

# Basalttijahdissa savannilla – Geologian museon tutkimusmatka Mosambikiin 20.8.–9.9.2012

TEKSTI JA KUVAT: JUSSI S. HEINONEN JA ARTO V. LUTTINEN

Aurinko paahtoi armottomasti, kun maanantai-iltapäivällä 20.8.2012 jalkauduimme South African Airlinkin koneesta Teten kaupungin lentokentälle Luoteis-Mosambikissa (Kuva 1). Tete on eräs Saharan eteläpuolisen Afrikan kuumimmista paikoista ja elokuussa lämpötila kohoaa helposti yli 30 celsiusasteeseen, vaikka virallisesti onkin eteläisen pallonpuoliskon talvikausi. Noin 140 vuotta aikaisemmin oli itse tohtori David Livingstone (1813–1873) vierailut tässä samaisessa kaupungissa ensimmäisellä Afrikan mantereen ylityksellään. Ilmassa oli siis suuren tutkimusmatkan tuntua.

Kuumuudesta huolimatta ajatuksemme olivat keskittyneet aluillaan olevaan kolme viikkoa kestävään työurakkaan, jonka kuluessa tulisimme etenemään Teten provinssista Manican ja Sofalan provinssiin Mosambikin keskiosissa (Kuva 1). Retkemme oli osa Suomen Akatemian rahoittamaa projektia ja päämääränämme oli kerätä kattava havainto- ja näyteaineisto alueen laakiobasalteista, jotka kuuluvat Karoon jurakautiseen magmaprovinssiin (Kuva 2). Tämä valtava magmaprovinssi (>2 000 000 km<sup>3</sup> kivisulaa) syntyi n. 180 miljoonaa vuotta sitten Gondwanan supermantereiden alkaessa pirstoutua pienempiin osiin. Karoon laakiobasalttien jäänteitä on

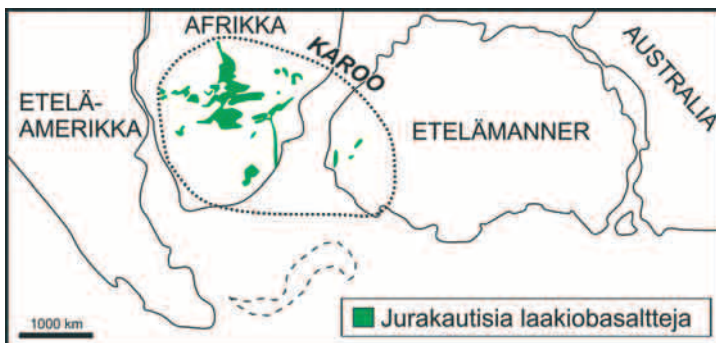
löydetty sekä Afrikasta että Etelämantereelta, jonne tutkimuksemme ovat aikaisemmin keskittyneet (esim. Luttinen 2000; Heinonen 2011). Afrikassa Mosambikin laakiobasaltit ovat erityisen mielenkiintoisia kahdesta syystä: 1) niitä on tutkittu tieteellisesti hyvin vähän, monin paikoin ei ollenkaan ja 2) ne ovat syntyneet lähellä Gondwanan murrosvyöhykettä ja sijaitsevat lähimpänä Etelämannerta jurakautisessa Gondwana-rekonstruktiossa (Kuva 2). Lisätietoa tutkimusprojektin tavoitteista ja laakiobasalttien syntyyn liittyvistä suurista mysteereistä löytyy Geologian numerosta 6/2011 (Heinonen ja Luttinen 2011), Geologian museon kotisivuilta ([www.luomus.fi/geologia/](http://www.luomus.fi/geologia/)) sekä geologia.fi -portaalista ([www.geologia.fi/](http://www.geologia.fi/)).

Emme suinkaan olleet liikkellä vain kahdestaan, vaan jo lentokentällä meitä vastassa olivat Mosambikin pääkaupungista Maputosta (Kuva 1) saapuneet professori Daud Jamal ja assistentti Teofilo Gove, molemmat Eduardo Mondlanen yliopistosta (Kuva 3). Alkumatkan ajaksi seuraamme liittyisi vielä tohtori António Alface paikallisen geologian tutkimuskeskuksen (Direcção Nacional de Geologia) Teten toimistosta (Kuva 3). Tutkimusryhmämme mosambikilaisen tiimin johtaja professori Jamal toimisi logistisena tukena ja tulkkina,



Kuva 1. Jurakautisten laakio-basalttien ja niihin liittyvien intruusioiden esiintymisalue sekä kenttätutkimusalueemme Mosambikissa. 1. Lupatan vajoama. 2. Moatize-Luia hautavajoama. 3. Gorongosan intruusiokompleksi ja siihen liittyvät juoniparvet. 4. Sabin muodostuma.

Figure 1. Distribution of Jurassic continental flood basalts, associated intrusive rocks, and our field expedition targets in Mozambique. 1. Lupata trough. 2. Moatize-Luia graben. 3. Gorongosa intrusive complex and related dike swarms. 4. Sabin formation.



Kuva 2. Jurakautisten Karoo-laakio-basalttien jäänteet rekonstruoidulla Gondwana-jättiläismantereella (vrt. Heinonen 2010).

Figure 2. Distribution of Jurassic Karoo continental flood basalts in reconstructed Gondwana supercontinent (cf. Heinonen 2010).

“herra Alface” paikallisena asiantuntijana ja “herra Teofilo” autonkuljettajana ja tutkimusapulaisena. Paikallinen tuki oli tutkimusmatkan kannalta erityisen tärkeää Portugalin entisessä siirtomaassa: jo 1500-luvulla alkanut siirtomaakausi päättyi vasta vuonna 1975 ja pian itsenäistymisen jälkeen syttynyt sisällissota loppui virallisesti niinkin äskettäin kuin vuonna 1992. Sisällissodan jäljiltä miinanraivaustyöt ovat vieläkin kesken, mikä luonnollisesti hankaloittaa maastotöitä. Lisäksi Mosambikissa ei puhuta juuri ollenkaan englantia ja syrjäseuduilla portugalín sijaan suositaan

paikallisia afrikkalaiskieliä.

Paikallisten tutkijoiden lisäksi tärkeänä tukenamme olivat myös Geologian tutkimuskeskuksen laatimat, vuonna 2007 julkaistut kartat ja muu kartoitusdata, jotka syntyivät suomalais-mosambikilaisen kehitysyhteistyöprojektin tuotteina (Pekkala et al. 2008). Emme siis olleet ensimmäiset suomalaisgeologit näillä alueilla kiviä ihmettelemässä. Olihan jo kuuluisa mineralogi Thure G. Sahamakin (1910–1983) työskennellyt aikoinaan mm. Pohjois-Mosambikin pegmatiittimembraalien parissa (Haapala 2011).



Kuva 3. Kenttäryhmä Lupatan vajoaman alueella. Vasemmalta oikealle: Arto Luttinen, Daud Jamal, Jussi Heinonen, António Alface ja Teofilo Gove.

Figure 3. Field crew in the Lupata trough. From left to right: Arto Luttinen, Daud Jamal, Jussi Heinonen, António Alface and Teofilo Gove.



## Teten provinssi 20.–30.8.

Teten provinssissa meillä oli kaksi selkeästi rajattua tutkimusalueetta: Lähellä Malawin rajaa Lupatan vajoamassa sijaitsevan “basalttihevosenkengän” pohjoisreuna sekä Tetestä ~50 km etelään sijaitsevat Moatize-Luian hautavajoaman basalttipaljastumat (Kuva 1). Molemmilla alueilla laavakerrostumat kaatuvat loivasti (10–20°) etelään/lounaaseen. Laavakerrostumien kokonaispaksuudet eivät ole nykyisellään tarkasti tiedossa, mutta saattavat olla jopa muutamia kilometrejä. Molemmilta alueilta on kuvattu basalttien lisäksi felsisiä pintakivilajeja (ryoliitteja), joista keräisimme näytteitä ikämäärityksiä varten. Felsisten laavakivien zirconeista tehtävät U-Pb ajoitukset tarjoavat usein tarkempia ja luotettavampia tuloksia kuin mafisten pintakivien maasälvästä tehtävät nk. Ar-Ar ajoitukset, jotka ovat verrattaen herkkiä sekundääriselle muuttumiselle. Stratigrafisen pohjan basalttiyksiköille muodostavat permikautiset sedimenttikivet, joista tunnetaan useita taloudellisesti hyödynnettäviä kivihiilikerrostumia (Cairncross 2001).

### *Lupatan vajoama 21.–24.8.*

Professori Jamalin ehdotuksen mukaisesti aloitimme työt Lupatan vajoamassa Malawin rajan lähellä. “Näin voidaan heti alkuun koeponnistaa selviytymiskykyne Mosambikin syrjäseuduilla”, hän perusteli meille pilke silmäkulmassaan. Alueen ainoassa taajamassa Doassa (Kuva 1) on kauppa, monenmoisia myyntikojuja ja yksinkertaisia huoltotoimenpiteitä tarjoavia nyrkkipajoja. Lähistöllä sijaitsee myös useita kaivoja, jotka kuivankin kauden aikana tarjoavat elintärkeää vettä niin paikallisille asukkaille kuin myös satunnaisille vierailijoille (Kuva 4). Majoitustarjontaa alueella ei ollut, joten tarkoituksenamme oli viettää leirielämää puusavannilla. Maputosta tuotu yliopiston jeeppi täytettiin viidellä ihmisellä, kenttätyö- ja retkivarusteilla sekä suurella mää-



Kuva 4. Ilta ruuhkaa Doan lähistöllä sijaitsevalla kaivolla.

*Figure 4. Evening gathering at a well in the outskirts of Doa.*

rällä vettä ja ruokaa (mm. pastaa, riisiä, erilaisia säilykkeitä, leipää ja piri-piri kastiketta, josta tuli välittömästi reissumme teemamauste). Ajettuamme ensin n. 100 km Tetestä Doaan ja sieltä edelleen n. 10 km kaakkoon, herra Alface osoitti meille idyllisen leiripaikan kuivan joenuoman vierestä suurten mangopuiden katveessa (Kuvat 5). Teltat pystytettiin ja mos-



Kuva 5. Kuivuneen jokiuoman ylitys auringon laskiessa.

*Figure 5. Crossing the river bed at dusk.*

kiittoverkot viritettiin illan jo nopeasti hämärtyessä. Kun herkullisen kenttäillallisen jälkeen vetäydyimme nukkumaan ja keräämään voimia seuraavien päivien koitoksiin, saatoimme kuunnella kaskaitten sirtystä ja mitä erikoisimpien lintujen lauluja sekä läheisestä kylästä kantautuvaa rumpujen säestämää laulua. Suuria villieläimiä ei tarvinnut pelätä – maastopaloihin perustuva viljely- ja metsästystekniikka sekä sisällissodan aikana mellastaneet kapinallisryhmät olivat karkottaneet vähiin huvenneen suurriistan luonnonpuistojen rauhaan.

Aamulla tutkimusryhmäämme odotti ikävä yllätys, sillä jeppimme vasen takarengas oli yön aikana tyhjentynyt. Herra Teofilo vaihtoi rutinoidun ripeästi puhjenneen renkaan (varsin raihnaiseen) vararenkaaseen, mutta ilman ehjää vararengasta ei olisi hyvä lähteä huristelemaan kivikkoisille teille. Ajoimme siksi takaisin Doaan kysymään paikallisten apua. Puoli tuntia myöhemmin meillä oli entistä ehompi vararengas kyydissä – sisäkumin irroitus, paikkaus, asennus ja täyttö tapahtuivat Doan päätien laidassa käsipelillä 150 metican (~4 euroa) korvausta vastaan. Työmme saattoi siis viimein alkaa. Leirin vartijaksi olimme palkanneet paikallisen vuohipaimenen, joka sai työstä tervetullutta apua kahden vaimonsa ja kymmenen lapsensa elättämiseen.

Aluksi etsimme toiveikkaasti, mutta tuloksetta, karttoihin merkitsemättömiä kalliopaljastumia Malawin rajaa seurailevan, mutkittilevan ja kuoppaisen päätien varresta ja sen läheisyydestä. Löysimme vain jokien sekalaisesti lajittelemia lohkarikkoja, emmekä uskaltaneet tutkia tietä seuraavan sähkölinjan alustaa miinavaaran vuoksi. Niinpä suunnitimme koilliseen kohti Malawin rajaa kiemurteleville pikkuteille, joiden suunta leikkaa so-

pivasti kohtisuoraan laavakerrostumien kulua. Tällaiset muutaman kymmenen asukkaan pikkukyliin johtavat kärrypolut osoittautuivat tutkimustemme kannalta äärimmäisen tärkeiksi. Paljastumia alkoi löytyä tiheään tahtiin (Kuva 6) ja takakonttimme alkoi täyttyä näyt-



**Kuva 6. Päällekkäisiä ohuita (pahoehoe) laavapatjoja kuivuneen joen törmässä.**

**Figure 6. Overlapping thin pahoehoe lava flows in a riverbank.**



teillä. “Tuoreiden” kalliopaljastumien runsuus tuntui aluksi yllättävältä; olimme odottaneet kohtaavamme voimakasta rapautumista ja haastavia nakutushetkiä, mutta tuore kiviaines oli tavallisesti helposti saavutettavissa usein vain alle senttimetrin paksuisen puner-

tavan tai rusehtavan rapautumiskuoren alla.

Doan ympäristössä tutkimme useita erilaisia basalttisia laava- ja juonikiviä ja muutamia ryoliittiyksikköjä. Löysimme myös ennen tuntemattoman, useita neliökilometrejä laajan ja kymmeniä metrejä paksun mafisen kerros-



juonen, jolle suuret ja runsaat plagioklaasihaarakeet antoivat silmiinpistävän ulkoasun. Kolmen paahtavan kuumen kenttätyöpäivän jälkeen suunnistimme takaisin kohti Teteä takakontti kivien painosta notkuen.

### *Moatize-Luian hautavajoama 25.–29.8.*

Seuraavaksi suuntasimme kohti Moatize-Luian hautavajoamaa, jonka laavakerrostumia Teten provinssin päätte leikkasi sopivasti koh-tisuoraan n. 50 km Teten kaupungista etelään (Kuva 1). Kohtalaisen lyhyen ajomatkan vuoksi työskentelimme Tetestä käsin, joten leirielämä vaihtui nyt kaupunkielämään. Lukuisten kaivosyhtiöiden läsnäolo heijastui jokapäiväiseen elämäämme Mosambikin korkeimpina hintoina. Suuren kysynnän ansiosta paikallisilla on ollut käytännössä mahdollisuus hinnoitella palvelunsa lähes vapaasti. Noin sadalla eurolla Tetessä pääsi yöpymään varsin vaatimattoman hotellihuoneeseen.

Aloitimme työt alueen eteläosassa, jossa päätte kulkee lähellä Rio Luenhan joenuomaa. Joen varrelta löysimme eräitä matkamme mielenkiintoisimpia ja erikoisimpia kiviä. Kuivan kauden seurauksena vedenpinta oli hyvin matalalla ja usean sadan metrin matkalla oli paljastuneena virtaavan veden puhdistamia oliiviiniporfyyrisiä laavapatjoja (Kuva 7). Arvioimme yksiköiden olevan koostumukseltaan pikriittisiä ( $MgO > 12$  p. %) tai jopa komatiittisia ( $MgO > 18$  p. %). Joissakin yksiköissä oliiviini näytti olevan lähes muuttumatonta. Muuttumattoman oliiviinin koostumuksen avulla on mahdollista tehdä tärkeitä päätelmiä laavapurkausten lämpötilasta ja siitä edustavatko kivet sulakoostumuksia vai kumulaatteja. Magnesiumista rikkaat nk. primitiiviset laakiobasaltit ovat harvinaisia Afrikan Karoo-muodostumissa. Joen rantamilta keräämämme näytteet saattavat osoittautua tutkimuksemme kannalta keskeisiksi, varsinkin jos ne

tarjoavat tietoa vaipan syvistä osista, laakiobasalttien alkulähteiltä. Luenha-joen oliiviiniporfyyristen laavojen erityisarvoa lisää edelleen se, että nämä kivet edustavat Moatize-Luian hautavajoaman nuorimpia säilyneitä laavakerroksia, kun primitiiviset laavakivet liittyvät yleensä laakiobasalttiprovinssien varhaisimpiin purkauksiin (esim. Gibson 2002).

Seuraavat neljä päivää sujuivat innostuneissa merkeissä; löysimme lukuisia laava- ja juonipaljastumia ja keräämämme näytteet olivat pääsääntöisesti rapautumattomia ja melko vähän muuttuneita. Keräsimme tältäkin alueelta mukaamme muutaman ryoliittinäytteen ajoitustutkimuksia silmälläpitäen ja hankimme upouuden vararenkkaan, kun Teten savannilla vaihdettu huonokuntoinen rengas viimein rikkoutui, tällä kertaa korjauskelvottomaksi. Saatuamme tämän alueen kenttätyöt valmiiksi jouduimme lausumaan hyvästit professori Jamalille ja herra Alfabelle, joiden oli palattava takaisin toimistopöydän ääreen. Matka oli jo tässä vaiheessa onnistunut vähintäänkin odotusten mukaisesti, mutta onneksi se ei vielä päättynyt meidän osaltamme.

### **Sofalan ja Manican provinssit 30.8–9.9.**

Suuntasimme seuraavaksi herra Teofilon kyyditsemänä Tetestä 300 km etelämmäksi Chimoion kaupunkiin (Kuva 1). Siellä ryhmäämme liittyi uutena vahvistuksena tohtori Estêvão Sumburane (Kuva 8). Tohtori Sumburanen apu olikin heti tarpeen, sillä ennen kenttätöiden jatkamista olimme velvoitetut anomaan alueviranomaiselta lupaa näytteenottoon Manican provinssissa. Chimoiossa sijaitsevan Mineraalivara- ja energiaviraston (Mineral Resources and Energy) ystävällinen aluejohtaja Olavo Deniasse ei epäröinyt luvan myöntämisessä ja pyysi välittämään lämpimät terveiset tuttavilleen Geologian tutkimuskeskuk-sessa. Samaan lupaan sisällytettiin meidän





Kuva 7. Rio Luenhan uoman paljastumia, joiden kerrokset kaatuvat loivasti kuvasta nähdessä oikealle. Kiviyksiköt vasemmalta oikealle: harmahtava hieman muuttunut basaltti, edellisen päällä oleva 40 cm paksu voimakkaan punertava paleomaannos ja muodostuman ylintä osaa edustava lohkariekköksi rapautunut ultramafinen laavakiviyksikkö.

*Figure 7. Outcrops at Rio Luenha. The bedding dips slightly to the right. Rock units from left to right: a flow of grayish slightly altered basalt, an overlying 40 cm thick reddish paleosol, and blocks of an ultramafic lava rock that represents the topmost part of this formation.*

mieliksemme myös näytteenotto Sofalan provinssin alueilta – provinssien ylittäviä lupia ei yleensä anneta, joten aluejohtajalle oli selvästikin jäänyt aiemman yhteistyön perusteella hyvä kuva suomalaistutkijoiden toiminnasta.

Lupa-asioiden hoiduttua ja huoltotoimien jälkeen tutkimusmatkamme jatkui Chimoiosta itään kohti Gorongosan juoniparvia ja Sabin basalttimuodostumia (Kuva 1). Tarkoituksenamme oli alkujaan majoittua tutkimusalueiden välissä sijaitsevassa Inchopen kylässä

(Kuva 1). Kylä kuitenkin osoittautui turhanakin eläväiseksi paikaksi, sillä se oli Mosambikin läpi kulkevan päätien ja Beirasta Teteen kulkevan tien risteyskohdassa ja toimi siksi rekkakusien ja muiden sekalaisten matkantehtäjien levähdyspaikkana. Löysimme toivomamme rauhallisen majapaikan jatkaessamme matkaamme kohti Gorongosan kylää. Hieinan rempallaan oleva, mutta kunnostuksen alla ollut Arca Iris tarjosi meille vieraanvaraisen matkakodin seuraaviksi kuudeksi yöksi.





Kuva 8. Tohtori Sumburane ja Arto Luttinen kentälounaalla. Suomalainen geotieteilijä ei mosambikilaisen virkaveljensä tavoin luota basalti-istuimeen vaan turvautuu tuttuun graniittiin.

Figure 8. Dr. Sumburane and Arto Luttinen having field lunch. Rather than basalt, used by his Mozambican colleague, the Finnish geoscientist prefers a stout granite as a field stool.

### *Gorongosan intruusio-kompleksi 1.–2.9.*

Jatkoimme näytteenottoa Gorongosan alueella (Kuva 1), jossa oli selvästi vehreämpää kuin alavalla, kuivien jokiuomien kirjomalla Teten seudulla. Usean sadan metrin korkeudella merenpinnasta sijaitsevan Gorongosan seudulla lämpötilat olivat myös jonkin verran alhaisemmat, mikä oli miellyttävää kenttätöskentelyn kannalta. Alueen maisemaa hallitsee Gorongosan pyhä vuori, joka on Karoo-ikäinen ( $181 \pm 2$  Ma; Mänttari 2008) bimodaalinen intruusio-kompleksi (Kuva 1). Kohdistimme tutkimuksemme Gorongosa-vuoren pohjois- ja eteläpuolella sijaitseviin juoniparviin, joiden synty liittyy intruusio-kompleksin kehitysvaiheisiin. Keräämämme felsiset ja mafiset juoninäytteet osoittautuivat jälleen kerran erittäin tuoreiksi ja saimme kattavan aineiston kerättyä kahdessa päivässä. Leimatujen lupapapereiden arvo paljastui meille konkreettisesti, kun jouduimme keskellä pusikkoa paikallisen maanomistajan ja puoluepampun aseistautuneiden vartijoiden kuulus-telemaksi. Kireähkö tilanne purkautui kuitenkin lopulta myös herra Teofilon supliikkita-

tojen ansiosta. Gorongosan miltei tuntematon intruusio-kompleksi jäi puutteellisen tietoverkoston vuoksi lähemmin näkemättä. Rapakiviköhän se siellä löytäjänsä odottaa?

### *Sabin muodostuma ja matkan päätös 3.–9.9.*

Seuraavat päivät vietimme jopa 5 km paksua laakiobasalttikerrostumaa edustavan Sabin muodostuman parissa Inchopen eteläpuolella (Kuva 1). Lukuivat tieleikkaukset tarjosivat meille jälleen paljon mielenkiintoisia havain-toja ja hyviä näytteitä. Löysimmepä täältäkin poikkeuksellisen primitiivisen oliviiniporfyyrisen kiven, joka tällä kertaa edusti laavoja leikkaavaa ultramafista juonta. Saatuamme kenttätöemme lopulta päätökseen olivat kaikki enemmän kuin tyytyväisiä tutkimusmatkan antiin.

Loppujuhlistuksena piipahdimme vielä Gorongosan luonnonpuistossa elefantteja ihmettelemässä ennen kuin siirryimme painavine lasteinemme Beiran kaupunkiin (Kuva 1). Tohtori Sumburanen ja herra Teofilon startattaessa jeeppillä näytteiden kanssa kohti yli tuhannen kilometrin ajomatkan päässä sijaitse-

vaa Maputoa me jäimme vielä yhdeksi kokonaiseksi päiväksi huilaamaan rauhalliseen hostelliimme Intian valtameren rantadyynin tuntumassa. Pari pitkää yöunta aaltojen kohistessa ja raukeat rantapäivät tekivät hyvää intensiivisen työrupeaman jälkeen ja antoivat voimia pitkälle kotimatkallemme. Kotiinpaluu kauas Suomeen alkoi sunnuntaina 9. syyskuuta, kun SA Airlinkin kone kaartoi Afrikan revenneen mannerreunan luota kohti Johannesburgia. Koneen noustessa oli sykhdyttävää ajatella Etelämantereella sijaitsevia mosambikilaisbasalttien serkkuja ja laattatektonisten ilmiöiden mittakaavaa ja aikaskaalaa.

## Lopuksi

Kun aloittaa kenttätöitä syrjäisellä ja vähän tutkitulla alueella, vieraassa maisemassa ja kulttuurissa, on ilmassa tutkimusmatkailun lisäksi

usein epävarmuutta. Mosambikissa tieto haudatuista miinoista, myrkyllisistä eläimistä ja muista terveystarpeista mietitytti meitä lähempänä napa-alueita liikkumaan tottuneita tutkijoita. Jälkeenpäin voimme todeta, että retkemme sujui kaikin tavoin kerrassaan erinomaisen hyvin. Tästä saamme kiittää erityisesti mosambikilaisia yhteistyökumppaneitamme. Myös maaseudulla kohtaamamme, usein rutiköyhä paikallisväestö oli poikkeuksetta positiivisella tavalla kiinnostunut toimistamme. Heidän hyväsydämyytensä ja konstailematon auttavaisuutensa teki meihin suuren vaikutuksen. Kun näytteet piakkoin saapuvat Suomeen, niistä tehdään ohuthieitä ja geokemiallisia analyysejä (pääalkuaineet, hivenalkuaineet, Sr- ja Nd-isotoopit). Valikoituja näytteitä koetetaan ajoittaa U-Pb ja Ar-Ar menetelmillä. Uskomme tulosten tarjoavan uusia, jännittäviä näköaloja supermannerten repeämiseen ja laakio-basalttien syntyvaiheisiin.

Kiitämme Suomen Akatemiaa tutkimusmatkan rahoituksesta. Suurkiitos mosambikilaiselle kenttätöimille (Daud Jamal, Estêvão Sumburane, António Alface ja Teofilo Gove) ja paikallisväestölle yhteistyöstä sekä ystävällisestä vastaanotosta. Geologian tutkimuskeskuksen Tapio Koistinen, Tapio Lehto, Tuomo Manninen, Hannu Mäkitie, Tapio Ruotoistenmäki ja Saku Vuori tarjosivat apua ja arvokkaita neuvoja. Olemme kiitollisia Luonnontieteellisen keskusmuseon Hasse Hyvärille ja Tiina Puolakoskelle saamastamme tautuudesta. João Estevesin antamat opit portugalilaisesta kielestä osoittautuivat antoisiksi ja hyödyllisiksi.

## Lisätietoa MARZ projektista:

<http://www.luomus.fi/geologia/tutkimus/marzFIN.htm>

## Geologiaa portugaliiksi

basaltti = um basalto  
geologi = um geólogo  
geologia = geologia  
graniitti = um granito  
juoni = um dique  
kivi, kallio = uma rocha  
laattatektoniikka = tectónica de placas  
laava = uma lava  
näyte = uma amostra  
paljastuma = um afloramento  
ryoliitti = um riólito  
muuttumaton = fresca/fresco  
muuttunut = alterada/alterado  
vasara = um martelo  
vulkaniitti = uma rocha vulcânica  
vuori = um monte  
vuoristo = uma montanha

# Hunting basalts in the savannah – the expedition of the Geological museum to Mozambique 20.8.–9.9.2012.

Our two-person “flood basalt task force” (authors Arto Luttinen and Jussi Heinonen) of the Finnish Museum of Natural History (LUOMUS) spent three weeks in Mozambican countryside collecting samples of the little-studied flood basalt formations of the Jurassic ~180 Ma Karoo large igneous province. The expedition was related to the recently launched MARZ (Magmatism in the Africa-Antarctica Rift Zone) project that is funded by the Academy of Finland.

Fieldwork was carried out within three provinces, Tete, Sofala, and Manica in cooperation with Professor Daud Jamal, Dr. Estêvão Sumburane, Mr. Teofilo Gove (all from the Eduardo Mondlane University in Maputo), and Dr. António Alfaça (Direcção Nacional de Geologia, Tete). During the field campaign, we took lodging in towns and villages and also camped on the forest savannah, and were greatly impressed by the friendliness and helpfulness of the local people.

Despite the tropical conditions, the quality of the bedrock outcrops was surprisingly good and we were able to collect ~150 rock samples, well above our initial expectations. The samples will be analysed for major and trace elements, Sr and Nd isotopes, and selected samples will be used for Ar-Ar plagioclase and U-Pb zircon dating. Our samples are from areas that have not been previously studied in detail and the results hopefully will shed light on the mysteries related to the origin of Karoo and other flood basalt provinces.

More information about the MARZ project: [www.luomus.fi/english/geology/research/marzENG.htm](http://www.luomus.fi/english/geology/research/marzENG.htm)

## Viitteet

- Cairncross, B. 2001. An overview of the Permian (Karoo) coal deposits of southern Africa. *Journal of African Earth Sciences* 33:529–562.
- Gibson, S.A. 2002. Major element heterogeneity in Archean to Recent mantle plume starting-heads. *Earth and Planetary Science Letters* 195:59–74.
- Haapala, I. 2011. Th.G. Sahama’s (1910–1983) volcanological and mineralogical studies in Africa: Part II. Minerals of granitic pegmatites and other mineral occurrences of eastern and southern Africa. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 83:57–70.
- Heinonen, J.S. 2011. Geochemistry and petrology of the ferropicrite dikes and associated rocks of Vestfjella, western Dronning Maud Land, Antarctica. Väitöskirja, Department of Geosciences and Geography A9, Unigrafia, Helsinki, 50 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-6310-7>
- Heinonen, J.S. ja Luttinen, A.V. 2011. MARZ matkaan – laakiobasalttien tutkimus siirtyy Geologian museolle. *Geologi* 63:214–216.
- Luttinen, A. 2000. Origin of Jurassic Vestfjella flood basalts, Dronning Maud Land, Antarctica. Väitöskirja, Helsingin yliopisto, Yliopistopaino, Helsinki, 106 s.
- Mänttäri, I. 2008. Mesoarchaeen to Lower Jurassic U-Pb and Sm-Nd ages from NW Mozambique. Teoksessa: Pekkala, Y., Lehto, T. ja Mäkitie H. (toim.). GTK Consortium Geological Surveys in Mozambique 2002–2007. Geological Survey of Finland, Special Paper 48:81–119.
- Pekkala, Y., Lehto, T. ja Mäkitie H. 2008. GTK Consortium Geological Surveys in Mozambique 2002–2007. Geological Survey of Finland, Special Paper 48, 321 s.

**JUSSI S. HEINONEN**  
([jussi.s.heinonen@helsinki.fi](mailto:jussi.s.heinonen@helsinki.fi))  
Tutkijatohtori

**ARTO V. LUTTINEN**  
([arto.luttinen@helsinki.fi](mailto:arto.luttinen@helsinki.fi))  
Yli-intendentti

Geologian museo  
Luonnontieteellinen keskusmuseo  
PL 17  
00014 Helsingin yliopisto