huomaaaminen käytännössä. Metsissä, soilla, tuntureilla, harjuilla ja merellä vietetyt hetket tulevat monille geologialuille opintojen aikana tutuksi. Ainakin minulle opiskeluvuosien ja töissä vietettyjen kesien aikana on karttunut sanavarastoon uusi termi: ”kenttäkesä”.

Kenttäkesä vie arvaamattomiin paikkoihin niin Suomessa kuin ulkomailla – työnkuvasta riippuen minne vaan maan päällä, tai sen alla. Kenttäkesä aiheuttaa kehossani vain positiivisia väreitä; saanhan viettää työaikaani paikoissa, joihin monet suuntaavat lomalla ja viikonloppuisin rauhoittumaan ja nauttimaan.

Viime kesän, kuten kolme edellistäkin, vietin Lapissa kenttätyötä tehden. Työskentelin Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) ja Helsingin yliopiston yhteistyöprojektissa Itä-Lapissa, kairassa, joka on kaukana kaikesta ja ehkä viimeisiä laajoja alueita Suomessa, missä lähettääkseen tekstiviestin joutuu hortoilemaan puhelin kädessä pitkin jänkiä, kunnes pelastava verkkopykälä vihdoinkin ilmestyy näytön laitaan.

Opinnoissa olen erikoistunut kallioperä- ja malmigeologiaan, mikä tarkoittaa, että tahdon ymmärtää miten kivet ovat syntyneet ja kuinka niistä voi löytää raaka-aineita, kuten metalleja ja teollisuusmineraaleja, globaalin



Tauolla Itäkairassa. Kemihäärä, Savukoski.

kysynnän tyydyttämiseksi. Perustyöni on kivilajikartoitusta ja lohkare-etsintää: jalkaudun maastoon kartan ja vasaran kanssa ottamaan kivinäytteitä kallionnokista ja lohkareista. Näytepaikoista kirjoitan havainnon, johon kirjaan kivilajin, esiintymistavan sekä kuvaukset kiven tekstuurista ja mineraali-koostumuksesta.

Jo näilläkin tiedoilla geologi näkee ympäristönsä aivan uusin silmin: mannerlaatat liikkuvat, tulivuoret purkautuvat ja kuumat, hydrotermiset fluidit

liikkuvat kallion raoissa ja onteloissa. Kenttätöiden jälkeen näytteet analysoidaan laboratoriossa niiden kemiallisen koostumuksen selvittämiseksi. Muun muassa sen perusteella aineistosta tulkitaan, miten alue on muodostunut ja onko sieltä mahdollista löytää metalleja tai teollisuusmineraaleja.

Sama kaava toistuu monen geologin työnkuvassa opintojen suuntauksesta riippumatta. Kenttätyö ja näytteiden keruu, näytteiden analysointi ja aineiston käsittely sekä tulkinta ovat geologin arkipäivää. Lopputuloksena on usein raportteja ja tieteellisiä artikkeleita, joita hyödynnetään esimerkiksi uusissa tutkimuksissa ja yhteiskunnallisessa päätöksenteossa.

Koko maapallo on geologin toimisto. Se on maailman suurin avokonttori, josta paikka työskennellä löytyy joka aamu aikavyöhykkeestä tai sijainnista riippumatta. Maapallo on paikka, jossa elämme ja sen toiminnan tunteminen auttaa meitä olemaan yhä enemmän kotonamme täällä. Historia toistaa itseään, ja juuri siksi geologia on maailmalle niin olennaista.

Henri Höytiä on geologian maisteriopiskelija Helsingin yliopistossa.